

# Progettazione ed implementazione di un sistema Smart Parking basato su comunicazione Device-To-Device

Presentata da:  
Andrea Sghedoni

Alma Mater Studiorum · Università di Bologna  
SCUOLA DI SCIENZE  
Corso di Laurea Magistrale in Informatica

Sessione III  
Anno Accademico 2015/2016

**Relatore:** Chiar.mo Prof. Marco Di Felice

**Correlatore:** Dott. Federico Montori

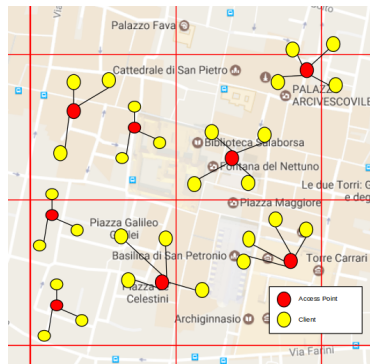
- Il parcheggio
- Il progetto
- Scenario generale
- Architettura software
- Probabilità di parcheggio
- Tecnologie
- Screenshot
- Simulazione e Modellazione
- Risultati
- Conclusioni

- Il continuo processo di urbanizzazione ha portato sovraffollamento di autoveicoli nelle città metropolitane
- Più del 30% della congestione del traffico è causata da utenti in cerca di parcheggio
- Parcheggi on-street
- Conseguenze negative:
  - perdita di tempo e denaro
  - inquinamento ambientale ( $\text{CO}_2$ )
  - peggioramento della qualità di vita

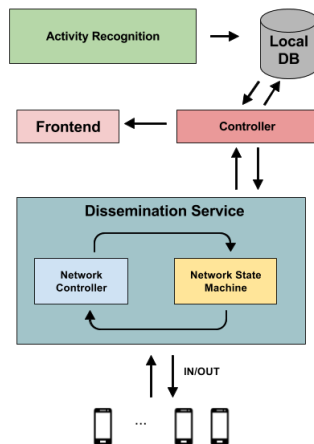
- Prototipo di un sistema Smart Parking
- Favorire l'attività di parcheggio all'utente
- Miglior gestione dei parcheggi
- *Crowdsensing* e condivisione dei dati con la comunità
- Determinare la probabilità di parcheggio nelle zone limitrofe alla posizione corrente
- Assenza di strutture centralizzate
- Disseminazione *Device-To-Device* (D2D)
- Spreading automatico e trasparente all'utente

# Scenario generale

- Città metropolitana
- Alta dinamicità
- Griglia logica suddivide la città
- Per ogni cella si stima la probabilità di parcheggio
- I dispositivi formano topologie a stella:
  - Access Point
  - client



- 1 Componente di **Activity Recognition** rileva eventi di parcheggio e rilascio
- 2 Il **Local DB** salva informazioni sui parcheggi e le ultime sincronizzazioni effettuate
- 3 Il **Controller** funge da interfaccia verso il database
- 4 Il **Dissemination Service** sincronizza le informazioni in modalità D2D con altri peer nei paraggi



# Probabilità di parcheggio

- Sincronizzazione sugli eventi parcheggio/rilascio della cella  $i$
- Eventi parcheggio  $E_i^p$  e rilascio  $E_i^r$
- Slot totali  $N_i^t$  noto a priori
- Slot occupati:

$$N_i^o = E_i^p - E_i^r$$

- Tasso di occupazione:

$$p_i^o = \frac{N_i^o}{N_i^t}$$

- Probabilità di trovare parcheggio:

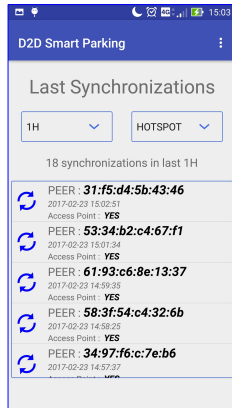
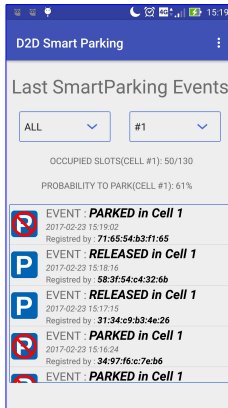
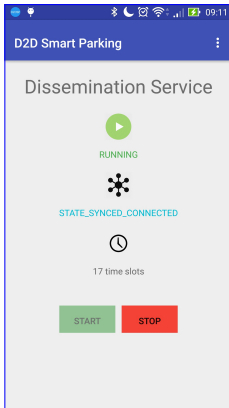
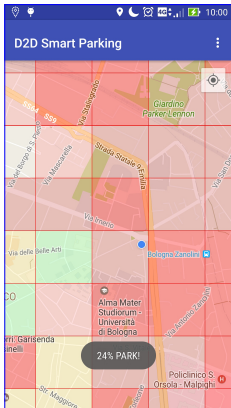
$$p_i^f = 1 - p_i^o$$

