

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 004.9 *Магістрант М.В. Комарницький; магістрант К.В. Матвійчук; проф. В.М. Теслюк, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка"*

СТРУКТУРНА ТА ФІЗИЧНА МОДЕЛІ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО УПРАВЛІННЯ МОБІЛЬНОЮ РОБОТОТЕХНІЧНОЮ СИСТЕМОЮ

Для проектування підсистеми віддаленого управління розглянуто основні характеристики та призначення мікрокомп'ютерів, вибрано базу для проектування підсистеми. Розроблено структурну схему та алгоритм роботи підсистеми віддаленого управління робототехнічною системою. Побудовано модель на основі мереж Петрі, яка дає змогу дослідити динаміку роботи робототехнічної системи. Проаналізовано цю мережу за допомогою побудови графу досяжності. Представлено фізичну модель реалізації цієї системи на базі мікрокомп'ютера Raspberry Pi, що дало змогу перевірити коректність роботи системи.

Ключові слова: робототехнічна система, віддалене управління, Raspberry Pi, мережі Петрі, фізична модель, структурна модель.

Структурна схема підсистеми віддаленого управління. З досвіду відомо, що всі підсистеми віддаленого управління робототехнічними системами передбачають використання мікрокомп'ютерів. Проаналізовано такі види мікрокомп'ютерів: Arduino Mega, ASIC (Application-specific integrated circuit), ПЛІС, Raspberry Pi [1-3, 5-7].

Arduino Mega 2560 побудована на мікроконтролері ATmega1280. Платформа містить: 54 цифрових входів/виходів, 16 аналогових входів, 4 послідовних порти UART, кварцовий генератор 16 МГц, роз'єм USB, силовий роз'єм, роз'єм ICSP і кнопку перезавантаження. Arduino Mega сумісна з усіма платами розширення, розробленими для платформ Duemilanove або Diecimila. Контролер має не надто потужний процесор, однак для цієї платформи існує багато плат розширення.

ASIC – інтегральна схема, спеціалізована для вирішення конкретного завдання, застосовується в конкретному пристрої і виконує суворо обмежені функції, характерні тільки для цього пристрою. Прикладом ASIC може бути мікросхема, розроблена виключно для управління мобільним телефоном, мікросхеми апаратного кодування/декодування аудіо- та відеосигналів (сигнальні процесори).

ПЛІС – це виріб електроніки, який поєднує в собі конструктивні особливості репрограмованих пристроїв та дискретної логіки, має у своєму складі логічні блоки, які з'єднуються між собою вентиляційною схемою та матрицею переходів. ПЛІС не мають притаманної мікроконтролерам затримки у виконанні команд, оскільки працюють за принципами організації дискретної логіки та мають здатність багатократного програмування завдяки особливій конструкції матриці переходів (внутрішніх з'єднань).

Raspberry Pi Model B 512Mb – мініатюрний одноплатний комп'ютер у форматі кредитної картки з можливостями великого ПК. Може робити все, що вміє великий системник, але поміщається у 4 сирнікові коробки. Комп'ютер поширюється повністю зібраним на 4-шаровій друкованій платі розміром як банківська картка. Для проектування підсистеми базою виконання обрано мікрокомп'ютер Raspberry Pi. У роботі розроблено структуру підсистеми віддаленого управління, яку зображено на рис. 1.

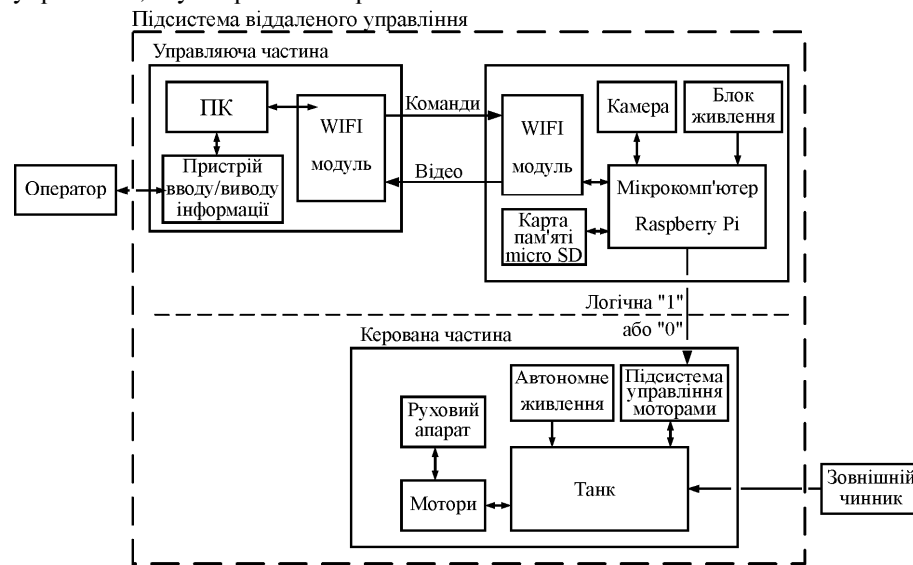


Рис. 1. Структурна схема підсистеми віддаленого управління

Побудована структура включає такі елементи:

