

УДК 621

Аналіз можливостей використання технологій 5G в системах Інтернету речей

Макаренко Ю. В.

e-mail makarenkosupermen@gmail.comКафедра звукотехніки та реєстрації інформації kaf-ztri.kpi.uaФакультет електроніки fel.kpi.ua

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» kpi.ua

Київ, Україна

Реферат—Збільшення кількості мобільних пристроїв перетинається з розвитком технології Інтернету речей або Internet of the Things, скорочено IoT. Створення інтелектуальних середовищ ґрунтується на концепції IoT, до якої підключені побутові пристрої один за іншим за допомогою мереж. Такі взаємодії між великою кількістю різномірних пристроїв збільшують значну потребу в забезпеченні високих швидкостей передачі даних, низької затримки, розробці спеціальних програм для обслуговування IoT і багатьох інших вимог до зв'язку. Таким чином, перспективні стільникові мережі 5G можна розглядати як розвиток технології IoT та вирішення її проблем. Ця стаття містить у собі огляд систем IoT і 5G, включаючи їхні вимоги і проблеми, характеристики і основні напрямки рішення проблем.

Ключові слова — Інтернет речей; Internet of Things; характеристика Internet of Things; проблеми Internet of Things; бездротові мережні системи 5G; технології 5G.

I. ВСТУП

Ідея Інтернету речей полягає в тому, щоб з'єднати повсякденні фізичні об'єкти, такі як мікрохвильова піч, двері, освітлення і т. д. в інтелектуальні системи. Очікується, що до 2020-х років кількість підключених пристроїв перевищить 50 мільярдів [1]. Технічна концепція IoT полягає в тому, щоб дозволити цим різним фізичним об'єктам сприймати інформацію за допомогою датчиків і відправляти її на сервер. Отримані дані аналізуються і переводяться сервером, формуючи інтелектуальні середовища, такі як розумні будинки. Розвиток IoT дозволяє мільярдам підключених пристроїв з'єднатися з Інтернетом, і це істотно впливає на спосіб життя людей.

Інтернет речей може бути визначений, відповідно до [2], як динамічна глобальна мережева інфраструктура з можливістю автоматичного налаштування. Він має концепцію сполучення різних типів фізичних або віртуальних об'єктів [3]. У даному розділі розглядаються ключові характеристики IoT, які повинні підтримуватися системами 5G.

Через великий обсяг даних, якими обмінюються підключені пристрої для формування IoT, підвищується потреба в збільшенні місткості, швидкості передачі даних і швидкості з'єднання. Таким чином, бездротові мережі 5G обґрунтовано можна вважати ключовим драйвером для IoT. Наразі щоб задовольнити зростаючі вимоги IoT, кілька типів мереж конкурують між собою, щоб забезпечити потребу в підключенні для додатків IoT. 5G може забезпечити кращу підтримку IoT, у порівнянні з існуючими бездротовими

мережами, щоб надати високу зв'язність, таку як стільникові мережі, малопотужні глобальні мережі (LPWAN) і мережі ближньої дії. Крім того, характер мережі 5G підтримує неоднорідність підключеного пристрою в IoT. Фактично, 5G може зіграти потенційну роль в якості основи для полегшення підключення великої кількості пристроїв до Інтернету [3].

Бездротові мережі поліпшили свої можливості, намагаючись іти в ногу з розвитком технологій. Різні покоління бездротових стільникових мереж були розроблені до появи 5G. Розробка 5G обіцяє забезпечити надзвичайно високу швидкість передачі даних, значно меншу затримку і високу цілісність.

Метою роботи є розгляд можливостей використання технологій 5G в системах IoT. Для цього виконано аналіз характеристик IoT, розглянуто особливості будови та характеристики технологій 5G. Виділено основні проблеми IoT, які можуть бути вирішені за допомогою використання технологій 5G.



