

**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'2018

МАТЕРІАЛИ

Міжнародної наукової молодіжної школи

СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ

ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

**м. Київ, Україна
18 жовтня 2018 р.**

**Київ
2018**

УДК 004.89

ББК 32.973

С 34

С 34 Системи та засоби штучного інтелекту: тези доповідей Міжнародної наукової молодіжної школи. – Київ: ІІШ «Наука і освіта», 2018. – 112с.

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.

**© ІІШ “Наука і освіта”
МОН І НАН України, 2018**

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 (Україна) – голова
Анісімов А.В.	чл.-кор. НАН України (Україна) – заступник голови
Вуйцик Вальдемар	д.т.н., професор (Польща) – заступник голови
Крак Ю.В.	чл.-кор. НАН України (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)
Калімомлдаєв 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)
Шаріпбай А.А.	д.т.н., професор (Астана, Республіка Казахстан)
Шаховська Н.Б.	д.т.н., професор (Львів, Україна)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Качур І.В.	к.б.н., доц. (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)
Рудницька А.К.	(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>Г.В. Антонова, В.В. Тищенко</i> ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗ- ДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ	9
<i>І.В. Бачинін</i> ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСОБИ ЗА ГОЛОСОМ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	12
<i>М.В. Бевза, А.В. Анісімов</i> ОБ'ЄДНАННЯ ВБУДОВУВАНЬ ДЛЯ ПОКРА- ЩЕННЯ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ НЕЙРОННИХ МЕ- РЕЖ ДЛЯ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ ІМЕНО- ВАНИХ СУТНОСТЕЙ	17
<i>О. Volkov, D. Voloshenuk, M. Komar</i> INTELLECTUAL INFORMATION TECHNO- LOGY OF AUTONOMOUS NAVIGATION FOR AN UNMANNED AERIAL COMPLEX	20
<i>N.I. Garkusha</i> ONE MODEL OF DYNAMICS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROBLEMS	23
<i>Ž. Grądz</i> SELECTED PROBLEMS OF DIAGNOSTICS OF THE COMBUSTION PROCESS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	25
<i>R. Dzierżak, W. Wójcik</i> DEEP LEARNING IN MEDICAL IMAGE ANALYSIS	28
<i>Г.А. Егошина, С.М. Вороной, О.Г. Палій</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ МАСШТАБОВА- НОСТІ ВЕБ-СЕРВІСІВ НА БАЗІ СТРАТЕГІЇ «API-FIRST»	31

<i>М.С. Єфремов</i> СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ РУХУ КИСТІ РУКИ	34
<i>О.С. Звенігородський, І.В. Качур</i> МОДЕЛЬ СТРУКТУРИ СВІДОМОСТІ	38
<i>Л.О. Катеринич</i> МЕТОДИ АДАПТАЦІЇ У ПРОЦЕСАХ НАВ- ЧАННЯ	41
<i>М.С. Клименко</i> РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ СЕМА- НТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТІВ	44
<i>О.В. Ковирьова, Г.В. Антонова</i> ЦИФРОВЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА БЕЗДРОТОВА СЕНСОРНА МЕРЕЖА	47
<i>М.М. Козир, О.С. Крюков, О.М. Степанченко, М.В. Бойко, І.М. Бялик, М.І. Парфенюк</i> ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІО- НАЛЬНИХ ЗОН НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ ЗА КОСМІЧНИМИ ЗНІМКАМИ ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ	50
<i>Ю.В. Крак, Г.І. Кудін, В.С. Касьянюк, А.О. Голік</i> ШКАЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВІЗУАЛІ- ЗАЦІЇ ДАНИХ В ЗАДАЧАХ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ	55
<i>Ю.В. Крак, В.О. Кузнєцов</i> АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТАНУ ОБЛИЧЧЯ І ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕО ЗОБРАЖЕНЬ	58
<i>Ю.В. Крак, О.В. Тесленко</i> АНАЛІЗ ЗАДАЧИ ОДНОЧАСНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ ТА ВИКОРИС- ТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ЯК ОДИН З ВИДІВ ВИРІШЕННЯ ЦІЄЇ ЗАДАЧИ	60

<i>V.G. Krasilenko, A.A. Lazarev, D.V. Nikitovich</i> DESIGN AND SIMULATION OF CELLS, THAT REALIZE ARBITRARY FUNCTIONS OF ACTIVATIONS OF NEURONS IN SELFLE- ARNING EQUIVALENT-CONVOLUTIONAL NEURAL STRUCTURES	63
<i>С.Н. Коновалов, А.А. Єгошина</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИСКУССТВЕН- НОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ГИБРИДНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ	68
<i>Е.Б. Куандык, П. Анафия, А.С. Тлебалдинова</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СТРУК- ТУРИРОВАННЫХ СИМВОЛОВ	70
<i>І.А. Лур'є, А.А. Подлевський, Н.Б. Савіна, М.В. Якубчук, О.Г. Кушко, Я.С. Жмак</i> ІНДУКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ЦІЛЬОВОЇ КЛА- СТЕРИЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	74
<i>О.Г. Марголін</i> СИСТЕМА ПОРІВНЯННЯ НЕСТРУКТУРОВА- НИХ ТЕКСТОВИХ ЛАНЦЮГІВ АЛГОРИТМОМ ЛЕВЕНШТЕЙНА	76
<i>О.О. Москаленко, Т.А. Григорова</i> ОСОБЛИВОСТІ ПОШУКУ НАВЧАЛЬНОЇ ТА НАУКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ	80
<i>А.А. Nesenchuk</i> INVESTIGATION AND ROBUST SYNTHESIS OF POLYNOMIALS UNDER PERTURBATIONS BASED ON THE ROOT LOCUS PARAMETER DISTRIBUTION DIAGRAM	85

<i>Є.О. Осадчий, Л.В. Гірченко, А.М. Галуштенко, Р.В. Скуратовський</i>	
ТАЙМЕРНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРІ ФОН-НЕЙМАНІВСЬКОЇ АРХІТЕКТУРИ	88
<i>Д.В. Пімахова</i>	
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ. ФУНКЦІОНУВАННЯ ЄДИНОГО ДЕРЖАВНОГО ДЕМОГРАФІЧНОГО РЕЄСТРУ, ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ	92
<i>Д.А. Савченко</i>	
МЕТОДЫ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ ПРЕДПРИЯТИЯ	96
<i>А.С. Сверстюк, В.П. Марценюк, Н.В. Козодій</i>	
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ БІОСЕНСОРА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ	98
<i>А.Т. Уалханова, Н.Ф. Денисова</i>	
СОЗДАНИЕ ИНФОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ	101
<i>Е.А. Шевченко</i>	
АНАЛИЗ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ДО ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ	104
<i>О.М. Шушура</i>	
ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОБМЕЖЕНЬ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ НА ЗАСАДАХ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	106
<i>С.В. Яременко</i>	
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СТРУКТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВОГНЕВОЇ ПІДГОТОВКИ	109

УДК 578.01+681.7.08+535.3+681.335.2

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Г.В. Антонова¹, В.В. Тищенко²

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

²Миколаївський державний університет імені
В.О.Сухомлинського, Миколаїв, Україна

Розглянуто такий важливий етап розробки бездротової сенсорної мережі як моделювання. Принципи підходу до моделювання розглянуто, як у контексті мережі, яку вже розроблено колективом ІК НАНУ та впроваджено у практичне застосування, так і на прикладі мережі, яка знаходиться на етапі ідеї та розробки технічного завдання.

Вступ. Сьогодні бездротові сенсорні мережі (БСМ) активно використовують у різних сферах промисловості. Область застосування БСМ включає в себе системи моніторингу, систем безпеки, виявлення позаштатних ситуацій. БСМ – багаторівневі, розподілені мережі, побудовані за принципами самоорганізації, з великою кількістю сенсорів та виконавчих механізмів, які об'єднані радіоканалом. Для розрахунку та оцінювання характеристик БСМ використовують моделювання мережі та її вузлів. Моделювання дає можливість оцінити теоретичні розрахунки, спрогнозувати поведінку реальної мережі, протестувати протоколи, провести підбір топології. Ефективним засобом для оцінки показників якості БСМ є імітаційне моделювання.

В Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України розроблено БСМ для експрес-діагностики стану рослин. Розробці мережі передувало

моделювання БСМ у системах OMNeT++ і Castalia. Критерієм вибору цих програм було те, що в сукупності вони здатні досить реально моделювати мережі з малопотужних бездротових вузлів та імітувати певні проблеми в енергоспоживанні таких вузлів, перешкоди та завади радіосигналів. Розроблена мережа працює на стандарті 802.15.4, специфікація ZigbeePro. БСМ пройшла апробацію і зараз успішно використовується для польових експериментів у теплицях і на с/г угіддях [1].

Зараз перед колективом розробників постають нові задачі, розв'язування яких потребує створення Ad-hoc мережі. У зв'язку з цим виникла потреба в іншому підході до моделювання сенсорної мережі та виборі інших засобів моделювання. Ad-hoc мережа – децентралізована бездротова мережа, яка не має постійної структури. Ad-hoc мережі відрізняються такими особливостями, як можливість передачі даних на великі відстані без збільшення потужності передавача; стійкість до змін у топології мережі; можливість швидкої зміни топології в умовах несприятливого шумового оточення або виведення з ладу одного з вузлів; висока швидкість розгортання.

Враховуючи зазначені особливості мережі, на основі детального та всебічного аналізу систем моделювання, автори звернули увагу на середовище моделювання мереж – симулятор дискретних подій NETWORK SIMULATOR 3 (NS-3). NS-3 працює згідно з ліцензією GNU GPLv2 і є відкритим. У середовищі NS-3 можна додавати, змінювати чи впроваджувати свій протокол, що є надзвичайно важливим для вирішення поставленої задачі, коли

протокол роботи мережі має бути достатньо гнучким для формування різних топологій мережі залежно від наявного оточення та обмежень. Також NS-3 має розроблені моделі бездротових мереж різних типів, що дозволяють проводити моделювання з рухомими об'єктами у тривимірному просторі.

Застосовуючи NS-3, ми можемо не тільки моделювати розроблювальну нами мережу, але і тестувати взаємодію різних протоколів у рамках однієї модельованої мережі, наприклад, таких, як WiMAX, Wi-Fi, ZigBee, Bluetooth та ін. Це дає нам можливість без створення прототипів вузлів мережі тестувати їх поведінку на стику кількох протоколів та отримувати результати, які допоможуть нам оптимальніше підійти до вибору відповідних апаратних та програмних засобів розроблюваної мережі.

Застосування такого потужного інструментарію розробника як системи моделювання є вкрай необхідним та доцільним при розробці, створенні та доведенні до серійного виробництва таких складних систем як безпроводні сенсорні мережі.

Література

1. Палагін О.В., Романов В.О., Галелюка І.Б., Вороненко О.В., Груша В.М., Ковирьова О.В., Антонова Г.В., Лаврентьєв В.М., Брайко Ю.О., Імамудінова Р.Г. Розумні сенсорні мережі: від ідеї до ринку. XII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій» ПТ-2018.; Збірник матеріалів конференції. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ – Україна, 16–20 квітня 2018 року. – С. 18-21.
2. Режим доступу до ресурсу: <http://ns3-code.com>

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСОБИ ЗА ГОЛОСОМ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

І.В. Бачинін

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

Метою роботи є розробка системи, що дозволяє обробити звуковий фрагмент голосу конкретної особи в такий формат, який дозволяє подальше порівняння голосів. Система може використовуватись для верифікації голосу людини, ідентифікації людей, сегментування звукового файлу на іменовані фрагменти. Наведено опис проведених експериментів та їх результатів. Розроблено відповідне програмне забезпечення для кодування голосу та демонстрації використання закодованого голосу в задачі ідентифікації.

Вступ. У сучасному світі машинне навчання і, особливо, нейронні мережі почали широко використовувати в усіх сферах нашого життя, починаючи з автоматизації незначних завдань, закінчуючи віртуальними асистентами, які здатні у режимі реального часу здійснити дзвінок реальним людям, щоб зробити якесь замовлення від імені користувача та скорегувати його відповідно до умов, які задаються діалогом. Однією із задач, які під силу виконати нейронним мережам, є біометрична верифікація особи, розбивання звукового файлу на сегменти, які належать різним особам, та ідентифікація особи за голосом. У роботі йдеться мова саме про таку нейронну мережу, яка здатна звести звукові фрагменти у такий формат, який дозволить зіставити їх з голосами конкретних осіб та порівнювати їх між собою.

Розробка системи. Було створено дві системи. Одна – на основі гаусівських моделей суміші та байесів-ських інформаційних критеріїв, інша – на основі згорткової нейронної мережі. Перша була розроблена як простий доказ реалізованості системи та як базова модель, відносно якої можна оцінювати наскільки добре працює нейронна мережа.

Систему з нейронною мережею можна розбити на декілька складових частин: зчитування аудіо-сигналу; знаходження та видалення тиші; знаходження фільтр-банків (фільтр-банками є матриця частотних характеристик аудіосигналу); підготовка до зчитування нейронною мережею (попереднє зведення датасету з аудіофайлами у формат фільтр-банків); ітератор датасету (нейронна мережа тренувалась за допомогою триплетної функції втрат, для якої необхідно будувати спеціальні батчі даних); нейронна мережа (використана остаткова (residual) згорткова нейронна мережа, особливість якої в тому, що вона майже не вразлива до явища «спадаючого градієнту», що дозволяє сконструювати дуже глибоку нейронну мережу не хвилюючись, що тренування зупиниться через нульовий градієнт).

Тренування нейронної мережі для побудови векторів представлень проходило в декілька етапів. Спочатку відбувалося попереднє навчання мережі-класифікатора (рисунок 1, до 20 тисяч ітерацій), яка налаштовується для розпізнавання односекундних фільтр-банків. Це робилося для того, щоб ваги нейронної мережі були приблизно в правильній позиції перед початком тренування з триплетами, інакше процес навчання і втрата можуть застрягти на

триплетній альфі (особливий коефіцієнт у формулі розрахунків триплетної функції втрат, який вказує на мінімальну необхідну відстань між об'єктами для того, щоб вважати їх різними).

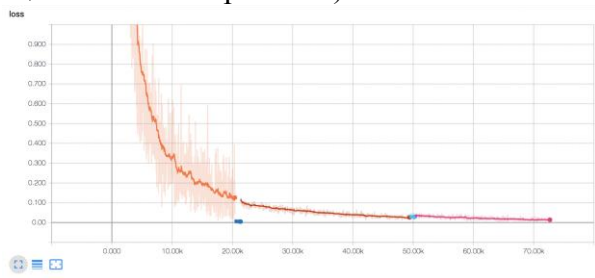


Рис. 1 – Один з вдалих експериментів тренування нейронної мережі

Наступним кроком переходили до тренування з триплетами: відкидали два останні шари мережі-класифікатора та додавали шари лінійної нормалізації та триплетної функції втрат. У facenet [1] тренування проходило з використанням жорстких триплетів, а в deer speaker [2] – спочатку м'якими триплетами, а потім жорсткими. Але через обмеженість датасету у випадку даної системи цього було недостатньо. Вирішилась ця проблема градуаційним тренуванням триплетами різного рівня жорсткості.

Результати роботи системи оцінювались на тестовому датасеті з пакету LibriSpeech, який як і основний датасет був попередньо оброблений для пришвидшення підрахунків. Міра точності, яка була використана, була взята з роботи deer speaker [2] і називається 1v99.

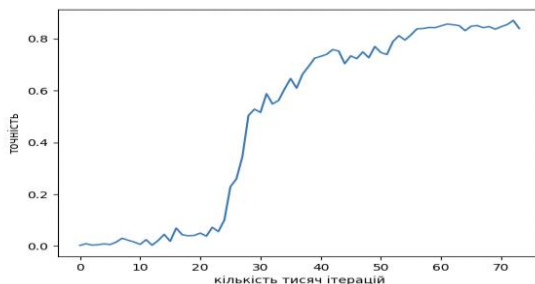


Рис.2 – 1v99 точність фінального експерименту

Якщо косинусна відстань до взятого вектора більша від вектора того ж класу, ніж до будь-якого з інших 99 векторів, то він помічається як ідентифікований коректно.

Як видно з графіка рис. 2, до 20 тисяч ітерацій точність була низькою, оскільки на цьому етапі проводилося попереднє навчання мережі-класифікатора на софтваксі. Потім точність дійшла до ~80% й перестала рости. Це може бути зумовлено замалим датасетом і недостатньою кількістю різноманітних голосів.

Базова модель показала на тестовому датасеті точність в ~63%, тому має сенс використовувати саме нейронну мережу в системі diarизації.

Висновок. У ході виконання роботи побудовано систему для тренування і використання залишкової згорткової нейронної мережі, використовуючи методіку тренування з триплетами. Досліджено вплив різних методів попередньої обробки аудіосигналу на якість розпізнавання цих сигналів нейронною мережею і зроблено висновок, що найбільш дієвим є зведення сигналу до матриці

фільтр-банків (в мел-шкалі), а не до MFCC як робиться в класичних методах. Це зумовлено тим, що нейронна мережа сама здатна, за необхідності, вивчити перетворення фільтр-банків у MFCC.

Як архітектуру мережі було використано ResNet, оскільки вона дає можливість додати десятки, сотні згорткових шарів до мережі, не хвилюючись про спадаючий градієнт. Але при цьому мережу стає складно тренувати і при занадто великій кількості шарів, ваги нейронної мережі можуть не поміститися в операційну пам'ять комп'ютера і пам'ять відеокарти. В архітектурі ResNet є декілька варіацій, з яких було обрано найбільш ефективну (спираючись на роботу [3]) і перевірено на практиці, що саме вона дозволяє найшвидше тренувати нейронну мережу.

При тренуванні триплетами зіткнулися з проблемою сходження ваг нейронної мережі в сідлову точку, що не дозволяло натренувати систему в повній мірі. Проблема вирішено методом поступового підвищення жорсткості триплетів, що дає можливість вагам нейронної мережі поступово стати в правильне положення в обхід сідлової точки.

Побудована нейронна мережа може кодувати матриці фільтр-банків звукових сегментів у спеціальний вектор. Такі вектори можна порівнювати між собою за допомогою косинусної відстані, роблячи висновок про належність звукового сегмента голосу певній людині. Кодування робить можливим використання побудованої системи в інших системах, пов'язаних з diarизацією голосу: сегментація звукового запису на проміжки, які приналежні окремим особам - поділ сигналу на односекундні фрагменти та

побудови для кожного з них векторів кодування, які потім використовуються в кластеризації для знаходження схожих (за голосом) сегментів; розпізнавання людини, яка говорить – порівняння сегментів з базою даних іменованих сегментів; верифікація голосу людини – порівняння набору сегментів з іншим набором, роблячи висновок чи належать обидва набори одній людині.

Література

1. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering [Електронний ресурс] / Florian Schroff, Dmitry Kalenichenko, James Philbin – Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/pdf/1503.03832>.
2. Deep Speaker: an End-to-End Neural Speaker Embedding System [Електронний ресурс] / Chao Li, Xiaokong Ma, Bing Jiang, Xiangang Li, Xuewei Zhang, Xiao Liu, Ying Cao, Ajay Kannan, Zhenyao Zhu — Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/pdf/1705.02304>.
3. Identity Mappings in Deep Residual Networks [Електронний ресурс] / Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun — Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/pdf/1603.05027>.

