УДК 007.51

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ МОДУЛЯ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ КРОКУЮЧИМ РОБОТОМ

Барасій В.В., Безкоровайний В.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

У сучасному світі все зростаючий інтерес як у плані наукових досліджень, так і практичного застосування становлять дистанційно керовані роботи. Це є наслідком того, що розвиток нових технологій зумовлює можливість застосування роботів у широкому діапазоні сфер діяльності людини, у яких потрібна дистанційна присутність робота-виконавця чи оператора-експерта. Зокрема, до них належать застосування роботів у місцях екологічних і техногенних катастроф, для дослідження та знешкодження підозрілих предметів у місцях масового скупчення людей, використання дистанційно-керованих об'єктів для військових застосувань, використання роботів для збирання космічних конструкцій тощо [1].

Задача проектування системи дистанційного керування передбачає реалізацію інформаційних процесів, необхідних для виконання визначеного закону керування. В рамках системного підходу процес проектування передбачає розв’язання комплексу задач, серед яких [2]:

–визначення множини задач проектування;

–структурний аналіз комплексу задач;

–визначення вимог до системи дистанційного керування;

–розробка алгоритмів керування;

–розробка архітектури системи керування;

–розробка програмного забезпечення тощо.

Однією з найважливіших задач при цьому є задача параметричного синтезу модуля віддаленого керування. Вона розв’язується виходячи з обмежень задачі з урахуванням множини показників якості (локальних

критеріїв) $k_j(x),\ j=\overline{1,m},\ x \in X$ (де x – варіант побудови модуля; m – кількість локальних критеріїв; $X=\{x\}$ – множина допустимих варіантів побудови модуля. До числа основних локальних критеріїв відносять: швидкодію, точність, надійність, вартість.

Після визначення множини допустимих варіантів побудови модуля $X=\{x\}$ здійснюється виділення підмножини найбільш ефективних варіантів $X^E \subseteq X$. Задача полягає у вилученні з множини допустимих неефективних (неоптимальних) альтернатив X^C. Варіант побудови називають ефективним $\tilde{x}^o \in X^E$ (Парето-оптимальним, таким, що не може бути покращеним), якщо не існує більш кращого варіанту $x \in X$, тобто $x^o \succ x$ для всіх $x \in X$.

Точний алгоритм формування множини ефективних варіантів полягає в порівнянні усіх можливих пар варіантів $x_i, x_j \in X^E$: x_1 та x_2, x_1 та $x_3, \ldots,$ x_2 та x_3, x_2 та $x_4, \ldots$ тощо, та видаленні з подальшого розгляду варіантів, які за всіма локальними критеріями гірші хоча б за один з інших.

Для остаточного вибору варіанту побудови модуля можна скористатись експертним методом, або на основі скалярної оцінки з використанням функції загальної корисності [3-4]:

$$P(x)=\sum_{i=1}^{m}\lambda_j\xi_j(x), \quad \xi_i(x)=\left(\frac{k_j(x)-k_j^-(x)}{k_j^+(x)-k_j^-(x)}\right)^{\alpha_j}, \quad j=\overline{1,m}, \qquad (1)$$

де λ_j – ваговий коефіцієнт критерію $k_j(x)$, $\lambda_j \geq 0$, $\sum_{j=1}^{m}\lambda_j=1$; $\xi_j(x)$ – функція корисності критерію $k_j(x)$; $k_j(x)$ – значення критерію; $k_j^-(x)$, $k_j^+(x)$ – найгірше та найкраще значення критерію; α_j– параметр, що визначає вид залежності $\xi_j(x)$: (лінійна, випукла вгору чи випукла вниз).

У цьому випадку вибір найкращого варіанту побудови модуля зводиться до пошуку аргументу, що максимізує значення функції узагальненої корисності:

$$x^o = \arg \underset{x \in X^K}{extr}\ P(x)$$

Розглянемо кілька широко поширених модулів для мікроконтролера Arduino, залежно від способу передачі. В першу чергу визначимо методи передачі даних, які найчастіше використовуються для управління роботами на відстані, а далі порівняємо деякі з модулів, виділимо позитивні та негативні сторони кожного з них.

