

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ВИЩОЇ І СЕРЕДНЬОЇ СПЕЦІАЛЬНОЇ ОСВІТИ
РЕСПУБЛІКИ УЗБЕКИСТАН
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ РЕСПУБЛІКИ КАЗАХСТАН
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ АЗЕРБАЙДЖАНСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ, НАУКИ, КУЛЬТУРИ
ТА СПОРТУ ГРУЗІЇ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ЗВ'ЯЗКУ ІМ. О.С. ПОПОВА**

**ПРОБЛЕМИ
ІНФОРМАТИКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ
(ПІМ-2020)**

**ТЕЗИ ДВАДЦЯТОЇ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
(16 – 20 вересня 2020 року)**

Харків – Одеса

2020

УДК 004.9

Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2020). Тези двадцятої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПИ", 2020. – 96 с., українською, російською та англійською мовами.

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

- Міністерство освіти і науки України;
- Національна Академія наук України;
- Національний технічний університет "ХПИ", Харків;
- Одеська національна академія зв'язку ім. А.С. Попова, Одеса;
- Інститут проблем моделювання в енергетиці імені Г.Є. Пухова НАНУ, Київ;
- Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків
- Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ;
- Ташкентський інститут інженерів іригації і механізації сільського господарства, Ташкент, Узбекистан;
- Інститут проблем інформатики та управління, Алмати, Казахстан;
- Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Баку, Азербайджан;

Конференцію проведено за сприяння Євросоюзу у рамках виконання гранту Еразмус + «dComFra – Digital competence framework for Ukrainian teachers and other citizens»

(Project Number: 598236-EPP-1-2018-1-LT-EPPKA2-CBHE-SP).

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УПРАВЛІННЯ ВІБРАЦІЙНИМ ПРОМИСЛОВИМ ОБ'ЄКТОМ

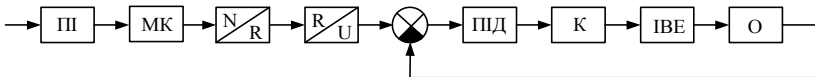
д-р техн. наук, проф. Р.П. Мигуценко, д-р техн. наук, доц.

О.Ю. Кропачек, м. Харків

Сучасні засоби транспортування, зберігання, розподілення, продажу, а також тісно пов'язані з цим проблеми фасування і пакування сипких продуктів, багато в чому визначають ціновий рівень, якість зберігання, споживчу вартість таких продуктів. Щоб забезпечити правильне дозування сипкого продукту необхідно забезпечити, головним чином, рівномірну подачу продукту на дозатор, таку функцію успішно виконують віброролотки.

При створенні системи контролю та управління віброролотком були виконані експериментальні дослідження. Дослідження здійснювались на базі відповідної дослідної установки кафедри інформаційно-вимірювальних технологій і систем НТУ "ХПІ". Дослідна установка складалась із задавальника рівня вібрації, генератора пилкоподібної напруги, ПД-регулятора, ШІМ-регулятора, тиристора, електромагніту, датчика струму котушки електромагніту, віброролотка, АЦП, датчика вібрації, ЛАТРа, блока живлення, перетворювача змінної напруги в постійну, цифрового відлікового пристрою.

В результаті досліджень була сформована схема управління віброролотком, яка представлена на рисунку.



Основними елементами схеми на рисунку є:

ПІ – послідовний інтерфейс, необхідний для отримання уставок з боку системи більш високого рівня ієрархії; МК – мікроконтролер, який визначає рівень уставок та забезпечує загальне управління віброролотком; N/R, R/U – перетворювачі код-опір і опір-напруга відповідно; ПД – ПД-регулятор; К – компаратор; ІВЕ – імпульсний виконавчий елемент; О – електромагніт віброролотка.

Сигнал з мікроконтролера або ПК верхнього рівня ієрархії, через послідовний інтерфейс (ПІ) послідовним кодом надходить у мікроконтролер (МК) представленої схеми. Мікроконтролер (МК) обробляє отриману інформацію і видає уставку на перетворювач код-опір (N/R). Інформація з N/R надходить на перетворювач опір-напруга (R/U) і далі на порівняльний пристрій ПД-регулятора. Компаратор (К) формує імпульсну послідовність, що надходить на імпульсний виконавчий елемент (ІВЕ), що у свою чергу управляє вібраційним об'єктом (О).

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

д-р техн. наук, проф. П.П. Воробієнко, д-р техн. наук, проф.

В.І. Тіхонов, ст. викл., к.т.н. О.В. Тихонова, ст. викл. О.М. Яворська,

ОНАЗ ім. О.С. Попова, м. Одеса

1. Вступ

В останні роки стрімко зростає кількість технічних пристроїв з електронним управлінням, які інтегруються у сенсорні сегменти за допомогою спеціалізованих контролерів. У свою чергу, ці сегменти об'єднуються у локальні сенсорні мережі, як правило, з підключенням до мережі Інтернет. За оцінками багатьох фахівців [1], сучасна мережа Інтернет поступово мігрує у стан глобальної мережі нової якості, яку визначають як "Інтернет речей" (Internet of Things, або IoT). Термінальними об'єктами Інтернету речей є не тільки традиційні абонентські пристрої, з якими безпосередньо оперують різні категорії користувачів, але й численні "розумні речі" з вбудованими електронними пристроями, які все більше з'являються на підприємствах, у сфері обслуговування і побуту.

Застосування мікропроцесорів і контролерів для управління різноманітними об'єктами та процесами має вже достатньо давню історію, починаючи з 70-х років минулого століття. Тривалий час, розробка мікропроцесорних систем вважалася предметом компетентності достатньо вузького кола працівників високого рівня з електроніки, що потребувало детального знання архітектури і програмування мікропроцесорів (машинні коди, асемблер, мова FORTH тощо), а також застосування спеціальних апаратно-програмних засобів для налагодження і тестування мікропроцесорних систем.

У 2005 році команда викладачів і студентів італійського інституту "Interaction Design Institute Ivrea" створили принципово нову уніфіковану платформу для розробки мікропроцесорних додатків, яку назвали Arduino. Інтегрований модуль Arduino програмується через стандартний USB-порт персонального комп'ютера, який у тому числі, забезпечує живлення контролера. Після налагодження, контролер працює в автономному режимі з живленням від акумулятора чи адаптера. Розробка додатків для контролера підтримується багато-профільним програмним комплексом "Arduino integrated development environment" (IDE), який має версії під операційні системи Windows, Macintosh, Linux, і надає інструментарій багатьох мов програмування (у т. ч. Basic, C, C++, Python).

Гнучко програмовані мікроконтролери типу Arduino (а також подібні їм аналоги інших виробників) широко представлені на ринку електроніки та телекомунікацій, і мають високий показник "якість/ціна". Цей фактор робить їх доступними для представників різних технічних галузей і

напрямоків (освіта, наука, виробництво), і відкриває нові можливості для втілення цифрових технологій у житті.

Натомість, наявна матеріальна база і організація навчального процесу у закладах вищої освіти не завжди в повній мірі відповідають новим викликам часу щодо опанування студентами сучасних інформаційно-комунікаційних технологій IoT.

З огляду на це, однією з актуальних задач є прискорення розвитку організаційного, матеріально-технічного та науково-методичного забезпечення закладів вищої освіти з урахуванням світових тенденцій Інтернету речей та майбутнього Інтернету в цілому.

Метою даної роботи є удосконалення змісту, методики викладання та матеріально-технічного забезпечення дисциплін, пов'язаних з Інтернетом речей, у профільних закладах вищої освіти.

Постановка задачі.

В межах даної роботи формуються деякі базові принципи модернізації навчального процесу на рівні магістратури, спираючись на досвід викладання дисципліни "Сучасні технології Інтернету речей" в Одеській національній академії зв'язку ім. О.С. Попова (ОНАЗ). Автори усвідомлюють, що жодна навчальна дисципліна не може розглядатися і вибудовуватися незалежно від інших предметів. Тому, в роботі порушуються також окремі питання загально-системного характеру на тлі нових стандартів якості освіти, в умовах прискореного запровадження методів дистанційної освіти через світову пандемію Covid19.

На наш погляд, три ключові питання виникають сьогодні і мають бути вирішені в межах академічної установи, зокрема, для якісного організаційного забезпечення дисциплін, пов'язаних з Інтернетом речей:

а) формування базових дисциплін фахової спеціалізації навколо перспективного науково-дослідницького проекту профільної кафедри, орієнтованого на міжнародні (у першу чергу, європейські) програми "Future Internet";

б) реструктуризація і суттєве скорочення кількості навчальних дисциплін, у першу чергу, на рівні магістратури;

в) визначення "Інтернету речей" як однієї з провідних фахових спеціалізацій для закладів вищої освіти телекомунікаційного (інфокомунікаційного) напрямку.

2. Передумови створення майбутнього Інтернету

Наприкінці 2005 – початку 2006 років, на перших шпальтах видавництва "Technology Review" Массачусетського технологічного інституту (MIT) вийшла трьома частинами стаття відомого в академічному середовищі MIT журналіста Давида Талбота (David Talbot) з доволі гучною назвою "The Internet is Broken" (дослівно, "Інтернет зламався") [2]. У цій

статті Талбот наводить хронологічну підбірку цитат з публікацій головного архітектора Інтернету і стеку TCP/IP Давида Кларка (David D. Clark) в період його активної наукової роботи, починаючи з 1992 року (до речі, одна з пізніх публікацій Д. Кларка стосовно принципів функціонування Інтернету датована липнем 2005 року) [3]. Основний лейтмотив статті Талбота полягає у тому, що безпосередньо сам розробник Інтернету Д. Кларк визнає своє творіння практично вичерпаним, а спроби подальшого вдосконалення Інтернету методом "латання дірок" неминуче призведуть до його колапсу. Згідно наведених у статті цитат, Д. Кларк наприкінці своєї творчої кар'єри дійшов висновку про те, що Інтернет на основі стеку TCP/IP потребує невідкладного переосмислення з метою побудови фактично нової архітектури майбутнього Інтернету.

В останні 15 років після публікації даної статті Д. Талбота, світова Інтернет-спільнота в Америці, Європі і Азії виділяє значні кошти і гранти на пошуки нових принципів побудови Інтернету. Одним з таких потужних і довгострокових європейських проєктів став "Future Internet Research and Experimentation (FIRE)", фінансований Єврокомісією [4]. Важливим надбанням проєкту FIRE є створення масштабного тестового майданчика для експериментальної перевірки нових ідей, технологічних розробок і протоколів, запропонованих різними інституціями, колективами і окремими авторами.

Серед учасників численних програм розбудови нового Інтернету майбутнього ведеться гостра дискусія про можливість і доцільність радикальної перебудови Інтернету "з чистого паперу" як альтернативи для сталого еволюційного розвитку світової Мережі [5]. У розрізі цієї дискусії, на кафедрі "Мережі зв'язку" ОНАЗ, за участю авторів даної роботи, запропоновано оригінальну концепцію докорінної модернізації сучасного Інтернету, яка дозволяє еволюційним шляхом точкових інновацій стеку TCP/IP поступово, крок за кроком, перейти від сучасного стану Мережі до Інтернету майбутнього [6, 7]. Для цього визначено критичну ланку в конструкції Інтернету (нею виявився метод міжмережевої взаємодії на основі IP), яку замінено на конвеєрно-модульний метод з двома додатковими до IP протоколами міжмережевої взаємодії для прискореної потокової передачі даних.

3. Дослідницька тестова модель майбутнього Інтернету речей

В основі запропонованої тестової моделі майбутнього Інтернету лежить розуміння глобальної світової Мережі як системи вкладених одне в одну само-подібних структур (фракталів) з трьома рівнями ієрархії кожен: "доступ-агрегація-ядро". Така структурна організація повторюється в різних масштабах Мережі. На глобальному рівні, елементами мережі ядра є біля десятка найбільших міжнародних операторів (AT&T, Level 3, Verizon

тощо). У свою чергу, кожен з таких операторів має свою власну опорну мережу (ядро), елементами якої є регіональні відділення кожного оператора, а також інших операторів.

Властивості Мережі як само-подібної (фрактальної) структури, у першому наближенні, визначаються одним фракталом типу "доступ-агрегація-ядро", який можна симулювати навіть в умовах однієї лабораторії. З урахуванням цього в даній роботі сформовано структуру тестової моделі Інтернету речей, як показано на рис. 1.

Контролери різноманітних речей на рис. 1 представляють рівень доступу; рівень агрегації формують комп'ютерні хости; на рівні ядра діють маршрутизатори R1, R2, R3, які інтегрують три конфігурації відкритих підсистем. А саме, маршрутизатор R1 об'єднує два хости, кожен з яких керує одним контролером; R2 – два контролери; R3 – один хост, який керує двома контролерами. Таким чином, масштабована макетна модель мережі містить: один комутатор Ethernet з трьома маршрутизаторами на рівні ядра, три хости на рівні агрегації, шість контролерів локальної сенсорної мережі на рівні доступу, а також набір термінальних речей (сенсорів, активаторів, індикаторів).

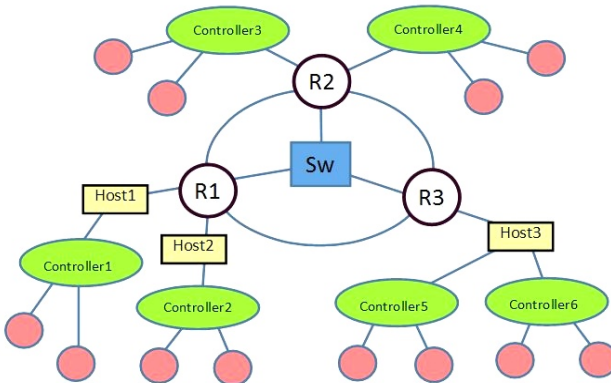


Рис. 1. Структура тестової моделі Інтернету речей

В якості типового контролера сенсорної мережі обрано плату Arduino UNO R3 з відкритим кодом 8-розрядного мікропроцесору ATmega328, який має оперативну пам'ять 2 Кб, ПЗУ (EEPROM) 1 Кб, флеш-пам'ять 32 Кб, можливість програмування через USB-UART (TTL/RS232) конвертор на базі мікросхеми ch340, шість аналогових входів та 14 цифрових входів/виходів, через які підключаються різноманітні сенсори, релейні схеми та індикатори стану [8]. Орієнтовна ціна контролеру (в комплекті з

17 зовнішніми навчальними елементами) – 300 грн (без корпусу і вартості доставки).

Повноцінні комп'ютерні хости на рис. 1 будуються на платі "Raspberry Pi3 Model B+" з 4-х ядерним однокристальним (SoC) 64-бітовим процесором компанії Broadcom, тактовою частотою 1.4 ГГц [9]. Плата має графічний процесор, двох-діапазонний інтерфейс WiFi стандарту IEEE 802.11b/g/n/ac (2.4GHz/5GHz), Bluetooth-4.2 LE з низьким енергоспоживанням, чотири порти USB 2.0, повно-розмірний роз'єм HDMI для підключення телевізійного монітору, інтерфейси для підключення відеокамери CSI та дисплею типу DSI, Gigabit Ethernet через порт USB 2.0 (до 300 Мбіт/с), 40-піновий роз'єм GPIO для підключення зовнішніх аналогових та цифрових пристроїв. Ціна плати близько 1300 грн (без корпусу, вентилятора та вартості доставки).

Маршрутизатори ядра R1-R3 на рис. 1 виконують роль гнучких комутаторів SoftSwitch в архітектурі майбутнього Інтернету; саме в цих елементах ядра реалізується розроблений в ОНАЗ конвеєрно-модульний метод між-мережевої взаємодії на основі трьох протоколів: IP (в обох версіях IPv4 та IPv6); LCP-протокол логічного з'єднання для прискореної потокової передачі великих файлових даних (Big Data); VCP – протокол віртуального з'єднання для потокової передачі даних реального часу з контролем затримки. Для макетного моделювання комутатора SoftSwitch обрано модуль на одній платі "Banana Pi BPI R2", яка в режимі налагодження легко перетворюється у персональний комп'ютер шляхом підключення периферійних пристроїв (телевізійний монітор, клавіатура, мишка, USB-накопичувач, твердотілий "диск" тощо). Модуль "Banana Pi BPI R2" працює з багатьма операційними системами, у т. ч. OpenWrt (відкрита система на базі ядра Linux для безпроводних маршрутизаторів), Android, Linux. Модуль має оперативну пам'ять 2 Гб, вбудовану флеш-пам'ять 8 Гб, п'ять портів Gigabit Ethernet (один з яких порт WAN), [10]. Для налагодження і тестування модуля Banana необхідна додаткова флеш-пам'ять microSDHC більше 8 Гб Class 10. Ціна комплекту "Banana Pi BPI R2" (материнська плата, корпус, антена WiFi, флеш-пам'ять 32 Гб, блок живлення) – близько 3000 грн (без вартості вентилятора і доставки).

4. Формування навчальних дисциплін на базі тестової моделі Інтернету речей

Створення тестової моделі Інтернету речей розглядається нами як матеріальна основа для довгострокових і перспективних наукових досліджень кафедри "Мережі зв'язку" ОНАЗ в напрямку Інтернету майбутнього, а також для формування базових курсів магістратури по спеціалізації "Інтернет речей" та деяких суміжних спеціалізацій.

Відштовхуючись від структури тестової моделі на рис. 1, пропонуємо наступні дисципліни.

1) Нормативна дисципліна "Мікропроцесорні системи управління" з контролером Arduino UNO R3 (перші два семестри магістратури). Змістовні модулі: архітектура, конструктивні особливості та інтерфейси контролеру; інсталяція і тестування контролеру; налагодження типових програмних додатків контролеру; програмування спеціальних додатків для управління сенсорними об'єктами. Курсовий проект "Побудова сегменту сенсорної мережі".

2) Нормативна дисципліна "Локальні сенсорні мережі" з материнською платою "Raspberry Pi3 Model B+" (останні семестри аудиторних занять в магістратурі). Змістовні модулі: архітектура, конструктивні особливості та інтерфейси плати "Raspberry Pi3 Model B+"; інсталяція і тестування плати Pi3; побудова персонального комп'ютеру Інтернету речей на платі Pi3; інтеграція контролерів Arduino на платформі Pi3. Курсовий проект "Розробка спеціалізованого мережевого інтерфейсу "Raw Socket Ethernet" (є відповідне методичне забезпечення і 2-річний досвід викладання).

3) Вибіркова дисципліна "Сенсорні мережі та Інтернет речей" з маршрутизатором "Banana Pi BPI R2". Викладається факультативно, у т. ч. для студентів, які обрали тему магістерської кваліфікаційної роботи, пов'язану з Інтернетом речей.

Для матеріально-технічного забезпечення цих трьох дисциплін в межах однієї кафедри достатньо разове додаткове фінансування у розмірі $(6 \cdot 300 + 3 \cdot 1300 + 3 \cdot 3000) = 14\,700$ грн + організаційні витрати на доставку. В якості основних інструментів для налагодження як окремих сегментів, так і тестової моделі в цілому, використовуються наявні персональні комп'ютери з мінімальними вимогами до швидкодії та пам'яті, а також безкоштовне програмне забезпечення у вільному доступі в Інтернеті. Магістерські роботи за даною тематикою активно застосовуватимуться у науково-дослідницькій тематиці кафедри, а також створюватимуть підґрунтя для подальшого навчання в аспірантурі. Перші практичні кроки в реалізації вказаної програми заплановано на найближчий навчальний рік.

5. Висновок

Найближче майбутнє світової Мережі пов'язують з Інтернетом речей, однак, є розуміння принципів обмежень існуючої архітектури Інтернету. Досягнення в телекомунікаціях тісно пов'язані з науковими дослідженнями в академічному середовищі, тому важливо стимулювати викладання базових дисциплін, орієнтованих на Інтернет-технології. В роботі сформульовано принципи формування навчальних дисциплін магістратури за спеціальністю "телекомунікації та радіотехніка", а також суміжних

спеціальностей, пов'язаних з Інтернет-технологіями та Інтернетом речей. Методична підтримка такого підходу спирається на НДР, метою якої є створення макетної моделі для типового структурного фрагменту майбутнього Інтернету, з використанням фундаментальних результатів теоретичних досліджень кафедри "Мережі зв'язку" ОНАЗ по удосконаленню взаємодії відкритих систем. Матеріали роботи будуть корисними при модернізації навчального плану і скороченні числа дисциплін.

Список літератури: 1. *Jindal F.* Future and Challenges of Internet of Things / *F. Jindal, R. Jamar, P. Churi* // International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT). – 2018. – Vol. 10. – № 2. – P. 13-25. 2. *Talbot D.* The Internet Is Broken / *D. Talbot* // Thecnology Review, MIT, December. – 2005. – 4 p. 3. *David D. Clark.* [Електронний ресурс] / MIT Computer Science & Artificial Intelligence Lab [Електронний ресурс] // Режим доступу https://groups.csail.mit.edu/ana/People/Biographies/David_Clark_CV.pdf. 4. *Gavras A.* Future Internet research and experimentation: the FIRE initiative / *A. Gavras, A. Karila, S. Fdida,* et al // ACM SIGCOMM Computer Communication Review. – 2007. – Vol. 37. – №. 3. – P. 89-92. 5. *Zhang J.* Future Internet: trends and challenges / *J. Zhang, T. Huang, S. Wang* et al // Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering. – 2019. – Vol. 20. – P. 1185-1194. 6. *Tikhonova O.V.* Conveyor Transporting Latency Control in Heterogeneous Packet Based Network / *O.V. Tikhonova* // Proc. of IEEE 2nd Int. Conf. "Advanced Information and Communication Technologies-2017", Lviv, Ukraine. – 2017. – P. 129-132. 7. *Tikhonova O.V.* Conveyor-modular method of multimedia flows integration with delay control in packet based telecommunication networks / *O.V. Tikhonova* // PhD dissertation, O.S. Popov ONAT, Odesa. – 2019. – 20 p. 8. Arduino Uno [Електронний ресурс] // Режим доступу <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>. 9. MiniBoard Raspberry Pi 3 Model B+ [Електронний ресурс] // Режим доступу <https://miniboard.com.ua/boards/693-raspberry-pi-3-model-b.html?> 10. BPI-R2quickstart/<https://bananapi.gitbook.io/banana-pi-bpi-r2-open-source-smart-router/bpi-r2-software/bpi-r2-quick-start>.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ВЯЗКОУПРУГИХ ТРУБОПРОВОДОВ ПО ТЕОРИИ ТИМОШЕНКО

*д-р техн. наук, проф. Б.А. Худаяров, канд. техн. наук, доц.
О.Р. Кучаров, ТИИИМСХ, г. Ташкент, Узбекистан*

В работе исследована вибрация вязкоупругих трубопроводов, транспортирующих жидкость. Разработана математическая модель нелинейных вибраций композиционного трубопровода по теории Тимошенко при протекании через него жидкости. Для описания процессов деформирования вязкоупругих материалов использована интегральная модель Больцмана-Вольтерра со слабо-сингулярными ядрами. С помощью метода Бубнова-Галеркина математическая модель задачи сводится к решению системы обыкновенных интегро-дифференциальных уравнений, где независимой переменной является время. Решение интегро-дифференциальных уравнений определяется численным методом, основанным на исключении особенности в ядре релаксации интегрального оператора [1 – 3]. Согласно численного метода относительно неизвестных получена система алгебраических уравнений. Для решения системы алгебраических уравнений используется метод Гаусса. Разработан вычислительный алгоритм для решения задач о вибрации вязкоупругих трубопроводов с протекающей жидкостью [4 – 6]. На основе разработанного вычислительного алгоритма создан пакет прикладных компьютерных программ, позволяющий исследовать колебательные процессы вязкоупругих трубопроводов с протекающей жидкостью. Численно исследовано влияние сингулярности в ядрах наследственности на колебания конструкций, обладающих вязкоупругими свойствами. Показано, что учет вязкоупругих свойств материала трубопровода приводит к уменьшению амплитуды и частоты колебаний.

Список литературы: 1. *Badalov F.B., Eshmatov Kh., Yusupov M.* One Method of Solution of System of Integro – differential Problems of Viscoelasticity // *Journal of Applied Mathematics and Mechanics.* – 1987. – № 51 (1). – P.867-871. 2. *Badalov F.B., Abdugarimov A., Khudayarov B.A.* Effect of the Hereditary Kernel on the Solution of Linear and Nonlinear Dynamic Problems of Hereditary Deformable Systems // *Journal of Machinery Manufacture and Reliability.* – 2007. – №. 36. – P. 328-335. 3. *Badalov F.B., Abdugarimov A., Khudayarov B.A.* Numerical Investigation of the Influence of Rheological Parameters on the Character of Vibrations in Heredity-deformable Systems // *Computational technologies.* – 2007. – №. 12. – P. 17-26. 4. *Худаяров Б.А., Тураев Ф.Ж.* Численное моделирование нелинейных колебаний вязкоупругого трубопровода с жидкостью // *Вестн. гос. ун-та. Математика и механика.* – 2016. – № 5 (43). – С. 90-98. 5. *Khudayarov B.A., Komilova Kh.M.* Vibration and Dynamic Stability of Composite Pipelines Conveying a Two-Phase Fluid Flows // *Engineering Failure Analysis.* – 2019. – № 104. – P. 500-512. 6. *Khudayarov B.A., Turaev F.Zh.* Mathematical Simulation of Nonlinear Oscillations of Viscoelastic Pipelines Conveying Fluid // *Applied Mathematical Modelling.* – 2019. – № 66. – P. 662-679.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

*д-р техн. наук, проф. В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф.
О.Ю. Заковоротний, д-р техн. наук, проф. С.Ю. Леонов, асп.
Д.М. Главчев, НТУ "ХПИ", м. Харків*

Залізничний транспорт України відіграє істотну роль в перевезеннях грузів і пасажирів, витрачаючи при цьому значні енергоресурси на тягу поїздів, В святи з цим Укрзалізниця вкладає значні ресурси в енергозберігаючі технології використання тягового рухомого складу. З одного боку, на тяговому рухомому складі внедряються інтелектуальні системи піддержки прийняття рішень машиністом, здатні розраховувати оптимальні закони керування тяговим приводом в реальному часі. З іншого боку, створюються спеціальні бази знань для бортових комп'ютерів, які дозволяють практично для всіх маршрутів рухомого складу використовувати заздалегідь розраховані оптимальні закони керування при різній вазі складу і різних погодних умов.

Для визначення оптимальних законів керування українськими дизель-поїздами з тяговим асинхронним приводом розроблена математична модель дизель-поїзда, що складається з трьох вагонів. Модель описується системою з 24 звичайних диференціальних рівнянь. Вона дозволяє досліджувати основне види коливань вагонів, що виникають при русі складу, електромагнітні процеси в електроприводі, паралельну роботу тягових асинхронних двигунів обмоторених вагонів. Дозволяє визначати умови, при яких можливий рух з одним обмотореним вагоном і т.д.

Список літератури: 1. *Дмитриенко В.Д.* Моделирование и оптимизация процессов управления движением дизель-поездов / *В.Д. Дмитриенко, А.Ю. Заковоротный,* – Харьков: НТМТ, 2013. – 248 с. 2. *Носков В.И.* Моделирование и оптимизация систем управления и контроля локомотивов / *В.И. Носков, В.Д. Дмитриенко, И.И. Заповольский, С.Ю. Леонов.* – Харьков: ХФИ "Транспорт Украины", 2003. – 248 с.

