

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Tesi di Laurea Magistrale

SwarmBike: an IoT Sensing Platform for Air Pollution

Relatore

Prof. Fulvio Corno

Candidato

Carmelo Migliore



POLITECNICO
DI TORINO

Luglio 2016

JOINTOPENLAB



Contesto

- Tesi svolta presso il JOL SWARM di TIM
- Sviluppo di nuovi servizi IoT basati su una moltitudine di oggetti e persone interconnesse, che interagiscono tra loro come sciame intelligenti (swarm)

SWARM

Beyond the Internet of Things

JOINT OPEN LAB

The TIM logo consists of three horizontal red bars of varying lengths stacked vertically, followed by the word "TIM" in a bold, blue, sans-serif font.

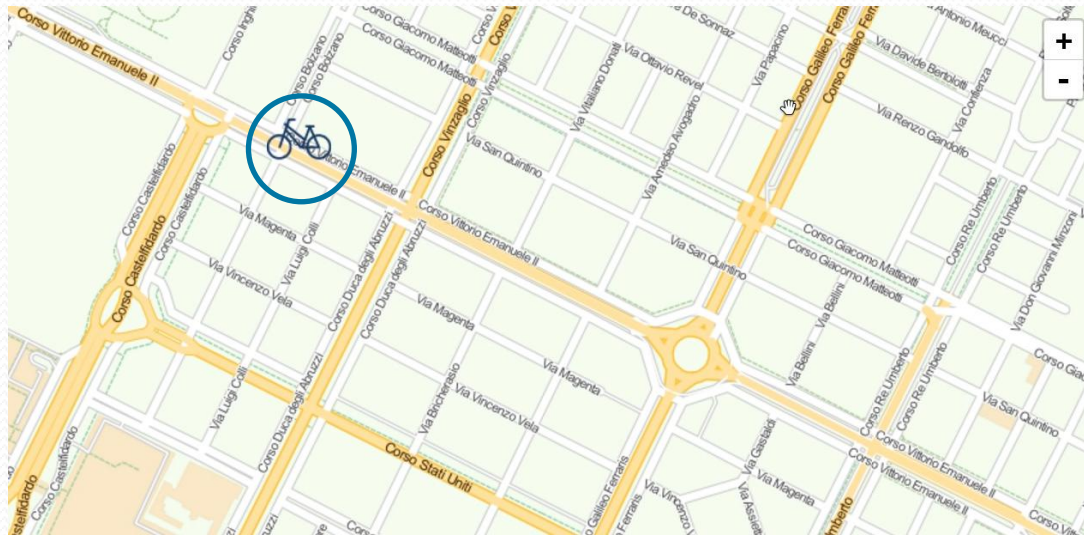
SwarmBike - Obiettivo

Prototipare un dispositivo IoT da montare sulle bici, facendo leva sugli spostamenti delle persone per raccogliere dati sulla qualità dell'aria in città



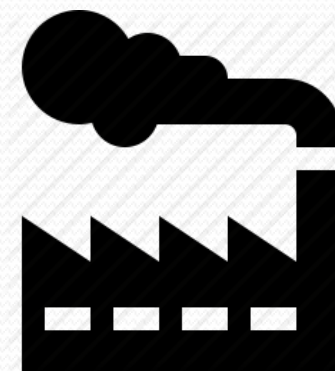
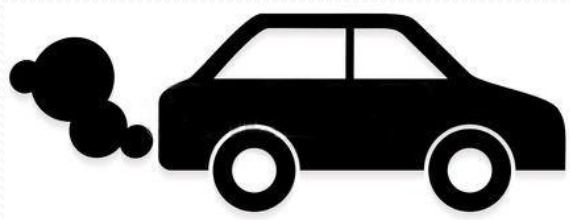
SwarmBike – Funzionalità

- Funzioni secondarie per rendere il dispositivo più interessante per gli utenti
- È stato condotto un sondaggio per decidere quali funzionalità aggiungere
- La funzionalità più richiesta è stata l'antifurto



