



Universitatea  
Politehnica  
București



Facultatea de  
Automatică și  
Calculatoare



Catedra de  
Calculatoare

# Poziționare în interior folosind amprente radio

---

Sesiunea de licențe - Iulie 2014

Autor(i)

Adrian Dumitru Nicolau  
adrian.nicolau74@gmail.com

Conducător științific

Conf. Dr. Ing. Dragoș Niculescu



Oamenii își petrec 80% din timp  
în interior

## Indoor Navigation



GPS-ul nu funcționează  
indoors



- Outdoors: GPS
- Indoors: sistem RF
  - Bluetooth Low Energy
    - Apple iBeacon
  - RFID, QR code
  - NFC
  - GSM localization
  - **Wi-Fi fingerprinting**
    - Google, Navizon



# Wi-Fi fingerprinting

- Mediul 802.11 foarte răspândit, nu necesită costuri suplimentare
- AP-urile trimit periodic beaconuri
- Informații relevante
  - RSSI – puterea semnalului; indicator al distanței față de AP
  - BSSID – adresa MAC, unică



# Beacon

802.11 Channel:  Channel Offset:  FCS Filter: All Frames  None  Wireless Settings... Decrypt

+ Frame 308: 94 bytes on wire (752 bits), 94 bytes captured (752 bits)

- Radiotap Header v0, Length 26

- Header revision: 0
- Header pad: 0
- Header length: 26
- + Present flags
  - MAC timestamp: 110317703
- + Flags: 0x10
  - Data Rate: 2.0 Mb/s
  - Channel frequency: 2437 [BG 6]
- + Channel type: 802.11b (0x00a0)
  - SSI Signal: -44 dBm
  - SSI Noise: -84 dBm
  - Antenna: 0
  - SSI Signal: 40 dB
- + IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: .....C
- + IEEE 802.11 wireless LAN management frame



# Descrierea metodei (1)

- Necesar: planul unei încăperi
- Offline phase: colectarea RSSI pentru fiecare BSSID în multiple puncte din încăperea
- Analiză:
  - Există suficiente AP-uri?
  - Este toată încăperea acoperită de semnal?
  - Curba semnalului, interferențe
- Online phase: răspunde la întrebarea *Unde mă aflu?*



# Descrierea metodei (2)

- offline phase

Coordonate	BSSID	RSSI
(533, 1530)	00:17:0f:da:ba:42	-43 dBm
(533, 1530)	00:17:0f:da:ba:e2	-73 dBm
(533, 1530)	c8:d3:a3:06:6e:aa	-39 dBm
...	...	...
(456, 1550)	00:17:0f:da:ba:42	-49 dBm
(456, 1550)	00:17:0f:da:ba:e2	-69 dBm
(456, 1550)	c8:d3:a3:06:6e:aa	-45 dBm
...	...	...

- online phase

BSSID	RSSI
00:17:0f:da:ba:42	-35 dBm
00:17:0f:da:ba:e2	-65 dBm
c8:d3:a3:06:6e:aa	-42 dBm

