

**Інститут проблем штучного інтелекту, Київ, Україна
Факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
Брестський державний технічний університет, Брест, Білорусь
НДІ прикладних проблем математики та інформатики
Білоруського державного університету, Мінськ, Білорусь
Люблінський університет технологій, Люблін, Польща
Firma "Soft Xpansion GmbH & Co. KG.", Bochum, Germany
Інститут інформаційних та обчислювальних технологій,
Алмати, Казахстан**

AIIS'2019

МАТЕРІАЛИ

Міжнародної наукової молодіжної школи

СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ

ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

**м. Київ, Україна
18 жовтня 2019 р.**

**Київ
2019**

УДК 004.89

ББК 32.973

С 34

С 34 Системи та засоби штучного інтелекту: тези доповідей Міжнародної наукової молодіжної школи. – Київ: ІПШ «Наука і освіта», 2019. – 86 с.

Міжнародна наукова молодіжна школа «Системи та засоби штучного інтелекту» проводиться в рамках Міжнародної науково-практичної конференції «ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ та ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ» та традиційно сприяє інтеграції та координації зусиль молодих вчених в галузі інформаційно-комунікаційних технологій. Робота школи спрямована на підтримку та подальший розвиток інноваційних ідей та пошуків, залучення талановитої молоді до наукових досліджень, популяризацію науки та вироблення спільних концепцій та засад перспективних напрямів в галузі інформаційно-комунікаційних технологій.

**© ІПШ “Наука і освіта”
МОН І НАН України, 2019**

МЕТА ПРОВЕДЕННЯ

Налагодження контактів, об'єднання зусиль вчених у розвитку досліджень і розробок у галузі штучного інтелекту, пріоритетних напрямів розвитку інтелектуальних інформаційних систем, інформаційно-комунікаційних технологій та їх практичної реалізації в різних сферах діяльності. Надання молодим вченим можливості апробації наукових результатів. Розроблення рекомендацій з підвищення рівня підготовки фахівців у галузі штучного інтелекту.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Шевченко А.І.	чл.-кор. НАН України (Київ, Україна) – голова
Анісімов А.В.	чл.-кор. НАН України (Київ, Україна) – заступник голови
Вуйцик Вальдемар	д.т.н., професор (Люблін, Польща) – заступник голови
Крак Ю.В.	чл.-кор. НАН України (Київ, Україна) – заступник голови
Juri Stern	PhD (Bochum, Germany)
Viktor Berbyuk	Professor (Gothenburg, Sweden)
Yoshihiko Okabe	Professor (Kobe, Japan)
Ахметшина Л.Г.	д.т.н., професор (Дніпро, Україна)
Буза М.К.	д.т.н., професор (Мінськ, Білорусь)
Головко В.А.	д.т.н., професор (Брест, Білорусь)
Задірака В.К.	академік НАН України (Київ, Україна)
Керол Бейлі	віце-президент корпорації Motorola (1965-1978), (США)
Калімолдаєв М.Н.	академік НАН Республіки Казахстан (Алмати, Республіка Казахстан)

Ковалевський С.В.	д.т.н., професор (Краматорськ, Україна)
Коваленко І.М.	академік НАН України (Київ, Україна)
Литвиненко В.І.	д.т.н., професор (Херсон, Україна)
Нікітченко М.С.	д.ф.-м.н., професор (Київ, Україна)
Палагін О.В.	академік НАН України (Київ, Україна)
Харін Ю.С.	чл.-кор. НАН Білорусі (Мінськ, Білорусь)
Хіміч О.М.	чл.-кор. НАН України (Київ, Україна)
Шаховська Н.Б.	д.т.н., професор (Львів, Україна)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Самберг А.	д.т.н., проф. (Київ, Україна) – голова
Вольчина І.І.	(Київ, Україна)
Гаркуша Н.І.	к.е.н. (Київ, Україна)
Касьянюк В.С.	к.ф.-м.н. (Київ, Україна)
Клименко М.С.	(Київ, Україна)
Шуть В.М.	к.т.н., доц. (Брест, Білорусь)

НАПРЯМИ РОБОТИ

- ❖ Концептуальні, філософські та методологічні проблеми створення систем штучного інтелекту.
- ❖ Алгоритмічне та програмне забезпечення інтелектуальних систем.
- ❖ Людино-машинна взаємодія.
- ❖ Знання-орієнтовані системи підтримки прийняття рішень.
- ❖ Інтелектуальні робототехнічні та транспортні системи.
- ❖ Технології e-learning.
- ❖ Нейронні мережі і нейромережеві технології. Проблеми безпеки інформаційних систем.
- ❖ Кіберфізичні системи.

ЗМІСТ

<i>Н. Амангельды, Ю.В. Крак, С.А. Кудубаева</i> КЛАССИФИКАЦИЯ ФОРМ ДЕМОНСТРАЦИИ ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	8
<i>Р.О. Багрий, О.В. Бармак, Ю.В. Крак, Д.В. Шкільнюк</i> АЛЬТЕРНАТИВНЕ СПІЛКУВАННЯ ОБМЕЖЕ- НОЮ КІЛЬКІСТЮ КЕРУВАНЬ	12
<i>О.В. Бармак, Ю.В. Крак, В.С. Касьянюк, О.В. Мазурець</i> МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАН- НЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	15
<i>М.В. Бевза, А.В. Анісімов</i> ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ, ОТРИМАНОЇ З КОНТЕКСТНО-ЗАЛЕЖНИХ РЕПРЕЗЕНТА- ЦІЙ СЛІВ ДЛЯ РОЗМІТКИ ТЕГІВ ЧАСТИН МОВИ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ІМЕНОВАНИХ СУТНОСТЕЙ	18
<i>М.В. Бевза, А.В. Анісімов</i> ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ, ОТРИМАНОЇ ЗІ ШТУЧНИХ НЕЙРОНІВ, ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧІ ОТРИМАННЯ ТЕГІВ ЧАСТИН МОВИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗПІЗНАВАН- НЯ ІМЕНОВАНИХ СУТНОСТЕЙ	21
<i>О.М. Борисенко, А.А. Федькевич, А.В. Сафошин, В.В. Севєрін</i> СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОНСОЛІДОВАНОГО ІНФОР-	26

МАЦІЙНОГО РЕСУРСУ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ОПЕРАЦІЙ З КРИПТОВАЛЮТОЮ <i>Ю.І. Ігнатушко</i> ПРАВОВІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	31
<i>В.О. Кузнецов, Ю.В. Крак, А.І. Куляс, В.І. Ляшко</i> АЛГОРИТМ ДЕФОРМАЦІЇ ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИ- НИ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ І ВІДСТЕЖЕННЯ ОСОБЛИВИХ ПСИХОЕМОЦІЙНИХ СТАНІВ	37
<i>Я.В. Липницький, С.В. Клименко</i> ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ У ВИЩІЙ ТЕХ- НІЧНІЙ ШКОЛІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МАТЕ- МАТИЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ	42
<i>У. Lukianchuk</i> APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COMPUTER FORENSICS	46
<i>О.Г. Марголін</i> АНАЛІЗ ЯКОСТІ КЛАСИФІКАТОРІВ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ	49
<i>С.Р. Окренець, Д.С. Дробот, Л.С. Тупітчак, К.А. Попов</i> ОПТИМІЗАЦІЯ КОГНІТИВНОЇ КАРТИ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗУВАННЯ	53
<i>А.О. Пашко, І.О. Пінчук</i> НЕЧІТКЕ ОЦІНЮВАННЯ ІНШОМОВНОЇ КОМУ- НІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ	59
<i>А.С. Сверстюк, В.П. Марценюк, Н.В. Козодій</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КІБЕРФІЗИЧНОЇ ІМУНОСЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ НА ПРЯМО- КУТНІЙ РЕШТЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕ- ШТЧАСТИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ	62

ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ

- Д.Ю. Скрибайло-Леськів, В.В. Різник*
МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ЗАВА- 65
ДОСТІЙКИХ ЦИКЛІЧНИХ КОДІВ
A.V. Sosnitsky, A.I. Shevchenko
THE INTELLIGENCE ARTIFICIAL SYNTHESIS 72
PROBLEM AND RADICAL REFORM OF
MODERN SCIENCE
*S. Telenyk, O. Savchuk, E. Pokrovskiy, O. Morgal,
M. Zayarnyuk*
ON USAGE OF NEURAL NETWORK FOR PRO- 74
CESSING INFORMATION OF ARCHITECTURE
FORMS
V. Tymchenko, Ph. Marchenko
DEEP LEARNING APPROACH TO DIABETIC 79
RETINOPATHY DETECTION
*Є.М. Федорченко, А.О. Олійник,
О.О. Степаненко, С.К. Корнієнко,
А.С. Харченко, Д.А. Гончаренко*
РОЗРОБКА ЕВОЛЮЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ У 82
ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ АСОРТИМЕНТОМ
МЕРЕЖЕВИХ АПТЕК

КЛАССИФИКАЦИЯ ФОРМ ДЕМОНСТРАЦИИ ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Н. Амангельды¹, Ю.В. Крак², С.А. Кудубаева¹

¹Евразийский национальный университет
имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

²Киевский национальный университет
имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

В данной работе исследуется подход к построению классов различных движений рук человека при демонстрации жестовой информации. В качестве основных свойств при показе жестов взяты локализация руки относительно тела, направление движения рук и ориентация ладони. Для построения классов предлагается использовать онтологическую модель предметной области, ориентированную на проблемы распознавания жестового языка. Для анализа данных и построения онтологической модели взяты около тысячи жестов, которые характеризуют возможные вариации жестов по форме их демонстрации. В результате исследований выделено больше двухсот различных классов, для которых разрабатываются различные методы и алгоритмы распознавания с учетом специфики классов.

Жестовый язык (ЖЯ) является невербальной системой коммуникации между слышащими людьми и людьми с проблемами слуха, причем для последних он используется как основной способ общения, при котором практически каждому слову можно найти жестовое соответствие [1]. Основная единица жестового языка – жест, который характеризуется иконичностью, т.е. возможностью обозначения предмета путем демонстрации при помощи движений рук, мими-

кой и артикуляцией лица, поворотами головы и т.п. визуальных параметров объекта. Для параметризации показа жестов выделяют пять компонентов жеста: конфигурация (форма руки/рук), место исполнения (локализация), направление движения, характер движения и немануальный компонент (выражение лица и артикуляция) [1,2]. В качестве основных свойств при показе жестов возьмем локализацию, направление движения и ориентацию ладони и введем следующие понятия и обозначения для построения модели (табл. 1.)

Таблица 1. Основные параметры для демонстрации жестов.

Локализация		Ω
1	in_the_head_area – в районе головы	HA
1.1	over_the_head – над головой	HA/OH
1.2	right_left_of_the_head – справа или слева от головы	HA/RLH
1.3	touching_face – касается лица	HA/TF
1.4	touches_the_neck – касается шеи	HA/TN
2	neutral_zone – нейтральная зона	NZ
3	near_the_right_shoulder – около правого плеча	NSH
4	at_the_waist – в районе талии	W

<i>Продовження таблиці 1</i>		
Ориентация ладони		ψ
1	palm_look_right_or_left – ладонь направлена направо или налево	PRL
2	palm_looks_down – ладонь направлена вниз	PD
3	palm_looks_up – ладонь направлена вверх	PU
4	palm_looks_to_from_speaker – ладонь направлена к говорящему или от говорящего	PTFS
Движение		\leftrightarrow
1	from_to_the_speaker – в сторону или от говорящего	TFS
2	down_up_ward_Left_right_movement – вверх, вниз, налево или направо	DULRS
3	circular_movement – круговые движение	CM

Онтология в контексте информационных технологий представляется иерархической системой понятий и терминов (структура, модель) некоторой предметной области [3]. Для создания онтологической модели предметной области выбран казахский жестовый язык: в качестве словаря языка взяты около тысячи жестов, демонстрация которых приведена на

сайте [4]. Основными компонентами онтологии являются классы или понятия. Классы – это абстрактные группы, которые могут включать в себе экземпляры, другие классы или сочетание того и другого. Классы в онтологиях обычно организованы в таксономию – иерархическую классификацию понятий по отношению включения. Для построения онтологической модели жестового языка было выделено два класса жестов первого уровня – одноручные (демонстрация жеста осуществляется одной рукой) и двуручные, когда информация передается с помощью движений двух рук. Класс может иметь подклассы, которые представляют более конкретные понятия, чем надкласс.

Онтологическая модель предметной области реализована и протестирована в системе Protégé 5.5.0 beta. В результате подробного исследования словаря жестовой речи [4] по форме представления жестов, по положению или направлению структурных элементов жеста, онтологическая модель была получена в виде 204 классов форм представления жеста. Сюда не входят жесты при показе которых две руки пересекаются, поскольку такие представления требуют дальнейшего подробного анализа.

Таким образом, построенная онтологическая модель позволяет описать около 70% всех возможных вариаций жестов [5,6], для которых можно предложить эффективные процедуры распознавания. Распознавание остальных жестов требует различных подходов с учетом специфики демонстрации жестов. Отметим также, что для распознавания жестов необходимо соблюдение определенных правил для записи жестов, в частности, наличие однотонного фона, дик-

торы жестового языка должны быть одеты в однотонную одежду, контрастную к цвету рук и т.д.

Литература

1. Димскис, Л.С. Изучаем жестовый язык. М.: Изд. центр «Академия», 2002. 128 с.
2. Kryvonos, Iu.G., Krak, Yu.V., Barchukova, Yu.V., Trotsenko, B.A.: Human hand motion parametrization for dactylemes modeling. Journal of Automation and Information Sciences 43 (12): 1-11 (2011).
3. Зайцева, Г.Л. Жестовая речь. Дактилология. М.: Владос, 2000. 192 с.
4. www.surdo.kz. Режим доступа 01.09.2019.
5. Kryvonos, Iu.G., Krak, Iu.V. Modeling human hand movements, facial expressions, and articulation to synthesize and visualize gesture information. Cybernetics and Systems Analysis, 47(4), pp. 501-505 (2011).
6. Kudubayeva, S. Ryumin, D., Sndetbayeva, A., Krak, Y. Computing of Hands Gestures' Informative Video Features. Proceedings Of the XI th International Scientific and Technical Conference. Lviv, Ukraine 2016, pp. 55-58.

АЛЬТЕРНАТИВНЕ СПІЛКУВАННЯ ОБМЕЖЕНОЮ КІЛЬКІСТЮ КЕРУВАНЬ

Р.О. Багрій¹, О.В. Бармак¹, Ю.В. Крак², Д.В. Шкільнюк³

¹ Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

² Хмельницький національний університет,
Хмельницький, Україна

³ Чернівецький національний університет
імені Василя Стефаника, Чернівці, Україна

Розглянуто технології отримання інформаційного сигналу від людей з порушенням мовлення, що дозволяють реалізувати для них альтернативну комунікацію. Запропоновано способи подання обмеженої кількості керувань для здійснення вибору елементів управління. Розроблено інформаційну технологію та

програмне застосування для реалізації спілкування, де обмежена кількістю керувань моделюється за допомогою конфігурацій пальців людини.

Вступ. Спілкування є життєвою необхідністю для людини та однією з основних її потреб. Великий прошарок людей з порушеннями мови потребує додаткових засобів альтернативної комунікації для реалізації спілкування. Концепція додаткової та альтернативної комунікації полягає в наданні людям з обмеженими можливостями спілкування засобів для комунікації із зовнішнім світом [1].

Виклад основного матеріалу. Спілкування людей з порушенням мовлення може реалізовуватись різними способами. Залежно від реальних залишкових можливостей людини використовуються технології, що відстежують переміщення руки (або хоча б одного пальця); положення якоїсь частини тіла (голови, носа, підборіддя, пальця); положення очей та методи з галузі нейрокомп'ютерних інтерфейсів (BCI).

