

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Лебедевої-Дичко Анастасії Сергіївни
на тему «Методи проєктування гібридних систем позиціонування об'єктів на
промислових майданчиках», представлену на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертації. Сучасні промислові підприємства дедалі більше потребують ефективних рішень для забезпечення оперативного моніторингу місцезнаходження персоналу, техніки та матеріальних. Особлива складність при використанні систем позиціонування спостерігається в умовах промислових майданчиків, де на точність істотно впливають низка специфічних факторів. Серед таких факторів – наявність багатопроменевості і екранування радіосигналів, наявність значного рівня електромагнітних завад, створених роботою промислового обладнання, нестабільність радіочастотного середовища та відсутність стаціонарних орієнтирів.

Особливої значущості дослідження набувають у контексті сучасних викликів, пов'язаних із підвищенням вимог до безпеки праці, контролю доступу у небезпечні зони, оптимізації виробничих процесів та розвитку концепцій Industry 4.0.

Слід відзначити, що наявні наукові розробки в цій галузі здебільшого орієнтовані або на окремі технології позиціонування, або не враховують специфіку динамічної просторової конфігурації промислових об'єктів. Розробка методів та моделей проєктування гібридних систем позиціонування, з урахуванням оптимізації структури сенсорної мережі та процесів збору, зберігання й обробки даних, є своєчасним і практично значущим науковим завданням.

Отже, дисертація, що надана на рецензування повністю відповідає сучасним потребам науки та практики, має високу інноваційну складову, а результати дослідження мають реальний потенціал для впровадження у промислових підприємствах різних галузей економіки.

За мету в роботі було поставлено: підвищення ефективності гібридних систем

позиціонування об'єктів шляхом розроблення моделей і методів проєктування, що забезпечують оптимальне формування структури сенсорної мережі та вдосконалення процесів збору, зберігання й обробки даних з урахуванням збалансованого співвідношення вартості, точності та надійності в умовах промислових майданчиків із динамічно змінною просторовою конфігурацією."

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі було передбачено вирішення комплексу взаємопов'язаних завдань. Зокрема, здійснено аналіз структури систем позиціонування об'єктів і визначено етапи проєктування, що потребують удосконалення для підвищення точності та надійності визначення координат. Проведено комплексний аналіз сучасних глобальних і локальних технологій позиціонування в умовах промислових майданчиків з високим рівнем завад. Розроблено метод розрахунку координат із використанням фільтру шумів, що підвищує якість позиціонування у динамічно змінному середовищі. Визначено критерії та розроблено методику вибору технологій для побудови гібридних систем позиціонування. Вдосконалено метод геометричної дискретизації простору промислового майданчика з урахуванням змін його конфігурації. Розроблено метод оптимізації структури сенсорної мережі гібридної системи та технологію її проєктування з урахуванням можливостей масштабування, адаптації до змін середовища та ефективної обробки великих обсягів даних. Запропоновано архітектурний патерн гібридної системи позиціонування з динамічною конфігурацією апаратного забезпечення та використанням алгоритмів паралельних обчислень для забезпечення продуктивної обробки інформації.

Об'єктом дослідження виступає процес проєктування систем позиціонування об'єктів на промислових майданчиках із динамічно змінною просторовою конфігурацією.

Предметом дослідження є методи проєктування гібридних систем позиціонування об'єктів на промислових майданчиках з динамічною просторовою конфігурацією.

Наукова новизна отриманих в дисертаційній роботі результатів полягає у тому, що:

- отримав подальший розвиток метод розрахунку координат об'єкта, який на відміну від існуючих поєднує дані, що отримані глобальними та локальними технологіями позиціонування, з використанням фільтру для згладжування шумів та надає можливість підвищити точність та надійність позиціонування об'єктів на промислових майданчиках з динамічною просторовою конфігурацією;

- отримав подальший розвиток метод розробки геометричної моделі дискретизації промислового майданчика, що на відміну від існуючих враховує рівень критичності щодо покриття сигналу та надає можливість адаптації параметрів системи позиціонування до умов динамічної зміни конфігурації, безпекових вимог;

- вперше розроблено метод оптимізації сенсорної мережі у гібридній системі позиціонування об'єктів на промислових майданчиках з динамічною просторовою конфігурацією, що на відміну від існуючих враховує рівень критичності зон, радіус дії сенсорів та вимоги до точності, економічно доцільності та надає можливість ефективного масштабування системи та забезпечує її мобільність;

- вперше запропоновано технологію проєктування гібридної системи позиціонування об'єктів з можливістю масштабування, що на відміну від існуючих формує багаторівневу архітектуру та враховує необхідність адаптації до змін середовища, оптимізації витрат на розгортання інфраструктури, обробку та візуалізацію великих даних.

