

РЕЦЕНЗІЯ

доктора філософії, кафедри інформаційних

та комп'ютерних технологій

Київського національного університету технологій та дизайну

Антон Миколайовича КИРИЧЕНКА

на дисертаційну роботу Пилипенка Владислава Ігоровича на тему

«Моделі та методи прогнозування успішності здобувачів освіти на основі

машинного навчання», представлену на здобуття наукового ступеня

доктора філософії (PhD) в галузі знань 12 – «Інформаційні технології», за

спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки»

Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження

Інтенсифікація електронного та змішаного навчання зумовила широке використання LMS як середовища накопичення освітніх даних і моніторингу навчальної діяльності. Поряд із традиційними журналами оцінок і відвідуваності дедалі важливішою стає поведінкова освітня аналітика, яка дозволяє оцінювати реальну взаємодію здобувачів із цифровим навчальним контентом. Особливе місце серед таких джерел інформації посідають дані відеоаналітики: тривалість перегляду, паузи, перемотування та повторні перегляди. Саме ці показники здатні суттєво доповнити класичні академічні ознаки та підвищити якість моделей прогнозування успішності. Водночас більшість LMS, зокрема Moodle, за замовчуванням не надають повного інструментарію для збору таких даних і побудови власних прогнозних моделей. З огляду на зростання ролі машинного навчання в освітньому секторі, потребу в ранньому виявленні академічних

ризиків та необхідність практичних програмних рішень для університетів тема дисертаційного дослідження є актуальною, своєчасною і повністю відповідає пріоритетам розвитку комп'ютерних наук у сфері інтелектуального аналізу даних.

Зв'язок дисертації з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційне дослідження виконано в межах наукового напряму кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки Київського національного університету технологій та дизайну. Дослідження пов'язане з ініціативною темою «Дослідження Internet-технологій для побудови систем управління дистанційним навчанням» (державний реєстраційний номер 0122U200947, дата реєстрації 02.10.2022). Тема дисертації узгоджується із зазначеною науковою тематикою кафедри та спрямована на розвиток методів і засобів освітньої аналітики в електронних системах управління навчанням.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертації мають належний рівень обґрунтованості. Автор застосував комплексний підхід: від системного аналізу існуючих рішень освітньої аналітики – до експериментальної перевірки моделей і програмної реалізації розроблених підходів. Методологічну основу становлять алгоритми машинного навчання для задач класифікації, методи попередньої обробки та формування ознакового простору, статистичний аналіз даних і кількісне оцінювання якості моделей за стандартизованими метриками. Важливо, що ефективність моделей досліджувалася поетапно: спочатку на традиційних освітніх ознаках, далі – після розширення простору ознак поведінковими відеоданими, і насамкінець – у межах запропонованої стекінгової архітектури. Достовірність висновків підкріплена відтвореною експериментальною схемою, програмною апробацією в LMS Moodle,

публікаціями у фахових і міжнародних виданнях, а також актами впровадження в двох університетах. Це дає підстави вважати основні положення роботи достовірними та науково коректними.

Структура і зміст дисертаційної роботи. Відповідність дисертації встановленим вимогам

За структурою, змістом, обсягом і оформленням дисертація відповідає вимогам до робіт на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» та вимогам. Обсяг роботи складає 209 сторінок, з яких 163 сторінки основного тексту. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (116 найменувань) та 3 додатків. Робота містить 48 рисунків, 27 таблиць та 3 додатки, у які винесені фрагменти програмного коду та два акти впровадження. Зміст розділів логічно підпорядкований меті дослідження. Перший розділ формує теоретико-аналітичну базу та визначає невирішені проблеми. Другий розділ забезпечує порівняльну оцінку класичних і сучасних моделей машинного навчання. Третій розділ є центральним з погляду наукової новизни: тут показано ефект поведінкових ознак і запропоновано дворівневу стекінгову модель. Четвертий розділ демонструє інженерну завершеність дослідження через реалізацію плагіна, підсистеми зберігання/обробки даних і засобів аналітичної звітності. Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Повнота відображення наукових положень дисертаційної роботи в опублікованих працях

Наукові положення дисертації повною мірою відображені в опублікованих працях здобувача. За результатами дослідження підготовлено 23 публікації: 10 статей у фахових виданнях України, 1 статтю у закордонному періодичному виданні, індексованому в Scopus (Q3), та 12 матеріалів конференцій, з яких 3

індексовані в Scopus. Публікаційна активність охоплює всі ключові аспекти роботи – від оцінювання точності моделей і дослідження впливу розміру навчальної вибірки до розроблення Moodle-плагіна відеоплеєра та аналізу поведінкових ознак. Це свідчить про достатню апробацію результатів і їх відкритість для наукової спільноти. Наукові публікації відповідають вимогам п. 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44).

Наукова новизна одержаних результатів

Дисертаційна робота містить низку оригінальних наукових положень, які мають теоретичну цінність і прикладну спрямованість. Одержані результати розвивають сучасні підходи до learning analytics і ансамблевого машинного навчання та вирізняються чітко сформульованою новизною.

