

Голові разової спеціалізованої
вченої ради PhD 11818
Хмельницького національного університету
доктору технічних наук, професору
Олегу САВЕНКУ

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Алексова Сергія Вікторовича

на тему «Методи і засоби розпізнавання ситуації та підтримки прийняття рішень у кіберфізичній системі «Розумний будинок»», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми дисертації. Сучасна концепція кіберфізичної системи «Розумний будинок» передбачає створення архітектури, де всі сервіси безперешкодно інтегруються з мінімальними ресурсними витратами. Така система забезпечує раціональний розподіл ресурсів, зниження експлуатаційних видатків та пропонує користувачеві ергономічний інтерфейс управління. Важливою функцією кіберфізичної системи є здатність ідентифікувати як штатну активність, так і надзвичайні ситуації, реагуючи на них через взаємодію підсистем згідно з попередньо встановленими методами та алгоритмами.

Ця технологія докорінно змінює взаємодію людини з житловим середовищем – мешканець обирає стратегічний сценарій, а автоматичне ядро самостійно регулює параметри мікроклімату, освітлення та мультимедіа. Попри багатовекторність і складність внутрішніх процесів управління, власник звільняється від необхідності мати технічні знання у сфері програмування, оскільки взаємодія із системою здійснюється через інтуїтивно зрозумілий інструментарій, а всі критичні налаштування виконуються заздалегідь.

Проведений аналіз існуючих підходів виявив суттєвий недолік – більшість методів розпізнавання ситуацій та підтримки прийняття рішень орієнтовані на вузькоспеціалізовані завдання і не охоплюють житловий простір як єдине ціле.

Відтак, виникає потреба у створенні нових методів та засобів, здатних синхронно опрацьовувати дані від усіх трьох ключових керованих функцій. Пріоритетним завданням є забезпечення повної автономності кіберфізичної системи, де вона самостійно діагностує контекст, оцінює альтернативи та реалізує керуючі впливи без втручання людини.

Наразі вбачається наукова суперечність між об'єктивним запитом на комплексну інтелектуальну автономність житла та функціональною недосконалістю наявних методів ідентифікації подій. Вирішення цієї суперечності є актуальною науково-прикладною задачею, що полягає у розробленні методів і засобів розпізнавання ситуації та підтримки прийняття рішень у кіберфізичній системі «Розумний будинок». Такий підхід дозволить подолати фрагментарність існуючих рішень та забезпечить повноцінне функціонування «Розумного будинку» як цілісної інтелектуальної екосистеми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі комп'ютерної інженерії та інформаційних систем Хмельницького національного університету. Її зміст відповідає тематиці науково-дослідних робіт за держбюджетною темою Хмельницького національного університету «Система виявлення ЗПЗ та комп'ютерних атак в корпоративних мережах з використанням хибних об'єктів атак та пасток» (ДР № 0124U000980).

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

вперше розроблено:

1) сценарну модель управління параметрами мікроклімату, освітлення та мультимедіа у кіберфізичній системі «Розумний будинок». На відміну від існуючих підходів, що базуються на ізольованому або бінарному керуванні, запропонована модель реалізує комплексне прийняття автоматичних рішень для трьох груп керованих функцій одночасно. Важливою особливістю є інтеграція розрахунку необхідної кількості джерел світла для досягнення цільових показників. Модель дозволяє автоматично генерувати узгоджені керуючі впливи для різних типів приміщень, виходячи з ідентифікованого

контексту та вихідних параметрів системи;

2) комплекс методів прийняття рішень для управління освітленням, мікрокліматом та мультимедійним супроводом у кіберфізичній системі «Розумний будинок». На відміну від існуючих ізольованих підходів, запропоновані методи (що охоплюють регулювання температури, вологості, освітлення та рівня гучності) забезпечують синергетичний ефект у створенні оптимального житлового простору. Вони дозволяють реалізувати адаптивне управління освітлення з урахуванням затінення, підтримку стабільних тепло-вологісних показників та автоматичне обмеження гучності мультимедіа згідно із санітарними нормами, що суттєво підвищує рівень автономності й безпеки життєдіяльності мешканців;

