

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара
д.ф.-м.н., професору
Байбузу Олегу Григоровичу

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Гнатушенко Вікторії Володимирівни
на дисертаційну роботу **Антонюка Владислава Андрійовича**
на тему *«Розроблення кросплатформної системи автоматизації процесів
та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями»*,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації

Бурхливий розвиток комп'ютерних систем і технологій стає важливим чинником не тільки підвищення ефективності людської праці, звільнення її від об'ємних рутинних операцій, а й розвитку науки, техніки та суспільства загалом. Водночас у сучасному суспільстві по-різному оцінюють перспективи застосування сучасних технічних засобів для збирання, передавання, опрацювання та зберігання інформації.

Підходи до автоматизації процесів, технології зв'язку та автоматизації, а також виробничі стандарти мають бути належним чином пов'язані один з одним, забезпечуючи узгоджену технічну, синтаксичну та семантичну взаємодію. Слід зазначити, що сучасні мультимедійні комп'ютери володіють не тільки високими обчислювальними параметрами, а й також розвиненою системою відображення графічної інформації, підтримки звукових ефектів, додаткових зовнішніх пристроїв. Однак розвиток таких засобів інформатизації, як автоматизовані інформаційні системи на основі вдосконалення класичних компонентів комп'ютера і додавання нових, вичерпує себе. Нині ведуться пошуки принципово нових способів побудови обчислювальних систем, які будуть докорінно відрізнятися від ЕОМ і автоматизованих систем традиційної архітектури.

Система управління взаємодіє з людиною-оператором у режимі активного діалогу, в процесі якого людина виконує такі дії, як формування, редагування

та налагодження робочої програми, контроль справності обладнання, діагностування. Але в цій ситуації велике значення має людський фактор. Ухвалення відповідальних рішень все одно залишається за людиною.

Нині стає дедалі очевиднішим, що найперспективніший шлях підвищення якості інформаційних процесів у людській діяльності, соціумі - спільне використання можливостей людини і технічних засобів як інформаційних систем. Унаслідок цього стає актуальним завдання вивчення основних аспектів людино-машинної взаємодії.

Це визначає актуальність дисертаційної роботи Антонюка В.А., що полягає у розробці інструментального забезпечення системи автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Антонюка В.А. добре обґрунтовані завдяки коректному використанню математичного апарату, підтверджені успішною реалізацією і ефективним практичним впровадженням результатів досліджень, що продемонстрували узгодженість теоретичних розробок з реальними результатами.

Обґрунтованість наукових положень та висновків, викладених у дисертації, базується на детальному аналізі джерел з даної проблематики, чіткій постановці мети і завдань дослідження, застосуванні сучасних методів дослідження, а також проявляється у якісному і аргументованому формулюванні висновків.

Достовірність і обґрунтованість запропонованих методів і засобів підтверджується результатами експериментальних досліджень та коректним застосуванням методів, використаних під час виконання роботи. Наукові положення, висновки і рекомендації, викладені в дисертації, логічно випливають з отриманих результатів, поданих у чіткій і зрозумілій формі. Тому можна стверджувати, що висновки і практичні рішення, отримані у роботі, є коректними, достатньо обґрунтованими і можуть бути рекомендовані для використання для автоматизації процесів взаємодії з цифровими пристроями в різних предметних галузях..

Структура, обсяг роботи

Дисертація загальним обсягом 124 сторінки складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 103 найменувань.

Основний текст дисертації займає 98 сторінок. Робота містить 43 рисунки та 1 таблицю. Оформлення дисертації відповідає усім необхідним вимогам.

Характеристика роботи, новизна розроблених наукових положень

У вступі автором подано загальну характеристику дисертації, визначено актуальність теми, сформульовано мету дослідження, окреслено коло наукових та прикладних задач, розв'язання яких забезпечує реалізацію мети роботи, показана наукова новизна та практична цінність роботи. Наведено відомості про апробацію та публікації результатів досліджень.

У першому розділі дисертації автором ретельно аналізується література, присвячена програмним та архітектурним інструментам розробки систем автоматизації процесів та їх взаємодії з цифровими пристроями.

Висвітлено поняття графічного жесту, методи його розпізнавання та сфери застосування. Зазначено, що графічні ключі є актуальним напрямком у пошуку альтернативи традиційним засобам людино-машинної взаємодії та запропоновано застосовувати їх як засіб асоціації і швидкого пошуку макросів у системах автоматизації процесів та керування обладнанням, спираючись на асоціативне мислення користувачів. Під час оцінки програмних інструментів дисертантом виявлено обмежену гнучкість архітектурних рішень та інтерфейс наявних методів і інструментів.

Автор роботи зробив висновок про необхідність створення систем автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями та розроблення нової архітектури з метою забезпечення управління на основі графічних жестів, що поліпшить їх доступності та функціональності.

У другому розділі Антоноюком В.А. було виконано побудову загального алгоритмічного забезпечення системи. Алгоритм організації обчислювального процесу у розробленій системі, що дозволяє організувати робочі процеси, створення та відтворення макросів, ефективну реалізацію перехоплення подій.

Обрано два алгоритми розпізнавання графічних жестів: на основі порівняння швидкості та якості розпізнавання обрано алгоритму інтерполяції точок через його незалежність до намальованого жесту, та алгоритм розпізнавання декількох ліній одночасно для побудови більш складних графічних жестів.

Запропонована технологія застосування ІІІ для розуміння людської мови і автоматичної побудови макросів дозволяє користувачам будувати робочі процеси, описуючи лише вимоги до них, без необхідності поглиблюватись у знання програмування або навіть самої системи.

