

ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ МК RASPBERRY PI

О. Бабич, Я. Бойко, В. Галін, О. Чупринський

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Драгоманова, 50, 79005 Львів, Україна
orestbabych@gmail.com*

Розглянуто особливості будови і роботи МК Raspberry Pi. На основі порівняльного аналізу трьох популярних платформ обґрунтовано вибір даного мікрокомп'ютера для вирішення поставлених завдань. Обрано обладнання для розробки.

Розглянуто проектування інтелектуальних інформаційних систем для автомобіля і відеоспостереження на базі МК Raspberry Pi. Розроблена система, яка допомагає водієві взаємодіяти з навколишнім середовищем, іншими водіями, перешкодами і автоматизує основи роботи автомобіля. Більш того, водій має можливість віддалено контролювати стан транспортного засобу, його місцезнаходження і здатний отримати інформацію про доступ до автомобіля.

Робота була реалізована на мікрокомп'ютері Raspberry Pi 3 Model B. Були використані різні інструменти, такі як сучасні бібліотеки, датчик температури, зчитувач карточок, GPS-навігатор. Це програмне забезпечення допомагає водієві знижувати людський фактор і можливі помилки, використовуючи дальномір Lidar оптичного діапазону..

В ході дослідження було проведено порівняльний аналіз мікрокомп'ютерів, обґрунтовано вибір платформи для створення системи відеоспостереження. В роботі показано вирішення проблеми за допомогою локального спостереження через статичну адресу, використовуючи датчик руху.

Ключові слова: інтелектуальні інформаційні системи, мікрокомп'ютери, інтелектуальний автомобіль, система відеонагляду.

Вступ

Сучасний стан розвитку інформаційних технологій знаходиться на одному з найвищих рівнів. Прогнозованою кількістю розумних приладів є десятки мільярдів пристроїв, тому використання набутого досвіду останніх років у галузі інтелектуальних систем відіграє важливу роль у їх впровадженні в повсякденне життя людини.

В даний час у зв'язку з розвитком комп'ютеризації різних процесів і сфер життєдіяльності суспільства, виробники комп'ютерних систем прагнуть слідувати тенденції спрощення, мінімізації та масштабності поширення своїх моделей [1]. Якщо в 70-х роках ХХ століття перші комп'ютери використовувалися в основному в промисловості і представляли собою цілі блоки, то сьогодні можна зустріти безліч різних видів комп'ютерів, що відповідають сучасним вимогам швидкості, багатofункціональності та надійності.

Останнім часом можна спостерігати тенденцію створення маленьких комп'ютерів, найменші з яких мають розміри, близькі до мініатюрних флеш-накопичувачів. Причому,

незважаючи на невеликі габарити, такі пристрої пропонують набір функцій, якими володіють звичайні персональні комп'ютери, і забезпечують досить непогану продуктивність.

Зазвичай такі комп'ютери поставляються з найсвіжішою версією операційної системи, дозволяють підключати стандартні USB-мишу і клавіатуру. Завдяки цьому на них цілком можливо працювати з текстовими файлами, особливо якщо врахувати широкий вибір офісних додатків, розроблених для таких пристроїв. Багато з цих програм дозволяють працювати з усіма поширеними форматами документів, електронними таблицями і можуть слугувати для створення презентацій.

Створення одноплатних комп'ютерів (Single Board Computer, SBC) мало величезне значення в ранній історії домашніх комп'ютерів, таких, як Acorn Electron [2].

З розвитком комп'ютерної техніки відбувся різкий перехід від SBC до комп'ютерів, побудованих на материнській платі, з функціями включення послідовних портів, контролерами дисків і графіки на дочірніх платах. Наявність сучасних наборів мікросхем, що забезпечують більшість функцій введення-виведення як вбудованого компонента, дозволяє виробникам пропонувати материнські плати з цією функцією, які традиційно надаються на дочірніх платах. Більшість материнських плат PC тепер пропонують бортову підтримку жорстких дисків, включаючи IDE і SATA з RAID, графіку, Ethernet і традиційні функції введення-виведення, такі як послідовний і паралельний порти, USB і підтримку пристроїв клавіатура/миша.

