

«Проектування інтелектуальних агентів на основі адаптивних онтологій». – Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту»(ISDMCI2010). – том 2. – 401– 404 ст.
[8] *Тeslyuk V. M., Kryvyy R. Z., Teslyuk T. M. and A. Tariq Ali*, "Development of subsystems for solving optimization problems with the help of genetic algorithms," 2009 10th International Conference - The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, Lviv-Polyana, 2009, pp. 364-364.

Поступила 23.03.2017р.

УДК 004.9

О.Ю. Борейко, аспірант кафедри КІ, ТНЕУ,
В.М.Теслюк, д.т.н., професор кафедри АСУ, НУ “Львівська політехніка”,
М.В.Машевська, к.т.н., ст. викл. кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”,
І.В.Гураль, викладач кафедри КІ, ТНЕУ.

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЕРА ЗБОРУ ДАНИХ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ “РОЗУМНОГО” МІСТА

Abstract. The features of existing tools for implementation of data collection controller automated processing systems for passenger traffic of the “smart” city public transport were analyzed in the paper. The structure of the controller with the most optimal functionality, value and compatibility configuration of equipment was built. The algorithm of functioning of data collection controller of automated processing systems for passenger traffic of the «smart» city public transport was described. Physical model of the controller, based on the proposed structure and technical support, was implemented.

Анотація. У статті проведено аналіз особливостей існуючих засобів для реалізації контролера збору даних системи автоматизованого опрацювання пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста. Побудовано структуру контролера з найоптимальнішою конфігурацією по функціональності, вартості та сумісності обладнання. Розроблено та описано алгоритм функціонування контролера збору даних. Реалізовано фізичну модель контролера на основі запропонованої структури та технічного забезпечення.

Актуальність

На даний час більше половини населення світу проживає у містах. За різними прогнозами перехід від сільських до міських поселень продовжиться на протязі кількох наступних десятиліть [1]. Такі великі й складні агрегації людей завжди стають забрудненими і хаотичними. Міста і мегаполіси породжують проблеми нових видів. Складнощі у сфері утилізації відходів

життєдіяльності людей, нестача ресурсів, забруднення повітря, небезпеки для здоров'я жителів, затори на дорогах і невідповідні, застарілі міські інфраструктури є одними з основних технічних, фізичних і матеріальних проблем [2].

Для вирішення проблем даного спектру пропонується розроблення та інтеграція концепції “розумного” міста у всі ключові сфери діяльності сучасного міста. Реалізація “розумного” міста передбачає впровадження “розумних” рішень для підвищення економічних та екологічних показників міста, безпеки та комфорту його жителів [3].

Для вирішення проблем заторів та ефективнішого функціонування транспортної системи міста, розумним виходом може бути впровадження системи автоматизованого опрацювання пасажиропотоку громадського транспорту [4].

Для вибору технічних засобів та реалізації системи опрацювання пасажиропотоку необхідне чітке розуміння усіх вимог до функціональності системи, способів збору, опрацювання, збереження і відображення даних.

В даній роботі пропонується розроблення технічного забезпечення контролера збору даних системи автоматизованого опрацювання пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста, яке б максимально забезпечувало економічні, практичні та функціональні вимоги до обладнання даного класу.

Постановка задачі

Керування пасажиропотоком в громадському транспорті дає можливість контролювати правомірність використання водіями транспортних засобів, створювати ефективні графіки транспорту, реалізувати ефективне управління рухом транспорту для підвищення безпеки та комфорту пасажирів громадського транспорту “розумного” міста [5].

Проведений аналіз існуючих технічних рішень показує, що недоліками в системах автоматизованого опрацювання пасажиропотоку міського громадського транспорту є висока вартість обладнання, недостатня функціональність з врахуванням специфіки та особливостей пасажироперевезень в Україні та низька точність підрахунку пасажирів. Відповідно, мета дослідження полягає у розробленні та реалізації технічного забезпечення контролера збору даних про пасажиропотік громадського транспорту “розумного” міста, яке б гарантувало функціональність, високу точність підрахунку пасажирів та прийнятну вартість обладнання [6].

