

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ - ПЛОВДИВ



**Научни трудове
на**



**Съюза на учените
Пловдив**

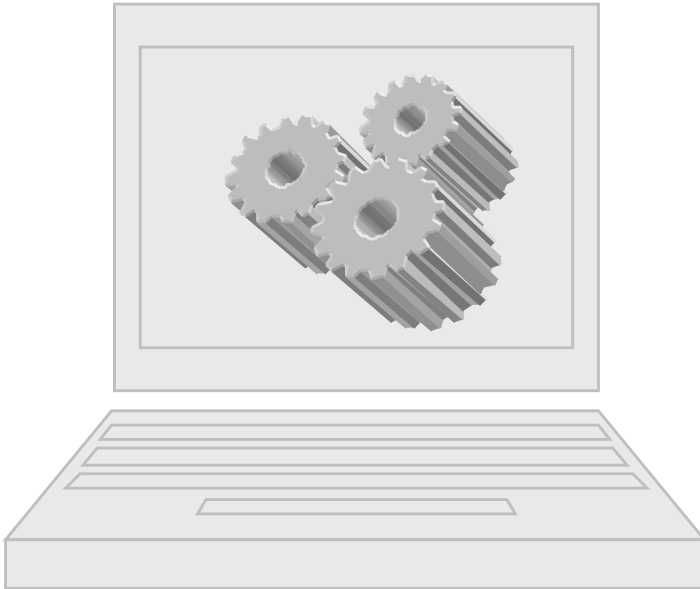


**Серия В. Техника и технологии,
том. XIX**

**2021г.
Пловдив**

ISSN 1311 - 9419 (Print)
ISSN 2534 - 9384 (Online)

**НАУЧНИ ТРУДОВЕ
НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ - ПЛОВДИВ**



2021

ПЛОВДИВ

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ – ПЛОВДИВ

**Научни трудове на Съюза на учените
в България – Пловдив**

**Серия В. Техника и технологии,
том XIX**

2021

Дом на учените, Пловдив

UNION OF SCIENTISTS IN BULGARIA – PLOVDIV

**Scientific Works of the Union of Scientists
in Bulgaria - Plovdiv**

Series C. Technics and Technologies, Vol. XIX

2021

House of Scientists, Plovdiv

„Научни трудове на СУБ – Пловдив“ е периодично, индексирано, рецензирано и реферирано научно издание на Пловдивския клон на Съюза на учените в България, най-голямата и авторитетна неправителствена професионално-творческа организация на българските учени.

В изданието (в 4 серии) се публикуват доклади и научни съобщения, представени на научни форуми на СУБ – Пловдив. Приемат се за публикуване и статии на български и чуждестранни учени срещу заплащане по приета от Управителния съвет тарифа.

Тези 4 серии, в които са обхванати всички клонове на съвременната научна мисъл, са регистрирани в печатна и онлайн версия със самостоятелни ISSN индекси и са съответно:

Серия А. Обществени науки, изкуство и култура, ISSN 1311-9400 (Print); ISSN 2534-9368 (Online);

Серия Б. Естествени и хуманитарни науки, ISSN 1311-9192 (Print); ISSN 2534-9376 (Online);

Серия В. Техника и технологии, ISSN 1311-9419 (Print); ISSN 2534-9384 (Online);

Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина, ISSN 1311-9427 (Print); ISSN 2534-9392 (Online).

Всички публикувани материали се рецензират от утвърдени и водещи в съответната научна област специалисти.

Авторите носят напълно и изцяло отговорност за съдържанието на своите материали. Подготвените за отпечатване материали трябва да са в обем до 4 страници. Допускат се и по-обемни статии и доклади, като всяка допълнителна страница се заплаща отделно.

Текстът трябва да бъде набран на компютър във формат Microsoft Word и записан на диск и хартиен носител. Материали могат да се изпращат и по e-mail на адрес: sub_plov@mail.bg, приложени като прикачен файл (attachment) към основното писмо.

Основните параметри на всяка страница са:

1. Размер на страницата: File, Page Setup, Paper Size – A4.

2. Размер на печатаемото поле – 14 см на 21 см: File, Page Setup, Margins:

в сантиметри **Top, Bottom – 4,3 cm; Left, Right – 3,5 cm;**

в инчове **Top, Bottom – 1,69; Left, Right – 1,38.**

3. Междуредово разстояние: Format, Paragraph, Line spacing single.

4. Шрифт – Times New Roman C (кирилик)

Тема на доклада, автори, месторабота – Size 12 Bold Abstract – Size 10, Bold

Текст на доклада и резюмето – Size 10, Normal.

5. Първа страница трябва да започва с 6 празни реда (3 см), за да се монтира „шапка“ с темата и датата на научния форум, както и идентификаторите на съответния том.

6. На първа страница, след оставеното място за „шапка“, се изписва в посочения ред, **КАТО СЕ ЦЕНТРИРА:**

тема на доклада (с главни букви) – на български език;

автори (име и фамилия – без титли и съкращения) – на български език; месторабота – на български език;

Празен ред

тема на доклада (с главни букви) – **на английски език;**

автори (име и фамилия – без титли и съкращения) – **на английски език; месторабота – на английски език.**

7. На нов ред се изписва **Abstract (т. е. резюме)**, което не се центрира.

8. Следва текстът на резюмето (**на английски език**).

9. Ключови думи (**на английски език**).

Празен ред

10. Следва текстът на доклада.

11. Фигурите, снимките и диаграмите към доклада трябва да бъдат черно-бели и монтирани в текста.

12. Бележки и забележки се пишат под линия на съответната страница, **изписани на латиница.**

13. Всички цитирания в текста – в скоби се изписва фамилията на автора (на латиница) и годината на публикуване.

Пример: (Ivanov, 2014).

Отделно се прилага **списък с цитираните публикации**, подредени азбучно според фамилията на първия автор. Когато се цитират няколко публикации от един и същи автор, най-напред в списъка се дават самостоятелните му публикации, следвани от публикациите в съавторство. Желателно е да се изброяват имената на всички автори. Литературните източници не се номерират.

Всички литературни източници на кирилица се изписват, като **имената** на авторите и на източниците се транслитерират **на латиница**, а заглавията на статиите се превеждат **на английски език**. При транслитерирането буквите се заменят според Закона за транслитерацията. Оригиналният език на публикациите, преведени на английски език, се посочва след библиографското описание в скоби (български = Bg, руски = Ru, сръбски = Sr, македонски = Mk, гръцки = Gr, и т. н.).

Пример: Ibrishimov N., H. Lalov, 1984. Clinical Laboratory Investigations in Veterinary Medicine, 1984, Zemizdat, S. 363 p. (Bg)

14. При желание авторите могат да публикуват в края на статията информация за себе си и адрес за връзка и кореспонденция.

15. Материалът, включен в статията, трябва да е оригинално и непубликувано до момента теоретично изследване, да съдържа оригинални експериментални данни или нови интерпретации на съществуващи резултати.

Материали, които не са оформени според гореизложените изисквания, няма да бъдат разглеждани.

Хартиени отпечатащи и дискове не се връщат. Хонорари не се изплащат.

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ: доц. Владимир Андонов (отговорен редактор); проф. Мария Панчовска-Мочева; проф. Божидар Хаджиев; проф. Веселин Василев; проф. Димитър Димитраков; проф. Йордан Тодоров; проф. Лена Костадинова-Георгиева; проф. Николай Панайотов; проф. Симеон Василев; проф. Цанка Андреева; доц. Атанас Арnaudов; доц. Красимира Чакърова; доц. Тодорка Димитрова

EDITORIALBOARD: Assoc. Prof. Vladimir Andonov (editor-in-chief); Prof. Maria Panchovska-Mocheva; Prof. Bojidar Hadjiev; Prof. Veselin Vasilev; Prof. Dimitar Dimitrakov; Prof. Jordan Todorov; Prof. Lena Kostadinova-Georgieva; Prof. Nikolai Panayotov; Prof. Simeon Vasilev; Prof. Tzanka Andreeva; Assoc. Prof. Atanas Arnaudov; Assoc. Prof. Krassimira Chakarova; Assoc. Prof. Todorka Dimitrova

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ: проф. Георги Тотков; проф. Николай Панайотов; проф. Симеон Василев; доц. Атанаска Босакова – Арденска; доц. Златко Златанов; доц. Димитър Токмаков; доц. Стела Статкова – Абегхе, доц. Станка Хаджиколева; гл.ас. Стоян Черешаров

EDITORIAL COUNCIL: Prof. Georgi Totkov; Prof. Nikolay Panayotov; Prof. Simeon Vasilev; Assoc. Prof. Atanaska Bosakova – Ardenska; Assoc. Prof. Zlatko Zlatanov; Assoc. prof. Dimitar Tokmakov; Assoc. prof. Stela Statkova – Abeghe; Assoc. prof. Stanka Hadjikoleva; Assist. prof. Stoyan Cherescharov

МОДЕЛИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НА НАПРЕЖЕНИЕ В ЕЛЕКТРОНИКАТА

Даниела Шехова

Пловдивски Университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

MODELLING AND STUDY OF VOLTAGE CONVERTERS IN ELECTRONICS

Daniela Shehova

University of Plovdiv „Paisii Hilendarski”, Plovdiv, Bulgaria
Faculty of Physics and Engineering Technologies

Abstract

This article describes the implementation of the educational simulating software NI Multisim for voltage converters teaching and studying in power supplies universities' courses.

NI Multisim allows for possible simulation researches to be undertaken with virtual devices, which face panels match their industrial analogy. In this suggested article those devices interact with the analysed power supply circuits in a way which is not by any means different than the traditional methods for measuring their electrical values.

The virtual results visualising concept of the measured values prepares the learners for work in real laboratory environment.

Keywords: voltage converters, power supplies, computer simulations

Въведение

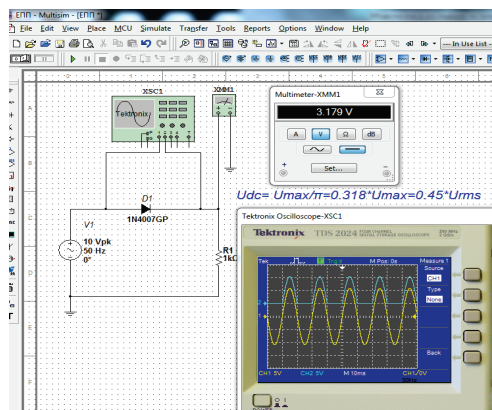
Софтуерните среди за компютърно моделиране и симулиране на електронни схеми-Multisim, OrCAD, CircuitLogix, LTspice, TINA –TI и др. са Spice базирани и са предназначени за изучаване на електронните схеми чрез симулация и анализ. Те осигуряват възможности за извършването на постояннотокови, променливотокови, параметрични, шумови, температурни и други видове анализи. В тези софтуерни среди се използват стандартни Spice модели на електронни компоненти, в разработката на които участват водещи производители на електронни компоненти - Analog Devices, Burr-Brown, Motorola, National Semiconductor, Texas Instruments, Zetex и др. (Shehova, 2015).

Изучаването на преобразувателите на напрежение, осигуряващи подходящо постояннотоково захранване на електронните схеми пряко кореспондира с усвояването от студентите на основните принципи на изграждане на преобразувателите на променливо в постоянно напрежение, на постоянно в постоянно напрежение и на регулируемите токоизправители.

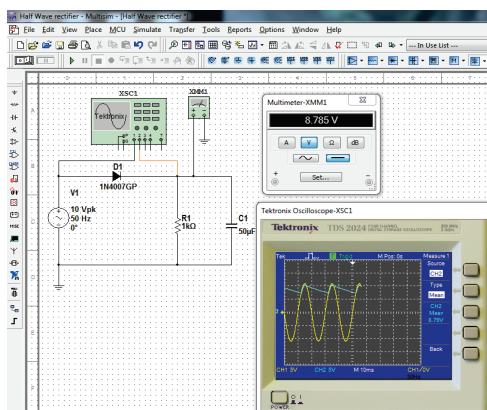
В статията се предлагат симулационни модели на еднополупериодни и двуполупериодни токоизправителни схеми, и симулационен модел на регулируем токоизправител, разработени в средата на Multisim (Power Electronics Design with NI Multisim). Представени са осцилограми на изменението на преобразуваните сигналите и резултатите от проведените параметрични анализи.

Симуляционни модели на еднополупериодни токоизправители

В средата на Multisim са създадени симуляционен модел на еднополупериоден токоизправител с активен товар (фиг.1) и на еднополупериоден токоизправител с изглаждащ кондензатор (фиг. 2).



Фиг.1. Симуляционен модел на еднополупериоден токоизправител с активен товар



Фиг. 2. Симуляционен модел на еднополупериоден токоизправител с изглаждащ кондензатор

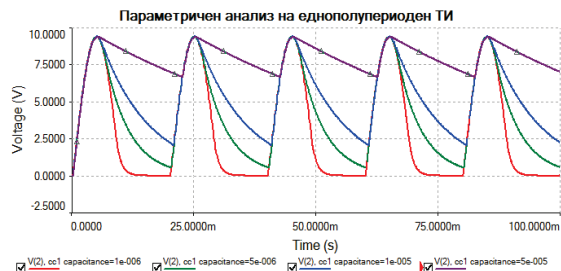
При съставянето на симуляционните модели на еднополупериодните токоизправителни схеми е използван популярният изправителен диод 1N4007GP. Промениливото напрежение, осигурено от източника на синусоидално напрежение е с максимална стойност 10Vpk, товарният резистор е със стойност 1kΩ. Известно е, че еквивалентното изправено напрежение през товарния резистор се изчислява по формулата:

$$U_{dc} = \frac{U_{max}}{\pi} = 0.318 * U_{max} = 0.45 * U_{RMS} \quad (1)$$

където: U_{max} е максималната стойност, а U_{RMS} е средно квадратична стойност на променливото синусоидалното напрежение.

Изчислената стойност на изправеното напрежение е $U_{dc}=3,18V$, а симуляционно измерената със софтуерния мултиметр е $U_{dc}=3,179V$. За изследване на формата на сигналите е използван софтуерният осцилоскоп Tektronix TDS 202, на който лицевият панел не се различава от лабораторния осцилоскоп (Robinson, 2015).

За намаляване на пулсациите на изправеното напрежение паралелно на товара се включва изглаждащ кондензатор (фиг. 2). При стойност $C1=50\mu F$, изправеното напрежение е $U_{dc}=8,78V$ (с 5,6 V повече от изправеното напрежение без изглаждащ кондензатор). На фиг.3. са показани резултатите от проведения параметричен анализ за стойности на изглаждащия кондензатор $C = 1\mu F$, $C = 5\mu F$, $C = 10\mu F$ и $C = 50\mu F$.

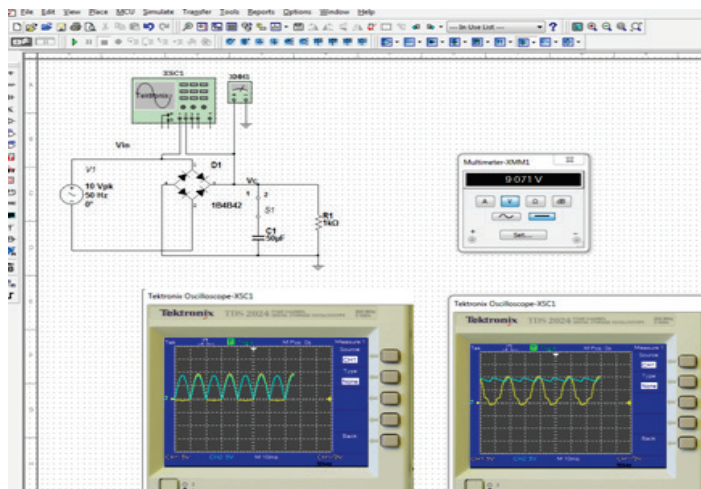


Фиг.3. Параметричен анализ на еднополупериоден ТИ

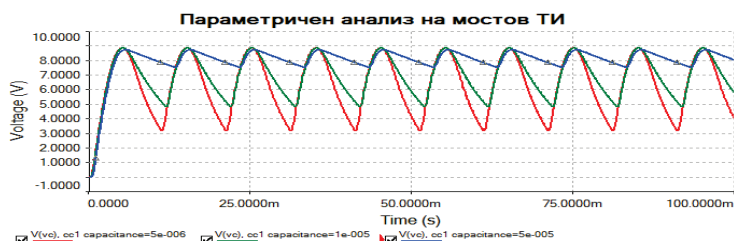
Проведените симуляционни изследвания дават основание обучаемите да направят следните изводи: амплитудата на изходното напрежение е по-малка от амплитудата на входното напрежение, няма изходен сигнал по време на отрицателната полуълна, което води до пулсации с честотата на мрежовото напрежение.

Симуляционен модел на мостов токоизправител

Един от методите за подобряване на недостатъците на еднополупериодните ТИ е използването на мостови двуполупериодни ТИ. Симуляционният модел на мостовия токоизправител от фиг. 4 е създаден с цел обучаемите да сравнят изправителните свойства на еднополупериодните и двуполупериодните токоизправители.



Фиг. 4. Симуляционен модел на мостов токоизправител



Фиг. 5. Параметричен анализ на мостов токоизправител

Моделът осигурява възможност, чрез превключвателя S1 да се изследва вида на изправения сигнал при активен товар и при наличието на филтриращ кондензатор. На фиг. 5. е представен параметричен анализ на токоизправителя за изследване на влиянието на филтриращия кондензатор върху стойността и пулсациите на изправеното напрежение.

Обучаемите измерват изправеното напрежение при същите входни величини и стойности на филтриращия кондензатор, както при еднополупериодните схеми и сравнението на получените резултати дава основание да направят следните изводи: средната стойност на изходно напрежение при мостовите токоизправители ($U_{dc}=9.071V$) е по-високо, отколкото при еднополупериодните ($U_{dc}=8.78 V$), пулсациите са много по-малко в сравнение с еднополупериодните.

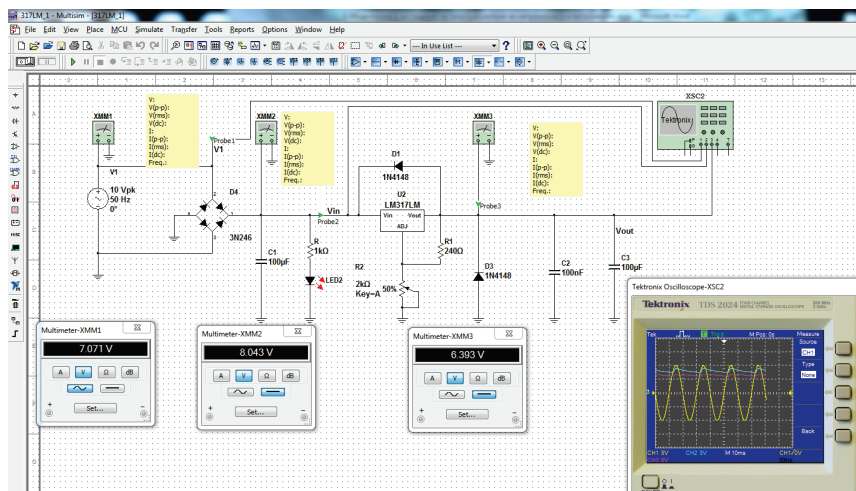
Симуляционен модел на регулируем токоизправител

Симуляционният модел на регулатор на напрежение, реализиран с ИС LM317LM е представен на фиг.6. ИС LM317LM може да осигури изходен ток до 1A. Входното напрежение може да бъде до 40V, а изходното напрежение може да се регулира от 1.2V до 37V. За настройка на изходното напрежение се използва резисторен делител, състояща се от R1 и R2, свързани заедно към извод (adj). С кондензаторът C1 се филтрира входното

напрежение на регулатора LM317LM, докато кондензаторът C2 филтъра изходното напрежение, което се изчислява по формулата:

$$U_{out} = 1.25 \text{ V} (1 + (R_2 / R_1)) + I_{adj} R_2 \text{ (Variable Voltage Power Supply).}$$

При стойност на $R_1=240\Omega$ и $R_2=1k\Omega$ изчислената стойност на изходното напрежение е 6,45V, а симулационно измерената стойност е 6,39V, която с приближение съответства на симулационно измерената.



Фиг. 6. Симулационен модел на регулатор на напрежение, реализиран с ИС LM 317

Заклучение

В доклада са представени симулационни модели на захранващи устройства в електрониката и резултатите от проведените симулационни изследвания, потвърждаващи работоспособността на разработените модели.

Курсовете, в които се преподават Токозахранващи устройства са застъпени в учебните планове на почти всички технически специалности. Поради нееднаквата степен на подготовка на обучаемите е необходим различен подход в преподаването.

За някои специалности ще бъде полезно обучаемите да навлязат в тематиката чрез компютърно базирано обучение, използващо компютърни модели и симулации.

При специалности, за които тематиката е основна, компютърните симулации са подпомагащи практическото обучение.

Благодарности

Докладът е финансиран от Националната програма "Млади учени и постдокторанти" към Министерството на образованието и науката, България, 2020.

Литература

1. D. Shehova, "Software Environments Applicable inTeaching Analog and Mixed Signals Circuits Design", Annual Journal of Electronics, Sofia, vol.9, pp. 88-91, 2015.
2. S. Robinson, Simulation Verification, Validation and Confidence: A Tutorial. Operational Research and Systems Group, Warwick Business School. University of Warwick, Coventry, CV4 7AL, UK, 2015.
3. Variable Voltage Power Supply, <https://www.electronics-tutorials.ws/blog/variable-voltage-power-supply.html>, 15.11.2020
4. Power Electronics Design with NI Multisim, <https://www.ni.com/en-rs/innovations/white-papers/12/power-electronics-design-with-ni-multisim.html>, 18.11.2020

СИМУЛАЦИОННО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАРАМЕТРИ НА ИНТЕГРАЛНИ УСИЛВАТЕЛИ

Даниела Шехова

Пловдивски Университет „Паисий Хилендарски“
Физико-технологичен факултет

SIMULATIVE STUDY OF PARAMETERS OF INTEGRAL AMPLIFIERS

Daniela Shehova

University of Plovdiv „Paisii Hilendarski”, Plovdiv, Bulgaria
Faculty of Physics and Engineering Technologies

Abstract

This article describes the results of the simulative models' creation and analysis for learning of operating amplifiers parameters with the usage of an analysis environment.

The models have been developed based on the teaching material and follow the tendencies for electrical circuitry development. They support the students while learning operational amplifiers parameters and reveal opportunities for individual work which aim to establish permanent knowledge in this field.

Keywords: integral amplifiers, parameters of operational amplifiers

Въведение

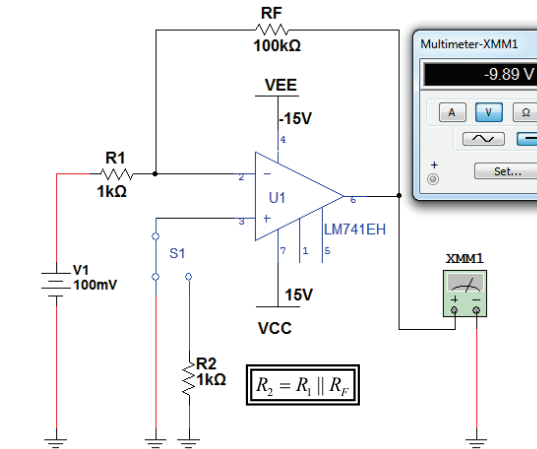
Създаването на модели за симулационно изследване на параметрите на интегралните усилватели с използване на среди за анализ пряко кореспондира с внедряването на нови технологии за обучение, предоставящи знания без ограниченията на традиционния начин на обучение. Основните предимства на приложението на операционните усилватели (ОУ) в електронната схемотехника се изразяват в това, че добавянето на не голям брой външни елементи, позволява създаването на разнообразни схеми на функционални устройства за обработка на сигнали. Голямото разнообразие на ОУ, възможността за реализация на аналогови и цифрови схеми заедно с малките размери и ниската цена на значителна част от тях ги превърнаха в универсален градивен компонент. Това налага студентите да формират умения за определяне на параметрите на ОУ, които са от значение за приложенията, за които се смята, че те ще бъдат подходящи.

Симулационен модел за изследване влиянието на постояннотоковите параметри на инвертиращ интегрален усилвател

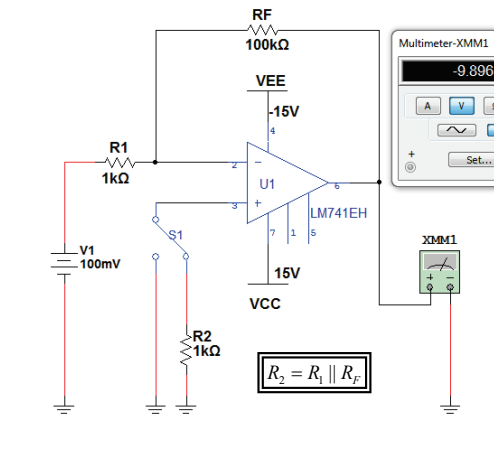
Симулационният модел за изследване влиянието на постояннотоковите параметри на инвертиращ интегрален усилвател е създаден в средата на Multisim (Antoch, 2013, 2016).

Изходно напрежение на грешката, предизвикано от влиянието на поляризиращите токове I_{IB} е: $U_{00} = A_F I_{IB} (R_1 || R_F)$. Сумарното изходно напрежение на несиметрия U_{00} , предизвикано от напрежението на несиметрия U_{io} и от тока на несиметрия I_{io} е: $U_{00} = A_F U_{io} + A_F (R_1 || R_F) I_{io}$, където A_F е коефициент на усилване, а R_1 и R_F реализират веригата за обратна връзка (Carter, 2016).

За да се намали грешката на несиметрия от влиянието на поляризиращите токове I_{iB} , към неинвертиращия вход се включва резистор R2 (фиг. 1). На същата фигура са видни показанията на софтуерния мултиметр преди включване на резистор R2, а на фиг. 2 са представени показания на мултимера при включен резистор R2.



Фиг. 1. Показания на софтуерния мултиметр преди включване на резистор R2



Фиг. 2. Показания на софтуерния мултиметр при включен резистор R2

Проведените симулационни изследвания дават основания да се направят следните изводи:

- при липса на коригиращ резистор (фиг. 1) симулационният уред отчита стойност на изходното напрежение -9.89 V , която е със 110 mV по-малка от теоретично изчислената стойност на изходното напрежение $U_{o,изч.} = -10\text{V}$;
- при включване на коригиращ резистор (фиг. 2), отчетената стойност на изходното напрежение е -9.896V , която е със 103 mV по-малка от теоретично изчислената стойност на изходното напрежение.

В таблица 1 са представени изчислените и симулационно отчетените резултати за операционен усилвател LM741 EH.

Таблица 1. Изчислени и симулационно отчетените резултати

Грешки	Изчислени резултати	Симулационно отчетени резултати
Напрежение на грешката от влиянието на поляризиращите токове: $U_{00} = A_F I_{iB} (R_1 R_F)$	8.08 mV	—
Сумарното изходно напрежение на несиметрия: $U_{00} = A_F U_{i0} + A_F I_{i0} (R_1 R_F)$	103 mV	103 mV
Сумарното изходно напрежение на несиметрия: $U_{o0} = A_F U_{i0} + A_F I_{iB} (R_1 R_F)$	109 mV	110 mV
Изходно напрежение без компенсиране на поляризиращите токове	-9.890 V	-9.89 V
Изходно напрежение с компенсиране на поляризиращите токове	-9.897 V	-9.896 V

Симулационен модел за определяне на входното и изходното съпротивление на инвертиращ интегрален усилвател

Симулационният модел от фиг. 3. е създаден с цел студентите да го използват като електронно средство за определяне на входното и изходното съпротивление на инвертиращ интегрален усилвател.

Входното съпротивление се определя, като се изпълнява следната процедура:

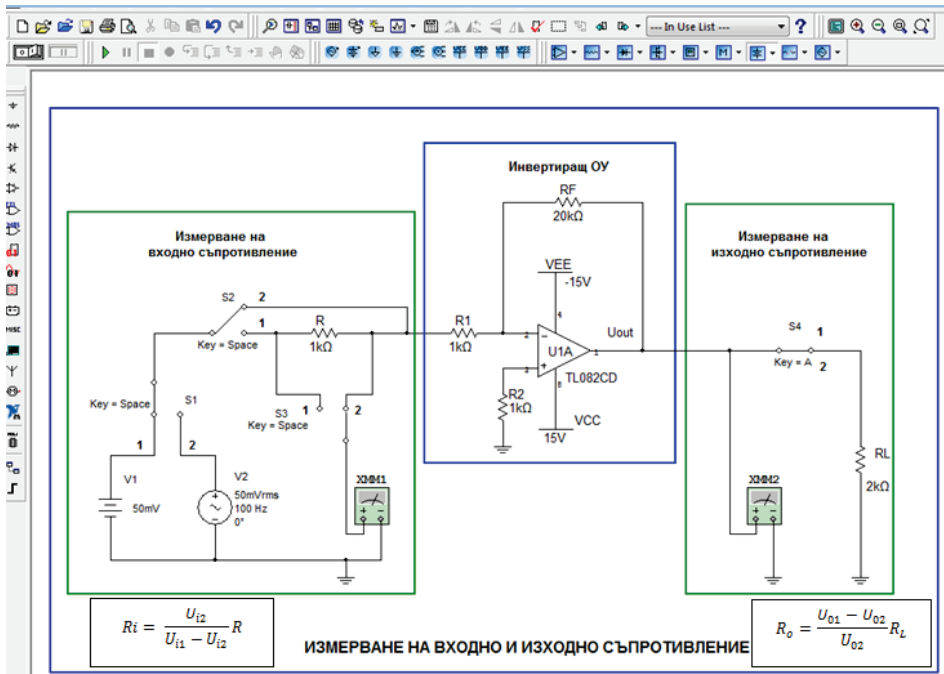
- от източника V1 задава $U_1=50\text{ mV}$. Съображенията за избор на амплитуда на входното напрежение са продиктувани от необходимостта да се работи в линейния участък на предавателната характеристика на усилвателя.

- натоварва се изходът на ОУ с оптимално съпротивление $R_L=2\text{ k}\Omega$, а на входа, последователно на източника се включва допълнителен резистор R със стойност от порядъка на очакваното входно съпротивление.

- измерва се $U_{изх.}$ на източника $U_{i1}=50\text{ mV}$ (пол.1 на ключ S3) и $U_{вх.}$ на усилвателя $U_{i2}=25.007\text{mV}$ (положение 2 на ключ S3) с мултимера XMM1, след което се определя R_i :

$$R_i = \frac{U_{i2}}{U_{i1}-U_{i2}} R, \quad (1)$$

стойността, която се получава, е $R_i = 1\text{ k}\Omega$.



Фиг. 3. Симулационен модел за определяне на входното и изходното съпротивление на инвертиращ интегрален усилвател

Изходното съпротивление се определя, като се изпълнява следната процедура:

- подава се постоянно напрежение на входа на ОУ от източника на сигнали - V1, (ключ S2 в положение 2);

- измерва се изходното напрежение на пр. х.: $U_{o1} = -999.677\text{mV}$ (пол. 1 на ключ S4);

- измерва се изходното напрежение при включено товарно съпротивление: $U_{o2} = -999.663\text{mV}$ (пол. 2 на ключ S4),

- използва се зависимостта за определяне на изходното съпротивление:

$$R_o = \frac{U_{01} - U_{02}}{U_{02}} R_L, \quad (2)$$

и се получава $R_o = 0.000028 \Omega < 1 \Omega$

Положенията на ключовете S1-S4 при провеждане на софтуерните измервания са отразени в таблица 2. В същата таблица са обобщени резултатите от измерванията и изчисленията за входното и изходното съпротивление.

Таблица 2. Резултати от проведените симулационни измервания и изчисления за входното и изходното съпротивление на ОУ

Ключ	Измерване на входно съпротивление R_i			Измерване на изходно съпротивление R_o		
	Позиция на ключа	Симулационно отчетена стойност	Изчислена стойност на R_i	Позиция на ключа	Симулационно отчетена стойност	Изчислена стойност на R_o
S1	1	-		2		
S2	1	-	-	2	-	-
S3	1	$U_{i1} = 50mV$	$R_i = \frac{U_{i2}}{U_{i1} - U_{i2}} R$	X	-	-
	2	$U_{i2} = 25mV$				
S4	X	-	-	1	$U_{01} = 999.67mV$	$R_o = \frac{U_{01} - U_{02}}{U_{02}} R_L$
				2	$U_{02} = 999.66mV$	
						$R_o < 1\Omega$

Забележка: В таблицата с X е означено, че положението на ключа не оказва влияние при провеждане на симулационното изследване.

Заклучение

Статията представя резултати от създаването и изследването на симулационни модели за изучаване на параметрите на операционни усилватели с използване на среди за анализ. Моделите са разработени на базата на преподавания учебен материал и следват тенденциите за развитието на електронната схемотехника. Те подпомагат студентите при изучаването на параметрите на операционните усилватели и им предоставят възможности за самостоятелна работа с цел придобиване на трайни знания в тази област. Представените модели са апробирани в обучението на студенти по дисциплината „Електронна схемотехника“ от специалностите „Компютърни и комуникационни системи“ и „Хардуерни и софтуерни системи“ във Физико-технологичния факултет на Пловдивски Университет “Паисий Хилендарски“.

Благодарности

Докладът е финансиран от Националната програма "Млади учени и постдокторанти" към Министерството на образованието и науката, България, 2020.

Литература

- Antoch S., Op-Amp Circuits: Simulations and Experiments. ZAP Studio, 2016.
- Carter Br., M. Ron, Op Amps for Everyone. 5th Edition, Newnes, 2017.
- Carter Br., Op Amps for Everyone: Manufacturer Design Aids, 4th, 2013.

METHODOLOGY FOR DESIGNING THE RESONANT CONTOURS OF A DRIVER CIRCUIT "DOUBLE PULSE"

Yanka Ivanova

Technical University of Sofia, branch Plovdiv
Department of Electrical Engineering, Plovdiv 4000

Abstract

The article presents a circuit solution of a driver circuit for pulse control of a gas discharge lamp by the method "Double pulse". It is designed to control dye lasers. An analysis of the transients of the circuit during the pre-pulse and the main pulse is made. A methodology for designing the two resonant circuits of the circuit structure has been developed. The values of the elements in the realized and studied in practice scheme are presented in a consistent form. The values of the elements needed to generate a pre-pulse and a main pulse with different duration are presented in tabular and graphical form.

Keywords: Driver circuit "double pulse", transient processes, resonance contours, gas-discharge pulse lamp

1. Introduction

Dye lasers in the range from $0,57\mu\text{m}$ to $0,62\mu\text{m}$ are currently basic reconfigurable sources with wide application. Modern methods for pulse control of a gas-discharge pulse lamp have a single, double and triple pulse. Multi-stage power supply of the pulse lamp provides an increase in the power of the excitation pulse while reducing its duration (Almabouada, 2008). Figure 1 shows the control with a double pulse of current through the lamp. The energy of the first pulse is 50J with a duration of $50\mu\text{s}$. The second excitation pulse has an energy of 100J and a duration of $50\mu\text{s}$.

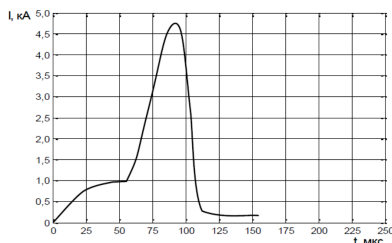


Fig.1

In this variant of the pulse lamp power supply, the accumulating capacitor is discharged with an energy of 150J with a different rate of power increase. The use of the discharge pulse (Fig.1) allows to reduce the state of the active element in the excited state, which leads to a reduction in the loss of luminescence and to an increase in the efficiency of energy conversion in the active element.

The purpose of this article is based on the theoretical analysis to compile a methodology for designing the driver control circuit by the method of "double pulse", as pre-defined output parameters of the circuit.

2. Defining the parameters of electrical impulses

The designed basic electrical circuit for control of a pulse lamp by the method "double pulse" is presented in Fig.2 (Amara, 2008). In this method, the charged capacitor C1, which provides the pre-pulse (Daud, 2007) and then the charged capacitor C2, which provides the main pulse, are connected in series to the electrodes of the lamp. In order to cause a discharge between the electrodes, a high-voltage (15 ÷ 30kV) low-energy (0.1J) pulse with a duration (of the order of μ s) is applied through an additional ignition device connected to the lamp. This pulse pre-ionizes the gas. The resistance of the lamp decreases and the accumulating capacitor C1 is discharged through it (Nenchev,1994). As a result of the discharge, a powerful pulse is emitted with a duration determined by the capacitance of the accumulating capacitor C1 and the inductance of the discharge circuit L1.

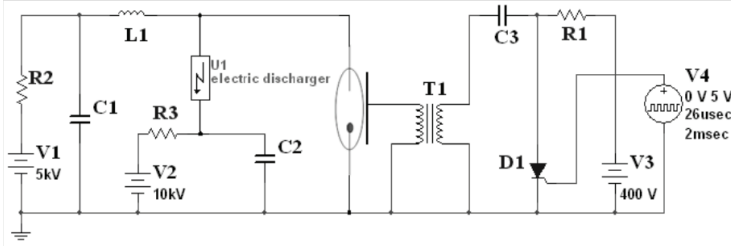


Fig.2.

2.1. Basic parameters of the generated pulses

In the "double pulse" scheme, $Im1$ is the amplitude of the pre-pulse, and $Im2$ is the amplitude of the main pulse; pulse duration t_p , in this case $t_p = t_1 + t_2$ (Fig.3). To these are added the duration of the rise time t_r ; duration of fallen time t_f .

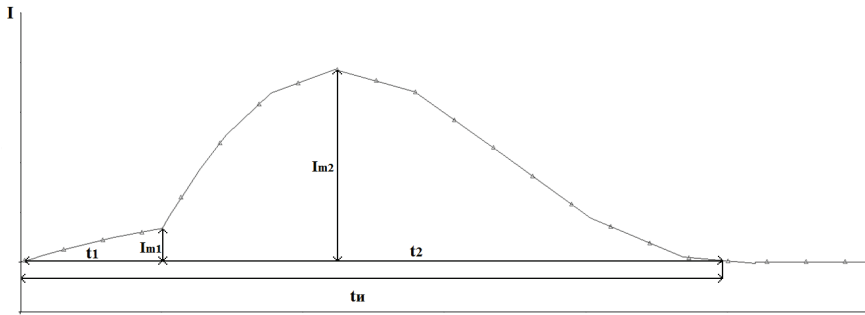


Fig.3.

2.2. Output data when designing a "double pulse" circuit: Amplitude value of the pre-pulse current $Im1$; Amplitude value of the main pulse current $Im2$; Pre-pulse duration t_1 ; Duration of the main pulse t_2 ; Duration of the pulse $t_p = t_1 + t_2$; Pulse repetition frequency f ; Rise time of the basic impulse t_{r2} ; Fallen time of basic impulse t_{f2} .

3. Determining the values of the elements of the first resonant contour C_1 and L_1

3.1. Determining the relationship between the time constant of a series resonant contour and the amplitude value of the current

- It is known that the time constant of a series resonant circuit is equal to $\tau = \sqrt{LC}$;
- The relationship between the period of free attenuating current oscillations and the time constant τ is as follows:

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\tau} \quad (1)$$

- For the time interval at the beginning of the transient from 0 to τ the current reaches 84% of its maximum value; Figure 4 shows the graphical change in the current of an attenuating resonant process. The graph shows the time constant τ at which the current reaches a value equal to $0.84I_m$ and the maximum value of the current I_m occurring at a time equal to 1.5τ .

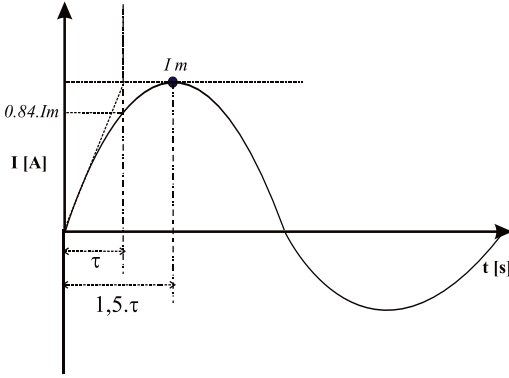


Fig.4.

- The maximum value of the current in the resonant circuit is determined, which is equal to $I_{\max} = \frac{I_{m1}}{0.84}$;

- The amplitude value of the current is being reached at the moment $t_{r1} = 1.5\tau$;

The considerations in choosing the time constant τ are the following: For this time interval τ the change of current is at maximum speed and almost linear; It is chosen this time interval to be equal to the duration of the pre-pulse $\tau = t_1$;

3.2. Selection and calculation of the values of the passive elements of the resonant contour

The value of the supply voltage for the first resonant circuit is selected U_{C1} . The selection is made after determining the maximum allowable energy for operation of the lamp in pulse mode E_{al} (Pressman, 2009), and after setting the maximum number of operating shots determining the lamp life. The energy at which the lamp E_0 will actually work is determined depending on the expected number of shots in operating mode N .

$$E_0 = \frac{E_{al}}{8.8\sqrt{N}} \quad (2)$$

The change in current during the pre-pulse is almost linear. Therefore, the current can be described as a linear function in time t . Therefore, the coefficient of proportionality k can be determined from the output data for the maximum value of the current I_1 , the pre-pulse and its duration t_1 .

$$k = \frac{I_1}{t_1} = \frac{I_1}{\tau} \quad (3)$$

The pre-pulse energy to be provided by capacitor C_1 can be determined by the equation:

$$E_0 = \frac{C_1 U_{C1}^2}{2} = \frac{\frac{I_1 t_1}{U_{C1}} \cdot U_{C1}^2}{2} = \frac{k \cdot t_1^2 \cdot U_{C1}}{2} \quad (4)$$

- The value of capacitor C_1 is determined by equation:

$$C_1 = \frac{2 \cdot E_0}{U_{C1}^2} \quad (5)$$

- Determining the value of the inductance connected in series L_1 . The total inductance of the contour is $L = L_1 + L_2$. Therefore, the value of the inductance L_1 is determined by the formula:

$$L_1 = \frac{\tau^2}{C_1} - L_2 \quad (6)$$

The recommended value for the magnitude of the pre-pulse current is the value up to 1000 A, the maximum duration of the pre-pulse can have a value up to $5\mu s$. Under these operating conditions, it is recommended that the values of the input energy to the maximum allowable energy ratio for

the lamp used be between 3% and 9%. Provided that the supply voltage for the capacitor U_{C1} is equal to 5kV, the following values are obtained for the capacitor C_1 , shown in Table 1.

Table 1

$U_{C1}=5kV \quad I_{max}=1000A \quad \tau_{max}=5\mu s$			
E_0/E_{al}	3%	6%	9%
C_1	1 μF	2 μF	3 μF

The value of L_1 is chosen to be of the order of tens μH . The choice of the inductor L_1 can be made graphically from Fig.7. This figure shows the dependences of the magnitude of the current in the resonant circuit as a function of the duration of the pre-pulse t_1 when choosing the inductance L_1 .

Table 2

$C_1 = 1\mu F, \quad L = L_1 + L_2, \quad L_2 = 10\mu H$					
$L_1 [\mu H]$	10	15	20	25	30
α	$25 \cdot 10^3$	$20 \cdot 10^3$	$16,67 \cdot 10^3$	$14,29 \cdot 10^3$	$12,5 \cdot 10^3$
$\beta [\text{rad/s}]$	$222,21 \cdot 10^3$	$199 \cdot 10^3$	$181,81 \cdot 10^3$	$168,43 \cdot 10^3$	$157,62 \cdot 10^3$

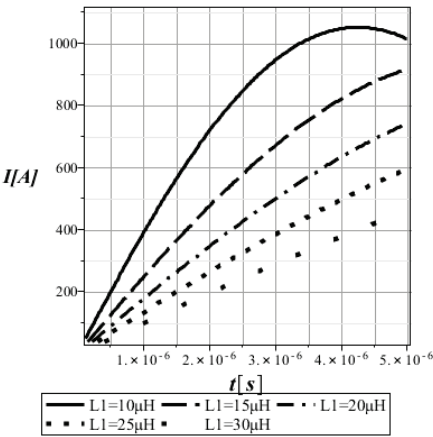


Fig.5.

4. Conclusion

A theoretical analysis has been made and a methodology for designing the driver circuit for control by the "double pulse" method was created, as the output parameters of the circuit were defined in advance. Industrial drivers for controlling pulse lamps are powered by low-voltage DC sources, the control of capacitor charging circuits is pulsed, limiting circuits are used for the current through the lamp, and gas dischargers are used to quickly switch high-voltage circuits.

