

Indoor Navigation without a Localization Infrastructure

Roberto Bisiani, Davide Merico and Fabio Malizia

Università degli Studi di Milano-Bicocca, Laboratorio Nomadis,
via dell'Innovazione, 10 - 20125 Milano,
{roberto.bisiani, davide.merico}@disco.unimib.it, f.mali@tin.it

Abstract. GPS, the most used localization technology in the world, cannot be used indoor. Dead-reckoning tools like digital compasses, magnetometers, pressure sensors, accelerometers, gyroscopes, inertial systems, etc. can be used to substitute or integrate GPS in these special environments. We describe a navigation system that doesn't require a localization infrastructure (e.g. UWB, WiFi and others) and puts to work the ability of orientation of the user. Our indoor navigator is based on "augmented photos", dead reckoning systems and interactive methods that simplify the process of orientation.

Keywords: indoor navigation, dead-reckoning, augmented photos, handheld devices

1 Introduzione

GPS, il sistema di navigazione più utilizzato al mondo, non permette di navigare all'interno degli edifici. L'esigenza di poter utilizzare strumenti di navigazione anche in queste situazioni si fa sempre più importante e ha spinto pertanto all'utilizzo di strumenti alternativi quali: bussole, magnetometri, sensori di pressione, accelerometri, giroscopi, unità di misura inerziale, ecc.

Questi dispositivi permettono di utilizzare tecniche di dead-reckoning, cioè di stima della posizione sulla base del calcolo degli spostamenti da un punto iniziale noto. Il calcolo degli spostamenti si basa su direzione e velocità in un dato intervallo di tempo. Se direzione e velocità sono valutati con pochi errori si può navigare per moltissimo tempo e con grande precisione, come ad esempio nel caso di un sottomarino che viaggia sotto il ghiaccio. Se direzione e velocità hanno errori apprezzabili l'errore della stima continua ad aumentare ed è necessaria una ricalibrazione periodica.

Per quanto riguarda sia navigatori automobilistici che pedonali in ambienti esterni, si può affermare con una certa sicurezza che non c'è più molto da innovare in relazione a quanto presenta l'attuale panorama di mercato. La tendenza attuale è quella di integrare questi sistemi con tecnologie di uso comune, come cellulari, palmari o lettori mp3 e non vi è un vero e proprio tentativo di ricerca di nuovi metodi per la navigazione.

Infine, le rappresentazioni topografiche oggi utilizzate sono essenzialmente di due tipi: la modalità “classica” prevede la presentazione all’utente di mappe dal punto di vista del satellite, attraverso la visualizzazione di mappe dall’alto, mentre quelle più recenti presentano le vie di routing attraverso prospettive isometriche.

1.1 Un differente approccio alla navigazione in interno

L’esigenza di pensare un navigatore ottimizzato per interni, nasce direttamente dalla difficoltà di utilizzo degli strumenti di localizzazione all’interno di edifici, in cui tecnologie come il GPS non possono essere applicate. Molti hanno pensato di sfruttare tecnologie come UWB [1], WiFi [2, 3], Bluetooth [4, 5] o ZigBee [6, 7], ma queste necessitano l’installazione di infrastrutture dedicate con costi talvolta non trascurabili e hanno, a volte, insufficiente precisione. Inoltre, queste installazioni non sono utilizzabili in situazioni particolari o di pericolo (incendi, allagamenti, ecc.).

Focalizzandosi su sistemi che non richiedono infrastrutture di localizzazione, nascono due considerazioni importanti riguardo agli utenti e alle applicazioni di navigazione. In primo luogo, l’utente può svolgere un ruolo importante nel fornire al software un feedback sulla localizzazione e lo stesso software, di conseguenza, deve necessariamente supportare degli strumenti interattivi che permettano all’utente di influire il processo di orientamento.

Ma come risolvere il gap informativo fra una persona che non conosce il luogo in cui si trova e l’applicazione che non ha informazioni sulla sua posizione? La visualizzazione di una mappa aerea come avviene usualmente nei navigatori automobilistici, non è in nessun modo in grado di fornire aiuto: il problema deriva dal fatto che l’utente non ha in mente una mappa definita dell’edificio in cui si trova e non è in grado di identificare la propria posizione al suo interno.