1. Ноутбук чи персональний комп'ютер з адаптером Wi-Fi.
2. Мікрокомп'ютер Raspberry Pi.
3. Блок живлення для мікрокомп'ютера. Напруга (U) становить 5V і сила струму (I) – 1,2 A.
4. Камера для мікрокомп'ютера Raspberry Pi.
5. Карта пам'яті micro SD з об'ємом не менше 4GB. Її використано для запису образу операційної системи мікрокомп'ютера Raspbian (карта пам'яті micro SDHC за наявності адаптера micro SD).
6. Адаптер Wi-Fi USB 2.0 WIRELESS 802.11N. Це обов'язковий елемент на структурній схемі, його будуть використовувати для встановлення бездротової мережі між Raspberry і ноутбуком.
7. Робототанк. Для тестування системи можна використати і макет взірця.

Для управління моторами РТС (робототехнічної системи) використовуються сигнали керування логічна "1" та логічний "0", що відповідають подачі 5V і 0V відповідно.

Алгоритм роботи підсистеми віддаленого управління мобільною робототехнічною системою. Розроблена структура підсистеми функціонує за алгоритмом, який містить такі кроки:

1. Програмну реалізація сервера поміщено в пам'ять мікрокомп'ютера і налаштовано в режим автозапуску.
2. Параметри мікрокомп'ютера налаштовано так, щоб його розглядати як Wi-Fi роутер. Тобто наперед задається статична адреса для Wi-Fi з'єднання.
3. Елементи 2-6, зображені на структурній схемі, відповідним чином під'єднати до мікрокомп'ютера Raspberry Pi і подати живлення (підключити елемент 3). Внаслідок чого відбудеться запуск мікрокомп'ютера із SD карти пам'яті. Також відбудеться запуск програми сервера.
4. Включити ноутбук і встановити з'єднання з мікрокомп'ютером.
5. Запустити.exe файл проекту клієнтської частини. Знаючи IP адресу мікрокомп'ютера, у програмі клієнта встановити зв'язок із серверним сокетом, створеним під час старту мікрокомп'ютера.
6. Натиснути кнопку для руху і цим самим відіслати серверу команду для переміщення робота (наприклад натиснута клавіша вгору – відсилення команди "forward").
7. Оброблення прийнятої команди сервером і відсилення логічної одиниці на відповідний порт GPIO.



Рис. 2. Блок-схема алгоритму роботи підсистеми

Блок-схему розробленого алгоритму зображено на рис. 2.

Розроблення моделі на основі мереж Петрі. Для того, щоб мати змогу оцінити динаміку роботи мобільної РТС, розроблено модель на основі мереж Петрі, яку представлено на рис. 3.

Представлення системи у вигляді мережі Петрі та подальшого аналізу цієї мережі полягає в отриманні важливої інформації про структуру і динамічну поведінку модельованої системи. Цю інформацію можна використовувати для оцінювання модельованої системи і вироблення пропозицій щодо її вдосконалення. Аналізуючи розроблену модель, можна побудувати граф досяжності (рис. 4).

У складних мережах граф може містити надзвичайно велику кількість вершин і дуг. Проте під час побудови графу можна не відображати всі вершини, оскільки багато з них є дублями (від маркування Mk завжди породжується один і той самий підграф не залежно від того, з якого стану система прийшла в стан Mk).

Побудова фізичної моделі підсистеми віддаленого управління. Приклад розробленої фізичної моделі зображено на рис. 5.