Рис. 1 Споживчі IoT і промислові IoT



II. ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ

IoT можна умовно розділити на дві категорії відповідно до [4]: на споживчі IoT (CIoT) і промислові IoT (PIoT) (див. Рис. 1).

Ідея CIoT полягає в поліпшенні життя людей шляхом економії їх часу та грошей. Приклади пов'язаних об'єктів в CIoT включають мікрохвильову піч, освітлювальні прилади, мобільні пристрої і будь-які об'єкти, які належать певному користувачеві. CIoT вказує на зв'язок між пристроєм і користувачем [4]. З іншого боку, ідея PIoT полягає в інтеграції різних технологій для поліпшення бізнес-послуг у різних секторах.

Кожен з CIoT і PIoT як домени обслуговування мають свої власні вимоги до зв'язку, які вимірюються по-різному як щодо надійності, якості обслуговування (QoS), так і конфіденційності. Проте, вони поділяють деякі загальні вимоги, такі як масштабованість. Особливості CIoT включають низьке енергоспоживання, простоту установки і інтеграцію з діючими технологіями [4].

IoT - це не єдина технологія. Це концепція багатьох інтегрованих технологій. Є кілька характеристик, які формують цілі та функціональні можливості IoT:

- 1) Взаємопов'язаність: в IoT можна підключити все, включаючи віртуальні або фізичні об'єкти. Особливість взаємозв'язку ілюструється зв'язком між цими різними об'єктами і інфраструктурою зв'язку.
- 2) Послуги, пов'язані з речами: концепція цієї характеристики полягає в наданні послуг, які можуть застосовуватися до кількох пов'язаних речей на основі обмежень цих речей. Наприклад, захист конфіденційності як послуга може застосовуватися до тих самих речей зі своїми обмеженнями.
- 3) Неоднорідність: особливість гетерогенності IoT заснована на ідеї підключення різних пристроїв, які побудовані з використанням різного обладнання і працюють на різних платформах.
- 4) Динамічні зміни: IoT може обробляти змінні дані на постійній основі під впливом зміни стану залучених об'єктів і отриманих даних. Кілька динамічних змін можуть відбутися в термінах змін стану, таких як незайняті, підключені і відключені, або в контексті змін контексту, таких як зміна місця розташування [2].

Інтернет речей, як і будь-яка технологія, що швидко розвивається, відчуває ряд «хвороб зростання». Чим більше «розумних» пристроїв підключається до мережі, тим вище ризики, пов'язані з несанкціонованим доступом в IoT-систему і використанням її можливостей зловмисниками. Сьогодні зусилля багатьох компаній і організацій в сфері ІТ спрямовані на пошук рішень, які дозволять мінімізувати загрози, які гальмують повноцінне впровадження IoT.

Проблеми IoT:

- 1) Енергоефективність: більшість енергетичних проблем в IoT пов'язані з підключенням пристроїв. Ці підключені пристрої звичайно залежать від батарей. При віддаленому зв'язку, потреба в енергії може бути проблемою в разі необхідності підключення або заміни енергетичних систем. IoT досягає енергоефективності через прямий зв'язок між підключеними пристроями, які забезпечують локальний зв'язок між пристроями, які зазвичай забезпечуються бездротовими технологіями [5].
- 2) Масштабованість: Збільшення числа підключених пристроїв викликає багато проблем, пов'язаних із забезпеченням надійності з'єднання всіх підключених пристроїв. Крім того, це має бути економічно обґрунтовано і витрати на сигналізацію і налаштування з'єднання повинні бути оптимальні [1].
- 3) Інтелектуальна обробка та збереження: В цілому складання і обробка всієї інформації з різних пристроїв є складними процесами для формування інформаційної хмари [1]. Для зручності використання інтелектуальна обробка потребує високих швидкостей і великих об'ємів пам'яті для збереження інформації.
- 4) Безпека: Основною проблемою є вимога безпеки зв'язку між підключеними пристроями з різноманітним устаткуванням, системами, платформами. Загрози можуть виходити з двох аспектів: обміном даними між пристроями або обміном даних між пристроями і віддаленими серверами [6]. З різними новими додатками в бездротових мережах 5G, аутентифікація повідомлень стає все більш важливою. Більш того, з більш жорсткими вимогами щодо затримки та ефективності спектру в 5G, аутентифікація повідомлень зіштовхується з новими проблемами.
- 5) Функціональна сумісність: сьогодні на ринку існує безліч пристроїв IoT, але кожен із них використовує певні стандарти та інтерфейси для зв'язку з іншими пристроями або віддаленими серверами. Це може викликати конфлікти, коли різні пристрої використовуються в одному домені. Несумісність між пристроями, датчиками і навіть інтерфейсами віддалених серверів є основною причиною, яка викликає проблему взаємодії в IoT [1].

