

Podstawy Systemów Wbudowanych

Wykład 13: Podstawy technologii Internet of Things

Angelika Tefelska Dariusz Tefelski

Zakład Fizyki Jądrowej, Wydział Fizyki PW

25 maja 2017



O czym będzie wykład...

- 1 Koncepcja IoT
- 2 Rynek IoT na świecie i w Polsce
- 3 Najciekawsze projekty IoT na Raspberry Pi
- 4 Domoticz
- 5 Jak zacząć tworzyć własne IoT na Raspberry Pi



Definicja

Internet of Things - koncepcja stworzona przez Kevin-a Ashton-a w 1999 w celu opisanie systemu, w którym świat materialny komunikuje się z komputerami (wymienia dane) za pomocą sensorów.

Warunki, które muszą być spełnione aby urządzenia się komunikowały

- Niezbędne jest urządzenie wyposażone w sensor, które zbiera dane z otoczenia i przekazuje je dalej np. smartwatch mierzący ciśnienie użytkownika i przekazujący informacje do telefonu.
- Koniecznym drugim elementem jest urządzenie, które odbierze przesłany sygnał, przeanalizuje go i wywoła określoną reakcję - np raspberry pi, które po odczycie sygnału z czujnika naświetlenia zasłoni lub odsłoni rolety.
- Trzeci warunek to środek komunikacji np. WiFi, Bluetooth, NFC czy też Z-WAVE.

Koncepcja IoT



ŹRÓDŁO: GoldenSubmarine.

Zastosowanie IoT

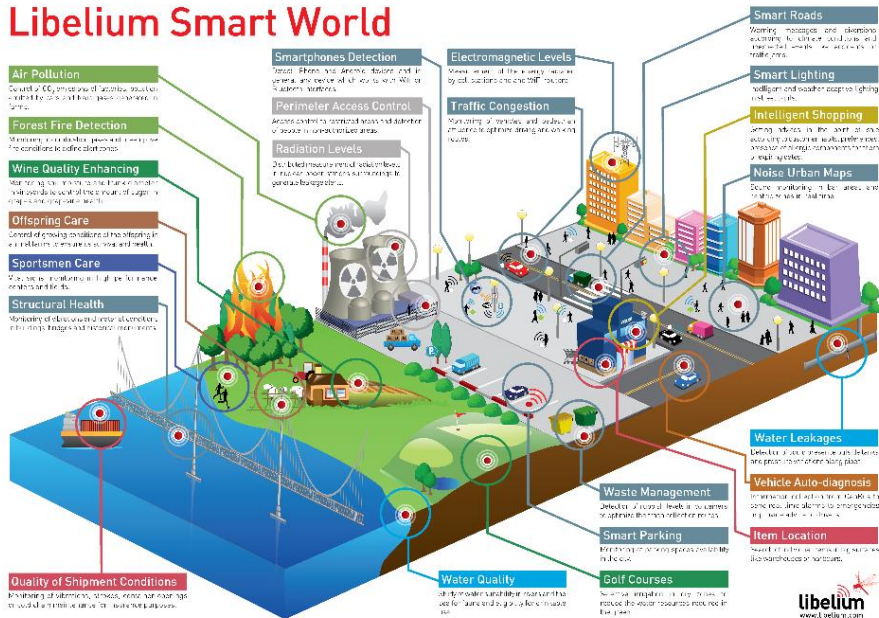
- **inteligentne środowisko** - np. zautomatyzowane systemy służące do monitoringu bieżącego stanu oraz prawdopodobieństwa klęsk żywiołowych (zagrożenia pożarowe, trzęsienie ziemi), kontrola zanieczyszczeń powietrza czy ochrona życia dzikich zwierząt (śledzenie ich za pomocą GPS).
- **inteligentna gospodarka wodna** - np. zarządzanie procesem dostarczania wody poczynając od kontroli jej zdatności do spożycia poprzez dostawy i szczelność wodociągów po monitoring zużycia przez użytkowników. Ponadto zagadnienia IoT obejmują w tej kategorii również zagadnienia związane z ochroną środowiska (np. monitorowanie stanu gleby), przemysłem i rolnictwem (np. kontrola stopnia nawożenia, nawadnianie pól).
- **inteligentny przemysł** - do obszaru zastosowań należy: monitoring stanu zapasów (np. stan cysterń), poziomu zapełnienia magazynów i wagi składowanych dóbr, diagnostyka maszyn, system wykrywania awarii czy monitoring niebezpiecznych gazów.