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗУБООБРОБКИ ЗАГАРТОВАНИХ КРУПНОМОДУЛЬНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

д-р техн. наук, проф. В.Д. Ковальов, д-р техн. наук, доц. Я.В. Васильченко, канд. техн. наук М.В. Шаповалов, канд. техн. наук В.В. Хорошайло, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, канд. техн. наук О.А. Анциферова, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків, молодший науковий співробітник О.В. Анциферова, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, м. Харків.

Побудова інформаційної моделі технологічних процесів зубообробки загартованих крупномодульних зубчастих коліс є одним з етапів управління технологічною структурою і параметрами автоматизації проектування технологічного процесу. З урахуванням принципів класифікації інформації автоматизований процес зубообробки розглядається як об'єкт управління, що складається з ряду технологічних об'єктів: вихідний матеріал (вхід об'єкта управління), навколишнє середовище (умови протікання процесу), зубчасте колесо (вихід об'єкта управління, кількісна та якісна характеристика поверхневого шару), модуль обробки з системою управління та технологічним оснащенням (власне об'єкт управління).

Кожен технологічний об'єкт (ТО), що входить в об'єкт управління, можна в свою чергу розглядати на більш низькій ієрархічній сходинці, як самостійний об'єкт (рис. 1), що містить ряд технологічних об'єктів. Необхідність поліпшення техніко-економічних показників процесу і експлуатаційних характеристик зубообробного обладнання вимагає постановки задачі оптимального управління процесами формування зубчастих коліс. Ефективність управління з урахуванням техніко-економічних обмежень в оптимальних системах автоматичного проектування розробки технологічних об'єктів (САПР ТО) управління зубообробки визначається відхиленням показника якості процесу від його оптимального значення.

САПР ТО управління зубообробки автоматично адаптуються до зміни зовнішніх умов і властивостей об'єкта управління, забезпечуючи при цьому необхідну якість управління шляхом зміни структури і параметрів системи управління технологічним процесом обробки загартованих крупномодульних зубчастих коліс.

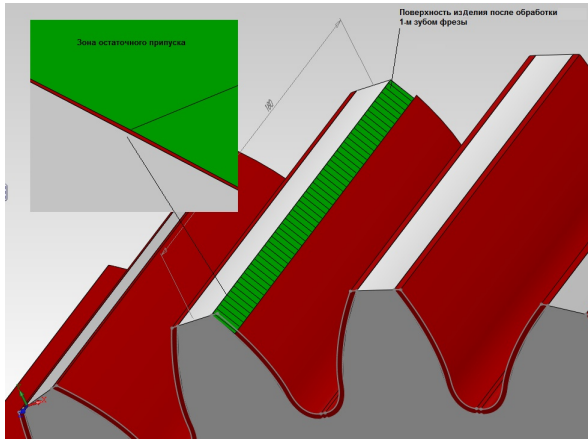


Рис. 1. Формоутворення поверхневого шару одним зубом зубооброблючої фрези

Завдання оптимального управління зубообробки формується, як задача вибору формоутворення для забезпечення максимальної продуктивності із забезпеченням якісного поверхневого шару загартованих зубчастих коліс при заданій точності з урахуванням показника собівартості. Рішення оптимального управління процесом зубообробки інтегрується в спільному розгляді цільових функцій технологічного забезпечення параметрів стану поверхневого шару і технічними показниками оптимальності при зубообробці загартованих крупномодульних зубчастих коліс. Оптимальні поєднання цільових функцій технологічного забезпечення параметрів стану поверхневого шару загартованих крупномодульних зубчастих коліс знаходяться в області оптимального управління. Побудова області оптимального управління і формує стратегію управління і моделювання оптимального управління зубообробки загартованих крупномодульних зубчастих коліс.

LOCALIZATION OF NODES LARGE-SCALE WIRELESS SENSOR NETWORKS

*Dr.S., Prof. G.F. Krivoulya, Master Stud. Maud Yayra, Master Stud.
C. Bogomazo, KHNURE, Kharkiv*

Last advances in low-power wireless technologies have enabled us to make use of large-scale wireless sensor networks (LWSN) as a new class of large networked systems containing hundreds even thousands of sensor nodes deployed in a prohibitively large region. For example, CitySee project deployed 1,200 sensor nodes in an urban area. There is a wide variety of LWSN applications, such as environment monitoring, scientific observation, emergency detection, field surveillance, structure monitoring, and so on.

Many applications require absolute positions of sensors such as longitude and latitude, the localization algorithm should be anchors nodes based, where anchors are the sensor nodes knowing their global positions, and the rest sensor beacon nodes, referred to as unknown nodes, are localized based on beacon messages broadcasted by anchors. The localization procedure is often iterative because anchors are significantly less than unknown nodes, so some unknown nodes are localized by their neighbouring localized unknown. Because distributed localization approach allows each sensor node to estimate its own location without any central control or computation unit, which alleviates large communication overhead, so they are more suitable for localization nodes LWSN than centralized methods. Due to random deployment the nodes of LWSN the anchors are not evenly distributed, so localization performance is seriously affected by two problems. The first is that some unknown nodes lack enough neighbouring anchors to localize themselves accurately. The second is that some unknown nodes have many neighbouring anchors to bring great computing burden during localization.

In this paper, to ensure the necessary localization nodes of the LWSN operation, it is proposed to carry out test diagnostics of the network using anchors nodes. The number of such test nodes is equal to the Hamming number depending on the total number of network nodes.

References: *Cui H., Liang Y., Zho C., Cao N.* Localization of Large-Scale Wireless Sensor Networks Using Niching Wireless Communications and Mobile Computing. – 2018. – 18 p.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*д.т.н., проф. А.И. Поворознюк, к.т.н. О.А. Поворознюк, асп. Х. Шехна,
НТУ "ХПИ", г. Харьков*

Рассмотрены классическая модель распространения эпидемии [1] и ее модификации для учета периодической повторяемости, популяционного иммунитета и изменчивости возбудителя [2]. Рассмотрены ограничения и сферы применения моделей.

При наличии экспериментальных данных, процесс развития эпидемии представляется в виде "черного ящика", и модель строится на основе анализа экспериментальных данных, которые в этом случае представляют временной ряд. Основной задачей анализа является выделение аналитического описания основной тенденции (тренда) и сезонной компоненты, которые в дальнейшем используются для прогнозирования [3].

В качестве анализируемых временных рядов используется мониторинг заболеваемости сифилисом в Украине с 1980 по 2018 г. (данные представлены Институтом дерматологии и венерологии АМН Украины, г. Харьков). Для решения поставленных задач был выбран пакет прикладных программ MATLAB.

Выполнено восстановление пропущенных данных, сглаживание, корреляционный анализ, который показал отсутствие периодической составляющей. Получены математические модели трендов на начальной фазе развития (полином 5-й степени), фазе вспышки (полином 3-й степени) и фазе затухания (экспоненциальный тренд, который используется также для прогноза на 5 и 10 лет). Все модели имеют высокую точность аппроксимации (остаточная дисперсия ошибки не превышает 0,5%).

Но такая высокая точность аппроксимации (и соответственно точность прогноза) действительна в том случае, когда повторная вспышка эпидемии на период прогноза мало вероятна. Если реальные данные начнут отклоняться от прогноза (увеличатся хотя бы до 10000 случаев в год, то можно фиксировать новую волну эпидемиологического процесса и использовать для прогноза модель начальной фазы развития.

Список литературы: 1. Демьянов Ю.З. Применение математических методов и ЭВМ в биологии / Ю.З. Демьянов, Ф.Ф. Литвин. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 135 с. 2. Колесин И.Д. Математическая модель саморегулируемой паразитарной системы / И.Д. Колесин // Биофизика. – 1993. – Т. 38. – № 5. – С. 892-894. 3. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. – М.: Мир, 1976. – 757 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОУПРУГОЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ

*д-р техн. наук, проф. Х.М. Гамзаев, н.с. Э. Джафарова, АГУНП,
г. Баку*

Рассматривается процесс нестационарного течения несжимаемой вязкоупругой жидкости в цилиндрической трубе постоянного сечения. Для описания реологических свойств вязкоупругой жидкости используется модель Кельвина-Фойгта [1, 2]

$$\sigma(r, t) = \mu \frac{\partial u(r, t)}{\partial r} + E \int_0^t \frac{\partial u(r, \tau)}{\partial r} d\tau .$$

Математическая модель данного процесса представляется в виде следующего интегро-дифференциального уравнения в частных производных

$$\frac{\partial u(r, t)}{\partial t} = \frac{\mu}{r\rho} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial u(r, t)}{\partial r} \right) + \frac{E}{r\rho} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \int_0^t \frac{\partial u(r, \tau)}{\partial r} d\tau \right) + \frac{\Delta P(t)}{l\rho}, \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial u(0, t)}{\partial r} = 0, \quad (3)$$

$$u(R, t) = 0. \quad (4)$$

Задача заключается в определении распределения скорости течения вязкоупругой жидкости $u(r, t)$ по сечению трубы, а также объемный расход жидкости по трубе $q(t)$

$$q(t) = \int_0^R 2\pi r u(r, t) dr . \quad (5)$$

При этом закон изменения перепада давления $\Delta P(t)$ по длине трубы считается заданным. Для решения задачи (1) – (5) используется вычислительный алгоритм, предложенный в [3].

Список литературы: 1. *Астарита Дж., Марруччи Дж.* Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей / Дж. Астарита, Дж. Марруччи. – М.: Мир, 1978. 2. *Joseph D.D.* Fluid dynamics of viscoelastic fluids / D.D. Joseph – New York, 1990. 3. *Gamzaev Kh.M.* Numerical method of pipeline hydraulics identification at turbulent flow of viscous liquids / Kh.M. Gamzaev // Pipeline Science and Technology. – 2019. – Vol. 3. – № 2. – P. 118-124.

МОДЕЛІ Е-HEALTH ТА ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ЗДОРОВ'Я В УКРАЇНІ

канд. техн. наук, доц. О.В. Бойко, канд. техн. наук, доц. Н.В. Дорош, канд. техн. наук, доц. К.І. Ільканич, ЛНМУ ім. Данила Галицького, м. Львів, канд. техн. наук, доц. Г.Л. Кучмій, НУЛП, м. Львів, н.с. О.І. Дорош, МНУНЦ, клінічний психолог О.Ю. Степанюк, м. Київ

Реформа системи охорони здоров'я в Україні передбачає впровадження електронної системи E-Health (electronic health) у всі ланки (1 – 3) медичних закладів. На першому етапі з системою працюють спеціалісти первинної ланки – сімейні лікарі, на 2 – вузькі спеціалісти, на 3 – медичні працівники стаціонарів.

E-Health – це інформаційно-комп'ютерна система, яка дозволяє організувати ефективну роботу всіх медичних установ та їх персоналу з використанням сучасних комп'ютерних технологій для реєстрації та обміну медичною документацією в електронному вигляді. Структурно у склад системи E-Health можуть входити медичні інформаційні системи (МІС), центральна база даних (ЦБД), або реєстри медичних даних (РМД), а також програмний інтерфейс для організації обміну даними. Основними функціональними задачами та можливостями системи є реєстрація, передача та збереження медичних даних про пацієнтів, створення електронної медичної картки та історії хвороби, організація запису на консультації та прийом до лікаря у режимі on-line, формування електронних скерувань до вузьких спеціалістів. Також є можливість виписувати рецепти, заповнювати лікарняні листи та ін. У деяких МІС передбачено можливість надання телемедичних послуг та використання засобів мобільної медицини.

У світі було запроваджено 2 моделі E-Health (американська-децентралізована та європейська-централізована). У країнах ЄС використовують централізовану модель E-Health, згідно якої усі медичні заклади повинні бути підключені до національної системи EHR - реєстру медичних даних. Протокол передачі даних до державного реєстру є єдиним і централізованим. Така модель забезпечує можливість простої взаємодії між медичними закладами і державними структурами на всіх рівнях – інтероперабельність (interoperability). Одними з перших таку модель впровадили такі країни як Естонія, Данія, Норвегія .

В Польщі усі реєстри діючих закладів охорони здоров'я, аптек, лабораторій, фармацевтичних компаній зібрані на єдиній платформі медичних реєстрів – rejestrmedyczne.csioz.gov.pl. За моніторинг та обслуговування медичних інформаційних систем відповідає Центр інформаційних систем охорони здоров'я (Centrum Systemów Informacyjnych Ochrony Zdrowia — CSIOZ), який діє в країні з 2000 р.

У США, Канаді немає центрального загальнодержавного реєстру медичних даних. Кожен медичний заклад самостійно приймає рішення, який компонент E-Health необхідно впроваджувати. Інтероперабельність у США знаходиться на низькому рівні і обмін між медичними системами E-Health з різних штатів буває непростим. Але у госпітальних центрах активно розвиваються і впроваджуються інноваційні технології та стартапи в сфері E-Health, з врахуванням потреб кожного медичного закладу. Прикладами можуть бути меморіальна лікарня Бедфорда (UPMC Bedford Memorial) в Пенсільванії, центр Cleveland Clinic які є великими госпітальними центрами розвитку E-Health.

Кожна канадська провінція має змогу адаптувати систему до власних потреб, проте вона включає і загальні компоненти, такі як реєстр пацієнтів і медичних спеціалістів, електронну базу результатів рентгенографічних, ультразвукових, магнітно-резонансних й комп'ютерно-томографічних досліджень, інформаційну систему лабораторної діагностики, що надає доступ до бази даних аналізів пацієнтів.

В Україні було враховано переваги та недоліки європейської і американської систем та запропоновано комбіноване рішення. Було запроваджено гібридну модель і створено державну централізовану систему із центральною БД до якої підключені МІС різних виробників. На даний час до ЦБД підключено понад 30 МІС та їх кількість зростає. Але у кожному регіоні є свої пріоритети у виборі МІС. Наприклад, на Західній Україні найбільш популярними є системи Helse, Acsep, Доктор Елекс. На Сході перевагу мають МІС Емсімед, Емсімед+ та ін. Медичні заклади мають достатньо свободи для вибору МІС, та при необхідності можуть запропонувати розробникам внести необхідні зміни та додатки.

Перспективним напрямком розвитку E-Health є розроблення та підключення до системи спеціалізованих МІС: лабораторних інформаційних систем, діагностичного обладнання, інформаційних систем для психологічних досліджень, страхових компаній, академічних наукових центрів та впровадження мобільних та хмарних технологій для підвищення ефективності системи електронного здоров'я в Україні і світі.

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

МЕТОД КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ И ЦЕЛОСТНОСТИ ВИДЕОРЕСУРСОВ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

д-р техн. наук, проф. В.В. Баранник, асп. Ю.М. Бабенко, канд. техн. наук С.С. Шульгинс, ХНУПС, г. Харьков

Предлагается альтернативное направление обработки видеокадров на уровне их синтаксического описания. При этом обеспечиваются условия совместимости разрабатываемой платформы с технологическими решениями в рамках концепции JPEG. Для совершенствования технологий кодирования с гибкими **контролируемыми** ограничениями на уровень визуальных оценок по восприятию реконструируемых видеокадров (ВРВ) **предлагается** использовать описание структурно-статистических зависимостей на основе выявления областей когерентности. Разрабатывается метод компоновочного кодирования значимого микросегмента видеокадра на уровне кодограмм его синтаксического представления в спектральном пространстве, путем построения последовательностей кодовых конструкций равномерной длины на основе: дифференцированной фрагментации кодограммы длин цепочек нулевых компонент трансформанты; заполнения избыточной составляющей позиционно-базовой кодограммы значимых компонент трансформанты фрагментами позиционно-дополняющей кодограммы длин цепочек нулевых компонент. Это обеспечивает дополнительное повышение эффективности обработки видеокадров на уровне формирования кодограмм их синтаксического представления, а именно позволяет: построить единую кодовую конструкцию, что упрощает процесс декодирования; устранить количество кодовой избыточности без потери целостности информации; ускорить доступность видеоресурса в режиме оценочного качества визуального восприятия.

Список литературы: 1. *Gonzales, R.E. Woods*, Digital image processing // in Prentice Hall, New Jersey, edition. II, 2002. – 1072 p. 2. *Barannik V.V., Ryabukha Yu. N., Podlesnyi S.A.* Structural slotting with uniform redistribution for enhancing trustworthiness of information streams // Telecommunications and Radio Engineering. – Vol. 76. – № 7. DOI: 10.1615/TelecomRadEng.v76.i7.40. 3. *Barannik V., Barannik V.* Binomial-Polyadic Binary Data Encoding by Quantity of Series of Ones // In.: 15th IEEE International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET'2020). – P. 775-780 (2020) DOI: 10.1109/TCSET49122.2020.235540.

ПІДХІД ДО ВИЯВЛЕННЯ ШТУЧНО ЗГЕНЕРОВАНИХ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ

канд. техн. наук Т.О. Білобородова, СНУ ім. В. Даля, Сєвєродонецьк

На сьогоднішній день значно зросла потреба в виявленні підробленої або штучно згенерованої текстової інформації. Ця проблема є актуальною й для наукової спільноти. Нещодавно виявлено понад 100 статей в більш ніж 30 матеріалах конференцій, що не були написані науковцями, а були штучно створені програмним забезпеченням генерації наукових текстів. Виявлення штучно згенерованих наукових статей зазвичай включає в себе етапи обробки і аналізу текстової інформації. Обробка тексту має на меті отримати на виході вилучити текстові ознаки, які на наступному етапі за допомогою методів машинного навчання використовуються для визначення підробленості текстової інформації. Застосування методів машинного навчання обумовлює проблему недостатньої кількості даних для якісного навчання моделі для виявлення штучно згенерованих наукових статей.

Запропонований підхід до визначення штучно згенерованих наукових статей заснований на визначенні підробленості речень, які містить стаття, та складається з наступних етапів: попередня обробка статті, що включає визначення значущих речень, обробка тексту речень, вилучення ознак, навчання моделі та класифікація речень, визначення підробленості статті на підставі класифікованих речень з використанням запропонованої моделі. Проведено експеримент з визначення підробленості статті з використанням запропонованого підходу. Проведено попередню обробку статті з визначенням значущих речень, обробку тексту речень з застосуванням традиційно використовуваних методів обробки тексту: токенізації, видалення стоп-слів, лематизації, що використані для підготовки тексту до векторизації. Технологію word2vec застосовано для перетворення тексту у вектор, що представляє вилучені ознаки. Навчання моделі та класифікацію речень проведено з використанням алгоритму k-середніх. Визначення підробленості наукової статті проведено з використанням запропонованої моделі визначення підробленості наукової статті. Адекватність запропонованого підходу підтверджено з використанням статті, штучно згенерованої ресурсом SCIgen. Результати застосування запропонованого підходу до згенерованої статті показали ймовірність її підробленості, яка дорівнює 88%, що підтверджує адекватність запропонованого підходу.

ХРАНЕНИЕ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ АССОЦИАТИВНОЙ ПАМЯТИ

канд. техн. наук В.А. Бречко, канд. экон. наук М.В. Маслак, НТУ "ХПИ", г. Харьков

В последнее время трудоемкость технологической подготовки производства, особенно при изготовлении уникальных высокоточных изделий, значительно возросла. Это вызвано усложнением существующей техники, использованием новых материалов, возросшими требованиями к точности изготовленных деталей и т.д. Автоматизированное проектирование технологического процесса позволяет сократить время на разработку, на выбор оборудования, повысить качество производимой продукции. Сегодня такая автоматизация основана на создании систем "человек-машина", когда система работает в диалоговом режиме с технологом, или шаблонных систем, которые требуют адаптации на конкретное производство. Для решения этих проблем применяется комплекс необходимых технических и программных средств для обеспечения автоматизации управления оборудованием предприятия – автоматизированная система управления технологическими процессами. Однако существуют отрасли производства, где применение стандартных технологических процессов невозможно из-за уникальности производимых деталей.

Поэтому возникает необходимость разработки систем проектирования, которые позволят строить технологические процессы для уникальных деталей, с последующим сохранением полученного результата. Но при работе со сложными высокоточными деталями, производство которых не является потоковым, необходимо проектировать технологический процесс индивидуально для каждой детали.

Решить эту проблему можно с помощью нейронных сетей ассоциативной памяти, применить которые можно как при поиске информации, так и при последующем сохранении полученного результата. При использовании ассоциативной памяти увеличивается скорость работы с данными за счет параллельной обработки информации.

Таким образом, проведен анализ методов хранения информации с помощью ассоциативной памяти. Предложен метод хранения данных, которые используются при проектировании и функционировании технологического процесса, с использованием нейронных сетей ассоциативной памяти, а также предложены нейронные сети для проектирования и хранения технологических процессов для производства высокоточных деталей.

РЕАЛІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ФУНКЦІЙ ВЗАЄМОДІЇ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ БІО-ПОДІБНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ

*асп. К.П. Газдюк, ЧНУ ім. Ю. Федьковича, канд. фіз.-мат. наук,
О.М. Нікітіна, Ліцей №1, А.В. Телішевська, ЗОШ №24, м. Чернівці*

Дослідження процесів, що відбуваються в живих організмах та моделювання відповідних штучних біоподібних систем та процесів набуває все більшого розвитку на сучасному етапі еволюції інформаційних та цифрових технологій. Одним із методів моделювання є метод рухомих клітинних автоматів (РКА), який на відміну від неперервних та дискретно-неперервних підходів є найбільш зручним для опису біо-динаміки.

При реалізації методу РКА, модельований об'єкт розбивається на частини (автомати) відповідно до його властивостей. Динаміка моделі описується за допомогою функцій взаємодії, що визначають поведінку кожної пари РКА. Незважаючи на широкий спектр модельованих об'єктів та варіабельність їх поведінки, існують елементарні функції взаємодії, що беруть участь в процесі моделювання і виступають математичним підґрунтям РКА-методу.

Визначено наступні елементарні функції взаємодії:

f_0 – функція, що здійснює імітацію теплових коливань РКА, тобто випадковий зсув координат РКА в довільному напрямку;

f_1 – функція, що здійснює відштовхування двох РКА при їх перекритті. Ця функція дає змогу імітувати нестисненість середовища;

f_2 – функція, що здійснює притягання двох РКА, дозволяє імітувати конденсований стан середовища і запобігає появі порожнеч всередині структури;

f_3 – функція, що здійснює вирівнювання деякого РКА щодо однотипних сусідів;

f_4 – функція, що здійснює додавання деякого автомата у клітинно-автоматне поле;

f_5 – функція, що здійснює видалення деякого автомата;

f_6 – функція, яка здійснює зміну стану деякого автомата, що є однією із основних у клітинно-автоматному моделюванні, коли при взаємодії із сусідніми автоматами стан автомата змінюється, надаючи йому інших властивостей.

Для забезпечення можливості застосування елементарних функцій для різного типу моделей, що описують динаміку біо-подібних процесів та структур, необхідно підбирати відповідні параметри для кожної з f_i ($i = 0, \dots, 6$) та/або створити комбінації вибраних функцій.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ СМАЗОК ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ С ЭФФЕКТОМ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ПЕРЕНОСА

д-р техн. наук, проф. М.И. Гасанов, д-р техн. наук, проф.

А.Ю. Заковоротный, д-р техн. наук, проф. А.А. Пермяков, д-р техн.

наук, проф. А.А. Ключко, асп. Е.В. Перминов, НТУ "ХПИ", г. Харьков

Обоснована необходимость разработки и совершенствования новых видов смазки высокоскоростных зубчатых передач с целью расширения их применения в области станкостроения, машиностроения, обороннопромышленного комплекса. Развитие науки и техники в последние десятилетия показало, что надежные и долговечные машины, высокопроизводительные металлорежущие станки, военно-промышленная техника могут быть созданы только при удачном решении теоретических и прикладных задач трения, износа и смазки. При трении одновременно происходят механические, электрические, тепловые, вибрационные и химические процессы. Трение может упрочнить или разупрочнить металл, повысить или уменьшить в нем содержание углерода, насытить металл водородом или обезводородить его, отполировать детали или сварить их. Трение является самоорганизующимся процессом, при котором с определенной последовательностью протекают явления, направленные на разрушение поверхности или же, наоборот, на создание систем, снижающих трение и износ.

С трением связана одна из самых острых проблем современности - износ машин, механизмов, зубчатых колес. Для снижения трения и изнашивания широко используются смазочные материалы. По агрегатному состоянию они могут быть жидкими, пластичными, твердыми и газообразными. Наибольшее распространение в технике получили жидкие смазочные материалы (масла) и пластичные смазочные материалы (смазки). Смазочные масла (как и смазки) являются конструкционным элементом узла трения, во многом определяющим долговечность, надежность и потери на трение в трибосопряжениях. Эффективность использования смазочного материала в узле трения зависит от многих факторов: условий его применения (температуры, нагрузок, скоростей перемещения, характеристик окружающей среды и т.д.), режима эксплуатации машины или механизма (постоянных или переменных внешних воздействий, остановок.), конструктивных особенностей узла трения (типа, размера, характера движения трущихся поверхностей), состава и свойства материалов, с контактирующих в процессе работы.

Долговечность большей части высокопроизводительных металлорежущих станков и зубчатых колес в значительной степени зависит

от смазочных масел и медных присадок к ним. Выбор масла является таким же важным фактором, как и выбор материала и термообработки для зубчатых колес. К методам повышения долговечности узлов трения машин и механизмов относят не только применение новых материалов, покрытий, повышение точности расчетов и удачное конструирование узлов трения, но и в значительной степени повышение качества масел и, прежде всего, улучшение их противоизносных свойств, разработка эффективных противоизносных, противозадирных и антифрикционных медных присадок. Одной из важнейших инженерно-технических проблем является создание принципиально новых смазочных систем для машин и механизмов. При введении в состав смазок некоторого количества специальных ферромагнитных веществ мелкодисперсного порошкообразного дисульфида молибдена и никеля в объемном соотношении 80% MoS₂, 20% Ni смазка намагничивается. При дополнительном введении в состав магнитожидкостной смазки медьсодержащих присадок создается эффект избирательного переноса, что и определяет перспективность смазки по сравнению с другими способами прежде всего возможностью повысить ресурс работы механизмов за счет увеличения объема смазки, циркулирующей в узле трения в процессе его работы; лучшего удержания смазки на поверхности трения под воздействием магнитного поля; возможностью многократной подачи одних и тех же частиц смазки при их отрыве от поверхности трения [1 – 6].

Смазка, обладающая свойствами магнитной жидкости будет оказывать противодействие гравитационной и центробежной силам, а также противодействовать прерыванию смазочной пленки. Наличие твердых частиц магнитной фазы в магнитожидкостной смазке не могут привести к заклиниванию узла трения, так как размер этих частиц значительно меньше условия заклинивания узла трения и их можно будет использовать как смазку в подшипниках качения. Кроме этого, частицы не будут оказывать абразивного воздействия на трибосопряженные поверхности, так как размер этих частиц значительно меньше того размера (порядка 2-5 мкм), при котором начинают происходить явления микрорезания. Магнитные жидкости – это устойчивые магнитоуправляемые коллоиды высокодисперсных магнитных частиц с размером около 10 нм в жидкостно-носителе, обладающие выраженными магнитными свойствами. При этом сохраняются свойства обыкновенных жидкостей – текучесть, вязкость. В качестве дисперсионной среды может быть использована широкая гамма различных жидкостей. Это минеральные и синтетические масла, керосин, вода, кремний- и фторорганические жидкости, глицерин и т.д. Магнитные частицы могут быть изготовлены не только из магнитных металлов (железо, никель), но и из их оксидов (магнетит, ферриты), если они обладают магнитными свойствами.