III. ОГЛЯД 5G

Четверте покоління мобільного зв'язку – 4G, fourth generation або LTE (Long Term Evolution). Найпоширеніша в світі технологія бездротової передачі даних. Стандарт виник у минулому десятилітті, робота над його створенням розпочалася ще в 2004 році.



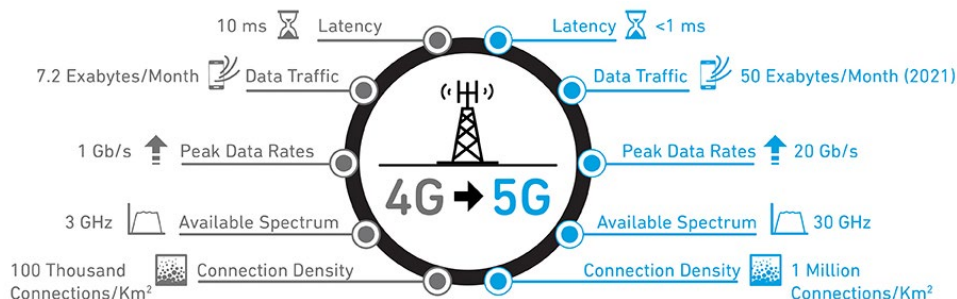


Рис. 2 Порівняння 5G і 4G [7]

Формальною датою появи 4G став 2008 рік, коли Міжнародний союз електрозв'язку встановив для нього стандарти. Згідно з цими стандартами, швидкість зв'язку для рухомих об'єктів (смартфони, планшети) повинна становити не менше 100 Мбіт / с, а для статичних (точки доступу) – не менше 1 Гбіт / с. Перші комерційні запуски 4G-мереж почалися в 2009-2010 роках. У 2012 році в 48 країнах світу працювало 108 мереж 4G / LTE. Завдяки цьому оператори можуть надавати послуги бездротового інтернету з високою якістю і за істотно нижчою ціною.

Щоб розширити можливості LTE, запропоновано мережу п'ятого покоління (5G), яка зараз знаходиться в стадії дослідження та обговорювання [8]. Технологія 5G має ряд суттєвих переваг у порівнянні з технологією 4G (див. Рис. 2). Крім того, 5G має певні вимоги і проблеми, які необхідно вирішувати з використанням різних технологій. Проблеми 5G стосуються:

- збільшення потужності,
- високої швидкості передачі даних,
- низької затримки,
- величезної кількості з'єднань,
- низької вартості і якості обслуговування [1].

Щоб виконати ці вимоги або, іншими словами, вирішити ці проблеми, певні технології були задіяні в якості стимулюючих технологій для 5G.

Очікується, що 5G досягне певних вимог, щоб мати можливість обслуговувати різні типи пристроїв і додатків.