Zastosowania IoT

- **inteligentny transport** - lokalizacja transportowych dóbr (np. kontrola tras materiałów niebezpiecznych, delikatnych bądź drogocennych), kontrola warunków transportu (np. uderzenia, wstrząsy) czy warunków przechowywania (np. materiały łatwopalne). Oprócz kluczowych zagadnień IoT skupia się na: organizacji transportu (np. rezerwacji miejsc na stacjach ładowania dla elektrycznych pojazdów) czy auto-diagnostyka.
- **inteligentna energia** - monitoring konsumpcji indywidualnej, procesów wytwarzania i wykorzystywania energii (np. w systemach solarnych, wiatrakach czy gospodarce wodnej).
- **inteligentne miasto** - ambitny projekt obejmujący takie kwestie jak: organizacja ruchu pieszego i drogowego (np. monitoring korków, miejsc parkingowych, stanu nawierzchni dróg, utrudnieniach w ruchu, wypadkach czy nawet pogodzie), diagnostyka bezpieczeństwa (np. drgania i wytrzymałość materiałów w budynkach, mostach, obiektach zabytkowych), poziom hałasu i oświetlenia (np. zmieniającego się w zależności od poziomu zachmurzenia) czy zarządzanie śmieciami (np. poziom zapełnienia kontenerów).

Konceptcja inteligentnego miasta

Libelium Smart World



libelium
www.libelium.com



Realizacja tzw. Smart City

Masdar (Zjednoczone Emiraty Arabskie)

Masdar to pierwsze, budowane od podstaw, inteligentne miasto. Powstająca na pustynnych piaskach Zjednoczonych Emiratów Arabskich supernowoczesna metropolia ma stać się w pełni ekologicznym miejscem do życia dla 50 000 ludzi całkowicie samowystarczalnym energetycznie. Technologie wykorzystujące odnawialne źródła energii mają w 100% pokryć zapotrzebowanie na energię elektryczną. Komunikacja miejska jest kolejnym innowacyjnym rozwiązaniem wykorzystywanym w tym mieście – oprze się na systemie Personal Rapid Transport, czyli całkowicie zautomatyzowanych, elektrycznych taksówkach, które nie potrzebują kierowcy.

Songdo (Korea Południowa)

Songdo International Business District jest realizowany na sztucznie usypanej wyspie na wybrzeżu Morza Żółtego. Najważniejszym elementem projektu jest wszechobecny system telekonferencji, w przyszłości video ma być głównym kanałem komunikacji. Cechą charakterystyczną inteligentnych miast jest nasycenie przestrzeni miejskiej najnowocześniejszymi systemami nadzoru i kontroli. Specjalnie przygotowane technologie pozwalają m.in. na dostosowanie sygnalizacji świetlnej do natężenia ruchu pojazdów w danej okolicy.

Zastosowanie IoT

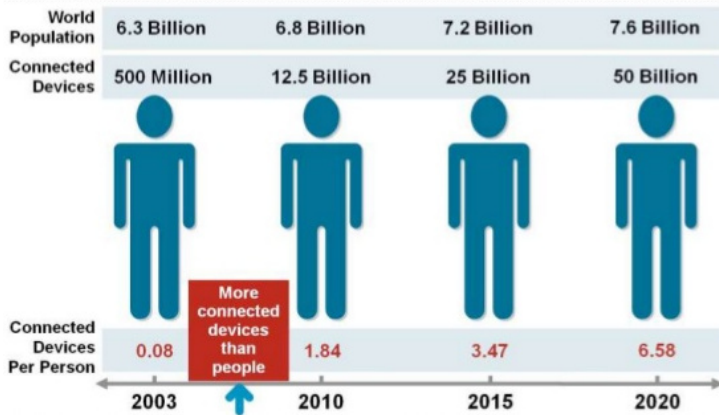
- **automatyka budynkowa** - monitoring posesji (np. ogrodzenia, okien czy drzwi), czujniki ruchu, inteligentne nawadnianie ogrodu, termostaty reagujące na potrzeby użytkowników, wykrywanie obecności płynów w budynkach i zagrożeń instalacji, monitoring temperatury, oświetlenia oraz dymu.
- **inteligentne mieszkanie** - np. lodówki (informacja o zawartości, przydatności produktów do spożycia, konieczności zakupu danych produktów), pralki (włączające się same gdy obowiązuje tańsza taryfa), kuchenki (z możliwością zdalnego ustawienia parametrów, włączenia i wyłączenia), zdalne sterowanie: żarówkami, termostatami, klimatyzacją czy kamerami.
- **inteligentne zdrowie** - monitoring stanu zdrowia i aktywności fizycznej, bezpieczeństwa pacjentów, kontrola snu (dzięki materacom), kontrola użębień (dzięki szczoteczką) czy monitoring lodówek medycznych.
- **inteligentne życie** - wsparcie w zakupach (np. monitoring składu produktów, które kupujemy), monitoring warunków pogodowych czy ochrona dóbr osobistych.

