

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 зміні 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 методів 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 методів 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'ютерна інженерія.

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 окреслено актуальність роботи, її зв'язок з науковими програмами. Основна мета полягає в підвищенні швидкості та надійності передачі даних шляхом розробки комплексного способу побудови комп'ютерної мережі, що дозволить гарантувати відповідність мережі заданим параметрам якості обслуговування під час виходу з ладу окремих її ділянок шляхом інтеграції технологій віртуальних мереж та програмно-визначених мереж (SDN). Визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, а також підкреслено наукову новизну та практичну значимість отриманих результатів.

У першому розділі дисертації здійснено системний аналіз сучасних підходів до конструювання трафіку в програмно-конфігурованих мережах із використанням методів штучного інтелекту. Розглянуто архітектурні особливості SDN, специфіку організації трафіку та основні моделі його прогнозування й маршрутизації за допомогою інтелектуальних засобів. На основі огляду виділено науково-технічні проблеми, що залишаються недостатньо вирішеними, та сформульовано завдання дисертаційної роботи, визначено цілі дослідження і окреслено підхід до їх досягнення.

У другому розділі дисертації представлено розроблений метод конструювання трафіку в програмно-конфігурованих мережах на основі аналізу параметрів мережного середовища та застосування алгоритмів штучного інтелекту. Викладено концептуальні принципи методу, описано його математичну модель, структурну організацію процесу оптимізації маршрутів та механізм прийняття рішень на основі аналізу мережових характеристик.

У третьому розділі описано розроблений програмний засіб, який реалізує запропонований метод конструювання трафіку для програмно-конфігурованих мереж. Детально розглянуто архітектуру програмного комплексу, алгоритми взаємодії з SDN-контролером, структуру вхідних і вихідних даних, а також інтеграційні механізми, що забезпечують практичне застосування засобу в умовах реальних мережевих середовищ.

У четвертому розділі проведено перевірку працездатності розробленого методу, а також здійснено оцінювання його ефективності. Наведено результати моделювання та аналізу, 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 кожную 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

1. У дисертаційній роботі для реалізації методу конструювання трафіку запропоновано використання нейронної мережі, навчання якої здійснювалося на основі частково синтетичних даних. Незважаючи на вдалу демонстрацію працездатності моделі, в умовах реальної експлуатації ефективність нейромережі може залежати від повноти та репрезентативності навчального вибіркового простору. Доцільним було б доповнити роботу оцінкою впливу

обсягу, структури і походження навчальних даних на стабільність та узагальнюючу здатність моделі, а також аналізом коректності вибору коефіцієнтів нормалізації чи масштабування вхідних параметрів.

2. У роботі наведено математичний апарат для обчислення інтегральних характеристик якості маршрутів із урахуванням різнорідних показників (наприклад, пропускна здатність, затримка, втрати пакетів, кількість вузлів на маршруті). Водночас, формалізація правил перетворення цих характеристик до єдиного критерію потребує більш детального обґрунтування щодо вибору вагових коефіцієнтів, їх стабільності при зміні умов функціонування мережі та адаптації до різних сценаріїв трафіку.

3. Запропонований метод орієнтований на вирішення задачі оптимізації маршрутизації в умовах змінної мережевої топології та динаміки навантаження. Проте в роботі обмежено висвітлено питання стійкості розробленої моделі до нетипових або аномальних ситуацій, пов'язаних, наприклад, із раптовим зростанням навантаження, збоєм вузлів чи зміною властивостей каналів. Додатковий аналіз поведінки системи в подібних критичних сценаріях дозволив би глибше оцінити надійність запропонованого підходу.

4. Дисертаційною роботою передбачено використання критеріїв якості маршруту, зокрема таких як затримка та втрата пакетів, для прийняття рішень щодо вибору шляху. Однак у контексті реальних мереж зазначені параметри часто можуть зазнавати флуктуацій протягом коротких проміжків часу. Було б доцільно у подальших дослідженнях розглянути стратегії згладжування або фільтрації виміряних значень для підвищення стабільності обчислень у запропонованому методі.

5. У дисертаційній роботі приділено значну увагу експериментальній оцінці ефективності запропонованого методу, однак недостатньо розкрито питання стабільності його роботи в умовах змінної топології мережі. Враховуючи динамічний характер програмно-конфігурованих мереж, доцільно було б доповнити експериментальну частину прикладами роботи алгоритму в умовах відмов вузлів або втрати каналів зв'язку, що дозволило б глибше оцінити надійність і адаптивність розробленого рішення.

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 доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. 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:

завідувач кафедри комп'ютерних
інформаційних технологій,
Державне некомерційне підприємство
«Державний університет «Київський
авіаційний інститут», д.т.н., проф.

А. Савченко

Аліна САВЧЕНКО

М.П.

«28» квітня 2025 року

Лідія Савченко А.С. засвідчує
Вісний секретар КАІ



Лідія Савченко