



Politechnika Wrocławska

Lokalizacja wewnątrzbudynkowa z wykorzystaniem technologii Bluetooth

Kierunek: Informatyka

Specjalność: Inżynieria internetowa

Semestr zimowy 2015/1016

Autor: Michał Sztuka

Promotor: Dr Inż. Maciej Nikodem

Cel pracy

Stworzenie narzędzia do wyznaczania lokalizacji urządzenia wewnątrz budynku.

Zbadanie możliwości zwiększenia dokładności lokalizacji za pomocą cyklicznej zmiany mocy nadawania beacon'ów.

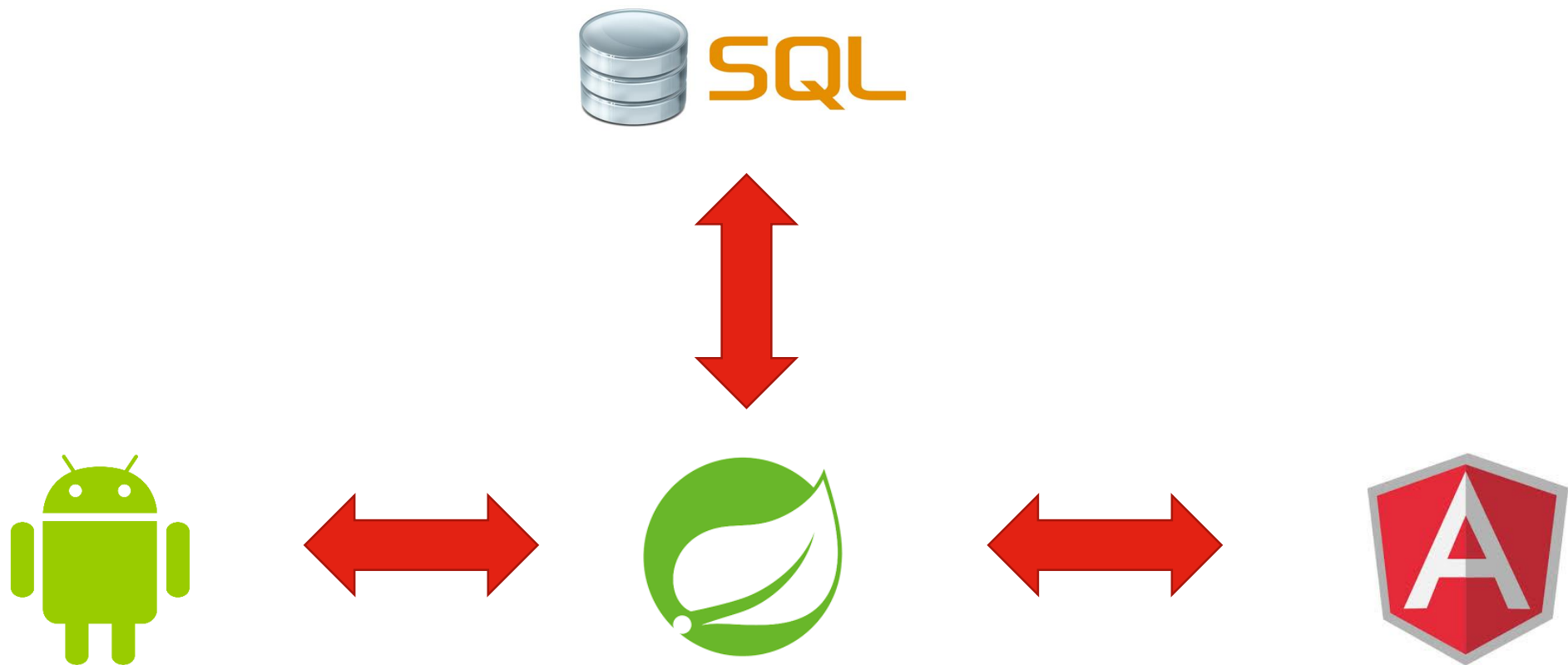
Motywacja

- Bluetooth Low Energy - nowe możliwości
 - Technologia Beacon
 - IoT (Internet of Things)
- Wiele zastosowań
 - Miejsca publiczne
 - Marketing
 - Edukacja
 - Ratownictwo
- Pogłębienie wiedzy z zakresu szybko rozwijającej się technologii