Qual è dunque l’aspetto informativo cui l’utente ha accesso? Potrà sembrare banale, ma un individuo (previa l’assenza di conoscenza pregressa) conosce ciò che può percepire con i cinque sensi. Nel caso particolare della navigazione in interni, si può limitare il nostro interesse a considerare ciò che si percepisce attraverso la vista assumendo quindi il campo visivo come la minima informazione spaziale posseduta.

L’obiettivo consiste nel mettere l’utente nelle condizioni di riuscire a orientarsi semplicemente osservando delle immagini e confrontandole con la realtà, identificata l’immagine corretta e l’orientazione approssimativa l’applicazione potrà indicare direttamente sull’immagine il percorso da seguire.

1.2 Interfacce grafiche e rappresentazione visiva

Partendo sempre dal presupposto che le informazioni a disposizione di chi si trova in condizioni di dover navigare all’interno di un edificio siano limitate a ciò che rientra nel campo visivo e dal fatto che vorremmo fornire un tipo di servizio il più completo e dettagliato possibile, è auspicabile adottare un tipo di visualizzazione che possa rappresentare una porzione sufficientemente estesa dell’ambiente circostante l’utente.

Esistono diversi approcci per rappresentare la realtà spaziale: dalla classica planimetria, all’utilizzo di modelli tridimensionali o anche attraverso un insieme di

immagini. Abbiamo scelto di utilizzare quest'ultima tecnica perché meglio si adatta alle ridotte capacità computazionali dei dispositivi mobili.

2 Descrizione del sistema

Abbiamo progettato e implementato un navigatore in grado di supportare, attraverso la visualizzazione di fotografie, brevi filmati e mappe, la navigazione pedonale in edifici che siano stati "mappati". La particolarità di questo tipo di navigatore rispetto a strumenti più tradizionali, è l'utilizzo, per guidare gli utenti su un percorso selezionato, di "augmented photos" (fotografie annotate con segnalazioni del percorso): il sistema è in grado di funzionare sia con il solo ausilio fotografico che insieme a un sistema di dead-reckoning per il calcolo della posizione all'interno dell'edificio.

2.1 Elaborazione CAD e creazione mappa di nodi/link

Assunzione fondamentale del sistema è la presenza delle mappe CAD degli edifici da mappare. Il primo passo da compiere per poter procedere alla copertura degli edifici consiste quindi nello studio e nell'elaborazione delle mappe allo scopo di evidenziare nodi e link. I nodi rappresentano i punti di interesse dell'edificio, mentre i link rappresentano i percorsi esistenti tra gli stessi. Va considerato che per "punto di interesse" non si intende solamente una destinazione finale, ma anche i punti di snodo intermedi (bivi, scale, atri, ecc.).

La mappa CAD dell'edificio (Fig. 1) è elaborata per trovare punti critici come descritto in [9].

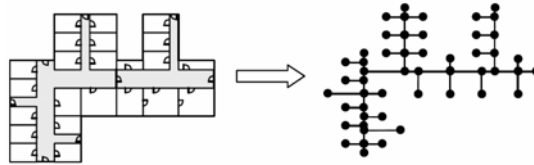


Fig. 1. Il passaggio logico tra mappa CAD dell'edificio e rappresentazione mappa nodi/link.

Il sistema è in grado di elaborare una mappa nodi/link partendo da una mappa CAD in maniera automatica e permette all'utente di apportare modifiche successive.

2.2 Database POI e Processo di mappatura di un edificio

Prendendo come input di partenza la mappa nodi/link elaborata precedentemente, il sistema è in grado di alimentare un database di POI (Point Of Interest). Il software permette la gestione manuale (aggiunta, modifica, cancellazione) dei POI generati automaticamente.

2.3 Software di trattamento delle fotografie

Sono state studiate diverse tecniche per la creazione di queste speciali fotografie, in particolare basandoci su [8]. Il sistema fornisce del software di ausilio alla raccolta fotografica. Questo software elabora i dati presenti nel database dei POI e la mappa che contiene nodi e link per generare tutto quanto sia necessario per semplificare notevolmente le azioni di raccolta fotografica. Allo scopo di trattare ed ottenere le “augmented photo” in tempo reale, sono stati sviluppati diversi applicativi di elaborazione fotografica e di calibrazione delle macchine fotografiche.