Для людей, що тимчасово втратили можливість говорити, важлива відсутність додаткового навчання та можливість використання рідної мови для передачі інформації. Для цієї групи людей запропоновано підхід до використання невербальних комунікативних засобів, де обмежена кількість керувань моделюється за допомогою конфігурацій пальців, які зручно відтворювати та легко запам'ятовувати [2]. Основна складність будь-якого засобу альтернативної комунікації полягає в тому, що великий набір символів мови необхідно пов'язати з дуже обмеженим набором керувань. Для прискорення процесу комунікації запропоновано згрупувати букви алфавіту в елементах управління. Для значної кількості сучасних людей вже

притаманно керувати процесом введення текстової інформації за допомогою різних типів клавіатур (як фізичних, так і віртуальних). Враховуючи наведені особливості здійснення альтернативної комунікації, розроблено інформаційну технологію, що надає можливість реалізувати спілкування обмеженою кількістю керувань [3]. На рис. 1 наведено один із варіантів програмної реалізації, де обмежені керування подаються за допомогою простих жестів, що пов'язані з елементами управління у вигляді віртуальної клавіатури зі згрупованими буквами алфавіту.

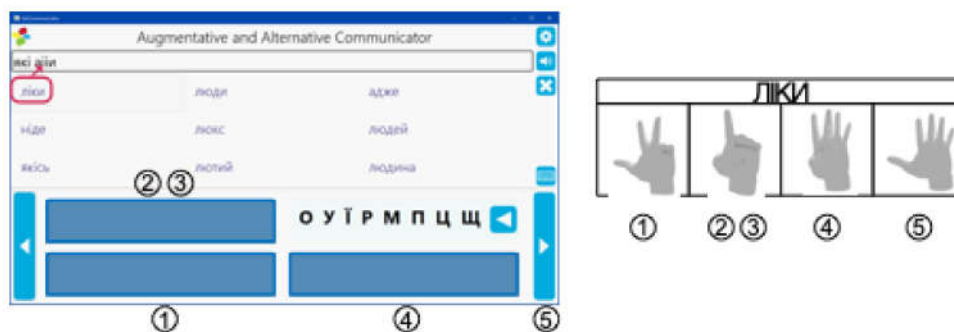


Рис. 1. Комунікація за допомогою простих жестів

Висновки. Запропонований підхід дозволяє реалізувати альтернативну комунікацію з використанням обмеженої кількості керувань, які моделюється за допомогою простих конфігурацій пальців людини. Основною перевагою є простота використання та доступність для людей з тимчасовими порушеннями комунікації.

Література

1. Augmentative and Alternative Communication (AAC) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.asha.org/public/speech/disorders/AAC/>.
2. Kryvonos Iu.G. New tools of alternative communication for persons with verbal communication disorders / Iu.G. Kryvonos, Iu.V. Krak,

- O.V. Barmak, R.O. Bagriy // Cybernetics and Systems Analysis. Volume 52, Issue 5. – 2016. – P. 665–673.
3. Barmak O. Information technology for entering text based on tools of the special virtual keyboard mobile and auxiliary devices / O. Barmak, R. Bahrii, I. Krak, V. Kasianiuk // Proceedings of the Second International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2019), Zaporizhzhia, Ukraine, 2019. – P. 413-427.

МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

О.В. Бармак¹, Ю.В. Крак², В.С. Касянюк², О.В. Мазурець¹

¹Хмельницький національний університет,
Хмельницький, Україна

²Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Розглянуто метод автоматизованого створення тестових завдань до навчальних матеріалів, який не вимагає додаткової їх формалізації та використовує продукційну модель представлення знань для подання правил формування тестових завдань. Створені тестові завдання співставленні з усіма рівнями семантичної структури навчального матеріалу, що забезпечує його повне покриття та надає можливість проведення адаптивного контролю рівня одержаних знань.

Вступ. Важливу роль у вирішенні проблеми ефективного контролю рівня засвоєних знань відіграє комп'ютерне тестування. Значна частина навчального матеріалу багатьох курсів навчальних дисциплін містить переважно текстовий контент, який характеризується послідовністю та семантичною зв'язністю подання. Ця ознака відриває шлях до розробки методу автоматизованого формування тестових завдань, який не вимагає суттєвої попередньої обробки навчального матеріалу.

Виклад основного матеріалу. Вхідними даними методу є контент навчального матеріалу чи його визначеного елемента структури та відповідна множина ключових термінів; вихідними даними є множина тестових завдань, а також множини зв'язків – між заголовками та тестовими завданнями і між ключовими термінами та тестовими завданнями [1]. Для роботи методу необхідна множина правил продукції тестових завдань, створених окремо і заздалегідь. Вхідні дані методу можуть бути одержані автоматизовано з навчального матеріалу [2].

Основним дієвим компонентом методу є правила продукції, які можна подати так: *ЯКЩО* <умова> *ТО* <висновок чи дія>, тобто правило складається з умовної та дієвої частини (рис. 1).

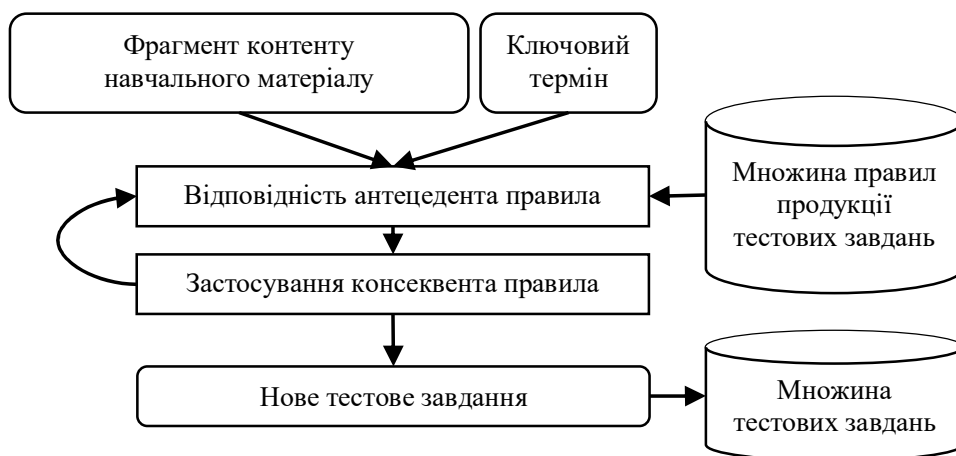


Рис. 1. Схема створення нових тестових завдань.

Умовою (антецедентом) є деяке речення-шаблон, за яким здійснюється пошук, а дією (консеквентом) – алгоритм перетворення речення на контент складових тестового завдання, що виконуються при успішних результатах пошуку.

Для створення множини тестових завдань ко-

жен елемент з кожної рубрики документа перевіряється на наявність кожного ключового терміна, зіставленого з даною рубрикою. Якщо термін присутній у фрагменті, то проводиться перебір правил продукції на предмет відповідності умови (антецедента) правила. Кожен випадок відповідності має наслідком автоматичне створення нового тестового завдання. Дієва частина правила продукції (консеквент) визначає алгоритм перетворення контенту фрагмента у тестове завдання.

Висновки. Запропонований метод, не втрачаючи переваг ручного методу, зберігає переваги існуючих методів формування тестових завдань (низькі трудозатрати для підготовки контенту навчальних матеріалів та висока швидкість формування тестових завдань).

У результаті використання методу отримують множину тестових завдань, що можуть бути використані для перевірки рівня засвоєння знань за допомогою існуючих навчальних середовищ та систем тестування.

Література

1. Krak, I., Barmak, O., Mazurets, O. The practice investigation of the information technology efficiency for automated definition of terms in the semantic content of educational materials // CEUR Workshop Proceedings. 1631, 2016 – P.237-245.
2. Крак Ю.В. Практична реалізація інформаційної технології автоматизованого визначення множини семантичних термінів у контенті навчальних матеріалів / Ю.В.Крак, О.В.Бармак, О.В.Мазурець // Проблеми програмування. 2018. – №2-3. – С.245-254.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ, ОТРИМАНОЇ З КОНТЕКСТНО- ЗАЛЕЖНИХ РЕПРЕЗЕНТАЦІЙ СЛІВ ДЛЯ РОЗМІТКИ ТЕГІВ ЧАСТИН МОВИ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ІМЕНОВАНИХ СУТНОСТЕЙ

М.В. Бевза, А.В. Анісімов

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

У тезах пропонується спосіб покращення існуючих методів побудови нейронних мереж для розпізнавання частин мови та розпізнавання іменованих сутностей. Обґрунтовується доцільність використання контекстно-залежних репрезентацій слів для розв'язання поставлених задач. Пропонуються нові технічні рішення та алгоритми, що можуть досягти кращої точності роботи алгоритмів

Вступ. Стрімке зростання кількості інформації у всесвітній мережі «Інтернет» призводить до необхідності розробки автоматичних методів роботи з нею. Більшість інформації у публічному доступі є неструктурованою і потребує інтелектуальних систем, які матимуть змогу обробляти її і отримувати корисні структуровані дані для подальшої обробки.

Однією з таких інтелектуальних систем є NER-система (Named Entity Recognition). Вона розв'язує задачу визначення іменованих сутностей. Часто розглядають наступні типи сутностей: LOC, PER, ORG, MISC – місцевість, персона, організація, інше.

Ще однією інтелектуальною системою є POS-система (Part of Speech tagging). Вона розв'язує задачу визначення тегів частини мови. Ця задача є фундаментальною для розв'язання складніших задач оброб-

ки природної мови. Для створення абстракцій над текстом для подальшої її обробки (для прикладу – задачі розпізнавання іменованих сутностей) використовують теги частини мови для покращення точності роботи алгоритму.

Розвиток можливостей сучасних нейронних мереж дозволяє будувати контекстно-залежні репрезентації слів. Розроблені протягом останніх двох років нейронні мережі, якими будуть векторні представлення слів, такі як ELMo, BERT, XLNet, і враховують контекст усього речення для того, щоб відрізнити слова, які мають різні значення, але мають однакове написання.

Контекстно-залежні репрезентації слів. Для отримання репрезентації слів пропонується використати три варіанти нейронних мереж: ELMo[1], BERT[2], XLNet[3]. На відміну від стандартного word2vec[4] підходу, ці мережі дозволяють отримати уточнені контекстно-залежні репрезентації слів. Для навчання таких нейронних мереж необхідна велика кількість даних – більше мільярда розмічених речень. Усі ці алгоритми навчаються на задачі моделювання мови (Language Modeling): на даний момент це єдина задача серед усіх задач обробки природної мови, яка має необхідну кількість даних для навчання цих мереж.

Нейронну мережу, що ми розглядаємо, зображено на рисунку. Вона складається з шару вбудувань (embeddings), шару рекурентної нейронної мережі (LSTM або GRU), а також зовнішнього шару softmax, який буде видавати розподіл імовірностей за словником міток (O, LOC, PER, ORG, MISC) для задачі визначення іменованих сутностей або задачі розмітки частин мови.

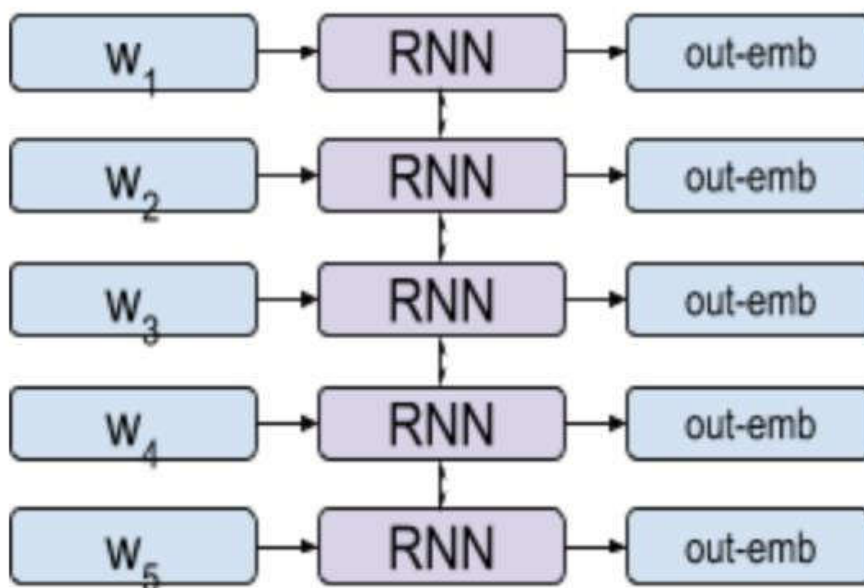


Рис. 1. Схема класичної нейронної мережі для розмітки тегів

Запропонований підхід

$$e_i = E_w(w_i),$$

де E_w – це функція побудови контекстно-залежних репрезентацій слів.

Далі ми використаємо двосторонню рекурентну мережу, яка буде отримувати на вхід послідовність вбудовувань слів.

$$h_w = rnn_w(e_1, e_2, \dots, e_n).$$

Отримані приховані стани використаємо для передбачення міток NER та тегів частин мови. Для цього використаємо повнозв'язні шари нейронної мережі, що перетворюють приховані стани в розподіл імовірностей за словником міток. out_{ner} та out_{pos} для міток NER та POS відповідно.

Ми гіпотезуємо, що додаткова інформація про значення слова в даному контексті покращить загальну якість роботи системи.

Література

1. Peters, Matthew E. and Neumann, Mark and Iyyer, Mohit and Gardner, Matt and Clark, Christopher and Lee, Kenton and Zettlemoyer, Luke. “Deep contextualized word representations”. 2018.
2. Jacob Devlin and Ming-Wei Chang and Kenton Lee and Kristina Toutanova. “BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding”. 2018.
3. Yang, Zhilin and Dai, Zihang and Yang, Yiming and Carbonell, Jaime and Salakhutdinov, Ruslan and Le, Quoc V. “XLNet: Generalized Autoregressive Pretraining for Language Understanding”. 2019.
4. Mikolov, T., Chen, K., Carrado, G. and Dean, J. (2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. 1st ed.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ, ОТРИМАНОЇ ЗІ ШТУЧНИХ НЕЙРОНІВ, ПРИ РОЗВ’ЯЗАННІ ЗАДАЧІ ОТРИМАННЯ ТЕГІВ ЧАСТИН МОВИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ІМЕНОВАНИХ СУТНОСТЕЙ

М.В. Бевза, А.В. Анісімов

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна.

У тезах пропонується спосіб покращення існуючих методів побудови нейронних мереж для задачі розпізнавання іменованих сутностей за допомогою додаткової інформації, отриманої при розв’язанні задачі отримання тегів частин мови. Пропонуються нові технічні рішення та алгоритми, що можуть досягти кращої точності роботи алгоритму.

Вступ. Стрімкий ріст кількості інформації у всесвітній мережі Інтернет призводить до необхідності розробки автоматичних методів роботи з нею. Більшість інформації в публічному доступі є неструктурованою і потребує інтелектуальних систем, які матимуть змогу обробляти її і отримувати корисні структуровані дані для подальшої обробки.

Однією з таких інтелектуальних систем є NER-система (Named Entity Recognition). Вона розв'язує задачу визначення іменованих сутностей. Часто розглядають наступні типи сутностей: LOC, PER, ORG, MISC - місцевість, персона, організація, інше.

У цій роботі розглядається нейронна мережа, що робить класифікацію, а також її архітектура. Буде проаналізовано і обґрунтовано можливість використання тегів частини мови для покращення якості розпізнавання типів сутності.

Базова нейронна мережа. Як базовий варіант нейронної мережі, розглянемо мережу, що складається з шару вбудувань (embeddings), шару рекурентної нейронної мережі (LSTM або GRU), а також зовнішнього шару softmax, який буде видавати розподіл ймовірностей по словнику міток (O, LOC, PER, ORG, MISC).

На даній схемі першим шаром є вбудування слів $e_1 = \text{emb}(w_1)$. emb – це одношарова нейронна мережа. Вбудування можуть бути наперед натреновані як у [1] або ж тренування може проходити під час навчання всієї мережі в цілому.

