

ВСТАНОВЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНІ МІЖ СМІТТЄВОЗОМ І КОНТЕЙНЕРОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Розроблено раціональну структуру високоточного пристрою для визначення відстані між сміттєвозом і контейнером для твердих побутових відходів. Запропоновано раціональну структурну схему нового пристрою та розроблено блок-схему алгоритму програмного забезпечення для керування мікроконтролером засобу, що забезпечує вимірювання відстані. Наведено ключові технічні характеристики розробленого пристрою. Результати експериментальних досліджень, наведені в роботі, засвідчують, що доцільно включити до складу пристрою сенсор BME280, який дозволяє враховувати корекцію швидкості звуку в повітрі залежно від температури, відносної вологості та атмосферного тиску, забезпечуючи при цьому високу точність вимірювань.

Ключові слова: раціональна структура, сенсор, вимірювання, низька вартість, Arduino, відстань, параметри навколишнього середовища, сміттєвоз, контейнер, тверді побутові відходи, управління.

Збирання та транспортування твердих побутових відходів (ТПВ) до місць подальшого поводження з ними в Україні забезпечується 3650 кузовними сміттєвозами [1]. Для забезпечення точної зупинки сміттєвоза в межах зони дії захвату маніпулятора контейнера з ТПВ водій-оператор повинен мати точну інформацію про відстань між транспортним засобом і контейнером. У зв'язку з цим доцільним є встановлення на сміттєвоз високоточного пристрою для визначення відстані, який також передбачає індикацію цієї відстані в кабіні водія.

Згідно з Постановою Кабміну України № 265, впровадження сучасних високоефективних сміттєвозів у комунальному господарстві країни розглядається як актуальна науково-технічна проблема, оскільки вони є ключовою ланкою в системі машин для збирання та первинної переробки ТПВ. Одним із важливих завдань у межах вирішення цієї проблеми є розробка та впровадження раціональної структури високоточних засобів визначення відстані між сміттєвозом і контейнером, яка враховує вплив параметрів навколишнього середовища.

Мікроконтролерні плати типу Arduino стали широко використовуваними для створення цифрових вимірювальних пристроїв. Вони належать до категорії компактних і доступних за вартістю пристроїв, розробка та програмування яких активно підтримується численною спільнотою розробників і користувачів, яка забезпечує відкритий доступ до бібліотек, прикладів реалізації, технічної документації та обговорень на форумах, що охоплюють широкий спектр застосувань [2].

У роботі [3] представлено розробку інтелектуальної системи моніторингу рівня заповненості контейнерів ТПВ на основі Arduino, призначену для своєчасного інформування про необхідність вивезення відходів. У статті [4] розроблено «розумний» контейнер для ТПВ на основі ультразвукового сенсора та мікроконтролерної плати Arduino Uno, який забезпечує моніторинг рівня заповнення контейнера й передає відповідну інформацію, що дає змогу своєчасно реагувати на необхідність його очищення. У науковій роботі [5] представлено пристрій, призначений для оперативного аналізу вологості ТПВ. У працях [6, 7] розглянуто конструкції ультразвукового рівнеміра та вимірювача відстані, реалізовані на основі сенсора HC-SR04. У матеріалах статті [8] представлено ультразвуковий засіб для вимірювання відстані між сміттєвозом і контейнером, який враховує вплив температури та відносної вологості повітря на швидкість звуку за допомогою сенсора DHT11. Робота [9] присвячена побудові високоточного пристрою для визначення відстані із урахуванням таких параметрів середовища: як температура, відносна вологість повітря за допомогою сенсора підвищеної точності DHT22, а атмосферного тиску за допомогою високоточного цифрового модуля GY-BMP280-3.3. Поряд з підвищенням точності вимірювання це призвело до ускладнення структури даного пристрою.

Тому запропоновано структурну схему та блок-схему алгоритму програми, яка дозволяє керувати роботою мікроконтролера високоточного пристрою з раціональною структурою для

вимірювання відстані з урахуванням параметрів навколишнього середовища. Для цього замість двох сенсорів: DHT22 та BMP280, запропоновано використання одного сенсора BME280, який забезпечує вимірювання температури, вологості повітря та атмосферного тиску.

