

УДК 378.147.111

ПОКРОКОВА ПОБУДОВА СИСТЕМИ ДЛЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ¹

Могильний С. Б., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна, isearch@ukr.net

STEP BY STEP BUILDING A SYSTEM FOR THE INTERNET OF THINGS

S. Mohylnyi

NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Вступ

Kevin Ashton, автор введеного ще в 1999 р. терміну «Інтернет речей - the Internet of Things (IoT)», впевнений: "Інтернет речей має потенціал, щоб змінити світ, подібно до того, як це зробив Інтернет. Можливо, навіть більшою мірою". Початкове визначення IoT вже дещо змінилось, але IoT можна розглядати, як навколишнє середовище, де фізичні пристрої з'єднані між собою через Інтернет для збору та обміну даними, щоб формувати розумну зворотну реакцію. Це високоінтелектуальна технологія взаємодії машина-машина (M2M), яка має потенціал, щоб зробити революцію в тому, як ми живемо і працюємо. Офіційні представники Cisco Systems Ltd. прогнозують, що до 2020 року у світі буде понад 50 мільярдів пристроїв, підключених до Інтернету [1]. Це великий ринок праці для відповідних фахівців.

Складові IoT та терміни готовності технології

Перш, ніж починати підготовку фахівців з нових технологій, необхід

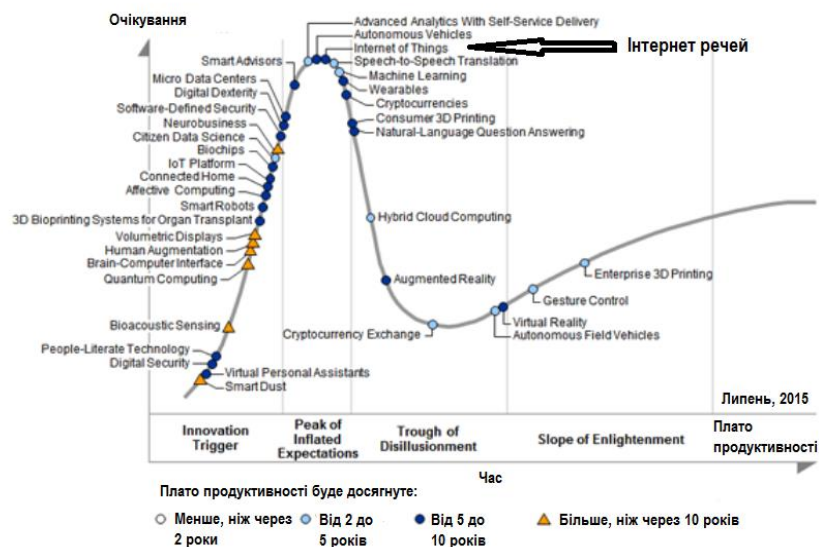


Рис. 1. Цикл готовності нових технологій, Gartner, 2015 р.

¹ <http://radap.kpi.ua/radiotechnique/article/view/1226>

но отримати відповідь на декілька питань: коли технологія вийде на «плато продуктивності», яким науковим напрямкам та спеціальностям вона відповідає, наскільки реально вона буде втілена в життя і чи є необхідні ресурси.

Згідно прогнозу аналітичної фірми Gartner [2] вже в 2020 році можна очікувати вихід технології IoT на «плато продуктивності» (рис. 1):

Спеціалісти Gartner в 2012 р. прогнозували вихід технології IoT на «плато продуктивності» лише після 2022 р. Це означає, що термін має тенденцію до скорочення, але нинішні студенти мають час, щоб стати фахівцями з впровадження технології IoT.

Тепер треба визначити, наскільки реальним є те, що ця технологія досягне «плато продуктивності», адже між «піком ажіотажу», де вона знаходиться сьогодні, і «плато продуктивності» є «прірва розчарувань»? Для цього необхідно поглянути, хто розвиває її і наскільки багато фінансів вже вкладено в дослідження та впровадження.

Основні прихильники нової технології:

- Cisco (Cisco IoT Services Portfolio – портфель сервісів для IoT),
 - Intel (Intel IoT Platform – платформа для IoT, лабораторія Інтернету речей Intel Ignition Lab),
 - Microsoft (операційна система Windows 10 IoT, фреймворк AllJoyn, хмарний сервіс Azure),
 - IBM (IBM Bluemix - понад 100 відкритих програмних інструментів і хмарних сервісів, IBM Cloud)
- та багато інших не менш відомих фірм.

