

ВІДГУК

офіційного опонента

д.т.н., професора Жежничка Павла Івановича

на дисертацію Остапюка Володимира Вікторовича

«Агентні моделі в інформаційній технології інтелектуального моніторингу»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 121
«Інженерія програмного забезпечення»

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Дисертаційна робота присвячена актуальному науково-прикладному завданню підвищення ефективності функціонування моніторингового програмного агента в інформаційній технології інтелектуального моніторингу шляхом розроблення методів побудови та програмної реалізації багатoshарових агентних моделей.

Актуальність теми зумовлена зростанням складності сучасних інформаційних, кіберфізичних і розподілених систем, у яких дані мають потоковий і неоднорідний характер, а режими функціонування об'єктів моніторингу можуть змінюватися. У таких умовах статичні підходи до моніторингу, побудовані на фіксованих правилах або одноразово навчених моделях, не завжди забезпечують належну точність, адаптивність і відтворюваність.

Особливої ваги набуває питання побудови таких програмних засобів, які не лише виконують прогнозування, а й дозволяють контролювати походження моделей, повторювати експерименти, аналізувати проміжні результати та підтримувати модельні структури в умовах зміни даних. Саме ці аспекти роблять дослідження актуальним для сучасної інженерії програмного забезпечення.

Робота відповідає спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», оскільки поєднує методи машинного навчання, агентного



моделювання, декларативного опису обчислювальних процесів і проектування програмної архітектури моніторингового агента. Отже, тема дослідження є своєчасною, науково обґрунтованою та практично значущою.

СТУПІНЬ ОБҐРУНТОВАНOSTІ ТА ДОСТОВІРНОСТІ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ І РЕКОМЕНДАЦІЙ

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертації є достатньо обґрунтованими. Автор послідовно переходить від аналізу сучасного стану проблеми до формалізації методів, експериментальної перевірки та розроблення інформаційної технології моніторингового програмного агента.

Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням сучасних методів машинного навчання, кластеризації, ансамблевого моделювання, багатошарового синтезу, оцінювання якості за метриками RMSE, MAE та R^2 , а також експериментальним дослідженням на відкритих наборах даних різної структури.

Побудова дослідження є логічною: сформульовані завдання відповідають меті, запропоновані методи розкривають заявлену наукову новизну, а експериментальна частина демонструє можливість практичного застосування отриманих результатів. Така послідовність підсилює переконливість основних положень дисертації.

Висновки дисертації логічно впливають із поставленої мети та розв'язаних завдань. Позитивним є те, що автор оцінює не лише точність прогнозування, а й інженерні властивості програмного рішення: відтворюваність, декларативність, можливість аудиту проміжних етапів і перенесення складних модельних структур між середовищами.

НАУКОВА НОВИЗНА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у розробленні та обґрунтуванні комплексу методів і програмно-інженерних рішень для побудови багатошарових агентних моделей в інформаційній технології інтелектуального моніторингу. Зокрема:

1. Вперше розроблено метод багат шарового синтезу агентних моделей, у якому попередня кластеризація використовується не лише як засіб сегментації даних, а як інструмент підвищення однорідності простору спостережень, побудови спеціалізованих моделей для різних режимів функціонування об'єкта моніторингу та подальшого використання їхніх результатів у процесі повторного синтезу.
2. Удосконалено метод синтезу багат шарових агентних моделей за рахунок поєднання різнотипних алгоритмів машинного навчання та повторного використання вихідних сигналів проміжних моделей як додаткової інформації для наступних етапів синтезу. Це дає змогу розширити модельне представлення об'єкта та підвищити здатність агента відображати складні залежності у вхідних даних.
3. Набув подальшого розвитку метод синтезу та програмної реалізації багат шарових агентних моделей через декларативне подання конфігурацій і використання спрямованого ациклічного графа (DAG) для організації обчислювального процесу. Такий підхід підвищує керованість, відтворюваність і придатність складних модельних структур до перенесення в межах інформаційної технології інтелектуального моніторингу.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ

Практична цінність роботи полягає у можливості використання запропонованих методів і програмних засобів під час створення моніторингових агентів для складних інформаційних систем, у яких необхідно обробляти неоднорідні дані, виявляти зміни режимів функціонування та адаптувати прогностичну логіку.

Запропоновані методи кластеризаційного підвищення однорідності, багат шарового синтезу та рециркуляції можуть застосовуватися для задач прогнозування, технічного моніторингу, аналізу телеметрії, робототехнічних систем і програмних сервісів із мінливою поведінкою.

Практичне значення має також DAG-орієнтоване та декларативне подання модельних процесів, оскільки воно сприяє відтворюваності експериментів, аудиту проміжних результатів, збереженню конфігурацій, метрик якості й метаданих походження моделей.

Важливим є те, що запропонований підхід орієнтований не лише на покращення метрик прогнозування, а й на створення програмного механізму, придатного для супроводу, повторного запуску та інтеграції у ширші інформаційні системи.

Результати можуть бути використані у науково-дослідній роботі та в освітньому процесі під час підготовки фахівців з інженерії програмного забезпечення, інтелектуального аналізу даних і проєктування програмних систем машинного навчання.

