

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Гаваньо Богдана Івановича
«Методи та засоби оцінювання стану людини в медичних
кіберфізичних системах»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

Актуальність теми дисертації

Останніми роками активно розвивається сфера засобів моніторингу параметрів стану людського організму. З розвитком технологій такі засоби стають все складнішими і вже не просто здійснюють виміри якихось параметрів, а й можуть здійснювати їх накопичення, попередню обробку та передачу на інші пристрої для подальшої більш глибокої обробки та аналізу. Вони впроваджуються як у побутовій сфері (різноманітні фітнес трекери, пульсометри, оксиметри тощо), так і, очевидно, у клінічній медицині, де таких пристроїв стало надзвичайно багато і вже неможливо уявити сучасні лікарні без комплексних обстежень з використанням різноманітних систем сенсорів, систем моніторингу та контролю стану пацієнта. Такі системи стали доволі складними і забезпечують виконання досить широкого набору функцій – вони перетворюються на кіберфізичні системи, які інтегрують у собі можливості вимірювання, оцінювання, зберігання та комунікації для управління і взаємодією з фізичними об'єктами. Однак, зважаючи на різноманітність сенсорів, які використовуються, широкий спектр виробників обладнання та систем управління ним, величезні об'єми інформації, яку потрібно обробляти, високу ціну помилки тощо, на даний момент відсутні єдиний підхід та стандарти побудови медичних кіберфізичних систем. Як наслідок, є актуальними науково-прикладні задачі пов'язані з вдосконаленням побудови таких систем, забезпечення їх надійності, відмовостійкості, побудови ефективних алгоритмів оцінювання стану людини тощо. Тому дослідження, присвячені розробленню методів та засобів оцінювання стану людини в медичних кіберфізичних системах, є актуальними.

Дисертаційна робота відповідає науковому напряму кафедри електронних обчислювальних машин Національного університету «Львівська політехніка»: «Питання теорії, проектування та реалізації комп'ютерних систем та мереж, а також комп'ютерних засобів, вузлів, приладів і пристроїв вимірювальних, інформаційних, керуючих, телекомунікаційних та

кіберфізичних систем”.

Дослідження проводилось в рамках роботи над проектом “Applications mobiles pour la surveillance 24h /24 de la fonction pulmonaire chez les patients atteints de COVID-19” за фінансування грантом L’Agence universitaire de la Francophonie AUF по знаходженню шляхів боротьби з COVID-19.

Отримані в ході дослідження результати апробовано на міжнародних наукових семінарах, науково-практичних та наукових конференціях:

1. А. О. Мельник, Ю. В. Морозов, Б. І. Гаваньо, П. А. Гупало. Мобільні додатки для цілодобового віддаленого моніторингу лікарями функцій легень пацієнтів // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій : тези доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції, 07–09 жовтня 2020 р., м. Запоріжжя. – 2020. – С. 83–84
2. Мельник А. О., Морозов Ю. В., Гаваньо Б. І. HealthyLungs: mobile applications for round-the-clock remote monitoring of lung function in patients with COVID-19 // Advanced computer information technologies, ACIT’2021 : proceedings of the 11th International conference (Deggendorf, Germany, September 15-17, 2021). – 2021. – С. 554–559
3. Havano B. Problems of privacy and security in cyber physical systems of intellectual houses / Bohdan Havano // Litteris et Artibus : proceedings, 23–25 November 2018 (10th International academic conference “Computer science & engineering 2018”), Lviv. — Lviv : Lviv Politechnic Publishing House, 2018. — P. 58–59.
4. Havano Bohdan, Kytsun Hennadiy, Tkachyk Oleksandr. Web-server cross-site request forgery protection // Perspectives of science and education : proceedings of the 7th International youth conference, 10th May, 2020 New York, USA. – 2020. – С. 9–16
5. Valerii Hlukhov, Bohdan Havano. Principles of Digital Quantum Coprocessor Based on a FPGA, which Operates under the Control of a Classical Computer // 2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT). IEEE, 2019, p. 191-194

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій

Основні теоретичні положення дисертації отримані шляхом коректного застосування методів системного аналізу, теорії прийняття рішень, теорії ймовірностей та обчислювальної математики, теорії комп’ютерних систем і мереж, теорії кіберфізичних систем, теоретичного методу побудови інформаційних систем тощо. Відповідність та обґрунтованість результатів

досліджень підтверджуються граничними переходами до відомих окремих випадків, отриманих в рамках інших теоретичних підходів; впровадженням результатів досліджень; достатньою кількістю публікацій у виданнях, що входять до переліку фахових видань з технічних наук в Україні і за кордоном; виступами на наукових конференціях національного та міжнародного рівня.

