

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Вітюк Альони Євгеніївни

на тему «Методи і програмні засоби для автоматизації управління
роботизованою кінцівкою»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 – Інформаційні технології
за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації.

В останні роки машинне навчання зробило революцію у сфері робототехніки та автоматизації. Оскільки завдання та робоче середовище для роботів стають все більш складними, зростає потреба в методах навчання та пошуку, які можуть планувати досягнення мети, не покладаючись на вже існуючу структуру під задач. Альтернативою традиційним методам є нейроеволюційні алгоритми, для яких необхідно лише абстрактно визначати бажану поведінку, а кінцевим результатом є оптимальна топологія мережі, що робить модель більш ресурсоефективною та легшою для аналізу.

Нейроеволюція є ефективним підходом, якщо інформація про задачу дуже обмежена або якщо задача непередбачувано змінюється в умовах взаємодії роботизованої системи із зовнішнім середовищем. Запропонований нейроеволюційний підхід надає перевагу використання еволюційних процесів для розвитку нейронних мереж, здатних до адаптивного керування позиціонуванням роботизованої руки. Гнучкі топології, можливості оптимізації та здатність обробляти складну динаміку сприяють підвищенню адаптивності та ефективності систем позиціонування робочої кінцівки.

Отже, на сьогоднішній день є актуальним виконання наукового завдання, яке полягає у вдосконаленні теоретичних та практичних основ автоматизованої розробки адаптивних моделей управління роботизованою системою з захватним пристроєм, вирішенню якого і присвячена дисертаційна робота Вітюк А.Є.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

— Вперше запропоновано метод пошуку новизни в нейроеволюції для автоматизації створення моделі програмного управління роботизованою кінцівкою, що дозволяє прискорити процес розробки системи управління для нових задач роботизованої кінцівки, зокрема для адаптації конфігурації кінцівки або середовища, що підтверджується за допомогою навчання у

тестових середовищах та оцінки отриманої моделі. Представлений метод відрізняється від існуючих тим, що не потребує ресурсів розробника для налаштування параметрів управління роботизованою кінцівкою для отримання оптимальної стратегії вирішення кожної окремої задачі.

- Вперше запропоновано метод навчання на основі гіперкуба для програмного управління в задачах агента-роборуки, що отримує інформацію про стан середовища з камери. Використання методу на основі гіперкуба для програмного управління агентом на основі зображень з камери покращує ефективність навчання моделі за рахунок використання відображення геометрії фенотипу субстрату штучної нейронної мережі на його шаблон зв'язків на основі гіперкубу, сприяючи розвитку більш універсальних і потужних архітектур нейронних мереж.
- Вперше розроблено метод підвищення якості вхідних даних з камери, які використовуються для автоматизованого управління роботизованою кінцівкою, що надає можливість навчання роботизованих агентів на тестових середовищах в умовах, що наближені до реальних, оскільки враховують похибки камери. Цей метод дозволяє налаштовувати конфігурацію камери у навчальній системі для адаптації моделі до реальної конфігурації роботизованої системи, що забезпечує зменшення похибок параметрів камери під час калібрування та суттєво підвищує стійкість захвату кінцівкою.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів ґрунтуються на застосуванні коректного математичного апарату та використанні технологій програмного управління роботизованими агентами у віртуальному середовищі з використанням сучасного програмно-алгоритмічного забезпечення та верифікації результатів.

Наукові положення, рекомендації та теоретичні висновки досягнуті завдяки використанню методів системного та порівняльного аналізу (для визначення актуальності та постановки наукового завдання дисертаційної роботи). Методи дослідження на основі машинного навчання (для розробки програмної моделі управління) та комп'ютерного зору (для оцінки впливу якості вхідних даних з камери на точність інтелектуального агенту).

Наукові результати досліджень є внеском у розвиток теоретичних і прикладних основ розроблення і дослідження науково-методичного апарату з розробки методів та програмних засобів управління роботизованими кінцівками.

Наукові дослідження виконані здобувачем на кафедрі інформатики та програмної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського під керівництвом професора кафедри інформаційних систем та технологій, доктора фізико-математичних наук, професора Дорошенка Анатолія Юхимовича.

Результати дисертаційного дослідження мають високий інженерний та практичний рівень та впроваджені в ТОВ Інтехфорвард з метою розробки автоматизованого управління роботизованими системами. Імітаційна математична модель роботизованої системи відтворила поведінку захватного пристрою у різних умовах та сценаріях управління, підтверджуючи ефективність та стійкість запропонованих алгоритмів.

Результати дослідження також впроваджено у навчальний процес кафедри інформаційних систем та технологій факультету інформатики та обчислювальної техніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Отже, поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання щодо вдосконалення автоматизованої розробки адаптивних моделей управління роботизованою системою з захватним пристроєм та камерою 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 Вітюк А.Є. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми “Інженерія програмного забезпечення”.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Інженерії програмного забезпечення.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Вітюк Альони Євгеніївни 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.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. В роботі використаний науковий стиль та загальноприйнята термінологія. Матеріал викладено зрозуміло та з логічною послідовністю. Подано огляд існуючих методів навчання нейромереж управління роботизованими системами та існуючих сучасних систем розробки програмного управління інтелектуальними роботизованими агентами, висвітлено сучасний стан проблеми. В кожному розділі є відповідні посилання на відповідні джерела та представлені результати досліджень. Робота виконана в чіткій логічній послідовності відповідно до поставлених мети і задач досліджень, що сприяє доступності сприйняття та використання.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 185 сторінок.

