

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Яковчука Олега Костянтиновича
на тему «Методи вирівнювання рукописного тексту на основі розпізнавання з
використанням машинного навчання та структурного аналізу символів»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань Інформаційні технології
за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота присвячена розробці та вдосконаленню методів вирівнювання рукописного тексту за допомогою машинного навчання та структурного аналізу символів. У сучасному світі рукописне введення інформації залишається досить важливим та корисним інструментом завдяки зросту популярності мобільних пристроїв та інших гаджетів, тому обробка рукописного тексту є важливою та актуальною задачею. Незважаючи на значний прогрес у галузі розпізнавання рукописного введення, методи сегментації та вирівнювання тексту залишаються недосконалими та потребують подальших досліджень.

Проблема вирівнювання рукописного тексту полягає у врахуванні різноманітних почерків та особливостей написання, що є унікальними для кожного користувача. На сьогоднішній день існує чимало підходів до обробки рукописного тексту, але більшість з них не здатні забезпечити високу точність вирівнювання зі збереженням початкового стилю написання. Традиційні методи часто обмежуються перетворенням рукописного тексту в друкований формат, що може призводити до втрати оригінального стилю написання. Інші підходи базуються на трансформації окремих сегментів тексту, що не завжди дає бажаний результат.

Ця робота фокусується на застосуванні рекурентних нейронних мереж для сегментації, та на структурному аналізі символів для вирівнювання рукописного тексту, що дозволяє підвищити точність сегментації символів та покращити загальну ефективність обробки тексту. Розроблені алгоритми можуть знайти застосування як для розглянутої задачі розпізнавання тексту, так і для інших задач по обробці рукописного введення, що робить дане дослідження дійсно актуальним та перспективним.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Запропоновано метод вирівнювання рукописного тексту, наукова новизна якого полягає у використанні розроблених алгоритмів розпізнавання та

сегментації тексту, які базуються на теорії машинного навчання, а також у проведенні структурного аналізу символів, що враховує індивідуальні особливості почерку, зв'язне написання символів та дозволяє зберегти початковий стиль написання тексту.

2. Вдосконалено метод сегментації рукописного тексту, що ґрунтується на використанні легковісної рекурентної нейронної мережі та динамічного програмування, який відрізняється від існуючих застосуванням додаткових алгоритмів, які дають змогу знаходити та виправляти помилки сегментації, визначати відповідні символи для відтермінованих штрихів, що дозволяє підвищити точність маркування кожного символу.

3. Розроблено метод вирівнювання для тексту, написаного українською мовою, наукова новизна якого полягає у використанні алгоритмів, що базуються на структурному аналізі символів, та визначаються окремо для кожного символу, а також у можливості реалізувати вирівнювання рукописних літер для різних стилів написання.

Наукові результати, викладені у дисертаційній роботі, свідчать про ґрунтовний підхід автора до дослідження проблеми вирівнювання рукописного тексту. Автором представлено новаторський метод, що базується на використанні машинного навчання та структурного аналізу символів, який був перевірений у ряді експериментів, детально описаних у роботі.

Значну увагу приділено порівнянню запропонованого підходу з існуючими методами, що описані в сучасній науковій літературі. Використання розпізнавання та сегментації рукописного введення дозволило підвищити точність вирівнювання тексту за рахунок точного визначення позицій кожного символу та їх подальшого структурного аналізу. Це дало змогу забезпечити більш природне та естетичне вирівнювання, що є особливо важливим при роботі з різними почерками та стилями письма. Ці результати були підтверджені проведеними експериментами та продемонстровані на реальних прикладах з рукописними текстами українською мовою. Окремим напрямом дослідження стало вдосконалення методів сегментації символів, оскільки існуючі методи не завжди забезпечують високу точність, особливо при обробці зв'язного рукописного тексту.

Результати дисертаційного дослідження були використані при розробці та впровадженні комерційного додатку для смартфонів Samsung у підрозділі із досліджень та розробки у галузі інтелектуального введення інформації в компанії «Самсунг РнД Інститут Україна», що підтверджено актом впровадження.