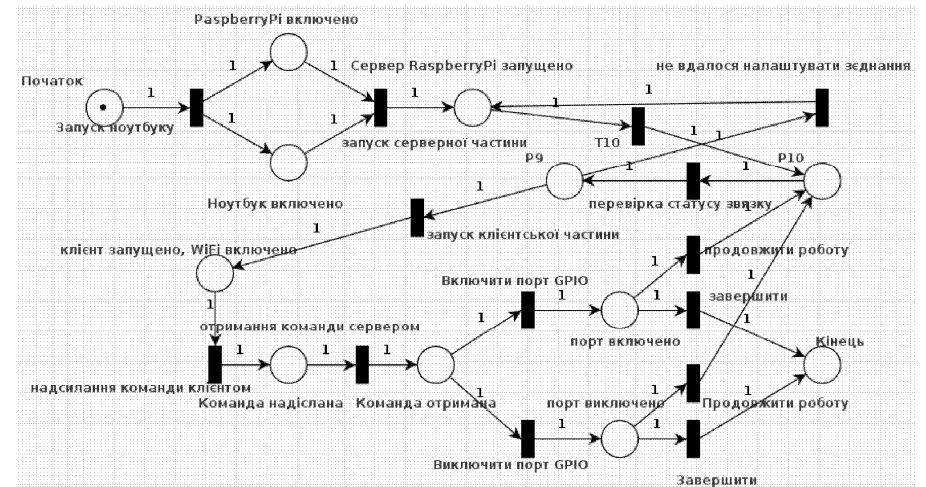


Рис. 3. Модель підсистеми на основі мереж Петрі

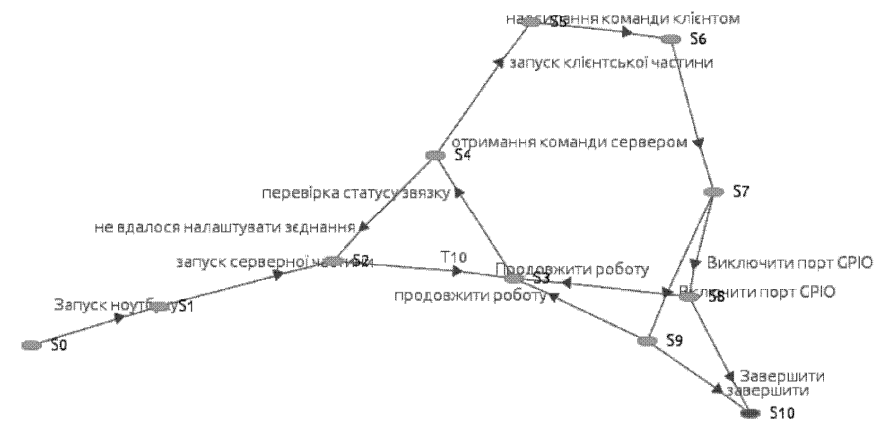


Рис. 4. Граф досяжності



Рис. 5. Машинка-робот: фізична модель

Побудована фізична модель включає такі основні складові:

1. Електричні мотори для управління рухом машинки (4 мотори: кожен відповідає за напрямок руху).
2. Портативне живлення для Raspberry Pi. На рис. 5 її розміщено під самим Raspberry Pi.
3. Сам мікрокомп'ютер із всіма необхідними елементами.
4. Живлення для моторів – акумуляторна батарея, яка розміщується на дні машинки.

Фізична модель відрізняється від попередніх тим, що база робототехнічної системи містить власне живлення для моторів, до бази приєднується невеликими провідниками мікрокомп'ютер Raspberry Pi, який має власне живлення, що дає змогу системі працювати довший проміжок часу без дозарядки. Розроблений макет робототехнічної системи дає змогу перевірити правильність та коректність розроблених моделей.

Висновки. Розроблена структура підсистеми й алгоритм роботи дають змогу правильно й ефективно створювати програмне забезпечення для підсистеми віддаленого управління.

Розроблена модель на основі мереж Петрі дає змогу дослідити динаміку роботи підсистеми, а фізичну модель підсистеми віддаленого управління використано в складі макету РТС, що підтверджує правильність проектних рішень.