Шар RNN будує узагальнене представлення речення в цілому і в контексті даного слова. Рекурентні нейронні, а точніше їх підвиди: LSTM і GRU є дуже поширеними у розв'язку задач NLP [2-3].

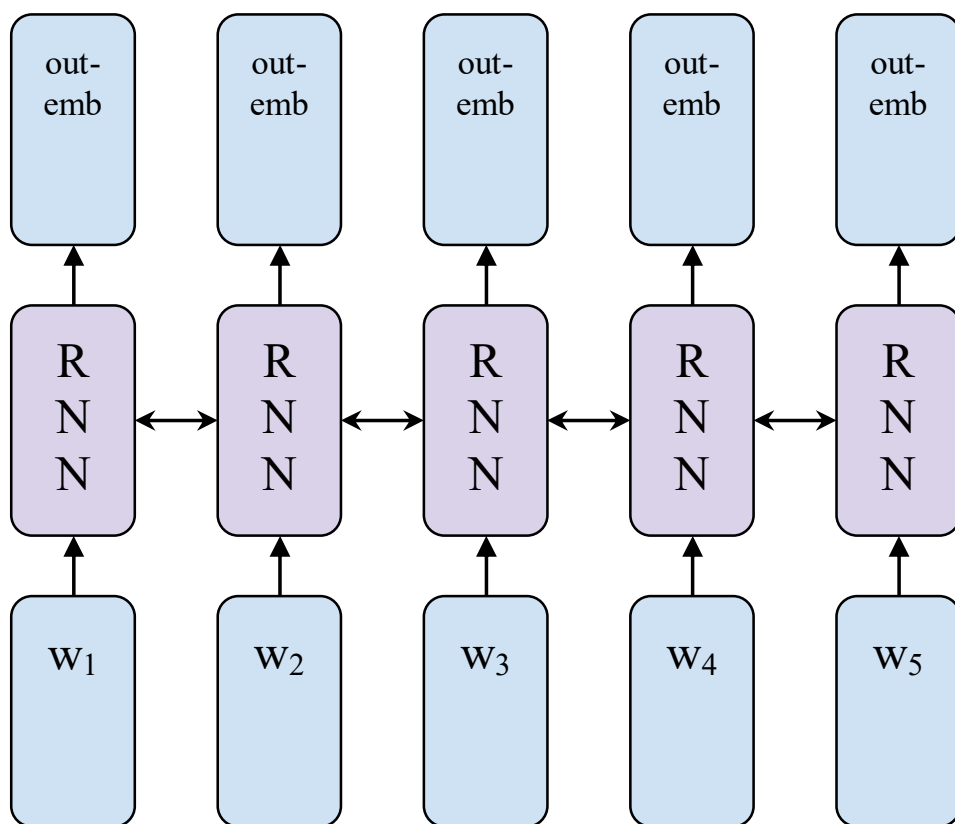


Рис. 1. Схема класичної нейронної мережі для розмітки тегів

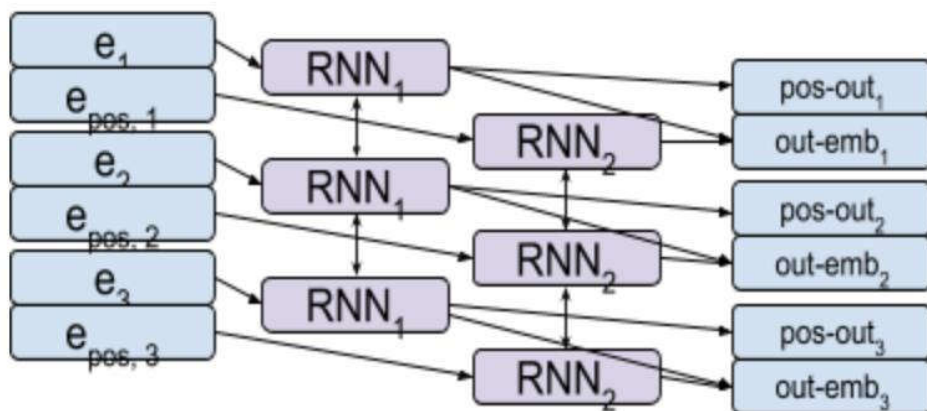


Рис. 2. Схема запропонованої нейронної мережі для розмітки тегів

Запропонований підхід. У архітектурі, що ми пропонуємо, кожне слово буде супроводжено також тегом частини мови. Ми побудуємо два словники: словник слів V_w , та словник тегів частин мови V_{pos} . Матрицю вбудувань для V_w позначимо E_w , для V_{pos} - E_{pos} .

$$\begin{aligned}e_i &= E_w(w_i) \\e_{pos,i} &= E_{pos}(pos_i)\end{aligned}$$

Далі ми використаємо дві двосторонні рекурентні мережі. Одна буде отримувати на вхід послідовність вбудувань слів, а друга - вбудувань частин мови.

$$\begin{aligned}h_w &= rnn_w(e_1, e_2, \dots, e_n) \\h_{pos} &= rnn_{pos}(e_{pos,1}, e_{pos,2}, \dots, e_{pos,n})\end{aligned}$$

Отримані приховані стани використаємо для передбачення міток NER та тегів частин мови. Для цього використаємо повнозв'язні шари нейронної мережі, що перетворюють приховані стани в розподіл ймовірностей по словнику міток. out_{ner} та out_{pos} для міток NER та POS відповідно.

Навчання мережі на двох розмітках. Нейронні мережі тренуються за допомогою оптимізації функції втрат (loss functions). У випадку тренування для однієї задачі розмітки слів на класи використовують функцію категоріальної крос-ентропії.

$$Loss = - \sum_i^C label_i \log(predicted_i)$$

Де $label_i$ - це мітка з корпусу, $predicted_i$ - це мітка передбачена моделлю, а C - кількість існуючих міток.

У випадку, коли ми тренуємо мережу робити декілька розміток на виході одночасно, ми маємо дві функції втрат $Loss_1$ і $Loss_2$. Загальну функція втрат задамо за допомогою балансуючого параметра $alpha$.

$$Loss = alpha * Loss_1 + (1 - alpha) * Loss_2$$

Таким чином, чим ближчий параметр $alpha$ до 1, тим більше фокусу нейронна мережа буде давати першій задачі, і менше - другій.

У випадку, коли ми будемо тренувати мережу для задачі POS і NER, ми будемо мати наступну функцію втрат.

$$Loss = alpha * Loss_{pos} + (1 - alpha) * Loss_{ner}$$

Література

1. Mikolov, T., Chen, K., Carrado, G. and Dean, J. (2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. 1st ed.
2. S. Hochreiter and J. Schmidhuber. Long short-term memory. Neural computation, 9(8):1735–1780, 1997.
3. Chung, Junyoung; Gulcehre, Caglar; Cho, KyungHyun; Bengio, Yoshua (2014). "Empirical Evaluation of Gated Recurrent Neural Networks on Sequence Modeling".
4. LAMPLE, G. & BALLESTEROS, M. & SUBRAMANIAN, S. & KAWAKAMI, K. & DYER, C. (2016). Neural Architectures for Named Entity Recognition.

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОНСОЛІДОВАНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ОПЕРАЦІЙ З КРИПТОВАЛЮТОЮ

*О.М. Борисенко, А.А. Федькевич,
А.В. Сафошин, В.В. Севєрін*

Херсонський національний технічний університет,
Херсон, Україна

Мета розробки консолідованого інформаційного ресурсу (КІР) полягає у системному поєднанні усієї наявної інформації про види криптовалют та місця і засоби її здобування. Пошук свіжих новин про криптовалюту, які щоденно з'являються у мережі Інтернет. Призначенням КІР є інформування недосвідченого користувача про види криптовалют, засоби для їх здобування та продажу. Очікуваним ефектом від впровадження консолідованого інформаційного ресурсу буде соціальна складова, оскільки інформація, яка буде зведена з різних джерел, сприяє ефективному пошуку інформації зі світу криптовалют у захищеній україномовній аудиторії.

Вступ. На сьогодні економіка України стрімко інтегрується у світову економіку, тому задум створення консолідованого інформаційного ресурсу для здійснення операцій з криптовалютою є своєчасним й потребує теоретичного обґрунтування та практичного впровадження.

Метою статті є розробка консолідованого інформаційного ресурсу (КІР), який створить можливість для системного поєднання усієї наявної інформації про види криптовалют та місця і засоби її здобування, здійснить пошук свіжих новин про криптовалюту, які щоденно з'являються у мережі Інтернет, буде інформувати про усі наявні в світі криптовалютні біржі та інструменти, із якими вони працюють, по-

переджувати користувачів консолідованого інформаційного ресурсу про шахрайські операції з криптовалютою [1].

Вихідними елементами консолідованого інформаційного ресурсу будуть актуальні масиви інформації на оновлених вебсторінках, структуровані за тематикою: новини зі світу криптовалют; перегляд інформації на «Форумі» відвідувачів сайту; інформація про способи і засоби для здобування криптовалюти; інформація про існуючі біржі криптовалют та новини від них; інформація про наявні шахрайські сайти.

Викладення основного матеріалу. Системний аналіз встановлює послідовність дій між структурними елементами досліджуваного консолідованого ресурсу з криптовалютою. Він дає змогу розкласти проблему на прості елементи.

Тому для створення такого КІР застосовується дерево цілей рис. 1. Воно допомагає конкретно та послідовно встановити його основні форми. Головна мета відповідає вершині дерева, а в його гілках розташовуються завдання, що дозволяють досягнути мети верхнього рівня.

Розглянемо процес моделювання консолідованого інформаційного ресурсу, використовуючи інформаційні моделі на мові UML. Такою моделлю є діаграма варіантів використання рис. 2.

Ми застосовуємо цю діаграму для специфікації загальних особливостей поведінки проєктованої системи без розгляду внутрішньої структури цієї системи. Акторами цієї системи будуть виступати три суб'єкти, один із яких є майнер, тобто здобувач криптовалюти, другий – покупець криптовалюти, що має за мету її накопичення й у подальшому він може стати споживачем товару за криптовалютою, а третій – продавець товару або послуги за криптовалютою.

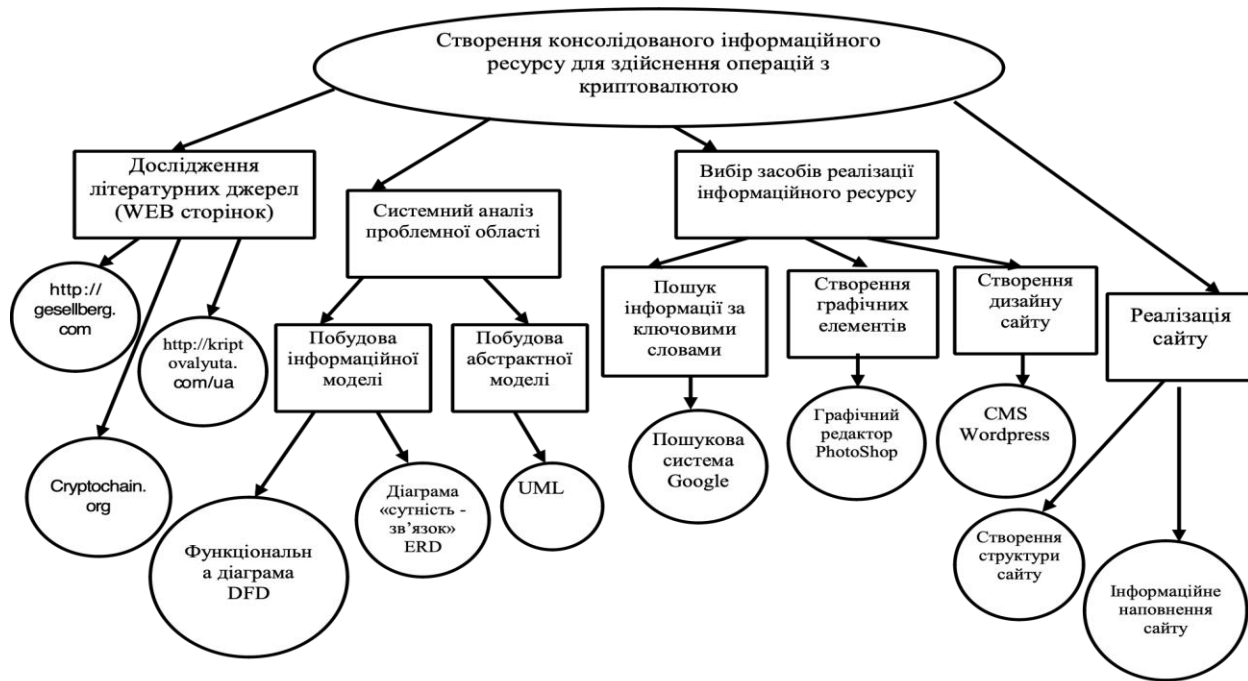


Рис. 1. Дерево цілей КІР

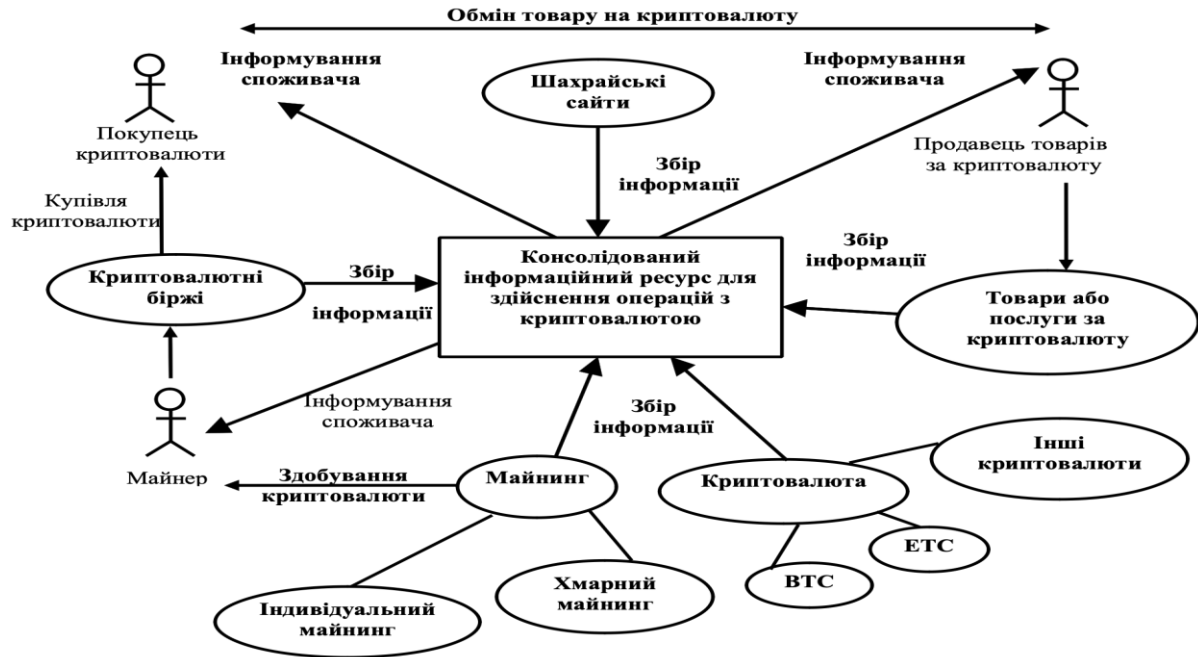


Рис. 2. Діаграма варіантів використання

Далі у своїх дослідженнях ми використали діаграми потоків даних (DFD), які вважаються головним засобом для моделювання проєктованих систем.

Першою було створено контекстну діаграму найвищого рівня, у якій з'ясували зовнішні сутності: адміністратор, створює сторінки користувачів, редагує блог та статті, керує вебкористувачами, оприлюднює створені коментарі, а також видаляє їх; користувач шукає цікаві йому публікації у різних колективних блогах, йому надано право переглядати та коментувати записи інших користувачів, змінювати свій обліковий запис або профіль. Від користувача до КІР надходять запити (вхідний потік), а назад повертаються публікації (вихідний потік). Від адміністратора до КІР надходить контент на оновлення (вхідний потік), а назад повертається статистика відвідувань (вихідний потік).