- *Nearest Neighbour(s)* printre datele online pentru determinarea coordonatelor



# Planul încăperii



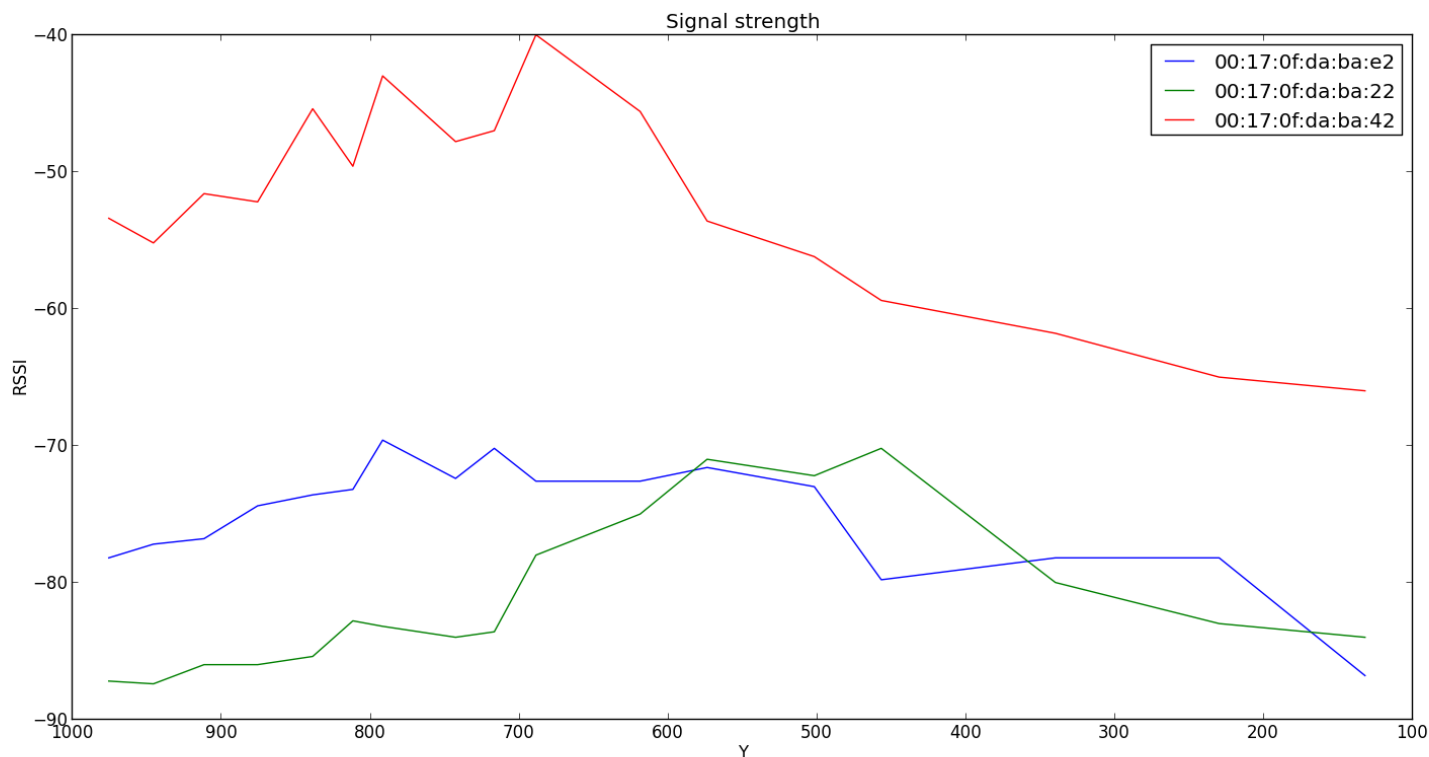




- Aplicație Android cu harta încăperii
- Parcurgerea încăperii și clickuri în poziția curentă
- Popularea unei baze de date cu tupluri **(x, y, map(BSSID:RSSI))**
- Multiple mostre preluate pentru prevenirea iregularităților

