

УДК 681.52; 004.71

СИСТЕМА БЕЗДРОТОВОЇ ПІДЗАРЯДКИ ДЛЯ МЕДИЧНИХ РОБОТІВ-АСИСТЕНТІВ НА ОСНОВІ TurtleBot 3 Waffle Pi

Глухов О. В., Дубіцький А. Є., Кравчук О. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

E-mail: oleg.glukhov@nure.ua, artur.dubitskyi@nure.ua, olha.kravchuk@nure.ua

Використання медичних роботів-асистентів значно зменшує затрати ресурсів та час роботи людини. Проте воно потребує вирішення проблеми навігації, безпеки переміщення та живлення роботизованої системи.

Система бездротової передачі енергії (БПЕ) вирішує питання живлення роботу. Така система включає у себе передатчик, що під'єднаний до центральної мережі, він і є док-станцією для робота; та приймач на стороні робота.

Таким чином, док-станція складається із схеми, що перетворює мережеву напругу у високочастотну напругу для передачі через котушки. На стороні робота – схема прийому напруги, випрямлення її, та перетворення у потрібний для живлення акумуляторів стан шляхом AC-DC та DC-DC понижуючих конверторів.

У роботі [1] детально розглядаються основні моменти, пов'язані із БПЕ. Так, було виявлено, що на відстані до 10 см між двома котушками прийому-передачі, центри яких розмішені на одній осі, спостерігається максимальна ефективність передачі, до 80 %, та стабільність коефіцієнта передачі від опору навантаження. Із збільшенням відстані між котушками, коефіцієнт передачі спадає, а опір навантаження має більший на нього вплив, що також підтверджується у роботі [2].

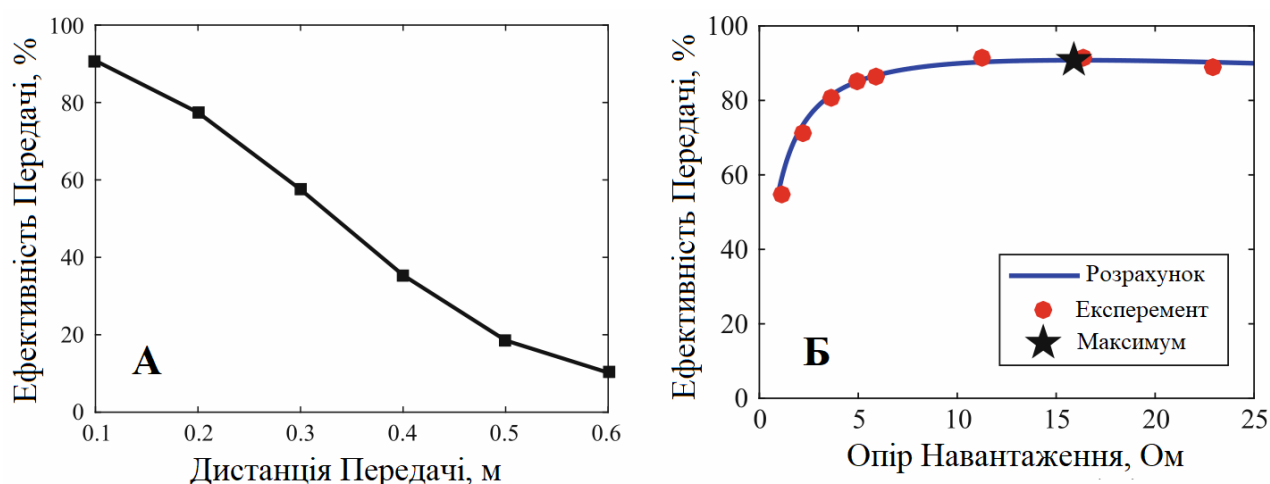


Рис. 1. Залежність ефективності передачі від дистанції між котушками – А; залежність ефективності передачі від опору навантаження за відстанню між котушками 10 см – Б

Маючи представлення про роботу станції підзарядки, розглянемо яким же чином робот-асистент буде повертатися до неї.

Автори робіт [3, 4] по різному підійшли до проблеми навігації та безпечного переміщення. У першому випадку була використана система навігації за допомогою штатних можливостей платформи TurtleBot3 Waffle Pi, таких як LiDAR та Pi-Camera, і, відповідно, використовувалась система ROS та бібліотека move_base, що включає інструменти планування траєкторії та метод SLAM [5]. На додачу, у приміщенні робот не повинен стикатися із рухомими об'єктами, як то люди або інші роботи. Для цього пропонується конвертувати усі локалізовані об'єкти у геометричні примітиви за допомогою бібліотеки ROS costmap_converter, що включає плагін costmap_converter: CostmapToDynamicObstacles, який саме і дозволяє уникати зіткнень із рухомими примітивами та прораховувати їх траєкторію.

