

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 "KYIVOBLSTANDARTMETROLOGY"
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.

Мічиньські 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.

УДОСКОНАЛЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАЛЕКОМІРА НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Рудик А.В., д.т.н., професор, Національний університет водного господарства та природокористування, a.v.rudyk@nuwm.edu.ua;

Сігаєв С.Р., здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня, Національний університет водного господарства та природокористування

Навігаційна система призначена для орієнтації мобільного робота (МР) у просторі при переміщенні в природному середовищі або приміщенні і реалізується при використанні декількох незалежних каналів вимірювання, наприклад, на основі багатоканального ультразвукового далекоміра, включеного в бортову керуючу мережу МР. Технічні характеристики системи в основному визначаються характеристиками використовуваних ультразвукових п'єзоперетворювачів MuRata: п'єзовипромінювача MA40B8S і п'єзоприймача MA40B8R [1]. Якщо на п'єзовипромінювач подавати сигнал з меншою амплітудою, ніж максимально допустима для MA40B8S (40 В), то виміряна відстань буде зменшуватися. Як показали попередні розрахунки, потенційна розділова здатність оцінки дальності буде 0.17 мм. Структурна схема мережевого одноканального далекоміра наведена на рис. 1.

Систему ультразвукового зору можна розділити на дві частини:

- сенсорний вузол, який виконує цикл вимірювання дальності і передає цю інформацію за каналом зв'язку при запиті приймального вузла;
- приймальний вузол, який при запиті отримує інформацію від сенсорного вузла і проводить обробку отриманої вимірювальної інформації.

Вузли з'єднуються між собою за допомогою послідовної шини CAN (Controller Area Network). В такій структурі приймальним вузлом є контролер-“майстер”. Сенсорний вузол є різновидом класичного імпульсного локатора. Мікроконтролер (МК) PIC18F8722 з інтервалом 0.1 с формує імпульс запуску, який одночасно запускає формувач пакету імпульсів і один з вбудованих в МК 16-бітних таймерів-лічильників. Формувач пакету імпульсів генерує пакет імпульсів тривалістю 0.1 мс з частотою слідування 40 кГц.

Випромінений ультразвуковий сигнал відбивається від об'єкту і повертається назад на п'єзоприймач. Фронт першого прийнятого імпульсу зупиняє лічильник інтервалів часу і формує сигнал закінчення циклу вимірювання, при надходженні якого МК зчитує код, зафіксований в лічильнику. Подільник частоти формує сигнали з різними частотами, необхідні для роботи функційних блоків далекоміра. Для підрахунку інтервалів часу на лічильник подаються імпульси з частотою 1 МГц.

Тому що сенсорний вузол є класичним ультразвуковим імпульсним локатором, то при вимірюванні дальності необхідно враховувати температуру навколишнього середовища. Якщо її не враховувати, то при відхиленні температури середовища на 1°C виникає абсолютна похибка приблизно 0.6 м/с, яка приводить до відносної похибки 0.175%.

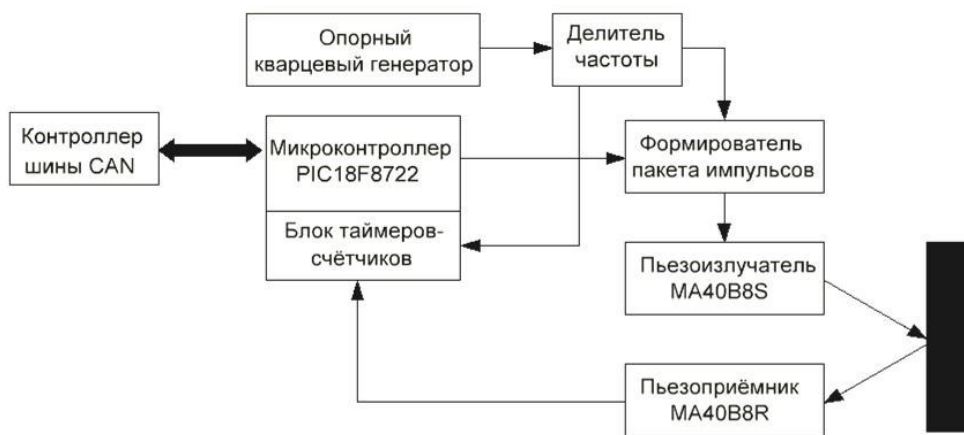


Рис. 1. Структурна схема ультразвукового одноканального далекоміра

Для перевірки працездатності запропонованого алгоритму роботи сенсорного вузла (рис. 1) було проведено його попереднє макетування. Інтерфейсом для зв'язку з контролером-“майстером” є контролер шини CAN MCP2510. Випромінювачем і приймачем ультразвукових коливань є п'єзоперетворювачі MuRata MA40B8S та MA40B8R, а блоки подільника частоти і формувача пакету імпульсів виконані на IC MAX EPM7128STC100.