Далі у наших дослідженнях проводився вибір джерел (книги, вебсторінки), що містять інформацію з відповіддю, потрібною для вирішення проблеми, потім визначаються вид джерел і спосіб організації підходу до них [3].

Наслідком успішного здійснення КІР є створення динамічного сайту, який базується на системі управління контентом. Під час створення КІР для здійснення операцій з криптовалютою, обрано CMS WordPress [3].

Засобами розширення можливостей WordPress є встановлення додаткових безкоштовних плагінів із сайтів сторонніх розробників. TablePress дозволяє створювати (не потребуючи особливих знань HTML) і керувати вмістом таблиць на сайті. Asgaros Forum

поставляється з десятками функцій і дозволяє створити форум відвідувачів. Конструктор контактних форм Contact Form 7 організує зв'язок між адміністратором і відвідувачем сайта.

Висновки. Створений інформаційний сайт «Криптосвіт» є простим у користуванні і збігається із загальними правилами створення інформаційної системи. Він має структуру у вигляді блога для користувачів Інтернет-простору. Сторінки «Форум», «Питання/Відповіді» та «Зворотній зв'язок» слугують комунікаційним потребам відвідувачів. Такий україномовний сайт можна вважати досить повноцінним і затребуваним в Інтернет-спільноті.

Література

1. Биржи криптовалют [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: https://ru.bitcoinwiki.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%80%D0%B6%D0%B8?mobileaction=toggle_view_desktop
- Назва з екрану.
2. Офіційний сайт розробників WordPress [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://ru.wordpress.org/>. - Назва з екрану.

ПРАВОВІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Ю.І. Ігнатушко

Херсонський національний технічний університет,
Херсон, Україна

Однією зі сфер правового регулювання, що знають впливу інтеграційних процесів і уніфікації, є вироблення єдиного комплексного підходу, розробка правових та організаційних засад використання ліцензійного комп'ютерного програмного забезпечення.

ня, вирішення проблеми використання неліцензійного комп'ютерного програмного забезпечення.

Правові відносини зв'язують їх учасників взаємними правами і обов'язками, які складають головний специфічний зміст правовідносин. Разом з тим, права і обов'язки повинні здійснюватись у реальних діях суб'єктів по використанню прав та виконанню обов'язків. Тобто, зміст правовідносин складають у правах, обов'язках його учасників та в реальних діях щодо їх використання і здійснення.

Аналізуючи предмет правового регулювання у сфері використання комп'ютерного програмного забезпечення, слід зазначити, що будь-які правовідносини за своєю суттю є особливим видом соціальних зв'язків суб'єктів, що виникають та діють на основі правових норм.

Реалізуючи свою правосуб'єктність, особа може стати учасником різних за змістом і характером правовідносин, вона має не тільки правосуб'єктність, але і є носієм конкретних суб'єктивних прав і обов'язків.

Що стосується суб'єктів права інтелектуальної власності, то відповідно до Цивільного кодексу України є творець (творці) об'єкта права інтелектуальної власності (автор комп'ютерної програми) та інші особи, яким належать особисті майнові та немайнові права інтелектуальної власності.

Первинним суб'єктом авторського права є автор комп'ютерної програми. Суб'єктами авторського права є також фізичні або юридичні особи, які набули права на комп'ютерні програми відповідно до договору або закону.

Оскільки створення комп'ютерної програми – це трудомісткий процес, що вимагає творчого підхо-

ду, природним є прагнення автора комп'ютерної програми одержувати матеріальну винагороду від поширення її копій. На цьому етапі виникає основна правова проблема, пов'язана з комп'ютерними програмами: як забезпечити їх охорону і що є об'єктом охорони?

Слід зазначити, що поряд із терміном «комп'ютерна програма» одержали значне поширення терміни «програмне забезпечення» і «програмний продукт», які є подібними за змістом.

Програмне забезпечення – сукупність програм і програмних документів, або сукупність програм системи обробки даних і програмних документів, необхідних для експлуатації цих програм.

Програмний продукт – це програмний засіб, призначений для постачання користувачу. Програмним продуктом можна вважати комплекс програм, що функціонують на ЕОМ та підтримують користувача в процесі вирішення його завдань без участі створювача.

Якщо комп'ютерна програма створена спільною творчою працею двох чи більше фізичних осіб, то кожна особа визнається її автором. При цьому не варто забувати, що не є співавторами особи, які надали авторам технічну, організаційну чи матеріальну допомогу, а також особи, що здійснювали загальне керівництво роботами, але не брали творчої участі у створенні комп'ютерної програми. Так, наприклад, не буде визнаватися підставою для визнання співавтором постановка задачі, якщо вона не супроводжується створенням якої-небудь частини самої комп'ютерної програми.

Сам критерій творчості при створенні комп'ютерних програм також неоднозначно трактується вченими і законодавцями. Зокрема, у Бернській конвенції про охорону літературних і художніх творів не сформульовано конкретних вимог до творчого характеру діяльності, який обов'язково знаходить вираження у певних результатах, хоча в ст. 1 Конвенції проголошено за мету «охорону прав авторів на їх літературні і художні твори» і слова «автор» та «твори», щонайменше, означають наявність людини як суб'єкта творення та наявність фізичного результату твору – безпосередньо самого твору [1].

Якщо прослідкувати за розвитком комп'ютерних програм як об'єктів права інтелектуальної власності, то як такі вони з'явилися більше, ніж 50 років тому.

Комп'ютери стали відносно загальнодоступними на початку другої половини ХХ століття. Водночас, значних правових проблем щодо використання комп'ютерних програм на тому етапі розвитку комп'ютерних технологій не виникало, оскільки на той час комп'ютерні програми як такі вважались невід'ємною частиною комп'ютера. Проте, поступово, з розвитком інформаційних технологій, комп'ютерний ринок під впливом різноманітних факторів, головним чином економічного характеру, поділився на ринок комп'ютерів і на ринок програмного забезпечення для комп'ютерів. Саме у зв'язку з виокремленням ринку комп'ютерних програм і появою можливості їх існування як окремого програмного продукту, не пов'язаного з конкретним комп'ютером, і виникла необхідність у самостійній правовій охороні таких об'єктів. А із плином часу така необхідність стала все

більш нагальною, оскільки економічна цінність комп'ютерних програм порівняно із самим комп'ютером значно зросла.

У зв'язку з наданням правової охорони комп'ютерним програмам авторським правом, між фахівцями відразу почали виникати суперечки щодо форми надання такої охорони, зокрема, були пропозиції щодо охорони комп'ютерних програм у межах авторського права, патентного права, охорони комп'ютерних програм як «ноу-хау» чи комерційної таємниці. Висловлювалося багато аргументів за і проти тієї чи іншої форми.

Прихильники патентної охорони наполягали на тому, що комп'ютерні програми не мають літературного чи художнього змісту. Охорона лише форми, як це передбачено авторсько-правовою концепцією, буде недостатньою процедурою для повноцінної охорони комп'ютерних програм, і, у зв'язку з цим, потрібно захищати самі ідеї та алгоритми, закладені в програму. Крім того, термін охорони авторських прав є надто тривалим і, в той же час, не є нагально необхідним.

Прихильники ж авторсько-правової концепції наполягали на тому, що патентна охорона є надто складною для розробників, оскільки потребує значних витрат коштів і часу на проходження всіх необхідних реєстраційних процедур.

Сьогодні слід визнати, що аргументи прихильників авторсько-правової концепції перемогли. Було визнано, що комп'ютерні програми є творами, які охороняються в межах авторського права незалежно від жанру, цінності, призначення та форми вираження [2].

Поступово стали проявлятися позитивні і негативні сторони кожної із запропонованих форм правової охорони. Зрештою, основним результатом цих суперечок стала загальна позиція, що жодна із запропонованих форм не виглядає ідеальною та є практично і юридично вразливою з різних аспектів. Саме тоді і з'явилися перші ідеї щодо розробки спеціальної форми правової охорони, яка б поєднала всі позитивні сторони кожної із запропонованих форм правової охорони комп'ютерних програм.

На нашу думку, слід зазначити, що комп'ютерна програма є досить специфічним об'єктом серед тих, що охороняються авторським правом. У той час, як переважна більшість об'єктів авторського права є результатом художньої творчості і має викликати в людей емоційні відчуття, комп'ютерна програма є результатом технічної творчості і призначена для задоволення індивідуальних або суспільних потреб. До комп'ютерної програми може застосовуватись таке поняття, як «технічна» суть, яке зовсім не прийнятне для характеристики інших об'єктів авторського права. Саме технічна суть, що лежить в основі створення комп'ютерної програми, не охороняється авторським правом, дія якого поширюється лише на форму представлення об'єкта, але не на його зміст, не на ідею, яка лежить в її основі.

Підсумовуючи, зазначимо, що для правомірного використання комп'ютерної програми у своїй діяльності потрібно отримати ліцензію або укласти договір з автором комп'ютерної програми чи з особою, яка правомірно володіє авторськими майновими правами на таку комп'ютерну програму. А при придбан-

ні ліцензійних примірників комп'ютерних програм або примірників програм вільного користування потрібно отримати від продавця документальне підтвердження правомірності використання комп'ютерних програм, якими будуть слугувати саме перераховані вище ліцензії та договори.

Література

1. Бернська конвенція про охорону літературних і художніх творів [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>.
2. Ігнатушко Ю.І. Організаційно-правові засади використання комп'ютерних програм за відкритими (вільними) ліцензіями Ю.І. Ігнатушко // Матеріали III Міжнародної наук.-практ. конф. «Інтелектуальна власність в XXI сторіччі», 22 квітня 2009. – К.: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», 2009. – С. 73–79.

АЛГОРИТМ ДЕФОРМАЦІЇ ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИНИ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ І ВІДСТЕЖЕННЯ ОСОБЛИВИХ ПСИХОЕМОЦІЙНИХ СТАНІВ

***В.О. Кузнецов¹, Ю.В. Крак^{1,2},
А.І. Куляс¹, В.І. Ляшко³***

¹Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України,
Київ, Україна

²Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

³Національний університет
«Києво-Могилянська академія», Київ, Україна

У даній роботі проведено дослідження методів локалізації особливостей на обличчі людини для вирішення проблем аналізу психофізіологічного стану обличчя за фотографічними зобра-

женнями. Окреслено коло завдань, що потребують вирішення, зокрема локалізація мінливих особливостей на обличчі при використанні нераціональних базисних сплайнів для опису стану обличчя. Запропоновано алгоритм локалізації мінливих особливостей на обличчі, що використовує властивості скалярного поля деформацій обличчя для уточнення і верифікації положення контурів мінливих особливостей. Проведено тестову апробацію, яка показала ефективність такого методу.

Одними із напрямків досліджень у галузі людиномашинної взаємодії є аналіз психофізіологічного стану користувача за фотографічними зображеннями або з відеопотоку. З цією метою розробляються пристрої для захоплення зображення обличчя користувача та алгоритми і методи аналізу зображення [1].

Для виділення особливостей на обличчі найчастіше використовуються дві групи методів: перші – розглядають зображення обличчя як об'єкт з прихованими параметрами, другі – відшуковують особливості на зображенні (ознаки контурного аналізу або особливі точки на зображенні). У наш час більшого поширення набула друга група методів, які розглянуто в дослідженнях [2-4].

Однією із задач, що виникають при застосуванні методів локалізації і відстеження особливостей на обличчі на основі нераціональних базисних сплайнів, є ініціалізація початкового положення сплайну і, відповідно, відшукування його на послідовності наступних кадрів [5]. Для цього доцільним є використання методів контурного аналізу. Проте, для локалізації мінливих ознак, таких як зморшки (зморшки на лобі, біля кутиків очей та в області носо-губної складки), дані методи потребують додаткової інформації для вибору

положення контуру особливості і, відповідно, коефіцієнтів розкладу базисного сплайну.

Для вирішення цієї задачі пропонується використати властивості деформацій поверхні обличчя. Так, у роботі [6] була запропонована математична модель, що описує деформації обличчя за допомогою скалярного поля деформацій та його характеристик. Виходячи із даної моделі, випливає, що на основі аналізу двох зображень обличчя можливо побудувати карту деформацій і поставити у відповідність набір особливих точок, що зазнають найбільшої деформації, а також набір ізоліній, які обмежують області обличчя із однаковою деформацією.

Для визначення початкового положення мінливих ознак пропонується підхід, що складається з наступних кроків. На першому кроці виконується локалізація обличчя на зображенні. На другому кроці виконується локалізація областей інтересу (область рота, брів та очей) і центрів очей. На третьому кроці виконується коригування викривлень зображення на поточному кадрі відносно попереднього за центрами очей. На четвертому кроці виконується локалізація контурів обличчя (конттури рота, брів та очей). На п'ятому кроці обираються області, що лежать поза контурами областей інтересу. На шостому – виконується обчислення величини деформацій на поточному зображенні відносно попереднього для всього зображення. На сьомому кроці виконується відшукання ізоліній деформації зі збільшеним кроком між ізолініями. На восьмому кроці виконується обчислення коефіцієнтів розкладу базисного сплайну для отриманого набору областей із найбільшою деформацією. На дев'ято-

му кроці виконується відшукування контурів на зображенні. На десятому кроці виконується відшукування елементів зображень за шаблоном, що відповідають шуканим мінливим ознакам, і отримання набору кандидатів. На одинадцятому кроці виконується обрахунок коефіцієнтів розкладу базисного сплайну для отриманого набору кандидатів. Далі виконується обрахунок відстаней від множини точок зображення, через які проходить отриманий сплайн, до найближчих точок зображення, що лежать в області з найбільшою локальною деформацією зі всієї множини областей. На тринадцятому кроці виконується порівняння дисперсії для отриманої множини відстаней. Якщо величина дисперсії перевищує верхній поріг, то даний контур відкидається, якщо величина дисперсії лежить у заданих межах, виконується повторний обрахунок п'ятого, шостого і десятого кроків зі збільшеною деталізацією (зменшеним кроком між ізолініями). На чотирнадцятому кроці виконується порівняння дисперсії для отриманої множини відстаней (для збільшеної деталізації); якщо величина дисперсії для заданого сплайну менша за нижній поріг, виконується паралельне (геометричне) перенесення даного сплайну в область, де величина середнього значення відхилень буде мінімальною.

Таким чином, запропонований алгоритм дозволяє вибрати із набору кандидатів на зображенні лише ті контури, що лежать на границях областей із найбільшою деформацією і локалізувати мінливі особливості. Використання даного алгоритму є можливим не лише для аналізу зображення облич, а і для аналізу інших графічних зображень, які фіксують зміни стану

певного об'єкта у часі. Тестова апробація даного алгоритму показала його ефективність, більш детальні результати будуть отримані у подальших дослідженнях.

Література

1. Кузнецов В.О. До розробки системи розпізнавання елементів жестового мовлення із використанням систем бінокулярного комп'ютерного зору / В.О.Кузнецов, Ю.В.Крак, А.І. Куляс // Системи та засоби штучного інтелекту: тези доповідей Міжнародної наукової молодіжної школи. 18 жовтня 2017. – Київ, 2017. – С.109-113.
2. Крак Ю.В., Тернов А.С. Чтение по губам в жестовой речи: синтез и анализ // Речевые технологии. – № 1. – 2014. – С. 121–131.
3. Кривонос Ю.Г. Информационная технология анализа мимических проявлений эмоциональных состояний человека / Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, А.В. Бармак, А.С. Тернов, В.А. Кузнецов // Кибернетика и системный анализ. – Т. 51, № 1. 2015. – С. 30–39.
4. Крак Ю.В. Моделювання психоемоційних станів обличчя людини для передачі інформації в жестовій мові / Ю.В. Крак, А.С. Тернов, Г.М. Єфімов, В.А. Кузнецов // VI Міжнародна наукова конференція імені академіка І.І.Ляшка «Обчислювальна та прикладна математика» (5,6 вересня 2013р., м. Київ). – Матеріали конференції. – К.: КНУ, 2013. – С. 137.
5. Крак Ю.В. Використання контурних моделей для побудови базису простору мімічних виразів емоцій / Ю.В. Крак, О.В. Бармак, Г.М. Єфімов // Штучний інтелект. – № 4. – 2007. – С. 288–296.
6. Крак Ю.В., Кузнецов В.О. Аналіз і синтез параметричних моделей для задачі синтезу емоційної міміки на обличчі людини // Штучний інтелект. – № 4. – 2018. – С. 68-75.