Одноплатні комп'ютери в даний час визначені в двох різних архітектурах: мають слоти і не забезпечують слот-підтримку.

З самого початку поширення, одноплатні комп'ютери частіше використовувалися на промислових об'єктах, де вони служили для управління процесом або вбудовані в інші пристрої для забезпечення управління та взаємодії. Через дуже високий рівень інтеграції, зниження числа компонентів, одноплатні комп'ютери часто менші, легші, більш енергоефективні та більш надійні в порівнянні з іншими бортовими комп'ютерами. Зараз мініатюрні комп'ютери використовуються в багатьох сферах життя суспільства.

Система роботи такого мініатюрного комп'ютера в більшості випадків базується на технології "plug and play", що, в перекладі з англійської, означає «встав і користуйся». Для роботи на такому пристрої необхідно просто вставити SBC в USB - порт спеціального екрану або телевізора, і він автоматично перетвориться в повноцінний PC. Також сучасні SBC забезпечують автоматичне підключення до глобальної мережі Інтернет та користування стандартними Web-браузерами [2].

З огляду на непогані апаратні можливості сучасних міні-комп'ютерів, розробники випускають для них цікаві ігри, додатки, браузери, програми. На даному етапі мініатюрні комп'ютери мають досить широкі можливості, а також невисоку ціну, тому є хорошим аналогом сучасного персонального комп'ютера.

Одна з причин його популярності як платформи для розробок - співвідношення ціна / якість. Використовувати цю плату для запуску ігор, що потребують значних системних ресурсів навряд чи вийде, проте, для навчання роботи з комп'ютером і для більшості прикладних задач – він просто ідеальний. Дані характеристики в сукупності з ціною, відкривають світ інформаційних технологій навіть для тих, хто ніколи раніше не мав такої можливості. В першу чергу цей комп'ютер придатний для навчання (наприклад, в школах). Крім того він придатний як дешева альтернатива робочих

станцій в організаціях (наприклад, в call-центрах), для повсякденної роботи з документами, як домашній відеореєстр і багато іншого.

Теоретична частина

Загальні відомості про Raspberry Pi

Raspberry Pi – мікрокомп'ютер, який пробудив великий інтерес у комп'ютерному світі. Він був розроблений однією благодійною організацією у Великобританії для розвитку комп'ютерної освіти та проведення наукових експериментів, проте почав активно використовуватись не тільки освітніми закладами, але й розробниками.

На основі Raspberry Pi будується велика кількість програм, які дозволяють не робити високих затрат на закупівлю програмного забезпечення. Комп'ютер споживає мало енергії та є безшумним у порівнянні із аналогами. Більше 12,5 мільйонів Raspberry Pi дійшли до своїх власників, що робить його третім за популярністю комп'ютером після Mac та PC.

Raspberry Pi випускається в декількох комплектаціях. Модель A не має мережі Ethernet та має лише один порт USB, модель B є більш привабливою, оскільки в її специфікації передбачена більша кількість портів USB, мережа Ethernet, а починаючи із версії 3B – Wi-Fi. Вартість моделей різниться в межах \$10, модель A коштує \$25, а ціна версії B - \$35.

Перевагою використання Raspberry Pi є вдале поєднання малого розміру та доступної ціни. На основі нього можна створювати безпроводну точку доступу, інтернет-сервер, домашній кінотеатр та використовувати для автоматизації будинку. Мікрокомп'ютер можна легко монтувати, а рівень енергоспоживання дозволить йому працювати великі проміжки часу [2]. У даній роботі використовувалась Raspberry Pi 3 (model B).

Raspberry Pi 3 (model B) побудований на кристалі (SoC) Broadcom BCM2837 з відеоприскорювачем VideoCore IV (з підтримкою Full HD), процесором ARM Cortex-A53 64bit з частотою 1200 МГц та ОЗП з об'ємом 1 Гб. Накопичувачем є карта пам'яті MicroSD, на яку встановлюється відповідна ОС. Raspberry Pi містить широкий спектр USB-приладів, до якого можна під'єднувати не тільки мишку та клавіатуру, але й принтери, камери і т.д. У моделі Raspberry Pi 3 є чотири порти USB 2.0. Також у мікрокомп'ютері є інтерфейс вводу/виводу загального призначення (GPIO), Ethernet адаптер 10/100Mb RJ45 та Wi-Fi 802.11n. Значною перевагою є наявність Bluetooth 4.1.