Возможность довольно просто удерживать магнитожидкостную смазку, которая обладает теми же свойствами что и магнитная жидкость, при помощи постоянных магнитов или электромагнитов, пропуская магнитный поток через зону трения и используя эффект втягивания магнитожидкостной смазки в зону с наибольшим градиентом магнитного поля, позволяет предположить, что магнитожидкостные смазки, изготовленные на базе магнитных жидкостей будут успешно использоваться в различных узлах трения. Применяя различные базовые масла, разную концентрацию магнитных частиц, используя широкий спектр медных присадок и добавок, которые изменяют параметры трения в ту или иную сторону, возможно применение нового вида смазки в ответственных трибосопряженных узлах зубчатых передач.

Получены новые перспективные магнитожидкостные смазки, обладающих эффектом избирательного переноса, значительно повышает плавность работы зубчатых передач, увеличивает долговечность и надежность машин в целом.

Список литературы: 1. Fundamentals of CAD Design of Rotary Milling Cutters for Multitooth Products // *Nataliya Ravska, Alexander Klochko, Oleksiy Ivanovskiy, Vyacheslav Vovk, Valeriya Parnenko*. – Proceedings of the 3rd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2020, June 9-12, 2020, Kharkiv, Ukraine – Vol. 1: Manufacturing and Materials Engineering. – P. 65-74. 2. *Гасанов М.І., Пермяков О.А., Шелковой О.М., Клочко О.О., Набока О.В., Охрименко О.А.* Функціональний аналіз процесу експлуатації і пов'язані з ними проблеми відновлення експлуатаційних властивостей крупномодульних зубчастих коліс / Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2020): матеріали тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції у 2-х т. / Національний університет "Чернігівська політехніка". Чернігів: ЧНТУ, 2020. – Т. 1. – С. 43-44. 3. *Клочко О.О., Юрчишин О.Я., Сапон С.П.* Структура моделі технологічної складовості при обробці високоточних зубчастих рейок / Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2020): матеріали тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції у 2-х т. / Національний університет "Чернігівська політехніка". – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – Т. 1. – С. 42. 4. *Клочко О.О., Рассохін Д.О., Пермінов Є.В., Хорошайло В.В., Кравченко Д.О.* Дослідження товщини мастильного шару для зубчастих передач з неньютоновською робочою рідиною при контактуванні кожного зуба ведучої шестерні з кожним зубом веденого колеса в певній послідовності: Машинобудування і зварювальне виробництво / Наука та виробництво : міжвузівський тематичний збірник наукових праць. – Мариуполь: ДВУЗ "ГДТУ", 2019. – Вип. 19. – С. 29-49. 5. *Шелковой А.Н., Пермяков А.А., Клочко А.А., Басова Е.В., Перминов Е.В.* Глобальный метод повышения эффективности эксплуатации цилиндрических и конических зубчатых передач // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Технології в машинобудуванні / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – № 34 (1310). – С. 67-76. 6. *Ковалев В.Д.* Технологические решения стационарной задачи рабочих жидкостей повышения долговечности зубчатых колес главных приводов тяжелых токарных станков / *В.Д. Ковалев, А.Н. Шелковой, А.А. Клочко* // Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. – Харків, 2017. – № 1 (1). – С. 36-45. 7. *Клочко А.А.* Гидродинамические процессы смазки цилиндрических зубчатых передач с неньютоновским состоянием жидкости / *А.А. Клочко, Т.В. Терещенко* // Всеукраїнська наукова конференція "Розвиток прикладної науки, освіти та студентського самоврядування на Буковині" Матеріали конф. – Харків: НТУ "ХПІ", 2017. – С. 40-42.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ ПРИ ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИИ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

*д-р техн. наук, проф. А.И. Грабченко, д-р техн. наук, проф.
А.Ю. Заковоротный, д-р техн. наук, проф. А.А. Клочко, Национальный
технический университет "Харьковский политехнический
институт", г. Харьков, д-р техн. наук, проф. В.С. Майборода, д-р
техн. наук, доц. А.А. Охрименко, канд. техн. наук, доц. О.Я. Юрчиши,
Национальный технический университет Украины "Киевский
политехнический институт имени Игоря Сикорского", г. Киев*

Изложен энергетический подход к процессам деформации и разрушению стружки при встречном зубофрезеровании. Сопротивление пластической деформации срезаемого слоя зависит от типа кристаллической решетки обрабатываемого материала, его энергии и наличия примесей на границах зерен. Влияние этих факторов проявляется через вид определяющих ее локализацию. В углеродистых сталях основной примесью является углерод, который, располагаясь на границах зерен, может способствовать их охрупчиванию. С ростом температуры диффузионная подвижность углерода диссипативных структур, формирующихся в процессе деформации срезаемого слоя возрастает, что облегчает проскальзывание зерен, увеличивает и изменяет форму стружки. Приведены результаты квантово-механических расчетов, показывающие роль примесей в процессах деформации и формировании вида стружки, а также изменении дислокационной структуры при сдвиге элемента стружки. Установлено, что постоянство сопротивления сдвигу при изменении режимов резания связано с достижением в кристаллической решетке предельной плотности дислокаций, разрывом межатомных связей и аморфизацией деформируемых объемов. Указаны пути повышения эффективности процесса резания на основе теории д.т.н., профессора Кабалдина Юрия Георгиевича. основополагающие исследования Кабалдина Ю.Г. в области резания позволили установить, что пластическая деформация реализуется по схеме сжатия и простого сдвига [1]. При этом многочисленными исследованиями показано, что на верхней границе зоны стружкообразования и в зоне вторичной деформации отдельные зерна согласованно формоизменяются и выстраиваются в цепочку в плоскости сдвига, образуя так называемую текстуру. Экспериментально установлено, что сопротивление пластическому деформированию в условной плоскости сдвига при обработке сталей остается постоянным, что связано с деформационным насыщением, т. е. с достижением предельного уровня деформации (упрочнения). С ростом скорости при обработке сталей

происходит последовательное изменение вида стружки: от элементной к сливной, а далее к сегментной (суставчатой). Следует отметить, что при обработке титановых и жаропрочных сплавов сегментная стружка образуется уже при низких скоростях резания [2, 3]. При этом у титановых сплавов сегментная стружка может формироваться в широком диапазоне скоростей резания. Одним из первых механизмов образования сегментной стружки при высоких скоростях резания исследовал М.И. Клушин [1], который связал это с адиабатическими условиями деформаций, т. е. с температурным разупрочнением. Согласно работе [1], при высоких скоростях резания условия деформирования в зоне стружкообразования таковы, что теплота от деформации в зоне локализованного сдвига не успевает уйти, т.е. диффузионные процессы не могут реализоваться, и сопротивление сдвигу снижается. Возможность реализации адиабатического сдвига [1, 2] при резании связана, прежде всего, с низкими значениями тепло- и температуропроводности. Вследствие этого предполагают, что более низкие значения сопротивления сдвигу титанового сплава по сравнению со сталями, получаемые при их резании, обусловлены этим обстоятельством. Традиционное рассмотрение пластической деформации [2 – 5] предполагает начало пластического течения при напряжении текучести и учитывает только деформационное упрочнение. Это ошибочное описание является следствием того, что в теории градиентов не учтены напряжения пластического течения.

Неоднородность напряженного состояния в деформируемом кристалле обуславливает релаксационный характер пластического течения. Гидростатические давления способствуют релаксации упругих напряжений на границах зерен. В случае высокой энергии дефекта упаковки (ЭДУ) материала зерно при деформировании поворачивается как целое [3, 4, 5]. В основе этого явления лежат относительно высокая подвижность зернограницных дислокаций и возникновение в нагруженном поликристалле моментных напряжений. Этот эффект зависит от обрабатываемого материала и состояния границ зерен. Поворотные моменты, обуславливающие поворот зерен (реализацию ротационной моды деформации), способствуют формированию цепочки зерен, вытянутых вдоль верхней границы стружкообразования с созданием текстуры [5], где показано, что процессы, сдерживающие сдвиговую деформацию зерен, сдерживают и скольжение по границам зерен. В результате происходит сдвиг большого числа атомных плоскостей скольжения. Образование текстуры свидетельствует о том, что в условиях специфического напряженного состояния в зоне стружкообразования реализуется эффективная релаксация концентраторов напряжений в стыках поворачивающихся зерен. В результате достигаются высокие степени деформации и значительное внутризеренное упрочнение. Следовательно, в

таких условиях работа источников деформации становится скоррелированной и самоорганизованной, что обуславливает самоустановление угла скольжения (сдвига) [4 – 6] и минимум затрачиваемой энергии. Следует отметить, что пластическая деформация, в отличие от упругой, столь значительна, что вызывает разрыв связей между атомами, которые до деформации были соседями. Пластическая деформация происходит в том случае, когда к разрыву межатомных связей приводит увеличение напряжений во всем деформированном объеме до значения, равного теоретической прочности, т.е. порядка $0,1B$ (B – модуль всестороннего сжатия). Однако в большинстве реальных материалов вследствие наличия в них дислокаций пластическая деформация имеет место при уровне напряжений более низком, чем теоретическая прочность. Проведенные исследования показали, что на сопротивление пластической деформации срезаемого слоя значительно влияют: тип кристаллической решетки обрабатываемого материала, его ЭДУ, наличие примесей на границах зерен и способность материала к релаксации на границах зерен. Влияние этих факторов проявляется через виды диссипативных структур, формирующихся в процессе деформации срезаемого слоя и определяющих ее локализацию, поэтому вид стружки зависит от указанных факторов.

Существование дислокаций в кристалле приводит к появлению областей, где энергия, необходимая для разрыва группы атомных связей, получается за счет восстановления другой группы связей. Пластическая деформация может возникнуть, если через кристалл пройдут не только существующие в нем дислокации (исходная структура уже имеет определенное количество дислокаций), но и вновь образованные. Напряжения, необходимые для начала пластической деформации (в отсутствие дислокаций), т. е. для разрыва межатомных связей, составляют около 10 % от модуля сдвига. Например, для железа межатомное расстояние составляет 2,48 Å, энергия дислокации на это расстояние – 6 эВ, а прочность межатомной связи Fe-Fe – 4,290 эВ. Энергия дислокации превышает прочность межатомных связей Fe-Fe, поэтому движение дислокаций будет сопровождаться деформацией кристалла, т. е. разрывом связей. Для разрыва большого числа атомных связей необходим механизм непрерывного генерирования дислокаций, например источник Франка-Рида [7], действие которого связано с образованием дислокационных петель диаметром в несколько межатомных расстояний. В кристалле энергия деформации составляет порядка $0,1 B$ на одно межатомное расстояние a вдоль линии дислокации. Плоскость скольжения для дислокации определяют как плоскость, в которой лежат и вектор Бюргерса дислокации, и линия дислокации. При движении краевой дислокации по плоскости скольжения от одного узла решетки к другому атомы ядра дислокации совершают перемещения. В результате дислокация перемещается на одно

межатомное расстояние a . Винтовая дислокация может перемещаться из одной плоскости в другую. Важной особенностью всех видов дислокаций является то, что сильные искажения кристаллической решетки сосредоточены в непосредственной близости от дислокационной линии и в ядре дислокации, имеющей свою атомную структуру [8 – 12]. Степень деформации зависит от плотности дислокаций и длины их пробега, поэтому для образования даже одной петли потребуется энергия гораздо большая, чем энергия для разрыва межатомной связи. Рост температуры (термическая активация) в кристаллах с первичными связями не может быть источником этой энергии, а следовательно, влиять на сопротивление сдвигу при резании. При встречном скоростном зубофрезеровании деформации срезаемого слоя происходят на угле скольжения зуба фрезы в зависимости от радиуса округления режущей кромки, где и происходят дислокации межатомных связей с образованием энергетических потоков [12 – 14].

Получены новые перспективные фундаментальные направления исследования образования энергетических потоков с целью совершенствования процессов скоростного зубофрезерования закаленных цилиндрических зубчатых колес лезвийным инструментом взамен зубошлифования.

Список литературы: 1. *Васин С.А., Верещака А.С., Кушнер В.С.* Резание материалов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 448 с. 2. *Кабалдин Ю.Г.* Резание металлов в условиях адиабатического сдвига элемента стружки // Вестник машиностроения. – 1995. – № 7. – С. 19-25. 3. *Кабалдин Ю.Г., Олейников А.И., Шпилев А.М., Бурков А.А.* Математическое моделирование самоорганизующихся процессов в технологических системах обработки резанием. Владивосток, Дальнаука, 2000. – 194 с. 4. *Клочко О.О., Рассохин Д.О., Перминов С.В., Хорошайло В.В., Кравченко Д.О.* Дослідження товщини мастильного шару для зубчастих передач з неньютоновською робочою рідиною при контактуванні кожного зуба ведучої шестерні з кожним зубом веденого колеса в певній послідовності: Машинобудування і зварювальне виробництво // Наука та виробництво: міжвузівський тематичний збірник наукових праць. – Мариуполь: ДВУЗ "ПДТУ", 2019. – Вип. 19. – С. 29-49. 5. *Панин В.Е.* Структурные уровни локализации деформации // Сб. Кооперативные деформационные процессы и локализация деформации. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 38-57. 6. *Полетика М.Ф.* Влияние свойств обрабатываемого материала на процесс стружкообразования // Вестник машиностроения. – 2001. – № 1. – С. 45-48. 7. *Колбасников Н.Г.* Теория обработки металлов давлением // Сопротивление деформации и пластичность. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 314 с. 8. *Старков В.К.* Физика и оптимизация резания материалов. – М.: Машиностроение, 2009. – 640 с. 9. *Кабалдин Ю.Г., Серый С.В., Кретинин О.В., Латтев И.Л., Власов Е.Е., Кузьмишина А.М.* Компьютерное моделирование и исследование наноструктур в процессах обработки резанием на основе квантово-механических расчетов. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014. – 119 с. 10. *Ковалев В.Д., Шелковой А.Н., Клочко А.А.* Технологические решения стационарной задачи

рабочих жидкостей повышения долговечности зубчатых колес главных приводов тяжелых токарных станков // Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. – Харків. 2017. – № 1 (1). – С. 36-45. 13. Fundamentals of CAD Design of Rotary Milling Cutters for Multitooth Products // Nataliya Ravska, Alexander Klochko, Oleksiy Ivanovskiy, Vyacheslav Vovk, Valeriya Parnenko // Proceedings of the 3rd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2020, June 9-12, 2020. – Kharkiv, Ukraine – Vol. 1: Manufacturing and Materials Engineering. – P. 65-74. 14. Панин В.Е. Новая область физики твердого тела // Известия вузов. Физика. – 1987. – № 1. – С. 3-8.

ПРОГРАМНА СИСТЕМА НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО СИНТЕЗУ ЛЮДСЬКОЇ МОВИ

д-р техн. наук, проф. О.А. Дмитрієва, бакалавр О.І. Бичек, Донецький національний технічний університет, м. Покровськ

Синтез людського мовлення широко використовується в довідкових службах, банках, державних структурах, у системах мобільного зв'язку та військових розробках, в медіасферах та в ігровій індустрії. За останні роки дуже зросла популярність синтезування людської мови за допомогою нейронних мереж, саме на основі такого підходу розроблено голосові помічники Siri від Apple Inc., Microsoft Cortana, Amazon Alexa і Google Assistant [1].

Метою даного дослідження є розробка програмної системи для нейромережевого синтезу лексичних конструкцій та реалізації зручного користувацького інтерфейсу, спрямованих на підвищення ефективності процесу відтворення людської мови. Об'єктом дослідження виступали процеси нейромережевого синтезу людської мови на основі системи Tacotron [2]. В якості предмету дослідження розглядалися методи та алгоритми відтворення людської мови за текстом на основі бази аудіоданих.

В роботі запропоновано архітектуру компіляційного синтезу з використанням лінгвістичного текстового модулю, модулю просодики, фонетичного та акустичного модулів [3]. Проектування програмної системи здійснювалося за допомогою UML діаграм, серед яких діаграми прецедентів, класів, станів, послідовностей, які містять описи процесів синтезу мови за текстом, та тренування моделі нейронної мережі. Оскільки в якості результату роботи програмної системи передбачалося отримання аудіоданих, тестування здійснювалося порівнянням динамічного діапазону оригінального файлу з промовою з файлом, згенерованим програмно. В якості моделей тестування було використано модель диктора української мови чоловічої статі, модель диктора української мови жіночої статі, модель диктора англійської мови жіночої статі. В якості методу тестування було обрано порівняння хвилі аудіотреків, на яких навчалася нейронна мережа, та синтезованих.

Список літератури: 1. Deep Text-to-Speech System with Seq2Seq Model [Електронний ресурс] // Режим доступу [www URL: https://arxiv.org/abs/1903.07398](https://arxiv.org/abs/1903.07398) (дата звернення 20.05.2020). 2. Tacotron: Towards End-to-End Speech Synthesis [Електронний ресурс] // Режим доступу [www URL: https://arxiv.org/abs/1703.10135/](https://arxiv.org/abs/1703.10135/) (дата звернення 20.05.2020). 3. WaveNet: A generative model for raw audio Predictions [Електронний ресурс] // Режим доступу [www URL: https://deepmind.com/blog/article/wavenet-generative-model-raw-audio](https://deepmind.com/blog/article/wavenet-generative-model-raw-audio) (дата звернення 18.05.2020).

НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ КОМПОНЕНТ, ЩО ПАРАЛЕЛЬНО ОБРОБЛЯЄ РІЗНОРІДНУ ВХІДНУ ІНФОРМАЦІЮ

*д-р техн. наук, проф. В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф.
С.Ю. Леонов, Национальный технический университет "Харьковский
политехнический институт", г. Харьков*

При роботі контролюючих і діагностуючих систем, які аналізують в реальному часі працездатність складних технічних об'єктів, часто буває необхідна паралельна обробка різних видів вимірювальної інформації, представленої в різній формі: двійковій, багатозначною, речовою, символічною і т.д. Подібні завдання виникають і при оцінці станів біологічних об'єктів, при аналізі імунних систем тварин і людини і т.д. При вирішенні різноманітних завдань управління, контролю, діагностики, оцінки станів різних об'єктів часто і ефективно застосовуються нейромережеві технології [1, 2]. Однак їх застосування ускладнено при необхідності паралельної обробки в реальному часі даних, які представлені в різній формі. Це пов'язано, перш за все, з тим, що дуже обмежена кількість нейронних мереж, здатних обробляти таку різноманітну інформацію.

На основі нейронної мережі Хеммінга для штучної імунної системи була розроблена проблемно орієнтована чотирьохканальна нейронна мережа, за допомогою якої вивчалися механізми зв'язування антигенів за допомогою синтезованих антитіл, коли гени антитіл і антигену могли описуватися не тільки біполярними, але і цілочисельними, речовими і символічними змінними.

У доповіді розглядається приклад застосування запропонованої чотирьохканальної нейронної мережі, аналізуються її переваги і недоліки.

Список літератури: 1. Ямпольський А.С. Нейротехнології та нейрокомп'ютерні системи: підручник / А.С. Ямпольський, В.В. Лісовиченко, В.В. Олійник. – К.: Дорадо-Друк, 2016. – 576 с. 2. Рутковский Лешек Методы и технологии искусственного интеллекта / Лешек Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 520 с. 3. Дмитриенко В.Д. Нейронные сети: Архитектура, алгоритмы и использование. Учебное пособие / В.Д. Дмитриенко, А.Ю. Заковоротный, С.Ю. Леонов. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2020. – 222 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБЛЕМНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В КРИПТОГРАФИИ

д-р техн. наук, проф. В.Д. Дмитриенко, д-р техн. наук, проф. С.Ю. Леонов, магистр К.С. Капишук, Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”, г. Харьков

Применение современных вычислительных систем для обработки данных требует решения ряда проблем, среди которых одной из важнейших является проблема защиты информации как при её обработке, так и при её хранении и передаче. Криптография для обеспечения безопасности работы вычислительных систем разработала большой набор различных средств, среди которых ключ является основным секретом в сохранении информации.

Симметричные криптографические системы с открытым ключом предполагают наличие только одного секретного ключа, известного двум абонентам, обменивающимся информацией [1]. Основное достоинство таких криптографических систем – высокая скорость обработки входной информации, а недостаток – необходимость разработки дополнительных механизмов, обеспечивающих безопасность использования систем с открытым ключом. Для повышения информационной безопасности функционирования симметричных систем с открытым ключом при решении прикладных задач используются различные методы совершенствования таких систем [2]. Одним из наиболее перспективных методов преодоления недостатков систем с открытым ключом – это развитие нейросетевого направления в криптографии [2, 3]. Одно из достоинств этого направления – существенное повышение производительности криптографических систем из-за массового параллелизма вычислительных систем на основе нейронных сетей, что позволяет решать задачи большой размерности за время на порядки меньшее, чем требуется компьютерам традиционной архитектуры.

Однако это достоинство нейронных сетей во многих случаях в криптографических системах перечеркивается при смене ключа, когда необходимо полное и трудоемкое переобучение нейронной сети. В связи с этим для криптографических систем были разработаны проблемно ориентированные нейронные сети со специфическими архитектурами и алгоритмами функционирования. В настоящее время наиболее эффективными среди таких сетей считаются нейронные сети конечного кольца (НСКК), структура которых определяется алгоритмом шифрования. Нашли своё применение в проблемно ориентированных нейроструктурах криптографии и другие нейронные сети: хаотические [4], нейронные сети с обратными связями [5] и некоторые другие. В докладе рассматриваются

достоинства и недостатки этих нейронных сетей и примеры их применения.

Список литературы: 1. Горбенко *І.Д.* Прикладна криптологія. Теорія. Практика. Застосування: монографія / *І.Д. Горбенко, Ю.І. Горбенко.* – Харків: Видавництво "Форт", 2012. – 870 с. 2. Червяков *Н.И.* Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии / *Н.И. Червяков, А.А. Евдокимов, А.И. Галушкин, И.Н. Лавриненко, А.В. Лавриненко.* – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 280 с. 3. Kinzel *W.* Interacting neural networks and cryptography / *W. Kinzel, I Kanter* // *Advances in Solid State Physics.* – Springer Verlag, 2002. – Vol. 42. – 383 – 391. 4. Lian *S.* A fast MPEG4 video encryption scheme based on chaotic neural network / *S. Lian, J. Sun, Z. Li, Z. Wang* // *ICONIP 2004, LNCS 3316.* – 2004. – P. 720-725. 5. Ruttor *A.* Neural cryptography with feedback / *A. Ruttor, W. Kinzel* // *Physical Review E.,* 2004. – Vol. 69. – P. 1915-1924.

СИНТЕЗ УПРАВЛІНЬ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ЗМІННОГО СТРУМУ

канд. техн. наук, проф. М.Й. Заполовський, канд. техн. наук, доц. М.В. Мезенцев, НТУ "ХПІ", м. Харків

На сьогоднішній день наряду з частотним способом керування електроприводом змінного струму все більшої уваги приділяється розробкам систем на основі алгоритмів векторного управління [1].

Згідно [1, 2] об'єкт дослідження може бути представлений математичною моделлю у вигляді системи диференціальних рівнянь другого порядку:

$$\dot{X}_1 + a_{11}X_1 - a_{12}X_2U_1 = 0; \quad \dot{X}_2 + a_{21}X_2 - a_{22}U_2 = 0,$$

де X_1 , X_2 , \dot{X}_1 , \dot{X}_2 – фазові змінні (відповідно швидкість та потокозчеплення) та їх похідні; U_1 , U_2 – управління; a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} – коефіцієнти, які визначаються параметрами системи.

Синтез управлінь було здійснено за умови оптимізації енергетичних витрат при розгоні дизель-поїзда за заданий час і виконанні граничних умов по швидкості і пройденому шляху методом варіаційного числення. Функціонал, що мінімізує енергетичні витрати, задавався у вигляді:

$$J = \int_{t_0}^T (U_1^2 + U_2^2) t dt,$$

де U_1 , U_2 – управління; t_0 , T – початковий і кінцевий терміни часу розгону t .

Перевірка законів управління досліджувалась на основі математичної моделі, реалізованої в середовищі MATLAB.

В процесі досліджень розглядалися можливості розгону дизель-поїзда за умови підтримки постійного (заданого) значення тягового моменту ТАД і за умови забезпечення мінімізації функціоналу.

Виходячи з проведених результатів дослідження можна зробити висновок, що синтезовані управління на основі використання алгоритму векторного управління електроприводом, дозволяють оптимізувати роботу енергетичної системи дизель-поїзда в процесі розгону, забезпечуючи при цьому виконання заданих граничних умов.

Список літератури: 1. Заполовський М.Й. Синтез управлінь для оптимізації динамічних процесів електроприводу змінного струму / М.Й. Заполовський, М.В. Мезенцев, В.В. Скородєлов // Системи управління, навігації та зв'язку. – Вип. 4 (50). – Полтава, 2018. – С. 38-41. 2. Заполовський М.Й. Математична модель для синтезу управлінь електроприводом змінного струму / М.Й. Заполовський, В.В. Скородєлов, М.В. Мезенцев // Системи управління, навігації та зв'язку. – Вип. 5(57). – Полтава, 2019. – С. 16-21.

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ АВТОНОМНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА ЗМІНЮВАНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

д-р техн. наук, проф. О.В. Збруцькій, НТУ "КПІ", м. Київ, канд. техн. наук, доц. Н.С. Ащепкова, ДНУ ім. О. Гончара, м. Дніпро

Розширення сфери застосування та ускладнення завдань для сучасних автономних мобільних роботів (АМР) обумовлює наявність елементів конструкції, рухомих відносно платформи робота: маніпулятор, щуп, бур, ківш і т.п. При експлуатації АМР ці елементи рухаються відносно платформи, змінюючи геометрію мас системи.

Об'єктом дослідження є чотириколісний повнопривідний АМР із маніпулятором, маса якого з вантажем складає 10 % ÷ 20 % від маси платформи АМР.

При переміщенні АМР змінюваної конфігурації по заданому маршруту система керування має забезпечити мінімальне відхилення центру мас платформи від заданої траєкторії. При цьому керуючі моменти направлені вздовж осей системи координат, зв'язаної з платформою АМР. При відносному русі елементів конструкції АМР змінюваної конфігурації його головні центральні осі інерції не співпадають з осями системи координат зв'язаної з платформою АМР [1 – 3].

Як наслідок, тензор інерції АМР в системі координат, зв'язаній з платформою, недиагональний і нестационарний [4]. В багатьох випадках цим нехтують при аналізі динаміки системи та формуванні керуючих моментів, приймаючи, недиагональні елементи малими без оцінки їх значень.

При моделюванні динаміки АМР змінюваної конфігурації можна обчислити елементи тензору інерції АМР із маніпулятором, оцінити перехресний зв'язок каналів керування, визначити наявність кутових моментів в площинах перпендикулярних до напрямку руху АМР. Аналіз результатів моделювання дозволяє скорегувати керуючі моменти для усталеного руху АМР вздовж заданої траєкторії з мінімальним відхиленням [5].

Список літератури: 1. *Березін Л.М.* Теоретична механіка. Навч. посібник / *Л.М. Березін, С.О. Кошель.* – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 218 с. 2. *Никитин Н.Н.* Курс теоретической механики. Учебн. для ВУЗов / *Н.Н. Никитин.* – М.: Лань, 2010. – 720 с. 3. *Павловський М.А.* Теоретична механіка. Підручник / *М.А. Павловський.* – К.: Техніка, 2002. – 512 с. 4. *Френкель Я.И.* Курс теоретической механики на основе векторного и тензорного анализа / *Я.И. Френкель.* – М.: Ленанд, 2016. – 440 с. 5. *Юревич Е.И.* Основы робототехники: учеб. пособие / *Е.И. Юревич.* – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 304 с.

К ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАРИАЦИОННЫХ ПРИНЦИПОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ

Н.С. Зиненко, ХНУРЕ, г. Харьков

Современные микроконтроллерные и микропроцессорные системы позволяют решить весьма сложные задачи адаптации измерительных приборов к возросшим требованиям обработки измерительной информации [1]. Вычислительные мощности чипов допускают использование алгоритмов, созданных на основе сложных и весьма громоздких численных процедур. Это относится к дифференциальным расчетам, к интегрированию. В вариационных методах бесконечно малое изменение, называемое варьированием, подобно дифференцированию в обычном анализе. Оно выполняется по тем же правилам, но не связано с действительным изменением независимой переменной. Это своего рода математический эксперимент над совокупностью переменных. При этом в вариационных методах общей характеристикой является некоторая консервативная величина. Она сохраняется при изменении распределений полей, переходах в соседние области и прочее. Наиболее часто, например, в механике в качестве консервативной величины используется энергия [2]. А функционалом является переменная величина Π , зависящая от функции $y(x)$, над которой проводится эксперимент, и которой соответствует некоторое число Π . Изменение может быть выражено через перемещения или напряжения, которые, в свою очередь, являются функциями одной, двух или трех переменных в зависимости от типа задачи.

Решение задач связано с нахождением минимума (точнее – стационарного значения) некоторого функционала. В этом и заключается задача вариационного исчисления [3]. Поэтому численные алгоритмы на основе вариационного метода будут построены на принципах, аналогичных принципам заложенным в алгоритмах, построенных на дифференциальных или интегральных методах.

Создание алгоритмов на этих принципах и программ для микроконтроллеров измерительных приборов расширит перспективы их дальнейшей интеллектуализации.

Список литературы: 1. *Dmitrienko V.D.* Neural Networks Art: Solving problems with multiple solutions and new teaching algorithm / *V.D. Dmitrienko, A.Yu. Zakovorotnyi, S.Yu. Leonov* // *Open Neurology Journal*. – 2014. – Vol. 8. – P. 15-21. 2. *Михлин С. Г.* Вариационные методы решения задач математической физики / *С.Г. Михлин* // *УМН*. – 1950. – № 5. – 6 (40). – С. 3-51. 3. *Ректорис К.* Вариационные методы в математической физике и технике / *К. Ректорис*. – М.: Монография. – Мир, 1985. – 590 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ СО СПЕЦИАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

канд. техн. наук, доц. Касумов Касум Гурбан, Азербайджанский
Государственный Университет Нефтяной Промышленности, г. Баку

Тезисы посвящены решению задачи линейного программирования со специальной структурой, где основная матрица представлена в блочно-лестничной форме. Математическая постановка задачи заключается в следующем:

$$(c, x) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$A_1 x_1 \leq b, \quad (2)$$

$$A_j x_j \leq x_{j-1}, \quad j \in [2; J], \quad (3)$$

$$x_j \geq 0, \quad j \in [1; J]. \quad (4)$$

Размеры вектора x_j и матрицы A_j являются согласованными, где $j \in [1; J]$, размер вектора $b - m_j$ и размеры векторами x и $c \quad j \in [1; J]$.

Разработан алгоритм решения задачи и универсальная программа. Метод разложения Данцига-Вулфа также использовался при решении задачи.

Алгоритм был использован для решения практической задачи, и был достигнут положительный результат.

Список литературы: 1. Цурков В.И. Декомпозиция в задачах большой размерности. – М.: "Наука", 1981. 2. Абилов Э.М. Об одном применении метода декомпозиции к решению задачи линейного программирования // Информатика, управління та штучний інтелект.– Харків. – 2017. – 3 с. 3. Тихинов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1972.

ПОБУДОВА РОЗКЛАДУ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ РІШЕННЯ ЗАДАЧ РОЗБИТТЯ

ст. викл. Л.М. Козачок, ХНАДУ, м. Харків

У процесі організації маршруту пасажирських перевезень системи міського транспорту виникають завдання планування режимів роботи транспортних засобів та праці персоналу, складання розкладів за видами дій, а відповідно і складання розкладів змін роботи водіїв і транспортних засобів на маршруті та їх кількості протягом робочого дня. Для вирішення цих важливих завдань усі години роботи кожного автобусу на маршруті у будь-який проміжок часу даної доби розглянемо у вигляді загальної роботи, що складається з автомобілегодин. Задачу побудови розкладів руху та створення змін організації праці можна вирішувати методами рішення задач розбиття множини автомобілегодин на підмножини (Set Partitioning Problem). Для цього запишемо математичну постановку цілочислової задачі лінійного програмування.

Провести розбиття фігури – ортогонального багатокутника з вершинами у точках з координатами $(0;0), (0; A_1), (1; A_1), (1; A_2), \dots, (K-1; A_{K-1}), (K; A_{K-1})$, де $A_k, k = \overline{1, K}$ – кількість автобусів по годинам доби, на прямокутники $P_i, i = \overline{1, n}$, які належать множині P_i , що є розкладом роботи транспортних засобів на маршруті та містить у собі всі зміни роботи водіїв та рухомого складу.

$$\text{Функція цілі: } Z = \sum_{i \in I} \sum_{t \in X} \sum_{s \in Y} l_i p_i(t, s) \rightarrow \max$$

при наступних обмеженнях:

$$p_i(t, s) \in \{0; 1\} \quad \forall i \in I, \forall t \in X, \forall s \in Y,$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{\{t \in X \mid x - \omega_i + 1 \leq t\}} \sum_{\{s \in Y \mid y - h_i + 1 \leq s\}} p_i(t, s) \leq 1, \quad \forall (x; y) \in X \times Y,$$

$$\sum_{t \in X} \sum_{s \in Y} p_i(t, s) \leq q_i, \quad \forall i \in I.$$

У ході пошуку оптимального рішення задачі розбиття загальної площі фігури, що геометрично на площині відповідає транспортній роботі на маршруті, розташованій під епюрою пасажиропотоку, на прямокутники, довжина яких є довжиною зміни роботи автобусів, а ширина дорівнює

одиниці, великого значення набуває дискретизація цієї фігури. У даному дослідженні проведена побудова сітки, що покриває ортогональний багатокутник, дає змогу будувати прямокутники для розбиття та впливає на час обчислень при вирішенні задачі за представленою математичною моделлю. Далі побудовано алгоритм оптимізації цільової функції з дотриманням вимог обмежень, наведених у математичній постановці задачі, після виконання якого ми отримаємо множину прямокутників, що представляють собою множину змін режимів праці. У результаті чого ми маємо розклад роботи на маршруті міського пасажирського транспорту, як набір змін роботи на маршруті, часу відпочинку та інших режимів праці водіїв та транспортних засобів при організації роботи на маршруті протягом певного часу доби.

Список літератури: 1. *Linderoth J. T., Lee E. K., Savelsbergh M.* A parallel linear programming based heuristic for large scale set partitioning problems / *J. T. Linderoth, E. K. Lee, M. Savelsbergh* // *INFORMS Journal on Computing*. – 2001. – Vol. 13. – P. 191–209. 2. *Olivera A. and Viera O.* Adaptive memory programming for the vehicle routing problem with multiple trips / *A. Olivera and O. Viera* // *Computers & Operations Research*. – 2007. – Vol. 34. – P. 28–47.

ПРОБЛЕМИ ПОШИРЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗКОНФЛІКТНИХ ТИПІВ ДАНИХ РЕПЛІКАЦІЇ

канд. тех. наук, доц. О.А. Козіна, НТУ "ХПІ", м. Харків

Підтримка несуперечності даних в репліках є основною умовою широкого поширення хмарних технологій. Використання безконфліктних реплікованих типів даних (CRDT: Conflict-free Replicated Data Types) при реплікації в розподілених системах передбачає, що в кінцевому підсумку усі репліки досягнуть одного й того ж стану, тобто математично завжди можливо об'єднувати або дозволяти одночасні оновлення даних на різних репліках без конфліктів [1]. Це робить CRDT ідеальними для оптимістичної реплікації [2].

Цю модель можна використовувати не для всіх типів даних, тому запропоновано кілька корисних схем CRDT [3 – 4]. Однак, питання коректного вирішення для яких даних можливо використати той чи інший тип CRDT є не тривіальною задачею, що має вирішуватися на базі попереднього аналізу моделей типів даних розподіленого додатку. При цьому слід брати до уваги необхідність проведення верифікації не тільки реалізації обраних конструкцій CRDT, але й необхідність перевірки правильності усієї системи яка використовує CRDT. Це зазвичай додає складності та подовжує розробку додатку, тому вибір між моделлю даних для реплікації та складністю її реалізації є оптимізаційною задачею.

Поширенню використання безконфліктних типів даних реплікації у розподілених системах може сприяти додавання гнучкості моделям реальних даних. Зазвичай моделі синхронізації на CRDT розглядають вихідні набори даних у вигляді множин, тобто неупорядкованих наборів даних з декількома невзаємопов'язаними станами. В роботі запропоновано додати зв'язків між агрегатами даних при побудові карт CRDT. Показані моделі синхронізації пов'язаних агрегатів можуть розширити область використання CRDT.

Список літератури: 1. *Burckhardt S., Gotsman A., Yang H., Zawirski M.* Replicated data types: specification, verification, optimality // Proceedings of the 41st ACM SIGPLAN-SIGACT Symposium on Principles of Programming Languages (POPL '14). – 2014. – Vol. 49. – P. 271–284. DOI:<https://doi.org/10.1145/2578855.2535848> 2. *Preguic N., Baquero C., Shapiro M.* Conflict-free Replicated Data Types (CRDTs) // Encyclopedia of Big Data Technologies, Springer International Publishing, arXiv preprint arXiv:1805.06358. – 2018. 3. CRDT: Conflict-free Replicated Data Types [Електронний ресурс] / А. *Zagorskii* URL: <https://habr.com/post/328702/> – 22.06.2020 р.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗДІЛЕННЯ СИГНАЛІВ

студ. В.В. Ларікова, канд. техн. наук, доц. В.В. Мороз, Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса

Досліджуються алгоритми сліпого поділу джерел звуку в монофонічному аудіосигналі з використанням штучних нейронних мереж. Проаналізовано існуючі підходи до поділу джерел звуку [1], розглядається сліпий поділ джерел звуку, розглянуто пакетний метод поділу, орієнтований на якість звуку.

Аналіз виконується з урахуванням наступної класифікації підходів до поділу джерел звуку: підходи орієнтовані на модель [2], засновані на декомпозиції сигналів [3, 4], підходи на базі штучних нейронних мереж [5]. На основі аналізу зроблено висновок, що нейронні мережі є найбільш доцільним вибором для розв'язання задачі сліпого розділення сигналів.

Розглянуто архітектуру нейронних мереж, принцип роботи, конкретні приклади, у яких вони використовувалися для розв'язання широкого кола задач, їх переваги та недоліки. Для задачі розподілу джерел звуку проаналізовані наступні архітектури глибоких нейронних мереж: повнозв'язані, згорткові – класичні [6] та U-net мережі [7], рекурентні мережі – з довгою короткостроковою пам'яттю (LSTM) та вентилярні мережі (GRU) і мережі змішаного типу.

Для апробації результатів дослідження виконується поділ джерел аудіо сигналу на прикладі виділення вокалу зі змішаного музичного сигналу. Результати підтверджують правильність вибору класичної згорткової архітектури нейронної мережі для поставленої задачі.

Список літератури: 1. *Pinon R.M.* Audio Source Separation for Music in Low-latency and High-latency Scenarios. – 2013. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/123808/trmp.pdf> 2. LOUD: Large acOUstic Data Array Project <https://groups.csail.mit.edu/cag/mic-array/data.html> 3. *Nicholas Bryan, Dennis Sun, Eunjoon Cho* Single-Channel Source Separation Tutorial Mini-Series. <https://ccrma.stanford.edu/> 4. *Fitzgerald D., Cranitch M., Coyle E.* Non-negative Tensor Factorisation for Sound Source Separation // Proceedings of the Irish Signals and Systems Conference, Dublin, Ireland, 2005. 5. Cornell University. The 2018 Signal Separation Evaluation Campaign, 2019. <https://arxiv.org/abs/1804.06267>. 6. *Srivastava R., Greff K., T. Brox Schmidhuber* Training Very Deep Networks. <https://arxiv.org/pdf/1507.06228.pdf> 7. *Ronneberger O., Fischer P.* U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. <https://arxiv.org/pdf/1505.04597.pdf>

ЗАСТОСУВАННЯ ГЛИБИННИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ПРИ НАБЛИЖЕННІ ПОЇЗДУ ДО СТАНЦІЇ

канд. техн. наук О.В. Липчанська, канд. техн. наук, доц.

М.В. Липчанський, ст. викл. Г.І. Молчанов, НТУ "ХПІ", м. Харків

Як показав аналіз літературних джерел, значна увага приділяється підвищенню безпеки руху пасажирського залізничного транспорту [1]. Одним із джерел аварійних ситуацій є перешкоди на залізничних коліях станцій. Несподіване потрапляння людини або габаритних предметів на колії при наближенні поїзду до станції призводить до тяжких наслідків.

Пропонується аналізувати стан залізничної колії із застосуванням глибоких нейронних мереж [2 – 4], які є популярними для оцінки зображень і забезпечують інваріантність до зміни масштабу, повороту, зсуву і просторовим спотворенням зображень [5]. Були обгрунтовані переваги глибоких нейронних мереж та виявлені кращі характеристики по точності і швидкості алгоритмів визначення об'єктів на зображенні.

Запропонована та обгрунтована глибока архітектура нейронної мережі, визначений склад нелінійних шарів для вирішення поставленої задачі.

У результаті застосування глибоких нейронних мереж при оцінці стану залізничної колії на станції під час наближення поїзду дає можливість оперативно виявити перешкоду та задіяти екстрене гальмування за для попередження аварійних ситуацій.

Список літератури: 1. *Верховна Рада України* [Електроний ресурс]: наказ про затвердження Положення про систему управління безпекою руху поїздів у Державній адміністрації залізничного транспорту України. / Міністерство Інфраструктури України. – 2011. – Режим доступу до наказу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0729-11>. 2. *Гудфеллоу Я.* Глибоке обучение = Deep Learning / *Я. Гудфеллоу, И. Бенджо, А. Курвилль.* – М.: ДМК Пресс. – 2017. – 652 с. 3. *Николенко С.* Глубокое обучение. / *С. Николенко, А. Кадушин, Е. Архангельская.* – СПб.: Питер. – 2018. – 480 с. 4. *Nielsen M.* Neural Networks and Deep Learning. – 2017. – [Електроний ресурс]: Режим доступу: <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap2.html>. 5. *Namatëvs I.* Deep Convolutional Neural Networks: Structure, Feature Extraction and Training. / *Ivars Namatëvs* // Information Technology and Management Science. – 20 (1). – 2017. – P. 40-47.

ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНОГО КОНТЕНТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕЛЕВАНТНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

канд. техн. наук, доц. О.Б. Мацій, ХНАДУ, м. Харків

Динамічний контент (dynamic content) – це підвид контенту, що постійно оновлюється в залежності від індивідуальних користувальницьких факторів: геопозиції, онлайн-поведінки та інтересів користувача, його статі, віку, історії покупок, погоди в даний момент і т. п. Це блок на сторінці сайту, який в залежності від переданого в URL-посилання (по якій переходить на сайт користувач) значення спеціального параметра, підставляє заздалегідь заготовлену інформацію, замінюючи собою інформацію яка перебувала там за замовчуванням. За допомогою динамічного контенту можна ефективно удосконалювати взаємодію зі споживачами, надаючи їм інформацію, максимально релевантну на даний момент, цей тип контенту також називають адаптивним [1].

До переваг динамічного контенту відносяться:

- негайна реакція на пошукові запити і дії користувачів;
- інтерактивність – у користувача створюється враження, що він управляє контентом самостійно;
- моментальні оновлення інформації та безпосередній вплив на поведінкові фактори, які в свою чергу впливають на конверсію;
- позбавлення користувачів від необхідності вивчення нецікавої і непотрібної інформації.

Динамічний контент цілком "схвалюється" пошуковими системами, якщо він розроблений з урахуванням інтересів користувачів. Звичайно, розробка динамічного контенту обходиться дорожче, ніж статичного, проте в переважній більшості випадків усі витрати швидко компенсуються, адже "вгадування" бажань користувачів дозволяє значно збільшити показник конверсії. "Розумний" dynamic content адаптується під певних користувачів, демонструючи їм різні зображення, генеруючи заклики до дії і змінюючи текстове наповнення відповідно інтересів адресатів. Максимально персоналізовані повідомлення гарантовано привертають увагу користувачів. Впровадження постійно мінливого контенту, дозволяє збільшити конверсію (мінімум на 4%), роблячи мережевий досвід користувача більш актуальним, підвищуючи його інтуїтивне розуміння того, що відбувається і кількість відповідних дій [2, 3].

Список літератури: 1. *Кутовенко А.А.* Профессиональный поиск в Интернете / *А.А. Кутовенко* – Издательский дом "Питер", 2011. – 256 с. 2. *Бабаев А.С.* Секреты эффективного продвижения сайтов / *А. Бабаев, Н. Евдокимов.* – Издательский дом "Питер", 2018. – 272 с. 3. *Голополосов Д.* Профессиональный поиск в Интернете / *Д. Голополосов.* – Издательский дом "Питер", 2017. – 278 с.

АНАЛІЗ КОРЕКТНОСТІ ГРАФОВИХ МОДЕЛЕЙ АВТОМАТНИХ СИСТЕМ ЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ НА ПЛІС

*д-р техн. наук, проф. М.А. Мірошник, к.т.н., доц. А.С. Шкіль, к.т.н.,
доц. Е.Н. Кулак, к.т.н., доц. І.В. Філіппенко, к.т.н., доц. Д.Є. Рахліс,
ХНУРЕ, м. Харків*

Одним з метрологічних завдань є контроль якості програмного коду. Якщо для традиційних мов програмування ці питання опрацьовані досить детально, то для мов опису апаратури усталених підходів немає.

Мови опису апаратури (HDL) характеризуються дуалізмом. З одного боку це код на формальній мові з усіма його характеристиками і властивостями, а з іншого боку це опис цифрової схеми з усіма обмеженнями, що накладаються відповідної технологічної базою. Крім того, між кодом на мові опису апаратури (HDL-моделлю) і цифровою схемою знаходиться компонент САПР, званий синтезатором. Підмножина HDL, яке коректно перетворюється синтезатором в цифрову схему, називається синтезованою підмножиною HDL. Крім того, що оператори HDL, які коректно описують схему, мають входити до синтезованої підмножини, структура HDL-моделі має відповідати певним правилам оптимального синтезу. Стосовно до моделей кінцевих автоматів це так званий двохпроцесорний автоматний шаблон, в якому функція переходів і виходів обчислюється в одному процесі, а призначення нового стану виконується в іншому процесі, пов'язаному з синхронізацією.

При верифікації систем логічного управління (СЛУ) доцільно застосувати функціональний підхід – перевіряти не програмний HDL-код та схему, що синтезується на його основі, а функціональну модель кінцевого автомата – state diagram. При цьому слід зауважити, що саме автоматний шаблон (state pattern) однозначно і коректно з точки зору синтезу відображає функціональну модель кінцевого автомата у вигляді State diagram [1].

Правила перевірки State diagram на коректність досить докладно розроблені і фактично стандартизовані. Це перевірка повноти, несуперечності, можливості бути реалізованим і наявності генеруючих контурів [2]. Виходячи з цього актуальним завданням є розробка процедур перевірки HDL-моделей кінцевих автоматів на коректність з урахуванням з одного боку умов коректності State diagram, а з іншого боку правил роботи синтезаторів на технологічній платформі САПР ПЛІС.

Синтаксична коректність графа переходів автомата визначається виконанням умов для функцій переходу: несуперечливості (ортогональності) та повноти. Несуперечливість в графі переходів забезпечується в тому випадку, якщо в ньому заборонені одночасні

переходи по будь-яким двом або більше дугам, що виходять з однієї вершини. Повнота графа переходів (диз'юнкція позначок всіх дуг, що виходять з вершини, дорівнює одиниці) перевіряється після забезпечення несуперечності.

Побудова системи логічного управління на базі ПЛІС є сучасним підходом до автоматизованого проектування. Одним з найбільш розповсюджених способів опису систем логічного керування є моделі кінцевих автоматів, опис яких в свою чергу базується на state diagram. Від коректності графової моделі залежить коректність майбутнього HDL-коду.

Поняття ортогоналізації, що використовується для декомпозиції логічних функцій при синтезі цифрових систем [3], можливо застосувати також для перевірки графа на коректність [2]. В результаті проведених досліджень було показано, що функція умов переходів $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ несуперечлива, якщо вона ортогональна. Ортогональна функція умов переходів $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ в свою чергу є повною, якщо її терми покривають усі набори x_1, x_2, \dots, x_n .

Верифікація HDL-моделі здійснюється на всіх етапах автоматизованого проектування, а саме на етапі функціонального моделювання (шляхом аналізу часових діаграм), на етапі синтезу RTL-схеми (шляхом аналізу звіту синтезу) та на етапі пост-синтезного моделювання (шляхом аналізу часових діаграм з урахуванням технологічної бази). В силу особливостей роботи системи моделювання, відсутні переходи або суперечливі умови переходів на етапі перевірки синтаксису не фіксуються, на етапі моделювання та автоматизованого синтезу вони можуть залишитися непоміченими (в залежності від версії синтезатора). Тому перевірка графових моделей на коректність – це важливий та невід'ємний етап автоматизованого проектування автоматних систем логічного управління, алгоритм функціонування яких представлено на мові опису апаратури.

Список літератури: 1. *Мирошник М.А.* Проектирование диагностической инфраструктуры вычислительных систем и устройств на ПЛИС: монография / М.А. Мирошник. – Х.: ХУПС, 2012. – 188 с. 2. *Мирошник М.А.* Методи автоматизованого комп'ютерного проектування цифрового пристрою локального управління. / *Мирошник М.А., Клименко Л.А.* // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2019. – № 1. – С. 11-18. 3. *Мирошник М.А.* Avtomatizirovannoe proektirovanie sistem logicheskogo upravlenija s ispol'zovanijem shablonov avtomatnogo programirovanija / *М.А. Мирошник, А.С. Shkil', Je.N. Kulak, I.V. Filippenko, D.E. Kucherenko, M.V. Goga* // Radioelektronika ta informatika – 2018. – № 3 – P. 75-81.

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВРЕМЕННЫХ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ

д-р техн. наук, проф. М.А. Мирошник, к.т.н., доцент Л.А. Клименко, УкрГУЖТ, доц. В.А. Кривола, ассистент Ю.М. Салфетникова, ассистент С.Д. Деменкова, аспирант А.Н. Мирошник, НТУ "ХПИ", г. Харьков

Среди всего множества систем управления значительную часть составляют системы логического управления (Logical Control System), у которых управляющие сигналы принимают значения логического нуля или единицы в зависимости от граничных значений физических величин, определяющих данные параметры. Для технической реализации указанных систем наиболее подходящей является модель структурного конечного автомата (Finite State Machines, FSM), а визуальным представлением алгоритма функционирования является граф переходов (State Diagram). Отличительной особенностью конечных автоматов в системах логического управления является наличие среди входных сигналов (Input Values) не только сигналов объекта управления, но и внешних по отношению к управляемой системе сигналов (событий) внешнего мира (External Events), которые обеспечивают взаимодействие системы логического управления с внешней средой [1].

Целью данной работы является разработка единого шаблона на языке VHDL для описания разных типов временных управляющих автоматов в системах логического управления реального времени в стиле автоматного программирования, которое реализуется на аппаратной платформе FPGA.

Модели конечных управляющих автоматов, реализованные как в hardware, так и в software, широко используются в системах логического управления реального времени.

В [1] определено роль и место управляющих автоматов в системах логического управления. Приведена методика проектирования автоматных систем логического управления с учетом реального времени и обработки внешних событий. Приведена классификация внешних событий и способы их обработки.

Модель временного автомата (timed automata), как способ реализации алгоритма управления в системах реального времени, введена в работе [2]. Графовая модель автомата дополняется конечным множеством таймеров, принимающих действительные значения. Вершины графа называются позициями, а ребра – переходами. Каждый таймер сбрасывается в ноль в момент перехода и увеличивает свое значение с каждым автоматным тактом. Дальнейшее развитие теории временных автоматов получила в работах, связанных с тестированием аппаратных систем реального времени. В [3] рассматриваются модели временных FSM (TFSM),

учитывающие timeouts в состояниях и задержки выходных сигналов по отношению к реализации перехода в состояние. При этом учитывается, что если в течение timeout не поступило никакого входного сигнала, то автомат переходит в следующее состояние. Рассмотрены методы построения тестов для композиции TFSM. Рассматриваемые модели применялись при тестировании временных параметров клиент-серверных банковских систем. В [4] рассмотрены вопросы построения тестов для композиции временных автоматов с временными ограничениями (timed guards) и выходными задержками (outputs delay). In this paper how a test suite with the guaranteed fault coverage can be reduced for a system of interacting TFSMs when only some components can be faulty is discussed. Given a component TFSM, a corresponding test is derived for the composition of TFSMs under the assumption that all other components are fault-free. В [5] предложены методы минимизации моделей временных автоматов для систем с таймаутами и временными ограничениями. Также рассмотрены частные случаи использования моделей TFSM только с таймаутами или только с временными ограничениями. Рассмотрены вопросы минимизации не только числа состояний, но и временных характеристик. В [6] рассмотрена обобщенная модель временного автомата с таймаутами и временными ограничениями и выходными задержками.

В работе [7] рассмотрено влияние способов кодировки состояний в структурных моделях конечных автоматов на аппаратные затраты и быстродействие. Предложен подход, который позволяет триггеры входных и выходных буферов ПЛИС применять в качестве элементов памяти конечного автомата. С этой целью предложена новая классификация структурных моделей конечных автоматов, согласно которой все конечные автоматы делятся на шесть классов: A, B, C, D, E и F. В моделях автоматов классов C и D в качестве элементов памяти используются триггеры выходных буферов, а в моделях автоматов классов E и F входных буферов. Это позволило уменьшить затраты внутренних элементов памяти в среднем на 25%.

В [9] введена новая система классификации моделей конечных автоматов по реализации переходов и выходных сигналов. Все автоматы делятся на три категории. У автоматов первой категории (регулярных, regular) переходы зависят только от входных сигналов, а значения выходных сигналов зависят только от состояний. У автоматов второй категории (временных, timed) переходы зависят от входных сигналов и времени их появления, а значения выходных сигналов зависят только от состояний. У автоматов третьей категории (рекурсивных, recursive) переходы зависят от входных сигналов и времени их появления, а значения выходных сигналов зависят от текущего состояния и предыдущего состояния непосредственно, т.е. для выходных сигналов состояния a_i

реализуется функция $y_i = y_i + y_j$, где a_j предыдущее состояние автомата. Для данных категорий автоматов приведены различные шаблоны HDL-моделей на языках VHDL и Verilog, а также результаты их моделирования в системе ModelSim (from Mentor Graphics) и синтеза с использованием Xilinx ISE.

