

УДК 004.7

Олексій Гранюк, Юрій Гордієнко

**ПИТАННЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ВІД СЕНСОРІВ НА МОБІЛЬНИЙ
ТЕЛЕФОН КОРИСТУВАЧА В КОНТЕКСТІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ****ISSUE OF TRANSFER OF DATA FROM SENSORS
TO A SMARTPHONE IN THE CONTEXT OF INTERNET OF THINGS**

У статті розглядається питання передачі даних від сенсорів на мобільний телефон користувача у контексті Інтернету речей. Проаналізовано особливості передачі даних від сенсорів до хмарних сервісів. З'ясовано, що при передачі великого обсягу даних оптимальним рішенням є обробка цих даних локально за допомогою шлюзу.

Ключові слова: Інтернет речей, передача даних, хмарний сервіс, сенсори.
Рис.: 2. Бібл.: 14.

The article deals with the issue of transmitting data from sensors to a user's mobile phone in the context of the Internet of things. The peculiarities of data transmission from sensors to cloud services are analyzed. It is revealed that when transferring a large amount of data, the optimal solution is to process these data locally using the gateway.

Key words: Internet of things, transfer of data, cloud service, smartphone, sensors.

Fig.: 2. Bibl.: 14.

Актуальність теми дослідження. На сьогодні тренд Інтернету речей (*Internet of Things, IoT*) набирає у світі все більшу популярність. Під Інтернетом речей вітчизняні та зарубіжні науковці розуміють концепцію обчислювальної мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, що мають вбудовані сенсори і програмне забезпечення для обміну даними з іншими пристроями [1]. У найзагальнішому вигляді Інтернет речей можна записати у вигляді такої символічної формули: $IoT = \text{Сенсори (давачі)} + \text{Дані} + \text{Мережі} + \text{Послуги}$ [1; 2].

На основі Інтернету речей можуть бути реалізовані ряд «розумних» додатків (*smart*) [5] у різних сферах діяльності та життя людини: «Розумна планета», «Розумне місто», «Розумний будинок», «Розумна енергетика», «Розумний транспорт», «Розумна медицина», «Розумна освіта» та ін.

При цьому актуальним є питання прийняття рішень для Інтернету речей. Тому, паралельно з популяризацією Інтернету речей розробляються методики мобільних рішень в IoT-проектах та хмарні технології.

Постановка проблеми. Як свідчать доробки провідних вітчизняних та зарубіжних науковців останніх років одним із найпоширеніших варіантів рішення Інтернету речей є використання мобільного телефону для отримання даних від сенсору чи управління підключеннями пристроями [2; 13]. При цьому для передачі та обробки даних використовується хмарний сервіс. Такий підхід має багато переваг, оскільки для передачі даних використовується мережа Інтернет, яка дозволяє отримувати необхідну інформацію навіть коли користувач знаходиться на значній відстані від сенсору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання рішення для Інтернету речей за останнє десятиріччя локалізувалось в центрі дослідницької уваги багатьох вітчизняних і закордонних учених. Зокрема, окремі аспекти

обміну даними у контексті Інтернету речей висвітлені у роботах таких українських дослідників, як: Адріан Наконечний [4], Анжеліка Пархоменко [5], Володимир Скляр [6], Зеновій Верес [4], Олексій Бондарев [1], Сергій Стіренко [11], Юрій Гордієнко [11], Юрій Кошуга [11] та ін. Характеристиці аватарів, сервісів та окремих API-інтерфейсів присвячені доробки таких закордонних учених, як: Бед Партс [8], Генрік Консек [9], Девід Ру [13], Ендрю Фішер [3], Крістофер Еберт [8], Уільям Сталлінгста [10] та ін.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Залишається недостатньо вивченим питання оптимізації передачі великого обсягу даних від сенсорів на мобільні телефони користувачів у контексті Інтернету речей.

