

17.02.2020

116-05.49

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Петрової Ольги Анатоліївни «Інформаційна технологія оцінювання надійності систем позиціонування та навігації всередині приміщення», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми дисертаційної роботи. В останні роки все більшого розвитку набуває науковий напрямок, що пов'язаний зі створенням та дослідженням систем позиціонування та навігації всередині приміщення (СПНВП). Потреба в таких системах існує в зв'язку з тим, що навігація в великих багатофункціональних приміщеннях (університетах, підприємствах та установах тощо) є достатньо складною для людей, які відвідують їх вперше.

Особливо це стосується категорії людей, які мають певні вади зору. В той же час при використанні СПНВП виникають задачі щодо створення інформаційних технологій, що мають на меті оцінювання точності визначення координат, швидкості обробки даних, визначення коректного маршруту. Все це разом визначає надійність та якість таких систем.

Дисертаційні дослідження були виконані на кафедрі програмних засобів ЗНТУ за пріоритетним напрямком «Перспективні засоби переробки інформації та кібернетичні системи» в межах низки науково-дослідних проектів, тематика яких пов'язана з темою дисертації. Авторка брала участь у цих роботах як виконавець. Таким чином, актуальність дисертаційної роботи пов'язана з розробкою моделей, методів та інформаційної технології підвищення достовірності поточного розташування, верифікації та комплексного оцінювання надійності СПНВП.

Структура і зміст роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків та списку літературних джерел. Повний обсяг дисертації становить 167 сторінок, в тому числі основного тексту 112 сторінок. Список використаних джерел включає 117 найменування, дисертація містить 54 рисунка та 8 таблиць. Робота характеризується цілісністю та логічністю викладення матеріалу. Термінологія дисертаційної роботи є загальнонауковою.

Автореферат дисертації розкриває основні положення та висновки роботи, є ідентичним за структурою та змістом дисертації. Дисертація та автореферат відповідають вимогам щодо їх оформлення.

У вступі обґрунтовано актуальність напрямку досліджень, показано зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету і задачі дослідження, відображена наукова новизна, практична цінність роботи, особистий внесок здобувача, наведено відомості про апробацію, публікації та використання результатів дослідження.

У першому розділі проведено огляд літературних джерел з проблеми, проаналізовано стан предмета досліджень в області оцінювання надійності систем позиціонування та навігації всередині приміщення.

У другому розділі побудована акустична модель, яка може розпізнавати мовні сигнали. Також була розроблена модель голосової навігаційної системи, в якій показано етапи роботи голосового навігатора, починаючи з вхідного повідомлення та його перетворення і до моменту побудови маршруту. Удосконалено модель голосової навігаційної системи за рахунок використання методу голосової навігації, що дозволяє використовувати голосові команди для формування вхідних та вихідних параметрів систем позиціонування та навігації всередині приміщення.

В третьому розділі виділені критерії верифікації системи: метрика евклідових просторів, метрика простору Маньківського, коефіцієнт надійності на основі резервних копій, похибка визначення координат фільтром Калмана, похибка визначення кутів, показник прискорення згідно акселерометру, швидкість накопичення помилок, визначення координат, лінгвістичні змінні. Розроблено метод верифікації систем позиціонування та навігації всередині приміщення на основі нейронних мереж Кохонена та нечіткої логіки, яка, на відміну від існуючих, дозволяє вибирати набір вирішальних правил, перебудовувати структуру при донавчанні, використовувати лінгвістичні правила.

В четвертому розділі на основі отриманих методів розроблена модель, при використанні якої можна визначити: середню кількість помилок при визначенні поточного місця розташування, імовірність безвідмовної роботи СПНВП, середній час відновлення СПНВП, коефіцієнт готовності, коефіцієнт технічного використання СПНВП, коефіцієнт планового використання системи, коефіцієнт збереження ефективності СПНВП та опираючись на розрахунки в роботах, економічну ефективність. Описано модифікований метод оцінювання надійності систем позиціонування та навігації всередині приміщення за рахунок використання інтегрованого методу визначення поточного положення та методу нейро-нечіткої верифікації, що дозволяє провести оцінювання імовірності безвідмовної роботи систем позиціонування та навігації всередині приміщення.

У висновках сформульовано основні результати дисертаційного дослідження.

Достовірність та обґрунтованість основних наукових висновків та результатів дисертаційної роботи. Достовірність та обґрунтованість отриманих наукових результатів та висновків обумовлені коректною постановкою завдань та використанням сучасного математичного апарату: теорія управління та регулювання параметрів системи навігації; методи теорії ймовірностей для визначення розподілів ймовірностей фонем акустичних сигналів; методи теорії надійності для визначення основних показників

надійності СПНВП; нейронні мережі для рішення задач кластеризації та класифікації; методи нечіткої логіки для прийняття рішень в умовах невизначеності; методи колманівської фільтрації для зниження шумів при наявності випадкових сплесків в даних, що аналізуються.

