

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Коренка Дмитра Володимировича

на тему «Метод та засіб конструювання трафіку в програмно-конфігурованих мережах на основі штучного інтелекту»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 Інформаційні технології

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми дисертації.

Для практичних завдань реалізації інформаційного обміну в системах реального часу, таких як телемедицина, управління рухомими об'єктами, контроль динамічних процесів у складних розподілених структурах подвійного призначення, критично важливо забезпечити стійку та адаптивну роботу мережі. В умовах високої щільності потоку інформаційних повідомлень, обмеженого часу на обробку та прийняття рішень, а також у випадках збоїв у електроживленні чи пікових навантажень на мережеві ресурси, традиційні методи маршрутизації часто виявляються недостатньо ефективними.

Особливої уваги потребують ситуації, коли мережа зазнає динамічних змін у топології, що ускладнює забезпечення безперервного обміну інформацією. Неповна комбінаторика доступних маршрутів через відмови вузлів або каналів зв'язку призводить до необхідності швидкого знаходження оптимального шляху передачі трафіку з урахуванням поточних умов. Класичні алгоритми маршрутизації, такі як OSPF, RIP або сучасні рішення на основі програмно-конфігурованих мереж (SDN), мають обмеження щодо швидкості адаптації до змін і ефективного розподілу ресурсів у реальному часі.

Використання технології SDN забезпечує більш ефективне використання мережевих ресурсів та знижує витрати на керування мережею. Впровадження програмного керування сприяє швидкому та простому змінненню мережевих конфігурацій, дистанційному адмініструванню мережевого обладнання та спостереженню за станом мережі.

Крім того, програмно-конфігуровані мережі забезпечують підвищену безпеку, оскільки вони дозволяють блокувати доступ до певних ресурсів і програм у разі потенційних загроз і встановлювати правила доступу та авторизації для користувачів мережі.

В свою чергу, застосування штучного інтелекту (ШІ) у сфері інформаційних технологій є ключовим аспектом побудови комп'ютерних мереж. Це дозволяє швидше й ефективніше вирішувати складні проблеми, мінімізувати кількість помилок і підвищити рівень роботи.

З урахуванням цих особливостей та потреб постає актуальна науково-практична проблемна задача розроблення штучного інтелекту для конструювання трафіку, а саме динамічного балансування навантаження в комп'ютерних мережах.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Запропоновано та обґрунтовано модифікований метод конструювання трафіку в SDN мережах на основі методів штучного інтелекту, який враховує особливості SDN-архітектури та вимоги до неї. На відміну від існуючих підходів, метод базується на динамічному аналізі параметрів мережевого трафіку та прогнозуванні його, що дозволяє адаптивно балансувати навантаження та інтегрувати механізми глибокого навчання для врахування комплексних метрик, які впливають на продуктивність мережі. Особливістю запропонованого методу є використання інтегрального показника вибору оптимального маршруту, що сприяє рівномірному розподілу трафіку та ефективному використанню мережевих ресурсів. На основі запропонованого методу було розроблено засіб конструювання трафіку в SDN мережах.

Запропоновано та обґрунтовано удосконалену архітектуру системи конструювання трафіку в програмно-конфігурованих мережах на основі методів штучного інтелекту, яка, на відміну від існуючих методів, забезпечує можливість використання інтегрального показника для балансування навантаження в залежності від типу трафіка.

Отримав подальший розвиток спосіб обрахунку показників для вибору шляху в програмно-конфігурованих мережах з урахуванням особливостей мереж та вимог, висунутих до них, що надає можливість використовувати комплексний метод конструювання трафіку, який включає у себе метод обрахунку показників шляху та балансування навантаження. Це, на відміну від існуючих підходів, дозволяє адаптувати модель нейронної мережі до вимог, які висунуті до мережі, та враховувати глобальний стан мережі для конструювання трафіку.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Коренко Д. В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Комп'ютерні системи та мережі.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям високопродуктивних комп'ютерних систем та мереж.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Коренка Дмитра Володимировича 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.

При підготовці дисертаційної роботи здобувач дотримався принципів академічної доброчесності.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 180 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження та її зв'язок із сучасними науковими програмами. Основною метою роботи є розробка комплексного підходу до побудови комп'ютерних мереж, що забезпечує підвищення швидкості, надійності та якості передачі даних шляхом інтеграції технологій штучного інтелекту. Сформульовано об'єкт і предмет дослідження, визначено методи, що використовуються у роботі, підкреслено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

Перший розділ присвячено системному аналізу сучасних методів організації трафіку в програмно-конфігурованих мережах із використанням інтелектуальних технологій. Проаналізовано архітектурні особливості SDN, специфіку побудови трафіку та існуючі підходи до його прогнозування й маршрутизації на основі алгоритмів штучного інтелекту. В результаті огляду визначено актуальні науково-технічні проблеми, що потребують вирішення, та сформульовано завдання і цілі дослідження.

