

SPIS TREŚCI

WSTĘP	9
1. WPROWADZENIE DO TEMATYKI	13
1.1. Informacje wstępne	13
1.2. Podstawowe cechy IoT	13
1.3. Podstawowe obszary wykorzystania IoT	18
1.4. Stan rozwoju IoT	24
1.5. Zalety i wady IoT	29
1.6. Badania i rozwój IoT	32
1.7. Przyszłe obszary zastosowania IoT	34
1.8. Konkluzje odnośnie do wprowadzenia do tematyki	35
2. ARCHITEKTURA I PRZETWARZANIE DANYCH W INTERNECIE RZECZY	36
2.1. Informacje wstępne	36
2.2. Warstwowa architektura IoT oparta na protokołach	36
2.3. Chmura obliczeniowa w systemach Internetu Rzeczy	46
2.4. Architektura mgły obliczeniowej w systemach Internetu Rzeczy	50
2.5. Architektury oparte na przetwarzaniu brzegowym	54
2.6. Konkluzje odnośnie do architektury i przetwarzania danych w Internecie Rzeczy ..	58
3. PLATFORMY CHMURY OBLICZENIOWEJ W INTERNECIE RZECZY	59
3.1. Informacje wstępne	59
3.2. Microsoft Azure IoT	60
3.3. Amazon WebServices (AWS) IoT	61
3.4. Huawei Cloud Core Network IoT	63
3.5. PTC ThingWorx IoT	64
3.6. IBM Watson IoT	66
3.7. Google Cloud IoT Core	68
3.8. Cisco Kinetic IoT	69
3.9. Konkluzje odnośnie do platform chmury obliczeniowej w Internecie Rzeczy	71

4. SIECI I KOMUNIKACJA W INTERNECIE RZECZY	72
4.1. Informacje wstępne	72
4.2. Podstawowe protokoły danych	72
4.3. Protokoły komunikacji bezprzewodowej w Internecie Rzeczy	79
4.4. Komunikacja za pomocą MQTT, AMQP i Robot Operating System	127
4.5. Komunikacja za pomocą platformy ROS w systemach IoT dla robotyki	130
4.6. Konkluzje odnośnie do sieci i komunikacji w Internecie Rzeczy	132
5. KOMUNIKACJA Z URZĄDZENIAMI PERYFERYJNYMI W SYSTEMACH INTERNETU RZECZY	133
5.1. Informacje wstępne	133
5.2. Standard One Wire i jego zastosowanie do budowy sieci czujników	133
5.3. Magistrała I2C	138
5.4. Szeregowy interfejs SPI	140
5.5. Komunikacja szeregową i układ UART	142
5.6. Standard RS-485 w komunikacji sieciowej	144
5.7. Konkluzje odnośnie do komunikacji z urządzeniami peryferyjnymi w systemach Internetu Rzeczy	146
6. WYBRANE SPRZĘTOWE PLATFORMY URUCHOMIENIOWE UŻYWANE W IMPLEMENTACJI ROZWIĄZAŃ INTERNETU RZECZY	147
6.1. Informacje wstępne	147
6.2. Platforma Raspberry Pi jako przykład komputera dla systemów IoT	147
6.3. Arduino jako otwarty projekt dla rozwiązań IoT	151
6.4. Platforma Onion Omega 2 jako przykład kompletnego systemu SOC dla IoT	154
6.5. Moduł ESP8266 jako ekonomiczna platforma do budowy rozwiązań IoT	156
6.6. Platforma Orange Pi 2G IoT jako sposób na współpracę systemów IoT z sieciami komórkowymi	157
6.7. Platforma Intel IoT Gateway Development Kit i jej właściwości	159
6.8. Konkluzje odnośnie do wybranych sprzętowych platform uruchomieniowych używanych w implementacji rozwiązań Internetu Rzeczy	160
7. ARCHITEKTURA WYMIANY DANYCH POPRZEC SIĘĆ INTERNET DLA ROZWIĄZAŃ INTERNETU RZECZY	162
7.1. Informacje wstępne	162
7.2. Przesyłanie danych za pośrednictwem usług sieciowych realizowanych w modelu REST	162
7.3. Asynchroniczne metody przesyłania danych za pomocą WebSocket	166
7.4. Protokół MQTT w akwizycji danych pomiędzy komponentami systemu IoT	170
7.5. Platforma OneSignal jako sposób na implementację wymiany danych pomiędzy węzłami w systemach IoT	177
7.6. Komunikacja w sieciach LPWAN na przykładzie standardu LoRa	178
7.7. Konkluzje odnośnie do architektury wymiany danych poprzez sieć Internet dla rozwiązań Internetu Rzeczy	181