Bariery rozwoju

- Problem zasilania - co prawda produkowane są coraz mocniejsze baterie ale umieszczenie czujników w trudno dostępnych miejscach może stwarzać problem dostępu do prądu.
- Ograniczona liczba urządzeń mogąca posiadać adres IPv4 (czyli tylko 4 mld urządzeń). Rozwiązaniem problemu jest wprowadzenie protokołu IPv6, który zamiast 32 bitów składa się z 128 bitów.
- Konieczne jest wypracowanie jednolitych standardów dotyczących bezpieczeństwa danych i prywatności.

Potencjał rozwoju na Świecie

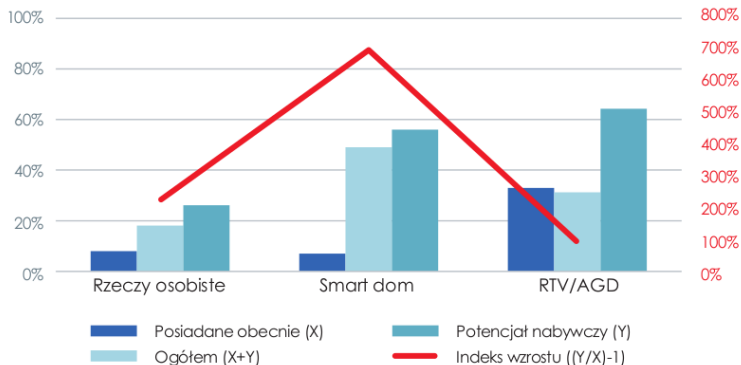
Current Status & Future Prospect of IoT



"Change is the only thing permanent in this world"

Potencjał rozwoju urządzeń IoT w Polsce

Potencjał rozwojowy urządzeń IoT



ŹRÓDŁO: IAB Polska, „Internet Rzeczy”; maj 2015, internauci w wieku 15+, N=1221, realizacja: Webankieta.pl.

Potencjał rozwoju w kategorii Smart Dom

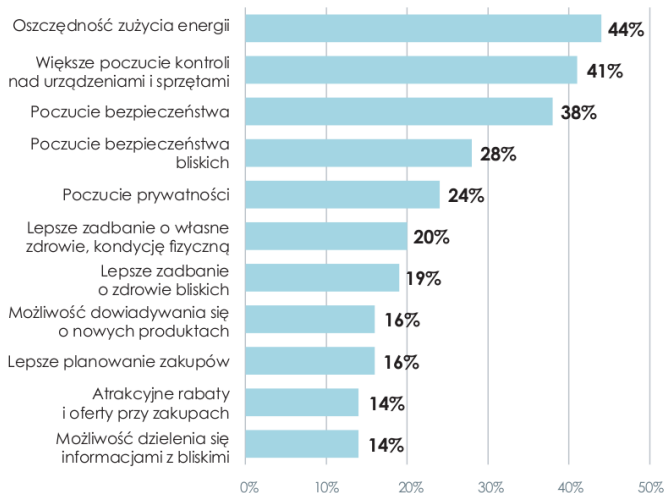
Potencjał urządzeń IoT w kategorii „inteligentny dom”



ŹRÓDŁO: IAB Polska, „Internet Rzeczy”; maj 2015, internauci w wieku 15+, N=1221, realizacja: Webankieta.pl.

