

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Антонюка Владислава Андрійовича

«Розроблення кросплатформної системи автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії
зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота Антонюка Владислава Андрійовича присвячена розробленню кросплатформної системи автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями, що є надзвичайно актуальною темою в умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій. Сучасні потреби у зниженні рутинних завдань та підвищенні ефективності вимагають створення передових інструментів автоматизації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась у відповідності з індивідуальним планом підготовки аспіранта кафедри математичного забезпечення ЕОМ Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Дослідження за темою дисертації здійснювалися також в рамках науково-дослідної роботи № ФПМ-2-22 "Розроблення програмного забезпечення аналізу та кластеризації часових рядів" 2022-24 рр. № держреєстрації 0122U001465.

Формулювання наукової задачі, розв'язання якої одержане в дисертації. Метою дисертаційної роботи є створення ефективної та гнучкої кросплатформної системи автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями, яка забезпечує управління на основі

графічних жестів, застосування штучного інтелекту для автоматичної генерації макросів, інтеграцію з будь-якими існуючими сторонніми службами.

Для досягнення цієї мети автор вирішив такі задачі:

1. Аналіз сучасних програмних засобів автоматизації процесів, технологій взаємодії з комп'ютеризованими пристроями;
2. Аналіз і удосконалення технологій застосування графічного ключа та алгоритмів розпізнавання графічних жестів;
3. Розроблення кросплатформного програмного забезпечення з удосконаленням архітектури та методології інтеграції з іншими системами та сервісами, яке буде відповідати вищезазначеним характеристикам;
4. Розроблення алгоритму створення розширень та бібліотеки макрокоманд для автоматизації типових завдань, які можуть бути використані користувачами без глибоких технічних знань в області програмування;
5. Розроблення технології автоматичної побудови макросів у системах автоматизації процесів із застосуванням мовних моделей штучного інтелекту;
6. Практична реалізація та тестування системи в реальних умовах, щоб забезпечити її надійність, масштабованість та готовність до впровадження у виробництво;
7. Розроблення плану впровадження системи, що включає стратегію комерціалізації, механізми технічної підтримки та оновлення, а також методи забезпечення безпеки та конфіденційності даних користувачів, з урахуванням потреб усіх зацікавлених сторін.

Реалізація цих завдань дозволила створити кросплатформну систему, яка не тільки відповідає академічним вимогам, але й готова до комерційного

використання, вносячи значний вклад у розвиток галузі автоматизованих технологій взаємодії з комп'ютерним обладнанням.

Наукова новизна отриманих автором результатів. Вважаю, що наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

1. Запропоновано концепцію асоціативного графічного інтерфейсу у системах автоматизації процесів на основі застосування графічних ключів для визначення команд, що дозволяє підвищити інтуїтивність та ефективність управління процесами та задачами, що є особливо актуальним у контексті збільшення складності та об'єму задач.
2. Розроблено архітектуру програмного забезпечення для автоматизації процесів, яка базується на поєднанні мікроядра плагінів та чистої архітектури, що дозволяє оптимізувати структуру програмного коду, зменшуючи залежності та дублювання, що сприяє підвищенню читабельності, обслуговуваності та тестованості коду, а також забезпечує покращення метрик якості, включаючи зниження цикломатичної складності та підвищення індексу підтримуваності.
3. Удосконалено методологію інтеграції програмного забезпечення з іншими бізнес-системами та сервісами за допомогою розроблення модульних кросплатформних з'єднувачів, які значно розширюють можливості автоматизації та інтегрованості корпоративного програмного забезпечення.
4. Запропоновано технологію застосування мовної моделі ІІІ для автоматичної побудови макросів у системах автоматизації, що дозволяє користувачам будувати робочі процеси, описуючи лише вимоги до них, без необхідності поглиблюватись у знання програмування або навіть самої системи.

5. Удосконалено метод розпізнавання графічних жестів, що дозволило розпізнавати жести, які складаються з кількох ліній, тим самим розширюючи кількість можливих асоціацій для більш складних команд.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення роботи полягає у створенні ефективної та гнучкої кросплатформної системи автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями, яка може бути використана у промисловій сфері для управління виробничими процесами, інформаційних технологіях для моніторингу інфраструктури, системах «Розумний будинок» або «Smart city» для управління міськими послугами тощо. Розроблена система автоматизації процесів має значну практичну значимість для підприємств та організацій різного розміру. Її можна використовувати для автоматизації широкого кола завдань, таких як обробка замовлень, управління проектами, обслуговування клієнтів, фінансовий облік та багато іншого.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються. Дисертаційну роботу виконано на належному рівні і вона відповідає всім вимогам щодо кваліфікаційних наукових праць.

Вважаю, що одержані результати в достатній мірі є обґрунтованими і достовірними. Це забезпечується строгістю та коректністю постановки задач та наведених алгоритмів, апробацією запропонованої технології у програмному продукті «Draw & GO».

