

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки України

24 квітня 2024 року № 578

Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Дейнега Олександр Андрійович, 1997 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2020 році Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна за спеціальністю «Комп'ютерні науки», працює викладачем закладу вищої освіти в Харківському національному університеті В. Н. Каразіна, Міністерство освіти і науки України, м. Харків виконав акредитовану освітньо-наукову програму ОП 50180 Комп'ютерні науки (122 Комп'ютерні науки).

Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Вченої ради Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна від «30» вересня 2024 року № 20 у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради -

ТОЛСТОЛУЗЬКОЇ Олени Геннадіївни, доктора технічних наук, професора закладу вищої освіти кафедри комп'ютерних систем та робототехніки навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Рецензентів -

УЗЛОВА Дмитра Юрійовича, кандидата технічних наук, доцента закладу вищої освіти кафедри теоретичної та прикладної інформатики, факультету математики і інформатики, виконуючого обов'язки директора навчально-наукового Інституту комп'ютерних наук та штучного інтелекту Харківського національного Університету ім. В. Н. Каразіна

МЕНЯЙЛОВА Євгена Сергійовича, кандидата технічних наук, доцента закладу вищої освіти кафедри теоретичної та прикладної інформатики, в.о. завідувача кафедри теоретичної та прикладної інформатики факультету математики і інформатики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Офіційних опонентів -

ШАХОВСЬКОЇ Наталії Богданівни, доктора технічних наук, професора, завідувачки кафедри систем штучного інтелекту Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка»

ШАРОНОВОЇ Наталії Валеріївни, доктора технічних наук, професора, професора кафедри інтелектуальних комп'ютерних систем Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

на засіданні «4» грудня 2024 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – «Інформаційні технології» Дейнега Олександру Андрійовичу на підставі публічного захисту дисертації «Оптимізація функціональних мов програмування на основі методів штучного інтелекту» за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки».

Дисертацію виконано у Харківському національному університеті В. Н. Каразіна, Міністерство освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник Жолткевич Григорій Миколайович, доктор технічних наук, професор, декан факультету математики і інформатики Харківського національного університету імені

В. Н. Каразіна.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису (наводиться аналіз дисертації щодо дотримання вимог пункту 6 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 року № 44 (зі змінами)).

Здобувач має 7 наукових публікацій за темою дисертації, з них яких 2 статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз, 2 статті у наукових фахових виданнях України та 3 наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації. Кількість публікацій та їх якість відповідають вимогам «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 12.01.2022р. № 44):

1. Deineha, O., Donets, V., & Zholtkevych, G. (2024). The approach development of data extraction from lambda terms. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. (Scopus).
2. Deineha, O. (2024). Supervised data extraction from transformer representation of Lambda-terms. Radioelectronic and Computer Systems, 2024(2), 19-29. (Scopus).
3. Deineha O. The Clustering of Lambda Terms by Using Embeddings. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, сер. «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління». 2023. вип. 59. С.16-23.
4. Deineha, O. (2024). Lambda calculus term reduction: Evaluating LLMs' predictive capabilities. Information Technology and Society, 1(12), 51-55.
5. Deineha, O., Donets, V., Zholtkevych, G. (2023). On Randomization of Reduction Strategies for Typeless Lambda Calculus. In: Antoniou, G., et al. Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications. ICTERI 2023. Communications in Computer and Information Science, vol 1980. Springer, Cham. (Scopus)
6. Deineha, O., Donets, V., & Zholtkevych, G. (2023). Estimating Lambda-Term Reduction Complexity with Regression Methods. International Conference "Information Technology and Interactions". (Scopus)
7. Deineha, O., Donets, V., & Zholtkevych, G. (2023). Deep Learning Models for Estimating Number of Lambda-Term Reduction Steps. International Workshop of IT- professionals on Artificial Intelligence. (Scopus)

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти, інші присутні) та висловили зауваження:

УЗЛОВ Дмитро Юрійович (рецензент):