Оскільки головними критеріями розроблення технічного забезпечення контролера збору даних є функціональність, точність та прийнятна вартість як базових вузлів системи, так і реалізації в цілому, логічно постає потреба здійснення аналізу існуючих пристроїв, придатних для використання їх як головного керуючого елемента контролера. Згідно проведеного аналізу, в даний час широкого розповсюдження набувають одноплатні міні-комп'ютери типу Raspberry Pi [7], Orange Pi [8], ODROID-C2 [9], Pine A64 [10] і т.п. Дані

платформи здебільшого оснащені досить потужними обчислювальними можливостями, а також усіма основними інтерфейсами для взаємодії з периферійними пристроями.

Розв'язання задачі

З метою розв'язання розроблення технічного забезпечення контролера збору даних системи автоматизованого опрацювання пасажиропотоку міського громадського транспорту, пропонується реалізація його структури на основі одноплатного міні-комп'ютера Raspberry Pi. Даний вибір пояснюється низькою його вартістю, необхідною функціональністю, поширеністю, надійністю та потужною спільнотою розробників міні-комп'ютера. Зовнішній вигляд плати комп'ютера Raspberry Pi 3B представлений на рисунку 1, основні технічні характеристики наведені у таблиці 1 [11].

Контролер збору даних системи автоматизованого опрацювання пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста включає такі структурні елементи: міні-комп'ютер Raspberry Pi, що є основою обчислювальних потужностей контролера; GPS модуль для відслідковування руху транспортного засобу (ТЗ); GSM модуль для передачі зібраних даних на сервер; IP-камери (CAM1, CAM2) для фіксації потоку пасажирів на передніх/задніх дверях ТЗ; мережевий комутатор (Switch) для об'єднання комп'ютера Raspberry Pi та IP-камер у єдину мережу; USB камеру (USB CAM) для фіксації громадян із пільговим правом на проїзд у ТЗ; підсистема індикаторів, що сигналізують про поточний стан контролера для швидкої діагностики.



Рис. 1. Зовнішній вигляд міні-комп'ютера Raspberry Pi 3B

Другорядно до структури контролера збору даних системи автоматизованого опрацювання пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста також можна віднести кнопки відкриття/закриття передніх/задніх дверей та активації USB камери для фіксації пасажирів з пільговим правом на проїзд. Дані кнопки знаходяться під управлінням водія маршрутного ТЗ. Структура контролера збору даних зображена на рис. 2.

Основні технічні характеристики одноплатаного міні-комп'ютера Raspberry Pi 3B

| | |
|------------------------|---|
| Процесор | Broadcom 2837 quad-core ARM Cortex-A53 64bit (1,2GHz) |
| Оперативна пам'ять | 1Gb |
| Відеовихід | HDMI |
| A/V вихід | A/V вихід 3.5мм jack 4 pin |
| USB порти | USB 2.0 x 4 |
| Мережа | WiFi 802.11n, 10/100Mb RJ45 Ethernet |
| Bluetooth | Bluetooth 4.1, Bluetooth Low Energy |
| Слот для карти пам'яті | Micro SD |
| GPIO | 40 |

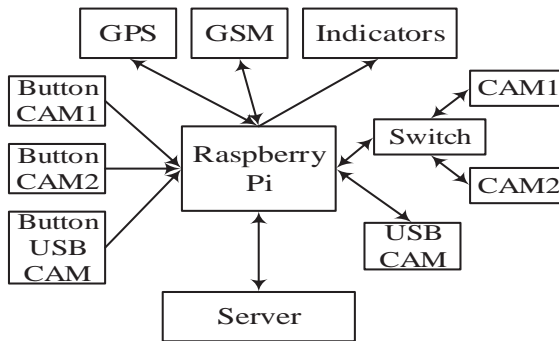


Рис. 2. Структурна модель контролера збору даних

В якості IP відеокамер пропонується використання пристроїв компанії Intellinet [12]. Обладнання даної компанії характеризується невисокою вартістю та сумісністю з Raspberry Pi. Прикладом такого обладнання можуть бути відеокамери NSC-11 [13], що зображена на рис. 3 або подібні моделі, які можливо вмонтувати у плафони над передніми та задніми дверима ТЗ.

