

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ
ДП “КИЇВОБЛСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ”
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
WROCLAW UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Wrocław University
of Science and Technology

ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК-2024)

СІМНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

21-22 травня 2024 р.
Київ, Україна

ЗБІРКА ТЕЗ

Київ
2024

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL AVIATION UNIVERSITY
ENGINEERING ACADEMY OF UKRAINE
SE "KYIV OBLSTANDARTMETROLOGY"
NATIONAL UNIVERSITY OF WATER AND
ENVIRONMENTAL ENGINEERING
WROCLAW UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Wrocław University
of Science and Technology

INTEGRATED INTELLECTUAL ROBOTECHNICAL COMPLEXES (IIRTC-2024)

17th INTERNATIONAL SCIENCE AND TECHNICAL
CONFERENCE

MAY 21-22ND, 2024
KYIV, UKRAINE

COLLECTED ARTICLES

KYIV
2024

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Квасніков В.П. д.т.н., проф., Заслужений метролог України, зав. каф. Комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій НАУ, м. Київ.

Члени комітету:

Васильєв А.Й. д.е.н., проф., Президент Інженерної академії України, Заслужений діяч науки і техніки України, академік Міжнародної Інженерної академії, м. Харків.

Власенко В.О. д.т.н., проф., каф. технології університету Ополя, Республіка Польща.

Древецький В.В. д.т.н., проф., зав. каф. автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету водного господарства та природокористування, віце-президент Інженерної академії України, м. Рівне.

Черновол М.І. член-кор. Національної аграрної академії України, д.т.н., проф., професор Центральноукраїнського НТУ, м. Кропивницький.

Острофські К. д.т.н., проф., декан Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Мічинські Я. д.т.н., проф., зав. каф. Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Хойніцкі Ю. Ph.D., проф., заст. декана Варшавського університету природничих наук, Республіка Польща.

Kovela S. MSc, PhD, MBA, Associate Professor in Project Management, New College of the Humanities / Northeastern University College of Professional Studies, England, United Kingdom.

Khraisat Yahya S.H. Ph.D., Al_Balda Applied University / Al-Huson University College, Irdan, Jordan.

Friwaldsky M. Ph.D., Prof. Ing. Head of Department Mechatronics and Electronics, University of Žilina, Slovakia.

Відповідальний редактор: Шелуха О.О., к.т.н., доц. каф. комп'ютерної інтеженії та кібербезпеки, ДУ «Житомирська Політехніка» м. Житомир.

Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2024). Сімнадцята міжнародна науково-практична конференція 21-22 травня 2024 р., Київ, Україна. – К.: НАУ, 2024. – 516 с. (збірка тез).

Містить результати наукових, експериментальних та теоретичних досліджень вчених, аспірантів та студентів.

Матеріали можуть бути корисними науковим співробітникам, інженерно-технічним працівникам, аспірантам та студентам, що спеціалізуються в галузі автоматизованих систем управління робототехнічних комплексів, інформаційних технологій та метрології.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ЛОКАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НАЗЕМНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Рудик А.В., д.т.н., професор, Національний університет водного господарства та природокористування, a.v.rudyk@nuwm.edu.ua; **Кирилюк В.В.**, здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня, Національний університет водного господарства та природокористування

Навігація в мобільній робототехніці має ряд особливостей, які не дозволяють ефективно використовувати навігаційне обладнання інших мобільних об'єктів. Розрізняють два типи навігації автономних МР – глобальну і локальну. Основною задачею систем глобальної навігації є формування плану переміщення на заданій цифровій карті. Системи локальної навігації планують і контролюють виконання маневрів, які є складовими переміщення за сформованим маршрутом.

Прикладом використання локальної навігаційної системи (ЛНС) є контроль переміщення по безпечній траєкторії в обмеженому просторі та навігація МР при відсутності даних від зовнішніх джерел навігації (відмові системи позиційного корегування на базі GPS). Тому при розробці ЛНС ставляться такі вимоги [1]:

- можливість визначення кутів орієнтації (курсу, тангажу, крену) МР та його швидкості і прискорення для формування потрібної траєкторії;
- неперервна видача навігаційної інформації;
- точність обчислення координат МР на коротких часових інтервалах;
- автономність роботи системи, стійкість до дії завад та вібрацій;
- малі габаритні розміри та енергоспоживання.

