



DOI: 10.18276/sip.2018.54/2-04

Marek Malucha*

Riverland Reply GmbH

INTERNET RZECZY – KONTEKST TECHNOLOGICZNY I OBSZARY ZASTOSOWAŃ

Streszczenie

Celem niniejszego artykułu jest przegląd systemów i technologii informacyjnych funkcjonujących pod wspólnym hasłem Internet rzeczy, opis możliwości oraz zakresu ich zastosowania, a także określenie jednoznacznych kryteriów pozwalających na ich rozróżnienie. W ramach prac badawczych przytoczono wiele pojęć umożliwiających lepsze rozumienie funkcjonowania ekosystemu połączonych w informatyczną sieć, pierwotnie nie-cyfrowych, przedmiotów, wskazując jednocześnie na rolę człowieka w ramach tego systemu oraz problematykę gromadzenia i przetwarzania danych.

Słowa kluczowe: Internet rzeczy, Edge Computing, M2M, Internet wszechrzeczy

Wprowadzenie

Rozwój technologii związanych z telekomunikacją oraz przetwarzaniem informacji powoduje ciągły wzrost liczby urządzeń mających zdolność do komunikacji z innymi urządzeniami, przekształcając w ten sposób świat fizyczny w rozległy system zarządzania informacją i wiedzą (IERC, 2015).

* Adres e-mail: marek@malucha.pl.

Osiągnięcia i postęp w obszarze połączonych technologii (*connected technologies*), zapoczątkowane jeszcze w latach 70. XX wieku jako zwykła sieć komputerowa, poprzez erę Internetu, wykroczyły znacznie poza koncepcję łączenia fizycznych obiektów jako część tzw. cyfrowej rewolucji. Ze względu na wysokie tempo, z jakim postępuje cyfryzacja świata realnego, i brak jednoznacznych standardów branżowych czy też odgórnych regulacji, rozwój koncepcji połączonych rzeczy (*connected things*) odbywa się niejako w odpowiedzi na innowacje technologiczne, zmieniające się trendy konsumenckie i zróżnicowane taktyki marketingowe (Wheeler, 2016).

W związku z szybkim rozwojem dziedziny brakuje jeszcze wypracowanego aparatu pojęciowego i standardu nazewnictwa umożliwiających posługiwanie się jednoznacznymi definicjami. Nowe rozwiązania wprowadzane są na rynek pod zbiorczym pojęciem systemów inteligentnych, a w zależności od stopnia automatyzacji i sposobu komunikacji między poszczególnymi elementami stosuje się dodatkowo pojęcia takie jak: Internet rzeczy (*Internet of Things, IoT*), Internet wszechrzeczy (*Internet of Everything, IoE*), systemy M2M (*Machine to Machine*), *Edge computing*, *Cloud computing*, itd. Ich użytkownicy często stosują je naprzemiennie, jednak zdaniem autora różnice terminologiczne wydają się na tyle istotne, że warto podjąć się pewnej klasyfikacji i uściślenia tych pojęć.

Niniejsze opracowanie ma na celu przegląd i porównanie wybranych rozwiązań z zakresu systemów inteligentnych, a także wskazanie możliwości ich zastosowań zarówno dla klientów indywidualnych oraz przedsiębiorstw, jak i instytucji publicznych.

1. Przegląd wybranych pojęć stanowiących fundament Internetu rzeczy

1.1. Systemy inteligentne

Systemy inteligentne, czyli zespoły wspólnie działających urządzeń wykorzystujących sztuczną inteligencję, na dobre wpisały się w otaczającą nas rzeczywistość. I chociaż na ogół termin „sztuczna inteligencja” kojarzony jest z daleką przyszłością i robotami wyglądem przypominającymi i naśladującymi ludzi, jak to zostało opowiedziane w filmie Stevena Spielberga *A.I. Sztuczna Inteligencja* z 2001 roku, już teraz, świadomie czy nie, korzystamy z pomocy aparatów lub maszyn realizujących zadania wymagające zaangażowania inteligencji ludzkiej.

Za ojca sztucznej inteligencji uznaje się prof. Johna McCarthy’ego (1929–2011), który w połowie lat 50. XX wieku zdefiniował sztuczną inteligencję (*Artificial Intelligence, AI*) jako naukę i inżynierię tworzenia inteligentnych maszyn, a w szczególności inteligentnych programów komputerowych w celu wykorzystania komputerów do zrozumienia ludzkiej inteligencji, jednakże sztuczna inteligencja nie musi ograniczać się do metod biologicznie obserwowalnych. Pojęcie inteligencji McCarthy zdefiniował jako obliczeniową część zdolności do osiągania celów na świecie (McCarthy, 2007).

Tak opisane zjawisko sztucznej inteligencji pozostaje niezmiennie do dziś, a na jej podstawie powstają kolejne pojęcia, metody i narzędzia informatyczne umożliwiające pełne lub częściowe wsparcie procesów realizowanych przez człowieka. Wśród nich wyróżnić można m.in.:

- **Data Mining** – metody eksploracji danych polegające na odkrywaniu nowych, potencjalnie przydatnych wzorów z dużych zbiorów danych i zastosowaniu algorytmów do wydobywania ukrytych informacji (Chen i in., 2015),
- **Machine Learning** – systemy uczące się, w których zmiany wartości ich parametrów zachodzą autonomicznie i na podstawie doświadczeń oraz prowadzą do poprawy jakości ich działania (Cichosz, 2000),
- **Decision Support Systems** – systemy wspomaganie podejmowania decyzji,
- **Natural-Language Processing (NLP)** – komputerowe metody rozumienia i czerpania informacji z naturalnego tekstu ludzkiego,
- **Expert systems** – systemy eksperckie, które potrafią gromadzić i przetwarzać olbrzymie zasoby wiedzy oraz przeprowadzać procesy wnioskowania pozwalające na formułowanie odpowiedzi na zadane pytania.