Основні технічні характеристики відеокамери представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Основні технічні характеристики камери NSC-11

| | |
|---------------------------|----------------------------|
| Об'єм флеш-пам'яті | 4 МБ |
| Об'єм оперативної пам'яті | 32Мб SDRAM |
| Процесор | 32-bit ARM9 RISC CPU |
| Мережевий інтерфейс | 1 x 10 / 100 Ethernet Port |
| Живлення | 5 В, 1 А |
| Об'єктив | F2.8, 2.8 мм |
| Розміри | 92 x 60 x 21 мм |
| Мікрофон | немає |



Рис. 3. Приклад відеокамери NSC-11

Після аналізу доступних рішень пропонується використовувати USB GSM-модулі виробників Atel [14] або Anydata [15] і GPS-модулі від Quectel [16], що також характеризуються хорошою сумісністю у роботі з одноплатними комп'ютерами. Приклади перелічених модулів приведені на рис. 4,5. Короткі технічні характеристики модулів наведені у табл. 3,4.



Рис. 4. USB GSM-модуль ADA C450 компанії Atel

Таблиця 3

Короткі технічні характеристики модуля Atel ADA C450

| | |
|---------------------------|----------------------|
| Стандарт зв'язку | CDMA 450mHz |
| Технологія передачі даних | CDMA EVDO Rev.A |
| Максимальна швидкість | CDMA до 3,1 Мбит/сек |
| Габарити | 95 x 28 x 10 мм |

GPS модуль L20 працює на основі чіпу SiRF StarIV. 48 PRN каналів дасть змогу L20 виявити і захопити супутники в найкоротший час, навіть при вкрай слабкому сигналі. Даний модуль налаштований для роботи з контролером по UART-інтерфейсу [17].



Рис. 5. GSM-модуль L20 від Quectel

Таблиця 4

Короткі технічні характеристики модуля Quectel L20

| | |
|-------------------------------|--------------------|
| Інтерфейс | UART, I2C, PPS |
| Протоколи | NMEA 0183, OSP |
| Кількість каналів | 48 |
| Точність визначення швидкості | 0,01 м/с |
| Точність відміток часу | 100 нс |
| Час холодного старту | 35с |
| Напруга живлення | 2 - 3,6В |
| Споживана потужність | 130 мВт |
| Розміри | 16 x 12.2 x 2.4 мм |

Для фіксації пасажирів з правом на пільговий проїзд можна використати будь-яку USB-камеру із переліку сумісних з міні-комп'ютером Raspberry Pi [18]. В переліку представлений надзвичайно широкий вибір обладнання з різноманітними співвідношеннями по ціні та якості.

Приклад реалізації контролера, побудованого з використанням усього описаного технічного забезпечення, а також USB-камери компанії Trust [19] показано на рис. 6.



Рис.6. Приклад контролера (1 – плафон з передньою камерою, 2- плафон з задньою камерою, 3- USB-камера на посвідчення, 4 – GSM-модуль, 5 – GPS модуль, 6 – кнопка на посвідчення)

Робота контролера передбачає виконання наступних кроків:

1. Ініціалізувати параметри після увімкнення пристрою.
2. Перевіряти стан передніх/задніх дверей і кнопки фіксації посвідчень.
3. Якщо водій відкрив передні/задні двері, почати запис відео з камер CAM1/CAM2, зберегти дані на диск.
4. Якщо водій натиснув кнопку фіксації посвідчень і отримати фото з USB камери для фіксації пільговика.
5. Отримувати фото і відео до тих пір, поки відкриті двері або натискається кнопка фіксації посвідчень пільговиків, інакше – припинити зйомку.
6. Після збереження фото і відео даних, сформувані звіт про подію та надіслати усі дані на сервер [20].
7. У випадку відсутності з'єднання з мережею Інтернет, зберегти дані в архів, спробувати відновити з'єднання, спробувати надіслати дані на сервер пізніше.
8. Продовжити перевірку стану передніх/задніх дверей громадського маршрутного ТЗ.
9. За необхідності завершити роботу та вимкнути пристрій.