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ У ВИЩІЙ ТЕХНІЧНІЙ ШКОЛІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Я.В. Липницький, С.В. Клименко

Дніпровський національний університет
імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Проведено аналіз існуючих інженерних програмних пакетів для обробки статистичних даних студентами вищої технічної школи. Розглянуто особливості використання існуючих інженерних програмних продуктів, що використовуються для обробки вимірювань у різних галузях навчання студентів вищої технічної школи, наведено переваги та недоліки щодо їх використання.

Вступ. У зв'язку зі стрімким розвитком науки і техніки, студентам вищої технічної школи все більше необхідно вміти застосовувати математичні методи обробки різноманітних даних (наприклад, вимірювань) для того, щоб стати висококваліфікованими, компетентними та конкурентоспроможними фахівцями на ринку праці. Особливо в умовах масової комп'ютеризації та інформатизації всіх сторін життя. Таким чином, вміти застосовувати не тільки математичний апарат при обробці даних вимірювань, а також використання сучасних програмних засобів (інформаційних технологій MATLAB, Scilab та ін.) відіграє важливу роль у формуванні таких якостей сучасного фахівця, як професіональна компетенція, творче мислення, навички до самостійної наукової роботи.

Аналіз програмного забезпечення для навчання студентів вищої технічної школи. Найбільшого попиту у ЗВО на сьогоднішній день використовується система комп'ютерної математики MATLAB, яка є найбільш популярним рішенням. Однак, основна проблема для його повноцінного впровадження в освітній процес – це висока вартість. Далеко не кожен заклад вищої освіти (ЗВО) може собі дозволити придбати не тільки ліцензії, але і досить потужні персональні комп'ютери для роботи з таким програмним забезпеченням (ПЗ).

У такому випадку на допомогу може прийти вільне ПЗ. Одним із проєктів, що прагнуть зменшити залежність від пропрієтарного програмного забезпечення у закладах освіти є FOSSEE (Free/Libre and Open Source Software in Education). У випадку з пропрієтарним ПЗ користувач завжди упевнений у якості продукту і може розраховувати на технічну підтримку і велику документацію. У таблиці 1 наведено порівняння деяких ПЗ, які використовуються у ЗВО для навчання студентів за технічними напрямками.

Аналіз показав, що все вільне ПЗ розробляється волонтерами, поточні версії Scilab, FREEMAT і GNU Octave майже не поступаються своїм комерційним аналогам в основному функціоналі. Але, додатково, варто розглянути можливість використання вебверсій для GNU Octave і Scilab. Такий варіант буде оптимальним, коли для виконання завдання потрібна лише невелика частина функцій обраного ПЗ. Розглянемо детальніше, які переваги та недоліки цих функціоналів.

Таблиця 1. Порівняння ПЗ, які використовуються у ЗВО для математичних обчислень

Назва	GNU Octave	Scilab	FREEMAT	MATLAB	Mathematica
Підтримувані системи	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows	Linux, macOS, Windows
Підтримка синтаксису MATLAB	так	так, потрібна конвертація	так	так	так
Наявність веб версії	так	частково	ні	так	так
Розширення функціоналу додатковими пакетами	так	так	так	так	так
Можливість самостійної розробки додаткових команд	так	так	так	так	так
Наявність CLI	так	так	так	так	так
Вартість	безкоштовно	безкоштовно	безкоштовно	Від 440\$/рік для академічного використання та від 65\$ за індивідуальну ліцензію для студента	Від 440\$/рік

Переваги: необхідність встановити та налаштувати тільки серверну частину (при використанні власного серверу); менші технічні вимоги до клієнтського обладнання; зменшення регулярних витрат на обслуговування ПК; студенти можуть використовувати власні ноутбуки для доступу до системи; студенти можуть використовувати систему не тільки під час занять в університеті, а й при виконанні домашніх робіт; легкість збільшення кількості клієнтів; безкоштовні централізовані оновлення.

Недоліки: первинне налаштування серверної частини, як правило, більш важке технічно, ніж звичайне встановлення систем для математичних обчислень на ПК; єдина точка відмови, якщо не використовується режим високої доступності на сервері; для доступу до системи завжди потрібен інтернет/доступ через локальну мережу; інтерфейс вебверсій має менше налаштувань та можливостей для конфігурації робочої області; використання вебверсій не підходить у випадку необхідності інтеграції з іншим ПО.

Висновки. Таким чином, майже всі вільні системи для математичних обчислень забезпечують функціонал, аналогічний комерційному ПО, і можуть використовуватись у ЗВО для навчання за технічними спеціальностями. Досліджено, що для найбільш простої міграції рекомендується використовувати системи з підтримкою синтаксису MATLAB. У такому випадку можна використовувати всі файли з обчисленнями, що були створені у MATLAB без додаткової конвертації. Окремо варто виділити функціонал вебверсій, що є в системі GNU Octave, він буде корисним у випадку, коли не потрібен весь функціонал

системи, а необхідна можливість надавати швидкий доступ до системи комп'ютерної математики великій кількості користувачів без додаткових налаштувань. Але слід зазначити, що використання кожного з цих програмних продуктів потребує додаткового часу на вивчення особливостей роботи з ПЗ, що тим самим зменшує час на вивчення студентами особливостей застосування різних математичних методів обробки вимірювань. Тим самим, актуальним залишається питання щодо розробки окремої інформаційної технології навчання студентів ЗВО за кожним технічним напрямом (спеціальністю).

Література

1. Стенін О.А. Автоматизація навчання операторів ергатичних систем / О.А. Стенін, О.І. Михальов, К.Ю. Мелкумян // Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - Київ, 2013. – 176 с.
2. Комп'ютерно-вимірювальні технології контролю та управління ракетно-космічною технікою / Монографія під загальною редакцією проф. Малайчука В.П. – Дніпро: ДНУ. Вид-во «ЛІРА ЛТД», 2018. 342с.

APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COMPUTER FORENSICS

Lukianchuk Y.

Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Kyiv, Ukraine

Nowadays volume of data processed by governments and organizations rises rapidly and more data is stored in digital format than ever before. At the same time, the opportunities for fraudulent activities arise. To

be able to cope with the management of cybercrime, there is a need to consider more effective and automated approaches of digital investigation.

Digital forensics is the process of uncovering and interpreting electronic data. The goal of the process is to preserve electronic evidence in its pristine form while performing a structured investigation by collecting, identifying and validating the digital information for the purpose of reconstructing past events. In today's world, saturated with digital information, forensic investigators are often required to perform intelligent analysis of large amounts of complex data. Therefore, Artificial Intelligence seems like an instrument that can make the forensic analysis of data less time-consuming and much more accurate.

During the last years, software that is used by forensic investigators has evolved significantly, providing a user with a comfortable interface and wide functionality. However, despite the rapid development of Artificial Intelligence and Machine learning in the span of the last ten years, these techniques have not yet found their place in the process of digital forensics. This paper aims to point out domains of digital forensics where AI might be applied to decrease required user interaction and computational resources.

One of the challenges in applying AI to any field of knowledge is empowering an AI-based system with the reasoning – ability to infer facts from existing data in a way similar to the human mind. However, with regards to the process of digital forensics, this might be ameliorated by applying the AI as an effective instrument for detection of computational anomalies:

- Suspicious system calls performed by an aggressor, in order to access the host file system, send packets over the network, execute malware software, etc.;
- Disk sectors that contain data in an unusual part of the disk that was hidden by a fraudster;
- Abnormally formatted data packets.

The pattern recognition techniques, which aim to identify specific clusters of data might be applied to the analytical part of the computer forensic process. This part includes the classification of data acquired from a disk image by its type and identification of relevant files, which requires a vast amount of time and computational power. Patterns found among the disk sectors might indicate the specific type of the file, whether it is a sound file, a picture or an e-mail. The use of AI-based solution might drastically reduce the time required for media classification compared to the analysis performed with modern non-AI analysis tools.

The more complex and accurate forms of pattern recognition as image recognition might be applied to the stage when the files of interest are indicated. Depending on the volumes of acquired data, most relevant files produced as a result of the media analysis might be dozens of gigabytes, which should be manually reviewed by forensic investigators. Application of pattern recognition systems might save thousands of man-hours by automating document identification process. However, at present these algorithms have a high rate of false-positive or false-negative results (depending on the threshold) and being significantly computationally intensive.

This thesis has provided a brief introduction in the field of digital forensics and identified some of the nume-

rous potential opportunities produced by applying AI principles and procedures. The use of AI in digital forensics is still at its early stages, but it has a lot to offer companies that develop investigating software regarding significant enhancements of effectiveness and efficiency.

References

1. The use of artificial intelligence in digital forensics: an introduction. Dr Faye Mitchell, 2010.
2. Digital Forensics to Intelligent Forensics, Alastair Irons and Harjinder Singh Lallie, Future Internet, 2014.
3. Fraud Examiners Manual, ACFE, 2017.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ КЛАСИФІКАТОРІВ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

О.Г. Марголін

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Ця стаття заснована на дослідженнях алгоритмів оцінювання та порівняння текстової інформації. Для поставленої задачі пропонується зробити порівняльний аналіз існуючих алгоритмів класифікації, підібравши оптимальні параметри. Для порівняння обрано 4 алгоритми: `RandomForestClassifier`, `BaggingClassifier` + `KNeighborsClassifier`, `DecisionTreeClassifier` та `ExtraTreesClassifier`.

Вступ. Класифікація тексту – класична задача в області обробки природної мови. Років 10-15 тому тема класифікації вирувала в наукових журналах, проте з часом бум стих. Це пов'язано з тим, що підхід на основі TF-IDF [7] показав точність, близьку до 95%-99.9%. При такій точності на якість класифікації більше вже впливають методи попередньої обробки і

особливості тексту, ніж безпосередньо вибір самого алгоритму. Поява ембеддінгів у 2013 році сильно вплинула на методи в обробці текстів, відкривши нову епоху. Зараз практично всі «production» рішення ґрунтуються на ембеддінгах, але тут треба зробити обмовку – ембеддінги надзвичайно гарні для аналізу коротких текстів, якими зараз переповнений Інтернет, а ось для середніх і великих текстів TF-IDF, як і раніше, демонструє найкращий результат.

На сьогоднішній день існує величезна кількість текстових класифікаторів. Який саме алгоритм обрати для розв'язання поставленої задачі – велике питання для дослідників. Залежно від задачі, алгоритм обов'язково має задовольняти двом характеристикам: якості роботи та швидкодії.

Аналіз якості класифікаторів для розпізнавання текстової інформації. Для порівняння буде використано 4 алгоритми: випадковий ліс [1] (RandomForestClassifier), мішковий класифікатор BaggingClassifier [2] з використанням k-найближчих сусідів KNeighborsClassifier [3], дерево рішень DecisionTreeClassifier [4] та класифікатор додаткових дерев ExtraTreesClassifier [5].

Вхідними даними для порівняння буде набір текстових повідомлень двох користувачів, що були зібрані за допомогою автоматизованої системи формування наборів великих текстових даних» [6]. Завдання класифікатора: віднести текстове повідомлення відкладеної вибірки до першого або другого користувача.

Отже, на вході у нас список з текстів і список розмічених класів (0 – повідомлення користувача

Аліса, 1 – користувача Олександр), далі робимо Pipeline, який включає в себе векторизацію слів на основі Tfidf і класифікатор (один із запропонованих). Далі навчаємо «пайплайн-класифікатор» і намагаємося передбачити новий текст.

Для реалізації використано пакет sklearn.

Приклад роботи:

```
text_clf = Pipeline([
    ('tfidf', TfidfVectorizer()),
    ('clf', RandomForestClassifier(n_estimators=10,
max_depth=None, min_samples_split=2,
random_state=0))])
text_clf.fit(texts, texts_labels)
```

Для оцінки якості класифікаторів, загальна вибірка буде розділена на 2 частини (у відношенні 70\30). 70% відійде на навчальну вибірку, а 30 на тестування (відкладена вибірка). Вибірки не будуть змінюватись і тестування буде проходити на однакових даних для чистоти експерименту.

Таблиця 1. Результати тестування.

Назва алгоритму	Показник якості	Швидкодія (с)
RandomForestClassifier	76	8
BaggingClassifier + KNeighborsClassifier	71	9
DecisionTreeClassifier	67	8
ExtraTreesClassifier	74	7

Для покращення отаманих результатів можна провести ще наступні дії:

1. Попередня обробка тексту. Нормалізувати слова, тоді одне смислове слово в різних відмінках буде інтерпретуватися програмою однаково і, можливо, покращить якість.
2. У TfIdf є багато різних параметрів, з яких найбільш суттєві це:
 - 2.1. додати список стоп-слів: параметр `stop_words`;
 - 2.2. додати n-gramm і слів: параметр `ngram_range`, наприклад, `ngram_range = (1,2)`;
 - 2.3. обмежити список характеристик, взявши лише найважливіші і відрізавши менш важливі: параметр `max_features`.

Висновки. Отже, в рамках роботи проведено тестування 4-х відомих алгоритмів: випадковий ліс (`RandomForestClassifier`), мішковий класифікатор `BaggingClassifier` з використанням k-найближчих сусідів `KNeighborsClassifier`, дерево рішень `DecisionTreeClassifier` та класифікатор додаткових дерев `ExtraTreesClassifier`.

У результаті, найкращу якість на навчальній вибірці отримав «`RandomForestClassifier`» з показником 76%.

Були наведені рекомендації щодо можливого покращення якості алгоритму. За допомогою перерахованих кроків, можна досить швидко обрати оптимальний варіант для класифікації і отримати точність, більшу 90%.

Література

1. Маслій Р.В., Філіпчук О.Ю. Вінницький національний технічний університет. ЗАСТОСУВАННЯ ВИПАДКОВИХ ЛІСІВ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ДАНИХ.

2. Debomit Dey, ML Bagging classifier, <https://www.geeksforgeeks.org/ml-bagging-classifier/>
3. Маннинг К.Д., Рагхаван П., Шютце Х. Введение в информационный поиск.- М.: Изд-во «Вильямс», 2011.
4. Шахиди Акобир, Деревья решений - общие принципы работы, <https://basegroup.ru/community/articles/description>
5. Naman Bhandari, ExtraTreesClassifier, <https://medium.com/@namanbhandari/extratreesclassifier-8e7fc0502c7>
6. Марголін О.Г, Автоматизована система формування наборів великих текстових даних, XIX Міжнародна конференція «Моделювання та дослідження стійкості динамічних систем» (DSMSI-2019), с. 368-370, м. Київ.
7. Bartosz Góralewicz, The TF*IDF Algorithm Explained, <https://www.onely.com/blog/what-is-tf-idf/>

ОПТИМІЗАЦІЯ КОГНІТИВНОЇ КАРТИ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗУВАННЯ

*С.Р. Окренець, Д.С. Дробот,
Л.С. Тупітчак, К.А. Попов*

*Херсонський національний технічний університет,
Херсон, Україна*

У роботі розглянуто методіку оптимізації параметрів нечітких когнітивних карт в умовах неповної і неточної інформації. З метою зменшення великої розмірності вхідних даних, наведено метод кластеризації. Наведено метод кластеризації та алгоритм оптимізації вагів нечіткої когнітивної карти.

