



Politechnika Wrocławska

Lokalizacja wewnątrzbudynkowa z wykorzystaniem technologii Bluetooth

Przegląd literatury

Kierunek: Informatyka

Specjalność: Inżynieria internetowa

Semestr zimowy 2015/2016

Autor: Michał Sztuka

Promotor: Dr inż. Maciej Nikodem



Technologie umożliwiające lokalizację wewnątrzbudynkową

- Wireless Fidelity - WiFi
- Radio-Frequency Identification - RFID
- Near Field Communication - NFC
- Bluetooth Low Energy - iBeacon

Wireless Fidelity - WiFi

Zalety :

- Wykorzystanie istniejących Access Point'ów
- Przy odpowiednim zagęszczeniu umożliwia precyzyjną lokalizację
- Możliwość pobierania danych o użytkownikach będących w zasięgu
- Do wykorzystania wystarczy telefon komórkowy z WiFi z aplikacją
- Duży zasięg - do 150m na otwartej przestrzeni

Wady :

- Wymagane zwiększenie zagęszczenie Access Pointów - nieefektywne kosztowo
- Wymagana częsta kalibracja systemu
- Wymagana instalacja WiFi klasy Enterprise

Radio-Frequency Identification - RFID

Zalety :

- Możliwość zastosowania tagów pasywnych, a co za tym idzie znaczna redukcja kosztów zastosowania
- Możliwość zastosowania zarówno na zewnątrz jak i wewnątrz budynków

Wady :

- Konieczne zastosowanie dedykowanego czytnika
- Brak natywnej obsługi przez urządzenia klienta (tablety, smartfony)

Near Field Communication - NFC

Zalety

- Natywna obsługa w większości nowych urządzeń
- Bezpieczna transmisja sprzyjająca realizacji usług finansowych
- Możliwość zastosowania zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz

Wady

- Zbyt mały zasięg do realizacji kampanii marketingowych typu Push
- Konieczność instalowania aplikacji

Bluetooth Low Energy - iBeacon






































Zalety

- Działa wszędzie tam gdzie rozmieszczone są nadajniki
- Natywna obsługa w urządzeniach mobilnych
- Możliwość precyzyjnego określenia odległości w stosunku do emitera BLE
- Niska konsumpcja energii powoduje, że beacons mogą być zasilane z baterii
- Stosunkowo niski koszt pojedynczego beaconsa oraz całej instalacji

Wady

- Do stworzenia systemu opartego o lokalizację wymagane jest otagowanie przestrzeni beacon'ami
- Konieczność wymiany baterii

Porównanie

						
Precyzja lokalizacji						
Zasięg						
	∞	kilka km	150 m	75 m	8-10 m	0,3 m
Zakres zastosowania [wewnątrz/na zewnątrz]						
Support Płatności						
Obsługa w smartphone/tablet						
Ekonomia wykorzystania						
Typowe zastosowanie	nawigacja	transmisja	transmisja	transmisja marker (tag)	marker (tag)	transmisja marker (tag)

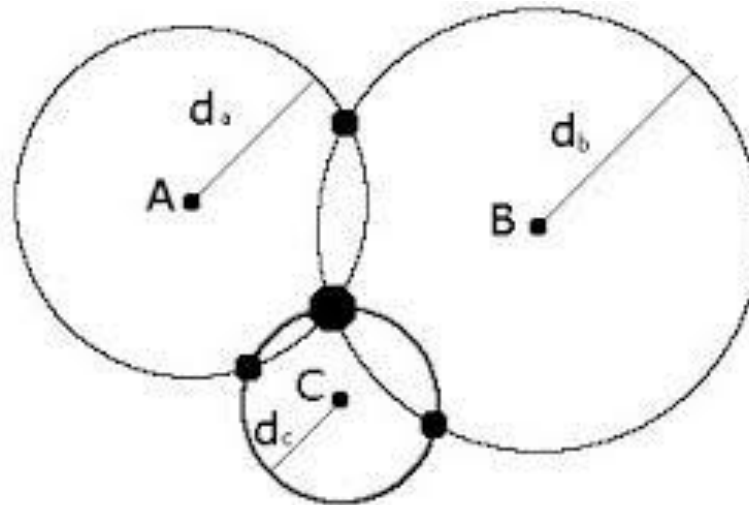


Metody wyznaczania lokalizacji

- Trilateracja
- Fingerprinting
- Cell based positioning
- Triangulacja
- Time of flight

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

Fingerprinting

- Podzielenie obszaru na segmenty lub komórki
- Faza offline
 - Skojarzenie każdej komórki lub segmentu mapy z unikatowymi wartościami parametrów
 - Skonstruowanie bazy danych w której wartości parametrów skojarzone są z lokalizacją na mapie
- Faza online
 - Obliczenie wartości odpowiednich parametrów
 - Wyszukanie w bazie danych odpowiadających lokalizacji
 - Wybranie najlepiej pasującej lokalizacji do wartości parametrów

Cell based positioning

- Rozmieszczenie beaconów w taki sposób, aby każdy segment mapy pokryty był innym zestawem nadajników
- Faza offline
 - Rejestrowanie beacon'ów w odpowiednim obszarze
 - Skonstruowanie bazy danych
- Faza online
 - Skanowanie beacon'ów oraz przechowywanie ich identyfikatorów
 - Porównanie wykrytego zbioru urządzeń ze zbiorami urządzeń w bazie danych
 - Wybranie najbardziej odpowiedniego zestawienia