При автоматизированном проектировании устройств управления в системах логического управления на технологической платформе ПЛИС используются модели на языках описания аппаратуры. Авторами данной работы [10] предложен подход к построению VHDL-моделей временных автоматов Мура, учитывающих влияние внешних событий.

Если у автомата одновременно присутствуют выходные сигналы, характерные для моделей Мура и Мили, то такой автомат называется совмещенным (С-автомат) [11].

Модели временных управляющих автоматов в системах логического управления, которые реализуются в hardware, характеризуются достаточным разнообразием и имеют достаточно много классификаций. По способу формирования выходных сигналов автоматы подразделяются на модели Мура и Мили [11]. По типу и способу обработки входных сигналов автоматы классифицируются на опрашивающие входные сигналы и событийные, а события, в свою очередь, классифицируются на внешние по отношению к управляемой системе и внутренние, при этом внешние события также имеют множество классификаций [1, 8]. По способу кодировки состояний автоматы делятся на ряд классов, для которых аппаратные затраты и быстродействие существенно различаются [7]. По способу обработки временных параметров для временных автоматов они классифицируются на автоматы с таймаутами, временными ограничениями, временными задержками и их комбинациями [3, 5]. По способу реализации переходов и получения выходных сигналов FSM классифицируются на регулярные (regular), временные (timed) и рекурсивные, (recursive) [9, 10]. Такое разнообразие классификаций управляющих автоматов в hardware обусловлено широкой областью их применения и разнообразием решаемых задач. Способ классификации моделей FSM является определяющим при построении шаблонов (patterns) HDL-моделей временных управляющих автоматов.

В данной работе авторами предложена классификация автоматов по способу получения выходных сигналов на модели Мура и Мили, по способу обработки входных сигналов на активные и пассивные модели и классификация событий по способу их обработки на инициирующие и прерывающие. Данная классификация позволила построить VHDL-шаблоны моделей временных управляющих автоматов для решения разнообразных задач в системах логического управления. Моделирование, синтез и имплементация в FPGA подтвердили принадлежность

разработанных шаблонов к синтезируемому подмножеству VHDL и соблюдение временных параметров, заданных спецификациями.

Список литературы: 1. *Shalyto A.A.* Software Automation Design: Algorithmization and Programming of Problems of Logical Control / *A.A. Shalyto* // Journal of Computer and System Sciences International. – 2000. – Vol. 39, No. 6. – P. 899-916. 2. *Zhigulin M.* FSM-Based Test Derivation Strategies for Systems with Time-Outs / *M. Zhigulin, N. Yevtushenko, S. Maag, A.R. Cavalli* // Proceedings of the 11th International Conference on Quality Software (QSIC 2011), Madrid, 2011. – P. 141-149. 3. *Gromov M.* Testing Components of Interacting Timed Finite State Machines / *M. Gromov, A. Tvardovskii, N. Yevtushenko* // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'16), October 14-17, Yerevan, Armenia, 2016. – P. 193–196. 4. *Tvardovskii A.S., Yevtushenko N.V., Gromov M.L.* Minimizing Finite State Machines with time guards and timeouts // Proc. ISP RAS. – 2017. – Vol. 29. – Issue 4. – P. 139-154. 5. *Bresolin D.* Minimizing Deterministic Timed Finite State Machines / *D. Bresolin, A. Tvardovskii, N. Yevtushenko, T. Villa, M. Gromov* // In 14th IFAC Workshop on Discrete Event Systems WODES 2018. – IFAC-PapersOnLine, 2018. – Vol. 51. – Issue 7. – P. 486-492. 6. *Solov'ev V.V.* Structural models of finite-state machines for their implementation on programmable logic devices and systems on chip / *A.S.Klimowicz, V.V. Solov'ev* // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2015. – V. 54. – № 2. – P. 230-242. 7. *Wagner G.* An abstract state machine semantics for discrete event simulation // Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference (WSC), 3-6 Dec. 2017, Las Vegas, USA – 12 p. [Electronic resource] / IEEE Xplore Digital Library – Access mode: www / URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8247830>. 8. *Pedroni, V.A.* Finite state machines in hardware: theory and design (with VHDL and SystemVerilog) / *Volnei A. Pedroni*. – Cambridge, MA: MIT Press., 2013. – 338 p. 9. *Shkil A.* Design of real-time logic control system on FPGA / *M. Miroschnyk, A. Shkil, E. Kulak, D. Rakhlis, I. Filippenko, M. Hoha, M. Malakhov, V. Serhiienko* // Proceedings of 2019 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'19), September 13-16, Batumi, Georgia, 2019. – P. 488-491. 10. *Baranov S.* Logic and System Design of Digital Systems / *S. Baranov*. – Tallinn: TUT Press, 2008. – 267 p.

НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ ПІДХІД ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ПРИ ОБМЕЖЕННІ ІСТОРИЧНИХ ДАНИХ

студ. К.М. Міловська, канд. техн. наук, доц. В.В. Мороз, Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м.Одеса

Проаналізовано існуючі моделі та методи, що використовуються в задачах прогнозування часових рядів. Перевагами традиційних моделей (регресійних, експоненціального згладжування Хольта-Вінтерса та Бокса-Дженкінса), є простота та прозорість моделювання. Але вони добре працюють для рядів з трендом, з сезонною компонентою [1], а реальні ряди часто є результатом нелінійних нестационарних процесів. Останні дослідження показали перспективність нейромережових моделей завдяки їх нестандартному характеру обробки інформації, що забезпечує більш ефективну роботу системи прогнозу в цілому. У разі успішного навчання, нейромережа повертає прийнятний результат на підставі даних, які були відсутні у навчальній вибірці, неповних та зашумлених даних [2].

В роботі розглянуто нейронні мережі, в основі яких лежить застосування глибокого навчання: рекурентні мережі – з довгою короткостроковою пам'яттю (LSTM) та згорткові (CNN) [3]. Але навіть у таких потужних механізмів є недоліки: складність вибору алгоритму навчання; обчислювальна складність процесу навчання.

Тому дослідження спрямоване на розвиток популярної сучасної тенденції створення комбінованих моделей прогнозування, наприклад, CNN-LSTM [4], ARIMA-CNN-LSTM [5]. Такий підхід дає можливість компенсувати недоліки одних моделей за допомогою інших і спрямований на підвищення точності прогнозування, як одного з головних критеріїв ефективності моделі.

Список літератури: 1. *Box G., Jenkins G., Reinsel, G. Ljung G.* Time Series Analysis: Forecasting And Control. – 5th ed. John Wiley & Sons. Inc. – 2016. 2. *Schmidhuber J.* Deep Learning in Neural Networks: An Overview // *Neural Networks*. – 2015. – Vol. 61. – P. 85-117. 3. *Jason Brownlee.* Deep Learning for Time Series Forecasting. Predict the Future with MLPs, CNNs and LSTMs in Python // *Machine Learning Mastery*. – 2018. 4. *Kim T.-Y., Cho S.-Bae.* Predicting residential energy consumption using CNN-LSTM neural networks // *Energy*. – 2019. – Vol. 182. – № 1. – P. 72-81, from <https://www.sciencedirect.com> 5. *Lei Ji, Yingchao Zou, Kaijian He, Bangzhu Zhu.* Carbon futures price forecasting based with ARIMA-CNN-LSTM model // *Procedia Computer Science*. – 2019. – Vol. 162. – P. 33-38, from: <https://www.sciencedirect.com>.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

д-р техн. наук, проф. Е.В. Мироненко, Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, д-р техн. наук, проф. Р.П. Мизуценко, д-р техн. наук, проф. А.Ю. Заковоротный, канд. техн. наук О.А. Анциферова, инженер 1-й категории Т.А. Орлова, инженер 1-й категории Е.В. Камчатная-Степанова, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", г. Харьков

Инструмент, собираемый из унифицированных узлов и модулей, переналаживают применительно к изменению формы обрабатываемых деталей простой компоновкой унифицированных взаимозаменяемых узлов. В этом случае традиционный инструмент заменяется комплектами, состоящими из унифицированных агрегатов и узлов, с их частичной или полной разборкой для последующей сборки в другом сочетании. Такая конструкция позволяет создавать не просто инструмент определенного типа, а систему инструмента с необходимыми сменными устройствами.

Создание систем блочно-модульного инструмента является эффективным средством удовлетворения требований потребителей к комплексному оснащению тяжелых токарных станков с ЧПУ, позволившим уменьшить число индивидуальных заказов на инструмент.

Модулем называют повторяющийся унифицированный узел, который выполняет самостоятельную функцию в различных инструментальных системах.

Блочно-модульный принцип компоновки инструмента с относительно ограниченным комплектом модулей позволяет создать без серьезных дополнительных затрат широкую номенклатуру систем инструмента, наиболее приспособленных к конкретным требованиям производства.

Исходя из особенностей блочно-модульного принципа компоновки инструмента можно выделить основные положения проектирования и реализации систем инструмента [1 – 6]:

- модуль – это конструктивно и функционально завершенная единица, являющаяся составной частью общей системы инструмента;
- модули характеризуются наименьшим возможным числом связей для присоединения к ним других новых моделей;
- ограниченная номенклатура модулей должна обеспечивать большое количество разных сочетаний путем разнообразных компоновок и положений модулей;
- Блочно-модульный принцип проектирования систем инструмента наиболее полно отвечает требованиям решения конкретной

технологической задачи (создание на модульном принципе систем инструмента не имеет излишних функций, и поэтому оно должно быть экономичнее обычных инструментов с универсальными возможностями);

- сокращение времени и трудоемкости проектирования систем инструмента, поскольку модульный принцип позволяет более полно использовать выполненные ранее разработки;
- увеличить надежность работы инструмента за счет применения модулей, наиболее предназначенных для выполнения конкретных операций;
- уменьшение разнообразия конструктивных вариантов модулей и составных их элементов улучшают условия эксплуатации и ремонтпригодности системы инструмента;
- блочно-модульное проектирование позволяет создавать новые высокопроизводительные конструкции инструмента для конкретных операций механической обработки, а не подгонять процесс под имеющийся инструмент;
- блочно-модульный принцип дает реальную возможность заменить устаревшие формы и методы создания новых конструкций инструмента и их систем.

В блочно-модульный принцип построения компоновки инструмента наиболее эффективен для тяжелых токарных станков, где в основном применяются инструменты, имеющие большие габариты $H \times B \times L = 80 \times 80 \times 1000$ мм и массу более 15 кг, что делает трудоемкими смену и переналадку на новую операцию.

Список литературы: 1. *Бобровский А.В.* Резание цветных металлов / *А.В. Бобровский, О.И. Драчев, А.В. Рыбьяков.* – Санкт-Петербург, 2001. 2. *Васин С.А.* Резание материалов. Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: Учебн. пос. / *С.А. Васин, А.С. Верецака, В.С. Кушнер.* – М.: МГТУ им. Баумана, 2001. – 448 с. 3. *Грабченко А.И.* Системные принципы создания агрегатно-модульного инструмента и оптимизации рабочего процесса / *А.И. Грабченко, Е.В. Мироненко* // Резание и инструмент в технологических системах. – Межд. научн.-техн. сборник. – Харьков: НТУ "ХПИ, 2003. – Вып. 64. – С. 47-52. 4. *Драчев О.И.* Обеспечение эксплуатационных свойств изделий при автоматизированном проектировании / *О.И. Драчев, А.Н. Кравцов, Н.В. Кравцов.* – Закрытое акционерное об-во "ОНИКС" (Об-ние науч., инженерных и коммерческих структур) – Ирбит: ОНИКС, 2011 – 257 с. (Серия: "Автоматизированное проектирование и автоматизация производственных процессов" / Под ред. *Ю.М. Соломенцева*). 5. *Зиновьев Н.И.* Выбор оптимальных технологий получения твердосплавных пластин с заданными свойствами поверхностного слоя / *Н.И. Зиновьев, Т.В. Казакова, Е.В. Мироненко, В.В. Калиниченко* // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: ХГПУ. – 2000. – Вып. 57. – С. 88-92. 6. *Гречишников В.А.* Инструментальное обеспечение автоматизированного производства: Учеб. для машиностр. спец. вузов. / *В.А. Гречишников, А.Р. Маслов, Ю.М. Соломенцев и др.* – М.: Высш. шк., 2001. – 271 с.

АПАРАТНО-ПРОГРАМНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОТОТИПУВАННЯ ПРИСТРОЇВ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ас. О.В. Мнушка, канд. техн. наук В.М. Савченко, ХНАДУ, г. Харків

Існує багато підходів до опису архітектури Інтернету речей (Internet of Things, IoT) [1]. Типова архітектура IoT складається з трьох основних рівнів – пристроїв, сервісів та додатків. Найбільш різноманітною є саме рівень пристроїв, на якому реалізовані звичайні та "розумні" сенсори [2], тоді як інші два є більш-менш стандартними та можуть бути подібними в різних проектах. Як мінімум, на них використовують однакові підходи, протоколи, алгоритми [3].

Прототипування дозволяє на ранніх етапах розробки отримати прообраз майбутнього пристрою (системи) та забезпечити програмних інженерів платформою для налагодження алгоритмів, тестування програмного забезпечення та ін. задач. Вибір прототипу визначається багатьма критеріями серед яких виділимо: доступність апаратної платформи; підтримку з боку виробника; наявність засобів для розробки та детальної документації на платформу; модульність, наявність макетних плат тощо. На цьому етапі доцільно використовувати одноплатні комп'ютери.

Апаратна платформа iMX (Freescale) базується на ARM-архітектурі та включає декілька поколінь процесорів, серед яких актуальними є 6-8 покоління. Восьме покоління орієнтоване на автомобільні додатки, а шосте є гарним вибором для IoT.

Автори мають досвід практичного використання одноплатних комп'ютерів MYS-6ULX (<http://www.myirtech.com>). Перевагами цієї платформи є: гнучкість та модульність; наявність плати розширення MYB-6ULX із промисловими інтерфейсами CAN та RS485; можливість розробки та виготовлення партій пристроїв із заданими користувачем характеристиками. До недоліків віднесемо достатньо складний процес налаштування системи для компіляції ядра системи та додатків користувача, оснований на Yocto (<https://www.yoctoproject.org>). В цілому ця апаратно-програмна платформа є зручною, простою, з можливістю використання розширеного промислового діапазону температур та стандартних промислових інтерфейсів.

Список літератури: 1. *Мнушка О.В.* Архітектура веб-орієнтованої SCADA-системи // Вісник НТУ "ХПІ". Зб. наук. праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ", 2018. – № 24 (1300). – С. 117-128. – doi: 10.20998/2411-0558.2018.24.10. 2. *Savchenko V., Mnushka O.* High-Sensitive Sensors Based on QCR for Smart Devices // 2020 IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH), Lviv, Ukraine, 2020. – P. 72-75. – doi: 10.1109/MEMSTECH49584.2020.9109435. 3. *Mnushka O.V.* Intelligent technologies for Web-based control systems // Proceedings of 3rd Int. conf. "Innovative technologies in science and education". – Amsterdam, 2019. – P. 299-303.

ТЕСТУВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ас. О.В. Мнушка, канд. техн. наук В.М. Савченко, ХНАДУ, м. Харків

Комплексні рішення на основі технологій Інтернету речей (надалі, система) трансформуються у рішення Індустрії 4.0, які розробляються ітеративним шляхом у відповідності до технології Agile, що дозволяє врахувати динаміку на ринку та зміни пріоритетів у клієнтів, а також забезпечує інструментальними засобами для організації процесу, його документування, супроводу продукту тощо [1 – 3].

Тестування відбувається у декілька етапів – тестування компонентів, інтеграційне тестування та системне тестування.

Експериментальні дослідження (ЕД) використовують для підтвердження відповідності вимогам апаратної частини системи технічному завданню та вимогам регулюючих органів з метою отримання дозвільних документів у вигляді сертифікатів відповідності. ЕД виконують у вигляді лабораторних та польових випробувань, які поділяють на декілька етапів: тестування схем, друківаних плат, блоків та приладів; тестування під навантаженням, стрес-тестування; тестування на електромагнітну сумісність, безпеку тощо. Для кожного з етапів складають окрему методику тестування або експериментального дослідження.

Тестування для систем, що розглядаються, містить наступні етапи: *тестування програмних компонентів* у вигляді Unit-тестів, функціональних тестів, тестування продуктивності, безпеки, сумісності із перевагою автоматичних тестів над мануальними; *тестування апаратних компонентів* включно із тестуванням на відповідність регламентам; тестування ергономічності; тестування безпеки; *тестування системи в цілому* – обсяг та види тестування визначаються типом та призначенням системи та суттєво залежать від призначення товарів або послуг. Результатом тестування є робочий продукт, що відповідає технічному завданню, є простим у використанні, має всі необхідні дозвільні документи, забезпечує заданий рівень стабільності роботи.

Список літератури: 1. Мнушка О.В. Архітектура веб-орієнтованої SCADA-системи // Вісник НТУ "ХПІ". Зб. наук. праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ", 2018. – № 24 (1300). – С. 117-128. – doi: 10.20998/2411-0558.2018.24.10. 2. Мнушка О.В. Industrial Internet of Things and Industry 4.0 // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII між. наук.-практ. конференції MicroCAD-2019, Ч. IV. – Харків: НТУ "ХПІ". – С. 211. 3. Гулага Я.С., Мнушка О.В. Критерії оцінки якості в проектах, що використовують Agile // Комп'ютерні технології і мехатроніка. Зб. наук. праць за матер. між. наук.-практ. конф. – Харків, ХНАДУ, 2019. – С. 82-85.

МЕТОДИ ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ПОЛІЦІЇ УКРАЇНИ

д-р техн. наук О.О. Можасєв, О.П. Мелашенко, В.Є. Рог, ХНУВС, м. Харків

В даний час у всіх сферах життя і діяльності нашого суспільства спостерігається бурхливий ріст випадків негласного отримання інформації з використанням технічних засобів. Не минула ця проблема і інформаційну систему Національної поліції України (НПУ). При цьому рівень розвитку самих технічних засобів негласного отримання інформації, а також методів їх застосування, досяг такого рівня, що здійснювати захист від таких дій стає все важче і важче. Сучасні методи і засоби негласного отримання інформації дозволяють фіксувати інформаційні сигнали (як акустичні, так і електромагнітні) не тільки без попереднього розміщення спеціальних засобів в приміщеннях які цікавлять, а й на значній відстані від них. Метою доповіді є знаходження методу технічного захисту інформації, який забезпечував би найбільш ефективний захист у інформаційній системі НПУ з урахуванням конкретних умов.

В результаті аналізу даної проблеми в доповіді пропонується в якості критерію ефективності методів захисту інформації вибирати критерій найбільшого гарантованого результату. Зміст даного критерію полягає в тому, що при випадковому характері результату $y(\theta)$ використання якогось певного методу захисту інформації, гарантованим результатом є рівень $y_s(\theta)$, не нижче якого буде отриманий реальний результат з заданою вірогідністю.

Скориставшись запропонованими критеріями і проаналізувавши їх використання можна зробити наступні висновки:

- у разі вибору найбільш ефективного методу захисту інформації для відомого каналу витoku інформації в умовах відсутності апріорних даних про застосовувані методи несанкціонованого доступу до інформації, критерій найбільшого гарантованого результату є найбільш оптимальним;
- критерій найбільшого гарантованого результату дозволяє отримати рівень захисту інформації не нижче необхідного, що особливо важливо в швидко мінливих умовах;
- описаний вище підхід до вирішення завдання вибору методу технічного захисту інформації дозволяє мінімізувати збиток від дій ворожої сторони.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

канд. техн. наук, М.А. Можяев, ХНИИСЭ им. Н.С. Бокариуса, Харьков

В работе проведены исследования основных факторов, оказывающих влияние на показатели качества обслуживания (QoS) компьютерных сетей (КС) системы судебной экспертизы. Проанализирована возможность применения акустооптических анализаторов спектра (АОАС) для диагностики каналов связи КС информационной системы судовой экспертизы. Установлено, что существующие в настоящее время методы обработки сигналов в АОАС не позволяют обеспечить требуемые параметры показателя качества. Цель доклада разработка метода повышения показателей QoS КС.

Также в докладе предлагается методика обработки сигналов в АОАС. Эта методика позволяет повысить разрешающую способность АОАС за счет того, что при интегрировании импульсного сигнала по стробу переменного знака и дальнейшему суммированию можно получить значение математического ожидания времени прихода сигнала с дисперсией, значительно меньшей длительности импульса. С учетом того, что поток сигнальных фотоэлектронов в АОАС описывается распределением Пуассона, достигается точность измерения частоты, определяемая соотношением $D[\varepsilon] \ll \delta\omega_{изм}^2$, что позволяет существенно повысить точность определения частоты в канале передачи информации КС, что, в свою очередь, обеспечивает существенное повышение показателей QoS компьютерных сетей.

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF DATABASE PARAMETERS

Dr. Maksym Nesterov, V. Dahl EUNU, Severodonetsk

A comprehensive understanding of database performance requires an understanding of the nature of the interaction of key database parameters. In addition to the presence or absence of any associations, it is also important to understand the relationship between the various parameters of the database and their subsequent consequences. Typically, this is achieved by quantifying the directed interactions between the recorded time series of the parameters of the database. Functional characteristics of causality are usually estimated on the basis of statistical relationships between the measured time series. Due to the limited availability of time samples, smaller sets of selected or aggregated time series are usually considered to determine functional connectivity based on estimated statistical characteristics. An alternative to aggregating time series subsets is to reduce the spatial dimension. Two-dimensional and multidimensional methods of causality assessment can be used for this purpose. Examples of two-dimensional methods are methods such as Principal Component Analysis (PCA) or Independent Component Analysis (ICA). The disadvantage of these methods is that interactions between several principal or independent components are identified, but these interactions cannot be easily transferred back to the original multidimensional space. This significantly limits the interpretation of the functional relationships of the parameters and leads to errors in the assessment of causality. To solve the problem of determining the parameters that have a causal relationship, uses the technology of determining the true causality of the parameters (variables) of the database system, based on the assessment of causality by Granger. The idea of Granger's causality assessment is that the values (changes) of one time series that cause changes in another time series must precede the changes in that time series, and must also make a significant contribution to predicting its values. If each of the variables makes a significant contribution to the prediction of the other, then there is a possibility that some third variable affects these first and second variables. The advantage of using an estimate based on causality according to Granger is the ability to obtain correct results when using it for multidimensional analysis of parameters (variables) of the database system. As a result of modeling by the Granger test, a rather low p-value was obtained, which indicates that the null hypothesis can be rejected.

КОНТРОЛЬ І ДІАГНОСТИКА ЛОКОМОТИВІВ

д-р техн. наук, проф. В.І. Носков, канд. техн. наук, доц.

М.В. Мезенцев, канд. техн. наук Г.В. Гейко, НТУ "ХПИ", м. Харків

Підвищення ефективності перевезень залізничним транспортом вимагає впровадження сучасних тягових електроприводів (ТЕ) і систем управління (СУ) [1]. Однак, якість і надійність роботи СУ будуть недостатніми, якщо в їхніх структурах не буде передбачено контроль та діагностика стану ТЕ та його елементів.

Дизель-поїзда ДЕЛ-02 вітчизняного виробництва обладнані асинхронним ТЕ та мікропроцесорною системою керування. СУ містить значне число регульованих і контрольованих технічних (економічних) показників, які змінюються в часі. До їхнього числа ставляться параметри, що характеризують роботу силового агрегату (дизель-генератора), перетворювачів частоти, тягових асинхронних двигунів, механічній частини приводу й безпосередньо СУ. Оперативна оцінка цих показників машиністом практично неможлива при її візуальному відображенні, – для її аналізу потрібна не тільки висока кваліфікація фахівця, але й досить трудомістка обробка даних з використанням обчислювальної техніки [2].

Система контролю та діагностики (СКД) введена до складу СУ і являється її невід’ємною частиною. Вона максимально використовує наявні в схемі устаткування (датчики, регулятори та ін.) з мінімальною кількістю додаткових технічних засобів [3]. Контроль та діагностика виконуються в робочих режимах, без вимикання устаткування. В загальному випадку СКД здійснює:

- контроль забезпечення СУ необхідних тягових і гальмових характеристик локомотива;
- контроль і діагностику системи ТЕ та її елементів;
- попередження виникнення граничних та неприпустимих режимів роботи устаткування;
- надання інформаційної допомоги машиністу по якості роботи системи ТЕ.

Впровадження СКД на дизель-поїздах ДЕЛ-02 дозволило підвищити їх ефективність в експлуатації.

Список літератури: 1. *Носков В.И.* Применение современных информационных технологий на тяговом подвижном составе / *В.И. Носков, М.В. Липчанський, В.С. Блиндюк, В.Г. Чистяк* // Локомотив-інформ, 2011. – № 6. – С. 30-32. 2. *Гейко Г.В.* Разработка новых программных компонент для системы управления дизель-поездом / *Г.В. Гейко* // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – УкрДУЗТ, 2018. – № 2. – С. 23-31. 3. *Носков В.И., В.Д. Дмитрієнко, Н.И. Заполовський, С.Ю. Ленонов.* – Харків: ХФІ "Транспорт України", 2003. – 248 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДА К КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

асп. Д.М. Орлов, д-р техн. наук, проф. А.Ю. Заковоротный, канд. техн. наук, доц. В.С. Бреславец, асп. Ю.В. Бреславец, НТУ "ХПИ", г. Харьков

Комплексная автоматизация дискретного производства предполагает органичное соединение технологического и вспомогательного оборудования в автоматические линии, с единым центром по синхронизации, координации, анализу и оптимизации данных на уровне цеха или предприятия в целом. При этом система дискретно работающих автоматических машин функционирует как единый взаимосвязанный комплекс, а системы нижнего уровня и верхнего уровня надёжно объединены в одно информационное пространство. Комплексная автоматизация предполагает пересмотр каждого элемента технологического процесса, и оптимизацию управления этими процессами на базе накопленного опыта, современного оборудования и готовых проверенных решений. Успешный опыт внедрения на предприятиях именно комплексной автоматизации обеспечивает рост финансово-экономических результатов работы, прозрачность и управляемость процессов, уменьшает влияния человеческого фактора. При переходе на новый уровень производственного процесса приходится учитывать различные факторы, зависящие от специфики производства конкретного предприятия. Для корректного анализа всех данных – оптимальным решением будет использование системы помощи перехода от частично-автоматизированного к комплексному производственному процессу. Эта система на основе математического моделирования производит расчёт необходимой модернизации, а так же иерархию оборудования и устройств учёта, контроля.

Список литературы: 1. Автоматизация виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні / Львівська політехніка, нац. ун-т; відп. ред. З.А. Стоцько. — Львів: Львівська політехніка, 2015. – 119 с.

МЕТОД ОБЧИСЛЕНЬ БАГАТОВИМІРНИХ ПЕРЕХІДНИХ ФУНКЦІЙ ОКОРУХОВОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ДАНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ "ВХІД-ВИХІД"

д-р техн. наук, проф. В.Д. Павленко, магістр Т.В. Шаманіна, ОНПУ, м. Одеса

Для дослідження механізмів роботи мозку і їх патологій, виявлення динаміки психофізіологічних станів людини, в даний час ефективно використовується інноваційна технологія айтрекінгу (Eye-Tracking) [1]. За допомогою технології айтрекінгу реалізується процес непараметричної ідентифікації око-рухової системи (ОРС) людини "вхід-вихід". При цьому використовується нелінійна динамічна модель – модель Вольтерри, яка враховує інерційні та нелінійні властивості ОРС у вигляді багатовимірних перехідних функцій (багатовимірних інтегральних перетворень ядер Вольтерри) [2, 3]. Для застосування цього методу моделювання ОРС в медичних дослідженнях на етапі збору даних необхідно мати спеціальні прилади – генератор тестових візуальних стимулів та айтрекер (Eye-Tracker), який реєструє відповідні відгуки (визначає координати позицій очей в процесі руху).