ОБ'ЄДНАННЯ ВБУДОВУВАНЬ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ НЕЙ- РОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ЗАДАЧІ РОЗПІЗ- НАВАННЯ ІМЕНОВАНИХ СУТНОСТЕЙ

М.В.Бевза, А.В.Анісімов

Київський національний університет імені Тараса
Шевченка, Київ, Україна

Пропонується спосіб покращення існуючих методів побудови нейронних мереж для задачі розпізнавання іменованих сутностей використовуючи методи, які показали хороші

результати в задачі моделювання природної 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 та 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.

У 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 вбудовань (embeddings), шару рекурентної нейронної мережі (LSTM або GRU), а також зовнішнього шару softmax, який буде видавати розподіл імовірностей по словнику міток (O, LOC, PER, ORG, MISC).

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

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

Вихідний шар є шаром, схожим до шару вбудовування emb, але з іншими розмірностями. Якщо розмір вхідного шару - h , кількість міток - L , тоді розмір вихідного шару буде $h \times L$. Звернемо увагу на те, що розмірність шару вбудовування $V \times h$, де V – розмір східного словника.

Запропонований підхід. Пропонується використати теги частини мови для отримання кращих результатів розпізнавання іменованих сутностей. Для цього їх пропонується додати як окремий вхід до мережі. Також пропонується зробити архітектуру такою, щоб інформація про теги також була на виході і примусити мережу передбачати ці теги, що дозволить їй бути більш стабільною.

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. (1997). Long short-term memory. *Neural computation*, 9(8):1735–1780.
3. Chung, Junyoung; Gulcehre, Caglar; Cho, KyungHyun; Bengio, Yoshua (2014). "Empirical Evaluation of Gated Recurrent Neural Networks on Sequence Modeling".

UDC 681.518

INTELLECTUAL INFORMATION TECHNOLOGY OF AUTONOMOUS NAVIGATION FOR AN UNMANNED AERIAL COMPLEX

O. Volkov, D. Voloshenuk, M. Komar

International Research and Training Center for Information
Technologies and Systems of the NAS of Ukraine and MES of
Ukraine, Kiev, Ukraine

Purpose of the work - development of intellectual information technology (which includes combination of methods, simulation models, algorithms and applied programs) for ensuring autonomous navigation of the unmanned aviation complex (UAC), which will ensure use of the onboard optical information for determining current coordinates of the unmanned aerial vehicle (UAV) in the cases when information from the satellite navigation system is inaccessible or necessary accuracy of the positioning is not ensured.

Introduction. At present, basis of the navigation systems of unmanned aerial vehicles constitute receivers of satellite navigation systems (SNS), which are complete with the inertial navigation system equipped with accelerometers and gyroscopes. Such system ensures rather accurate determination of the UAV location and parameters of its movement provided the SNS signals are received.

However, if correction from SNS is absent, the inertial system is not able to determine autonomously the passed way due to high drift rate of gyroscopic sensors. Some specimens are able to maintain accuracy within several minutes at the level of 100-150 m when SNS signals are absent. At that, as a rule, support of the conditions of rectilinear movement without accelerations

is necessary. Absence or deliberate suppression of the SNS signals makes it impossible to determine precisely own coordinates and, as a result, make a flight according to the assigned route.

Use of the traditional positioning systems may be complicated or in general impossible due to a number of reasons: relief of the terrain, city buildings, insufficient accuracy, hostile influence in the form of purposeful jamming of the signal or attach of the “spoofing” type, etc.

In connection with this occurs the actual task of development of additional source of navigation information, which should ensure possibility of determination of current coordinates of the UAV at the time intervals, when information from SNS is inaccessible or does not ensure necessary accuracy of positioning. That is, transition of the UAV into autonomous mode occurs, when exclusively the onboard computer performs control of the UAV navigation without participation of the operator.

The main material. One of the options for solution of the tasks of autonomous navigation and automatic positioning of UAV is used on board of the UAV of photo and/or video cameras with use of the algorithms and methods of the computer vision, because channel of visual perception is one of the most important sources of information both in automatic and in automated control systems [1].

The technology, which is used in the world for determining position of an aerial vehicle on basis of the onboard video camera, is visual odometry, which evaluates step-by-step position of the vehicle depending upon change of the optic field image of the land surface obtained from the video camera during movement of the

aerial vehicle in the environment. Special points, which reflect areas of the biggest change of the image brightness function, are used as characteristic peculiarities of the image. Special points (the key point, the point peculiarity) are called the points, which contain main information about the image.

Main idea consists in development of the UAV autonomous navigation technology, which will ensure determination of current UAV coordinates on basis of the developed algorithms of the computer vision in case of absence of the signals from the satellite navigation system.

Conclusions. Introduction of the suggested information technology of autonomous UAV navigation will allow obtaining significant competitive advantages in comparison with the UAV, on board of which technologies of the computer vision are absent. Implementation of the technology envisages use of the accessible comparatively low-cost microcontrollers and minimal change in the design and mass of the UAV during its integration on the board, which, in its turn, will positively affect expansion of the possibilities of using UAV and will have high economic efficiency.

Literature

1. Burnett C., Blaschke T. A multi-scale segmentation/object relationship modeling methodology for landscape analysis. – Ecological Modeling, 2003. – № 168. – Pp. 233–249.

UDC 517.929.4

ONE MODEL OF DYNAMICS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE PROBLEMS

N.I. Garkusha

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

As noted in [1, pp. 18-19], in order to construct a solution to problems using the methods of artificial intelligence, first, it's necessary to make a formal procedure for its formulation, and second, to determine the search for its solution. Before this, the problem itself must be represented either in the framework of the state space approach or as a theorem requiring proof. The procedure for finding a solution can be either "instantaneous" or "iterative", i.e. multistep. The second procedure entails the construction of an algorithm for "improving" the representation of the solution for problems based on an assessment of the adequacy of the resulting intermediate solutions to the true one. It requires the installation of a "criterion for the accuracy of the problem solution" or "perturbation evaluation". Additional evaluation characteristics can be established. The simplest apparatus for finding a solution can be a system of difference equations.

Often the process of solving problems is complex, not completely realized, and has an iterative character. A complex task isn't solved immediately, but in the course of numerous iterative steps. Thus, it can be regarded as a certain dynamic process.

One of the widely used approaches in constructing mathematical models is the method of analogies. As it is known that one of the phenomena in electrical

engineering, a «hysteresis» type of dependence can represent the magnetization process. An essential feature of the process is its nonlinearity. After connecting the current, at small values of its increase, the induction value increases, but not much. Then there is a sharp increase. Finally, after "saturation", the growth slows down. When turning off, the process of current decreasing occurs analogously. Initially, it's slow, then there is a sharp decline, and then again a slow fading.

For a curve to describe the first part of the hysteresis, a "saturation curve" can be

used $x(t) = A \frac{1 - e^{-\lambda t}}{1 + e^{-\lambda t}}$, $t \geq 0$. It's assumed that at the

initial moment of time $t = 0$ knowledge is "absent" and $x(t) = 0$. During training $t \geq 0$, they increase monotonically, but not unlimitedly,

$$x(t) \rightarrow A, x(t) < A.$$

The described "hysteresis loop" can be used to compile a mathematical model for solving problems. Thus, the simplest "model of learning dynamics" can be described as a "hysteresis loop". Approximation of the "hysteresis loop" on the temporary sections of "work" and "rest" may be segments of a sinusoid that is a solution of the differential equation of oscillation

$$x''(t) + \omega^2 x(t) = f(t), t \geq 0.$$

The solution of the equation on a particular section has the form

$$x_{od}(t) = A \cos(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2\omega} \int_0^t \sin \omega(t-s) f(s) ds,$$

but the whole "learning model" can be written in the form of a system with switching. More complex is the model that takes into account "friction", i.e. "The effect of inertia of thinking". It can be written in the form

$$x''(t) + 2nx'(t) + \omega^2 x(t) = f(t), n > 0.$$

Literature

1. Nilson N. Artificial Intelligence. - M.: Mir - 1973. - 270 p.
2. Stuart Russell, Peter Norvig. Artificial Intelligence. The second edition, Moscow-Saint Petersburg-Kiev: - 2006. - 1407 p.
3. Zel'dovich Ya.B., Myshkis A.D. Elements of applied mathematics. - M: Nauka, 1972.
4. Myshkis A.D. Elements of the theory of mathematical models. - M.: KomKniga, 2007.

SELECTED PROBLEMS OF DIAGNOSTICS OF THE COMBUSTION PROCESS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Żaklin Grądz

Lublin University of Technology, Faculty Electrical
Engineering and Computer Science, Institute of Electronics
and Information Technology

The diagnostics of the combustion process aim at ensuring its stability and mitigating the emission of pollution. Application of optical systems in the process monitoring enables to supervise combustion in a non-invasive way. In general, the combustion process is a chemical reaction between the fuel and oxidant, which is accompanied by the emission of heat and light. Depending on the product, the combustion process occurs under diverse conditions. The process can be evaluated using artificial neural networks [1].

One of the commonly employed methods of modelling an artificial neural network is the backpropagation algorithm. This algorithm determines the method of selecting weights in a multi-layered network using gradient optimization methods [2-3]. The architecture of an artificial neural network comprises the following layers: input, hidden, and output. The figure below presents an exemplary scheme of a neural network[3].

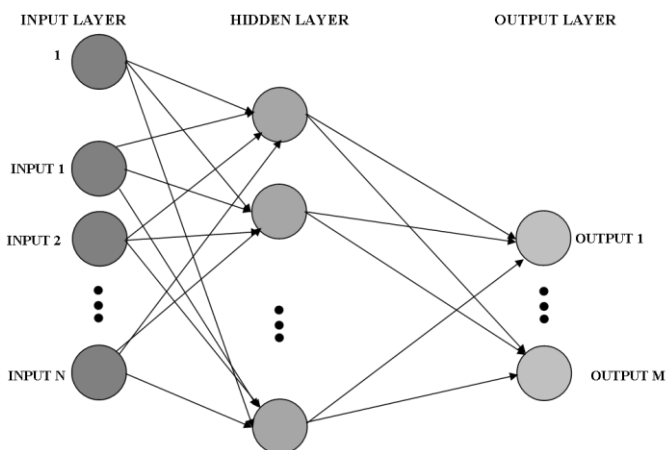


Fig. 1. Scheme of multi-layered neural network [3]

Designing a neural network requires selecting the information which will be used as the input data from the measurement data. In order to evaluate the accuracy of network prediction, the data were divided into the training group and test group [2-4]. Training a neural network in the case of the backpropagation method consists in four stages. The first stage involves

conducting the analysis of the neural network characterized by normal direction of signal flow, which yields, among others, the values of output signals of hidden layers neurons and derivatives of the activation function in particular layers[3]:

$$\frac{df(u_i^{(1)})}{du_i^{(1)}}, \frac{df(u_i^{(2)})}{du_i^{(2)}}, \dots, \frac{df(u_i^{(m)})}{du_i^{(m)}}$$

where m is the number of network layers.

The following stage is to create a backpropagation network by substituting the activation function with its derivatives, reversing the signal flow direction and using the forcing network on the input (former output). This network is expressed by a difference between the actual and set value. In the case of the network, which is created in such a way, the values of appropriate reverse differences should be calculated. The third stage involves weight adaptation, which is carried out using the results obtained in the previous two stages. The final stage of training a network consists in repeating the process described in stages 1-3. This process should be repeated for all models until the algorithm stopping condition is met [3].

In the diagnostics of the combustion process, artificial neural networks are employed in solving the classification and modelling problems. The particular advantages of neural networks include the learning, adaptation and generalization capacity[1].

References

1. Smolarz, A., Diagnostics of combustion processes of gaseous fuels, coal dust and mixtures of coal dust and biomass using optical methods, Politechnika Lubelska, Lublin (2013)

2. Xie C., Liua J., Zhang X., Xie W., Sun J., Chang K., Kuo J., Xie W., Liu C., Sun S., Buyukada M., Evrendilek F.; Co-combustion thermal conversion characteristics of textile dyeing sludge and pomelo peel using TGA and artificial neural networks; Applied Energy 212 (2018) pages 786–795.
3. Osowski S., Sieci neuronowe do przetwarzania informacji, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa (2013).
4. Kiani Deh Kiani M., Ghobadian B., Tavakoli T., Nikbakht A.M., Najafi G.; Application of artificial neural networks for the prediction of performance and exhaust emissions in SI engine using ethanol- gasoline blends; Energy 35 (2010) 65–69.

UDC 004.932

DEEP LEARNING IN MEDICAL IMAGE ANALYSIS

Róża Dzierżak, Waldemar Wójcik

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Deep learning is one of the foundations of cognitive computing. This technology has significantly improved the ability of computers to classify, recognise, detect and describe data. Deep learning has also found application in the analysis of medical images, and the number of articles on this topic has rapidly increased in 2015 and 2016. The deep learning process has been used in the detection of anatomical structures, tissue segmentation, computer-aided prognosis and disease diagnosis.

Introduction. Machine learning techniques have revolutionised the process of image analysis. There are many effective algorithms to classify data according to established features, however, new methods of automatic diagnostics are still being sought after. In cases of more complex analytical problems, a more advanced technique called deep learning has been applied. This method has led to an increase in the efficiency of existing machine

learning techniques and the solution of previously unsolvable problems [3].

Machine learning is a supervised process, requiring the creation of a database of examples on which the machine works, as well as human support by correcting the errors. Deep learning is carried out without supervision, the computer "learns" by itself. This creates multilayer neural networks that mimic the neuron layers in the human brain. Thanks to this, the process of deep learning does not require direct human participation. However, to achieve satisfactory and diagnostically useful results, it is necessary to have the right amount of image data [1, 3, 4].

In comparison to other machine learning techniques, deep learning has contributed to significant advances in the development of image analysis methods. The created algorithms were used to explore the potential of deep learning in medical images obtained, for example, by computed tomography, magnetic resonance, PET and X-ray images. The deep learning process has been used in the detection of anatomical structures, tissue segmentation, computer-aided prognosis and disease diagnosis [1].

Image classification is one of the first deep learning applications in the analysis of medical images. It allows to analyse the conditions of tissues and qualify them as healthy or with pathological changes [2].

Segmentation of organs and other substructures in medical images allows quantitative analysis of clinical parameters related to volume and shape, for example in the analysis of the heart or brain. Convolutional neural

networks (CNNs) are the most commonly used for this operation [2].

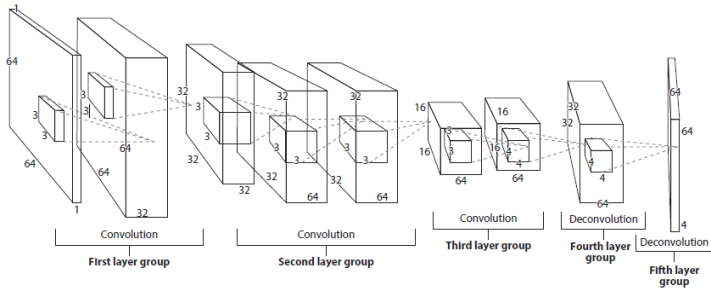


Fig. 1. The architecture of the fully convolutional network used for tissue segmentation [1]

Computer-Aided Detection (CAde) is another deep learning application. The goal of Computer-Aided Detection is to find or localise abnormal or suspicious regions in structural images [1, 5].

Deep learning is a very promising area of learning. The ability to analyse huge data sets and create complex algorithms used for diagnostics contributes to the increase in the detection of various lesions in their initial stages.

Literature

1. Dinggang S., Guorong W., Heung-Il S., Deep Learning in Medical Image Analysis, *The Annual Review of Biomedical Engineering* 9, 221-248, 2017.
2. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B. E., Setio A. A. A., Ciompi F., Ghafoorian M., van der Laak J. A.W.M., Ginneken B., Sánchez C. I., A survey on deep learning in medical image analysis, *Medical Image Analysis* 42, 60-88, 2017.
3. Orgiela M., R., Tadeusiewicz R., *Modern computational intelligence methods for the interpretation of medical images*, Springer, 2008.

4. Tadeusiewicz R., Śmietański J., Acquisition of medical images and their processing, analysis, automatic recognition and diagnostic interpretation, Student Scientific Society, Cracow 2011.
5. Xu. Y., Mo T., Feng O., Zhong P., Lai M., Chang E., Deep learning of feature representation with multiple instance learning for medical image analysis, IEEE International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, 2014

УДК 004.93

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ МАСШТАБОВАНOSTІ ВЕБ-СЕРВІСІВ НА БАЗІ СТРАТЕГІЇ «API-FIRST»

Г.А. Єгошина, С.М. Вороной, О.Г. Палій

Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

Розглянуто проблему підвищення показника масштабованості веб-сервісів, що розробляються відповідно до стратегії «API-first» шляхом забезпечення миттєвої доступності, що надається розробником серверного додатку, до функціональності будь-якого клієнтського додатку, який підтримує схему динамічного формування інтерфейсу користувача.

Вступ. Широко розповсюдженою тенденцією останніх років є прагнення до підвищення показника портативності програмного забезпечення, який відповідає за можливість використання одного і того ж додатку в різних середовищах виконання. У зв'язку з цим сформувалася тенденція перенесення основної «логіки» прикладних програм з користувацького пристрою в мережу, що дозволяє значно скоротити час розробки клієнтської частини додатка для кожної із цільових платформ.

Виклад основного матеріалу. Як класичні підходи до проектування веб-служб, можна виділити такі

стратегії розробки, як «desktop-first» (додаток розробляється з розрахунку на клієнтів стаціонарних систем, а сумісність із мобільними пристроями забезпечується у рамках необхідності і тільки після завершення основної частини проекту) і «mobile-first» (із пріоритетом для мобільних платформ). Надалі отримала розвиток стратегія, що отримала назву «API-first», яка представляє собою деяке синергетичне об'єднання перших двох стратегій і яка побудована по концепції «Web Application Programming Interface» [1].

Розглянемо приклад класичного веб-додатку, побудованого на базі шаблону проектування MVC. У відповідь на запит користувача до контролера, відбувається вибірка даних у базі даних серверного додатка, обробка та структурування інформації в моделі, і далі, залежно від того чи надійшов запит від веб-клієнта або встановлюваного додатка, інформація передана в модуль веб-представлення, або в модуль представлення API. Як правило, всі структури серверної сторони знаходяться на одному сервері, таким чином акумулюючи навантаження від обробки веб-та API-представлень на одному пристрої, що може негативно вплинути на швидкість формування API-відповіді сервера, що, в свою чергу, породжує зайві затримки в роботі веб-сервісу для мобільних пристроїв. У випадку стратегії «API-first» можливе формування API-вузла, який реалізує всю бізнес-логіку додатків. Усі запити на виконання веб-сервісів здійснюються через єдиний, локально стандартизований інтерфейс веб-інтерфейсу, ресурсномістке формування веб-сторінок може бути винесено як в окрему структуру, розміщену на тій же машині, так і

на окремий веб-сервер. Це дозволяє не тільки знизити навантаження на основний сервер, але й делегувати розробку не тільки десктопних додатків, але й веб-клієнтів веб-сервісу сторонніх розробників, а також, за необхідності, виконати її на іншій платформі, відмінній від основної серверної платформи [1].