Zakres pracy

- Przegląd literatury
- Stworzenie narzędzia do przeprowadzenia badań
- Pomiar
- Analiza uzyskanych wyników
- Implementacja algorytmu wyznaczania lokalizacji
- Zaplanowanie oraz przeprowadzenie testów systemu
- Analiza wyników testów
- Stworzenie dokumentacji

Struktura projektu - schemat



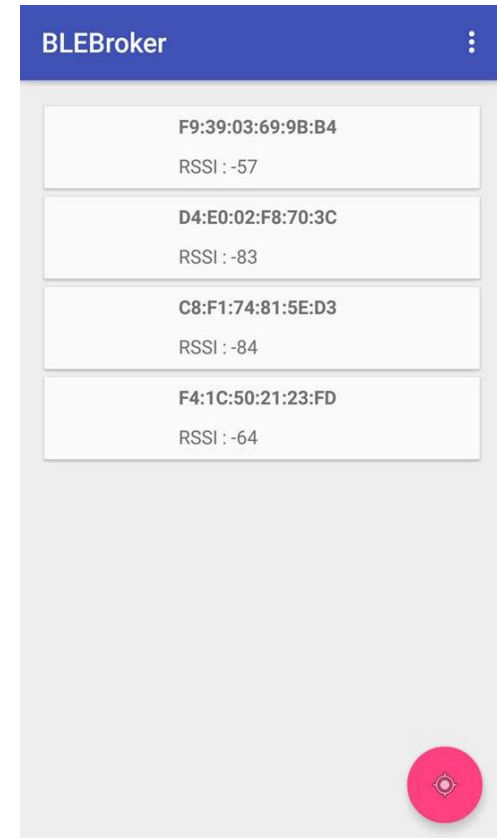
Struktura projektu - REST Server

- Komunikacja z bazą danych
- Zbieranie danych z urządzeń mobilnych
- Algorytm do obliczania pozycji
- API dla serwisu webowego



Struktura projektu - Android

- Monitorowanie mocy sygnałów z beacon'ów
- Przesyłanie danych na serwer
- Możliwość zatrzymania śledzenia



Struktura projektu - baza danych

- Przechowywanie informacji niezbędnych do obliczenia pozycji urządzenia
 - Dane nadajników
 - Lokalizacja beacon'ów
 - Ostatni czas wykrycia
- Dane śledzonych urządzeń
- Pomiar



Struktura projektu - web serwis

- Podgląd w czasie rzeczywistym
- Konfiguracja ustawień nadajników w celach pomiarowych
- Monitorowanie połączonych urządzeń
- Prezentacja wyników pomiarów
- Konfiguracja nadajników w celu lokalizacji
- Prezentacja pozycji lokalizowanych urządzeń



Pomiary - planowanie

- Narzędzie do automatyzacji pomiarów
 - Pomiary kilku beacon'ów jednocześnie
 - Zapis do bazy danych
 - Wstępna analiza wyników
 - Eksport danych do .csv
- Metoda pomiarów
- Miejsce pomiarów
- Analiza wyników



Pomiary - podgląd wartości pomiarów

Beacon Tracking Application				
GT-I9515 - 1a88bbcf523c933c				
NA ŻYWO	KONFIGURACJA			
Beacon ID	Moc rozgłaszania	RSSI	Ostatni pomiar	Przybliżona odległość
D4:E0:02:F8:70:3C	-20	-65	05/12/2015 08:20:25	05/12/2015 08:20:25
C8:F1:74:81:5E:D3	0	-52	05/12/2015 08:20:25	05/12/2015 08:20:25
Nieśledzony				



Pomiary - konfiguracja

Beacon Tracking Application

LOKALIZACJA

URZĄDZENIA

KONFIGURACJA

POMIARY

GT-I9515 - 1a88bbcf523c933c

NA ŻYWO

KONFIGURACJA

Wypisz odległości od beaconów:

D4:E0:02:F8:70:3C

2

C8:F1:74:81:5E:D3

3

Wybierz beacon

3

+ DODAJ ODLEGŁOŚĆ

✓ ZACZNIJ ŚLEDZIĆ

Nieśledzony



Pomiary - prezentacja wyników

Wczytaj pomiary wykonane w czasie :

Od :

2015-12-04

08

27

Do :