ПОВНОТА ВИКЛАДУ В НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЯХ, ЗАРАХОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні результати дисертації достатньо повно висвітлено у наукових публікаціях здобувача. За темою дослідження наведено 14 праць, серед яких 5 праць відображають основні наукові результати, а 9 праць засвідчують апробацію матеріалів на наукових і науково-практичних конференціях.

Публікації охоплюють питання синтезу багат шарових моделей, машинного навчання, підвищення однорідності даних, DAG-орієнтованого представлення процесів, декларативного проєктування та відтворюваного навчання складних модельних структур.

Тематика опублікованих праць узгоджується зі змістом дисертації, її метою, завданнями, науковою новизною та практичними результатами. Це дає підстави вважати виклад результатів у публікаціях достатнім.

Апробація результатів на конференціях підтверджує послідовний розвиток тематики дослідження та представлення його положень науковій спільноті.

Таким чином, результати, винесені на захист, мають належне відображення у наукових працях здобувача.

ДОТРИМАННЯ НОРМ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

У дисертації наведено посилання на використані джерела, а результати інших авторів відмежовано від власних результатів здобувача. Список джерел є репрезентативним для тематики дослідження та охоплює праці з машинного навчання, агентних систем, MLOps, кластеризації, ансамблевого моделювання і програмної інженерії.

За результатами ознайомлення з текстом дисертації ознак порушення норм академічної доброчесності, зокрема некоректного запозичення або привласнення чужих результатів, не виявлено. Остаточне підтвердження текстової оригінальності має здійснюватися згідно з процедурою закладу вищої освіти.

Власний внесок здобувача ідентифікований через сформульовані наукові результати, експериментальну частину, програмно-інженерні рішення та публікації за темою дисертації.

ЗАУВАЖЕННЯ ТА НЕДОЛІКИ

Дисертаційна робота має комплексний характер і містить вагомий науковий результат. Водночас у ній наявні окремі недоліки та дискусійні положення, які потребують уточнення або можуть бути враховані під час подальшого розвитку дослідження:

1. У меті дисертації заявлено підвищення ефективності функціонування моніторингового програмного агента. Проте в роботі ефективність переважно розкривається через покращення точності прогнозування за метриками RMSE, MAE та R^2 , а також через відтворюваність модельного конвеєра. Водночас ефективність інформаційної технології доцільно розглядати ширше як співвідношення між отриманим корисним ефектом і витраченими ресурсами. У цьому контексті недостатньо формалізовано ресурсну складову: час навчання і застосування моделі, кількість побудованих моделей, обсяг використаної пам'яті, складність оптимізації гіперпараметрів та вартість повторного навчання.

2. В експериментальній частині роботи показано зниження похибки прогнозування, однак недостатньо розкрито практичну інтерпретацію цього покращення. Для моніторингових систем важливо показати, як саме результати роботи агента впливають на якість інформаційної підтримки рішень, зокрема на своєчасність виявлення критичних станів, зменшення ризику пропуску критичних подій та загальну практичну корисність сформованих прогнозів.
3. Оцінювання синтезованих моделей ґрунтується переважно на симетричних метриках похибки прогнозування. Водночас у реальних системах моніторингу ціна хибного спрацьовування і ціна пропуску критичного стану можуть істотно відрізнятись. Тому доцільно було б розглянути можливість використання предметно орієнтованих або асиметричних функцій втрат, які краще відображають прикладні ризики моніторингу.
4. У роботі наголошено на відтворюваності складних модельних структур, що є суттєвою перевагою дослідження. Однак у фінальній архітектурі агента недостатньо виокремлено компонент пояснення отриманих прогнозів. Для практичних систем моніторингу важливо не лише отримати прогноз, а й мати можливість інтерпретувати, чому агент сформував саме такий результат, особливо у випадках критичних рішень.
5. Робота переконливо доводить позитивний ефект від запропонованих методів на прикладі побудови регресійних моделей. Проте в задачах інтелектуального моніторингу часто виникає потреба визначати дискретні стани системи, наприклад класифікувати поточний режим як нормальний, попереджувальний або аварійний. Питання поширення розробленої багатоварової архітектури на задачі класифікації згадується лише побіжно як напрям подальших досліджень.

Зазначені зауваження не знижують загальної наукової та практичної цінності дисертаційної роботи.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота Остапюка Володимира Вікторовича «Агентні моделі в інформаційній технології інтелектуального моніторингу» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальне науково-прикладне завдання підвищення ефективності функціонування моніторингового програмного агента шляхом розроблення методів побудови та програмної реалізації багатошарових агентних моделей.

Отримані результати мають наукову новизну, практичну цінність і належний рівень апробації. Зміст дисертації відповідає спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», а висновки узгоджуються з поставленими завданнями та результатами експериментальних досліджень.

На підставі аналізу дисертації, опублікованих праць і наведених результатів можна зробити висновок, що дисертаційна робота відповідає вимогам 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 заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Офіційний опонент

д.т.н., професор,

професор кафедри соціальних комунікацій та інформаційної діяльності

Національного університету «Львівська політехніка»

Павло ЖЕЖНИЧ

29.06.2026

Підпис д.т.н., професора Павла ЖЕЖНИЧА засвідчую.

Вчений секретар

Роман БРИЛИНСЬКИЙ