Розроблено обчислювальний метод та програмні засоби ідентифікації ОРС в середовищі системи Matlab. Використовуються тестові візуальні стимули у вигляді яскравих точок, які послідовно відображаються на різних відстанях від стартової позиції, що формально відповідає різним амплітудам тестових ступінчатих сигналів. Визначаються перехідні функції 1-го, 2-го та 3-го порядків за допомогою методу найменших квадратів. Розроблені програмні засоби обробки даних айтрекінгу апробовано на реальних даних експериментального обстеження ОРС. Верифікація побудованої моделі підтверджує адекватність її досліджуваної ОРС – практичний збіг (в межах прийнятної похибки) відгуків ОРС і її моделі при одному і тому ж тестовому сигналі.

Список літератури: 1. *Jansson D.* Parametric and Nonparametric Analysis of Eye-Tracking Data by Anomaly Detection / *D. Jansson, O. Rosén, O.A. Medvedev* // IEEE Trans. Control Syst. Technol. – 2015. – № 23. – С. 1578-1586. 2. *Pavlenko V.* Estimation of the Multidimensional Transient Functions Oculo-Motor System of Human / *V. Pavlenko, D. Salata, M. Dombrovskiy, and Yu. Maksymenko* // Mathematical Methods and Computational Techniques in Science, and Engineering: AIP Conf. Proc. MMCTSE-2017, Cambridge, UK, 24-26 February. – 2017. – Vol. 1872. – Melville, New York, 2017. 020014-1–020014-8; doi: 10.1063/1.4996671. Published by AIP Publishing. 978-0-7354-1552-2, 110-117. 3. *Pavlenko V.D.* Identification of a Oculo-Motor System Human Based on Volterra Kernels / *V.D. Pavlenko, D.V. Salata, H.P. Chaikovskiy* // Int. J. of Biology and Biomedical Engineering. – 2017. – Vol. 11. – С. 121-126.

ЗАДАЧИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДИСТАНЦИОННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ И РАДИОАКУСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ В АПС

д-р физ.-мат. наук, проф. А.Ю. Панченко, И.К. Ибраимов,
ХНУРЕ, г. Харьков, доцент, Ph.D, Лю Чан, Гуандунский океанический
университет, г. Чжэньцзян, КНР

Существенно возросшие возможности современных элементов электронных схем в области обработки информации требуют адекватного изменения принципов преобразования информационных сигналов. Микропроцессоры и ПЛИС могут выполнить значительную часть этапов обработки, не требуя сложной настройки, наладки, обеспечивая серийноспособность изделий.

Методы акустического и радиоакустического зондирования атмосферного пограничного слоя (АПС) опираются на высокую чувствительность звуковых волн к изменениям параметров воздушной массы [1, 2]. Однако реализовать эти потенциальные возможности сложно в связи с неоднозначностью факторов, влияющих на формирование принятого сигнала, но не несущих информации о состоянии АПС [3]. К таким факторам относятся свойства волновых полей, сформированных излучателями конечных размеров. Сферическая расходимость волн в дальней зоне приводит к значительному увеличению динамического диапазона сигналов. При обработке возникает дополнительная погрешность вследствие квантования при преобразовании сигнала в цифровую форму. Ослабить действие этого фактора можно введением в аналоговую часть приемного тракта системы автоматической регулировки усиления (АРУ). Коэффициент передачи должен увеличиваться с ростом расстояния до зондирующей посылки [4]. Определить необходимую форму сигнала АРУ можно на основании строгой оценки распределения интенсивности волнового поля излучателя [5].

Пространственный спектр $A_s(\theta)$ для синфазно возбужденной круглой апертуры радиуса r_0 , имеет вид:

$$A_s(\theta) = 2\pi \cos \theta \int_0^{r_0} r J_0(2\pi r \sin \theta) A_r(r) dr,$$

где $A_r(r)$ – распределение возбуждающего поля на апертуре.

В произвольной точке пространства поле определяется выражением, полученном на основании известных соотношений

$$A_r(r, z) = 2\pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} A_s(\theta) J_0(2\pi r \sin \theta) \exp(-i2\pi z \cos \theta) \sin \theta d\theta,$$

где r и z – координаты цилиндрической системы с осью, проходящей через центр апертуры.

Для примера на рис.1 показано пространственное распределение поля круглой апертуры с квадратичным возбуждением и при $g_0 = 3\lambda$.

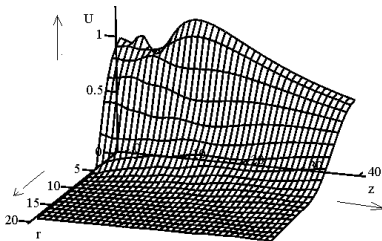


Рис. 1. Поле излучателя

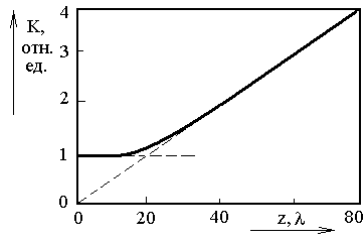


Рис. 2. Функция АРУ

В блоке аналоговой обработки сигнала, до преобразования в цифровую форму, необходимо реализовать изменение коэффициента усиления по времени в соответствии с обратной функцией. Однако осцилляции поля в ближней зоне ($\lambda < 20$) реализовать сложно даже программным путем.

Оптимизированная функция коррекции представлена на рис. 2

Сочетание аналоговых и цифровых методов обработки будет наиболее эффективным для сохранения и выделения информации о состоянии АПС. Тем не менее, требуется дальнейшее развитие методов обработки. Необходимы существенные шаги в теории АПС и распространении волн в неоднородной движущейся среде.

Список литературы: 1. *Каллистратова М.А.* Радиоакустическое зондирование атмосферы / *М.А. Каллистратова, А.И. Кон.* – М.: Наука, 1985. – 198 с. 2. *Красненко Н.П.* Акустическое зондирование атмосферы / *Н.П. Красненко.* – Томск. Изд. СО РАН, 2001. – 277 с. 3. *Татарский В.И.* Распространение волн в турбулентной атмосфере / *В.И. Татарский.* – М.: Наука, 1967. – 548 с. 4. *Лю Чан.* Акустический метод зондирования пограничного слоя атмосферы. Современное состояние и перспективы развития / *Лю Чан, А.Ю. Панченко, И.К. Ибраимов* // Вісник НТУУ "КПІ". Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2018. – Вип. 73. – С. 18-27. 5. *Liu Ch.* Atmospheric radio acoustic sounding systems with controlled array antennas. Part 2: Diffraction problem / *Ch. Liu, A. Yu. Panchenko, Mykola I. Slipchenko* // Telecommunication and Radio Engineering. – 2015. – № 74 (19). – P.1745-1753.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ СВЧ СЕНСОРОВ

д-р физ.-мат. наук, проф. А.Ю. Панченко, С.В. Кошевой,
ХНУРЕ, г. Харьков

Современные микроконтроллеры позволяют поднять измерительные приборы на новый качественный уровень. Прежде всего, это относится к задачам выделения информации при косвенных измерениях. Заметное изменение электрофизических свойств многих веществ проявляется в СВЧ диапазоне, поскольку там находятся релаксационные частоты их молекул [1]. Известные свойства материалов позволяют получить требуемые параметры на основании косвенных данных неразрушающего СВЧ контроля [2]. Аналитические модели электродинамических систем сенсоров достаточно полно описывают их параметры [3]. Это удешевляет мелкосерийное производство и позволяет использовать СВЧ сенсоры для контроля материалов в момент технологического воздействия или непосредственно по его окончанию. Использование СВЧ в качестве рабочих частот измерителей может обеспечить наибольшую информативность формируемых в датчике измерительных сигналов.

Как показывает детальный анализ, для решения задач выделения информации достаточно, как правило, использовать микропроцессор средней мощности и ценовой вилки.

Поэтому целесообразно формулировать задачу создания ПО для измерительных приборов с использованием этого типа вычислительных устройств.

Список литературы: 1. *Иванов В.К.* Определение комплексной диэлектрической проницаемости жидкостей коаксиальными зондами с использованием подложек из метаматериала / *В.К. Иванов, А.О. Силли, А.М. Стадник* // Вісник Харківського національного університету ім. Каразіна. Серія Радіофізика та електроніка. – 2011. – Т. 2 (16) – № 1. – С. 91-98. 2. *Liu Ch.* Electrodynamical sensor for assessing transformations of the state of water in biological objects / *Ch. Liu, I.N. Bondarenko, A.Yu. Panchenko, N.I. Slipchenko* // Telecommunications and Radio Engineering. – 2018. – Vol. 77. – № 12. – P.1103-1112. 3. *Lu Ch.* An integral equation for the field distribution within the aperture plane of the coaxial sensor / *Ch. Lu, A.Yu. Panchenko, M.I. Slipchenko* // Telecommunications and Radio Engineering. – 2016. – № 75 (7). – P. 587-594.

УСЛОВИЯ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ МНОГОЛУЧЕВОЙ СИСТЕМОЙ РАЗ

*д-р физ.-мат. наук, проф. А.Ю. Панченко, Н.В. Кравец,
ХНУРЕ, г. Харьков*

Методика извлечение информации при радиоакустическом зондировании (РАЗ) определяется физическими процессами и параметрами аппаратного комплекса. Акустические волны обладают высокой чувствительностью к изменениям параметров атмосферного воздуха [1]. Электромагнитные волны, которыми облучают периодическую структуру акустической посылки, отражаясь от нее, воспринимают эти изменения и переносят информацию о них к приемному устройству системы РАЗ.

Увеличения объема информации можно достичь многолучевой схемой зондирования [2]. Физическая скорость звука и, соответственно, доплеровский сдвиг принятого сигнала определяется абсолютной температурой воздуха T и радиальной скоростью движения воздушной массы v_R . При наклонном четырехлучевом зондировании можно определить две компоненты скорости ветра, скорость вертикальных токов и температуру. Однако, следует учесть, что вертикальные токи соответствуют периоду развитой турбулентности. Как известно [3], размер турбулентного вихря определяется "законом 2/3". Поэтому объем, охватываемый лучами наклонной РАЗ будет соизмерим с объемом вихря. Поскольку направление движения воздушной массы на краях вихря противоположно, то это внесет существенную ошибку в конечный результат. Частично ее можно скомпенсировать введением дополнительных лучей. Но исключить ее полностью не удастся. Определенное упрощение задачи позволяет сделать тот факт, что для оценки метеорологической ситуации достаточно средних, статистических значений самих метеовеличин и их флуктуаций.

Приведенные выше соображения указывают на то, что для решения задачи выделения полезной информации будет недостаточно простого решения алгебраической задачи, составленной на основании выбора того или иного вида многолучевого наклонного зондирования. Алгоритм должен обязательно включать накопление данных за период времени, величина которого определяется состоянием атмосферы.

Список литературы: 1. *Каллистратова М.А.* Радиоакустическое зондирование атмосферы / *М.А. Каллистратова, А.И. Кон.* – М.: Наука, 1985. – 198 с. 2. *Чан Лю.* Акустический метод зондирования пограничного слоя атмосферы. Современное состояние и перспективы развития / *Чан Лю, А.Ю. Панченко, И.К. Ибраимов* // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2018. – С. 18-27. 3. *Монин А.С.* Статистическая гидромеханика. – Ч.1 / *А.С. Монин, А.М. Яглом.* – М.: Наука, 1965. – 640 с.

HEART SOUND SEGMENTATION BASED ON ENVELOLGRAM METHODS

N.I. Povorozniuk, National Technical University of Ukraine, "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

According to the World Health Organization, cardiovascular disease is the cause of a significant number of deaths in the world, so early diagnosis of such diseases is of great importance [1].

One of the inexpensive and non-invasive methods of early diagnosis is auscultation — listening to heart sounds. Direct listening to the sounds of the heart is limited by human hearing and requires considerable experience and long practice. The current state of electronics, microprocessor technology and information technology allow to significantly expand the possibilities of auscultation. The process of processing heart sounds (phonocardiograms) by modern methods and means consists of the following stages: pre-processing, segmentation, feature extraction, classification. An important stage in the digital processing of phonocardiograms is segmentation, ie the selection of the cardiac cycle and its most important parameters: the first (S1) and second (S2) heart sounds, periods of systole, diastole and so on.

A wide range of methods for segmentation of phonocardiograms has been developed and used [2, 3]. It is proposed to use a hybrid segmentation method, which combines the advantages of wavelet analysis and method envelopgram. Knowing the a priori information about the frequency range and duration of the signals S1, S2, the wavelet analysis is performed by the mother function, which has these a priori parameters. This allows you to highlight a useful signal in the time-frequency domain and reduce the impact of noise. In the second stage, the envelope of the received signal is allocated.

The Department of Theoretical Electrical Engineering of the Igor Sikorsky National Technical University of Ukraine is working on the development and implementation of a computerized auscultation system.

References: 1. *Chakrabarti T., Saha S., Roy S., Chel I.* Phonocardiogram signal analysis - practices, trends and challenges: a critical review, 2015 International Conference and Workshop on Computing and Communication (IEMCON), Vancouver, BC, Canada. – 2015 2. *Liu Q.S., Wu X.M., and Ma X.J.*, An automatic segmentation method for heart sounds // *Biomedical Engineering Online*. – 2018. – Vol. 17. – №. 1. – P. 22,. 3. *Thompson N.A., Weiss D.J.* A Framework for the Development of Computerized Adaptive Tests // *Practical Assessment, Research& Evaluation*. – 2011. – Vol. 16. – № 1.

ПИТАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ СКЛАДНОСТІ ПРОЦЕДУРИ ПОБУДОВИ ЛОГІЧНОГО ДЕРЕВА КЛАСИФІКАЦІЇ

канд. техн. наук, доц. І.Ф. Повхан, ДВНЗ "Ужгородський національний університет", м. Ужгород

Розглянемо принципове питання методів дерев класифікації (моделей класифікації) – питання загальної складності процедури побудови дерева класифікації (методів дерев класифікації) [1]. Припустимо, що маємо справу з початковою навчальною вибіркою (НВ), яка представлена сукупністю навчальних пар відомої класифікації [2]. Зауважимо, що тут НВ є детермінованою, тобто для неї буде виконуватися наступна умова:

$$\text{If } (x_k, f_R(x_k)) \text{ and } (x_1, f_R(x_1)), x_k \neq x_1 \text{ then } f_R(x_k) \neq f_R(x_1).$$

Нехай на кожному кроці в процесі побудови логічного дерева класифікації (ЛДК), буде вибиратися лише одна відібрана елементарна ознака з набору фіксованих ознак $(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$ [3]. Тоді на n -му кроці процедури побудови дерева класифікації схема ЛДК буде представляти собою деякий предикат p_n (узагальнену ознаку, яка побудована з набору елементарних ознак) [4], який є найбільш ефективною апроксимацією початкової НВ. Відмітимо, що тут p_n буде представляти деяку деревоподібну схему (дерево класифікації), яке складається з n вершин, тобто в структуру предикату p_n будуть входити всього n елементарних ознак (атрибутів дискретного об'єкту НВ) з початкового набору [5]. Зауважимо, що послідовність предикатів p_1, p_2, \dots, p_j (узагальнених ознак) збігається до початкової НВ, якщо починаючи з деякого Q , буде виконуватись умова:

$$f_{Q+m} = f_R(x_i), (i=1,2,\dots,m), (m \geq 0). \quad (1)$$

Деяка елементарна ознака, яка буде вибиратися (фіксуватися) на n -му кроці в схемі побудови моделі ЛДК, позначимо через φ_n . Зрозуміло, що ознаці φ_n відповідає деякий фіксований шлях r_1, r_2, \dots , який закінчується даним атрибутом (вершиною дерева класифікації – моделі ЛДК). Наприклад, на (рис. 1) зображено ЛДК в якому вершині φ_2 (ознаці) відповідає шлях $\{0\}$, а вершині φ_5 – шлях $\{0,1\}$. Шлях, який відповідає елементарній ознаці φ_n вказаним чином, позначимо через T_n , а через D_n позначимо множину тих пар $(x_i, f_R(x_i))$ початкової НВ, для яких об'єкти

w_i належать шляху T_n . Наприклад, для структури ЛДК (рис. 1), нехай $\varphi_n = \varphi_4$, тоді шлях T_n буде мати вигляд $\{1,0\}$.

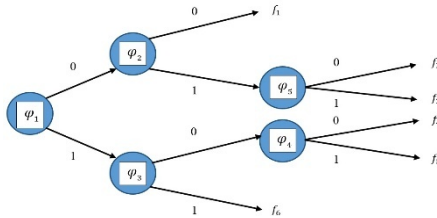


Рис. 1. Приклад структури ЛДК з елементарними ознаками в якості вершин

В такому випадку деякий об'єкт w_i належить шляху $\{1,0\}$, якщо виконуються умови $\varphi_1(w_i) = 1$ та $\varphi_2(w_i) = 0$.

Далі будемо вважати, що елементарна ознака φ_n слабо розділяє множину D_n , якщо в D_n існують такі пари $(x_i, f_R(x_i))$ та $(x_j, f_R(x_j))$, що $\varphi_n(x_i) = 0$ та $\varphi_n(x_j) = 1$ (тобто $\varphi_n(x_i) \neq \varphi_n(x_j)$).

На наступному етапі дослідження введемо поняття кінцевої потужності схеми методу дерева класифікації.

Визначення 1. Під кінцевою потужністю схеми методу дерева класифікації (моделей ЛДК) будемо рахувати кількість всіх кінцевих вершин (визначених листів) даної схеми. Наприклад, для ЛДК з (рис. 1), кінцева потужність буде дорівнювати 6.

Очевидно, що кінцева потужність схеми методу дерева класифікації також дорівнює кількості всіх кінцевих шляхів в даній схемі. Зрозуміло, що індукцією за n легко довести, що кінцевою потужністю кожної з вищесказаних схем p_n (предикатів), дорівнює $n+1$. Дійсно, те що кінцева потужність p_1 в склад якого входить тільки одна ознака або алгоритм (випадків ЛДК/АДК) дорівнює 2 є очевидним.

Нехай кінцева потужність схеми p_n дорівнює $n+1$. Підрахуємо кінцеву потужність p_{n+1} . Зрозуміло, що дана схема будується на основі схеми p_n , коли в деякій кінцевій вершині послідовно додається нова вершина (ознака, алгоритм) з номером $n+1$. Очевидно, що при додаванні цієї ознаки (алгоритму) в схему p_n зникає одна кінцева вершина та додаються дві нові кінцеві вершини. Отже можна зробити висновок, що кількість всіх кінцевих вершин схеми p_n дорівнює $n+2$.

Припустимо, що на кожному n -му кроці процедури побудови дерева класифікації (моделі ЛДК) множина D_n слабо розділяються деякою

ознакою φ_n . Далі розглянемо схему p_n . В цій схемі маємо відповідно вищесказаному, $n+1$ кінцевих шляхів. Завдяки тому, що D_n на кожному кроці слабо розділяється, кожний такий шлях містить хоча би одну пару початкової НВ. Крім того очевидно, що різні кінцеві шляхи в p_n не мають спільних пар з НВ.

Отже з можна зробити висновок що схема (предикат) p_n розділяє НВ (на основі базового критерію розгалуження введеного поточним методом дерева класифікації) на $n+1$ непустих частин (підмножин) що не перетинаються. Так, як в початковій НВ всього знаходиться m початкових пар, то схема p_{m-1} (або предикат з меншим номером) повністю розділить початкову НВ, тобто p_{m-1} буде повністю розпізнавати вибірку.

Таким чином, якщо на кожному n -му кроці відібрана елементарна ознака φ_n слабо розділяє множину D_n , то в цьому випадку процес побудови ЛДК збігається відносно початкової НВ та закінчується не більше чим за $m-1$ кроків, де m – кількість всіх початкових пар початкової НВ.

Зауважимо, що умова слабого розділення класів є доволі слабою – тому вона забезпечує невисоку збіжність процедури побудови дерева класифікації, отже важливо розглянути питання збіжності процесу при більш сильній умові. Тому будемо припускати, що маємо справу з випадком, коли НВ містить інформацію про два класи (образи) H_0 та H_1 , а сама НВ має детерміновану природу. Нехай n_j – кількість початкових пар $(x_i, f_R(x_i))$ в початковій НВ, які задовольняють співвідношенню $f_R(x_i) = j, (j = 0, 1)$, причому для спрощення та визначеності покладемо, що $n_0 \geq n_1$.

Зафіксувавши $f_R \equiv 0$, буде отримано деяку узагальнену ознаку (схему) f_0 , яка апроксимує (повністю або частково) початкову НВ. Очевидно, що в даному випадку (тобто в ситуації, коли ще не зроблено вибір жодного елементарної ознаки φ_n) узагальнена ознака (схема) f_0 є найкращою апроксимацією початкової НВ. Далі величину n_1 будемо називати – безумовною кількістю помилок в початковій НВ.

Нехай на першому кроці побудови дерева класифікації відібрана (довільним шляхом) деяка елементарна ознака φ_1 – причому дана ознака розіб'є початкову вибірку на дві частини (підмножини) H_0 та H_1 , де H_j – множина всіх пар $(x_i, f_R(x_i))$ початкової НВ, для яких виконується співвідношення $f_1(x_i) = j, (j = 0, 1)$.

Нехай n_m^j – множина всіх пар $(x_i, f_R(x_i))$ з вибірки $H_j, (j = 0, 1)$, для яких виконується співвідношення $f_R(x_i) = m, (m = 0, 1)$. Ознаку φ_1 можна рахувати узагальноною ознакою f_1 (схемою), яка побудована на першому кроці процесу побудови ЛДК.

Введемо величину $\rho = \max(n_0^0, n_1^0) + \max(n_0^1, n_1^1)$, яка представляє собою кількість правильних відповідей (класифікацій), які реалізуються узагальноною ознакою f_1 , а відповідно величина n_0 – представляє собою кількість правильних відповідей (класифікацій), які реалізуються узагальноною ознакою f_0 .

Під кількістю правильних відповідей розуміємо кількість тих навчальних пар $(x_i, f_R(x_i))$ в початковій навчальній вибірці для яких виконується співвідношення рівності $f_R(x_i) = f_1(x_i)$.

Так як $n_0^0 + n_0^1 = n_0$ та $n_1^0 + n_1^1 = n_1$, то будемо мати наступне:

$$\rho = \max(n_0^0, n_1^0) + \max(n_0^1, n_1^1) \geq n_0. \quad (2)$$

Таким чином, при виборі ознаки φ_1 кількість правильних відповідей як мінімум не зменшується. Кількість помилок, які дає узагальнений алгоритм f_1 , буде дорівнювати:

$$m - \rho = n_1 - (\rho - n_0) \leq n_1. \quad (3)$$

Зауважимо, що (3) випливає з (2). Введемо величину $\lambda_1 = \frac{n_1}{m - \rho}$ та назвемо її якістю елементарної ознаки φ_1 відносно початкової НВ, аналогічно визначається λ_n ознаки φ_n відносно початкової НВ ($n = 1, 2, 3, \dots$).

На наступному етапі дослідження зробимо наступне припущення – якість λ_n елементарної ознаки φ_n відносно масиву початкової НВ не менше чим деяке число y , де $y > 1$.

Проаналізуємо складність процедури побудови дерева класифікації при даній умові ($y > 1$), для цього оцінимо кількість кроків, за якими даний процес (процедура) реалізує повне розпізнавання масиву початкової навчальної вибірки.

Розглянемо для визначеності наступну схему побудови дерева класифікації (рис. 2).

Нехай n_1 – безумовна кількість помилок початкової НВ. Елементарна ознака φ_1^1 розділяє НВ на дві вибірки H_0 та H_1 . Нехай h_0 та h_1 , відповідно безумовна кількість помилок в вибірках H_0 та H_1 . Ознака φ_1^2 розділить множину H_0 на дві множини H_{00} та H_{01} . Нехай h_{00} та h_{01} – безумовна кількість помилок в вибірках H_{00} та H_{01} . Аналогічно визначимо множини H_{10}, H_{11} та кількості h_{10} та h_{11} для елементарної ознаки φ_2^2 .

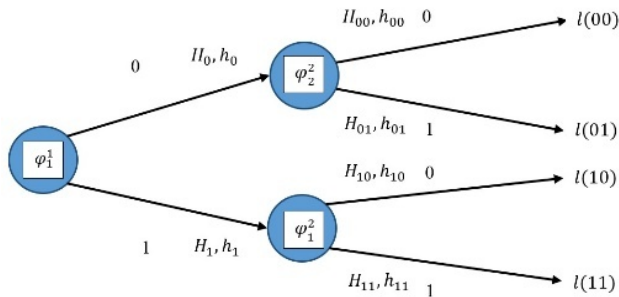


Рис. 2. Схема розбиття на підмножини в структурі дерева класифікації

З початкової умови ($y > 1$) впливає наступна ситуація:

$$\begin{cases} h_0 + h_1 \leq \frac{1}{y} * n_1 \\ h_{00} + h_{01} \leq \frac{1}{y} * h_0 \\ h_{10} + h_{11} \leq \frac{1}{y} * h_1 \end{cases} \quad (4)$$

З (4) отримаємо наступне:

$$h_{00} + h_{01} + h_{10} + h_{11} \leq \frac{1}{y^2} * n_1. \quad (5)$$

Зробимо наступні припущення в даному відношенні: $h_0 \geq 1$, $h_1 \geq 1$, $h_{00} \geq 1$, $h_{01} \geq 1$, $h_{10} \geq 1$, $h_{11} \geq 1$. Звідси будемо мати наступне:

$$2^1 \leq \frac{1}{y} * n_1, 2^2 \leq \frac{1}{y^2} * n_1. \quad (6)$$

Аналогічно для набору ознак $\varphi_1^i, \varphi_2^i, \dots$, які розташовані на i -товому ярусі логічного дерева, будемо мати наступне:

$$2^i \leq \frac{1}{y^i} * n_1 \text{ або } (2y)^i \leq n_1. \quad (7)$$

Звідси можна зробити висновок, що процес побудови дерева класифікації буде продовжуватися до тих пір, доки в структурі дерева не буде m ярусів (рівнів), де m має наступний вигляд:

$$m = R\left(\frac{\log_2 n_1}{1 + \log_2 y}\right). \quad (8)$$

Під $R(x)$ розуміється заокруглення числа x до найближчого цілого числа, яке перевищує x . Наприклад $Q(1.2) = 2, Q(3.7) = 4, Q(4.1) = 5$.

Висновки. Отже дерево класифікації (модель ЛДК), яке має m повних ярусів (тобто випадок, коли на i -му ярусі стоять вершин), має вершин – таким чином розпізнавання початкової НВ при умові ($y > 1$) за допомогою повного ЛДК відбувається не більш чим за кроків, де m розраховується за допомогою виразу (8).

