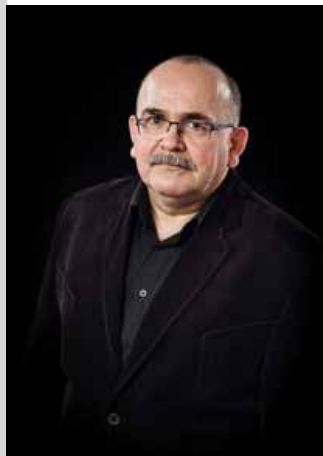




temat wydania

Wprowadzenie do Internetu Rzeczy



MACIEJ WAWRZYSZKO

Absolwent Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Elektryczny, na kierunku Metrologia. W Introli pracuje od 2004 roku, obecnie jest kierownikiem działu analiz przemysłowych.

tel. 32 789 00 62

[. . .] w sprawie antymaterii (tuż po jej syntezie), powiedziałem, że antymaterii obawiam się mniej aniżeli Internetu [. . .]

[. . .] „Świat”, czyli „wszystko istniejące”, składa się z „rzeczy”, o których można się dowiedzieć dzięki „informacji”.

Tę „informację” rzeczy wprost mogą „wysłać” [. . .]

Stanisław Lem, *Bomba Megabitowa*, 1999 r.

Przytoczone cytaty z wydanej prawie ćwierć wieku temu książki autorstwa Stanisława Lema, pokazują z jednej strony obawy, jakie już wtedy wywoływała powszechność internetu, z drugiej zaś są prorocze w stwierdzeniu, które można uznać za opis aktualnych kierunków rozwoju światowej sieci komunikacyjnej. Schodząc jednak nieco na ziemię (na poziom praktyki) postaramy się przybliżyć w wielkim skrócie pojęcia związane z IoT (Internet of Things) oraz spróbujemy uzyskać odpowiedzi na pytanie – czy i w jaki sposób można połączyć istniejące urządzenia z Internetem Rzeczy?

Internet rzeczy **IoT** jest jednym z najszybciej rozwijających się kierunków zmian, jakie postęp technologiczny wprowadza w naszym życiu. Pojawia się wszędzie dookoła nas, począwszy od sprzętów domowych, poprzez parkingi przy centrach handlowych, systemy kierowania ruchem w aglomeracjach miejskich, oświetlenie miast i układy kontroli dostępu, na monitoringu mediów i przemysłowych systemach kontroli maszyn i linii technologicznych kończąc. Tak jak jego starszy brat, sieć www, Internet Rzeczy jest tworem nie do końca jednoznacznie zdefiniowanym. Wbrew pozorom, brak sztywnej definicji jest zaletą, a nie wadą. IoT jest tworem wielowarstwowym, realizującym zadania i usługi za pomocą różnorodnych urządzeń, mediów komunikacyjnych,

programów i systemów przekazywania i gromadzenia informacji.

W tym miejscu warto się zastanowić nad pojęciem „przekazywanie informacji”. Pojęcie to można uznać za kluczowe zarówno dla definicji Internetu rozumianego jako światowa sieć www, jak i Internetu Rzeczy. Jeden jak i drugi bazuje na przesyłaniu informacji.

Informacja (łac. *informatio* – przedstawienie, wizerunek; *informare* – kształtować, przedstawiać) – termin interdyscyplinarny, definiowany różnie w różnych dziedzinach nauki; najogólniej właściwość, relacja między elementami zbiorów pewnych obiektów, której istotą jest zmniejszanie niepewności, nieokreśloności.





Można wyróżnić dwa podstawowe punkty widzenia w definiowaniu pojęcia informacji:

1. obiektywny – informacja oznacza pewną właściwość fizyczną lub strukturalną rozpatrywanych obiektów, układów, czy systemów;
2. subiektywny – informacja istnieje jedynie względem pewnego podmiotu, najczęściej rozumianego jako umysł, gdyż jedynie umysł jest w stanie nadać elementom rzeczywistości znaczenie (sens) i wykorzystać je do własnych celów.

