

Владислав Корчан¹, Ірина Морозова²

¹магістр, аспірант кафедри електроніки, робототехніки, технологій моніторингу та інтернету речей
Національний авіаційний університет (Київ, Україна)

E-mail: korchan.vlad22@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6769-7529>

²кандидат технічних наук, професор кафедри електроніки, робототехніки, технологій моніторингу та інтернету речей
Національний авіаційний університет (Київ, Україна)

E-mail: iramoro@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4238-4001>

МЕТОДИ СУМІСНОСТІ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРИСТРОЇВ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ У ГЕТЕРОГЕННИХ МЕРЕЖАХ ЗВ'ЯЗКУ НА БАЗІ АРХІТЕКТУРИ ЦИФРОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Нині продукти, підходи та ініціативи, пов'язані з питанням сумісності Інтернету речей, поки що перебувають у стадії розробки. Пропріетарний характер випуску пристроїв Інтернету речей спостерігався до 2017 року, що створило передумови та необхідність замислитися про створення вимог щодо сумісності пристроїв як для завдань спільної взаємодії, так і для завдань спільної ідентифікації, тобто щоб один пристрій Інтернету речей розумів інший пристрій Інтернету речей. Таким прикладом є системи, побудовані з урахуванням загального рівня послуг і реалізацій сутностей загальних послуг, сервіс-орієнтованих архітектур, архітектур цифрових об'єктів і доменних імен.

Ключові слова: Інтернет речей; ідентифікація; цифровий об'єкт; передача даних.

Рис.: 2. Бібл.: 6.

Актуальність теми дослідження. Більшість підходів сконцентровані на визначенні набору базових інтерфейсів у межах різних програм. Архітектура цифрових об'єктів визначає базовий набір послуг, що дозволяють зробити інкапсуляцію інформації, її реєстрацію та виявлення незалежно від меж застосування, тим самим дозволяючи здійснювати обмін інформацією в межах різних додатків. Описані підходи можуть бути інтегровані в будь-якому аспекті сумісності (загальний рівень послуг, сервіс-орієнтована архітектура та ін.), що дозволить здійснювати обмін інформацією в межах різних додатків.

Постановка проблеми. Архітектура цифрових об'єктів визначає мінімальний набір необхідних архітектурних компонентів, протоколів та сервісів для забезпечення загальної інформації та сумісності сервісів. Наведений опис є технологічно нейтральним, а також може бути реалізовано з наявними технологіями для завдань глобальної ідентифікації Інтернету речей. Це полегшить сумісність ідентифікації, опису, представлення, доступу, зберігання та безпеки пристроїв Інтернету речей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з питань методів цифрової ідентифікації пристроїв Інтернету речей у гетерогенних мережах показав, що питанням вибору методів цифрової ідентифікації пристроїв у гетерогенних мережах на базі архітектури цифрових об'єктів на сьогодні приділено мало уваги в науковій літературі.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Представлена архітектура дозволяє будь-якій цифровій інформації, попередньо структурованій як цифровий об'єкт, бути безпечно ідентифікованою, незалежно від конкретної системи, сервісу або програми, де інформація створювалася або зберігалася.

Метою статті є представлення методів і підходів, які можуть бути інтегровані в будь-якому з раніше перерахованих аспектів сумісності (загальний рівень послуг, сервіс-орієнтована архітектура та ін.), що дозволить здійснювати обмін інформацією в межах різних додатків Інтернету речей.

Виклад основного матеріалу. Представлена архітектура дозволяє будь-якій цифровій інформації, попередньо структурованій як цифровий об'єкт, бути безпечно ідентифікованою, незалежно від конкретної системи, сервісу або програми, де інформація створювалася або зберігалася. Як відомо, DOA складається із трьох базових фундаментальних компонентів, які реалізують такі послуги: сервіс глобальної ідентифікації, сервіс зберігання цифрових об'єктів, сервіс-реєстр цифрових об'єктів. На (рис. 1) показаний процес створення цифрового об'єкта та присвоєння атрибутів.