1.2. RFID (Radio-Frequency Identification)

RFID to ogólne określenie technologii opierających się na transponderach służących do radiowej identyfikacji obiektów. Technologia ta powstała w pierwszej połowie XX wieku i początkowo była stosowana do rozpoznawania wojskowych samolotów jako przyjaciół lub wrogów. Obecnie technologia RFID znalazła wiele zastosowań w obszarze bezpieczeństwa, logistyki oraz utrzymania i serwisu urządzeń (Evdokimov, 2010). Z powodzeniem jest również wykorzystywana w handlu detalicznym do optymalizacji łańcucha dostaw i bieżącego monitoringu liczby i ruchu towarów. RFID stanowi zatem pierwszy etap „ożywiania” przedmiotów, które otrzymały swój

cyfrowy identyfikator i mogą być rozpoznane w sposób automatyczny, tzn. bez konieczności użycia inteligencji człowieka, jednakże wymagają jego ingerencji.

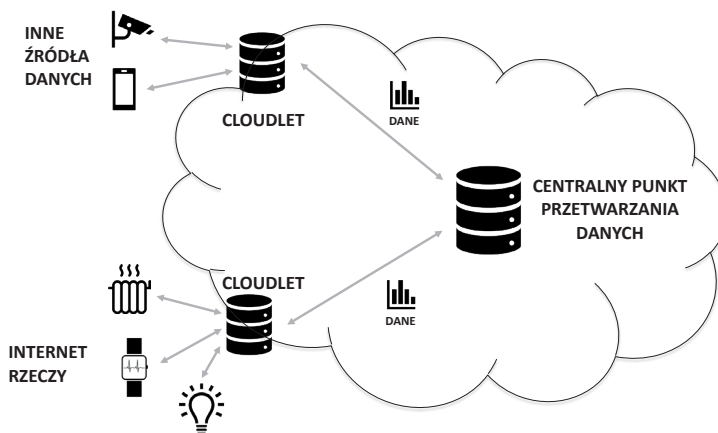
1.3. Komunikacja urządzeń M2M

Komunikacja urządzeń (*Machine to Machine, M2M*) traktowana jest jako technologia umożliwiająca istnienie Internetu rzeczy i często wymieniana jako jego element składowy. Sposób funkcjonowania opiera się na zamkniętej komunikacji bezpośredniej pomiędzy obiektami (pierwotnie jedynie fizycznymi) przy dość ograniczonym udziale człowieka. Pojęcie M2M jest jednakże wykorzystywane głównie w zastosowaniach przemysłowych (James, 2014). Przykładem może być system alarmowy złożony z czujników ruchu, przekazujących sygnał do centrali, która poprzez infrastrukturę teletechniczną jest w stanie przesłać powiadomienie o zdarzeniu np. w postaci komunikatu SMS na telefon komórkowy właściciela.

1.4. Edge Computing vs. Cloud Computing

Edge Computing to technologia koncentrująca się na problemie sposobu przetwarzania danych dostarczanych w ogromnej ilości przez inteligentne przedmioty podłączone do Internetu w ramach IoT. Umożliwia ona wstępne przetwarzanie danych na tzw. krawędziach sieci, którymi są dowolne zasoby obliczeniowe i sieciowe (cloud-lety) znajdujące się wzdłuż ścieżki pomiędzy źródłami danych i centrami danych, np. w chmurze obliczeniowej (Shi, Cao, Zhang, Li, Xu, 2016). Model ten stanowi niejako alternatywę dla Cloud Computing, gdzie dane z urządzeń rejestrujących wysyłane są bezpośrednio do centralnej chmury obliczeniowej.

Rysunek 1. Zasada działania Edge Computing



Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://new-idea.pl/edge-computing/>.

2. Internet rzeczy (*Internet of Things, IoT*)

2.1. Definicja

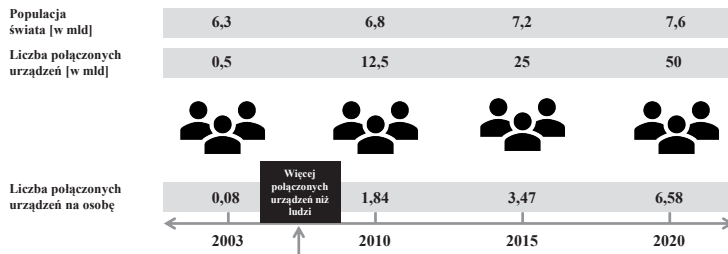
Lektura i analiza dostępnej literatury z zakresu technologii informacyjnych nie przynosi jednoznacznej i spójnej definicji terminu „Internet rzeczy”. We wstępie do Raportu Interactive Advertising Bureau pt. *Internet Rzeczy w Polsce* IoT definiowane jest jako ekosystem, w którym wyposażone w sensory przedmioty komunikują się z komputerami (Grodner i in., 2015). W dalszej części tegoż Raportu można znaleźć, iż Internet rzeczy należy rozumieć jako ekosystem, w którym przedmioty mogą komunikować się między sobą za pośrednictwem człowieka lub bez jego udziału (Kokot, Kolenda, 2015). Pojawia się zatem nowy element – człowiek i pytanie o jego udział i rolę w całym ekosystemie.

