

Un nuovo paradigma di interazione per la guida cooperativa: il progetto AutoMate

Andrea Castellano, Elisa Landini, Roberto Montanari
RE:Lab Srl

andrea.castellano@re-lab.it, elisa.landini@re-lab.it, roberto.montanari@re-lab.it

Abstract

La progressiva introduzione di strumenti e tecnologie per l'automazione dei veicoli sta radicalmente cambiando il contesto dei trasporti e della mobilità. Tuttavia, la transizione verso un sistema in cui le auto siano in grado di gestire la complessità di casi d'uso molto diversi tra loro è ancora ben lontana dall'essere compiuta.

In questo quadro, il progetto Horizon 2020 AutoMate, attualmente in corso, sta sviluppando e testando tecnologie finalizzate ad agevolare la transizione verso i sistemi ad alto livello di automazione, e a garantire un'efficace interazione tra guidatore e automazione. Essi, in AutoMate, sono visti come membri di un *team*, che cooperano per garantire la sicurezza, il comfort e la fiducia nell'esecuzione del compito di guida.

In questo lavoro saranno descritti alcuni tra i principali concetti introdotti nell'ambito del progetto, al fine di discutere il potenziale impatto del progetto sulla ricerca sul tema dell'*autonomous driving*.

1 Introduzione

Gli attuali approcci alla progettazione di sistemi di guida autonoma si basano principalmente sul concetto di *task distribution*, ovvero sulla suddivisione dei compiti tra agente umano e agente tecnologico. Una particolare modalità di interazione, emersa negli ultimi anni, rientra all'interno del *framework cooperativo* [Hoc et al., 2006] e consiste nel vedere il compito di guida non solo come un insieme di task da suddividere tra guidatore e automazione, ma stabilisce le condizioni per una cooperazione finalizzata al raggiungimento di un obiettivo comune.

2 Il "TeamMate concept"

Nel panorama descritto, il progetto AutoMate intende esplorare gli effetti e le conseguenze delle modalità di interazione di tipo cooperativo.

L'obiettivo primario di AutoMate è quello di progettare, sviluppare e valutare una "TeamMate car" basata sui principi della collaborazione tra essere umano e automazione.

L'assunto iniziale di AutoMate è che sia l'automazione, sia i guidatori, presi singolarmente abbiano dei limiti. Tuttavia, i limiti di ciascuno dei due agenti possono essere superati attraverso la loro complementarietà. Essa si traduce concretamente in abilitatori tecnologici (hardware e software) che

consentono al "TeamMate system" di interpretare diversi scenari di guida nel modo più efficace, sicuro e confortevole possibile.

3 Artificial Intelligence in AutoMate

In questo capitolo sono descritte alcuni degli approcci progettuali più interessanti perseguiti in AutoMate per favorire l'implementazione del paradigma cooperativo.

3.1 Driver Monitoring System

Per poter garantire un elevato livello di adattività in base allo stato del guidatore, all'interno del progetto è stato sviluppato e integrato nei dimostratori un Driver Monitoring System (DMS). Il DMS è un classificatore dello stato umano, in grado di rilevare in tempo reale i livelli attentivi e di *drowsiness*. Esso è inoltre in grado di ricostruire l'area di interesse dello sguardo del driver: questa caratteristica è di particolare interesse, poiché consente, ad esempio, di personalizzare le informazioni da comunicare al guidatore in base alla direzione dello sguardo. In questo modo, ad esempio, i warning e le altre informazioni salienti possono essere comunicati nel display o nel dispositivo in cui egli sta guardando in quel dato momento, in modo da massimizzare l'efficacia dell'intenzione comunicativa.

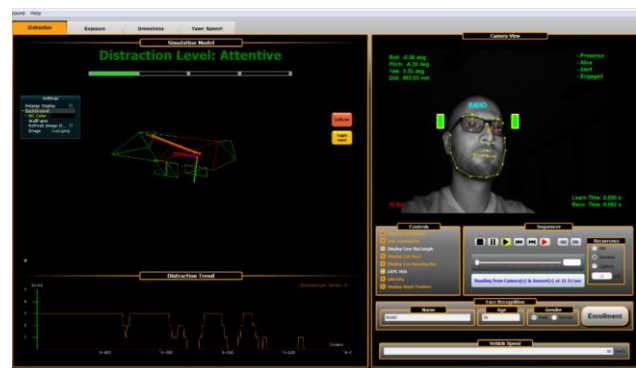


Figura 2: Driver Monitoring System (DMS)

Il DMS, attraverso un sistema di image processing, ricostruisce la posizione e l'orientamento della testa, la dilatazione della palpebra e il numero di *blink*.