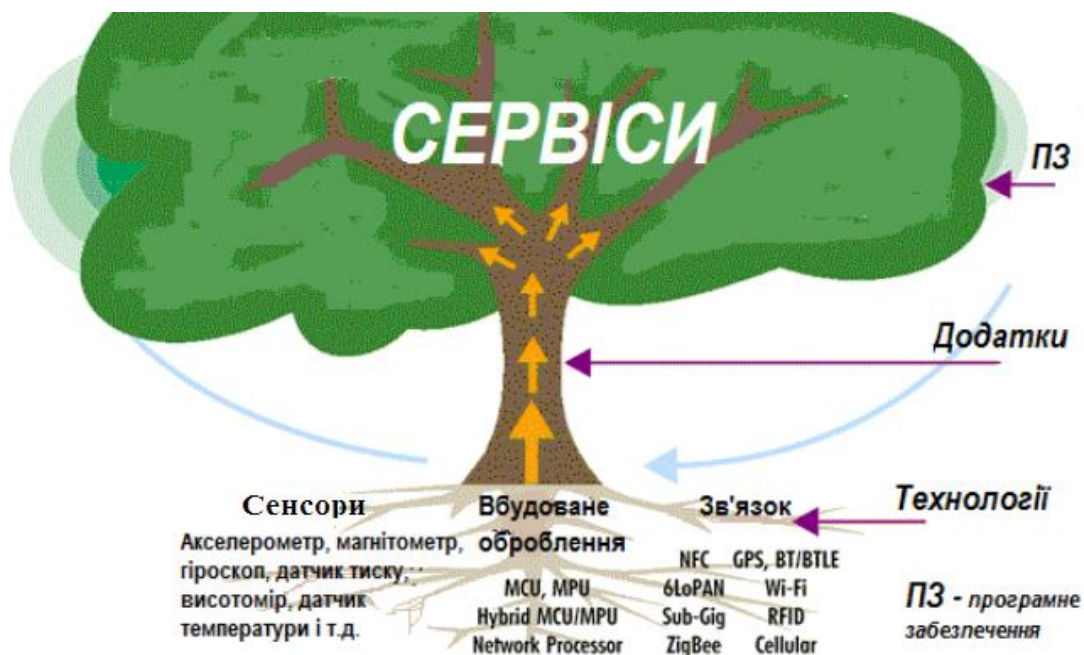


Рис. 2. Екосистема Інтернету речей.

Так, японський конгломерат Hitachi інвестує в IoT \$2,8 млрд. [4], а

International Data Corp. (IDC) стверджує, що глобальні витрати на IoT до 2019 року досягнуть \$1,3 трлн [3]. Тому нема жодного сумніву, що нова технологія IoT завоює світ.

В екосистемі IoT [5] (рис.2), можна виділити 3 групи технологій, залучених для збору та обміну даними: різноманітні сенсори, пристрої первинного оброблення даних (мікроконтролери та мікрокомп'ютери), канали зв'язку.

Можна зробити висновок про відповідність згаданих технологій спеціальності «Телекомунікації та радіотехніка». Варто також нагадати, що кінцеве оброблення даних та прийняття обґрунтованого рішення виконується на хмарному сервісі з використанням технологій Big Data.

Вибір апаратного та програмного забезпечення

Для реалізації функцій IoT необхідне наступне:

- спосіб, за допомогою якого пристрої будуть з'єднані між собою;
- шлях для збору даних з пристроїв;
- спосіб для обробки отриманих даних, щоб прийняти відповідні рішення.

Сьогодні на ринку праці склалась ситуація, коли найбільш затребувані технічні фахівці, які можуть проектувати системи, а не лише конструювати окремі її елементи. Це змушує створювати вертикаль необхідних навчальних курсів, щоб на виході фахівець мав необхідні знання та навички для побудови тієї чи іншої системи. Реалізувати функції IoT – означає побудувати систему, складові якої відомі.

Вибір апаратного забезпечення для навчання не викликає проблем і однозначний: новий Raspberry Pi 3 відрізняється однокристальною системою Broadcom BCM2837 з 64-бітовим 1,2-ГГц процесором на основі чотирьох 1,2-ГГц ядер ARM Cortex-A53 і графічною підсистемою VideoCore IV. Даний чіп забезпечує їй приріст продуктивності 50-60%, порівняно з Raspberry Pi 2 [6] (мова йде про роботу в 32-розрядному режимі). Вбудовані модулі Wi-Fi і Bluetooth без додаткових витрат забезпечують канал для збирання даних з сенсорів і канал доступу в Інтернет.

Цей мікрокомп'ютер Microsoft обрав основним для впровадження своїх розробок IoT.

