

В І Д Г У К
офіційного опонента,
доктора технічних наук, доцента
Коряшкіної Лариси Сергіївни
на дисертаційну роботу
Притули Миколи Ігоровича
«Лінгвістичне представлення детермінованих графів»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 113 Прикладна математика,
галузі знань 11 Математика та статистика

Актуальність роботи. У сучасних задачах моделювання складних систем граfi займають провідне місце як універсальний засіб формального опису структурних взаємозв'язків. Особливий інтерес у цьому контексті становлять розмічені граfi, які активно використовуються в програмуванні, робототехніці, в задачах перевірки та валідації моделей. Одним з поширених сучасних підходів до дослідження таких графів є використання мобільних агентів, які переміщуються вершинами та ребрами і передають досліднику локальну інформацію для подальшого відновлення структури графа. В детермінованих графах інтерпретація переміщення агента є однозначною, адже в околі кожної вершини всі суміжні вершини мають попарно різні мітки і, за фіксованої початкової вершини, траєкторія руху визначається послідовністю міток відвіданих вершин. Зв'язок таких графів з мовами в алфавіті вершинних міток обумовлює застосування для формального опису їх властивостей апарату теорії автоматів та лінгвістичних методів.

Традиційні форми задання графів – матрицею суміжності, списками або словниками – орієнтовані насамперед на централізовану обробку інформації. Вони не враховують обмеженість локальної інформації та символічний характер обробки даних агентом. У зв'язку з цим розробка альтернативного способу подання графів, придатного для агентного дослідження, є важливою науковою задачею. Запропоноване в роботі лінгвістичне представлення графів спрямоване на вирішення проблем символічної їх обробки, спрощення алгоритмічних процедур пошуку маршрутів, верифікації переходів агента. Отже, тема дисертаційної роботи Притули Миколи Ігоровича є актуальною та науково значущою.

Наукові результати та їх новизна. Отримані наукові результати розв'язують актуальну науково-прикладну задачу вдосконалення, систематизації, програмного моделювання та характеристики лінгвістичного представлення детермінованих графів.

Наукова новизна отриманих результатів:

- 1) вперше запропоновано лінгвістичне представлення детермінованих графів у алгоритмічному вигляді, що дозволяє застосовувати для дослідження властивостей графових структур апарат граматик та формальних мов;
- 2) встановлено критерій, за яким для сильно-детермінованого графа коректна пара є визначальною;
- 3) доведено, що канонічна пара графа є його визначальною парою, а серед усіх визначальних пар графа канонічна є мінімальною за потужністю та об'ємом кожної своєї компоненти;
- 4) вперше запропоновано еквівалентні перетворення заданої коректної пари, на основі яких реалізовано алгоритм компресії, що перетворює задану коректну пару у канонічну визначальну пару;
- 5) вперше розв'язано задачу характеристики лінгвістичного представлення детермінованих графів;
- 6) розроблено алгоритм визначення найкоротших шляхів від ініціальної вершини до всіх інших вершин графа.

Формалізація лінгвістичного представлення детермінованих графів створює основу для подальших досліджень у галузі символічної обробки графових даних. Подібність алгоритму компресії до алгоритму редукції системи визначальних співвідношень для автоматів підтверджує взаємозв'язок між теорією графів та теорією формальних мов, що дозволяє застосовувати апарат граматик і автоматів для аналізу графових структур.

Практичне значення та практична цінність отриманих результатів.

Практичне значення роботи полягає у зменшенні обчислювального навантаження на інформаційну систему, пов'язану з об'єктами, які моделюються детермінованими графами, шляхом використання розробленого алгоритмічного і програмного забезпечення їх лінгвістичного представлення, що дозволяє вивільняти значні обсяги оперативної пам'яті комп'ютера під час зберігання та обробки графових структур. Лінгвістичний підхід спрощує реалізацію алгоритмів у середовищах, орієнтованих на роботу з текстовими або символічними даними, та відкриває перспективи їхнього використання у мобільній робототехніці, оптимізації, системах штучного інтелекту, лінгвістичному моделюванні даних, теорії керування. Розроблені алгоритми перетворення графа у символічну форму та його відновлення можуть ефективно застосовуватися як у навчальних, так і у дослідницьких програмних засобах.

Оцінка змісту, ступеню завершеності та обґрунтованості положень дисертації.

У вступі обґрунтовано визначено актуальність теми, сформульовано мету дослідження та задачі, розв'язання яких забезпечує реалізацію мети роботи, подано наукову новизну та практичне значення результатів. Наявна інформація про публікації та апробацію результатів досліджень.

Перший розділ присвячений історії розвитку теорії представлення, зокрема для груп, напівгруп та скінченних автоматів. Опрацьовано широкий спектр сучасних наукових робіт за тематикою дисертації. Розглянуто детерміновані та сильно-детерміновані графи, їхні аналоги – графи з 2-дистантною та ін'єктивною розміткою, зазначено переваги їх практичного застосування у наукових та інженерних задачах.