Мікрокомп'ютер зображено на рис. 1.

Особливості роботи з GPIO

Важливою характеристикою Raspberry Pi є наявність у ньому інтерфейсу GPIO (рис. 2). GPIO (General Purpose Input/Output) порт введення / виводу загального призначення являє собою набір з 26 контактів на платі Raspberry Pi. До них відносяться 3.3V і 5V піни живлення M, clock і кілька пінів, які можуть управлятися безпосередньо процесором, і відповідно програмним забезпеченням. В загальному, на передній панелі системного блоку зазвичай знаходяться кнопки живлення і ручного перезавантаження комп'ютера. Їх теж потрібно правильно підключити до материнської плати. Вони можуть комунікувати із зовнішнім обладнанням. Як і в Arduino, налаштування пінів можуть бути змінені і вони будуть функціонувати як I²C інтерфейс, UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter – універсальний асинхронний приймач/передавач),

SPI (Serial Peripheral Interface Bus) і PWM (Pulse-Width Modulation), як показано на рисунку П.2.2. Процедура програмування Raspberry Pi значно складніша в порівнянні з Arduino, тому що Raspberry Pi володіє багатозадачною операційною системою [3].

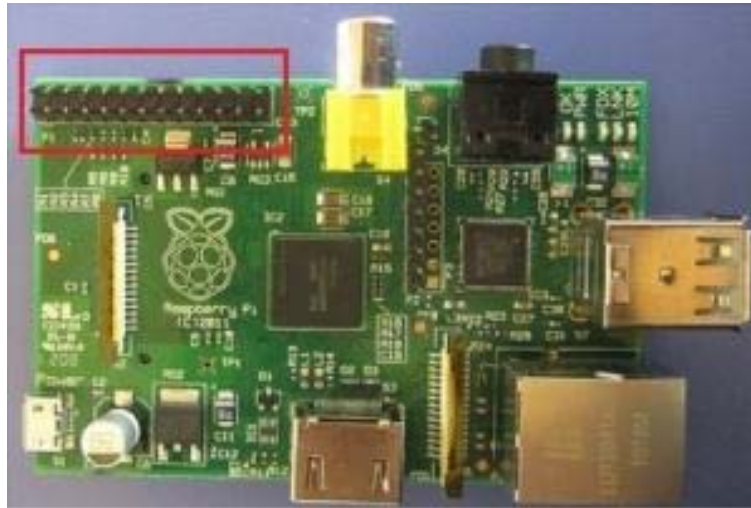


Рис. 1 – Розміщення виводів GPIO на платі Raspberry Pi

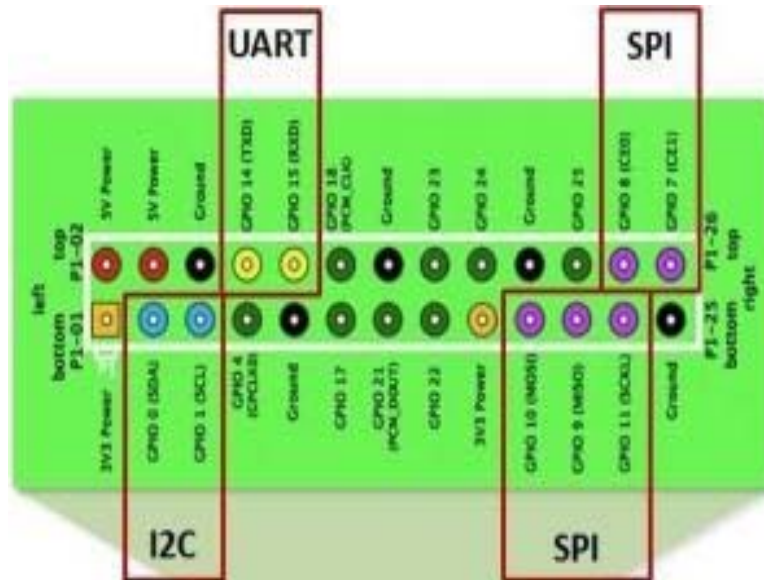


Рис. 2 – Групи контактів для підключення різних інтерфейсів

Усі виводи GPIO можуть бути налаштовані як на ввід (читання), так і на вивід (запис). Читання напруги може бути використане для цифрового вводу/виводу. Зокрема, коли напруга менше 1,7 В, то значення дорівнює логічному 0; більше, ніж 1,7 В є