удосконалено:

3) метод ініціалізації підсистеми розпізнавання ситуацій та підтримки прийняття рішень у кіберфізичній системі «Розумний будинок», що розглядається як комплексна процедура формування первинної бази знань. На відміну від традиційних підходів, обмежених налаштуванням часових або порогових констант, запропонований метод забезпечує багатофакторну підготовку системи – від синхронізації часових параметрів у режимі soft real-time та семантичного маркування зон приміщення до врахування технічних характеристик обладнання й цільових пріоритетів комфорту. Це створює необхідний інформаційний базис для подальшого ситуаційного аналізу та автономного прийняття узгоджених рішень, адаптованих до потреб мешканців уже на старті роботи системи;

набула подальшого розвитку:

4) архітектура підсистеми розпізнавання ситуацій та прийняття рішень щодо освітлення, мікроклімату й мультимедіа у кіберфізичній системі «Розумний будинок». На відміну від існуючих вузькоспеціалізованих рішень, орієнтованих на локальне керування окремими підсистемами, запропонована архітектура реалізує комплексний та узгоджений підхід до управління трьома ключовими доменами комфорту. Вона забезпечує автоматичне формування й підтримку оптимальних умов життєдіяльності через синергетичний аналіз та

крос-системне коригування параметрів на базі уніфікованих сценаріїв, що трансформує систему з інструменту моніторингу в інтелектуальну платформу ситуаційного управління.

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи Алексова С.В. достатньо обґрунтовані коректним використанням математичного апарату, підкріплені успішною реалізацією, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень, яке продемонструвало збігання теоретичних досліджень з реальними результатами. При розв'язанні поставленої науково-прикладної задачі використовувались аналіз та синтез, методи аналізу та моделювання процесів, принципи сценарного моделювання, теоретико-множинні підходи, методи концептуального моделювання, апарат модельно-орієнтованих підходів, принципи загальної теорії систем та системного аналізу, принципи побудови баз знань та формування логічного висновку, загальні принципи створення кіберфізичних систем, методи емпіричного дослідження.

Обґрунтованість наукових положень та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, є достатньою і базується на детальному аналізі джерел за даною проблемою, чіткій постановці задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, правильним застосуванням математичного апарату при теоретичному розгляді наукових положень дисертації, а також проявляється у якісному та аргументованому формулюванні висновків.

Достовірність та обґрунтованість запропонованих методів і засобів підтверджується результатами експериментальних досліджень та коректним застосуванням методів, які були використані під час виконання роботи.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, логічно випливають із результатів, отриманих за допомогою чітких викладок. Тому можна стверджувати, що висновки та практичні рішення, отримані у роботі, коректні, достатньо обґрунтовані.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання 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

Алексова С.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти та освітньо-науковій програмі ХНУ «Комп'ютерна інженерія» за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям комп'ютерної інженерії.

Розглянувши результати перевірки дисертаційної роботи, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Алексова Сергія Вікторовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність результатів дослідження полягає у доведенні теоретичних положень до етапу програмно-апаратної реалізації та їх успішному впровадженні у діяльність профільних підприємств. Розроблена підсистема розпізнавання ситуацій та прийняття рішень щодо освітлення, мікроклімату та мультимедіа для кіберфізичної системи «Розумний будинок» забезпечує формування висококомфортного, адаптивного житлового простору. Завдяки переходу від пасивного моніторингу до проактивного ситуаційного управління, система отримує здатність автономно ініціювати дії без безпосередніх команд мешканця. Це гарантує цілісну корекцію параметрів житлового середовища, створюючи персоналізоване середовище, що відповідає сучасним санітарно-гігієнічним нормам та суттєво підвищує якість життя.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у: ТОВ «Деймос»; ГО «ІТ Кластер м. Хмельницького»; у навчальному процесі Хмельницького національного університету та Воєнної академії імені Євгенія Березняка; при виконанні держбюджетної теми Хмельницького національного університету.

