

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

---

Dipartimento di Matematica e Informatica

Corso di Laurea Triennale in Informatica

Tesi di Laurea

**PRE-DESTINAZIONE:  
MODELLI ED ESPERIMENTI PER  
LA PREVISIONE DI TRAIETTORIE**

Relatore:

Prof. IVAN SCAGNETTO

Laureando:

ALESSIO PELLIN

---

ANNO ACCADEMICO 2014-2015



# Introduzione

Negli ultimi anni, grazie all'avvanto di nuove tecnologie nel settore delle reti wireless e dei dispositivi mobili le reti wireless sono diventate una parte fondamentale dell'infrastruttura delle telecomunicazioni. Oramai l'utente pretende che la qualità delle reti wireless siano almeno pari a quelli forniti via cavo visti gli incredibili passi avanti che le reti cellulari hanno ottenuto negli ultimi 5-6 anni. Basti pensare alla nuove reti 4G (LTE e WiMax) che promettono velocità nell'ordine sui 5-8 Mbps di Mbit/s in download e contro le attuali linee ADSL con una media di 15 Mbps promessi. In più le attuali società telefoniche forniscono più facilmente reti wireless ad alta velocità piuttosto che reti cablate visto la diffusione di apparecchiature mobili quali smartphone, tablet, ecc [Vedi Figura 1]. In più con gli attuali progetti di Facebook e Google sulla progettazione di droni capaci di portare reti WiFi o LTE si punta ad avere una copertura quasi totale del suolo mondiale.

Questa sempre più crescente utenza connessa in movimento ha fatto aumentare l'interesse a acquisire informazioni contestuali per poter offrire servizi di maggior interesse e utilità per l'utente. L'informazione contestuale può riferirsi alla posizione dell'utente, all'ora attuale, a proprietà fisiche come la temperatura, ecc. La gestione efficiente del contesto richiede un dettagliato data modeling ottenuto con processi specifici di classificazione, inferenza e predizione.

Certo è difficile comprendere cosa può essere considerato context aware, senza prima avere dato una definizione di contesto. La principale definizione di contesto è la seguente: *Il contesto è qualsiasi informazione che può essere usata per caratterizzare la situazione di una entità. Una entità è una persona, un luogo o un oggetto considerata rilevante all'interazione fra l'utente e l'applicativo, inclusi l'utente e l'applicativo stessi* [1]. Il contesto dunque è specificato mediante i valori di opportuni parametri, rappresentanti l'attività di un'entità. L'approccio orientato al contesto quindi permette all'entità di adattarsi all'ambiente, offrendo superiori vantaggi e possibilità ai nuovi applicativi. Una delle proprietà che maggiormente si desidera nel mobile context-awareness è la loro possibilità di poter effettuare previsioni, caratteristica che permetterebbe lo sviluppo di nuove, avanzate applicazioni.



Figura 1: Copertura LTE mondiale

Nel 2001, il Computer Science and Telecommunications Board (CSTB) del Consiglio Nazionale della Ricerca degli Stati Uniti d'America ha riunito una commissione di esperti per eseguire una ricerca sulle opportunit  certe e sui possibili sviluppi relativi all'interazione tra le comunit  di ricerca geo-spaziale ed informatica. Nella relazione prodotta dalla commissione [2], si evidenzia come l'ubicazione dell'utente sia uno dei fattori fondamentali nelle diverse definizioni di contesto che sono state proposte in letteratura. La centralit  di tale componente e la possibilit , fornita dalle attuali tecnologie mobili, di rilevare in modo sufficientemente preciso, semplice e continuativo, la posizione geografica degli utenti, fanno di questo settore un campo di ricerca attualmente molto attivo.

Contemporaneamente alla nascita dei servizi context aware, e dunque nata la necessit  di avviare una ricerca mirata al miglioramento delle prestazioni nella previsione delle traiettorie. Tale ramo di ricerca ovviamente mutua gran parte della natura delle applicazioni context aware. In questo caso pero le informazioni memorizzate si riducono a semplici dati spaziali e temporali, che dunque non rischiano di ledere la privacy della persona come invece possono essere portati a fare con applicativi context aware, che per loro natura cercano di tracciare tutti gli aspetti (gusti, personalit ) dell'utenza. La conoscenza della posizione di oggetti mobili ha dunque condotto allo sviluppo di applicazioni e servizi che sono stati catalogati location-based, che necessitano di conoscere la posizione approssimata di un oggetto mobile per operare. Esempio di ta-

li servizi sono gli applicativi di navigazione, gestori di traffico e la pubblicità location-based. In uno scenario tipico, il dispositivo mobile che sta fornendo un determinato servizio, periodicamente informa il framework di posizionamento della attuale posizione.