Literature

Almabouada F., Louhibi D., Beggar R., Noukaz A., Haddouche A. The Main Discharge Transformer And The Trigger Circuit For The Power Supply Of A Flash Lamp-Pumped Solid State Laser. AIP Conference Proceedings LAPAMS, pp. 192-195 (2008).
Amara E., Boudjemai S., Doumaz D. Laser and Plasma Applications in Materials Science AIP Conference Proceedings 1047. Conference Location and Date: Algiers, Algeria, 23-26 June 2008. Published November 2008, p.196-199.
Daud Y., Maulud M., Yaacob M., Tamuri A. Development a series ignition circuit for simmer operation of flashlamp driver. J. Fiz. UTM. Vol. 2. 29-33 (2007).
Pressman A., Billings K., Morey T., Switching Power Supply Design, Third Edition, Mc Graw Hill, New York, ISBN: 978-0-07-159432-5, (2009).
Nenchev M., Salatiel S. Laser technics. ISBN 954-07-0253-4 Sofia, Nauka I izkustvo, 1994.

e-mail: yankakiss777@abv.bv

RESEARCH OF DEPENDENCE OF THE CURRENT THROUGH DISCHARGER ON THE VALUE OF THE CAPACITOR IN DRIVER CIRCUIT TYPE "DOUBLE PULSE"

Yanka Ivanova

Technical University of Sofia, branch Plovdiv
Department of Electrical Engineering,
Plovdiv 4000

Abstract

In this article the action of the discharger as an auxiliary element with high speed in the structure of the driver circuit for dye laser control by the method of "double pulse" is studied. A substitute scheme of the electric discharger is made. A substitute scheme of the whole driver is proposed with the included elements of the substitute scheme of the discharger in order simulation tests to be conducted in a program environment. A theoretical analysis of the transients of the applied voltage and the current through the discharger is made. Calculations are made for the values of the passive elements for a specific implementation of the driver.

Keywords: Double pulse driver circuit, electric discharger, substitute scheme, transients processes

1. Introduction

It is characteristic of dye lasers that in order to obtain sufficient output powers and energies, a highly specialized incoherent tube excitation is needed, requiring a very steep front of the excitation radiation ($\sim \mu\text{s}$). It requires the discharge through the lamp to be caused by a capacitor or a capacitor bank with a significant capacity ($5\text{--}20\mu\text{F}$) charged to a very high voltage. ($\sim 10\text{kV}$). The literature shows the effectiveness of the solution to this problem by the so-called "double pulse" excitation circuit (Nenchev, 2001). The essence of its principle lies in a preliminary relatively long and slowly increasing auxiliary pre-pulse, on which at the moment of the maximum current of the pre-discharge the powerful excitation pulse is switched on. The circuit for control of a pulse lamp by the "double pulse" method is a circuit solution that provides extension of the lamp life, as it provides for the discharge of a pre-charged capacitor in a series-connected resonant circuit, with a load gas-discharge lamp.

The purpose of the research is to be created a substitute circuit of the electric discharger as a switching element in the driver circuit to generate the main power pulse; to be composed complete substitute circuit of the driver with the discharger on; to be investigated the dependence of the maximum value of the current through the discharger on the value of the capacitor, whose discharge provides the main pulse in the circuit.

2. Substitute scheme of the pulse lamp control circuit by the "double pulse" method

Figure 1 shows the composed substitute scheme for the study of transients by the method of electrical excitation type "double pulse" in a program environment NI Multisim.

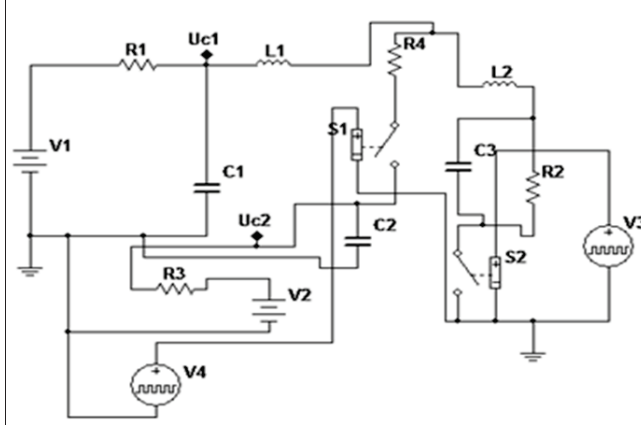


Fig.1. Substitute scheme of the control driver used in the theoretical study

In Fig. 1 the lamp is represented by a coil with inductance $L2$ and in parallel connected resistor $R2$ and capacitance $C3$. $R1$ and $R3$ denote the internal resistances of the voltage sources $V1$ and $V2$. In the circuit the ignition device is represented by the pulse generator $V3$ and the switch $S2$. The resistance of the lamp decreases. The accumulating capacitor $C1$ is discharged through it and the inductor $L1$ connected in series. The discharge forms a pre-ionization preliminary low-energy pulse, which provides intensive ionization of the lamp.

2.1. Substitute scheme of the discharger

The discharger is shown in Fig. 1 by the switch $S1$ and the resistor $R4$. Its breakdown voltage is selected so that when capacitors $C1$ and $C2$ are charged, the voltage between its electrodes is less than the breakdown. During this discharge, the voltage between the electrodes of the discharger increases continuously and at some point it reaches the required value to ensure the breakthrough. At this point, the discharge of the second capacitor $C2$ begins and this is the beginning of the second pulse.

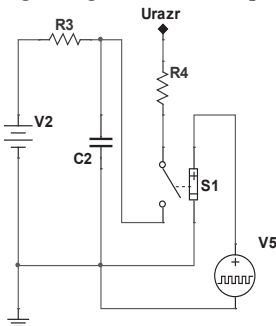


Fig.2. Substitute scheme of the discharger

Thus the second main high energy pulse starts with a steep front after a delay of $5\mu s$ on the start of the control pulse. Intense pre-discharge protects the lamp from destruction and provides a very steep front of the main pulse (Dondon, 2001). The substitute scheme of the discharger, with which it participates in the circuit for pulse control of the lamp is presented in Fig.2. The figure shows the power supply $V2$, its internal resistance $R3$ for the capacitor $C2$. The voltage drop in the electric arc is obtained on the pre-calculated value of resistor $R4$. By switching on the voltage-controlled relay $S1$, the switching moment when the breakdown voltage is reached is set by means of the delay time of the pulses from the generator $V5$.

In the simulation made with the substitute scheme, the delay in switching on the relay $S1$ is equal to $5\mu s$, at this moment the difference between the voltages of the two capacitors is equal to the breakdown voltage 7 kV .

3. Analysis of the functional dependence of the maximum value of the current through the discharger of the main pulse on the value of the capacitor C2

The time at which the amplitude value of the current through the discharger I_{C2m} is observed, is determined by the first derivative of the current through the capacitor C2. At this point in time, the current through the inductor L1 and the current through the lamp also have an amplitude value according to the simulation studies of the circuit for electrical excitation of a "double pulse" type laser. The shape of the current pulse is close to the sinusoidal one, as the fall time t_{f2} is longer than the rise time of the pulse t_{r2} , because the pulse is the first half-cycle of a series of attenuating oscillations. The amplitude value of the current pulse decreases exponentially (Louhibi, 2010).

$$i(t) = \frac{U_0}{\beta L_2} e^{-\alpha t} \cdot \sin \beta t \quad (1)$$

Therefore, the amplitude value of the signal occurs at an angle other than $\pi/2$. After finding the first derivative of the current through the capacitor C2 and equating to zero, the following formula is reached for determining the moment of occurrence of its amplitude value t_{r2} (Maulud, 2008).

$$t_{r2} = \frac{1}{\beta} \arctg \frac{\beta}{\alpha} \quad (2)$$

The following mathematical transformations are used to determine the circular frequency β

$$i'(t) = 0 \quad \sin \beta t_{r2} = \frac{\beta}{\alpha} \cos \beta t_{r2} \quad (3)$$

Given the last result, for the amplitude value of the current I_{C2m} it is obtained that:

$$I_{C2m} = \frac{U_0}{\alpha L_2} e^{-\alpha t_{r2}} \cos \beta t_{r2} \quad (4)$$

After converting the last equation, for the circular frequency β the following equation is obtained:

$$\beta = \frac{1}{t_{r2}} \arccos \left(\frac{\alpha L_2 I_{C2m}}{U_0} e^{\alpha t_{r2}} \right) \quad (5)$$

Where α is the attenuation coefficient in the second resonant circuit of the considered circuit and has a value $\alpha = 50.10^3$, the inductance L_2 is a parameter of the lamp and has a value $L_2 = 10\mu H$, U_0 is the voltage, to which the capacitor C2 is charged until the moment of inclusion of the contour in the circuit and has a value $U_0 = U_{C2}(0) = 10kV$.

4. Selection of the value of the capacitor C2 depending on the set amplitude value of the current through the discharger of the main pulse and the rise time of the current pulse t_{r2}

The amplitude value of the current through the lamp I_m and the rise time of the current pulse t_{r2} are initial data when designing a "double pulse" circuit. Because the circular frequency β is represented by equality

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{L_2 C_2} - \alpha^2} \quad (6)$$

The value of C2 is obtained from the equation:

$$C_2 = \frac{1}{L_2 \left[\alpha^2 + \frac{1}{t_{r2}^2} \arccos^2 \left(\frac{\alpha L_2 I_{C2m} e^{\alpha t_{r2}}}{U_0} \right) \right]} \quad (7)$$

Simulation studies of the transients in an electric excitation circuit of a double-pulse laser with a gas discharge lamp, made using the software product Multisim show that the amplitude value of the current through the capacitor C2 is the sum of the amplitude values of the currents through the inductors L1 and L2, as the amplitude value of the current through the inductor L2 is known as one of the output data and is equal to the amplitude value of the current in the main pulse I_{m2} :

$$I_{C2m} = I_{L1m} + I_{m2} \quad (8)$$

The voltage across capacitor C1 at time t_1 is determined by equation (Brown, 2001):

$$U_{C1}(t_1) = \frac{C_1 \cdot U_{C1}(0) - \frac{I_{m1} \cdot t_1}{2}}{C_1} \quad (9)$$

The time t_2 is determined based on the formula for the inductive voltage of the inductor L1 and the fact that the applied voltage on the inductor is determined by the difference between the voltages at which the capacitors C1 and C2 are charged.

$$E_{L1} = L_1 \frac{\Delta I_{L1}}{\Delta t} \quad E_{L1} = U_{C2} - U_{C1} \quad (10)$$

The time interval $\Delta t = t_2 - t_1$, for which the self-induction current becomes equal to zero can be determined by the equation:

$$\Delta t = L_1 \frac{dI_{L1}}{E_{L1}} \quad (11)$$

Once the value of the voltage U_{C1} at time t_1 is known and since the self-induction current decreases linearly to zero at time t_2 , it follows that the value of the voltage of capacitor C1 at time t_2 will be equal to:

$$U_{C1}(t_2) = \frac{C_1 \cdot U_{C1}(t_1) - \frac{I_{m1} \cdot (t_2 - t_1)}{2}}{C_1} \quad (12)$$

5. Conclusion

Experimental and simulation studies show that the "double pulse" method can be realized by sequentially connecting two discharge capacitors charged to different voltages. To conduct simulation studies, a substitute scheme with passive electrical elements can be composed, describing the transients in the event of ionization and gas discharge in the pulsed lamp. The electric discharger is used as a switching element in the circuit. The principle of superposition was used to analyze the transients in the driver circuit and the lamp as a load. The selected values of the passive elements in the two resonant contours determine attenuating oscillating processes.

Literature

- Dondon P., Lequertier J. An integrated pedagogical approach for a switching power supply design: example of fly back. Electronics, the 8th IEEE International Conference, Page(s):1615-1618 Vol.3, 2-5, Sept. 2001.
- Louhibi D., Beggar R., Almabouada F., Noukaz A., Haddouche A.: Design and Development of an Optimal Capacitor Charger. Asian Power Electronics Journal (APEJ), edited by the Power Electronics Research Centre (PERC), University Polytechnic of Hong Kong. Vol.4 N° 2, pp.46-51, August 2010.
- Maulud M., Daud Y., Bidin N. Study of single mesh LC flashlamp driving circuit for xenon flashlamp. J. Fiz. UTM. Vol. 3, pp. 95-98, 2008.
- Nenchev M., Gizbrekht A., Opt. Commun., 45(1983)266, 2001.
- Brown M., Power Supply Cookbook—2nd ed., Boston, ISBN 0-7506-7329-X, 2001.

e-mail: yankakiss777@abv.by

ОБЗОР НА БЕЗЖИЧНИ СЕНЗОРНИ ВЪЗЛИ С НИСКА КОНСУМАЦИЯ НА ЕНЕРГИЯ

Станислав Асенов
Пловдивски Университет „Паисий Хилендарски“

REVIEW OF LOW POWER WIRELESS SENSOR NODES

Stanislav Asenov
University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, Plovdiv, Bulgaria

Abstract: Nowadays, sensor node networks are designed and increasingly used in various fields and sectors, such as in military (examples Battlefield surveillance, nuclear, biological and chemical attack detection and reconnaissance), in health (examples Tele-monitoring of human physiological data, monitoring patients and doctors inside a hospital), in environment (examples Forest fire detection, flood detection) and in other various applications. However, the power sources and supply of the nodes remains as a big challenge. Therefore, energy conservation plays an important role for this network. Usually the battery powered is used as power sources for sensor nodes, but energy harvesting offers an alternative, although it not able to avoid from the problem. The article discusses the main trends related to the development of wireless sensor nodes, for which it is important to reduce energy consumption to achieve optimized and efficient data flow transfer from one point to another, by applying various methods and techniques that lead to reducing energy consumption.

Keywords: energy, low power, wireless sensor node.

Introduction

In the last decade, wireless communication networks have become widespread. In recent years, the researches has focused on broadband wireless networks. In solving many problems related to industrial monitoring, the construction of the "Smart Home" system, distributed information collection systems and others, networks with information transmission up to 1 Mbit/s become extremely relevant. This speed is sufficient to transfer control and information data from actuators and sensors. There are many complex problems in the design and implementation of wireless sensor networks, which must be and require solutions in various areas of research. One of the main problems is to ensure high fault tolerance of wireless sensor nodes. Network interruption is possible due to failures of nodes and communication channels for several reasons:

-large number of nodes (according to probability theory);

-external adverse effects (severe disturbance conditions, mechanical and electrostatic effects);

- limited power supply of the node.

Of the above factors that affect the stable operation of the wireless sensor nodes, only the limited power capacity can be taken into account in the further operation of the network and, accordingly, this impact can be reduced. Therefore, improving the energy efficiency of wireless sensor network nodes is a hot topic for many researchers, and the analysis of energy consumption and its optimization is a promising direction not only in WSN, but also in many other wireless networks.

Statement of the problem

One of the main requirements for wireless sensor nodes (WSNs) is their autonomy, which can be met by reducing the power consumption of the end nodes.

To solve this problem, the following methods are used:

- determining and optimizing the time of transmission;
- multi-channel transmission, sending messages via intermediate nodes instead of direct transmission over long distances;
- pre-processing and reduction of the amount of data required for transmission;
- hardware methods for lower consumption of sensor nodes.

Devices without internal power supplies must draw energy directly from the environment. Some devices of this type are equipped with solar panels, while others convert mechanical vibrations into electricity.

However, for any type of WSN devices, whether or not it has a power source, it is important to increase its energy efficiency. To solve this problem, it is necessary to perform a number of studies to analyze the energy consumption of the node. It is also advisable to optimize the operation of the transceiver and the pre-processing of data in the end node.

Literature review

Aspects of WSN energy consumption to optimize network performance are discussed in [1] and [2]. However, in these works no detailed analysis of the energy consumption of the node or the entire network has been made.

It should be noted that microminiaturization and the development of microelectronics have made it possible to create transceivers and microcontrollers capable of running on batteries for several years [3]. However, such service life of the end wireless nodes is typical for its use in ultra-low power consumption modes. This mode also provides a short time for receiving and transmitting messages on the network. Therefore, for information collection networks with intensive information exchange, it is advisable to take measures to increase energy efficiency.

The analysis of the energy cycles of WSN blocks is addressed in works by Oussama Brini, Dominic Deslandes and Frederic Nabki [4]. The document discusses some aspects of improving energy efficiency as proposed a model-based approach for the design of ultra-low power wireless sensor nodes along with a high-level of abstraction modeling framework based on Simulink/StateFlow. This leads to a fast and effective method of designing low-power wireless sensing systems by serving as a guideline for choosing the right commercial off-the-shelf (COTS) components and node configuration. Through simulations, the impact of using different configurations on energy and power consumption metrics is determined, and the models capture the energy consumption contributions of each of the studied components.

In his work S. Khriji and team [5], proposes a method for estimating the energy consumption of a low power wireless node panStamp NRG 2.0. The proposed model calculates the consumed energy of the system, at run time for different operation cycles. Besides, since the biggest amount of energy is consumed during the communication, this paper aims to characterize the power consumption in the transmission state. A proper metric of the energy consumed per byte transmission pattern of the packets is provided.

The ratios proposed in articles [6], [7] for calculating the energy consumption of wireless sensor nodes allow to calculate the theoretical consumption of wireless nodes using the basic parameters for different functions. At the same time, the work does not answer the question: "How does the hardware performance of a low-power wireless node affect its energy cycle?"

However, published works have only focused on this topic to a limited extent. In papers [6], [7], the authors present analytical models that allow the characterization of LoRaWAN end-device current consumption, lifetime and energy cost of data delivery. The models, which have been derived based on measurements on a currently prevalent LoRaWAN hardware platform, allows to quantify the impact of relevant physical and Medium Access Control (MAC) layer LoRaWAN parameters and mechanisms, as well as Bit Error Rate (BER) and collisions, on energy performance. Among others, evaluation results show that an appropriately configured LoRaWAN end-device platform powered by a battery of 2400 mAh can achieve a 1-year lifetime while sending one message every 5 min, and an asymptotic theoretical lifetime of 6 years for infrequent communication.

Many researchers use modern and low-energy transmitters that are part of the sensor node in order to reduce the energy consumption of the node. In addition, methods and techniques have been developed to optimize the energy used by the radio transmitters of the wireless sensor units in the active mode of the sensor.

For example, S. A. Abdelbadie and team [9] describe in their article an algorithm that, including TPC (Transmit Power Control) and ADR (Adaptive Data Rate) with DSSS (Direct-Sequence Spread Spectrum), to reduce energy consumption. Other authors in their work [10] present an optimized ultra-low power (nano-Watt) wake-up receiver for use in WSNs, designed with low-cost off-the-shelf components. The wake-up receiver achieves power consumption of 152 nW (with -32 dBm sensitivity), sensitivity up to -55 dBm (with maximum power of 1.2 μ W), latency from 8 (s, tunable frequency and short commands communication).

Bouguera, and team [11], [12] presents an energy consumption model for sensor nodes, based on LoRa and LoRaWAN LPP technology.

The articles [13] and [14] present modeling the Energy Performance of LoRaWAN and data aggregation techniques that can be used in wireless sensor networks, but have to notice that in this articles there are no energy efficient algorithm as in [15].

Conclusion

It can be concluded that the life of wireless sensor nodes is limited by the life of the power supply and the task of reducing power consumption becomes more important than ever and the effectiveness of its solution directly affects the further development of wireless sensor networks. A major problem with wireless sensor nodes is their power supply. Researchers are trying to reduce the amount of electricity used by the sensors by applying various methods and techniques to reduce energy consumption.

It is necessary to design and study wireless sensor units that use hardware techniques to optimize and reduce energy consumption.

Additionally, the use of lower power protocols to transmit data over longer distances should be explored.

The use of modern low-energy microcontrollers, instead of conventional high-energy microcontrollers, will lead to a greater reduction in energy consumption of sensor nodes.

The development of wireless sensor nodes using alternative systems for collecting energy from the environment is extremely relevant and their in-depth study is very urgent.

References:

- [1] Lakshmanan, Annamalai. (2019). LITERATURE REVIEW ON ENERGY EFFICIENT ALGORITHM FOR WSN'S. 10.13140/RG.2.2.13583.33442.
- [2] Ben Arbi, I., Derbel, F., & Strakosch, F. (2017). Forecasting methods to reduce energy consumption in WSN. I2MTC 2017 - 2017 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference, Proceedings, 0–5. doi: 10.1109/I2MTC.2017.7969960
- [3] Augustin, A.; Yi, J.; Clausen, T. A study of LoRa: Long range low power networks for the Internet of Things. *Sensors* 2016, 16, 1466.
- [4] O. Brini, D. Deslandes and F. Nabki, "A Model-Based Approach for the Design of Ultra-Low Power Wireless Sensor Nodes," 2018 16th IEEE International New Circuits and Systems Conference (NEWCAS), Montreal, QC, 2018, pp. 248-251, doi: 10.1109/NEWCAS.2018.8585492.;
- [5] S. Khriji, R. Cheour, M. Goetz, D. El Houssaini, I. Kammoun and O. Kanoun, "Measuring Energy Consumption of a Wireless Sensor Node During Transmission: panStamp," 2018 IEEE 32nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), Krakow, 2018, pp. 274-280, doi: 10.1109/AINA.2018.00050.
- [6] Casals, L.; Mir, B.; Vidal, R.; Gomez, C. Modeling the Energy Performance of LoRaWAN. *Sensors* **2017**, 17, 2364.
- [7] Ehiagwina, Frederick & Kehinde, Olufemi & Iromini, Nurudeen & Sidiq, Nafiu & Punetha, Deepak. (2018). Ultra-Low Power Wireless Sensor Networks: Overview of Applications, Design Requirements and Challenges. 1. 331-345.
- [8] C. Hung, W. Hsu and K. Hsia, "Using Adaptive Data Rate with DSSS Optimization and Transmission Power Control for Ultra-Low Power WSN," 2019 12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE), Kazan, Russia, 2019, pp. 611-614, doi: 10.1109/DeSE.2019.00115.
- [9] S. A. Abdelbadie, A. A. Mikhael, M. M. Helmy, B. A. Elgharabawy and A. N. Mohieldin, "An ultra-low-power RF receiver for IoT applications using 65nm CMOS technology," 2018 7th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCASST), Thessaloniki, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/MOCASST.2018.8376581.
- [10] M. Magno, V. Jelcic, B. Srbinovski, V. Bilas, E. Popovici and L. Benini, "Design, Implementation, and Performance Evaluation of a Flexible Low-Latency Nanowatt Wake-Up Radio Receiver," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 12, no. 2, pp. 633-644, April 2016, doi: 10.1109/TII.2016.2524982.
- [11] Bouguera, T.; Diouris, J.-F.; Chaillout, J.-J.; Jaouadi, R.; Andrieux, G. Energy Consumption Model for Sensor Nodes Based on LoRa and LoRaWAN. *Sensors* 2018, 18, 2104.
- [12] Haxhibeqiri, J.; Van den Abeele, F.; Moerman, I.; Hoebeke, J. LoRa Scalability: A Simulation Model Based on Interference Measurements. *Sensors* 2017, 17, 1193.
- [13] Casals, L.; Mir, B.; Vidal, V.; Gomez, C. Modeling the Energy Performance of LoRaWAN. *Sensors* **2017**, 17, 2364.
- [14] Dhand, G., & Tyagi, S. S. (2016). Data Aggregation Techniques in WSN: Survey. *Procedia Computer Science*, 92, 378–384. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.393> doi: 10.1016/j.procs.2016.07.393
- [15] Lakshmanan, Annamalai & Karuppayah, Shankar. (2019). Enhanced Energy Efficient Scheduling Algorithm for Wireless Sensor Networks. https://www.researchgate.net/publication/333809291_Enhanced_Energy_Efficient_Scheduling_Algorithm_for_Wireless_Sensor_Networks DOI: 10.13140/ RG.2.2.18968.44808

ЗВУКОВ АНАЛИЗ НА РЕЧТА ЧРЕЗ ФУРИЕ ПРЕОБРАЗУВАНЕ

Лъчезар Михайлов, Мирослав Михайлов
ПУ „Паисий Хилендарски“¹

SOUND ANALYSIS OF SPEECH USING THE FOURIER TRANSFORM

Lachezar Mihaylov, Miroslav Mihaylov
Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Abstract. Fourier transform is a mathematical transformation that decomposes a function (often a function of time or signal) of its constituent frequencies. It is also used to decompose a complex sound signal into its fundamental frequencies. In the field of sound analysis, Fourier transform is one of the main methods for decoding and converting an analog audio signal into a digital one, thus making the information contained in the audio file accessible and understandable for machines. The article discusses the ways in which the Fourier transform is performed and its variants - Discrete Fourier transform, Fast Fourier transform and short-term Fourier transform, as well as how these transformations are used to create the so-called. spectrogram of sound, which is the basis of modern speech analysis.

Key words: Fourier transform, speech analysis, Discrete Fourier transform, Fast Fourier transform, Spectrogram.

В статията представяме преобразуването на Фурие и възможностите за звуков анализ на речта. Фурие преобразуването е един от основните методи за кодиране и превръщане на аналогов звуков сигнал в цифров, като по този начин информацията, заложена в звуковия файл, става достъпна и разбираема за машини. В статията се разглеждат способите, чрез които се осъществява Фурие преобразуването, и неговите разновидности – дискретно Фурие преобразуване и бързо Фурие преобразуване, както и по какъв начин тези преобразувания се използват за създаване на спектрограма на звуковете, която е в основата на съвременния анализ на речта. Споменаваме и т. нар. обрано преобразуване на Фурие, което е в основата на синтезирането на изкуствена реч.

Преобразуването на Фурие е математическо преобразуване, което разлага функция (често функция на времето или сигнал) на съставните ѝ честоти. Използва се и за разлагане на даден сложен звуков сигнал на основните му честоти.

¹ Изследването е осъществено с финансовата подкрепа на проект ФП19-Ф-СМ-004, „Проучване на взаимодействието човек ~ общество (интердисциплинарни аспекти)” и проект СП19-Ф-СМ-005 „Дигитална интернет базирана библиотека за родопските диалекти (с аудиоприложения)” към Поделение НПД на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“.

Основната цел на статията е да разясни и обобщи методите за изследване на речта. За това как обикновеният аналогов звуков сигнал се превръща в разбираема (за машина) информация, която може да се анализира, и да се правят изводи за честотния спектър на речта (за да се идентифицира някоя дума фонетично). В основата на изследването е преобразуването на Фурие като основен способ за анализ на звукови сигнали. Най-напред задаваме общите положения на Фурие преобразуването и показваме неговите предимства, благодарение на които се е наложило във времето в практиката. Без да се впускаме в задълбочени математически анализи на самото преобразуване, разясняваме неговата същност и механизмите, чрез които се осъществява. Разглеждаме също и дискретното Фурие преобразуване. Спираме се и на метода на бързото преобразуване, който значително ускорява и улеснява дискретното Фурие преобразуване. Преминаваме и през кратковременното Фурие преобразуване, за да достигнем до начините за генериране на самите спектрограми, които онагледяват звуковия сигнал и позволяват анализирането му

За да видим защо Фурие преобразуването стои в основата на съвременния анализ на звукове, е необходимо първо да си изясним какво точно е Фурие преобразуване. В своята същност преобразуването на Фурие разлага функция във времето (сигнал) на честотите, които я съставят. Функцията се представя като сбор на константа и серия/поредица от синусоиди (синусови и косинусови функции).

Преди да се впуснем в математиката зад преобразуването, е добре да разберем какво точно се случва на интуитивно ниво. Най-важното е да разберем, че функциите могат да бъдат представяни и във времева, и в честотна област.

Връзката между времевата и честотната област най-лесно да се вижда в периодична система, като например вибрираща струна. Можем да опишем движението на такъв низ като следим изменението на позицията на низа във времето. По-точно можем да моделираме движението, използвайки диференциално уравнение, където първоначалното условие е началното изместване. Чрез решаването на такова диференциално уравнение, можем да представим движението на струната чрез функция $f(t)$, където t е времето. Тази функция $f(t)$ е известна като представяне във времето на движението на низ; тя ни дава информация за това как се държи низът с напредването на времето.

Времевият отрязък лесно се възприема като говорим за вибрираща струна, защото това е начинът, по който възприемаме движението с очите си. Струната вибрира в повтарящ се, синусоидален модел. Графиката за времевата област показва как се променя сигналът във времето, докато графиката за честотна област показва каква част от сигнала се намира във всяка дадена честотна лента в диапазон от честоти. Представянето в честотна област може също да включва информация за фазовото изместване, която трябва да се приложи към всяка синусоида, за да може да се комбинират честотните компоненти за възстановяване на оригиналния времеви сигнал.

Преобразуването на Фурие е един математически способ за преминаване от времевия в честотния отрязък. За решаване на проблеми във времевия домейн е необходимо да се използват диференциални уравнения, докато проблемите в честотната област се решават с помощта на линейни уравнения. Това е една от основните причини за използването на представяне на проблеми в честотна област, защото се опростява математическият анализ.

Аудио сигналите се записват и слушат във времевия отрязък. Те са интензивността на звука като функция във времето. Следователно ние използваме преобразуване на Фурие, за да преобразуваме сигнал от времевата област в честотно представяне, което може да бъде анализирано по-лесно. Важно е да се отбележи, че преобразуването на Фурие е трансформация в комплексна равнина. Дори за входове с реална стойност като аудио сигнали, преобразуването на Фурие ще върне представяне с комплексна стойност на честотната област. Преобразуването може да се извършва и в реална равнина, но тогава

трябва да се решават два интеграла вместо един. Дефинираме връзката между ъгловата честота ω_k и реалната честота ν чрез формулата:

$$\omega_k \equiv 2 \pi k \nu$$

Дефинираме преобразуването на Фурие чрез формулата:

$$F(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-2\pi i k t} dt$$

Формулата показва, че работим в комплексна равнина. Можем да преинем в реална като използваме формулата на Ойлер: $e^{i\omega t} = \cos(\omega t) + i\sin(\omega t)$.

Комплексното число $F(t)$ се нарича n -ти Фуриеров коефициент или n -та честота на f и характеризира, до колко тази конкретна честота се съдържа в оригиналния сигнал.

Тези уравнения осигуряват основата на нашите алгоритми за намиране на спектрите на звуковите вълни, но тъй като цифровите сигнали не са непрекъснати, аналогово-цифровият преобразувател не може да записва продължително, трябва да намерим начин за използване преобразуването на Фурие върху дискретни последователности, а не непрекъснати функции. По този начин ние сме мотивирани да определим и изведем дискретното преобразуване на Фурие.

Когато сме изправени пред набор от числа или вектори, вместо непрекъснатата функция, използваме алгоритъм, който не включва интеграл. Сумата е дискретният аналог на интеграла. Така ние определяме дискретното преобразуване на Фурие (DFT) върху сложен вектор f с дължина N като:

$$F_k = \sum_{n=-\frac{N}{2}+1}^{\frac{N}{2}} f_n e^{-2\pi i n k / N} \quad k=0: N-1$$

При използване на цифрова технология могат да се съхраняват и обработват краен брой параметри. За тази цел продължителните аналогови сигнали трябва да бъдат преобразувани в крайни – процесът се нарича дигитализация. Един похват, който често се прилага при аналогово-цифрово преобразуване, е равно-интервално вземане на проби. Като се има предвид аналогов сигнал $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ и положително реално число $T > 0$, дефинираме функция $x: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{R}$ като $x(n) := f(n \cdot T)$.

Тъй като x се дефинира само за дискретен набор от времеви точки, също се нарича дискретен по време сигнал (DT). Стойността $x(n)$ се нарича извадка, взета в момент $t = n \cdot T$ на оригиналния аналогов сигнал f . Тази процедура също е известна като T -вземане на проби, където числото T е посочено като период на вземане на проби. Обратното на периода на вземане на проби се нарича честота на вземане на проби от процеса $F_s := 1 / T$.

В процеса на вземане на проби се губи информация. Съществува теорема, която казва, че оригиналният аналогов сигнал f може да бъде реконструиран перфектно от неговата пробна версия x , ако f не съдържа честоти, по-високи от $\Omega := F_s/2 = 1/(2T)$ Hz.

При извършване на изчисления от машини съществуват някои проблеми. Първо, имаме безкрайно сумиране. Второ – честотният параметър ω е непрекъснат параметър. И за двата проблема има някои прагматични решения.

По отношение на първия проблем предполагаем, че по-голямата част от съответната информация на f е ограничена до определена продължителност във времето. Наличието на крайна продължителност означава, че аналоговият сигнал f се приема за нулев извън зададения интервал. Чрез евентуално изместване на сигнала можем да приемем, че този интервал започва в момент $t = 0$. Това означава, че трябва да вземем предвид само краен брой проби $x(0), x(1), \dots, x(N-1)$ за някакво подходящо число $N \in \mathbb{N}$. В резултат на това сумата става крайна.

По отношение на втория проблем изчисляваме преобразуването на Фурие само за краен брой честоти. Подобно на вземането на проби от времевата ос, обикновено се вземат проби от честотната ос, като се вземат предвид честотите $\omega = k / M$ за някои подходящи $M \in \mathbb{N}$ и $k \in [0: M - 1]$. На практика често свързваме числото N на пробите и числото M , което определя честотната разделителна способност, като задаваме $N = M$. Имаме предвид, че двете числа N и M се отнасят до различни аспекти. Въпреки това, свързването е удобно. Това не само прави получената трансформация обратима, но също води до изчислително ефективен алгоритъм. Така получаваме от формулата: (аналогична на продължителното Фурие преобразуване) формула индексът k на $X(k)$ съответства на физическата честота в херци.

Съществуват някои проблеми с ефективността при изчисляване на DFT. Да се изчисли единичен коефициент на Фурие $X(k)$, се изискват редица умножения и добавки, линейни в N . Следователно, за да се изчислят всички коефициенти $X(k)$ за $k \in [0: N / 2]$ е необходимо да се извършат операции от порядъка на N^2 . Въпреки че броят на операциите е краен, такъв изчислителен подход е твърде бавен, за да бъде практически приложим, особено когато N е голямо число.

Броят на операциите може да бъде намален драстично с помощта на ефективен алгоритъм, известен като бързото преобразуване на Фурие (FFT). Алгоритъмът на FFT е открит от Гаус и Фурие преди двеста години и преоткрит през 1965 от Джеймс Куули и Джон Тъки, които са признати за създатели на съвременния алгоритъм за FFT. Алгоритъмът променя цели индустрии и сега се използва в редица телекомуникационни и други устройства. FFT използва излишъци в синусоиди с различни честоти, за да изчисли съвместно всички коефициенти на Фурие чрез рекурсия. Тази рекурсия работи особено добре в случаи, когато N е степен на 2. В резултат FFT намалява общия брой на операциите от N^2 до порядъка на $N \log_2 N$. Спестяванията са огромни. Например, използвайки $N = 210 = 1024$, FFT изисква приблизително $N \log_2 N = 10240$ вместо $N^2 = 1048576$ операции при наивния подход – това намалява броя на операциите с фактор 100. В случай на $N = 220$, спестяванията възлизат на фактор около 50000.

Идеята на бързото Фурие преобразуване се състои в изчислението на N_i точкови преобразувания, където $N_i = 2ki$. Съществуват два алгоритъма, чрез които се осъществява преобразуването: - алгоритъм за разреждане по време и алгоритъм с пренареждане по честота. И двата алгоритъма дават идентични резултати.

Преобразуването на Фурие описва честотното съдържание на сигнал. Сравняването на сигнала с периодична експоненциална функция води до появата на коефициент (на Фурие), който показва общата интензивност на трептенията при съответна честота. Поради нелокалния характер на анализа, информацията за честотата винаги е осреднена за целия времеви отрязък. Внезапни промени и локални вариации на сигнала, като началото и краят на събитията не могат да бъдат открити добре чрез преобразуването на Фурие. Местни явления на сигнала стават глобални явления при преобразуването на Фурие. За разлика от това, малки промени във фазата на преобразуването на Фурие могат да имат значителни ефекти във времевата област.

За да се отстранят недостатъците на преобразуването на Фурие, Денис Габор въвежда през 1946 г. модифицирана Фурие трансформация, сега известна като кратковременна трансформация на Фурие (Short-time Fourier transform -STFT).

Тази трансформация е компромис между представяне въз основа на време и честота, определящо синусоидалната честота и фазовото съдържание на локалните секции на сигнала. По този начин STFT не само казва кои честоти се съдържат в сигнала, но също така и в кои моменти от време или, за да бъдем по-точни, в кои интервали от време се появяват тези честоти.

Вместо да се разглежда целият сигнал, основната идея на STFT е да се разгледа само малка част от сигнала. За тази цел се фиксира така наречената прозоречна функция,

която е функция, която е ненулева само за кратък период от време (дефиниране на разглежданата секция). След това оригиналният сигнал се умножава с прозоречната функция, за да се получи прозоречен сигнал. За да се получи информация за честотата в различни времеви случаи, човек премества прозоречната функция във времето и изчислява преобразуване на Фурие за всеки от получените (windowed*) отделни сигнали.

Като разглеждаме FFT на припокриващи се сегменти от време в нашия аудио файл, можем да изградим кратко-временната трансформация на Фурие (STFT). Всеки от FFT в STFT представя на честотния домейн или спектър на малък времеви интервал от нашия входен сигнал. Когато комбинираме всички тези времеви сегменти с правилния синтез, можем да изградим данни за интензитета на честотите с напредването на времето. STFT ни позволява да добавим времево измерение към нашия DFT, което ни позволява да наблюдаваме как честотната област се променя с течение на времето.

Така стигаме до създаването на спектрограмите. Спектрограмата представлява двумерно представяне на квадрата на величината на STFT. Тя е визуално представяне на спектъра от честоти на сигнала, тъй като той варира във времето. Когато се прилага към аудио сигнал, спектрограмите понякога се наричат сонаграми, гласови отпечатащи или гласови програми. Спектрограмите на аудиото могат да се използват за фонетично идентифициране на изговорените думи. Спектрограма може да бъде генерирана от оптичен спектрометър, група от лентови филтри, чрез преобразуване на Фурие. Спектрограмата обикновено се изобразява като топлинна карта, т.е. като изображение с интензитет, показан чрез промяна на цвета или яркостта.

Аудиосигналят може да се визуализира с помощта на двуизмерно изображение, където хоризонталната ос представлява времето, а вертикалната ос представлява честота. В това изображение стойността на спектрограмата $Y(m, k)$ е представена от интензивността или цвета на изображението в координатата (m, k) . Обърнете внимание, че в дискретния случай, времевата ос се индексира от рамковите индекси m , а честотната ос се индексира от честотните индекси k .

Създаването на спектрограма с помощта на STFT е цифров процес. Данните с цифрова извадка във временната област се разбиват на парчета, които обикновено се припокриват, и Фурие се трансформира, за да изчисли големината на честотния спектър за всяко парче. След това всяко парче съответства на вертикална линия в изображението; измерване на величина спрямо честота за определен момент във времето (средната точка на парчето). След това тези спектри или времеви графики се „полагат един до друг“, за да образуват изображението или триизмерна повърхност или леко се припокриват по различни начини, т.е. прозорци.

Литература

Rajendra Bhatia (2005). *Fourier Series*. The Mathematical Association of America (Incorporated), 2005.

William L. Briggs and Van Emden Henson (1995). *The DFT, An Owner's Manual for the Discrete Fourier Transform*. The Society for Industrial and Applied Mathematics, 1995.

James Cooley and John Tukey (1965). *An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series*. *Mathematics of Computation*, 1965.

Ben Gold, Nelson Morgan, and Daniel P.W. Ellis (1999). *Speech and Audio Signal Processing: Processing and Perception of Speech and Music*. Wiley and Sons Inc, 1999.

МЕХАНИЗМИ ЗА АВТОМАТИЧНО ГЛАСОВО РАЗПОЗНАВАНЕ ПОСРЕДСТВОМ ЗВУКОВИ СПЕКТРОГРАМИ

Лъчезар Михайлов, Мирослав Михайлов
ПУ „Паисий Хилендарски“¹

MECHANISMS FOR AUTOMATIC VOICE RECOGNITION USING SOUND SPECTROGRAMS

Lachezar Mihaylov, Miroslav Mihaylov
Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Abstract. Automatic voice recognition systems are becoming increasingly popular and their field of application is constantly expanding. The ways in which the respective systems are implemented are constantly being improved. The process itself consists of several main stages. The first step is to convert the analog audio signal to digital. This is done through a transducer - microphone. Fourier transform is mainly used, but there are other methods. The result of these transformations is the creation of sound spectrograms. By analyzing these spectrograms and using decoding methods, the acoustic information is converted to digital and it becomes understandable for a machine. The applications of such systems are various, but the difficulties and problems in their implementation are not small. Improvements are needed at all stages of the process. The main direction for the future development of such programs is the expansion of the language spectrum.

Key words: Automatic speech recognition (ASR), speech analysis, Hidden Markov Model, Mel-Frequency Cepstral Coefficients, Linear predictive coding, perceptual linear prediction.

Речта е бимодална по своята същност. Автоматичното разпознаване на реч (ASR) разглежда само акустична информация, съдържаща се в речевия сигнал. В шумна среда той е по-малко точен. Аудиовизуалното разпознаване на реч (AVSR) подобрява ASR, тъй като използва акустична и визуална информация, съдържаща се в речта. Технически говоренето се осъществява в аналогова среда, но проблемът е там, че компютърът не може да работи с аналогови данни. Може да работи само с цифрови данни. Затова първият софтуер, от който се нуждаем, е нещо, което се нарича аналогово-цифров преобразувател или по-просто казано – микрофон.

¹ Изследването е осъществено с финансовата подкрепа на проект ФП19-Ф-СМ-004, „Проучване на взаимодействието човек ~ общество (интердисциплинарни аспекти)” и проект СП19-Ф-СМ-005 „Дигитална интернет базирана библиотечна база за родопските диалекти (с аудиоприложения)” към Поделение НПД на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“.

Визуализацията на звуковите сигнали от речта се осъществява чрез спектрограма. Създаването на спектрограма включва три основни стъпки. Първо, записва се звуковата вълна и се поставя на графика. Графиката показва амплитудата на звука във времето. Амплитудата се измерва в децибел. Второ, този сигнал се разделя на блокове от около секунда. Колкото е по-добър микрофонът, толкова на по-малки блокове може да се раздели сигналът. Височината на всеки блок определя състоянието му, а на съответното състояние може да се зададе цифрова стойност. И така вече сигналът става от аналогов на цифров

Дори и данните да са цифровизирани – все още липсва нещо. За процеса на гласово разпознаване са необходими три елемента на звука – честотата, интензитетът и времето. Затова използваме сложно математическо преобразование наречено – Бързо преобразуване на Фурие, с което преобразуваме графиката в спектрограма. Спектрограмата показва честотата на звука по вертикалната скала и времето по хоризонталната. А енергията, необходима да се пресъздаде звукът, или интензитетът се представя с цветове. Като колкото по-наситен в червено е цветът, толкова повече енергия е използвана. Последният интересен факт за спектрограмата, е времевото разделяне. Всяка вертикална линия съответства на времеви отрязък от порядъка на 20 - 40 мили секунди и се нарича акустичен фрейм.

С това се изчерпват възможностите на аналогово-цифровия преобразувател. Макар данните вече да са в цифров вид, компютърът все още няма как да разбере какво означават.

Най-малката единица на речта е фонемата. Елемент на звука, който се използва да се различи една дума от друга. Фонемата обикновено е продължителност на звука във времето, измервана в мили секунди. Именно разпознаването на правилната фонема е най-трудната задача. Вариациите на фонемата наричаме – алофони. Причините за наличието на алофоните могат да бъдат акцентът на човека, тембърът на гласа, възрастта, пола, позицията на фонемата в думата и т.н.

Фонемите са важни, защото са основните структурни елементи, които се използват от системите за гласово разпознаване. Фонемите служат за образуване на думи, на изречения и свързан текст. Има два основни похвата, чрез които компютърът осъществява свързването на даден акустичен отрязък с определена фонема, а именно скрит модел на Марков и невронна мрежа, използваща изкуствен интелект.

Първият етап се състои в определянето на точната фонема. Това става чрез анализиране на данните от спектрограмата. Има специални алгоритми, които да различат специфичните характеристики на фонемата. Този процес можем да наречем – извличане на характеристики.

Задачата на акустичния анализатор е да извлече характерни черти от сигнала. Обикновено той приема фрейм от речевия сигнал на всеки 16-32 msec, актуализира се на всеки 8-16 msec и извършва определен спектрален анализ.

Редовният интерфейс включва и следните алгоритмични блокове: Бързо преобразуване на Фурие (FFT), изчисляване на логаритъма (LOG), Дискретна косинусова трансформация (DCT) и понякога линеен дискредитиращ анализ (LDA). Широко използвани речеви характеристики за слухово моделиране са цепстралните коефициенти, получени чрез линейно предсказуемо кодиране (LPC). Друго добре познато извличане на реч се основава на цепстралните коефициенти на Mel-честота (MFCC). Методите, базирани на прецептуално предсказване, (Perceptual Prediction), които са добри при шумни условия, са PLP и RASTA-PLP (относително спектрофилтриране на коефициентите на регистрационния домейн). Има и други методи като RFCC, LSP и т.н. за извличане на характеристиките на речта, но MFCC, PLP и LPC са най-широко използваните параметри в областта на обработката на речта.