У вступі висвітлено актуальність теми дисертації, зазначений зв'язок роботи з науковими дослідженнями та напрямками. Вказана мета та завдання, предмет і об'єкт дослідження. Описані методи дослідження. Наведена наукова новизна одержаних результатів та їх практичне значення. Зазначений особистий внесок здобувача.

У першому розділі міститься короткий аналіз проблем автоматизованого програмного управління роботизованими системами, що представлені у формі взаємодії агента і середовища для виконання цільової задачі. Наведено огляд еволюційних методів та їх застосування для глибокого навчання моделей у програмних системах управління роботизованим агентом. Досить обґрунтованими є сформульовані ключові вимоги до розроблюваних методів автоматизації управління роботизованим агентом.

У другому розділі наведено основні підходи використання зображень для розробки програмного управління задачами роботизованого агента. Наведено поетапну реалізацію програмного засобу для здійснення оцінки точності реконструйованої моделі під впливом похибок параметрів камери.

У третьому розділі описано основу реалізації та застосовано нейроеволюційний підхід з використанням сучасних методик для автоматизації розробки нейронних мереж у задачах управління роботизованими системами з великими просторами рішень. Описаний метод пошуку новизни для оптимізації нейроеволюційного процесу при вирішенні задачі позиціонування дозволяє підвищити ефективність навчального процесу та отримати оптимальну топологію мережі.

У четвертому розділі висвітлено результати розробки системи для адаптивного навчання управляючих моделей роборуки на основі нейромереж, що використовують зображення з камери, а також враховують варіативність умов середовища, максимально наближених до реального світу. Описано та реалізовано програмні модулі, які містять набір методів та алгоритмів для дослідження нейроеволюційного підходу у навчанні контролерів роборуки. Вперше розроблено метод, що надає можливість навчання роботизованих агентів на тестових середовищах в умовах, що наближені до реальних, адже враховують похибки камери. Представлена програмна реалізація дозволяє налаштовувати конфігурацію камери у навчальній системі для адаптації моделі до реальної конфігурації роботизованої системи, що забезпечує зменшення похибок параметрів камери під час калібрування та суттєве підвищення успішності стійкого захвату кінцівкою.

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 9 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у інших виданнях та 1 патент.

Також результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

Всі публікації здобувача відповідають високому науковому рівню. В кожній з наукових публікацій дотримано принципів академічної доброчесності. В них детально описані головні наукові здобутки. Роботи, опубліковані у співавторстві, відображають особистий внесок автора, розкривають результати дисертаційних досліджень та не викликають сумнівів.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В роботі дисертанткою запропоновано метод автоматизації створення моделі програмного управління роботизованою кінцівкою на основі пошуку новизни в нейроеволюції. Разом із тим, потрібно було більш детально описати моделі програмного управління роботизованою кінцівкою, які не базуються на нейромережах та вважаються класичними для подібних задач.
2. Автором розроблено метод підвищення якості вхідних даних з камери, які використовуються для програмного управління роботизованою кінцівкою, що надає можливість навчання роботизованих агентів на тестових середовищах в умовах, що наближені до реальних, адже враховують похибки камери. Проте, в дисертації не в повній мірі представлено аналіз допустимого рівня похибок у реальних системах, що забезпечило б більш повне уявлення про можливий рівень підвищення ефективності.
3. У дисертаційній роботі автором було показано, що реалізація методу на основі гіперкуба для програмного управління агентом на основі зображень з камери покращує ефективність навчання моделі за рахунок використання відображення геометрії фенотипу субстрату штучної нейронної мережі на його шаблон зв'язків на основі гіперкубу, сприяючи розвитку більш універсальних і потужних архітектур нейронних мереж. Проте, не було зазначено, для яких саме типів роботизованих систем з захватною кінцівкою та яких типів камер може бути використаний даний програмний продукт.
4. Для відображення результатів навчання з використанням представлених методів у нейроеволюційному процесі для вирішення задачі позиціонування потрібно більше використовувати можливості

середовища для моделювання роботизованої системи з метою надання детальної інформації щодо параметрів та поточного стану системи особам, що розробляють управляючу нейромережу.

5. Автор дисертації зазначає, що задача позиціонування роборуки характеризується своєю складністю, передбачаючи точний контроль кількох ступенів свободи та взаємодії з динамічним середовищем невідомої конфігурації. Проте, в модельованій навчальній системі не розглянуто задач з динамічним середовищем.

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 Вітюк Альони Євгеніївни на тему «Методи і програмні засоби для автоматизації управління роботизованою кінцівкою» 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 Вітюк Альона Євгеніївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент:

доцент кафедри
інформаційних систем та технологій
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”

кандидат технічних наук, доцент



« ____ » _____ 20 ____ року

