

А.І. Бронніков, В.О. Онишко

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ГОЛОСОВОМУ КЕРУВАННІ У РОБОТОТЕХНІЦІ

Розглядаються загальні принципи реалізації систем керування роботів за допомогою голосових команд. Приведені експериментальні дослідження розпізнавання голосових команд, використовуючи сервіси Google та розрахунок їх кількісних показників надійності.

Ключові слова: *голосове керування, робот, розпізнавання.*

Вступ

Підвищення гнучкості виробництва можна досягти максимально спрощуючи процес формування програми управління роботом, одним із шляхів якого може бути голосове керування роботом.

Даний вид керування є альтернативою відомим системам введення інформації. Це наступна стадія розвитку управління технікою після сенсорних кнопок. Серед переваг слід зазначити можливості віддаленого і інтерактивного управління, відсутність необхідності тактильного контакту з пристроєм, а також зниження частки візуального.

Модернізація виробництва на сучасному етапі розвитку є актуальним завданням. Голосове керування може виступати у ролі додаткової системи автоматизації, а саме – транспортувальних операцій гнучкої інтегрованої робототехнічної системи (ГРС) [1].

Полегшення операції транспортування веде за собою ряд певних переваг:

- інтегруємість (можливість взаємодії системи з новими компонентами або підсистемами, що підключаються);
- гнучкість (швидке перенастроювання під поточний план виробництва);
- адаптивність (пристосованість системи до змін у робочому просторі).

На виробництві при транспортуванні можливе виникнення таких непередбачених ситуацій, коли навіть сенсорна система мобільного робота, який виступає у ролі транспортного засобу, не може виконати поставлене перед ним завдання. Саме тому стає актуальною задачею оснастити ГРС додатковою системою керування, а саме – голосовою системою.

Планується у робочому просторі розмістити декілька мобільних пристроїв для голосового керування, що значно зменшить час, затрачений на подолання перешкод.

1. Програмне забезпечення для голосового керування мобільним роботом

Мобільні роботи на виробництві – це роботи, призначені для виконання важкої, монотонної, шкідливої та небезпечної для здоров'я людей фізичної роботи.

У якості об'єкту дослідження було вибрано мобільний робот Lego NXT MindStorms, завдяки широкому вибору конфігурацій його використання [2].

Керування роботом здійснюється за допомогою мобільного пристрою. Для реалізації даної задачі було розроблено програмне забезпечення у хмарному середовищі швидкої розробки додатків для мобільних пристроїв MIT App Inventor.

Середовище розробки MIT App Inventor включає в себе мову програмування "високого рівня", що дозволяє конструювати логіку роботи програми з візуальних програмних блоків, нагадують пазли (дана технологія також використовується в проєкті Blockly). Також середовище розробки включає в себе візуальні і не візуальні компоненти, що дозволяють конструювати в візуальному режимі призначений для користувача інтерфейс мобільного застосування і отримувати доступ до різних функцій мобільних пристроїв (камера, Bluetooth, SMS-повідомлення тощо).

Унікальною можливістю MIT App Inventor є тестування розроблених додатків на мобільному пристрої в режимі реального часу, без попередньої компіляції та установки на мобільний пристрій. Для цього досить встановити на мобільний пристрій спеціальний додаток MIT AI2 Companion. Крім того, можливо тестування додатків і в емуляторі Android для ПК.

Програмне забезпечення буде складатися з двох основних частин:

- інтерфейс програмного забезпечення (Designer);

- середовище програмування (Blocks).
- Робоча область поділена на три блоки (рис. 1.):
- блок керування роботом;
- блок керування схватом;
- блок підключення робота за допомогою Bluetooth та отримання інформації з датчиків.