Korzyści z wprowadzenia IoT

Korzyści płynące z wykorzystania IoT według polskich internautów



ŹRÓDŁO: IAB Polska, „Internet Rzeczy”; maj 2015, internauci w wieku 15+, N=1221, realizacja: Webankieta.pl.

Rozwój koncepcji IoT przez firmy

Obecnie wiele firm zaangażowało się w rozwój produktów z wykorzystaniem IoT. Do czołowych z nich należą:

- GE
- Amazon
- Google
- Texas Instruments
- Garmin
- Hitachi
- Silicon Laboratories
- T-Mobile
- Cisco
- Apple
- InvenSense
- IBM
- Microsoft
- Sierra Wireless

Obecnie silnie rozwija się rynek IoT w Polsce, co skutkuje wieloma ofertami pracy właśnie w tym sektorze.



Dostępne platformy IoT

To platformy w chmurze, które umożliwiają rejestrację urządzeń, łączność, nadzór, błyskawiczne wizualizacje czy przechowywanie w pamięci masowej danych wymienianych w IoT:

- Amazon Web Services
- Microsoft Azure
- ThingWorx IoT Platform
- IBM's Watson
- Cisco IoT Cloud Connect
- Salesforce IoT Cloud
- Oracle Integrated Cloud
- GE Predix

Najciekawsze projekty IoT na Raspberry Pi

- Projekt **Pi in the Sky** został stworzony z myślą o śledzeniu trasy balona wysłanego do stratosfery. W ramach projektu wykorzystano Raspberry Pi, do którego podłączono GPS. Transmisja została wykonana przy użyciu radia UHF. Gotową płytkę można kupić w formie kit-a od twórców.
- **The Pirate Box** -Projekty IoT nie koniecznie muszą używać publicznego serwera. Czasami lepiej zastosować prywatną sieć do komunikacji między urządzeniami. Pirate Box korzysta z protokołu torrent i prywatnej sieci WiFi do dzielenia się plikami z innymi komputerami.
- **SoftSynth** - W ramach projektu stworzono syntezator programowy, który za pomocą przełączników i przetworników C/A wytwarza wybrane dźwięki.
- **Dog Treat Dispensing Robot** - złożony projekt, którego celem jest doglądanie i opieka nad psem.

Dog Treat Dispensing Robot



Domoticz

- Domoticz - to system do automatyki domowej, który umożliwia monitoring i konfigurację różnych czujników takich jak czujnik temperatury, opadów, wiatru, promieniowania UV, zużycia prądu, gazu, wody czy sterowanie oświetleniem.
- Dostępnych jest wiele amatorskich projektów szczególnie związanych z tematyką automatyki domowej, które umożliwiają w taki sposób stworzenie własnego systemu kontroli urządzeń w domu.
- Jako przykład obsługi domoticza posłużymy nam projektem systemu alarmowego w przypadku przekroczenia przez piec c.o. zadanej temperatury, co uniemożliwi zagotowanie wody w obiegu. Jako czujnik temperatury posłużymy nam DS18B20 podłączony przez 1-wire. Natomiast jako alarm posłużymy nam buzzer.

Domoticz - przykład

- W pierwszej kolejności należy podłączyć czujnik temperatury DS18B20 i dodać moduły do obsługi magistrali 1-wire:
sudo modprobe w1-gpio
sudo modprobe w1-therm
- Następnie należy dodać do pliku **/boot/config.txt** linijkę:
dtoverlay=w1-gpio,gpiopin=4
oraz zrestartować raspberry pi.
- Kolejny krok to dodanie modułów do pliku **/etc/modules**:
sudo nano /etc/modules
i dopisać na końcu:
w1-gpio
w1-therm
- W celu sprawdzenia widoczności podłączonego czujnika temperatury należy wpisać w terminalu:
cd /sys/bus/w1/devices
ls

```
pi@raspberrypi:/sys/bus/w1/devices $ ls
28-021562ad4eff  w1_bus_master1
pi@raspberrypi:/sys/bus/w1/devices $
```

