

Monitoraggio dello stato di attenzione del conducente in ambito Automotive tramite immagini di profondità

Stefano Pini¹, Guido Borghi², Roberto Vezzani², Rita Cucchiara²

AIMagelab, Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari”, Università di Modena e Reggio Emilia

¹s.pini@unimore.it, ²{nome.cognome}@unimore.it

Abstract

Gli incidenti stradali sono una delle principali cause di morte a livello mondiale. Una percentuale significativa di questi incidenti è dovuta alla distrazione di uno dei conducenti dei veicoli coinvolti.

Per affrontare questa problematica, le attività di ricerca del laboratorio congiunto RedVision Lab vertono sul monitoraggio dello stato dell’attenzione del conducente tramite tecniche di visione e intelligenza artificiale. In particolare, vengono sfruttate immagini di profondità acquisite tramite sensori a infrarosso installati all’interno dell’abitacolo o in ambiente simulato. Da un lato, è studiato il rilevamento della postura del busto e della testa del conducente, che sono importanti indicatori dello stato di attenzione o disattenzione sull’attività di guida. Dall’altro, è investigato il rilevamento delle mani del guidatore, in quanto anche questo può essere un valido indicatore dell’attività corrente svolta dal conducente. I risultati sperimentali confermano la bontà degli algoritmi proposti.

1 Introduzione

Gli incidenti durante la guida di un veicolo sono un problema quotidiano, dovuto in larga parte all’insorgere di distrazioni alla guida, stress, fatica e cattive condizioni psico-fisiche: l’essere umano, infatti, è facilmente distraibile, fatica a mantenere costante il livello di concentrazione e soffre la sonnolenza già dopo poche ore di guida.

I dati riguardanti i casi di disattenzione alla guida sono allarmanti: secondo uno studio annuale della *World Health Organization* [World Health Organization, 2018], nel 2016 gli incidenti stradali sono stati la principale causa di morte a livello mondiale per i giovani di età compresa fra i 5 e i 29 anni e l’ottava a livello assoluto, e di questi una proporzione variabile fra il 5% e il 25% è causata da distrazione e sonno alla guida [European Road Safety Observatory, 2018].

Ovviamente la diffusione di strumenti tecnologici, quali smartphone e simili, non ha fatto altro che introdurre nuove fonti di distrazione. L’uso di telefoni cellulari e dispositivi mobili aumenta di un fattore 4 la probabilità di essere coinvolto in un incidente [World Health Organization, 2018].

Ecco perché sia le istituzioni che i costruttori di auto sono

impazienti di introdurre e/o migliorare i sistemi di assistenza e monitoraggio del conducente, come ad esempio la velocità adattativa, l’allineamento con la corsia, l’avviso di ostacoli esterni e la prevenzione di sonnolenza e distrazione.

Inoltre, il prossimo avvento di sistemi di guida autonoma e il necessario periodo di transizione che vedrà la coesistenza di veicoli tradizionali e a guida autonoma sulle strade, renderà tale argomento di grande attualità e interesse in quanto attualmente aspetti tecnologici, morali e legali impongono che il conducente sia in grado di prendere in qualsiasi istante il controllo del sistema autonomo di guida o, almeno, di svolgere un’attività di sorveglianza. Ad oggi, purtroppo, tali sistemi di monitoraggio commerciali risultano avere ancora un’efficacia parziale, sia nell’acquisizione dei dati che nella predizione di stati di distrazione e sonnolenza del conducente.

L’attività di ricerca presso il laboratorio congiunto *RedVision Lab* si occupa dello studio di nuove tecniche e algoritmi di *Visione e Intelligenza Artificiale* per il monitoraggio continuo dello stato di attenzione del guidatore e del rilevamento della distrazione durante l’attività di guida. Tale attività viene svolta principalmente mediante telecamere a infrarossi installate all’interno dell’abitacolo.

2 Analisi dei requisiti

In letteratura, generalmente sono individuate tre categorie di distrazione del conducente:

- **Distrazione visiva:** il conducente non guarda con attenzione la strada ma, ad esempio, ha lo sguardo rivolto verso il sistema di *infotainment* del veicolo;
- **Distrazione manuale:** le mani del conducente non sono saldamente sul volante ma, per tempo prolungato, sono impegnate in altri tipi di attività;
- **Distrazione cognitiva:** l’attenzione del conducente non è focalizzata sull’attività di guida, a causa di cattive condizioni fisiche, sonnolenza o affaticamento;

La progettazione dei sistemi di visione deve tenere conto di specifici requisiti poiché il monitoraggio dell’attenzione viene condotto durante la normale attività di guida:

- **Invarianza alla luminosità:** i sistemi di visione devono essere attivi e funzionanti anche in presenza di cambiamenti repentini di luce (dovuti, ad esempio, all’alternanza giorno-notte, alle cattive condizioni atmosferiche, al passaggio del veicolo all’interno di gallerie);

- **Non invasività:** i sistemi di monitoraggio del conducente non devono in alcun modo ostacolare l'attività di guida. I dispositivi impiegati, quindi, devono essere di dimensioni contenute, anche perché è necessario integrarli all'interno delle strumentazioni già presenti nell'abitacolo;
- **Elaborazione in tempo reale:** la generazione di allarmi in seguito al rilevamento di distrazione alla guida è efficace e utile se e solo se immediata;

A fronte di questi requisiti, *RedVision Lab* adotta le seguenti soluzioni:

