

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.

У сучасних умовах підвищених вимог до безпеки виробничих процесів, контролю переміщень об'єктів, а також ефективного управління ресурсами, питання побудови точних та економічно вигідних систем позиціонування на промислових майданчиках набуває особливої актуальності. Промислові об'єкти характеризуються значною кількістю чинників, які впливають на точність визначення просторового положення об'єктів. До них належать складна і динамічно змінна структура виробничого середовища, велика кількість інженерних конструкцій, наявність різноманітних перешкод для передачі сигналів та складні умови для надійної роботи існуючих систем позиціонування. У таких умовах забезпечення стабільної та точної роботи систем позиціонування є серйозним інженерним викликом.

У цих умовах надзвичайно важливим є оптимальне проєктування сенсорної мережі, яка дозволить забезпечити неперервний, точний та надійний моніторинг об'єктів у реальному часі, а також адаптацію системи до змін виробничого середовища без необхідності повного перепроєктування інфраструктури. Оптимальна структура сенсорної мережі дозволяє значно знизити витрати на впровадження та обслуговування системи, забезпечити її масштабованість, а також підвищити ефективність обробки і зберігання даних.

Розробка методів оптимізації структури сенсорної мережі у гібридних системах позиціонування є на сьогодні одним із ключових завдань у сфері побудови систем моніторингу для промислових підприємств і має вагоме практичне значення для широкого кола застосувань у промисловості, будівництві та сфері безпеки.

Серед головних завдань дослідження авторкою були визначені такі напрями: аналіз структури систем позиціонування об'єктів та етапів їх проєктування; проведення комплексного аналізу сучасних глобальних та локальних технологій позиціонування в умовах промислового середовища; розроблення методу розрахунку

координат об'єктів із застосуванням фільтрації шумів; визначення критеріїв та створення методики вибору технологій для гібридних систем позиціонування; вдосконалення методу геометричної дискретизації простору майданчика; розроблення методів оптимізації структури сенсорної мережі; створення технології проєктування гібридної системи позиціонування з урахуванням вимог до масштабованості та ефективної обробки великих обсягів даних; розроблення архітектурного патерна гібридної системи з динамічною конфігурацією апаратного забезпечення та використанням алгоритмів паралельної обробки.

Враховуючи вищенаведене, дисертаційна робота А.С. Лебедевої-Дичко є актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- отримав подальший розвиток метод розрахунку координат об'єкта, який на відміну від існуючих поєднує дані, що отримані глобальними та локальними технологіями позиціонування, з використанням фільтра 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 дискретизації геометричної моделі 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, який враховує рівень критичності зон, радіус дії сенсорів та вимоги до точності, економічності доцільності та надає можливість ефективного масштабування системи та забезпечує її мобільність;

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

Достовірність результатів забезпечена використанням сучасних теоретичних підходів до аналізу та проєктування систем позиціонування, проведенням комплексних експериментальних досліджень у реальних умовах промислових майданчиків, застосуванням математичного моделювання та апробацією розроблених

моделей і методів на практиці.

Наукові положення, висновки та рекомендації обґрунтовані, базуються на сучасних вітчизняних та зарубіжних джерелах, а також на результатах власних теоретичних і практичних досліджень. Авторка використала актуальні наукові публікації, міжнародний досвід у сфері побудови систем позиціонування та методів оптимізації, що забезпечує високий рівень аргументованості отриманих висновків. Проведені експериментальні дослідження, моделювання та практичне впровадження розроблених підходів на промислових підприємствах додатково підтверджують достовірність та прикладну значущість отриманих результатів.

У дисертації здобувачка запропонувала нові підходи до проєктування гібридних систем позиціонування об'єктів на промислових майданчиках, які передбачають оптимізацію структури сенсорної мережі з урахуванням рівнів критичності зон, геометричної дискретизації простору та вимог до точності, надійності та економічної доцільності. Розроблено метод фільтрації шумів для підвищення точності визначення координат, методику вибору технологій позиціонування залежно від специфіки виробничого середовища, а також архітектурний патерн гібридної системи, що забезпечує її масштабованість, гнучкість та ефективність обробки великих обсягів даних.

Дослідження та отримані в роботі результати мають важливе теоретичне та практичне значення. Запропоновані моделі, методи та технологія до проєктування гібридних систем позиціонування дозволяють підвищити ефективність та надійність таких систем у складних умовах промислових майданчиків. Практична цінність підтверджується впровадженням розроблених рішень на реальних об'єктах, а також можливістю їх широкого застосування для моніторингу переміщення персоналу, техніки та матеріальних ресурсів у промисловості, будівництві, сфері безпеки та інших галузях.