Domoticz - przykład

- W celu odczytania temperatury należy wpisać w terminalu: **cat /sys/bus/w1/devices/28-021562ad4eff/w1_slave**

```
pi@raspberrypi:/sys/bus/w1/devices $ cat /sys/bus/w1/devices/28-021562ad4eff/w1_slave
30 01 80 80 1f ff 80 80 33 : crc=33 YES
30 01 80 80 1f ff 80 80 33 t=19000
pi@raspberrypi:/sys/bus/w1/devices $
```

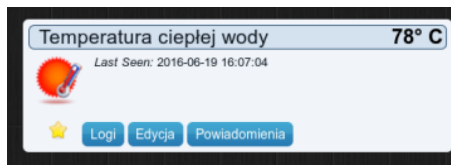
W tym przypadku temperatura wynosi 19°C , a parametr `crc=33 YES` świadczy o tym, że transmisja przebiegła bez błędów.

- Gdy odczytywanie temperatury przebiega bez problemu nadszedł czas na dodanie czujnika do domoticza. W tym celu wchodzimy w Konfiguracja/Sprzęt i dodajemy czujnik. Nadajemy dowolną nazwę i wybieramy typ 1-Wire (System).

The screenshot shows the configuration page for a new device in Domoticz. The 'Enabled' checkbox is checked. The 'Name' field contains 'C.W.U'. The 'Type' dropdown is set to '1-Wire (System)'. The 'Data Timeout' dropdown is set to '1 Minute'. Below this, a red warning message states: 'Specifying a Data Timeout will restart the hardware device if no data is received for the specified time. Do not enable this option for devices that do not receive data!'. The 'OWFS Path' field is empty. The 'Sensor Poll Period' is set to '1000' milliseconds. The 'Switch Poll Period' is set to '100' milliseconds. At the bottom, there is a blue 'Add' button.

Domoticz - przykład

- Następnie czujnik powinien być widoczny w zakładce Konfiguracja/Urządzenia. Po wybraniu zakładki Temperatura zobaczymy aktualny odczyt.



Dodatkowo możemy podejrzeć wykres temperatury:



Domoticz - przykład

- Teraz należy podłączyć buzzer do Raspberry Pi i go skonfigurować:
gpio export NUMER_PINU out
- Następnie dodajemy buzzer do domoticza:

Włączony: ☒

Nazwa: Buzzer

Typ: Raspberry's GPIO port

Limit czasu danych: Wyłączone

Po przekroczeniu określonego limitu czasu urządzenie uruchomi się ponownie pod warunkiem, że nie zostanie wyłączone. Nie włączaj tej opcji dla urządzeń, które nie odbierają danych!

Dodaj

- Wchodzimy do zakładki Przełączniki i wybieramy Ręczne świat./przeł., w którym ustawiamy:

Dodaj ręcznie urządzenie światło/przełącznik

Sprzęt: Buzzer

Nazwa urządzenia: Buzzer

Typ przełącznika: On/Off

Typ: GPIO

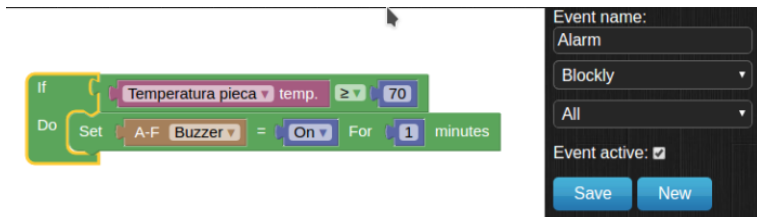
GPIO: gpio17 (GPIO. 0) on pin 11 (C

Test

Jako: ☒ Urządzenie główne ☐ Urządzenie podrzędne

Domoticz - przykład

- Mając w systemie głośnik i czujnik temperatury pieca w module Konfiguracja/Więcej opcji/Zdarzenia ustawiamy alarm:



The screenshot displays the Domoticz configuration interface for setting up an alarm event. On the left, a visual logic block is shown with an 'If' condition 'Temperatura pieca temp. ≥ 70' and a 'Do' loop containing a 'Set A-F Buzzer = On For 1 minutes' action. On the right, a configuration panel for the event is visible, showing the event name 'Alarm', a dropdown menu set to 'Blockly', another dropdown set to 'All', and a checked 'Event active' checkbox. At the bottom of the panel are 'Save' and 'New' buttons.