Дослідження і розробки 5G спрямовані на вдосконалення різних характеристик, таких як більша потужність, у порівнянні з поточною 4G, більш висока щільність користувачів мобільного широкопasmового зв'язку, а також підтримка зв'язку між пристроями (D2D) [9]. Планування 5G також спрямоване на зниження затримки та зниження споживання енергії для кращого впровадження IoT [10]. Існує вісім розширених функцій бездротових систем 5G:

- 1-10 Гбіт / с підключення до кінцевих точок у полі,
- латентність 1 мілісекунда,
- 1000x пропускна здатність на одиницю площі,

- 10-100x кількість підключених пристроїв,
- 99,999% доступності,
- 100% охоплення,
- 90% зменшення споживання енергії в мережі,
- термін служби акумулятора до 10 років для пристроїв з низьким енергоспоживанням [11].

IV. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ 5G У IoT

Функції і функціональні можливості систем IoT, повинні бути враховані при проектуванні мереж стільникового зв'язку наступного покоління. Багато досліджень показують, що 5G є ключовим драйвером IoT через його технології, які враховують різноманітні вимоги IoT. Крім того, забезпечення надійного підключення для пристроїв IoT є завданням, пов'язаним з координацією та інтеграцією технологій, таких як гетерогенні мережі (HetNet), MIMO (Multiple Input Multiple Output), міліметрові хвилі (mmWave) [12], D2D [13], програмно-конфігурована мережа (SDN) [14], візуалізація мережевих функцій (NFV) [15].

A. Зв'язок між пристроями

Основна ідея зв'язку між пристроями (D2D) полягає в тому, щоб дозволити двом пристроям зв'язуватися один з одним без проміжної базової станції. Очікується, що системи 5G дозволять підтримувати багато додатків IoT, які вимагали прямого зв'язку [1].

Використання ліцензованого спектру в D2D-зв'язку покращує якість обслуговування за рахунок збільшення швидкості передачі даних і зменшення затримки [1].

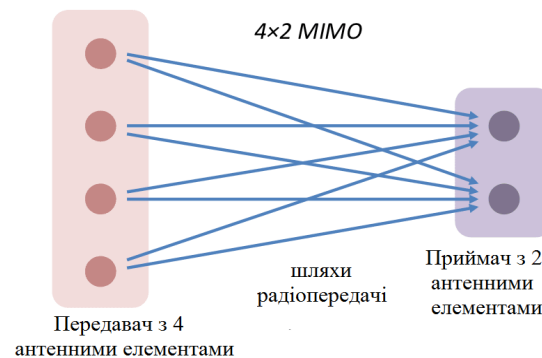


Рис. 3 Приклад системи зв'язку MIMO



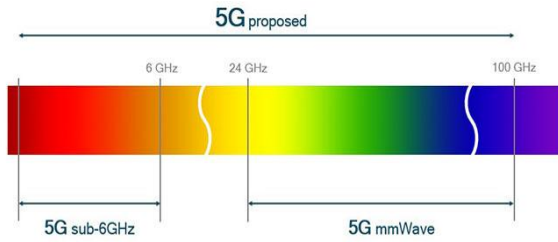


Рис. 4 Спектр mmWave [18]

V. HetNet

HetNet є перспективною технікою для забезпечення бездротового покриття та високої пропускної здатності в бездротових мережах 5G. Це багаторівнева система, в якій вузли в різних рівнях мають різні характеристики, такі як потужність передачі, розмір покриття та технології радіодоступу [16].

C. MIMO

Multiple Input Multiple Output - системи зв'язку з рознесеними передавальними і приймальними антенами (див. Рис. 3).

Використання MIMO дозволяє проводити просторову і часову обробку сигналів, ефективніше використовувати випромінювану передавачем потужність і знижувати негативний вплив завад. Використовуючи велику кількість антен на базовій станції, MIMO можуть забезпечити високі енергоефективність і ефективність спектра, для підтримки більшої кількості користувачів одночасно.

Велика кількість антен на базовій станції може значно поліпшити пропускну здатність, енергоефективність і перенести більшу частину обробки сигналів і обчислення з терміналів користувача на базову станцію [16]. Більш того, MIMO можуть поліпшити безпеку зв'язку.

