

Reti veicolari basate sulla rappresentazione della conoscenza

Michele Ruta, Floriano Scioscia, Filippo Gramegna, Saverio Ieva, Ivano Bilenchi, Eugenio Di Sciascio

Politecnico di Bari - via E. Orabona 4, 70125 Bari
{nome.cognome}@poliba.it

Abstract

Il contributo presenta la ricerca condotta nell'ambito dei sistemi avanzati di assistenza alla guida basati sul paradigma del Semantic Web of Things (SWoT). L'intelligenza artificiale è impiegata per: (i) annotare dati di funzionamento di un veicolo estratti dalle unità di controllo, mediante linguaggi di rappresentazione della conoscenza; (ii) elaborarli combinando ragionamento automatico e machine learning per la rilevazione del contesto e dei fattori di rischio; (iii) disseminare e fondere in maniera intelligente la conoscenza inferita all'interno di una rete veicolare.

1 Introduzione

I sistemi per l'assistenza alla guida (Advanced Driver-Assistance Systems, ADAS) più evoluti e i prototipi dei sistemi per la guida autonoma sfruttano le capacità di calcolo e comunicazione dei dispositivi a bordo dei veicoli per l'analisi e la fusione in tempo reale di grandi volumi di informazioni eterogenee, provenienti da una serie di micro-dispositivi a bordo e da altri nodi fissi e mobili di una rete veicolare (Vehicular Ad-hoc Network, VANET).

In questo ambito è emergente l'idea di utilizzo di tecniche e tecnologie di rappresentazione della conoscenza e ragionamento automatico (Knowledge Representation and Reasoning, KRR) per modellare l'informazione sulla base di un'interpretazione formale e rigorosa del suo significato (semantica). Questo consente l'interoperabilità tra differenti piattaforme e l'applicazione di procedure di inferenza per derivare nuova conoscenza implicita da quella esplicitamente asserita in una base di conoscenza. Tra i diversi strumenti e linguaggi di KRR, quelli derivanti dall'iniziativa del Semantic Web godono di ampia adozione, con un background teorico basato sulle Logiche Descrittive ben approfondito dalla comunità scientifica e numerose implementazioni ottimizzate per scenari Web-based. La convergenza tra il Semantic Web e l'Internet of Things (IoT) ha poi portato alla nascita del cosiddetto Semantic Web of Things (SWoT) [Scioscia e Ruta, 2009], che mira all'elaborazione intelligente dell'informazione e alla sua disseminazione in ambienti mobili e pervasivi. La ricerca allo stato dell'arte ha dimostrato come si possano sfruttare dispositivi di contenute capacità computazionali e memoria

(come le centraline o i sistemi di infotainment del veicolo o perfino gli smartphone dei conducenti) per estrarre dati di funzionamento di un mezzo in tempo reale, interpretarli in maniera efficiente e annotarli generando una caratterizzazione semantica del sistema composito veicolo-conducente-contesto. Ciò permette di identificare i fattori di rischio e quelli di inefficienza in modo tale da allertare il conducente e suggerirgli gli interventi più opportuni istante per istante.

Condividendo tale conoscenza in una VANET mediante un appropriato approccio di swarm intelligence basato sulla fusione di informazione annotata di alto livello, un insieme di veicoli può raggiungere collaborativamente una *situation awareness* completa e tempestiva. Ciò permette alla VANET di adattarsi velocemente a cambiamenti di contesto repentini ed offrire resilienza di fronte ad imprecisioni o malfunzionamenti nella rilevazione del singolo veicolo, correggendo rapidamente eventuali errori nell'informazione condivisa.

Il paragrafo successivo sintetizza i principali risultati di ricerca ottenuti. Seguono indicazioni sulle prospettive future.