Недоліком обох архітектур є те, що при збільшенні мобільності та портативності кожної з їх підсистеми значно знижується їх загальна масштабованість. У разі «класичної» структури додатка, це торкається тільки переліку встановлюваних клієнтських додатків (оскільки самою архітектурою додатка передбачається динамічна генерація призначеного для користувача інтерфейсу на базі наявної функціональності для веб-клієнтів «від виробника»), у разі ж «API-first» архітектури затримка поширюється і на розробку веб-представлення програми.

Висновки. Таким чином, актуальним є формування такого підходу до проектування додатків, який надав би розробнику серверної частини веб-сервісу можливість визначення не тільки структури і формату даних, що надається клієнтській частині, а й їхнє представлення, при цьому не обмежуючи розробників клієнтських додатків у можливостях формування власного користувальницького інтерфейсу і набору функцій веб-сервісу, що задіяні в їх проектах [2].

Література

1. Leonard Richardson. RESTful Web APIs 1st Edition. – O'Reilly Media, 2013. – 406 p.
2. Palii, S. Voronoy. Design of collaborative work management web-service // Збірник тез VI міжнародної науково-практичної конференції «Інфокомунікації – сучасність та майбутнє» - Одеса, ОНАЗ, 2016 р., с. 134-137.

СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ РУХУ КИСТІ РУКИ

М.С. Єфремов

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

Досліджено підходи та засоби реалізації програмної системи розпізнавання людського скелету у реальному часі, встановлення траєкторії руху людської кисті та розрахунок точності промальованої траєкторії відносно заданого набору траєкторій, аналіз корисності камер із сенсорами глибини для цілей розробки продуктів, що несуть у собі мету спрощення процесів навчання та реабілітації, використовуючи безконтактні методи інтеграції з комп'ютерними інтерфейсами.

Вступ. На сьогодні алгоритми комп'ютерного зору використовують для вирішення багатьох задач, таких як задачі розпізнавання можливості управління різними інтерфейсами, задачі створення ефективних алгоритмів керування безпілотними авто тощо. У роботі пропонується використовувати можливості комп'ютерного зору для створення безконтактних інтерфейсів керування комп'ютерними системами, які можуть замінити звичні на сьогодні резистивні поверхні, що поглинають випромінювання енергії світла та перетворюють її на електронний сигнал. Для цього було вирішено використовувати можливості камер, що мають здатність знаходити карту глибини зображення у реальному часі, використовуючи датчики інфрачервоного випромінювання.

Розробка системи. Була створена програма, що представляє собою демонстраційне програмне забезпечення, у якому користувачеві надається можливість перевірити точність виконання рухів рукою, методом порівняння заданих траєкторій з траєкто-

рією руху руки людини, що користується програмним рішенням. Для реалізації програми було вирішено використовувати камеру від компанії Microsoft – Kinect v1. Камера складається зі стереопари та датчику глибини, який представлений у вигляді сенсора, що випромінює інфрачервоні промені.

Поставлена задача потребує не лише відображення відеопотоку даних з камери, але й створення графічних об'єктів, з яким потім потрібно виконувати ряд певних дій. Для спрощення цієї задачі було вирішено виконувати розробку програми, використовуючи програмне забезпечення створення інтерактивної графіки – Unity. Компанія Microsoft розробила плагін, що дозволяє обмінюватись даними між собою Kinect та Unity. Це дає можливість створювати невидимий об'єкт на сцені, який отримує та передає потік інформації між Unity та нашою камерою.

У роботі запропоновано використовувати метод дискретизації для приведення намальованої користувачем фігури та фігури «прикладу» до однакової кількості векторів, що надає можливість визначити відмінність між двома фігурами. Використавши можливість програми роботи з інтерактивною графікою Unity, було зроблено зручний інтерфейс для зміни параметрів, необхідних для визначення найкращих показників, які сприятимуть створенню більш точної системи відтворення траєкторій руху. Для знаходження точності відтвореної траєкторії було вирішено знаходити офсет між двома траєкторіями та розраховувати відсоток: наскільки великим є відхилення між точками остаточної та заданої траєкторій. Оскільки до фігур було застосовано алгоритм дискретизації, то кількість тривимірних точок, з яких вони побудовані, є однаковою. Це дозволяє нам зробити

порівняння двох траєкторій, використовуючи прості алгебраїчні формули.

На рис. 1 представлено рекомендоване середовище користування програмною системою.



Рис. 1 - Рекомендоване середовище роботи системи (у положенні стоячи)

Метод для реалізації поставленої задачі розпізнавання базується на використанні камери, що окрім стереопари, що сприймає світло, використовує сенсор глибини, який може обробляти інформацію, незважаючи на рівень освітлення у приміщенні. Оскільки, для отримання фінального зображення, стереопара використовується як допоміжний засіб для інфрачервоного випромінювання і якість обробки відеопотоку стереопарою напряму залежить від рівня освітленості приміщення, доцільним є перевірити якість роботи програмного додатку у приміщеннях з різними рівнями освітлення. Предметом тестування обрано спостереження за вводу траєкторії «прямокутник», швидкістю до 7000-10000 мс Тести прово-

дилися у приміщенні зі штучним та денним освітленням та без освітлення.

У повністю темному приміщенні, де єдиним джерелом світла був монітор комп'ютера, до якого підключено Kinect. Монітор було розміщено так, щоб до камери потрапляла мінімальна кількість променів. Було проведено 45 тестувань у вищевказаних умовах. Швидкість повного вводу траєкторії варіювалась від 7000 до 10000 мс.

Висновок. У ході виконання роботи було розроблено програмний додаток, що, використовуючи камеру з сенсором глибини, розпізнає людину на зображеннях з відеопотоку у реальному часі. Було побудовано оптимальний метод знаходження точності відтворення заданих траєкторій, використовуючи безконтактний метод вводу у реальному часі. Програмний додаток відображає точність малювання користувачем фігур, використовуючи безконтактний метод вводу.

Література

1. «Комп'ютерне розпізнавання жестів: програмно-алгоритмічний підхід.» Годич, М. Давидов, Ю. Нікольський та ін. – Л. : ТОВ «Компанія «Манускрипт», 2011. – 310 с.
2. Фильтрация данных глубины с сенсора KINECT: Дусеев В.Р. Мальчуков А.Н. Мыцко Е.А. Журнал Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1 (часть 1); Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Посилання: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17554>

УДК 004.93

МОДЕЛЬ СТРУКТУРИ СВІДОМОСТІ

О.С. Звенігородський¹, І.В. Качур²

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

Київ, Україна

² Інститут проблем штучного інтелекту МОН і НАН
України, Київ, Україна

Розглядається структура свідомості як множина перманентно діючих процесів, кожен з яких в основі представляється загальною структурою. Подані складові загальної структури процесу.

Вступ. Результати аналізу здобутків учених показують, що проблема моделювання свідомості є актуальною, далека від вирішення і потребує деталізації та нових постановок задач.

Проаналізувавши основні наукові результати у даній галузі, виділимо основні складові, що можна вважати необхідними при моделюванні свідомості. До них належать моделі: сприйняття зовнішнього світу за допомогою сенсорів (органів чуття), пізнання світу за допомогою знань, навчання, логічного мислення і мови, взаємодії зі світом і собі подібними шляхом прийняття рішень з формулюванням і досягненням мети, мотивацій, психологічних станів.

Загальна структура процесу. Узагальнюючи склад блоків і моделей, їх функцій, інформації на вході і виході, психологічних станів свідомості, введемо поняття стану процесу і його рівноваги. Мета процесу – повернення в стан рівноваги, яка порушується появою нової інформації на вході. Це викликає дії процесу по розпізнаванню образу на

вході. Відповідно до цих вимог загальний елементарний процес представлений на рис. 1.

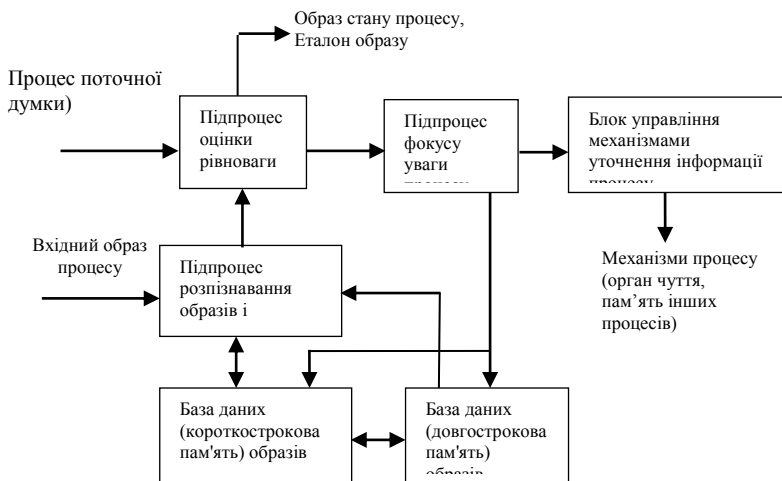


Рис. 1 Загальна структура процесу

Загальна структура свідомості. Виходячи з визначення інтелекту як розумної або раціональної поведінки, можна розглядати три класи: раціональна поведінка у просторі і часі, раціональна поведінка у соціумі, когнітивне сприйняття світу і свого Я.

Загальна структура свідомості, що заснована на аналогіях зі свідомістю людини і висунутими гіпотезами, представлена на рис. 2.

Процес поточної думки – головний процес, що забезпечує функціонування свідомості в активному стані. Через нього проходять образи з усіх інших процесів (безперервні стрілки), він може гальмувати інші процеси (штрих пунктирні стрілки) і процеси можуть самостійно взаємодіяти між собою.

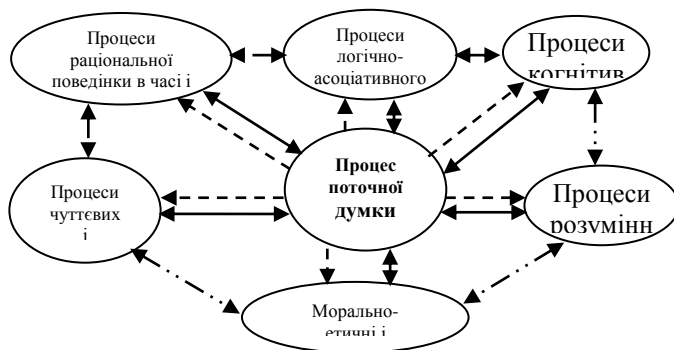


Рис. 2 Загальна структура свідомості

Процеси раціональної поведінки в часі і просторі відповідають за рух у просторі. Процеси логічно-асоціативного мислення зв'язують образи, що спостерігаються одночасно.

Процеси розуміння сенсу текстів забезпечують розуміння усної мови, письмових текстів, жестів. Процеси когнітивного пізнання відповідають за набуття знань про навколишній світ на побутовому і науковому рівні.

Висновки. Запропонована структура процесів свідомості може стати ефективним засобом практичного моделювання свідомості людини. Дана структура реалізується в парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування із застосуванням сучасних методів розпізнавання, машинного і глибинного навчання. Показано, що не всі складові свідомості людини необхідно моделювати у штучній свідомості автономного робота при включенні його у суспільне життя.

Література

1. JA Starzyk, DK Prasad A computational model of machine consciousness International Journal of Machine Consciousness. - 2014. – Vol. 3 (2), P. 255-282.
2. Aleksander, I. The potential impact of machine consciousness in science and engineering. International Journal of Machine Consciousness, 1(1), 2009, Pages 1-9.
3. Stan Franklin, Tamas Mad, Sidney D'Mello, Javier Snaide, LIDA: A Systems-level Architecture for Cognition, Emotion, and Learning, IEEE Transactions on Autonomous Mental Development, Volume: 6, Issue: 1, March 2014 Pages 19–41
4. Palagin, A.V., Kurgaev, A.F., Shevchenko, A.I. The Noosphere Paradigm of the Development of Science and Artificial Intelligence Cybernetics and Systems Analysis, Vol. 53, No. 4, July, 2017 Pages 503-511.

УДК 004.8 004.93 004.4

МЕТОДИ АДАПТАЦІЇ У ПРОЦЕСАХ НАВЧАННЯ

Л.О.Катеринич

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Одним із визначальних компонентів процесу навчання є його ціль. Ціль навчання – це ідеальне мисленнєве передбачення кінцевого результату процесу навчання.

Стандартна задача навчання полягає, звичайно, в тому, щоб особа, що навчається, найкращим чином запам'ятала певні порції інформації. Прикладом таких одиниць є слова іноземної мови, граматичні правила тощо. Проведемо паралелі з інтелектуальними системами. Задача навчання у класичному вигляді може бути представлена так: Нехай задана деяка послідовність x^* вхідних даних. Необхідно зна-

йти таке x , при якому можна класифікувати знову представлені вхідні дані. Критерій $R(x, x^*)$ визначає якість розв'язку x . Множина розв'язків x визначається вибором алгоритму актуалізації вагових коефіцієнтів $w_i^{(a)}$. При такій постановці задачі, процес навчання зводиться до знаходження оптимального розв'язку із множини можливих. Іншими словами, навчання – це процес накопичення інформації x^* і паралельно процес вибору розв'язку x . Алгоритм навчання являє собою правило вибору порції інформації для навчання U , яку треба «вивчити» системі. Ефективність Q такого навчання можна оцінити за результатами періодичного контролю системи, що вже навчена, у робочому режимі. Очевидно, що ефективність залежить від алгоритму навчання U і вхідних даних w :

$$Q = Q(U, w) \quad (1)$$

Процес навчання природно зробити адаптивним. Це можна здійснити за допомогою вибору відповідної вибірки, що навчає, тобто розв'язавши задачу адаптації.

$$Q(U, w(t)) \rightarrow \min_U \Rightarrow U_{w(t)}^* \quad (2)$$

де $U_{w(t)}^*$ – оптимальна вибірка для навчання, що залежить від якості деталізації предметної області $w(t)$.

Вигляд (1), зазвичай, невідомий, але іноді можна оцінити Q , тобто мати спостереження функції (1) у певні моменти часу. Тому для вирішення задач (2) можна скористатися методами адаптації, тобто досягти такої зміни порції U у процесі навчання, щоб під-

тримувати критерії (1) в екстремальному стані протягом усього процесу навчання. Якщо є альтернативні алгоритми навчання, то задача вибору алгоритму навчання оптимального в даний момент для даної інтелектуальної системи вирішується структурною або, точніше, альтернативною адаптацією. Мається на увазі, що число альтернатив дорівнює числу конкуруючих алгоритмів навчання.

Однак такий підхід не можна вважати ефективним. Природним розвитком пошуку найкращих методів навчання є синтез моделі (2), як об'єкта управління (навчання). Синтез моделі потрібно проводити адаптивно, тобто не порушуючи процесу навчання. Параметризуємо модель (2):

$$\omega = \varphi(C, t), \quad (3)$$

де φ - вибраний оператор моделі, а $C = (c_1, \dots, c_q)$ - параметри моделі конкретного учня, які звичайно оцінюються в процесі навчання методами адаптації.

Для вирішення цього завдання необхідно скористатися методами параметричної адаптації. Маючи модель (3) и критерії (1) ефективності навчання, можна на кожному кроці вирішити задачу оптимізації (2), визначити оптимальне навчання U^* у вигляді порції інформації, яку слід вивчити для даного учня. Ефективність такого підходу очевидна.

Якщо потрібно вибирати між різними альтернативними структурами моделі $\varphi_1, \dots, \varphi_r$, то для цього слід скористатися альтернативною адаптацією. Як видно, задача ефективного навчання пов'язана з розв'язанням задач адаптації алгоритму навчання та моделі користувача з метою максимізації ефективності процесу навчання на всіх його стадіях.

Література

1. Субботін, С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: навч. посіб. / С. О. Субботін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2008. – 341 с.
2. Леженко А.И. Использование экспертных систем для интеллектуального анализа данных / А.И. Леженко, И.А. Кузнецов, С.К. Кузнецов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2012. – № 1. – С. 60-64.

УДК 004.89, 004.93

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТУ

М.С. Клименко

Інститут проблем штучного інтелекту
МОН і НАН України, Київ, Україна

Наведено опис необхідних структурних елементів розроблюваної системи семантичного аналізу тексту природною мовою. Пропонується використання реляційної схеми зберігання даних бази знань для ефективної обробки атрибутивних зв'язків між концептами в операції порівняння висловлювань та процедурі пошуку знань.

Вступ. Автоматичний аналіз текстів наразі широко використовується для пошуку інформації, побудови анотацій та перекладів. Однак для побудови баз знань та знання-орієнтованих систем необхідне виявлення не тільки ключових елементів тексту, а й смислових зв'язків між ними. Це завдання вирішується проведенням семантичного аналізу.

Метою даної роботи є опис структури запропонованої системи семантичного аналізу тексту, розробка якої дозволить поліпшити створення баз знань, підвищити ефективність методу розпізнавання прояву емоцій

[1] за рахунок доповнення акустичних характеристик результатами аналізу змісту висловлювань.

Опис системи. Вхідними даними до системи семантичного аналізу є текст у символічному кодуванні. Залежно від сфери застосування системи, може знадобитись етап попереднього розпізнавання тексту із джерел звукової (мовлення) або графічної (рукопис, зображення друкованих символів) інформації. Якість семантичного аналізу суттєво залежить від результатів розпізнавання, тому у даній роботі ми будемо працювати із текстами у символічному кодуванні.

Першим етапом обробки є *граматичний аналіз* фрагменту тексту, який відносить кожне слово до певної частини мови за ознаками словотворення та базою граматик відповідної мови. У випадках, коли однозначно визначити частину мови неможливо, слово тимчасово позначається відношенням до декількох можливих частин мови. Залежно від частини мови, до властивостей слова додаються інші граматичні ознаки (рід, відмінок і т.д.).

На етапі *синтаксичного аналізу* з'ясовується роль слів у реченні. Ця операція виконується на основі пунктуації, порядку слів та їх класифікації за частинами мови. На даному етапі також завершується розв'язання неоднозначностей минулого етапу [2].

Етап *трансляції у терміни* бази знань передбачає виявлення у висловлюванні природною мовою семантичних одиниць, після чого результати синтаксичного аналізу формуються у вигляді гіпотез висловлювання [3].

Оновлення бази знань являє собою порівняння нових семантичних одиниць та гіпотез висловлювання із наявними в базі. У разі відсутності до бази

будуть додані нові елементи. Окремим випадком є режим оновлення існуючих правил, який може застосовуватися виключно при обробці висловлювань із джерел з високим ступенем довіри.

На ефективність подальшої роботи із базою знань, окрім інформативності вхідних даних, суттєво буде впливати структура її організації. У роботі пропонується використання реляційної бази даних для зберігання наступних сутностей: словника термінів природною мовою, трансляції у внутрішні сутності та опис залежностей між ними у вигляді типізованих атрибутів концептів.