Вступ. Для прийняття правильного рішення в умовах неточної та неповної інформації користуються комп'ютерними моделями когнітивних карт. Потрібно оптимізувати структуру даних шляхом зменшення їх внутрішньої розмірності методами кластерного аналізу та методом підстроювання ваг впливу

концептів один на одного алгоритмами навчання штучних нейронних мереж.

Побудова когнітивної карти та її параметризація є найважливішими і складними етапами, що потребують оптимізації. Складність при побудові когнітивної карти полягає у наявності великої кількості вхідних даних (концептів). Ухвалення правильного рішення в умовах невизначеності і величезної кількості вхідних даних у самоорганізованих системах безпосередньо залежить від якісного аналізу вхідних даних і їх класифікації. Необхідність класифікації вхідних даних за певними ознаками обумовлена тим, що така процедура зменшує внутрішню розмірність множини даних, що істотно полегшує побудову когнітивної карти для заданої системи. Одним із відомих напрямків зменшення внутрішньої розмірності даних є кластеризація даних.

Виклад основного матеріала. У кластерному аналізі кожен об'єкт описується k -ознаками, тобто він може бути представлений як точка в k -мірному просторі. У кластерному аналізі використовують різні міри відстані між об'єктами. Евклідова відстань – найбільш загальний тип відстані, що є геометричною відстанню між точками у багатовимірному просторі:

$$P_{cb} = (x_i, x_j) = \sum |x_{il} - x_{jl}|$$

x_i, x_j - координати i -го і j -го об'єктів в k -вимірному просторі;

x_{il}, x_{jl} - величина l -тої компоненти у i -го (j -го) об'єкта ($l = 1, 2, \dots, k; i = 1, 2, \dots, n$).

Обчислюючи відстані між точками за формулою (1), будується матриця відстані:

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & \boxed{?} & p_{1n} \\ \boxed{?} & \boxed{?} & \boxed{?} \\ p_{n1} & \boxed{?} & p_{nm} \end{pmatrix},$$

де P_{ij} - відстань між i -м та j -м об'єктом.

У загальному вигляді алгоритм ієрархічного кластерного аналізу можна представити у вигляді послідовності процедур:

1. Значення вихідних змінних нормуються.
2. Розраховується матриця відстаней або матриця заходів близькості.
3. Знаходиться пара найближчих кластерів.
4. За обраним алгоритмом ці два кластери об'єднуються. Новому кластеру присвоюється менший з номерів об'єднаних кластерів.

Пункти 2, 3 та 4 повторюються до тих пір, поки всі об'єкти не будуть об'єднані в один кластер або до досягнення заданого «порогу» близькості.

У результаті отримуємо кластери, елементи яких схожі за певними ознаками і на підставі цих кластерів будується когнітивна карта. Когнітивна карта являє собою орграф $G: = (K, w)$, де K -множина вершин графа (концепти), w -множина ребер (зв'язків) [3]. Оптимізація когнітивної карти полягає в тому, що вона будується не на n -вхідних даних, а на k , де $k < n$.

Кластеризація даних для побудови когнітивної карти при великій кількості вхідних даних є оптимальною, тому що зменшується кількість концептів і

кількість зв'язків між цими концептами, завдяки чому скорочується кількість операцій, які виконуються на кожному кроці обробки когнітивної карти. При цьому сама когнітивна карта стає більш наочною і зрозумілою експерту. Все це дуже полегшує побудову когнітивних карт, що працюють у режимі реального часу.

Оптимізація структури когнітивної карти. Наступним етапом є параметризація когнітивної карти, тобто завдання вагів зв'язків w_{ij} . В існуючих методах побудови когнітивної карти ваги зв'язків впливу задаються експертом, що істотно збільшує частку суб'єктивізму у когнітивній карті. Оптимізація даного етапу полягає в автоматичній настройці ваг впливу концептів один на одного методами машинного навчання. Когнітивну карту можна представити у вигляді одношарової нейронної мережі. Усі вхідні сигнали подаються усім нейронам. Вихідними сигналами мережі можуть бути всі або деякі вихідні сигнали нейронів після кількох тактів функціонування мережі. Навчальною вибіркою буде виступати стан системи за попередні етапи часу, набори пар векторів $(x_i, x_j), i = 1, \dots, n$, тобто стан всіх концептів, що входять до когнітивної карти на кожному етапі. При навчанні на вхід буде надходити вектор стану концептів на $n-1$ -му кроці, а на виході повинен виходити вектор стану концептів на n -му кроці. Після багаторазового подання таких прикладів ваги стабілізуються. У процесі функціонування мережі утворюють вихідний вектор y відповідно до вхідного вектора x . Залежно від того як відрізняється отриманий результат від бажаного, ваги зв'язків налаштовуються. Для навчання когнітивної

карти підходить метод навчання одношарових нейронних мереж, запропонований Розенблаттом [4]. Суть методу полягає в ітераційному підстроюванні матриці ваг, що послідовно зменшує помилку в вихідних векторах. Алгоритм включає кілька кроків:

На першому кроці ваг впливу будуть вважатися випадковими величинами між 0 і 1.

На другому кроці на вхід подається вхідний вектор x_i , у результаті на виході отримуємо вектор y_i , сформований на основі випадкових ваг впливу.

На третьому кроці обчислюємо вектор помилки $a_i = y_i - y_i$.

На четвертому кроці вектор ваг модифікується за формулою:

$$w(t+1) = w(t) + cx_i a_i,$$

де $0 < c < 1$ - темп навчання.

Кроки 1-4 повторюються для всіх навчальних векторів. Один цикл послідовного пред'явлення всієї вибірки називається епохою. Навчання завершується після закінчення декількох епох: а) коли ітерації зійдуться, тобто вектор ваг перестане змінюватися або б) коли повна, підсумувавши по всіх векторах, абсолютна помилка стане меншою деякого мінімального значення.

Така процедура оптимізує ваги зв'язків у когнітивній карті для подальшого прогнозування розвитку системи. Склавши когнітивну карту, підстроюємо ваги впливу алгоритмами навчання одношарових нейронних мереж (навчаємо когнітивну карту). Дана процедура робить когнітивну карту більш об'єктивною. Єдиною умовою для коректного підстроювання

ваг є наявність навчальної вибірки (дані функціонування системи, по якій будується когнітивна карта за попередні етапи часу). Такі ж методи оптимізації підходять і для нечітких когнітивних карт, у яких концепти можуть набувати значень з діапазону дійсних чисел $[0,1]$. Термін «нечіткі» позначає тільки те, що причинні зв'язки (зв'язки взаємовпливу) можуть набувати не тільки значення, рівного 0 або 1, а лежать у діапазоні дійсних чисел, що відображають «силу» впливу одного концепту на інший [5].

Висновки. У доповіді описано процедуру оптимізації ваг зв'язків когнітивної карти для опису складної системи. Запропонована процедура зменшує внутрішню розмірність множини даних, що істотно полегшує побудову когнітивної карти для заданої системи. Наведений метод пропонується використовувати для розв'язання задач прогнозування складних технічних та біологічних систем.

Література

1. Авдєєва З.К. Когнітивне моделювання для вирішення завдань управління слабоструктурованими системами (ситуаціями) // З.К. Авдєєва, С.В. Коврига, Д.І. Макаренко // Управління великими системами. Випуск 16 / М.: ІПУ РАН, 2007. С.26-39.
2. Кулинич А.А. Комп'ютерні системи моделювання когнітивних карт: підходи і методи // Control sciences, №3, 2010 року.
3. Kosko B. Fuzzy Cognitive Maps // International Journal of Man-Machine Studies.-1986.-Vol. 1.-P. 65-75.
4. Розенблатт Ф. Принципи нейродинаміки (перцептрон і теорія механізмів мозку). – М.: Світ, 1965. – 480 с.
5. Жилов Р.А. Застосування нечітких когнітивних карт в системах прийняття рішення // Материали Всероссийской научной конференции молодых ученых «Современные вопросы математической физики, математической биологии и информатики». Нальчик, 2014. С. 54-55.

НЕЧІТКЕ ОЦІНЮВАННЯ ІНШОМОВНОЇ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ

А.О. Пашко¹, І.О. Пінчук²

¹Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Глухівський національний педагогічний університет
імені Олександра Довженка, Глухів, Україна

Розроблена нечітка модель оцінки іншомовної комунікативної компетентності вчителів початкової школи.

Іншомовна комунікативна компетентність майбутніх учителів початкової школи – це динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно вирішувати завдання взаєморозуміння і взаємодії з носіями мови, що вивчається, відповідно до норм і культурних традицій, соціалізуватися в міжкультурній комунікації та успішно використовувати іноземну мову як у професійній та подальшій навчальній діяльності, так і для самоосвіти й саморозвитку особистості, й уміщує в собі такі компоненти як мотиваційно-ціннісний, когнітивний, операційно-діяльнісний та рефлексивний, що взаємодіють і доповнюють один одного і функціонують як єдина система [1].

Критерії фахової компетентності майбутнього вчителя англійської мови початкових класів [2]:

A1: Мотиваційно-ціннісний (B1 – професійна спрямованість (ставлення до професії вчителя початкових класів), B2 – ставлення до вивчення іноземної мови (англійської), B3 – мотиви, ціннісні орієнтації).

A2: Предметно-когнітивний.

A3: Комунікативно-діяльнісний.

A4: Аналітико-результативний.

У процесі оцінювання іншомовної комунікативної компетентності майбутніх учителів початкової школи будемо використовувати 4 рівні її сформованості: високий, достатній, середній, низький.

Кожен із критеріїв також має 4 рівні – високий, достатній, середній, низький. Для визначення значення кожного критерію використовується нечітке виведення.

Кожен із показників є лінгвістичною змінною, що набувають значень, які є нечіткими множинами.

Так, наприклад, змінна В1 – професійна спрямованість набуває значення: висока, достатня, середня, низька. На деякій шкалі (шкала від 0 до 100 балів) ці значення задаються відповідними функціями належності (рис. 1).

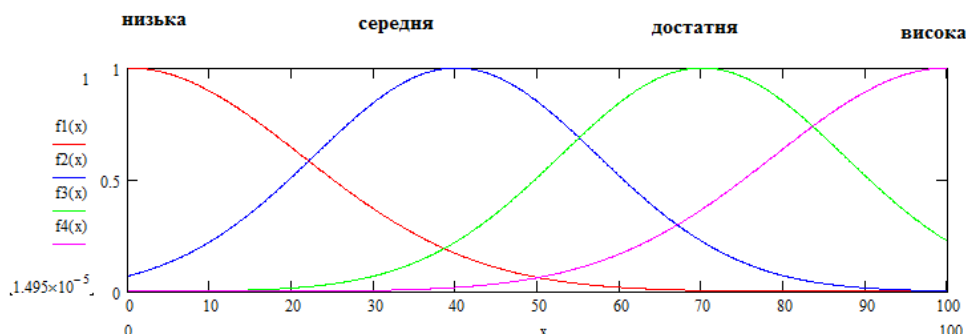


Рис. 1. Функції належності для змінної А1-професійна спрямованість

Функції належності будуються для всіх показників, що включені до критеріїв фахової компетентності. У роботі розглядається ситуація, коли функції належності є або гауссівськими функціями, або мають вигляд трапецій.

Фрагмент нечіткої продукційної бази знань, що являє собою систему нечітких правил для оцінки іншомовної комунікативної компетентності майбутніх учителів початкової школи складається з нечітких імплікацій виду:

Правило 1: *if* < (мотивація = середня) *and* (знання = високі) *and* (комунікативна діяльність = висока) *and* (результативність = висока) > *then* <компетентність = висока>

Правило 2: *if* < (A1 = середня) *and* (A2 = середня) *and* (A3 = висока) *and* (A4 = висока) > *then* <компетентність (К) = достатня>

Правило 3: *if* < (A1 = середня) *and* (A2 = середня) *and* (A3 = середня) *and* (A4 = середня) > *then* <компетентність (К) = середня>

Правило 4: *if* < (A1 = низька) *and* (A2 = середня) *and* (A3 = середня) *and* (A4 = середня) > *then* <компетентність (К) = низька>

Правила визначаються експертами у галузі.

Висновки. Розроблена нечітка модель оцінки іншомовної комунікативної компетентності майбутніх учителів початкової школи. Подальші дослідження будуть спрямовані на побудову нечіткої мережі для визначення компетентності [3].

Література

1. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII. Прийняття від 05.09.2017. Набрання чинності 28.09.2017. URL: <http://ru.osvita.ua/legislation/law/2231/>.
2. Пінчук І.О. Структура іншомовної комунікативної компетентності майбутніх учителів початкової школи /І.О. Пінчук //Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка : Зб. наук. праць. Педагогічні науки. Випуск 1 (39). - Глухів. 2019. -С. 100-106.
3. Osowski S. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji / S. Osowski. – Warszawa, 2000 – 342 p.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КІБЕРФІЗИЧНОЇ ІМУНОСЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ НА ПРЯМОКУТНІЙ РЕШІТЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕШІТЧАСТИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ

А.С. Сверстюк¹, В.П. Марценюк², Н.В. Козодій³

¹Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського, Україна

²Університет в Бельсько Бялій, Польща

³Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя, Україна

Розроблено математичну та комп'ютерну моделі кіберфізичної імуносенсорної системи на прямокутній решітці з використанням решітчастих диференціальних рівнянь із запізненням. Для моделювання дискретних подій використано динамічну логіку першого порядку.

Вступ. Кіберфізична система (КФС) – фізична система, яка реалізує інтеграцію обчислень та фізичних процесів. Вони відбуваються найчастіше у вигляді вбудованих систем та мереж для моніторингу та контролю фізичних процесів у системах зі зворотним зв'язком. У таких системах динаміка фізичних процесів є джерелом інформації досліджуваного явища з можливістю контролю та розрахунку сигналів керування об'єктом.

Для опису неперервної динаміки кіберфізичної імуносенсорної системи (КФІСС) використовується математична модель за допомогою нелінійних решітчастих диференціальних рівнянь із запізненням, згідно з роботою [1].

Для математичного моделювання динамічної логіки КФІСС використовується синтаксис, який запро-

понований А. Платцером для загальної КФС у вигляді мови гібридного програмування (ГП). У випадку КФІСС перший рівень ГП є динамічною програмою, яка визначається наступною граматиною

$$\begin{aligned}
 a ::= \frac{dV_{i,j}(t)}{dt} &= (\beta - \gamma F_{i,j}(t - \tau) \\
 &- \delta_v V_{i,j}(t - \tau)) V_{i,j}(t) + \hat{S} \{V_{i,j}\} \\
 \frac{dF_{i,j}(t)}{dt} &= (-\mu_f + \eta \gamma V_{i,j}(t - \tau) - \delta_f F_{i,j}(t)) F_{i,j}(t) \& \Phi_t
 \end{aligned} \quad (1)$$

У формулі (1) Φ_t є еволюційним доменним обмеженням у вигляді формули логіки першого порядку

$$\begin{aligned}
 \Phi_t &\stackrel{\text{def}}{=} V^{\min} \leq V_{i,j}(n) \leq V^{\max} \\
 &\wedge F^{\min} \leq F_{i,j}(n) \leq F^{\max} \wedge t > 0,
 \end{aligned} \quad (2)$$

У результаті зв'язування антигенів з антитілами в імунопікселі відбувається явище флуоресценції. Функціонування імунопікселя (i, j) визначається двома станами. А саме, S_{fl} є станом флуоресценції та S_{nonfl} є одним із нефлуоресцентних станів.

Інтенсивність флуоресценції пропорційна кількості контактів між антигенами та антитілами, тобто $k_{fl} V_{i,j}(t) F_{i,j}(t)$. Припускається, що піксель (i, j) знаходиться у стані флуоресценції, якщо

$$k_{fl} V_{i,j}(t) F_{i,j}(t) \geq \Theta_{fl},$$

де $\Theta_{fl} > 0$ є деяким пороговим значенням зв'язування, при якому відбувається явище флуоресценції.

