

Intelligenza Artificiale per applicazioni di Smart Home e Automotive

Simone Bianco¹, Marco Buzzelli¹, Luigi Celona¹, Gianluigi Ciocca¹, Paolo Napoletano¹, Raimondo Schettini¹, Alessandro Gumiero², Danilo Pau² and Valeria Radicioni²

¹Università degli Studi di Milano - Bicocca

²STMicroelectronics (AST - Advanced System Technology)

{nome.cognome}@unimib.it, {nome.cognome}@st.com

Abstract

Questo documento discute i contributi dell'Imaging and Vision Laboratory del Dipartimento di Informatica Sistemistica e Comunicazione (DISCo) dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca all'interno dei progetti: The Home of Internet of Things (Home IoT), TEINVEIN: TECnologie INnovative per i VEicoli Intelligenti e E4S: ENERGY FOR SAFETY, finanziati dalla Regione Lombardia. I contributi sono legati principalmente alla realizzazione di sistemi autocontenuti per il riconoscimento ed in monitoraggio a breve/lungo termine di persone.

1 Progetti in corso

Questo documento descrive brevemente i contributi degli autori nell'ambito di alcuni progetti attualmente in corso:

- **The Home of Internet of Things (Home IoT)**, Codice Unico Progetto (CUP): E47H16001380009 - Call "Linea R&S per Aggregazioni" cofinanziato da POR FESR 2014-2020 (Programma Operativo Regionale, Fondo Europeo di Sviluppo Regionale - Regione Lombardia).
- **TEINVEIN: TECnologie INnovative per i VEicoli Intelligenti**, Codice Unico Progetto (CUP): E96D17000110009 - Call "Accordi per la Ricerca e l'Innovazione", cofinanziato da POR FESR 2014-2020 (Programma Operativo Regionale, Fondo Europeo di Sviluppo Regionale - Regione Lombardia).
- **E4S: ENERGY FOR SAFETY** Sistema integrato per la sicurezza della persona ed il risparmio energetico nelle applicazioni di Home & Building Automation, CUP (Codice Unico Progetto - Unique Project Code): E48B17000310009 - (Call "Smart Living" - Regione Lombardia)

2 Contributo

Il contributo dell'Imaging and Vision Laboratory (IVL: www.ivl.disco.unimib.it) del Dipartimento di Informatica Sistemistica e Comunicazione (DISCo) dell'Università degli Studi

di Milano-Bicocca all'interno dei progetti Home IoT, TEINVEIN e E4S è incentrato sulla realizzazione di sistemi autocontenuti per il riconoscimento ed il monitoraggio a breve/lungo termine di persone. L'idea portante è quella di rendere intelligenti e responsivi le normali apparecchiature domestiche, per esempio specchio, televisore, frigorifero, così come anche alcuni strumenti normalmente presenti in auto, come ad esempio il cruscotto.

Tutti i prototipi realizzati o in corso di realizzazione hanno in comune l'uso di sistemi di acquisizione e sensoristica del mercato consumer, un'infrastruttura tecnologica basata sul paradigma Internet of Things (IoT) e l'uso di algoritmi di machine learning, ed in particolare di Reti Neurali Convolutionali (CNN), per la classificazione.

Ambrogio è un assistente domestico (Home Assistant) che integra algoritmi basati su CNN e tecniche di intelligenza artificiale. *Ambrogio* è un sistema modulare che percepisce tramite sensori (ambientali, video, acustici, di luce e fisiologici) e interagisce con gli utenti del sistema.

In particolare, il Modulo di Analisi Facciale (Face Analysis Module) è in grado di elaborare automaticamente le immagini per riconoscere, oltre all'identità delle persone [Bianco, 2017], le emozioni basiche (paura, ansia, tristezza, felicità, disattenzione etc.) [Bianco *et al.*, 2016; Celona e Manoni, 2017], e di classificare le emozioni secondo un principio di valenza (emozioni negative o positive) e in termini di attivazione/eccitazione (emozioni passive piuttosto che attive). Il modulo è in grado di descrivere con accuratezza i volti di persone sconosciute (non precedentemente classificate) rispetto a caratteristiche facciali pre-determinate (età, genere, etc.) e identifica aspetti addizionali (quali la presenza di occhiali, capelli/calvizie, baffi) insieme a tratti somatici caratterizzanti (forma dell'ovale del viso, colore degli occhi, etc.) [Celona *et al.*, 2018a].