Висновки. Запропоновано структуру системи семантичного аналізу текстів, описано основні її складові та обґрунтовано взаємозв'язок між ними. Дана робота може отримати розвиток у вигляді програмної реалізації компонентів системи та проведення досліджень щодо ефективності її застосування для створення баз знань.

Література

1. Клименко М.С. Метод розпізнавання емоційного стану диктора за фразовими моделями // Штучний інтелект. – 2017. – №2(76). – С. 52-59.
2. Xu, J. Query expansion using local and global document analysis / Xu, J., Croft W.B. // SIGIR Forum. – Vol. 51. – No. 2. – pp. 168-175.
3. H. T. Tu An adaptive Latent Semantic Analysis for text mining / H. T. Tu, T. T. Phan and K. P. Nguyen // International Conference on System Science and Engineering (ICSSE), Ho Chi Minh. – 2017. – pp. 588-593.

УДК 578.01+681.7.08+535.3+681.335.2

ЦИФРОВЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА БЕЗДРОТОВА СЕНСОРНА МЕРЕЖА

О.В. Ковирьова, Г.В. Антонова

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАНУ,
Київ, Україна

У роботі розглянуто концепцію цифрового землеробства та бездротову сенсорну мережу для використання в агросфері.

Вступ. Сьогодні промислова автоматизація перейшла на нову сходинку індустріалізації – Індустрія 4.0, оновлену концепцію «розумного виробництва», що є наступним етапом цифровізації виробництв та промисловості. На даному етапі цифровізації головну роль відіграють такі технології, як Інтернет речей, «bigdata», хмарні та туманні обчислення, «машинне навчання», штучний інтелект та робототехніка.

Побудова «цифрової економіки», виду діяльності, у якій основними засобами виробництва є цифрові дані як числові, так і текстові, веде за собою цифровізацію реальних секторів економіки. Цифровізація сільського господарства є головною складовою частиною цифрової економіки та визначальним чинником зростання економіки в цілому [1]. Цифрове землеробство (ЦЗ) – новий етап розвитку агросфери, пов'язаний з використанням геоінформаційних систем, бортових комп'ютерів та смартустаткування, а також управлінських та виконавчих процесів, здатних диференціювати технологічні процеси у сільському господарстві. Цифрове землеробство є продовженням технологій точного землеробства, які, у свою

чергу, зробили прорив у аграрній галузі. Інформаційні технології відіграють ключову роль у ЦЗ та сьогодні розвиваються швидкими темпами. З'явилося багато нових технічних засобів та технологій для аграрного сектора. Інформація надходить від різних пристроїв, розташованих у полі, на фермі, від датчиків, агротехніки, метеорологічних станцій, дронів, космічних супутників, партнерських платформ, постачальників.

Широкого впровадження набули космічні технології та використання дронів у більшості сільськогосподарських процесів, починаючи з супутникового аналізу і оцінки врожаїв, а також виконання за допомогою дронів посіву та обприскування врожаїв та. Але дистанційні методи потребують наземного підтвердження, яке можна забезпечити використанням бездротових технологій, а саме бездротових сенсорних мереж.

Бездротова сенсорна мережа у розрізі цифрового землеробства. Розглянемо бездротову сенсорну мережу (БСМ) для експрес оцінки стану рослин, розроблену колективом авторів в Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України. Робота БСМ базується на вимірюванні біосенсором індукції флуоресценції хлорофілу рослини [2] і являє собою мережу бездротових біосенсорів, які об'єднані між собою радіоканалом [3]. Розроблена БСМ призначена для використання у промисловому землеробстві. За її допомогою можна одночасно отримувати інформацію про стан великої кількості рослин на великих територіях в он-лайн режимі. БСМ складається із біосенсорів, координатора мережі та при-

строю спряження ZigBee/USB. Колективом авторів розроблено спеціальний програмний засіб, призначений для керування бездротовою мережею [4]. Біосенсори дозволяють визначити забруднення ґрунтів пестицидами, важкими металами, оцінити життєдіяльність рослин після засухи, морозу, зчеплення, внесення пестицидів. Роботу БСМ успішно протестовано на ряді польових експериментів, результати яких свідчать про те, що біосенсори з високою чутливістю реагують на зміни стану рослин, викликані різноманітними стресами.

На основі вищезазначеного, можна зробити висновки, що розроблена бездротова сенсорна мережа є перспективною та інноваційною технологією цифрового землеробства, яку можна успішно використовувати в агросфері.

Література

1. Режим доступу до ресурсу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-p>
2. Oleksandr Palagin, Volodymyr Grusha, Hanna Antonova, Oleksandra Kovyrova, Vasyl Lavrentyev. Application of biosensors for plants monitoring // Information theories and applications, Vol. 24, Number 2, 2017 – P. 115-126.
3. Palagin O, Romanov V., Galelyuka I., Hrusha V., Voronenko O. Wireless smart biosensor for sensor networks in ecological monitoring // Proceeding of the 9th IEEE International conference on "Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications", IDAACS'2017, September 21–23, 2017. Bucharest, Romania – P. 679-683.
4. Романов В.О., Галелюка І.Б., Вороненко О.В., Антонова Г.В. Авторське свідоцтво на твір № 79447.

УДК 004.93:528.77

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗОН НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ЗА КОСМІЧНИМИ ЗНІМКАМИ ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ

*М.М. Козир¹, О.С. Крюков¹, О.М. Степанченко²,
М.В. Бойко², І.М. Бялик², М.І. Парфенюк²*

¹Компанія EOS Data Analytics, Київ, Україна;

²Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна

Обґрунтовано необхідність автоматизації процесів дешифрування космічних знімків поверхні Землі в цілому та функціональних зон населених пунктів для різних країн зокрема; визначено загальний порядок роботи з дешифрування функціональних зон, розроблена та протестована нейронна мережа, що виявляє декілька найпростіших функціональних зон населених пунктів на прикладі м. Рівне.

Вступ. Людина абсолютну більшість інформації про навколишній світ отримує дистанційно через такі сенсорні системи, як зір, слух, вловлювання запаху та інші. Тому не дивно, що при опрацюванні космічних знімків поверхні Землі люди намагаються зберігати ті самі підходи. З початку розвитку аерокосмічного знімання, дешифрування зображень виконувалося вручну, пізніше за допомогою спеціальних пристроїв в цифровій формі, але обов'язково людиною. І тільки з розвитком теорії нейронних мереж почався новий етап в дешифруванні аерокосмічних знімків [1, 4].

Виклад основного матеріалу. Останнім часом, завдяки штучним нейронним мережам, технології опрацювання та аналізу великих масивів даних вийшли на новий рівень. Вони дозволили також значно пришвидшити процес автоматичного опрацювання та класифікації супутникових знімків. Функціональне зонування населених пунктів, з точки зору дешифрування, має ряд особливостей. По-перше, функціональна зона міста може містити як один об'єкт (наприклад парк, озеро), так і декілька, і навіть сотні (наприклад житлова забудова). Другим відмінним фактором є класифікатори, які часто не можуть однозначно віднести той чи інший об'єкт до певної зони. Так житловий будинок, в якому на першому поверсі знаходяться магазини, може бути віднесений до декількох класів. Доводиться робити складний, навіть для людини, вибір. Третя особливість – це класифікація функціональності зон. Під різні потреби моніторингу, аналізу та планування можуть бути використанні різні класифікації функціональних зон. Четверта особливість – швидкі темпи зростання чисельності міського населення, та розширення території міст. Це ускладнює підтримання інформації про стан міст в актуальному стані традиційними методами. Вказані вище особливості змушують шукати достатньо гнучкий і, водночас, потужний інструмент для опрацювання великих масивів даних, який дозволить вирішити поставлену задачу класифікації, яким є нейронні мережі [1]. Всю задачу було вирішено розбити на ряд окремих завдань: а) створення ряду класифікацій, які б відповідали різним потребам моніторингу, аналізу та планування при дослідженні тери-

торій населених пунктів; б) створення нейронних мереж, які проводили б розпізнавання зон згідно обраних класифікацій; в) створення клієнтського програмного продукту, який узгоджує всі отримані дані та відображає інформацію кінцевому споживачеві.

В даній роботі ми наводимо результати створення тестової нейронної мережі для розпізнавання функціональних зон за спрощеною класифікацією: забудова, зелені насадження, водні об'єкти, сільськогосподарські угіддя. Для вирішення проблеми класифікації функціональних зон міської забудови була створена багатошарова нейронна мережа, основними елементами якої були згорткові шари та багатошаровий перцептрон із нелінійною активаційною функцією у якості класифікатора характеристик [2, 3]. Нейронна мережа поділена на три згорткових блоки, кожен блок містить один згортковий шар, один активаційний шар та один шар агрегації. Детальна архітектура нейронної мережі представлена на рис. 1.

Для навчання нейронної мережі було розроблено класифікацію на основі даних OpenStreetMap, яка створювала відповідність між існуючими в системі тегами та вихідними класами.

Спеціально для тестування нейронної мережі, за допомогою мови JavaScript та бібліотеки відображення карт Leaflet було створено веб-клієнт, який дозволяє редагувати правила перетворення тегів OSM у вихідні класи, переглядати супутникові знімки вибраного міста та результати класифікації знімків нейронною мережею.

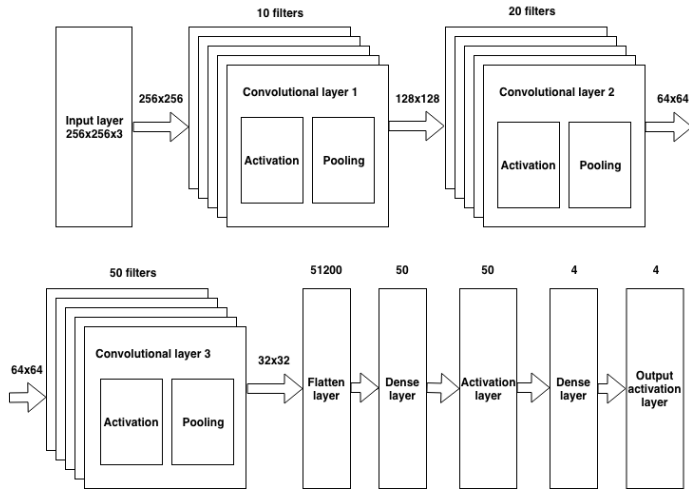


Рис. 1. Архітектура нейронної мережі

Веб-клієнт та результати роботи нейронної мережі представлений на рисунку 2. Нами була реалізована нейронна мережа, яка з високим ступенем вірогідності (93%) навчилася розпізнавати чотири функціональні зони міст.

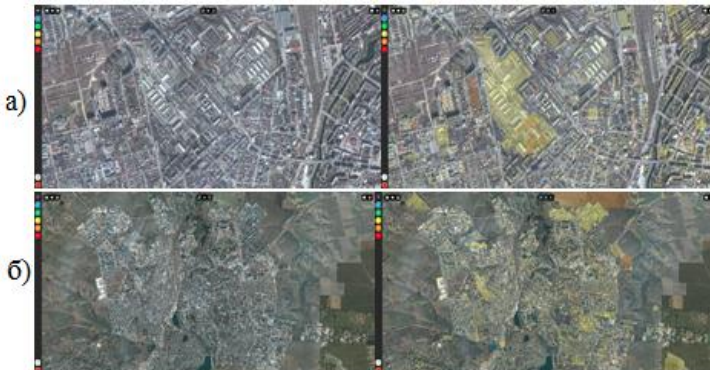


Рис 2. Приклади роботи класифікаторів: а) для житлової зони м. Рівне; б) для всього м. Рівне

Висновки. Автоматичне функціональне зонування населених пунктів є актуальною та непростою задачею. Для розв'язку поставленої задачі необхідно: розробити різні класифікації функціональних зон, створити нейронні мережі для автоматичного розпізнавання функціональних зон в залежності від обраної класифікації та створити клієнтський програмний продукт для кінцевого споживача. В ході даної роботи нами описано успішне створення тестової нейронної мережі для розпізнавання чотирьох функціональних зон та отримано точність розпізнавання на рівні 93%.

Автори висловлюють подяку EOS Data Analytics та громадській організації «АСОЦІАЦІЯ НООСФЕРА» за підтримки яких здійснюється дане дослідження.

Література

1. Bonham-Carter G.F. Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS. - New York: Elsevier Science, 1994, - 398 p
2. Ding J. Convolutional neural network with data augmentation for SAR target recognition / J. Ding, B. Chen, H. Liu, M. Huang // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. — Vol. 13, N 3. — 2016. — P. 364–368.
3. Gómez-Chova L. Multimodal classification of remote sensing images: A review and future directions / L. Gómez-Chova, D. Tuia, G. Moser, G. Camps-Valls // Proceedings of the IEEE. – Vol. 103, N 9. — 2015. — 1560–1584.
4. Nowaczynski A. Deep learning for satellite imagery via image segmentation [Електронний ресурс] // Arkadiusz Nowaczynski – Режим доступу до ресурсу: <https://deepsense.ai/deep-learning-for-satellite-imagery-via-image-segmentation/>.

УДК 512.64:004

ШКАЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ У ЗАДАЧАХ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ

Ю.В.Крак^{1,2}, Г.І.Кудін¹, В.С.Касьянюк¹, А.О.Голік¹

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова
НАН України, Київ, Україна

Запропоновано метод багатовимірного шкалювання інформації для вирішення проблем візуалізації результатів класифікації та кластеризації даних. На експериментальних дослідженнях вирішення проблеми розпізнавання дактилем української жестової мови показано ефективність такого підходу.

Вступ. Для вирішення проблем візуалізації результатів класифікації або кластеризації даних пропонується підхід, заснований на багатовимірному шкалюванні як сукупності методів аналізу емпіричних даних про близькість об'єктів, за допомогою яких визначається розмірність простору істотних для даної змістовної задачі характеристик вимірюваних об'єктів і конструюється конфігурація точок (об'єктів) у цьому просторі. Цей простір – багатовимірна шкала – значення істотних характеристик вимірюваних об'єктів, яким відповідають певні позиції на вісях простору. Математичне формулювання цілей багатовимірного шкалювання – це пошук і інтерпретація у вихідному просторі ознак нових змінних, що дають можливість на підставі даних про взаємно попарні відстані між об'єктами сформулювати ступінь подібності між об'єктами простору ознак – відстані або інші міри подібності об'єктів між характеристиками об'єктів [1, 2].

Виклад основного матеріалу. У доповіді пропонується розвиток засобів синтезу систем класифіка-

ції, кластеризації даних з використанням засобів псевдообернення матриць для вирішення задач візуалізації інформації відносно взаємного розташування об'єктів класифікації і/або кластеризації на послідовності дво-, тривимірних площин у деякому просторі, відмінному від початкового простору ознак. Для вирішення поставлених проблем істотно використовуються результати М.Ф. Кириченка з теорії збурення псевдообернених і проєкційних матриць [3,4]. Доповідь містить тезове викладення основних означень та співвідношень теорії псевдообернених і проєкційних матриць, відповідні подання відстаней відповідності між елементами та об'єктами просторів. Наведено алгоритми побудови кусково гіперплощинних кластерів, які забезпечують вирішення поставленої проблеми.

Для перевірки ефективності запропонованого методу шкалювання інформації були взяті характеристичні ознаки [5,6], які виділені для розпізнавання дактилем української жестової мови. В експериментальних дослідженнях як характеристичні ознаки були взяті 52 ознаки, розподілені на 6 груп, залежно від способу їх отримання. Дослідження проводились з групами ознак, які характеризують геометро-топологічні характеристики кисті руки людини при показі букв дактильної абетки і для яких було отримано прийнятну якість розпізнавання [6]. На прикладі класифікації дев'яти букв абетки (А, Б, В, Г, Ж, І, Е, И, Й) за п'ятьма і трьома ознаками було отримано роздільність цих дактилем на площині шкалювання. Відзначимо, що використання п'яти характеристичних ознак дозволило отримати більш чітку віддільність (відстані букв від площини шкалювання були в межах від 0.1580 до 0.3828), тоді як при використанні трьох характеристичних ознак відстані

від площини шкалювання були значно меншими (у межах від 0.0306 до 0.1274), тобто у три-п'ять разів менші. Виключення становила дактилема Б: як у першому випадку (0.0177), так і в другому випадку (0.0073) віддільність від площини шкалювання була незначною, що може свідчити про складність розпізнавання саме цієї дактилеми за даними характеристичними ознаками.

Висновки. Таким чином, запропонований метод багатовимірного шкалювання інформації для вирішення проблем розпізнавання елементів дактильної мови показав свою працездатність і ефективність. Подальші дослідження будуть спрямовані на удосконалення запропонованого методу і його застосування до всіх букв української дактильної жестової мови з метою отримання оптимального шкалювання характеристичних ознак для надійного розпізнавання.

Література

1. Девисон М. Многомерное шкалирование. Методы наглядного представления данных / М. Девидсон; [пер. з англ.]. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 254 с.
2. Воронцов К.В. Лекции по алгоритмам кластеризации и многомерного шкалирования, 2007. – 18с. // [Електр. Ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ccas.ru/voron/download/Clustering.pdf>.
3. Kirichenko N.F. Analytical representation of perturbations of pseudoinverse matrices // Cybernetics and Systems Analysis. 1997. – Vol. 33, Issue 2. – P.230-238.
4. Кириченко Н.Ф., Кудин Г.И. Анализ и синтез систем классификации сигналов средствами возмущений псевдообратных и проекционных операций // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – №3. – С. 47-57.
5. Krak, Yu.V., Golik, A.A., Kasianiuk, V.S. Recognition of dactylemes of Ukrainian sign language based on the geometric characteristics of hand contours defects // Journal of Automation and Information Sciences. 2016. – Vol.48, Issue 4. – P. 90-98.

6. Kryvonos, I.G., Krak, I.V., Barmak, O.V., Shkilniuk, D.V. Construction and identification of elements of sign communication // Cybernetics and Systems Analysis. – 2013. – Vol. 49, Issue 2. – P. 163-172.

УДК 004.8

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТАНУ ОБЛИЧЧЯ І ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ

Ю.В. Крак^{1,2}, В.О. Кузнєцов²

¹Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України,
Київ, Україна

Розглянуто метод передачі відеозображень, що містять міміку обличчя, мережами передачі даних із застосуванням технологій захоплення антропометричних точок обличчя, ідентифікації стану обличчя методами класифікації і кластеризації, зменшення розмірності даних у часі та реконструкції вихідних даних за допомогою гнучких каркасних моделей обличчя.

Вступ. У наш час, із розвитком засобів комунікації, в мережах мобільного зв'язку отримала поширення технологія передачі потокового відео як елемент технології відеоконференцзв'язку. Одним із недоліків технології є те, що обсяг даних є завеликим для передачі в реальному часу. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є відкидання частини зображення, яке не є елементом обличчя і використання замість існуючих алгоритмів компресії відеопотоку технології захоплення стану обличчя на стороні відправника і реконструкції стану обличчя на стороні одержувача.

Шляхи розв'язування задачі. Для розв'язування цієї задачі запропонована технологія, яка включає в себе наступні елементи – апаратний сенсор глибини зображення, засоби локалізації антропометричних точок, алгоритми зменшення розмірності даних та засоби деформації (анімації) пласких або просторових моделей обличчя.