Извличането на характеристики в ASR е изчисляването на поредица от вектори на характеристики, което осигурява компактно представяне на дадения речев сигнал. Обикновено се извършва на три основни етапа. **Първият етап** се нарича анализ на речта или акустичен преден край, който извършва спектрално-времеви анализ на речевия сигнал и генерира сурови характеристики, описващи обвивката на мощния спектър на кратки речеви

интервали. **Вторият етап** компилира разширен вектор на характеристиките, съставен от статични и динамични характеристики. И накрая, **последният етап** трансформира тези разширени вектори на функции в по-компактни и стабилни вектори, които след това се подават към разпознаващото устройство.

Най-разпространеният и доминиращ метод, използван за извличане на спектрални характеристики, е изчисляването на цепстралните коефициенти на Mel-Честота (MFCC). MFCC е една от най-популярните техники за извличане на характеристики, използвани при разпознаване на реч, базирана в честотен домейн, използвайки скалата на Mel, която се основава на скалата на човешкото ухо. MFCC, които се считат за характеристики на честотния домейн, са много по-точни от функциите във времевия домейн. MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients) е представяне на реалната цепстрала на прозорец на краткотраен сигнал, получен от бързото преобразуване на Фурие (FFT) на този сигнал. Разликата от реалната цепстрална е, че се използва нелинейна честотна скала, която приближава поведението на слуховата система. Освен това тези коефициенти са стабилни и надеждни за вариации в зависимост от високоговорителите и условията на запис. MFCC е техника за извличане на аудио функции, която извлича параметри от речта, подобни на тези, които се използват от хората за чуване на реч, като в същото време деамфатизира цялата друга информация. Речевият сигнал първо се разделя на времеви рамки, състоящи се от произволен брой проби. В повечето системи припокриването на рамките се използва за плавен преход от кадър към кадър. След това всяка времева рамка се отваря с прозорец на Хаминг, за да се елиминират прекъсванията по краищата. След това се изчислява Бързо преобразуване на Фурие (FFT) за всеки кадър за извличане на честотни компоненти на сигнал във времевата област. FFT се използва за ускоряване на обработката. Логаритмичната филтрирана в Mel-Scaled банка се прилага към преобразуваната рамка на Фурие. Връзката между честотата на речта и скалата на Мел може да се установи като: Честота (Mel) = $[2595 \log(1 + f(\text{Hz}) / 700)]$. MFCC използват банка от филтри на Mel-скала, където филтрите с по-висока честота имат по-голяма честотна лента от филтрите с по-ниска честота, но техните временни разделителни способности са еднакви.

Последната стъпка е да се изчисли дискретна косинусна трансформация (DCT) на изходите от банката на филтрите. DCT варира коефициентите според значимостта, при което 0-ият коефициент се изключва, тъй като е ненадежден. За всеки речев кадър се изчислява набор от MFCC. Този набор от коефициенти се нарича акустичен вектор, който представлява фонетично важните характеристики на речта и е много полезен за по-нататъшен анализ и обработка при разпознаване на реч.

Линейното предсказуемо кодиране (LPC) е метод, използван най-вече при обработка на аудио сигнал и обработка на речта за представяне на спектралната обвивка на цифров сигнал на речта в компресирана форма, използвайки информацията от линеен прогнозен модел. Това е една от най-мощните техники за анализ на речта и един от най-полезните методи за кодиране на реч с добро качество при ниска скорост на предаване и предоставя изключително точни оценки на параметрите на речта. LPC е най-широко използваният метод в кодирането на речта и синтеза на речта.

Желателно е да се компресира сигналът за ефективно предаване и съхранение. Цифровият сигнал се компресира преди предаване за ефективно използване на канали на безжичен носител. LPC е най-широко използван при предаватели със средна или ниска скорост на предаване. LPC изчислява спектъра на мощността на сигнала. Използва се за анализ на форманти. LPC е една от най-мощните техники за анализ на речта и е придобила популярност като техника за оценка на форманта.

Когато се предава речевият сигнал от филтъра за анализ на речта, за да се премахне излишъкът в сигнала, остатъчната грешка се генерира като изход. Може да се квантува с по-малък брой битове в сравнение с оригиналния сигнал. Така че вместо да се прехвърля целият сигнал се прехвърля тази остатъчна грешка и параметри на речта, за да се генерира оригиналният сигнал. Параметричният модел се изчислява въз основа на теорията за

грешките с най-малък среден квадрат, като тази техника е известна като линейно прогнозиране (LP). По този метод речевият сигнал се апроксимира като линейна комбинация от своите предишни извадки. При тази техника получените LPC коефициенти описват формантите. Честотите, при които възникват резонансните пикове, се наричат формантни честоти. С този метод местоположенията на формантите в речев сигнал се изчисляват чрез отчитане на линейните коефициенти за предсказване върху плъзгащ се прозорец и намиране на пиковете в спектъра на получения LP филтър. Изключихме 0-ия коефициент и използвахме следващите десет LPC коефициента.

При генерирането на реч, по време на звучене на гласни, гласовите струни вибрират хармонично и така се получават квазипериодични сигнали. Докато в случай на съгласна източникът на възбуждане може да се разглежда като случаен шум. Гласовият тракт работи като филтър, който е отговорен за реакцията на говора. Биологичният феномен на генерирането на реч може лесно да бъде превърнат в еквивалентен механичен модел. Периодичният импулсен влак и случаен шум могат да се разглеждат като източник на възбуждане, а цифровият филтър като гласов тракт.

Моделът за перцептивно линейно прогнозиране PLP, разработен от Хермански, моделира човешката реч въз основа на концепцията за психофизиката на слуха. PLP изхвърля неподходящата информация за речта и по този начин подобрява степента на разпознаване на речта. PLP е идентичен с LPC, с изключение на това, че неговите спектрални характеристики са трансформирани, за да съответстват на характеристиките на човешката слухова система.

PLP се доближава до три основни аспекта на възприятие, а именно: кривите на разделителната способност на критичната лента, кривата на еднаква сила на звука и връзката между мощността и силата на звука, които са известни като кубичен корен.

Методът за анализ на речта PLP е по-адаптиран към човешкия слух в сравнение с класическото кодиране с линейно предсказване (LPC). Основната разлика между PLP и LPC техниките за анализ е, че LP моделът поема изцяло полюсната трансферна функция на гласовия тракт с определен брой резонанси в рамките на анализа. LP-полюсният модел приближава разпределението на мощността еднакво добре на всички честоти на аналитичната лента. Това предположение е в противоречие с човешкия слух, тъй като над 800 Hz, спектралната разделителна способност на слуха намалява. Слухът е по-чувствителен в средния честотен диапазон на звуковия спектър.

Всеки метод за извличане на характеристики работи с някакъв вид вероятностна карта или модел. На базата на вече определените фонемни се избира най-подходящата фонема. В това отношение Скрытия модел на Марков доминира индустрията, защото е лесен за разбиране и прилагане. По-точни и по-сложни са невронните модели, използващи изкуствен интелект, но в тази статия няма да се спираме на тях.

При скрития модел на Марков (Hidden Markov Model) обработката на речта се извършва на три различни нива. Обработката на сигнално ниво разглежда анатомията на човешката слухова система и обработва сигнала на малки парчета, наречени фреймове. При обработката на ниво фонема се получават и обработват речевни фонемни. Обработката от трето ниво е известна като обработка на ниво дума. Този модел се концентрира върху езиковата същност на речта. Скрытият модел на Марков (HMM) може да се използва за представяне на прехода на акустично състояние в думата.

Целта е да се реструктурира фразата, която е изговорена, и да се определи коя след коя фонема следва. Скрытият модел на Марков прави това като използва статистическа вероятност. Проверява колко вероятно е една фонема да следва след друга. За да сме точни този модел използва три слоя.

HMM се основава на увеличаване на веригата на Марков. Веригата на Марков е модел, който ни казва нещо за вероятностите от последователности от случайни променливи, състояния, всяко от които може да приеме стойности от някакъв набор. Тези набори могат да бъдат думи, или тагове, или символи, представящи каквото и да е, като

времето. Една верига на Марков прави много силно предположение, че ако искаме да предскажем бъдещето в последователността, всичко, което има значение, е текущото състояние. Състоянията преди сегашното състояние нямат влияние върху бъдещето, освен чрез текущото състояние.

При формално разглеждане на поредица от променливи на състоянието $q_1; q_2; \dots; q_i$. Моделът на Марков възплъщава предположението на Марков за вероятностите на тази последователност: че когато се предсказва бъдещето, миналото няма значение, а само настоящето.

Markov Assumption: $P(q_i = a_j | q_1 \dots q_{i-1}) = P(q_i = a_j | q_{i-1})$

Веригата на Марков е полезна, когато трябва да изчислим вероятност за последователност от наблюдаеми събития. В много случаи обаче събитията, от които се интересуваме, са скрити: не ги наблюдаваме директно. Например обикновено не наблюдаваме тагове за част от речта в текст. По-скоро виждаме думи и трябва да извеждаме таговете от последователността на думите. Ние наричаме етикетите скрити, защото не се наблюдават.

Скритият модел на Марков (HMM) ни позволява да говорим както за наблюдавани събития (като думи, които виждаме във входа), така и за скрити събития (като части от речта), които смятаме за причинни фактори в нашия вероятностен модел.

Скритият модел на Марков от първи ред създава две опростяващи предположения.

Първо, както при веригата на Марков от първи ред, вероятността за определено състояние зависи само от предишното състояние:

Markov Assumption: $P(q_i = a_j | q_1 \dots q_{i-1}) = P(q_i = a_j | q_{i-1})$

Второ, вероятността от изходно наблюдение o_i зависи само от състоянието, което е създадо наблюдението q_i , а не от други състояния или други наблюдения:

Output Independence: $P(o_i | q_1 \dots, q_i \dots, q_T, o_1 \dots, o_i \dots, o_T) = P(o_i | q_i)$

Скритият модел на Марков избира най-подходящата фонема на основата на теорията на вероятностите. В повечето случаи е достатъчно точен. С колкото по-голяма база за сравнение разполага, толкова по-точен става. Съществуват и модели, които се „учат“ по време на процеса като следят смисъла на текста и сами разширяват базата си от данни. Също така при ръчна намеса и поправка на дадена дума, моделът взема поправката под внимание и не допуска отново същата грешка. Макар и да не е перфектен, скритият модел на Марков притежава задоволителна точност и това, че е много по-достъпен и по-лесно приложим от системите, използващи невронни мрежи, го прави изключително разпространен. За да се подобри методът и да се повиши точността му, е необходимо непрекъснато да се разширява базата му данни. За да бъде приложим методът и за други езици, е необходимо да създаде предварително база данни от съответните фонемни и думи. Допълнителни подобрения могат да се постигнат като се подобри анализът на спектрограмите на звука.

Литература

- Rabiner, L. R. (1989). A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition. Proceedings of the IEEE, 77(2), 257–286.
- Rabiner, L. R. and Juang, B. H. (1993). Fundamentals of Speech Recognition. Prentice Hall.
- Rabiner, L. (1989) A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition, Proceedings of the IEEE, vol. 77, no. 2, pp. 257–286.
- Hermansky, H. (1990) Perceptual linear predictive (PLP) analysis of speech, J. Acoust. Soc. Amer., vol. 87, №. 4, p. 1738 - 1752.
- Pratik.K.Kurzekar, (2014) A Comparative Study of Feature extraction techniques for speech recognition system, IJRSE.

**USB ОСЦИЛОСКОПЪТ КАТО АЛТЕРНАТИВА НА
КОНВЕНЦИОНАЛНИТЕ ИЗМЕРВАТЕЛНИ УРЕДИ ПРИ
ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ СИГНАЛИ**

Ангел Личев

Университет по хранителни технологии – Пловдив

**USB OSCILLOSCOPE AS AN ALTERNATIVE OF THE
CONVENTIONAL MEASURING INSTRUMENTS IN THE ANALYSIS
OF ELECTRICAL SIGNALS**

Angel Lichev

University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: A USB oscilloscope HANTEK 6022BE is reviewed. Its advantages and disadvantages are specified in comparison with the well-known corresponding measuring tools. As a result, the implementation potential of the USB oscilloscope is analyzed, not only in the field of electrical measurements but as a part of the laboratory practices in the education process.

Key words: USB oscilloscope, Measuring tools, Electrical signals

Въведение

Отдавна осцилоскопът се е наложил като незаменимо средство за изследване на електрически сигнали (Panayotova, 1972). Това, което се явява съществен проблем при избора на такъв уред са неговите функционалност, цена, размери и възможност за мобилна работа. И докато последните две изисквания са приоритет по-скоро за специализираните лаборатории, то разносните за закупуването на такъв уред, който да притежава необходимите технически параметри често са ограничаващ фактор, особено за навлизащите в сферата на електрониката млади специалисти, в това число ученици и студенти.

Цел на настоящия доклад е предлагането на решение на проблема чрез използването на USB осцилоскоп HANTEK 6022BE, който предоставя редица възможности, а именно: ниска цена, компактни размери, удобен за използване в учебни лаборатории, възможност за мобилна работа и запис на данни.

Анализ на съществуващите решения

Разнообразието на предлаганите осцилоскопи е огромно. За това е необходимо да се направи уточнението, че водещи условия при разглежданите варианти от една страна са функционалността и техническите параметри на самите измервателни уреди, а от друга - възможността им да удовлетворят целите на настоящото изследване, а именно: намиране на осцилоскоп, чието съотношение функционалност/цена е достатъчно добро, за да може предложеният уред да изпълнява своето предназначение, да е достъпен за закупуване и да предоставя възможност за внедряване в учебни лаборатории.

Според начина на обработване и изобразяване на изследвания сигнал, осцилоскопите могат да се разделят основно на два вида – аналогови и цифрови (Webster, 2014).



Фиг. 1 Електроннолъчев
осцилоскоп

Основно предимство на аналоговите (електроннолъчевите) осцилоскопи (фиг. 1) е тяхната способност да представят изследваната величина като непрекъснат сигнал, т.е. при възникване на краткотрайни преходни процеси, съответните биват отразявани на екрана. За сравнение – дискретизацията на сигнала при цифровите уреди би могла да е причина за пропускане на някои смущения (Rusev, 2006; Dinkov 2010).

Поради невъзможността за работа при високи честоти и запис на данни, електроннолъчевите измервателни апарати все повече отстъпват място на цифровите. Освен това, поддържат висока цена, която се дължи в голяма степен на конструктивното им изпълнение (част от което неизменно е електроннолъчевата тръба).

В табл. 1 са представени три модела двуканални осцилоскопи на фирмата Hantek, с които могат да се правят измервания с достатъчна точност, както от любители, така и на професионално ниво.

Табл. 1

модел	честотна лента (Mhz)	размер	тегло (кг)	без доп. захр.	запис на данни	цена (лв)
Hantek DSO5102P (стационарен)	100	385/200/245	2.08	не	да	690
Hantek 2D70 (портативен)	70	199/98/41	0.3	да	да	369

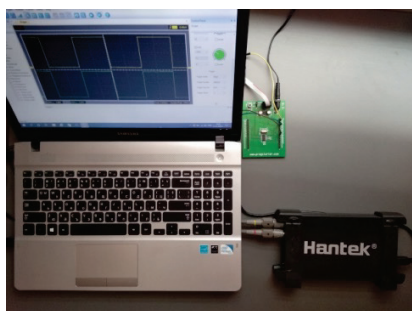


Фиг. 2 Цифров осцилоскоп Hantek
модел DSO5102P

Hantek 6022BE (USB)	20	205/120/35	0.7	да	да	155
--------------------------------	----	------------	-----	----	----	-----

На фиг. 2 е представен цифровият осцилоскоп Hantek DSO5102P (Hantek DSO5102P, User's manual). От данните в таблицата се вижда, че той предоставя редица възможности, особено що се отнася до широчина на честотната лента (в сравнение с другите два уреда в таблицата).

Този модел, обаче е предназначен по-скоро за лабораторна работа, тъй като се нуждае от допълнително захранване. Освен това, цената му в сравнение с другите е по-висока.



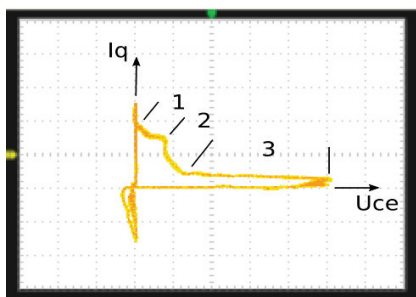
Фиг. 4 Hantek 6022BE,
свързан към преносим компютър

6022BE

Цифровият USB осцилоскоп Hantek 6022BE (фиг. 4) е двуканален, което позволява не само наблюдение на дадена електрическа величина, но и на отношението на два периодично изменящи се сигнала един спрямо друг.



Фиг. 5 Hantek 6022BE,
свързан към мобилен телефон



Фиг. 6 Операционна траектория
на транзистор



Фиг. 3 Портативен цифров
осцилоскоп Hantek модел 2D70

На фиг. 3 е показан портативният цифров осцилоскоп Hantek 2D70 (<https://www.hantek.eu>).

Той притежава редица възможности, включително и свързване към компютър. Това, в съчетание с малките размери го прави много подходящ както за мобилна, така и за лабораторна работа.

И все пак, от таблицата се вижда, че що се отнася до цената, USB осцилоскопът на Hantek, модел 6022BE (Hantek 6022BE, User's manual) е значително по-достъпен. Именно за това се спираме по-подробно на неговите характеристики.

Възможности на USB осцилоскоп Hantek, модел

Свързването на измервателния уред към компютър позволява детайлното изследване на величините (поради големия екран) и непосредственият запис на данни, от които и моментна картина на показанията на екрана. Освен това потребителският интерфейс дава възможност за автоматична настройка на необходимия обхват (в случай, че той не е уточнен предварително), както и за извършване на определени изчисления спрямо измерваните сигнали, като събиране, изваждане, умножение и деление.

Опцията за свързване на USB осцилоскопа към преносим компютър позволява и работа в извънлабораторни условия. И все пак, за да бъде изпълнено в още по-голяма степен изискването за компактност и преносимост, измервателният уред дава възможност и за свързване към таблет или мобилен телефон (фиг. 5). В случая осцилоскопът е свързан към телефон марка Xiaomi модел Redmi Note 5A (2017г.), което показва, че далеч не е нужно мобилното устройство да е от висок клас. Освен това е на разположение и безплатен софтуер за работа под операционната система Android.

Осцилоскопът Hantek 6022BE дава възможност и за съпоставка на изследваните периодично изменящи се величини чрез изобразяването им под формата на фигури на Лисажу. Така например, би могло да се изобрази операционната траектория на транзистор (фиг. 6), работещ в условия на мека комутация (Madankov, 2016). В случая са съпоставени напрежението върху силовия прибор и тока през него. Чрез съответната функция на осцилоскопа могат да се онагледят и процесите при

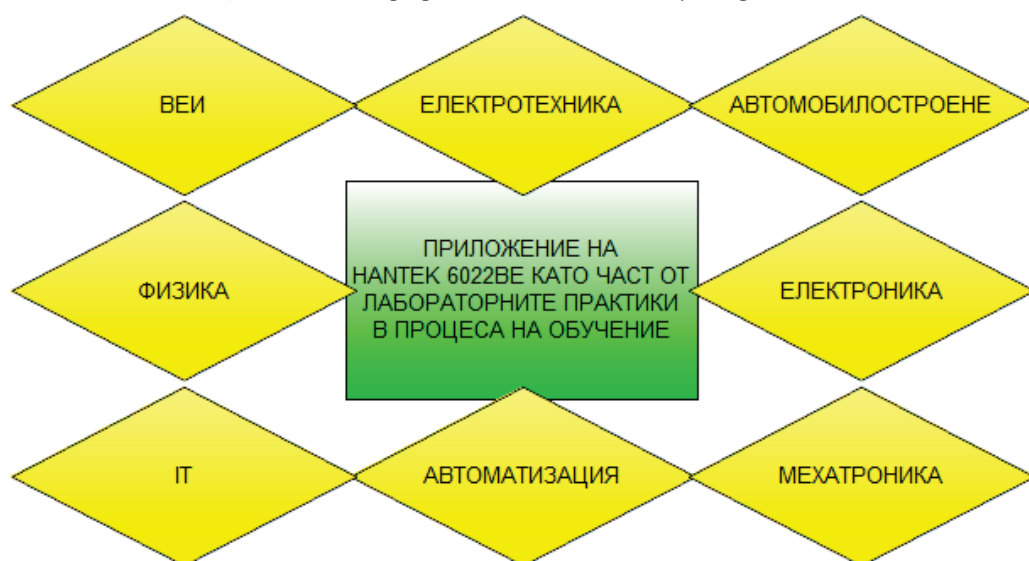
управление на преобразувател по метода на оптималната траектория, където също се изследват периодично изменящи се сигнали.

Приложение на USB осцилоскопът в процеса на обучение на ученици и студенти

На фиг. 7 са изобразени само част от научните области, където осцилоскопът като измервателен уред е неизменна част от лабораторните практики. Основните функции, за които се използва в съответните технически специалности са следните:

- честотен/времеви анализ на измерваните величини
- изследване на ШИМ сигнали
- измерване преден и заден фронт на изменящи се сигнали
- измерване фазова разлика
- онагледяване на процеси в електронни схеми
- изследване на входни и изходни сигнали на управляващи устройства

Фиг. 7 USB осцилоскопът като част от процеса на обучение в технически специалности на професионални гимназии и университети



Заклучение

Посредством USB осцилоскопът Hantek 6022BE могат да се извършват измервания на достатъчно високо ниво. Освен това, той дава възможност за свързване към компютър и дистанционна работа. Достъпната цена способства за използването му от широк кръг от специалисти, а опцията за свързване към мобилен телефон го прави интересно решение при внедряване като част от учебния процес в лабораторните практики в редица технически специалности.

Литература

1. Panayotova, P., Peev, B. (1972) Electrical measurements book, Technic, Sofia, 1972 (Bg)
2. Webster, J., Eren, H. (2014) Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook, CRC Press, London, 2014
3. Rusev, D., Matrakov, B., Turenkov, V. (2006) Electrical measurements book, Technic, Sofia,, 2006 (Bg)
4. Dinkov, G., Bankov, N, Maslinkov, I., Dinkova, M., Spirov, D., Dinkov, H., Nikovski, P., Vutchev, A., A Manual for Laboratory exercises in electrical engineering and electronics, UFT - Plovdiv, 2010 (Bg)
5. Hantek DSO5102P, User's manual, Hantek Electronik co., LTD, No. 177 zhuzhou road (huite industry city), QingDao, China
6. <https://www.hantek.eu>
7. Hantek 6022BE, User's manual, Hantek Electronik co., LTD, No. 177 zhuzhou road (huite industry city), QingDao, China
8. Y. Madankov, Y., Lichev, A., Bankov, N. and Vuchev, A. (2016) Gate Driver Circuit for ZVS Mode, XXV International Scientific Conference Electronics ET 2016, Sozopol, Bulgaria, 12 - 14 September 2016, Proceedings, pp. 254-257, ISBN: 978-1-5090-2881-8 (IEEE Catalog Number CFP16H39-CDR)

ВЪЗМОЖНОСТИ НА МИКРОКОНТРОЛЕРА Z8ENCORE! F083A ЗА РЕАЛИЗИРАНЕ НА ФАЗОВО УПРАВЛЕНИЕ

Ангел Личев

Университет по хранителни технологии – Пловдив

THE MICROCONTROLLER Z8ENCORE! F083A POTENTIAL FOR A PHASE SHIFT CONTROL REALIZATION

Angel Lichev

University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: A microcontroller Z8Encore! F083A is presented. The distinctive features and the development environment are indicated. A C# based control algorithm is used by which a phase-shifted PWM is obtained.

Key words: Phase shift control, Microcontrollers, Control Technique

Въведение

В редица случаи комутацията на полупроводниковите ключове на преобразователите се осъществява посредством дефазирани един спрямо друг на определен ъгъл управляващи импулси. Този метод е отдавна известен и се нарича фазово (или фазово отместващо) управление.

Напоследък все повече се акцентира върху енергийната ефективност на произвежданите изделия. Поради тази причина ограничаването на комутационните загуби при преобразователните устройства е от първостепенно значение. Като възможен вариант се явява използването на резонансни вериги и работа при високи честоти (Sheron, 1986).

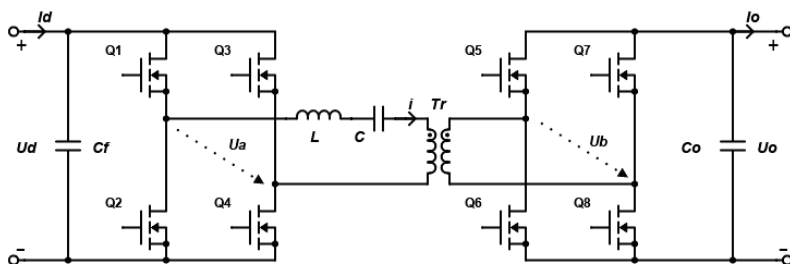
Едно от основните предизвикателства в случая е разработването на система за управление, която от една страна да генерира импулси към силовите прибори на преобразувателите с достатъчно висока работна честота, а от друга – да осигури необходимото дефазирание между съответните сигнали.

Цел на настоящото изследване е предлагането на решение чрез използването на микроконтролер Z8Encore! F083A на фирмата Zilog.

Метод на фазовото управление

Пример за фазово управление може да се даде чрез схемата на реверсивен последователно резонансен DC-DC преобразувател (фиг. 1). Тя е съставена от два идентични мостови инвертора, съгласуващ трансформатор (T_r) и резонансна верига (L , C). На схемата са изобразени и филтърните кондензатори (C_f , C_0). Тъй като преобразувателят е реверсивен, условно може да се определи, че на „входните“ изводи се подава напрежение U_d , а на „изходните“ – напрежение U_0 (Dixneuf, 1988).

Известно е, че при работа с надрезонансна честота силовите прибори на инверторите преключват при нулево напрежение, което способства за ограничаване на комутационните загуби.



Фиг. 1 Схема на реверсивен последователно резонансен DC-DC преобразувател

Транзисторите на „входния“ и на „изходния“ инвертор се управляват по такъв начин, че напреженията U_a и U_b са с почти правоъгълна форма, като U_b е дефазирано на определен ъгъл спрямо U_a . По този начин напрежението на изхода е резултат от наслагването на напреженията U_a и U_b (Vutchev, 2016).

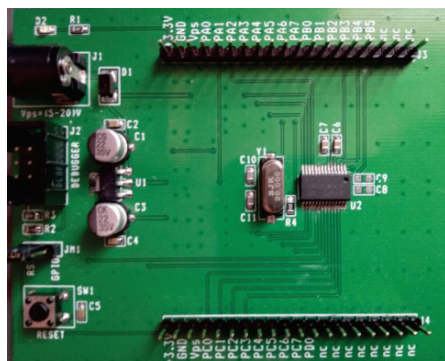
Характеристики на микроконтролера Z8Encore! F083A

Както вече споменахме за управлението на горепосочения преобразувател е необходимо да се осигурят съответните управляващи импулси към полупроводниковите ключове, дефазирани на подходящ ъгъл.

За целта в настоящото изследване се използва микроконтролера Z8Encore! F083A. Неговите основни характеристики са (Petkov, 2016):

- процесор CPU eZ8 – 20 MHz
- регистрова памет RAM – 256 байта
- флаш памет – до 8 kB
- изводи – 23 бр.
- вътрешен прецизен генератор
- 16 битови таймери – 2бр.
- работно напрежение – 2.6 до 3.6V
- връзка с дебъгер
- осем канален, десет битов АЦП
- аналогов компаратор

За удобство, микроконтролерът Z8Encore! F083A се предлага във вариант с разработена развойна платка Z8Encore_MB01 (фиг. 2), която е снабдена с необходимите компоненти и изводи (<https://www.progstarter.com>).



Фиг. 2 Развойна платка Z8Encore_MB01

Развойната среда Zilog Developer Studio II (ZDS II) е безплатна и дава възможност за използване на програмния език C. За целта тя съдържа:

- компилатор
- текстов редактор
- симулатор
- дебъгер

В (Petkov, 2016) е предложен алгоритъм, чрез който на изхода на микроконтролера се генерира ШИМ сигнал. Тъй като за управлението на реверсивния последователно резонансен DC-DC преобразувател са необходими двойка, дефазирани на определен ъгъл импулси, съответният алгоритъм е допълнен с цел използване на двата таймера. В резултат, C програмата изглежда по следния начин:

```
#include <ez8.h>
void main(void)
{
    PAAF |= 1 << 1; //Конфигуриране на извод PA1 като таймерен изход
    PAAF |= 1 << 7; //Конфигуриране на извод PA7 като таймерен изход

    T0H = 0x00; //Нулиране регистрите на първия таймер
    T0L = 0x00; //Нулиране регистрите на първия таймер
    T1H = 0xDD; //Задаване дефазирание на сигнала на втория таймер
    T1L = 0xDD; //Задаване дефазирание на сигнала на втория таймер

    T0RH = 0x00; //Зареждане броячната стойност на първи таймер
    T0RL = 0x32; //Зареждане броячната стойност на първи таймер
    T1RH = 0x00; //Зареждане броячната стойност на втори таймер
    T1RL = 0x32; //Зареждане броячната стойност на втори таймер

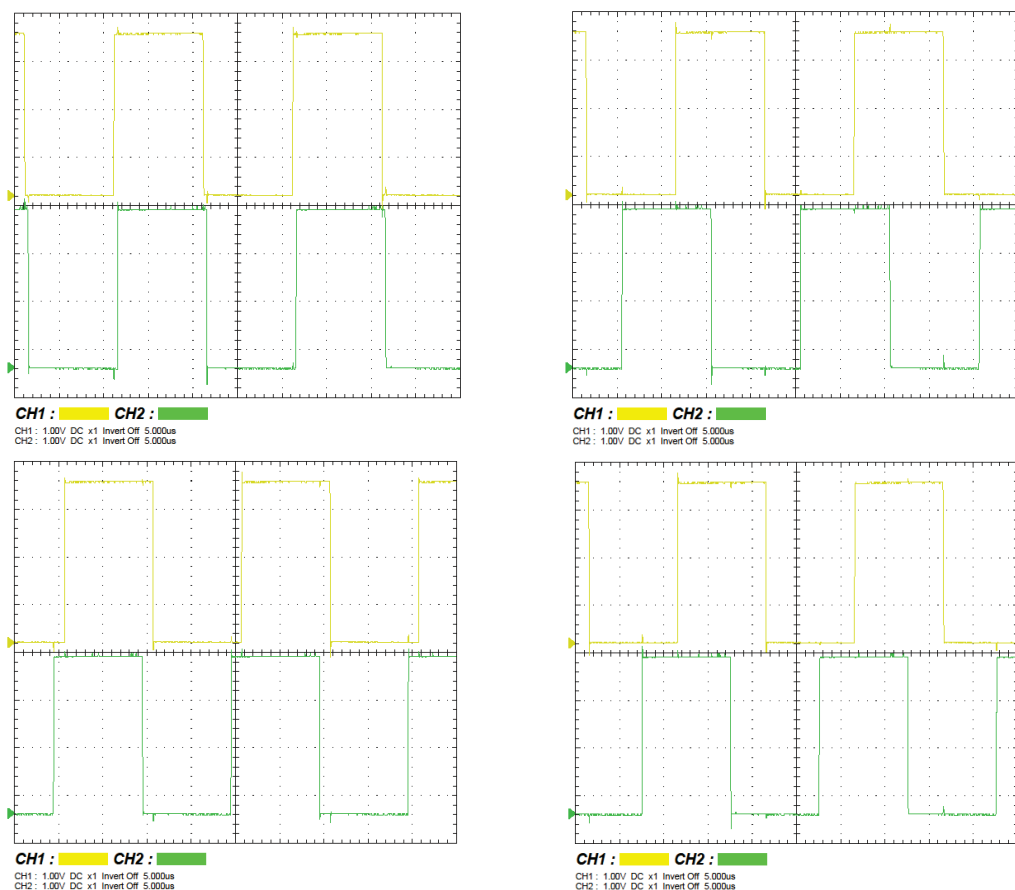
    T0PWMH = 0x00; //задаване коефициента на запълване на PWM сигнала
    T0PWL = 0x19; //задаване коефициента на запълване на PWM сигнала
    T1PWMH = 0x00; //задаване коефициента на запълване на PWM сигнала
    T1PWL = 0x19; //задаване коефициента на запълване на PWM сигнала

    T0CTL0 = 0x00; //едноизходен PWM сигнал
    T0CTL1 = 0x9B; /*едноизходен PWM сигнал,разрешаване на таймер,
коэф. на деление 8, ниско начално ниво на импулса*/

    T1CTL0 = 0x00; //едноизходен PWM сигнал
    T1CTL1 = 0x9B; /*едноизходен PWM сигнал,разрешаване на таймер,
коэф. на деление 8, ниско начално ниво на импулса*/

    while (1);
}
```

На фиг. 3 са представени осцилограми на сигнала получен на изходните за двата таймера изводи. Инвертираните импулси, подавани към противоположната двойка транзистори на всеки от двата инвертора не са изобразени, тъй като те се получават чрез използването на допълнителни логически елементи.



Фиг. 3 Осцилограми на широчинно модулирани импулси, дефазирани на различен ъгъл

Заклучение

От осцилограмите на фиг. 3 се вижда, че микроконтролерът Z8Encore! F083A може да бъде използван за регулиране изходната мощност в преобразователни устройства по метода на фазовото управление. Нещо повече, възможностите на изследвания микроконтролер, в съчетание с развойните компоненти го правят много подходящ и за внедряването му в учебни лаборатории по микропроцесорна техника.

Литература

1. Cheron, Y., Foch, H. and Roux, J. (1986) Power Transfer Control Methods in High Frequency Resonant Converters. In: PCI Proceedings, June 1986, Munich, pp. 92-103
2. Dixneuf, D. (1988) Etud d'un variateur de vitesse à résonance pour machine asynchrone triphasée. PhD thesis
3. Vutchev, A., Bankov, N., Madankov, Y. and Lichev, A. (2016) Analytical Modeling of a ZVS Bidirectional Series Resonant DC-DC Converter, ICEST 2016, Ohrid, Macedonia, 28-30 June 2016, , pp. 273-276, ISBN: 978-9989-786-78-5
4. Petkov, D. (2016) Programming microcontrollers in C , Sofia, 2016 (Bg)
5. <https://www.progstarter.com>

**НАМАЛЯВАНЕ КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА НАПРЕЖЕНИЯ ПРИ
ПРИЗМАТИЧНИ И ЦИЛИНДРИЧНИ ПРОБНИ ОБРАЗЦИ С
ПОМОЩТА НА СПЕЦИАЛИЗИРАН СОФТУЕР**

Иванка Делова, Райчо Райчев

Технически университет - София, филиал Пловдив

**REDUCTION OF STRESS CONCENTRATION IN PRISMATIC AND
CYLINDRICAL SPECIMENS USING SPECIALIZED SOFTWARE**

Ivanka Delova, Raycho Raychev

Technical University of Sofia, Branch Plovdiv

Abstract: The subject of this article is the reduction of the stress concentration factor in prismatic and cylindrical specimens, with the help of specialized software. The specimens were subjected to tension, and geometric optimization with SolidWorks Simulation and ANSYS was performed to reduce the stresses in the endangered areas. A comparison was made between the results obtained before and after the optimization of the specimens.

Key words: stress concentration factor, optimization, specimens, reduction of stress concentration.

Увод

Концентрациите на напрежения са един от основните проблеми, с които всеки един конструктор е необходимо да се съобразява. Повишаването на напреженията в локални зони от машинните детайли може да доведе до загуба на техните експлоатационни свойства или до тяхното разрушаване. Поради тази причина изграждането и оптимизирането на детайлите в машиностроенето е свързано с намаляването на концентрацията на напрежения и повишаване границата на умора. В специализираната литература са описани различни подходи, свързани с намаляване коефициента на концентрация на напрежения.

В (Klemensø T. et al., 2007) са представени резултатите от изпитване на опън при тънък, плосък образец, с включено оптимизиране на неговата форма. Изследваният образец е изработен от металокерамика. С помощта на анализа на крайните елементи са изследвани три дизайна на преходната зона при стандартния образец, като в графичен вид са представени резултатите за всяка промяна.

В (Francavilla A. et al., 1975) е представен нелинеен оптимизационен математически подход за намаляване на концентрацията на напрежения при образци с наличие на закръгления. Този подход е осъществен в комбинация с метода на крайните елементи. Изведените математически зависимости са приложени в два отделни примера, свързани с оптимизиране формата на закръгленията при стандартен пробен образец и при мотовилка. Резултатите от оптимизацията и при двата детайла са представени в табличен и графичен вид.

В (Gonzales-Mendoza J. et al., 2017) е описан подход за намаляване на концентрацията на напрежения при стъпаловиден вал, подложен на осево натоварване. Този подход е свързан с изработването на допълнителен надрез върху вала. Основната цел е намаляване стойностите на напреженията при стъпалото на вала и при допълнителния надрез. За осъществяване на поставената задача са използвани вградените оптимизационни функции в софтуера MATLAB. С помощта на специализирания софтуер ANSYS е осъществена симулация при различни съотношения на геометричните размери на вала.

В (Miegroet L. et al., 2007) е представен нов подход за оптимизиране на формата на изследваните образци. Този подход е базиран на методите за описване на формата (Level Set Method) и разширения метод на крайните елементи (X-FEM). По този начин се осъществява една компилация между оптимизацията на формата и топологията.

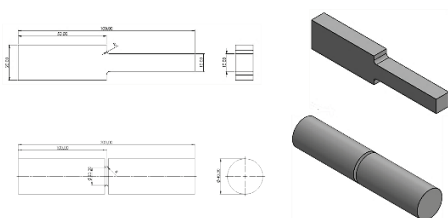
В (Taylor D. et al., 2011) са описани два нови подхода за намаляване на концентрацията на напрежения чрез получаване на закръгления с променлив радиус. Първият подход е наречен метод на локална кривина (LCM). Този метод се базира на резултати от анализ на напрежението при стъпаловидни пробни тела с постоянен радиус на закръгление, като се осъществява промяна на локалната кривина като функция на напрежението. Вторият подход включва използването на комерсиалния софтуер (mode Frontier) за извършване на систематично търсене на възможни конструктивни решения на закръгления с променлив радиус, използвайки множество модели на крайни елементи.

Целта на настоящата работа е с помощта на специализиран софтуер да се осъществи намаляване концентрацията на напрежения при стандартни пробни тела, подложени на осево натоварване.

Описание на изследването

Обекти на изследване в настоящата статия са призматичен образец с наличие на закръгление и цилиндричен образец с наличие на U-образен надрез. Детайлите са подложени на осево натоварване.

На фиг. 1 са представени формата и геометричните размери на изследваните образци.



фиг. 1 Форма и размери на изследваните образци.

За намаляване концентрацията на напрежения при призматичния образец е приложен подход, който е известен като топологична оптимизация. При този подход на определени места от изследвания детайл се отнема част от неговия материал, като по този начин се намалява концентрацията на напрежение.

В настоящото изследване за осъществяване на топологичната оптимизация е използван специализирания софтуер ANSYS. Установяването на размерите и местоположението на отнетия от изследвания образец материал е осъществено чрез модула Design Study на специализирания софтуер SolidWorks. В последствие е извършен нов статичен анализ за да се определят стойностите на получените след топологичната оптимизация напрежения в застрашените зони.

За намаляване концентрацията на напрежения при цилиндричния образец са изработени допълнителни надрези в близост до зоната с концентрация на напрежения. Размерите и местоположението на допълнителните надрези са установени с модула Design Study. На базата на получените резултати е осъществен статичен анализ в платформата ANSYS Workbench.

Резултати от изследването

Статичният анализ и при двата детайла е осъществен с прилагане на осева сила $P=10\text{kN}$. При призматичния детайл са направени симулации при радиуси на закръглението,

съответно r=0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3mm. При цилиндричния детайл симулациите са осъществени при следните радиуси на основния надрез: r=1; 2; 3; 4; 5; 6mm.

Коефициентите на концентрация на напрежения при изследваните образци, са определени от зависимости, известни от специализираната литература (Pilkey W., et al. 2020):

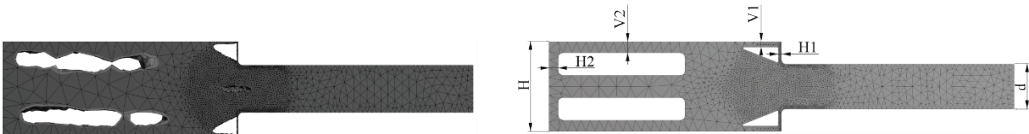
- За призматичния образец: $K_t = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$; $\sigma_{\text{nom}} = P / h.d$,

където: $\sigma_{\max}$ -максимална стойност на напреженията; σ_{nom} -номинална стойност на напреженията; P -приложената осева сила; h, d -линейни размери на напречното сечение.

- За цилиндричния образец: $K_{tn} = \sigma_{\max} / \sigma_{\text{nom}}$; $\sigma_{\text{nom}} = 4P / \pi.d^2$

където: d е диаметъра на образца в зоната на надреза.

Топологичната оптимизация при призматичния образец е осъществена за три характерни случая: при намаляване масата на образца съответно с 10%, 20% и 30%. На фиг. 2 е представена визуализация на оптимизацията, както и скица на детайла. В таблица 1 са представени стойностите на коефициента на концентрация на напрежения получен теоретично и чрез симулациите с ANSYS Workbench преди и след оптимизацията.

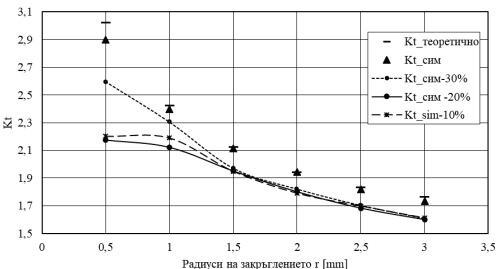


фиг. 2 Визуализация на топологичната оптимизация и модела на изследвания образец.

Таблица1. Стойности на коефициента на концентрация на напрежения Kt.

Съотношение на геометричните размери H/d=2										
r	σ_{nom}	σ_{max}	$\sigma_{\text{max}} - 10\%$	$\sigma_{\text{max}} - 20\%$	$\sigma_{\text{max}} - 30\%$	$K_{\text{теор}}$	$K_{\text{сим}}(-10\%)$	$K_{\text{сим}}(-20\%)$	$K_{\text{сим}}(-30\%)$	$K_{\text{теор}}$
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-	-	-	-
0,5	100	290,1	220,17	217,43	259,55	2,901	2,202	2,174	2,5955	3,020
1	100	239,77	218,98	212,19	230,47	2,398	2,190	2,122	2,3047	2,420
1,5	100	211,57	194,94	195,13	197,06	2,116	1,949	1,951	1,9706	2,120
2	100	194,53	179,11	180,15	182,05	1,945	1,791	1,802	1,8205	1,940
2,5	100	181,71	169,83	168,34	170,25	1,817	1,698	1,683	1,7025	1,830
3	100	173,49	161,21	160,07	160,86	1,735	1,612	1,601	1,6086	1,760

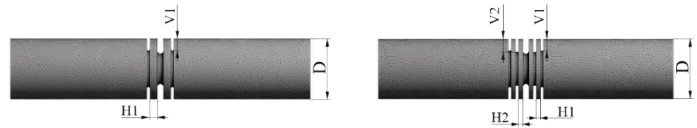
На фиг. 3 е представена графичната зависимост на получените коефициенти Kt във функция от радиуса на закръгление r.



фиг. 3 Графична зависимост между коефициентите Kt и радиуса r на закръгленieto.

Получените резултати от симулацията показват, че в резултат на топологичната оптимизация, коефициента на концентрация на напрежения може да намалее значително (25,05% при r=0,5mm и намаляване масата на образца с 20%).

На фиг. 4 е представена визуализация на оптимизирания цилиндричен образец, а в таблица 2 са представени резултатите от осъществените симулации.

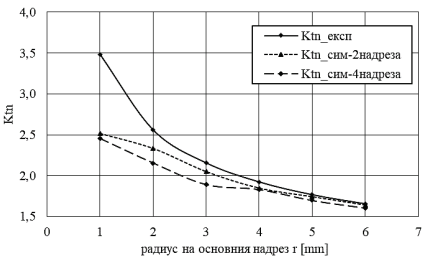


фиг. 4 Визуализация на цилиндричния образец с два и четири допълнителни надреза.

Таблица2. Стойности на коефициента на концентрация на напрежения K_{tn}.

r	σ _{ном}	σ _{тах}	σ _{тах-2надреза}	σ _{тах-4надреза}	K _{tn_експ}	K _{tn_сим-2надреза}	K _{tn_сим-4надреза}
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-	-
1	31,831	110,89	80,19	78,024	3,484	2,519	2,451
2		81,503	74,352	68,548	2,560	2,336	2,153
3		68,64	65,285	60,205	2,156	2,051	1,891
4		61,216	58,852	58,272	1,923	1,849	1,831
5		56,244	55,5	54,029	1,767	1,744	1,697
6		52,687	52,221	51,0941	1,655	1,641	1,605

На фиг. 5 е представена графичната зависимост на получените коефициенти K_{tn} във функция от радиуса r на основния надрез.