Мова та стиль викладення результатів. Дисертаційна робота написана українською мовою. Дисертація написана логічно, доступно, на високому технічному рівні з використанням сучасної термінології. Матеріали дисертаційної роботи викладено послідовно, доступно для розуміння і сприйняття. Стиль мовлення задовольняє вимоги до текстів науково-технічного

змісту. Текст дисертації в достатній мірі проілюстрований таблицями та рисунками. Здобувач використовує загальноприйняту термінологію. Дисертаційна робота має логічну структуру.

Дисертація складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 150 найменувань на 15 сторінках та 2 додатків на 9 сторінках. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 194 сторінки друкованого тексту, з них 150 сторінок основного тексту. Дисертація містить 10 рисунків та 20 таблиць.

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. Основні результати дисертації опубліковані у 9 наукових працях, серед яких 6 статей у фахових наукових журналах України, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України категорії Б; 3 публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації (статті в матеріалах конференцій, що індексуються в наукометричній базі Scopus).

Також результати дисертації були апробовані на трьох міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях та семінарах, а саме: 4th International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security IntellTSIS-2023 (м. Хмельницький, Україна, 2023); 2023 IEEE 13th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (м. Афіни, Греція, 2023); 2024 IEEE International Scientific and Technical Conference “Computer Science and Information Technologies” (м. Львів, Україна, 2024).

Сумарно опубліковані праці віддзеркалюють повноту викладу результатів дисертаційної роботи. Науковий рівень публікацій – високий. У всіх публікаціях здобувачем дотримано принципів академічної доброчесності.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. У роботі недостатньо розглянуто питання кібербезпеки у контексті MQTT протоколу, який можна використовувати для несанкціонованого доступу у мережу розумного будинку.

2. MQTT протокол має клієнт-серверну архітектуру. У роботі не показано де фізично розташовується MQTT-broker (сервер) та який пристрій використовується для цього.

3. У роботі недостатньо розглянуто питання енергозберігання у контексті розробки програмного забезпечення з урахуванням особливостей NodeMCU ESP32 (наприклад, режим сну).

4. Не розглянуто питання сегментації розумного будинку з використанням технологій edge/fog computing, де первинна обробка даних (наприклад, виділення корисного сигналу на фоні шуму з використанням простих алгоритмів ШП) відбувається на мікроконтролерах, які збирають інформацію з сенсорів.

5. У назвах підрозділів (3.2), (3.3), (3.4), (4.1) та (4.2) використовуються посилання на літературу ([79, 83], [78, 82], [80, 84], [81], [81], відповідно), що, з погляду опонента, не є загальноприйнятою практикою. У формулі (2.1) і далі в роботі використовується змінна S_c , але після формули розшифровується змінна S , що є друкарською помилкою.

Однак зазначені зауваження не є принциповими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової та практичної цінності.

Висновок про дисертаційну роботу. Вважаю, що дисертаційна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії Алексова Сергія Вікторовича на тему «Методи і засоби розпізнавання ситуації та підтримки прийняття рішень у кіберфізичній системі «Розумний будинок»» 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 галузі 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 (із змінами).

Здобувач Алексов Сергій Вікторович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Офіційний опонент:

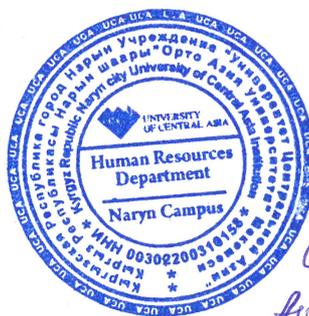
професор кафедри комп'ютерних наук

Університету Центральної Азії

(Киргизька Республіка),

доктор технічних наук, професор

Дмитро ЗУБОВ



Gulzina Esengulova
Assistant manager, HR