Практична цінність отриманих результатів дисертаційної роботи полягає у можливості їх ефективного використання під час проєктування та впровадження гібридних систем позиціонування на промислових майданчиках із динамічно змінною конфігурацією. Запропоновані моделі та методи забезпечують оптимальне розміщення сенсорної мережі, підвищують адаптивність систем до змін виробничого середовища та сприяють зниженню витрат на створення й експлуатацію інфраструктури позиціонування.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання підвищення ефективності систем позиціонування об'єктів на промислових майданчиках шляхом розроблення моделей і методів проєктування сенсорної мережі та процесів збору, зберігання й обробки даних, з урахуванням оптимального балансу між точністю,

надійністю та вартісними обмеженнями для застосування в умовах динамічно змінної просторової конфігурації.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Структура роботи є логічною, чітко побудованою, забезпечує послідовне розкриття теми дослідження та досягнення поставленої мети.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено об'єкт, предмет, мету та завдання дослідження, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

У першому розділі проведено аналіз сучасного стану проблеми проєктування систем позиціонування об'єктів на промислових майданчиках, розглянуто технологічні аспекти глобальних та локальних систем позиціонування, методи збору, обробки й передачі даних, а також методи оптимізації структури сенсорної мережі.

Другий розділ присвячено дослідженню впливу зовнішніх факторів на точність функціонування систем позиціонування у складних умовах промислового середовища. Надано комплексний аналіз різних технологій, їх стійкості до завад та здатності забезпечувати необхідний рівень точності.

У третьому розділі розроблено математичні моделі та методи для оптимізації структури сенсорної мережі гібридної системи позиціонування. Особливу увагу приділено використанню геометричної дискретизації простору, застосуванню еволюційного алгоритму та методу координатного спуску.

Четвертий розділ містить запропоновану технологію проєктування гібридної системи позиціонування, опис архітектурного патерна системи, підходи до обробки великих обсягів даних із використанням паралельних обчислень, а також методику вибору технологій залежно від специфіки промислового майданчика.

Висновки роботи узагальнюють результати дослідження, демонструють досягнення поставленої мети та повноту розв'язання визначених завдань.

Зміст дисертації повністю відповідає заявленій темі, підтверджує наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

Наукові результати дисертації висвітлені у 3 наукових публікаціях здобувача

серед яких: 3 статті у наукових фахових виданнях України, що належать до категорії Б за спеціальністю 122 – «Комп’ютерні науки», а також 3 тез доповідей на науково-практичних конференціях.

Результати дисертаційного дослідження були оприлюднені на таких наукових конференціях:

- Romaniuk D., Lebedieva-Dychko A., Shilo G., Pysarskyi A., Shaptala S. Indoor and Outdoor Positioning Technology at the Industrial Enterprises. Тиждень науки–2020. Збірник тез доповідей щорічної науково-практичної конференції серед студентів, викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 13–17 квітня 2020. С. 58–60.

- Shilo G., Romaniuk D., Pysarskyi A., Lebedieva-Dychko A. Cost-Effective Indoor Positioning Using IoT Solutions. Proceedings of the 5th IEEE International Symposium on Smart and Wireless Systems (SWS IDAACS). 2020. Dortmund, Germany.

- Lebedieva-Dychko A., Shilo G. Outdoor Positioning for Industrial Workplace. Proceedings of the 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems Microelectronics (CADSM). 2023. IEEE. DOI: 10.1109/CADSM58174.2023.10076493.

У всіх публікаціях були дотримані принципи наукової доброчесності.

Наукові результати описані в дисертаційній роботі висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У першому розділі дисертації не проведено аналіз та обґрунтування вибору існуючих методів організації паралельної обробки даних у системах позиціонування для побудови архітектури з високошвидкісною обробкою даних гібридної сенсорної мережі.

2. У п 3.3 не достатньо обґрунтовано вибір покрокової оптимізації для вирішення задачі покриття промислового майданчика. Зокрема, не вистачає порівняльного аналізу обмежень алгоритму покрокової оптимізації з альтернативними підходами, такими як градієнтний спуск, що може бути використаний для розв’язання такого класу задач.

3. У пункті 4.1 було б доцільно розглянути, як зміна типу та кількості технологій у гібридній системі позиціонування впливає на архітектуру системи в цілому.

4. У пункті 4.2 в архітектурі гібридної системи позиціонування доцільно було б надати чітку методику паралельної обробки даних у системі, зокрема способів синхронізації потоків даних від різних типів сенсорів та інтеграції механізмів кешування для підвищення ефективності роботи системи в реальному часі.

5. На рисунках 4.1, 4.3 розмір шрифту ускладнює сприйняття інформації.

6. Відсутні рисунки, що представляють концептуальні моделі для збереження даних в довготривалих та архівних сховищах.

Висновок про дисертаційну роботу.

В цілому, зазначені зауваження не є визначальними та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Лебедєвої-Дичко Анастасії Сергіївни на тему «Методи проектування гібридних систем позиціонування об'єктів на промислових майданчиках», представлена на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», є завершеним науковим дослідженням, яке відповідає вимогам «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 №44 від 12 січня 2022 року, та вимогам до оформлення дисертації. Її авторка Лебедєва-Дичко Анастасія Сергіївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Рецензент:

к.ф.-м.н., доцент,

завідувач кафедри програмної інженерії

Запорізького національного університету

Андрій ЛІСНЯК