Il Modulo di Riconoscimento Vocale (Speech Recognition module) di *Ambrogio* è in grado di riconoscere l'identità del soggetto che parla, comprendere alcuni comandi vocali e di riconoscere, sulla base dell'inflessione della voce, alcune emozioni basiche (ansia, stress, paura, etc.) [Bianco *et al.*, 2018b].

Il Modulo di Riconoscimento Attività (Action/Activity Recognition Module) [Ciocca *et al.*, 2018] riconosce azioni e attività che coinvolgono l'intera figura umana (full body actions), riconosce gesti semplici associati ad intenzionalità

precise o comandi (ad esempio attivazione di interruttori per accendere o spegnere la luce, richieste di soccorso, etc.). Il modulo inoltre identifica lo svolgersi di “azioni anomale”.

I moduli di Ambrogio sono impiegati nei seguenti prototipi:

- *Smart, magic mirror*: analisi di caratteristiche/ tratti somatici facciali e di stati emotivi short-term/long-term (sulla base del riconoscimento di espressioni facciali) [Bianco *et al.*, 2018a].
- *Automotive*: monitoraggio dello stato di stress (tramite analisi dei segnali fisiologici)[Napoletano e Rossi, 2018], identificazione di comportamenti distraenti del conducente (tramite il riconoscimento delle azioni svolte nell’abitacolo)[Cuevas *et al.*, 2018], e identificazione del grado di stanchezza (attraverso analisi del volto) [Celona *et al.*, 2018b].
- *Sofa – television set*: riconoscimento delle azioni svolte in ambiente domestico (full body action recognition) come per esempio sdraiarsi, sedersi, leggere, mangiare, camminare ecc.) [Ciocca *et al.*, 2018].
- *Cyber-nanny*: rilevamento del dolore nei neonati (dolore/non dolore) grazie all’analisi delle espressioni facciali con tecniche di Computer Vision e deep learning[Celona *et al.*, 2019 submitted; Celona e Manoni, 2017].

Per la raccolta dei segnali fisiologici utilizzati nel dimostratore *Automotive* è stato utilizzato il dispositivo Pulse costruito da MR&D con la Bodygateway sviluppata da STMicroelectronics.

Riferimenti bibliografici

- [Bianco *et al.*, 2016] Simone Bianco, Luigi Celona, e Raimondo Schettini. Robust smile detection using convolutional neural networks. *Journal of Electronic Imaging*, 25(6):063002, 2016.
- [Bianco *et al.*, 2018a] Simone Bianco, Luigi Celona, e Paolo Napoletano. Visual-based sentiment logging in magic smart mirrors. In *2018 IEEE 8th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin)*, pages 1–4, Sep. 2018.
- [Bianco *et al.*, 2018b] Simone Bianco, Elia Cereda, e Paolo Napoletano. Discriminative deep audio feature embedding for speaker recognition in the wild. In *2018 IEEE 8th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin)*, pages 1–5, Sep. 2018.
- [Bianco, 2017] Simone Bianco. Large age-gap face verification by feature injection in deep networks. *Pattern Recognition Letters*, 90:36–42, 2017.
- [Celona *et al.*, 2018a] Luigi Celona, Simone Bianco, e Raimondo Schettini. Fine-grained face annotation using deep multi-task cnn. *Sensors*, 18(8):2666, Aug 2018.
- [Celona *et al.*, 2018b] Luigi Celona, Lorenzo Mammana, Simone Bianco, e Raimondo Schettini. A multi-task cnn framework for driver face monitoring. In *2018 IEEE 8th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin)*, pages 1–4. IEEE, 2018.
- [Celona *et al.*, 2019 submitted] Luigi Celona, Sheryl Brahnam, e Simone Bianco. Get the most out of the few data for neonatal pain assessment. In *Proceedings of the 13th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. ACM, 2019 - submitted.
- [Celona e Manoni, 2017] Luigi Celona e Luca Manoni. Neonatal facial pain assessment combining hand-crafted and deep features. In *International Conference on Image Analysis and Processing*, pages 197–204. Springer, 2017.
- [Ciocca *et al.*, 2018] Gianluigi Ciocca, Alessio Elmi, Paolo Napoletano, e Raimondo Schettini. Activity monitoring from rgb input for indoor action recognition systems. In *International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin)*, pages 1–4. IEEE, 2018.
- [Cuevas *et al.*, 2018] Leonel Cuevas, Paolo Napoletano, e Raimondo Schettini. Recognition of driver distractions using deep learning. In *International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin)*, pages 1–6. IEEE, 2018.
- [Napoletano e Rossi, 2018] Paolo Napoletano e Stefano Rossi. Combining heart and breathing rate for car driver stress recognition. In *International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin)*, pages 1–5. IEEE, 2018.