Рис. 1. Процес створення цифрового об'єкта та присвоєння атрибутів

Сервіс глобальної ідентифікації дозволить призначати глобальний ідентифікатор будь-якого цифрового об'єкта. Цей сервіс надає протокол резолюції та адміністрування, призначений для визначення пов'язаної з цифровим об'єктом допоміжної інформації: місце зберігання, походження інформації, з можливістю вилучення та керування з дотриманням необхідних заходів безпеки. Сервіс ідентифікації повинен бути розподіленою системою із вбудованими механізмами захисту для забезпечення цілісності сервісу, його безвідмовності, цілісності даних, що зберігаються. Обов'язковою є також автентифікація та конфіденційність операцій зі збереженими даними, наявність вибіркового управління доступом для будь-яких метаданих, пов'язаних з ідентифікатором. Набір розподілених сервісів для зберігання цифрових об'єктів сприяє безпечному зберіганню, доступу та поширенню об'єктів із використанням їх ідентифікаторів. Саме сховище є цифровим об'єктом, що може зберігати в собі інші об'єкти (що є обов'язковим) [3]. Сховище цифрових об'єктів може являти собою набір пристроїв Інтернету речей, при цьому будучи також цифровими об'єктами.

Цифровий об'єкт може мати безліч атрибутів, пов'язаних із реальним об'єктом. Частина атрибутів може описувати природу пристрою Інтернету речей. Зокрема, об'єкт може мати керуючі атрибути, пов'язані з програмним забезпеченням, надаючи пряму взаємодію з функціями пристрою інтернету речей, наприклад, включення або вимкнення системи, отримання показань температурного сенсора на пристрої. Крім цього, цифровий об'єкт може мати атрибути, що визначають доступність основних атрибутів пристроїв, таким чином визначаючи, хто може взаємодіяти з пристроєм інтернету речей за допомогою інтерфейсу, описаного в атрибутах об'єкта. На рис. 2 представлена схема взаємодії пристроїв інтернету речей, що підключаються до мережі зв'язку з використанням різних технологій передачі даних, та компонентів цифрової архітектури [4].

Структура цифрового об'єкта може бути сформована у вигляді цифрового уявлення фізичного пристрою інтернету речей. Система компонентів, а саме реєстр, має можливості для визначення способів знаходження та доступу до подібних сутностей. Критерій сумісності в термінах інтернету речей передбачає наявність API, щоб цифрові об'єкти могли взаємодіяти з пристроями, до яких вони прив'язані. Цей підхід може бути використаний для досягнення конкретних засобів керування доступом для зручності кожного сховища. З іншого боку, сховище може надавати доступ до даних, генерованим окремим пристроєм інтернету речей. Архітектура цифрових об'єктів не обмежує кількість можливих сховищ.

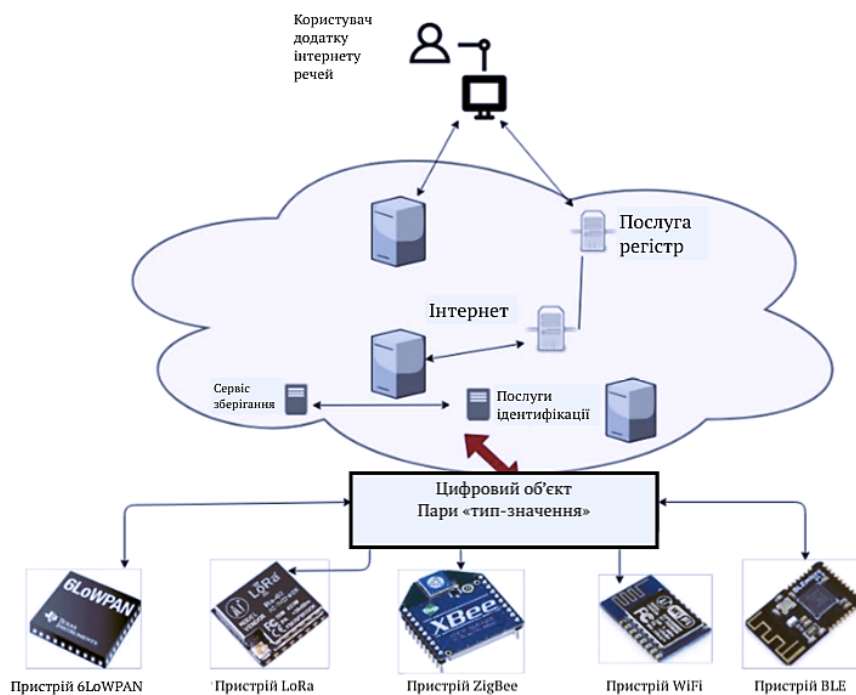


Рис. 2. Схема взаємодії пристроїв інтернету речей та компонентів архітектури цифрових