У різних дослідженнях були напрацьовані окремі елементи даної технології, що дозволило об'єднати окремі результати в рамках єдиної інформаційної технології. Було досліджено «алфавіт» мімічних проявів, що визначає види мімічних проявів, та їх складові компоненти [1], отримано набір антропометричних точок, що використовуються для керування рухами моделі голови та захоплення рухів обличчя, розроблено та апробовано віртуальну модель голови людини у застосуванні до задач моделювання [2], а також алгоритми захоплення мімічних проявів [3] і аналізу їх за допомогою алгоритмів Data Mining [4].

Основні результати дослідження. У результаті аналізу окремих досліджень отримані важливі висновки:

- запропоновано мінімальний набір антропометричних точок, що дозволяє захоплювати і відтворювати мікроруки елементів обличчя;
- запропоновано представлення рухів обличчя у вигляді комбінації: <символ, тривалість, інтенсивність>;
- запропоновано алгоритм зменшення розмірності даних обличчя, що використовує часову кореляцію між окремими рухами окремих антропометричних точок обличчя;
- отримано математичну модель деформацій, яка пов'язує деформації моделі обличчя із деформаціями м'язів обличчя через градієнти деформації;
- розроблено експериментальне програмне забезпечення для аналізу рухів обличчя у часі.

Література

1. Системы описания мимических проявлений в жестовом языке / Ю.В. Крак, В.А. Кузнецов, А.С. Тернов / Штучний інтелект. – Донецьк, ІПШІ МОН та НАН України, 2012. – с.172-182.
2. Facial expressions analysis based on a computer vision algorithms / Iurii Krak, Anton Ternov, Vladislav Kuznetsov / International Journal «Information Content and Processing» (IJ ICP). – Sofia: ITHEA, 2014. – pp. 326-338.
3. Информационная технология анализа мимических проявлений эмоциональных состояний человека / Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, А.В. Бармак, А.С. Тернов, В.А. Кузнецов / Штучний інтелект. – Київ, ІПШІ МОН та НАН України, 2015. – с. 30-39.
4. Розробка основних елементів інформаційної технології аналізу мімічних проявів для систем інтерактивного вивчення жестової мови /В.О. Кузнецов/ Штучний інтелект. – Київ, ІПШІ МОН та НАН України, 2017. – с.45-54.

УДК 004.8

АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ОДНОЧАСНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА КАРТОГРАФУВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ, ЯК ОДНОГО З ВИДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЦЬОЇ ЗАДАЧІ

Ю.В. Крак^{1,2}, О.В. Тесленко¹

¹Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України,
Київ, Україна

*Розглянуто метод розв'язання задачі візуальної одно-
часної локалізації та картографування із застосуванням кон-
вулюційних нейронних мереж для генерації особливих точок із
вхідних зображень, і рекурентних нейронних мереж для вив-
чення закономірностей, які протікають у часі.*

Вступ. Одночасна локалізація та картографування, як один з найважливіших прийомів оцінки позиції і локалізації роботи, за останні декілька десятиліть викликав значний інтерес як у сфері комп'ютерного зору, так і в робототехніці.

Класичний алгоритм, як правило, складається з калібрування камери, розпізнавання особливих точок на зображенні, узгодження особливих точок на декількох зображеннях (або їх відстеження), усунення викидів (наприклад, RANSAC), оцінки руху, оцінки масштабу та місцевої оптимізації (bundle adjustment). Хоча деякі сучасні алгоритми, засновані на цьому методі, показали відмінну продуктивність з точки зору точності та надійності, вони, як правило, потребують великих інженерних зусиль.

Нейромережі останнім часом домінують у вирішенні завдань комп'ютерного зору. Але цей підхід майже не застосовувався для вирішення проблеми одночасної візуальної локалізації та картографування. Тож пропонується використати метод глибоких нейромереж для вирішення завдання локалізації.

Шляхи розв'язання задачі. Для розв'язання задачі пропонується новий алгоритм на базі глибоких конволюційних нейронних мереж (CNN). Більшість із них розроблені з урахуванням проблем розпізнавання, класифікації та детекції, що означає, що вони навчаються отримувати знання з контексту зовнішнього вигляду та образу. Однак, візуальна локалізація, яка бере свій початок у геометрії, не повинна бути тісно пов'язана з зовнішніми образами.

Архітектура, яка дозволить вивчити представлення геометричних характеристик, має важливе зна-

чення для вирішення проблеми візуальної локалізації та інших геометричних проблем. Також дуже важливою задачею є отримання зв'язку між послідовними кадрами зображення, наприклад, моделі руху, оскільки системи візуальної локалізації працюють на послідовності зображення, отримані під час руху. Тож пропонується застосувати комбінацію конволюційних (CNN) та рекурентних (RNN) нейронних мереж, що дозволить вивчити залежність та динаміку руху послідовності зображень.

Основні результати дослідження. У результаті аналізу окремих досліджень отримано важливі результати і висновки:

- запропоновано алгоритм на основі нейронних мереж для розв'язання задачі одночасної локалізації та картографування;
- запропоновано структуру нейронної мережі на основі конволюційної (CNN) та рекурентної частин;
- запропоновано метод для тренування обраної архітектури нейронної мережі;
- розроблено експериментальне програмне забезпечення на основі класичного алгоритму одночасної локалізації та картографування для порівняння з запропонованим алгоритмом.

Література

1. Simultaneous Localization And Mapping: A Survey of Current Trends in Autonomous Driving / [G.Bresson, Z.Alsayed, Li Yu and S. Glaser] - IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, IEEE, 2017
2. Multiple View Geometry in Computer Vision / [R. Hartley and A. Zisserman] - Cambridge Univ Press, 2000
3. Simultaneous Localization and Mapping: Part I / [H. Durrant-Whyte and T. Bailey,] - IEEE Robotics and Automation Magazine, vol. 13, no. 2, pp. 99–110, 2006.

УДК 004.93

DESIGN AND SIMULATION OF CELLS, THAT REALIZE ARBITRARY FUNCTIONS OF ACTIVATIONS OF NEURONS IN SELF-LEARNING EQUIVALENT-CONVOLUTIONAL NEURAL STRUCTURES

V.G. Krasilenko, A.A. Lazarev, D.V. Nikitovich

Vinnitsia National Technical University,
Vinnitsa, Ukraine

We consider the urgent need to create hardware accelerators for CNN. We show a overview of the equivalent models (EMs), EM-paradigms for recognition images and learning with CL-operations as: "equivalence". We consider approaches to the design of arrays of neuron-equivalentors (NEs) with different activation functions. Approach is based on the use of mixed methods, building NEs (with number of synapsis 128) and their cells based current mirrors. Simulations show that the efficiency of NEs relative to the energy is estimated at a value of not less 10^{12} an. op. / sec on W.

Introduction. The equivalence models (EMs), nonlinear transformations of adaptive-correlation weighting for recognition, clustering, neural networks, auto-associative memory and hetero-associative memory are described [1, 2]. The EM has such advantages as a significant increase in the memory capacity, the possibility of comparing correlated noised patterns. Hardware implementations of EMs are based on equivalentors (**Eqs**) [2]. And the latter are EMs in self-learning paradigms of CNNs [3-5] that combine the process of multi-level images recognition with the learning [3-4]. But for EMs, nonlinear transformations of

signals are necessary. For SLECNS [3], we need certain new devices capable of calculating normalized spatial equivalence functions (NSEqFs). Therefore, the problem of increasing the performance of CNNs and their neurons-cells, new 2D array of **Eq**s, non-equivalentors (**NEq**s) is acute [5]. Thus, at the inputs of each **Eq** we have 2 arrays of analog currents and output is signal, nonlinearly transformed in accordance with the F-activation. Non-linear component-wise transformations allow even without WTA network to allocate the most **Eq** with the greatest activity [4]. From described it follows that for SLECNS is the design array of non-linear transformations cells that adequate to auto-equivalence operations, allows to selecting of pixel-winners in maps for clustering using only several steps.

The main material. The Fig. 1a shows the structure of SLECNS, main unit, allowing compute set of convolutions. Each NEq can consist of smaller sub-pixel base nodes. At the inputs of each NEq we have 2 arrays of currents (fragment and filter), output is signal, transformed in accordance with the F-activation: equivalence (eq), nonequivalence (neq). The base node, Fig. 1b, contains N counters of maximum and minimum currents, normalizer on CM, which forms 2 outputs, corresponding to eq and neq. Modeled results of transformations are shown. The results of modeling for filter 3x3 (9 inputs) showed, that processing time is 0.1-1 μ s for $I_{max}=5\mu$ A, power is 50-200 μ W. We synthesized a circuit having 8 nodes, resulting in a NEq having 2 inputs of 64 dimensions, which realizes a piece-wise approximation of the F-activation (auto-equivalence).

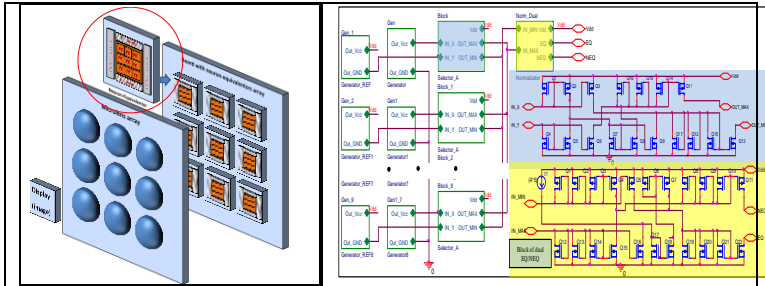


Fig. 1. a) The SLECNS - NEqs array, b) The unit Eq (NEq) by averaging the peak, minima of currents.

The simulations of 64-input NEq showed that NE does time characteristics, has power 2mW (1.8-2.5V), contains less than 1000 transistors (Ts). On the basis of combining nine 9-input NEs, NEs were designed for 2 bus 81-component inputs for convolution by 9×9 filter, Fig. 2.

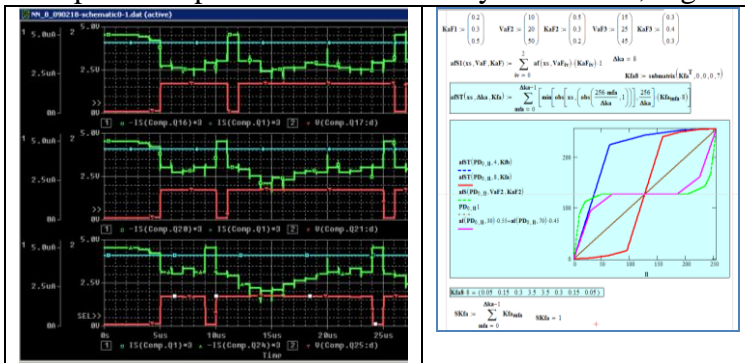


Fig. 2. On the left: The result of a network simulation of 8 9-input NEs, on the right: The Mathcad windows

We created a mini-NN of eight 9-input NEs. The question of the approximations of functions was solved. The cell consisted of only 18-20Ts, allowed to work with a time 1-2.5 μ s. Result of constructing of transfer

characteristics (TC) in Mathcad environment is shown. To approximate, we offer (2-step) basic N-functions:

$$af(xs, xp) := [obs(xs, obs(xs, xp)) + obs[xs, (DP - xp)]] \cdot \left(\frac{DP}{xp \cdot 2} \right),$$

$$afS(xs, VaF, KaF) := \sum_{iv=0}^2 af(xs, VaF_{iv}) \cdot (KaF_{iv}).$$

The number of components in composition can be arbitrary, but we used 8, 16 and adjustment vectors.

Design, simulation with Orcad Pspice. Let us first consider the design cell using of a 4-piece approximation (AP) by triangular signals (TS) and scheme (Fig. 3). To form 4 TSs from the inputs, we use 4 sub-nodes, each of which consists of 14 transistors (Ts) and a CM (2Ts), and for propagation of the input current, threshold levels, the auxiliary circuit consists of 14Ts. The cell consisted of 68Ts. In this scheme, we used 4 gain values for each TS. The power is $150\mu W$ at 2.5V, $I_{max} = D = 8\mu A$, $N = 4$, $p = 2\mu A$, and the periods of signals are $200\mu s$ and $100\mu s$.

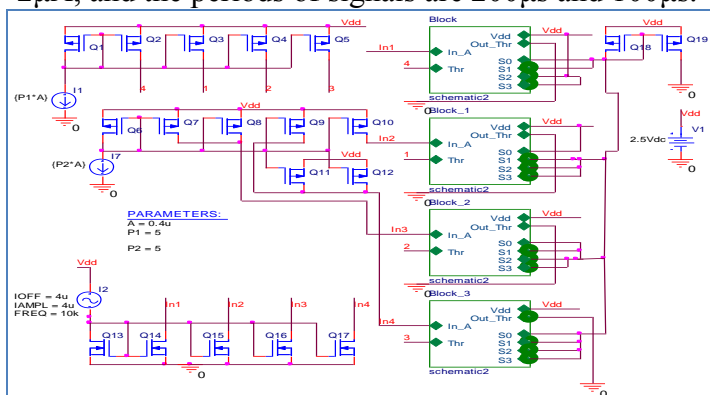


Fig. 3. Circuit for simulation of nonlinear converter cell
The scheme realizing TC with 8-piece-wise AP contains 170-200Ts, consists of 8 nodes. The A-node

consists of 7Ts, generates a TS from input signal. For 2.5V, $I_{max} = D = 8\mu A$, $N = 8$, $p = 1\mu A$, the period of input increasing TS equal to 1ms. For the simplest functions the cells consist of 17-20Ts, have $T = 0.25\mu s$, a power (100 μW).

Conclusions. Several schemes have been developed, modeled of cells for TC, neuron-equivalentors. The NEs have a conversion time of 0.1-1 μs , voltages of 1.8-3.3V, errors (1-5%), consumptions (1-2mW), can operate in low-power (100 μW) and high-speed (10-20MHz) modes. The efficiency of NEs relative to the energy intensity is estimated at a value of not less than 10^{12} an.op./sec on W.

Literature

1. Krasilenko, V. G. "Continuous logic equivalence models of Hamming neural network architectures with adaptive-correlated weighting," Proc. of SPIE Vol. 3402, pp. 398-408 (1998).
2. Krasilenko, V. G., Lazarev, A., Grabovlyak, S., "Design and simulation of a multiport neural network heteroassociative memory for optical pattern recognitions," Proc. of SPIE Vol. 8398, 83980N-1 (2012).
3. Krasilenko V.G., Lazarev A.A., Nikitovich D.V., "Modeling and possible implementation of self-learning equivalence-convolutional neural structures for auto-encoding-decoding and clusterization of images," Proc. of SPIE Vol. 10453, 104532N (2017).
4. Krasilenko V.G., Lazarev A.A., Nikitovich D.V., "Modeling of biologically motivated self-learning equivalent-convolutional recurrent-multilayer neural structures (BLM_SL_EC_RMNS) for image fragments clustering and recognition," Proc. of SPIE Vol. 10609, 106091D (2018).
5. Krasilenko V.G., Lazarev A.A., Nikitovich D.V., "Design and simulation of optoelectronic neuron equivalentors as hardware accelerators of self-learning equivalent convolutional neural structures (SLECONS)", Proc. of SPIE Vol. 10689, 106890C (2018).

УДК 004.891

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ГИБРИДНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

С.Н. Коновалов, А.А. Езошина

Одесский национальный морской университет,
Одесса, Украина

Описаны основы разработки искусственной нейронной сети в качестве одной из составных частей гибридной экспертной системы для противоаварийного управления. Рассмотрено функционирование нейронов, их реакция при различных условиях работы. Представлена многослойная рекуррентная искусственная нейронная сеть с использованием метода обратного распространения ошибки.

Введение. На современных судах безотказную работу сложных технических систем (СТС) различных конструкций гарантируют гибридные экспертные системы (ГЭС). Наиболее распространены ГЭС, одним из основных компонентов которых являются искусственные нейронные сети (ИНС) [1,2].

Отсюда следует, что разработка ГЭС, одним из основных компонентов которых являются ИНС, для противоаварийного управления СТС, является актуальной задачей.

Изложение основного материала. Представленная в данной статье ИНС состоит из нейронов, каждый из которых имеет один вход и нескольких выходов. Состояние или потенциал нейрона P определяется по формуле:

$$P = \sum_{i=1}^n q_i x_i p_i, \quad (1)$$

где n – количество входов нейрона;
 q_i – весовой коэффициент i -го нейрона;
 x_i – входной сигнал i -го нейрона;
 P_i – вероятность срабатывания i -го нейрона.

Сумма поступивших сигналов, которая передаётся на нейрон, преобразуется в выходной сигнал нейрона $f(P)$ при помощи передаточной функции:

$$y = f(P). \quad (2)$$

Передаточная функция может быть ступенчатой (пороговой) линейной или нелинейной.

Нейронная сеть обучается методом, который включает в себя метод обратного распространения ошибки [3] и рекуррентный метод.

ИНС для ГЭС в общем виде представляет собой многослойный перцептрон, имеющий несколько скрытых слоёв и, помимо этого, слой рекуррентных нейронов (рис. 1).

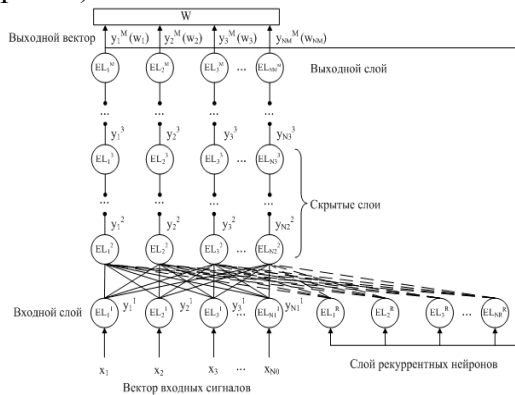


Рис. 1 Схема многослойной рекуррентной ИНС

Выводы. Предложенная в данной работе модель ИНС позволяет работать с большим диапазоном данных для ГЭС. Несмотря на такую специфику работы, она способна избегать сбоев и ошибок, ввиду способности к обучению, а также многофункциональности при вычислениях.

Литература

1. Konovalov S.N. Development of antifault control method with hybrid expert system / S.N. Konovalov, V.V. Vychuzhanin, A.V. Vychuzhanin. // Materials of the VI International Scientific-Practical Conference «Information Control Systems and Technologies», Odessa, ONMU. – 2017. – P. 203–205.
2. Коновалов С.Н. Информатизация противоаварийного управления сложными техническими системами / С.Н. Коновалов, В.В. Вычужанин. // Информатика и математические методы в моделировании, Одесса: ОНПУ. – 2017. – Том 7, №4. – С. 265-275.
3. Konovalov S.N. Method for antifault control of complex technical systems / S.N. Konovalov, V.V. Vychuzhanin. // Development of transport, a collection of scientific works, Odessa, ONMU. – 2017. – №1(1). – P. 45-59.

УДК 004.93

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СТРУКТУРИРОВАННЫХ СИМВОЛОВ

Е.Б.Куандык, П.Анафия, А.С.Глебалдинова

Восточно-Казахстанский государственный
университет имени Сарсена Аманжолова,
Усть-Каменогорск, Казахстан

В работе предложена методика распознавания структурированных символов на примере индивидуального идентификационного номера, расположенного на лицевой стороне

удостоверения личности гражданина Республики Казахстан. Методика включает в себя методы преобразования оттенков серого, методы бинаризации и локализации машинно-читаемой зоны документа и метод классификации цифровых символов путем применения сверточной нейронной сети.