Низька вартість Raspberry Pi (в Україні близько 40\$) дозволила створити в навчальному класі мікрокомп'ютерів 8 робочих місць для студентів.

Для оброблення даних, отриманих з сенсорів, сьогодні безкоштовно доступні в режимі тестування такі хмарні сервіси: Azure, Freeboard, Grovestreams, developer.ibm, Thingspeak, Thingworx та інші.

Практична апробація покрокових курсів з IoT

З метою апробації покрокових навчальних курсів на базі мережевої Академії МікроТік, створеної в НТУУ «КПІ» в 2013 р., працюють гуртки

(факультативи), які дозволяють за 5 навчальних семестрів додатково дати студентам необхідні знання для реалізації вищеназваних функцій IoT.

Заняття відрізняються практичною направленістю (36 год. лабораторних робіт в кожному курсі), а їх матеріали доступні на сайті Академії (mikrotik.kpi.ua).

В 4-му навчальному семестрі вивчаються основи передачі даних від сенсорів (протоколи OneWire, SPI, I2C, Bluetooth та ін.) з використанням Arduino. Накопичений досвід дозволяє стверджувати, що програмування для Arduino може вивчатися вже в 1-му семестрі в курсі «Введення в спеціальність», коли студенти отримують перші навички програмування на C, а практичне їх застосування стає сильною мотивацією.

В 5-му семестрі студентам пропонується курс з використання мікрокомп'ютера Raspberry Pi, в якому вивчаються основні команди операційної системи Raspbian та організація роботи різних периферійних пристроїв в цій ОС.

В 6-му семестрі студенти вже створюють проекти з використанням мови Python на Raspberry Pi. Мова сценаріїв Python не лише вважається однією з найлегших для вивчення, а водночас вона є дуже популярною. У нашому випадку Python є інструментом, який дозволяє швидко вирішити різноманітні задачі підключення датчиків до мікрокомп'ютера та організації ланцюгів керування виконавчими механізмами.

Виробнича практика студентів після 3-го курсу в Академії МікроТік дозволяє вивчити питання безпеки пристроїв IoT, налаштовуючи фаєрволи та VPN на маршрутизаторах МікроТік. Питання безпеки є чи не найбільш суперечливим аспектом впровадження IoT, оскільки значний ріст підключених пристроїв та великий обсяг персональної інформації, яка буде передаватися і оброблятися на хмарі, несуть в собі нові ризики. Глобальні витрати на безпеку IoT сягнуть \$348 млн. в 2016 році, що на 23,7% більше, ніж в минулому році, згідно звіту Gartner [7]. Очікується, що вже в 2018 році витрати на безпеку IoT становитимуть \$547 млн.

В 7-му семестрі розглядаються питання створення мобільних гаджетів, а побудові суцільної системи IoT присвячений 8-й семестр – для цього використовується власний сервісний сайт (iot.kpi.ua) [8].

В 2016-17 роках на РТФ виконується ініціативна НДР «Радіотехнічні пристрої та системи для Інтернету речей», що дозволяє студентам виконувати реальні курсові і дипломні роботи в галузі нових технологій.

Висновки

Майбутнім спеціалістам для того, щоб не стати спостерігачами, а бути активними розробниками систем нової технології IoT, необхідно вміти:

- програмувати на C (C++) (для роботи з мікроконтролерами);
- використовувати протоколи шин OneWire, I2C, SPI, USART та ін.;
- працювати в ОС Linux (для роботи з мікрокомп'ютерами);

- програмувати на Python (для організації взаємодії сенсорів і мікрокомп'ютерів, використовуючи програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом);
- створювати захищений канал для обміну даними з хмарними сервісами;
- створювати сервіси в Інтернеті для оброблення даних та формування сигналів керування підключеними пристроями;
- створювати додатки для мобільних пристроїв для передачі і отримання даних через Wi-Fi, Bluetooth, IR.

Інтернет речей є новим етапом розвитку Інтернету, який значно розширює можливості збору, аналізу і розподілу даних, які людина може перетворити в інформацію та знання. В цьому сенсі Інтернет речей набуває величезного значення і підготовка спеціалістів з нової технології є актуальною в часі.