Об'єктивною формою підтвердження обґрунтованості та адекватності основних положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи є позитивні результати експериментальних досліджень та практичні впровадження в процеси діяльності низки установ та організацій.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи. Здобувачка претендує на те, що в процесі вирішення актуальної науково-прикладної задачі щодо створення моделей, методів та інформаційної технології задля підвищення надійності СПНВП було отримано низку наукових результатів, а саме:

- вперше запропоновано та досліджено інтегрований метод визначення поточного положення на карті приміщення, заснований на аналізі сигналу від iBeacon і акселерометра, модифікований фільтром Калмана, що дозволяє оперативно корегувати значення поточного положення та зменшити його похибку;

- вперше розроблено метод верифікації СПНВП на основі нейронної мережі Кохонена та нечіткої логіки, який, на відміну від існуючих, дає змогу формувати набір вирішальних правил для вирішення задач класифікації та кластеризації в системах навігації;

- удосконалено модель СПНВП за рахунок методу голосової навігації, який на відміну від існуючих, дозволяє використовувати голосові команди та нечіткі правила для знаходження заданого розташування;

- отримав подальшого розвитку метод корегування маршруту, який на відміну від існуючих, використовує фільтр Калмана та метод стрибкових точок, що дозволяє згладжувати випадкові сплески даних та визначати оптимальний маршрут з меншими затратами часу;

- отримав подальшого розвитку метод оцінювання надійності СПНВП за рахунок запропонованого в роботі інтегрованого методу визначення поточного положення та методу нейро-нечіткої верифікації, що дозволяє провести оцінювання імовірності безвідмовної роботи системи.

Слід зазначити системний підхід авторки роботи над темою дисертаційного дослідження, коли надійність системи розглядається не у «вузькому сенсі», як властивість об'єкту зберігати працездатний стан, що характеризується низкою параметрів надійності. Авторка виділяє та досліджує низку факторів (точність визначення координат, швидкість обробки даних та визначення коректного маршруту), що безпосередньо впливають на надійність та якість функціонування СПНВП.

Таким чином, з усіма переліченими науковими результатами роботи можна погодитись.

Практична цінність дисертаційної роботи. Практична цінність дисертаційної роботи Петрової О. А. полягає в тому, що на основі запропонованих теоретичних положень були розроблені моделі, методи та алгоритми оцінювання надійності СПНВП, що знайшли своє використання: ТОВ «ИНФОКОМ ЛТД» для визначення поточного положення та покращення точності в системах геолокації, а також для верифікації систем позиціонування і навігації всередині приміщення; у Запорізькому національному технічному університеті при розробці та впровадженні проекту SmartCampus. Перелічені впровадження підтвердженні відповідними актами.

Повнота викладення та апробації основних результатів дисертаційної роботи. Результати дисертаційної роботи повністю відображені у 14 наукових працях, в тому числі: 5 наукових праць у фахових виданнях, що рекомендовані МОНУ, з яких 4 реферуються в міжнародних наукометричних базах; 5 – у матеріалах міжнародних наукових конференцій (4 з яких реферуються у Scopus, DBLP, Web of Science) та 4 у всеукраїнських конференціях.

Апробацію матеріалів роботи було виконано на конференціях і семінарах протягом 2016-2019 років: XII Міжнародна наукова конференція (ISDMCI'2016): Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту (Залізний Порт, 2016); VIII Міжнародна науково-практична конференція: Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій (Запоріжжя, 2016); Міжнародний симпозіум з вбудованих систем та тенденцій навчання в галузі машинобудування (Нітра, Словаччина, 2016); Міжнародна науково-практична конференція «електротехнічні і комп'ютерні системи: теорія і практика» елтекс – 2017 (Одеса, 2017); The 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)(Romania, 2017); XIth International Conferences TCSET'2017 «Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science» (Lviv – Slavske 2018). Proceedings of the Second International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS), (Zaporizhzhia, 2019); The 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) (Metz, France, 2019).

Зауваження щодо дисертації та автореферату. Поряд із зазначеними здобутками дисертаційної роботи слід вказати на наступні недоліки:

1. На стор. 24 (вступ) стверджується, що вперше розроблений інтегрований метод визначення поточного положення дозволяє зменшити похибку на 3%. Однак не роз'яснюється чи значима така величина.

2. На стор. 43 (розд. 1) йдеться про те, що в нечітких нейронних мережах параметри функції приналежності налаштовуються за допомогою алгоритмів навчання, але не розкритий сенс такої процедури.

3. При використанні нечітких нейронних мереж для вирішення задач кластеризації та класифікації недостатньо розкрито питання складання навчальної вибірки, непарного логічного висновку, вибору саме метрики Евкліда (стор. 44, розд. 1).

4. Для вирішення задачі зниження шумів при обробці сигналів, авторка запропонувала використання фільтру Калмана та розглядає так зване «посилення Калмана» (вираз 1.14, стор. 49), з якого незрозуміло, яким чином реалізується таке посилення і для чого воно потрібне.

5. Також слід зазначити, що у випадках наявності сплесків в вимірювальних даних слід використовувати робастний фільтр Калмана, що дозволяє зменшити зміщення оцінок станів системи.

6. В тексті дисертації та автореферату подекуди зустрічаються недоліки стилістичного та граматичного характеру (наприклад, стор. 23, 67, 70, 73, 76).

Однак в цілому дисертаційна робота залишає позитивне враження і наведені зауваження не зменшують істотно її наукову та практичну цінність.

Загальний висновок по дисертаційній роботі. Дисертаційна робота Петрової Ольги Анатоліївни «Інформаційна технологія оцінювання надійності систем позиціонування та навігації всередині приміщення» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології. Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 (зі змінами) щодо кандидатських дисертацій, а здобувачка Петрова Ольга Анатоліївна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,
професор кафедри інженерії
програмного забезпечення
Чорноморського національного
університету імені Петра Могили,
доктор технічних наук, професор

Підпис Коваленка І. І. засвідчую:
вчений секретар Чорноморського
національного університету імені Петра Могили



І. І. Коваленко

В. О. Чорна