Враховуючи методику виконання дисертаційного дослідження, кількісне та якісне опублікування матеріалів дисертації, а також їхнє широке обговорення на міжнародних науково-практичних конференціях, наукових семінарах кафедри інформаційних систем та мереж, вважаю, що наукові положення, висновки і рекомендації, що містяться в дисертаційній роботі, є обґрунтованими та достовірними.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження

У дисертаційній роботі проведення дослідження з метою вирішення науково-прикладної задачі розроблення методів та засобів оцінювання стану людини в медичних кіберфізичних системах. Основними новими науковими результатами є:

- розроблена архітектурно-інформаційна модель оцінювання стану людини на основі мікросервісної архітектури в медичних КФС, яка, на відміну від відомих моделей, дозволяє одночасно забезпечити масштабування, відмовостійкість та підвищення швидкодії оцінювання стану людини;

- вдосконалені методи та алгоритми оцінювання стану організму людини в медичних КФС, зокрема, метод виявлення критичних показників та алгоритми класифікації пацієнтів і діагностики захворювань, шляхом обчислення агрегованої оцінки життєвих показників стану людини та класифікації пацієнтів на її основі, що дає можливість пришвидшити побудову зв'язків між кластеризованими пацієнтами;

- запропоновано засіб організації виконання сервісів оцінювання стану людини, який дає можливість виконувати ці сервіси незалежно і паралельно один від одного, що дає можливість пришвидшити процес оцінювання стану людини, виконуючи функції сервісів без очікування результатів обробки інформації іншими сервісами.

Практичне значення результатів дисертації

На основі розроблених методів та засобів оцінювання стану людини в медичних кіберфізичних системах створене програмне забезпечення, яке може бути застосованим при створенні медичних кіберфізичних систем та систем автоматизованого управління на основі безкабельних сенсорів.

Основні результати теоретичних досліджень дисертації впроваджено в навчальний процес студентів базового напрямку “Комп’ютерна інженерія” Національного університету “Львівська політехніка” у лабораторний практикум з курсу “Автоматизоване проектування комп’ютерних та кіберфізичних систем”; при виконанні науково-дослідницького проекту “Applications mobiles pour la surveillance 24h /24 de la fonction pulmonaire chez les patients atteints de COVID-19” за фінансування AUF. Про що є акт провадження.

Аналіз змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і містить нові наукові положення, висновки та рекомендації з підтвердженням практичним значенням. Структурно складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури і додатків, а також містить анотацію і зміст.

У вступі подано загальну характеристику дисертаційної роботи, де обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і завдання дисертаційного дослідження, визначено об’єкт, предмет та методи дослідження, встановлено наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення. Крім цього, вказано особистий внесок здобувача, апробацію положень дисертаційної роботи на наукових та науково-практичних конференціях, а також зазначено кількість наукових публікацій за темою дисертації та структуру і обсяг дисертаційної роботи.

У першому розділі подано аналіз наукових джерел, дотичних до теми дослідження, проведено порівняльний аналіз існуючих медичних кіберфізичних систем, проаналізовано їх архітектурні та функціональні особливості, принципи зберігання даних та підходи до оцінювання стану організму людини.

Другий розділ дисертаційної роботи містить модель обробки інформації в медичних КФС, яка базується на основі мікросервісної архітектури, де кожен засіб є у вигляді мікросервісу. Запропоновано метод виявлення критичних подій в системі, який базується на одному з найбільш використовуваних посібників EWS та агрегованій оцінці життєвих показників стану людини. Запропоновано алгоритм класифікації пацієнтів та алгоритм діагностики захворювань.

У третьому розділі розглянуто структуру медичної кіберфізичної системи. Запропоновано архітектурно-інформаційну модель обробки інформації, яка базується на моделі обробки даних, в основі якої лежить мікросервісна архітектура з використанням API шлюзу. Описано функціональні елементи моделі обробки, результатом взаємодії яких є

оцінювання стану людини в медичній кіберфізичній системі. Описано бізнес логіку роботи медичної КФС, зокрема, систему зв'язків та залежностей елементів бізнес-даних та правил обробки цих даних.