У третьому розділі автором була реалізовано програмне забезпечення розробленої системи «Draw& GO», яке надає інтуїтивний графічний інтерфейс, що включає перетягування компонентів для створення індивідуалізованих блок-схем процесів, зменшуючи навантаження на користувача та забезпечуючи гнучкість у вирішенні конкретних завдань. Ключовими елементами є макроси та макрокоманди, які вводяться через програмний засіб для автоматизації повторюваних дій. Ця концепція дозволяє користувачам ефективно маніпулювати процесами через візуальний інтерфейс, підвищуючи продуктивність роботи. Запропонована нова архітектура для програмних систем автоматизації процесів CleanMicrokernelArchitecture, яка поєднує в собі архітектуру мікроядра та чисту архітектуру, дозволяє динамічно підключати власні розширення, список доступних макросів. Завдяки запропонованій архітектурі вдалося видалити дублюючий код моделей та інтерфейсів, реалізувавши їх для кожної платформи.

Автором представлено 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.

У четвертому розділі виконано комплексний аналіз можливостей практичного застосування розробленої системи, яку можливо отримати за посиланням <https://drawgo.azurewebsites.net>. Інтеграції з комп'ютеризованими пристроями проведена на базі управління роботами-писесосами, плагін дозволяє користувачам створювати плани прибирання, керувати пристроєм дистанційно та отримувати інформацію про його стан. Особлива увага приділена використанню «Draw& GO» у навчальному процесі: за допомогою жестів викладачі можуть керувати презентаціями, малювати схеми та графіки у реальному часі, що значно покращує візуалізацію матеріалу та залучення студентів. Також надано детальну інструкцію користувача, яка описує покрокові дії для роботи з системою для кожного типу користувачів, надано інструкцію для звичайних користувачів, розробників та адміністраторів.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше 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.

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

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Прикладна цінність дисертації

Автором виконана практична апробація розробленого інструментарію для ефективної автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями. У її рамках, запропонована гнучка кросплатформена система «Draw& GO», яка доступна за посиланням <https://drawgo.azurewebsites.net> та яка може бути використана у промисловій сфері для управління виробничими процесами, інформаційних технологіях для моніторингу інфраструктури, системах «Розумний будинок» або «Smartcity» для управління міськими послугами тощо. Розроблена система дає можливість інтеграції зі сторонніми сервісами та гнучкості у налаштуванні дозволяють використовувати «Draw& GO» в контексті широкого діапазону ділових та особистих завдань.

Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових положень та результатів в опублікованих працях

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Антонюка Владислава Андрійовича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення».

У дисертаційній роботі чітко прослідковується авторський стиль подачі матеріалу та формування висновків. Аналіз структури та змісту дисертаційної роботи та наукових праць, що опубліковані автором, дозволяє стверджувати, що усі наукові та практичні результати отримані ним особисто і повною мірою опубліковані та апробовані. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Розроблення кросплатформної системи автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями». Розглянувши звіт за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Антонюка В.А. 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, має чітку структуру. Автор демонструє високий рівень майстерності у використанні мовленнєвого стилю та логічної організації тексту, а також вміння ефективно користуватися відомою термінологією. Представлені в роботі аспекти викликають позитивні враження та свідчать про високий науковий рівень дослідницької праці.

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 14 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на 10 наукових конференціях. Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження по роботі:

1. Автором при проведенні аналізу існуючих технологій та систем автоматизації процесів, взаємодії між людиною та машинами (розділ 1) по за увагою залишено важливе питання кількісної та якісної оцінки існуючого ПЗ.
2. У розділі 2. обмежено аргументовано вибір методів розпізнавання графічних жестів та визначення, що жест вважається розпізнаним, якщо точність перевищує 75% (стор. 53). Не наведено метрик оцінок точності розпізнавання зображень та обсяг виборки. Можливо, додання автором методів комп'ютерного зору та штучного інтелекту збільшило б ефективність розробки системи в цілому.
3. В роботі недостатньо описані особливості розробленого програмного забезпечення та блок-схем алгоритмів (Розділ 3. Програмне забезпечення системи «Draw&GO»), що ускладнює розуміння практичної цінності та новізни з порівнянням з існуючими системами розпізнавання рухів. Варто було б навести діаграми станів системи або схеми взаємозв'язків програмних модулів.
4. В роботі не проведено аналіз з виявлення програмних вразливостей налаштування системи «Draw&GO», а саме критичних вузлів на всіх етапах роботи алгоритму, які можуть привести до несанкціонованого втручання в роботу (розділ 4).
5. У четвертому розділі запропоновано практичне застосування кросплатформної системи автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями. Основна увага приділена інструкції користувача. На мій погляд, в недостатній мірі розкрито інтеграція з комп'ютеризованими пристроями та кросплатформність розробленої системи.
6. Лістинги розроблених програмних модулів не наведені у роботі, що утруднює змістову інтерпретацію розробленої системи. В тексті дисертації зустрічаються друкарські помилки та стилістичні вади.

Вважаю, що наведені зауваження мають окремий характер, не знижують високий науковий рівень та практичну цінність дисертаційної роботи і суттєво не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Загальна оцінка дисертаційної роботи.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Антонюка Владислава Андрійовича «Розроблення кросплатформної системи автоматизації процесів та взаємодії з комп'ютеризованими пристроями», 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 суттєве значення для галузі знань «Інформаційні технології». 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, а Антонюк Владислав Андрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань «Інформаційні технології» за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Офіційний опонент –

Завідувачка кафедри інформаційних технологій і систем
Українського державного університету
науки і технологій,
доктор технічних наук, професор



Вікторія ГНАТУШЕНКО

Підпис проф. В.В. Гнатушенка підтверджую

професор кафедри інформаційних технологій і систем



Шифр