2015-12-05

08

27

WCZYTAJ DANE

TABELA

STATYSTYKA

WYKRES

ID beacon'a	Moc rozgłaszania	RSSI	Dystans	Czas	ID urządzenia	Poziom baterii
	<div></div>		<div></div>			
F4:1C:50:21:23:FD	-4	-86	7.5	04-12-2015 14:11:19	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69
F4:1C:50:21:23:FD	4	-79	7.5	04-12-2015 14:11:23	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69
F4:1C:50:21:23:FD	4	-78	7.5	04-12-2015 14:11:24	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69
F4:1C:50:21:23:FD	-12	-97	7.5	04-12-2015 14:11:31	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69
F4:1C:50:21:23:FD	-12	-96	7.5	04-12-2015 14:11:32	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69
F4:1C:50:21:23:FD	-8	-97	7.5	04-12-2015 14:11:34	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69
F4:1C:50:21:23:FD	-4	-90	7.5	04-12-2015 14:11:35	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69
F4:1C:50:21:23:FD	-4	-88	7.5	04-12-2015 14:11:35	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69
F4:1C:50:21:23:FD	0	-86	7.5	04-12-2015 14:11:37	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69
F4:1C:50:21:23:FD	0	-84	7.5	04-12-2015 14:11:37	GT-I9515 - 1a88bbc523c933c	69

« 1 2 3 4 5 6 7 ... 780 »

10

25

50

100

Zaznaczonych danych : 7793



Pomiary - statystyka

Beacon Tracking Application

TABELA

STATYSTYKA

WYKRES

Liczba próbek	Moc rozgłaszania	Średnia wart. RSSI	Odchylenie standardowe	Dystans
132	-12	-66.08333333333333	0.30255644769266354	0.3
22	-12	-71.77272727272727	5.712769234200903	0.5
28	-12	-74.82142857142857	3.3613101819551354	0.75
37	-12	-73.56756756756756	1.3876995888607984	1
33	-12	-74.15151515151516	0.8070757541847587	1.5
31	-12	-78.38709677419355	5.1540761847461045	2
35	-12	-83.77142857142857	5.603206837329831	2.5
33	-12	-89.78787878787878	6.242664464519448	3
39	-12	-84.23076923076923	5.767504627457695	3.5
31	-12	-90.80645161290323	7.069393988238794	4

« 1 2 3 4 »

10 25 50 100

Pomiary - wykres zależności rssi od odległości



Wyniki pomiarów

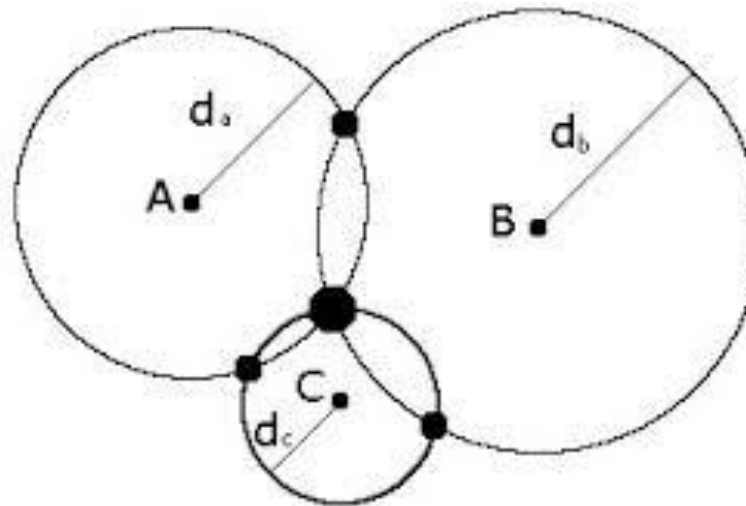
Pomiary umożliwiły określenie współczynnika propagacji sygnału Bluetooth w określonym środowisku dla wszystkich mocy nadawania.

$$n = \frac{RSSI - A}{10 * \log_{10}(d)}$$

$$d = 10^{-\left(\frac{RSSI - A}{10 * n}\right)}$$

Trilateracja oparta o RSSI

- Odpowiednie rozmieszczenie beacon'ów w przestrzeni dwuwymiarowej
- Zmierzenie odległości do co najmniej trzech nadajników
- Każdy nadajnik jest środkiem okręgu, którego promień to odległość od urządzenia
- Pozycja urządzenia to punkt przecięcia się wszystkich okręgów
- Rozwiązanie uzyskanego układu równań