Використавши в синтаксисі логіки першого по-

рядку співвідношення задоволення $s| = L$ для формули логіки першого порядку L та стану S , можна визначити для конкретних пікселів (i, j) стани S_{fl} і S_{nonfl} , як

$$\begin{aligned} s_{fl}| &= k_{fl} V_{i,j}(n) F_{i,j}(n) \geq \Theta_{fl}, \\ s_{nonfl}| &= k_{fl} V_{i,j}(n) F_{i,j}(n) < \Theta_{fl} \end{aligned} \quad (3)$$

Дискретні зміни відбуваються в комп'ютерних програмах, коли вони набувають нових значень для змінних. Така ситуація відбувається у випадку виникнення явища флуоресценції в пікселі (i, j) . У стані флуоресценції змінній $S_{fl,i,j}$ присвоюється значення 1. Це веде до дискретної, стрибкоподібної зміни, оскільки значення $S_{fl,i,j}$ змінюється миттєво.

У роботі розроблено математичну модель КФС на прямокутній решітці з використанням решітчастих диференціальних рівнянь із запізненням, досліджено її стійкість. При цьому враховується наявність колоній антигенів та антитіл, що локалізовані у пікселях, а також дифузію колоній антигенів між пікселями.

Література

1. Martsenyuk V. Stability, bifurcation and transition to chaos in a model of immunosensor based on lattice differential equations with delay / A. Klos-Witkowska, A. Sverstiuk // Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equations: No. 2018(27), p. 1-31.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ЗАВАДОСТІЙКИХ ЦИКЛІЧНИХ КОДІВ

Д.Ю. Скрибайло-Леськів, В.В. Різник

Національний університет «Львівська політехніка»,
Львів, Україна

Викладено метод підвищення потужності циклічних кодів за допомогою перетворення форми інформації, що дає змогу розглядати різноманітні за постановкою оптимізаційні задачі, пов'язані з побудовою та дослідженням циклічних кодів. Одна з таких задач – збільшення потужності коду без зменшення його коректувальної спроможності. Для цього в методі використані додаткові кодові послідовності, у яких одиничні символи замінені нульовими, і навпаки, а також вивчається можливість їх доповнення дзеркальними відображеннями та ізоморфними перетвореннями базових кодових комбінацій.

Вступ. У традиційних системах кодування не завжди повністю використовуються потенційні можливості методів завадостійкого кодування. Значна частина публікацій присвячена дослідженню кодів БЧХ (Боуза-Чоудхорі-Хоквінхема) [1], які дозволяють виправляти більше однієї помилки. Для цього необхідно дотримуватись умови, за якої мінімальна кодова відстань d і число виправлених помилок t_2 пов'язані рівнянням $d=2t_2+1$, і довжина S_n коду задовольняла рівнянню $S_n=2^h-1$, де величина h визначає вибір числа контрольних символів k і пов'язана з S_n наступним співвідношенням [2]:

$$k \leq h \quad t_2 = \lceil \log_2 (S_n + 1) \rceil \quad (1)$$

Недоліком коду БЧХ є відносно велика алгоритмічна складність, що пов'язано з необхідністю побу-

дови твірному поліному, що є добутком непарних мінімальних многочленів і є їхнім найменшим спільним кратним за допомогою мінімальних многочленів, які є простими незвідними многочленами. Число таких многочленів рівне числу помилок, які підлягають виправленню. Крім того, під час декодування циклічних кодів можуть виникати складні варіанти, коли для виявлення і виправлення помилок необхідно здійснювати велику кількість циклічних зсувів та обчислювальних процедур [1]. Тому коди БЧХ, маючи переваги перед іншими кодами стосовно потужності, поступаються за алгоритмічною складністю під час виправлення багаторазових помилок. Актуальною проблемою є використання як класичних, так і нетрадиційних методів кодування повідомлень з поліпшеними параметрами за такими показниками як потужність коду, швидкість виявлення та виправлення помилок тощо. До числа таких методів, у яких використовуються комбінаторні властивості циклічних числових послідовностей належать «ідеальні кільцеві в'язанки» (ІКВ) – впорядковані за кільцевою схемою числа, у яких всі числа та суми послідовно впорядкованих чисел вичерпують множину значень чисел натурального ряду фіксованим числом способів [3]. Велику групу оптимальних комбінаторних кодів складають циклічні коди з високою захищеністю від завад, коди швидкого перетворення форми інформації, коди з можливістю здійснення шифрування даних, а також великий клас ортогональних кодових послідовностей з добрими кореляційними властивостями [2,3].

Метод дослідження завадостійких циклічних кодів. В основі завадостійкого кодування, як відомо,

лежить принцип введення інформаційної надмірності, що дає змогу виявляти та виправляти помилки. Для спрощення побудови циклічних завадостійких кодів, використовують комбінаторні властивості «ідеальних кільцевих в'язанок» (КВ) [3]. У найпростішому випадку КВ – це послідовність $K_n = (k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_n)$ цілих додатних чисел, на якій всі можливі кільцеві суми вичерпують значення чисел натурального ряду $1, 2, \dots, S_n = n(n-1)$ рівно R разів, де кільцевою вважається сума будь-якої кількості послідовно впорядкованих чисел КВ – від одного до $(n-1)$. Для дослідження кодів використовують послідовності цілих додатних чисел, впорядкованих у вигляді замкненої кільцевої схеми, де всі числа разом із сумами двох, трьох і т.д. поруч розміщених чисел відтворюють натуральний ряд R різними способами. Мета тез – дослідження завадостійкості циклічних кодів, побудованих на основі КВ, які доповнені інверсними послідовностями, ізоморфними варіантами КВ та їхніми дзеркальними відображеннями. На основі цих даних була розроблена програма, яка дає змогу досліджувати циклічні коди, а також монолітні КВ-коди [3] з погляду можливості поліпшення їх основних параметрів.

Основні залежності. Загальна кількість C_2 різних пар дозволених комбінацій циклічного коду довжиною S_n легко обчислити за загально відомою формулою:

$$C_2 = S_n (S_n + 1) / 2 \quad (2)$$

При цьому кількість дозволених комбінацій циклічного коду збігається з довжиною цих кодових комбінацій:

$$S_n = n(n-1) / R + 1, \quad (3)$$

де n і R - параметри ІКВ.

Кожна пара різних кодових комбінацій містить рівно R одиничних символів в однойменних розрядах, що впливає з властивостей ІКВ, а решта $(n - R)$ символів кожної з порівнюваних між собою кодових послідовностей відрізняються між собою в однойменних розрядах. Тому мінімальна кодова відстань для будь-якої дозволеної кодової послідовності, побудованої на основі ІКВ, визначається співвідношенням:

$$d_{\min} = 2(n - R) \quad (4)$$

Число помилок, які можна виявити t_1 і виправити t_2 за допомогою циклічного коду визначається мінімальною кодовою відстанню d_{\min} :

$$t_1 \leq d_{\min} - 1, \quad (5)$$

$$t_2 \leq (t_1 - 1) / 2 \quad (6)$$

Із формул (4), (5) і (6) випливають основні залежності для обчислення кількості виявлених та виправлених помилок для циклічного коду.

$$t_1 \leq 2(n - R) - 1$$

$$t_2 \leq n - R - 1$$

Для циклічного коду, в якому використані як основні, так й інверсні комбінації, його завадостійкість впливає із наступних формул [3]:

$$d_{1,2} = S_n - 2(n - R),$$

$$t_1 \leq 2(n - R) - 1, \quad \text{якщо } S_n \geq 4(n - R)$$

$$\begin{aligned} t_1 &\leq S_n - 2(n - R) - 1, && \text{якщо } S_n < 4(n - R) \\ t_2 &\leq n - R - 1, && \text{якщо } S_n \geq 4(n - R) \\ t_2 &\leq [S_n - 2(n - R + 1)] / 2, && \text{якщо } S_n < 4(n - R). \end{aligned}$$

Недоліком розглянутого коду є відносно велика інформаційна надмірність. Цю проблему можна частково подолати добром оптимального співвідношення між параметрами S_n , n , R [3].

Дослідження завадостійкості коду, побудованого на основі ІКВ з доповненими комбінаціями дзеркального відображення, показали, що приблизно 45% з усіх можливих комбінацій дзеркального коду можуть бути придатними для коректування помилок. Таким чином, потужність завадостійких циклічних ІКВ кодів можна збільшувати вдвічі й більше введенням інверсних і дзеркальних перетворень основного коду. При цьому слід дотримуватися компромісу щодо обраної кількості дозволених кодових комбінацій та вимогами до завадостійкості циклічного коду.

Характеристика оптимізованого циклічного ІКВ-коду наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристика оптимізованого циклічного ІКВ-коду

Довжина коду, S_n	Параметри ІКВ		Кодова відстань		Потужність коду, P_n	t_1	$(t_1/S_n) \times 100 \%$	t_2	$(t_2/S_n) \times 100 \%$
	n	R	d_{\min}	$d_{1,2}$					
15	7	3	8	7	30	4	26,7	1	6,7
19	9	4	10	9	38	8	42,1	3	15,8
23	12	6	12	11	46	10	43,5	4	17,4
31	15	7	16	15	62	14	45,2	6	19,3
35	17	8	18	17	70	16	45,7	7	20,0
43	22	11	22	21	86	20	46,5	9	20,1
...
255	127	63	128	127	510	126	49,4	62	24,3

З вищенаведеної таблиці можна бачити, що зі збільшенням довжини S_n комбінацій циклічного оптимізованого коду спостерігається зростання його завадостійкості, прямуючи до межі 50% і 25 % відповідно до числа виявлених і виправлених помилок від числа двійкових розрядів кодових комбінацій з одночасним збільшенням удвічі потужності коду за рахунок його доповнення комбінаціями зі зміненими на протилежні двійковими символами.

Висновки. Число виявлених і виправлених помилок у циклічному оптимізованому коді зростає зі збільшенням його довжини, наближаючись за нелінійним законом до межі 50% і 25 % відповідно до числа виявлених і виправлених помилок від загального числа двійкових символів у кодових послідовностях. При цьому потужність коду зростає вдвічі за рахунок використання комбінацій з інверсними символами практично без зменшення його завадостійкості порівняно з базовим кодом. Число дозволених комбінацій можна поповнити за рахунок використання ізоморфних варіантів ІКВ та їхніх дзеркальних відображень. Тому актуальним постає питання дослідження оптимізованих циклічних ІКВ-кодів за допомогою комп'ютерного моделювання та верифікації результатів дослідження.

Література

1. VCH Code // [Електр. Ресурс]. – Режим доступу: http://en.wikibooks.org/wiki/VCH_Code.
2. Цымбал В.П. Теория информации и кодирование / В.П. Цымбал. - К.: Вища школа, 1977. - 288 с.
3. Різник В.В. Синтез оптимальних комбінаторних систем / В.В. Різник.- Львів: Вища школа, 1989.- 168 с.

THE INTELLIGENCE ARTIFICIAL SYNTHESIS PROBLEM AND RADICAL REFORM OF MODERN SCIENCE

Alexander V. Sosnitsky¹, Anatoly I. Shevchenko²

¹Berdyansk State Pedagogical University, Berdyansk, Ukraine

²Institute of AI Problems of the MES and NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

Modern science has practically exhausted its resources within the framework of the existing general scientific axiomatic (dogmatic) paradigm and has accumulated many chronically insoluble problems that cannot be overcome within its framework, but only within the framework of a new more developed general scientific paradigm. The main problem is the lack of a full-fledged scientific formalization of the intelligence (life) concept which delegitimizes all sorts of research in this area and science in general, as a product of exclusively intellectual activity. An alternative to dogmatization is the universalization of knowledge by further increasing the level of their abstraction to achieve the highest Universal Axiom (UA), which generates the entire Universe and combines knowledge into a single Universal Formalism (UF) containing partial universal formalisms of all Universe phenomena. Universalization is a new scientific concept that radically changes the general paradigm of cognition. The partial dogmatic paradigm is carried out according to the classical scheme “observation – hypothesis – experiment” and is limited by fundamentally small observation, and the universal paradigm is carried out according to the scheme “UF – identification of a phenomenon in UF – the conclusion of a universal formalism of a phenomenon” and is limited only to

UF up to the full knowledge of the Universe. For the first time, the concept and the possibility of constructing UF are substantiated, the definition of UA is obtained, the universal cosmogony and phases of the existence of the Universe are derived, the conditions for the discretization and formation of categories are identified, the general meta-properties of formalisms in the cognition phase are determined. The meta-scheme of the conditioned reflex as a universal mechanism of cognition, the meta-ontology of cognition, the initial properties of the brain and the universal harmonious classification of phenomena that first allowed us to derive UF intelligence, which comes directly from UA, are fundamentally the same for the whole Universe and its living world, and are exclusively meta-formalization. The obtained formalisms and their justifications constitute a single Universal (Meta-) Theory (UMT), which hypothetically has a single expression for all methods of its construction and should become the basis for all serious studies of complex phenomena. Thus, the study of intelligence is directly related to the highest properties of our Universe and, accordingly, fundamentally reforms modern knowledge systems.

ON USAGE OF NEURAL NETWORK FOR PROCESSING INFORMATION OF ARCHITECTURE FORMS

*S. Telenyk, O. Savchuk, E. Pokrovskiy,
O. Morgal, M. Zayarnyuk*

National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorskyi KPI”, Kyiv, Ukraine

Досліджується базис з некорельованими коефіцієнтами дискретного розкладання Карунена-Лоева для растрового зображення. Порівнюються отримані результати з існуючими в завданні виділення елементів контуру деталей (силуетів основних типів) архітектурних стилів у Києві і області. Наводиться чисельний аналіз базисних векторів перетворення Карунена-Лоева для моделі опису елементів зображення. Наводиться чисельний аналіз похибок при відновленні вихідних зображень стилів при розпізнаванні при зміні числа базисних функцій. Застосована нейромережева технологія (перцептрон, карта Кохонена, RBF-мережі, когнітрон).

Вступ. Новітні нейромережеві технології інтелектуального аналізу охоплюють різні сфери життя й діяльності людини. Мешканців Києва дуже цікавить питання: як змінилося «обличчя» міста від довоєнного періоду Другої світової війни до сучасного періоду, як зберегти і примножити красу улюбленого міста, що, насамперед, можна продемонструвати гостям Києва, які архітектурні стилі новобудов допоможуть прикрасити улюблене місто при мінімальних витратах на будівництво, не кажучи ще про екологічну небезпеку.

Унікальність Києва полягає, по-перше, у пам'ятках архітектури Київської Русі, шедеврах архітектурного зодчества, серед яких найулюбленіші Золоті Ворота, Києво-Печерська Лавра, Церква Спаса на Берестові, залишки Десятинної Церкви і більш пізні

споруди: Андріївська церква, Костел, Національний академічний театр опери та балету України та інше.

Мета тез – перевірити збереження стилів пам'яток архітектури міста Києва за період існування радянської держави з перспективою подальшого розвитку столиці України.

Відомі розв'язки задачі опису стилів та їх змін [1-6].

Обґрунтування доцільності використання методу Карунена-Лоева для обробки апріорної інформації елементів архітектурних форм. З огляду на проаналізований у [7] матеріал, дискретне розкладання Карунена-Лоева (ДРКЛ) є оптимальним для деталей, що розглядаються за наступними критеріями:

- мінімумом середньоквадратичної похибки векторів;
- максимумом розкиду векторів, що відповідають різним класам (стилям), які досягаються оптимізацією автокореляційної матриці;
- мінімумом ентропії, що є функцією від квадратів коефіцієнтів розкладу, яка виражає ступінь «нерівномірності» розподілу базисних функцій.

Спостереження за проєкціями ортонормованого ДРКЛ дозволяє використати найпростіші типи нейронних мереж для подальшої розбравки зразків класів.