Il sistema diventa, in questo modo, un abilitatore tecnologico per garantire che lo stato del veicolo si modelli in base allo stato del guidatore, per trasformare la complementarietà concettuale in complementarietà sostanziale e d'azione

3.2 Tecniche di Driver Modelling: Driver Intention Recognition (DIR)

Nella TeamMate car, sono stati usati dei *driver model* per migliorare la sicurezza calcolando in tempo reale il livello di rischio della manovra che il guidatore intende effettuare. Ad esempio, se in modalità di guida manuale il guidatore intende effettuare un sorpasso, un modulo di *online risk assessment* determina il livello di sicurezza della manovra.

Altri approcci perseguiti nel progetto includono l'estensione dei tradizionali modelli rappresentativi basati sull'interpretazione dei dati-veicolo e della situazione di traffico, includendo anche dati raccolti da input e caratteristiche del driver. Uno di questi include lo sviluppo di un modulo basato su *Dynamic Bayesian Networks (DBN)* in grado di predire le intenzioni del driver. Questo modulo, chiamato *Driver Intention Recognition (DIR)*, intende rappresentare le relazioni statistiche tra le intenzioni del driver, la manovra di guida eseguita e le informazioni dei sensori circa lo stato del veicolo e del traffico. Questa rete Bayesiana dinamica, è stata addestrata attraverso dati sperimentali raccolti in esperimenti con utenti reali in un contesto di guida su strada extra-urbana a due carreggiate per senso di marcia.

Lo scopo di questo modulo è quello di creare, anche attraverso tecniche di learning online, una guida *human-like* in grado di favorire l'accettazione delle tecnologie di guida ad alto livello di automazione.

4 Human Machine Interface per sfruttare il potenziale della TeamMate car

L'HMI (Human-Machine Interface) è lo strumento che più degli altri permette la costruzione del team formato da essere umano e tecnologie per l'automazione. Questo perché essa, fungendo da tramite informativo tra i due agenti, è in grado di regolare le condizioni di *workload* cognitivo, di *situation awareness* e di costruire la fiducia nell'automazione.

In AutoMate è stato sfruttato un paradigma di interazione negotiation-based [Koo et al., 2014], ovvero orientato a superare l'approccio informativo tradizionale basato sui warning. La negoziazione, in AutoMate, consiste nello spostare il focus dell'interazione (e della parte di compito di guida assegnata al guidatore) dal livello percettivo e basato sull'azione e l'intervento diretto del driver a un livello strategico, tattico e decisionale.

Nel caso in cui l'auto, in modalità di guida autonoma, rileva un'inefficienza o un limite con possibili implicazioni sulla sicurezza (ad esempio, nel caso di un sorpasso non del tutto sicuro, cfr. Figura 3), richiede al guidatore di intervenire decidendo la manovra da eseguire, pur senza cedere il controllo del veicolo.

Alcuni test esplorativi sono stati svolti per valutare l'efficacia di questa modalità di interazione, con risultati incoraggianti che mostrano come questa tipologia comunicativa sia in grado di mantenere livelli di carico cognitivo piuttosto ridotti ed essere ben compresa e accettata dagli



Figura 3: HMI della TeamMate car

utenti nel contesto sperimentale [Castellano et al., 2018].

5 Conclusioni

In questo elaborato è stato descritto come l'implementazione di un paradigma di guida cooperativa possa favorire l'adozione dei veicoli ad alto livello di automazione. Alcuni test preliminari suggeriscono che questa modalità di interazione sia ben accettata dagli utenti e sia in grado di favorire il trust. Ulteriori test saranno svolti per valutare l'efficacia del concept e delle tecnologie implementate, in diversi dimostratori, sia simulatori di guida, sia su strada con veicoli prototipali.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato prodotto nel quadro del progetto AutoMate, finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma di ricerca e innovazione Horizon 2020, attraverso il Grant Agreement no. 690705.

Riferimenti bibliografici

- [Castellano et al., 2018] Andrea Castellano, Serena Fruttalido, Elisa Landini, Roberto Montanari, Andreas Luedtke, *Is your request just this? New automation paradigm to reduce the requests of transition without increasing the effort of the driver*, 25th ITS World Congress, Copenhagen, Denmark, 17-21 September 2018.
- [Hoc et al., 2006] Jean-Michel Hoc, Franck Mars, Isabelle Milleville-Pennel, Élise Jolly, Mariana Netto et Jean-Marc Blosseville, *Human-machine cooperation in car driving for lateral safety: delegation and mutual control*, *Le travail humain* 2006 (Vol. 69), pages 153 à 182
- [Koo et al., 2014] Jeamin Koo, Jungsuk Kwac, Wendy Ju, Martin Steinert, Larry. Leifer, Clifford Nass, *Why did my car just do that? Explaining semi-autonomous driving actions to improve driver understanding, trust, and performance*, *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, Springer-Verlag France 2014.