У четвертому розділі описано реалізацію серверного програмного забезпечення медичної кіберфізичної системи, яке базується на запропонованій архітектурно-функціональній моделі обробки інформації. Реалізовано засіб автентифікації та авторизації користувачів; сервіс декларування фонових задач; засіб сповіщення про події; засіб виявлення критичних показників, в основі якого лежить запропонований метод виявлення критичних показників; засіб, який включає адаптовані алгоритми класифікації пацієнтів та діагностики захворювань; засоби обробки та агрегації вимірних показників. Описано принципи організації зберігання даних в реалізованій медичній кіберфізичній системі, з використанням сховищ різного типу, в залежності від потреби засобів обробки інформації. Описано принцип роботи медичної кіберфізичної системи «HealthyLungs», в якій впроваджувались запропоновані методи, засоби та модель обробки інформації.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації

Повнота викладу результатів дисертаційного дослідження забезпечується публікацією результатів в рецензованих міжнародних та вітчизняних періодичних наукових виданнях, а також доповідями на наукових та науково-практичних фахових конференціях.

Гаваньо Б.І. є автором 11 наукових публікацій, в яких повністю відображені основні результати дисертації, з них: 4 статті у наукових фахових виданнях України; 2 публікації у наукових виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз (з них 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави); 1 стаття у науковому періодичному виданні України, 3 тези доповідей та матеріали конференцій. Отримано 1 патент на корисну модель.

Відсутність порушення академічної доброчесності

Результати перевірки дисертації та наукових публікацій Гаваньо Б.І. свідчать про відсутність ознак текстових запозичень та фальсифікацій. Текст дисертації містить посилання як на власні публікації, так і на публікації інших авторів. Таким чином, можна констатувати відсутність порушення академічної доброчесності в дисертаційній роботі Гаваньо Б.І.

Зауваження до дисертації

Під час аналізу тексту дисертаційної роботи виявлено ряд зауважень та дискусійних моментів:

1. У першому розділі дисертації проведено описовий доволі широкий порівняльний аналіз існуючих платформ, систем та рішень для моніторингу і контролю стану параметрів організму людини. Доцільніше було б навести цей аналіз структуровано (наприклад, у формі таблиці чи схеми) за визначеними критеріями (архітектурою, функціоналом тощо).
2. У розділі 1.2. наведено перелік вимог до медичних кіберфізичних систем. Однак, відсутнє обґрунтування цих вимог.
3. Незрозуміла доцільність наведення в дисертації деталізованого опису баз даних NoSQL та NewSQL (розділ 1.3).
4. У розділі 2.4 дисертації автором запропоновано алгоритм класифікації пацієнтів на основі адаптованого алгоритму K-means. При цьому відсутнє обґрунтування чому для адаптації вибрано саме алгоритм K-means, а також не зрозуміло який ефект (виграш) дає адаптація.
5. У розділі 2.5 відсутнє обґрунтування вибору адаптованого алгоритму Association rule learning для процесу діагностики захворювань.
6. Незрозуміла доцільність використання цифрового квантового співпроцесора на ПЛІС для виконання квантової версії адаптованого алгоритму K-means (ст. 117) для класифікації пацієнтів та діагностики захворювань.
7. В роботі доцільно було б навести числові чи якісні оцінки розроблених алгоритмів та рішень в порівнянні з існуючими.
8. В тексті зустрічаються різні терміни, які автор використовує для опису одного і того ж поняття: «датчик» - «сенсор», «поточний» - «біжучий», «надзвичайний» - «екстренний» тощо, що є некоректно і в окремих випадках ускладнює розуміння матеріалу.
9. В тексті роботи зустрічається доволі багато граматичних та стилістичних помилок. Автор дещо зловживає текстовим (словесним) описом, наприклад, при порівняльному аналізі рішень чи описі алгоритмів, що, загалом, не є характерним для науково-технічних текстів і може призвести до ускладнення розуміння матеріалу.

Наведені зауваження не зменшують теоретичної та практичної цінності отриманих результатів і не впливають на загальну позитивну оцінку

дисертації.

Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України

Дисертаційна робота Гаваньо Б.І. «Методи та засоби оцінювання стану людини в медичних кіберфізичних системах» є завершеною науковою працею, яка за сукупністю отриманих теоретичних і прикладних результатів вирішує актуальну науково-прикладну задачу розроблення методів та засобів оцінювання стану організму людини та відповідає вимогам МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Дисертаційна робота відповідає вимогам порядку проведення експерименту з присудження доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019р. № 167), які висуваються до робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її автор, Гаваньо Богдан Іванович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія», галузь знань 12 «Інформаційні технології».

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри інформаційних технологій,
проректор з науково-педагогічної роботи
ПЗВО «ІТ СТЕП Університет»



Т.Є. Рак