Definicja informacji jako takiej w pewnym stopniu wyjaśnia przyczyny, dla których „klasyczny” internet niejako szturmem zawładnął populacją ludzką. Definicja ta rozumiana zarówno obiektywnie, jak i subiektywnie, znajduje odzwierciedlenie w tym, w jaki sposób internet wykorzystywany jest w codziennym życiu ludzi.

Internet Rzeczy koncentruje się na informacji w sensie obiektywnym. Mnogość sposobów przekazywania informacji, różnorodność mediów używanych do jej przesyłania, czy wreszcie brak ograniczeń w sposobach wykorzystania pozyskanej informacji, czyni go bardzo użytecznym narzędziem.



Struktura Internetu Rzeczy



Rysunek 1
Warstwy IoT

Technologia Internetu Rzeczy ma wiele różnych zastosowań, a jej wykorzystanie rośnie coraz szybciej. W zależności od różnych obszarów zastosowań, do tworzenia Internetu Rzeczy wykorzystywane są różne dostępne technologie przesyłu danych. Nie ma jednak standardowo zdefiniowanej architektury pracy, która byłaby ściśle przestrzegana na całym świecie. Architektura IoT zależy od oczekiwanej funkcjonalności i możliwości implementacji w różnych sektorach życia i zastosowaniach. Mimo swoistego rozmycia, istnieje podstawowy przepływ procesów, na podstawie którego budowany jest IoT.

W tym artykule wykorzystamy architekturę IoT, pokazaną na rysunku 1.

Na schemacie ukazano czterowarstwową strukturę IoT, w skład której wchodzi:

- warstwa sensoryczna wykrywania i pozyskiwania informacji,
- warstwa sieciowa transmisji i przesyłania informacji,
- warstwa przetwarzania danych,
- warstwa aplikacji.

Pokrótkie postaramy się scharakteryzować każdą z nich.

lub bezprzewodowych łączy i różnorodnych protokołów komunikacyjnych.

STRUKTURA INTERNETU RZECZY

WARSTWA SIECIOWA

Warstwa sieciowa architektury IoT jest odpowiedzialna za zapewnienie komunikacji i łączności między urządzeniami w systemie IoT. Obejmuje ona protokoły i technologie, które umożliwiają urządzeniom łączenie się i komunikowanie ze sobą oraz z szerszym Internetem. Przykłady technologii sieciowych, które są powszechnie stosowane w IoT, obejmują WiFi, Bluetooth, Zigbee i sieci komórkowe, takie jak 4G i 5G. Ponadto warstwa sieciowa może obejmować bramy i routery, które działają jako pośrednicy między urządzeniami a szerszym Internetem. Warstwa sieciowa to także funkcje bezpieczeństwa, takie jak szyfrowanie i uwierzytelnianie w celu ochrony przed nieautoryzowanym dostępem.

WARSTWA SENSORYCZNA

Warstwa sensoryczna jest pierwszą warstwą architektury IoT i jest odpowiedzialna za zbieranie danych z różnych źródeł. Warstwa ta obejmuje czujniki i przetworniki pomiarowe, które są umieszczane w środowisku w celu gromadzenia pożądanego informacji np. o temperaturze, wilgotności, świetle, dźwięku i innych parametrach fizycznych. Urządzenia te są podłączone do warstwy sieciowej za pośrednictwem przewodowych

WARSTWA PRZETWARZANIA DANYCH

Warstwa przetwarzania danych w architekturze IoT odnosi się do oprogramowania i komponentów sprzętowych, które są odpowiedzialne za gromadzenie, analizowanie oraz interpretowanie danych z urządzeń IoT. Warstwa ta jest odpowiedzialna za odbieranie nieprzetworzonych danych z urządzeń, przetwarzanie ich i udostępnianie do dalszej analizy lub dzia-



„Przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT) jest podkategorią IoT, opiera się o te same założenia i struktury, co szersze pojęcie Internetu Rzeczy.

łania. Warstwa przetwarzania danych obejmuje różne technologie i narzędzia, takie jak systemy zarządzania danymi, platformy analityczne i algorytmy uczenia maszynowego. Warstwa przetwarzania danych bywa określana również jako warstwa brzegowa w aplikacjach wykorzystujących rozwiązania oparte na technologii chmury danych.