значенням логічної 1. Для контактів виводу, можна встановлювати напругу від 0 В до 3,3 В. Варто звернути увагу на те, що пінні пронумеровані не по порядку. Наприклад, є GPIO 0 і GPIO 1, але немає GPIO 2 і GPIO 3. Також деякі пінні мають два імені. Наприклад, GPIO 14 і GPIO 15 також позначені як TXD (передача) і RXD (прийм), відповідно. Ці контакти можуть бути використані для послідовного зв'язку. GPIO 18 і 21 GPIO позначені PWM (імпульсна модуляція хвилі), що використовується для живлення світлодіодів, двигунів і тому подібних пристроїв. GPIO 0 і GPIO 1 також позначаються SDA і SCL відповідно, і використовуються для I2C комунікації. Виводи GPIO 9, GPIO 10 і GPIO 11 також позначені як MISO, MOSI і SCKL, відповідно, і використовуються для SPI-зв'язку [3].

Порівняння трьох популярних платформ розробки

Розглянемо порівняння характеристик трьох платформ для розробки вбудованих додатків: Arduino Uno, BeagleBone, RaspberryPi. Ці три моделі були обрані для порівняння не випадково: всі вони реально доступні, виконані в компактному форм-факторі і можуть використовуватися для створення різних цифрових пристроїв. Перш ніж ми перейдемо до порівняння, коротко опишемо кожен з них. Плату Arduino Uno з деяких пір можна вважати основним компонентом в співтоваристві радіоаматорів. Зараз плати Arduino доступні в різних форм-факторах, з різним набором периферії. Велика їх частина виконана на 8-розрядному мікро процесорі компанії Atmel. Для неї доступні просте середовище розробки і велика база знань і напрацювань, що говорить про можливість створення досить функціональних додатків.

А не так давно була анонсована плата Arduino Due на потужному ARM мікроконтролері з ядром Cortex-M3.

Плата Raspberry Pi є новачком в «грі» - це одноплатний комп'ютер, що позиціонується на ринку як дешеве рішення для початківців розробників вбудованих систем. Незважаючи на скромний вигляд і низьку вартість (близько 35 \$), ви отримуете реальний комп'ютер, який може стати основою для безлічі проектів.

BeagleBone є, мабуть, найменш відомою з усіх трьох платформ, але її можливості заслуговують на увагу творців вбудованих додатків. Це потужний Linux-комп'ютер компактних розмірів, який підтримує роботу з ОС Android і Ubuntu.

Всі три плати мають певний функціонал і набір периферії, які роблять їх цінними для розробників і проектувальників мікроконтролерних систем.

Arduino і Raspberry Pi - недорогі плати вартістю до 40 \$. BeagleBone пропонується за ціною майже трьох Arduino Uno. Однак Arduino в 40 разів повільніше і має в 128,000 разів менше оперативної пам'яті, ніж два інших учасника. Вже на даному етапі ви можете бачити важливі відмінності. Arduino і Raspberry Pi - дешеві плати, а Raspberry Pi і BeagleBone - набагато потужніші [4].

Здається, що Raspberry Pi виглядає на даний момент оптимальним рішенням, але це не зовсім так: для роботи вам буде потрібно окремо придбати карту пам'яті SD, а це ще 5 - 10 \$ до вартості самої плати. Також, незважаючи на однакову тактову частоту, по тестах BeagleBone працює вдвічі швидше Raspberry Pi. І як би парадоксально це не звучало, Arduino є оптимальним вибором, в крайньому випадку, для новачків.