Określanie położenia za pomocą sieci bezprzewodowej w standardzie ZigBee

Piotr Predkiel, Janusz Smulko



Lokalizacja - konfiguracja nadajników

Beacon Tracking Application

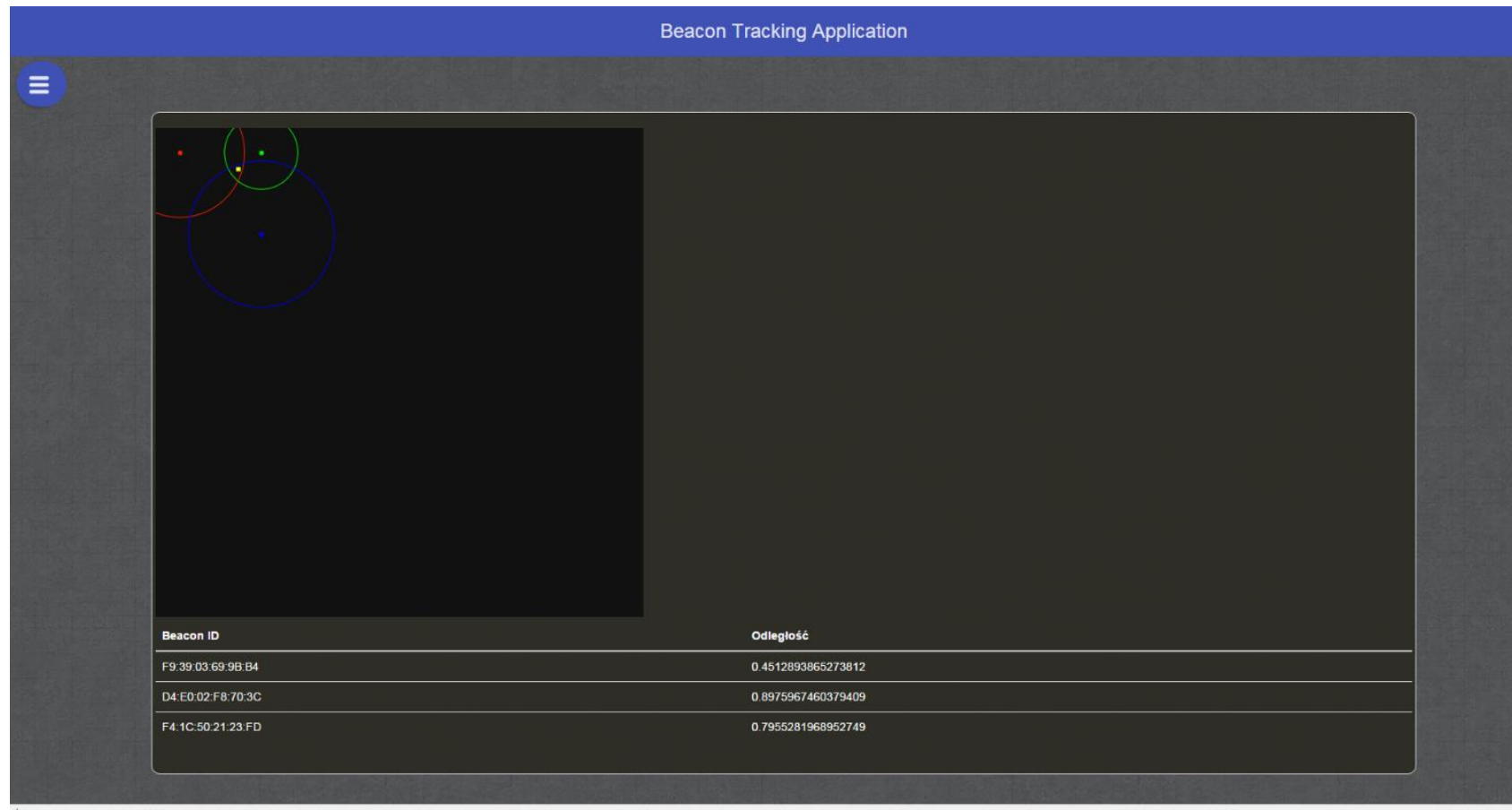
Beacon ID	Kolor	Pozycja x	Pozycja y	Pozycja z	Opis	
F4:1C:50:21:23:FD	#f50909	10	10	0	dasd	✕
F9:39:03:69:9B:B4	#380de6	110	10	0	dd	✕
D4:E0:02:F8:70:3C	#14ed1d	110	110	0	dd	✕
Wybierz beacon	<div><div></div></div>	pozycja x	pozycja y	pozycja z	Opis	