D. SDN

Програмно-конфігурована мережа (Software-Defined Networking — SDN) — це віртуалізована мережа для передавання даних, в якій шар менеджменту (контролю або управління) мережею (Management Plane) відокремлений від пристроїв передавання даних і реалізується програмним шляхом. У мережах типу SDN вся логіка управління покладається на контролери, здатні відстежувати роботу всієї мережі [16].

E. Технологія міліметрових хвиль

Однією з багатообіцяючих технологій, які істотно впливають на підвищення пропускної здатності мобільного зв'язку, є використання міліметрових смуг частот.

Смуги частот в мм-діапазоні становлять від 30 до 300 ГГц (див. Рис. 4) [1].

Крім того, несучі частоти мм-хвиль збільшують швидкості передачі даних, забезпечуючи великий розподіл смуги пропускання [4].

Що стосується додатків IoT, використання мм-хвилі може забезпечити високу швидкість передачі даних для додатків з великою пропускною здатністю [4].

F. Ретранслятори

Ретрансляційну мережу можна розглядати як топологію мережі, яка використовується головним чином у бездротовій мережі для підвищення її продуктивності. Ідея ретрансляторів полягає в тому, щоб мати ретрансляційний вузол між декількома користувачами.

Розміщення ретрансляційних вузлів в областях, де рівень сигналу низький, дає змогу збільшити швидкість передачі даних. Нарешті, у деяких випадках кілька користувачів переміщуються разом з одного пункту до іншого, і це вимагає функції мобільності, яка підтримується спільно розташованими ретрансляційними вузлами [17].

У термінах систем IoT ретрансляція є ключовою технологією, яка забезпечує масштабованість для додатків IoT. У разі наявності виду трафіку через одну базову станцію, пристрої IoT можуть бути підключені до декількох ретрансляційних станцій, що, у свою чергу, забезпечує кращу можливість з'єднання і покриття.

G. Безпека

Завдяки природі ширококомовної передачі і обмеженої пропускної здатності бездротового зв'язку, можливо, але важко забезпечити такі функції безпеки, як аутентифікація, цілісність і конфіденційність.

Засоби захисту голосу і даних забезпечуються на основі традиційної архітектури безпеки з такими функціями, як управління ідентифікацією користувача, взаємні аутентифікації між мережею та користувальницьким обладнанням, захист каналу зв'язку і так далі.

Проводяться науково-дослідні роботи, пов'язані з технологіями, застосованими в 5G, де за допомогою нової архітектури усуваються недоліки безпеки в управлінні, ідентифікації та гнучкої аутентифікації [16].

У бездротовій мережі 5G очікуються рішення проблем безпеки, завдяки застосуванню таких технологій, як HetNet, D2D, MIMO, SDN.

Розглянуті проблеми IoT та запропоновані засоби їх розв'язання зведено в Таблиця 1.

ТАБЛИЦЯ 1 ПРОБЛЕМИ ІОТ ЗАСОБИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Проблеми IoT	Вирішення
Енергоефективність	MIMO
Масштабованість	Ретранслятори
Інтелектуальна обробка та збереження	mmWave, D2D
Безпека	HetNet, D2D, MIMO, SDN
Функціональна сумісність	D2D

Вирішення проблеми енергоефективності можливе, якщо обладнання підключається за допомогою датчиків лише при необхідності застосування, без з'єднання з базовою станцією, що знижує споживання енергії.

ВИСНОВКИ

IoT - це концепція найближчого майбутнього, яка формує наше життя. 5G - це одна з передових технологій для систем стільникового зв'язку. Зміни які несуть бездротові мережі 5G – це перспективне спрямування, у порівнянні з наявними стільниковими мережами. 5G технології задовольняють основним вимогам і забезпечують зв'язок IoT по таким параметрам як тривале покриття, висока швидкість передачі даних, масштабованість і ємність.

У цьому огляді після аналізу систем IoT, можна зробити висновки, що проблеми IoT частково вирішуються завдяки технологіям, таким як HetNet, D2D, MIMO, SDN, mmWave.