Постановка завдання. Завданням даної статті є створення моделі оптимізації передачі даних від сенсорів до мобільного телефону користувача з обробкою цих даних у шлюзі у контексті Інтернету речей. Дослідження сфокусовано на аналізі особливостей передачі даних від сенсорів до хмарних сервісів.

Викладення основного матеріалу. Зазвичай, передача усіх даних від сенсору на мобільний пристрій користувача здійснюється напряму в хмару, де вони зберігаються і, за необхідності, обробляються. Але такий підхід до рішення Інтернету речей не є ідеальним у випадку, коли відбувається передача даних від декількох однотипних пристроїв чи групи пристроїв, що належать одному користувачу. В такому разі доцільним буде виконати обробку даних локально за допомогою шлюзу.

Шлюз для Інтернету речей – це пристрій, що дозволяє об'єднувати роботу кількох десятків сенсорів чи інших інтелектуальних пристроїв. Такі шлюзи можуть працювати одночасно у декількох Wi-Fi мережах, підтримують мобільні мережі GPRS, 2G, 3G, LTE та оснащені відносно потужними процесорами і значними об'ємами оперативної пам'яті [7].

Розглянемо питання: навіщо організовувати роботу сенсорів та інтелектуальних пристроїв за допомогою шлюзів? Зауважимо, що сенсори, зазвичай, мають досить слабкі чіпи, малі об'єми пам'яті і обмеження на використання електроенергії [12]. Все це створює проблеми при передачі даних телеметрії в хмару. Сенсори можуть передавати дані з використанням досить простого протоколу UDP (*User Datagram Protocol* – протокол датаграм користувача, який працює без встановлення з'єднання, забезпечує дуже простий інтерфейс між мережним та програмним рівнями, але не гарантує доставку повідомлень), а отже може траплятися втрата даних при передачі через глобальну мережу. Водночас цей протокол дуже ефективний при використанні в локальній мережі, як у випадку при підключенні до шлюзу. Сенсори не можуть тривалий час зберігати дані телеметрії, якщо відбувається втрата з'єднання з хмарою. Коли з'єднання втрачено через проблеми у глобальній мережі, то шлюз, за необхідності, зможе зберігати дані до відновлення зв'язку.

Одне з основних переваг використання IoT-шлюзів – це можливість агрегації даних, що надходять від інших пристроїв. Пристрої малого форм-фактору можуть вирішувати багато завдань самостійно, але, якщо навантажити їх надміру, обмеження в обсязі пам'яті і обчислювальної потужності можуть уповільнити весь проект, довести його до майже неробочого стану. Об'єднання безлічі таких пристроїв за допомогою шлюзу дає можливість організувати ефективний збір їхніх даних, дозволяє їм вирішувати виключно ті завдання, на які вони розраховані. При цьому неважливо, пристрої яких саме форм-факторів задіяні в проекті. Шлюз, в будь-якому випадку, здатний значно поліпшити роботу. Більшість шлюзів здатні забезпечити роботу приблизно з десятком

самостійних датчиків. Вони можуть підтримувати відразу декілька робочих Wi-Fi мереж, що дозволяє їм взаємодіяти з датчиками, які спрямовані передавати дані по таких мережах.

Щодо передачі даних через шлюз, то зазначимо, що основні функції шлюзу полягають: у збірці розрізнених показників даних у файли, захисті цих даних та забезпеченні високої швидкості їх передачі через хмарний сервер до користувача, нейтралізуючи можливі затримки.

Для прикладу, розглянемо передачу даних з датчиків температури на мобільний телефон користувача. Передача даних здійснюється згідно схеми, зображеної на рис. 1.