Таким чином, сформульовані в дисертації мета і наукове завдання стосовно розробки методів вирівнювання рукописного тексту на основі розпізнавання та сегментації тексту з використанням структурного аналізу

символів, виконані в повній мірі, а здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Яковчука О.К. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 – Комп’ютерні науки в галузі знань 12 – Інформаційні технології та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Комп’ютерні науки.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям по спеціальності 122 – Комп’ютерні науки.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Яковчука Олега Костянтиновича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку ілюстрацій, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 148 сторінок.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Існуючі в роботі іноземні слова та фрази є необхідними для виконання лексичних експериментів та пояснення отриманих результатів з інших мов.

У вступі дисертаційної роботи наводиться актуальність роботи, мета та завдання дослідження, окреслено наукову новизну та практичну цінність результатів.

В першому розділі описується постановка задачі вирівнювання рукописного тексту, аналіз наявних підходів до розпізнавання, сегментації та вирівнювання, загальна архітектура запропонованого рішення.

В другому розділі представлено метод розпізнавання рукописного введення на основі двонаправленої довгої короткочасної пам’яті. Проведено аналіз використання нейромережевої часової класифікації для маркування послідовностей, описано використання додаткової рекурентної нейронної мережі для покращення результатів сегментації.

Третій розділ присвячено представленню нового методу вирівнювання на основі структурного аналізу символів, з використанням результатів розпізнавання та сегментації.

В четвертому розділі представлено результати експериментів для оцінки якості запропонованого методу, разом з оцінкою продуктивності роботи розробленої системи вирівнювання.

Результати проведених теоретичних та практичних досліджень подані у цілісній та доступній для розуміння формі, з дотриманням логіки та послідовності. Використання загальноприйнятого наукового стилю та термінології сприяє чіткому представленню результатів. Структура тексту дисертації є зрозумілою, що полегшує сприйняття матеріалу та дозволяє зосередитися на ключових аспектах дослідження, які автор вважає основними. Це, у свою чергу, дозволяє оцінити наукову та практичну значущість отриманих результатів та обґрунтованість висновків автора.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 патенти на винахід, що пройшли кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосуються наукових результатів дисертації; 3 публікації у неперіодичних збірниках наукових праць міжнародних конференцій високого рівня. Основні положення та отримані наукові результати, що викладені в даній дисертаційній роботі, пройшли апробацію на трьох міжнародних науково-технічних конференціях:

“25th International Conference on Intelligent User Interfaces (ACM IUI), Cagliari, Italy, March 17–20, 2020”,

“IEEE Third International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP), Lviv, Ukraine, August 21–25, 2020”,

“16th ACM SIGGRAPH Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques in Asia (ACM SIGGRAPH-Asia), Sydney, Australia, December 12–15, 2023”.

Особистий внесок автора дисертації до публікацій у співавторстві є вагомий, зокрема в частинах, які описують алгоритмічну складову представлених методів та інтерпретації результатів виконаних експериментів. Принципів академічної доброчесності у жодній з публікацій не порушено.

Таким чином, наукові результати, представлені в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В таблиці 3.2 з описом алгоритмів визначення основних ліній для різних наборів символів не згадано пунктуаційні символи, цифри та інші допоміжні символи.

2. Не вказано коефіцієнт апроксимації, що використовувався для алгоритма Рамера-Дугласа-Пекера при використанні в передобробці вхідних даних та для прикладу на Рис. 3.2.

3. Експерименти з оцінкою продуктивності роботи розробленої системи проведені лише на одному мобільному пристрої, за результатами отриманих даних не очевидно, чи зможе система працювати на менш потужних пристроях.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Яковчука Олега Костянтиновича на тему «Методи вирівнювання рукописного тексту на основі розпізнавання з використанням машинного навчання та структурного аналізу символів» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення галузі знань Інформаційні технології. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а здобувач Яковчук Олег Костянтинович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри штучного інтелекту
Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій,
д.т.н., доцент



Ольга ЗІНЧЕНКО

Підпис завідувача кафедри Зінченко О.В. з а с в і д ч у ю:

Учений секретар
Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій



« 10 » червня 2024 року