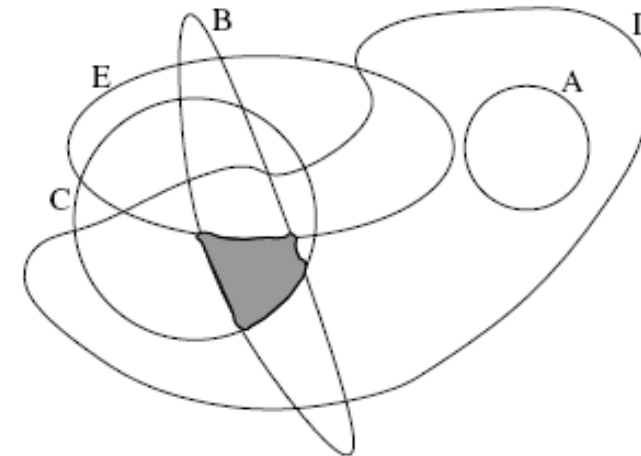


Fig. 1. Cell-based localization: A mobile receiver that is in the ranges of beacons B, C, and D but not in the range of A and E must be located in the shaded region.

Beacon Placement for Indoor Localization using Bluetooth

Sudarshan S. Chawathe

Triangulacja

- Odpowiednie rozmieszczenie beacon'ów
- Określenie AOA (angle of arrival)
- Dobór metody oszacowania pozycji
 - Przy sygnałach z dwóch beacon'ów

$$\tan(\theta_1) = \frac{y - y_1}{x - x_1}$$

$$\tan(\theta_2) = \frac{y - y_2}{x - x_2}$$

$$y_i - x_i \tan(\theta_i) = y - x \tan(\theta_i)$$

- Przy trzech sygnałach
 - Nadajniki traktowane jako wierzchołki trójkąta
 - Znając kąty AOA oraz pozycje beacon'ów możemy określić pozycję urządzenia

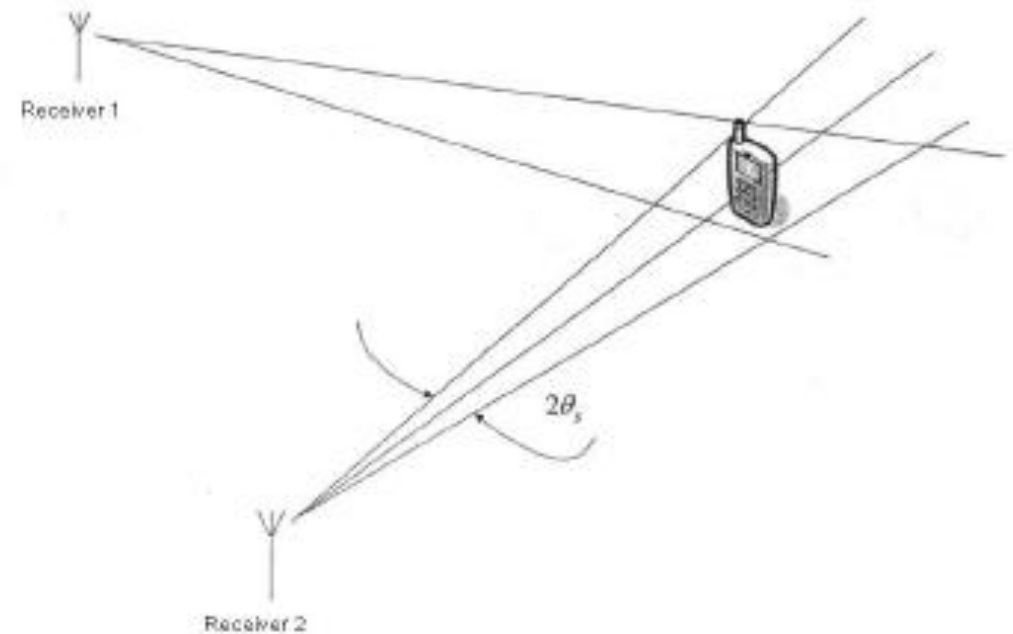


Fig. 1 AOA geographic positioning technology

Bluetooth Indoor Positioning using RSSI and Least Square Estimation
Yapeng Wang, Shusheng Shi, Xu Yang and Athen Ma

Time of flight

- Wyznaczenie odległości od nadajnika na podstawie czasu propagacji
- Czas propagacji to różnica pomiędzy czasem wysłania sygnału a czasem odebrania sygnału
- Prędkość sygnału radiowego jest zbliżona do sygnału światła (29.98cm/ns)
- Obliczenie odległości od nadajnika
$$(t_1 - t_0) * v$$
- Przy obliczonych odległościach do trzech nadajników możemy skorzystać z trilateracji

Źródła

- *Bluetooth Indoor Positioning using RSSI and Least Square Estimation*, Yapeng Wang, Shusheng Shi, Xu Yang and Athen Ma
- *Indoor Localization based on Bluetooth Technology: A Brief Review*, Devanshi, Sunil Agrawal, Sarvjit Singh, 2014
- *RSSI Based Bluetooth Low Energy Indoor Positioning*, Zhu Jianyoung, Chen Zili, Luo Haiyong, Li Zhaohui, 2014
- *Evaluation of indoor positioning based on Bluetooth Smart technology*, Master of Science Thesis of Erik Dahlgren and Hasan Mahmud, 2014
- *Beacon Placement for Indoor Localization using Bluetooth*, Sudarshan S. Chawathe
- *An analysis of the Accuracy of Bluetooth Low Energy for Indoor Positioning Applications*, R.Faragher, R.Harle, University of Cambridge, UK
- *Practical Indoor Localization using Bluetooth*, Master Thesis of Daan Scheerens, 2012
- Bluetooth, <http://www.bluetooth.org>



Politechnika Wrocławska

Dziękuję za uwagę