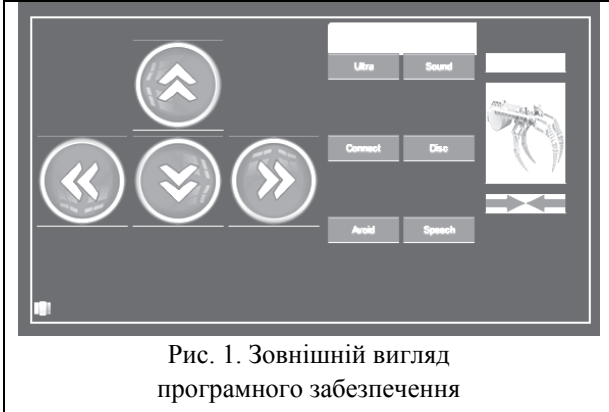


Рис. 1. Зовнішній вигляд програмного забезпечення

За розпізнавання голосу в програмі AppInventor 2.0 відповідає модуль під назвою SpeechRecognizer, який дозволяє розпізнавати голос за допомогою інтернет-з'єднання з сервісами Google.

Через те, що розпізнавання тексту має деякі похибки, було прийняте рішення зробити декілька різних команд для виконання однієї дії. Тобто для кожної команди було створено список ключових слів

Наприклад, для того, щоб робот виконав дію переміщення вперед, використано список таких ключових слів: вперед, рухайся, їдь, пішов.

Аналогічно і для команд повороту вліво, вправо, переміщення назад та зупинки робота [3].

При натисканні кнопки Speech відбувається отримання тексту. Після цього відбувається перевірка отриманого слова (команди) на наявність в списках керуючих команд (ключових слів). Якщо слово є – виконується відповідна команда керування (рис. 2.).

2. Експериментальні дослідження голосового керування

Елементи голосового керування розробленого програмного забезпечення тестувалися на кількісні показники надійності. Усі команди керування подавалися на російській мові.

На кожну керуючу команду було здійснено 100 спроб розпізнавання і 25 хвилин (збір статистики) для виявлення помилок.

Статистичне визначення ймовірності безвідмовної роботи $P^*(t)$ за час 25 хвилин визначається за формулою:

$$P^*(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0},$$

Де N_0 – кількість спроб;

$n(t)$ – кількість спроб, яка закінчилася помилкою.

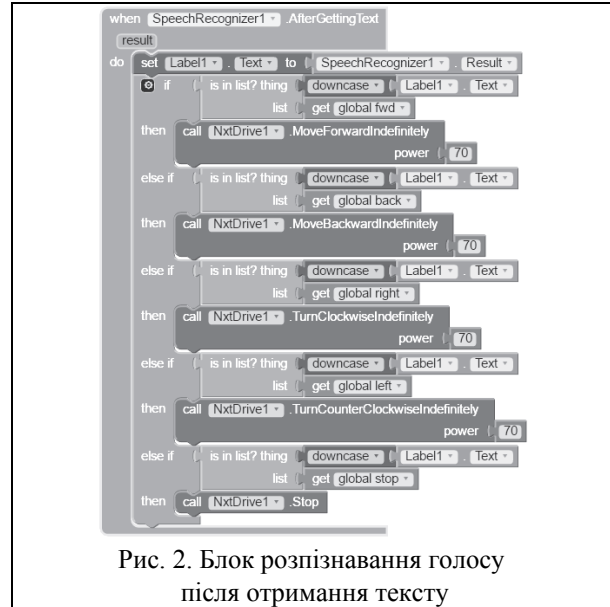


Рис. 2. Блок розпізнавання голосу після отримання тексту

Так для команди робота пересуватися вперед визначимо загальні ймовірності безвідмовної роботи:

$$P^*(t) = \frac{100 - 25}{100} = 75\%.$$

Для команди робота пересування назад:

$$P^*(t) = \frac{100 - 9}{100} = 91\%.$$

Для команди робота повороту вліво:

$$P^*(t) = \frac{100 - 47}{100} = 53\%.$$

Для команди робота повороту вправо:

$$P^*(t) = \frac{100 - 29}{100} = 71\%.$$

Статистичне визначення частоти відмов визначається за формулою:

$$a^*(t) = \frac{n(\Delta t_i)}{N_0 \cdot \Delta t_i}.$$

Усі спроби почалися у момент часу $t = 0$.

Кількість відмов фіксувалася з інтервалом $\Delta t = 5$ хвилин, $n(\Delta t_i)$ – кількість відмов ПО на i -му інтервалі.