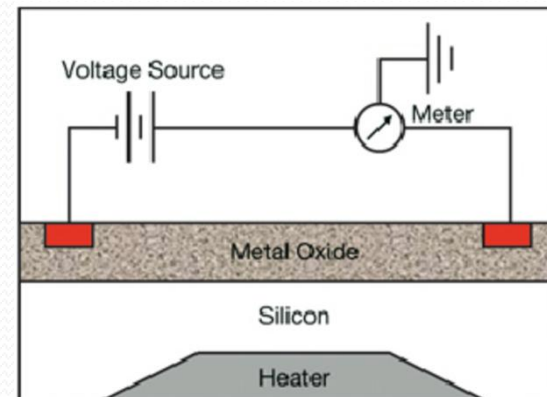
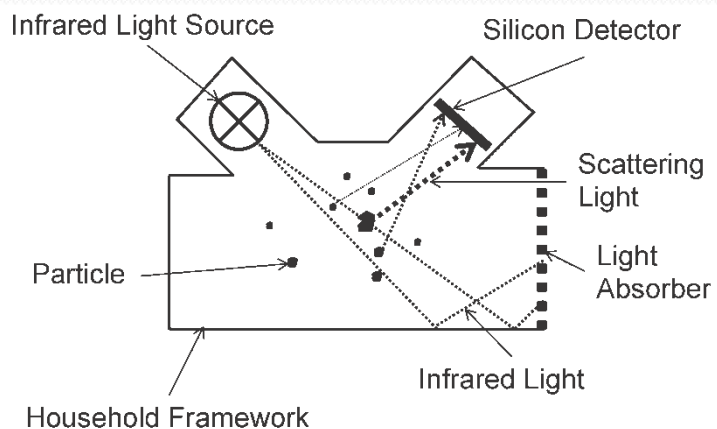
Inquinamento dell'aria nelle città

- Causa di svariate malattie
- Inquinanti gassosi (CO – NO₂ – O₃ – SO₂)
- Particolato (PM)
- Prevalentemente dal traffico cittadino, dai sistemi di riscaldamento e dalle emissioni industriali



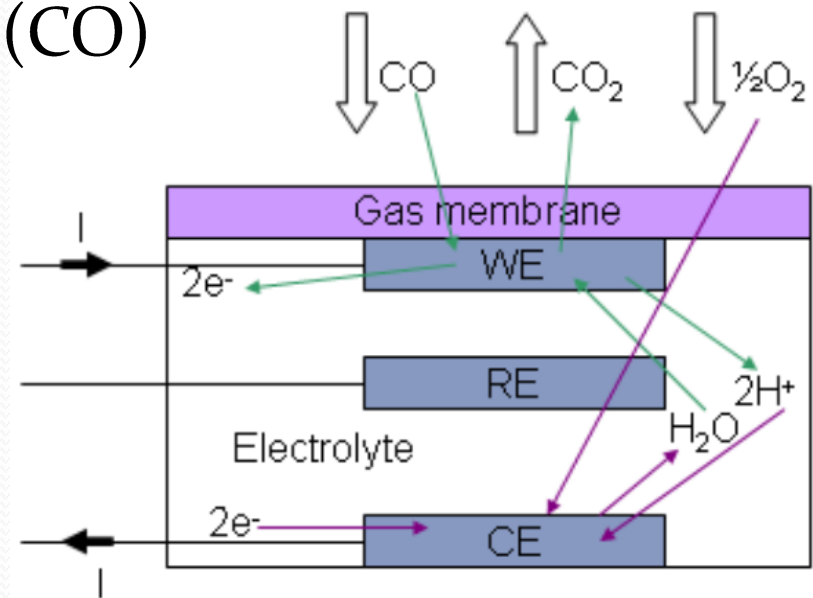
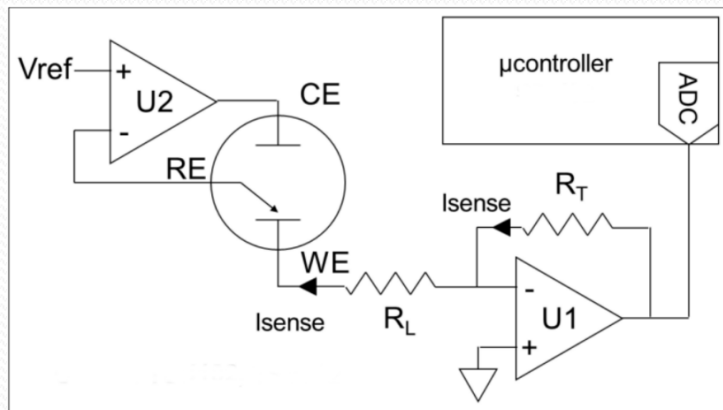
Tipi di sensori di inquinamento