Według innego źródła określenie Internet rzeczy powstało po to, by odzwierciedlić rosnącą liczbę inteligentnych, połączonych urządzeń oraz podkreślić nowe możliwości, jakie mogą one prezentować, i pojęcie to nie jest pomocne w zrozumieniu samego zjawiska ani jego konsekwencji (Porter, Heppelmann, 2014).

Natomiast Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) twierdzi, iż Internet rzeczy to po prostu moment, w którym liczba rzeczy lub obiektów podłączonych

do Internetu przekroczyła ogólną liczbę ludności, a samo zjawisko określono mianem Internetu wszechrzeczy. Moment ten miał nastąpić według Cisco między 2008 a 2009 rokiem (Evans, 2011).

Rysunek 2. Internet rzeczy narodził się między 2008 a 2009 rokiem



Źródło: opracowanie własne na podstawie Evans (2011).

Tak jak niejasna jest sama definicja Internetu rzeczy, tak również dane na temat liczby urządzeń podłączonych do sieci różnią się w zależności od źródła i przyjętej metodologii.

Analitycy z amerykańskiej firmy doradczej Gartner, specjalizującej się w zagadnieniach strategicznego wykorzystania i zarządzania technologiami, szacują, iż na początku 2017 roku w sieć połączonych było ponad 8 mld „rzeczy” (wzrost o 31% w stosunku do 2016 roku), natomiast do roku 2020 przewiduje się, że liczba ta wzrośnie do ponad 20 mld (van der Meulen, 2017).

Tabela 1. Liczba zainstalowanych urządzeń IoT (w mln sztuk)

Kategoria	2016	2017	2018	2020
Klienci indywidualni	3 963,0	5 244,3	7 036,3	12 863,0
Klienci biznesowi	2 418,7	3 136,4	4 160,3	7 552,4
Razem	6 381,7	8 380,7	11 196,6	20 415,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie van der Meulen (2017).

W tym miejscu należy zauważyć, iż jeszcze pod koniec 2014 roku Gartner prognozował liczbę 25 mld (Rivera, van der Meulen, 2014), natomiast Cisco IBSG w 2011 roku przewidywało liczbę nawet 50 mld zainstalowanych urządzeń IoT

w roku 2020, co może świadczyć o tym, że nadzwyczaj duże zainteresowanie technologią połączonych rzeczy i teoretycznie nieograniczone możliwości jej zastosowania nie przełożyły się w praktyce na liczbę wdrożonych rozwiązań.

Problemem ujednoczenia nazewnictwa i definicji zajęła się również Komisja Europejska. W opracowaniu pt. *Internet of Things. Position Paper on Standardization for IoT technologies* ze stycznia 2015 roku, przygotowanym przez European Research Cluster on the Internet of Things (IERC), IoT zdefiniowano jako dynamiczną globalną infrastrukturę sieciową z samokonfigurującymi możliwościami, opartą na standardowych i interoperacyjnych protokołach komunikacyjnych, w których występujące fizyczne i wirtualne „rzeczy” mają tożsamość, cechy fizyczne oraz wirtualną osobowość, stosują inteligentne interfejsy i są płynnie zintegrowane z siecią informacyjną (IERC, 2015).

Prawdopodobnie jako pierwszy pojęcia Internet rzeczy użył Kevin Ashton – brytyjski przedsiębiorca, twórca i dyrektor Auto-ID Center, podczas swojej prezentacji na temat wykorzystania technologii RFID oraz Internetu w łańcuchu dostaw Procter & Gamble w 1999 roku. Podkreślił także, że informacje, w które zasilane są komputery, a także Internet, w pełni pochodzą od żywego użytkownika – człowieka. Wszystkie dane dostępne w globalnej sieci, opisujące rzeczy i zjawiska, były na początku utworzone i zapisane przez człowieka. Problem, jaki zauważył Ashton, polega na tym, iż człowiek ma ograniczony czas, uwagę oraz precyzję, co sprawia, że nie jest on najlepszy w gromadzeniu danych na temat przedmiotów znajdujących się w otaczającym go świecie. A to właśnie na przedmiotach (*things*), a nie wyłącznie na pomysłach opiera się nasza gospodarka, społeczeństwo i ogólny byt. Konieczne jest zatem wyposażenie komputerów w odpowiednie sensory połączone z technologią RFID po to, aby komputery mogły obserwować, identyfikować i rozumieć świat bez ograniczeń związanych z człowiekiem jako niedoskonałym źródłem informacji (Ashton, 2009).

Tak rozumiany Internet rzeczy umożliwia przedmiotom/obiektom branie czynnego udziału w naszym środowisku, np. udostępniając informacje dla innych użytkowników lub członków sieci w sposób bezprzewodowy, korzystając przy tym z tego samego protokołu IP, który łączy sieć Internet. W ten sposób przedmioty/obiekty są w stanie samodzielnie rozpoznać zdarzenia i zmiany zachodzące w ich otoczeniu oraz w sposób autonomiczny podjąć odpowiednią akcję tudzież reakcję bez interwencji człowieka (IERC, 2015).

Sarah Wheeler, Senior Marketing Manager odpowiedzialna za sprawy marketingu na międzynarodowych targach IoT Tech EXPO, uważa, że właśnie możliwość połączenia i komunikacji z fizycznymi obiektami, wcześniej niezdolnymi do samodzielnego generowania, transmisji i odbioru danych, jeszcze bardziej uzasadnia koncepcję IoT. Wyposażenie tychże obiektów w czujniki, systemy kontrolne czy procesory umożliwia horyzontalną komunikację poprzez różne węzły otwartej sieci pierwotnie fizycznych przedmiotów (Wheeler, 2016).

