

AI per Servizi Innovativi basati su Dati di Flotte Veicolari

Sergio Di Martino, Antonio Origlia, Vincenzo Norman Vitale

Università degli Studi di Napoli Federico II

sergio.dimartino@unina.it

Abstract

I veicoli moderni includono un gran numero di sensori ambientali. Con l'arrivo sul mercato di vetture connesse, le informazioni collezionate da tali sensori possono essere condivise con un data center remoto, dando potenzialmente luogo a una delle più grandi Sensor Network del mondo, in grado di generare immense moli di dati. La quantità e tipologia di nuovi servizi potenzialmente sviluppabili su tali dataset crowd-sensed è notevole, ma le sfide tecnologiche sono molto impegnative, soprattutto per la comunità di AI. I ricercatori del laboratorio di *Artificial Intelligence, Privacy and Applications* dell'Università di Napoli Federico II, si occupano da anni di problematiche di AI per estrarre nuova conoscenza da tali grosse moli di dati. Tra i principali Use Case investigati, si mira a comprendere meglio fenomeni di mobilità urbana, per supportare i Decision Maker di Smart Cities nell'ottimizzazione della mobilità.

1 Introduzione

Negli ultimi 20-30 anni, il comparto elettrico/elettronico degli autoveicoli è stato oggetto di innovazioni radicali. Solo negli anni '90 iniziano a diffondersi le prime soluzioni informatiche per la gestione del motore e della dinamica del veicolo (ABS/ESP). A fine degli anni '90, l'introduzione del Controller Area Network (CAN bus) avvia la rivoluzione: le componenti elettroniche di un veicolo non sono più isolate, ma possono scambiarsi dati attraverso protocolli standard. Ciò permette lo sviluppo di un grande numero di funzionalità per il guidatore ed i passeggeri. Il successivo salto tecnologico si ha circa una decade dopo, con l'introduzione via via sempre più pervasiva di sensori a bordo vettura, connessi via CAN bus e orientati a migliorare la sicurezza e la qualità della vita a bordo vettura. Esempi sono i sensori di temperatura, umidità e inquinanti nell'aria per un sistema di climatizzazione più confortevole, sensori di illuminazione e pioggia per fari e tergi automatici, e così via. Si arriva così all'ultimo salto tecnologico, che stiamo vedendo in questi anni, che prevede l'introduzione di una nuova generazione di sensori pensati per assistere la guida (gli Advanced Driver Assistance Systems, o ADAS), e che in pochi anni porteranno verso la gui-

da autonoma. Tra questi sensori troviamo sensori ultrasonici, telecamere frontali, radar, Lidar, etc.

Il risultato è che le autovetture oggi in commercio sono il bene di massa con il maggior numero di sensori contestuali. Al momento però, i dati collezionati da questa enorme mole di sensori resta confinato a bordo vettura. Con la prossima evoluzione tecnologica in arrivo, le vetture diventeranno "connesse", cioè disporranno di tecnologie di comunicazione mobile che permetterà lo scambio di dati bidirezionale in real-time con un back-end remoto. In questo modo, tutta l'informazione dei sensori veicolari, nota come eXtended Floating Car Data, o XFCD, può essere raccolta in un data center, opportunamente anonimizzata, aggregata, e quindi usata per estrarre nuova conoscenza contestuale nelle aree geografiche coperte dai veicoli. In pratica, ogni vettura connessa sarà una potenziale sonda, in grado di effettuare un **crowd-sensing opportunistico** di un gran numero di parametri dell'ambiente circostante, quali ad esempio traffico, inquinamento, dati meteorologici, stato di usura dell'infrastruttura viaria, etc.

Lo sfruttamento delle potenzialità offerte da questa enorme quantità di dati potrebbe portare alla generazione di nuova conoscenza contestuale in tempo reale, aprendo le porte a scenari, servizi e opportunità di business totalmente nuove, ed in svariati domini applicativi. Naturalmente, uno dei primi campi di applicazione risulterebbe essere quello degli Intelligent Transportation Systems (ITS). La conoscenza dettagliata e aggiornata dello stato dell'infrastruttura stradale ne permetterebbe uno sfruttamento ben superiore a quanto fatto oggi. Ad esempio, sarebbe possibile offrire servizi di routing personalizzati ed in grado di evitare potenziale traffico, oppure sarebbe possibile supportare i guidatori nella scelta del parcheggio, indirizzandoli verso segmenti stradali dove si prevede una maggiore probabilità di trovare posti liberi, con significativi benefici sulla mobilità urbana.

Per contro, la disponibilità di grossi dataset spaziotemporali di XFCD è un concetto abbastanza nuovo e poco esplorato, dove la comunità di AI sarà chiamata a dare un forte contributo per la definizione, applicazione e validazione di nuove tecniche specifiche per il dominio trattato. Ad esempio, al momento gli articoli scientifici che si sono occupati di predire la disponibilità di parcheggi su strada a partire da dati XFCD crowd-sensed è estremamente limitato, e basato su approcci data-driven abbastanza di base [Lin *et al.*, 2017].