2 Evoluzione della ricerca

Gli attuali veicoli sono equipaggiati con diverse unità di controllo (Electronic Control Unit, ECU) che coordinano e monitorano componenti e dispositivi interni, collegate tra loro attraverso uno o più bus di comunicazione. Gli standard internazionali richiedono il supporto al protocollo *On Board Diagnostics, version 2* (OBD-II: <https://www.arb.ca.gov/msprog/obdprog/obdprog.htm>) per fornire un accesso diretto in tempo reale a una serie di parametri riguardanti lo stato di funzionamento del veicolo ed ai codici di errore per la diagnosi dei malfunzionamenti. *iDriveSafe* [Ruta *et al.*, 2010] è un'applicazione iOS che implementa un framework per l'assistenza alla guida basato sulla conoscenza. Essa sfrutta le capacità dello smartphone per elaborare: (i) dati sul funzionamento e lo stato di efficienza del veicolo acquisiti tramite uno *scan tool* OBD-II connesso via Bluetooth o Wi-Fi; (ii) dati acquisiti dai micro-device integrati nello smartphone, quali GPS (Global Positioning System), accelerometro e magnetometro; (iii) laddove lo smartphone sia connesso a Internet, informazioni recuperate da servizi Web esterni (geocodifica inversa della località e condizioni meteorologiche). Il framework adopera tecniche statistiche ed euristiche di data fusion per identificare eventi e condizioni complesse, ricavando un insieme ristretto di feature di alto livello a partire da

grandi volumi di dati grezzi. Le feature sono poi caratterizzate su base semantica in riferimento ad una ontologia di dominio. Le annotazioni prodotte sono sottoposte infine ad un processo di matchmaking, che sfrutta servizi di inferenza non-standard [Ruta *et al.*, 2012b], in grado di determinare –come scostamenti da un profilo che rappresenta le condizioni ottimali– tutti i fattori di difformità riferiti allo situazione corrente del sistema “conducente × veicolo × ambiente”. Il risultato del processo di matchmaking è utilizzato per suggerire al conducente azioni e comportamenti da adottare al fine di minimizzare inefficienze e pericoli. L’evoluzione del prototipo (<http://sisinflab.poliba.it/swottools/idrivesafe/>) descritta in [Ruta *et al.*, 2012a] è in grado di monitorare un set di parametri del veicolo più ampio per fornire assistenza non solo riguardo alla sicurezza, ma anche ad emissioni, consumi e prestazioni.

Un algoritmo di Machine Learning (ML) per la classificazione a partire da stream di dati, denominato *MAFALDA* (MATCHmaking Features for mACHine Learning Data Analysis) [Ruta *et al.*, 2018b], completa il framework di analisi. Attraverso la combinazione di una caratterizzazione semantica dei campioni e di servizi di inferenza non-standard, un tipico problema di ML di classificazione è assimilato ad un processo di discovery di risorse mediante matchmaking semantico. Come illustrato in Figura 1, l’approccio procede secondo le fasi seguenti: (i) annotazione in tempo reale dei dati rilevati in accordo con l’ontologia OWL (Web Ontology Language) di riferimento; (ii) costruzione incrementale di una matrice di congiunti atomici per il training del modello; (iii) definizione del modello, che associa ad ognuna delle possibili classi di uscita un’annotazione OWL articolata costruita a partire dal training set; (iv) classificazione tramite matchmaking semantico. Per la validazione è stato realizzato un nuovo prototipo di applicazione mobile Android per identificare eventi e fattori di rischio in automobile (<https://github.com/sisinflab-swot/mafalda>). Esso è stato testato su un dataset raccolto in alcuni mesi mediante OBD-II su tre autoveicoli diversi durante la percorrenza di tratte urbane, extraurbane e miste. I risultati hanno evidenziato prestazioni della classificazione ed efficienza sostanzialmente competitivi rispetto ad approcci allo stato dell’arte quali alberi di decisione, Support Vector Machine e Deep Learning, con il vantaggio di fornire modelli dotati di significato esplicito ed *explanation* su base logica dei risultati.