Експериментальні дослідження показали, що раціональна структура такого засобу повинна містити сенсор BME280 для врахування поправки швидкості звуку в навколишньому середовищі (повітрі) на його температуру, відносну вологість та атмосферний тиск за умов збереження високої точності вимірювання, а сам запропонований засіб є придатним для визначення відстані між сміттєвозом і контейнером ТПВ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. O. Bereziuk, O. Petrov, M. Lemeshev, A. Slabkyi, and S. Sukhorukov, "Transient Processes Quality Indicators of the Rotation Lever Hydraulic Drive for the Dust-Cart Manipulator", In *Lecture Notes in Mechanical Engineering. Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange*, vol. 2, 2023, pp. 3-12.
2. V. M. Cvjetkovic, and U. Stankovic, "Arduino Based Physics and Engineering Remote Laboratory", in *International Journal of Online Engineering*, No. 13(1), 2017, pp. 87-105.
3. N. S. Kumar, B. Vuayalakshmi, R. J. Prarthana and A. Shankar, "IOT based smart garbage alert system using Arduino UNO," 2016 *IEEE Region 10 Conference (TENCON)*, Singapore, 2016, pp. 1028-1034. DOI: 10.1109/TENCON.2016.7848162
4. S. Yerraboina, N. M. Kumar, K. S. Parimala, and N. A. Jyothi, (2018). "Monitoring the Smart Garbage Bin Filling Status: An IoT Application Towards Waste Management", in *Technology*, No. 9(6), pp. 373-381.
5. O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bohachuk, and M. Duk, "Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3" in *Proc. SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018*, vol. 10808, 2018, no. 108083G, DOI: 10.1117/12.2501557.
6. B. B. Koshoeva, N. I. Mikheeva, D. I. Mikheev, and A. T. Bakalova, "Arduino-based automated system for determining water flow consumption in open flow", *Journal of Physics: Conference Series*, no. 2142(1), 2021, p. 012009. DOI:10.1088/1742-6596/2142/1/012009.
7. B. O. Калужний, Є. Ф. Суслов, "Ультразвуковий вимірювач відстані на базі перетворювача HC-SR04", на *Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів: Політ. Сучасні проблеми науки*, Київ, Україна, 7 квітня 2016, [Електронний ресурс]. Доступно: <http://er.nau.edu.ua:8080/handle/NAU/26861>.
8. O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, and A. Bugubayeva, "Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes" in *Przegląd Elektrotechniczny*, No. 4, 2019, pp. 146-150; DOI: 10.15199/48.2019.04.26.
9. O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bogachuk, P. Kisala, A. Tungatarova, and B. Yeraliyeva, "High-precision ultrasonic method for determining the distance between garbage truck and waste bin" in *Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics, and Control: collective monograph*, London (UK): Routledge, 2021, pp. 279-290. DOI: 10.1201/9781003224136-24

Автори: **Березюк Олег Володимирович**, д.т.н., доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, berezyukoleg@i.ua; **Лемешев Михайло Степанович**, к.т.н., доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, mlemeshev@i.ua.

INSTALLATION OF A RATIONAL STRUCTURE OF AN ULTRASOUND DEVICE FOR DETERMINING THE DISTANCE BETWEEN A DUSTCART AND A CONTAINER

Abstract. A rational structure of a high-precision device for determining the distance between a dustcart and a container for municipal solid waste has been developed. A rational structural diagram of the new device has been proposed and a block diagram of the software algorithm for controlling the microcontroller of the device that provides distance measurement has been developed. The key technical characteristics of the developed device are given. The results of experimental studies presented in the work indicate that it is advisable to include the BME280 sensor in the device, which allows taking into account the correction of the speed of sound in air depending on temperature, relative humidity and atmospheric pressure, while ensuring high measurement accuracy.

Keywords: rational structure, sensor, measurement, low cost, Arduino, distance, environmental parameters, dustcart, container, municipal solid waste, management.

Authors: **Bereziuk Oleh Volodymyrovych**, Dr. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., Prof. of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, berezyukoleg@i.ua; **Lemeshev Mykhailo Stepanovych**, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., Assoc. Prof. of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, mlemeshev@i.ua.