Приклади типів і/або атрибутів:

- тип пристрою IoT;
- опис пристрою IoT як для розуміння людиною, так і для розуміння машиною;
- супровідна інформація, включає інформацію про стан пристроїв IoT;
- характеристики інтерфейсу. Кожен пристрій IoT надає ідентифікатор, який унікально визначає інтерфейси, які використовуються для взаємодії з іншими системами та пристроями IoT. Наприклад, така специфікація інтерфейсу забезпечує низькорівневий опис фізичних інтерфейсів, які використовуються для взаємодії з пристроєм;
 - доступ до інтерфейсу сервісу. Кожен пристрій IoT, доступний у мережі, може надавати рекомендації для інтерфейсів обслуговування. Для деяких пристроїв це може бути URL-адреса, для інших – проста IP-адреса, а також будь-які інші параметри. Конкретний пристрій IoT може мати різні сервісні інтерфейси;

- взаємозв'язок з архівним сховищем пристрою IoT. Багато пристроїв IoT можуть генерувати дані під час роботи. DOA може підключити пристрій до сховища подібних даних.

Існують різні типи взаємодії пристроїв інтернету речей у гетерогенних мережах, одним з яких є технічна сумісність, яка зазвичай пов'язана з програмними та апаратними компонентами, системами та платформами, які забезпечують взаємодію між пристроями.

Цей тип взаємодії найчастіше базується на протоколах зв'язку та інфраструктурі, необхідній для роботи цих протоколів. Інший тип сумісності, синтаксична сумісність, зазвичай асоціюється з форматами даних. Немає сумніву, що всі повідомлення, що передаються за допомогою протоколів, повинні мати чітко визначений синтаксис і методи кодування, навіть якщо вони мають форму бітових таблиць. Третій вид сумісності – це семантична сумісність, зазвичай пов'язана зі значенням вмісту, що впливає на інтерпретацію вмісту людиною, а не машиною. Таким чином, сумісність на цьому рівні означає спільне розуміння сенсу обмінюваного контенту (інформації).

Результат розділення має бути у формі пари тип-значення. У структурі даних DOA цифровий об'єкт – це файл, служба, база даних, пристрій або їх комбінація.

Висновки. У роботі запропоновані методи сумісності та архітектура взаємодії пристроїв при ідентифікації Інтернету речей у гетерогенних мережах зв'язку на базі архітектури цифрових об'єктів. Описано процес створення цифрового об'єкта, присвоєння атрибутів та особливості місця зберігання даних і інформації. Ядром структури є архітектура цифрових об'єктів, в якому будь-яка інформація, представлена в цифровому вигляді, може бути структурована як цифровий об'єкт, якому присвоюється глобально унікальний ідентифікатор. Описані підходи можуть бути інтегровані у будь-якому з раніше перерахованих аспектів сумісності (загальний рівень послуг, сервіс-орієнтована архітектура та ін.), що дозволить здійснювати обмін інформацією в межах різних додатків.

Список використаних джерел

1. Recommendation ITU-T E.164: The international public telecommunication numbering plan. – November 2010 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.164-201011-I>.
2. Recommendation ITU-T P.10 : Vocabulary for performance and quality of service // ITU-T. – 2006. – № 12.
3. Владимиров С. С. Методика идентификации устройств Интернета вещей на основе принудительной деградации участка флеш-памяти / С. С. Владимиров, Р. В. Киричек // Электросвязь. – 2017. – № 2. – С. 32-35.
4. Аль Бахри М. С. Обзор внедрения технологии SigFox в государстве Оман / М. С. Аль Бахри, Р. В. Киричек. – 2017. – С. 172-173.
5. Lam K. Y. Identity in the Internet-of-Things (IoT): New challenges and opportunities / K. Y. Lam, C. H. Chi // International Conference on Information and Communications Security. – Springer, Cham, 2016. – Pp. 18-26.
6. Koo J. Interoperability of device identification in heterogeneous IoT platforms / J. Koo, Y. G. Kim // 2017 13th International Computer Engineering Conference (ICENCO). – IEEE, 2017. – Pp. 26-29.