Wheeler zauważa również, iż pojęcie IoT stosowane jest także do inteligentnych urządzeń, które od początku zaprojektowane zostały jako obiekty cyfrowe, jak np. urządzenia typu *wearables* (pol. komputer ubieralny): *smartwatch* czy wszelkie opaski fitness, i oferują funkcjonalności podobne jak pierwotnie przedmioty „martwe”. Grupę tę można by zatem nazwać Internetem rzeczy cyfrowych.

2.2. Architektura IoT

Architektura narzędzi składających się na rozwiązania Internetu rzeczy w najprostszym ujęciu opiera się na (Choroś, 2015):

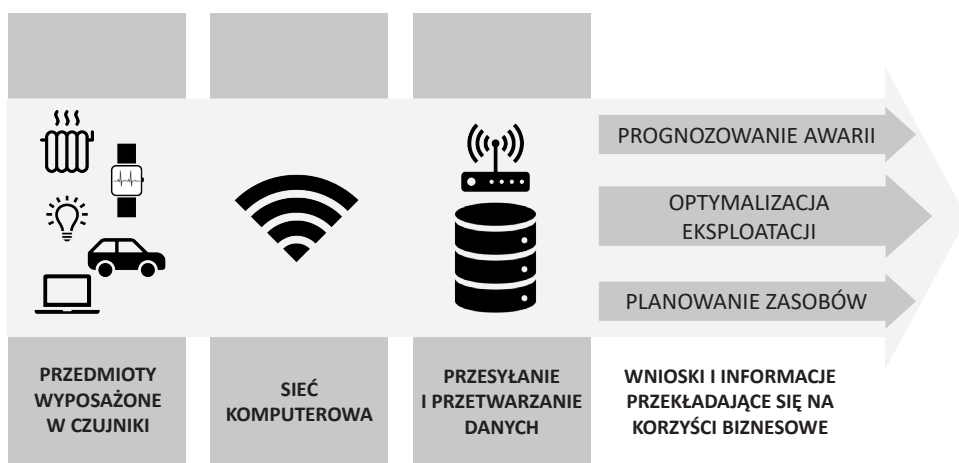
- obiektach wyposażonych w sensory, czujniki (temperatury, drgań, wilgotności, ruchu, itd.) oraz nadajniki umożliwiające komunikację, odbiór poleceń oraz gromadzenie i przekazywanie informacji,
- systemach i rozwiązaniach informatycznych będących odbiornikiem zgromadzonych i przekazanych przez obiekty danych, a także miejscem ich przetwarzania i podejmowania decyzji (np. komputery przenośne, tablety, smartfony, domowe chmury obliczeniowe),
- infrastrukturze umożliwiającej komunikację, czyli przesył danych między obiektami [przykładowe i najpopularniejsze rozwiązania to sieć bezprzewodowa WiFi, Bluetooth, NFC, a także, wykorzystywany głównie w systemach automatyki budynkowej (*home automation*), system Z-Wave].

Internet rzeczy, będąc swoistym połączeniem świata wirtualnego ze światem rzeczywistym, stanowi zatem prawdziwe wyzwanie dla operatorów sieci telekomunikacyjnych, by sprostać zapotrzebowaniu dla szybko rosnącej liczby „inteligentnych rzeczy”.

Autorzy rekomendacji ITU-T Y.2060 (International Telecommunication Union, 2012) dotyczącej Internetu rzeczy liczą, iż zintegruje on dominujące rozwiązania dotyczące m.in.:

- zaawansowanej komunikacji między urządzeniami przemysłowymi (M2M),
- autonomicznych sieci (*autonomic networking*) samodzielnie zarządzających jej elementami w odpowiedzi na dalszy gwałtowny wzrost złożoności Internetu,
- *data mining*,
- *cloud computing*,
- nadzoru nad bezpieczeństwem i ochroną prywatności,
- zaawansowanych technologii wykrywania i wykonywania (*Sensing and Actuation, SaA*).