Найбільш вагомі наукові результати:

уперше:

- запропоновано та експериментально обґрунтовано дворівневу стекінгову модель прогнозування академічної успішності, у якій на першому рівні комбінуються моделі різної природи (логістична регресія, випадковий ліс, нейронна мережа), а на другому рівні як метамодель використовується градієнтний бустинг, що дозволяє компенсувати похибки базових класифікаторів і підвищити достовірність прогнозу;

удосконалено:

- підхід до формування розширеного ознакового простору шляхом інтеграції показників взаємодії здобувачів з відеонавчальним контентом (перегляди,

тривалість, паузи, перемотування, повтори) разом із традиційними освітніми даними;

- технологію автоматизованого збору, накопичення та підготовки поведінкових даних у LMS Moodle для подальшого навчання моделей машинного навчання;

набули подальшого розвитку:

- методи оцінювання впливу поведінкової освітньої аналітики на якість прогнозування академічної успішності;

- прикладні засади побудови інтелектуальних компонентів моніторингу навчальної діяльності та підтримки прийняття рішень у електронному освітньому середовищі.

Наукова новизна роботи є переконливою, експериментально підтвердженою та належним чином відображеною в наукових публікаціях автора.

Наукове та практичне значення результатів дослідження

З наукового погляду цінність дисертації полягає в обґрунтуванні доцільності поєднання освітніх і поведінкових відеоданих у задачах прогнозування успішності та в демонстрації переваг ансамблевого стекінгового підходу над окремими базовими моделями.

З практичного погляду результати дослідження дозволяють:

- автоматизувати збір поведінкових даних за допомогою розробленого плагіна VideoPlayer;

- підвищити точність прогнозування (експериментально показано приріст загальної точності близько 10 %, збалансованої точності – близько 15 %, ROC-AUC – близько 14 % після додавання поведінкових ознак; підсумкова стекінгова модель досягла Accuracy 90,2 % та ROC-AUC 92,6 %);

- формувати аналітичні звіти для викладачів і адміністрації;
- використовувати розроблені рішення в навчальному процесі та при модернізації університетських систем освітньої аналітики.

Впровадження результатів у Київському національному університеті технологій та дизайну і Хмельницькому національному університеті підтверджує реальну застосовність запропонованих методів і програмних засобів.

Відсутність порушення академічної доброчесності

Дисертаційна робота Пилипенка Владислава Ігоровича повністю відповідає вимогам Наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами від 31.05.2019 р.). За результатами аналізу представлених матеріалів не виявлено фактів порушень академічної доброчесності. У роботі коректно оформлено посилання на використані джерела, дотримано вимог законодавства про авторське право, а особистий внесок здобувача у співавторських публікаціях визначено належним чином.

Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації

Поряд із безсумнівними науковими здобутками та практичними результатами робота містить окремі дискусійні положення, які доцільно врахувати в подальших дослідженнях:

1. Було б корисно дослідити стійкість запропонованої моделі до зміни розподілу даних між різними курсами, спеціальностями та навчальними роками, щоб оцінити її узагальнювальну здатність у ширшому університетському контексті.
2. Доцільно розширити опис архітектури зберігання поведінкових подій і вимог до продуктивності системи при збільшенні кількості користувачів і відеоматеріалів.

3. З огляду на прикладну спрямованість роботи перспективним є порівняння запропонованого стекінгу не лише з класичними моделями, а й з сучасними градієнтними ансамблями як самостійними базовими класифікаторами (XGBoost/LightGBM поза мета-рівнем), що б чіткіше підкреслило переваги дворівневої моделі.

Наведені зауваження не впливають на загальний позитивний висновок щодо якості дисертаційного дослідження.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Пилипенка Владислава Ігоровича на тему: «Моделі та методи прогнозування успішності здобувачів освіти на основі машинного навчання» є авторським, багатоаспектним, виконаним на актуальну тему і на високому теоретико-практичному рівні завершеним науковим дослідженням. У роботі вирішено важливе науково-прикладне завдання щодо розроблення методів і моделей прогнозування академічної успішності студентів з використанням машинного навчання та поведінкової відеоаналітики в системах управління навчанням, що забезпечує підвищення точності прогнозування і створює інструментальну базу для раннього виявлення академічних ризиків. Наукові результати дисертації є достатньо обґрунтованими, достовірними та характеризуються належним рівнем наукової новизни. Практична цінність роботи підтверджується програмною реалізацією плагіна та аналітичних засобів, експериментальною перевіркою моделей, впровадженням результатів у освітній процес закладів вищої освіти та можливістю їх подальшого використання в інтелектуальних системах моніторингу навчання. Дисертаційна робота відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та вимогам 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 її автор Пилипенко Владислав Ігорович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Рецензент:

Доктор філософії

кафедри інформаційних та

комп'ютерних технологій

Київського національного університету

технологій та дизайну



АНТОН КИРИЧЕНКО



Підпис
Засвідчую
Зав. КАНЦ