Розкладання Карунена-Лоева для опису випадкових процесів

$$\begin{aligned} \lambda_k \varphi_k(t) &\cong \vartheta(k\omega_0) \exp(jk\omega_0 t) \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} T \left\{ \frac{\sin \left\{ \left[\frac{(k\omega_0 - \omega)}{2} \right] T \right\}}{\left[\frac{(k\omega_0 - \omega)}{2} \right] T} \right\} d\omega \\ &= \vartheta(k\omega_0) \exp(jk\omega_0 t). \end{aligned}$$

Тому з точністю до різниці між описом (а) і (б) можна вважати

$$\lambda_k \cong \vartheta(k\omega_0).$$

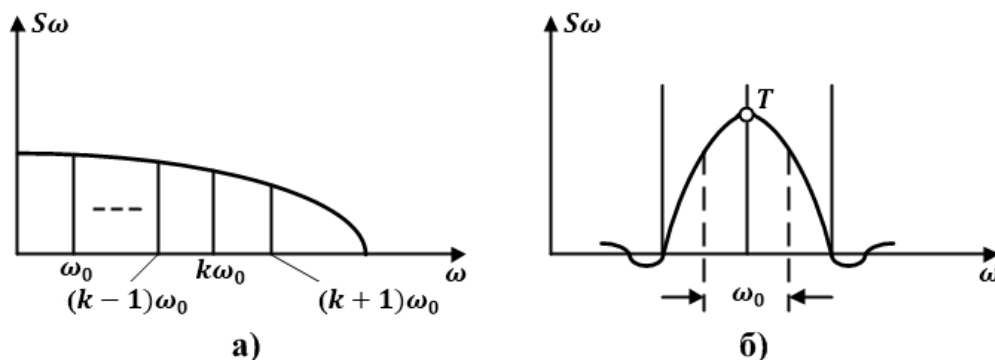


Рис. 1. Спектральна функція (а)
і вибіркова функція (б)

Щодо використання неймереж. Розглядалися: персептрон, нейронна мережа Кохонен RBF-мережі, когнітрон та неокогнітрон, сучасна згорткова нейронна мережа.

Вибір структури неймережі здійснювався відповідно до її властивостей та складності задачі. Серед активаційних функцій вибрана сигмоподібна, бо вона є диференційовною на всій вісі абсцис та має властивість посилення слабких сигналів.

Радіально-базисні неймережі ініціалізувалися на основі прямого розрахунку ваг із подальшою процедурою навчання на основі алгоритмів із захоченням (наприклад, на основі алгоритму зі зворотним поширенням помилки).

При використанні *карти Кохонена* (Self-Organized Map – SOM) застосовується процедура навчання без вчителя.

У даному випадку нейрони активного шару утворюють регулярну структуру. При розгляді мережі з двовимірним шаром Кохонена, функції взаємного впливу нейронів мають бути описані для площини, а також, можливо, використати тривимірний шар Кохонена.

Вейвлет-аналіз. Класичні вейвлети використовуються для стиснення або класифікації зображень. Метод обчислення кореляції [8], що лежить в основі вейвлет-перетворення, сам по собі є незамінним інструментом у системах комп'ютерного зору і часто використовується у своєму природному вигляді, наприклад, для знаходження зрушень або оптичних потоків (кореляція відеопотоку). На основі обрахованої корелятором різниці реалізується найпростіший детектор зсуву.

У контурному аналізі попередні стадії фільтрації і додаткової бінаризації є обов'язковими етапами завдання. Передбачається, що контур містить необхідну інформацію про форму об'єкта, а внутрішні точки до уваги не беруться, що обмежує область застосування алгоритмів контурного аналізу. Проте, отримані з його допомогою контури дозволяють перейти від двовимірного простору образу до простору контурів, у деяких завданнях це значно зменшує складність алгоритму. Методи контурного аналізу інваріантні щодо перенесення, повороту і масштабування зображення об'єкта [1].

Когнітрон та неокогнітрон. Як основа згорткових нейромереж, когнітрон був розроблений на основі будови біологічної зорової кори, має ієрархічну принципово багат шарову архітектуру. З появою тех-

нологій глибокого навчання, навчання без вчителя стало корисним інструментом попередньої обробки в задачах виявлення корисних уявлень даних [2].

Висновки. Проведено дослідження властивостей базисних векторів розкладання Карунена-Лоева. Розглянуто окремі випадки моделі ступінчастого кордону яркості. Проведений аналітичний аналіз власних функцій на вибірці зображень за допомогою безперервного перетворення Карунена-Лоева.

У роботі досліджено можливість використання методів глибокого навчання в області розпізнавання елементів на зображенні. Запропоновано технологію сегментації і розпізнавання елементів архітектури з метою перевірки збереження архітектурного стилю.

У цілому навчання кожної моделі займає від 24 до 120 годин, залежно від архітектури. Поліпшення результатів може бути досягнуто під час реалізації етапу сегментації зображень з набору даних з використанням методів глибокого навчання. Як можливе вирішення цієї проблеми може виступати використання сучасних графічних процесорів.

Література

1. 1(2).Large Scale Visual Recognition Challenge 2012 (ILSVRC2012) [Ел. ресурс]. / Режим доступу: <http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2012/results.html>
2. 2(3).Baird, Henry S., and Karl Tomre."The Evolution of Document Image Analysis." Handbook of Document Image Processing and Recognition. Springer London, 2014. 63-71. Recognizing Text in Google Street View Images -UCSD CSE [Ел. ресурс]
3. 3(7).Bengio, Y. "Learning deep architectures for ai," Found. Trends Mach. Learning, vol. 2,no. 1, pp. 1-127, Jan. 2009. [Ел. ресурс] / Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.1561/2200000006>

4. 4(8).C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich, "Going deeper with convolutions," arxiv preprint arxiv:1409.4842, 2014.
5. 5(47).Russell S. J., Norvig P. "Artificial Intelligence: A Modern Approach", 2nd ed. Prentice Hall, c2002. ISBN 978-0137903955
6. Telenyk S.F., Savchuk O.V. and others. On some problems of neural network technologies in electric components diagnosing/ Artificial Intelligence № 3-4, 2017, pp.
7. Солодовщиков А.Ю., Платонов А.К. Исследование метода Карунена-Лоэва. – М.:РАН, 2006. – 29 с.

DEEP LEARNING APPROACH TO DIABETIC RETINOPATHY DETECTION

B. Tymchenko¹, Ph. Marchenko²

¹Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine

²Odessa National University, Odessa, Ukraine

Diabetic retinopathy needs a timely diagnosis to be treated successfully. The deep learning approach to the detection of diabetic retinopathy is presented in the paper. It can be used as a screening method. The approach is validated by Kaggle competition, where it took 54 place out of 2943.

Introduction. Diabetic retinopathy is one of the most threatening complications of diabetes that leads to permanent blindness if left untreated. Early detection is very important for treatment success. Simplification of the detection step is crucial and can help millions of people

The aim of this work is to develop the method for robust automated end-to-end detection of the presence and stage of diabetic retinopathy by a single photo of the human fundus.

This work was done within the competition hosted by Kaggle. Aravind Eye Hospital in India [2] provided data for this competition. They provided the dataset of

photos of human fundus along with the corresponding stage of the disease.

The Dataset consists of 18590 photos and is divided into train, validation and test subsets by competition organizers. There are 3662 training, 1928 validation and 13000 testing images. Overall, there are 5 classes, ranging from class 0, which means no disease to class 4, which means proliferative diabetic retinopathy [1]. We used additional data from previous competition (2015 data) [2], IDRID [3] and MESSIDOR [4] datasets.

The Approach. To detect diabetic retinopathy, we used deep convolutional neural network (CNN). To reduce training time, we used transfer learning [5] from models pretrained on the ImageNet dataset. For image preprocessing, we used contrast limited adaptive histogram equalization and normalization with ImageNet mean and standard deviation.

There are spurious correlations between image content and image shape and mean color, so to eliminate them at training time we used hard augmentations. Following augmentations were used in our pipeline: optical distortion, grid distortion, piecewise affine transform, horizontal flip, vertical flip, random rotation, random shift, random scale, a shift of RGB channels, random brightness and contrast, additive Gaussian noise, blur, sharpening, embossing, random gamma, and coarse dropout.

We used multi-target learning: classification, ordinal regression [6] and regression heads. The final prediction was obtained as a weighted average of three heads with learned weights.

We found inconsistent labeling between different datasets, so we decided to use the largest one (2015 data) to pretrain CNN and use it as a starting point for training

on other datasets. Prertaining was done for 20 epochs with SGD optimizer and cosine annealing learning rate schedule.

After pretraining, 5-fold cross-validation was done on 2019 data, IDRID and MESSIDOR combined. We trained for 75 epochs using rectified Adam optimizer [7], with cosine annealing learning rate schedule.

To penalize overconfident predictions, we used label smoothing for ordinal and classification heads. Also, we added random noise in range (-0.3, 0.3) to labels for regression, which greatly reduced overfitting.

At inference time, we ensembled 3 best architectures at different resolution: EfficientNet-B4 (380x380), EfficientNet-B5 (456x456), SE-ResNeXt50 (380x380 and 512x512). We picked model by their performance on CV and holdout sets.

Our best performing solution is an ensemble of 20 models (4 architectures x 5 folds) with test-time augmentations (horizontal flip, vertical flip, transpose, rotate, zoom). Model predictions were combined with a 0.25-trimmed mean to eliminate outliers.

Acknowledgments. We thank Dmitry Spodarets and FastGPU.net for providing computing resources for this research.

Results. Using models trained with the presented approach we were able to score quadratic weighted Cohen's Kappa of 0.9254 on the test dataset. This put us at the 54 place of 2943 total, that validates the capabilities of the developed method.

Conclusion. The approach of the application of deep neural network for diabetic retinopathy was presented. Usage of this method resulted in the top 2% of the competition at Kaggle among 2943 teams.

References

1. Solomon S. Diabetic Retinopathy: A Position Statement by the American Diabetes Association / Solomon S, Chew E, Duh EJ, Sobrin L, Sun JK, VanderBeek BL, Wykoff CC, Gardner T. – Diabetes Care, 2017. – 412–418
2. Diabetic Retinopathy Detection // [Electronic source]. – Access mode: <https://www.kaggle.com/c/diabetic-retinopathy-detection>
3. Porwal P. Indian Diabetic Retinopathy Image Dataset (IDRID) / Porwal P. – IEEE International Symposium on Biomedical Imaging, 2018.
4. Decencière et al. Feedback on a publicly distributed database: the Messidor database. – Image Analysis & Stereology, 2014. – 231-234
5. Thrun S. Learning to Learn / Thrun S., Pratt L. – Springer Science & Business Media, 2012
6. Cheng J. A Neural Network Approach to Ordinal Regression / Cheng J., Wang Z., Pollastri G. – CoRR, 2007 – 0704.1028
7. Liu L. On the Variance of the Adaptive Learning Rate and Beyond /
8. Liu L., Jiang H., He P., Chen W., Liu X., Gao J., Han J. – CoRR, 2019 – 1908.03265

РОЗРОБКА ЕВОЛЮЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ У ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ АСОРТИМЕНТОМ МЕРЕЖЕВИХ АПТЕК

*Є.М. Федорченко, А.О. Олійник, О.О. Степаненко,
С.К. Корнієнко, А.С. Харченко, Д.А. Гончаренко*
Національний університет «Запорізька політехніка»,
Запоріжжя, Україна

Запропоновано генетичний метод з модифікацією оператора мутації для вирішення проблеми управління асортиментом аптечної продукції, заснований на еволюційних методах. Принципова відмінність розробленого генетичного алгоритму, порівняно з існуючими аналогами, полягає у можливості керування математичним розподілом значень рішення, що дозволяє

запобігти передчасній збіжності генетичного алгоритму та використати всі запропоновані гени у долях згідно з обраною моделлю розподілу. Було розроблено три модифікації оператора мутації.

Вступ. У сучасному конкурентному середовищі швидкість та правильність прийняття рішень є ключовим фактором успішності ритейлера, яким є і аптечна мережа. Головними індикаторами успішності роботи аптеки є її фінансові показники: прибуток та оборот. Впливати на ці показники можна різними методами, але одним з найефективніших методів є оптимізація асортименту складу аптеки.

Оптимізація асортименту призведе до більш ефективного використання площі аптек, зменшення незадоволеного попиту та, у кінцевому результаті, до зменшення роздрібної вартості ліків за рахунок зменшення витрат на зберігання та обслуговування неоптимально завантажених площ аптеки [1].

Виклад основного матеріалу. Для розв'язання даного завдання було прийнято рішення використувати еволюційні методи [2], які, порівняно з методами повного перебору, дозволять скоротити обчислювальні витрати і вирішити задачу оптимізації швидше та ефективніше.

Перша модифікація оператора мутації полягає у наступному: нові значення генів для модифікації обираються не як випадкове число, а з ряду випадкових чисел, що підпорядковуються закону нормального розподілення [2].

Значення гена після оператора мутації розраховується за формулою:

$$\delta(t,y) = y(1-r \left(1 - \frac{t}{\varepsilon_{\max}}\right)^b), \quad (1)$$

де t – номер покоління; $r \in [0,1]$ – випадкове дійсне число; ε_{\max} – максимальна кількість епох алгоритму; b – параметр, що задається дослідником [3].

Наступна модифікація оператора мутації полягає у використанні ШНМ у процесі мутації. Однією з цілей запропонованої модифікації є забезпечення тільки «позитивної» мутації, тобто такої, яка покращує фенотип хромосоми.

Функціонування нейрону можна описати формулою:

$$y = \begin{cases} 1, & \sum_{i=1}^N w_i u_i \geq v \\ 0, & \sum_{i=1}^N w_i u_i < v \end{cases}, \quad (2)$$

де y – вихідний сигнал нейрона; $w_1 \dots w_N$ – синаптичні вагові коефіцієнти; $u_1 \dots u_N$ – входні сигнали ШН; v – порогове значення [3].

Третім типом модифікації оператора мутації є комбінація попередніх двох методів.

Висновки. Розроблено генетичний метод багатокритеріальної оптимізації з модифікацією оператора мутації, що призначений для вирішення задачі оптимізації фінансових показників аптек за допомогою еволюційних методів у сфері аптечного бізнесу, шляхом оптимізації процесу роботи відділу закупівлі ліків. Запропоновано три модифікації оператора мутації. Принципова відмінність розробленого генетично-

го алгоритму, порівняно з існуючими аналогами, полягає у можливості керування математичним розподілом значень рішення, що дозволяє запобігти передчасній збіжності генетичного алгоритму та використати всі запропоновані гени у долях згідно з обраною моделлю розподілу.

Література

1. Naşim Sak Long Short-Term Memory Based Recurrent Neural Network Architectures for Large Vocabulary Speech Recognition [Текст] / Naşim Sak, Andrew Senior, Françoise Beaufays // Cornell University Library, 2014.
2. Cornell University Library. [Електронний ресурс]. – On some extensions to GA package, 2017– Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1605.01931.pdf>.
3. Swingler, Kevin Applying Neural Networks: A Practical Guide [Текст] / Keven Swingler – Morgan Kaufman Publishers, Inc, 2001. – 301 с.

Наукове видання

**СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ ШТУЧНОГО
ІНТЕЛЕКТУ
AIPS' 2019**

**Тези доповідей
Міжнародної наукової
молодіжної школи
18 жовтня 2019
м. Київ, Україна**

Редакційно-видавничий відділ:
тел. +38-044-248-06-23 ;
e-mail: airjournal@gmail.com
Коректор В.Ф. Фурманюк

Комп'ютерна група А.К. Рудницька, М.С. Клименко
Здано до набору 12.11.2019. Підписано до друку 12.12.2019.
Формат 60×84/16.

Обл.-вид. арк.7,5. Наклад 50 прим.
Зам. № 05/02 від 12.12.2019.

Оригінал-макет виготовлено в редакційно-видавничому відділі
Інституту проблем штучного інтелекту
МОН і НАН України,
Україна, м.Київ, пр. академіка Глушкова, 40,
Тел . +38044-278-37-59; <http://www.ipai.net.ua>,
e-mail: ipai.kiev@gmail.com
airjournal@gmail.com

© Інститут проблем штучного інтелекту
МОН і НАН України