фиг. 5 Графична зависимост между коефициентите K_{tn} и радиуса r на основния надрез.

Получените резултати показват, че концентрацията на напрежение намалява значително (29,65% при радиус r=1mm и наличие на четири допълнителни надреза).

Използвана литература

Francavilla A., Ramakrishnan C., Zienkiewicz O., "Optimization of shape to minimize stress concentration", Journal of Strain Analysis, Volume: 10 issue: 2, page(s): 63-70 1975.

Gonzales-Mendoza J., Alcántara-Montes S., Silva-Lomeli J., Cruz-Alejo C., Ocampo-Ramírez A., "Size optimization of shoulder filleted shafts with relief grooves for improving their fatigue life", Ingenlería e Investigación vol. 37 №3, december-2017 (85-91).

Klemensø T., Lund E., Sørensen B., „Optimal Shape of Thin Tensile Test Specimen“, Journal of the American Ceramic Society, doi.org/10.1111/j.1551-2916.2007.01538.x, 2007.

Miegroet L., Duysinx P., "Stress Concentration Minimization of 2D fillets using X-FEM and Level Set Description", Structural and Multidisciplinary Optimization volume 33, pages425–438(2007).

Pilkey W., Pilkey D., Zhuming Bi, "Peterson’s stress concentration factors", John Wiley & Sons, Inc. 2020

Taylor D., Kelly A., Toso M., Susrne L., "The Variable Radius Notch: Two New Methods for Reducing Stress Concentration", Engineering Failure Analysis, Volume 18, Issue 3, April 2011, Pages 1009-1017.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ТОПОЛОГИЧНА ОПТИМИЗАЦИЯ ЗА НАМАЛЯВАНЕ КОНЦЕНТРАЦИЯТА НА НАПРЕЖЕНИЯ ПРИ ПЕРФОРИРАНИ ПЛАСТИНИ

Иванка Делова, Райчо Райчев

Технически университет - София, филиал Пловдив

USE OF TOPOLOGICAL OPTIMIZATION TO REDUCE STRESS CONCENTRATION IN PERFORATED PLATES

Ivanka Delova, Raycho Raychev

Technical University of Sofia, Branch Plovdiv

Abstract: The subject of this article is the reduction of the stress concentration factor in perforated plates, with the help of specialized software. The specimens were subjected to tension, and with the help of the ANSYS software topological optimization was performed in order to reduce the stresses in the endangered areas. The obtained results are presented in graphical form.

Key words: stress concentration factor, topological optimization, specimens, reduction of stress concentration.

Въведение

Основна цел в настоящото изследване е с помощта на специализиран софтуер да се понижи концентрацията на напрежения в застрашените зони при перфорирани пластини, подложени на опън. Голяма част от специализираната литература в областта е посветена на проблемите, свързани с понижаването на концентрацията на напрежения.

В (Aryarad M. et al., 2015) са представени решения за намаляване концентрацията на напрежения и за оптимизиране на перфорирани пластини, подложени на опън. Като основни подходи за намаляване на напреженията, авторите посочват промяна на материала на пластината, промяна на геометричните размери и дизайн на отворите, както и добавянето на допълнителен слой материал около отвора на пластините.

В (Nagpal S. et al., 2013) са представени изследвания на изотропни и ортотропни перфорирани пластини, подложени на двуосево натоварване. Изследвани са две разновидности на перфорираните пластини: с наличие само на централен отвор и с наличие на два допълнителни симетрични отвора. Изследванията са осъществени с помощта на специализирания софтуер ANSYS, при различни съотношения на геометричните размери. Анализът на резултатите показва значително намаляване на напреженията при пластините с допълнителни отвори.

В (Wankar A. et al., 2016) е осъществено експериментално изследване на перфорирана стоманена пластина с помощта на специализирано тестово оборудване. Пластината е подложена на осево натоварване, като за отчитане на деформациите са използвани фолиевы тензодатчици. За намаляване на напреженията в застрашените зони, на определено

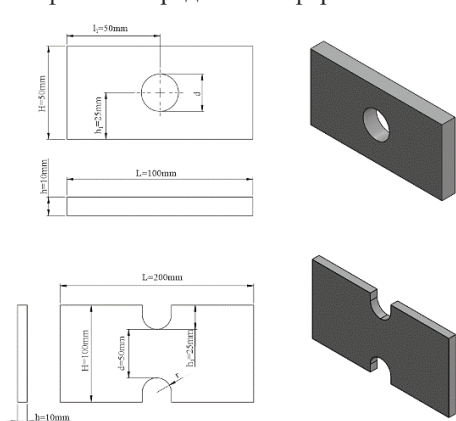
разстояние от централния отвор са разположени симетрично още два отвора със специфична форма и размери. Резултатите от експеримента показват, че наличието на допълнителни отвори намалява концентрацията на напрежение с 32,35%.

В (Karimi S. et al., 2018) за намаляването на концентрацията на напрежение в пластина с отвор е въведен нов подход, наречен Reliever Topological Material Elimination (RTME). Този подход е свързан с използване на топологична оптимизация, за да се определят най-добрите области за отстраняване на материала, за да прецизира потока от напрежение и следователно да намали фактора на концентрация на напрежение (SCF). С помощта на топологичната оптимизация са определени три основни области за елиминирание на материал. Според крайните резултати подходът RTME дава до 35,5% намаляване на концентрацията на напрежения при намаляване с около 28% от първоначалната маса на пластината.

Описание на изследването

Обекти на изследването в настоящата статия са перфорирана пластина с централен отвор и пластина с наличие на симетрично разположени U-образни надрези. Детайлите са подложени на осево натоварване.

На фиг. 1 са представени формата и геометричните размери на изследваните образци.



фиг. 1 Форма и размери на изследваните образци.
заstraшените зони.

Резултати от изследването

Статичният анализ и при двата детайла е осъществен с прилагане на осева сила $P=10\text{kN}$. При перфорираната плоча са направени симулации при диаметри на отвора съответно $d=5; 10; 15$ и 20mm . При пластината с наличие на симетрично разположени U-образни надрези, симулациите са осъществени при следните радиуси: $r=5; 7,5; 10; 12,5$ и 15mm .

Коефициентите на концентрация на напрежения при изследваните образци, са определени от зависимости, известни от специализираната литература (Pilkey W., et al. 2020):

За перфорираната пластина:

$$K_{tg} = 0,284 + \frac{2}{1-d/H} - 0,6(1-d/H) + 1,32(1-d/H)^2;$$

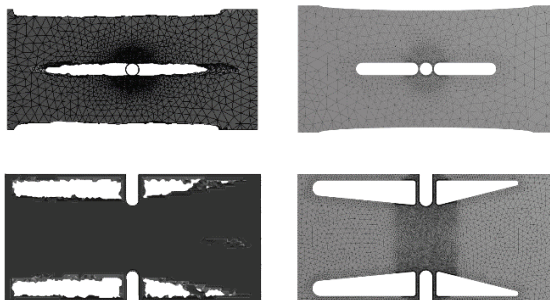
където: d/H -съотношение на геометричните размери при пластината.

За пластина със симетрично разположени U-образни надрези:

$$K_m = C_1 + C_2 \left(\frac{2t}{H} \right) + C_3 \left(\frac{2t}{H} \right)^2 + C_4 \left(\frac{2t}{H} \right)^3;$$

където: коефициентите C_1 , C_2 , C_3 и C_4 се определят съгласно формули, описани в (Pilkey W., et al. 2020). За настоящата симулация $t=25\text{mm}$.

Топологичната оптимизация и при двете пластини е осъществена за три характерни случая: при намаляване масата на образците съответно с 10%, 20% и 30%. На фиг. 2 е представена визуализация на софтуерната оптимизация, както и моделите на пластините. В таблица 1 са представени стойностите на коефициента K_{tg} получен теоретично и чрез симулациите с ANSYS Workbench, преди и след оптимизацията на перфорираната пластина.

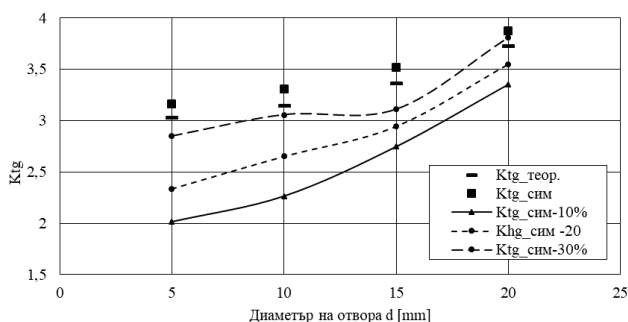


фиг. 2 Визуализация на топологичната оптимизация и моделите на пластините.

Таблица 1. Стойности на коефициента K_{tg} при перфорирана пластина.

Стойности на коефициента K_{tg} при централно разположение на отвора										
d / H	$\sigma_{\text{лот}}$	σ_{max}	$\sigma_{\text{max(Topology 10\%)}}$	$\sigma_{\text{max(Topology 20\%)}}$	$\sigma_{\text{max(Topology 30\%)}}$	$K_{tg_csm(10\%)}$	$K_{tg_csm(20\%)}$	$K_{tg_csm(30\%)}$	K_{tg_csm}	$K_{tg_теор.}$
	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-	-	-	-
0,1	20	63,305	40,303	46,766	56,954	2,015	2,338	2,848	3,165	3,035
0,2	20	66,185	45,289	53,066	61,133	2,264	2,653	3,057	3,309	3,149
0,3	20	70,368	54,91	58,877	62,177	2,746	2,944	3,109	3,518	3,368
0,4	20	77,546	67,023	70,969	76,138	3,351	3,548	3,807	3,877	3,733

На фиг. 3 е представена графичната зависимост на получените коефициенти K_{tg} във функция от диаметъра на отвора d .



фиг. 3 Графична зависимост между коефициентите K_{tg} и диаметъра d .

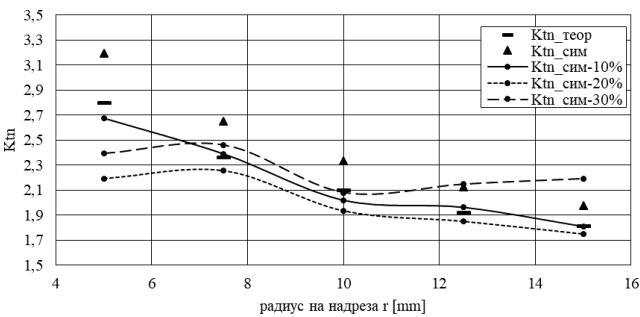
Получените резултати от симулацията показват, че в резултат на топологичната оптимизация, коефициента на концентрация на напрежения намалява значително (36,33% при d=5mm и намаляване масата на образца с 10%).

В таблица 2 са представени резултатите за коефициента K_{tn} при пластина със симетрично разположени U-образни надрези.

Таблица2. Стойности на коефициента K_{tn} при пластина с U-образни надрези.

r	σ_{nom}	σ_{max}	$\sigma_{max}(topology\ 10\%)$	$\sigma_{max}(topology\ 20\%)$	$\sigma_{max}(topology\ 30\%)$	$K_{tn_сим}(10\%)$	$K_{tn_сим}(20\%)$	$K_{tn_сим}(30\%)$	$K_{tn_сим}$	$K_{tn_теор.}$
mm	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-	-	-	-
5	20	63,813	53,455	43,865	47,853	2,673	2,193	2,393	3,191	2,795
7,5	20	53,01	47,758	45,093	49,196	2,388	2,255	2,460	2,651	2,357
10	20	46,712	40,381	38,708	41,622	2,019	1,935	2,081	2,336	2,096
12,5	20	42,513	39,248	37,047	42,962	1,962	1,852	2,148	2,126	1,918
15	20	39,485	36,19	35,034	43,833	1,810	1,752	2,192	1,974	1,810

На фиг. 4 е представена графичната зависимост на получените коефициенти K_{tn} във функция от радиуса на надреза.



фиг. 3 Графична зависимост между коефициентите K_{tn} и радиуса на надреза.

Получените резултати показват, че в резултат на топологичната оптимизация, със софтуера ANSYS, концентрацията на напрежение при пластини с U-образни надрези намалява значително (31,27% при r=5mm и намаляване на масата с 10%).

Използвана литература

Aryarad M., Heshmati M., "Evaluation and analysis of the stress concentration factor reduction techniques on perforated plates using finite element method", Cumhuriyet University Faculty of Science, Science Journal (CSJ), Vol. 36, No: 4 Special Issue (2015).

Karimi. S., Fesharaki J., "Using Topology Optimization to Reduce Stress Concentration Factor in a Plate with a Hole", Journal of Stress Analysis Vol. 3, No. 2, Autumn — Winter 2018-19.

Nagpal S., Sanyal S., Jain N., "Analysis of mitigation of stress concentration factor of a rectangular isotropic and orthotropic plate with central circular hole subjected to in-plane static loading by design optimization", International Journal of Inovative Research in Science, Engineering and Technology, 2013.

Pilkey W., Pilkey D., Zhuming Bi, "Peterson's stress concentration factors", John Wiley & Sons, Inc. 2020.

Wankar A., Mishra H., Bayas J., "Experimental Investigation of Reduction in SCF of Rectangular plate with central circular hole by Providing Relief Holes", International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 03 Issue: 061 June-2016.

РАЗРАБОТВАНЕ НА ФУНКЦИОНАЛНА СТРУКТУРА НА КОМПЮТЪРНА SMART СЕНЗОРНА СИСТЕМА ЗА ХРАНИ

Красимир Колев, Росица Максимова

Университет по хранителни технологии – Пловдив

DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL STRUCTURE OF A COMPUTER SMART SENSOR SYSTEM FOR FOOD

Krassimir Kolev, Rositsa Maksimova

University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: Determining more quality characteristics of food requires fetching and processing information from several sensors. The publication presents an authentic author's approach for developing a functional structure of a computer system for food quality evaluation. A model of a computer system based on modern modules and technical means with adaptation of structures from the Internet of Things has been synthesized. A structural diagram of the proposed system is given. The principle of operation is explained. The computer system is synthesized based on microcontrollers using LoRa and Zigbee connectivity modules. A functional and price analysis of the proposed computer system has been made.

Въведение

Компютърните smart сензорни системи се развиват с бързи темпове през последните години на база на появилите се нови комуникационни протоколи и появата на вградени микропроцесорни системи, позволяващи изнасяне на сензорни модули за изследване на различни природни обекти. Колективи от учени предложиха различни интегрирани системи за организиране на сензорни мрежи за мониторинг на екологични системи, на здравни системи, аграрни системи и др. (Yang, 2014). Въпреки многото различни smart сензорни системи все още се търсят рационални решения за адаптиране на технологията на Интернет на нещата (IoT) за изграждане структури за мониторинг на различни видове храни. Проследяването на качеството се превърна в правен инструмент през 2005 г. в Европа, който се прилага към всички хранителни продукти, които са търгуеми, с цел гарантиране на тяхната безопасност на храните съгласно член 18 от Регламент на ЕС 178/2002. При тези обстоятелства стана задължително да се реализират системи за проследяване, за да се сведе до минимум производството и разпространението на опасни или храни с лошо качество. Освен това новите системи за проследимост на храни трябва да събират обективна машинна информация без участие на човека, за да може да се осъществява превантивен контрол за избягване на инциденти с храни. Авторите предлагат един подход за извличане, прехвърляне, съхраняване и обработка на сензорна информация за храни. Предложената функционална структура може да се изгради чрез различни програмно-технически средства. На база на натрупан опит в областта на използване LoRa и Zigbee е предложено да се интегрират безжични хетерогенни сензорни мрежи, за да се даде възможност на крайни възли от различен комуникационен тип да предоставят актуална информация за мониторинг на различни видове храни. Отчетени са особеностите на отдалеченост на хранителните

обекти от съществуващи мрежови инфраструктури при разработване на функционалната структура.

Материали и методи

Най-важният въпрос в хранителната промишленост е как да се измерят основни параметри (температура, влажност, цвят, pH и др.) в хранителни зони без голяма инвестиция.

Има ли решение да се реализира система за предаване на технологична информация в реално време? Да, това е възможно, като се използват нови технологии за комуникация и изгради сензорна мрежа, предаваща информация за храните в Интернет. Едно сравнение на широко разпространени безжични технологии е дадено в **табл. 1**.

Табл. 1. Основни характеристики на разпространени безжични технологии

Характеристика	ZigBee	LoRa	Wi-Fi
Работна честота	2.4GHz, 868/915MHz	868/915MHz	2.4GHz
Възли на мрежата [max]	65536	65536	32
Време за събуждане	30ms	30ms	3s
Скорост на данни [max]	250Kbps	22Kbps	11Mbps
Топология	star, tree, mesh	star	tree
Начин на разширяване	автоматичен	автоматичен	автоматичен
Обхват	0.2~2.5 km	5-15km	0.1km
Време на батерийно захранване	години	години	часове
Ток в режим на готовност, A	3×10^{-6}	3×10^{-6}	20×10^{-3}
Режим на ниска консумация	поддържа	поддържа	Не поддържа

Технологията ZigBee принадлежи към групата на персоналните безжични мрежи (WPAN) с група стандарти IEEE 802.15, LoRa принадлежи към групата на енергоефективните глобални мрежи тип LPWAN, а Wi-Fi - към локалните безжични мрежи (WLAN) със стандарти IEEE 802.11 (Hanes et al, 2017).

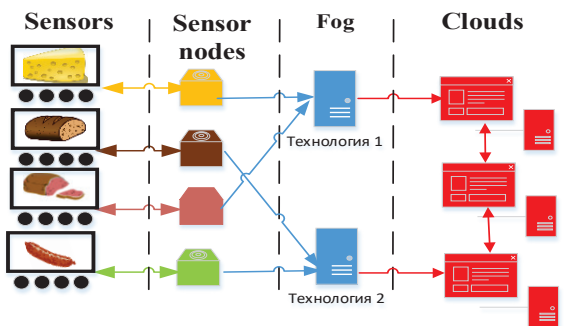
Крайните хостове на сензорните мрежи за храни се състоят от множество сензорни възли, разположени в близост до хранителни продукти, намиращи се в различни териториални локации. Тези сензорни възли трябва да притежават специфична функционалност, а именно:

- да имат възможност за безжична мрежова свързаност по-голяма от 1 км;
- да имат възможност за малка консумация с цел батерийно захранване;
- да снемат и дискредитират съответните технологични сигнали, описващи състоянието на хранителните продукти;
- да имат възможност за локално буфериране на получените данни;
- да имат възможност за измерване параметрите на съхраняващата среда;
- да имат ниска цена;
- да имат малки размери за интеграция във всякакви хранителни продукти.

От представените технологии най-подходящи до момента за реализиране на активна система за проследяемост на храни са ZigBee IEEE 802.15.4 и LoRa. Тези технологии поддържат голям брой устройства, устройствата имат ниска консумация на енергия и са подходящи за батерийно захранване, най-голям обхват от предлаганите технологии, малко време на преминаване в активен режим и възможност за изграждане на разширяеми мрежи. На пръв поглед по-ниската скорост за предаване на данни спрямо Wi-Fi не е недостатък, тъй като сензорните мрежи не предават големи блокове от данни и мултимедийно съдържание, а технологични данни (обикновено температура, влажност, налягане), които не изискват големи скорости за предаване. Безжичните мрежови възли на база на мобилните 3G/4G/5G мрежи също не са подходящи за масово използване за проследимост на храни поради

високата цена на хардуера, месечен план на мрежова поддръжка и висока енергийна неефективност.

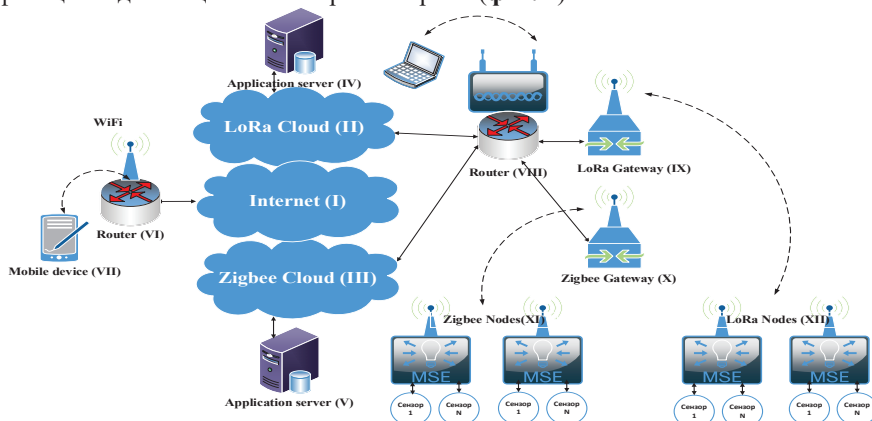
Един подход за изграждане на функционална структура за сензорна система е да се адаптира йерархичния модел на мрежова инфраструктура Edge/Fog Computing (Oma et al, 2018) за обработка на данни (фиг. 1), като се отчитат възможностите на съвременните вградени микропроцесорни системи за изграждане на отделни информационни канали.



Фиг. 1 Йерархичен модел на мрежова инфраструктура

Резултати и обсъждане

На база на предложената мрежова инфраструктура е разработена функционална структура на компютърна smart сензорна система за храни посредством интегриране на вградени микропроцесорни модули за изграждане на инфраструктура за проследимост, идентификация и дистанционен контрол на храни (фиг. 2).



Фиг. 2 Функционална структура на компютърна smart сензорна система за храни

Основните елементи в предложената структура са разделени по групи облаци (LoRa II, Zigbee III, заемащи различни области от Internet I), маршрутизатори (router VI, VIII), шлюзове (gateway IX, X), крайни устройства (nodes XI, XII) и сензори.

За хардуерната реализация са избрани съвременни модули. За маршрутизатори са избрани тип Cisco RV340W, за LoRa шлюз LAIRD RG186 (поддържа Wi-Fi/Bluetooth/Ethernet), за Zigbee шлюз CC2531EM-IOT-HOME-GATEWAY или Raspberry Pi3+CC2530, крайни възли B-L072Z-LRWAN1 и LAIRD 455-0002, CC2530+CC2591. Сензорните модули към хранителните продукти са тип интегрален за даден вид параметър. Входящият интерфейс на крайните възли поддържа цифрови и аналогови сензорни входове, така че сензорите могат да бъдат с различни изходни интерфейсни сигнали. Изборът на сензор за мониторинг на червени вина може да е:

- за температура: LM35D (аналогов изход) или DS18B20 (цифров изход);

- за цвят: TCS34725;
- комбиниран за температура, влажност и налягане: BME280;
- за киселинност pH: MA920;

Един от основните проблеми е как да се преминат границите на защитните стени. За тази цел използваме брокер на съобщения посредством протокол за телеметрична транспортна опашка (MQTT).

Предложената функционална структура е в състояние да изпълнява интелигентни функции (като наблюдение на определен обект, събиране и анализ на данни за храни и др.)

Интелигентността се дължи основно на две основни характеристики на системата:

- контекстно събиране по избор. По заявка на потребителя се събират специфични физични параметри и се изобразяват в подходяща форма.

- анализ на данни и изобразяване в подходяща форма за даден продукт.

Поради тези особености предложената система ще е по-ефективна от традиционните информационни услуги за храни посредством само на етикетиране на продукти. Приложенията за услуги могат да работят в облак от изчислителна инфраструктура и да бъдат внедрени чрез мобилно устройство, за да могат да си взаимодействат с потребителя, както е показано в наша публикация за LoRaWINE Application (**Maksimova et al, 2020**) посредством интеграции за изпращане и получаване на данни по HTTP протокол; публикуване на данни за връзка към брокери за обмен на данни в реално време; интеграции за съхранение на постоянни данни в бази данни за няколко дни, извличане на данните, използване на API, наличен през HTTPS и обслужване в JSON формат; обобщаване и анализ на потоци от данни на живо и др.

Функционалните възможности на разработената структура на компютърна smart сензорна система за храни се определят от съвместната работа на всички компоненти – сензори, крайни възли, шлюзове (gateways) и системен и приложен софтуер. Цената на отделните възли за многократна употреба на предложената система при четири различни типови сензори (температура и влажност, цвят, pH, налягане) не надвишава 200 EUR. Цената на шлюзовете, ако се използва архитектура с отворен код, не надвишава 300 EUR.

Заклучение

Разработването на функционална структура на компютърна smart сензорна система за храни спомага да се усъвършенстват методите за получаване на обективна информация от хетерогенни сензорни мрежи. Приносът от това предложение е, че на негова база могат да се подберат подходящи технически средства на устройства, работещи за различни хранителни продукти, притежаващи разнообразни характеристики за качество при различни параметри на обкръжаващата среда. При разработването на функционална структура на компютърна smart сензорна система за храни са избрани новопоявилите се безжични технологии, както и стандарти, насочени по-тясно към облачните технологии за събиране и обработка на данни.

Библиография

1. Hanes D., G. Salgueiro, P. Grossetete, IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things, Cisco Press, 2017.
2. Maksimova R. and K Kolev, LoRaWAN applications - “Leonardo tasting LoRaWINE” IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 878 012032, 2020.
3. Oma R., S. Nakamura, D. Duolikun, T. Enokido, M. Takizawa, An energy-efficient model for fog computing in the internet of things (IoT). Internet of Things, 1-2, p14-26, Elsevier B.V., 2018.
4. Yang S. H., Wireless Sensor Networks: Principles, Design and Applications, SpringerVerlag, 2014.

ПОРТ-МАНИПУЛАЦИЯ НА ATmega328P - ДОМ ЗА ROCKY

Росица Максимова, Красимир Колев

Университет по хранителни технологии – Пловдив

PORT MANIPULATION OF ATmega328P - ROCKY'S HOME

Rositsa Maksimova, Krassimir Kolev

University of Food Technologies – Plovdiv

Abstract: This paper presents techniques for programming of microcontrollers with ATmega328P processor through port manipulation, considering its pros and possible cons. A prototype to a smart electronic system with a compilation of electronic components is proposed. A principal illustration of the system for representing its idea is synthesized. A table is given, describing the components to their respective pins, each with its own role. The source code of the system is provided.

Keywords: Arduino, ATmega328P, microcontrollers, port manipulation.

Въведение

Порт-манипулацията представлява по-бързо манипулиране на входно-изходните пинове на микроконтролера чрез програмиране на ниско ниво на портовите регистри. За нуждите на настоящата публикация е ползвана микроконтролерна развойна платка Arduino Uno Rev3 с ATmega328P AVR микроконтролер. Програмирането чрез така наречената порт-манипулация притежава както своите предимства, така и своеобразни рискове, от които сме се абстрахирали за целите на нашата публикация.

Рискове на порт-манипулацията:

- Програмният код може да представлява затруднение при отстраняване на грешки, поддръжка и разбиране от последващи програмисти;
- Кодът е по-малко преносим. Ако се ползват библиотеки с готови написани функции като `digitalRead()` и `digitalWrite()` например, е много по-лесно той да работи на всички микроконтролери от сходна серия, докато при директна манипулация на регистрите може да доведе до грешка поради различни регистри за всеки вид микроконтролер;
- Директният достъп до портовете може да доведе до неволни неизправности. Така например лесно може да се промени серийният пин (RX) от серийния порт чрез невнимателна промяна на бита от 0 към 1 и той да спре да работи.

Както обаче гласят 2 от общо 19-те принципа за програмиране из „кодекса“ на програмния език Python, наречен Zen of Python: “Не оставяйте грешките незабелязани...“, “... освен ако не сте ги скрили умишлено”, ако се предвидят всички заплахи на този вид програмиране и се заобиколят професионално, това би довело до използване на предимствата на порт-манипулацията (**The Zen of Python, 2020**):

- Изпълнението на кода отнема само няколко микросекунди. Позволява много бързо включване и изключване на пинове в рамките на няколко микросекунди. Кодът, съдържащ се във функциите `digitalRead()` и `digitalWrite()` представлява

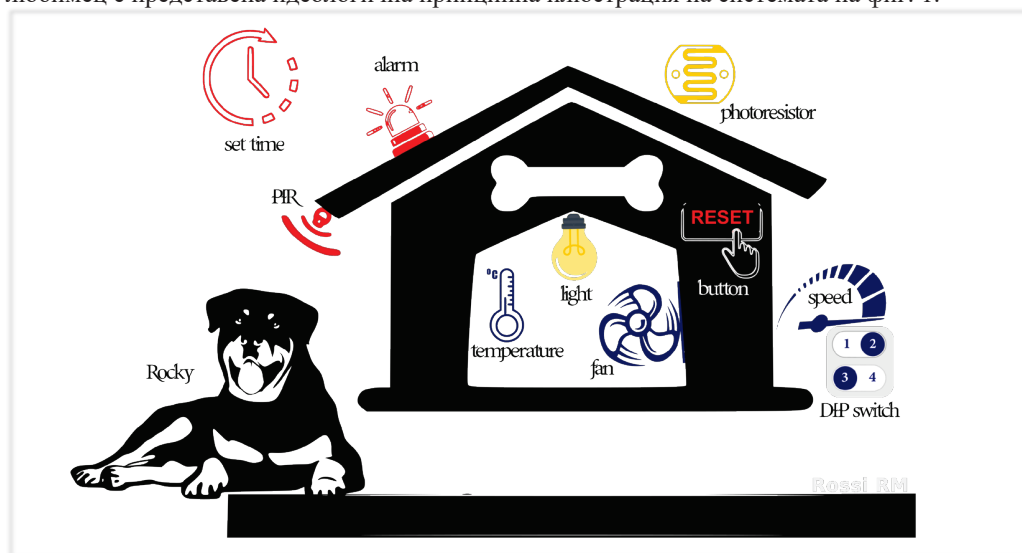
дузина или няколко реда, които се компилират в немалко машинни инструкции. Всяка машинна инструкция изисква един тактов цикъл от 16MHz (за нашия микроконтролер), който може да струва доста време понякога в чувствителни откъм време приложения. Директният достъп до портовете може да свърши същата работа за много по-малко цикли на кварцовия генератор;

- Директният достъп до портовете позволява едновременно задаване на множество изходни пинове, което чрез отделно последователно извикване на функции може да повлияе отново по време изпълнението на дадена програма;
- Програмният код, написан чрез порт-манипулация заема значително по-малко памет, което се явява основен момент при микроконтролерите, тъй като разполагат с ограничена програмна памет. Така компилираният код изисква много по-малко байта, за да се зададат едновременно няколко пина чрез регистрите на портовете, отколкото ако се използва цикъл for, за да се зададе всеки пин поотделно (Barrett, 2020).

ATmega328P е високопроизводителен нискомощен AVR 8-битов микроконтролер, разполагащ с 3 порта (B, C, D), контролирани от три вида регистри (DDR, PORT, PIN) (Microchip, 2020). Той е напълно достатъчен за изпълнение на целите на публикацията, а именно създаване на интелигентна електронна система за обслужване на домашен любимец (в нашия случай куче - Rocky).

Интелигентна електронна система Rocky

За създаването на интелигентна електронна система, обслужваща например домашен любимец е представена идеологична принципна илюстрация на системата на фиг. 1.



Фиг.1. Принципна илюстрация на системата

Идеята за проекта е следната: чрез фоторезистора да се управлява осветление евентуално в помещение, обитавано от домашен любимец. Чрез температурен сензор да се следи температурата в помещението и да се управлява моторче за вентилация (в нашия случай за охлаждане). Скоростта на вентилация се настройва от превключвател с 4 степени. Чрез сензор за движение се следи присъствието на Роки, като при отсъствие повече от зададеното време от стопанина се задейства аларма чрез звънец в случая, която се

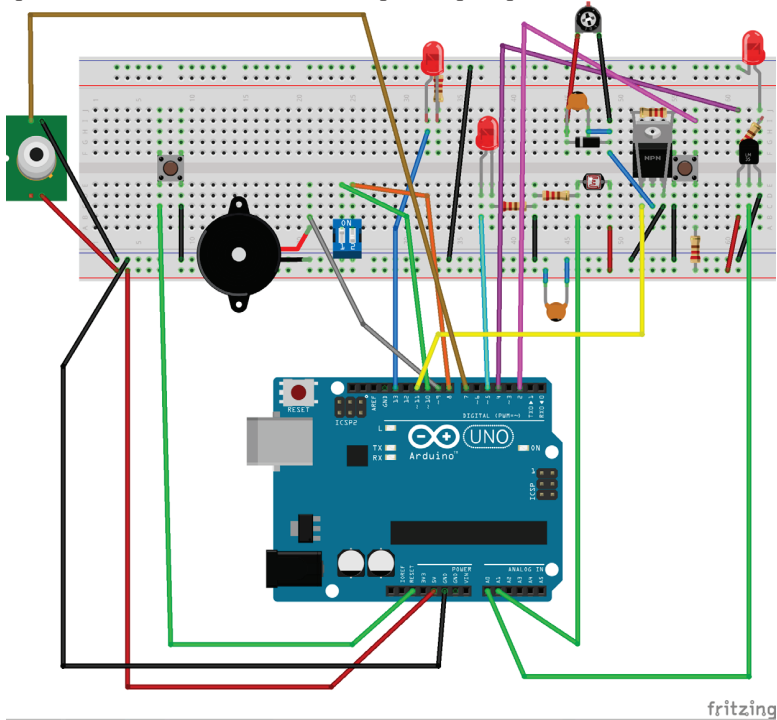
деактивира от засечено движение или чрез бутон за RESET на цялата система на място от стопанина. Съществува и отделен бутон за моментно контролно осветление в помещението.

За нуждите на една такава система са подбрани примерни електронни компоненти, които може да бъдат заменени със свои аналози като марка и модели. В табл. 1 са представени основните компоненти, свързващи се към съответния си пин, както и ролята на всеки пин (Input = Вход, Output = Изход).

Табл. 1. Свързване на компонентите към съответните пинове с определена роля

I/O	ПИН №	КОМПОНЕНТ
Input DDD2	2	Бутон №2 (PUSH)
Output DDD4	4	Зелен светодиод (LED)
Output DDD5	5	Жълт светодиод (LED)
Input DDD7	7	Сензор за движение (PIR)
Input DDB0	8	Превключвател (DIP Switch)
Output DDB1	9	Звънец (Buzzer)
Input DDB2	10	Превключвател (DIP Switch)
Output DDB3	11	Вентилатор 5V (Fan)
Output DDB5	13	Червен светодиод (LED)
Input	RESET	Бутон №1 (PUSH)
Input ADMUX0	A0	Температурен сензор (TMP36)
Input ADMUX1	A1	Фоторезистор

Освен изброените в таблица 1 компоненти, в системата се използват и резистори: 4 бр. 330 Ω, 1 бр. 2.2 kΩ, 1 бр. 1 kΩ, 1 бр. 10 kΩ; диод: 1 бр. 1N4004; транзистор: 1 бр. N-Channel MOSFET и кондензатори: 2 бр. 100 nF. На фиг. 2 е изобразена прототипната принципна схема на свързване на компонентите към микроконтролера Uno.



Фиг.2. Прототипна схема на свързване на системата

Пълният програмен код на системата е предоставен в уебсайта на автора и се намира на адрес <https://rossirm.com/portmanipulation.php>. Част от кода, базиращ се на принципа на порт-манипулация изглежда по следния начин:

```
...
// Инициализация на АЦП
void initADC() {
    ADMUX &= ~(1<<5); // Зануляване на бита ADLAR = 0, който влияе върху
представянето на резултата от АЦП и преобразуване в регистъра за данни (бит ADLAR)
    ADMUX |= 1<<6; // Избор на референтно напрежение = 5V от платката за АЦП (бит
REFS0)
    ADMUX &= ~(1<<0); // Избран аналогов канал. Ползване на ADC0, пин A0 (бит
MUX0)
    ADCSRA |= (1<<2) | (1<<1) | (1<<0); // Задаване на делител 128 между системната
тактова честота и собствения такт на АЦП (битове ADPS2:0)
    ADCSRA |= (1<<7) | (1<<3); // Активиране на прекъсване и на модула на АЦП (битове
ADEN и ADIE)
}
...
// Прекъсване от АЦП
ISR(ADC_vect) {
    if (~ADMUX & (1<<0)) { // Проверка дали BIT 0 = 0
        adcl0=ADCL; // Прочитане и записване на стойността от младшия регистър
        adch0=ADCH; // Прочитане и записване на стойността от старшия регистър
    }
    if (ADMUX & (1<<0)) { // Проверка дали бит 0 = 1
        adcl1=ADCL; // Прочитане и записване на стойността от младшия регистър
        adch1=ADCH; // Прочитане и записване на стойността от старшия регистър
    }
    ADMUX = ADMUX ^ B00000001; // Превключване на каналите на АЦП,
мултиплексиране
    ADCSRA |= 1<<6; // Стартиране на АЦП отново (бит ADSC)
}
...
```

Заключение

Предложеният подход на програмиране чрез манипулиране на портове цели да представи един основен, но и актуален винаги метод на програмиране, който трябва да се предприема с изключителна увереност, следвайки стриктно документацията. Порт-манипулацията е подходяща в случаи, когато паметта на микроконтролера е оскъдна или е нужно освобождаване на допълнителен цикъл. Така кодът работи по-бързо, отколкото със стандартни функции. Стандартните функции и библиотеки посвоему са налице с причина - по-удобни са за потребителя. Решението и умението са задачи на програмиста. Тази публикация предлага решение на проект именно чрез уменията на авторите ѝ.

Библиография

1. Barrett S. F., Arduino II: Systems, Morgan & Claypool Publishers, 2020.
2. Microchip, ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P ATmega328P Data Sheet CompleteDS40002061B, Microchip Technology Inc., 2020.
3. PEP 20 - The Zen of Python | Python.org, <https://www.python.org/dev/peps/pep-0020/>, последно достъпен на 27.10.2020;

КЛЕТЪЧНИ МОБИЛНИ КОМУНИКАЦИОННИ СИСТЕМИ - 5G СЦЕНАРИИ И УСЛУГИ

Тихомир Ловчалиев

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

CELLULAR MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS - 5G SCENARIOS AND SERVICES

Tihomir Lovchaliev

Plovdiv Univesrsity Paisii Hilendarski

Резюме - Мрежата от следващото поколение 5G е проектирана да поддържа трафик на голямо количество данни и огромен брой безжични връзки. Високочестотният 5G спектър осигурява очаквания скок не само в скоростта, но и в капацитета, ниска латентност и високо качество. В тази статия се предоставя преглед на 5G сценариите и 5G услугите, дефинирани от Международния съюз по телекомуникации - Радиокомуникационен сектор (ITU-R). Дефинирани са трите основни сценария за използване на 5G, а именно подобрена мобилна широколентова връзка (eMBB), ултра надеждна комуникация с ниска латентност (URLLC) и масивна комуникация тип машина (mMTC). Описани са съществуващите 5G услуги, които могат да се категоризират на разпръсквателни, интелигентни, вездесъщи, автономни и публични 5G услуги. 5G сценариите водят до някои ключови предизвикателства за ефективността, които 5G технологията ще трябва да посрещне, за да отговори на очакваните ключови показатели за производителността. Ето защо в статията са очертани насоки за потенциални бъдещи изследвания в областта на 5G.

Ключови думи: 5G сценарии, 5G услуги, ниска латентност

Abstract - The next-generation network of 5G is projected to support large amount of data traffic and massive number of wireless connections. The high band 5G spectrum provides the expected boost not only in speed but also in capacity, low latency, and quality. In this paper, we provide a brief overview of 5G services and scenarios. The ITU- Radiocommunication Sector has defined three usage scenarios for 5G. They are eMBB (enhanced Mobile Broadband), URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communications), mMTC (massive Machine Type Communications). The existing 5G services are categorized into immersive 5G services, intelligent 5G services, omnipresent 5G services, autonomous 5G services, and public 5G services. 5G scenarios lead to some key performance challenges that 5G technology will need to meet the expected key performance metrics. Therefore, the article outlines guidelines for potential future research in the field of 5G.

Keywords: 5G scenarios; 5G services; low latency

I. Въведение

Развитието на технологията за широкомащабна интеграция на полевите транзистори – метал-оксид-полупроводник (MOS), теорията на информацията като и клетъчните мрежи доведе до развитието на достъпни мобилни комуникации. 1G се отнася до първото поколение безжични клетъчни технологии (мобилни телекомуникации). Това са

аналоговите телекомуникационни стандарти, които бяха въведени през 80-те години и продължиха, докато не бяха заменени от 2G цифрови телекомуникации. Основната разлика между двете мобилни клетъчни системи (1G и 2G) е, че радиосигналите, използвани от 1G мрежите, са аналогови, докато 2G мрежите са цифрови. Второто поколение представя нов вариант на комуникация, наречен SMS или текстови съобщения, който първоначално е достъпен само в GSM мрежите, но в крайна сметка се разпространява във всички цифрови мрежи. Тъй като използването на 2G телефони става все по-широко и хората започват да използват мобилни телефони в ежедневието си, става ясно, че търсенето на данни (като достъп до сърфиране в интернет) нараства. Освен това опитът от фиксирани широколентови услуги показва, че също ще има постоянно нарастващо търсене на по-големи скорости на данни, така че индустрията започва да работи върху следващото поколение технология, известна като 3G. 3G телекомуникационните мрежи поддържат услуги, които осигуряват скорост на трансфер на информация от най-малко 144 kbit/s. Четвъртото поколение 4G е широколентова клетъчна мрежова технология, наследяваща 3G. Приложенията му включват подобрен мобилен уеб достъп, IP телефония, игри, мобилна телевизия с висока разделителна способност и видеоконференции. Като характерни черти на мрежата от следващо поколение 5G се считат значително по-голям капацитет и по-високи скорости на потребителски данни от днешните възможности, за да отговори на нарастващите изисквания на потребителите.

Международният съюз по телекомуникации-Радиокомуникационен сектор (ITU-R) е дефинирал три сценария за използване на 5G [1]. Те включват подобрена мобилна широколентова връзка (eMBB), ултра надеждна комуникация с ниска латентност (URLLC) и масивна комуникация тип машина (mMTC). Разширяването на 5G от eMBB до mMTC и URLLC идва от наблюдението и търсенето на потребителя и тенденциите в приложението. От една страна се очакват потоци с висока скорост на предаване на данни както до хората (например изтегляне на поточно видео), така и до облачния сървър (напр. потребителят споделя своите видеоклипове с приятелите си). Моменталната и ниска латентност на връзката става жизненоважна за потребителския опит за включване на обогатена реалност (AR) и виртуална реалност (VR). Плътността на потребителите с толкова голямо търсене също се увеличава, особено в градските райони. Следователно, поставената заявка за висока скорост на предаване на данни в съчетание с висока плътност на потребителите и мобилността на потребителя се превръща в движеща сила за развитието на 5G, която изисква значително подобрена способност за мобилни широколентови услуги.

II. Какво знаем за 5G услугите и сценариите за приложения

Въз основа на опита на крайните потребители, настоящите 5G услуги са категоризирани в разпръсквателни, интелигентни, вездесъщи, автономни и публични 5G услуги [1]. Услугите на eMBB като сърфиране в мрежата, социални приложения с текстови съобщения, споделяне на файлове, изтегляне на музика и т.н. вече са много популярни и добре поддържани от 4G комуникационните системи. В бъдеще се очаква услугите с по-висока скорост на предаване на данни като видео с ултра висока разделителна способност (UHD), 3D видео както и подобрена реалност и виртуална реалност да доминират в комуникационните изисквания между хората. В допълнение към гореспоменатите услуги с висока скорост на предаване на данни се появява и търсенето на услуга с висока скорост на предаване, например, споделянето на HD видео от потребителите. Тези изисквания към услугите определят нови граници на хоризонта за разработване на eMBB. UHD/3D видео, включващо 4K UHD and 8K UHD видео стриймингът [1]. изисква до 300 Mbit / s обмен на данни. От изследването на технологичните възможности за подобрена мобилна широколентова връзка, проведено в 3GPP (3rd Generation Partnership Project) [4], заявената скорост на предаване на данни от 4K и 8K UHD видео са изброени в Таблица 1 [5]. Предоставянето на потребителската подобрена реалност (AR) и виртуалната реалност

(VR) са приложенията, които носят ново изживяване на потребителите на eMBB. Таблица 1 обобщава петте категории услуги на 5G. Визията на 5G е да осигури ултра ниско забавяне на потребителското изживяване, оптично влакно до точка при свързани повече от 100 милиарда устройства с подобрена енергийна и разходна ефективност.

Таблица 1: Обобщение на петте категории услуги на 5G.