Распознавание ID-документов может быть использовано в различных сферах деятельности: к примеру, в банковской сфере, в присутственных местах, где требуется предъявление документов, в пунктах выдачи пропусков, в гостиницах, страховых компаниях, автосервисах, магазинах, туристических агентствах, в поликлиниках, особенно при оказании платных услуг, при продаже билетов, где требуется идентификация человека. Как видно, сфера применения систем распознавания ID-документов огромна, а внедрение таких решений значительно ускоряет обслуживание посетителя.

Решению различных проблем, связанных с обработкой, анализом и распознаванием структурированных символов, посвящено большое количество работ, выполненных как украинскими, так и зарубежными учеными [1-4].

В исследовании процесс распознавания символов включает в себя четыре этапа: предварительную обработку, локализацию машинно-читаемой зоны, сегментацию и распознавание.

Этап препроцессинга включает в себя преобразование изображения в оттенки серого и размытие по Гауссу для уменьшения шума изображений. Далее производится бинаризация. Перед тем как выбрать наиболее эффективный метод бинаризации был проведен сравнительный анализ метода Оцу [5] и

адаптивного метода [6], результаты которого представлены на рис. 1.



Метод Оцу



Метод бинаризации

Рис. 1 Результаты бинаризации

Локализация машинно-читаемой зоны была реализована с помощью метода SURF [7]. Метод основан на поиске особых точек и создании дескрипторов, инвариантных к масштабированию и вращению. При этом для каждой точки считается градиент максимального изменения яркости и коэффициент масштабирования по матрице Гессе. Результаты локализации машинно-читаемой зоны представлены на рис. 2.



Выделение и сопоставление особых точек в обработке изображений



Выделение машинно-читаемой зоны

Рис. 2 Результаты локализации машинно-читаемой зоны

Контурный метод был использован для сегментации символов. Этап распознавания символов был реализован с помощью свёрточных нейронных сетей. В данном исследовании вычислительная обработка входных данных осуществлялась на процессоре Intel

Core i5 на 2,3 ГГц с камерой Integrated Webcam, с разрешением 1280x738 пикселей. Для упрощения создания обучающих данных и уменьшения вычислительных требований компьютера, а также для обеспечения читабельности исходного изображения были нормализованы до 28x28 пикселей. Программная система реализована на языке программирования Python 3.5 с использованием библиотек OpenCV, Keras.

Литература

1. Глебалдинова А.С., Ю.В. Крак, А.В. Бармак, Н.Ф. Денисова Локализация и распознавание номерных знаков транспортных средств с помощью метода опорных векторов и гистограмм направленных градиентов / Проблемы управления и информатики: научно-технический журнал // Национальная академия наук Украины (НАНУ), №5, 2015, С.123-129.
2. Bessmeltsev V. Highspeed OCR algorithm for portable passport readers / V. Bessmeltsev, E. Bulushev, N. Goloshevsky // Graphicon. - 2011. - №3. - P. 25–29.
3. Visilter Y. Development of OCR system for portable passport and visa reader / Y. Visilter, S Zheltov, A Lukin // Proceedings of SPIE. – 1999. - №4. - P. 194-199.
4. Булатов К. Б. Проблемы распознавания машиночитаемых зон с использованием малоформатных цифровых камер мобильных устройств / К. Б. Булатов, Д. А. Ильин, Д. В. Полевой, Ю. С. Чернышова // ИСА РАН. - 2015. - №3. - С. 85–93
5. L. Dongju, Y. Jian Otsu method and k-means in Hybrid Intelligent Systems, 2009. HIS '09. Ninth International Conference on, vol. 1, 2009, pp. 344–349.
6. B. Gatos, I. Pratikakis, and S. J. Perantonis, “Adaptive Degraded Document Image Binarization,” Pattern Recognition, Vol. 39, No. 3, pp. 317–327, March 2006
7. Herbert B. SURF: Speeded Up Robust Features / B. Herbert, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars, Luc Van Gool // Computer Vision and Image Understanding (CVIU). -2008. - № 3. - P. 346-359.

УДК 004.048

ІНДУКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ЦІЛЬОВОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

*І.А.Лур'є¹, А.А. Подлевський², Н.Б. Савіна²,
М.В.Якобчук², О.Г.Кушко¹, Я.С.Жмак¹*

¹Херсонський національний технічний університет,
Херсон, Україна

²Національний університет водного господарства та
природокористування, Рівне, Україна

*Досліджено вплив внутрішніх критеріїв кластеризації в
алгоритмі об'єктивної кластеризації.*

Вступ. Недоліком існуючих алгоритмів кластеризації є їх суб'єктивізм. Для підвищення об'єктивності кластеризації використовується розробка і застосування моделей на основі методу індуктивного моделювання складних систем, що є логічним продовженням методу групового обліку аргументів (МГУА). Метою роботи є розробка та дослідження впливу внутрішніх та зовнішніх критеріїв на якість роботи моделі об'єктивної кластеризації об'єктів на основі алгоритму кластеризації k-середніх, на прикладі кластеризації різних типів підприємств України.

Пропоноване рішення. Серед внутрішніх критеріїв якості кластеризації використовувалися: 1.Силует (Silhouette); 2.Індекс Данна (Index Dunn); 3.Індекс Індекс Калінські - Гарбаша (Index Calinski - Harabasz); 4.Ентропія (Entropy). При послідовних ітераціях значення критерію на першому кроці зростає, потім монотонно змінюється до досягнення насичення, що відповідає стійкою кластеризацією. Реалізація алгоритму передбачає наявність наступних кроків:

Крок 1. Формування вихідної множини Ω досліджуваних об'єктів.

Крок 2. Розподіл Ω на дві рівнопотужних підмножини.

Крок 3. Налаштування алгоритму кластеризації k -середніх. Вибір кількості кластерів.

Таблиця 1. Результати роботи індуктивних моделей об'єктивної кластеризації

Внутрішній критерій якості кластеризації	Кількість кластерів		
	2	3	7
	Зовнішній критерій балансу	Зовнішній критерій балансу	Зовнішній критерій балансу
Силует	0.02	0.14	0.08
Індекс Данна	0.15	0.35	0.04
Індекс Калінскі - Гарбаша	0.01	0.02	0.025
Ентропія	0	0.21	0.04

Для кожної рівнопотужності підмножини:

Крок 4. Послідовна кластеризація і фіксація кластерів.

Крок 5. Розрахунок внутрішнього критерію якості кластеризації.

Крок 6. Розрахунок зовнішнього критерію балансу.

Крок 7. Якщо значення критерію балансу досягає оптимального, то виконується фіксація отриманої кластеризації.

Крок 8. Визначення оптимальної кількості кластерів.

Крок 9. Кластеризація даних (множина Ω досліджуваних об'єктів), фіксація кластерів.

Аналізуючи значення критеріїв, видно, що розбиття на три кластери показує кращі результати для значень Силуету, індексу Данна та індексу Калінскі - Гарбаша. Мінімальне значення Ентропії досягається при розбитті на два кластери.

Висновки. Інтерпретація результатів кластеризації за допомогою індуктивної моделі показало значну ефективність використання такої методики для

виявлення ступеня впливу малих, середніх та великих підприємств на соціально-економічний розвиток регіонів, що у більшості підтверджується результатами інших досліджень.

Література

1. Бабичев С. А., Литвиненко В. И., Шарко А. В. Индуктивная модель кластеризации данных на основе алгоритма k-средних. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Геоінформаційні системи, комп'ютерні технології еколого-економічного моніторингу, ГІСКТЕЕМ – 2016». Дніпропетровськ, 2016.
2. Подлевський А. А. Особливості оцінки ефективності державного регулювання виробничої кооперації / А. А. Подлевський, Н. Б. Савіна // Збірник наукових праць «Вісник НУВГП». Випуск 3 (75), Серія «Економічні науки». – Рівне: НУВГП, 2016. – С. 153–166.

УДК 004.93

СИСТЕМА ПОРІВНЯННЯ НЕСТРУКТУРОВАНИХ ТЕКСТОВИХ ЛАНЦЮГІВ АЛГОРИТМОМ ЛЕВЕНШТЕЙНА

О.Г. Марголін

Київський національний університет імені Тараса
Шевченка, Київ, Україна

Представлено дослідження алгоритмів оцінювання та порівняння текстової інформації, а також пошуку міри відповідності між двома текстовими ланцюгами. В основу проблеми покладено визначення відповідностей між декількома неструктурованими текстовими масивами отриманими з відповіді від системи розпізнавання текстів на растрових зображеннях. Для вирішення цієї проблеми запропоновано використати алгоритм Левенштейна.

Вступ. На сьогоднішній день існує певна кількість сервісів розпізнавання друкованого тексту від великих ІТ корпорацій. Якість їх розпізнавання складно порівняти з більш примітивними алгоритмами розпізнавання тексту без використання величезної бази даних та словників. Але маючи і величезну базу текстів, і неймовірну кількість користувачів, що постійно поповнюють ці бази, і найсучасніші алгоритми розпізнавання, пошуку та порівняння, - ці системи мають багато погрешностей, особливо для української мови.

Для української мови існує ряд проблем при розпізнаванні літер. Так букву «і» системи розпізнавання можуть зрозуміти як «1», бо «!», словосполучення «ий» може бути розпізнаним як «ии», або «ин». Виникає питання, як покращити результати такого розпізнавання і виправити помилки? Вважаємо, що ми не можемо ніяк впливати на якість вихідного масиву розпізнаного тексту.

Система порівняння неструктурованих текстових ланцюгів алгоритмом Левенштейна. Для покращення результатів розпізнавання тексту, з вхідного зображення пропонується зробити декілька альтернативних копій. Кожна копія відрізняється від наступної алгоритмом обробки та принципом нарізання зображення по корисним зонам.

Наступним кроком пропонується порівняти результати розпізнавання різних зображень та обрати найкращий результат. За цим результатом сформулювати структурований вихідний масив по необхідним зонам. Тут вже виникає питання оцінки та порівняння якості розпізнання кожного з варіантів.

Для визначення відповідностей між декількома неструктурованими текстовими масивами пропонується обрати алгоритм Левенштейна [1]. Відстань Левенштейна - найбільш популярний алгоритм для знаходження ступеня відмінності між двома словами. Основною ціллю алгоритму є визначення яку мінімальну кількість дій необхідно здійснити для отримання з першого рядка другий.

Таких дій всього три: Видалення (ВИ); Вставка (ВС); Заміна (З).

Наприклад, для 2-х рядків «КІБЕРНЕТИКА» і «КІВЕРПЕТИКА» можна побудувати таку таблицю перетворень:

ВС	З	З	ВС	ВС	З	ВИ	ВС	ВС	ВС	ВС	ВС
К	І	Б	Е	Р	Н		Е	Т	И	К	А
К	1	В	Е	Р	І	І	Е	Т	И	К	А

Ціни операцій можуть залежати від виду операції (вставка, видалення, заміна) [4].

В загальному випадку:

$w(a, \epsilon)$ - ціна видалення символу «а», дорівнює 1

$w(\epsilon, b)$ - ціна вставки символу «b», дорівнює 1

$w(a, b)$ - ціна зміни символу «а» на символ «b», дорівнює 1.

А з точки зору математики розрахунок виглядає так.

Нехай $S1$ і $S2$ - два рядки (довжиною M і N відповідно) над деякими алфавітом, тоді редакційну відстань (відстань Левенштейна) $d(S1, S2)$ можна підрахувати за такою рекурентною формулою [2]:

$$d(S1, S2) = D(M, N), \text{ де}$$

$$D(i, j) = \begin{cases} 0, & i = 0, j = 0 \\ i, & j = 0, i > 0 \\ j, & i = 0, j > 0 \\ \min\{ \\ \quad D(i, j - 1) + 1, \\ \quad D(i - 1, j) + 1, \\ \quad D(i - 1, j - 1) + m(S_1[i], S_2[j]) \\ \} & j > 0, i > 0 \end{cases}$$

Загальний алгоритм порівняння неструктурованих тестових ланцюгів працює таким чином:

1. За допомогою регулярних виразів будується попередній масив вихідного документу по всіх варіантах зображення.
2. Кожен елемент масиву порівнюється з аналогічним елементом альтернативного зображення за допомогою функції, що реалізує алгоритм Левенштейна.
3. Якщо результат більший за 0.75 – вважаємо відповідь правильною.
4. В іншому випадку звертаємось до довідника\словника. В довіднику шукаємо найкращий результат порівняння і виводимо його в результатуючий масив.

Результати роботи алгоритму:

Довідник	Вхідна фраза	Результат порівняння
кібернетика	КІбернетика	81.81%
КНУ ім. Шевченка	Кну !м шевченка	81.25%
Recognize	Rec0gn1ze	77.77%
Олександр Геннадійович	Олександр Генниад1иович	77.27%
+380445123232	+38O4451[]3232	81.48%

Висновки. Для порівняння двох фраз з довідника і системи розпізнавання використано алгоритм Левенштейна. Експериментально встановлено, що для поставленої задачі можна вказати поріг допустимої схожості в 77%. Тобто, якщо алгоритм видав схожість в 77%, або більше, – то ця фраза в довіднику відповідає вхідній.

Література

1. В. І. Левенштейн. Двійкові коди з виправленням випадінь, вставок і замішень символів. Доповіді Академії Наук СРСР, 1965. 163.4: 845-848.
2. Желудков А. В., Макаров Д. В., Фадеев П. В Особливості алгоритмів нечіткого пошуку. «Инженерный вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана», 2014, ст. 501-511
3. Didier Brun, Mouse Gesture Recognition URL: <http://www.bytearray.org/?p=91>
4. Damerau–Levenshtein distance, URL: https://en.wikipedia.org/wiki/DamerauLevenshtein_distance

УДК 004.378

ОСОБЛИВОСТІ ПОШУКУ НАВЧАЛЬНОЇ ТА НАУКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ

О.О. Москаленко, Т.А. Григорова

Кременчуцький національний університет ім. Михайла
Остроградського, Кременчук, Україна

Досліджено пошуковий модуль, що був розроблений і підключений до системи електронного навчання, що створена на основі системи EFront на кафедрі інформатики і вищої математики Кременчуцького національного університету для впровадження системи змішаного навчання. Виявлені недоліки привели до висновку, що для розв'язання задач, пов'язаних з

підключенням ефективних фільтрів реклами, зайвої інформації, а також автоматичним формуванням правильних пошукових запитів необхідно використовувати алгоритми штучного інтелекту.

Вступ. Нові форми освіти використовують системи електронного навчання, які допомагають організувати освітній процес завдяки підтримці навчальних курсів. Але будь-який курс має обмежену кількість інформації і часто не відповідає на питання, пов'язані з науковою або дослідницькою діяльністю учня. Крім того, деякі курси мають вузьку направленість і потребують додаткових знань з інших предметів. Системи електронного навчання та відкритих освітніх порталів постійно розширюються і наповнюються знаннями, але не мають внутрішніх пошукових систем по всіх курсах, представлених у системі, у мережі та за її межами на інших порталах, включаючи наукометричні бази даних. На кафедрі інформатики і вищої математики Кременчуцького національного університету для впровадження системи змішаного навчання використовується система електронного навчання, яка побудована на основі системи EFront. Для цієї системи був створений модуль повнотекстового пошуку на базі технології Sphinx, а також підключені API для пошуку у google, у системі IEEE, у системі Scopus[1].

Метою роботи було дослідження можливостей і недоліків роботи підключеного пошукового модуля і API у системі електронного навчання, а також пошук шляхів усунення знайдених недоліків.

Параметри пошуку. Під час проведення дослідження пошук був розширений завдяки введенню можливості використання англійської мови для формування запиту: переклад запиту відбувається авто-

матично з української або російської мови. Введені додаткові параметри, які можуть обмежувати або розширювати пошук.

Пошук всередині системи був розширений введенням наступних параметрів:

- режими пошуку: знайдено будь-яке зі слів запиту, знайдені всі слова запиту та знайдена, в точності, пошукова фраза;
- пошук інформації у навчальних курсах: по кафедрі користувача, по факультету користувача, по всіх курсах системи.

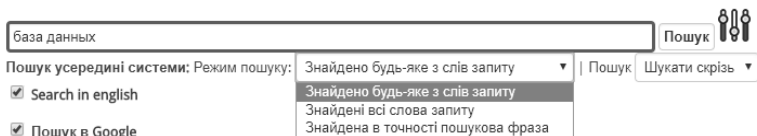


Рис. 1 Вікно пошуку всередині системи

Пошук у системі google має наступні параметри пошуку: фільтр реклами, пошук за датою, вибір країни пошуку, сортування за новими та старими даними.



Рис. 2 Вікно пошуку в системі google

Пошук у системі Scopus має наступні параметри пошуку: діапазон років та кількість сторінок.

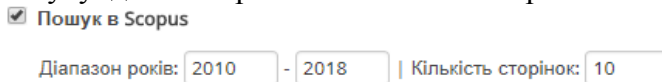


Рис. 3 Вікно пошуку в системі Scopus

Пошук у системі IEEE має наступні параметри пошуку: діапазон років та кількість сторінок, тип

контенту (journals, conferences, books, etc.), публікація (IEEE, IBM, etc.) та сортування.

Пошук в Xplore

Кількість сторінок: | За весь час | Content Type: | Publisher: | Sort: | Sort:

Починаючи з:

Рис. 4 Вікно пошуку в системі IEEE

Основними недоліками у системі пошуку є недоліки, які пов'язані з пошуком у пошукових системах, таких як google та інші[2]. До них належать:

- розмиті результати пошуку – у разі багатозначності, робот не може точно визначити потрібний контекст і тому пропонує відразу кілька варіантів, які включають рекламу компаній або продукції, у нашому випадку – компаній розробників програмного забезпечення;
- непрозора система ранжування – користувач не може уточнити область пошуку за допомогою підбору словосполучень, пошук все одно показує те, що вважає за потрібне, наприклад, перелік сайтів з навчальних курсів, які перераховують напрями своєї діяльності;
- нетематичні ресурси в результатах пошуку – у переліку присутні сайти, які не належать до теми запиту або на них розміщено контент низької якості.

Враховуючи всі недоліки, потрібно вирішити наступні завдання:

1. Додати фільтр реклами. Це завдання, на даний час, у модулі пошуку вирішується завдяки використанню списку стоп-слів, який формується адміністратором системи під час її тестування, що викликає

певні складнощі і не може забезпечити надійний пошук для користувачів системи. Тому було прийнято рішення використати алгоритми штучного інтелекту для обмеження пошуку.

2. Додати фільтр зайвої інформації. На даний час це питання вирішується завдяки можливості для користувача приховувати посилання, які в подальшому не будуть відображатися у результатах пошуку під час повторення запиту. Таке рішення не зовсім зручне для користувачів системи, тому що при незначній зміні запиту посилання знову з'являються. Для цієї задачі теж можна використовувати алгоритми штучного інтелекту для обмеження пошуку.