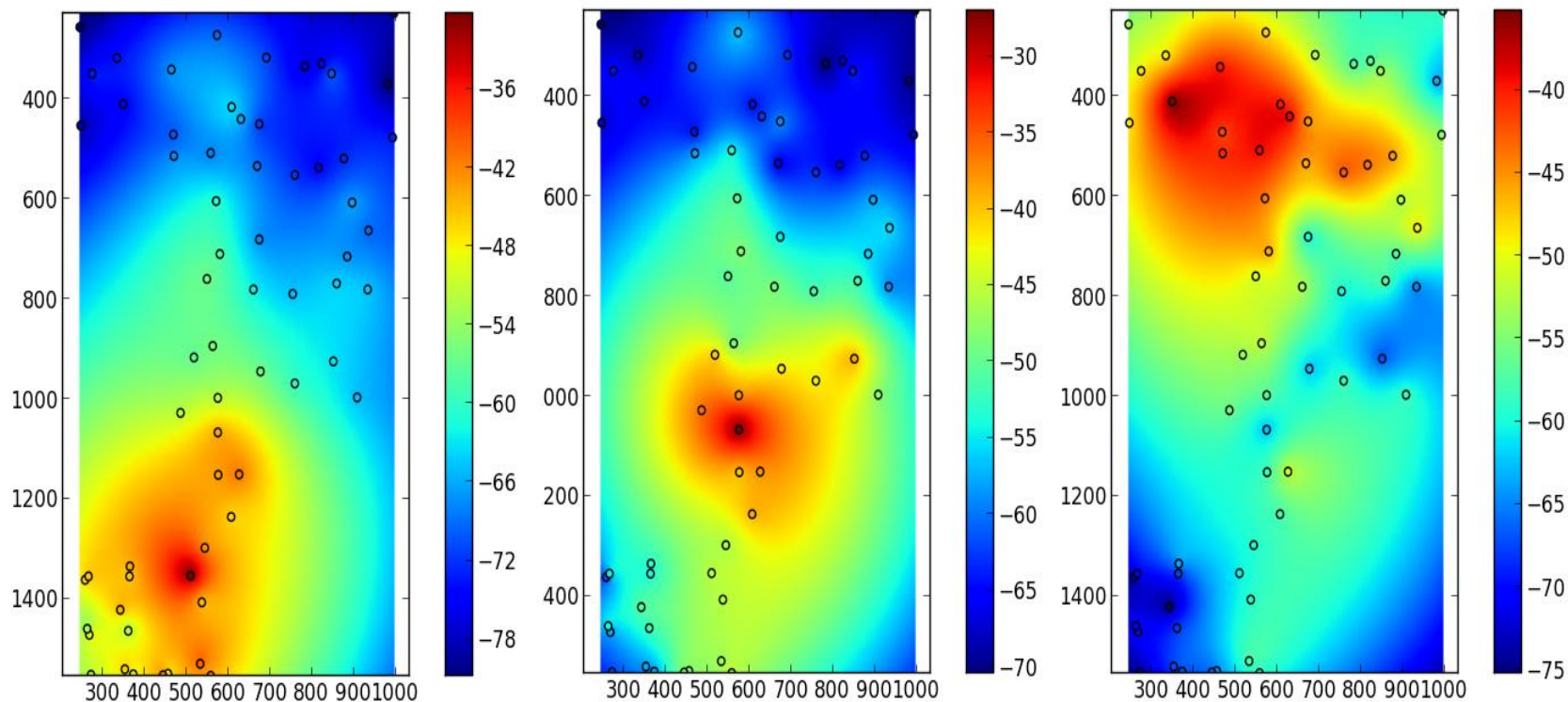


# Analiză – curba semnalului





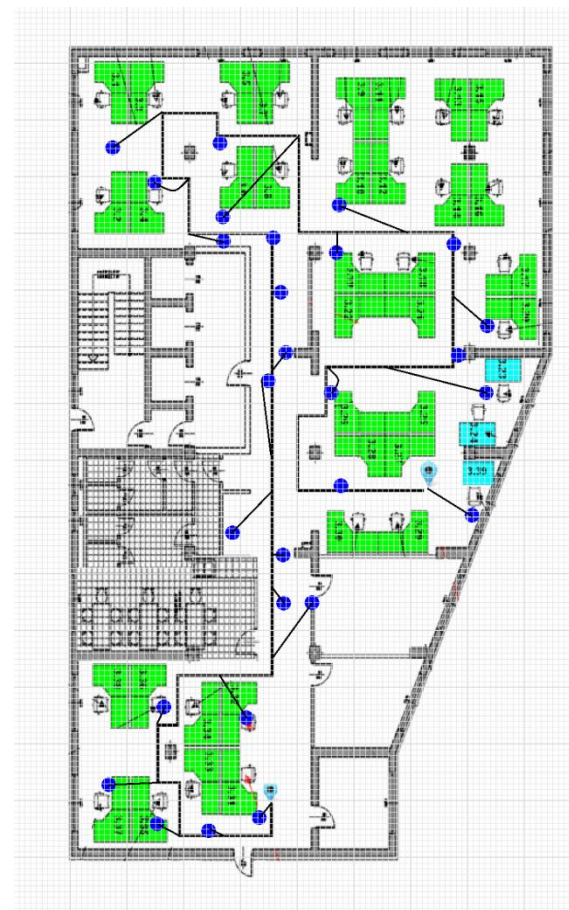
# Analiză – semnal / AP





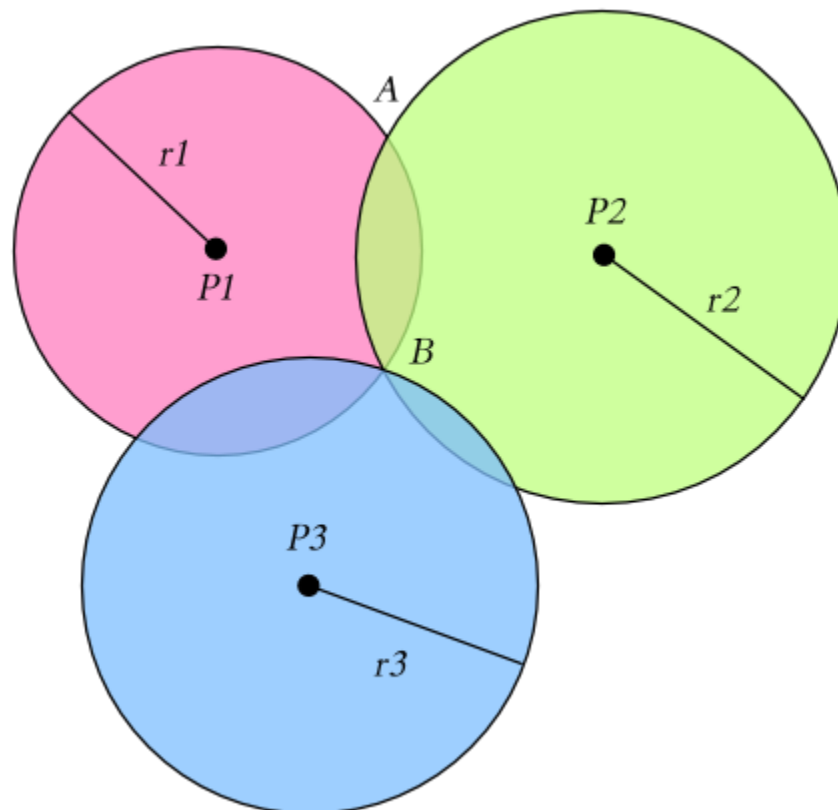
# Rezultate amprente radio

Algoritm	Eroare medie	Îmbunătățire
Nearest Neighbour	<b>1.95 m</b>	-
k-Nearest Neighbours	<b>1.73 m</b>	11%
Weighted k-Nearest Neighbours	<b>1.71 m</b>	12%