Категории	Услуги
Разпръсквателни 5G услуги	Стрийминг на масивно съдържание Виртуална разширена реалност Телеприсъствие
Интелигентни 5G услуги	Обслужване на многолюдна зона Потребителски ориентирани изчисления Edge/FOG Computing
Вездесъщи 5G услуги	Интелигентни персонални устройства/Здраве Интелигентна сграда / Мрежа Системи Smart City / Smart Factory
Автономни 5G услуги	Интелигентен транспорт/Телеоперация 3D свързаност, базирана на дронове Услуга, базирана на роботи
Публични 5G услуги	Частна охрана и обществена безопасност Мониторинг на бедствия Спешна помощ

Масивна комуникация от типа машина (mMTC) и ултранадеждна и ниска латентност комуникация (URLLC). Услугите mMTC и URLLC са подмножество от услугите на интернет на нещата (IoT). Те се считат за първата стъпка към 5G мрежата, която влиза в широкия набор от IoT услуги, характеризиращи се с ключовите изисквания за услугите. В бъдеще всеки обект, който може да се възползва от свързването, ще бъде свързан чрез безжични технологии. 5G си поставя за цел да поддържа различни сценарии и приложения, включително eMBB, mMTC и URLLC. Фигура 1 илюстрира широките категории случаи на употреба, на които 5G ще отговори.



Фигура 1. 5G сценарии за употреба

Перспективите за възможностите на 5G съгласно препоръката за визия на ITU-R IMT-2020 са показани на Фигура 2. Стойностите на фигурите по-горе са цели на изследвания за IMT-2020 и могат да бъдат преразгледани в светлината на бъдещите проучвания.



Фигура 2. Перспективи за възможностите на 5G

А. Подобрена мобилна широколентова връзка (eMBB)

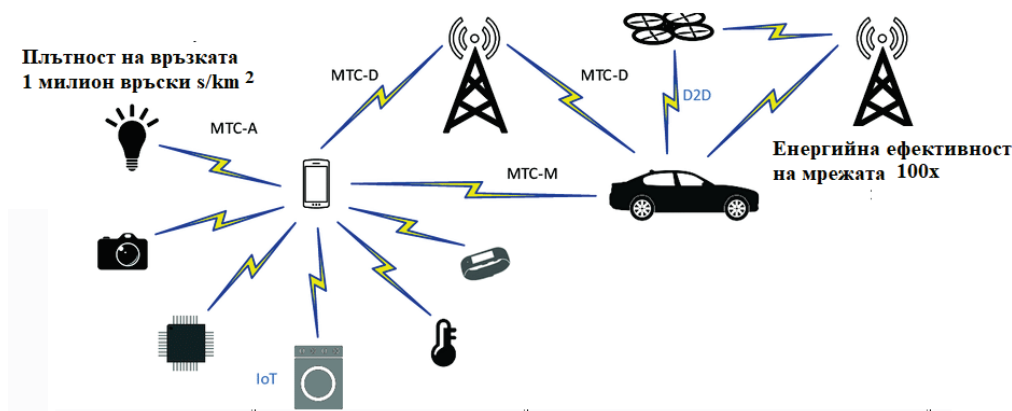
eMBB е повече или по-малко ясна еволюция на мобилните мрежи (както беше споменато по-горе, MBW е първоначален случай за използване на LTE). 5G трябва да разшири допълнителната мрежова пропускателна способност и да подобри потребителското изживяване. За 5G целевата пропускателна способност е до 20 Gbps в канал за низходяща връзка (т.е. от базова станция до потребителско оборудване). За да отговори на това изискване, са необходими нови честотни ленти за 5G, за да се формира канал с честотна лента до 1 GHz. Друга възможност за такава висока производителност са мултиантенното предаване и формирането на лъча. Мултиантенното предаване е важен компонент на 5G мрежата, особено във високи честотни ленти, където разпространението на вълните е много ограничено. Таблица 2 показва реда на пиковите честоти за честотна лента [6].

Честоти,	Честотна лента, Hz	MIMO	Пик, скорост, Gbps
24-28	1000	2x2/4x4	10/20
3,3-4,9	100	4x4	2
<1	20	2x2	0,2

В. Масивна комуникация тип машина (mMTC).

Употребата mMTC касае огромен брой устройства като различни сензори и измервателни уреди, дистанционно наблюдение на оборудването и т.н. Отличителна черта на такива устройства е много ниската консумация на енергия и относително малкото количество предадени данни. Така че за тези случаи на употреба не се изискват високи скорости. Способността да поддържат много устройства, които рядко предават малки пакети (обикновено толерантни към забавяне) и ефективни UE функции (потребителско

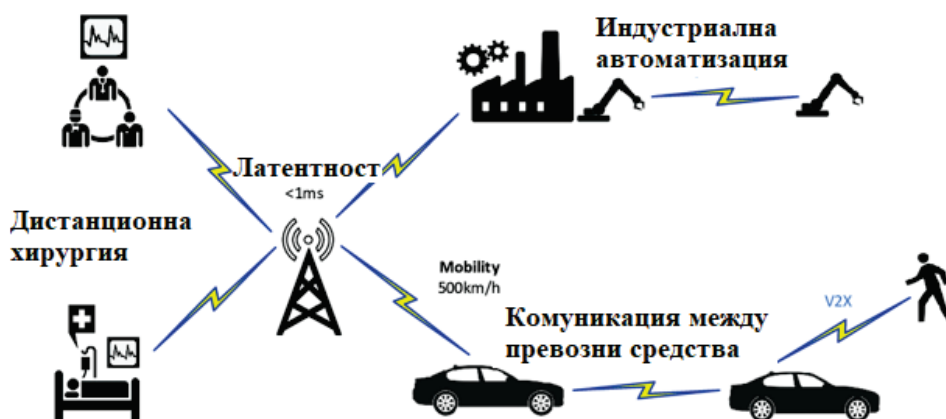
оборудване) за спестяване на енергия са ключови градивни елементи в тази област. *Фигура 3*: mMTC осигурява ефективна свързаност за внедряване на огромен брой географски разпределени устройства. За mMTC са планирани три вида достъп: директен достъп до мрежата (MTC-D), достъп чрез агрегиращ възел (MTC-A) и D2D достъп с малък обхват (MTC-M).



Фигура 3. Масивна комуникация тип машина (mMTC).

С. Ултра надеждна комуникация с ниска латентност (URLLC)

Този случай на употреба има строги изисквания за възможностите като пропускателна способност, латентност и наличност. Някои примери включват безжичен контрол на промишленото производство или производствени процеси, дистанционна медицинска хирургия, автоматизация на разпределението в интелигентна мрежа, безопасност на транспорта и др. Ултранадеждната ниска латентност (URLLC) осигурява ултранадеждна и ниско латентна комуникация за взискателни приложения, напр., V2X - комуникация между превозно средство и всеки обект, който може да повлияе или да бъде повлиян от превозното средство, безопасност на движението по пътищата и движението, фабрична автоматизация, прецизна индустрия, критични здравни комуникации и др.



Фигура 4. Ултра надеждна комуникация с ниска латентност (URLLC)

II. Потенциални бъдещи изследвания в областта на 5G

Две думи обясняват разликата между сегашните ни безжични мрежи и 5G: скорост и латентност - скоростта се очаква да бъде до сто пъти по-бърза и латентността - много ниска. Такива скорости предлагат вълнуващи възможности за нови разработки и приложения в множество индустрии и икономически сектори. Сценариите за употреба на 5G водят до някои ключови предизвикателства за ефективността, които 5G технологиите ще трябва да предприемат, за да отговорят на очакваните ключови показатели за ефективност (KPI).

- **Пропускателна способност:** осигуряват 1000 пъти повече налична съвкупност, както и 10 пъти повече скорост за отделните крайни потребители. Това изисква интегриране на нови форми на излъчвани услуги.

- **Отговаряне на изискванията за ниска латентност:** 5G мрежите изискват ултра ниска детерминирана латентност, за да функционират правилно. Необходимо е устройство, което може да позволи само едно милисекундно закъснение за еднопосочна комуникация в цялата инфраструктура. Старите мрежи просто не могат да се справят с тази скорост и обем данни.

- **Справяне с нови проблеми на сигурността:** Всяка нова технология носи нови рискове - и 5G не е изключение. Предвид силно разпределение, свързан и понякога отдалечен характер на 5G мрежите, трябва да се обърне внимание на възникналите потенциални проблеми с киберсигурността.

- **Поддържане на ниски разходи за експлоатация и поддръжка:** Добавянето на необходимия хардуер за 5G мрежите, може значително да увеличи оперативните разходи (OpEx). Мрежите трябва да бъдат конфигурирани, тествани, управлявани и редовно актуализирани - всичко това, което експоненциално увеличава OpEx.

III. Изследване в областта на малките клетки

Изследователите се фокусират върху малките клетки, за да отговорят на много по-високите изисквания за капацитет за данни на 5G мрежите. Тъй като мобилните оператори се стремят да уплътняват своите мрежи, изследванията на малките клетки водят към решение. Малките клетки са ниско захранвани радиодостъпни точки, които заемат мястото на традиционните безжични предавателни системи или базови станции. Използвайки предавания на данни с малка мощност и къси разстояния в малки географски райони, малките клетки са особено подходящи за разпространението на високочестотни 5G.

Заклучение

Разработката на 5G е обширен процес, който се нуждае от широка подкрепа от страна на различни индустрии, SDO (Software Development Outsourcing) и администрации. Въпреки че концепцията за 5G все още се развива, обзорът разкрива възникващи общи характеристики. Подобрения в производителността се очакват главно от комбинация от мрежово уплътняване (напр. Малки клетки, D2D), увеличен спектър (подобнена агрегация на носители, споделяне на спектъра, честоти над 6 GHz) и подобрени технологии за безжична комуникация (напр. масивна MIMO, виртуална нулева латентност- RATs). Комуникациите от типа машина ще имат нарастващ дял от мрежовите връзки и трафика. Комбинацията от движещи се мрежи и ултра надеждни комуникации наистина изисква нови решения поради строгите технически изисквания при предизвикателни условия на разпространение. Виртуализацията на мрежата, особено под формата на Cloud RAN развитие, също ще има значителна роля в 5G. Случаите на употреба, сценариите и

разпределението на спектъра имат толкова висока променливост, че е необходима изключителна гъвкавост, мащабируемост и реконфигурируемост при интегрирането на цялостната 5G система

REFERENCES

1. ITU-R, “M.2083 IMT Vision – ‘Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond’,” July 2015, <http://www.itu.int/rec/R-REC-M/en>
2. 5G System Design An End to End Perspective-Wan Lei · Anthony C.K. Soong · Liu Jianghua Wu Yong · Brian Classon, Weimin Xiao, David Mazzaresse Zhao Yang, Tony Saboorian -Springer
3. IMT-2020, P.G. 5G Concept. IMT-2020 (5G) Promotional Group, China. Volume 2, 2015. Available online: <http://www.imt-2020.org.cn/en/documents/download/3> (accessed on 11 October 2018).

КАМЕРА ЗА КАЛИБРИРАНЕ НА РАДОН МОНИТОРИ

Светослав Хаджигенчев

РЗИ – Смолян, България

CHAMBER FOR RADON MONITORS CALIBRATION

Hadzhigenchev Svetoslav

Regional Health Inspectorate, Smolyan, Bulgaria

Abstract

In implementation of the National Action Plan for Reducing the Risk of Radon irradiation, a large number of measurements of radon concentration are performed and will be performed in various sites using various types of radon monitors.

For reliable results, it is necessary to work with calibrated instruments. Calibrations are not performed in the country currently, and those abroad are expensive and time-consuming.

A low cost camera for calibration of radon monitors has been constructed in the Regional Health Inspectorate of Smolyan. The volume of the chamber is 20 or 40 liters. Radium, applied to the hands of clocks, is used as a source of radon. There are two modes of operation - steady flow mode and accumulation and decay mode. A calibrated real time reading monitor is used as a reference tool. The data readings are obtained via Bluetooth.

Calibration curves for the different modes are obtained. The activity of the source is estimated at 700 Becquerels. Times to reach steady states are estimated too.

Suggestions have been made also to improve the operation of the installation.

Keywords: radon monitors calibration, radon chamber, radon concentration measurement

1. Introduction

Radon is an invisible, odourless gas produced by the decay of $^{226}\text{Radium}$ in the Earth's crust. It surrounds us as part of the air we breathe. It is radioactive with a half-life of 3.8 days and it decays by alpha emission to polonium, lead and bismuth. They are also radioactive and even more dangerous due to their shorter half-lives.

Radon and its progeny are the most important source of radiation exposure for humans.

Radon monitoring is important because Radon induced lung cancer and kills approximately 21,000 people in the US and nearly the same number in the European Union every year! It is the number 1 cause of lung cancer in non-smokers.

Radon monitors are used to measure radon gas concentration in buildings. Radon monitors are calibrated in radon chambers. Radon chambers are airtight containers containing a certain concentration of radon gas.

2. Materials and Methods

2.1 The installation

The installation consists of: dryer, pump, flowmeter, radon source, chamber, fan, reference device and valves – Fig. 1.

The chamber is made of a transparent polypropylene box with a volume of 20 liters. A liquid silicone sealant is placed between the lid and the chamber before closing. If a second such box is used for the lid, the total volume becomes 40 liters. The volume of the chamber is important for

the amount of detectors it can hold, the time of establishment of a given concentration, and together with the flow rate – for the decay correction factor.

The intake air dehumidifier is a container with two openings filled with silica gel. The air dried in the silica gel vessel passes through a pump and then through a flow meter with a valve to regulate the flow.

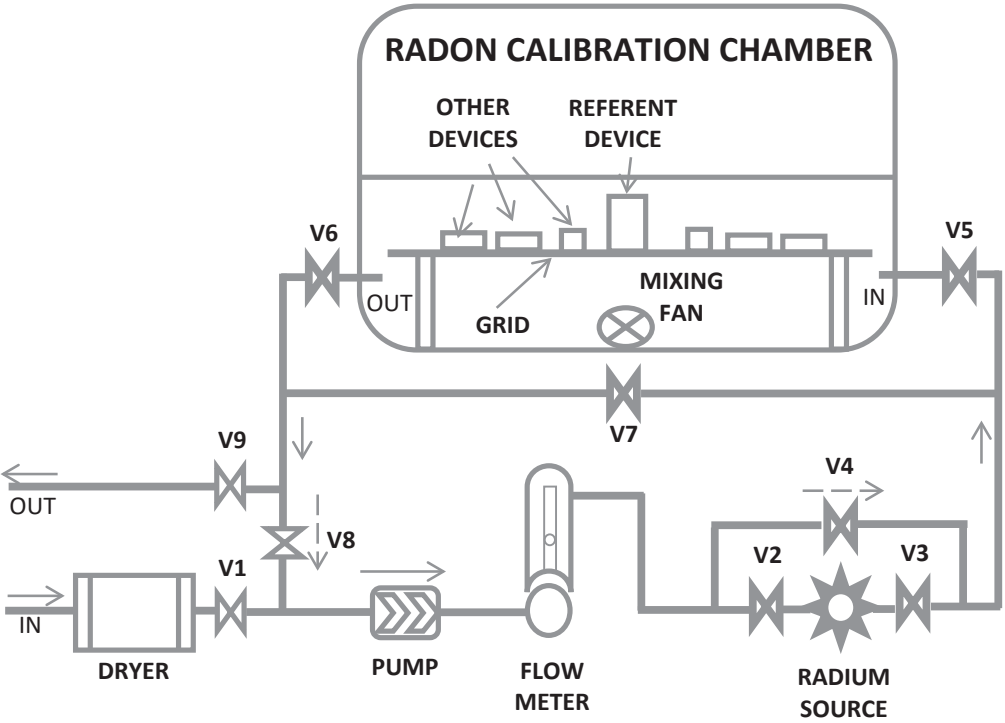


Fig.1

Clock hands, as a sample of the radium element, are used as a source of radon. The clock hands are placed on the bottom of a bubbler. Passing over them, the air is enriched with radon and then enters the chamber.

The instruments to be tested together with the referent instrument are placed on a metal grid. A fan is placed on the bottom of the chamber under the grid. It works at reduced speed and serves to evenly distribute the radon concentration throughout the volume of the chamber.

A thermohygrometer is placed inside the chamber to control the temperature and humidity.

The valves allow the camera to operate in different modes by stopping and changing the direction of the air flow.

The traceability of the measurements is ensured by using the South Korean device Radon Eye RD200 calibrated by the French company GT Analytic. Its readings are obtained via a Bluetooth connection. A special module has been designed to ensure uninterrupted power supply to the device. It includes dc dc converters and a battery with charge controller.

The general view of the installation is shown on Fig.2.

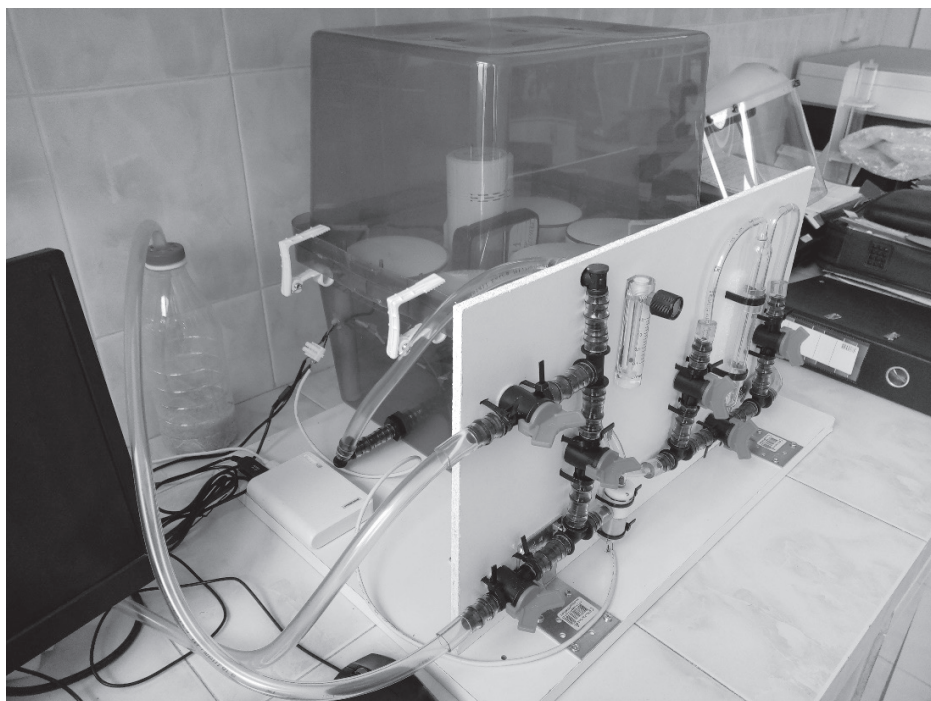


Fig.2

2.2 Modes of operations

The camera can operate in two modes - steady flow mode and accumulation and decay mode –

Working modes

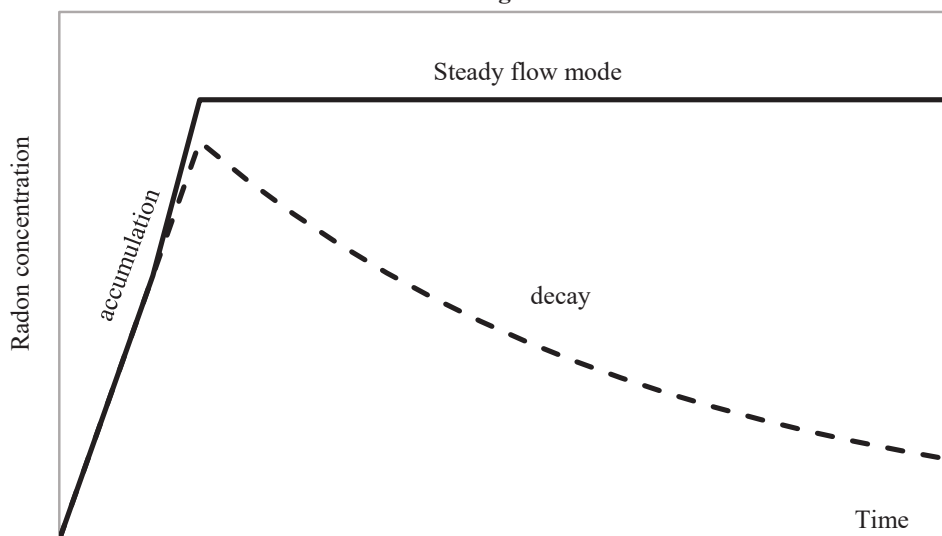


Fig.3

In Steady flow mode the air flow enriched with radon gas is kept constant. The expected concentration of radon in the chamber is given by the formula [2]:

$$C(^{222}\text{Rn}) = f_1 \cdot f_2 \cdot A(^{226}\text{Ra}) \cdot \chi(^{222}\text{Rn}) / F, \quad (1)$$

Here $C(^{222}\text{Rn})$ is the radon concentration in Becquerels per cubic meter, $A(^{226}\text{Ra})$ is the activity of the radium source in becquerels, f_1 is the emanation coefficient of the source, f_2 is the decay correction factor, F is the flow rate in cubic meters per second, $\chi(^{222}\text{Rn})$ - is the decay constant of radon ($2.09822 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$).

In accumulation and decay mode, during the first phase - accumulation, the air in the chamber is enriched with radon to a certain concentration. Then the chamber is closed. During the second phase, the radon undergoes decay and its concentration drops exponentially. The average concentration over the exposure period can be calculated by integrating the following formula:

$$C(^{222}\text{Rn})(t) = C_0(^{222}\text{Rn}) \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \quad (2)$$

or by averaging the readings of the calibrated reference instrument over regular periods of time. The new variables here are: $C_0(^{222}\text{Rn})$ - is initial radon concentration after the phase of accumulation and t is the time in seconds.

In both modes, the activity of the source and its emanation coefficient are unknown. For that reason the average radon concentration is obtained by averaging the hourly readings of the reference instrument and not by calculations.

3. Results

3.1 Accumulation and decay mode

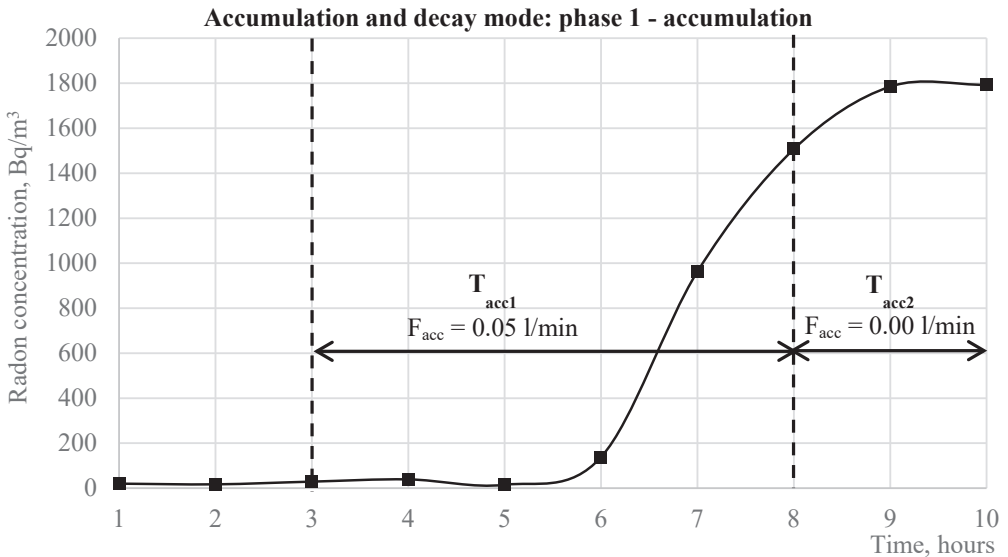


Fig.4

With the chamber outlet open, radon-enriched air with a flow rate of 0.05 l/min is introduced. Five hours after the start, at about 1500 Bq/m³, the inlet and outlet of the chamber are closed. Another two hours are needed to reach maximum concentration (in this case 1800 Bq/m³) and begin the exponential decay.

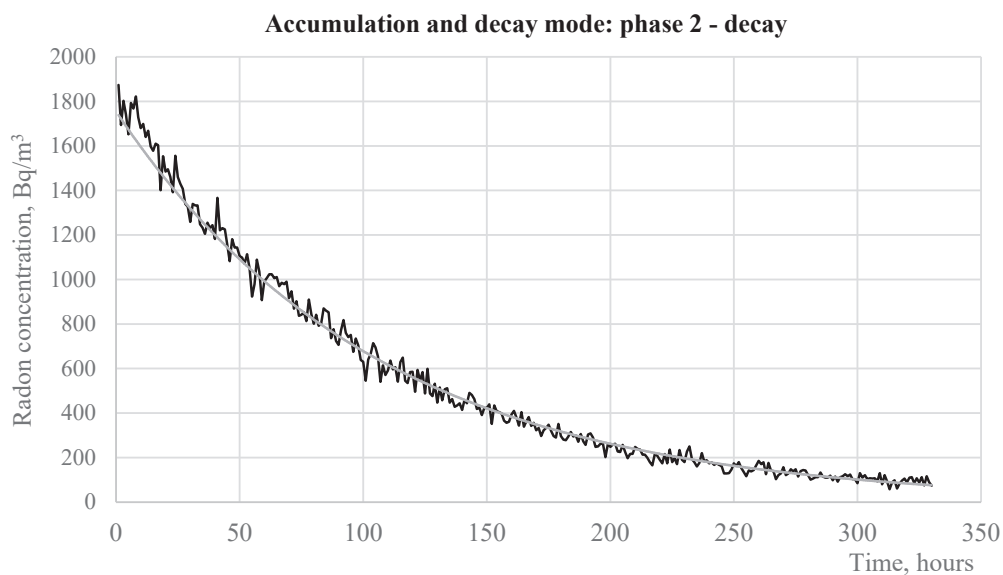


Fig.5

The experimentally determined decay constant of 0.00861 h^{-1} is slightly higher to the known $\chi(^{222}\text{Rn}) = 0.00755 \text{ h}^{-1}$ due to insufficient sealing of the chamber. The solid curve on Fig. 6 shows the average radon concentration since the beginning of the radon accumulation process.

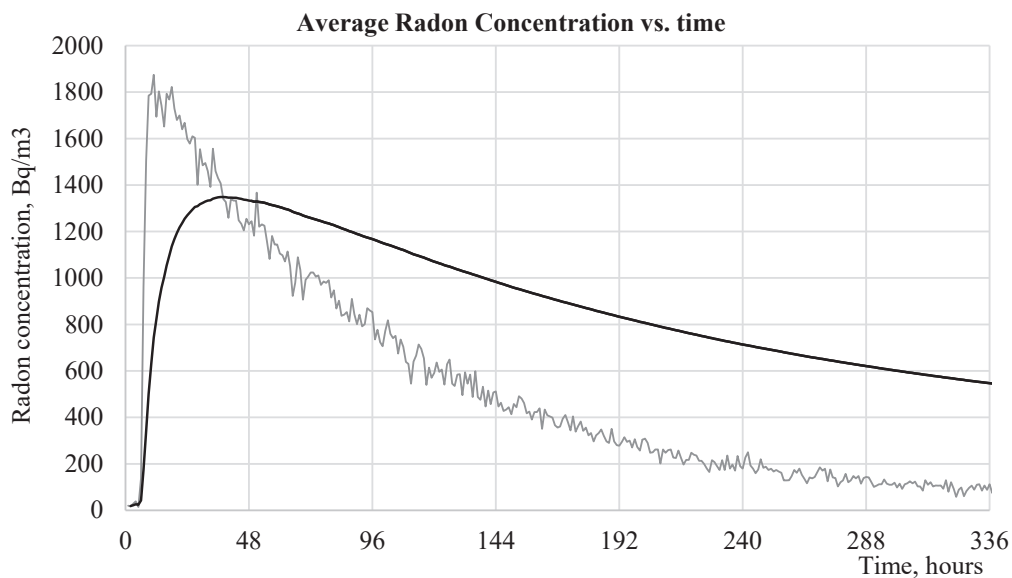


Fig. 6

3.2 Steady flow mode

Fig.7 shows the radon concentration time diagrams at different air flows.

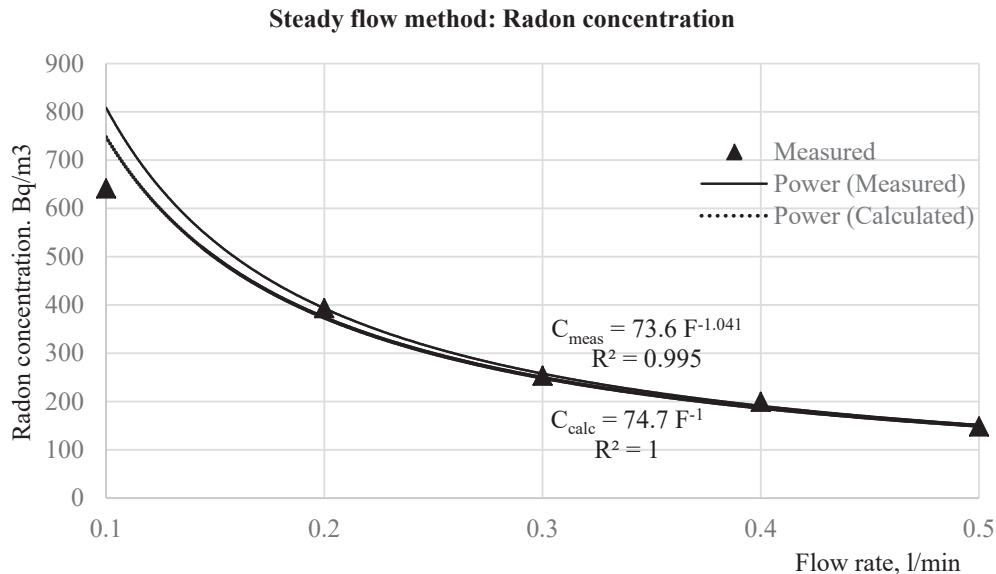


Fig.7

There is a good coincidence between the experimental and the theoretical curves at source activity of about 700 Bq. $C(^{222}\text{Rn})_{\text{mah}} \approx 650 \text{ Bq/m}^3$.

Fig. 8 shows the times to reach steady states (TTRSS[1]) at different flow rates.

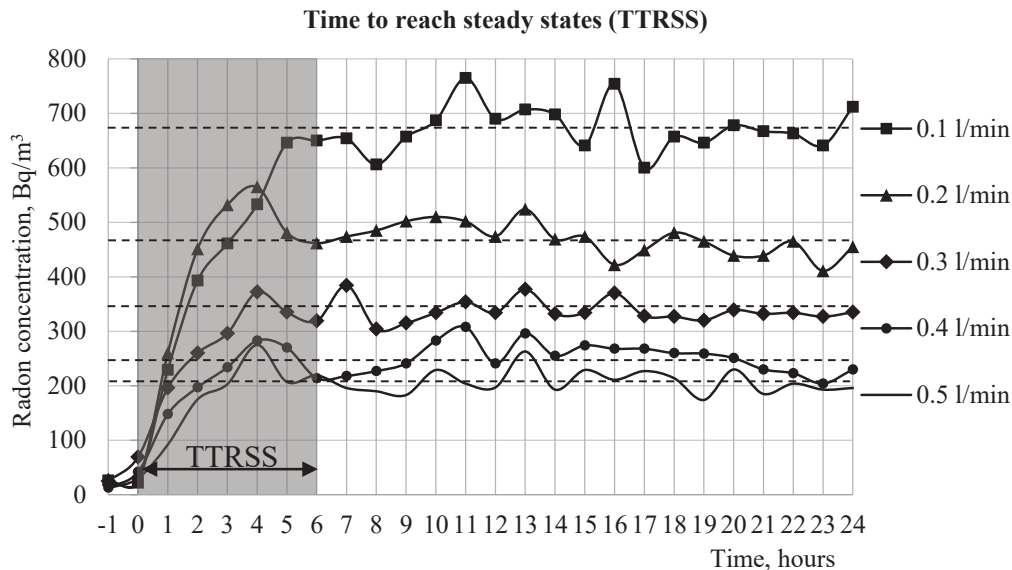


Fig.8

The maximum time to reach steady state is about 6 hours at flow rate 0.1l/min. There is no significant difference in the settling times at higher flow rates, which are about 4 hours.

4. Conclusions

The study shows that a camera to calibrate radon monitors can be done with little cost. The results are encouraging.

Steady flow mode is preferred to accumulation mode but more expensive.

In the mode of accumulation and decay, values of radon concentration between 1000-2000 Bq/m³ can be achieved. In steady flow mode installation allows calibration of radon monitors at relatively low concentrations of radon - 100-600 Bq/m³. Over 95% of the results of the measurements carried out under the National Plan fall into this range. But it would be better to achieve higher values in this mode as well by increasing the activity of the source.

In addition to the calibration of conventional active and passive radon monitors, the installation can also be used to calibrate specially designed ones, for example to record variations in radon emissions prior to earthquakes.

Guidelines for improvements (will affect the price):

- flow stabilization (expensive but not much)
- better and more functional sealing of the camera (inexpensive)
- making airtight holes with latex gloves for manipulating the detectors (inexpensive)
- increasing the volume of the chamber and using a source with greater activity (expensive)
- testing the camera in environment with controlled temperature and humidity (expensive)

5. References

- [1] Kotrappa, P., Stieff, L. R. and Volkovitsky, P.. Radon monitor calibration using NIST radon emanation standards: Steady flow method. Radiat. Prot. Dosim. 113, 70–74 (2004).
- [2] Kotrappa, P., Stieff F. One cubic metre NIST traceable radon test chamber. Radiation Protection Dosimetry, Volume 128, Issue 4, March 2008, Pages 500–502
- [3] Dubslaff M. Quality of Radon Measurements. Radon and Radon Progeny Chambers for Calibration, EURADOS winter school 2019, Łódź, Poland, 14.02.2019,
- [4] Hosseini Pooya S.M., Taheri M. A calibration setting with uncertainty measurements for passive/active radon monitors using flow-through source type, Applied Radiation and Isotopes, 73 (2013) p. 49–51

**WEDDERBURN-ОВО РАЗЛАГАНЕ НА ПОЛУПРОСТА ГРУПОВА
АЛГЕБРА KG НА МЕТАЦИКЛИЧНА ГРУПА G , КОГАТО K Е ПОЛЕ
НА РАЗЛАГАНЕ НА G**

Йордан Епитропов, Иванка Градева

Пловдивски университет „П. Хилендарски“, Пловдив, България

**WEDDERBURN DECOMPOSITION OF THE SEMISIMPLE GROUP
ALGEBRA KG OF METACYCLIC GROUP G , WHEN K IS A FIELD OF
DECOMPOSITION OF G**

Yordan Epitropov, Ivanka Gradeva

Plovdiv University „P. Hilendarski“, Plovdiv, Bulgaria

Abstract. Let G be a metacyclic group and K be such a field that the group algebra KG is semisimple. Several authors have examined the algebra KG and have obtained important results in two particular cases for the field K : when $K = \mathbb{Q}$ is the field of rational numbers and when K is finite field with characteristic, coprime to the order of G . In our work we overcome these restrictions on the field K and we determine the Wedderburn decomposition of the algebra KG , when K is an arbitrary field of decomposition of the group G .

MSC 2010: 16S34; 20C05; 16K20.

Key words: metacyclic group; finite semisimple group algebra; minimal orthogonal idempotent; simple component; Wedderburn decomposition.

1. Introduction. Let K be a field and G be such a finite group that the group algebra KG is semisimple. In order to describe the structure of KG it is sufficient to find one complete system of minimal central orthogonal idempotents of KG and the Wedderburn decomposition of KG (Herstein, 2005, Theorem 1.4.4). (The above is true because every such idempotent e generate a minimal two-sided ideal KGe of KG , which is called a simple component of KG and is isomorphic to direct summand in the Wedderburn decomposition of the group algebra.) This problem is of interest due to its applications in both pure and applied algebra (for example, in coding theory).

In the last few years much researches has been done to describe the structure of the semisimple group algebra KG of the finite group G in two important special cases: when $K = \mathbb{Q}$ is the field of rational numbers and when K is finite field with characteristic, coprime to the order of G .

In the special case when $K = \mathbb{Q}$, Olivieri, del Rio and Simon gives a description of the primitive central idempotents and the corresponding simple components of the semisimple group algebra QG , as well as the Wedderburn decomposition of QG , when G is abelian-by-supersolvable group (Olivieri, del Rio, Simon, 2004). In (Olivieri, del Rio, Simon, 2006) they examine when two simple components of the algebra QG of a metacyclic group G are isomorphic. These results have been used by Bakshi and Maheshwary, when G is a normally monomial group (Bakshi, Maheshwary, 2014), as well as by Bakshi and Kaur (Bakshi, Kaur,

2017), when G is a group such that all the subgroups and quotient groups of G satisfy the following property: either it is abelian or it contains a non central abelian normal subgroup.

In the special case, when K is finite field with characteristic, coprime to the order of the group G , Broche and del Rio give a description of the primitive central idempotents and structure of the corresponding simple components of the semisimple group algebra KG , when G is an abelian-by-supersolvable group (Broche, del Rio, 2007). Bakshi, Gupta and Passi specify the structure of the algebra KG , when G is a metacyclic group (Bakshi, Gupta, Passi, 2013) and when G is a metabelian group (Bakshi, Gupta, Passi, 2015).

The results shown for the semisimple group algebra KG of a metacyclic group G were obtained by the different authors with significant restrictions for the field K . Namely, when $K = \mathbb{Q}$ is the field of rational numbers or when K is a finite field with characteristic, coprime to the order of G . The additional value of this work compared to those described above is that we overcome the aforementioned restrictions for the field K . We determine the Wedderburn decomposition of the algebra KG , when K is an arbitrary field of decomposition of the group G .

This article is a continuation of our previous work (Gradeva, Epitropov, 2019), in which we solve the problem of finding a complete system of minimal central orthogonal idempotents of the semisimple group algebra KG in the most general case possible, i.e. when K is an arbitrary field (Theorem 8). In order to keep consistency, we introduce some of the notations from (Gradeva, Epitropov, 2019) in Section 2. In Section 3 we get the main results for the algebra KG on the condition that K is a field of decomposition of the metacyclic group G . Namely, we find the dimension of the ideal KGe as K -algebra (Theorem 2) and describe the Wedderburn decomposition of the algebra KG (Theorem 3).

2. Notations. Let G be a finite metacyclic group, determined by the conditions (Hall, 1999, Theorem 9.4.3):

$$(1) \quad G = \langle a, b \mid a^n = 1, b^m = 1, a^{-1}ba = b^r \rangle,$$

where $(r(r-1), m) = 1$ and $r^n \equiv 1 \pmod{m}$.

Bearing in mind the conditions (1), in this article we will permanently use the notation introduced in (Gradeva, Epitropov, 2019). Namely,

1. d is a divisor of m ;
2. $k = P_d(r)$ is a multiplicative order of r modulo d ;
3. $l = \frac{n}{k}$;
4. $Z_d = \{0, 1, \dots, d-1\}$ is a ring of the remainders modulo d ;
5. Z_d^* is a multiplicative group of Z_d ;
6. $\langle r \rangle = \{1, r, r^2, \dots, r^{k-1}\}$ is a cyclic subgroup of Z_d^* , generated by $r \in Z_d^*$;
7. $J = J(Z_d^* / \langle r \rangle)$ is a complete system of representatives of Z_d^* by subgroup $\langle r \rangle$;
8. ε is a primitive l -th root of 1;
9. η is a primitive d -th root of 1.

3. Finding the simple components and determining of the Wedderburn decomposition of the semisimple group algebra KG , when K is a field of decomposition of the metacyclic group G . Let K be a field of decomposition of the metacyclic group G with determining conditions (1). Then according to (Gradeva, Epitropov, 2019, Theorem 6) the minimal central orthogonal idempotents of the semisimple group algebra KG for a fixed divisor d of m are $e_{dij} = \alpha_{di} B_{dij}$, where

$$(2) \quad \alpha_{di} = \frac{k}{n} \sum_{s=0}^{l-1} \left(\frac{a^k}{\varepsilon^s} \right)^s \text{ for } i = 0, 1, \dots, l-1, \quad B_{dj} = \sum_{\mu=0}^{k-1} \beta_{dj r^\mu} = \sum_{\mu=0}^{k-1} \left(\frac{1}{m} \sum_{s_1=0}^{m-1} \left(\frac{b}{\eta^{j r^\mu}} \right)^{s_1} \right) \text{ for } j \in J.$$

Let $e = \frac{k}{mn} \left(\sum_{s=0}^{l-1} \frac{a^{ks}}{\varepsilon^s} \right) \left(\sum_{\mu=0}^{k-1} \sum_{s_1=0}^{m-1} \frac{b^{s_1}}{\eta^{s_1 r^\mu}} \right)$ be an arbitrary idempotent of the semisimple group algebra

KG . If $\alpha = \frac{k}{n} \left(\sum_{s=0}^{l-1} \frac{a^{ks}}{\varepsilon^s} \right)$ and $\beta_{r^\mu} = \frac{1}{m} \left(\sum_{s_1=0}^{m-1} \frac{b^{s_1}}{\eta^{s_1 r^\mu}} \right)$, then $e = \sum_{\mu=0}^{k-1} e_\mu$, where $e_\mu = \alpha \beta_{r^\mu}$.

Theorem 1. The element be from the ideal KGe of the semisimple group algebra KG is a root of the polynomial $f(x) = \prod_{\mu=0}^{k-1} (x - \eta^{r^\mu} e)$ of degree k .

Proof. First we will prove that the equality $be_\mu = \eta^{r^\mu} e_\mu$ holds. Indeed, as α is a central element of the semisimple group algebra KG , then

$$be_\mu = \frac{\alpha}{m} \left(\sum_{s_1=0}^{m-1} \frac{b^{s_1+1}}{\eta^{s_1 r^\mu}} \right) = \eta^{r^\mu} \frac{\alpha}{m} \sum_{s_1=0}^{m-1} \frac{b^{s_1+1}}{\eta^{(s_1+1)r^\mu}} = \eta^{r^\mu} \alpha \beta_{r^\mu} = \eta^{r^\mu} e_\mu.$$

Let us calculate $f(be)$:

$$f(be) = \prod_{\mu=0}^{k-1} (b - \eta^{r^\mu} e) = \prod_{\mu=0}^{k-1} (b - \eta^{r^\mu} \sum_{\nu=0}^{k-1} e_\nu) = \sum_{\nu=0}^{k-1} \prod_{\mu=0}^{k-1} (b - \eta^{r^\mu} e_\nu).$$

Given $\mu = \nu$, from the initially proved equality we get $(b - \eta^{r^\mu} e)_\mu = 0$, from where it follows $f(be) = 0$. #

Theorem 2. The dimension of the ideal KGe as K -algebra is k^2 , i.e. $\dim_K KGe = k^2$.

Proof. From Theorem 1 follows that the highest exponent of the element b , which is contained in the ideal KGe of the semisimple group algebra KG , is $k-1$. It's easy to see that the highest exponent of the element a , which is contained in the ideal KGe , is also $k-1$. Therefore $\dim_K KGe \leq k^2$. So the semisimple group algebra KG decomposes into a direct sum of ideals of the kind KGe and each of them has a dimension of at most k^2 over the field K . According to (Gradeva, Epitropov, 2019, comment after Theorem 7) for a fixed d the number of these ideals is $\frac{n\varphi(d)}{k^2}$, where $\varphi(x)$ is Euler's function. Therefore,

$$nm = \dim_K KG = \sum_e \dim_K KGe \leq \sum_{d|m} k^2 \frac{n\varphi(d)}{k^2} = n \sum_{d|m} \varphi(d) = nm,$$

i.e. $\dim_K KGe = k^2$. #

Proven in Theorem 2 means that the ideal KGe of the semisimple group algebra KG is isomorphic to the matrix algebra $M_k(K)$ of the $k \times k$ matrices over the field K .

Bearing in mind that for a fixed d the number of the ideals of the kind KGe is $\frac{n\varphi(d)}{k^2}$, we obtain the following

Theorem 3 (Wedderburn decomposition). Let G be a metacyclic group with determining conditions (1) and K be a field of decomposition of G , whose characteristic does not divide the order of the group. Then the Wedderburn decomposition of the semisimple group algebra KG is

$$KG \cong \sum_{d|m} \oplus \frac{n\varphi(d)}{k^2} M_k(K).$$

4. Example for determining of Wedderburn decomposition of the semisimple group algebra KG , when K is a field of decomposition of the metacyclic group G . Let G be metacyclic group, generated by the elements a and b with determining conditions $a^8=1$, $b^{15}=1$, $a^{-1}ba=b^2$ and K is a field of decomposition of the group G , i.e. K contains primitive 8-th root of 1 and primitive 15-th root of 1. We will determine Wedderburn decomposition of the algebra KG , using Theorem 3.

1) For $d=1$, $k=1$ simple components of KG are isomorphic to the field K and we obtain the direct sum $K \oplus K \oplus K \oplus K \oplus K \oplus K \oplus K \oplus K$.

2) For $d=3$, $k=2$ simple components of KG are isomorphic to the matrix algebra $M_2(K)$ and we obtain the direct sum $M_2(K) \oplus M_2(K) \oplus M_2(K) \oplus M_2(K)$.