Зауважимо цікаву особливість Raspberry Pi і BeagleBone: можливість запускати програмні додатки з карти пам'яті (SD-карта для Raspberry Pi, microSD - для BeagleBone). Це означає, що ви можете мати різні конфігурації ОС, додатки, збірки і

образи ОС на різних картах пам'яті, і вибір того чи іншого проекту здійснюється просто заміною карти пам'яті. Таким же чином можна змінити операційну систему.

Вибір платформи для розробки

Для новачків, рекомендується Arduino. На сьогоднішній день співтовариство Arduino – це безліч користувачів, величезна кількість навчальних матеріалів, готових рішень та проектів, які можна використовувати в своїх додатках. Крім того, Arduino пропонує найпростіший спосіб взаємодії із зовнішньою периферією.

Як зазначалося вище, існує дуже багато варіацій плат Arduino, але у всіх є дві спільні риси: використовується певний мікроконтролер фірми Atmel і програмний завантажувач (bootloader) Arduino, який реалізує базові функції плати. Для компактних пристроїв (які, можливо, не потребують застосування друкованої плати) ви можете придбати цей дешевий мікроконтролер і запрограмувати в нього завантажувач за допомогою будь-якого вибору програм AVR мікроконтролерів.

Для розробки додатків, що вимагають підключення до мережі Інтернет, ми рекомендуємо BeagleBone або Raspberry Pi. Обидва пристрої працюють під управлінням ОС Linux, мають порти Ethernet і USB. За допомогою USB можна підключати модулі бездротової передачі даних і, таким чином, реалізувати функції бездротової передачі даних і підключення до мережі Інтернет. До того ж, ОС Linux має безліч вбудованих програмних компонентів, що надають розширені мережеві функції.

Мініатюрні адаптери Wi-Fi можуть підключатися безпосередньо до плат BeagleBone і RaspberryPi. ОС Linux підтримує дані типи пристроїв.

З урахуванням сказаного, важливо відзначити, що багато сучасних датчики забезпечені цифровими інтерфейсами I²C або SPI. Всі три плати підтримують цей тип послідовного інтерфейсу і реалізувати взаємодію з ним можна досить легко.

Для додатків з графічним інтерфейсом користувача рекомендується використовувати Raspberry Pi. Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi дійсно можна виділити в окрему категорію, оскільки плата забезпечена виходом HDMI. Це означає, що ви можете підключити до плати мишу та клавіатуру, а саму плату підключити безпосередньо до телевізора. Таким чином, ви отримуете повнофункціональний комп'ютер, який ідеально підходить для застосування в торгових терміналах і кіосках. Ми заради інтересу в ході тестування встановили на Raspberry Pi програмні інструменти розробки для Arduino, написали невелику програму і запрограмували плату Arduino через інтерфейс Raspberry Pi.

Arduino – це досить функціональна і гнучка платформа розробки вбудованих додатків з величезними можливостями для взаємодії із зовнішнім світом. Вона прекрасно підійде для вивчення мікроконтролерів і може служити основою для невеликих проектів. Raspberry Pi буде оптимальним вибором для додатків, що вимагають наявності дисплея, графічного інтерфейсу користувача і підключення до Інтернету.

Виходячи з проведеного аналізу, поставлені завдання реалізовувалися на базі МК Raspberry Pi.

Практична частина

Розробка інтелектуального автомобіля на платформі Raspberry Pi

В роботі реалізовано додаток, який дозволить здійснювати дії, приведені на рис 3–7:

```
pi@raspberrypi:~ $ cd smart-avto
pi@raspberrypi:~/smart-avto $ python c7.py
Distance Measurement In Progress
Waiting For Sensor To settle
Distance: 06 cm
```