# Trilaterație (1)



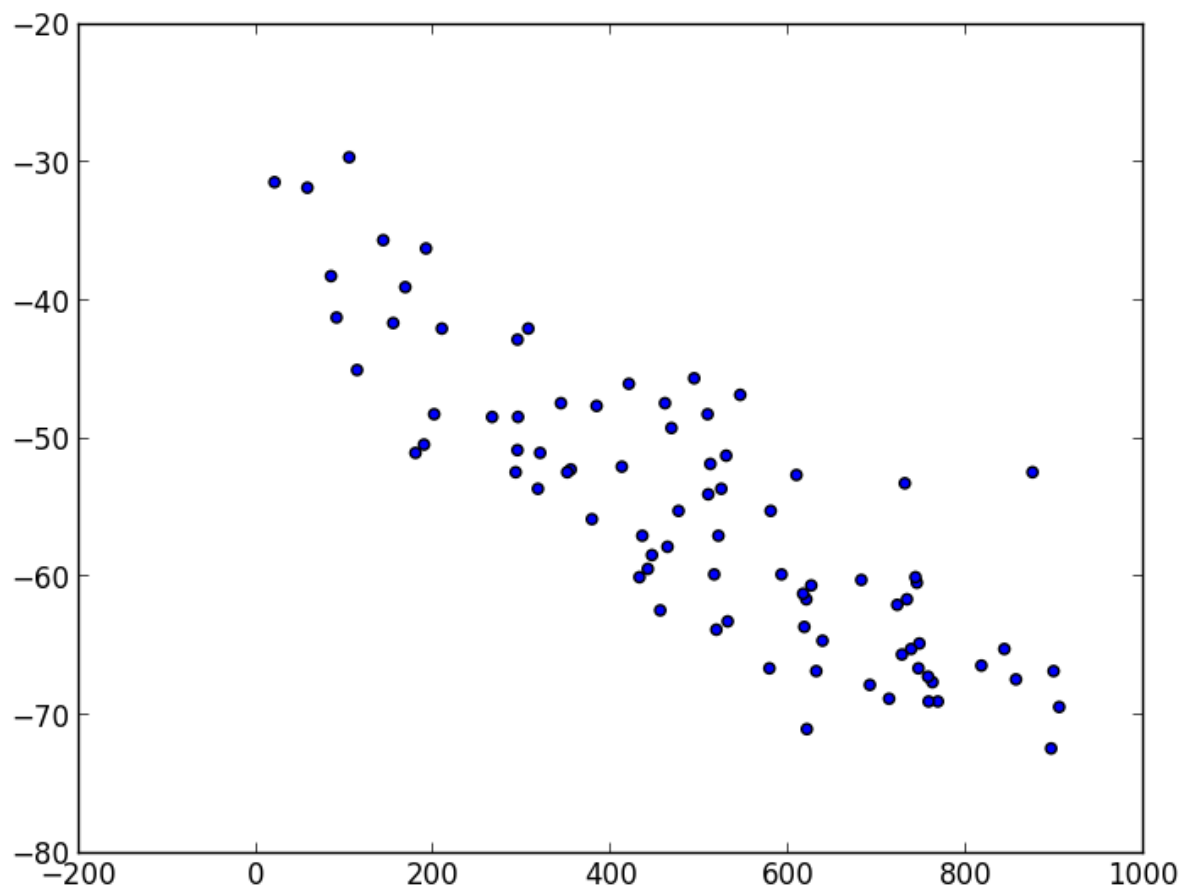


# Trilaterație (2)

1.  $P1, P2, P3$  – pozițiile AP-urilor, trebuie cunoscute în prealabil
2.  $r1, r2, r3$  – distanțele între dispozitiv și AP-uri, trebuie determinate
3. poziția estimată  $E$ , se calculează pe baza sistemului matematic:
  - $(E.x - P1.x)^2 + (E.y - P1.y)^2 = r1^2$
  - [...]