У другому варіанті, автор відмовився від відносно дорогого скануючого лазерного далекоміру для автоматичного повернення робота, та пропонує використовувати зміну пар зображень із двох бортових камер. На одному зображенні визначаються особливі точки та іншому вони дублюються для зменшення похибки. При зміщенні робота, зображення змінюються та визначається на скільки змістилися опорні точки на зображеннях та береться до уваги показники одометрів. Також відзначається універсальність методу [3].

Алгоритм повернення робота може бути запущений за умови досягнення критичного рівня заряду батареї, так і після виконання завдання: завдання виконане – повернення на зарядку. Так у роботі [6] представлений саме перший спосіб: коли робот заряджений, він від'єднується від док-станції та їде виконувати завдання. У ході роботи заряд витрачається, досягаючи певного рівня, вмикається програма повернення роботу до станції на зарядку. Також пропонується варіант індикації величини заряду.

Процес паркування робота-асистента теж потребує уваги. У роботі [7] використовують ІЧ габаритні світлодіоди на док-станції для коректного позиціонування автомобілю під час паркування та ІЧ камери або відповідні ІЧ-фільтри для їх сканування. Запропоновані способи зчитування рисунку світлодіодних габаритів, один із яких був описаний раніше та у роботі [3].

Отже, док-станція являє собою систему із лінією габаритних ІЧ-світлодіодів для полегшення паркування робота, містить котушку-передавач, яка під'єднана до схеми коливального кола, та інверторного перетворювача мережевої напруги у високочастотну змінну напругу. TurtleBot 3 Waffle Pi оснащений котушкою-приймачем, яка під'єднана до відповідного коливального кола, яке, у свою чергу, до кола випрямлячів та перетворювачів, що формують напругу живлення, придатну до живлення акумуляторів [8]. Також, робот оснащений лазерним далекоміром, камерою із ІЧ-фільтром. Працює під керуванням ROS із потрібними бібліотеками, що відтворюють алгоритми переміщення та SLAM,

алгоритмом повернення до станції зарядки, тригером якого є певний рівень заряду.



Рис. 2. Можливий зовнішній вигляд Док-станції для робота

У роботі було проаналізовано вказані джерела та запропоновано систему бездротової зарядки та алгоритм повернення до док-станції для робота-асистента на основі роботизованої платформи TurtleBot 3 Waffle Pi.

Ключові слова: зарядка, TurtleBot 3, wireless charging, асистент, бездротова передача енергії, робот, асистент.

Література

- [1] Y. Zhang, *Key Technologies of Magnetically-Coupled Resonant Wireless Power Transfer*. Singapore: Springer Theses, 2018.
- [2] M. Tampubolon, L. Pamungkas, H.-J. Chiu, Y.-C. Liu, Y.-C. Hsieh, "Dynamic Wireless Power Transfer for Logistic Robots", *Energies*, vol. 11, no. 527, 2018. doi:10.3390/en11030527
- [3] М. Шевченко, *Планування траєкторії мобільного робота в умовах невизначеного навколишнього середовища*. Київ, Україна: НТУУ "КПІ", 2019.
- [4] R. Safin, R. Lavrenov, K.-H. Hsia, E. Maslak, N. Schiefermeier-Mach, E. Magid, "Modelling a TurtleBot3 Based Delivery System for a Smart Hospital in Gazebo", in *International Siberian Conference on Control and Communications*, 2021, 1-6.
- [5] О. Глухов, В. Чекубашева, "Реалізація алгоритму EKF SLAM на базі програмного пакету MATLAB", *Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті*, Харків, 2021, с. 75–76.
- [6] T. Narendran, Mr. P. Saravanan, Dr. V. Nandagopal, "Design and Implementation of Smart Docking and Recharging System for Defense Robot", *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 38-41, 2015. DOI: 10.9790/1676-10123841
- [7] J. Pérez, F. Nashashibi, B. Lefaudeux, P. Resende, E. Pollard, "Autonomous Docking Based on Infrared System for Electric Vehicle Charging in Urban Areas", *Sensors*, no. 13, pp. 2645-2663, 2013.
- [8] V. Chekubasheva, O. Glukhov, O. Kravchuk, V. Rohovets, "Creation of a remote presence robot based on the TI-RSLK development board", in *II International Advanced Study Conference Condensed Matter and Low Physics*, Kharkiv, p. 229.