

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Савочкіна Дмитра Олександровича «Розвиток методів просторової локалізації об'єктів на базі технології радіочастотної ідентифікації», яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю

05.12.17 – Радіотехнічні та телевізійні системи

†

Актуальність теми дисертаційної роботи

У сучасній сфері обліку об'єктів знаходять широке застосування системи радіочастотної ідентифікації (RFID-системи), головною перевагою використання яких є можливість контролю наявності об'єкта в умовах обмеженої або відсутньої оптичної видимості. Тенденції у розвитку RFID-систем включають велике число напрямків, що пов'язані з різноманітними сферами людської життедіяльності.

Більшість відомих RFID-систем вирішують тільки завдання визначення наявності однієї або декількох RFID-міток в межах області дії системи. Однак у практичних завданнях становить інтерес визначення місця розташування об'єктів у просторі. Тому створення системи, яка дозволяє виконувати високоточне оцінювання місцеположення об'єкту при визначенні факту наявності об'єкта в межах області дії системи, представляє важливу науково-практичну задачу.

Область застосування систем RFID з функцією просторової локалізації практично не обмежена. Це може бути облік і пошук об'єктів на виробничих, складських та торговельних площах, визначення положення персоналу на підприємствах і в установах, пошук тварин і т.д. При цьому особливе місце займають системи, що побудовані на використанні пасивних міток радіочастотного діапазону, оскільки в цьому випадку можливо прогнозувати значний економічний ефект від впровадження системи RFID-локалізації. Дисертаційна робота присвячена вдосконаленню відомих і розробки нових методів просторової локалізації.

Таким чином, зважаючи на велику потребу у досконалих системах RFID-локалізації та важливості розвитку методів просторової локалізації об'єктів на базі технології радіочастотної ідентифікації, слід вважати тему дисертації Савочкіна Д.О. актуальною.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

У дисертаційній роботі Савочкіна Д.О. отримано нові наукові результати:

1) вдосконалено трилатераційний метод двовимірної просторової локаліза-



ції пасивних RFID-міток шляхом використання прямої або зворотної нормованої пропорційної залежності відстані від інформаційного параметру, врахування еліптичності ліній положення та використання додаткової вимірювальної інформації;

2) вперше розроблено комбінований метод двовимірної просторової RFID-локалізації, що об'єднує алгоритми локалізації точкового і зонного типів та вимірювальну інформацію різних видів, одержувану при випромінюванні запитальних сигналів з різними потужностями;

3) розроблено критерій оптимальності розміщення антен RFID-системи двовимірної просторової локалізації, який передбачає мінімізацію середньої похибки нового комбінованого методу локалізації при об'єднанні алгоритмів трилатерации, відбитків та перетинів;

4) розроблено нову математичну модель процесу отримання вимірювальної інформації від пасивної RFID-мітки, яка базується на модифікованій основній формулі радіолокації і враховує кореляцію між вимірювальною інформацією різних видів;

5) розроблено нову математичну модель процесу верифікації блока квадратурного перетворення, яка передбачає подачу тестового квадратурного гармонічного сигналу на вхід блока.

Ступінь обґрутованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їхня достовірність

Наукові положення, висновки й рекомендації, сформульовані у дисертації, достатньо обґрутовані, тому що вони є наслідком основних положень теорії радіотехнічних систем, теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії машинного навчання, теорії оптимізації, теорії математичного моделювання, чисельних та експериментальних методів дослідження. Проведені та описані в роботі експерименти не викликають сумніву.

Достовірність результатів роботи підтверджена проведенням імітаційного моделювання з використанням розробленої програми на базі сучасної мови програмування Ruby та проведенням натурного експерименту з використанням розробленої RFID-системи.

Практичне значення результатів дисертаційної роботи

Практичне значення дисертаційної роботи полягає в тому, що реалізації вдосконалених та розроблених в ній методів можуть використовуватися при проектуванні та виготовленні RFID-систем просторової локалізації для підви-

щення їхньої точності. Крім цього, у дисертації запропонована методика пошуку оптимального розміщення антен, яка може дозволити додатково підвищити точність системи при використанні комбінованого методу локалізації. Розроблена методика імітаційного моделювання може використовуватися на етапі проектування системи для оцінки її потенційної точності, а створена методика верифікації блока квадратурного перетворення дозволяє перевіряти працездатність блока вже на етапі конструювання.

Результати дисертаційної роботи Савочкіна Д.О. були використані при проведенні двох науково-дослідних робіт у Севастопольському національному технічному університеті, а також використовуються в навчальному процесі кафедри радіотехніки та телекомунікацій даного університету. Також результати роботи було впроваджено в компанії LEDS Inc. (Канада) і КБ «Радіозв'язок» ТОВ «Телекарт-Прилад» (Україна).