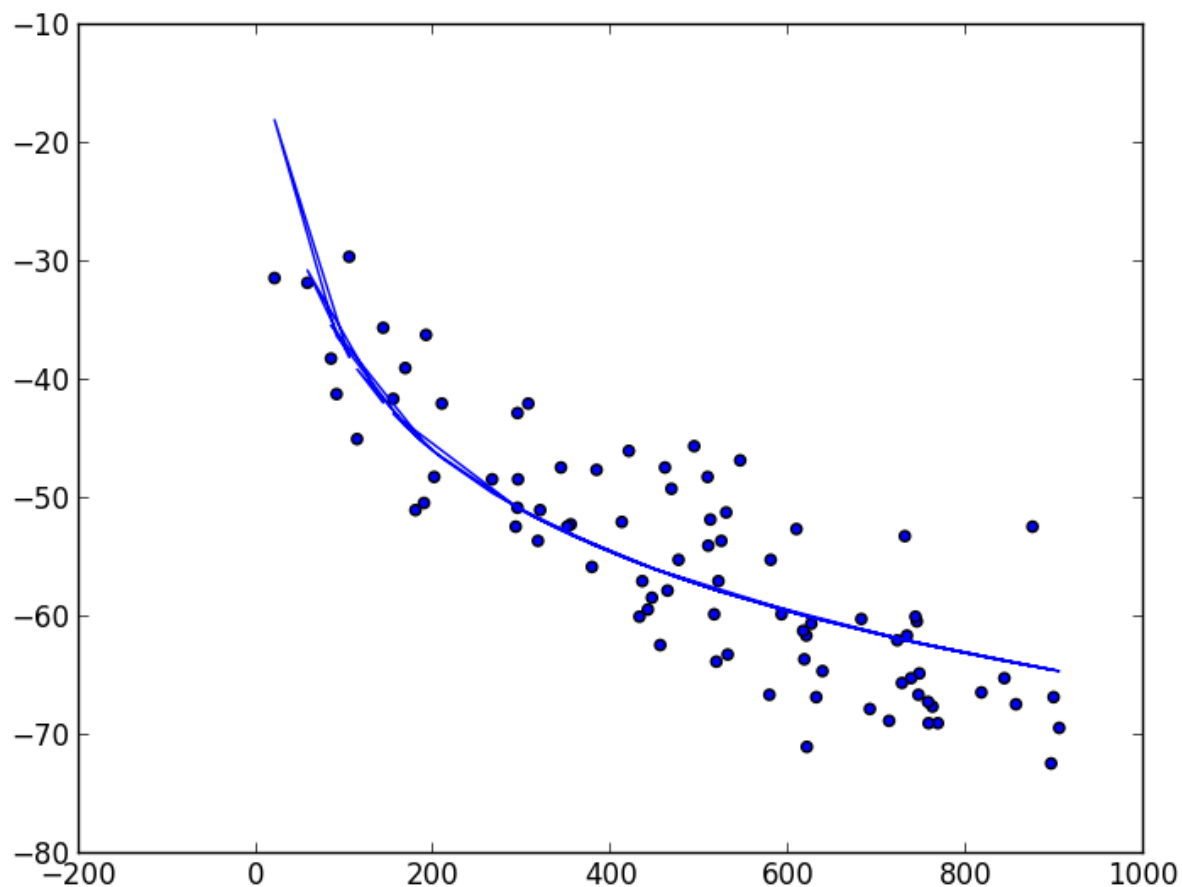


# Determinarea razelor (1)





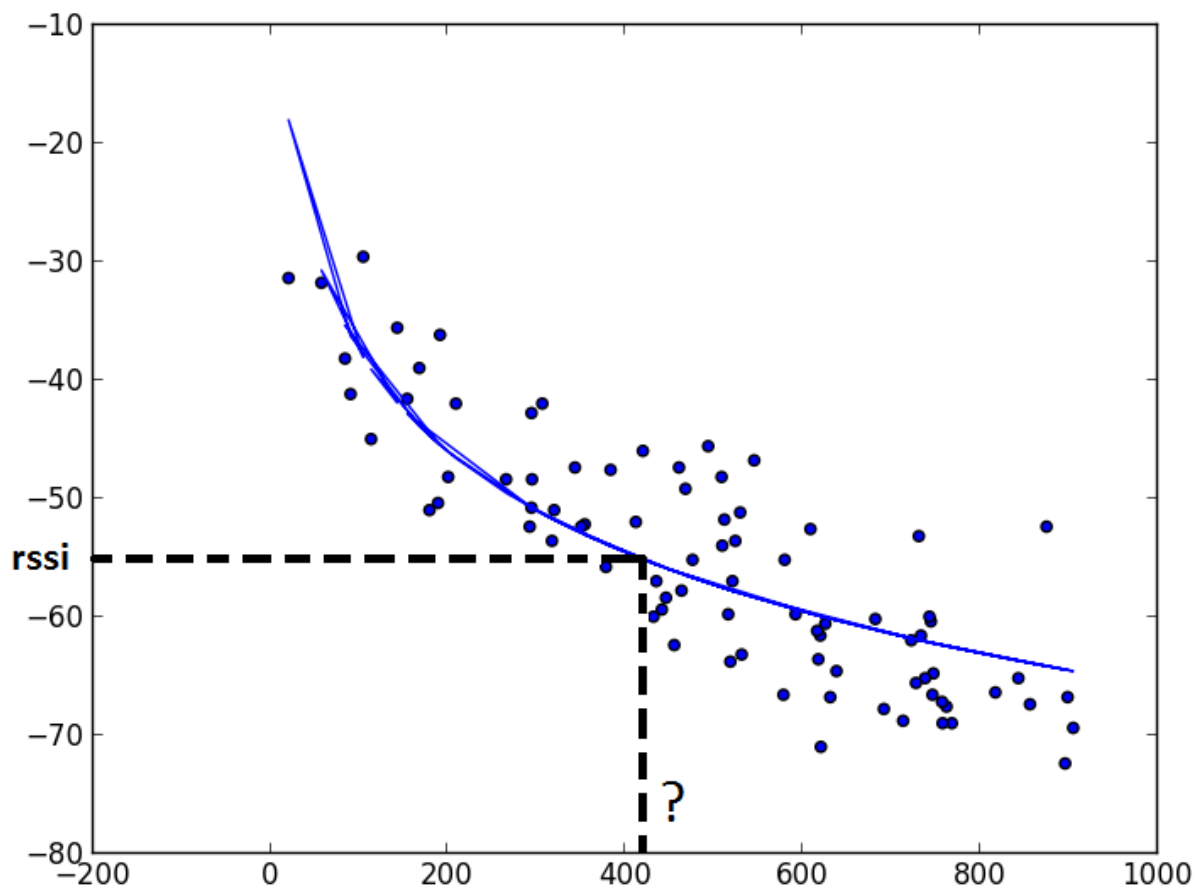
# Determinarea razelor (2)





