

## STUDIO SULL'IMPIEGO INTEGRATO DI TECNICHE MULTIMODALI PER LA LOCALIZZAZIONE ED IL TRACKING DI MEZZI MOBILI E PERSONE IN AMBIENTI INDOOR E OUTDOOR

*realizzato da*



### DSP Lab

<http://www.dsp.dist.unige.it/>

Coordinatore del progetto:

**Prof. F. Lavagetto**

fabio@dist.unige.it

010 3532208

DIST, Via Opera Pia 13

16145 Genova



### ISIP 40 Lab

<https://www.isip40.it>

**Prof. C. Regazzoni**

carlo@dibe.unige.it

010 3532792

DIBE, Via Opera Pia 11

16145 Genova

Il progetto risponde alle richieste di un insieme di aziende genovesi accomunate dall'esigenza di introdurre **tecniche innovative per la localizzazione di persone e oggetti di interesse** nei propri processi produttivi e di sviluppo, esigenza trasversale rispetto alla varietà dei rispettivi settori applicativi: **sicurezza e monitoraggio** di grandi ambienti quali parcheggi, autogrill o tunnel autostradali (IGM, Technoaware, Scalab), **ottimizzazione dei processi logistici e di marketing** per la localizzazione e l'analisi degli spostamenti dei carrelli di un supermercato (SOFTECO), **movimentazione automatizzata** di merci in ambito urbano e industriale (Gruppo SIGLA, GEA), e infine **sistemi informativi mobili per l'assistenza di visitatori** in ambito museale/turistico (Eptamedia).

La disponibilità di tecniche robuste e affidabili per la localizzazione, infatti, può portare miglioramenti significativi nell'efficienza di gestione dei processi logistici e produttivi, nella sicurezza di ambienti aperti al pubblico, permettendo la creazione di una vasta gamma di **servizi location-based innovativi** (LBS) ad alto valore aggiunto.

L'obiettivo principale del progetto è stata l'individuazione di soluzioni innovative che, attraverso l'integrazione di diverse tecnologie di localizzazione (**approccio multi-modalità**) permettessero un miglioramento significativo delle prestazioni in termini di **precisione** e **robustezza** rispetto alle tecnologie esistenti, con una contemporanea **riduzione dei costi** di installazione e gestione.

Le attività di ricerca hanno previsto tre fasi:

- Analisi degli scenari applicativi: in collaborazione con le aziende si sono considerati i principali scenari applicativi di riferimento, individuandone caratteristiche peculiari, requisiti e problematiche specifiche.
- Analisi dello stato dell'arte: è stata analizzata una gamma di oltre 30 approcci e sistemi basati sull'impiego di **segnali radio, video, infrarossi ed ultrasuoni**, evidenziandone vantaggi e svantaggi e proponendo soluzioni innovative **multi-modalità**.
- Sviluppo di due case study: per validare sperimentalmente l'applicazione delle soluzioni proposte agli scenari proposti dalle aziende, delle soluzioni proposte.

## CASE STUDY INDOOR

Il case study indoor riguarda il tracking di persone all'interno in un ambiente indoor; lo scenario proposto prevede la **localizzazione di carrelli per la spesa all'interno di un supermercato**: lo scopo è quello di analizzare il comportamento degli acquirenti per identificare i comportamenti tipici e ottimizzare quindi le strategie di marketing. Lo stesso sistema può, però, essere utilizzato anche per altre applicazioni: la realizzazione di **guide virtuali per la visita di musei** o acquari o lo sviluppo di un **sistema di sorveglianza all'interno di case di riposo**. Per ottenere informazioni significative per questi scopi la **risoluzione deve essere inferiore ad 1 metro**. Poiché questo sistema ha come obiettivo l'installazione in ambienti aperti al pubblico in cui i terminali mobili sono a contatto diretto con le persone, devono essere rispettati alcuni vincoli:

- Gli apparati non devono interferire con le persone e l'intero sistema deve essere poco invasivo per non avere un impatto estetico che possa disturbare gli acquirenti
- I terminali mobili devono avere una buona autonomia ed essendo installati sui carrelli della spesa devono possedere anche caratteristiche di robustezza e sicurezza al fine di evitarne il danneggiamento

### Soluzione proposta

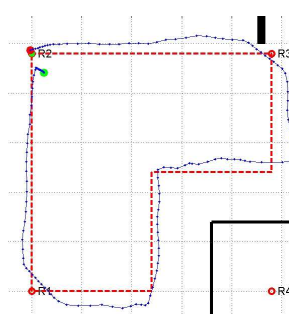
Il progetto sviluppato è basato su di un sistema con **struttura cellulare organizzata su due layer**: il sistema **RF** fornisce una localizzazione grezza ma continua, mentre il sistema ad **ultrasuoni** garantisce la precisione richiesta.