3. Оптимізувати пошук для кожного користувача залежно від кафедри, факультету, курсів, до яких він прив'язаний, а також пошукових запитів (пошук за зацікавленістю). Частково ця задача вже розв'язана.

4. Пропонувати користувачу формати більш правильних пошукових запитів на основі поточного запиту користувача, для більш точного пошуку. Ця задача теж належить до задач штучного інтелекту.

Висновки. У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що підключення модуля пошуку до системи електронного навчання значно розширило можливості користувачів системи з приводу доступу до навчальної та наукової інформації. Під час дослідження були усунені деякі недоліки з приводу розширення пошуку за рахунок використання формування запитів англійською мовою та додавання параметрів пошуку. Виявлені недоліки привели до висновку, що для рішення завдань, пов'язаних з підключенням ефективних фільтрів реклами, зайвої

інформації, а також автоматичного формування правильних пошукових запитів, необхідно використовувати алгоритми штучного інтелекту.

Література

1. Gryhorova T., Moskalenko O.S. Use of Information Technologies to Improve Access to Information in E-Learning Systems. Recent Developments in Data Science and Intelligent Analysis of Information. Proceedings of the XVIII International Conference on Data Science and Intelligent Analysis of Information, June 4–7, 2018, Kyiv, Ukraine, P. 206 – 215.
2. Дмитрий Щербаков. Как искусственный интеллект повлиял на поисковые системы. // [Електр. Ресурс]. – Режим доступу: <https://www.uplab.ru/blog/artificial-intelligence/>.

УДК 681.511

INVESTIGATION AND ROBUST SYNTHESIS OF POLYNOMIALS UNDER PERTURBATIONS BASED ON THE ROOT LOCUS PARAMETER DISTRIBUTION DIAGRAM

A.A. Nesenchuk

United Institute of Informatics Problems of the Belarusian
National Academy of Sciences, Minsk, Belarus

Investigation of the 4th order dynamic systems characteristic polynomials behavior in conditions of the interval parametric uncertainties is carried out on the basis of root locus portraits. The roots behavior regularities and corresponding diagrams for the root locus parameter distribution along the asymptotic stability bound are specified for the root locus portraits of the systems. On this basis the stability conditions are derived, graphic-analytical method is worked out for calculating intervals of variation for the polynomial family parameters ensuring its robust stability.

1. Introduction. The importance of tasks of analysis and synthesis of control processes occurring in dynamic systems of different physical nature, operating in conditions of substantial parametric uncertainty, brings up a problem of investigation of perturbed characteristic polynomials describing dynamics of these systems [1]. Among the modern methods of synthesis [1] together with the frequency ones [2] the algebraic, root locus and state-space methods could be listed [3-4].

The methods for analysis and synthesis of polynomial families represent the separate group. The most effective solutions for the task of interval polynomial families investigation within the algebraic approach have been proposed by V.L. Kharitonov [3]. Root locus approach to the problem is considered in [4].

In this work the graphic-analytical root locus approaches are described for calculating intervals of uncertainty for coefficients of the given initially stable or unstable polynomial with coefficients subject to perturbations, which ensure its robust stability.

2. The robust stability condition. Consider a dynamic system described by the family of interval characteristic polynomials [1-4] like

$$g_4(s) = s^4 + a_1s^3 + \dots + a_3s + a_4 \quad (1)$$

where a_j vary within the real intervals:

$$\underline{a}_j \leq a_j \leq \bar{a}_j, \quad j = \overline{0,4}, \quad a_0 = 1.$$

Parameter equation (parameter function) [4] at the stability bound:

$$f(\omega) = -\omega^4 + a_2\omega^2 = a_4. \quad (2)$$

The region D_ω^P where the root locus portrait P of (1) crosses the stability bound is divided into:

- increasing region D_{ω}^+ where function (2) increases;
- decreasing region D_{ω}^- where function (2) decreases;
- mixed region D_{ω}^c of (2) increase and decrease combination.

Definition. The real crossing region D_{ω}^R is a region where the given polynomial (1) root locus portrait crosses the stability bound.

Stability condition. If the condition

$$D_{\omega}^R \subset D_{\omega}^c \vee D_{\omega}^R \cap D_{\omega}^c$$

holds, the system asymptotic stability is ensured when one of the polynomials

$$s^4 + \underline{a}_1 s^3 + \underline{a}_2 s^2 + \underline{a}_3 s + \underline{a}_4 = 0,$$

$$s^4 + \overline{a}_1 s^3 + \overline{a}_2 s^2 + \overline{a}_3 s + \overline{a}_4 = 0$$

of family (1) is stable.

Conclusions. Investigation of the fourth power dynamic system behavior in conditions of the interval parameter variations has been carried out on the basis of root locus portraits and introduction of the notion of the "diagram of the root locus parameter function values distribution along the stability bound". The stability conditions have been derived, graphic-analytical method has been worked out for calculating intervals of parameter variation ensuring the system robust stability including the cases when the given (nominal) system is unstable. In continuation of V.L. Kharitonov's results [3] in this work it is proved that for stability analysis of the 4th power characteristic polynomials of interval systems it is enough to use the only one polynomial of the family. The discovered regularities of the system root locus portrait behavior allow to extract stable sub-families from the unstable families of interval characteristic polynomials.

References

1. Dorf, R., Bishop, R. (2011) *Modern Control Systems*. 12th ed. Prentice Hall.
2. Polyak, B.T., Scherbakov, P.S. (2002) *Robust Stability and Control* [in Russian]. M.: Nauka.
3. Kharitonov V.L. (1978) About asymptotic stability of equilibrium of the linear differential equations systems family [in Russian]. *Differential Equations*, XIV, 2086-2088.
4. Nesenчук, A.A. (2005) *Analysis and Synthesis of Robust Dynamic Systems on the Basis of Root Locus Approach* [in Russian]. Minsk: UPP NAS of Belarus.

УДК 621.865.8+007:617

ТАЙМЕРНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРІ ФОН-НЕЙМАНІВСЬКОЇ АРХІТЕКТУРИ

*Є.О.Осадчий¹, Л.В.Гірченко¹, А.М. Галуштенко¹,
Р.В. Скуратовський²*

¹Київський національний університет імені
Тараса Шевченка, Київ, Україна
²МАУП, Київ, Україна

Пропонується стратегія розширення існуючих методів та засобів таймерного перетворення інформації в цифровому двійковому комп'ютері на прикладі двійкового та унарного кодування. Проводиться аналіз досягнутого та визначається перспектива.

Вступ. Основними завданнями символічного кодування є створення методів і засобів для зберігання, стиснення, захисту і т.п. На сьогодні багато теоретичних меж двійкового кодування вже практично досягнуто, але існують невикористанні можливості. Насамперед, їх містить таймерне кодування.

Воно вже знайшло застосування в двійковому ЦК через часткову реалізацію – введенням таймеру. Найбільш доступним є використання різної частоти часового процесора для отримання «таймерної мітки» (ТМ), що акумулює в собі позиційно встановлене в пам'яті ЦК значення результату сумування. Відповідно ТМ на відображення різного кількісного значення числа, може знаходитись в одному й тому ж місці пам'яті, що додатково створює передумови для розвитку «нетрадиційного» таймерного захисту інформації.

Виклад основного матеріалу. Цифрові комп'ютери (ЦК) призначені для трансформації інформації. Інформація – результат перетворення й аналізу даних. В двійковому ЦК дані відображаються у вигляді кількісного значення двійкових натуральних чисел. Кожному з них відповідає знакове відображення з символів алфавіту мови комунікації (спілкування). Повідомлення, створюється комбінаторикою символів алфавіту мов комунікації (МК). Тому, алфавіт МК – відтворення чисел, базової СЧ, за допомогою знаків. Для полегшення оперування надвеликими числами в ЦК вони структуровані за кількістю комірок (бітами, байтами, записами, файлами і т.п.). Обробка інформації в ЦК, як правило, виконується послідовно операцією складання та її похідними. Існуючі обмеження такої обробки викликають значні втрати ресурсів та вимагають ускладнених методів і засобів. Але цю проблему позиційної СЧ можна вирішити застосувавши, в якості базової, операцією зсуву (апаратно, реалізується навіть використанням опору). Це перетворить позиційну СЧ в непозиційну (змішану) – унарну або двійковій-одичну. Ефективність її робо-

ти потребує нових технічних рішень запропонованих, наприклад, в [1, 2]. Їх реалізація вимагає застосування таймерного перетворення інформації [3, 4, 5]. Первинне пряме та обернене кодування забезпечується застосуванням таблиць символів ASCII (однобайтова) і Unicode (двобайтова), а також їх похідних. Дане кодування здійснюється із застосуванням пам'яті прямого доступу. Похідні таблиці – все інше різноманіття мовної комунікації. Після первинного кодування двійковий ЦК оперує виключно структурованими двійковими числами, кожна наступна трансформація цих чисел в ньому здійснюється через двійкову арифметику на базі операції додавання. Відбуваються значні витрати часу при генерації чергового розряду числа позиційної СЧ, що особливо помітно при отриманні надвеликих чисел.

Наведемо для порівняння ефективність обчислень самими швидким методами в позиційній СЧ. При формуванні аддитивного ланцюжка для обчислення скалярного добутку kP суттєвими є лише операції додавання, оскільки подвоєннями можна знехтувати. Тому оцінка обчислення kP є

$$O(A2^{m-1} + A\frac{n}{m}) \text{ [6], де } m \text{ – ступінь обраної симетри-$$

зованої системи числення, при не симетризованій СЧ оцінки складності ще гірші.

Складність обчислення добутку kx методом подвоєння і додавання в позиційній СЧ показана в $O((\log_2 k - 1)(W(k - 1)))$ [6].

Для підтвердження скорочення часу двійкового підрахунку були створені комп'ютерні програми, що

відтворюють роботу двох лічильників змін стану двійкового байту при створенні «1» в позиційній та непозиційній системі числення. Для цього на загальному програмному забезпеченні була емульована робота одиничного і двійкового підрахунку числа довжиною в 256 байт. Результатом роботи першого лічильника - згенерована послідовність з двійкових кодів ASCII і власне програма, що його реалізовує. Інша програма імітувала роботу одиничного лічильника, який підрачує одиницями кількість 256, наприклад, використовуючи операцію переміщення змісту, що заповнено «1» байта в лінійному файлі. В результаті її роботи, також було отримано інший лінійний файл з 256 байт з записом відповідної програми.

Висновки. Для демонстрації переваг таймерного перетворення було проведено порівняння часу виконання і розміри пам'яті, що займаються двома цими програмами.

В результаті було доведено, що операція двійкового додавання (відтворення кількості одного і того ж числа) є більш затратною. Так, двійкове рахування байта виконано за 0.000083000 sec, а одинкове – за 0.000065000 sec. Експеримент, що наведено та описано, дозволяє об'єднати виявлені закономірності та встановлений взаємний зв'язок для подальшого обґрунтування необхідності їх застосування при обробці інформації.

Література

1. Патент Російської Федерації №2128878, МКИ 6 Н 03 К 23/00 N разрядный счетчик / Е.А.Осадчий, А.Е.Осадчий, (Україна), Опубл.10.04.99; Бюл.№10.-16 с.:іл.
2. Патент України на корисну модель № u 121740, МПК G 06 F 15/38 Пристрій для перетворення кодів з однієї мови на іншу

- / Крак Ю.В., Терещенко В.М., Осадчий Є.О., Горбунов О.А. -
Опубл. 11.12.17. - Бюл. № 23.- 7с.
3. Осадчий Є.О. Трансформерні технології побудови машин і механізмів. - К.: Науковий світ, 2004.- 167 с.
 4. Метод быстрого таймерного кодирования текстов / Р.В. Скуратовский // Кибернетика и системный анализ. — 2013. — Т. 49, № 1. — С. 154-160.
 5. Осадчий Є.О., Осадчий О.Є., Скуратовський Р.В. / Числові закономірності та таймерне кодування інформації // Штучний інтелект.-№3.-2017.-С.1-22.
 6. Болотов А. А., Гашков С. Б., Фролов А. Б., Часовских А. А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию – М.: КомКнига. Том 2., 2006. – 328 с.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ. ФУНКЦІОНУВАННЯ ЄДИНОГО ДЕРЖАВНОГО ДЕМОГРАФІЧНОГО РЕЄСТРУ, ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

Д.В. Пімахова

Національна академія державного управління при
Президентіві України, Київ, Україна

Важливою властивістю нейронних мереж, що свідчить про їх великий потенціал і широкі прикладні можливості, є паралельна обробка інформації одночасно великою кількістю нейронів. Завдяки цьому досягається значне пришвидшення обробки інформації. Іншою особливістю нейронних мереж є здатність до навчання та узагальнення інформації. Таким чином досягається деяка схожість з роботою головного мозку людини.

З використанням нейронних мереж відкрилися можливості проведення обчислень у сферах, що до цього належали лише до сфери людського інтелекту. З'явилися можливості створення систем, які здатні

вчитися, запам'ятовувати та аналізувати інформацію, що дуже нагадує розумові здібності людини.

Типовими задачами, що можуть бути вирішеними за допомогою нейронних мереж та нейрокомп'ютерів є: задача класифікації, автоматизація прогнозування, автоматизація процесу ухвалення рішень, управління, кодування і декодування інформації, розпізнавання образів та ін.

Законом України «Про Концепцію Національної програми інформатизації» передбачено, що державна політика інформатизації формується як складова частина соціально-економічної політики держави в цілому і спрямовується на раціональне використання промислового та науково-технічного потенціалу, матеріально-технічних і фінансових ресурсів як створення сучасної інформаційної інфраструктури в інтересах вирішення комплексу поточних та перспективних завдань розвитку України як незалежної демократичної держави з ринковою економікою.

Для прискорення процесу інформатизації, що потребує відповідної концентрації ресурсів, в основу державної політики повинно бути покладене державне регулювання процесів інформатизації на основі поєднання принципів централізації і децентралізації, саморозвитку, самофінансування та самоокупності, державної підтримки через систему пільг, кредитів, прямого бюджетного фінансування.

Ураховуючи викладене, вважаю необхідним акцентувати увагу на наступному.

Інтеграція України до Європейського Союзу потребує нових підходів до регулювання міграційних процесів, а саме: запровадження сучасних технологій

у діяльність органів державної влади для забезпечення виконання покладених на них завдань і функцій, надання такими органами послуг у сфері міграції, оперативного отримання актуальної і достовірної інформації про стан та тенденції міграційних процесів, виявлення причинно-наслідкових зв'язків, їх негативного впливу на соціально-економічний стан України.

Так, в Україні запроваджено Єдиний державний демографічний реєстр, це – електронна інформаційно-телекомунікаційна система, призначена для зберігання, захисту, обробки, використання і поширення визначеної цим Законом інформації про особу та про документи, що оформлюються із застосуванням засобів Реєстру, із забезпеченням дотримання гарантованих Конституцією України свободи пересування і вільного вибору місця проживання, заборони втручання в особисте та сімейне життя, інших прав і свобод людини та громадянина.

Реєстр та майнові права інтелектуальної власності на створені на замовлення уповноважених суб'єктів для функціонування Реєстру об'єкти інтелектуальної власності належать державі.

Єдиний державний демографічний реєстр ведеться з метою ідентифікації особи для оформлення, видачі, обміну, пересилання, вилучення, повернення державі, визнання недійсними та знищення передбачених цим Законом документів. Єдиний державний демографічний реєстр, у межах, визначених законодавством про свободу пересування та вільний вибір місця проживання, використовується також для обліку інформації про реєстрацію місця проживання

чи місця перебування.

Законом України «Про Єдиний державний демографічний реєстр та документи, що підтверджують громадянство України, посвідчують особу чи її спеціальний статус» визначено, що розпорядник реєстру, відповідно до Закону, здійснює заходи щодо захисту цілісності баз даних реєстру, їх технологічного і програмного забезпечення, захисту інформації реєстру від випадкового чи незаконного знищення, спотворення, втрати, несанкціонованого надання чи доступу. Внесена до реєстру інформація є конфіденційною.

Відносини, пов'язані з правовим режимом конфіденційної інформації, регулюються відповідними законами.

Література

1. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры» / П.Г. Круг - М: Издательство МЗИ, 2002. - 176 с.
2. Акулов П.В. Решение задач прогнозирования с помощью нейронных сетей / Акулов Павел Владимирович [Електронний ресурс]
3. Оссовский С. Нейронные сети для обработки информации / Станислав Оссовский. Пер. с польского И.Д. Рудинского. — М.: Финансы и статистика, 2002. - 344 с.
4. Кальченко Д. Нейронные сети: на пороге будущего / Даниил Кальченко //КомпьютерПресс - 2005. - N1.
5. Закон України «Про Концепцію національної програми інформатизації»
6. Закон України «Про Національну програму інформатизації»
7. Закон України «Про інформацію»
8. Закон України «Про телекомунікації»
9. Закон України «Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах»
10. Закон України «Єдиний державний демографічний реєстр та

документи, що підтверджують громадянство України, посвідчують особу чи її спеціальний статус» .

МЕТОДЫ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ ПРЕДПРИЯТИЯ

Д.А. Савченко

УНК ИПСА НТУУУ «КПИ», Киев, Украина

Построены краткосрочные прогнозы по разным моделям и выбрана наиболее оптимальная модель продаж предприятия. Поэтапный процесс был такой: взяты и обработаны данные с предприятия, получена описательная статистика, оценены лаги, построены разные модели и выбрана лучшая по критериям адекватности.

Введение. Все чаще компании пытаются расширить свои возможности прогнозирования, чтобы получить преимущество перед конкурентами. Например, хорошая модель прогнозирования позволяет производителям удерживать только нужную сумму запасов для удовлетворения спроса на свой продукт.

Была разработана информационная система поддержки принятия решений на базе программного обеспечения EViews3.1. Основные задачи СППР – это обычно выбор наилучшего решения из множества возможных и упорядочение возможных решений по предпочтительности. Были построены разные модели на основе данных по продажам реального магазина обуви и одежды, а также выбрана лучшая модель по критериям адекватности: информационный критерий Акайке, статистика Дарбина-Уотсона, коэффициент детерминации R^2 .

Коэффициент детерминации R^2 – это отношение дисперсии той части временного ряда основной переменной, которая описывается полученным уравнением, к выборочной дисперсии этой переменной. Вычисляется по формуле:

$$R^2 = \frac{\text{var}(\hat{y})}{\text{var}(y)} \quad (1)$$

Для адекватной модели коэффициент детерминации должен стремиться к единице.

Информационный критерий Акайке (АИС). Этот критерий учитывает сумму квадратов ошибок, количество измерений N и количество оцениваемых параметров модели p :

$$AIC = N \ln \left[\sum_{k=1}^N e^2(k) \right] + 2p \quad (2)$$

Для лучшей модели критерий имеет меньшее значение, так как он зависит от суммы квадратов погрешностей (СКП). Однако, кроме СКП, он учитывает длину выборки и количество оцениваемых параметров, что делает его более информативным.

Статистика Дарбина-Уотсона вычисляется по формуле:

$$DW = 2 - 2p \quad (3)$$

где p – коэффициент корреляции между соседними значениями случайной переменной. Этот параметр позволяет определить степень коррелированности ошибок модели. Наиболее приемлемое значение $DW = 2$.