- **Dispositivi ad infrarosso:** tramite l'illuminazione a infrarosso, non pericolosa per l'essere umano, è possibile illuminare l'abitacolo senza disturbare l'attività di guida del conducente. In particolare, si sta investigando l'utilizzo di particolari sensori infrarosso (IR), le telecamere di profondità, in grado di acquisire informazioni 3D della scena inquadrata;
- **Nuovi sensori integrati:** recentemente, il mercato ha visto l'introduzione di nuovi sensori di profondità a infrarossi, caratterizzati da piccole dimensioni e da un'elevata qualità di immagine. Alcuni esempi sono il sensore *PMD Pico Flexx*¹ e il sensore *Pico Zense*².
- **Reti Neurali a ridotta complessità:** l'adozione di reti neurali a profondità e dimensione di input ridotte porta allo sviluppo di modelli computazionalmente leggeri e che necessitano tendenzialmente di un minor numero di dati per essere addestrati. Viene anche previsto l'impiego di schede embedded presentate recentemente, come l'*Nvidia Jetson AGX Xavier*³, che, grazie alla GPU integrata, garantiscono prestazioni e livelli di parallelizzazione del codice significativi.

3 Rilevamento della postura della testa

La stima della posizione e dell'orientazione della testa nello spazio tridimensionale è una ricca e variegata fonte di informazioni per il campo automobilistico: è intuitivo infatti associare al monitoraggio automatico della posizione della testa del conducente un controllo attento, in grado di individuare momenti in cui la distrazione prende il sopravvento sulla normale attività di guida del veicolo.

Tale tema è affrontato tramite tecniche di *deep learning* applicate a immagini di profondità, ottenendo livelli di errore allo stato dell'arte.

In particolare, il recente framework *POSEidon*⁺ [Borghi *et al.*, 2018a], sfruttando diverse reti neurali applicate a immagini di profondità, è in grado di stimare gli angoli di rotazione della testa e del busto di una persona. Alcuni esempi di output del sistema sono riportati in Figura 1.

3.1 Rilevamento delle mani

Il rilevamento della posizione delle mani durante l'attività di guida permette di comprendere il tipo di attività svolta dal

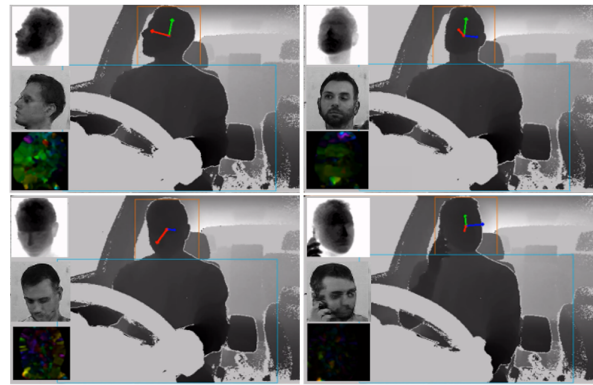


Figura 1: Esempi di output del framework *POSEidon*⁺ che stima la postura di testa e busto del conducente. [Borghi *et al.*, 2018a]

conducente. Inoltre, questo tipo di informazione può essere utilizzata per lo sviluppo di sistemi innovativi di interazione uomo-macchina, per rendere l'interazione stessa più intuitiva, veloce e sicura, in quanto si possono ridurre i tempi di assenza delle mani sul volante.

Tale tema è affrontato con due differenti approcci: il primo prevede l'utilizzo di telecamere infrarossi posizionate dietro al volante, il secondo invece utilizza immagini RGB acquisite dalle spalle del guidatore.

In particolare, è stato recentemente rilasciato pubblicamente un dataset acquisito tramite un sensore ad infrarosso posto dietro al volante e appositamente realizzato per il rilevamento delle mani sul volante dell'auto [Borghi *et al.*, 2018b]. Inoltre, è in sviluppo un sistema di rilevazione delle mani a partire da immagini RGB riprese in abitacolo da una telecamera posizionate dietro al conducente o fra il conducente e il passeggero, in modo tale da inquadrare sia il volante che l'*infotainment* del veicolo.

Acknowledgement

Il laboratorio *RedVision* è stato istituito con il supporto di Ferrari SpA. Si ringrazia inoltre Ferrari SpA per la donazione di una plancia per la raccolta dati e la sperimentazioni degli algoritmi sviluppati.

Riferimenti bibliografici

- [Borghi *et al.*, 2018a] Guido Borghi, Matteo Fabbri, Simone Calderara, Roberto Vezzani, e Rita Cucchiara. Face-from-depth for head pose estimation on depth images. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 2018.
- [Borghi *et al.*, 2018b] Guido Borghi, Elia Frigieri, Roberto Vezzani, e Rita Cucchiara. Hands on the wheel: A dataset for driver hand detection and tracking. In *13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition, FG 2018*. IEEE, 2018.
- [European Road Safety Observatory, 2018] European Road Safety Observatory. Driver Distraction 2018. https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/ersosynthesis2018-driverdistraction.pdf, 2018.
- [World Health Organization, 2018] World Health Organization. Global status report on road safety 2018. https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/, 2018.

¹<https://pmdtec.com/picofamily/flexx/>

²<https://www.pico-interactive.com/zense>

³<https://developer.nvidia.com/embedded/buy/jetson-agx-xavier-devkit>