Висновки

В роботі представлено результат аналізу недоліків сучасних систем опрацювання пасажиропотоку громадського транспорту. Після дослідження існуючих на ринку пристроїв, придатних для використання в якості керуючого елемента контролера збору даних системи автоматизованого опрацювання пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста, було запропоновано структуру контролера на основі міні-комп'ютера Raspberry Pi. Розроблено структуру, а також описано алгоритм функціонування контролера збору даних. Окрім міні-комп'ютера, структура включає такі структурні елементи як GPS модуль, GSM модуль, відео IP-камери, мережевий комутатор, USB камеру, підсистему індикаторів, кнопки відкриття/закриття передніх/задніх дверей та активації USB камери для фіксації пасажирів з пільговим правом на проїзд.

1. Сайт Фонду ООН по народонаселенню (United Nations Population Fund, UNPF), розділ по урбанізації – <http://www.unfpa.org/urbanization>
2. Drozhzhinov, V. (2017) Smart Cities: models, tools, rankings, and standards / V. Drozhzhinov, V. Kupriyanovsky, D. Namiot, S. Sinyagov, Andrei Kharitonov // International Journal of Open Information Technologies. 2017. – Vol. 5, Issue 3. – P. 19-48.
3. Byun, J.H. Smart city implementation models based on IoT (Internet of Things) technology [Text] / J.H. Byun, S.Y. Kim, J.H. Sa, Y.T. Shin, S.P. Kim, J.B. Kim // Proceedings of Advanced Science and Technology Letters. – 2016. – V. 129. – P. 209–212.
4. Gauer, A. Smart city architecture and its applications based on IoT [Text] / A. Gauer, B. Scotney, G. Parr, S. McClean // Procedia Computer Science. – 2015. – V. 52. – P. 1089–1094.

5. *Boreiko, O. Y.*, (2016) Developing a controller for registering passenger flow of public transport for the "smart" city system / *O. Y. Boreiko, V. M. Teslyuk* // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. – Vol. 6, Issue 3 (84). – P. 40–46.
6. *Boreiko O., Teslyuk V.* Structural Model Of Passenger Counting And Public Transport Tracking System Of Smart City // Proceeding of the XIII International Conference "Perspective Technologies and Methods in MEMS Design", MEMSTECH'2016, 20 - 24 April 2016 Polyana, Lviv, Ukraine. 2016 – P. 124 – 126.
7. *Richardson M.* Getting Started with Raspberry Pi / *M. Richardson, S. Wallace* // Sebastopol, O'Reilly Media, 2012. - 161 p.
8. What's Orange Pi Plus? – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.orangepi.org/index.html>. – Назва з титулки екрану.
9. Products – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php. – Назва з титулки екрану.
10. Low Cost, Low power & High Performance 64-bit Computer – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.pine64.org/?page_id=1194. – Назва з титулки екрану.
11. RASPBERRY PI 3 MODEL B – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>. – Назва з титулки екрану.
12. Intellinet – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.intellinet-network.com/Intellinet>. – Назва з титулки екрану.
13. NSC11 Network Camera – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.intellinet-network.com/nsc11-network-camera>. – Назва з титулки екрану.
14. Atel – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.sstelecoms.com/product-category/brands/atel/>. – Назва з титулки екрану.
15. Overview – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://anydata.co.kr/>. – Назва з титулки екрану.
16. Quectel – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.quectel.com/>. – Назва з титулки екрану.
17. *Boreiko O., Teslyuk V.* Model of a controller for registering passenger flow of public transport for the "smart" city system. Proc. of the 14-th Intern. Conf. on The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM'2017). - Lviv - Polyana: Publishing House Vezha&Co. 2017. - Pp. 207 - 209.
18. RPi USB Webcams – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: http://elinux.org/RPi_USB_Webcams. – Назва з титулки екрану.
19. Webcams – [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.trust.com/en/trust/webcam>. – Назва з титулки екрану.
20. *Boreiko, O. Y.*, (2017) Development of models and means of the server part of the system for passenger traffic registration of public transport in the "smart" city / *O. Y. Boreiko, V. M. Teslyuk, A. Zelinsky, O. Berezsky* // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. – Vol. 1, Issue 2 (85). – P. 40–47.

Поступила 30.03.2017р.