3) For $d=5$, $k=4$ simple components of KG are isomorphic to the matrix algebra $M_4(K)$ and we obtain the direct sum $M_4(K) \oplus M_4(K)$.

4) For $d=15$, $k=4$ simple components of KG are isomorphic to the matrix algebra $M_4(K)$ and we obtain the direct sum $M_4(K) \oplus M_4(K) \oplus M_4(K) \oplus M_4(K)$.

Finally, Wedderburn decomposition of the semisimple group algebra KG of the metacyclic group G is:

$$\begin{aligned} KG \cong & K \oplus K \oplus K \oplus K \oplus K \oplus K \oplus K \oplus K \oplus \\ & M_2(K) \oplus M_2(K) \oplus M_2(K) \oplus M_2(K) \oplus \\ & M_4(K) \oplus M_4(K) \oplus M_4(K) \oplus M_4(K) \oplus M_4(K) \oplus M_4(K). \end{aligned}$$

Acknowledgement. This work is partially supported by Project MU19-FMI-020 of Plovdiv University.

References

- G. Bakshi, S. Gupta, I. Passi, The algebraic structure of finite metabelian group algebras, *Comm Alg*, 43 (2015) 2240-2257. <https://doi.org/10.1080/00927872.2014.888566>
- G. Bakshi, S. Gupta, I. Passi, The structure of finite semisimple metacyclic group algebras, *J Ramanujan Math Soc*, 28 (2013) 141-158.
- G. Bakshi, G. Kaur, Character Triples and Shoda Pairs, *J Algebra*, 491 (2017) 447-473. <https://doi.org/10.1016/j.jalgebra.2017.08.016>
- G. Bakshi, S. Maheshwary, The rational group algebra of a normally monomial group, *J Pure Appl Alg*, 218 (2014) 1583-1593. <https://doi.org/10.1016/j.jpaa.2013.12.010>.
- O. Broche, A. del Rio, Wedderburn decomposition of finite group algebras, *Finite Fields Appl*, 13 (2007) 71-79. <https://doi.org/10.1016/j.ffa.2005.08.002>
- I. Gradeva, Y. Epitropov, Minimal central orthogonal idempotents of semisimple group algebras of metacyclic groups, *Houston J Mathematics*, Vol. 45, No. 4, 2019, 965-977. <https://www.math.uh.edu/~hjm/Vol45-4.html>
- M. Hall, The theory of groups, American Mathematical Society, 1999.
- I. Herstein, Noncommutative rings, Cambridge University Press, 2005.
- A. Olivieri, A. del Rio, J. Simon, On monomial characters and central idempotents of rational group algebras, *Comm Algebra*, 32 (2004) 1531-1550. <https://doi.org/10.1081/AGB-120028797>
- A. Olivieri, A. del Rio, J. Simon, The group of automorphisms of the rational group algebra of a finite metacyclic group, *Comm Algebra*, 34 (2006) 3543-3567. <https://doi.org/10.1080/00927870600796136>

ЕДНО ВЪЗМОЖНО ПРИЛОЖЕНИЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ ПРИ РАБОТА С ДЕЦА СЪС СПЕЦИАЛНИ ОБРАЗОВАТЕЛНИ ПОТРЕБНОСТИ

Нели Тодорова, Гергана Колева
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
Факултет по математика и информатика

A POSSIBLE APPLICATION OF COMPUTER MODELING TRAINING IN WORKING WITH CHILDREN WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS

Neli Todorova, Gergana Koleva
Plovdiv University "Paisii Hilendarski"
Faculty of Mathematics and Informatics

Abstract. The present work is dedicated to a possible application of computer modeling knowledge in the education of children with special educational needs. The idea is to create computer games with the acquired knowledge and skills in the subject Computer Modeling, which will support the learning process in children with special educational needs.

Key words: computer modeling, computer games, special educational needs

I. Компютърно моделиране като учебна дисциплина

Новият Закон за предучилищното и училищното образование в България определя въвеждане на нова учебна дисциплина „Компютърно моделиране“ в задължителната подготовка на учениците в 3. и 4. клас от учебната 2018/2019 год. [1] Обучението има въвеждащ характер, насочено е към овладяване на базови знания, умения и отношения, свързани с изграждане на дигиталната грамотност на учениците чрез създаване на компютърни модели на познати обекти, процеси и явления и експериментирание с тях.

В утвърдените учебни програми за трети и четвърти клас са заложили теми, свързани с блоковото програмиране. Голяма част от учебният процес се реализира чрез програмиране на езика Скрач (Scratch), който е много подходящ език за въвеждане в света на програмирането, благодарение на неговата относителна лекота и възможност за лесната и бърза работа на интересни програми, както и заради възможността знанията и уменията научени чрез Скрач да бъдат приложени към други основни програмни езици като Python, Java и C#.

За да се програмира със Скрач, не са нужни предварителна подготовка и познания по език за програмиране, тъй като програмите се изграждат с помощта на шарени блокчета, подобно на пъзел. Чрез различно групиране на блоковете, учениците могат да постигат различни ефекти, да създават променливи, да работят с цикли, да възпроизвеждат звуци и други. Синтактични грешки няма, проблеми с конструкциите на операторите – също.

Необходимо е да се набляга на съвместимостта/несъвместимостта между самите обекти, тъй като различните типове данни имат различни форми на блоковете. Всичко това дава самочувствие на учениците и им позволява да се съсредоточат върху сценариите и алгоритмите, чрез които ще ги реализират. Възможно е да се направят промени в програмата, дори когато тя е в ход, което позволява да се експериментира с нови идеи в хода на реализиране на проектите. След като е създаден проекта в Скрач, е възможно да бъде споделен на сайта <http://scratch.mit.edu/> [2].

II. Обучение на деца със специални образователни потребности

Специални образователни потребности (СОП, още и специфични образователни потребности) е обобщаващо понятие за различни категории деца и възрастни, за които е необходима специална подкрепа в определени етапи или през целия период на училищното обучение. Специалната подкрепа е насочена към професионално и социално функциониране поради условия на затруднение на сензорно, моторно, интелектуално ниво. [4]

Понятието „специални образователни потребности“ е определено в нормативните актове на Министерството на образованието и науката. СОП могат да имат деца и възрастни, които срещат различни затруднения в обучението си, поради: сензорни увреждания (нарушено зрение или увреден слух), физически увреждания, умствена изостаналост, комуникативни нарушения, специфични обучителни трудности, емоционални или поведенчески, хронични заболявания, които водят до СОП и множество увреждания. В ранна детска възраст децата със СОП се чувстват много по-спокойни в игрова ситуация. Ето защо компютърните игри вече все по-често се използват от специалистите и родителите за създаване на игрови обучителни ситуации, които се възприемат по-добре от тези деца.

III. Използване на образователни игри на Скрач в обучението на деца със СОП

Игровите методи приложени в съвместната дейност на учителя и ученика допринасят за активизиране на учениците, за повишаване качеството на знанията, уменията, навиците и отношенията; за стимулиране и развитие на критичното и самокритичното мислене, на творческите им способности; за формиране на положителна мотивация и познавателни интереси, на положително отношение към ученето и умствения труд; за стимулиране на съревнованието между учениците и/или групите ученици, за формиране на умения за съвместна дейност; за развитието у учениците на саморегулация, самоконтрол и самооценка; за придобиване на колективистични умения и навици; за формиране на отговорност, уважение и оценяване успеха на партньорите.

Играта като метод в учебната работа не е самоцел. Нейното място в процеса на обучението и съчетаването му с други методи и форми се обуславя преди всичко от решаваните дидактико-методически задачи. Играта като метод за възпитателна дейност има огромни възможности за възпитание и развитие.

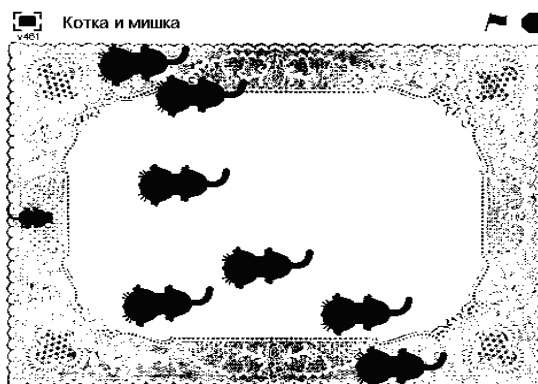
Ползвайки усвоените знания и умения по компютърно програмиране учениците могат да създават проекти, които затвърждават техните познания, създават междупредметни връзки с други учебни дисциплини, фантазират, създават анимация и най-вече развиват техните логическо, алгоритмично мислене и възпитават. В учебните програми са отделени специални часове за разработка на проекти за реализация на компютърни игри. В (Garov, K., Koleva, G., Todorova, N., 2020) класифицират компютърните игри в обучението по Компютърно моделиране като ги разделят на 6 нива, в зависимост от сложността на алгоритмите и използваните програмни средства и описват първите три нива [3]. Използването на блок-базираната среда за програмиране Скрач в часовете по Компютърно моделиране ще бъде представено в помощ на обучението на деца със специални образователни потребности, адаптирайки учебното съдържание към нивата на трудност на представените игри, започвайки от игри от четвърто до игри от шесто ниво.

1. Игри от четвърто ниво

Игрите от четвърто ниво запознават с един характерен за Скрач програмен метод, който се нарича „клонирание“. Основни идеи и понятия, заложи в програмирането за това ниво са свързани с това как да копираме спрайт с помощта на код в хода на играта, как се създават много „клонинги“ и как се раздвижват еднакви, но с различна скорост герои. Многократното клониране на спрайтове на това ниво се реализира чрез цикли, надграждайки уменията за копиране на герои с помощта на меню, което се отваря чрез кликане на десен бутон на мишката при игри от първо ниво. Управлението на сложните връзки между отделните скриптове се извършва чрез техниката „Предаване на съобщения“.

Представяне на игра от четвърто ниво

В играта **Котка и мишка** се клонират котки. Всяко коте-клонинг ще се появява на случайно избрано място и ще се движи с различна случайна скорост. Разбира се, основната задача в играта е свързана с едно мишле, което трябва да избегне всички котки. Началният екран е представен на *фиг. 1*.



Фигура 1. Игра Котка и мишка - начален екран

Тази игра е подходяща за деца със СОП, които имат затруднения в когнитивното, емоционалното, езиковото и социалното функциониране – например децата със слухови увреждания, тъй като тази игра може да бъде възпроизведена и без включен звук към нея и информацията може да бъде възпроизведена визуално. Децата със слухови увреждания могат лесно и без проблем да възприемат текст и графична информация под формата на фигури и картинки.

2. Игри от пето ниво

Игрите от пето ниво са значително по-сложни и може да се каже, че са на експертно ниво. Основни идеи и понятия, заложи в програмирането за това ниво са свързани с използване на функции и реализация на операции като скачане, хвърляне, отскачане и др. Код, който моделира действието на сили, се нарича „физическа машина“. За да избегне честото повтаряне на едни и същи части от кода, се използват функции. Анимацията предоставя необятни възможности при реализиране на проекти и провокира въображението на учениците.

Представяне на игра от пето ниво

Целта на играта **Скачащият пингвин** е спрайтът-пингвин да прескочи на айсберг без да падне във водата. Играчът определя колко бързо и в каква посока да скочи той, като нагласява червената стрелка и после кликва с мишката. Такова прицелено скачане не е възможно без малко математика и затова ще използваме функции, за да определим как пингвинът да застане на старт и как да скочи. Така кодът на играта ще е по-кратък и лесен за проверка и настройка. Началният екран и кодът на играта са представени на *фиг. 2*.



Фигура 2.1 Игра Скачащият пингвин - начален екран

Тази игра е подходяща при деца със синдром на хиперактивност с дефицит на вниманието (ХАДВ). Тези деца имат нужда от постоянно стимулиране и движение и тази игра дава възможност за по-продължителен период без нарушаване на концентрацията или загуба на интерес. Тази игра също така стимулира развитието на координацията ръка-око-ухо.

3. Игри от шесто ниво

Игрите от шесто ниво са с голяма степен на сложност, но задължително се разработват в екип. Създаването на игри от това ниво преминава през всички етапи на т. н. „жизнен“ цикъл за създаване на компютърни програми:

- Планиране – на този етап се определят играчите, главният герой, мястото на действие и др.;
- Съставяне на алгоритми за протичане на играта;
- Оценяване на сложността на съставените алгоритми и избор на алгоритъма с най-голяма ефективност;
- Съставяне на компютърна програма за реализация на играта с избрания алгоритъм;
- Тестване на написаната програма;
- Документиране на проекта;

Самостоятелното създаване на игри е подходящо за ползване за деца със СОП, които имат затруднения в когнитивното, емоционалното, езиковото и социалното функциониране. Всички деца от тези групи са привлечени от компютрите и се чувстват по-спокойни в игрова ситуация, а възможността самостоятелно да създават игри ще им даде самочувствие и сигурност. Децата могат да работят със свое темпо, понякога те се задълбочават в опознаване на някой детайл от играта и по този начин те ще имат достатъчно време, за да го създадат по начин, който те желаят.

Благодарности: Работата е подкрепена от проект СП19-ФМИ-004, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

Литература

1. Pre-school and school education act – <https://www.mon.bg/> (last visited: 17.11.2020 г.).
2. <https://scratch.mit.edu/download> (last visited: 17.11.2020 г.).

3. Garov K., G. Koleva, N. Todorova, Computer modeling to help educate children with special educational needs, collection reports from Anniversary International Scientific Conference „Synergetics and Reflection in Mathematics Education“ Pamporovo, 16-18.10.2020, University publishing house „Paisii Hilendarski“, 2020, ISBN 978-619-202-595-3, page. 235-244.

4. Levterova D., Current problems of special education, University publishing house „Paisii Hilendarski“, Plovdiv 2002, COBISS.BG-ID-1038972388.

**КОНКРЕТИЗИРАНЕ НА АНАЛИТИЧНИ РЕШЕНИЯ, ОПИСВАЩИ
СТАЦИОНАРНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА МАГНИТНИЯ ПОТОК В
ДЪЛГИ ДЖОЗЕФСОНОВИ КОНТАКТИ**

Стефани Панайотова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

**SPECIFICATION OF ANALYTICAL SOLUTIONS DESCRIBING
STATIONARY DISTRIBUTION OF MAGNETIC FLUX IN LONG
JOSEPHSON JUNCTIONS**

Stefani Panayotova

University of Plovdiv Paisii Hilendarski

ABSTRACT

Analytical solutions for a nonlinear differential equation with boundary conditions, described distribution of the magnetic flux in long Josephson junction are obtained. As a result of the analysis of these solutions arise questions connected with specific solution. This task is very relevant in the study of long Josephson junctions with a second harmonic in the current-phase relation. The main question raised is the applicability of the obtained analytical solutions and comparison with certain numerical results.

Key words: Long Josephson junction, Analytical solutions, Boundary problem, Double sine-Gordon equation

УВОД

Нуждите на съвременното поколение налагат влагането на все повече ресурси за развитие на нанотехнологиите. Все по-интензивни стават проучванията в областта на джозефсоновите контакти (ДК), като част от света на нанофизиката. Те представляват „сандвич“, състоящ се от два свръхпроводника, между които има тънък диелектричен слой (десетки анстрьома) [1]. Особено значим е анализът на така наречените дълги ДК. За разлика от нормалния ДК, при дългия фазата на Джозефсон може да се разглежда като функция на една пространствена координата, а останалите координати да са пренебрежимо малки. Взаимодействието между тока на Джозефсон I_s и разликата на фазите φ на вълнови функции на куперовите двойки, в свръхпроводящите слоеве може да се смята за строго 2π -периодична функция [1,2,3]. Тя може да бъде представена в ред на Фурие по синуси:

$$I_s = I_C \sin \varphi + \sum_{m=2}^{\infty} I_m \sin m\varphi.$$

Тук I_C е критичният ток на ДК, а I_m -амплитудите пред висшите хармонични. Доказано е чрез физически експеримент, че някои типове контакти могат да се опишат само с първите две хармонични:

$$I_s = a_1 \sin \varphi + a_2 \sin 2\varphi.$$

Разпределението на магнитния поток φ (разлика на фазите) в ДК се описва чрез „двойно синус-Гордън“ уравнение с гранични условия на Нойман. В текущата статия ще разглеждаме аналитичните решения, получени от стационарния случай. При него се наблюдава изчезване на дисипативния член в пълното уравнение. В този случай граничната задача има следния вид:

$$\varphi''(x) - a_1 \sin \varphi(x) - a_2 \sin 2\varphi(x) + \gamma = 0, \quad x \in (-l, l) \quad (1)$$

$$\varphi'(-l) = \varphi'(l) = h_e. \quad (2)$$

В задачата h_e е големината на външното магнитно поле по направление на оста y , γ е външният ток, a_1 и a_2 са амплитудите на първата и втората хармонична в реда на Фурие, а $(-l, l)$ е дължината на контакта.

КОНКРЕТИЗИРАНЕ НА АНАЛИТИЧНИ РЕШЕНИЯ

В статиите [4,5] са получени аналитични решения на стационарното уравнение (1) с граничните условия (2). Едно от решенията за разпределението на магнитния поток има следния вид:

$$\varphi(x) = \arccos \left\{ \frac{1 - \frac{2|u_1|}{|u_1|-1} \operatorname{sn}^2[\sqrt{2^{-1}}|a_2|(|u_1|-1)(1+|u_2|)]x, \sqrt{\frac{2(|u_1|-|u_2|)}{(1+|u_2|)(|u_1|-1)}}]}{1 + \frac{2}{|u_1|-1} \operatorname{sn}^2[\sqrt{2^{-1}}|a_2|(|u_1|-1)(1+|u_2|)]x, \sqrt{\frac{2(|u_1|-|u_2|)}{(1+|u_2|)(|u_1|-1)}}]} \right\} \quad (3)$$

То се получава, съобразявайки се с факта, че елиптичният синус на Якоби е периодична функция и за интервала на монотонност на $\operatorname{sn}^2[.,.]$ изменението на аргумента x е между $-l$ и l . Потокът $\varphi(x)$ трябва да удовлетворява и граничните условия.

В хода на решението се формира следният полином:

$$P(u) = -2a_2u^2 - 2a_1u + a_2 + 2E.$$

Анализът на полинома е от съществено значение за получаване на стойностите за амплитудите a_1, a_2 и енергията на системата E , при които ще се появи конкретното аналитично решение, в зависимост от корените на полинома u_1 и u_2 . Полиномът трябва да не приема отрицателни стойности. От това неравенство се класифицират няколко групи ограничения за параметрите, при които се проявява всяко едно решение.

Ако $a_2 = 0, a_1 = 0, E \geq 0$, следователно неравенството няма решение, $a_1 > 0 \rightarrow u \leq E/a_1$, а при $a_1 < 0 \rightarrow u \geq E/a_1$. В тези случаи говорим за единично синус-Гордън уравнение, защото $a_2 = 0$.

При $a_2 < 0, E = -(a_1^2 + 2a_2^2)/4a_2, u_{1,2} = -a_1/2a_2$, решението на неравенството е $(-\infty; \infty)$, но $u(x) \in [-1, 1]$ и се получават следните наредби за корените:

$$u_{1,2} > 1 \geq u(x) \geq -1$$

$$1 > u_{1,2} \geq u(x) \geq -1$$

$$1 \geq u(x) \geq u_{1,2} > -1$$

$$1 \geq u(x) \geq -1 > u_{1,2}$$

От $a_2 < 0, E < -(a_1^2 + 2a_2^2)/4a_2, u_1 = -\frac{a_1 - \sqrt{a_1^2 + 2a_2^2 + 4a_2E}}{2a_2}, u_2 = -\frac{a_1 + \sqrt{a_1^2 + 2a_2^2 + 4a_2E}}{2a_2}$

следва $u(x) \in (-\infty, u_1] \cup [u_2, +\infty)$ и корените могат да бъдат:

$$u_2 > u_1 > 1 \geq u(x) \geq -1$$

$$u_2 > 1 > u_1 \geq u(x) \geq -1$$

$$1 \geq u(x) \geq u_2 > -1 > u_1$$

$$1 \geq u(x) \geq -1 > u_2 > u_1$$

Наличието на следните интервали за параметрите: $a_2 < 0, E > -(a_1^2 + 2a_2^2)/4a_2$, са причина да нямаме аналитично решение. Когато $a_2 > 0, E = -(a_1^2 + 2a_2^2)/4a_2 \rightarrow E \leq 0$ и $u_{1,2} = -\frac{a_1}{2a_2} \rightarrow u(x) \in \{u_{1,2}\}$, има единствена наредба на корените:

$$1 \geq u_{1,2} \equiv u(x) \geq -1$$

Случаите, при които $a_2 > 0, E > -(a_1^2 + 2a_2^2)/4a_2, u_1 = -\frac{a_1 + \sqrt{a_1^2 + 2a_2^2 + 4a_2E}}{2a_2}, u_2 = -\frac{a_1 - \sqrt{a_1^2 + 2a_2^2 + 4a_2E}}{2a_2} \rightarrow u(x) \in [u_1, u_2]$. Различните наредби са:

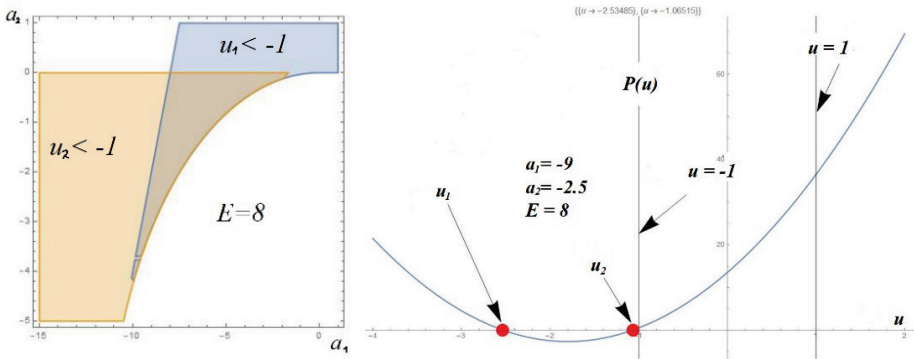
$$1 > u_2 \geq u(x) \geq -1 > u_1$$

$$1 > u_2 \geq u(x) \geq u_1 > -1$$

$$u_2 > 1 \geq u(x) \geq -1 > u_1$$

$$u_2 > 1 \geq u(x) \geq u_1 > -1$$

Неравенството няма решение при $a_2 > 0$ и $E < -(a_1^2 + 2a_2^2)/4a_2$. Тези изисквания оформят голяма група аналитични решения, зависещи от наредбата на корените u_1 и u_2 . Решението (3) се получава при следната наредбата на корените на полинома $P(u)$: $1 \geq u(x) \geq -1 > u_2 > u_1$. На следващата графика Фиг.1 ляв панел демонстрираме плоскостта върху a_1 и a_2 , при които са изпълнени ограниченията за $u_1, u_2 < -1$. Единствените възможности за получаване на това конкретно аналитично решение е в сечението на двете области. Това са конкретни зависимости между a_1 и a_2 . С помощта на тази информация сме намерили стойности на параметрите, нужни за получаване на решение (3). Направена е и графика, отговаряща на тези ограничения: $a_1 = -9, a_2 = -2.5, E = 8$. Също така е спазена наредбата на корените на полинома. Това е демонстрирано на графиката в десния панел на Фиг.1.

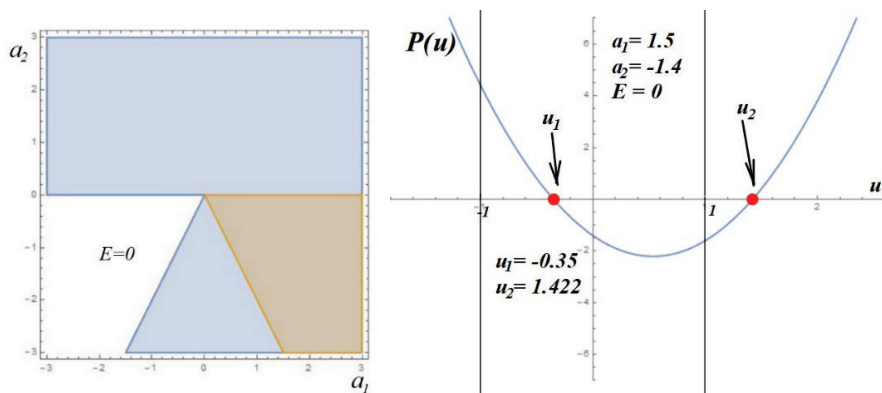


Фиг.1.Ляв панел: плоскостта върху a_1 и a_2 , при която $u_1, u_2 < -1, E=8$. Десен панел: конкретни стойности на a_1, a_2, E , при които е изпълнена наредбата $-1 > u_2 > u_1$.

Имайки тази информация може да ограничим приложимостта на решение (3). Може да анализираме какво би се получило при други стойности на амплитудите a_1, a_2 и енергията на системата E . Намерени са други аналитични решения, удовлетворяващи съответните условия. Едно от тях е:

$$\varphi(x) = \arccos \left\{ \frac{-2u_1 + (1 + u_1)sn^2[\sqrt{|a_2|}(-u_1 + u_2)](x - x_0), \sqrt{\frac{(1 + u_1)(u_2 - 1)}{2(u_2 - u_1)}}}{-2 + (1 + u_1)sn^2[\sqrt{|a_2|}(-u_1 + u_2)](x - x_0), \sqrt{\frac{(1 + u_1)(u_2 - 1)}{2(u_2 - u_1)}}} \right\} \quad (4)$$

Това решение се получава при следната наредба на корените на полинома $u_2 > 1 > u_1 \geq u(x) \geq -1$ и $a_2 < 0$, $E < -(a_1^2 + 2a_2^2)/4a_2$. На Фиг.2 ясно се виждат ограниченията, при които ще получим (4). От стойностите на Фиг.2-десен панел, може да проверим дали това неравенство е в сила $E < -(a_1^2 + 2a_2^2)/4a_2$. Получава се $E < 0.75$, което също отговаря на зададената стойност.



Фиг.2.Ляв панел: плоскостта върху a_1 и a_2 , при която $u_1 > -1$, $u_2 > 1$, $E=0$. Десен панел: конкретни стойности на a_1, a_2, E , при които е изпълнена наредбата $u_1 > -1$, $u_2 > 1$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нужни са анализи на стойностите на параметрите при които може да използваме конкретното решение. По този начин, съдейки от типа решение, може да предсказваме при какви стойности ще се прояви. Това би било от полза за по-нататъшен числен анализ на решенията. През последните години изследванията върху джозефсоновите контакти стават все повече, поради широкото им приложение, като част от свръхпроводящите квантови устройства.

Благодарности

Изказвам своята благодарност към доц. Димов, за предложената идея за намиране на аналитични решения, както и на научния си ръководител доц. Атанасова, за подкрепата и напътствията в хода на изследванията. Изследванията в статията бяха осъществени чрез финансовата подкрепа по проект МУ19-ФМИ-010, за което изказвам специална благодарност.

Литература

- [1] Бароне А., Патерно Дж. *Ефект Джозефсона: физика и приложения*. М.Мир 1984
- [2] Лихарев, К.К. *Введение в динамику джозефсоновских переходов*, Москва, "Наука", ГРФМЛ, 1985.
- [3] Лихарев, К.К. *Сверхпроводящие слабые связи: стационарные процессы*, УФН, Т. 127, 185, 1979.
- [4] H.D.Dimov, P.Kh.Atanassova and S.A.Panayotova, AIP Conference Proceedings 2164, 100001 2019, Изд: AIP

[5] П. Атанасова, Х. Димов, Proceedings of the Scientific Conference Innovative ICT in Research and Education: Mathematics, Informatics and Information Technologies, Pamporovo, 29-30 November 2018, Section A, стр.105-116, 2019.

**ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДИ ЗА МАШИННО ОБУЧЕНИЕ ПРИ
ПЛАНИРАНЕ ПРОИЗВОДСТВОТО НА ТЕКСТИЛНИ ВЛАКНА,
НА ЕТАП ПОДГОТОВКА НА СУРОВИНАТА**

**Мирослав Трънков, Емил Хаджиколев
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“**

**APPLYING MACHINE LEARNING METHODS IN PRODUCTION
PLANNING OF TEXTILE FIBERS AT THE STAGE OF RAW
MATERIAL PREPARATION**

**Miroslav Trankov, Emil Hadzhikolev
Plovdiv University „Paisii Hilendarski“**

Abstract: The great variety of worsted yarns on the market is the result of complex technological processes in which different types of raw materials are processed - mohair, cashmere, angora, vicuña, alpaca, merino and others. In order to respond to the dynamic changes in the demand for various products, companies must constantly plan and optimize their activities. The production processes in the textile industry are cyclical and follow strictly defined technological steps. This creates a prerequisite for automating the processes for intelligent analysis and forecasting of the quantities of processed raw materials. The article discusses the possibilities for applying machine learning methods in planning the production of textile fibers at the stage of preparation of the raw material. This helps to optimize and successfully track production, and can be taken into consideration when planning production capacity.

Keywords: machine learning, planning the production of textile fibers, production process optimization

ВЪВЕДЕНИЕ

Искуственият интелект навлиза във все повече индустрии като здравеопазване, финанси, застраховане, транспорт, управление, мониторинг, планиране и мн. др. [1]. Той намира приложение и при решаване на различни задачи за *оптимизация на производствени процеси*. В общия случай, това включва разнообразни дейности, като *запознаване със спецификите на конкретното производство; определяне на факторите, които влияят върху него; събирането на достатъчно данни за факторите; избор на най-ефективен метод или комбинация от методи* за обработката на данните и цялостно решение на задачата. Всяка една от тези дейности е важна за постигане на крайния резултат и може да изисква много времеви и човешки ресурси. Основни проблеми при изпълнението им са липсата на достатъчно ефективни софтуерни системи за събиране на подходящи данни и технически затруднения при практическо прилагане на мерките за оптимизация.

Машинното обучение е инструмент на изкуствения интелект, който намира широко приложение в различни области. Основано е на идеята за разпознаване на модели и теорията, че компютрите могат да се учат, без да са програмирани да изпълняват конкретни

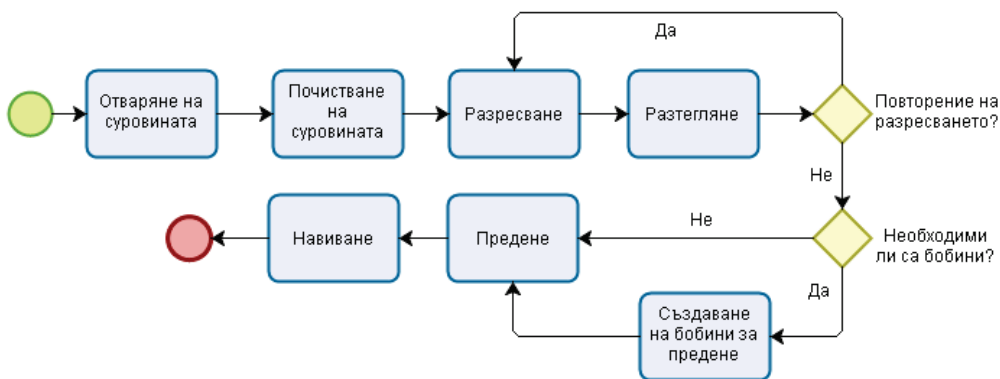
задачи. Машинните модели се учат от налични данни и предишни изчисления, за да произвеждат надеждни, повторяеми решения и резултати. Това не е нова наука, а тенденция набираща скорост [2]. Въпреки че голяма част от алгоритмите за машинно обучение съществуват отдавна, възможността за автоматично прилагане на сложни математически изчисления върху големи данни – отново и отново, по-бързо и по-бързо – е достижение от последното десетилетие [3].

В статията е представено изследване за *прилагане на методи за машинно обучение при планиране производството на текстилни влакна на етап подготовка на суровината*. Това намира приложение за оптимизирането на производствения процес, и може да бъде взето предвид при планирането на производствените капацитети.

ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВОТО НА КАМГАРНА ПРЕЖДА

Голямото разнообразие от камгарни прежди на пазара е резултат от сложни технологични процеси, при които се обработват различни видове суровини – мохер, кашмир, ангора, викуня, алпака, мерино и др. За да отговорят на динамичните промени в търсенето на различни продукти, фирмите трябва непрекъснато да планират и оптимизират дейността си. Производствените процеси в текстилната промишленост са циклични и следват строго определени технологични стъпки. Това създава предпоставка за автоматизиране на процесите за интелигентен анализ и прогнозиране на количествата обработени суровини. Основните етапи при производството на текстилни влакна са представени на фиг. 1 [4] и включват:

1. Подготовка на суровината. При създаване на различните видове прежди се извършва последователност от дейности като смесване, дублиране, разресване (combing, re-combing), разтегляне (gilling), създаване на полуфабрикатни бобини за предене (roving), и др.
2. Предене.
3. Навиване.
4. Кондициониране и технологично съхранение.



Фиг. 1. Процес на производство на камгарни прежди

Подготовката на суровината е с относително най-голяма продължителност и включва най-голям брой отделни операции от цялостния технологичен процес на производството на текстилни влакна.

ПРОЦЕС НА ПОДГОТОВКА НА СУРОВИНАТА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА КАМГАРНА ПРЕЖДА

Крайната цел при подготовката на суровините са бобини от вълнести ленти с приблизителна тежест 10 кг. всяка. Самата бобина може да бъде боядисана или не.

Подготовката на суровината включва четири под-етапа:

- Етап 1. Смесване и Дублиране;
- Етап 2. Разресване;
- Етап 3. Разтегляне;
- Етап 4. Създаване на полуфабрикатни бобини за предене.

Етап 1. Смесване и Дублиране

На този етап вълната се оформя в ленти, които се смесват заедно. Самият процес позволява смесването на различни типове суровини с цел подобряване на качеството на вълната. Особено в този процес е, че със смесването на различните ленти вълна, се удебелява и изходящата лента. Целта е контролирано изтегляне и уеднаквяване на влакната, за да се запази фиността на подготвения продукт. Смесването заема важно място в почти всеки етап от подготовката на суровините, като повишава еднородността

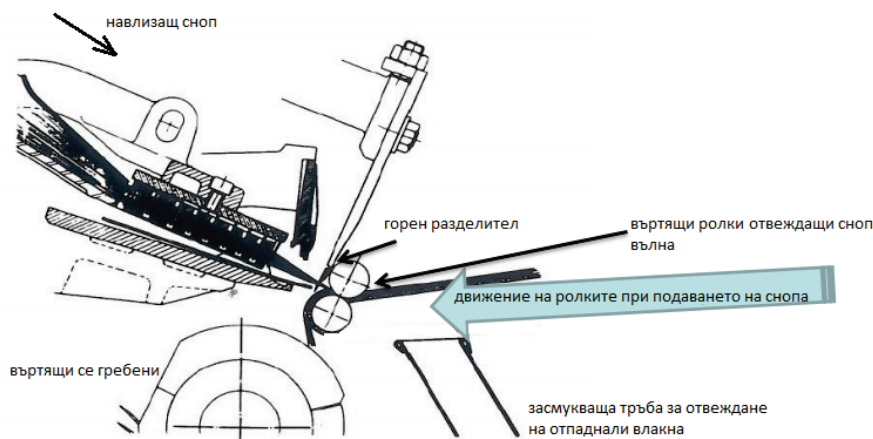
и размера на вълнените влакна. За да се подобри процеса на смесване и удебеляване, може да се използват и индустриални лубриканти, които предпазват влакната от скъсване и спомагат паралелното подреждане на самите нишки. Индустриалните лубриканти подобряват преденето на материала, както и образуването на възли.



Фиг. 2. Машина за разресване - „дарак“

Етап 2. Разресване

Целта на разресването е премахването на къси, негодни, мъртви влакна, както и на различни растителни остатъци, полегнали по вълната. Вълнените сплътствания също така намалят значително качеството на крайния продукт и са причина за последващи скъсвания при предене. Машината за разресване се наричат „дарак“ (фиг.2) [5]. На фиг. 3 е изобразена принципна схема на работа на този тип машини [6].



Фиг. 3. Принципна схема на машините за разресване

Навлизащият сноп вълна бива захванат от горния разделител, след което движещите ролки отвеждат (разкъсват) определен сноп вълна с дължина 6 до 8 мм. В изходно положение вълнените нишки отново се наслагват от движенията на въртящите ролки.

В зависимост от артикулите и материалните композиции на суровините, този процес може да се повтори до достигане на желаната чистота и финост на материала.

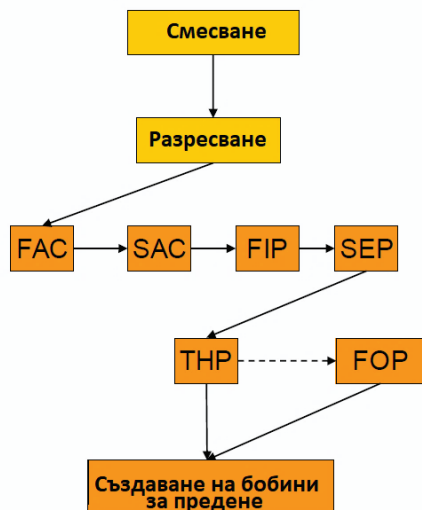
Етап 3. Разтегляне

Основни цели при разтеглянето са уеднаквяване на нишките вълна, тяхната паралелизация и подреждане в снопа. При този процес влакната се изправят допълнително, след което водещите ленти се впитат на симетрична двойна усукана плетка. Крайният подготвен продукт представлява двойка хомогенни ленти, които се слагат в огромни съдове от около 300 кг. Тежестта и плътността на материала са показател за качеството на бъдещия продукт.

Етап 4. Създаване на полуфабрикатни бобини за предене

Това е последния етап преди преденето на вълната в конци. Важното е да се отбележи, че на този етап вече има създаден полуфабрикат, който може да се използва като готов продукт. Използват се специални машини, които изтеглят до определена широчина и дължина подготвените ленти от етап 3 и образуват бобини за зареждане на предачниците. Бобините се състоят от две идентични по консистентност и състав вълнени ленти, които отново биват усукани, за да се улесни преденето в следващия етап. Скоростта на изтегляне на лентите варира според настройките на машините в диапазона 150 – 200 метра/мин.

Цялостният процес на подготовка на суровината е представен на фиг. 4.



Фиг. 4. Процес на подготовка на суровината

Легенда: FAC – First After Combing; SAC – Second After Combing; FIP – First in Preparation; SEP – Second in Preparation; THP – Third in Preparation; FOP – Fourth in Preparation;

ПРЕДСКАЗВАНЕ НА БРОЯ РАБОТНИ СМЕНИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА АРТИКУЛ С ПОМОЩТА НА МЕТОДИ НА МАШИННОТО ОБУЧЕНИЕ

Групирането на машините за обработка на вълна по тяхната идентична функционалност и капацитет гарантира еднаква производителност при производство, защото се създава косвен шаблон на работа. Физическото групиране на еднотипните машини в пасажи предоставя възможности за по-лесно планиране на производството.

Важна задача при планиране на производството е *определяне на броя работни смени, за които ще се произведе даден артикул* в машинните пасажи. Възможността за *определяне на артикулите, забавящи производството* (с методи на статистическия анализ) *и причините за това*, биха могли да открият проблемите и да стимулират идеи за оптимизация на производствения процес.

Търсенето на решение не винаги е лесно, особено когато то зависи от различни и неизвестни фактори. Определянето на факторите и зависимостите между тях предопределя успешния резултат при имплементирането на различни модели за решение, вкл. и модели за машинно обучение. Базирайки се на подхода за профилиране на данни (Data Profiling) [7], определихме четири основни съставни технологични характеристики на вълната, от

производствена гледна точка:

1. Дебелина на влакното;
2. Дължина на влакното;
3. Съставна композиция (смеска);
4. Метричен индекс Nm – изчислява се, като се раздели дължината на влакното на теглото му.

От гледна точка на технологичната спецификация трябва да се вземат в предвид и други две характеристики:

1. Брой конци в макара (1, 2, 3 и т.н.);
2. Сук (посока на усукване).

Машинното обучение е клон на изкуствения интелект, който позволява на компютърните системи да се учат директно от примери, данни и опит. Изборът на най-ефективен алгоритъм за даден проблем често е затруднен, поради големият им брой. Конкретната задача за предсказване на броя на работните смени, необходими за производството на определен търговски артикул на етап подготовка за предене, насочва търсенията ни към групата на регресионните алгоритми на машинното обучение за предвиждане с учител, като Linear Regression, Decision Trees, Random Forest [8] и др.

За да бъдат релевантни тестовите, трябва да имаме еднакви повтарящи се условия за изпълнение на технологията за производство. Това гарантира, че всеки път един и същи артикул е произведен по една и съща технология. Също така машинните пасажии трябва да са с еднаква функционалност, производителност и честота на работа. Това ни гарантира частично създаването на стереотип на работа, който може лесно да бъде използван в моделирането на машинното обучение. При това, определихме седем основни фактора (табл.1), оказващи влияние върху процеса на производство. Възможните стойности за фактора „артикулна група“ се определят от състава на материалите и техните композиции (табл. 2), и са класифицирани от технолозите на фирма Suedwolle Group Italia.

Страничните фактори, които трябва да се вземат предвид при крайното решение са:

1. Видове машини, обработващи суровината (предачни, даращи, гребенарки, смесителни и др.);
2. Технологията за обработка (скорост на издърпване, посока на усукване, брой работещи глави на изтегляне, брой гребени и др.);
3. Машинни аварии.

ПРОВЕДЕНИ ЕКСПЕРИМЕНТИ

Тестовите са извършени с данни, предоставени от международната фирма Suedwolle Group Italia – Bulsafil S.p.A., която притежава дългогодишни традиции и опит в производството на камгарни прежди и има офиси, локализиращи на всички континенти.

При подготовката на данните за обучение се обособиха три под-процеса:

1. *Синхронизиране на данни от различни използвани в производството софтуерни ERP системи;*

Таблица 1. Фактори за обучението

Фактори	Стойности/ Мерна единица
произведена продукция	кг.
дебелина на влакната	микрони
брой влакна	бр.
артикулна група	виж табл. 2
брой работни дни/смени	бр.
боядисана прежда	да/не
тип на опаковането	палети, кашони

Таблица 2. Основни артикулни групи

№	Артикулна група
1	100% вълна – не третирана (суров вид)
2	100% вълна – третирана (частично обработена)
3	Вълна + Найлон
4	Вълна + Акрил
5	Вълна + Коприна
6	100% Мохер; Мохер + Вълна; Мохер + Найлон; Мохер + Коприна
7	100% Кашмир; Кашмир + Коприна
8	Технологични влакна
9	Други

2. *Извличане само на записите, съдържащи всички данни за факторите за обучение (от табл. 1);*
3. *Сериализиране на данните.*

Проявените при подготовката на данните проблеми, а именно използването на стари софтуерни приложения и недостатъчен контрол върху процеса на събиране на данни, стимулира процеса на проучване, проектиране и разработка на нови софтуерни решения.

В резултат от извършената дейности бяха създадени 26 279 записа с данни за факторите, отговарящи на изискванията.

Таблица 3. Постигната точност от алгоритмите за машинно обучение при 5710 записа

Алгоритъм	Без групиране на данните (върху всички артикулни групи)	С групиране на данните (върху една артикулна група)
Logistic Regression	22% точност	59% точност
Decision Tree	25% точност	61% точност

При тестовите са използвани алгоритмите за машинно обучение Decision Trees и Logistic Regression [9]. *Първоначалните тестове върху 5710 от записите, 5 типа характеристики и всички 15 дни на производство* не бяха обнадеждаващи (табл. 3). Без допълнителни обработки на данните беше постигната точност около 25%. При извършения анализ на данните се отбеляза, че дните за производство са от 1 до 20 максимално, а произведените килограми варират от 100 кг. до 50 тона, което създава широк спектър от вариации. Прилагайки техниката за групиране на данните в групи, успяхме да намалим броя на вариациите и да постигнем по-ефективни решения – с точност около 60%. При групирането на данните е използвана следната логика:

1. Дните за производство се осредняват с точност ± 1 ден, като поръчки над 15 дена не участват в тестовите, поради малкия брой записи в базата данни (около 1000 бр.).
2. Произведените килограми се осредняват с точност ± 500 кг. като всичко с големина над 15 тона не подлежи на тестове, поради малкия брой записи в базите данни (около 1000 бр.).

Точността, при използване на по-голям брой записи, използвайки една артикулна група и всички 15 дни производство, ± 1 ден точност, се подобри до над 92 % (табл. 4), което дава надежди за още по-ефективни прогнози при оптимизиране на параметрите на прилаганите алгоритми.

Таблица 4. Постигната точност
от алгоритмите за машинно обучение при увеличаване на броя на записите

Алгоритъм	Брой записи	
	16 310	26 279
Logistic Regression	82% точност	89% точност
Decision Tree	84% точност	90% точност

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обработката на вълна е само една малка част от текстилното производство. Това е първата стъпка от един сложен индустриален процес, която може да бъде разглеждана самостоятелно. Оптимизацията на този процес е изключително сложна, поради факта, че той е зависим от множество разнообразни субекти и обекти с различни характеристики. Един подход за решаването на тази задача е посредством използването на методи на изкуствения интелект.