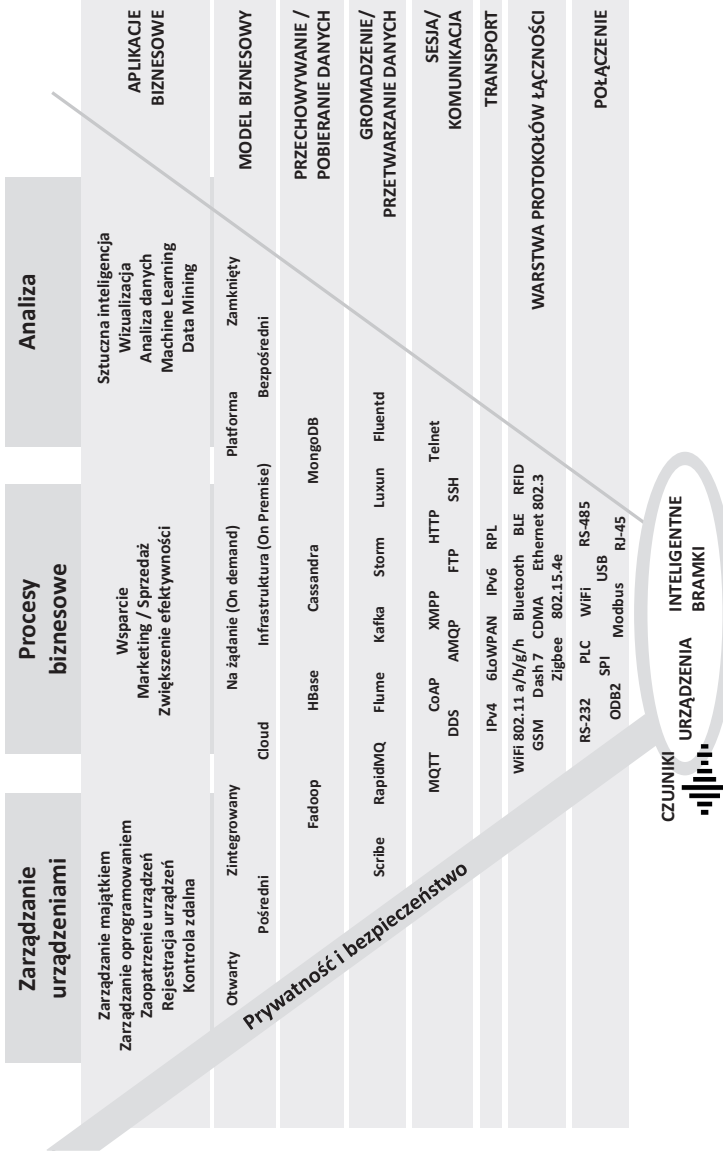
Rysunek 3. Idea funkcjonowania rozwiązań Internetu rzeczy



Źródło: opracowanie własne na podstawie Choroś (2015).

Rysunek 4. ukazuje złożoność technologii, standardów oraz kolejnych rewolucyjnych rozwiązań wchodzących w skład środowiska IoT, podzielonych na warstwy na podstawie modelu ISO-OSI (*Open System Interconnection*), począwszy od urządzenia fizycznego wyposażonego w czujniki (sensory) umożliwiające pozyskiwanie danych, poprzez systemy łączności, systemy gromadzenia i przetwarzania danych, aż po konkretne modele i aplikacje biznesowe (Passemar, 2014).

Rysunek 4. Przegląd protokołów wchodzących w skład technologii IoT od urządzeń do procesów biznesowych



Źródło: opracowanie własne na podstawie Passemar (2014).

2.3. Zastosowanie IoT

Obszar zastosowań technologii IoT jest potężny i jak dotychczas nieograniczony. Jej rozwiązania spotkać można zarówno w sektorze prywatnym, w branżach takich jak:

- telekomunikacja i media,
- finanse,
- logistyka i produkcja,
- handel detaliczny,
- motoryzacja,
- energia i media,
- rolnictwo,

jak i w sektorze publicznym, służbie zdrowia oraz gospodarstwach domowych.

Na podstawie analiz ankiet i raportów naukowcy z IERC opublikowali obszerną listę zastosowań IoT, która potwierdza zarazem jej strategiczny wymiar wśród trendów technologicznych w ciągu najbliższych lat. Najważniejsze wśród nich to (Satish, Varma, 2017):

1. Inteligentne Życie (*Smart Life*) – innowacyjna, najnowocześniejsza technologia ma na celu uczynienie życia prostszym i bezpieczniejszym dla konsumenta. Inteligentne Życie obejmuje:

- opiekę zdrowotną – biznesowe podejście skoncentrowane i dostosowane do danego pacjenta,
- bankowość – nowe modele bankowości i finansów osobistych,
- ubezpieczenia – przejście od statystyk do indywidualnych polityk opartych na faktach,
- usługi publiczne – poprawa wydajności i wygody zarówno dla administracji i zarządzających, jak i obywateli.

2. Inteligentna Mobilność (*Smart Mobility*) – zarządzanie trasami w czasie rzeczywistym i rozwiązania mające na celu uczynienie podróży bardziej przyjemną, a transportu bardziej niezawodnym. Połączenie pojazdów z Internetem powoduje powstanie wielu nowych możliwości i zastosowań, ułatwiających przemieszczanie się i zapewniających bezpieczeństwo użytkownikom. Inteligentna Mobilność obejmuje:

- autonomiczne kierowanie pojazdem i wszelkie usługi *connected car*,
- mobilność w mieście – inteligentne zarządzanie ruchem,
- mobilność międzymiastowa – łączenie systemów komunikacji,

- zarządzanie opłatami i rozwiązania płatnicze,
 - dystrybucję i logistykę,
 - zarządzanie flotą pojazdów,
 - bezpośrednią komunikację między pojazdami oraz pojazdu w relacji do infrastruktury,
 - identyfikację i monitorowanie krytycznych elementów systemu.
3. Inteligentne Miasto (*Smart City*) – innowacje mające na celu poprawę jakości życia w miastach, dotyczące m.in. kwestii bezpieczeństwa i wydajności energetycznej. Inteligentne Miasto obejmuje:
- inteligentne zarządzanie infrastrukturą miejską, wykorzystując narzędzia analizy danych właściwych dla Big Data,
 - współpracę różnych organów administracji, wykorzystując technologie chmur obliczeniowych (*cloud technologies*),
 - gromadzenie i przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym za pomocą technologii mobilnych, umożliwiające natychmiastową reakcję,
 - zwiększenie poczucia bezpieczeństwa poprzez usprawnienie egzekwowania prawa oraz bardziej skuteczną reakcję na sytuacje kryzysowe,
 - zrównoważone planowanie miasta – usprawnione schematy i zarządzanie projektami planowania przestrzennego,
 - „połączone media” – inteligentne urządzenia pomiarowe i zarządzanie siecią gazową, wodociągową itd.,
 - rozwój budownictwa – większa automatyzacja, lepsze zarządzanie i bezpieczeństwo.
4. Inteligentna Produkcja (*Smart Manufacturing*) – rozwiązania dotyczące produkcji i logistyki stworzone specjalnie w celu optymalizacji procesów, kontroli i jakości. Wszechobecność komunikacji, rozwój mikrorobotyki, dostosowanie do indywidualnych potrzeb możliwe dzięki oprogramowaniu znacząco zmienia świat produkcji. Inteligentna Produkcja obejmuje:
- uczenie maszynowe (*machine learning*) – inteligentne, zautomatyzowane podejmowanie decyzji,
 - *networking* – sieciowa kontrola i zarządzanie urządzeniami produkcyjnymi,
 - optymalizowane procesy – szybkie prototypowanie i produkcja, ulepszone procesy i bardziej wydajne operacje łańcucha dostaw,