У другому розділі запропоновано новий метод конструювання трафіку для SDN-мереж, що базується на аналізі параметрів мережного середовища та застосуванні алгоритмів штучного інтелекту. Описано концептуальні основи методу, побудовано його математичну модель, а також визначено структурну організацію процесів оптимізації маршрутів і прийняття рішень за результатами аналізу характеристик мережі.

Третій розділ присвячено розробці програмного комплексу, який реалізує запропонований метод. Детально описано архітектуру програмного засобу,

принципи його взаємодії з SDN-контролером, структуру вхідних та вихідних даних, а також механізми інтеграції з реальними мережевими середовищами.

У четвертому розділі проведено експериментальну перевірку працездатності запропонованого рішення та оцінено його ефективність. Наведено результати моделювання, які підтверджують доцільність застосування запропонованого підходу для підвищення якості маршрутизації трафіку, зменшення затримок, оптимізації пропускну здатності та забезпечення стійкості функціонування програмно-конфігурованих мереж.

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; 4 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 4 статті у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Також результати дисертації були апробовані на 1 науковій фаховій конференції.

Наукові публікації здобувача мають високий науковий рівень і пройшли відповідне рецензування. У кожному публікацію здобувач зробив вагомий особистий внесок, який був використаний при підготовці дисертаційної роботи. Усі публікації були написані з дотриманням принципів академічної доброчесності та складаються із власних досліджень здобувача та співавторів.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Тим не менш по тексту дисертації та викладанню матеріалу можна зробити такі зауваження.

1. У дисертаційній роботі обґрунтовано застосування комплексного підходу до побудови маршрутів у програмно-конфігурованих мережах на основі багатокритеріального аналізу, з урахуванням визначених метрик якості обслуговування. Разом з тим, інтеграція додаткових метрик, особливо при необмеженому розширенні їх кількості, може істотно впливати на обчислювальні ресурси SDN-контролера. Доцільним виглядає подальше дослідження впливу кількості метрик на продуктивність системи в реальному часі, а також формалізація критерію доцільної кількості метрик для

забезпечення балансу між якістю маршрутизації та швидкістю прийняття рішень.

2. Враховуючи необхідність постійного збору, обробки та актуалізації інформації про велику кількість метрик для прийняття рішень у реальному часі, слід відзначити ймовірну потребу в застосуванні додаткових апаратних або програмних рішень, а також спеціалізованих засобів автоматизованого моніторингу. Робота набула би більшої прикладної значущості у разі оцінки вимог до ресурсів та персоналу для забезпечення стабільної роботи системи в умовах промислової експлуатації.

3. У роботі обґрунтовано включення метрики надійності вузлів у процес маршрутизації трафіку, що є актуальним з точки зору підвищення стійкості мережі. Разом з тим, в межах представленого підходу не було розглянуто сценаріїв, коли всі альтернативні шляхи містять вузли з критично низьким значенням показника надійності. Аналіз поведінки системи в подібних граничних випадках дозволив би більш повно розкрити особливості запропонованого методу.

4. У дисертаційній роботі запропоновано метод оптимізації маршрутизації із залученням нейромережових моделей, однак у тексті не подано аналізу чутливості результатів моделі до варіацій вхідних параметрів, зокрема щодо змін умов навантаження або конфігурації мережі. Проведення такого аналізу могло б значно підвищити довіру до запропонованого підходу та дозволило б оцінити його універсальність.

5. У дисертаційній роботі широко використовується поняття «конструювання трафіку», яке, безсумнівно, є цікавим з точки зору дослідницького підходу. Разом із тим, трактування цього терміна в тексті роботи в окремих випадках викликає певну неоднозначність, оскільки межі між «конструюванням» та «керуванням» трафіком залишаються не до кінця чітко окресленими. Було б доцільно доповнити визначення терміна прикладами або порівняльним аналізом із традиційними підходами до організації трафіку в програмно-конфігурованих мережах для забезпечення однозначності його розуміння.

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 Коренка Дмитра Володимировича на тему «Метод та засіб конструювання трафіку в програмно-конфігурованих мережах на основі штучного інтелекту» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної

доборочесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 12 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.

Здобувач Коренко Дмитро Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент:

заступник директора з наукової
роботи, Інститут проблем
моделювання в енергетиці
ім. Г.Є. Пухова НАН України,
д.т.н., проф.



Олександр ЧЕМЕРИС

М.П.

«28» квітня 2025 року