Особистий внесок здобувача. Усі результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, отримані автором особисто та за його безпосередньою

участю. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, виконаним автором відповідно до його індивідуального навчального плану. Зокрема, дисертантом проведено пошук та аналіз літературних джерел; побудову математичних моделей; числове розв'язання та ілюстрація одержаних результатів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота включає вступ, 4 розділи, висновки, та список використаних джерел.

У **вступі** проведено опис актуальності, мети та завдань, поставлених в роботі, її новизни та практичного значення.

У **першому розділі** проведено всебічний аналіз існуючих технологій та систем автоматизації процесів, взаємодії між людиною та машинами, включаючи огляд актуальних трендів, таких як інтерфейси програм автоматизації та програм з використанням графічних ключів. Обговорюється поточний стан ринку і виявлені прогалини у функціональності та зручності, що мають бути вирішені. Визначення вимог до кінцевого продукту базується на дослідженні потреб користувачів і технічних можливостей.

Другий розділ присвячено проектуванню кросплатформної системи, розглянуто основні алгоритмічні концепції, які були запропоновані у роботі, описаний загальний алгоритм організації обчислювального процесу у розробленій системі, який включає в себе взаємодію між частинами програми, створення та відтворення макросів, а також ефективну реалізацію перехоплення подій; представлена концепція асоціативного графічного інтерфейсу, яка передбачає використання графічних жестів для керування макросами; розглянуто алгоритми розпізнавання графічних жестів; запропонована модифікація алгоритму для можливості розпізнавання

декількох ліній одночасно для побудови складніших графічних жестів; описана технологія автоматизованого створення макросів, яка використовує мовну модель штучного інтелекту для генерації макросів та розрахунку їх параметрів.

У **третьому розділі** описано технічні аспекти розроблення програмного забезпечення та його взаємодію з комп'ютеризованим обладнанням, включаючи структуру та функціональні можливості, архітектуру, алгоритм створення розширень, реалізацію технологій та інших інтерфейсів для забезпечення найбільш ефективної реакції системи на введення користувача, наводяться результати запропонованих інженерних особливостей, які демонструють ефективність пропонованого рішення. Описано розроблений план впровадження системи, що включає стратегію комерціалізації, механізми технічної підтримки та оновлення, а також методи забезпечення безпеки та конфіденційності даних користувачів, з урахуванням потреб усіх зацікавлених сторін. Також надано аналітичні графіки, що демонструють поточний стан системи.

Четвертий розділ присвячено можливостям практичного застосування розробленої системи, розкрито перспективи розширення роботи системи, а також описано приклади застосування системи у найрізноманітніших задачах і предметних галузях. Надано детальну інструкцію користувача, яка описує покрокові дії для роботи з системою для кожного типу користувачів, надано інструкцію для звичайних користувачів, розробників та адміністраторів.

Висновки складаються з 8 пунктів. Вони є логічно та послідовно сформульованими та повністю представляють отримані здобувачем в ході експериментальних досліджень дані. Чітка та логічна побудова розділу дозволяє характеризувати здобувача як сформованого науковця, що здатен самостійно вирішувати поставлені завдання.

Зауваження по роботі

Позитивно оцінюючи у цілому наукове і практичне значення отриманих дисертантом результатів, варто зазначити деякі зауваження до змісту роботи:

1. Перший розділ оглядає сучасні системи автоматизації процесів, але не враховує останні тренди, такі як RPA (Robotic Process Automation) і штучний інтелект. Корисно було б додати аналіз цих технологій для розширення функціональних можливостей систем.
2. У другому розділі розглянуто концепцію асоціативного графічного інтерфейсу та алгоритми розпізнавання жестів, але не вистачає акценту на зручності використання. Варто додати результати користувацьких досліджень щодо інтуїтивності та ефективності жестів у різних сценаріях.
3. Робота описує автоматизоване створення макросів за допомогою мовних моделей ШІ, але не обговорює потенційні ризики. Варто додати інформацію про ризики некоректного розпізнавання запитів і заходи для їх мінімізації.
4. Розглядається інтеграція з комп'ютеризованими пристроями, але відсутній аналіз можливих обмежень і проблем. Корисно було б додати інформацію про технічні обмеження, можливі збої і рекомендації щодо їх подолання, а також приклади інтеграції з іншими пристроями.

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок по дисертаційній роботі

Враховуючи актуальність, новизну, важливість одержаних автором наукових результатів, їх обґрунтованість і достовірність, а також цінність сформульованих положень і висновків, вважаю, що дисертаційна робота

Антонюка Владислава Андрійовича «Розроблення кроссплатформної системи автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями», представлена на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення відповідає вимогам, що висуваються до кваліфікаційних наукових робіт, які встановлені відповідно наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», «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 № 44 від 12 січня 2022 р. зі змінами від 21.03.2022 р.), а її автор Антонюк Владислав Андрійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення.

Офіційний опонент

доцент кафедри інформатики та програмної інженерії,
факультету інформатики та обчислювальної техніки
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
кандидат технічних наук

 Андрій ГУБСЬКИЙ

Підпис Губського А.М. засвідчую.

Вчений секретар КПІ ім. Ігоря Сікорського



 Валерія ХОЛЯВКО