Рис. 3. Вимірювання відстані

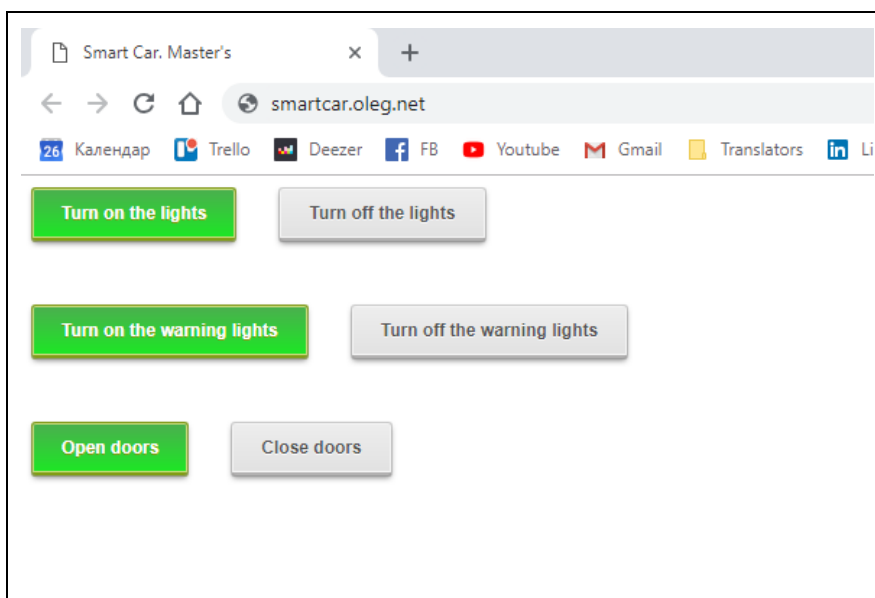


Рис. 4. Керування рівнем освітлення

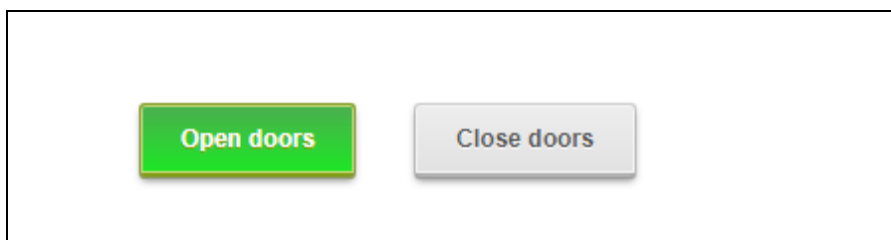


Рис. 5. Доступ до автомобіля

```
Distance: 97 cm
Distance: 97 cm
Distance: 97 cm
Distance: 96 cm
Distance: 96 cm
Temperature: 27 C
Humidity: 42 %
Distance: 96 cm
Distance: 97 cm
Distance: 98 cm
Distance: 97 cm
Distance: 96 cm
Temperature: 27 C
Humidity: 42 %
```

Рис. 6. Вимірювання температури

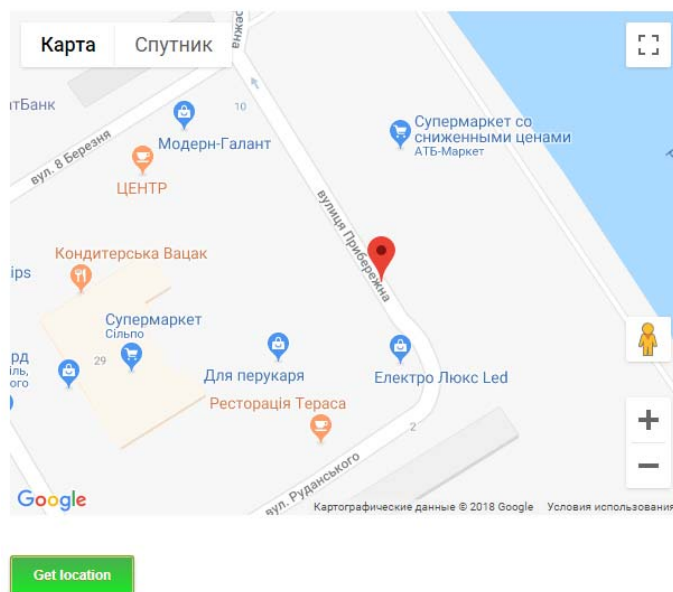


Рис. 7. Геолокація автомобіля

Розробка системи відеонагляду на основі Raspberry Pi

Для автоматизації процесу відеоспостереження обмежилися одним Python-скриптом, який виконує всю роботу, а саме – контролює переміщення за допомогою датчика і, якщо воно виявлено

- робить кілька знімків приміщення, використовуючи для цього бібліотеку Python OpenCV;

- після досягнення певного порогу переміщень, у даному випадку - десять виявлених переміщень, припиняє зйомку і відправляє останній зі збережених знімків в Telegram.