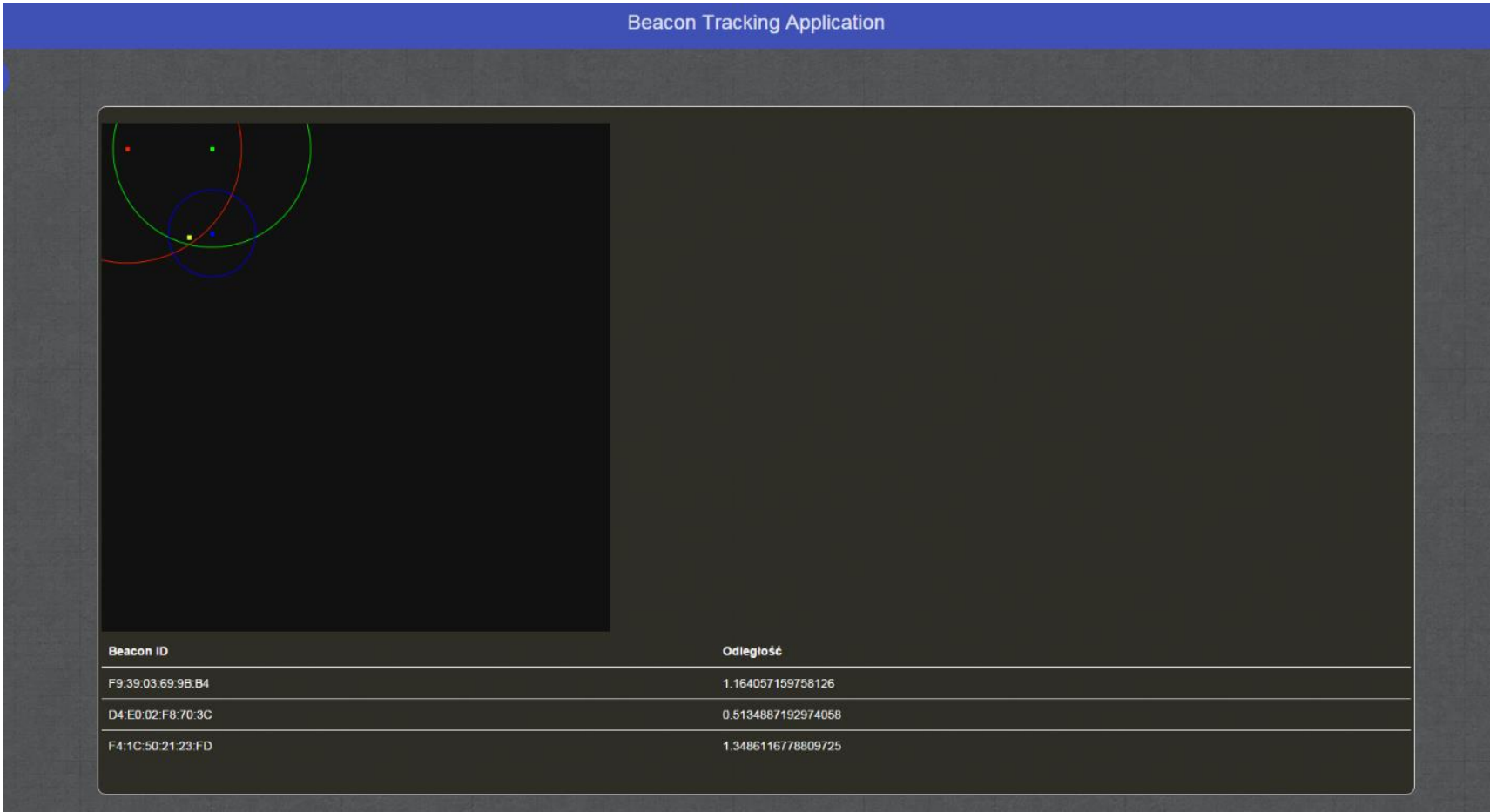
+ DODAJ KONFIGURACJE BEACON'A

✓ AKTUALIZUJ



Lokalizacja - prezentacja wyniku algorytmu







Politechnika Wrocławska

Dziękuję za uwagę