- Sensori di PM (light scattering)
- Sensori di gas a semiconduttori
- Sensori elettrochimici di gas

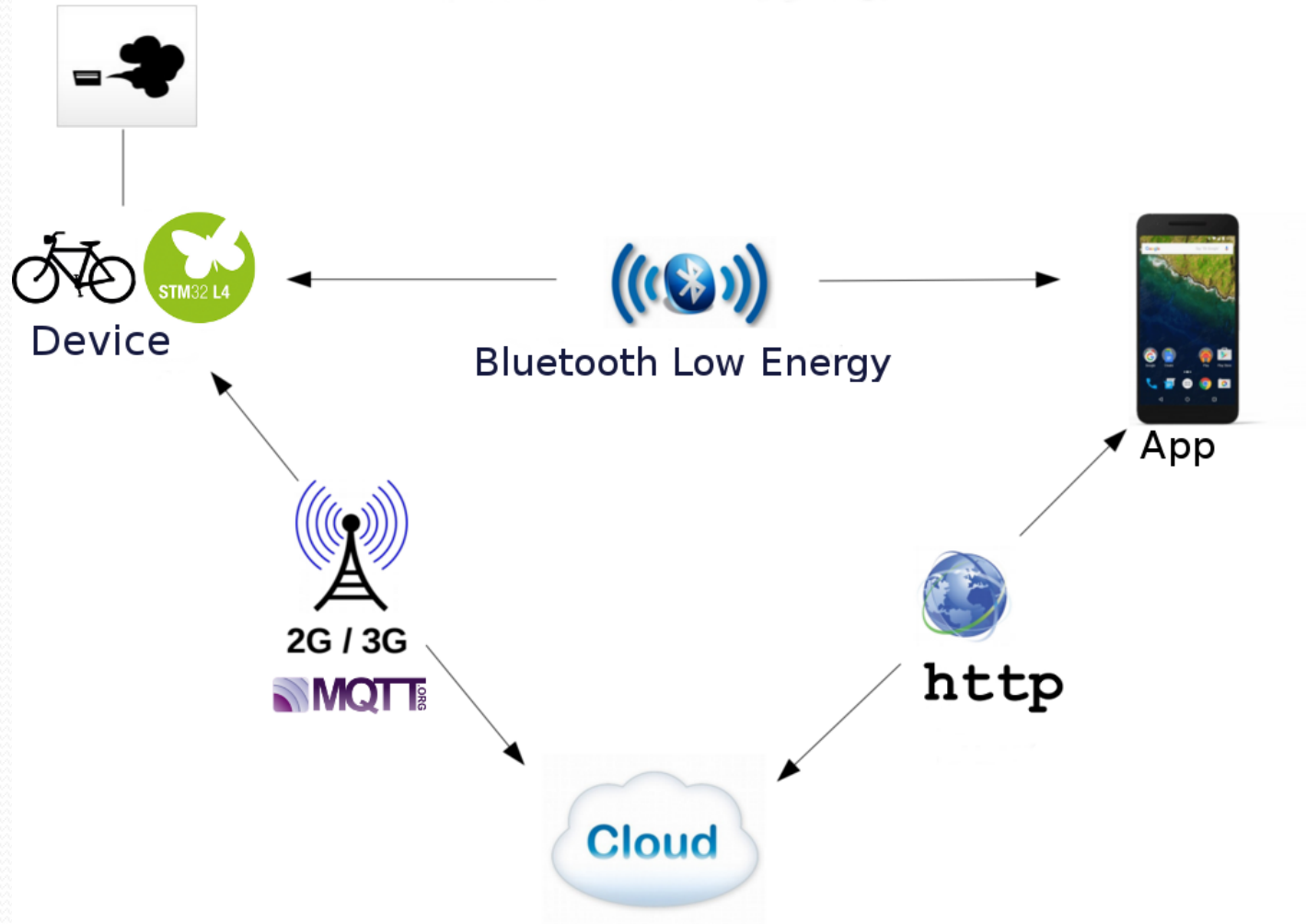


Sensori elettrochimici di gas

- Sfruttano reazioni redox che avvengono agli elettrodi
- Emettono una corrente proporzionale alla concentrazione di gas e sono pre-calibrati
- Sensibili a temperatura, pressione, umidità
- Scelto monossido di carbonio (CO)