В статията е представено едно изследване, имащо за цел предсказване на броя работни смени за производство на артикул. Това е важна стъпка при планиране на производствения процес. Използвани са различни алгоритми за машинно обучение. Постигнатите резултати очертават една стабилна основа за внедряване на автоматизирана система за планиране на производството.

Благодарности: Работата е подкрепена от проекти СП19-ФМИ-012 и СП19-ФМИ-004 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Reim, W., J. Åström, O. Eriksson, Implementation of Artificial Intelligence (AI): A Roadmap for Business Model Innovation, AI 2020, 1, 180-191.

[2] Ayodele, T., Machine Learning Overview, New Advances in Machine Learning, Yagang Zhang, IntechOpen, DOI: 10.5772/9374.

[3] Carbonell, J., R. Michalski, T. Mitchell, J. Carbonell, Machine Learning: A Historical And Methodological Analysis. Artificial Intelligence Magazine, vol. 4, 2002.

[4] Rajput, R., Handbook of Technical Textiles, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2000, ISBN 1 85573 385 4.

[5] <http://www.nsc-schlumberger.com/>

[6] Wool Combing, WOOL482/582 Wool Processing, Retrieved from: <https://www.woolwise.com/wp-content/uploads/2017/07/WOOL-482-582-12-T-07.pdf>.

[7] Naumann, F., Data Profiling Revisited, ACM SIGMOD Record, 42, 2014, pp. 40-49. DOI 10.1145/2590989.2590995.

[8] Jatana, V., Machine Learning Algorithms, 2019, DOI 10.13140/RG.2.2.20559.92329.

[9] Satchidananda, S., J. Simha, Comparing decision trees with logistic regression for credit risk analysis, SAS Apauge 2006 Mumbai, 2006.

МОДЕЛ ЗА КОНСТРУИРАНЕ НА УЧЕБЕН ПЪТ ЧРЕЗ ПЕДАГОГИЧЕСКИ ПАТЕРНИ

Емил Йончев

Пловдивски Университет „П. Хилендарски“

MODEL FOR DESIGN OF A LEARNING PATH THROUGH PEDAGOGICAL PATTERNS

Emil Yonchev

Plovdiv University "Paisii Hilendarski"

Abstract: E-learning determines the way people are studying at any time and from any place, and the question of its effectiveness is extremely relevant. Pedagogical patterns are the means of sharing pedagogical experience, innovative ideas and good practices. Their use, for building and managing the educational process, gives some new perspectives to the online learning. The article offers a five-layer model of pedagogical patterns, suitable for implementation in online learning systems. The model is suitable for building up the learning paths for the educational activities with two important characteristics - high learning efficiency and students individual needs and competencies determination. The use of the model for training, implemented with a pedagogical pattern, is promising and also increases the effectiveness of the studying process.

Keywords: learning paths, pedagogical patterns, e-learning, learning paths model, pedagogical patterns

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Прогресът в технологиите и средствата за комуникация се развиват с голяма скорост. Обучението е силно повлияно от това развитие - онлайн, web базираното или дистанционното електронно обучение са само няколко от формите на обучение, станали възможни благодарение на прогреса на технологиите. Каквато и форма да има обучението, съществена негова характеристика трябва да бъде ефективността. Това означава с минимален разход на време и усилия и с максимално отчитане на вече придобитите от обучаемия компетентности да се получи максимален резултат. Хората учат по различен начин, имат различни предпочитания, различия в изходните знания, с различна скорост усвояват учебния материал – някои по-бавно, други – по-бързо. Обучаемите имат предпочитания за различни видове учебни материали – текстови, видео, аудио и др. За постигане на добри резултати и в по-кратки срокове, обучението трябва да бъде съобразено с индивидуалните компетенции и възможности на обучаемия. Чрез конструиране на различен **учебен път** (маршрут) за всеки обучаем може да се постигне тази висока ефективност на обучението. Един възможен подход за управление на обучението е чрез използване на педагогически патерни. Педагогическите патерни са средство за споделяне на идеи и добри практики, разкриващи допълнителни хоризонти както на педагозите, така и на професионалистите в други области, на които се налага да преподават. В статията се предлага един подход за конструиране на учебен път, базиран на педагогически патерни.

2. ПЕДАГОГИЧЕСКИ ПАТЕРНИ

Терминът „патерн“ („pattern“) се въвежда първоначално от архитектът Кристофър Александър. Той създава теория за архитектурен дизайн, която е основана на архитектурни патерни (design patterns). Александър посочва, че всеки патерн описва проблем, който се среща многократно в човешката дейност, а след това това описва същността на решението на този проблем. Този подход позволява, това решение да може да се използва много пъти, без това да става два пъти по един и същ начин (Alexander, 1979).

През последните години патерните намират все по-широко приложение и в педагогическите науки. Те предлагат удобен инструментариум за предаване на педагогически опит и за споделяне на добри практики. Възниква въпросът за създаване на софтуерни модели и цифровизирането на патерните, с цел изграждане на различни типове софтуерни приложения – каталози за патерни, софтуерни системи за управление на обучението, базирани на патерни и др. (Хаджиколева и др., 2018). Все по-често се случва обучителите да са хора, специалисти в дадена област, които нямат педагогическа правоспособност. Те не са обучени как да преподават. Преподават интуитивно, учат се от грешките си, черпят идеи и вдъхновение от свои колеги и ученици. Учебниците по педагогика често са много обемни и изучаването им изисква много време, обучение и практика. Обикновено са насочени към специалисти и съдържат много теоретична информация. Актуален е въпросът за предаване на педагогически опит и популяризиране на добри практики по подходящ компактен начин. При това е необходимо да се опишат образователни/педагогически проблеми и ситуации, и възможни подходи за тяхното решаване (Хаджиколева и др., 2017).

3. КОНЦЕПТУАЛЕН МОДЕЛ НА ПЕДАГОГИЧЕСКИ ПАТЕРН С ДОБАВЕН РЕСУРСЕН СЛОЙ

Повечето педагогически патерни, описани в литературата имат множество базови характеристики – име на патерн, описание на проблема, контекст, решение, следствия, свързани патерни и др. Ние разширяваме този модел, ръководени от следните изисквания:

- моделът да е подходящ за софтуерно имплементиране;
- да описва педагогически патерни, подходящи за присъствено, смесено и онлайн обучение;
- да описва патерните достатъчно детайлно, така че те да могат да бъдат използвани от потребители и разнотипни софтуерни системи за електронно обучение, без да е необходимо да бъдат променяни.

Предложеният в тази статия петслоен модел (фиг. 1) се явява надграждане на вече съществуващ 4 слоен модел. Той включва основните характеристики, използвани обичайно за описание на педагогически патерни – име, проблем, анализ, контекст, свързани патерни и др. формиращи основния слой на патерна. В допълнение към това, в (Hadzhikolev et. al., 2019) са предложени още 3 слоя – педагогически, технологичен и мета слой. Всеки слой включва редица специфични характеристики. В настоящата научна статия се допълва цитираният по-горе четирислоен модел с добавяне на пети – ресурсен слой. Чрез него се цели улесняване на педагозите при създаването на инстанции на патерни, предлагайки им конкретен набор от ресурси, способстващи реализацията на патерните, описани чрез модела. От друга страна, чрез този слой се задава конкретната среда за осъществяване на педагогическите цели и то по начин, подходящ за софтуерно имплементиране. Модела на педагогически патерни тук се



Фиг. 1. Концептуален модел на педагогически патерн

разглежда като средство и начин за реализация на модела за учебен път. Включването на ресурсен слой улеснява и изграждането на този модел.

А. ОСНОВЕН СЛОЙ

- **Име на патерна;**
- **Резюме** – кратък параграф, очертаващ ключовите елементи;
- **Проблем** – детайлно описание на проблема;
- **Анализ** – анализ на проблема и възможни начини за решението му;
- **Известни решения** – добри практики при решение на проблема, примери от теорията или практиката за решения на проблема;
- **Контекст** – в какви ситуации е подходящо да се използва патерна;
- **Следствия** - последици от използването, възможни проблеми с изпълнението и съответни решения, други забележки;
- **Свързани патерни** – патерни, с които е подходящо да се комбинира.

Б. ПЕДАГОГИЧЕСКИ СЛОЙ

- **Тип обучение** – дали е приложим за face-to face, смесено или онлайн обучение;
- **Класификация:**
 - Активно обучение, обратна връзка, обучение чрез опит, придобиване на различни гледни точки, преподаване от различни гледни точки;
 - Дизайн, ориентиран към обучаемия, обучаващи се общности, социални медии и взаимодействие на учащия в социалните пространства и оценка и обратна връзка;
 - Учене през целия живот, съвместно обучение и адаптивно обучение, и др.
- **Преподавателски стратегии** - описващи конкретни подходи и дейности.

В. ТЕХНОЛОГИЧЕН СЛОЙ

- **Технически ресурси за учителя** – какво е необходимо, за да се използва патерна – среда за електронно обучение, инструменти за онлайн тестове, приложения за разработване на интерактивни образователни ресурси, специализиран софтуер, други необходими ресурси, и др.;
- **Технически ресурси за обучаемия** – какво е необходимо за използване на патерна – машина (компютър, таблет, смартфон, PDA устройство), интернет достъп, браузър, виртуална машина, операционна система, специализиран софтуер и др.

Г. МЕТА СЛОЙ

- **Източник на патерна** – линк към първичния / оригиналния източник на патерна (ако патерна е публикуван на друго място);
- **Алтернативни имена на патерна** – имена, под които патерна се среща в литературата;
- **Приложение на патера (според автора)** – указва дали е с широко приложение или е по-рядко използван;
- **Потребителски рейтинг** – оценка на потребителите за полезността и възможностите за употреба на патерна;

- **Акумулиран рейтинг** – рейтинг, калкулиран на база рейтингите на инстанциите на патерна;
- **Език** – естествен език, на който е описан патерна – английски, немски и т.н.;
- **Автор** – автор на патерна;
- **Дата** – дата на създаване и дата на последна актуализация на патерна;
- **Версия на патерна.**

Мета слойт съдържа множество описателни характеристики, част от които се попълват автоматично (Hadzhikoleva et. al., 2017).

Д. РЕСУРСЕН СЛОЙ

1. Некомпозиционен тип ресурс – посочва се конкретен ресурс, чрез който се постига оптималната реализация на конкретния патерн (ако съществува такъв).

2. Композиционен тип ресурс – ресурс, включващи в себе си:

- **Ресурси за оценка и самооценка** - включва цялата гама възможности за оценяване на дейността на обучаемия, включително и мероприятията по самооценка;
- **Определител на тип задачи** – Обсъждане, Дебат, Мозъчна буря, Разследване, Критика, Оценете, Обобщение, Решаване на пъзел, Написване на есе, Инструмент за разработка, За запомняне, и др.
- **Определител на организационна форма**, даваща възможност оптималното реализиране на целите на патерна. Примерни възможности са: Диада, Триада, Т-група, Комплект за обучение, Учебна група, Семинарна група, Целият клас, Кохорта, Самоизбираща се група, Екип на проекта, Роли: Обобщение, Мотиватор.
- **Определител на подходяща среда за реализация на патерна.** Примерни стойности варианти са: Електронен печат, Електронно списание, Виртуална библиотека, Дискусионна дъска, Чат стая, Споделена папка, Wiki, Виртуално кафене, Портал, Електронен учебник, и др.

Конкретни задачи, форми на организация и среда за реализация са посочени в книгата *Pedagogical Patterns: Advice For Educators* (Bergin et. al., 2012).

4. МОДЕЛ ЗА КОНСТРУИРАНЕ НА УЧЕБЕН ПЪТ

Често се случва, неопитен Java програмист трябва бързо да внедри аplet. При това, той не трябва да изучава цялото ръководство за програмиране на Java. Необходимо е само да научи за онези няколко съответни Java библиотечни пакета плюс някои други необходими познания. Учебният път като средство за електронно обучение трябва да осигури такава гъвкавост за учащите въз основа на техните учебни цели. Освен различията в обхвата на получените знания, хората имат различия в изходните знания (компетентности), различна скорост на учене, различия в предпочитанията относно материалите, които ползват – текстови, видео, аудио и др. Учебният път предлага възможност до всеки обучаем да достигнат именно тези образователни дейности и ресурси, които са съобразени с индивидуалните му нужди и актуални компетентности. Това е обратно на досегашните модели – да се доставят до всички обучаеми един и същи обем знанията, с едни и същи средства. Чрез конструиране на различен **учебен път** (маршрут), за всеки обучаем може да се постигне тази висока ефективност на обучението.

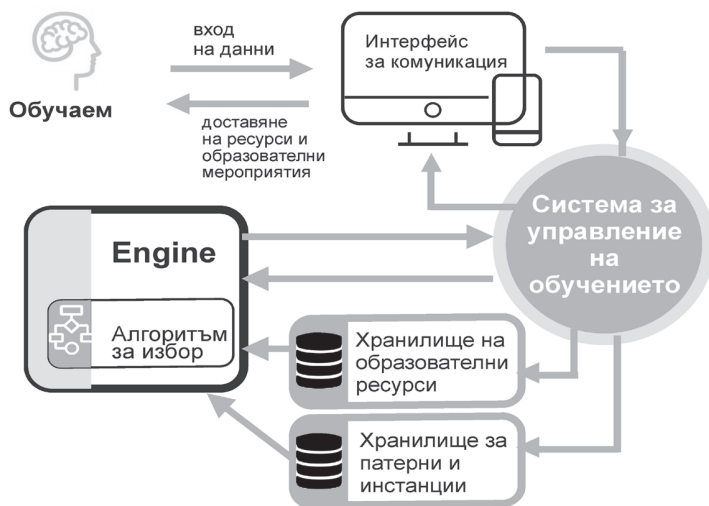
Тук ще разгледаме няколко аспекта на конструирането на Учебен път, а именно – профила на обучаемия и посочването неговите цели, предпочитания и съществуващите компетентности, както и алгоритъма за избор на учебен път, който е съществен за

реализация на ефективен образователен процес. Моделът включва в себе си следните компоненти:

- Модул за входни данни на обучаемия;
- Е-обучителен портал;
- Хранилище с образователни ресурси;
- Хранилище с педагогически патерни и инстанции на патерни;
- Engine, чрез който става избора на конкретен оптимален Учебен път.

Графично този модел е представен на фиг. 2.

Алгоритъм за избор е разработен от екип учени (Wong et. al., 2009), базиран на фермоните, които мравките остават при своите преходи за търсене на храна. Подобно на мравките е подходящо, при реализацията на алгоритъма да се формират натрупвания при селекцията на обхвата, вида и последователността (в която те ще се включат в



Фиг. 2. Модел на учебен път

образователните дейности) от образователни ресурси, доставени на обучаемия.

Профил на обучаемия:

1. Възраст.

2. Предпочитания, указани от обучаемия:

- Ресурси - предпочитания за аудио, видео или текстови материали;
- Продължителност на курса;
- Обхват и направление в обучението;
- Други персонални особености и характеристики на обучаемия.

3. Актуални компетенции.

Възрастта е фактор, който в значителна степен би повлиял избора на Учебен път, поради различните характеристики, които имат обучаемите от различните възрастови групи. Например при Y поколението (деца родени след 1991 г) това са:

- Очакване на своевременна обратна връзка и поощрение;
- Многозадачност, липса на концентрация, скачане от ресурс на ресурс;
- Визуално-кинетичен стил на учене, и др. (Стойкова, 2012).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеният модел е много подходящ за различни обучения, особено за курсове за повишаване на квалификацията, както и за всякакви курсове за обучение по графичен 2-D и 3-D дизайн, интериорен дизайн, Web дизайн и редица други, включително езикови курсове. Моделът на Учебен път, базиран на педагогически патерни, е подчертано иновативен и позволява ефективно да се използват ИКТ в образованието, от една страна, а от друга позволява висока степен на ефективност на процеса на обучение. Неговите предимства са в

прилагането на подчертано работещи педагогически патерни по начин, съобразен с конкретните нужди на обучаемите. Тъй като електронното обучение в своите разновидности в голяма степен ще определя бъдещето на образователният процес, дали като съпътстваща или основна образователна форма, то перспективите за бъдещето са обещаващи.

Благодарности: Работата е подкрепена от проект СП19-ФМИ-004, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „П. Хилендарски“.

ЛИТЕРАТУРА

Alexander, C., *The Timeless Way of Building*, Oxford University Press, New York, 1979, ISBN: 0-19-502402-8.

Hadzhikolev, E., S. Hadzhikoleva, E. Yonchev, T. Rachovski, *Formal Model of a Pedagogical Pattern Language*, International journal of scientific & technology research, vol. 8, issue 9, 2019, ISSN 2277-8616, pp. 748-753.

Стойкова, В., А. Иванова, А. Смикаров, *Добри практики при е-обучение на студентите от дигиталното поколение*, Научни трудове на русенския университет, 2012, 51.

Wong, Lung-Hsiang, Looi, Chee-Kit, *Adaptable learning pathway generation with ant colony optimization*. Journal of Educational Technology & Society, 2009, 12.3: 309-326.

Хаджиколева, Ст., Е. Хаджиколев, Т. Рачовски, Л. Йовков, *Педагогически патерни и софтуерни инструменти за управление на педагогически патерни*, Научни трудове на Съюза на учените в България–Пловдив, серия Б. Естествени и хуманитарни науки, т. XVIII, 2018, стр. 157-161.

Bergin J., J. Eckstein, M. Manns, H. Sharp, etc., *Pedagogical Patterns: Advice For Educators*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012, ISBN: 1479171824.

Хаджиколева, С., Е. Хаджиколев, Т. Рачовски, В. Цветков, *Използване на педагогически патерни за споделяне на педагогически опит и добри практики*, Национална научна конференция, гр. Смолян, 27 – 28 октомври, 2017 г.

Hadzhikoleva S., E. Hadzhikolev, T. Rachovski, *Pedagogical Patterns and Information Technologies*, Announcements of Union of Scientists - Sliven Journal, vol. 32 (1), 2017, pp. 63-69, ISSN: 1311 2864.

МЕТОДОЛОГИЯ ЗА РАЗКРИВАНЕ, ОТСТРАНЯВАНЕ И ИЗБЯГВАНЕ НА ГРЕШКИ В НЯКОИ ПРОГРАМНИ ЕЗИЦИ

Костадин Цветанов, Стоян Черешаров,
Светослав Чонков, Христо Христов
Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”

METHODOLOGY FOR FINDING, FIXING AND AVOIDING ERRORS IN SOME PROGRAMMING LANGUAGES

Kostadin Tsvetanov, Stoyan Cheresharov,
Svetoslav Chonkov, Hristo Hristov
Plovdiv University “Paisii Hilendarski”

Abstract: In the following article we analyse and classify types of possible program defects, describe approaches to find, fix and avoid them. The methodology has been used in live projects, proving that using a systematic and organised approach in finding and fixing bugs is easier and more predictable.

Keywords: methodology of software development, approaches software development, software development

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В настоящата статия разглеждаме съвременните условия и тенденции, които налагат извършване на обновяване и надграждане на софтуерните приложения. Анализираме също типовете проблеми и подходите за тяхното разкриване. Спираме се на конкретни сценарии за откриване и разрешаване на софтуерни проблеми, като установяване и изолиране на грешката, изработване на хипотеза за разрешаване и тестване. При поддръжката на софтуерни системи и приложения, когато те вече са разработени и пуснати в експлоатация, често поради различни причини, се налага да се усъвършенства изходният код, а потребителите да извършват актуализации и обновявания (updates) или софтуерни надграждания (upgrades). От софтуерна гледна точка, причините за актуализации могат да се разделят на две: външни и вътрешни, спрямо изходния код. Външните причини са свързани с промяна на външни за приложенията условия, като задаване на нови функционални изисквания или несъвместимост, породена от промяна на софтуерната среда (например операционна система, браузър, версия на софтуерна компонента и др.). Вътрешните за софтуера причини, налагащи промяна на изходния код, са свързани с възникването на непредвидена ситуация във функционалността на приложението, т.е. появил се е функционален проблем, който трябва да бъде разрешен. Често обаче непредвиденото поведение на софтуерните приложения, е следствие на външна за него промяна на средата. Заради това преди да се спрем на детайлен анализ на вътрешните от софтуерна гледна точка причини, налагащи обновяване и надграждане, ще разгледаме някои фактори, налагащи актуализацията на софтуер.

2. НЯКОИ ПРИЧИНИ НАЛАГАЩИ АКТУАЛИЗАЦИЯ НА СОФТУЕРА

Според някои изследователи (Vitale, McGrenere, Tabard, Beaudouin-Lafon, MacKay, 2017), (Duebendorfer, Frei, 2009) и (Khan, Bi, Copeland, 2012) софтуерното надграждане е свързано с технологични подобрения и усъвършенстване на сигурността и по-рядко поради потребителско изживяване (user experience). Технологичните аспекти на обновяване и надграждане на софтуерните системи и приложения са свързани с инсталиране, конфигуриране и настройка на нови функции. Тяхното развитие се саморегулира от еволюцията на софтуерната индустрия и принципите на свободна пазарна икономика. Сигурността на софтуерните уеб системи и приложения обаче, освен технологичното си усъвършенстване, изисква поддържане на състояние на киберсигурност. Според законодателството в страната (Bulgarian government, Cybersecurity Act, 2018) , киберсигурността е състояние на обществото и държавата, при което чрез прилагане на комплекс от мерки и действия киберпространството е защитено от заплахи, свързани с неговите независими мрежи и информационна инфраструктура. Основната задача на киберсигурността е предпазване, противодействие и борба с киберпрестъпления, като нерегламентиран достъп до компютърно-информационни ресурси, унищожаване и промяна на компютърни данни, разпространение на пароли и заразяване с компютърни вируси, извършване на атаки за отказ от услуги, извършване на финансови измами в интернет, кражба на виртуална самоличност, нарушаване на авторски и сродни права и др. Състоянието на киберсигурност включва нормативни, административни и технологични мерки. От гледна точка на функционалността на софтуерните приложения сигурността се осигурява от софтуерните технологии (Hristov, Cherescharov, Chonkov, Tsvetanov, 2020).

Така, може да направим извода, че *съществуват разнородни причини за обновяването и надграждането на софтуерните системи и приложения, сред които основна е, постигането на функционална и информационна сигурност.*

3. НЯКОИ ВИДОВЕ ПРОГРАМНИ ГРЕШКИ

Първопричините за компрометиране на функционалната и информационна сигурност са пробойни в софтуерната разработка. В специализираната литература инцидентното поведение на софтуерните приложения се назовава с понятията програмна грешка, софтуерен дефект или с жаргона „софтуерен бъг“, които възникват при определени непредвидени от софтуерните разработчици ситуации.

Софтуер/платформа без програмни дефекти не съществува. Според (Arcsuri, 2008) тестването на софтуер “изяжда” половината от ресурсите на продукта. Бъговете (дефектите) се намират от QA (Quality Assurance) професионалисти най-често, докато изпълняват различни типове тестове за откриване на проблеми. Според (Singh, 2019) можем да ги класифицираме в категории за най-често срещани грешки:

- **Логически/Функционални:** свързани с функционалността на продукта, в резултат, на който получаваме различно или странно поведение. Често това е срещан пропуск в кода на продукта и изисква откриване и разрешаване от разработчик. Типично за хакерските атаки е, че успяват да намерят уязвимости в логиката на кода и използват това за достъп към чувствителна информация.
- **API:** API услуга, която връща счупен, невалиден или празен отговор. Проблемът може да идва от API услугата, обработката на данни или от системата, която имплементира самия API. Според (Harguindeguy, 2019), (O'Neill, Zumerle, D'Hoinne, 2017), най-честите атаки към 2022, ще бъдат API злоупотребите, а те най-често биват: Атаките за API вход, Масирани атаки за трафик от ботове (Dos & DDos Attacks) към API и API крадене/модифициране/изтриване на данни.
- **Брауър съвместимост:** Уеб страници могат да имат различно поведение и несъвместимост на елементи, при различните браузъри. Най-често срещаният проблем е при визуализацията на графични компоненти, полета или непознаване на

дадена JavaScript функционалност (примерно: input type datetime, което не се поддържа при всички уеб браузъри).

- **Внезапно прекъсване на апликация/браузър:** Най-често се среща при мобилните апликации/браузъри. Различни функции или пренатоварване могат да водят до този срив.
- **Графични:** User Interface проблеми, които се появяват при различни версии на браузъри, при различен размер на екрана или различни операционни системи.
- **База данни:** Грешки при актуализиране, промяна или изтриване от базата данни. Неправилно структурирана SQL заявка - води до некоректни резултати. Друг вид проблем са SQL Injections хакерски атаки, чрез които може да се откраднат или манипулират директно данните.
- **Системни:** Някоя от програмите не е съвместима с операционната система/хардуер, средата или настройките, може да доведе до този тип грешки.
- **Софтуерни:** В случай, че на нови софтуерни актуализации и несъвместимостта между тях, може да провокират проблем. Често работата на едно приложение е свързана и зависи от много допълнителни софтуерни решения и библиотеки, с конкретни изисквания и версии.

4. КЛАСИФИКАЦИЯ

В допълнение на видовете грешки описани в предишната точка, ще разгледаме видовете класификации на софтуерни дефекти, предложени от изследователи. Съществуват множество статии, които разглеждат и обясняват в подробност споменатите класификации. Със синтезирания анализ направен от (Du, Mathur, 1998), ще разгледаме и сравним различните видове класификации, като им сравним слабите и силните черти.

4.1 Класификация на ортогонални дефекти

Целта на този подход, предложен от Чиларедж (Chillarege) и Бахандари (Bahandari), е да предостави бърза и ефективна обратна връзка чрез измерването на разпространение на дефекти в дадена област в софтуерния процес. Така се подчертават проблемни области, на които трябва да се обърне внимание. Използваните видове дефекти са достатъчно обобщени, за да могат да са приложими във всяка една фаза от проекта. Класификацията предоставя възможност за промяна на характеристиките на изложените проблеми в течение на времето (адаптира се към развиването на софтуера).

4.2 Схема на Куденоуф (Coodenough) и Герхарт (Gerhart)

Целта на схемата на Куденоуф и Герхарт е да даде представа за надеждността на теста. Тяхната класификационна схема се използва за оценка на надеждността на избора на различни тестови критерии. Много от критериите за избор на данни се основават на вътрешната структура на програмата, например като тестване на пътя, тестване на клонове и тестване на оператори. Схемата се опитва да представи подход, основан единствено на познаване на вътрешната структура на програмата. За да се постигне тази цел, класификацията трябва да опише точно структурата и логиката на програмата.

4.3 Схема на Остранд (Ostrand) и Уайкер (Weyuker)

Схемата на Остранд и Уайкер е създадена с цел да се оцени ефективността на предложените техники за разработка, валидиране и поддръжка на софтуера. Основна черта на схемата е, че се опитва да идентифицира характеристиките на дефекта в няколко отделни области. Във всяка област може да бъде избрана една от няколко възможни стойности, които да опишат грешката. Колкото по-точно категоризираме неизправностите, толкова по-лесно е да се създаде тестова среда чрез която да се избегнат възможни бъдещи бъгове в системата.

4.4 Схема на Базили (Basili) и Периконе (Perricone)

Базили и Периконе имат за цел да анализират връзката между честотата и разпределението на грешки по време на разработване на софтуер. Класификацията, която

използват, е нееднозначна, както е посочено от авторите. Това може да накара различни анализатори да интерпретират категориите по различен начин.

Основната цел на това изследване е да се създаде използвана и практична схема за категоризиране програмни грешки (бъгове). Подобна схема е от съществено значение за разбирането и контролирането на факторите, от които зависи ефективността на софтуера. Следователно категоризацията трябва да отразява ключовите характеристики на грешките (бъговете). В допълнение, тази схема ще служи като основа за оценка на ефективността на техниките за тестване на софтуер за разкриване на дефекти.

5. ПОДХОДИ ЗА РАЗКРИВАНЕ НА ПРОГРАМНИ ГРЕШКИ

Потребителите намират решение на програмните грешки чрез актуализации на софтуерното приложение или на средата, в която то работи. Софтуерните разработчици могат да оправят кода, който води до програмни грешки или да го заменят с напълно нова функционалност. Програмна грешка може да се открие чрез специализиран инструмент за автоматизирано тестване софтуер (Arcuri, 2008), посредством човек отговорен за следене на качеството (QA - Quality Assurance) или при забелязване от потребител, който да го докладва на отговорник или отдел по поддръжка и т.н.. Основавайки се на опита си от разработката и интеграцията на уеб платформи, и по-конкретно настоящата работата по осигуряване на качествено функциониране на уеб платформата за обучение, Open edX следва да разгледаме някои предпоставки за откриване на програмни грешки. Open edX е уеб платформа с отворен код, поддържа се от широка общност от разработчици, разширява се интензивно с различни курсове за обучение и изисква постоянно следене на качеството на функциониране. При разпознаването на програмни грешки, независимо дали системата, която се тества е официална версия на продукта (product version) или е в процес на разработка, на QA отговорника му е необходимо работно копие с пълната функционалност и изходен код. Работата по качеството на функциониране на софтуерния продукт е в пряка зависимост от качеството на разработка на приложението. Приема се, че за качественото проследяване и откриване на програмни грешки са необходими определени предпоставки и критерии, които да са изпълнени при разработката на софтуерното приложение. Според (Boehm, Basili, 2007) - "Намирането и поправянето на софтуерен проблем след като вече е доставен продукта, често струва 100 пъти по-скъпо, отколкото намирането и разрешаването му във фаза на изисквания и дизайн", а и според (Noorin, Sirshar, 2017), най-важният процес при създаването на софтуер е точното описване на функционалните и нефункционалните изисквания (Requirement engineering). Процес, който има огромен принос в осигуряване на качеството на софтуерния продукт. То проверява дали изискванията покриват желаните критерии: осъществимост, разбираемост, добро структуриране, модифициране, проследяване, ефективност, коректност, завършеност.

Други изследователи (Owens, Khazanchi, 2009), (Murugesan, 1994) приемат, че основите на софтуерното тестване включват дефиниране на тестови процеси, тестови случаи и тестови планове, техники за изпитване, методологии, инструменти, стандарти, тестване на сигурност (penetration testing) и експерти в тестването. След като завърши процесът, резултатите от теста трябва да бъдат документирани в обобщен доклад за тест и прегледано с разработчици и заинтересовани страни. В нашата практика, опирайки се и на теорията и на опита приемаме, че в допълнение на гореспоменатите са следните предпоставки и критерии:

- Платформата отговаря и изпълнява целта и нуждите, които са свързани с този проект.
- Има добре структурирана и описана документация.
- Функционалност за редовно подновяване на платформа, софтуер и хардуер за бързодействие, стабилност, защита и синхронизираност.
- Дадената платформа е устойчива при висока натовареност и добра защита под влияние на различни видове атаки и заплахи.

- Платформата трябва добре да работи при различни съвременни браузъри и също така, при различни операционни системи и мобилни устройства.
- Потребителският интерфейс е добре устроен, интуитивен и добре изглеждащ при различни браузъри, операционни системи и мобилни устройства.
- Потребителският интерфейс отговаря на изискванията за достъпност на хора с увреждания и различни нужди.
- Набор от различни тестове, доказващи стабилност и коректност.
- В зависимост от големината на проекта, бонус би бил форум, за задаване на въпроси, предложение и оплаквания. Общността от потребители (community) следят, отговарят и развиват проекта.

5.1. Сценарий за разкриване на програмни грешки

Синтезирайки изложените доводи и разгледаните процеси (Noorin, Sirshar, 2017), (Riach, 2018), (Upadhyay, 2019) излагаме следващите стъпки за откриване и отстраняване на типичен проблем/програмна грешка или дефект:

1. Решение какво работи
 - а. Начини, инструменти и практики за откриване на грешки:
 - инструменти за автоматизирано тестване
 - юнит тестовете (unit tests)
 - log файлове, които съдържат информация за проблеми възникнали по време на изпълнението на софтуера
 - специалист отговорен за следене на качеството (QA)
 - изследване на ненормално логическо поведение на софтуера
 - случайно намерен и докладван проблем от потребител/клиент/тестер
2. Решение какво не работи
 - Уверяваме се, че имаме достъп до всички свързани с проблема ресурси (код, база данни, линк и достъп към проблема на уеб платформата/софтуер).
 - Опит да се възпроизведе проблемът, който е даден по описание на доклада.
3. Синтезиране на проблема
 - При успешно възпроизвеждане на проблема, трябва да се уверим, че може да го симулираме няколко пъти.
 - Проследяване на проблема стъпка по стъпка, чрез разглеждане на засегнатия код и данните преминаващи през него.
4. Определяне на вид грешка
 - Проблемът може да е свързан с допълнителна бизнес логика/ допълнителен клиентски модул, който трябва да поправим, според изискванията и целите.
 - Технически грешки.
5. Извеждане на хипотеза
 - Ако се намери източника на проблема или несъответствие с данните, то трябва да се изолира и огради частта, за да се изследва в дълбочина каква е причината, което ще формулира хипотеза за дефекта.
 - Достатъчно информация около проблема, къде и кога се случва, какъв резултат ни дава и какъв резултат се очаква.
6. Поправяне / Тестване
 - При технически грешки се проверява дали вече има публикувани решения в интернет. Пример: уязвимост на уеб платформа “edxapp” към по-стара версия, докладвано и вече решението е налично, чрез обновяване на платформата. Друг образец е енкодингът (неправилно показване на кирилица), при който трябва да се настрои на сървъра и съответно промяна в базата данни.

- При затруднение или неразбиране, се отделя повече време и ресурси в търсене на решение (дори в интернет), допитване за съвет и помощ с колеги или ръководители, но главно се търси в кода при по-обстойно и мащабно изследване, да се разбере произхода на проблема.
- За по-лесното намиране на решение и за да се разбере по-добре казуса, е добре да се визуализира и представи идеята на хартия или дъска. Учени казват, че това е един от най-добрите методи за разбиране и разрешаване на задачи от олимпиади.

7. Тестване на хипотезата

- След намерено решение, се прави опит за имплементиране на кода или се прилагат нужните промени в базата данни.
- Проблемът се симулира отново и се проверява дали решението е добре и дава очакваният резултат, и ако всичко е според очакванията, то трябва да се изследва дали това решение би попречило в следващо изпълнение. Проверява се дали нововъведената промяна не засяга друга част от системата.

8. Изработване на тестове

- Създават се юнит тестовите (unit tests) над новото решение и старият проблем, за да се уверим, че всичко е наред.

9. Тестване

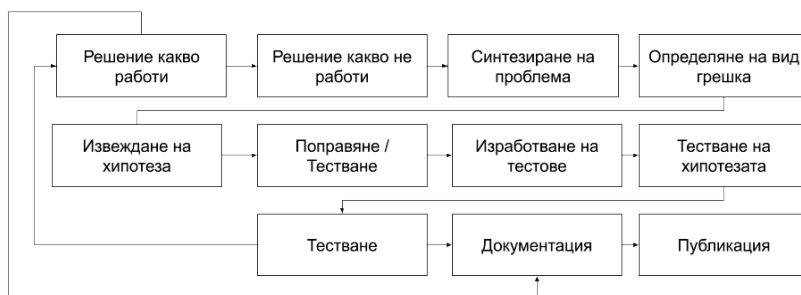
- Изпълняват се юнит тестовите, за да се уверим, че минават успешно.
- Дава се за допълнително тестване на QA специалист (инженер, отговарящ за качеството).

10. Документация

- След успешното валидиране на решението, поправката се документира и изпраща към SCM (Source Control Management - Git) за даденият проблем.

11. Публикация

- Съответно промените се мигрират/дърпат/сливат с production server и ги изпробваме да установим там, дали всичко е наред.
- За по-добро проследяване на промените се прави Pull Request към официалният клон на проекта.



Графика 1: Метод за намиране и отстраняване на програмни грешки

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С развиването на технологиите в сферата на ИТ сектора, софтуерните решения неизменно ще имат нужда от подновяване, а бизнесът ще се нуждае от постоянно поддържане на инфраструктурата си, за да не е подвластен на изброените в статията рискови фактори. Бяха проучени тенденции и практики при анализирането и поправянето на бъгове в софтуерни системи. Обърнато е внимание на използвани технологии (софтуерни

и хардуерни), на рискови фактори, които биха довели до бъгове в системата, както и на методика за тяхното отстраняване.

Литература

- [1] F. Vitale, J. McGrenere, A. Tabard, M. Beaudouin-Lafon, and W. E. MacKay, "High costs and small benefits: A field study of how users experience operating system upgrades," *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, vol. 2017-May, pp. 4242–4253, 2017, doi: 10.1145/3025453.3025509. [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01493415/document>
- [2] T. Duebendorfer and S. Frei, "Why silent updates boost security," TIK, ETH Zurich, Tech. Rep, vol. 302, 2009. [Online]. Available: [https://www.techzoom.net/Papers/Browser_Silent_Updates_\(2009\).pdf](https://www.techzoom.net/Papers/Browser_Silent_Updates_(2009).pdf)
- [3] M. Khan, Z. Bi, and J. A. Copeland, "Software updates as a security metric: Passive identification of update trends and effect on machine infection," in *Proceedings - IEEE Military Communications Conference MILCOM*, 2012, pp. 1–6, doi: 10.1109/MILCOM.2012.6415869.
- [4] Bulgarian government, "Cybersecurity Act," *Bulgarian Government Gazette*, 2018. [Online]. Available: <https://dv.parliament.bg/DVWeb/showMaterialDV.jsp?idMat=131638>.
- [5] Hristov, Hr, St. Cheresarov, Sv. Chonkov, K. Tsvetanov, "Information Security in the Design of Web-Based Software Systems," *Proceedings of the 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)*, 1-3 October 2020, Varna, Bulgaria, IEEE, Electronic ISBN:978-1-7281-9308-3, ISBN:978-1-7281-9309-0, DOI: 10.1109/ICAI50593.2020.9311305
- [6] A. Arcuri, "On the automation of fixing software bugs," in *Companion of the 30th international conference on Software engineering*, 2008, pp. 1003–1006. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1370175.1370223>
- [7] A. Singh, "What are the different types of software bugs," Quora, 2019. [Online]. Available: <https://www.quora.com/What-are-the-different-types-of-software-bugs>
- [8] B. Harguindeguy, "How Does Your API Security Stand Up Against the 3 Most Common Attacks?," *ProgrammableWeb*, 2019. [Online]. Available: <https://www.programmableweb.com/news/how-does-your-api-security-stand-against-3-most-common-attacks/sponsored-content/2019/01/03>
- [9] M. O'Neill, D. Zumerle and J. D'Hoinne, "How to Build an Effective API Security Strategy," *Gartner Research*, Dec 8, 2017 Electronic ID: G00342236, [Online]. Available: <https://www.gartner.com/en/documents/3834704>
- [10] W. Du and A. P. Mathur, "Categorization of software errors that led to security breaches," in *21st National Information Systems Security Conference*, 1998, pp. 392–407. [Online]. Available: <http://coast.cs.purdue.edu/pub/papers/Everything/du-mathur-categorization.pdf>
- [11] B. Boehm and V. R. Basili, "Software defect reduction top 10 list," *Softw. Manag. Seventh Ed.*, vol. 34, no. 1, pp. 419–421, 2007, doi: 10.1109/9780470049167.ch12.
- [12] U. Noorin and M. Sirshar, "Quality Assurance in Requirement Engineering," *Glob. J. Comput. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 1, 2017. [Online]. Available: <http://computerresearch.org/index.php/computer/article/download/1520/1507>
- [13] D. M. Owens and D. Khazanchi, "Software quality assurance," in *Handbook of Research on Technology Project Management, Planning, and Operations*, IGI Global, 2009, pp. 242–260. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Deepak_Khazanchi/publication/230636169_Software_Quality_Assurance/links/02e7e52b4bddcf076a000000.pdf
- [14] S. Murugesan, "Attitude towards testing: a key contributor to software quality," in *International Conference on Software Testing, Reliability and Quality Assurance, STRQA*, 1994, pp. 111–115, doi: 10.1109/strqa.1994.526394.
- [15] D. Riach, "How to Debug Any Problem," *Hackernoon*, 2018 [Online]. Available: <https://medium.com/hackernoon/how-to-debug-any-problem-ac6f8a867fae>
- [16] A. Upadhyay, "Debugging: Tips To Get Better At It," *GeeksforGeeks*, 2019 [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/debugging-tips-to-get-better-at-it/>

ПОДХОДИ ПРИ РАЗРАБОТКА НА СОФТУЕРНИ ПРОДУКТИ И ТЯХНОТО ПРИЛОЖЕНИЕ

Костадин Цветанов, Стоян Черешаров,
Светослав Чонков, Христо Христов
Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”

SOFTWARE DEVELOPMENT APPROACHES AND THEIR APPLICATION

Kostadin Tsvetanov, Stoyan Cheresharov,
Svetoslav Chonkov, Hristo Hristov
Plovdiv University “Paisii Hilendarski”

Abstract: Coordination and development of a software product is based on different methodologies compiled of different software solutions and concepts, most of which are open to constant update and improvement. Such approaches are becoming more and more in demand in the current IT sector.

Keywords: methodology of software development, approaches software development, software development

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Развитието и разработването на софтуерни системи е сбор от комплексни процеси обединяващи общи ценности за развитието на продукта, правилните взаимодействия между различните процеси, инструменти и технологии. Популярни гъвкави методологии за разработването на софтуерни продукти са Екстремно програмиране (Extreme Programming), Скръм (Scrum) и Канбан (Kanban). Те се използват за организиране и управление на обхват, време, цена, качество и специфики на отделните процеси. Всички методологии имат обща черта, а именно бързото разработване на продукти и лесната им поддръжка.

2. МЕТОДИ/ПОДХОДИ НА РАЗРАБОТКА НА СОФТУЕР

2.1. Екстремно Програмиране (XP - Extreme Programming)

Най-често използвано от хора, които доставят софтуер в среди където изискванията се променят доста често. Има строга граница между бизнес решения и технологически подходи. Бързото разработване на план за XP съобразявайки се с бизнес или технически промени, се доближава до методологията на Скръм модела.

Предимства: Основното предимство на този метод е, че позволява на софтуерните компании да пестят време и пари. Целият процес на разработка е лесен за проследяване, тъй като кодът се записва на малки интервали.

Недостатъци: Някои специалисти (Kukhnavets, 2018) твърдят, че екстремното програмиране е фокусирано предимно на код, отколкото на потребителския интерфейс. В зависимост от приложението, дизайнът е изключително важен. Той е в основата на продажбата на продукта. В допълнение, документирането на бъгове в XP не е винаги спазвано. Това само по себе си води до появата на сходни проблеми.

2.2. Скръм (Scrum)

Скръм е друг популярен метод за динамично развитие на проекти с висока производителност. Базиран е на постепенното разработване на софтуер. Проектът е разделен на серии от итерации (или спринтове), които обикновено не отнемат повече от 2 седмици или максимум до 30 дена. Процедурата започва със събиране на изисквания, като не всички от тях са необходими още в самото начало. Това дава възможност на клиентите да добавят нови или да променят някои от тях. Тези промени се обработват във всеки следващ спринт. Важно е да се отбележи, че при всеки един завършен спринт се получава работещо копие на продукта. Разпределянето на роли играе важна част в Скръм (Hofmann, Laiber, Haefner, Lanza, 2018). Те помагат за ясното разпределение на задачите и тяхното бързо разрешаване.

Предимства: Дава възможност на клиентите да добавят нови или да променят някои изисквания. Тези промени се обработват във всеки следващ спринт. При всеки един завършен спринт се получава работещо копие на продукта.

Недостатъци: Тъй като изискванията към продукта могат да се коригират често, те рядко се документират. Това означава, че разработката може да вземе обрат, ако собственикът на продукта не е напълно наясно с изискванията му. Само старши разработчици могат да контролират такъв модел за управление на проекти, което означава, че във всеки екип трябва да има поне един специализиран Scrum майстор, за да гарантират, че работата на всеки от екипа се движи в правилната посока. Първоначалните срокове се коригират твърде често и доставянето на продукта не винаги става на време.

2.3. Разработване по функционалности - Feature Driven Development (FDD)

Предимство на този подход, е че изгражда модел на системата преди началото на разработването и. Започва се с подробно събиране на изискванията, при което се очертават границите на проекта. Следва описване на функционалностите (функционални изисквания) определени от клиента. За всяко едно изискване се създава план за разработка, като един екип може да поеме няколко плана в рамките на един спринт. Плановите са в процес на разработка докато всички функционалности не са завършени успешно.

Предимства: *Кратка документация.* Обикновено документацията обхваща само функционалността на продукта и изискванията на клиента, без да покрива вътрешния дизайн на системата.

Използването на итерации. Всяка итерация се състои от анализ, проектиране, разработване и тестване, което само по себе си означава че на края на всяка една от тях, би трябвало да има работещ продукт. Това позволява бързото отстраняване на проблеми, или внедряването на нови функционалности.