Вихідні дані і результати досліджень для $N_0 = 100$ спроб реакції на команду вперед, назад, вліво, вправо через кожні 5 хвилин (0.083 год.) наведені у табл. 1–4.

Таблиця 1
Результати досліджень розпізнавання
для команди «вперед»

Δt	$n(\Delta t_i)$	$P^*(t)$	$a^*(t)$
0-5	4	0,96	0,48
5-10	5	0,95	0,6
10-15	7	0,93	0,84
15-20	4	0,96	0,48
20-25	5	0,95	0,6

Таблиця 2
Результати досліджень розпізнавання
для команди «назад»

Δt	$n(\Delta t_i)$	$P^*(t)$	$a^*(t)$
0-5	1	0,99	0,12
5-10	2	0,98	0,24
10-15	2	0,98	0,24
15-20	2	0,98	0,24
20-25	2	0,98	0,24

Таблиця 3
Результати досліджень розпізнавання
для команди «вліво»

Δt	$n(\Delta t_i)$	$P^*(t)$	$a^*(t)$
0-5	10	0,9	1,2
5-10	8	0,92	0,96
10-15	10	0,9	1,2
15-20	10	0,9	1,2
20-25	9	0,91	1,08

Таблиця 4
Результати досліджень розпізнавання
для команди «вправо»

Δt	$n(\Delta t_i)$	$P^*(t)$	$a^*(t)$
0-5	8	0,92	0,96
5-10	4	0,96	0,48
10-15	8	0,92	0,96
15-20	6	0,94	0,72
20-25	3	0,97	0,36

Висновки та перспективи досліджень

Провівши аналіз отриманих результатів, можна зробити висновок про те, що система розпізнавання голосу у 75 відсотків випадків виконує команду «вперед», у 91 відсотків випадків – команду «назад».

При виконанні команд «вліво» та «вправо» відсоток розпізнавання значно зменшується та дорівнює 53 та 71 відсотків відповідно.

Це пов'язано з тим, що команди, які даються роботу на російській мові є складними і дуже часто визначаються окремо, наприклад слово «вліво» розпізнається як «в ліво».

Для високофлексивних мов (мов, в яких існує багато форм одного і того ж слова), до яких відноситься і російська, мовні моделі, побудовані тільки з використанням статистики, вже не дають такого ефекту – занадто багато потрібно даних, щоб достовірно оцінити статистичні зв'язки між словами.

При завданні команд англійською мовою розпізнавання керуючих команд сягає майже 100 відсотків.

Список літератури

1. Невлюдов И.Ш. Голосовое формирование управляющих команд при проектировании роботизированных сборочных процессов / И.Ш. Невлюдов, А.М. Цымбал, С.С. Милютин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №2 (34).
2. Цымбал А.М. Программное моделирование системы управления мобильным роботом / А.М. Цымбал, А.И. Бронников // Автоматизация: проблемы, идеи, решения: Материалы международной научно-технической конференции 6 – 10 сентября 2010 г.: тезисы докл. – Севастополь, 2010. – С. 224-226.
3. Rosenberg N. Workshop – NXT Programming for beginners / N. Rosenberg, 2012. – Rev. 1. – 102 p.

Надійшла до редколегії 14.02.2017

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.М. Цибмал, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ ПРИ ГОЛОСОВОМ УПРАВЛЕНИИ В РОБОТОТЕХНИКЕ

А.И. Бронников, В.О. Онишко

Рассматриваются общие принципы реализации систем управления роботом с помощью голосовых команд. Приведены экспериментальные исследования распознавания голосовых команд, используя сервисы Google и расчет их количественных показателей надежности.

Ключевые слова: голосовое управление, робот, распознавание.

INFORMATION PROCESSING FOR SPEECH CONTROL IN ROBOTICS

A. Bronnikov, V. Onyshko

There are considered the general principles for the implementation of robot control by voice commands. Experimental study of voice commands using Google services is shown, and calculation of quantitative indicators of reliability.

Keywords: voice control, robot detection.