- proaktywne zarządzanie wyposażeniem – poprzez diagnostykę prewencyjną i konserwację,
- sprawną integrację infrastruktury – przełamanie problemu standardów interfejsów.

5. Inteligentna Energia i Sieć (*Smart Energy, Smart Grid*) – technologie, które rewolucjonizują sposób wytwarzania i przesyłu energii do użytkownika końcowego, charakteryzujące się wysokim poziomem bezpieczeństwa oraz mające zastosowanie w instalacjach zarówno skoncentrowanych, jak i rozproszonych. Inteligentna Energia i Sieć obejmują m.in.:

- oszczędność energii poprzez zastosowanie bardziej niezawodnych i inteligentnych czujników i siłowników,
- skalowalność funkcji bezpieczeństwa.

6. Inteligentny Dom, Budynki i Infrastruktura (*Smart Home, Smart Buildings and Infrastructure*) – wykorzystują rosnącą rolę bezprzewodowego dostępu do Internetu (*WiFi*) w automatyzacji domu, co wynika przede wszystkim z sieciowej natury zastosowanej elektroniki w nowych urządzeniach RTV/AGD, które to zaczęły być częścią domowej sieci IP, jak również liczby mobilnych urządzeń komputerowych (smartfony, tablety itp.) podłączonych do domowych sieci. Technologie te obejmują:

- integrację inteligentnych urządzeń i wyposażenia budynków czy mieszkań z np. systemami rozrywki,
- monitoring opieki zdrowotnej,
- bezprzewodowy monitoring zużycia energii w kontekście domu lub budynku,
- inteligentne systemy zarządzania budynkiem.

Znaczenie i rosnące możliwości aplikacji technologii IoT spowodują kontynuację rozwoju nowych cyfrowych urządzeń, zastępując obiekty pierwotnie nie-cyfrowe, tworząc przy tym kolejne klasyfikacje Internet-X, przykładem czego jest Internet wszechrzeczy (*Internet of Everything*), uważany za kolejny ważny krok w cyfrowej rewolucji przemysłowej, a którego Internet rzeczy jest jedynie częścią składową.

7. Internet wszechrzeczy (*Internet of Everything, IOE*)

Chociaż pojęcia „Internet rzeczy” oraz „Internet wszechrzeczy” są często utożsamiane ze sobą, należy podkreślić, że istnieje wyraźna koncepcyjna różnica między

dzy nimi. Termin Internet wszechrzeczy obejmuje znacznie szerszy zakres, biorąc pod uwagę zarówno infrastrukturę, jak i potencjalny wpływ podłączenia miliardów urządzeń do Internetu na jakość danych, prywatność, bezpieczeństwo, a także ich użyteczność (Shamonsky, 2015).

W związku z tym, iż pierwotnie „martwe” przedmioty mają teraz takie możliwości, jak świadomość kontekstu, zwiększona moc obliczeniowa i niezależność energetyczna, a także coraz więcej ludzi ma dostęp do coraz to większej liczby i rodzajów informacji, Internet rzeczy stał się Internetem wszechrzeczy, czyli siecią sieci, w której ogromna liczba połączeń stwarza niespotykane dotąd możliwości, ale też nowe ryzyka (Mahoney, LeHong, 2012).

Zgodnie z definicją przyjętą przez inżynierów z Cisco IBSG Internet wszechrzeczy stanowi sieć połączeń ludzi, procesów, danych oraz rzeczy, umożliwiającą cenniejsze niż kiedykolwiek przekształcanie informacji w konkretne działania, które tworzą nowe, bogatsze doświadczenia oraz niespotykane dotąd możliwości gospodarcze dla firm, osób i krajów (Evans, 2012).

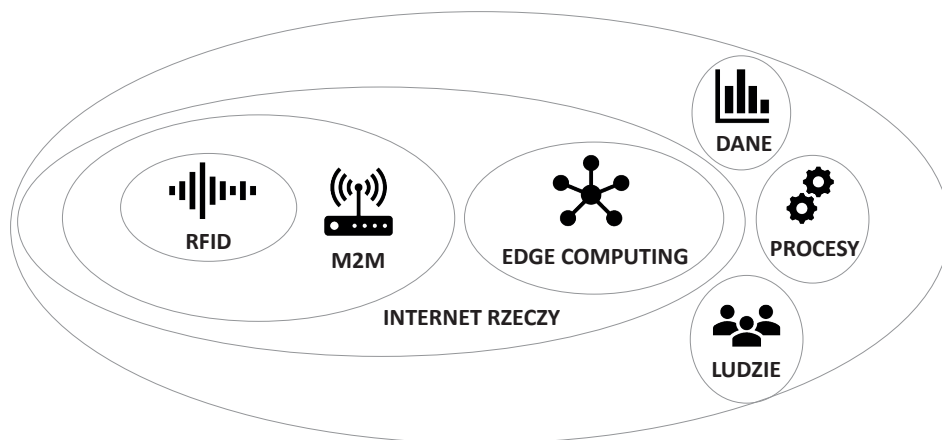
W przeciwieństwie do Internetu rzeczy, obejmującego przede wszystkim obiekty fizyczne i opartej na hostach komunikacji między nimi, Internet wszechrzeczy, uwzględniając ludzi i procesy, wykorzystuje głównie komunikację opartą na treści tzw. *Content Centric Networking* (CCN).