Основною проблемою є безпека. Усунути недоліки в управлінні, ідентифікації, цілісності та конфіденційності можливо використовуючи нову архітектуру безпеки.

Таким чином, перспективні стільникові мережі 5G можна розглядати як ключовий фактор підтримки технології IoT.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Akyildiz, Ian F., Shuai Nie, Shih-Chun Lin, and Manoj Chandrasekaran. "5G roadmap: 10 key enabling technologies." *ELSERVIER*, vol. 106, 2016, pp. 17-48.
- [2] Vermesan, O., & Friess, P. (2014). *Internet of Things –From Research and Innovation to Market Deployment*. N.p.: River Publishers.
- [3] Mashael M. Alsulami, Nadine Akkari. (2018, September). *The Role of 5G Wireless Networks in the Internet-of-Things (IoT)*. 2018 1st International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS), IEEE Xplore.
- [4] Palattella, M. R., Dohler, M., Grieco, A., Rizzo, G., Torsner, J., & Engel, T. (2016, March). Internet of Things in the 5G Era: Enablers, Architecture, and Business Models. *IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS*, 34(3).
- [5] Militano, L., Araniti, G., Condoluci, M., Farris, I., & era, A. (2015, October). Device-to-Device Communications for 5G Internet of Things. *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*, 1(1).
- [6] Gupta, R., & Gupta, R. (2016). ABC of Internet of Things : Advancements, Benefits, Challenges, Enablers and Facilities of IoT. *Symposium on Colossal Data Analysis and Networking*.
- [7] "Getting to 5G: Comparing 4G and 5G System Requirements.," *Qorvo*. [Online]. Available: <https://www.qorvo.com/design-hub/blog/getting-to-5g-comparing-4g-and-5g-system-requirements>. [Accessed: 06-Apr-2019].
- [8] N. Panwar, S. Sharma and A. K. Singh, "A Suvery on 5G: The Next Generation of Mobile Communication", *Physical Communication*, vol. 18, no. 2, pp. 64-84, 2016.
- [9] "NGMN 5G WHITE PAPER", NGMN Alliance, February, 2015.
- [10] J. G. Andrews et al., "What Will 5G Be?", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 32, no. 6, pp. 1065-1082, 2014.
- [11] "Understanding 5G: Perspectives on future technological advancements in mobile", *GSMA Intelligence*, December, 2014.
- [12] "Enabling Device-to-Device Communications in Millimeter-Wave 5G Cellular Networks", *IEEE Communications Magazine*, vol. 53, no. 1, pp. 209-215, 2015.
- [13] L. Wei, R. Q. Hu, Y. Qian, and G. Wu, "Energy Efficiency and Spectrum Efficiency of Multihop Device-to-Device Communications Underlying Cellular Networks", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 65, no. 1, pp. 367-380, 2016.
- [14] M. Dabbagn, B. Hu, M. Guizani, and A. Rayes, "Software-Defined Networking Security: Pros and Cons", *IEEE Communications*, vol. 53, no. 6, pp. 73-79, 2015.
- [15] J. Zhang, W. Xie, and F. Yang, "An Architecture for 5G Mobile Network based on SDN and NFV", 6th International Conference on Wireless, Mobile and Multi-Media (ICWMMN2015), 2015, pp. 87-92.
- [16] Dongfeng Fang, Yi Qian, and Rose Qingyang Hu. (2017). *Security for 5G Mobile Wireless Networks. IEEE Journals & Magazine, December 2017*
- [17] Akyildiz, Ian F., David M. Gutierrez-Estevez, Ravikumar Balakrishnan, and Elias Chavarria-Reyes. "LTE-Advanced and the evolution to Beyond 4G (B4G) systems." *eLSERVIER*, vol. 10, 2014, pp. 31-60.
- [18] "FCC vote will pave the path for 5G advancements to mobilize mmWave [UPDATED]," *Qualcomm*, 24-Jul-2018. [Online]. Available: <https://www.qualcomm.com/news/onq/2016/07/12/upcoming-fcc-vote-will-pave-path-5g-advancements-mobilize-mmwave>. [Accessed: 06-Apr-2019].