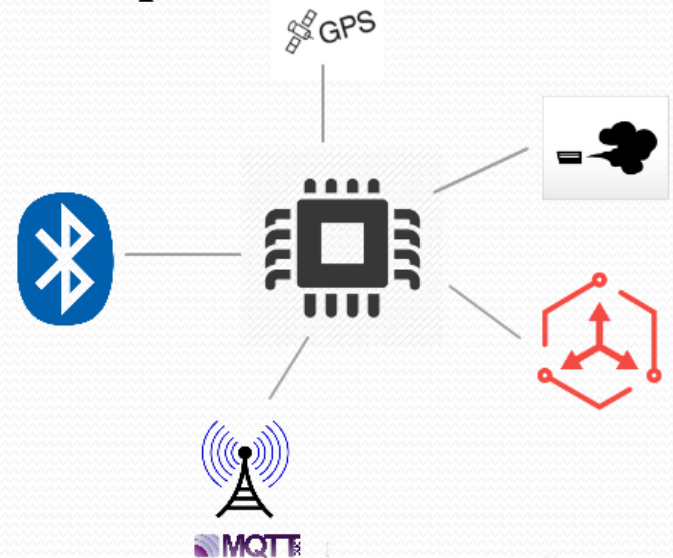


SwarmBike - Architettura



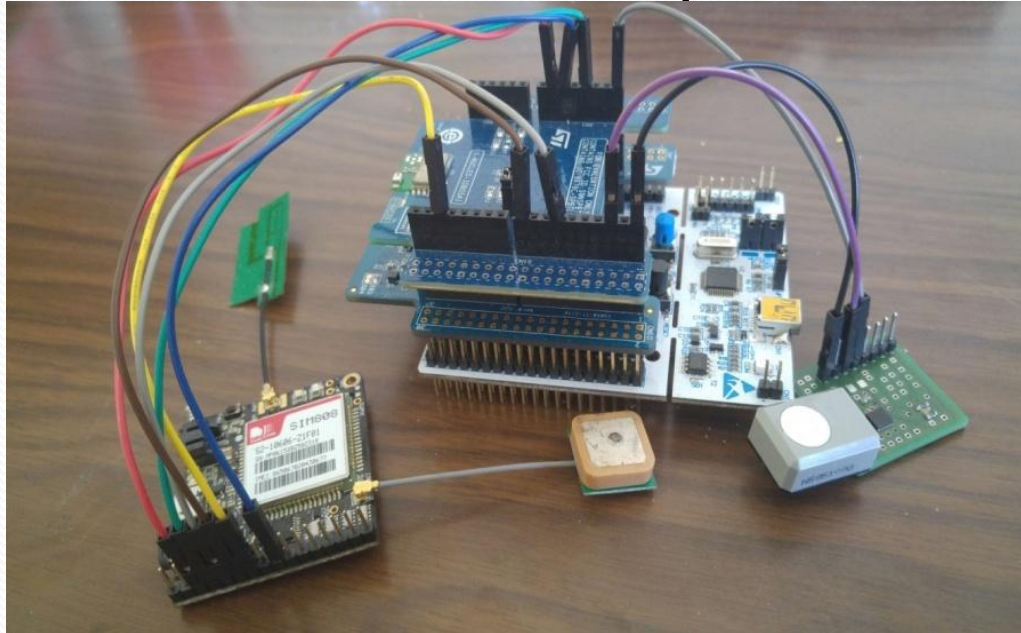
SwarmBike Device

- Acquisisce dati sul livello di CO e li invia in cloud
- Due modalità: antifurto ON/OFF
- Se l'antifurto è attivo, l'accelerometro viene utilizzato per rilevare il movimento
- L'accelerometro raccoglie anche dati sulla qualità della pavimentazione stradale
- Configurato tramite mobile app



