

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету “Львівська політехніка”
доктору технічних наук, професору
Ярославу ВИКЛЮКУ

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора

МУЛЕСИ Оксани Юрївни

на дисертаційну роботу

БАСИСТЮКА Олега Андрійовича

на тему «ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АНАЛІЗУ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ
ДАНИХ НА ОСНОВІ АНСАМБЛЮ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ»,

представлену в разову спеціалізовану вчену раду на здобуття ступеня

доктора філософії в галузі 12 “Інформаційні технології”

за спеціальність 122 “Комп’ютерні науки”

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Дисертаційна робота Басистюка Олега Андрійовича на тему «Інформаційна технологія аналізу мультимодальних даних на основі ансамблю моделей машинного навчання» присвячена вирішенню важливої сучасної проблеми, а саме ефективному опрацюванню мультимодальних даних із урахуванням специфіки механізмів самоуваги для визначення важливої інформації, для опрацювання міжнародних та українських інформаційних ресурсів. Актуальність дослідження зумовлена зростаючою потребою в обробці різномірних даних у межах цифрової трансформації та впровадження інтелектуальних систем.

У межах роботи проаналізовано та систематизовано ключові виклики, пов’язані з обробкою мультимодальних даних – таких як узгодження інформації різної структури та тривалості, виявлення аномалій, синхронізація потоків із різних джерел. Особлива увага приділена застосуванню ансамблевих підходів у машинному навчанні, зокрема методам різнотипового змішування даних, а також механізмам синхронізації та взаємної інтеграції гетерогенних джерел інформації.

Результати дослідження є універсальними та придатними до адаптації в широкому спектрі практичних задач. Запропоновані методи мають значний потенціал до застосування в різних галузях, таких як охорона здоров'я, промисловість, освіта, тощо у яких необхідно комплексне поєднання текстових, числових, візуальних, аудіо- та сенсорних даних.

Висока прикладна значущість роботи полягає у створенні технологічного підґрунтя для інтеграції результатів з різномірних джерел і підвищення точності аналітичних моделей. Це дозволяє не лише покращити інтерпретованість процесів опрацювання мультимодальних даних, а й забезпечити прийняття обґрунтованих рішень у реальному часі, що є особливо важливим для розвитку інформаційних систем нового покоління.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Результати, викладені у дисертаційній роботі, безпосередньо інтегровані в реалізацію низки науково-дослідницьких програм і тематик, що реалізуються на кафедрі систем штучного інтелекту, Національного університету «Львівська політехніка», а саме **«Технологія опрацювання мультимодальних українськомовних наборів даних для визначення рівня стресу»** (№0123U100231), яка присвячена розробці методів консолідації даних різної модальності для оцінки і аналізу психоемоційного стану особи та автоматизованого визначення рівня стресу.

Отримані наукові напрацювання були використані також і в міжнародних дослідницьких проєктах, присвячених розробці технологій обробки мультимодальних даних, включно з аналізом мультимодальних джерел інформації, побудовою ансамблевих моделей та їх практичною апробацією. Такий зв'язок із реальними проєктами не лише підтверджує прикладну цінність дисертації, а й засвідчує її відповідність пріоритетним напрямам науково-технічного розвитку у сфері штучного інтелекту, аналізу даних та цифрової трансформації.,

Оцінка наукових результатів дисертації. Наукова новизна одержаних результатів є такою:

- 1) Вперше розроблено модель опрацювання унімодальних та мультимодальних даних на основі ансамблевих методів

шляхом визначення вагомості кожної з модальностей, що підвищило генералізацію результатів незалежно від кількості опрацьованих модальностей;

- 2) Отримав подальший розвиток метод синхронізації мультимодальних даних шляхом застосування множини векторизаторів та механізмів уваги, що дало змогу опрацьовувати модальності з різними довжинами та узгоджувати їх між собою
- 3) Вперше розроблено рекомендаційну систему щодо зберігання модальностей у різних форматах даних, що дало змогу збільшити швидкодію опрацювання таких даних
- 4) Удосконалено метод попереднього опрацювання україномовних мультимодальних даних шляхом визначення аномальних даних, що дало змогу підвищити точність векторизації даних

Практичні результати роботи, їх рівень та ступінь впровадження.

Практичні результати даного дослідження були реалізовані через розробку низки технологічних рішень, зокрема: метод збереження мультимодальних даних у базі даних для подальшого аналізу [1]; метод перевірки, очищення та попередньої обробки даних [2]; модель обробки даних із застосуванням ансамблю алгоритмів машинного навчання [3]; метод інтеграції різнорідних даних [5, 6]; а також архітектура даних, яка забезпечує функціонування запропонованої системи [7, 8].

Вказані напрацювання були впроваджені у виробничій діяльності приватного підприємства «Мережа Медичних Центрів Родина», де застосовувалися для підвищення ефективності аналізу пацієнтських даних, забезпечення їх узгодженості та автоматизації діагностичних процедур на основі мультимодальної інформації.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях. За темою дисертаційного дослідження опубліковано 13 наукових праць, а саме 3 публікації, що індексуються в міжнародних НМБД Scopus, зокрема дві у

журналі Q1 та одну в журналі Q2; 5 статей у наукових фахових виданнях України та 5 публікації у матеріалах науково-практичних конференцій. 1 розділ у міжнародній монографії. Кількість публікацій відповідає вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Оцінка достовірності та обґрунтованості основних положень і висновків дисертації. Наукові положення, висновки та рекомендації, викладені в дисертації, ґрунтуються на системному теоретичному аналізі та підтверджені результатами комплексних експериментальних досліджень у галузі обробки мультимодальних даних. Запропоновані методи, моделі та їх ансамблеві комбінації продемонстрували високу ефективність, що засвідчено результатами впровадження в реальних умовах.