Для врахування впливу кліматичних факторів при визначенні швидкості ультразвуку та відстані до перешкоди [2] в далекомірі використовується розроблений для мобільних пристроїв інтегрований сенсор BME280 з розміром $2.5 \times 2.5 \times 0.93$ мм та низьким енергоспоживанням до 3.6 мкА при напрузі живлення (1.7÷3.6 В) [1]. Пристрій має малий час відгуку 1 с і є поєднанням трьох високолінійних точних сенсорів:

- низькошумовий сенсор температури для діапазону $(-40 \dots +85)$ °C з роздільною здатністю ± 0.1 °C та максимальною абсолютною похибкою ± 0.5 °C, задіяний для температурної компенсації сенсорів тиску та вологості;
- барометричний сенсор тиску діапазону (30...1100) кПа з максимальною відносною похибкою $\pm 1\%$ та похибкою чутливості до $\pm 0.25\%$;
- сенсор вологості з гістерезисом до 2% відносної вологості та максимальною абсолютною похибкою $\pm 1\%$.

За співвідношенням з роботи [2] максимальні абсолютні похибки обчислення швидкості ультразвуку в повітрі на краях температурного діапазону за показаннями такого сенсора будуть 0.299 м/с та 0.307 м/с.

При макетуванні системи використовувався один ультразвуковий канал. В процесі роботи контролер-«майстер» і сенсорна плата обмінюються даними по шині CAN. МК періодично формує запит даних, приймає дані від сенсорного вузла і виводить прийняту інформацію на індикатор. Також на індикатор виводиться інформація про тестові посилки сенсорного вузла.

При надходженні команди запиту даних МК сенсорного вузла передає числові дані про поточну вимірювану дальність. Також періодично (10 разів на секунду) МК передає контролеру-«майстру» тестову послідовність для підтвердження того, що вузол функціонує нормально.

Плата сенсорного вузла встановлена в пластмасовий корпус, на бічні поверхні якого виведені роз'єми для підключення живлення, сенсорів та шини

CAN. П'єзоперетворювачі встановлені в спеціальні тримачі, які забезпечують їх механічний захист і полегшують встановлення на робот. Вигляд ультразвукового прийомопередавача наведений на рис. 2, а.

Для перевірки працездатності ультразвукового далекоміра були проведені випробування, під час яких проводилось визначення дальності до різних об'єктів і спостереження результатів на індикаторі приймального вузла (рис. 2, а). Перешкодами були об'єкти з різними коефіцієнтами відбиття ультразвуку (скло, цегла, деревина, картон, тканина).



Рис. 2. Зовнішній вигляд ультразвукового прийомопередавача (а) та макетні випробування ультразвукового далекоміра з перешкодою з скла (б)

Результати випробувань підтвердили працездатність пристрою. Отримані оцінки технічних характеристик вимірювача для різних відбивальних поверхонь, наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Технічні характеристики ультразвукового далекоміра

| Параметр | Скло | Цегла | Деревина | Картон | Тканина (вовна) |
|---|------|-------|----------|--------|-----------------|
| Мінімальна відстань, см | 8 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| Максимальна стійка вимірювана відстань, м | 2,73 | 2,55 | 2,14 | 1,42 | 0,36 |
| Роздільна здатність, мм | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2,5 |

Отримані результати узгоджуються з теоретичними для добре відбивальних поверхонь, а максимальна відстань виявлення перешкоди залежить від коефіцієнта відбиття поверхні (матеріалу покриття перешкоди).

Список використаних джерел

1. BME280 – датчик давления, температуры и влажности: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://micro-pi.ua/bme280>.
2. Рудик, А. В. Оцінка швидкості ультразвуку в повітрі при реалізації системи ультразвукового зору [Текст] / А. В. Рудик // ІТАЕ-2016. Матеріали міжнародної НПК. – Рівне : НУВГП, 2016. – С. 273-275.

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.