Список літератури: 1. *Povhan I.* General scheme for constructing the most complex logical tree of classification in pattern recognition discrete objects / *I. Povhan* // Електроніка та інформаційні технології: зб. наук. пр. – Львів, 2019. – Вип. 11. – С. 112–117. 2. *Srikant R.* Mining generalized association rules / *R. Srikant, R. Agrawal* // Future Generation Computer Systems. – 1997. – Vol. 13. – № 2. – P. 161–180. 3. *Василенко Ю.А.* Концептуальна основа систем розпізнавання образів на основі метода розгалуженого вибору ознак / *Ю.А. Василенко, Е.Ю. Василенко, І.Ф. Повхан* // European Journal of Enterprise Technologies. – 2004. – №7(1). – С. 13-15. 4. *Повхан І.Ф.* Особливості синтезу узагальнених ознак при побудові систем розпізнавання за методом логічного дерева / *І.Ф. Повхан* // Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання ІТКМ-2019 : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Івано-Франківськ, 2019. – С. 169–174. 5. *Povhan I.* Designing of recognition system of discrete objects / *I. Povhan* // 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP), Lviv, 2016, Ukraine. – Lviv, 2016. – P. 226–231.

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС РЕЄСТРАЦІЇ ЕМГ СИГНАЛІВ М'ЯЗИВ ЛЮДИНИ

д-р техн. наук, проф. І.В. Прасол, канд. техн. наук, доц. О.М. Дацок, асп. О.А. Єрошенко, ХНУРЕ, з. Харків

Аналіз інформаційних складових електроміографічних (ЕМГ) сигналів скелетних м'язів людини актуальний для пацієнтів з обмеженими можливостями пересування, задач після-травматичної реабілітації хворих, оцінки та оптимізації процесів м'язових навантажень в спортивній медицині тощо.

Реєстрація ЕМГ здійснюється спеціальними підсилювачами біопотенціалів (ПБП), параметри яких визначаються джерелом сигналу (типом м'язів), особливостями реєстрації та обраним видом аналізу сигналу. ЕМГ-сигнали мають низьку амплітуду (від 20 мкВ до 2 мВ за умови максимального скорочення м'яза); на корисний сигнал накладаються шуми, амплітуда яких може істотно перевищувати сам сигнал; амплітудні характеристики сигналів для різних м'язів істотно відрізняються; під час реєстрації сигналів певної групи м'язів мають місце перехресні завади від сусідніх груп м'язів; також необхідно враховувати індивідуальні особливості пацієнтів [1 – 4]. Зменшення взаємного впливу електричної активності сусідніх м'язів досягається шляхом вибору форми електродів, оптимізації міжелектродної відстані та місць накладення електродів. Розкид перехідних опорів "електрод-шкіра" між різними каналами приводить до того, що синфазна перешкода присутня на тілі людини трактується як корисний диференціальний сигнал, що далі підсилюється.

Моделювання еквівалентної схеми кола формування ЕМГ-сигналу та вхідного кола підсилювача дозволять оцінити вплив перелічених факторів та обґрунтувати вибір технічних параметрів ПБП для ефективної реєстрації електричної активності скелетних м'язів.

Список літератури: 1. Сафін Д.Р. Оценка эффективности различных конструкций электродов и усилителей биосигналов в системах управления протезами / Д.Р. Сафін, И.С. Пильщиков, М.А. Ураксеев, В.Г. Гусев // Изв. высш. уч. заведений. Поволжский регион. Техн. науки. – 2009. – № 2 (10). – С. 88-101. 2. Дацок О.М. Побудова біотехнічної системи м'язової електростимуляції / О.М. Дацок, І.В. Прасол, О.А. Єрошенко // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2019. – № 13 (1338). – С. 165-175. 3. Єрошенко О.А. Підвищення ефективності функціонування апаратів для електростимуляції м'язів людини / О.А. Єрошенко, І.В. Прасол, О.М. Дацок // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжн. наук.-практич. конф. MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. III. / за ред. проф. Сокола С.І. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2019. – С. 21. 4. Єрошенко О.А. Информационные технологии определения параметров стимулов систем электромиостимуляции / О.А. Єрошенко, І.В. Прасол // Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. 14–15 бер. 2018 р. – Харків: НАНГУ, 2018. – С. 122-124.

TRACKU MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT

E.S. Rubezhyn, senior lecturer S.G. Mezheryskyi, NTU "KhPI", Kharkiv

The topic of the report is implementation of the "TrackU" product for mobile devices with operational system Android.

The following issues were considered before preparing the product to develop such as which operating system to choose, determine the target audience, language, and development environment.

The official statistics of mobile development became material for studying. So, we can see that from year to year the mobile development grows and leads the segment of portable equipment.

Most attention to Android devices which loans the leading position in the mobile market. Using the official Android site (Distribution dashboard) and the above statistics, the version 5.1 version (Lollipop) was chosen for development, which takes 86.3% of the average market price.

Currently, the official language of developing mobile applications with Android operating system is Kotlin, which has become the best alternative to the previous Java programming language. Android Studio was chosen as the development environment that is the official and free development environment for smartphones with the Android operating system.

The issues of the main functionality and interface were considered during the design of the program.

The functionality was chosen based on the theme of the project, its quality implementation, and the simplicity of the interface.

The application must perform the basic functionality of the route tracking, implement access to the data of the application screen by the key entered during authorization, display a list of active users on the map, provide the ability to edit data.

Also, the application must have the functionality when the user gives their geo-data and provides the opportunity to work in the background, which increases the lifetime of the device.

The product interface was designed to provide the user with the most understandable information and easy to use.

The result of the work was a software product called TrackU for Android operating system.

The work presents that the most important stage of software development is the design, development of basic functionality, and interface for quality and successful product implementation.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ МЕДИЦИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗЫ ДАННЫХ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, УЧИТЫВАЮЩЕЙ ЗАВИСИМОСТИ "СТРУКТУРА–СВОЙСТВО" ЛЕКАРСТВЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

д.т.н., доц., зав. лаб. Г.А. Самигулина, PhD З.И. Самигулина, ИИиВТ КН МОН РК, *Казахстанско-Британский Технический Университет, г. Алматы, Казахстан*

При создании новых технологий [1] для анализа данных и прогнозирования на основе модифицированных алгоритмов искусственного интеллекта актуально применение современных методов оценки рисков для повышения точности прогноза. В настоящее время существует множество эффективных методологий оценки рисков, таких как: FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), PFMEA (Process Failure Mode and Effects Analysis), FTA (Fault Tree Analysis) и т.д. Данные методологии получили широкое распространение не только при оценке производственных рисков, но и в области здравоохранения и фармакологии [2].

Исследования посвящены оценке эффективности разработанной автоматизированной Smart-технологии для компьютерного молекулярного дизайна новых лекарственных соединений с заданными свойствами на основе модифицированных алгоритмов искусственных иммунных систем с помощью методологии FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) для исключения потенциальных рисков возникновения ошибок и повышения качества прогноза. Разработана модель FMEA для оценки рисков функционирования этапов технологии и осуществлён расчёт индекса приоритета рисков RPI (Risk priority index), который представляет собой количественную оценку комплексного риска. Работа выполнена по гранту КН МОН РК №АР051300019 на тему: "Разработка и анализ баз данных для информационной системы прогнозирования зависимости "структура-свойство" лекарственных соединений на основе алгоритмов искусственного интеллекта" (2018-2020 гг.).

Список литературы: 1. Galina A. Samigulina, Zarina I. Development and analysis of databases for the intellectual system for predicting the structure-property dependence of drug compounds on the basis of artificial immune systems. Монография / G. Samigulina, Z. Samigulina. – Science Book Publishing House, Yelm, WA, – USA, 2020. – 254 p. 2. Chiozza M.L., Ponzetti C. FMEA: a model for reducing medical errors / M.L. Chiozza, C. Ponzetti // Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry. – 2009. – Vol. 404 (1). – P. 75-78.

ОБРАБОТКА РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СЛОЖНЫХ СЛУЧАЕВ ПЕРЕЛОМОВ

*канд. техн. наук, доц. Л.Ф. Сайковская, студ. В.А. Чекубашева,
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
г. Харьков*

Из-за недостаточного времени экспозиции рентгеновские снимки могут получаться чересчур светлыми и непригодными для диагностирования сложных случаев линейных переломов, а выполнение второго снимка подвергает человека повышенной дозе облучения.

Постобработку полученных снимков можно реализовать посредством интегрированной среды разработки Borland Delphi. Для этого необходимо расширить тоновый диапазон изображения: присвоить самым темным пикселям нулевую яркость, а самым светлым – максимальную. Такие преобразования называются гистограммными, так как при этом изменяется гистограмма изображения. При анализе исходной гистограммы можно определить, какие участки необходимо скорректировать.

Таким образом, при обрезании второго участка гистограммы и растяжении тонового диапазона проявляются малозаметные элементы снимка. Для более качественного результата можно впоследствии применить нерезкое маскирование.

Список литературы: 1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с. 2. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. – М.: Радио и связь, 1986. – 399 с. 3. Материалы всероссийского конгресса лучевых диагностов. – М.: 2007. – 482 с.

МЕТОД ПЕРЕДАЧІ БІНАРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

д-р техн. наук, проф. О.А. Серков, НТУ "ХПИ", м. Харків, д-р техн. наук, проф. С.В. Панченко, канд. техн. наук, доц. К.А. Трубочанінова, УКР ДУЗТ, м. Харків

Двійковий інформаційний сигнал в транспортних засобах являє собою імпульсне випромінювання постійної амплітуди та тривалості T , інформаційне кодування якого здійснюють шляхом часового зсуву відносно опорного імпульсу на час T_1 при кодуванні "1", та T_0 при кодуванні "0". Прийнятий бінарний когерентний сигнал спостерігають на інтервалі спостереження $[0, T]$, та в залежності від величини часового зсуву T_1 чи T_0 здійснюють ідентифікацію прийнятого сигналу на фоні шуму шляхом когерентного прийому. Однак, при прийомі слабких сигналів, достовірність прийнятої інформації суттєво знижується. Вплив шумів викликає зростання випадкових викидів для автокореляційної функції, що призводить до збільшення похибки під час відновлення переданої бінарної інформації та зменшує величину інформаційних піків зі часовими зсувами T_1 , T_0 . Тому вирішувальний пристрій обчислює відношення функцій правдоподібності. Суміш сигналів і шуму послідовно подають на цифровий фільтр, з виходу якого подається через пороговий пристрій на вирішувальний пристрій до аналізатору спектру, де обчислюють спектри їх потужностей, модулі комплексних автокореляційних функцій, із подальшим обчисленням функцій правдоподібності та їх відношення, за яким приймають рішення щодо достовірного розпізнавання прийнятого інформаційного сигналу. Мобільні системи у транспортних засобах накладають додаткові обмеження, які обумовлені випадковою взаємною орієнтацією векторів поляризації випромінювання антенних систем. Тому запропоновано метод мерехтливої поляризації та антенна система, що дозволяє усунути ці обмеження [3, 4].

Список літератури: 1. *Панченко С.В., Серков О.А., Трубочанінова К.А., Лазуренко Б.О.* "Спосіб передачі інформації надширокосмуговими імпульсними сигналами в транспортних засобах" Патент України на корисну модель № 140210 У МПК H04B 1/12, Опубл. 10.02.20, Бюл. № 3., заявка № у 2019 07640 подана 08.07.2019. 2. *Панченко С.В., Серков О.А., Трубочанінова К.А., Лазуренко Б.О.* "Спосіб збудження надширокосмугової антени з мерехтливою поляризацією" Патент України на корисну модель № 141131 У МПК H01Q 21/06, Опубл. 25.03.20, Бюл. № 6, заявка № у 2019 08723 подана 19.07.2019. 3. *Панченко С.В., Серков О.А., Трубочанінова К.А., Лазуренко Б.О.* "Надширокосмугова антена з мерехтливою поляризацією" Патент України на корисну модель № 141130 У МПК H01Q 21/06, Опубл. 25.03.20, Бюл. № 6, заявка № у 2019 08722 подана 30.07.2019. 4. *Серков О.А., Бреславець В.С. Перова І.Г. Толкачов М.Ю. Чурюмов Г.І.* "Спосіб генерації широкосмугового імпульсного сигналу та антена для його реалізації" Патент України на корисну модель № 12554 С2, МПК H01Q 21/06, H01Q 13/08, Опубл. 26.12.2019, Бюл. № 24, заявка № а 2018 03104; від 26.03.2018; Опубл. 26.11.2018, Бюл. № 22.

КОНСОЛІДАЦІЯ ДАНИХ СТАНУ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

здобувач А.І. Сідляренко, КНУ імені Тараса Шевченка, м. Київ

Функціонування багатокористувацьких програмно-апаратних комплексів, таких як інформаційно-аналітична система моніторингу стану мережі автомобільних доріг, пов'язане з великою кількістю вхідних потоків даних, які збираються із різних інформаційних джерел, мають різну структуру та пріоритетність. Джерелами таких даних можуть бути регіональні представництва, державні органи влади, оперативні аналітичні звіти, тощо. Така розрізненість характеристик даних зумовлює необхідність їх якісної обробки.

Ці дані можуть використовуватися для забезпечення процесів автоматизації управлінської діяльності, наприклад, в органах державного управління, що дозволить підвищити ефективність та якість управлінських рішень, ділових процесів.

Можна виділити 3 основні етапи життєвого циклу інформаційного та науково-технічного супроводження процесу моніторингу: моніторинг, планування, виконання робіт. Управлінські задачі, що виникають на кожному етапі, потребують консолідації вхідних даних.

На етапі моніторингу – збираються та аналізуються різні форми звітності по всіх об'єктах дорожнього господарства та генерується комплексний звіт про стан дорожньої галузі. За результатами детального аналізу даних, комплексного звіту формується перелік завдань та робіт з будівництва, реконструкції та ремонту, перелік ресурсів, необхідних для їх реалізації, терміни проведення робіт та їх пріоритетність.

Дані сформовані на етапі моніторингу є вхідними даними для формування календарного плану робіт. За результатами етапу планування створюється план забезпечення ресурсами для виконання робіт будівництва, реконструкції та ремонту об'єктів дорожнього господарства з врахування планових фінансових надходжень.

Етап виконання робіт передбачає повний інформаційний супровід виконання кожного пункту календарного плану починаючи від відбору виконавців, закінчуючи представленням та аналізом результатів проведення робіт для занесення їх в базу даних з метою подальшого використання для комплексного аналізу на етапі моніторингу.

Дані, що консолідуються, є вхідною інформацією для розрахункових математичних моделей, які застосовуються для прийняття управлінських рішень.

ІГРОВА ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ

канд. техн. наук, проф. В.В. Скороделов, канд. фіз.-мат. наук, проф. О.П. Черних, М.В. Засць, Д.А. Коваль, НТУ "ХПІ", м. Харків

У наш час все більш актуальною стає ігрова діяльність у просторі віртуальної реальності, яка використовує вже новий формат комп'ютерної гри, що має ряд своїх особливостей. Віртуальні ігри носять масовий характер. Вони створюють навички, формують образ, стиль життя та ціннісні орієнтації гравця.

Метою даної роботи є пошук таких форм віртуальної гри, які б формували у студентів навички щоденної роботи як в університеті, так і самостійно вдома, а також стимулювали до успішної задачі сесії.

Опираючись на класифікацію ігор Р. Кайуа у роботі була досліджена ігрова поведінка людини в світі віртуальної реальності у контексті різних ігрових практик.

На основі цих досліджень розроблено кросплатформну розважальну гру в жанрі раннер "KHPI RUNNER"». Сюжет гри полягає в тому, що головний герой (студент НТУ "ХПІ") біжить на іспит, долаючи перешкоди, за що отримує бонусні бали (це імітація одержання підсумкової семестрової оцінки за накопичувальною системою). Гра закінчується при досягненні гравцем позначки в 100 балів з оцінкою "відмінно". Цільова аудиторія гри – це в основному студенти НТУ "ХПІ", тому що сюжет гри спирається на реальні дії, які відбуваються в університеті НТУ "ХПІ". Але учасниками гри можуть бути студенти інших навчальних закладів, школярі і всі бажаючі.

Гра створена за допомогою движка Unity з використанням ресурсів для створення 2D гри та мови програмування C#. Поки що у грі реалізовано 4 сцени: 1) головне меню, яке з'являється при запуску гри, на якому розміщені кнопки "Play", "Setting", "Exit"; 2) сцена самої дії гри; 3) проміжне меню, яке проявляється при зіткненні персонажа з перешкодою, на якому розміщені кнопки "Restart", "Main menu", а також логотип університету і напис, який змінюється в залежності від кількості набраних балів; 4) "переможна" сцена, яка з'являється за умови, що гравець набрав достатню кількість балів з написом привітання переможця.

Встановлено, що обраний ігровий віртуальний світ розробленої гри дозволяє гравцю сприймати мниму реальність як справжню. Таким чином, конструювання вигаданого світу відповідно до бажань вільно або невільно викликає прагнення відповідності цьому світу.

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ САЙТУ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТА ПІДТРИМКИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ

канд. техн. наук, проф. В.В. Скороделов, канд. фіз.-мат. наук, проф. О.П. Черних, І.В. Ісаїнков, НТУ "ХПІ", м. Харків

Електроні розважальні програми стають все більш популярною формою проведення дозвілля у різних верств населення. У зв'язку з чим, розробка маркетингових методик просування розважальних програм набуває все більшу популярність та актуальність.

Серед сайтів ігрового сектора з'явився новий тип ресурсів – "ігрові спільноти", що поєднують блоги користувачів, веб-форуми, новини, статті про ігри та інше.

Метою даної роботи якраз і є створення багатофункціонального ігрового сайту для розробки та підтримки кросплатформної розважальної гри "КНРІ RUNNER" для студентської спільноти університету НТУ "ХПІ", в яку можуть входити як користувачі (гравці), так і розробники комп'ютерних ігор.

Аналіз ряду ключових особливостей та теоретичних положень розробки сайтів для рекламних ігрових проектів дозволив сформулювати задачі, які необхідно вирішити при розробці сайту.

Основними задачами нового сайту є активізація і підтримка колективної роботи студентів при розробці програмних та апаратних засобів комп'ютерних ігор, а також їх просування.

Для просування комп'ютерної гри на сайті необхідні:

- контекстна реклама в соціальних мережах для приваблення нових користувачів у гру;
- вибір цільової аудиторії для показу рекламних оголошень;
- розвиток інфраструктури проекту зі збільшенням кількості користувачів з грамотним розподілом за наявними потужностями;
- внутрішньо ігрові маркетингові акції для контролю розподілу користувачів і часу проведеного ними в мережі.

В силу інтерактивної природи ігор не тільки потрібно робити "красиво", а й достовірно, що переконує набагато краще користувачів.

У рекламних ігрових проектах є комунікація з гравцем. Таким чином, реклама в середині ігор росте швидше, ніж інші види реклами. Учасники гри можуть приймати участь у спільному створенні модів гри на самому сайті.

На даний час на сайті реалізовані функції підтримки та розвитку гри, можливості розміщення цікавої інформації про університет, представлення рекламного місця спонсорам університету.

Все це може зацікавити школярів і залучити нових абітурієнтів.

ГРАФІЧНІ ІНТЕРФЕЙСИ КОРИСТУВАЧІВ ВІРТУАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ТА ПРИСТРОЇВ

канд. техн. наук, проф. В.В. Скороделов, канд. фіз.-мат. наук, проф. О.П. Черних, В.В. Прасол, НТУ "ХПІ", м. Харків

Сьогодні при створенні різноманітних вимірювальних приладів використовуються дві різні технології. Перша – це традиційна технологія побудови приладів в основному з використанням апаратних засобів в одному конструктиві. Друга – це технологія віртуальних інструментів, в якій майже всі функції приладу реалізуються за допомогою програмних засобів та комп'ютерного моделювання. Такі віртуальні прилади (ВП) реалізуються на основі персональних комп'ютерів (ПК). Вони надають користувачеві ширші функціональні можливості порівняно з традиційними вимірювальними приладами і мають багато переваг. Апаратна частина (АЧ) ВП представляє собою мікроконтролерний пристрій підключений до ПК. Керування ВП здійснюється за допомогою графічного інтерфейсу користувача (ГК), який генерується програмно в ПК і виводиться на екран монітора.

Дана робота присвячена пошуку способів та інструментальних засобів для створення графічних інтерфейсів користувача ВП, які могли б імітувати лицьові панелі реальних приладів якомога точніше.

На прикладі розробки віртуального осцилографа (ВО) розглянуті особливості створення його графічного інтерфейсу. Аналіз способів створення ГК ВП та інструментальних засобів для їхньої реалізації показав, що для вирішення поставленої задачі краще всього підходять програми 3D-графіки, за допомогою яких можна реалізувати дуже реалістичну лицьову панель приладу. Але вона, на жаль, не буде зв'язана з програмою керування ВП. Для цього потрібно розробити спеціальну мову, таку, наприклад, як в LabVIEW. Це дуже складна задача, тому для розробки ГК ВП краще скористатися графічними засобами мов програмування, що використовуються для розробки програм ПК (наприклад, Visual Studio або Delphi). Наводиться приклад реалізації АЧ ВО на основі універсального програмно-налагоджувального стенду "PIC Easy", а також результати розробки програмних засобів як для верхнього (ПК), так і для нижнього (МК) рівня. Показано переваги та недоліки такого способу реалізації віртуальних приладів в цілому і осцилографа зокрема.

ПЕРСПЕКТИВИ ШИРОКОГО ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ UWB В БЕЗДРОВОВИХ ЗАСОБАХ ЗВ'ЯЗКУ

канд. техн. наук, доц., проф., В.А. Ткаченко, НТУ "ХПИ", м. Харків

Зі стандарту IEEE 802.15.4z слід, що єдиною технологією, яка може забезпечити безпечний і надійний бездротовий доступ в персональних і локальних мережах, є радіотехнологія UWB (ULTRA WIDE BAND). UWB не ліцензується і співіснує з усіма діючими в даний час радіопристроями без будь-яких перешкод [1]. UWB не нова технологія, але її широке застосування стримує поки ще не завершений стандарт і заборона у деяких країнах на виділення неліцензованих діапазонів частот під UBW. Стандарт IEEE 802.15.4z для надширокосмугового зв'язку UWB визначає нижні рівні мережевої моделі OSI: фізичний рівень PHY і управління доступом до середовища MAC. На базі стандарту IEEE 802.15.4 побудовано кілька технологій, наприклад, таких як ZigBee IP, Thread, 6LoWPAN, ISA100.11a і ін.

Динамічно розвиваюча радіотехнологія надширокосмугового зв'язку UWB дуже перспективна для застосування в інформаційно-комунікаційних системах і мережах, зокрема в бездротових персональних (WPAN) і локальних (WLAN) мережах IoT/IIoT (Internet of Things/Industrial Internet of Things), в тому числі і в IoMT (Internet of Medical Things). Крім того, UWB широко застосовується як засіб зв'язку в різній побутовій електроніці з периферійними пристроями (з UWB-пристроями) та в інших пристроях (транспортних, мобільних та ін.).

UWB технологія багатофункціональна, вона дозволяє забезпечити:

- високу надійність, стійкість і ступінь захисту інформації від перехоплення;
- високу швидкість передачі даних, в тому числі мультимедійних;
- низьке енергоспоживання засобів зв'язку;
- рішення задачі визначення місця розташування об'єктів з точністю до декількох см;
- високу проникаючу здатність сигналу;
- практично необмеженого числа радіочастотних каналів зв'язку;
- низьку стоимость средств связи.

Можливими областями застосування технологія UWB є інфокомунікаційні мережі і системи, критичні за швидкістю передачі інформації, надійності і безпеки, до яких відносяться розподілені багаторівневі критичні PoT, що працюють при впливі електромагнітних перешкод в режимі реального часу, а також бездротові натільні мережі WBAN (Wireless Body Area Network), які відносяться до IoMT.

У бездротових мережах PoT на фізичному рівні PHY можливе застосування шумоподібних сигналів UWB. Основними технологіями, які

використовуються для впровадження ІоТ, є M2M та WSN. Причому UWB доцільно застосовувати як в M2M (Machine-to-Machine) для бездротових ліній зв'язку, так і в WSN (Wireless Sensor Network), які відносяться до бездротових сенсорних мереж малого радіусу дії. Використання запропонованої технології в бездротовій мережі ІоТ на фізичному рівні РНУ дозволяє отримати ряд переваг (надійність, безпеку, низьке енергоспоживання, високу швидкість передачі даних, точне визначення місця розташування, проникаючу здатність сигналу), яких неможливо досягти традиційними методами. Радіосигнали UWB, здатні ефективно передавати інформацію в середині приміщень зі складною архітектурою.

Завдяки високій проникаючій здатності радіосигналу UWB і низького енергоспоживання засобів зв'язку, відкриваються широкі можливості застосування цієї технології в натільних мережах WBAN для імплантованих в тіло бездротових медичних датчиків, призначених для моніторингу біометричних даних тіла (стану здоров'я) пацієнта в реальному часі. Для натільних мереж WBAN створений стандарт IEEE 802.15.6 в рамках робочої групи IEEE 802.15. Стандарт підтримує кілька фізичних рівнів РНУ і визначає MAC [2].

Технологія UWB знайшла застосування для зв'язку бездротових периферійних пристроїв (бездротових моніторів, принтерів і ін.) з комп'ютерами через Wireless USB (WUSB). Створюються чіпи для передачі даних на основі технології UWB, які дозволять замінити Bluetooth. UWB-чіпи вбудовуються в iPhone, Smartphone і інші мобільні пристрої для обміну великими обсягами інформації та пошуку втрачених предметів. Технологія UWB застосовується в транспортних засобах для запобігання зіткнень і наїздів, захисту від зломів і крадіжок. Практично необмежена кількість радіочастотних каналів зв'язку UWB і точність позиціонування без GPS забезпечує управління великою групою безпілотних апаратів (повітряних, наземних, водних і підводних безпілотних апаратів). Крім того, UWB застосовується в радіолокаційній техніці, в різних радарах, наприклад, в радарах спостереження через стіни.

Список літератури: 1. IEEE 802.15 WPAN™, Task Group 4z, Enhanced Impulse Radio. [Електронний ресурс] // Режим доступу www URL: <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4z.html> <https://reactjs.org/> (дата звернення 20.06.2020). 2. IEEE 802.15 WPAN™, Task Group 6 (TG6), Body Area Networks. [Електронний ресурс] // Режим доступу www URL: <http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html> (дата звернення 20.06.2020).

СПОСІБ ПОБУДОВИ ВЕБ-КОМУНІКАЦІЙНИХ ДОДАТКІВ ДЛЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ НАГАДУВАНЬ

*канд. техн. наук, доц., проф. В.А. Ткаченко, магістр І.О. Рудницький,
НТУ "ХПІ", м. Харків*

В роботі розглядається спосіб побудови веб-комунікаційних додатків на основі сучасних Web-технологій [1 – 4] для інфокомунікаційних систем, призначених для масової розсилки SMS-сповіщень або нагадувань через Інтернет [5]. Мета цієї роботи. Запропонувати спосіб побудови веб-комунікаційного додатку для системи SMS-нагадувань через Інтернет у режимі реального часу на основі технологій ReactJS, Node.JS/Express, TypeORM, SemanticUI, PostgreSQL, REST API.