У якості хмарного сервісу розглянемо SamsungArtikCloud. Це спеціальна платформа для розробки рішень для Інтернету речей, що включає в себе як хмарний сервіс так апаратні рішення для IoT. ArtikCloud надає можливість керувати підключеним пристроями через веб-інтерфейс, слідкувати за працездатністю підключених пристроїв. Користувачі також мають можливість переглядати дані, що надходять в хмару в режимі реального часу на графіках, і використовувати вбудований генератор даних. Однак ArtikCloud не надає інструментів для виконання складних обчислень чи машинного навчання. Вважатимемо, що для розробки використовується мова програмування Java. При цьому передачу даних найкраще здійснювати з використанням протоколів CoAP(*ConstrainedApplicationProtocol*) або MQTT (*MessageQueuingTelemetryTransport*).

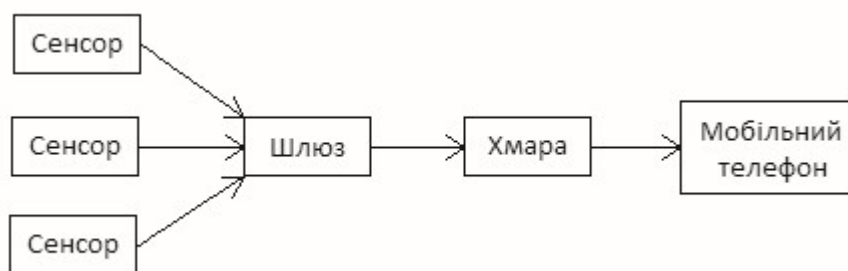


Рис. 1. Схема передачі даних від сенсорів до мобільного телефону користувача

Протокол CoAP використовує модель REST (*RepresentationalStateTransfer*– підхід до архітектури мережевих протоколів, за яким доступ до ресурсів здійснюється через їх представлення) для надсилання повідомлень, що робить його дуже схожим на протокол HTTP (*HyperTextTransferProtocol*– протокол передачі гіпер-текстових документів) з єдиною відмінністю, що CoAP розрахований на міжмашинну взаємодію.

Протокол MQTT працює за принципом «видавець-передплатник». Для надсилання повідомлень використовується програма «брокер». Згідно цієї програми «видавці» надсилають повідомлення брокеру. Дані надсилаються разом із темою. Зауважимо, що розробники можуть самостійно створювати ієрархію тем для роботи великих систем, що може значно спростувати розробку і підтримку системи. «Передплатники» підключаються до брокера і замовляють тему чи групи тем. Відмітимо, що до переваг протоколу MQTT відносяться: компактність повідомлень, низьке навантаження на мережу, здатність працювати в умовах тимчасових втрат зв'язку. Як досліджено в [14] при втраті пакетів при передачі через мережу на рівні 25% всі повідомлення були вдало надіслані отримувачу при рівні якості обслуговування 1, при цьому, якщо розмір повідомлень складає більше 400 байт, то по протоколу MQTT надсилається на

20-25% менше додаткових даних, ніж при використанні протоколу CoAP при рівні втрати пакетів більше 10%.

Водночас виникає питання, як оптимально реалізувати передачу даних з використанням брокера. Хмарні сервіси надають доступ до власного брокера, розміщеного в хмарі, а це означає, що сенсор буде передавати дані в хмару без попередньої обробки та у великому обсязі. Тому необхідно встановити власний брокер на шлюз. Таким чином дані, які передаються від різних сенсорів, потраплятимуть спочатку до брокера на шлюзі, а далі – передаватимуться програмі обробки даних. Оброблені дані можна надіслати в хмару, використовуючи, наприклад, протокол CoAP, для постійного зберігання даних. Завдяки зручності сучасних хмарних сервісів користувач в будь-який момент зможе отримати поточні дані чи переглянути історію за певний проміжок часу.

Отже, модель оптимізації передачі даних від сенсорів до мобільного телефону користувача з обробкою цих даних на шлюзі має вигляд зображений на рис. 2.