8. Podsumowanie

Komunikacja wykorzystująca m.in. technologię RFID lub M2M stanowi jedynie pomoc w identyfikacji przedmiotów i otrzymywaniu prostych komunikatów o wartościach zdefiniowanych zmiennych i nie jest w stanie działać w sposób w pełni autonomiczny, natomiast tzw. inteligentne obiekty podłączone do Internetu w ramach IoT są w stanie funkcjonować samodzielnie, podejmując przy tym decyzje wywołujące określone działania w świecie realnym.

W wyniku przeglądu charakterystyk i właściwości różnych technologii bezprzewodowej komunikacji między urządzeniami oraz ich klasyfikacji pod kątem autonomiczności działania, a także roli człowieka dokonano próby zakreślenia granicy zastosowania terminu Internet rzeczy (rys. 5).

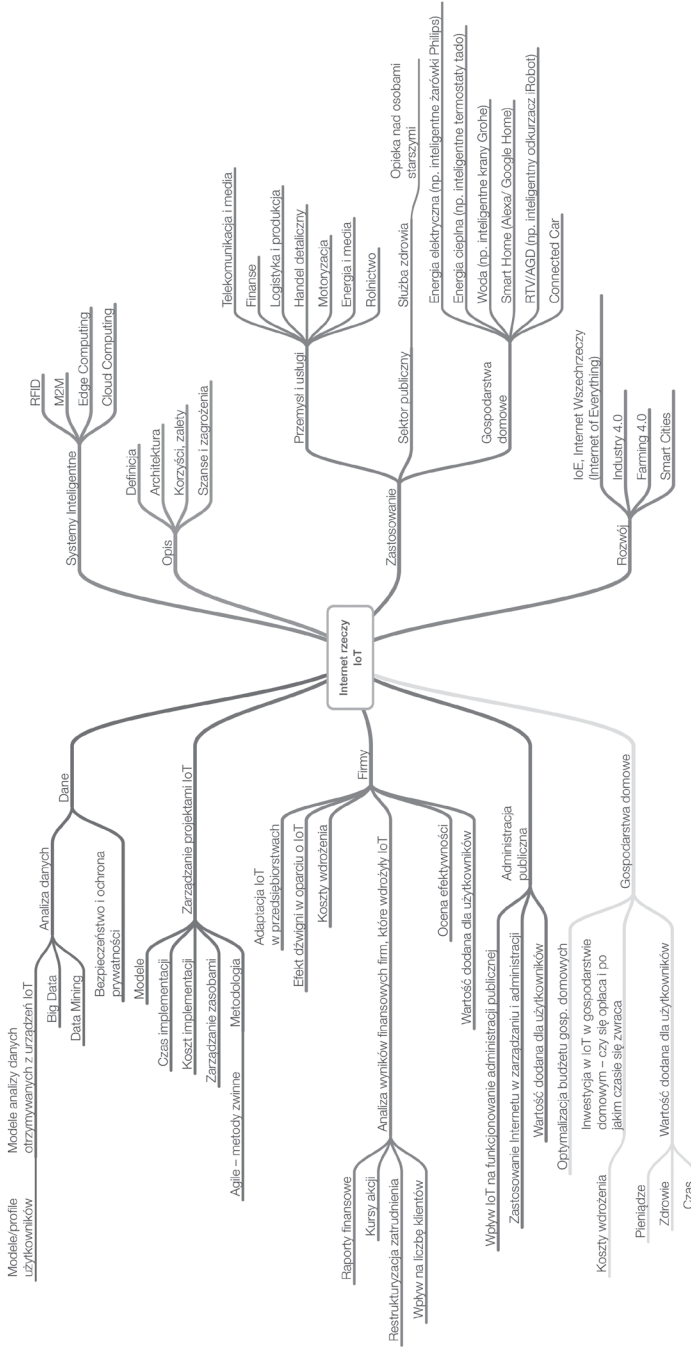
Rysunek 5. Granica Internetu rzeczy



Źródło: opracowanie własne.

Jako że w stosunkowo krótkim czasie znoszone są kolejne ograniczenia techniczne związane z pozyskiwaniem danych ze źródeł, które dotąd stanowiły jedynie martwe maszyny produkcyjne lub przedmioty codziennego użytku, obszar badań wpływu IoT jest również rozległy i dotyka niemalże wszystkich aspektów funkcjonowania człowieka w obecnym świecie.

Rysunek 6. Mapa problematyki związanej z Internetem rzeczy



Źródło: opracowanie własne.

Powyższa mapa ukazuje różnorodność problematyki związanej z rozwojem Internetu rzeczy, począwszy od jego praktycznych zastosowań w przemyśle, gospodarstwach domowych czy administracji publicznej, poprzez czysto metodologiczne aspekty przetwarzania i modelowania danych, aż po kwestie uregulowań prawnych związanych z ochroną prywatności.