Отже, в дисертаційній роботі поставлено наукове завдання підвищення ефективності систем позиціонування об'єктів на промислових майданчиках шляхом розроблення моделей та методів оптимального проєктування сенсорної мережі, вдосконалення процесів збору, зберігання та обробки даних з урахуванням динамічної просторової конфігурації, специфічних виробничих умов і вимог до точності, надійності та економічної доцільності. Поставлене завдання в дисертаційній роботі вирішено, а отримані результати мають наукове і практичне значення.

Оцінка змісту дисертації та її основних положень.

Дисертація складається з анотації українською та англійською мовами, переліку

публікацій здобувачки за темою роботи, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У вступі визначено актуальність теми, обґрунтовано вибір напрямку дослідження, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, розкрито наукову новизну та практичну значущість результатів, наведено дані щодо апробації роботи та її структури.

У першому розділі представлено аналіз сучасного стану проблеми проектування систем позиціонування об'єктів на промислових майданчиках, виконано огляд технологій позиціонування та методів збору, обробки і передачі даних, а також розглянуто методи багатокритеріальної оптимізації для задач розміщення сенсорів.

Другий розділ присвячено дослідженню впливу зовнішніх факторів на точність та стабільність роботи систем позиціонування у складному промисловому середовищі. Розглянуто ефективність застосування різних технологій позиціонування в умовах промислових майданчиків.

У третьому розділі викладено математичні моделі та методи для оптимізації структури сенсорної мережі у гібридних системах позиціонування, зокрема розроблено підходи на основі геометричної дискретизації простору і використання еволюційних метабістків.

Четвертий розділ присвячено розробці технології проектування гібридної системи позиціонування, представленню архітектурного патерна системи та методики вибору технологій залежно від вимог до точності, надійності та економічної доцільності. Також розглянуто питання масштабованості системи та ефективної обробки великих обсягів даних.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 3 наукових публікаціях здобувачки, серед яких: 3 статті у фахових наукових виданнях України, що включені до переліку наукових фахових видань України за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» та 3 тези доповідей, оприлюднені у збірниках матеріалів міжнародних наукових конференцій.

Результати дисертації апробовано на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях, зокрема:

- Lebedieva-Dychko A., Shilo G. Outdoor Positioning for Industrial Workplace. CADSM 2023: IEEE Conference Proceedings;
- Shilo G., Romaniuk D., Pysarskyi A., Lebedieva-Dychko A. Cost-Effective Indoor Positioning Using IoT Solutions. SWS IDAACS 2020: IEEE Conference Proceedings;
- G. Shilo, D. Romaniuk, A. Lebedieva-Dychko, A. Pysarskyi, S. Shaptala. Indoor and outdoor positioning technology at the industrial enterprises. Тиждень науки, 2020.

У публікаціях здобувачки повно і послідовно розкрито основні результати дослідження. Особистий внесок здобувачки у публікаціях за співавторством є вагомим, зокрема у формулюванні методичних підходів, розробці алгоритмів та аналізі експериментальних результатів. Принципів академічної доброчесності не порушено.

Отже, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувачки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У першому розділі дисертаційної роботи було б доцільно більш детально проаналізувати існуючі підходи до математичного опису задачі покриття та методи її оптимізації.

2. В формулі 3.1(стор.93) незрозуміло значення k_{ij} і, відповідно $N_{k_{ij}}$. Також величина t в N_t є константою, позначенням, або змінною, що може мати різні значення?

3. В п.3.3 (стор.104) зазначено використання фрагментарної еволюційної моделі для розрахунків, в якій кожен полігон розглядається як окремий фрагмент, але відсутній опис операції приєднання фрагментів, а також формул для операторів кросоверінгу та мутації.

4. В п3.4 (стор.114) у формулі 3.18 для оцінки складності алгоритму скоріше всього потрібно використовувати величину $P \cdot \log_2 P$ замість $\log P$ для оцінки складності сортування.

5. Не достатньо проаналізовано можливість застосування інших методів оптимізації.

Є декілька зауважень відносно граматичних та стилістичних помилок.

Вказані зауваження не знижують позитивної оцінки роботи в цілому. А також розроблених автором основних наукових положень, висновків та отриманих результатів проведених досліджень. В цілому дисертація справляє гарне враження.

Висновок

Дисертаційна робота Лебедевої-Дичко Анастасії Сергіївни «Методи проектування гібридних систем позиціонування об'єктів на промислових майданчиках» є завершеною науковою працею, що містить нові науково обґрунтовані результати особисто проведених здобувачем досліджень. Результати, отримані здобувачкою в процесі особисто проведених досліджень, характеризуються повнотою та аргументованістю викладення як у тексті дисертаційної роботи, так і в опублікованих наукових працях. Представлена до захисту дисертація відповідає

вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її авторка, Лебедєва-Дичко Анастасія Сергіївна, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки».

Рецензент:

доктор фізико-математичних наук,
професор кафедри економічної кібернетики
Запорізького національного університету

I.B. КОЗІН