- Gdy temperatura pieca przekroczy 70°C, uruchomi się na minutę głośnik ostrzegając przed możliwością zagotowania się wody w obiegu.

Jak zacząć tworzyć własne IoT na Raspberry Pi

- ❶ W celu zademonstrowania sposobu tworzenia własnego IoT na Raspberry Pi skorzystamy z prostego przykładu, który ma na celu kontrolę diody LED przez sieć. Raspberry Pi należy podłączyć do ADSL Wireless Router.
- ❷ Następnie należy utworzyć stronę internetową dla Raspberry Pi:
 - Zainstaluj serwer Apache2: **sudo apt-get install apache2 -y**
 - Sprawdź swój IP adres a następnie wpisz go do przeglądarki: **hostname -I**
 - Zainstaluj PHP: **sudo apt-get install php5 libapache2-mod-php5 -y**
 - **cd /var/www sudo rm index.html**
- ❸ Modyfikacja strony internetowej:
 - **cd /var/www**
 - **sudo rm index.php**
 - **sudo nano index.php** oraz wpisz:

Jak zacząć tworzyć własne IoT na Raspberry Pi

```

<?php
if (isset($_POST['on']))
{
    exec("sudo killall python");
    exec("sudo python /var/www/mystuff/ledON.py");
}
else if (isset($_POST['off']))
{
    exec("sudo killall python");
    exec("sudo python /var/www/mystuff/ledOFF.py");
}
else if (isset($_POST['blink']))
{
    exec("sudo python /var/www/mystuff/ledBLINK.py");
}
?>
<html>
<style type="text/css">
//Button colour is now yellow and size has been changed
#form{font: bold 30px/30px Georgia, serif;}
button{background: rgba(255, 255, 0, 0.99); width:
250px; height: 180px;border: none;border: 3px solid black;border-
radius:20px;}
#container{margin0px; auto;width:80%;min-width:40%;}
</style>

```

Jak zacząć tworzyć własne IoT na Raspberry Pi

```
<body>
<div id="container">
<form id="form" method="post">
<center>
<button name="bell"><h1>Bell</h1></button>
<br><br>
<button name="on"><h1>Led ON</h1></button>
<button name="off"><h1>Led OFF</h1></button>
<button name="blink"><h1>Led BLINK</h1></button>
</form>
</div>
</body>
```

```
</html>
```

Jak zacząć tworzyć własne IoT na Raspberry Pi

- **cd /var/www**
- **sudo nano ledON.py**

```
import time, RPi.GPIO as GPIO

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(40, GPIO.OUT)
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.output(40, True)

time.sleep(1)
```

- **sudo nano ledOFF.py**

```
import time, RPi.GPIO as GPIO

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(40, GPIO.OUT)
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.output(40, False)

time.sleep(1)
```

Jak zacząć tworzyć własne IoT na Raspberry Pi

- **sudo nano ledBLINK.py**

```
import time, RPi.GPIO as GPIO

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(40, GPIO.OUT)
GPIO.setwarnings(False)

while True:
    GPIO.output(40, False)
    time.sleep(1)
    GPIO.output(40, True)
    time.sleep(1)
```

- Zmiana uprawnień: **sudo nano /etc/sudoers** , przejdź do linii **pi ALL=(ALL) NOPASSWD: ALL** i pod nią dodaj **www-data ALL=(ALL) NOPASSWD: ALL**
- **sudo reboot**
- Teraz uruchom przeglądarkę i wpisz własny adres IP. Następnie pojawią się trzy przyciski, za pomocą których będzie można sterować diodami.



Technologie, które warto rozważyć przy budowie IoT

Technologie

- Język Python
- Język JavaScript (po stronie serwerowej Node.js)
- Język Go (golang)
- HTML5 (a w nim np. mechanizm WebSockets)
- Mikroframeworki Pythona tj. Flask, Bottle
- Projekty integrujące systemy np. Domoticz
- Docker
- Raspberry PI
- Arduino

THAT'S ALL FOR TODAY....
ANY QUESTION??