Niniejszy artykuł wyjaśnia zasady działania systemów wchodzących w skład terminu Internetu rzeczy – technologii umożliwiającej wzajemną komunikację pierwotnie nie-cyfrowych przedmiotów, jak również wykreśla jednoznaczną granicę oddzielającą go od Internetu wszechrzeczy, ekosystemu, który oprócz przedmiotów integruje także dane, procesy oraz ludzi.

Literatura

- Ashton, K. (2009). That “Internet of Things” Thing. *RFiD Journal*, June.
- Cichosz, P. (2000). *Systemy uczące się*. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- Chen, F., Deng, P., Wan, J., Zhang, D., Vasilakos, A.V., Rong, X. (2015). Data mining for the Internet of things: Literature review and challenges. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, January. DOI: 10.1155/2015/431047.
- Choroś, P. (2015). Wykorzystanie analityki biznesowej w Internecie Rzeczy. W: M. Grodner, W. Kokot, P. Kolenda, K. Krejtz, A. Legoń, P. Rytel, R. Wierziński (2015). *Internet Rzeczy w Polsce* (s. 4–7). Warszawa: IAB Polska.
- Evans, D. (2011). *The Internet of Things – How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything*. CISCO Internet Business Solution Group (IBSG). Pobrane z: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf (29.04.2018).
- Evans, D. (2012). *The Internet of Everything – How More Relevant and Valuable Connections Will Change the World*. CISCO Internet Business Solution Group (IBSG). Pobrane z: https://www.cisco.com/c/dam/global/en_my/assets/ciscoinnovate/pdfs/IOE.pdf (29.04.2018).
- Evdokimov, S. (2010). RFID and the Internet of Things: Technology, Applications, and Security Challenges. *Foundations and Trends® in Technology, Information and Operations Management*, 4, 105–185. DOI: 10.1561/02000000020.
- Grodner M., Kokot W., Kolenda P., Krejtz K., Legoń A., Rytel P., Wierziński, R. (2015). *Internet Rzeczy w Polsce*. Warszawa: IAB Polska.
- IERC (2015). IERC – European Research Cluster on the Internet of Things. *Internet of Things. Position Paper on Standardization for IoT Technologies*.

- International Telecommunication Union (2012). Overview of the Internet of things. Series Y: *Global Information Infrastructure, Internet Protocol Aspects and next-Generation Networks – Frameworks and Functional Architecture Models*, 22, 2–3.
- James, R. (2014). *The Internet of Things: A study in Hype, Reality, Disruption, and Growth*. Raymond James US Research, Technology & Communications, Industry Report.
- Kokot, W., Kolenda, P. (2015). Czym jest Internet Rzeczy. W: M. Grodner, W. Kokot, P. Kolenda, K. Krejtz, A. Legoń, P. Rytel, R. Wierziński, *Internet Rzeczy w Polsce* (s. 8–11). Warszawa: IAB Polska.
- Mahoney, J., LeHong, H. (2012). Innovation Insight: The ‘Internet of Everything’ Innovation Will Transform Business. *Gartner, January*.
- McCarthy, J. (2007). *What is artificial intelligence*. Pobrane z: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf> (29.04.2018).
- Passemard, A. (2014), *The Internet of Things Protocol stack – from sensors to business value*. Pobrane z: <https://entrepreneurshiptalk.wordpress.com/2014/01/29/the-internet-of-thing-protocol-stack-from-sensors-to-business-value/> (29.04.2018)
- Porter, M.E., Heppelmann, J.E. (2014). How Smart, Connected Product Are Transforming Competition. *Harvard Business Review, November*, 64–89. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Rivera, J., van der Meulen, R. (2014). Gartner Says 4.9 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2015. *Gartner – Newsroom*, 9–10. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Satish, G.N., Varma, P.S. (2017). Internet Of Things – Opportunities, Applications and Challenges in the Prospective Smart World. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 4 (3), 8–16.
- Shamonsky, D. (2015). Internet of Things vs. Internet of Everything. Pobrane z: <https://www.ics.com/blog/internet-things-vs-internet-everything> (29.04.2018).
- Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., Xu, L. (2016). Edge Computing: Vision and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 3 (5), 637–646. DOI: 10.1109/JIOT.2016.2579198.
- van der Meulen, R. (2017). *Gartner Says 8.4 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016*. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Wheeler, S. (2016). *IoE vs. IoT vs. M2M: What’s the Difference and Does It Matter? IoT Tech Expo*. Pobrane z: <http://www.iottechexpo.com/2016/01/m2m/ioe-vs-iot-vs-m2m-whats-the-difference-and-does-it-matter/> (29.04.2018).

INTERNET OF THINGS – THE TECHNOLOGICAL CONTEXT AND AREAS OF APPLICATION

Abstract

The aim of this study is to review systems and information technologies functioning under the common term of the Internet of Things, a description of the possibilities and scope of their application, as well as to define a clear criterion used to distinguish them. As part of the research, a number of concepts have been described, which should enable a better understanding of the functioning of the ecosystem of connected originally non-digital objects, at the same time indicating the role of human and the problems of data collection and processing.

Keywords: Internet of Things, Edge Computing, M2M, Internet of Everything

Translated by Marek Malucha

JEL code: L86

Cytowanie

Malucha, M. (2018). Internet rzeczy – kontekst technologiczny i obszary zastosowań. *Studia i Prace WNEIZ US*, 54/2, 51–69. DOI: 10.18276/sip.2018.54/2-04.