При використанні мікроконтролерів Arduino маємо великий вибір готових модулів, які використовуються при передачі даних на відстані. Вони використовують такі методи передачі даних як: Bluetooth, Wi-Fi та радіопередачу.

Серед модулів, які використовують методи передачі даних по Bluetooth можна виділити HC-05. Одне з найкращих рішень для організації двостороннього зв'язку по Bluetooth Arduino-пристрою з планшетом, ноутбуком або іншим пристроєм Bluetooth. Може працювати як Master (здійснювати пошук Bluetooth-пристроїв та ініціювати встановлення зв'язку), так і Slave (відомий пристрій).

Технічні характеристики модуля HC05: напруга живлення: 3,3-5В; споживаний струм: 50мА; радіус дії до 10 метрів.

Серед Wi-Fi модулів можна виділити ESP-32. Мініатюрний WiFi модуль із вбудованим стеком протоколу TCP/IP та керуванням AT-командами. Чіп створений для використання в розумних розетках, Mesh-мережах, IP-камерах, бездротових сенсорах, електроніці, що носиться, і так далі.

Характеристики модуля: Wi-Fi 802.11 b/g/n; напруга живлення – 1.8÷ 3.6 В; струм споживання – 220мА; радіус дії до 15 ÷ 25 метрів. Існує можливість значно збільшити відстань роботи, з використанням кастомних зовнішніх антен, завдяки цьому можна збільшити відстань до 400 метрів. Якщо роутер оснастити тарілкою, можна досягти відстані зв’язку у 4 кілометри.

Серед радіомодулів для керування роботом можна використовувати SI4432. Модулі трансівера SI4432 на основі мікросхеми SI4432 дозволяють реалізувати стійкий двосторонній радіозв'язок у діапазоні частот від 240 до

930МГц на відстані до 1км на відкритій місцевості та 100÷300м у приміщенні.

Характеристики модуля: швидкість передачі: 0.123-256 Кбіт/с; напруга живлення: 1.8÷3.6; радіус дії до 1км.

Обрані модулі широко застосовуються в сучасних роботах. Модулі, які використовують радіопередачу працюють на більшій відстані, у порівнянні з Bluetoth і Wi-Fi, проте ці модулі виграють за якістю передачі даних, і можуть працювати на великій відстані з використанням додаткових антен, або якщо у всьому приміщенні є доступ до однієї мережі.

Література:

[1] И. Р. Белоусов, Методы моделирования и дистанционного управления движением роботов: автореф. дис. на соиск. ученой степени докт. физ.-мат. наук: [спец.] 01.02.01 «Теоретическая механика», Москва, 2013.

[2] В. Ф. Петров, Структура системы дистанционного управления роботами. [Он-лайн]. Доступно: https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-sistemy-distantsionnogo-upravleniya-robotami/viewer.

[3] V. Beskorovainyi, "Combined method of ranking options in project decision support systems", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No. 4 (14), pp. 13-20, 2020. [Он-лайн]. Доступно:https://itssi-journal.com/index.php/ittsi/article/view/230.

[4] V. V. Beskorovainyi, L. B. Petryshyn, O. Yu. Shevchenko, "Specific subset effective option in technology design decisions", Applied Aspects of Information Technology, Vol. 3, No.1, pp. 443-455, 2020. [Он-лайн]. Доступно: https://aait.opu.ua/?fetch=articles&with=info&id=40.

[5] Обзор: шагающие роботы [Он-лайн]. Доступно: https://triolcorp.ru/blog/post/obzor-shagayushchie-roboty.

[6] Development of Walking Machines; Historical Perspective [Он-лайн]. Доступно: https://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-2204-2_28.