Device hardware

- STM32L4 Nucleo Board
- Modulo GPS/2G
- Bluetooth Low Energy Shield
- Shield sensori ambientali + accelerometro
- Sensore elettrochimico CO + potenziostato



Device firmware

- Scritto in C/C++
- ARM mbed OS (3.0)
- Sviluppato software collaterale, rilasciato sotto licenza Open Source

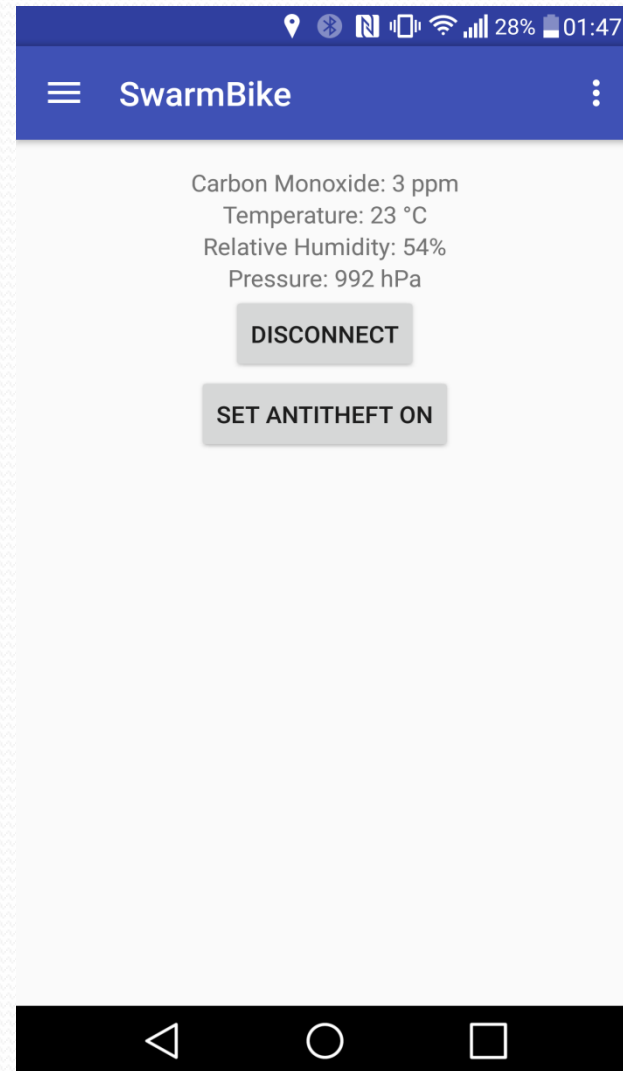
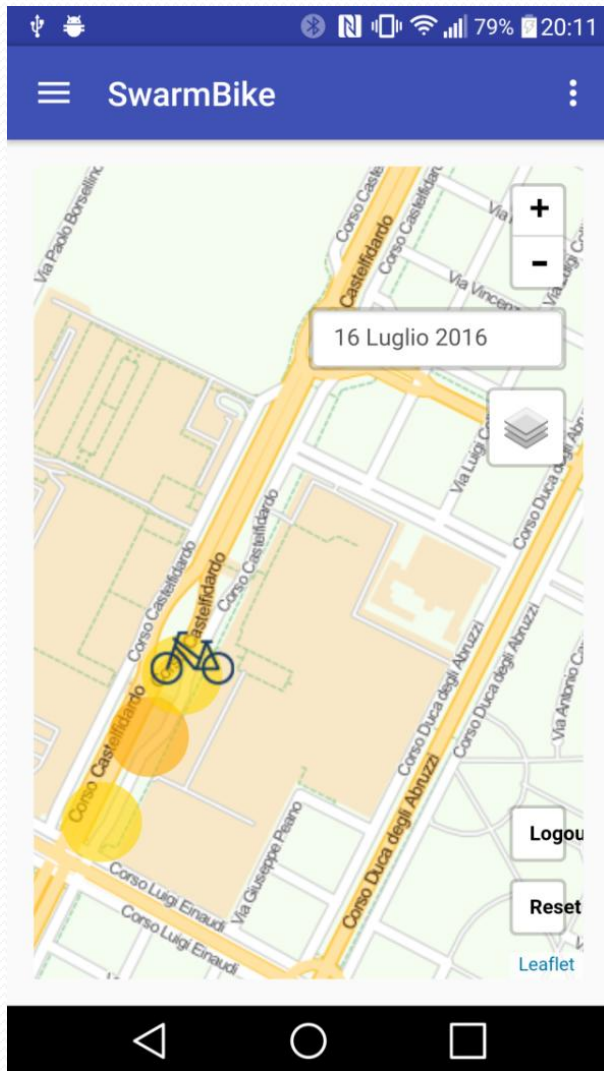
ARM[®]mbed[™]