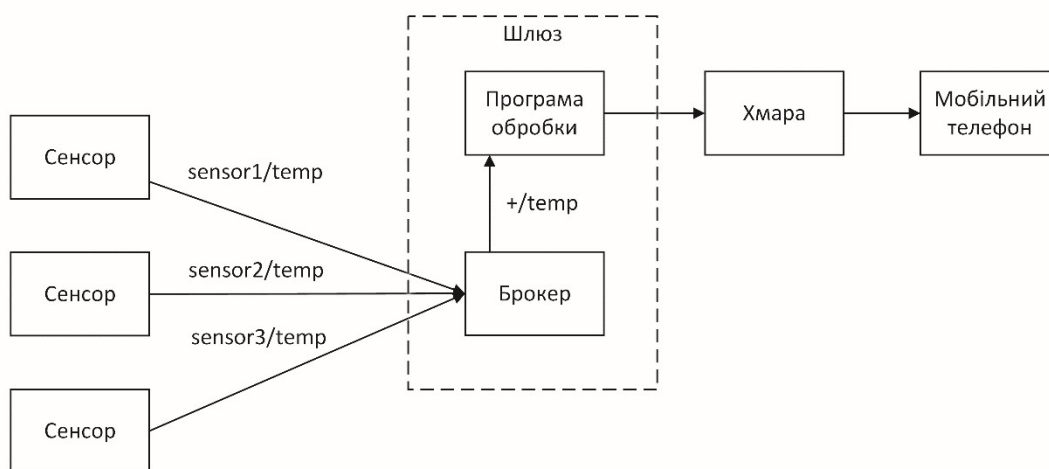


Рис. 2. Модель оптимізації передачі даних від сенсорів до мобільного телефону користувача

Зауважимо, що у представленій моделі поряд із стрілочками написані приклади тем, які можна використати для позначення даних. Символ «+» в назві теми «+/temp» означає, що на цьому рівні може бути вказана будь-яка тема. Такий підхід до вибору назв тем значно спрощує підтримку системи: можна додавати в систему нові сенсори без внесення змін в програму обробки та створювати більш інтелектуальні програми обробки даних.

Висновки. Таким чином, з використанням шлюзу та функціонуванням у ньому власного брокера можна реалізувати різні варіанти обробки великого обсягу даних. При цьому, з огляду на те, що багато шлюзів оснащені потужними багатоядерними процесорами, навіть досить складні програмні маніпуляції з даними не створюватимуть навантаження на систему передачі даних і не спричинятимуть загрози сповільнення роботи усієї системи. В результаті шлюз виявляється ідеальним пристроєм для підготовки даних малопотужних пристроїв перед відправкою їх, наприклад, в хмару. І як наслідок, запропонована модель оптимізації передачі даних від сенсорів до мобільного телефону користувача з обробкою цих даних на шлюзі, забезпечуватиме оперативне поставлення необхідних даних користувачу. А це, в свою чергу, сприятиме швидкому впровадженню розумного Інтернету речей у різні сфери життєдіяльності людини у нашому суспільстві.