По-голяма връзка с клиентите. Както споменахме, на края на всяка итерация или спринт, клиентът може да получи работеща версия на продукта, да даде мнение, при което директно да повлияе върху разработването на системата.

Недостатъци: Както е споменато в предимствата, клиентът играе важна роля в разработването на продукта. Ако той не е наясно с целта и с изискванията си, това значимо би забавило развитието на системата.

2.4. Сравнение между Agile (гъвкавите) методологии и други модели

Според (Velvetech, 2020) няма особени разлики между Agile и Lean. И двата модела за разработване на софтуер се фокусират върху възможно най-бързото доставяне на продукта с възможно най-доброто качество. В другата противоположност са моделите Waterfall и Lean. Това е така, защото методологията Waterfall се фокусира върху резултата при стартирането на проекта, а Lean продължава да проверява пригодността на продукта - през целия процес на разработка.

На базата на направените сравнения, може да твърдим че основните фактори на които се наблягат от изброените методологии са: бюджет, обхват на проекта, налични ресурси, време и комуникация с клиентите.

Сравнение	Гъвкаво (Agile)	Lean	Waterfall
Фокус	Доставяне на продукта възможно най-бързо	Доставяне на продукт, който пазарът купува	Остава в рамките на бюджета и времевите рамки
Процес на развитие	Фазите са в цикъл	Фазите са в цикъл	Линейно: една фаза след друга
Темпо	Итерации от 2 до 4 седмици	Къси итерации	без междинни отзиви от клиенти
Участие на клиента	През целия проект	През целия проект	На етапи
Обхват	Адаптира се към изискванията на текущия пазар	Продължава да се променя, премахва всичко, което пазарът не е готов да плати	Подробно от самото начало
Екип	Малки екипи	Малки екипи	Йерархична организация с ясно определени роли

Когато се вземе в предвид, че изброените до този момент методи не покриват изцяло работните процеси, може да дефинираме един изцяло нов гъвкав подход, който комбинира принципите и практиките на различните методологии.



Правилният подход за прилагане на избраната методология е обгръщането и около проекта, за да се съвпадне възможно най-добре с изискванията, а не механичното и прилагане, но в същото време, както е посочено от (Todorov, 2013), екипът играе най-важната роля в развитието и прилагането на методологията.

Координирането и развитието на софтуерен продукт се базира на различни методологии от софтуерни решения и концепции за развитие, които се превръщат във все по-търсени стратегии от текущият ИТ сектор. В днешно време, екипите за разработка на софтуер, разчитат твърде много на вече налични софтуерни решения. Те стават неизменна част от ежедневието на програмистите в различните фази на процеса от разработката и без тях, подходите биха били на първично ниво.

3. СОФТУЕРНИ РЕШЕНИЯ И ТЯХНОТО ПРИЛОЖЕНИЕ В РАЗРАБОТКАТА НА СОФТУЕР

Софтуерни решения се използват за по-добра организация, улесняване на процеси, проследяване, анализи и отчети за извършена дейност. Продукти за съвместна разработка се използват от много компании по целия свят. С тях, могат да се планират, разработват и доставят софтуер. Използват се в Agile (гъвкавите) методологии, които помагат на бизнеса да предлага високо качество на клиентите по-бързо и с по-малко усилия. (Intelligent Systems, 2020) Според източници (Colman, 2020), (Kocsis, 2020) и опита ни, можем да ги категоризираме и да споделим софтуерните решения, помагащи ни при разработката:

3.1. Софтуер за управление на проекти

Инструментите за управление на проекти са съществено важни при комуникацията между програмистите от един или много екипи. Те помагат на персонала ефективно да организират работата, да управляват и проследяват задачите си. Също са включени и други инструменти, за планиране, правене на график, сътрудничество, документиране и опции за оценка на проекта. Всички тези неща са изключително полезни за визуализиране на обхвата на проекта и по-бързото постигането на работни цели. Биват различни, платени, безплатни и лимитирано-безплатни (Colman, 2020).

Въпреки голямото разнообразие от подобни продукти, ще обърнем внимание на някои от по-популярните на пазара:

- **Jira** е уеб-базирана система за проследяване на грешки (bug tracking), проблеми (issue tracking) и управление на разработката на софтуерни проекти от Atlassian Software Systems. Управлението на технологичния процес (workflow) прави Jira подходяща за управление и подобряване на работните процеси използвайки Scrum методологията.
- **Trello** е безплатно уеб-базирано приложение за управление на проекти, създадено от Fog Creek Software през 2011 г. То помага на екипите да работят в сътрудничество и ефективно да извършват задачите си. Използва Канбан парадигмата за управление на проекти, използвана първоначално в Тойота през 80-те години на 20 век.

Алтернативни софтуерни решения: Asana, OpenProject, Redmine, ProofHub, YouTrack Jetbrains

3.2. Инструменти за комуникация (сътрудничество между екипи)

Едно от най-големите предизвикателства е комуникацията, а особено при отдалечени екипи. Сегашната епидемиологична обстановка принуждава работата да става от разстояние. Виртуалните екипи, изискват ясно и постоянно взаимодействие с всички членове. За щастие има цяла гама съвременни инструменти, които позволяват на служителите да обсъждат задачи и проекти в реално време, където и да се намират, така че всичко да се движи бързо. Ето няколко от тях:

- **Skype** е телекомуникационно приложение, специализирано в предоставянето на видео чат и гласови повиквания между компютри, таблети, мобилни устройства и др. през интернет. Skype също предоставя услуги за незабавни съобщения. Потребителите могат да изпращат текст, видео, аудио и изображения. Skype позволява и видеоконферентни разговори.
- **Slack** е платформа за бизнес комуникации, което предлага много функции в стил IRC, включително постоянни стаи за чат (каналы), организирани по теми, частни групи и директни съобщения.
- **TeamViewer (Remote Desktop)** позволява да осъществите достъп до компютрите на другите от разстояние, ако и на него е инсталирано приложението и са ви предоставени необходимите данни за вход. Често се използва при Pair Programming. (Kocsis, 2020)

Алтернативни софтуерни решения: Viber, Google Hangout, IRC, Rocket.Chat, Remote Desktop.

3.3. Инструменти за уеб конференции (делнични срещи)

Този вид софтуер може да се определи и като средство за комуникация. Те обаче са

създадени специално за провеждане на онлайн срещи и предоставят разширени функции за уеб конференции, като опции за споделяне на работен екран и планиране. Те могат да се използват и за обучение на отдалечени служители.

- **Zoom** е инструмент, базиран на облак технологиите, който помага на екипите да обсъждат своите проекти и други работни теми чрез видеоконференции и чат. По време на онлайн срещите, може да се запише видеоконференция като пълнометражен видеоклип. Zoom също така включва споделяне на екрана, конферентни разговори с множество потребители и планиране на срещи. (Colman, 2020)
- **Google Meet** е инструмент за сътрудничество в облак технологиите, който е част от G-Suite на Google. Независимо дали трябва да се осъществи гласов или видео разговор, чат или мултимедийни съобщения, услугата прави всеки тип екипна колаборация изключително лесна, независимо къде се намират членовете на екипа или какви устройства използват. (Colman, 2020)

Алтернативни софтуерни решения: Jitsi, Microsoft Teams, Google Classroom, Skype

3.4. Инструменти за сътрудничество с документи (Презентиране/Документация/

Отчетност)

Тези инструменти могат да помогнат на отдалечените работници да организират всичките си файлове и данни на едно място и да осигурят денонощен достъп до документи си отвсякъде. Те позволяват да се преглежда, редактира и работи едновременно върху еднакви документи, което спомага за ускоряване на работния процес.

- **G-Suite (Google Documents / Presentations / Spreadsheets / Forms)** предоставя възможност достъп до документи, листове и слайдове на Google, които също са част от G-Suite. Те позволяват да създаваме бележки, работни листове и презентации с допълнителното предимство да бъдете онлайн и споделени. Можете да работите по документи с колегите си едновременно през облака - просто им дайте достъп за редактиране или го направете като файл „само за преглед“ и оставете коментари в реално време. (Colman, 2020)
- **Google Drive** е платформа за съхранение в облак, за да съхранявате всичките си файлове на едно сигурно и централизирано място. Отдалечените работници могат да съхраняват и споделят документи, електронни таблици и слайд презентации. Може да се използва за отчитане на седмични показатели. Освен това файловете в Google Drive могат да се синхронизират между устройствата, така че хората могат да ги преглеждат и актуализират от всяко място.

Алтернативни софтуерни решения: Dropbox, Microsoft Office 365

3.5. Инструменти за организиране, съхраняване, управление на файловете на

проектите

Разработчиците разчитат на система за контрол на версиите (VCS - Version Control System). Управление на версиите е механизмът, по който се управлява работата по даден софтуерен проект. За да се улесни разработката на софтуер са създадени специални системи, които намаляват неудобствата при съвместна работа на много хора върху един проект. Системите за контрол на версиите обикновено използват едно централно хранилище, в което се съхраняват файловете на проекта. Когато някой започне да работи по този проект, той създава копие на файловете от това хранилище на своята система и работи с тези копия. В процеса на работа потребителя може да изпраща към хранилището направените от него промени и да получава промените, направени по проекта от другите хора в екипа. След обновяване на хранилището, в него се запазват старите версии на променените файлове. Така тези файлове могат да бъдат възстановени при необходимост. Системата за контрол на версиите също така следи за конфликти – различни промени на различните потребители, които ползват хранилището.

- **GitHub** помага на софтуерните екипи да си сътрудничат и поддържат цялата история на промените в кода. Може да се проследяват промените в кода, да върнат часовника назад, за да се отменят грешките. Това е хранилище за Git проекти, а Git е система за

контрол на версиите с отворен код, която включва локално разклоняване, множество работни потоци и удобни области за поддръждане. Контролът на версиите на Git е лесна за научаване опция и предлага по-бърза скорост на работа.

- **Bitbucket** е подобно на GitHub. Решение за управление на хранилището на Git, предназначено за професионални екипи. Той дава централно място за управление на git хранилища, сътрудничество по изходния код и насочване през потока на разработката. (Atlassian Bitbucket Documentation, 2020)

Алтернативни софтуерни решения: Gitlab, SVN, Google Drive

3.6. Други инструменти, които могат да послужат :

- **Eclipse IDE** е многоезична среда за разработване на софтуер, която включва интегрирана среда за разработка (IDE) и плъгин система. Написана е главно на Java и може да бъде използвана за разработване на приложения на Java, а с помощта на различни плъгини, и на различни други езици за програмиране.
- **Evernote** е чудесно решение за водене на бележки за сътрудници, работещи от разстояние. Можете да поддържате всичките си бележки организирани, да ги синхронизирате автоматично на всичките си устройства. Evernote е приложение, което служи като бележник, PDA, списък със задачи и джобен бележник. (Kashyap, 2018)
- **NordVPN/VPN Unlimited** е един от най-популярните доставчици на услуги за виртуална частна мрежа на пазара.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията разгледахме различните методологии за разработване на софтуер, техните характеристики, както и съпътстващите ги софтуерни решения. При сравнението на различните подходи, се достигна до извод, че те не покриват на 100% всеки един продукт, което позволява разработването на хибриден подход в зависимост от изискванията на системата.

ЛИТЕРАТУРА

[1] P., Kukhnavets, "Disadvantages And Advantages In Extreme Programming. ," 2018, Hygger: Project Management Software & Tools for Companies. [Online]. Available: <https://hygger.io/blog/disadvantages-and-advantages-of-extreme-programming/>

[2] C. Hofmann, S. Lauber, B. Haefner, and G. Lanza, "Development of an agile development method based on Kanban for distributed part-time teams and an introduction framework," in *Procedia Manufacturing*, Jan. 2018, vol. 23, pp. 45–50, doi: 10.1016/j.promfg.2018.03.159. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918304633>

[3] Velvetech, "Top 12 Software Development Methodologies: Benefits and Drawbacks," Velvetech, 2020 [Online]. Available: <https://www.velvetech.com/blog/software-development-methodologies/>

[4] N. Iv. Todorov, "Guvkavi metodologii za razrabotka na softuerni proekti i tyahnoto prilozhenie, osnovano na utvardeni standarti za upravlenie i kachestvo, " Autoreferat, Ph.D. dissertation, Sofia, 2013 [In Bulgarian] [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/220689033.pdf>

[5] Intelligent Systems, "Softuer za kolaboraciya", Intelligent Systems, 2020. [Online]. Available: <https://www.isystems.bg/resheniya/softuer-za-kolaboraciya/>

[6] H. Colman, "25 Remote Working Software Tools You Need to Check Out," iSpring Solutions, 2020 [Online]. Available: <https://www.ispringsolutions.com/blog/remote-working-software-tools/>

[7] A. Kocsis, "The 27 Best Remote Working Tools You Simply Need In 2021," 10to8, 2020. [Online]. Available: <https://10to8.com/blog/must-have-remote-working-tools/>

- [8] Atlassian Bitbucket Documentation, 2020 [Online]. Available: <https://bitbucket.org/product/>
- [9] V. Kashyap, "26 Remote Work Tools for Happy and Productive Employees," ProofHub, 2018 [Online]. Available: <https://www.proofhub.com/articles/remote-work-tools-for-team>

JAVASCRIPT ТЕХНОЛОГИИ ЗА ОРГАНИЗАЦИЯ И ОБРАБОТКА НА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Емил Ангелов

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

JAVASCRIPT TECHNOLOGIES FOR IMAGE ORGANIZING AND PROCESSING

Emil Angelov

Plovdiv University „Paisii Hilendarski“

Abstract: Motivational description of the JavaScript language, the technologies related to it and those who work in image processing and organization. This article reviews the evolution of the JavaScript programming language and its role in some modern applications, libraries and software frameworks. An overview of JavaScript technologies, suitable for developing applications for organization and image processing - Canvas, NodeJS, WebRTC... Some strategic aspects of optimization are considered, through options for parallel client-server processing.

Keywords: image, image processing, image organizing, JavaScript, JS, client-server processing

ВЪВЕДЕНИЕ

Изображенията достигат връх по популярност в мултимедийния свят. Фотоизображенията в частност са първенци сред изображенията. Разработването на технологии и приложения за организиране и обработване на изображения, които улесняват тяхното събиране, съхраняване, търсене, споделяне, прехвърляне, променяне и визуализиране е една актуална задача. Широко приложение в тази насока намира скриптовият език JavaScript (JS).

JS е значим език, набиращ популярност, използван в много съвременни технологии, приложения и софтуерни рамки. Намира широко приложение при организацията и обработката на изображения. В статията е направен кратък преглед на езика и свързаните с него технологии, фокусирани върху обработка и организация на изображения. Разгледани са възможностите за паралелна клиент/сървър обработка.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ОБРАБОТКА НА ФОТОИЗОБРАЖЕНИЯ

Ако разглеждаме снимките като елементи на множество – това е **организация**, ако търсим начини да ги променяме – **обработка**...

Организацията на снимките може да бъде разглеждана в две насоки – в *електронните среди* и в *материално - веществения свят*. Организацията в *електронните среди* има много аспекти - съхраняване на всякакви количества изображения, индексирането им по различни признаци с оглед по-лесното им откриване, възможностите за споделяне, и др. В *материално - веществения свят* най-популярни са печатните носители. Но даже и там, компютърните технологии отдавна са завзели света на предпечата.

Организирането е оптимизирано разпределяне и подреждане на изображенията по страниците на крайните /примерно хартиени/ носители – албуми, списания, календари, както и съчетанието им с текст и други графични елементи.

Обработката на изображения се развива в различни насоки. Най-общо може да ги класифицираме на *обща* и *конкретна обработка*. *Общата обработка* обхваща цялото изображение /в това число филтри, тониране, корекции на светлосенки, тоналности, цветове/, а *конкретната обработка* предполага промени на части от изображението – определено множество пиксели /селекция/, като всички останали остават с непроменени стойности. В тези посоки има сериозни разработки, множество готови приложения, с които се работи добре и покриващи различни аспекти от организацията и обработката. Нека вземем за еталон **първенците на Adobe – Photoshop и Lightroom**. Многогодишната им разработка и устойчивост във времето гарантират, че са идеален пример за гореописаните функционалности. Те се движат в облачна посока, но все още имат настолни версии.

ЕЗИКЪТ JAVASCRIPT

Един език, който намира широко приложение при обработката на изображения е **JavaScript**. От мъничък скриптов език с тясна сфера на обхват, роден и интегриран в браузърите, създаден през 90-те, в най-ново време се превръща в мощен широкоспектърен език за програмиране. Моите изследвания проследяват развитието му в едно със съпровождащите го фактори и считам, че с голяма вероятност, това е език и от бъдещето.

JavaScript има пълноаспектно технологично покритие и все по-разширяваща се професионална подкрепа. За това можем да посочим NPM [1], Electron [2], OpenJSFoundation [3], JavaScriptLandia [4], Node [5], PouchDB [6], и още много много други...

Лесен за научаване, все по-обектно ориентиран с всяка следваща версия /а те се появяват по-бързо, отколкото може да разберем какво е новото във всяка една от тях/, със C базиран синтаксис на основните конструкции и интегриран към всеки един обектен модел, в средата, в която ще бъде ползван, JS реално може да бъде използван за абсолютно всякакви цели и да се правят пълни “FullStackApps”. Това са приложения, които съчетават FrontEnd, BackEnd и бази данни. И всичко изцяло на JS... Отделните части на „ФулСтека“ до сега се възползваха от отделни технологии, като например комбинациите JS/PHP/SQLITE или C#/ASP/MySQL...

JS като магнит привлича с чара си разработчици от всички страни. Става задължителен за портфолиото на всеки, желаещ да е на „гребена на вълната“ на съвременните информационни технологии... Сравнени с бившето MSDN [7], Mozilla колкото и да губи равновесие, все още поддържа една от перлите си – MDN [8], както и asm.js, с WebAssembly, даващи възможност на десктоп код да се превърне във уеб приложение /със затихващи функции/. Тук е мястото да споменем като значим фактор и Google... Но за Google и Mozilla, и причините, поради които конкуренцията помежду им „въздига“ JS, могат да се напишат романи.

Големите езици за програмиране (ЕП) са еволюирали чрез разработването на библиотеки. JS не прави изключение. Понастоящем има голямо множество библиотеки, които се актуализират периодично. Типичен пример е jQuery библиотеката [9], без която нямаше да са същите много други софтуерни рамки, като напр. Bootstrap [10]. Милиони редове JS сорс код в буквално хилядите приложения, библиотеки, софтуерни рамки. Сред най-популярните са Angular [11], React [12], Vue [13], Ember [14], Meteor [15], Mithril [16], Node [5], Polymer [17], Aurelia [18], Backbone [19], и др.

Не са ми известни само операционни системи (ОС), които да са писани на JS. Но пък почти към всяка от по-популярните ОС може да бъде добавена JS среда за разработка. Така че, чрез JS може да се изгради приложение, и то да бъде окачествено като оригинално /native/ за съответната ОС. Дори можем да се правят „мултиплатформени“ (преносими) приложения от една ОС към друга... Да вземем за пример Electron – това е системата, чрез

която може да се създават **настолни приложения** и да се пакетират директно за macOS, Windows и дори Linux. Разработва се едно приложение, пакетира се за три операционни системи, дори може да се дистрибутира чрез съответните магазини за приложения, като Mac App Store или Microsoft Store. Така се постига единен изглед, интерфейс и функционалност, чрез изучаване само на един език за програмиране – JS.

JAVASCRIPT ТЕХНОЛОГИИ

След прегледа на езика JS, следва да обърнем внимание към технологиите, вървящи „ръка за ръка“ и „в крак“ с JS.

Да започнем с **NPM**. Това е мениджър на пакети за **Node** /иначе казано JS open source/. Около **NPM** гравитира може би целият JS свят. Показателно е, че **Microsoft (MS)**, в този късен етап започва бета разработка на пакетен мениджър за **Windows**. Значима е и разработката отново от **MS** на **TypeScript**. Макар и със закъснение, MS тества печеливши стратегии на развитие, в основата на които стои идеята за отворен код. Да не забравяме придобиването на **GitHub**. **Visual Studio Code**, който е на **MS** е Open Source – написан на **Electron**, т.е. на **nodeJS**, вдъхновен от **Atom** на **GitHub**, реализиран със същата технология. **VSC** в класацията за 2020 за редактори за разработчици на всички ЕП заема над 50% от челните места, като за много от ЕП може да се ползва и като **IDE** /Integrated Development Environment/. Много е вероятно, ако пакетно-мениджърските експерименти са успешни, в близко време **C#** да бъде спаралелен с **TypeScript**, респективно **JS**.

Нека разгледаме **FrontEnd** зоната, откъдето JS е проходил. Ще оставим настрана връзката му с **DOM** /Document Object Model/, която е голямата му сила. Ще надникнем в **HTML** елемента **Canvas**. С няколко думи – **Canvas** е **HTML** елемент за графика, управляван от JS. **Canvas** е цял един свят от необятни възможности за художници и графични редактори. Богат спектър от специфични JS инструкции съставляват речника му. Сред тях има такива за растерна и векторна графика, работа с текст и други.

В [20] има подробна информация за **Canvas**, но той е във възможностите си да работи и на ниво **пиксел**, т. е. **чрез JS да се манипулира изображение**. Начални сведения за това има в **MDN** [21] – добър източник за изучаване на JS, HTML5, CSS3 и техните тънкости...

В книгата **Eloquent JS** на **Marijn Haverbeke** [22], в глава 19 е представен **Canvas** проект [23], а в глава 19 на трето издание има усъвършенстван пикселен **Canvas** [24]. Думите на Хуан Миро са красноречиви: „Виждам много цветове пред мен. Гледам своето празно платно. След това се опитвам да прилагам цветовете, също както думите оформят поеми, също както нотите оформят музика“. Книгата на Haverbeke [22] е чудесна за изучаване на езика – както за начинаещи, така и за напреднали. В сайта ѝ има инструмент за тестване на кодовете в книгата, т. нар. **SandBox**. В трето издание в проекта са дадени първи алгоритмични стъпки за представяне на пикселно изображение като двумерен масив и „докосването“ до всеки един пиксел. Оттам нататък алгоритмите за обработка, които са вече разработени, могат да бъдат имплементирани. Това е направено успешно в проектите. Има техника за запазване на изображението – цяла технология, за да може то да се използва многократно, да се „качва в облака“, да се споделя или прехвърля за обработка в **BackEnd** зоната, където го посреща алгоритмичен код на **nodeJS**.

За сведение, **Node** притежава **API** за средата, в която е интегриран, така че разработчикът буквално с няколко реда код може да активира „екстри“ като **FileServer**, **WebServer**, **WebRTC**, и други технологии, ако е необходимо някои обработки да се прехвърлят в **BackEnd**-а. Тук има проблем с разпределяне на сложността на задачата според определени критерии. Метафорична аналогия имаме със случая за валидиране на данни – може да се направи при клиента, може да се направи на сървър, може и на двете места, а може да се разпредели на части. С изображенията е малко по-сложно, защото работата при клиента не винаги е стабилна и зависи от клиентската машина и нейните характеристики – памет, процесорна мощ, софтуер, и др. Прехвърлянето на сървър изисква трафик и скорост

в двете посоки. След връщането може да се получи по-голямо изображение, ако операцията е била увеличаване на размера. Изследват се фактори като: условията при клиента, параметрите на изображението, скоростта на връзката, възможностите на сървъра – в частния случай може да е локален /ако правим настолно приложение например/ и условията с изключение на лимитациите на брауъра да са същите, като не на последно място е конкретната обработка. В идеалния случай може да се направи обработката на мини изображение при клиента, докато оригинала се „качва“ на сървъра и се обработи там. Следващия въпрос е къде се съхранява обработения резултат. На клиента може да се показват резултатите в умалени копия – **работни миниатюри**, за да може работният процес да има добра скорост. „Качването“ и „свалянето“ може да са по **RTC** канал, минали са тестове за **FTP** спрямо **RTC**.

Тук следва да отбележим, че обстоятелствата са многофакторни и тест на връзката показва различни параметри в различни моменти. **JS** е в основата на **AJAX** - концепцията за асинхронна комуникация. Идеята е с минимален трафик да се извършват максимални обработки за най-кратко време. Ако сървърът е мощен, има едно „качване“ и едно „сваляне“, а между тях – паралелна обработка на миниатюра при клиента и оригинала на сървъра. Това е идеалният случай, който търпи вариативност. По-разпространеният към настоящия момент вариант е, сваляне на миниатюри при клиента – брауър, който в случая играе само представителна роля. Двата крайни варианта са повод за сериозен концептуален размисъл на разработчиците, с оглед на все по-нарастващите възможности на брауърите и настолните ресурси като цяло. Междинният трафик може да бъде само с параметрите на обработките, за които се установяват универсално дефинитивни стандарти. Примери отново са от **Adobe**, с техните дефинирани скриптов обозначения на всяко едно елементарно действие.

Споменавайки **Adobe**, следва да подчертаем, че **JS** е универсалният скриптов език за техните програми. Подобно на **VBA** в **MS Office**, **JS** получава достъп до обектите във **Photoshop**, **LightRoom**, **Illustrator**, **InDesign**, **Acrobat DC Pro**. Може да се използват **JS**-скриптове и да се оставят **PS** или **LR** да обработват големи количества снимки, **Acrobat DC** да номерира хиляди талони със серийни номера, **BAR** и **QR** кодове, да персонализира документи с данни от БД, да прави календариуми и други неща съвсем автоматично.

Да се върнем малко на **организацията**. **Google** предлагат **API** от приложението **Google Photos**, чрез което потребителят може да синхронизира своите **каталози** (албуми).

Евристичната област на **организация** е в процеса „колажиране“ на албуми – **собствено понятие**. Основните етапи са:

1. Определяне на множеството от изображения;
2. Определяне на размер на страница – печатен или в пиксели;
3. Определяне на заетите от други елементи позиции /области за текстове, графика/;
4. Статично или динамично определяне на броя страници;
5. Разпределянето на снимките по страниците – с или без шаблон;
6. Подреджане на снимките по страниците – с или без шаблон.

Вариантите при реализация зависят от степента на участие на клиента. Вземат се подобни решения, както при обработката – изследване на фактори за избор на **BackEnd/FrontEnd** разпределение на задачите. Запазването на резултатите може да е в различни файлови формати – графични, документални. Стандартизирането на собствен проектен формат, с възможност за „доработки“ е задължително...

Ако желаем да издигнем **ООП** нивото, с цел екипна разработка и стандартизиране, може да използваме шаблони за **ООП** дизайн [25]. За да навлезем в основите на езика през версията **ES6** и поетапно да се изкачим до следващите версии – препоръчвам [26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията е направен преглед на развитието на езика JavaScript и използващите го съвременни технологии и приложения. Езикът е разгледан от гледна точка на неговата приложимост за организация и обработка на изображения. Накратко са представени стратегически аспекти за оптимизиране, чрез варианти за клиент-сървър паралелна обработка. Голямото приложение на JS го прави универсален. За това допринасят и лесното му изучаване и широка употреба. Езикът е незаменим за изработката на цялостни приложения за организация и обработка на изображения. Има големи възможности за оптимизирани стратегии при клиент/сървърна обработка.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] npm, <https://www.npmjs.com/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [7] Microsoft Docs, <https://docs.microsoft.com/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [8] MDN Web Docs, <https://developer.mozilla.org/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [9] jQuery, <https://jquery.com/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [10] Bootstrap, <https://getbootstrap.com/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [11] Angular, <https://angular.io/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [12] React, <https://reactjs.org/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [13] Vuejs, <https://vuejs.org/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [14] Ember.js, <https://emberjs.com/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [15] Meteor, <https://www.meteor.com/>, последен достъп на 20.02.2021.
- [16] Mithril, https://mithril.js.org, последен достъп на 20.02.2021.
- [17] Polymer Project, <https://www.polymer-project.org>, последен достъп на 20.02.2021.
- [18] Aurelia, <https://aurelia.io>, последен достъп на 20.02.2021.
- [19] Backbone.js, <https://backbonejs.org>, последен достъп на 20.02.2021.
- [20] W3schools, HTML Canvas Graphics, https://www.w3schools.com/html/html5_canvas.asp, последен достъп на 20.02.2021.
- [21] MDN Web Docs, Pixel manipulation with canvas, https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas_API/Tutorial/Pixel_manipulation_with_canvas, последен достъп на 20.02.2021.
- [22] Marijn Haverbeke, Eloquent JavaScript, 2018, 3rd edition, <https://eloquentjavascript.net>, последен достъп на 20.02.2021.
- [23] Marijn Haverbeke, Eloquent JavaScript, 2018, Глава 19, Проект: програма за рисуване, https://to6esko.github.io/19_paint.html, последен достъп на 20.02.2021.
- [24] Marijn Haverbeke, Eloquent JavaScript, 2018, 3rd edition, Chapter 19 Project: A Pixel Art Editor, https://eloquentjavascript.net/19_paint.html, последен достъп на 20.02.2021.
- [25] DoFactory, JavaScript Design Patterns, <https://www.dofactory.com/javascript/design-patterns>, последен достъп на 20.02.2021.
- [26] DoFactory, JavaScript Introduction, <https://www.dofactory.com/javascript>, последен достъп на 20.02.2021.

За контакт:

Емил Ангелов – фотограф и преподавател по програмиране и информатични дисциплини
Докторант в катедра „Компютърна информатика“ при ПУ „П. Хилендарски“
е-mail: emil.angelov@gmail.com

КЛАСИФИЦИРАНЕ НА АНТИОКСИДАНТНИ ПЕПТИДИ ЧРЕЗ МАШИННО ОБУЧЕНИЕ

Желязко Терзийски
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

CLASSIFICATION OF ANTIOXIDANT PEPTIDES BY MACHINE LEARNING ALGORITHMS

Zhelyazko Terziyski
Plovdiv University „Paisii Hilendarski“

Abstract: Machine learning (ML) as part of artificial intelligence is already used in all scientific fields. One problem in which machine learning can be useful is predicting the biological activity of peptides. There has always been great interest in peptides because of their positive effects on human health. They can be used as a basis for the development of functional foods, drugs and perform regenerative functions of the body. Currently, most of them have been isolated experimentally by *in vivo* and *in vitro* methods. However, these protocols are expensive and time consuming. In recent years, the *in silico* approach has been increasingly used to classify peptides more efficiently, in particular using ML algorithms. This research tests various algorithms used in machine learning to determine a peptides with antioxidant properties.

Keywords: machine learning, neural networks, SVM, k-Nearest Neighbors, bioinformatics, bioactive peptides, antioxidante peptides

Въведение

Машинното обучение като част от изкуствения интелект се използва все по-широко за решаване на различни проблеми в науката. ML алгоритмите навлизат бързо и в биоинформатиката, като важна част от *in silico* методите. За разлика от традиционните *in vivo* и *in vitro* методи, *in silico* подхода отнема много по-малко време и е значително по-евтин. Това обуславя, нарастващия интерес към машинното обучение, което се използва за прогнозиране на биологичната активност на антиоксидантни пептиди. Този вид пептиди унищожават свободните радикали в организма, забавят разрушаването на клетките, укрепват имунната система и предпазват човека от тежки заболявания.

Съществуват няколко подхода за прогнозиране на свойствата на антиоксидантни пептиди, които са обобщени в [1], [2]. Най-широко използвания от тях е основан на анализ на пептидната последователност. В научната литература са докладвани различни ML алгоритми за идентифициране на пептидни характеристики по този модел. За разпознаване на антиоксидантни пептиди в [3] е предложен нов метод SeqSVM, а в [4] това става чрез хибриден модел, включващ t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding и Support Vector Machines (SVM). В [5] са използвани 9 различни модела на SVM за определяне на антиоксидантни свойства на протеини. Класификация със SVM за определяне на отрицателните (токсични) свойства на пептиди е предложена в [6]. Многослойна невронна

мрежа и статистически методи, описани в [7] откриват антиоксидантни свойства при пептидите с голям процент на вероятност. Предложеният в [8] модел за класификация на протеини комбинира k-Nearest Neighbors, Fuzzy k-Nearest Neighbors и генетични алгоритми.

Процес на класифициране на антиоксидантни пептиди чрез ML

Процесът на класификация, чрез анализ на последователността на аминокиселините в пептида е показан на фиг. 1. Той стартира с подготовка на набор от данни, които да бъдат използвани за обучение и тестване с модели от машинното обучение. Избира се положителен набор от данни т.е. такива пептидни последователности, които имат антиоксидантни свойства. След това се избира отрицателен набор от данни. Всички данни се смесват и се използват при машинното обучение. В настоящото изследване са използвани антиоксидантни пептиди от базата данни със свободен достъп BIOPEP-UWM [9].



Фиг.1 Процес на класифициране с ML алгоритми

Следващият етап от процеса е кодиране и подбор на функция за кодиране и извличане на характеристики, така че данните да могат да се използват от ML модела. Последователността от аминокиселини в пептида трябва да се представи с вектор от цифрови данни с определена дължина. В това проучване е използвана концепцията за Pseudo Amino Acid Composition (PseAAC) описана в [10].

След като данните са подготвени и кодирани се пристъпва към използване на алгоритми от машинното обучение. В конкретния случай е създаден модел на изкуствена невронна мрежа с прави връзки и backpropagation метод за обучение. Той е сравнен с едни от най-популярните ML модели за класификация и регресия SVM и k-Nearest Neighbors.

Процесът на класификация завършва с оценка на модела. В настоящото изследване се използват четири показателя за оценка на ефективността – точност (Acc), чувствителност (Sn), специфичност (Sp) и коефициент на корелация на Матю (MCC) [11]. Те се изчисляват с изразите:

$$Acc = \frac{TN + TP}{TN + TP + FN + FP} \tag{1}$$

$$Sn = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

$$Sp = \frac{TN}{TN + FP} \quad (3)$$

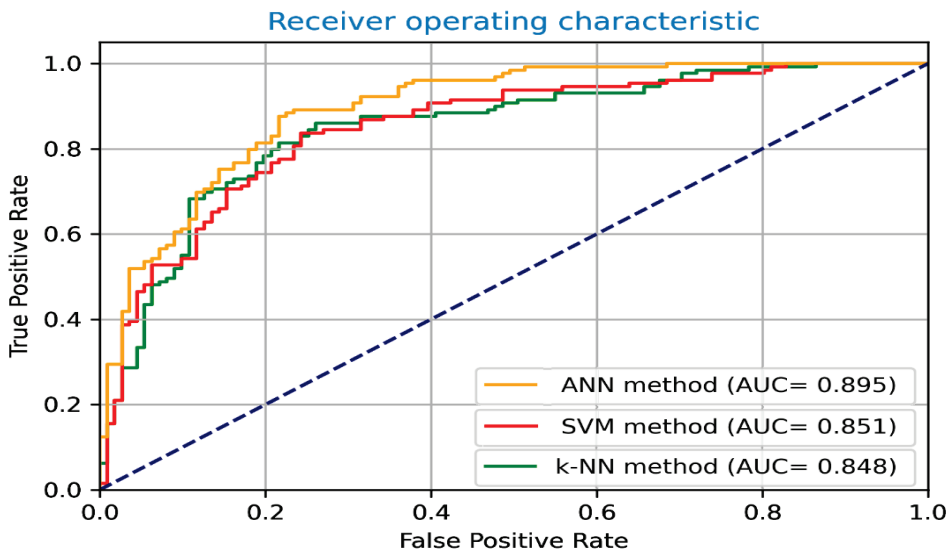
$$MCC = \frac{TP * TN - FP * FN}{\sqrt{(TP + FN)(TP + FP)(TN + FP)(TN + FN)}} \quad (4)$$

където TP е броя положителни проби, TN броя отрицателни проби, а FP и FN са погрешно класифицираните, съответно положителни и отрицателни проби.

Резултати

Моделът на невронна мрежа е изграден с Keras фреймуърк (www.keras.io), използвайки последователен модел и TensorFlow [12]. Компилиран е като са използвани 40 епохи. 80% от данните са използвани за обучение, а 20% за тестване. Накрая е направено и кръстосано валидиране (cross-validation) с набор от 5 последователности, за да се оцени ефективността на предложения модел и моделите за сравнение.

Класификаторът с невронна мрежа е сравнен с линейен SVM и k-Nearest Neighbors алгоритми. По време на експериментите при k-Nearest Neighbors най-добри резултати са постигнати при k=7. За реализацията на тези два ML модела е използвана библиотеката Scikit-learn на езика за програмиране Python. Резултатите от сравнението са обобщени на фиг.2.



Фиг.2 Ефективност на невронната мрежа и моделите за сравнение

Таблица.1 Оценка на предложения модел и моделите за сравнение

Модел	Точност (%)	Чувствителност (%)	Специфичност (%)	Коеф. на Матю (%)	AUC
SVM	75,83	86,8	60,45	53,05	85,1
k-NN	74,6	85,32	59,4	51,05	84,8
ANN	82,08	87,72	78,46	65,03	89,5

Таблица 1 показва оценката според различните показатели на всеки от моделите. Вижда се, че предложения модел на невронна мрежа има най-добри показатели, спрямо моделите за сравнение.

Заклучение

Антиоксидантните пептиди са важни за човешкото здраве, което води до повишен интерес към *in silico* метода, в частност ML, за идентифициране на пептиди с такива свойства.

В този доклад е представена невронна мрежа за прогнозиране на биологичната активност на антиоксидантни пептиди. Анализът показва, че модела има висока точност на класифициране, което го прави подходящ за идентифициране на антиоксидантни пептиди. Направено е сравнение с някои от най-популярните в биоинформатиката ML алгоритми за класификация и регресия SVM и k-Nearest Neighbors.

Получените резултати показват, че създадения модел на невронна мрежа има по-добри показатели във всеки от параметрите за оценка на ефективността.

Благодарности

Работата е подкрепена от проекти СП19-ФМИ-012 и СП19-ФМИ-004 към Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“.

Литература

- [1] Iwaniak, A., Minkiewicz, P., Darewicz, M., Protasiewicz, M., & Mogut, D. (2015). Chemometrics and cheminformatics in the analysis of biologically active peptides from food sources. *Journal of Functional Foods*, 16, 334-351.
- [2] Agyei, D., Tsopmo, A., Udenigwe, C. C. (2018). Bioinformatics and peptidomics approaches to the discovery and analysis of food-derived bioactive peptides. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 410(15), 3463-3472.
- [3] Xu, L., Liang, G., Shi, S., & Liao, C. (2018). SeqSVM: a sequence-based support vector machine method for identifying antioxidant proteins. *International journal of molecular sciences*, 19(6), 1773.
- [4] Shao, L., Gao, H., Liu, Z., Feng, J., Tang, L., Lin, H. (2018). Identification of antioxidant proteins with deep learning from sequence information. *Frontiers in pharmacology*, 9, 1036.
- [5] Li, X., Tang, Q., Tang, H., & Chen, W. (2020). Identifying antioxidant proteins by combining multiple methods. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 858.
- [6] Ji, D., Udenigwe, C. C., & Agyei, D. (2019). Antioxidant peptides encrypted in flaxseed proteome: An *in silico* assessment. *Food Science and Human Wellness*, 8(3), 306-314.
- [7] Butt, A. H., Rasool, N., & Khan, Y. D. (2019). Prediction of antioxidant proteins by incorporating statistical moments based features into Chou's PseAAC. *Journal of theoretical biology*, 473, 1-8.
- [8] Hayat, M., & Khan, A. (2012). Discriminating outer membrane proteins with fuzzy K-nearest neighbor algorithms based on the general form of Chou's PseAAC. *Protein and peptide letters*, 19(4), 411-421.
- [9] Minkiewicz, P., Iwaniak, A., Darewicz, M. (2019). BIOPEP-UWM database of bioactive peptides: Current opportunities. *International journal of molecular sciences*, 20(23), 5978.
- [10] Chou, K. C. (2001). Prediction of protein cellular attributes using pseudo-amino acid composition. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, 43(3), 246-255.
- [11] Zhang, L., Zhang, C., Gao, R., Yang, R., Song, Q. (2016). Sequence based prediction of antioxidant proteins using a classifier selection strategy. *Plos one*, 11(9), e0163274.
- [12] Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., ... Kudlur, M. (2016). Tensorflow: A system for large-scale machine learning. In 12th {USENIX} symposium on operating systems design and implementation ({OSDI} 16) (pp. 265-283).

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Моделиране и изследване на преобразуватели на напрежение в електрониката - Даниела Шехова	4
2. Симулационно изследване на параметри на интегрални усилватели - Даниела Шехова	8
3. Methodology for designing the resonant contours of a driver circuit "Double pulse" - Yanka Ivanova	12
4. Research of dependence of the current through discharger on the value of the capacitor in driver circuit type "double pulse" - Yanka Ivanova	16
5. Обзор на безжични сензорни възли с ниска консумация на енергия - Станислав Асенов	20
6. Звуков анализ на речта чрез Фурие преобразуване - Лъчезар Михайлов, Мирослав Михайлов	24
7. Механизми за автоматично гласово разпознаване посредством звукови спектрограми - Лъчезар Михайлов, Мирослав Михайлов	29
8. USB осцилоскопът като алтернатива на конвенционалните измервателни уреди при изследване на електрически сигнали - Ангел Личев	34
9. Възможности на микроконтролера Z8ENCORE! F083A за реализиране на фазово управление - Ангел Личев	39
10. Намаляване концентрацията на напрежения при призматични и цилиндрични пробни образци с помощта на специализиран софтуер - Иванка Делова, Райчо Райчев	43
11. Използване на топологична оптимизация за намаляване концентрацията на напрежения при перфорирани пластини - Иванка Делова, Райчо Райчев	47
12. Разработване на функционална структура на компютърна SMART сензорна система за храни - Красимир Колев, Росица Максимова	51
13. Порт-манипулация на ATmega328P - дом за ROCKY - Росица Максимова, Красимир Колев	55
14. Клетъчни мобилни комуникационни системи - 5G сценарии и услуги - Тихомир Ловчалиев	59
15. Камера за калибриране на радон монитори - Светослав Хаджигенчев	66
16. WEDDERBURN-ово разлагане на полупроста групов алгебра KG на метациклична група G , когато K е поле на разлагане на G - Йордан Епитропов, Иванка Градева	73
17. Едно възможно приложение на обучението по компютърно моделиране при работа с деца със специални образователни потребности - Нели Тодорова, Гергана Колева	77
18. Конкретизиране на аналитични решения, описващи стационарно разпределение на магнитния поток в дълги джозефсонови контакти - Стефани Панайотова	82
19. Приложение на методи за машинно обучение при планиране производството на текстилни влакна, на етап подготовка на суровината - Мирослав Трънков, Емил Хаджиколев	87
20. Модел за конструиране на учебен път чрез педагогически патерни - Емил Йончев	94

21. Методология за разкриване, отстраняване и избягване на грешки в някои програмни езици - Костадин Цветанов, Стоян Черешаров, Светослав Чонков, Христо Христов	100
22. Подходи при разработка на софтуерни продукти и тяхното приложение - Костадин Цветанов, Стоян Черешаров, Светослав Чонков, Христо Христов	107
23. JAVASCRIPT технологии за организация и обработка на изображения - Емил Ангелов	114
24. Класифициране на антиоксидантни пептиди чрез машинно обучение - Желязко Терзийски	119

**НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА СЪЮЗА НА УЧЕНИТЕ В
БЪЛГАРИЯ - ПЛОВДИВ**

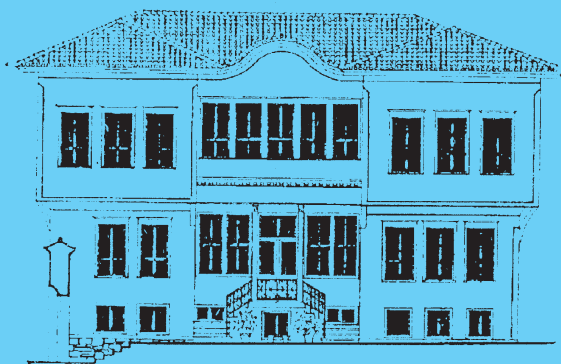
**СЕРИЯ В. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ, Т XIX
ISSN 1311 - 9419 (PRINT)
ISSN 2534 - 9384 (ONLINE)**

**2021
ДОМ НА УЧЕНИТЕ**

**ОТГОВОРЕН РЕДАКТОР:
ДОЦ. Д-Р ВЛАДИМИР АНДОНОВ, Д.М.**

**ТЕХНИЧЕСКИ РЕДАКТОР:
МАЛИНА ЕЛШИШКА**

ISSN 1311 - 9419 (Print)
ISSN 2534 - 9384 (Online)



СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ - ПЛОВДИВ

ЕВРОПА, БЪЛГАРИЯ, 4000 ПЛОВДИВ
ул. Митрополит Паисий 6
тел.: 032/ 62 86 54

UNION OF SCIENTISTS IN BULGARIA
CITY OF PLOVDIV

EUROPE, BULGARIA, 4000 PLOVDIV
6 Mitropolit Paisii Str.,
Tel. +359/ 32/62 86 54

www.usb-plovdiv.org