Зокрема, розроблені підходи були апробовані на практиці в медичному середовищі, де проводилось оброблення реальних клінічних даних. Впровадження здійснювалось у межах діяльності приватної медичної установи та супроводжувалося отриманням актів впровадження у результатів вирішення прикладних задач.

Оцінка змісту, оформлення й обсягу дисертації. Повний обсяг роботи складає 120 сторінки, з яких 99 – основний текст. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, який складається зі 129 найменувань, та додатків. Робота написана українською мовою.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації в контексті динамічного розвитку цифрових технологій і підвищеної потреби у високоефективному опрацюванні мультимодальних даних. Наведено зв'язок дослідження з державними науковими програмами, зокрема в межах діяльності Національного університету «Львівська політехніка». У вступному розділі чітко сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, представлено положення щодо наукової новизни, прикладної цінності, а також відображено дані про апробацію результатів та публікаційну активність автора.

Перший розділ містить ґрунтовний огляд сучасного стану проблематики обробки унімодальних і мультимодальних даних. Проведено класифікацію типів

модальностей, проаналізовано їх властивості, а також принципи їхньої організації. Здійснено порівняння існуючих методів обробки даних різної природи, виявлено їхні переваги та недоліки, що дозволило сформулювати цілісне уявлення про мультимодальність як інтегровану систему багатовимірних інформаційних представлень об'єкта.

У другому розділі зосереджено увагу на розробці методичних засад попередньої обробки унімодальних даних з метою подальшої інтеграції у мультимодальні структури. Розглянуто та проаналізовано підходи до об'єднання векторних представлень гетерогенних джерел, включно з раннім, пізнім та гібридним злиттям. Визначено критерії оцінки якості таких трансформацій з урахуванням збереження семантичної цілісності, логічної узгодженості та повноти представлення.

Третій розділ присвячено моделюванню процесів зберігання, уніфікації та синхронізації мультимодальних даних. Запропоновано механізми вирівнювання інформації у часі, що має критичне значення для систем реального часу. Розроблено метод перевірки достовірності вхідних даних, який дозволяє виявляти дублікати, помилки та суперечності ще на етапі передобробки, що істотно підвищує якість та надійність подальшого аналізу.

У четвертому розділі викладено реалізацію запропонованої інформаційної технології. Детально описано архітектуру системи, логіку побудови класів, їх функціональні зв'язки та атрибутивну структуру. Наведено протокол обміну даними між функціональними модулями, що забезпечує надійне та захищене інтегрування інформаційних потоків. Результати тестування підтверджують ефективність розробки за основними технічними показниками — точністю, стабільністю та швидкодією.

У висновках дисертації узагальнено результати відповідно до поставлених завдань, підтверджено досягнення мети дослідження та сформульовано перспективи подальшого розвитку обраного наукового напрямку.

Також згідно вимог наявна анотація дисертаційної роботи, яка є змістовною, структуровано викладеною та повністю відображає основні аспекти

проведеного дослідження. Вона чітко окреслює наукову новизну, прикладну значущість та логіку реалізації поставлених завдань.

Зауваження до дисертаційної роботи.

1. Опис вихідних даних, використаних у експериментальній частині, є недостатньо деталізованим, доцільно навести структурну характеристику масивів даних, описати принципи групування їх за типами модальностей або джерелами, що полегшить оцінку повноти та узагальненості проведеного аналізу.
2. Недостатньо обґрунтовано вибір методів реалізації для методів синхронізації даних різних модальностей між собою. Варто було не лише описати механізми самоуваги, а й детальніше порівняти їх ефективність у різних типах прикладних задач.
3. У роботі було б доцільно більш детально описати і надати приклади підбору гіперпараметрів для моделей машинного навчання і дослідити особливості застосування у ширшому переліку прикладних сферах.
4. Деякі технічні терміни в тексті вживаються без уточнення або з неформалізованим змістом, що знижує рівень формалізації результатів. Наприклад, терміни «ефективність», «оптимізація», «достовірність» потребують конкретних означень і метричних характеристик для коректного наукового використання.

Вважаю, що наведені зауваження не є суттєвими, не знижують загальної наукової новизни та практичної значущості отриманих результатів і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, ознайомившись із науковими публікаціями та дисертацією Басистюка Олега Андрійовича, відзначаю відсутність порушень академічної доброчесності.

Дисертація Басистюка О.А. на тему «Інформаційна технологія аналізу модальний даних на основі ансамблю моделей машинного навчання» подана

на здобуття ступеня доктора філософії в галузі 12 - Інформаційні технології за спеціальністю 122 - Комп'ютерні науки є завершеним науковим дослідження вирішує актуальне науково-прикладне завдання, яке полягає у вдосконаленні процесів опрацювання мультимодальних даних. В рамках дисертаційного дослідження одержано нові розв'язки науково-прикладної проблематики. Актуальність, практичне значення, новизна та завершеність досліджень, обґрунтування висновків заслуговують позитивної оцінки.

Зміст дисертаційної роботи, отримані основні наукові положення та висновки відповідають паспорту спеціальності 122 "Комп'ютерні науки". Наведені вище у цьому відгуку зауваження, щодо представлення дослідження не знижують вагомості отриманих у роботі наукових та практичних результатів і не змінюють її позитивної оцінки.

Робота відповідає вимогам "Порядку присудження ступеня доктора філософії", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор Басистюк Олег Андрійович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальність 122 "Комп'ютерні науки".

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри програмного
забезпечення систем, ДВНЗ
"Ужгородський національний
університет"

Оксана МУЛЕСА