Список використаних джерел

1. Бондарев Олексій. Що таке інтернет речей і навіщо він потрібен? URL: <https://nv.ua/ukr/science/lectures/lektorij-shcho-take-internet-reczej-i-/navishcho-vin-potriben-1326653.html> (дата звернення: 27.04.2018).
2. Интернет вещей (IoT): Пять технологических прорывов 2017 года. URL: <https://delo.ua/business/internet-veschej-iot-pjat-tehnologicheskikh-proryvov-/2017-goda-329735/> (дата звернення: 25.04.2018).
3. Лучшие методики разработки решений для Интернета вещей Эндрю Фишер. URL: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/iot-mobile-/practices-iot-success/index.html> (дата звернення: 25.04.2018).
4. Наконечний А. Й., Верес З. Є. Інтернет речей і сучасні технології // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Автоматика, вимірювання та керування. 2016. № 852. С. 3–9.
5. Пархоменко А. Насколько «умным» должен быть Умный Дом// Карт Бланш. 2017. №1. С. 30–31.
6. Скляр В. Стандарты архитектуры для InternetofThings. URL: <https://habr.com/post/307668/> (дата звернення: 27.04.2018).
7. Шлюзы в IoT-разработке: когда, зачем и почему. Блог компанії Intel. URL: <https://habrahabr.ru/company/intel/blog/302824/> (дата звернення: 27.04.2018).
8. Ebert Christof, Parts Bad: Looking into the Future, IEEE Software, November/December 2015.
9. Konsek Henryk. Instant Apache ServiceMix How-to. Birmingham : Packt Pub., 2013.
10. Stallings William. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. USA: Addison-Wesley Professional, 2015.
11. Stirenko S., Gordienko Y., Shemsedinov T., Alienin O., Kochura Y., Gordienko N., Rojbi A., Benito J., Artetxe González E. User-driven intelligent interface on the basis of multimodal augmented reality and brain-computer interaction for people with functional disabilities // arXiv preprint arXiv:1704.05915, 2017
12. The Elertus Smart Sensor. URL: <http://www.elertus.com> (дата звернення: 27.04.2018).
13. 7 Big Problems with the Internet of Things David Roe. URL: <https://www.cmswire.com/cms/internet-of-things/7-big-problems-with-the-internet-of-things-024571.php> (дата звернення: 25.04.2018).
14. Dinesh Thangavel, Alvin Cerdona Valera, Xiaoping Ma, Colin Keng-Yan Tan. Performance evaluation of MQTT and CoAP via a common middleware. 2014 IEEE Ninth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing, At Singapore.

ДОВІДКА ПРО АВТОРІВ

Гранюк Олексій Володимирович – студент, кафедра обчислювальної техніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Hraniuk Oleksii – student, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”.

E-mail: alekseygranuk@gmail.com

Гордієнко Юрій Григорович – доктор фізико-математичних наук, професор, кафедра обчислювальної техніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Gordienko Yuri – D.Sc., PhD, professor, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”.

E-mail: yuri.gordienko@gmail.com

OleksiiHraniuk, Yuri Gordienko

ISSUE OF TRANSFER OF DATA FROM SENSORS TO A SMARTPHONE IN THE CONTEXT OF INTERNET OF THINGS

Relevance of research topic. In the most general form, the Internet of things can be written in the form of the following symbolic formula: *IoT = Sensors (sensors) + Data + Networks + Services*. In this case, the question of using a mobile phone for data acquisition or management of connected devices is relevant.

Formulation of the problem. The optimal solution is to process these data locally using the gateway while transmitting a large amount of data.

Analysis of recent research and publications. Over recent years, more and more scientific works have been published by domestic and foreign researchers devoted to the problem of constructing IoT solutions. However, the issue of large-scale data exchange in the context of the Internet of things is still not well understood.

Unexplored parts of the general problem. This article is devoted to the study of the problem of optimizing the transmission of data from sensors to the end devices (smartphones) in the context of the Internet of things.

The research objective. The purpose of this article is to create a model for optimizing the transmission of data from sensors to end devices (smartphones) in the context of the Internet of things using gateways. The research focuses on the analysis of data transfer features from sensors to cloud services.

The statement of basic materials. The advantages of using IoT-gateways in the transmission of data from sensors to end device through the cloud service are analyzed. It was found that data transmitted from sensors might be processed on the gateway before reaching end devices. In case of using MQTT protocol this will lead to additional benefits such as lowered impact on network throughput. The main functions of the gateway are: collection of data, aggregation of data, secure transfer of data to end devices, partial protection of sensors and other connected devices from hacking.

Conclusions. Thus, with the use of the gateway it is possible to implement processing of large amounts of data. The proposed model for transmitting data from sensors to user smartphone with processing these data in the gateway will provide the prompt delivery of the necessary data to the user.

Key words: Internet of things, transfer of data, cloud service, sensors.