

Borse di dottorato di ricerca finanziate da Regione Lombardia nell'ambito dell'Accordo di collaborazione con ENEA/Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo sostenibile (DGR n. 7792 del 17/01/2018 e 5321 del 4/10/2021).

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI MILANO-BICOCCA

Dottorato in: Informatica.

Stefano Fiorini: Definizione di tecniche di memorizzazione, accesso e presentazione dei dati riguardanti la mobilità in aree urbane utilizzando Distributed Ledger Technologies.

Abstract

Le città sono in continua evoluzione a causa dei cambiamenti e delle interazioni con i loro cittadini. Sono sistemi complessi composti da individui, veicoli e infrastrutture che costituiscono il cuore della vita moderna e dello sviluppo sociale. Un fattore chiave che guida questa crescita è l'avanzamento della mobilità verso uno scenario più intelligente e tecnologico, noto anche come Smart Mobility. Questo concetto implica il passaggio da un sistema di trasporto tradizionale a uno più innovativo, in cui un tessuto infrastrutturale intelligente collega le parti interessate e le entità per fornire soluzioni efficienti e sostenibili. I ricercatori in questo campo pongono una forte enfasi sulla comprensione e sull'identificazione dei modelli di spostamento degli individui, al fine di migliorare i servizi e, più in generale, la vivibilità delle città. L'avvento della Data Science ha rivelato l'importanza dello sviluppo e dell'applicazione di tecniche di Intelligenza Artificiale nella creazione di sistemi urbani automatizzati e intelligenti. Sebbene l'IA sia sempre più utilizzata nella Smart Mobility, ci sono ancora molte sfide da affrontare. Per questo motivo, in questa tesi, l'IA e la Scienza dei Trasporti vengono combinate per risolvere problemi di mobilità attraverso l'estrazione di informazioni dai dati di mobilità e lo sviluppo di algoritmi sofisticati. Tramite un'ampia sperimentazione, dimostriamo che le soluzioni proposte migliorano effettivamente la comprensione e l'applicazione dell'intelligenza artificiale ai problemi di mobilità. In particolare, ci concentriamo inizialmente sull'elaborazione dei dati e sull'estrazione della conoscenza da essi. Per spiegare l'adozione di veicoli per la mobilità condivisa, proponiamo l'uso di caratteristiche geografiche (distanza dal centro, walkability, concentrazione di punti di interesse) edemografiche (indice di istruzione). Inoltre, presentiamo un algoritmo di ottimizzazione multi-obiettivo per identificare le comunità in base al loro comportamento, tenendo conto dei modelli di utilizzo della mobilità condivisa, della distanza tra le aree e delle informazioni strutturali (tramite Map Embeddings). Esploriamo anche la definizione teorica e architetturale delle tecniche di Deep Learning per la risoluzione di problemi di mobilità del mondo reale. Proponiamo due architetture di Deep Learning, 3D-CLoST e STREED-Net, che utilizzano soluzioni innovative per estrarre meglio le relazioni spazio-temporali presenti nei dati di mobilità. Queste soluzioni ci permettono di migliorare lo stato dell'arte nella risoluzione del problema di previsione dei flussi a breve termine. Inoltre, per estendere l'applicabilità delle reti convoluzionali spettrali a grafo a problemi di mobilità definiti mediante grafi diretti ponderati, introduciamo SigMaNet, che è in grado di gestire sia grafi non diretti che diretti con pesi di qualsiasi segno o grandezza. La peculiarità di SigMaNet è la nuova matrice Sign-Magnetic Laplacian. Infine, ci occupiamo della previsione dei parcheggi su strada valutando le prestazioni di vari metodi, tra cui modelli statistici, reti convoluzionali a grafo e reti neurali convoluzionali, su due indicatori, il tempo medio in sosta e il numero di veicoli parcheggiati contemporaneamente.

Pubblicazioni

- S. Fiorini, M. Ciavotta, A. Maurino. Listening to the city, attentively: A Spatio- Temporal Attention Boosted Autoencoder for the Short-Term Flow Prediction Problem. Submitted to Information Sciences Journal.
- S. Fiorini, M. Ciavotta, S. Joglekar, S. Scepanovic, D. Quercia. On the adoption of e-moped sharing systems. Submitted to EPJ Data Science Journal.

Convegni

- S. Fiorini, G. Pilotti, M. Ciavotta, A. Maurino. Urban Mobility Prediction: CNNLSTM at rescue. Accepted at 6th Italian Conference on ICT for Smart Cities and Communities.

- S.Fiorini, G. Pilotti, M. Ciavotta, A. Maurino. 3D-CLoST: A CNN-LSTM Approach for Mobility Dynamics Prediction in Smart Cities. Accepted at IEEE Big Data Workshop on Data Science for Smart and Connected Communities (IEEE BigData 2020).
- E. Kurian², S. Varghese², S. Fiorini². Towards an innovative model in Wearable Expert System for Skiing. Accepted at MTSR 2020 Conference.
- S. Fiorini, M. Ciavotta, A. Maurino. A Multi-Criteria Algorithm for Automatic Detection of City Communities. Accepted by IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (IEEE ITSC 2021).
- L. Tolomei, S. Fiorini, A. Ciociola, D. Giordano, L. Vassio, M. Mellia. Benefits of Relocation on E-Scooter Sharing - a Data-Informed Approach. Accepted by IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (IEEE ITSC 2021).