

# 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

- Smart Parking: Stato dell'Arte
- Architettura del progetto
- Implementazione e tecnologie utilizzate
- Valutazione e Simulazione
- Conclusioni

# Il parcheggio

- Il continuo processo di urbanizzazione ha portato al 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

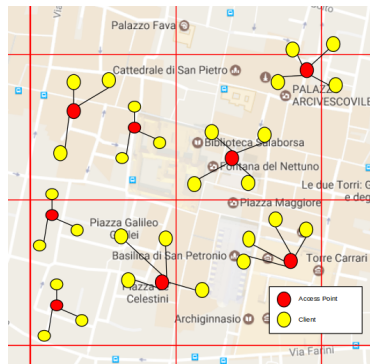


- Contenere gli effetti negativi legati al parcheggio
- 3 macrocategorie di sistemi Smart Parking:
  - **Sistemi basati su reti di sensori:**
    - Alta precisione
    - Alti costi di installazione e manutenzione
  - **Sistemi basati su computer vision:**
    - Algoritmi di IA
    - Alti costi
  - **Sistemi basati su Crowdsensing e Crowdsourcing:**
    - Contributo degli utenti
    - Intelligenza condivisa
    - Bassi costi

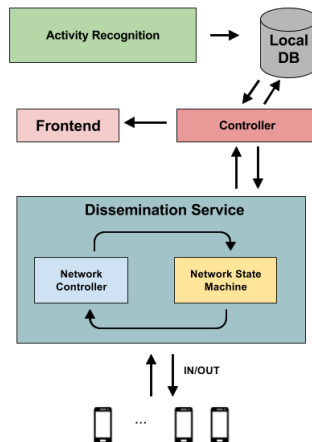
- Prototipo di un sistema Smart Parking in grado di favorire l'attività di parcheggio all'utente
- *Crowdsensing*
- Probabilità di parcheggio nelle zone limitrofe alla posizione corrente
- Disseminazione *Device-To-Device* (D2D)
- Spreading automatico e trasparente all'utente
- Sviluppo del prototipo su dispositivi mobili Android
- Analisi simulata tramite tool OMNeT++

# Scenario generale

- Città metropolitana
- Griglia logica suddivide la città
- Per ogni cella si stima la probabilità di parcheggio
- Topologie a stella di reti *WiFi Direct*:
  - Access Point
  - client



- 1 Componente di **Activity Recognition** rileva eventi di parcheggio e rilascio
- 2 Il **Local DB** salva informazioni sui parcheggi ed 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 all'interno del raggio di trasmissione



# 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:

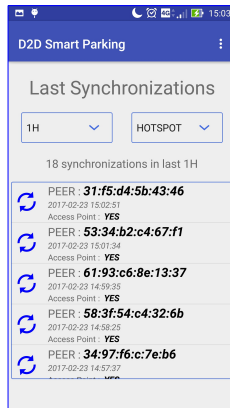
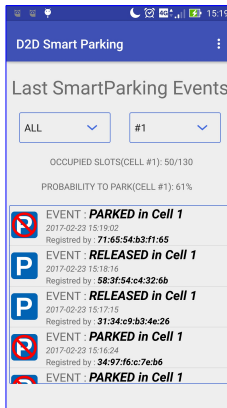
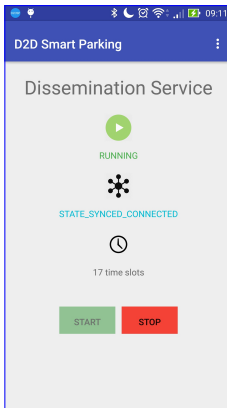
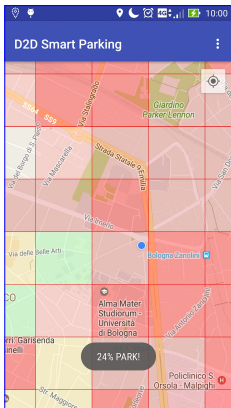
$$p_i^f = 1 - p_i^o$$



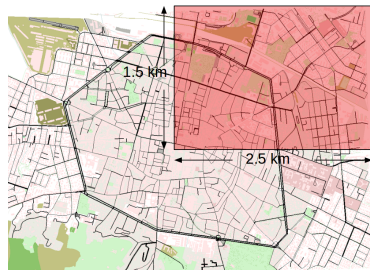
- SO **Android 4.0** e superiori
- **WiFi Direct**
  - *Peer-To-Peer (P2P) Group*
  - *Bonjour beacon*
  - serialized **Socket**
- **SQLite**



# 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

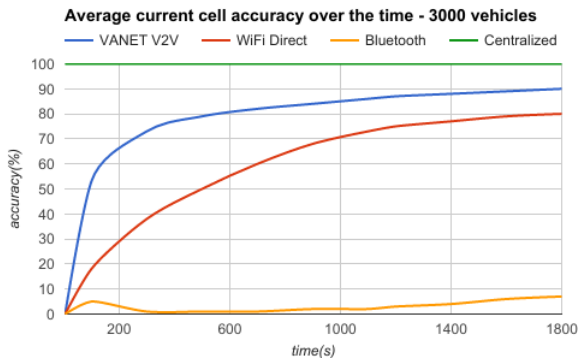


- Modulo *SmartParking* per modellazione logica
- 10 run indipendenti per tecnologia

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

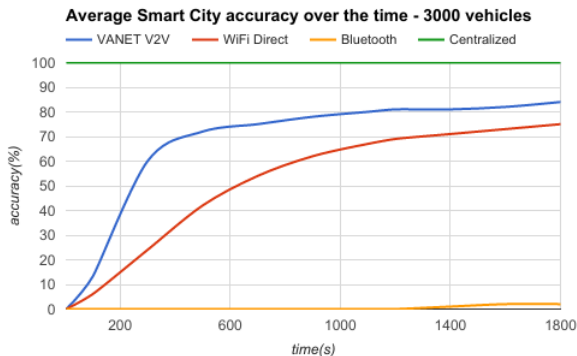
# Risultati - Accuratezza media della cella corrente

- convergenza sulla conoscenza della cella corrente

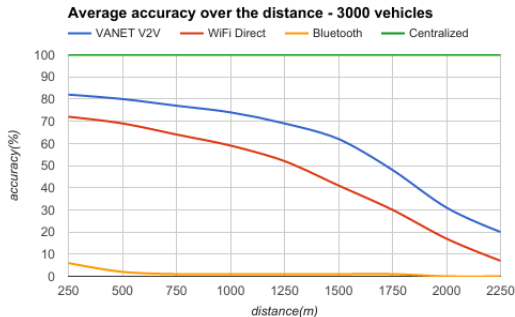


# Risultati - Accuratezza media dello scenario

- convergenza sulla conoscenza dello scenario generale

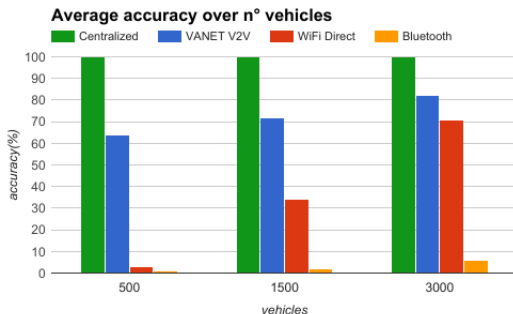


# Risultati - Accuratezza media in base alla distanza



- 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)

# Risultati - Tasso di partecipazione



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



- 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
  - individuare e favorire le sincronizzazioni che permettano di aumentare il processo di spreading

# Grazie per l'attenzione!