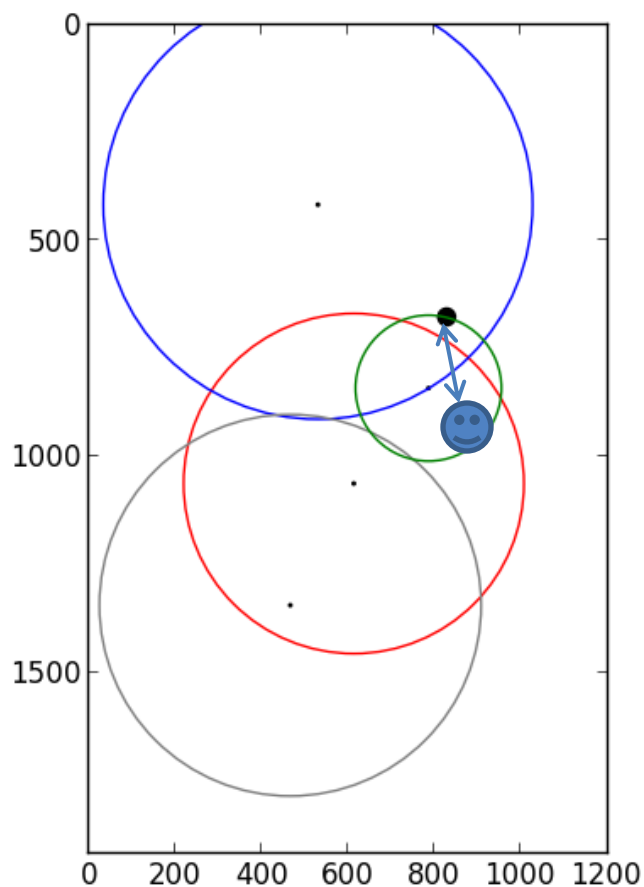


# Determinarea razelor (3)





# Interpretare grafică





# Rezultate trilateratie

- eroare medie: **3.12 m**
- **60%** mai mare decât amprente radio (Nearest Neighbour)
- **90%** dintre estimări **< 5 m**



- mutarea părții computaționale pe un server dedicat
- includerea semnalului GSM în baza de date pentru raportarea poziției



- Poziționare în interior
  - amprente radio
  - trilateratie
- Wi-Fi (802.11) beacons
- Hartă, offline phase, online phase
- Aplicație Android
- Analiză
- Nearest Neighbour(s)