WARSTWA APLIKACJI

Warstwa aplikacji architektury IoT jest najwyższą warstwą, która wchodzi w bezpośrednią interakcję z użytkownikiem końcowym. Warstwa ta obejmuje różne oprogramowanie i aplikacje, takie jak aplikacje mobilne, portale internetowe oraz inne interfejsy użytkownika, które są zaprojektowane do komunikowania się z podstawową infrastrukturą IoT. Obejmuje ona również usługi oprogramowania pośredniczącego, które umożliwiają różnym urządzeniom i systemom IoT płynną wymianę danych. Warstwa aplikacji obejmuje również funkcje analityczne i funkcje przetwarzania, które umożliwiają analizowanie danych i przekształcanie ich w znaczące spostrzeżenia. Mogą one obejmować algorytmy uczenia maszynowego, narzędzia do wizualizacji danych i inne zaawansowane funkcje analityczne. Warstwa aplikacji często bywa realizowana z wykorzystaniem chmury danych.



INTERNET RZECZY – BUDOWA I DZIAŁANIE

Jak dotąd nie pojawiło się żadne nowe pojęcie, którego byśmy nie napotkali w dotychczas istniejących systemach komunikacji, wymiany i przetwarzania danych zarówno tych przemysłowych, jak i tych powszechnego użytku. Co zatem spowodowało, iż IoT szturmem wdarł się do otaczającego nas świata?

Prawdopodobnie jest wiele odpowiedzi na to pytanie obejmujących aspekty techniczne, ekonomiczne i socjologiczne. Skala zjawiska jakim jest IoT, mnogość możliwych do wykorzystania już istniejących rozwiązań i technologii informatycznych, elastyczność i podatność na kreatywność twórców powodują, iż szczegółowy opis zjawiska wydaje się być praktycznie niemożliwy, a z pewnością wykracza poza ramy tego artykułu. Tu postaramy się przybliżyć kilka aspektów technicznych, które stanowią o sile IoT. Zaczniemy od stwierdzenia będącego swoistym truizmem.

Podstawą istnienia IoT jest wymiana informacji.

Powyższe stwierdzenie wymaga uzupełnienia i uściślenia. Wymiana informacji w IoT jest asynchroniczna i, w przeciwieństwie do niektórych stosowanych na skalę przemysłową systemów zbierania danych, nie jest skorelowana czasowo. Te właśnie cechy ma światowa sieć internetowa, z której korzystamy w codziennym życiu.

Wracając do przywołanej wcześniej struktury, spróbujemy przyrzeć się w jaki sposób realizowane są dwie pierwsze warstwy tworzące IoT.



WARSTWA SENSORYCZNA IOT

Warstwa ta składa się z tak zwanych inteligentnych urządzeń. Stopień zaawansowania zaimplementowanej inteligencji nie jest istotny dla naszych rozważań. Do IoT może przecież być podłączony tak prosty czujnik temperatury, czujnik obecności pojazdu na parkingu, jak i licznik ludzi w pomieszczeniu, działający na bazie analizy obrazu, dokonywanej przy użyciu zaawansowanych algorytmów sztucznej inteligencji.

Istotną cechą stanowiącą o inteligencji elementów warstwy sensorycznej jest możliwość komunikowania się. Jeżeli urządzenie posiada interfejs komunikacyjny pracujący w jednym z obowiązujących standardów, to może zaistnieć w sieci IoT. Drugim aspektem wbudowanej inteligencji jest możliwość samodzielnego inicjowania przesyłu informacji w ustalonych interwałach czasowych lub jako skutek zajścia określonych zdarzeń.

Rozwój elektroniki i technologii chemicznych źródeł zasilania doprowadził do upowszechnienia urządzeń zasilanych z wbudowanych baterii. W efekcie, możliwe jest rozprzestrzenienie wszelkiego rodzaju czujników bez konieczności doprowadzenia do nich linii zasilających i komunikacyjnych. Jest to jedna z odpowiedzi na postawione wcześniej pytanie o przyczyny ekspansji IoT. Możliwe stało się względnie tanie uzyskanie wielu pożytecznych informacji, począwszy od bezprzewodowej kontroli otwarcia/zamknięcia czegoś, poprzez wielopunktowe pomiary poziomu cieczy, temperatury, wilgotności, stężenia CO₂, na kontroli zajętości pomieszczeń kończąc. W dobie obiektów użyteczności publicznej takich jak hipermarkety i galerie handlowe, w których gromadzą się w jednym czasie i miejscu rzesze ludzi, możliwości te często stanowią o ich bezpieczeństwie.