Зауваження до дисертаційної роботи

1. Розроблений у дисертації комбінований метод просторової локалізації базується на зваженому усередненні декількох оцінок. Однак для комбінування могли б бути використані також і варіанти рекурсивних фільтрів (наприклад, широко відомий фільтр Калмана). Автор говорить про таку можливість в роботі, однак робить зауваження, що рекурсивні фільтри ефективні тоді, коли на кожній ітерації надходить нова вимірювальна інформація. Насправді з даного зауваження не випливає те, що на кожній ітерації необхідна інформація, отримана в якийсь новий момент часу. Так, від мітки може бути отриманий деякий масив інформації, який потім може послідовно і по частинах оброблятися за допомогою фільтра. Було б корисно порівняти розроблене автором рішення з рішеннями на базі відомих фільтрів.

2. При виборі та обґрунтуванні критерію оптимальності розміщення антен автором використовуються деякі занадто нестрогі припущення (наприклад, вибір ступенів для коефіцієнтів $c_1(a)$ і $c'_1(a)$ на с. 79, принцип нормування параметрів, що характеризують ступінь оптимальності алгоритмів локалізації, на с. 81). Слід прагнути до більш узагальненого формулювання критерію для того, щоб використовувати його в якомога ширшому класі задач.

3. Автор використовує еліпсоїд в якості моделі діаграми спрямованості антени RFID-рідера (с. 102), що є недосяжною ідеалізацією. Було б правильніше використати відому діаграму спрямованості будь-якої зручної реально існуючої антени.

4. У роботі виконано лише частковий аналіз того, наскільки адекватною є запропонована методика імітаційного моделювання процесу отримання вимі-

рювальної інформації. Так, проведено порівняння роботи алгоритмів локалізації на модельних і експериментальних даних, але не проведено пряме порівняння сформованої в ході моделювання вимірювальної інформації з реально отриманою.

5. На с. 32 наведена таблиця 1.2, яка практично не несе суттєвої інформації. На с. 104–105 представлена графіки ліній рівня, на яких слід було б вказати числові значення. У додатках дисертації представлені лише фрагменти коду розробленого програмного продукту, можливо, варто було б оформити додатки у вигляді окремого тому і представити початковий код повністю.

Повнота викладу результатів дисертаційної роботи в опублікованих працях

Основний зміст дисертаційної роботи Савочкіна Дмитра Олександровича викладений у 5 статтях, які опубліковані у фахових журналах України та інших країн, 1 патенті на винахід, 3 патентах на корисні моделі, а також у 21 статті та тезах доповідей конференцій. Автор має 7 публікацій, що включені до наукометричної бази Scopus. Усього автор має 30 публікацій за темою дисертації, у яких досить повно викладено її зміст.

Результати дисертаційної роботи доповідалися на 19 міжнародних і національних конференціях, що проводилися в Україні, Білорусі, Росії, Польщі та Фінляндії (зокрема у таких, що проводилися під егідою IEEE).

Таким чином, основні результати дисертації досить повно апробовані, опубліковані та відомі фахівцям. Повнота відображення результатів дисертаційних досліджень у публікаціях та кількість публікацій відповідають установленим вимогам.

Оформлення та відповідність змісту автореферату і дисертації

Оформлення, об'єм та структура дисертації і автореферату Савочкіна Д.О. відповідають встановленим вимогам Міністерства освіти і науки України до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Дисертація та автореферат містять усі необхідні структурні підрозділи. Зміст автореферату відповідає змісту дисертаційної роботи.

Висновки

Дисертація виконана на високому рівні та є завершеною науковою працею. У ній поставлено та вирішено актуальне наукове завдання розвитку мето-

дів двовимірної просторової локалізації об'єктів на базі технології радіочастотної ідентифікації з метою підвищення точності.

У роботі отримано нові наукові результати, які повністю відображені у необхідному числі публікацій. Матеріали дисертації представлені у вигляді грамотно написаного тексту, що містить докладний опис результатів роботи. Автореферат дисертації відповідає її змісту.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності та «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор Савочкін Д.О. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.17 – Радіотехнічні та телевізійні системи.

Професор кафедри телекомунікаційних
систем Харківського національного університету
радіоелектроніки, доктор технічних наук, професор

Лошаков В.А.

Підпись професора Лошакова В.А. завіряю
Вчений секретар Харківського національного
університету радіоелектроніки



Цимбал О.М.