У другому розділі описано основні поняття, пов'язані з детермінованими графами, розроблено чотири алгоритми для їх структурних перетворень: виокремлення бази; перетворення недетермінованого на детермінований граф; конструювання графа за заданими двома множинами спеціального вигляду або виявлення неможливості такої процедури; побудови канонічної визначальної пари. Наведено приклади застосування алгоритмів і кількісні характеристики канонічної пари.

Третій розділ пов'язаний з розв'язанням задачі характеристизації лінгвістичного представлення детермінованого графу, яка відіграє ключову роль для формалізації й аналізу графових об'єктів. Поставлено і вирішено задачу визначення, без побудови графа, чи є задана коректна пара для нього визначальною. Виконано еквівалентні перетворення та розроблено алгоритм компресії – ітераційну процедуру наближення траєкторії графа до найкоротших шляхів. Доведено, що коректна пара є визначальною тоді і лише тоді, коли результат компресії збігається з канонічною визначальною парою. Розроблено алгоритм пошуку мінімального слова, що описує шлях від ініціальної до будь-якої вершини в графі.

Четвертий розділ присвячено опису програмного інтерфейсу розробленого прототипу бібліотеки лінгвістичного представлення графів. Наведено п'ять цільових процедур з програмними нотаціями, проілюстровано роботу графічного інтерфейсу та проведено оцінку якості програмного коду стандартними тестами.

Виклад основних положень в дисертаційній роботі супроводжується математично строгим доведенням лем та теорем, що свідчить про наукову обґрунтованість та достовірність отриманих результатів.

Висновки дисертації висвітлюють новизну проведених досліджень.

Повнота викладення результатів дисертації в наукових виданнях. Результати дослідження опубліковано у 3 наукових статтях, з них, 1 стаття у науковому виданні, що індексується в міжнародній наукометричній базі

Scopus (Q3), 2 статті – у фахових виданнях України. Результати дисертації оприлюднено на трьох наукових конференціях.

Опубліковані праці повністю відображають основні положення дисертації, а, отже, вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

Повний обсяг роботи складає 161 сторінки, з яких 115 сторінок основного тексту, список використаних джерел налічує 90 найменувань.

Оформлення дисертації та дотримання вимог академічної доброчесності. Дисертація написана науково правильною мовою з використанням сучасної термінології.

Тема, зміст та отримані наукові результати роботи відповідають спеціальності 113 Прикладна математика в галузі знань 11 Математика і статистика.

В дисертаційній роботі не виявлено текстових запозичень та використання наукових результатів без посилань на відповідні джерела. Відсутність порушень академічної доброчесності підтверджує наявний звіт про результати перевірки на академічний плагіат дисертації Притули М.І.

Є декілька зауважень:

1. Мету дослідження доцільно формулювати зі слів «зменшення...», «підвищення ефективності...», тощо з подальшим уточненням шляхів досягнення такого результату. Наприклад, «зменшення обчислювальної та інформаційної складності подання, зберігання та обробки детермінованих графів шляхом їхнього лінгвістичного представлення, формалізації властивостей та розробки алгоритмів символного аналізу й відновлення структури».

2. У параграфі 2.1 (стор. 56) варто було б продемонструвати подання маршруту $p = v'_1 \dots v'_k$ за допомогою рівності $v'_1 \sigma(p) = v'_k$ на прикладі певного графа, алфавіту міток вершин і слова $\sigma(p)$, для спрощення розуміння подальшої роботи з нею.

3. Викладення матеріалу дисертаційної роботи варто було вести «від третьої особи», адже словосполучення «на наш погляд», «запропоновані нами поняття», «на нашу думку» відсилають читача до співавторів здобувача.

4. У параграфі 2.5, випадково, позначення $[x]$ зазначено як «найбільше» натуральне число, що не менше за x .

5. У тексті є помилки текстового набору, перекладу, стилістичні описки, зокрема: стор. 32 «Назовем слово u умовно рівним...», стор. 133 «Дисертаційна робота присвячена є удосконаленню...». Пропущення знаків пунктуації ускладнює сприйняття викладеного матеріалу.

Наведені зауваження не знижують високий науковий рівень, теоретичну та практичну цінність дисертаційної роботи, суттєво не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Висновок про відповідність дисертації вимогам, які пред'являються до наукового ступеня доктора філософії. Дисертація Притули Миколи Ігоровича «Лінгвістичне представлення детермінованих графів» є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати. У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-прикладне завдання удосконалення, систематизації та моделювання лінгвістичного представлення детермінованих графів із використанням двох множин слів у алфавіті їхніх міток, розв'язано задачу характеристики цього представлення.

Тема та зміст роботи відповідають спеціальності 113 Прикладна математика, а наукові та практичні результати є значущими для галузі знань 11 Математика і статистика.

Вважаю, що дисертація Притули Миколи Ігоровича 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 12.01.2022 № 44 зі змінами на поточну дату та вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог щодо оформлення дисертації», а здобувач, Притула Микола Ігорович, заслуговує присвоєння наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Офіційний опонент –
доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри системного
аналізу та управління Національного
технічного університету
«Дніпровська політехніка»

Лариса КОРЯШКІНА