Анализ возможностей использования технологий 5G в системах Интернета вещей

Макаренко Ю. В.

e-mail makarenkosupermen@gmail.com

Кафедра звукотехники и регистрации информации kaf-ztri.kpi.ua

Факультет электроники fel.kpi.ua

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» kpi.ua

Киев, Украина

Реферат— Увеличение количества мобильных устройств пересекается с развитием технологии Интернета вещей или Internet of the Things, сокращенно IoT. Создание интеллектуальных сред основывается на концепции IoT, к которой подключены бытовые приборы один за другим с помощью сетей. Такие взаимодействия между большим количеством разнородных устройств увеличивают значительную потребность в обеспечении высоких скоростей передачи данных, низкой задержки, разработки специальных программ для обслуживания IoT и многих других требований к связи. Таким образом, перспективные сотовые сети 5G можно рассматривать как развитие технологии IoT и решение ее проблем. Эта статья включает в себя обзор систем IoT и 5G, рассматривая их требования и проблемы, характеристики и основные направления решения этих проблем.

Ключевые слова - Интернет вещей; Internet of the Things; характеристики Internet of the Things; проблемы Internet of the Things; беспроводные сетевые системы 5G; технологии 5G.



UDC 621

The Analysis of the Possibilities of Using 5G Technology in Internet Systems of Things

Yu. V. Makarenko

e-mail makarenkosupermen@gmail.com

Department of Sound Engineering and Information Registration kaf-ztri.kpi.ua

Faculty of Electronics fel.kpi.ua

National technical university of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute» kpi.ua

Kyiv, Ukraine

Abstract — The number of mobile hosts that will be used in 2020 will be exceeding 50 billion hosts. This increase in the amount of mobile devices are intersected with the evolution of the Internet of things (IoT) technology. The demand to create intelligent environments is based on the concept of IoT, to which home appliances are connected one by one via networks. Such interactions between a large number of disparate devices increase the significant need for high data rates, low latency, the development of special programs for servicing IoT, and many other communication requirements. Thus, the promising 5G cellular networks can be considered as the key enabler for IoT technology and the solution of its problems. IoT is one of the enabling technologies for 5G cellular systems. To enable IoT applications, several requirements must be satisfied each of them using certain technologies. These technologies considered as IoT enabling technologies, which are mainly used to enable 5G cellular systems too.

As a result of the evolution of IoT systems, many features and functionalities need to be involved in designing the next generation of cellular networks. Many studies show that 5G is the key driver of IoT because of its enabling technologies that take into considerations the variety of IoT requirements. Moreover, providing reliable connectivity for IoT devices is a task involving coordination and integration of several enabling technologies.

Wireless networks have improved their features as attempts to keep up with the growth of technologies. Various wireless cellular networks generations have been designed until the advent of 5G cellular networks. The development of the 5G promises to provide extremely high data rates, significantly low latency and high integrity. Also, the nature of the 5G cellular network supports the heterogeneity of connected device in the IoT. In fact, the 5G could play a potential role as a foundation to facilitate the connectivity of the large amount of connected devices to the Internet.

This article includes an overview of the IoT and 5G systems, reviewing their requirements and problems, characteristics and main directions for solving these problems. To achieve requirements 5G or to solve these challenges, certain technologies have been involved as enabling technologies for the 5G. These technologies are: massive MIMO, D2D, Network Function Virtualization, Wireless SDN, IoT, ultra-densification, Radio Access technologies, Green communication, and big data and mobile cloud computing. The 5G is expected to achieve certain requirements to be able to serve the various types of devices and applications.

Keywords - Internet of things; Internet of things; Internet of things characteristics; Internet of things problems; 5G wireless network systems; 5G technologies.