Nell'ultimo decennio anche i sistemi di sistemi di posizionamento sono migliorati. da un'accuratezza di decine di metri, si e ormai arrivarci ad avere una precisione di pochi metri anche per utilizzi civili. La ricerca di una precisione sempre piu alta a disposizione di tutti ha portato alla creazione di sistemi di posizionamento alternativi la GPS quali GLONASS (Militare russo), COMPASS (Cina), Galileo (Europa) e IRNSS (India) stanno cercando di imporsi come alternativa al sistema Americano.

Grazie alla copertura sempre crescente di reti wireless e sistemi di posizionamento la context aware non e piu incentrata sulla ricerca della posizione attuale dell'utente, ma sulle possibili destinazioni e percorsi nel breve e lungo termine. Grazie ad una metodologia si cerca di predire la posizione per anticipare i movimenti dell'utente e quindi cercare di eseguire un pre-fetch del servizio sulla localita prevista. Lo sviluppo di pratiche ed accurate tecniche di previsione degli spostamenti puo dunque aprire le porte a molti applicativi quali prenotazione di risorse, servizi location-based, ma anche migliorare la pianificazione e gestione delle aree urbane, grazie ad una migliore analisi del flusso urbano.

Ovviamente la possibilita di tracciare la posizione attuale dell'utente da sola non e sufficiente ad effettuare previsioni sul futuro dell'utente. In un articolo pubblicato qualche anno fa [3], nel quale si afferma come osservando i dati storici relativi ai movimenti di un utente (collezionati con diverse tecniche, nel caso citato accedendo alle basi di dati di una compagnia telefonica) sia possibile individuare pattern di movimento, ed prevedere correttamente il luogo in cui si trova una persona per il 93% del tempo. Da tali studi emerge come ciascun individuo abbia un insieme di localita che raramente lascia, e nelle quali si sposta con grande regolarita. Gli utenti che risiedono stabilmente in un raggio di 6 miglia hanno un tasso di predicibilita della posizione che va dal 93% al 97%, ma anche nel caso in cui il raggio aumenti di centinaia di miglia, la percentuale delle previsioni rimane alta, stabilizzandosi al 93% di successo. In tale articolo vengono inoltre indicati dei legami tra le localita frequentate dall'individuo e le ore della giornata. In particolare si evince come in certi orari di transizione (prima o dopo l'orario di lavoro, oppure durante le pause pranzo) le previsioni sul luogo in cui si trova l'utente vedano un brusco peggioramento dei risultati; comunque la percentuale che l'utente si trovi in un qualsiasi momento della giornata nella localita piu visitata e molto alta (del 70%).

# 1 Obiettivi della tesi

Gia in precedenti lavori di tesi svoltisi nell'Università degli Studi di Udine è stato presentato un algoritmo di previsione delle traiettorie basato sul modello della fisica dei campi elettrici, dove le località maggiormente importanti per l'individuo erano caratterizzate da forze attrattive e le meno importanti da forze nulle se non addirittura repulsive. Tale algoritmo è denominato ARDA, e stato presentato unitamente ad una nuova proposta di pesatura dell'importanza delle località che prende il nome di SpaceRank, il quale andava ad affiancare altri indici di valutazione delle località quali TotalTime (il tempo totale che l'individuo passa in una località), AverageTime (il tempo medio che l'individuo passa in una certa località durante una visita), NumberOfVisits (il numero di volte che l'utente passa per una certa località), e combinazioni di tali indici. Il lavoro svolto in una precedente tesi [3] proponeva:

- implementare dell'algoritmo di previsione ARDA utilizzando vari indici di valutazione dell'importanza delle località, con diverse suddivisioni di territorio
- confronto dei risultati di previsione ottenuti evidenziando il comportamento dell'algoritmo ARDA rispetto a due altri algoritmi di previsione (il primo che suppone l'utente prosegua la propria corsa in linea retta mantenendo la velocità media, il secondo che suppone l'utente prosegua il proprio percorso rimanendo in un intorno del punto rilevato);
- valutando la stabilità degli algoritmi proposti eseguendo dei test anche su una diversa raccolta di punti GPS (messa a disposizione dal Prof. Thad Starner) riguardante un territorio di dimensioni e varietà di movimenti maggiori;
- analisi del comportamento dell'algoritmo nelle previsioni delle destinazioni finali, eseguite lungo quattro milestone virtuali poste lungo i percorsi (inizio, 25%, 50% e 75% del tracciato).

Questa tesi prende in esame l'algoritmo e i dati di quella precedentemente descritta e si pone i seguenti obiettivi:

- Traduzione degli algoritmi dal linguaggio Python a Java e migliorarne alcuni aspetti;
- Unificare le procedure di test per i vari indici;
- Sviluppo di un'interfaccia per l'utilizzo al di fuori della riga di comando;
- Sviluppo di un sistema di visualizzazione ed esportazione dei test eseguiti.