Перелік посилань

1. Internet Of Things Will Deliver \$1.9 Trillion Boost To Supply Chain And Logistics Operations. – Режим доступу: <https://newsroom.cisco.com/press-release-content?articleId=1621819>
2. Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies. Доступно на <http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>
3. Internet of Things Spending Forecast to Reach Nearly \$1.3 Trillion in 2019 Led by Widespread Initiatives and Outlays Across Asia/Pacific. – Режим доступу: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS40782915>
4. Hitachi інвестує 2,8 млрд долларов в "інтернет вещей". – Режим доступу: <http://www.dailycomm.ru/m/35455>
5. Найдич А. «Інтернет вещей» – реальність или перспектива? // КомпьютерПресс. – 2013, № 12. – Режим доступу : <http://compress.ru/article.aspx?id=24290>
6. Могильний С.Б. Мікрокомп'ютер Raspberry Pi – інструмент дослідника / С.Б. Могильний. – К. : Талком, 2014. – 340 с.
7. Spending On IoT Security To Reach \$348 Mn In 2016: Gartner. – Режим доступу : <http://news.siliconindia.com/technology/Spending-On-IoT-Security-To-Rreach-348-Mn-In-2016-Gartner-nid-194756-cid-2.html>
8. Могильний С.Б. Технології «Інтернету речей» - підготовка фахівців актуально в часі / С. Б. Могильний // X міжн. науково-техн. конф. «Проблеми телекомунікацій». – К. : НТУУ «КПІ», 2016. – с. 131-133. – Режим доступу : http://konf.ive.kpi.ua/index.php/kpi_pt/2016/paper/view/3384

References

1. Internet Of Things Will Deliver \$1.9 Trillion Boost To Supply Chain And Logistics Operations. Available on : <https://newsroom.cisco.com/press-release-content?articleId=1621819>
2. Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies. Available on : <http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>
3. Internet of Things Spending Forecast to Reach Nearly \$1.3 Trillion in 2019 Led by Widespread Initiatives and Outlays Across Asia/Pacific. Available on : <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS40782915>
4. Hitachi will invest \$ 2.8 billion in the "Internet of Things". Available on :

<http://www.dailycomm.ru/m/35455>

5. Naidich A. (2013) "Internet veshchei" – real'nost' ili perspektiva? ["Internet of things" - reality or prospect?]. *Computerpress*, No 12.

6. Mohylnyi S.B. (2014) *Mikrokompiuter Raspberry Pi – instrument doslidnyka* [Microcomputer Raspberry Pi - tool for the researcher]. Kyiv, Talcom, 340 p.

7. Spending On IoT Security To Reach \$348 Mn In 2016: Gartner. Available on : <http://news.siliconindia.com/technology/Spending-On-IoT-Security-To-Reach-348-Mn-In-2016-Gartner-nid-194756-cid-2.html>

8. Mohylnyi S. B. (2016) Technology "Internet of Things" – timely specialist training. *International Scientific Conference «Modern Challenges in Telecommunications»*, pp. 131-133.

Могильний С. Б. Покрокова побудова системи для Інтернету речей. Запропонований покроковий підхід до підготовки фахівців з нової технології «Інтернету речей» в рамках спеціальності «Телекомунікації та радіотехніка». Наведений досвід організації вертикальної структури підготовки студентів, яка дозволяє навчити їх проектувати цілісну систему Інтернету речей. Особливістю такої структури є її практична наповненість та орієнтація на кінцевий результат.

Ключові слова: IoT, Internet of Things, Інтернет речей, підготовка фахівців, навчальні курси, Raspberry Pi, мікрокомп'ютер.

Могильный С. Б. Пошаговое построение системы для Интернета вещей. Предложен пошаговый подход к подготовке специалистов по новой технологии «Интернета вещей» в рамках специальности «Телекоммуникации и радиотехника». Приведен опыт организации вертикальной структуры подготовки студентов, которая позволяет научить их проектировать целостную систему Интернета вещей. Особенностью такой структуры является ее практическая наполненность и ориентация на конечный результат.

Ключевые слова: IoT, Internet of Things, Интернет вещей, подготовка специалистов, учебные курсы, Raspberry Pi, микрокомпьютер.

Mohylnyi S. B. Professional training for Internet of Things technology.

Introduction. Proposed concept for training «Internet of Things» technology within the framework of the speciality "Telecommunications and Radio Engineering". It is given a practice of organization and sequencing courses for students, which allows to teach them to design an entire system using Internet of Things.

Main part.

Internet of Things technologies require a wide range of knowledge and skills, it's building a unified data collection, their processing and forming control signals to the feedback circuit. Only single-step study with practical application allows you to learn to build such a system. Programming languages for IoT technology is a tool that lets you collaborate sensors with basic microcomputers, perform data processing for cloud services, work control signals. At each stage of construction IoT systems can be used in various programming languages, but preference should be given to those who support open operating systems.

Conclusions.

The feature of such course sequence is its practical-value content and its final result orientation.

Keywords: IoT, Internet of Things, professional training, training courses, Raspberry Pi, microcomputer.