1. У другому розділі, при описі процесу прогнозування часу одного кроку редукції варто було б додати перелік того, що саме впливає на цей час, як саме розмір терма та його структура пов'язані зі складністю обчислення наступного кроку редукції. Також, можливо, мало би сенс додати більший набір характеристик деревного представлення лямбда-терму.
2. В експериментах використовувалися члени згенерованого набору лямбда-термів, результати аналізу яких розглядалися як свідчення певних характеристик функціональних мов програмування. Проте згенерований набір може не відображати всіх існуючих залежностей та нюансів реальних функціональних програм. Мало би сенс спробувати використовувати терми, що представляють реальні функціональні програми і можуть бути отримані перетворенням реального функціонального коду, наприклад з проектів з відкритим кодом, у терми лямбда-числення, замість згенерованих лямбда-термів.
3. У роботі представлено графіки навчання моделей, на яких видно ефект перенавчання, та вказано що був використаний підхід Early Stopping, проте даний підхід не можна назвати ідеальним і він має свої особливості. Можливо варто було б більш детально

- опрацювати архітектуру та визначити розміри моделей.
4. В багатьох розділах, де представлено графіки використаних архітектур моделей машинного навчання, можливо мало би сенс збільшити масштаб або реструктуризувати їх для покращення візуальної складової.
 5. В четвертому розділі, де представлено діаграму IDEF0 можливої імплементації описаного підходу можна було б зробити більш детальне візуальне представлення та додати більш широкий опис самого методу в розрізі використання на практиці.

МЕНЯЙЛОВ Євген Сергійович (рецензент):

1. У четвертому розділі за допомогою методів PCA та t-SNE представлено візуалізацію прихованого простору датасету лямбда-термів. У наведеній візуалізації можна чітко виділити деякі пусті області в центрі, що свідчить про можливі прогалини в процесі генерації лямбда-термів. Ця особливість графіку є дуже цікавою і, можливо, варта спеціального аналізу.
2. У першому розділі наведено опис бібліотеки Lambda Calculus Environment. Варто було б забезпечити більш детальну специфікацію діаграми класів та, можливо, також подати більш детальний опис основних етапів методу верифікації цього програмного каркасу.
3. В другому розділі представлено метод прогнозування часу виконання одного кроку редукції, для чого використано 3 типи датасетів, та виділено два підходи - один з яких має більш теоретичний характер, а другий - більш прикладний. Можливо, варто було б надати більш детальну аргументацію щодо можливостей та особливостей використання запропонованих методів.
4. В цьому розділі також зазначений вище метод прогнозування часу виконання одного кроку редукції реалізується на платформі операційної системи Unix, а тому варто було б мотивувати такий вибір.
5. У другому розділі, де представлено значення показників MSE, MAE і MAPE для моделей лінійної регресії та ШНМ для трьох наборів даних під час тренування та тестування (табл. 2.2.) вказано доволі велику кількість показників, можливо, варто було б виділити найбільш вагомні з них, та додати більш широкий текстовий опис.
6. У четвертому розділі представлено порівняння значень усереднених вбудовувань із позначенням пріоритету стратегії за алгоритмами стиснення (рис. 4.1.), інформація на графіках є доволі важливою та цікавою з точки зору дослідження, можливо варто було б збільшити масштаб графіків та виділити кожен в окремий рисунок, перенісши їх до додатків.
7. У роботі деякі рисунки та схеми, у вигляді блок-схем, наведено англійською мовою, що ускладнює розуміння. Доцільно було б у пояснювальній частині до рисунків навести означення обраних термінів.

ШАХОВСЬКА Наталія Богданівна (офіційний опонент):

1. У третьому розділі наведено діаграми класичних архітектур моделей машинного навчання для роботи з текстовим представленням даних. Оскільки дані архітектури є загальновідомими, можливо мало би сенс винести дану інформацію в додатки.
2. Сьогодні існує величезна кількість моделей машинного навчання на основі архітектури Transformer. У роботі використовуються саме модель з відомою архітектурою BERT, проте немає чіткого описання чому була обрана саме ця модель. Таке пояснення було б доречним.
3. У другому розділі представлені змішані та рандомізовані стратегії, процес підбору їх параметрів. Порівняння рандомізованих стратегій та детерміністичних можна було б провести на більшому датасеті та забезпечити більшу надійність отриманих результатів. Для змішаної стратегії, можливо, варто було б провести експерименти з використанням декількох датасетів та зробити порівняльний аналіз змішаної та детерміністичної стратегій. Це дало б більше розуміння залежності результату від

датасету.