- SO **Android 4.0** e superiori
- **WiFi Direct**
  - *Peer-To-Peer (P2P) Group*
  - *Bonjour beacon*
  - serialized **Socket**
- **SQLite**

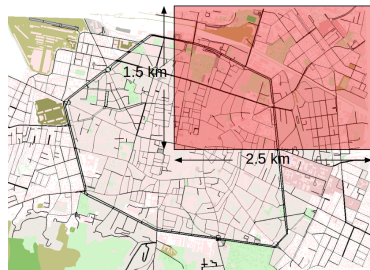




# Screenshot



- OMNeT++, Veins, SUMO
- Zona nord-est di Bologna 1.5km x 2.5km
- ~ 3000 veicoli in 1800 simsec
- Verificare l'efficacia del processo di spreading

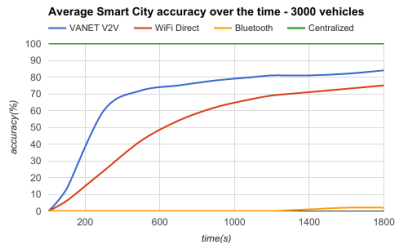
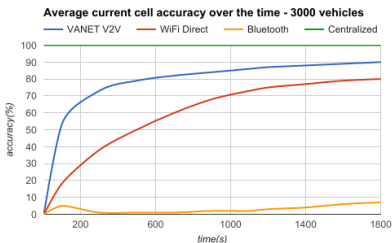


- Modulo *SmartParking* per modellazione logica
- 10 run indipendenti per tecnologia

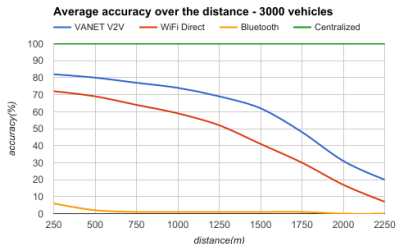
Technology	range(m)	latency(s)
<i>V2V 802.11p</i>	up to 500	0
<i>WiFi Direct</i>	up to 100	2-10
<i>Bluetooth</i>	up to 20	5 - 15

# Risultati (1)

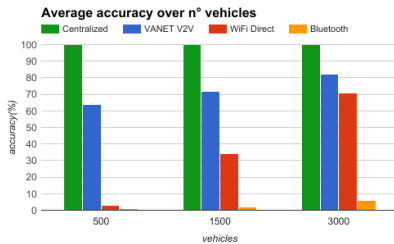
- convergenza sulla conoscenza della cella corrente e dello scenario generale



# Risultati (2)



- L'accuratezza media decresce all'aumentare della distanza dalla posizione corrente
- L'accuratezza migliore nel raggio di 500m della posizione corrente (sincronizzazioni su cella corrente e adiacenti)



- Tasso di partecipazione determinante per la tecnologia D2D *WiFi Direct*

- Sistema di Smart Parking con l'obiettivo di ottimizzare i parcheggi e favorire la viabilità generale
- L'utente ottiene in tempo reale la situazione parcheggi nei paraggi
- Tecnologia *WiFi Direct* con alto tasso di partecipazione può ottenere buoni risultati confrontandosi con tecnologie più costose e complesse (*V2V 802.11p*)
- Sviluppi futuri:
  - risparmio energetico sulle attività D2D
  - guidare l'utente verso le zone meno congestionate in base alla destinazione
  - prevedere un servizio light centralizzato
  - individuare e favorire le sincronizzazioni che permettano di aumentare il processo di spreading

# Grazie per l'attenzione!