Лучшая модель имеет вид:

$$Y = C(1) + C(2) * Y(-6) + C(3) * Y(-7) + C(4) * Y(-8) + C(5) * Y(-10) + C(6) * Y(-12) + C(7) * K + C(8) * KOLVO, \quad (4)$$

где Y – искомый объем продаж, $C(i)$ – коэффициенты, рассчитанные с помощью метода наименьших квадратов, $Y(i)$ – влияние лагов, K – тренд, $KOLVO$ – количество продаж.

Построенные модели являются краткосрочными и дают прогноз на 3 месяца.

Литература

1. Бідюк П.І., Коршевніюк Л.О. Проектування ІСППР. – Київ: НТУУ «КПІ», 2010. – 340 с.
2. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации и принятия решений. – С.-Петербург: Лань, 2001. – 384 с.

УДК 535.242.65

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ БІОСЕНСОРА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ

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

¹ Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського, Тернопіль, Україна

² Університет в Бельсько Бялій, Польща

³ Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, Україна

Розглянуто математичну модель біосенсора для експрес-вимірювання концентрації глюкози, яка має важливе в медицині та для контролю якості продуктів харчування. В основу моделі покладено ферментативний каталіз реакції окислення глюкози, що виробляє глюконову кислоту і, в кінцевому результаті, змі-

нює концентрацію протонної речовини в біосенсорній мембрані.

Вступ. Біосенсори – це аналітичні прилади, які перетворюють процеси біохімічних реакцій на фізичну величину, яку можна виміряти [1-3].

Біосенсори широко застосовуються для контролю хімічних речовин у медицині, при дотриманні харчових технологій, моніторингу навколишнього середовища, а також у промисловості [5,6]. Таке різноманітне використання біосенсорів пов'язане з їх важливими характеристиками: вони є компактними, мають високу вибірковість, селективність, точність, короткий час відгуку, дають змогу здійснювати швидкі і прості вимірювання.

Основний матеріал. Біосенсор складається з двох частин: твердотілого перетворювача, який лінійно перетворює концентрацію протонів біля мембрани датчика x_3 в електричний сигнал; багат шарової (трьохшарова в моделі, яка розглядається) мембрани, причому кожен шар рівномірно розподіляє фермент і заряджені молекули із заданими концентраціями. Припускається, що тестовий розчин містить п'ять складових: глюкозу (G), кисень (O), протони (H), буфер (WH) та його основу (W) з концентраціями C_G, C_O, C_H, C_{WH} та C_W відповідно.

Перехідні розподіли електростатичного потенціалу та концентрації у всій мембрані можна описати наступною системою частинних диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) = - \frac{4\pi}{\varepsilon_0} \sum_s e z_s C_s + Q \quad (1)$$

$$\frac{\partial C_s}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} J_s - U_s, \quad (2)$$

$$\text{де } J_s = C_s \frac{e z_s D_s}{kT} \frac{\partial \varphi}{\partial x} - D_s \frac{\partial C_s}{\partial x};$$

$$\varepsilon, Q, D_s = \begin{cases} \varepsilon_1, Q_1, D_s^1, & x \in [0, x_1]; \\ \varepsilon_2, Q_2, D_s^2, & x \in (x_1, x_2); \\ \varepsilon_3, Q_3, D_s^3, & x \in (x_2, x_3] \end{cases}$$

У вищенаведених формулах e є заряд протонів; φ – електростатичний потенціал; k – константа Больцмана, $\varepsilon_0, \varepsilon$ абсолютна та відносна діелектричні константи; Q – щільність зарядів у шарі; J_s, D_s, C_s, z_s є флюс, коефіцієнт дифузії, концентрація і заряд (в одиницях e) різних видів (для $s = G, O, WH$; $z_s = 0$; $z_H = +1$; $z_W = -1$); U_s – рекомбінація швидкості видів; T – абсолютна температура. У моделі припускається, що для швидкості ферментативної реакції окислення глюкози виконується співвідношення кінетики Міхаеліса-Ментена і є незалежними від концентрації протона C_H :

$$U_G = 2U_O = V_{\max} \frac{C_G C_0}{K_G^M C_0 + K_0^M C_G + C_G C_0}, \quad (3)$$

де K_s^M ($s = G, O$) є константою Міхаеліса; V_{\max} є максимальна швидкість ферментативної реакції.

Проте концентрація протонів також впливає за допомогою процесів асоціації-дисоціації зі з'єднаною основою буфера W . Відповідні швидкості реакції U_H, U_W і U_{WH} можна записати наступним чином:

$$\begin{aligned}U_H &= -U_G - k_b(K_W C_{WH} - C_W C_H), \\U_W &= -U_{WH} = -k_b(K_W C_{WH} - C_W C_H),\end{aligned}\tag{4}$$

де K_W – константа реакції, k_b – зв'язування швидкості видів W і H .

Література

1. Burnett C., Blaschke T. A multi-scale segmentation/object relationship modeling methodology for landscape analysis. – Ecological Modeling, 2003. – № 168. – Pp. 233–249.

УДК 004.9

СОЗДАНИЕ ИНФОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

А.Т. Уалханова, Н.Ф. Денисова

Восточно-Казахстанский государственный
технический университет имени Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Казахстан

Предлагается инфологическая модель для информационной технологии комплексного предоставления информации о геологических объектах, представляющих познавательную, научную и историческую ценность.

Введение. Восточно-Казахстанская область имеет большой потенциал для развития геотуризма, так как на территории области расположены уникальные природные памятники, представляющие геологическое и культурное наследие. Актуальным является разработка информационной технологии, позволяющей предоставлять разнообразную информацию об этих объектах.

Основная часть. Разработка информационной технологии предполагает построение инфологичес-

кой модели предметной области. Предметной областью выступают геологические объекты Восточно-Казахстанской области, включенные в перечень «Геологических объектов государственного природно-заповедного фонда республиканского и международного значения» [1].

Разрабатываемая система должна интегрировать фактографические и картографические данные об этих объектах, а также результаты проведенных и проводимых на территории области научно-геологических исследований [2].

Выделяются сущности – «объект», «визуализация», «инфраструктура», «маршрут». При построении инфологической модели необходимо учесть, что один и тот же описываемый объект может выступать в качестве природного, палеонтологического, исторического памятника, духовного памятника и т.п. В качестве атрибутов сущности «объект» определяются следующие: ID объекта, Наименование объекта, Тип объекта, Географическое месторасположение, Географические координаты, Краткое описание, Флора и фауна, Ссылки на сторонние ресурсы и т.д.

Атрибуты сущности «визуализация»: ID Объекта, Фотоколлекция (Фотогалерея), Видео, Фрагменты Геологических Карт, 3D-Панорама, 3D-Модель и т.д.

Атрибуты сущности «инфраструктура»: ID Объекта, Наименование объекта, Тип объекта, Географическое месторасположение, Географические координаты, Краткое описание и т.д.

Атрибуты сущности «маршрут»: ID Объекта, Описание, Логистика, Протяженность и т.д.

Предлагается инфологическая модель предметной области, которая включает в себя несколько кластеров информации с разграничением доступа. Первый кластер для широкого круга пользователей со свободным доступом и второй с ограниченным доступом для узких специалистов в данной предметной области.

Получение информации: фото и видеокамера, квадрокоптер, Lidar радары, данные ДЗЗ, специализированное программное обеспечение.

Способы доступа: Web-технологии, мобильные приложения.

Вся размещенная информация будет на трёх языках: государственном, английском и русском.

Выводы. Таким образом, предложенная инфологическая модель позволяет описать объекты, представляющие геологическое и культурное наследие. Дальнейшие исследования будут направлены на реализацию предложенной технологии.

Литература

1. Уалханова А.Т. Разработка технологии 3D-моделирования геологических объектов / А.Т.Уалханова, Н.Ф.Денисова, Ю.В.Крак // Summer InfoCom 2018: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції з інформаційних систем та технологій, м. Київ, 20-21 травня 2018 р. – К.: Вид-во ТОВ «Інжиніринг», 2018. – С.15-16.
2. Деятова А.Ю. Представление геологических данных с помощью информационных технологий/ Вычислительные технологии. Т.10. часть 2, 2005. С. 32-33.

УДК 004.93

АНАЛІЗ МЕТОДІВ І АЛГОРИТМІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНІ ДО РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ.

Є.О. Шевченко

Інститут проблем штучного інтелекту
МОН і НАН України, Київ, Україна.

Важливим елементом сучасних автоматизованих систем моніторингу та трекінгу є отримання первинної інформації про відстань до статичних або рухомих об'єктів. У роботі було проведено аналіз існуючих методів визначення відстані до рухомих об'єктів. Дослідження в цьому напрямку дозволять покращити визначення відстані до об'єктів і розробити елементи алгоритму, які можна використовувати в реальних системах відеоспостереження.

Усі існуючі методи визначення відстані до об'єктів, що рухаються, в основному, використовують різноманітні далекоміри [1]: лазерні, оптичні, ультразвукові. За допомогою лазерних далекомірів можливо отримати образ середовища тільки в зоні прямої видимості, але на шляху променя часто виникають дрібні перешкоди. А створення тривимірних карт за допомогою лазерів у реальному часі вимагає істотних обчислювальних потужностей. Оптичні системи використовують закони оптики для отримання зображень різного масштабу для одного і того ж об'єкта. Один з алгоритмів визначення розташування і розмірів об'єктів полягає у послідовному наближенні і віддаленні екрана або лінзи щодо один одного вздовж оптичної осі в деякому заданому діапазоні. У результаті отримують зображення різного масштабу і визначають відстань до об'єкта. Використання оптичних систем дає високу точність результатів, але такі

системи будуть неефективними при використанні алгоритмів, коли об'єкт рухається швидко, тому що на швидкість отримання результату буде мати вплив переміщення оптики. Ультразвукові – характеризуються великим часом відгуку і на точність оцінки відстані можуть впливати різні умови, які впливають на швидкість звуку.

Відстань до об'єкта визначають також за допомогою двох відеокамер [2], що дозволяє побудувати 3D зображення об'єкта, але вимагає значного часу для аналізу отриманих даних. Щоб поєднати обидва зображення в одне, потрібен складний і енергоємний алгоритм. Дві камери знаходяться на деякій відстані одна від одної і на одній осі, що є паралельною щодо досліджуваного об'єкта, а їх оптичні осі перпендикулярні положенню об'єкта. Дві камери використовуються для побудови зображення глибини. Це – одноканальне зображення, значення кожного пікселя якого пропорційне дистанції до об'єкта сцени.

У даній роботі пропонується спосіб визначення відстані за допомогою однієї камери, заснований на тому, що отримують послідовність відеокадрів, отримують калібрувальні характеристики камери, виділяють на кадрі об'єкт, до якого вимірюють відстань. Відстань визначають на підставі метричних і кутових розмірів об'єкта та заздалегідь розставлених маркерів. Створюється модель руху об'єкта з кількох кадрів і визначається відстань до нього на підставі кутового і метричного зміщення об'єкта відносно розставлених маркерів.

У даній роботі було проведено аналіз існуючих методів визначення відстані до рухомих об'єктів. Виділені їх переваги та недоліки. Запропоновано алгоритм визначення відстані до рухомих об'єктів з використанням однієї камери, який значно зменшує витрати на додаткове обладнання та одночасно дає гарні результати.

Литература

1. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман // Бином. Лаборатория знаний. — Пер. с англ. — 2006. — 752 с.
2. Terabayashi K. Improvement of Human Tracking in Stereoscopic Environment Using Subtraction Stereo with Shadow Detection / Terabayashi K. // International Journal of Automation Technology Vol. 5. — 2011. — No. 6. — 924-931pp.

УДК 004.89:519.876.2

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОБМЕЖЕНЬ У ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ НА ЗАСАДАХ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

О.М. Шушюра

Державний університет телекомунікацій,
Київ, Україна

Розглянуто формалізацію обмежень задач нечіткого управління на основі використання функцій належності багатьох аргументів. Результати роботи можуть бути використані для розробки інтелектуальних систем управління складними системами.

Вступ. Побудова інтелектуальних систем для автоматизації виконання завдань нечіткого управління складними системами потребує розробки підходів до формалізації зв'язків між змінними системи, які обумовлені наявністю обмежень на керування. У багатьох

задачах управління ці обмеження мають нечіткий, розмитий характер. Виходячи з цього, в даній роботі запропоновано підходи до формалізації обмежень на керування на засадах нечіткої логіки з використанням функцій належності багатьох аргументів.

Виклад основного матеріалу. У загальному випадку обмеження на керування можуть бути представлені у вигляді рівняння, нерівності або їх систем. У роботі розглянута формалізація нечіткості обмежень цих типів у вигляді функцій належності багатьох аргументів. Нижче наведено один з прикладів формалізації обмежень.

Нехай область описується нерівністю у вигляді [1]:

$$f(\bar{x}) \leq 0, \quad (1)$$

де \bar{x} – вектор змінних, що описує предметну область.

Тоді функція належності, що моделює невідзначеність «розташоване в області», може бути представлена у вигляді функції належності:

$$\mu(\bar{x}) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } f(\bar{x}) \leq 0, \\ 1 - \lambda \cdot f(\bar{x}), & \text{якщо } 0 < 1 - \lambda \cdot f(\bar{x}) < 1, \\ 0, & \text{інакше} \end{cases} \quad (2)$$

де λ – позитивний параметр, що задає розмір «перехідної» області для конкретного виду кривої.

Функція (2) дозволяє віднести до області з деяким ступенем належності ті точки, які знаходяться недалеко від її границі поза областю. У ряді задач такий підхід є неприйнятним, бо може суворо вимагати не включати до області точки поза її границею. У такому випадку необхідно ступенем належності, меншим 1, характеризувати точки, які знаходяться в області біля її границі.

Відповідна функція належності може бути побудована у вигляді:

$$\mu(\bar{x}) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } f(\bar{x}) \leq \xi, \\ (f(\bar{x}) - \lambda) / (\xi - \lambda), & \text{якщо } \xi < f(\bar{x}) < \lambda, \\ 0, & \text{інакше} \end{cases} \quad (3)$$

де λ – невід’ємний параметр, що задає плавність «перехідної» області для конкретного виду кривої;

ξ – від’ємне число, яке визначає міру наближення до границі області, після якої значення функції належності має стати меншим за одиницю.

У разі, якщо область задана суворою нерівністю, функція належності може бути отримана аналогічним чином.

Результуюча функція належності $\mu(\bar{x})$ для системи з m обмежень може бути отримана шляхом застосування нечіткої логічної операції кон’юнкції для функцій належності кожного з обмежень $\mu_1(\bar{x}) \dots \mu_m(\bar{x})$:

$$\mu(\bar{x}) = \mu_1(\bar{x}) \wedge \mu_2(\bar{x}) \wedge \dots \wedge \mu_m(\bar{x}). \quad (4)$$

Формалізація «розмитих» обмежень у вигляді функцій належності дозволяє врахувати їх у задачах нечіткого управління та підтримки прийняття рішень. Результати роботи можуть бути використані при розробці інтелектуальних інформаційних технологій для автоматизації виконання завдань керування складними системами.

Література

1. Шушура О. М. Автоматизація формування функцій належності багатьох змінних при побудові інформаційних технологій для нечіткого управління. *Сучасний захист інформації*. 2018. № 2. С. 77–81.

УДК 004.93

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СТРУКТУРА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВОГНЕВОЇ ПІДГОТОВКИ

С.В. Яременко

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Модель оцінки дій для тренажерного комплексу «Тренажер інтерактивний лазерний ePresenter T1». Результатом проведених досліджень стала розробка моделі та створення підсистеми оцінки дій тих, хто навчається. Модель забезпечує об'єктивне оцінювання влучності стрільців та формує комплексну оцінку рівня підготовки особового складу.

Актуальність розробки пов'язана з існуючим збройним протистоянням на території нашої держави. Означені обставини посилили вимоги до підготовки особового складу силових структур. Розроблений тренажерний комплекс «Тренажер інтерактивний лазерний ePresenter T1» [1] пройшов відомчі випробування у Збройних силах України та отримав код предмету постачання. Впровадження зазначеного комплексу T1 дозволило інтенсифікувати процес навчання та забезпечило засади для підвищення індивідуальної майстерності стрільців та вдосконалення навичок володіння озброєнням. Проведені дослідження та поетапна модернізація комплексу показала необхідність планомірного вдосконалення навчально-тренувальних засобів шляхом впровадження інтелектуальних технологій у структуру керування тренажерним комплексом.

Метою подальшої модернізації та даної роботи є розробка та впровадження імітаційної моделі

мішенної обстановки та адаптивної моделі для якісного аналізу дій стрілків і результатів стрільби в існуючому комплексі ТІ для професійної підготовки військовослужбовців. Результатом досліджень стала розробка моделі та створення підсистеми оцінки дій тих, хто навчається.

Запропонована модель забезпечує оцінювання влучності стрілків та формує комплексну оцінку рівня підготовки особового складу.

Отриманий алгоритм розрахунку комплексної оцінки дій військовослужбовців базується, зокрема, на розробленій базі інтелектуальних мішеней та на результатах виконання обов'язкових для виконання вправ курсу стрільб. Як загальну оцінку параметрів, пропонуємо критерії точності та швидкодії. Запропоновані методи дозволяють отримати ефективні оцінки дій військовослужбовців і вдосконалити існуючий комплекс – створити тренажерно-моделюючий комплекс з елементами експертної системи.

В основу аналітики результатів стрільби закладено:

- математичну модель пострілу, що враховує практично всі основні фактори зовнішньої балістики кулі, поведінку цілі, метеорологічні умови стрільб;
- базу інтелектуальних мішеней та цілей, що включає розробку інтелектуальних мішеней: накладання альфа-слоїв, залікових зон тощо;
- підсистему аналізу місця влучання лазерного променя та підсистему обробки результатів влучання/промаху в кожному з мішеней та визначення ступеня ураження цілей;

- систему автоматичної перевірки дій військово-службовців та формування аналітичних звітів щодо результатів стрільби для виявлення та виправлення помилок під час тренувань і розробки та при потребі формування висновків щодо подальших етапів навчання;
- систему оцінювання комплексного рівня підготовки військовослужбовця.

Таким чином, тренажер підвищує якість, ефективність навчання, тренування особового складу.

Практичне значення даної розробки полягає у впровадженні інтелектуальної структури системи керування процесом вогневої підготовки військовослужбовців та отриманні алгоритму розрахунку оцінок рівня підготовки майбутніх фахівців військової справи.

Література

1. Патент «Тренажер Інтерактивний лазерний для тренування стрільби зі стрілецької зброї (Тренажер Т1)», 4 стор., №126776 від 10.07.2018. Винахідники: Алексєєв В.Ю., Бобарчук О.А., Соловйова Н.А., Яременко В.А., Яременко С.В.

Наукове видання

**СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ ШТУЧНОГО
ІНТЕЛЕКТУ
AIPS' 2018**

**Тези доповідей
Міжнародної наукової
молодіжної школи
18 жовтня 2018
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 12.11.2018. Підписано до друку 12.12.2018.

Формат 60×84/16.

Обл.-вид. арк.7,5. Наклад 50 прим.

Зам. № 05/02 від 12.12.2018.

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