References

1. Recommendation ITU-T E.164: The international public telecommunication numbering plan (November 2010). <https://www.itu.int/rec/T-REC-E.164-201011-I>.
2. ITU. (2006). *Recommendation ITU-T P.10: Vocabulary for performance and quality of service*, 12.
3. Vladimirov, S.S., Kirichek, R.V. (2017). Method for identifying Internet of Things devices based on forced degradation of a flash memory section. *Electrosvyaz*, 2, 32-35.
4. Bahri, Al M.S., Kirichek, R.V. (2017). *Overview of the implementation of SigFox technology in the state of Oman* (pp. 172-173).
5. Lam, K.Y., Chi, C.H. (2016). Identity in the Internet-of-Things (IoT): New challenges and opportunities. *International Conference on Information and Communications Security* (pp. 18-26). Cham.
6. Koo, J., Kim, Y.G. (2017). Interoperability of device identification in heterogeneous IoT platforms. *13th International Computer Engineering Conference (ICENCO)* (pp. 26-29). IEEE.

Отримано 03.04.2023

UDC [004.738.5:330.341.1]004.2

Vladyslav Korchan¹, Iryna Morozova²

¹master's, PhD student of the Department of Electronics, Robotics, Monitoring Technologies and the Internet of Things
National Aviation University (Kyiv, Ukraine)

E-mail: korchan.vlad22@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6769-7529>

²PhD in Technical Sciences,

Associate Professor of the Department of Electronics, Robotics, Monitoring Technologies and the Internet of Things
National Aviation University (Kyiv, Ukraine)

E-mail: iramoro@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4238-4001>

COMPATIBILITY METHODS FOR IDENTIFICATION OF INTERNET OF THINGS DEVICES IN HETEROGENOUS COMMUNICATION NETWORKS BASED ON THE ARCHITECTURE OF DIGITAL OBJECTS

Most of the listed approaches are focused on defining a set of basic interfaces within various programs. The architecture of digital objects defines a basic set of services that allow encapsulation of information, its registration and detection, regardless of application boundaries, thereby allowing the exchange of information within various applications. The described approaches can be integrated in any of the previously listed aspects of compatibility (general level of services, service-oriented architecture, etc.), which will allow information exchange within different applications.

The architecture of digital objects defines a minimum set necessary architectural components, protocols and services to ensure general information and service compatibility. The given description is technologically neutral and can also be implemented with existing technologies for global identification tasks of the Internet of Things. This will facilitate the interoperability of identification, description, representation, access, storage and security of IoT devices.

Analysis of the latest research and publications on digital identification methods for Internet of Things devices in heterogeneous networks showed that the issue of choosing digital identification methods for devices in heterogeneous networks based on the architecture of digital objects has received little attention in the scientific literature.

The presented architecture allows any digital information, previously structured as a digital object, to be securely identified, regardless of the specific system, service or program where the information was created or stored.

The purpose of the article is to present methods and approaches that can be integrated in any of the previously listed aspects of interoperability (general level of services, service-oriented architecture, etc.), which will allow information exchange within various Internet of Things applications.

The paper proposes methods of compatibility and the architecture of device interaction in the identification of the Internet of Things in heterogeneous communication networks based on the architecture of digital objects. The process of creating a digital object, assigning attributes, and features of data and information storage is described. The core of the structure is the architecture of digital objects, in which any information presented in digital form can be structured as a digital object, which is assigned a globally unique identifier. The described approaches can be integrated in any of the previously listed aspects of compatibility (general level of services, service-oriented architecture, etc.), which will allow information exchange within different applications.

Keywords: Internet of Things; identification; digital object; data transfer.

Fig.: 2. **References:** 6.