На основі аналізу визначено основні компоненти схеми взаємодії та архітектура інфокомунікаційної системи, що розсилає СМС-нагадування. В якості шлюзу застосований Web2SMS шлюз від сервісу Nexmo, який дозволяє відправляти і отримувати текстові повідомлення користувачам по всьому світу через прості API-інтерфейси RESTful. Розроблено алгоритми взаємодії компонентів системи SMS-нагадувань. Для розробки веб-комунікаційного додатка і Nexmo SMS API для роботи з Web2SMS шлюзом вибрана мова програмування Node.JS. Клієнтська частина Web комунікаційного додатку розроблено на HTML5, CSS3 і JavaScript за допомогою підключених бібліотек: ReactJS, SemanticUI React, Redux та ін. Адаптивний графічний інтерфейс веб-комунікаційного додатку з застосуванням SemanticUI, розроблений на HTML5 та стилізований за допомогою використання технології CSS3. Серверна частина Web комунікаційного додатку була розроблена на мові TypeScript в середовищі Node.JS. Для реалізації сервера на базі платформи Node.JS застосовується framework Express та TypeScript. В якості бази даних застосована PostgreSQL. Підключення веб-додатку до Web2SMS шлюзу для розсилки СМС – нагадувань здійснюється за допомогою протоколів прикладного рівня HTTP/HTTPS (REST). Розроблений і апробований веб-додаток відповідає заданим вимогам.

Список літератури: 1. React - A JavaScript library for building user interfaces. [Електронний ресурс] // Режим доступу www URL: <https://reactjs.org/> (дата звернення 05.06.2020). 2. Axios – npm. [Електронний ресурс] // Режим доступу www URL: <https://www.npmjs.com/package/axios> (дата звернення 05.06.2020). 3. Semantic UI: User Interface is the language of the web. [Електронний ресурс] // Режим доступу www URL: <https://semantic-ui.com/> (дата звернення 05.06.2020). 4. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database. [Електронний ресурс] // Режим доступу www URL: <https://www.postgresql.org/semantic-ui.com/> (дата звернення 05.06.2020). 5. Vonage API Developer. [Електронний ресурс] // Режим доступу www URL: <https://developer.nexmo.com/> (дата звернення 05.06.2020).

МЕТОДИ, МОДЕЛІ І ТЕХНОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

канд. техн. наук, доц. К.А. Трубчанінова, УДАЗТ, м. Харків

Основним шляхом забезпечення електромагнітної сумісності телекомунікаційних мобільних систем (ТМС) є зниження рівня випромінювання електромагнітних сигналів. При цьому виникає задача розпізнавання та вилучення двійкового інформаційного сигналу в каналах з адитивного гаусового завадою при малих співвідношеннях сигнал/завада. Вирішенню цієї задачі сприяє застосування надширокосмугової технології з нелінійною обробкою імпульсних інформаційних сигналів, в основу якої покладено принцип безпосередньої передачі малопотужних кодованих імпульсів в дуже широкій смузі частот без несучої частоти із застосуванням часового позиційно-імпульсного кодування. Інформаційне повідомлення являє собою серію надкоротких імпульсних сигналів постійної амплітуди та тривалості. За результатами подвійної спектральної обробки обчислюється комплексна кореляційна функція адитивних гаусових завад в каналі зв'язку. Детектор максимального рівня обчислює модулі кореляційних піків, різницю яких порівнюють із нульовим порогом для прийняття рішення про визначення переданого біту інформації.

ТМС накладають додаткові обмеження щодо випадкової взаємної орієнтації вектору поляризації випромінювання антенних систем. Тому запропоновано метод мерехтливої поляризації та антенна система, які дозволяють усунути ці обмеження. Це дозволило реалізувати потенційно високу щільність каналів зв'язку на один квадратний метр робочої зони. Завдяки зниженню рівня сигналу відносно білого шуму в робочому діапазоні частот здійснюється одночасна без завадова робота як традиційних вузько смугових, так і над широкосмугових систем зв'язку, що гарантовано забезпечує вимоги стосовно електромагнітної сумісності телекомунікаційних мобільних систем на всіх етапах їх розробки та впровадження.

Список літератури: 1. *Serkov A.A.* On the issue of Solving the Problem of Electromagnetic Compatibility to the Wireless Telecommunication Systems / *A.A. Serkov, G.I. Churyumov* // *Applied Radio Electronics*. – 2017. – Vol. 16. – №. 3, 4 – P. 117-121. 2. *Trubchaninova, K.A.* Ultra Wideband Communication Technology in the Transport and Logistics Systems / *K.A. Trubchaninova, A.A. Serkov*, at all // *ICTE in Transportation and Logistics 2019 – ICTE ToL 2019. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure*. Springer, Cham. 2020. – P. 262-270. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39688-6_33

**РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ
ВЕРОЯТНОСТНО-ВРЕМЕННОГО ГРАФА ДЛЯ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА
ЭЛЕКТРОКАРДИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

*д-р техн. наук, проф. А.Е. Филатова, асп. М. Фахс, НТУ "ХПИ",
г. Харьков*

Современная медицина характеризуется резким ростом количества информации, перерабатываемой при решении традиционных врачебных задач: от регистрации биомедицинской информации до постановки диагноза, определения прогноза, выбора и коррекции тактики лечения по результатам диагноза. Обзор литературных источников показал, что много внимания уделяется анализу отдельных этапов процесса электрокардиологического (ЭКГ) исследования, а также их качеству и эффективности, однако системный анализ процесса в целом не производится. С другой стороны, в последнее время наблюдается тенденция использования математического аппарата теории графов для изучения не самих графов и их свойств, а процессов на них. Поэтому построение модели процесса ЭКГ исследования для изучения эффективности рассматриваемого процесса в целом является актуальной научно-прикладной задачей.

В работе разработана структурная модель процесса ЭКГ исследования с использованием аппарата вероятностно-временных графов. Для построения указанной модели были выделены 9 основных состояний рассматриваемого процесса, а также основные этапы, существенно влияющие на эффективность проведения ЭКГ исследования. Впервые получены аналитическое выражение, отражающее зависимость среднего времени проведения ЭКГ исследования от времени прохождения каждого из этапов и вероятностей перехода из одного состояния в другое, а также аналитическое выражение, отражающее зависимость вероятности успешного прохождения ЭКГ исследования от вероятностей успешного прохождения каждого из этапов. Предложенная модель позволила сформулировать критерии эффективности процесса ЭКГ исследования по среднему времени прохождения исследования и вероятности успешного его завершения.

Дальнейшие исследования направлены на экспериментальную проверку эффективности ЭКГ исследований без использования и с использованием различных кардиологических систем поддержки принятия решений с помощью полученных аналитических выражений вероятностно-временных характеристик разработанной модели.

СВЕРХБЫСТРАЯ РАЗМЕТКА КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК НА 4К КАДРЕ

асп. К.С. Хабарлак, канд. ф.-м. наук, доц. Л.С. Коряшкина, НТУ "ДП", г. Днепр

Распознавание ключевых точек лица является составной частью многих алгоритмов работы с лицами, таких как: определение атрибутов лица (наличие улыбки, угол поворота головы, положение глаз и т.д.), наложение артистических масок на лицо, распознавание лиц. Важным аспектом промышленного внедрения таких систем является эффективность работы алгоритма. Значительный прорыв в этом области удалось достичь в PFLD [1], где, используя нейронную сеть MobileNetV2 [2] в качестве основы, удалось достичь высокой производительности даже на мобильных устройствах при нормализованной средней ошибке NME-IPN менее 3,76. Однако, авторы PFLD производили замеры производительности только на небольших изображениях с одним лицом, что несвойственно для практических систем.

В данной работе: 1) построена система для потоковой сверхбыстрой разметки ключевых точек на 4К камерах (для определения лиц на кадре, следуя [1] была использована сеть MTCNN [3]); 2) показана эффективная работа системы в реальном времени, даже при распознавании более 15 лиц на кадре; 3) рассмотрен ряд практических способов ускорения производительности, позволивших в целом увеличить производительность в 1.7 раз по сравнению с [1].

Показанные в работе модификации алгоритма поиска ключевых точек, способны разгрузить систему для выполнения сопутствующих задач, связанных с обработкой лиц, а также уменьшить стоимость оборудования, необходимого для промышленного развёртывания таких систем.

Список литературы: 1. Guo X. PFLD: A practical facial landmark detector / Xiaojie Guo, Siyuan Li, Jiawan Zhang, Jiayi Ma, Lin Ma, Wei Liu, and Haibin Ling – arXiv preprint arXiv:1902.10859, 2019. 2. Sandler M. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks / Mark Sandler, Andrew Howard, Menglong Zhu, Andrey Zhmoginov, Liang-Chieh Chen – arXiv preprint arXiv:1801.04381, 2019. 3. Zhang K. Joint Face Detection and Alignment using Multi-task Cascaded Convolutional Networks / Kaipeng Zhang, Zhanpeng Zhang, Zhifeng Li, Yu Qiao – arXiv preprint arXiv:1604.02878, 2016.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ СИМУЛЯЦИИ ТРАЕКТОРИЙ БОЛЕЗНЕЙ ВИРТУАЛЬНЫМ ПАЦИЕНТОМ

*д-р мед. наук, проф. И.Ю. Худецкий, канд. техн. наук, доц.
Ю.В. Антонова-Рафи, Д.А. Федорюк, НТУУ "КПИ имени Игоря
Сикорского", г. Киев*

Трансляционные исследования многих областей заболеваний требуют глубокого понимания развития и прогрессирования заболеваний во всех биологически значимых масштабах. Примеры соответствующих наблюдательных клинических исследований включают:

- Инициативу нейровизуализации болезни Альцгеймера (ADNI);
- Инициативу по маркерам прогрессирования Паркинсона (PPMI);
- Проект GENIE.

Исследования предоставляют уникальные возможности для получения целостного представления о траектории здоровья пациента и позволяют, например, разрабатывать модели риска заболевания [1], прогрессирования заболевания [2] или различных стадий заболевания [3].

Каждое из этих исследований неизбежно имеет определенные отклонения из-за критериев включения / исключения или чрезмерного представительства определенных географических регионов и этнических групп. Более того, обычно одни и те же показатели клинического исхода, одни и те же молекулярные данные не собираются систематически в разных исследованиях одного и того же заболевания.

Соответственно, составление комплексного представления о конкретном заболевании требует анализа и сравнения нескольких исследований. В настоящее время проводится большое количество клинических исследований в контексте разработки лекарственных препаратов в фармацевтических исследованиях. Однако юридические и этические ограничения обычно не позволяют обмениваться конфиденциальными данными пациента за пределами организации, которая несет ответственность за исследование. Даже в одной и той же организации одни и те же причины иногда препятствуют обмену данными. Как следствие, существуют "хранилища данных", которые замедляют общий научный прогресс в области трансляционных исследований.

Одним из способов устранения этого ограничения выступает идея виртуальной когорты (ВК). Идея состоит в том, чтобы описать продольную когорту пациентов с помощью статистической модели (а именно байесовской сети) в сочетании с методами глубокого обучения (автоэнкодеры). Это позволяет имитировать предметы, которые достаточно похожи на реальные и могут использоваться другими организациями. Затем исследователи могут разрабатывать модели и генерировать гипотезы на основе ВК, которые впоследствии можно будет проверить с помощью

реальных данных в их собственной организации. Таким образом, преодолеваются вышеупомянутые проблемы конфиденциальности данных, касающиеся обмена реальными данными пациентов. Кроме того, ВК открывают возможность для моделирования сценариев, которые не наблюдались в реальности (например, определенный сдвиг в сторону более здоровой популяции).

Идея, лежащая в основе концепции ВК, заключается в том, чтобы охватить сложное взаимодействие различных биологических масштабов и модальностей данных (клинических, геномных, визуализации и т.д.) в рамках одной модели. Это позволяет генерировать виртуальные траектории пациентов, которые очень похожи на реальные.

Bayesian Networks (BNs) позволяют интегрировать разнородные данные в одну структуру моделирования [4], в то же время позволяя решить один из основных сложных аспектов данных клинического исследования, а именно, учет большого количества пропущенных значений. Кроме того, BNs принадлежат к семейству генеративных моделей и, следовательно, могут использоваться для моделирования виртуальных траекторий пациентов после подгонки модели [5].

С методологической точки зрения, одной из основных проблем данного подхода выступает то, что многие пациенты обычно выбывают из исследования в какой-то момент, например, из-за ухудшения симптомов. Таким образом, большинство авторов сосредоточили свои усилия на моделировании только на пациентах, которые наблюдались до конца исследования [3], что может привести к резкой потере данных и потенциальным отклонениям модели. Таким образом, одним из важных аспектов подхода BNs является механизм, который напрямую включает систематическое отсутствие данных в исследовании пациентов в модель BN. Еще одной отличительной чертой является сочетание методов глубокого обучения, в частности, сетей с автоматическим кодированием, для уменьшения размерности данных. Кроме того, это позволяет применять изучение структуры BN к данным реалистичного размера выборки при разумных вычислительных затратах.

Список литературы: 1. *Khanna S. et al. Using multi-scale genetic, neuroimaging and clinical data for predicting Alzheimer's disease and reconstruction of relevant biological mechanisms // Sci. Rep. – 2018. – № 8. – P. 11-17.* 2. *Hayete B. et al. A Bayesian mathematical model of motor and cognitive outcomes in Parkinson's Disease // PLoS ONE 12. – 2017. – e0178982.* 3. *Conrado D.J. et al. Dopamine transporter neuroimaging as an enrichment biomarker in Early Parkinson's Disease clinical trials: a disease progression modeling analysis // Clin. Transl. Sci. – 2018. – № 11. – P. 63-70.* 4. *Vermunt L. et al. Duration of Alzheimer's Disease in the preclinical, prodromal and dementia stage: a multi-state model analysis // Alzheimer's Dement. J. Alzheimer's Assoc. – 2017. – № 13. – P585-P586.* 5. *Ahmad A., Fröhlich H. Integrating heterogeneous omics data via statistical inference and learning techniques // Genom. Comput. Biol. – 2016. – № 2. – P. 32.*

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В ТЕПЛОБМІННИХ АПАРАТАХ ДЛЯ ШТУЧНОГО КРОВООБІГУ

д-р техн. наук, доц. В.В. Шликов, В.А. Данілова, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

Запропоновано модель процесу теплообміну в теплообміннику апарата для штучного кровообігу, яка дозволяє автоматизувати процес регулювання температури в контурі штучного кровообігу з точністю $\pm 1^\circ\text{C}$ під час кардіохірургічної операції в умовах регульованого охолодження та зігрівання серця і мозку пацієнта.

Автоматизація процесу регулювання температури у контурі штучного кровообігу передбачає наступні етапи побудови інформаційної системи: вибір системи автоматичного регулювання, наприклад одноконтурної системи автоматичного регулювання температури; вибір типового процесу регулювання, наприклад моделі пропорційного регулювання температури холодоагенту $T(t, P)$ в системі в залежності від напрямку потоку рідини і змінного тиску рідини $P(t)$ в контурі; побудову функціональної схеми системи управління передачі теплової енергії, наприклад у системі MSC Easy5 для моделювання і опису математичних моделей схеми управління температурою; формалізацію алгоритму управління, наприклад програми для мікропроцесорної системи, у якій реалізовано спеціалізований алгоритм управління температурою.

Концепцію застосування системи MSC Easy5 для моделювання схеми управління температурою рідини в теплообміннику (ТО) апарата штучного кровообігу (АШК) представлено на рис. 1.

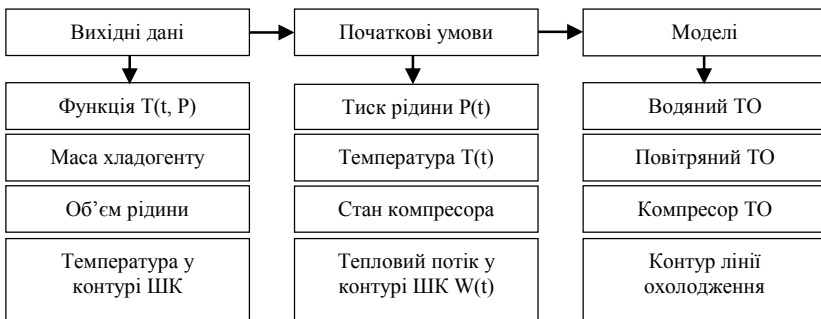


Рис. 1. Застосування системи MSC Easy5 для АШК

У системі MSC Easy5 реалізовано математичні моделі для кожного блоку схеми управління температурою в контурі штучного кровообігу з точністю регулювання температури $\pm 1^\circ\text{C}$.

GAME ENGINE FOR VISUAL NOVELS

*stud. O.D. Shushlyakov, senior lecturer S.G. Mezheryskyi, NTU "KhPI",
Kharkiv*

Visual novel - a genre of computer games, a subset of a text quest in which the viewer is shown a story by displaying text, static or animated images, as well as sound and/or music.

Creating visual novels requires knowledge and the ability to use the programming language in which the selected engine was written, but there are no good engines in Java (or other JVM languages).

Porting games to other platforms is often an expensive and time consuming process.

Own cross-platform implementation of the game engine in the Kotlin programming language was created, which meets the basic criteria for creating a visual novel.

The program is based on the LibGDX framework in the Java programming language, with support for Windows, Linux, Mac, Android, iOS, HTML5+WebGL.

A custom scripting language has been created, similar to the Assembler language, which allows you to specify the sequence of the flow of the plot and its branching, as well as control the display of the visualization of the creation.

The use of RAM and GPU capacities has been optimized.

A localization system has been developed for any languages, supporting its own TrueType font for each, with a list of used symbols for further optimization.

The result was a tool for creating visual novels, as well as suitable for wider use in other areas, such as the development of interactive textbooks, presentations or educational games.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Мигуценко Р.П., Кропачек О.Ю.</i> Управління вібраційним промисловим об'єктом	3
<i>Воробієнко П.П., Тіхонов В.І., Тихонова О.В., Яворська О.М.</i> Удосконалення методики викладання інтернету речей в закладах вищої освіти	4
<i>Худаяров Б.А., Кучаров О.Р.</i> Численное моделирование колебаний вязкоупругих трубопроводов по теории Тимошенко	11
<i>Дмитрієнко В.Д., Заковоротний О.Ю., Леонов С.Ю., Главчев Д.М.</i> Моделювання та оптимізація процесів перевезення вантажів тяговим рухомим складом	12
<i>Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Хорошайло В.В., Анциферова О.А., Анциферова О.В.</i> Інформаційне моделювання технологічних процесів зубообробки загартованих крупномодульних зубчастих коліс	13
<i>Krivouilya, G.F., Yayra Maud, Bogomazo Є.</i> Localization of nodes large-scale wireless sensor networks	15
<i>Поворознюк А.И., Поворознюк О.А., Шехна Х.</i> Моделирование и прогноз развития эпидемиологических процессов	16
<i>Гамзаев Х.М., Джафарова Э.</i> Моделирование нестационарного течения вязкоупругой жидкости в трубе	17
<i>Бойко О.В., Дорош Н.В., Ільканич К.І., Кучмії Г.Л., Дорош О.І., Степанюк О.Ю.</i> Моделі E-health та особливості впровадження системи електронного здоров'я в Україні	18

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Баранник В.В., Бабенко Ю.М., Шultzгинс С.С.</i> Метод кодирования для повышения доступности и целостности видеоресурсов в телекоммуникационных системах	20
<i>Білобородова Т.О.</i> Підхід до виявлення штучно згенерованих наукових публікацій	21

<i>Бречко В.А., Маслак М.В.</i> Хранение и обработка данных с помощью нейронных сетей ассоциативной памяти	22
<i>Гадзюк К.П., Нікітіна О.М., Телішевська А.В.</i> Реалізація елементарних функцій взаємодій при моделюванні біо-подібних процесів та систем	23
<i>Гасанов М.И., Заковоротный А.Ю., Пермьяков А.А., Клочко А.А., Перминов Е.В.</i> Эффективность применения магнитожидкостных смазок высокоскоростных зубчатых передач с эффектом избирательного переноса	24
<i>Грабченко А.И., Заковоротный А.Ю., Клочко А.А., Майборода В.С., Охрименко А.А., Юрчиши О.Я.</i> Исследование процессов деформации и разрушения срезаемого слоя при зубофрезеровани на основе энергетического подхода	27
<i>Дмитрієва О.А., Бичек О.І.</i> Програмна система нейромережевого синтезу людської мови	32
<i>Дмитрієнко В.Д., Леонов С.Ю.</i> Нейромережевий компонент, що паралельно обробляє різнорідну вхідну інформацію	33
<i>Дмитрієнко В.Д., Леонов С.Ю., Капшук К.С.</i> Применение проблемно ориентированных нейронных сетей в криптографии	34
<i>Заповловський М.Й., Мезенцев М.В.</i> Синтез управлiнь електроприводом змінного струму	36
<i>Збруцькій О.В., Ащепкова Н.С.</i> Моделювання динаміки автономного мобільного робота змінюваної конфігурації	37
<i>Зиненко Н.С.</i> К оценке перспектив использования вариационных принципов в интеллектуальных измерительных приборах	38
<i>Касумов Касум Гурбан</i> Решение задачи линейного программирования со специальной структурой	39
<i>Козачок Л.М.</i> Побудова розкладу управління транспортними системами за допомогою методів рішення задач розбиття	40
<i>Козіна О.А.</i> Проблеми поширення використання безконфліктних типів даних реплікації	42
<i>Ларікова В.В., Мороз В.В.</i> Порівняльний аналіз методів розділення сигналів	43

<i>Ліпчанська О.В., Ліпчанський М.В., Молчанов Г.І.</i> Застосування глибоких нейронних мереж для оцінки стану залізничної колії при наближенні поїзду до станції	44
<i>Мацій О.Б.</i> Використання динамічного контенту для підвищення релевантності інформації	45
<i>Мірошник М.А., Шкіль А.С., Кулак Э.Н., Філіппенко І.В., Рахліс Д.Е.</i> Аналіз коректності графових моделей автоматичних систем логічного управління на ПЛІС	46
<i>Мірошник М.А., Клименко Л.А., Крилова В.А., Салфетникова Ю.М., Деменкова С.Д., Мірошник А.Н.</i> Аппаратная реализация временных конечных автоматов	48
<i>Міловська К.М., Мороз В.В.</i> Нейромережевий підхід до прогнозування часових рядів при обмеженні історичних даних	52
<i>Мироненко Е.В., Мизущенко Р.П., Заковоротный А.Ю., Анциферова О.А., Орлова Т.А., Камчатная-Степанова Е.В.</i> Основные положения проектирования систем блочно-модульных инструментов	53
<i>Мнушка О.В., Савченко В.М.</i> Апаратно-програмна платформа для прототипування пристроїв інтернету речей	55
<i>Мнушка О.В., Савченко В.М.</i> Тестування та експериментальні дослідження комплексних рішень для інтернету речей	56
<i>Можасєв О.О., Мелашенко О.П., Рог В.Є.</i> Методи технічного захисту інформації в інформаційній системі національної поліції України	57
<i>Можасєв М.А.</i> Метод повышения качества обслуживания компьютерной сети информационной системы судебной экспертизы.....	58
<i>Nesterov Maksym</i> Assessment of the influence of database parameters	59
<i>Носков В.І., Мезенцев М.В., Гейко Г.В.</i> Контроль і діагностика локомотивів	60
<i>Орлов Д.М., Заковоротный А.Ю., Бреславец В.С., Бреславец Ю.В.</i> Моделирование перехода к комплексной автоматизации производственного процесса с помощью систем искусственного интеллекта	61

<i>Павленко В.Д., Шаманіна Т.В.</i> Метод обчислень багатовимірних перехідних функцій окорухової системи на основі даних експериментів "вхід-вихід"	62
Панченко А.Ю., <i>Ибраимов И.К., Чан Лю</i> Задачи предварительной обработки сигналов дистанционных акустических и радиоакустических измерений метеопараметров в АПС	63
Панченко А.Ю., <i>Кошевой С.В.</i> Использование аналитических моделей для создания алгоритмов обработки сигналов свч сенсоров	65
Панченко А.Ю., <i>Кравец Н.В.</i> Условия постановки задачи алгоритма выделения информации многолучевой системой РАЗ	66
<i>Povorozniuk N.I.</i> Heart sound segmentation based on envelogram methods	67
<i>Повхан І.Ф.</i> Питання загальної складності процедури побудови логічного дерева класифікації	68
<i>Прасол І.В., Дацок О.М., Єрошенко О.А.</i> Аналіз факторів, що впливають на процес реєстрації емг сигналів м'язів людини	74
<i>Rubezhyn E.S., Mezheryskiyi S.G.</i> Tracku mobile application development	75
<i>Самигулина Г.А., Самигулина З.И.</i> Автоматизированная технология моделирования процессов медицины с использованием базы данных медицинской экспертной системы учитывающей зависимости "структура-свойство" лекарственных соединений	76
<i>Сайковская Л.Ф., Чекубашева В.А.</i> Обработка рентгеновских снимков для диагностики сложных случаев переломов	77
<i>Серков О.А., Панченко С.В., Трубчанінова К.А.</i> Метод передачі бінарної інформації в транспортних засобах	78
<i>Сідляренко А.І.</i> Консолідація даних стану мережі автомобільних доріг на різних етапах життєвого циклу	79
<i>Скорodelов В.В., Черних О.П., Засць М.В., Коваль Д.А.</i> Ігрова віртуальна реальність	80
<i>Скорodelов В.В., Черних О.П., Ісайнков І.В.</i> Особливості створення сайту для розробки та підтримки комп'ютерної гри	81
<i>Скорodelов В.В., Черних О.П., Прасол В.В.</i> Графічні інтерфейси користувачів віртуальних приладів та пристроїв	82

<i>Ткаченко В.А.</i> Перспективи широкого застосування технології UWB в бездротових засобах зв'язку	83
<i>Ткаченко В.А., Рудницький І.О.</i> Спосіб побудови веб-комунікаційних додатків для інфокомунікаційних систем нагадувань	85
<i>Трубчанінова К.А.</i> Методи, моделі і технологія забезпечення електромагнітної сумісності мобільних телекомунікаційних систем	86
<i>Филатова А.Е., Фахс М.</i> Разработка структурной модели на основе вероятностно-временного графа для оценки эффективности процесса электрокардиологического исследования	87
<i>Хабарлак К.С., Коряшкина Л.С.</i> Сверхбыстрая разметка ключевых точек на 4К кадре	88
<i>Худецкий И.Ю., Антонова-Рафи Ю.В., Федорук Д.А.</i> Аналитический обзор методов симуляции траекторий болезней виртуальным пациентом	89
<i>Шликов В.В., Данілова В.А.</i> Моделювання процесів теплообміну в теплобмінних апаратах для штучного кровообігу	91
<i>Shushlyakov O.D., Mezheryskyi S.G.</i> Game engine for visual novels	92

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ТЕЗИ ДВАДЦЯТОЇ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ"
(ПІМ-2020)**

Відповідальний за випуск к.т.н. М.Й. Заполовський

Науковий редактор д.т.н. Дмитрієнко В.Д.
Технічний редактор д.т.н. Леонов С.Ю.

Підп. до друку 29.08.2020 р. Формат 60x84 1/16. Папір Сору Рарер.
Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 5,3. Облік. вид. арк. 5,2. Наклад 120
прим. Ціна договірна

НТУ "ХП", 61002, Харків, вул. Кіричова, 2

Видавничий центр НТУ "ХП"
Свідоцтво ДК № 116 від 10.07.2000 р.

Виготовлено у ТОВ ВПП "Контраст".
Україна, 61166, м. Харків, пр. Науки, 40, оф. 221.
Св-во: ДК №1778 від 05.05.2004