8. WSPÓŁPRACA SYSTEMÓW INTERNETU RZECZY Z SYSTEMAMI WYKORZYSTUJĄCYMI ŁAŃCUCH BLOKÓW	182
8.1. Informacje wstępne	182
8.2. Zasada działania systemów wykorzystujących rejestry rozproszone i łańcuch bloków	182
8.3. Kolorowane sieci Bitcoin sposobem na przesyłanie danych w rejestrach bloków	184
8.4. Ethereum jako platforma tworzenia rozproszonych aplikacji w łańcuchu bloków	185
8.5. Integracja sieci IoT z platformami wykorzystującymi łańcuch bloków	193
8.6. Konkluzje odnośnie do współpracy systemów Internetu Rzeczy z systemami wykorzystującymi łańcuch bloków	196
9. METODY PRZECHOWYWANIA DANYCH W SYSTEMACH INTERNETU RZECZY I APLIKACJACH MOBILNYCH	197
9.1. Informacje wstępne	197
9.2. Relacyjny model danych w aplikacjach mobilnych i systemach IoT	198
9.3. Nierelacyjne metody składowania danych dla potrzeb systemów IoT	207
9.4. Dostawcy treści jako systemowy komponent dostępu do danych	214
9.5. Konkluzje odnośnie do metod przechowywania danych w systemach Internetu Rzeczy i aplikacjach mobilnych	214
10. UKŁAD POMIAROWY ZREALIZOWANY Z WYKORZYSTANIEM MIKROKONTROLERA RASPBERRY PI	216
10.1. Informacje wstępne	216
10.2. Budowa sprzętowego układu pomiarowego	216
10.3. Oprogramowanie układu pomiarowego	217
10.4. Odczytywanie danych z systemu za pomocą urządzeń klienckich	222
10.5. Konkluzje odnośnie do układu pomiarowego zrealizowanego z wykorzystaniem mikrokontrolera Raspberry Pi	224
11. WYBRANE METODY REALIZACJI KODOWANIA INFORMACJI IDENTYFIKACYJNEJ	226
11.1. Informacje wstępne	226
11.2. Systemy znakowania rzeczy z wykorzystaniem reprezentacji graficznej	226
11.3. Wybrane systemy znakowania produktów działające z wykorzystaniem fal radiowych	229
11.4. Konkluzje odnośnie do wybranych metod realizacji kodowania informacji identyfikacyjnej	231
12. SYSTEM TRANSPORTU WEWNĄTRZAKŁADOWEGO	232
12.1. Informacje wstępne	232
12.2. Wymiana informacji w systemie IoRT	234
12.3. Działanie i praca robota w środowisku przemysłowym	237
12.4. Konkluzje odnośnie do systemu transportu wewnątrzakładowego	240

13. TUL-BIKE: SYSTEM NADZOROWANIA ROWERÓW	241
13.1. Informacje wstępne	241
13.2. Architektura sprzętowa i działanie systemu	243
13.3. Przedstawienie warstwy aplikacyjnej systemu	247
13.4. Konkluzje odnośnie do TUL-Bike: systemu nadzorowania rowerów	248
14. SYSTEM MONITOROWANIA CIĄGŁOŚCI DZIAŁANIA INFRASTRUKTURY PRZEMYSŁOWEJ NA PODSTAWIE OPROGRAMOWANIA BMS	249
14.1. Informacje wstępne	249
14.2. Moduł automatyzowania administracji systemu BMS	249
14.3. Konfiguracja monitorowania ciągłości działania poszczególnych komponentów systemu	250
14.4. Uruchamianie i kustomizacja systemu BMS	251
14.5. Pozyskiwanie danych do systemu monitorowania ze środowiska przemysłowego	253
14.6. Pozyskiwanie danych o ciągłości działania systemu na podstawie zewnętrznych systemów i infrastruktury IoT	255
14.7. Konkluzje odnośnie do systemu monitorowania ciągłości działania infrastruktury przemysłowej na podstawie oprogramowania BMS	257
KIERUNKI ROZWOJU INTERNETU RZECZY	259
BIBLIOGRAFIA	261
SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH POJĘĆ	275
INDEKS	279