Warto przy okazji zaznaczyć, że urządzenia bateryjne nie wyczerpują zakresu możliwości stosowania IoT. Istniejące urządzenia zasilane ze źródeł stacjonarnych również mogą być urządzeniami końcowymi w IoT. Warunkiem jest posiadanie interfejsu komunikacyjnego.



WARSTWA SIECIOWA IOT

Technologie wymienione w charakterystyce warstwy sieciowej są stosowane w aplikacjach Internetu Rzeczy. Jednak o ekspansji IoT zdecydowało głównie pojawienie się nowych metod łączności bezprzewodowej.

Dotychczas do bezprzewodowej wymiany danych na krótkich dystansach, do 100 m w zależności od otoczenia, były wykorzystywane technologie Bluetooth i WiFi. Istotną cechą tych technologii jest możliwość przesyłania strumieni danych, co znajduje zastosowanie w transferze plików oraz sygnałów audio i wideo. Otwartość



standardów WiFi i Bluetooth zaowocowała ich rozpowszechnieniem. Obecnie spotykamy się z nimi niemalże wszędzie.

Do bezprzewodowego przesyłania informacji na duże odległości wykorzystywane są sieci telefonii komórkowej. Istotną zaletą tego rozwiązania jest duży zasięg wynikający z pokrycia zamieszkałych terenów stacjami sieci komórkowej. Wadą jest konieczność ponoszenia kosztów opłat abonentowych.

Internet Rzeczy postawił nowe wymagania odnośnie własności funkcjonalnych systemu komunikacji z „inteligentnymi rzeczami”. Nie wykluczając stosowania wszystkich dostępnych wcześniej metod przesyłania danych, stworzono nowe standardy, dostosowane do pracy w urządzeniach zasilanych z wbudowanych baterii. Grupa nowych standardów komunikacji bezprzewodowej, dostępnych na światowym rynku, obejmuje między innymi rozwiązania takie jak Sigfox, NB-IoT, LTE_CatM czy LoRaWAN. Choć wszystkie one realizują zadania wymagane do tworzenia IoT i w ogólnym sensie są do siebie podobne, to jedynie LoRaWAN jest rozwiązaniem bezpłatnym. Z uwagi na rosnącą popularność LoRaWAN warto przyjrzeć się jej cechom, zaletom i ograniczeniom. Ale to już w kolejnym numerze „Pod Kontrolą”.



NAUKA DOGONIŁA FIKCJĘ

W niniejszym artykule używamy pojęcia Internetu Rzeczy, a pewnie wielu z nas spotkało się z terminem Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT – *Industrial Internet of Things*). Dla zrozumienia istoty Internetu Rzeczy nie ma to jednak większego znaczenia. IIoT jest po prostu podkategorią IoT, ale opiera się o te same założenia i struktury, co szersze pojęcie Internetu Rzeczy.

Na koniec wróćmy jeszcze do słów Stanisława Lema:

[. . .] „Świat”, czyli „wszystko istniejące”, składa się z „rzeczy”, o których można się dowiedzieć dzięki „informacji”.

Tę „informację” rzeczy wprost mogą „wysłać” [. . .]

Szybkie przybliżenie istoty i struktury IoT pokazuje, że słowa naszego wybitnego pisarza, futurologa i filozofa, przeszły z poziomu fiction do poziomu science. Informacja, jej pozyskiwanie, przesyłanie, przetwarzanie i wykorzystanie pomiędzy rzeczami (maszynami) stały się przecież rzeczywistością w XXI wieku, zarówno w naszych domach, miastach, jak i w zakładach. O tej rzeczywistości, w odniesieniu do komunikacji między „rzeczami” za pomocą technologii **LoRa** wrócimy w kolejnym numerze Pod Kontrolą.