Поріг (threshold) заданий для того, щоб обмежити кількість знімків при фіксації переміщень. Після досягнення порогу зйомка припиняється і в Telegram висилається останнє збережене фото. Було встановлено поріг рівним десяти. Цього достатньо, щоб зафіксувати на фото факт проникнення.



Рис. 8. Підключення датчика руху до Raspberry Pi

Приклад скрипта, який виконує надсилання зроблених фото в Телеграм:

```
def Telegram_send(input_file):  
    import glob  
    import os  
    file=max(glob.iglob(input_file+'*.jpg'),key=os.path.getctime)  
    bot = telepot.Bot('*****')  
    bot.sendMessage('*****', 'Motion detected!')  
    bot.sendPhoto('*****', open(file,'rb'))
```

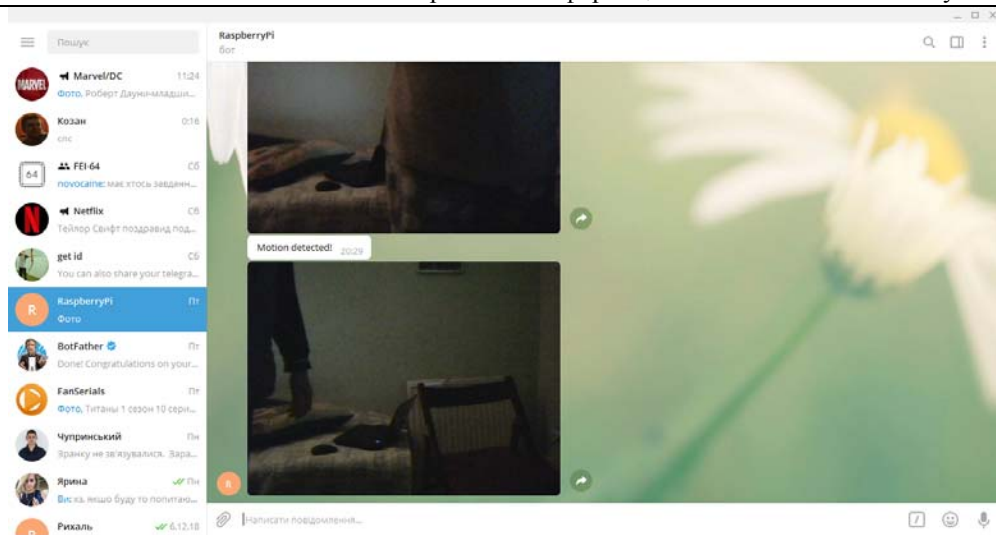


Рис. 9. Приклад отриманого в Телеграм повідомлення із доданим фото

Висновки

В роботі розглянуто сучасний стан розвитку інтелектуальних систем на базі мікроконтролерів і мікрокомп'ютерів. Проаналізовано застосування найбільш популярних ІТ-розробок у цій галузі. Запропоновано способи проектування інтелектуального автомобіля.

Реалізовано додаток, який дозволяє виконувати на транспортному засобі такі дії:

- відображати відстані до перешкод за допомогою Ultrasonic,
- здійснювати віддалене керування рівнем освітлення,
- відкривати за допомогою картки та віддалено за допомогою веб-серверу,
- вимірювати температуру під капотом, використовуючи відповідні датчики,
- відслідковувати геолокацію автомобіля.

Використання мікрокомп'ютера Raspberry Pi дозволяє автоматизувати рутинні процеси водіння та зменшувати кількість дорожньо-транспортних пригод.