## 2 Struttura della tesi

Lo scritto della tesi si divide in quattro principali parti. Nella prima parte si occupa di presentare gli algoritmi presi in esame cercando di metterne in evidenza non solo gli aspetti modellistici, ma anche i problemi implementativi. Nella seconda parte si dà ampio spazio ai risultati ottenuti sia nei risultati che a livelli prestazionali. Infine la terza parte è quella conclusiva, in cui si riassume il lavoro svolto traendo le somme sul lavoro svolto, presentando i punti di forza e di debolezza delle soluzioni adottate dando anche dei gli spunti di riflessione su eventuali sviluppi.

Le tre parti sopra esposte in realtà sono state svolte con diversa estensione, cercando di rispettare le gerarchie logiche. La prima sezione è racchiusa nel Capitolo 1 e 2. Il primo capitolo espone i concetti e la teoria sugli algoritmi scelti, vista l'importanza di riuscire a proporre nel modo più esauriente possibile le soluzioni algoritmiche adottate. Il secondo capitolo invece si sofferma sulle scelte di sviluppo fatte, gli accorgimenti fatti per migliorare gli algoritmi e il funzionamento del programma. La seconda parte invece si sviluppa nei seguenti due capitoli. Il Capitolo 3 e 4. Nel terzo capitolo si espongono i risultati ottenuti comparandoli con quelli ottenuti nella tesi precedente lasciando spazio a grafici e comparative cercando di capire il perché delle differenze. Nel quarto capitolo si fa una piccola osservazione sulle prestazioni delle 2 versioni facendo anche una comparativa con i tempi stimati al tempo della tesi originale. Infine la quarta parte, quella conclusiva, nella quale si cerca con il quinto capitolo di riassumere il lavoro svolto, evidenziando i risultati ottenuti e cercando di proporre come poter ulteriormente sviluppare la ricerca e miglioramenti prestazionali.





# Indice

1	Obiettivi della tesi . . . . .	vi
2	Struttura della tesi . . . . .	vii
<b>1</b>	<b>Previsioni di traiettorie: Stato dell'arte</b>	<b>1</b>
1.1	Sistemi dipendenti dal contesto . . . . .	2
1.1.1	Definizione di contesto . . . . .	2
1.1.2	Computazione context aware . . . . .	2
1.1.3	Definizione di applicazione dipendente dal contesto . . . . .	2
1.1.4	Esempi di applicazioni context aware . . . . .	2
1.1.5	Rilevazione di contesto . . . . .	2
1.2	Sistemi dipendenti dall'ubicazione . . . . .	2
1.2.1	Definizione di ubicazione . . . . .	2
1.2.2	Identificazione dell'ubicazione . . . . .	2
1.3	Previsioni delle destinazioni . . . . .	2
1.3.1	Preliminari: lo storico dei movimenti . . . . .	2
1.3.2	Approcci non dipendenti del dominio . . . . .	2
1.3.3	Approcci dipendenti dal dominio . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Sviluppo</b>	<b>3</b>
2.1	Java e Python . . . . .	3
2.1.1	Valorizzazione . . . . .	3
2.2	Altro . . . . .	3
2.2.1	Testo . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Capitolo 3</b>	<b>5</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>7</b>



# Capitolo 1

## Previsioni di traiettorie: Stato dell'arte

Bla bla bla

## 1.1 Sistemi dipendenti dal contesto

### 1.1.1 Definizione di contesto

### 1.1.2 Computazione context aware

### 1.1.3 Definizione di applicazione dipendente dal contesto

### 1.1.4 Esempi di applicazioni context aware

### 1.1.5 Rilevazione di contesto

## 1.2 Sistemi dipendenti dall'ubicazione

### 1.2.1 Definizione di ubicazione

### 1.2.2 Identificazione dell'ubicazione

## 1.3 Previsioni delle destinazioni

### 1.3.1 Preliminari: lo storico dei movimenti

### 1.3.2 Approcci non dipendenti dal dominio

### 1.3.3 Approcci dipendenti dal dominio

# Capitolo 2

## Sviluppo

Vediamo - capitolo 2

### 2.1 Java e Python

#### 2.1.1 Valorizzazione

### 2.2 Altro

#### 2.2.1 Testo



# Capitolo 3

# Capitolo 3

Vediamo - capitolo 3





# Bibliografia

- [1] A.Dey, *Understanding and using context*, Personal and Ubiquitous Computing, vol. 5, no. 1, pp 4-7, 2001
- [2] Chaoming Song, Zehui Qu, Nicholas Blumm, Albert-Laszlo Barabasi. *Limits of Predictability in Human Mobility*, Science 19 February 2010: Vol.327 . no 5968, pp.1018-1021
- [3] Luca Snaidero, *Valutazione sperimentale dell'algoritmo ARDA per la previsione di traiettorie*, 2009