4. Опис генерації датасету в першому розділі, та подальші уточнення особливостей датасетів, використаних для експериментів варто було б зробити більш чітким. Також варто додати більш чітке описання використаних датасетів, їх розмірів та структури для кожного експерименту.
5. У роботі з рандомізованими та змішаними стратегіями не вистачає більш чітко виділеного представлення приросту продуктивності з точки зору кількості кроків порівняно з базовими стратегіями, такими як LO та RI. Можливо варто було б додати отриману різницю у відсотках та як було сказано раніше - показати це на декількох експериментах.
6. У третьому розділі, де описано метод прогнозування кількості кроків редукції лямбда-терму в залежності від обраної стратегії, в таблиці 3.3. представлено декілька метрик, включаючи точність (accuracy), MAE та RMSE. Варто було б більш чітко описати роль метрики точності (accuracy) у задачі прогнозування кількості кроків. Також варто було б описати зв'язок з іншими метриками та виділити основну.
7. У розділі 3 представлено гістограми розподілу довжини лямбда-термів та кількості кроків редукції (Рис. 3.7. та 3.8). На даних гістограмах варто було б збільшити якість візуалізації, надати більш широке пояснення та, можливо, візуальні позначки особливостей графіків.
8. У четвертому розділі описано результати використання підходів неінформованого навчання та представлено таблицю інформативності змінних, що отримані в результаті кластерного аналізу векторів усереднених вбудовувань (Табл. 4.2.). Можливо також можна було б провести аналіз для розуміння значення цих змінних в розрізі самого лямбда-терму, можливо деякі зміни відповідають за наявність конкретних підтермів тощо.

ШАРОНОВА Наталія Валеріївна (офіційний опонент):

1. В усіх розділах представлено візуалізації використаних архітектур нейронних мереж з точним описом кількості ваг. Проте в деяких випадках можна було б збільшити якість зображень архітектур використаних нейронних мереж. Дане зауваження також стосується зображень загальновідомих архітектур нейронних мереж.
2. У третьому і четвертому розділах, основними стратегіями редукції, що були використані та порівняні, є LO та RI, можливо, мало би сенс додатково проаналізувати стратегії CallByName та CallByValue. Дані стратегії не мають значних відмінностей, проте це додало б більшої повноти та розуміння щодо проведених експериментів.
3. Не зовсім зрозумілий зв'язок між кластеризацією та класифікацією у четвертому розділі. Варто було напряду використати на даному етапі дослідження алгоритми класифікації та розглянути проблему з цього боку або навести результати таких експериментів, якщо вони були.
4. В третьому та четвертому розділах представлена робота з декількома видами вбудовувань. Беручи до уваги доволі якісний опис та наявну кількість представлених моделей, можна було б провести більш широкий огляд наявних моделей вбудовувань, та привести порівняння.
5. В третьому розділі, де представлено метод прогнозування кількості кроків редукції, наведені графіки залежності помилки від кількості кроків редукції (Рис 3.13). Треба було покращити читабельність графіків та виділити деякі з них, описати більш детально.
6. В четвертому розділі представлено таблиці інформативності змінних та таблицю коефіцієнту перекриття результатів кластерного аналізу. В даних таблицях варто було б покращити візуальну складову та додати ширший опис та пояснення знайдених залежностей та їх інтерпретації.

7. В четвертому розділі, де представлено роботу з моделлю ChatGPT, хотілося б бачити порівняльний аналіз з моделями з відкритим кодом, якщо ресурси комп'ютера дозволяють роботу з ними.
8. В четвертому розділі дослідження, де описано метод прогнозування наступного кроку редукції з використанням моделей ChatGPT, можна було б спробувати покращити використані промпти з допомогою спеціально навчених моделей LLM, що здатні генерувати якісні системні промпти.
9. Серед задач дослідження, п'ятий пункт, вказано, що оцінка кількості кроків редукції терму за певною стратегією виконується для подальшого вибору більш продуктивної стратегії для конкретного терму, варто було б розкрити такий механізм вибору детальніше.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Дейнега Олександру Андрійовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 12 – «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки».

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Окрема думка члена разової ради додається (за наявності).

Голова разової спеціалізованої вченої ради



Олена ТОЛСТОЛУЗЬКА

(підпис)