У процесі створення системи відеоспостереження було з'ясовано, що МК Raspberry Pi має досить широкую функціональність - фактично, його з успіхом можна застосовувати всюди, де важлива компактність, невисока ціна та енергоефективність. З виходом спеціальної камери Raspberry Pi Camera Module функціональність Raspberry Pi зростає оскільки при вартості всього в 25-35 доларів ця камера дозволяє записувати відео з роздільною здатністю 1080p (1920x1080 пікселів) при частоті 30 кадрів в секунду, а також робити 5 мегапіксельних фото. При цьому, на відміну від веб-камер, Raspberry Pi Camera Module не перевантажує процесор і не зменшує пропускну здатність USB Raspberry Pi внаслідок апаратного стиснення відео (використовується кодек h.264) і спеціальний порт підключення (Camera Serial Interface, CSI).

Завдяки подібним характеристикам і особливостям, на базі Raspberry Pi з модулем камери можна створити досить недорого IP-камеру, тобто камеру для відеоспостереження з підключенням по локальній мережі або мережі Інтернет.

Вибір платформи Raspberry Pi для вирішення поставленого завдання не випадковий і пов'язаний з потужною підтримкою цього проекту розробниками, наявністю портів Ethernet і USB, наявністю виходу HDMI, підтримкою графічного інтерфейсу.

Розроблено систему відеоспостереження, котра з допомогою датчика руху SR501P1 та простої веб-камери дозволяє зафіксувати рух в приміщенні, зробити фото та надіслати його в Telegram.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *U. Lindqvist. The future of the Internet of Things / Lindqvist U., Neumann P. G. – U.S.A.: Communications of the ACM, 2017. – 30с.*
2. *Магда Ю. С. Raspberry Pi Руководство по настройке и применению / Ю. С. Магда. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 188 с.*
3. *Петин В. А. Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство / В. А. Петин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015 – 240 с.*
4. *Ричардсон М. P56 Заводим Raspberry Pi / пер. с англ. / М. Ричардсон, Ш. Уоллес. – Амперка, 2013. – 230 с.*

DESIGN OF INTELLECTUAL INFORMATION SYSTEMS ON THE BASIS OF МК RASPBERRI PI

O. Babich, Ya. Boyko, V. Galin, O. Chuprinsky

*Lviv Ivan Franko National University,
Drahomanova St., 50, 79005 Lviv, Ukraine
orestbanych@gmail.com*

The paper considers the features of the structure and work of the MC Raspberry Pi. Based on the comparative analysis of three popular platforms substantiated the choice of this microcomputer. Selected equipment for development.

The designing of intelligent information systems for the car and video surveillance on the basis of the MC Raspberry Pi is considered. developed of a system that helps a driver to interact with the environment, other drivers, obstacles and automates basics in work the car. Moreover, the driver has the opportunity to remotely monitor the status of the vehicle, its location and is able to get information about accessing the car.

The work was implemented on the Raspberry Pi 3 Model B microcomputer. Different tools like modern libraries, a temperature sensor, a card reader, a GPS-navigator were used. This software helps the driver to reduce the human factor and possible mistakes using the Lidar – rangefinder of the optical range.

In the course of the study, a comparative analysis of microcomputers was conducted; the choice of the platform for the creation of a video surveillance system was substantiated. The work shows the solution of the problem with the help of local observation through a static address, using motion sensor.

An application is implemented that allows you to perform the following on the vehicle:

- Display distances to obstacles using Ultrasonic,
- remote control of the level of lighting,
- open with a card and remotely using a web server;
- measure the temperature under the hood, using appropriate sensors,
- track the geolocation of the car.

The use of the Raspberry Pi microcomputer allows you to automate routine driving and reduce the number of road accidents.

In the process of creating a video surveillance system, it became clear that the Raspberry Pi has a very wide functionality - in fact, it can be successfully applied wherever compact, low cost and energy efficient.

The system of video surveillance, which uses the motion sensor SR501P1 and a simple webcam, allows you to capture motion in the room, make a photo and send it to Telegram, was developed.

Key words: intelligent information systems, microcomputers, intelligent car, video surveillance system.

*Стаття: надійшла до редакції 11.03.2019,
доопрацьована 25.03.2019,
прийнята до друку 27.03.2019.*