### Problematiche e motivazioni delle scelte

- Si tratta di localizzazione **2D** di **terminali collaborativi** in un ambiente con ostacoli eterogenei
- Il solo sistema **RF** non permette di soddisfare la specifica di precisione, ma garantisce una localizzazione di basso livello su un'area estesa
- Il sistema a **ultrasuoni** permette una localizzazione precisa ma è maggiormente penalizzato dalla presenza di ostacoli

### Risultati e considerazioni

- La maggior parte dell'HW è stato realizzato utilizzando materiale di consumo (microcontrollori, trasduttori ultrasonici,...) per contenere i costi. Solo la scheda di acquisizione è un dispositivo dedicato
- L'accuratezza raggiunta supera di molto le richieste avendo ottenuto una precisione dell'ordine della decina di centimetri
- Il sistema **RF** permette la localizzazione con un buon grado di precisione anche quando il terminale è nascosto dietro ostacoli



## CASE STUDY OUTDOOR

Il case study outdoor è caratterizzato dalla necessità di **inseguire contemporaneamente un numero limitato di oggetti, in movimento a bassa velocità, in uno spazio aperto di dimensioni medio-grandi**, come un parcheggio privato. Lo scopo è quello di eseguire il **tracking di oggetti molto disomogenei e non collaborativi** sia per scopi di **controllo e sicurezza** sia, per dispositivi con la capacità di dialogare con l'infrastruttura centrale, per **offrire servizi aggiunti**, come ad esempio le informazioni per raggiungere il parcheggio libero più vicino. Si vuole inoltre arrivare ad una **identificazione personale** mediante wireless ID.

### Caratteristiche del sistema

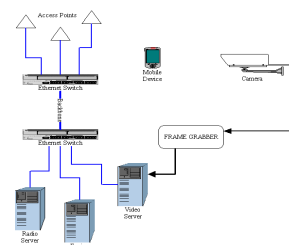
- Necessità di individuare, localizzare e inseguire soggetti (persone o veicoli) non collaborativi, ignoti e privi di terminali
- Possibilità di gestire la **trasmissione bidirezionale di dati** per la fruizione di servizi personalizzati, basati sull'identità dell'utente

### Soluzione proposta

Il progetto sviluppato si basa su di un sistema bimodale formato da un sistema **video** e uno **radio**, basato su **WLAN**. L'opera congiunta di tali sistemi consente di soddisfare i requisiti utilizzando infrastrutture già esistenti o aggiungendo ad esse pochi apparati esterni.

### Problematiche e motivazioni delle scelte

- Il solo sistema video consente una localizzazione ed un tracking sufficientemente precisi di oggetti in movimento. Tuttavia è molto **sensibile alla presenza di occlusioni** nel campo visivo ed alla **variabilità delle condizioni luminose**. Inoltre è difficile sia identificare che mantenere coerente l'ID associato ad ogni oggetto presente nella scena
- Il sistema WLAN, benchè abbia una precisione di localizzazione piuttosto bassa, fornisce un'identificazione "virtuale" stabile, oltre che un canale affidabile per la trasmissione di dati e contenuti multimediali



### Risultati e considerazioni

- Il sistema è formato dai **componenti di rete** (Access Point WLAN, rete Ethernet) e dagli **elementi per l'estrazione della posizione dalle riprese video** (Frame Grabber, Server di Elaborazione Video). I dati possono poi essere fusi in un Server dedicato che svolgerebbe anche il controllo degli accessi alle risorse e alla distribuzione dei contenuti
- I risultati sperimentali ottenuti dai due sistemi di localizzazione sono confrontabili, per cui una opportuna fusione consentirebbe una localizzazione stabile, accurata e supportata da identificativi univoci per ogni soggetto cooperativo. La bimodalità irrobustisce il sistema, consentendo il funzionamento anche in casi critici (occlusioni, scarsa visibilità, crash di uno dei sistemi, link radio di pessima qualità)

