

ління підприємств. Це допоможе краще оптимізувати ресурси, знижувати витрати на зберігання запасів, покращувати логістичні процеси та забезпечити більшу гнучкість у відповідь на зміни ринку для підприємств.

Список використаних джерел

1. Jr C. C. W., Chase C. W. Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting. Wiley Sons, Limited, John, 2015.
2. Huang C., Petukhina A. Applied time series analysis and forecasting with python. Springer International Publishing AG, 2022.
3. Method of neural network detection of anomalies in data of waste-free production audit / Т. Нескородєва, Є. Федоров, А. Нескородєва, Т. Січко, П. Римар. *Computer systems and information technologies*. 2021. № 2. С. 20–32.
4. Aguiar-Pérez J. M., Pérez-Juárez M. Á. An insight of deep learning based demand forecasting in smart grids. 2023. Т. 23. № 3. С. 1467.
5. Smyl S., Dudek G., Peřka P. ES-dRNN: a hybrid exponential smoothing and dilated recurrent neural network model for short-term load forecasting. *IEEE transactions on neural networks and learning systems*. 2023. P. 1–13. DOI: 10.1109/tnnls.2023.3259149 (date of access: 15.11.2024).

УДК 004.62:519.6;681.586

*Канюка Р. Ю., здобувач вищої освіти,
Ротштейн О. П., д-р техн. наук, професор,
професор кафедри інформаційних
технологій*

МАТЕМАТИЧНА ОБРОБКА ОТРИМАНИХ ДАНИХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Вступ. Звукові сигнали мають широке застосування в різних сферах. Одним з найбільш поширеного використання є звукова локалізація, яка дає змогу визначити місце та напрямок джерела звуку шляхом аналізу сигналу та часу його повернення. Ця методика активно використовується в наукових дослідженнях для вивчення атмосферних явищ, як-от блискавки та турбулентність, а також у геофізичних дослідженнях, зокрема для аналізу сейсмічної активності.

У промисловості звукова локалізація слугує для неінвазійного обстеження матеріалів та конструкцій, таких як-от труби, мости та будівлі. Завдяки простоті цієї технології можна легко створити прототип, використовуючи базові знання, оскільки для реалізації достатньо мікрофона або подібного пристрою. Використовуючи швидкість звуку в повітрі та вимірний час між моментом випромінювання та отриманням відбитого сигналу, можна обчислити відстань до об'єкта.

Це можна виразити через формулу (1.1), що базується на методі часу польоту:

$$d = \frac{vt}{2}. \quad (1.1)$$

Для вирішення проблеми шумів застосовують методи усереднення (передбачення) – *метод Калмана*. Метод дає змогу зменшити похибку в точності вимірювань відстані до дистанції акустичного джерела.

Основний текст. У дослідженні використовуватиметься готовий прототип (рис. 1) для отримання даних та їх подальшого покращення.