З аналізу літературних джерел відомо, що ЛНС МР може бути реалізована з використанням активних (інерціальна навігація, системи технічного зору) та пасивних (супутникова, за радіомаяками і маркерами) схем навігації [2]. Однак більшість переваг має саме інерціальна навігація, основними з яких є автономність, відсутність впливу погодних умов та радіоелектронного придушення, а також забезпечення прихованості (не генерують електромагнітного випромінювання, яке видає присутність МР)

Для експериментального настроювання параметрів ЛНС та перевірки алгоритму на точність обчислення навігаційних параметрів МР реалізовано фізичну модель системи, яка є комбінацією ІВМ (по три МЕМС акселерометри і гіроскопи) та приймача GPS з вбудованою антеною і призначена для визначення координат розташування та кутів орієнтації об'єкту. Використання такої системи без приймача GPS аналогічно автономному режиму роботи.

Для реалізації основного функціоналу ЛНС розроблено програмне забезпечення, що виконує такі функції відповідно до її структурної схеми: отримання і обробка пакетів даних з ІВМ; обчислення навігаційних параметрів МР за реалізованим алгоритмом обробки інформації; збереження параметрів руху МР, отриманих з ІВМ під час експерименту, для подальшого відтворення,

обробки та аналізу результатів.

Експериментальні дослідження фізичної моделі проведені в цегляному приміщенні з мінімальною кількістю металевих поверхонь та на відкритому просторі (рівномірне асфальтове покриття). Довжина траєкторії руху МР складала величину до 80 м при прямолінійному переміщенні та до 35 м при маневруванні.

В приймальному пристрої GPS алгоритмічно компенсуються систематичні похибки від зміщення годинника приймача відносно системної шкали та від іоносферної та тропосферної затримок сигналу на трасі поширення. Однак присутні випадкові похибки, обумовлені впливом внутрішніх шумів приймача, які за умов “відкритого неба” приводять до випадкових похибок визначення координат з стандартним відхиленням (СВ) (2-3) м. Погіршення точності супутникових вимірювань внаслідок “затіненості” неба високими будівлями та багатопроменевого поширення сигналу приводять до збільшення СВ визначення координат до 7 м та модуля абсолютної швидкості до 0.25 м/с.

При прямолінійному переміщенні МР (при сталому куті курсу) точнісні характеристики кращі, ніж при маневруванні. Однак з часом похибка визначення повздовжної складової швидкості та координат поступово збільшуються і досягають характерних похибок GNSS [3].

При маневруванні будь-яка нелінійність форми траєкторії характеризується зміною кута курсу. Значні зміни кута курсу при поворотах приводять до збільшення похибок визначення координат МР. При маневруванні за траєкторією з формою кола кут курсу змінюється лінійно, а СВ похибки визначення координат майже не змінюється.

При дослідженнях максимальний час втрати супутників складав 5 хв при мінімальній тривалості початкової корекції за повним зузір'ям 1 хв. Тому актуальним є питання початкової установки БНС. Результати експериментальних досліджень фізичної моделі наведені на рис. 1 та рис. 2, що дозволяє зробити висновки про якісні характеристики такої ЛНС:

- траєкторія об'єкту, побудована за обчисленими навігаційними параметрами, має конфігурацію, ідентичну реально пройденому маршруту (адекватна робота ЛНС як вказівника курсу);

- похибка визначення координат об'єкту ЛНС в автономному режимі має величину $0.012t^2$ (1.2 м за 10 с) при прямолінійному переміщенні та $0.022t^2$ (2.2 м за 10 с) при маневруванні;

- відпрацювання кутів орієнтації МР відбувається з точністю $(0.1 \div 0.3)^\circ$ для кутів крену і тангажу і $(2 \div 3)^\circ$ для кута курсу;

- точнісні характеристики розробленої фізичної моделі ЛНС щодо визначення кутів орієнтації та параметрів руху МР аналогічні паспортним даним серійних БНС, а в деяких випадках за рахунок врахування особливостей навігації МР показують навіть дещо кращу точність.

За визначеними якісними характеристиками фізичної моделі можна зробити такі висновки щодо використання розробленої ЛНС:

- автономне використання ЛНС в приміщеннях рекомендується на коротких часових інтервалах $(5 \div 10)$ с; на відкритих ділянках час автономного

використання до 1 хв., а забезпечувана точність порівнювана з точністю GPS;
 - використання даної ЛНС у складі навігаційного комплексу є допустимим і має переваги порівняно з відомими аналогами.