Література

1. Brooks R. A robust system layered control system for a mobile robot / R. Brooks // IEEE Trans. on robotics and automation. 1986. RA-2. – Pp. 14-23.
2. Баранов Д.Н. Интеллектуальное управление робототехническими системами на основе следящей системы технического зрения и нечёткой логики / Д.Н. Баранов, Ю.В. Подураев // Экстремальная робототехника : труды 19-ой Всеросс. науч.-техн. конф. – СПб., 2008.
3. Брускин Д.Э. Электрические машины и микромашины : учебник [для электротехн. спец. ВУЗов] / Д.Э. Брускин, А.Е. Зорохович, В.С. Хвостов. – Изд. 3-е, [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1990. – 528 с.
4. Хахаев И.А. Практикум по алгоритмизации и программированию на Python / И.А. Хахаев. – М. : Изд-во "Наука", 2011. – 364 с.
5. Simon Monk. Adafruit's Raspberry Pi Lesson 4. GPIO Setup, 2014.
6. Arduino Mega. [Electronic resource]. – Mode of access <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
7. Грицик В.В. Методологія системного проектування нейрокомп'ютерних засобів мобільних робототехнічних систем / В.В. Грицик, І.Г. Цмоць, В.М. Теслюк // Доповіді НАН України : зб. наук. праць. – 2013. – № 1. – С. 30-36.
8. Березький О.М. Прогнозування руху мобільної робототехнічної системи / О.М. Березький, І.Г. Цмоць, В.М. Теслюк, І.С. Ваврук // Моделювання та інформаційні технології : зб. наук. праць; відп. ред. В.Ф. Свєдкімов. – Львів : Вид-во ІПП "Сист. технол. інформ. послуги". – 2012. – Вип. 65. – С. 174-178.
9. Теслюк В.М. Структура та реалізація колісною робототехнічною системою / В.М. Теслюк, І.С. Ваврук, І.Г. Цмоць, Р.О. Ткаченко // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту ISDMCI'2013 : матер. Міжнар. наук. конф. – Херсон : Вид-во ХНТУ, 2013. – С. 302-303.
10. Tsmots Ivan. Hardware and Software tools for motion control of mobile robotic system / Ivan Tsmots, Vasyly Teslyuk, Iryna Vavruk // Досвід розробки і застосування САПР в мікроелектроніці : матер. 30-ої Міжнар. конф. CADSM 2013, 19-23 лютого 2013, Поляна, Україна / НУ "Львів. політехніка". – Львів : Вид-во "Вежа і Ко", 2013. – С. 368-372.
11. Pavlo Denysyuk, Kateryna Matviichuk, Marta Duda, Taras Teslyuk, Yaroslav Kobyliuk. Technical Support For Mobile Robot System RoboCAD // Досвід розробки і застосування САПР в

мікроелектроніці : матер. 13-ої Міжнар. конф. CADSM 2013, 19-23 лютого 2013, Поляна, Україна / НУ "Львів. політехніка". – Львів : Вид-во "Вежа і Ко", 2013. – С. 431-432.

Комарницький М.В., Матвійчук Э.В., Теслюк В.Н. Структурная и физическая модели для автоматизированного проектирования подсистемы удаленного управления мобильной робототехнической системой

Для проектирования подсистемы удаленного управления рассмотрены основные характеристики и области применения микрокомпьютеров, выбрана база для проектирования подсистемы. Разработана структурная схема и алгоритм работы подсистемы удаленного управления робототехнической системой. Построена модель на основе сетей Петри, которая позволяет исследовать динамику работы робототехнической системы. Проведен анализ данной сети с помощью построения графа достижимости. Представлена физическая модель реализации данной системы на базе микрокомпьютера Raspberry Pi, что позволило проверить корректность работы системы.

Ключевые слова: робототехническая система, удаленное управление, Raspberry Pi, сети Петри, физическая модель, структурная модель.

Komarnytskiy M.V., Matviichuk K.V., Teslyuk V.M. Structural and Physical Models for Automated Design Subsystem Remote Control of Mobile Robots Technical System

For remote control subsystem design the basic characteristics and purpose microcomputers are studied, the basis for designing subsystem is selected. A structural diagram and the algorithm of the subsystem remote control robotic system are designed. A model based on Petri nets, which allows exploring the dynamics of the robotic system, is constructed. The network is analysed by constructing the reachability graph. Physical realization of this model system based on Raspberry Pi microcomputer, allowing to check the correctness of the system, is presented.

Key words: robotic systems, remote controls, Raspberry Pi, Petri nets, physical model, structural model.

УДК 674.047

Аспір. А.М. Комбаров¹ – НЛТУ України, м. Львів

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ДЕРЕВИНИ ПІД ЧАС НАГРІВАННЯ

Подано характеристику різним способам нагрівання деревини (конвективного, кондуктивного, радіаційного та електричного) з огляду енерговитрат. Наведено обґрунтування вибору породи деревини для експериментальних досліджень процесу нагрівання. Конвективне нагрівання характеризується змінним температурним полем у деревині і описується диференціальними рівняннями теплопровідності Фур'є. Для складання методики дослідження процесу нагрівання потрібно експериментальним або розрахунковим шляхом визначити всі величини, що є в розв'язку (у критеріальній формі) рівняння Фур'є. Для опису динаміки зміни температури деревини в процесі нагрівання виведено математичну модель, що достатньо точно апроксимує результати експериментальних досліджень.

Ключові слова: деревина, нагрівання, теплопровідність, температуропровідність, вологість, густина, питома теплоємність, математична модель, динаміка зміни температури.

Найбільш поширеним, хоча і не найінтенсивнішим способом нагрівання деревини є конвективний. Радіаційний спосіб можна використати для тонких

¹ Наук. керівник: проф. П.В. Білей, д-р техн. наук