2 Un Caso d’Uso: On-Street Parking

I sistemi di navigazione che suggeriscono ai guidatori possibili parcheggi sono al momento limitati ai parcheggi in struttura, in quanto non esistono metodi economicamente scalabili a livello cittadino di monitoraggio di parcheggi su strada in tempo reale. D’altro canto, svariati ricercatori hanno dimostrato che una vettura equipaggiata con sensori ultrasonici e/o con telecamera frontale dei sistemi ADAS, possa efficacemente rilevare i posti liberi di un segmento stradale attraversato [Mathur *et al.*, 2010; Grassi *et al.*, 2017]. Tuttavia questo scenario non era mai stato approfondito in letteratura, lasciando dubbi sul se e quale fosse la reale copertura spazio-temporale di raccolta di dati di parcheggi su strada che una flotta di veicoli connessi poteva garantire. Negli ultimi 5 anni abbiamo approfonditamente investigato l’argomento nel nostro gruppo di ricerca dell’Università di Napoli Federico II, principalmente applicando tecniche di AI. In dettaglio, la Research Question che ci siamo posti è: "Per offrire un servizio di informazioni di disponibilità di parcheggi su strada in un’area urbana, di quanti veicoli sonda avremmo bisogno?". Per valutare le capacità di coverage spazio-temporale di una flotta di taxi per il crowd-sensing di parcheggi attraverso i sensori di bordo, abbiamo definito una procedura sperimentale di Knowledge Discovery mostrata in Figure 1 e pubblicata originariamente in [Bock e Di Martino, 2017]. Tale procedura è stata applicata a un dataset pubblico di decine di GB di XFCF provenienti da taxi di San Francisco (USA), ed un dataset di circa 15GB di dati di parcheggi su strada, sempre di San Francisco, che fungeva da ground-truth. Il risultato interessante è che soli 300 taxi nel loro normale servizio, potrebbero garantire informazioni di disponibilità di parcheggio con crowd-sensing opportunistico con una qualità comparabile a quella di una massiccia infrastruttura, composta da oltre 8000 sensori, ad una frazione di tale costo. Successivamente, in [Bock *et al.*, 2019], abbiamo investigato l’impatto di misdetections dei veicoli sonda e le conseguenze dell’uso di tecniche di AI per il recovery di tali errori di letture. Il risultato dell’investigazione è che la qualità dei sensori a bordo vettura è estremamente importante, almeno quanto il numero di veicoli sonda. Dopo aver investigato la problematica della copertura del crowd-sensing, ci siamo occupati di come sfruttare al meglio tali dati per fornire ad un guidatore delle predizioni di disponibilità di parcheggi al suo Estimated Time of Arrival (ETA) a destinazione. A tal fine, in [Di Martino *et al.*, 2017] abbiamo definito e validato sperimentalmente una pipeline a due step, basata su una prima fase di de-noising dei dati attraverso una tecnica di fitting basata su Support Vector Machines, configurate opportunamente con algoritmi genetici. In una seconda fase, sui dati ripuliti, abbiamo effettuato delle regressioni, ottenendo delle predizioni di parcheggi su strada significativamente migliori di quanto ottenibile senza de-noising.

3 Conclusioni e Outlook

L’avvento di veicoli connessi, equipaggiati con la sensoristica necessaria per offrire guida autonoma, dischiude scenari affascinanti per la comunità di AI. Saranno a breve disponibili enormi quantità di dati collezionati XFCF dai veicoli, che

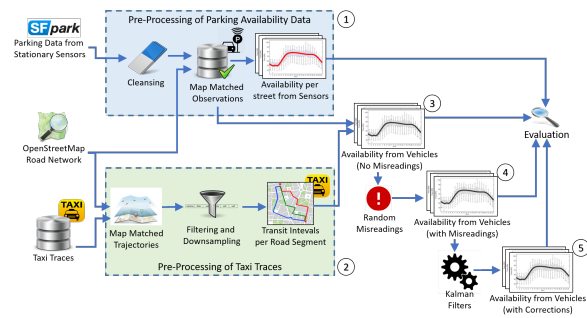


Figura 1: La Pipeline Tecnologica Impiegata

agendo come sonde in uno scenario di crowd-sensing opportunistico, possono comunicare ad un back-end remoto enormi quantità di parametri ambientali e contestuali. Da anni stiamo lavorando su questo scenario, mostrandone, come esempio di caso d’uso, il monitoraggio di parcheggi su strada. Le sfide per la comunità di AI sono rilevanti. La definizione e validazione di nuove tecniche di AI in grado di scalare efficacemente per gestire enormi moli di dati XFCF sarà un fattore abilitante necessario per lo sviluppo di ulteriori servizi innovativi.

Riferimenti bibliografici

- [Bock *et al.*, 2019] Fabian Bock, Sergio Di Martino, e Antonio Origlia. Smart parking: Using a crowd of taxis to sense on-street parking space availability. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2019.
- [Bock e Di Martino, 2017] Fabian Bock e Sergio Di Martino. How many probe vehicles do we need to collect on-street parking information? In *Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), 2017 5th IEEE International Conference on*, pages 538–543. IEEE, 2017.
- [Di Martino *et al.*, 2017] Sergio Di Martino, Antonio Origlia, e Fabian Bock. A 2-step approach to improve data-driven parking availability predictions. In *Procs of the 10th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Computational Transportation Science, IWCTS '17*, New York, NY, USA, 2017. ACM.
- [Grassi *et al.*, 2017] Giulio Grassi, Paramvir Bahl, Kyle Jamieson, e Giovanni Pau. Parkmaster: An in-vehicle, edge-based video analytics service for detecting open parking spaces in urban environments. In *The Second ACM/IEEE Symposium on Edge Computing (SEC 2017)*, 2017.
- [Lin *et al.*, 2017] T. Lin, H. Rivano, e F. Le Mouél. A survey of smart parking solutions. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, PP(99):1–25, 2017.
- [Mathur *et al.*, 2010] Suhas Mathur, Tong Jin, Nikhil Kasturirangan, Janani Chandrasekaran, Wenzhi Xue, Marco Gruteser, e Wade Trappe. Parknet: drive-by sensing of road-side parking statistics. In *Procs of the 8th international conference on Mobile systems, applications, and services*, pages 123–136. ACM, 2010.