Il paradigma delle VANET permette di disseminare e scambiare informazioni tra veicoli e unità fisse a bordo strada a portata di comunicazione wireless a corto raggio (Dedicated Short-Range Communications, DSRC). In tale ambito, [Ruta *et al.*, 2018a] definisce un framework collaborativo per diffondere informazioni di contesto annotate su base semantica (costruite ad esempio tramite uno degli approcci descritti sopra). Esso si basa su due elementi principali: (i) utilizzo di un servizio di inferenza per la fusione di conoscenza progettato per favorire la situation awareness collettiva in sistemi multi-agente, con risoluzione delle inconsistenze e resilienza contro informazioni spurie; (ii) un protocollo di disseminazione per un’efficiente propagazione bidirezionale dell’informazione all’interno della VANET.

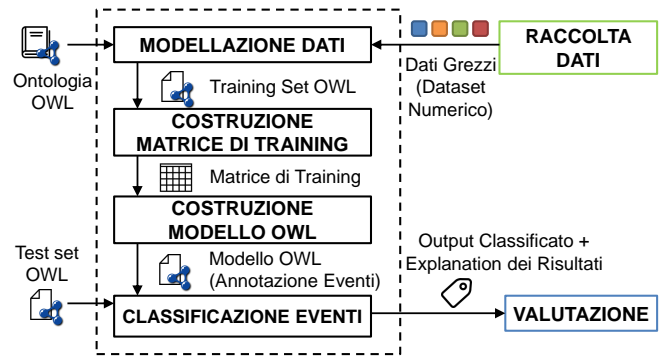


Figura 1: Framework MAFALDA

3 Prospettive future

Lo studio di tecniche innovative di KRR e ML basate sul paradigma SWoT permette di introdurre un livello informativo accurato e completo all’interno delle reti di veicoli. Sviluppi futuri riguardano la possibilità di rendere completamente autonomi veicoli e gruppi di veicoli a seguito di decisioni locali o collettive maturate dopo l’interpretazione dei dati contestuali e lo scambio di informazioni in rete.

Riferimenti bibliografici

- [Ruta *et al.*, 2010] M. Ruta, F. Scioscia, F. Gramegna, e E. Di Scioscio. A Mobile Knowledge-based System for On-Board Diagnostics and Car Driving Assistance. In *4th Intern. Conf. on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies (UBICOMM)*, pages 91–96, Wilmington, USA, 2010. ThinkMind.
- [Ruta *et al.*, 2012a] M. Ruta, F. Scioscia, F. Gramegna, G. Loseto, e E. Di Scioscio. Knowledge-based Real-Time Car Monitoring and Driving Assistance. In *20th Italian Symp. on Advanced Datab. Sys.*, pages 289–294, 2012.
- [Ruta *et al.*, 2012b] Michele Ruta, Floriano Scioscia, Eugenio Di Scioscio, Filippo Gramegna, e Giuseppe Loseto. Mini-ME: the Mini Matchmaking Engine. In *OWL Reasoner Evaluation Workshop (ORE)*, volume 858, pages 52–63. CEUR-WS, 2012.
- [Ruta *et al.*, 2018a] M. Ruta, F. Scioscia, F. Gramegna, S. Ieva, E. Di Scioscio, e R. Perez de Vera. A knowledge fusion approach for context awareness in vehicular networks. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(4):2407–2419, aug 2018. DOI: 10.1109/JIOT.2018.2815009.
- [Ruta *et al.*, 2018b] M. Ruta, F. Scioscia, G. Loseto, A. Pinto, e E. Di Scioscio. Machine Learning in the Internet of Things: a Semantic-enhanced Approach. *Semantic Web Journal*, 10(1):183–204, 2018. DOI: 10.3233/SW-180314.
- [Scioscia e Ruta, 2009] Floriano Scioscia e Michele Ruta. Building a Semantic Web of Things: issues and perspectives in information compression. In *Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Semantic Computing*, pages 589–594, Piscataway, NJ, USA, 2009. IEEE Computer Society.