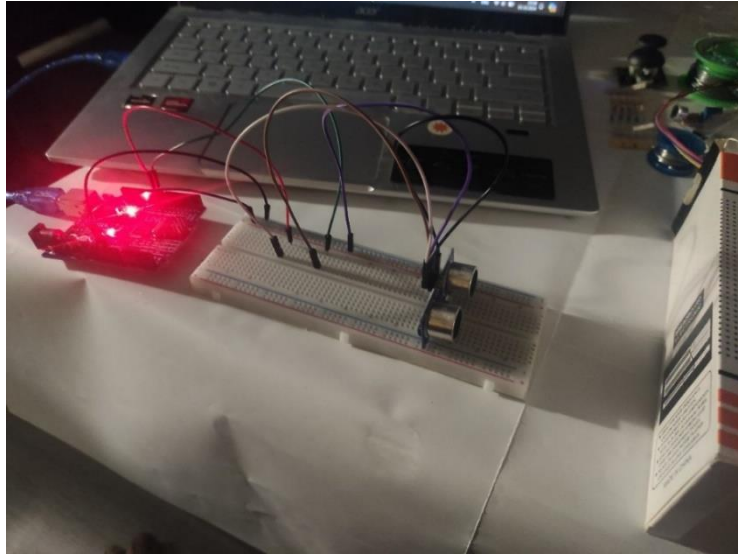


Рисунок 1 – Прототип ультразвукового датчика на основі Arduino HC-SR04

Ультразвуковий датчик працює за допомогою вимірювання часу, який необхідний звуковій хвилі, щоб пройти від датчика до об'єкта та повернутися назад. **Основною проблемою датчика є реакція на рух.** Компонентами ультразвукового датчика є випромінювач, який генерує ультразвуковий сигнал, і приймач, що фіксує відбитий сигнал. Ультразвукові датчики використовуються в різних галузях, як-от робототехніка, автомобільна промисловість (для пакувальних систем), системи безпеки та автоматизації, для вимірювання відстаней до об'єктів, виявлення перешкод та визначення положення об'єктів.

Він випромінює ультразвукові хвилі з частотою зазвичай приблизно 40 кГц, які відбиваються від об'єкта, а потім повертаються до приймача, що дає змогу виміряти відстань до об'єктів. Датчик має хороший діапазон вимірювання (від 2 см до 400 см) і прийнятну точність (зазвичай ± 3 мм). HC-SR04 простий у підключенні до мікроконтролерів, як-от Arduino, і знайомий багатьом інженерам через свою доступність та низьку вартість.

Швидкість роботи датчика становить 20–30 мілісекунд на одне вимірювання, що дає змогу отримувати 35–50 вимірювань відстані за секунду.

Як було вже описано, **Метод Калмана** використовує математичну модель процесу для прогнозування наступного стану системи на основі попередніх даних. Це означає, що він може передбачити, які значення мають бути, і уникнути впливу шумів. Загальна формула представлення (1.2):

$$\hat{x}_k, k = \frac{1}{k} \sum_{i=0}^{k-1} x_i. \quad (1.2)$$

Висновки. За допомогою Arduino та фільтрації Калмана здійснимо рух на шляху датчика з певним коливанням на місці. Результат тестування дав змогу підвищити точність. Відображений результат на рис. 2 допомагає нехтувати постійними коливаннями тіла, що рухається, щоб знайти середню відстань.



Рисунок 2 – Графік відображення отриманих даних по відстані та обробленого результату

Подальше покращення продукту та додавання сервоприводу, другого датчика та розвинутого фільтру Калмана дасть змогу покращити точність приладу та реагувати на рух краще.

Список використаних джерел

1. Дніпровський державний технічний університет. URL: <http://pzs.dstu.dp.ua/DataMining/kalman/index.html> (дата звернення: 24.10.2024).
2. Дончак О. В. Спосіб визначення просторового положення об'єктів на основі алгоритму TDOA: магістерська дис.: 123 Комп'ютерна інженерія (Комп'ютерні системи та компоненти). Київ, 2018. 109 с.
3. Бондаренко А. Просторова локалізація акустичних подій в електронній музиці. Матеріали II Науково-практичної конференції: *Конструювання майбутнього* (м. Вінниця, 25 вересня 2019 р.) 2020. 26–30 с.
4. Raman Aj. Навчальна робота реалізації акустичної системи за допомогою Arduino Uno та HC-SR04. URL: <https://www.instructables.com/Ultrasonic-Mono-Pulse-Tracker/> (дата звернення: 24.10.2024).

УДК 004.9

*Кизь Н. А, здобувач вищої освіти,
Луценко А. В., доктор філософії
з математики, старший викладач,
в. о. завідувача кафедри прикладної
математики та кібербезпеки*

МЕТОДИ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Анотація. У роботі досліджено методи обробки та аналізу даних, що є ключовими етапами в науковій, технічній та прикладній діяльності; основні завдання аналізу, зокрема