2.4 Software per la distribuzione informazioni di navigazione

I dati raccolti possono essere fruiti secondo la modalità di navigatore “classico” in cui tutti i dati necessari sono presenti nella memoria del dispositivo di navigazione. In alternativa si possono utilizzare servizi on-demand in cui i dati sono scaricati da server di distribuzione in base ad opportune interrogazioni.

2.5 Software di navigazione

Il software di navigazione (concepito appositamente per dispositivi portatili):

- visualizza fotografie dei punti critici e dei punti di interesse degli edifici, anche in modalità scorrimento a 360°, per permettere l’orientamento degli utenti;
- calcola i percorsi di navigazione (considerando anche deviazioni temporanee);
- permette all’utente di effettuare la ricerca delle destinazioni tra l’elenco dei punti di interesse;
- fornisce tutti i meccanismi di interfaccia con i moduli di dead-reckoning, comprendendo, se necessario, tecniche di correzione delle posizioni calcolate;
- incorpora, nel caso di utilizzo del sistema come servizio, tutte le funzionalità necessarie all’utilizzo di sistemi di trasmissione dati;
- permette una ricalibrazione della posizione stimata per mezzo di un processo di “path recovery” basato sulla visualizzazione di un insieme di immagini corrispondenti a tutte le zone adiacenti l’ultimo nodo visitato correttamente. L’individuazione di una di queste immagini permette al navigatore di ricalcolare il percorso corretto.

2.6 Un prototipo

A scopo dimostrativo abbiamo realizzato un prototipo del navigatore funzionante in parte di uno degli edifici dell’università di Milano-Bicocca (Fig. 2 e 3). Il prototipo è stato valutato informalmente. Stiamo mappando una porzione più grande dell’edificio in modo da poter fare un esperimento formale che indichi l’effettiva utilità e il gradimento da parte degli utenti del navigatore.



Fig. 2. Il prototipo del navigatore con la visualizzazione di una “augmented photo”.



Fig. 3. Un'altra immagine del prototipo in una differente modalità di visualizzazione.

3 Conclusioni

Il sistema descritto in questo documento depone a favore della fattibilità della navigazione in interni senza infrastrutture. Una vera e propria valutazione del sistema richiede la completa mappatura di un edificio e verrà completata a breve.

Bibliografia

1. Ubisense, Ubisense Real Time Localization System, <http://www.ubisense.net>
2. Ekahau, Inc : Ekahau Positioning Engine. <http://www.ekahau.com/>
3. Aeroscout, Inc: Aeroscout Engine. <http://www.aeroscout.com/>
4. Kiran Thapa and Steven Case. An indoor positioning service for Bluetooth ad hoc networks. Midwest Instruction and Computing Symposium, MICS, 2003.
5. Tahvildari, L. (2001). Local Positioning Techniques with Emphasis on Bluetooth. E&CE750: Topic 4 – Final Project Report. November 15, 2001.
6. M. Sugano, T. Kawazoe, Y. Ohta, and M. Murata (2006). Indoor Localization System using RSSI Measurement of Wireless Sensor Network based on ZigBee Standard. From Proceeding (538) Wireless Sensor Networks
- 7 N. Patwari, A.O. Hero III, J. Ash, R.L. Moses, S. Kyperountas, and N.S. Correal, Locating the nodes,” IEEE Signal Processing Mag., vol. 22, no. 4, pp. 54–69, July 2005.
8. Klippel, A., Dewey, C., Knauff, M., Richter, K.-F., Montello, D. R., Freksa, C., et al. (2004). Direction concepts in wayfinding assistance. In J. Baus, C. Kray & R. Porzel (Eds.), Workshop on Artificial Intelligence in Mobile Systems 2004 (AIMS'04) (pp. 1-8).
9. Gilliéron, P.Y., Merminod, B. (2003) Personal Navigation System For Indoor Applications, Swiss Federal Institute of Technology, Geodetic Engineering Lab. 11th IAIN World Congress.
10. F. Brannstrom, (2002), Positioning Techniques Alternative to GPS, Master's Thesis, Univ. Lund.