Applicazione Android

- Gestisce il dispositivo
- Mostra valori istantanei dei sensori
- Visualizza posizione del device e valori di CO raccolti
- Riceve notifiche sui tentativi di furto



Applicazione Android



Cloud Backend

- Piattaforma IoT SiteWhere:
 - Gestisce la connettività con i dispositivi SwarmBike
 - Riceve e memorizza i dati inviati dai dispositivi
- Applicazione basata su Meteor.js:
 - Costruisce le mappe su cui è mostrata la posizione del device e i dati sul CO, aggiornata in tempo reale grazie al protocollo DDP
 - Riceve gli alert di antifurto dal device e invia le notifiche push all'applicazione mobile





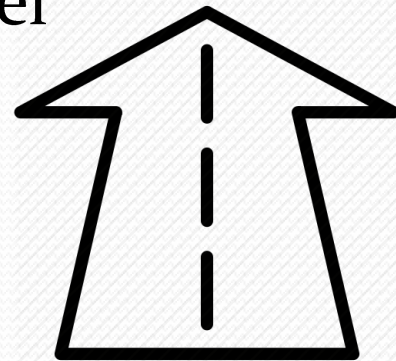
Video

In sintesi

- È stato sviluppato un prototipo completo del sistema SwarmBike, in particolare:
 - È stato realizzato il dispositivo, dalla scelta dell'hardware all'implementazione del firmware
 - È stata progettata e sviluppata l'applicazione Android
 - Sono state riadattate applicazioni già in uso presso il JOL SWARM per costruire il backend

Sviluppi futuri

- Implementazione del dispositivo su un custom PCB
- Montatura tamper-proof
- SSL/TLS security
- Modello per la previsione dell'inquinamento
- Sperimentazione con ARPA Piemonte per la cross-validazione dei dati sull'inquinamento
- Sperimentazione nel quartiere Campidoglio nel contesto dell'iniziativa 'Torino Living Lab'





GRAZIE PER L'ATTENZIONE