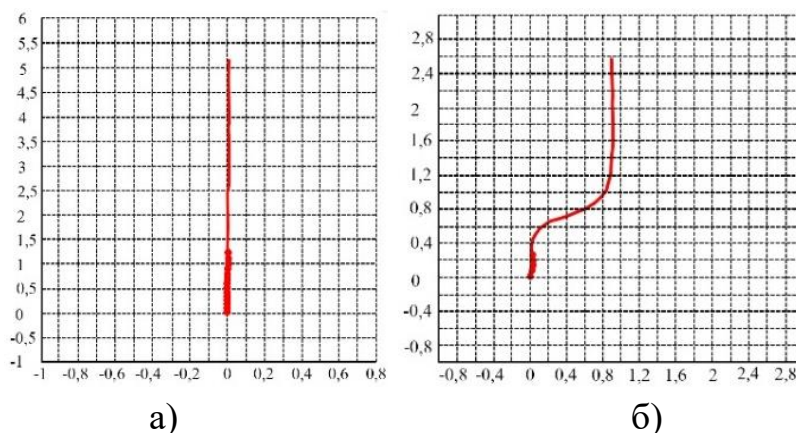


Рис. 1. Траєкторії об'єкту, отримані за фізичною моделлю при прямолінійному переміщенні (а) та при маневруванні (б)

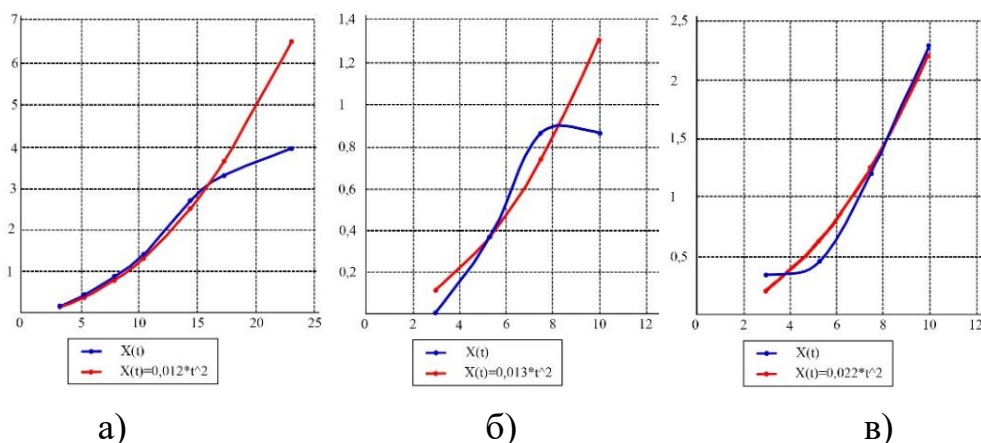


Рис. 2. Залежності помилок визначення координат об'єкту від часу (сині криві) та функції, що їх апроксимують (червоні криві) при прямолінійному переміщенні (а) та при маневруванні (б, в)

Список використаних джерел

1. Рудик, А. В. Розробка локальної навігаційної системи наземного мобільного робота // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування. Матеріали 6-ої НТК. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 75-76.
2. Farrell, J. A. Aided Navigation: GPS with High Rate Sensors / J. A. Farrell. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 530 p.
3. Rudyk, A. V. Analysis of the errors of MEMS accelerometers by the Allan variation method / A. V. Rudyk // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – 2017. – № 1. – С. 100-109.

УДК 004

Наукове видання

ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК-2024)

СІМНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

21-22 травня 2024 р.

Київ, Україна

Збірка тез

Тези надруковані в авторській редакції на одній із двох робочих мов конференції

Оригінал-макет

підготовлено на кафедрі комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій

Аерокосмічного факультету

Національного авіаційного університету

Комп'ютерна верстка:

Шелуха О.О.

Підп. до друку 20.05.24. Формат 60x84/16.

Папір офс. Гарн. Times New Roman.

Ум. друк. арк. 24,5. Тираж 100 прим. Замовлення № 5

Віддруковано у СПД «Андрієвська Л.В.»

м. Київ, вул. Бориспільська, 9,

Свідоцтво серія ВОЗ № 919546 від 19.09.2004 р.