

AI per l'Industria presso Università degli Studi di Catania

**Dario Allegra¹, Sebastiano Battiato¹, Vincenzo Cutello¹, Giovanni Maria Farinella¹,
Giovanni Gallo¹, Antonino Furnari¹, Daniela Giordano², Alessandro Ortis¹,
Simone Palazzo², Mario Pavone¹, Concetto Spampinato², Filippo Stanco¹**

¹Dipartimento di Matematica e Informatica

²Dipartimento di Ingegneria Elettrica Elettronica e Informatica

Abstract

Presso l'Università degli Studi di Catania (UNICT) diverse unità operative lavorano a diversi aspetti dell'Intelligenza Artificiale. In questo documento sono descritte le principali tematiche che hanno un impatto per il comparto industriale. I risultati ottenuti negli ultimi anni, oltre ad essere oggetto di pubblicazioni scientifiche nelle principali riviste del settore, hanno posto le basi per il coinvolgimento dei partecipanti in progetti di scala regionale, nazionale e internazionale e la collaborazione con aziende leader nel settore.

1 Egocentric ed Embodied AI

1.1 Descrizione

Negli ultimi anni, le comunità di ricerca di Intelligenza Artificiale e Computer Vision hanno riconosciuto l'importanza di progettare sistemi che tengano conto della natura "egocentrica" (ovvero che mette l'"io" al centro) della percezione. Infatti, mentre i lavori classici di Computer Vision assumevano una percezione visiva basata su telecamere fisse, gli esseri senzienti percepiscono il mondo muovendosi in esso e si muovono a loro volta per percepirlo meglio. L'interesse della comunità scientifica sui temi della Egocentric ed Embodied AI è testimoniato dalla proposta di due grossi dataset di video egocentrici, EPIC-KITCHENS [Damen *et al.*, 2021b; Damen *et al.*, 2021a] e EGO4D [Grauman *et al.*, 2021]. Le principali tematiche di Human-Centered AI affrontate dal laboratorio FPV@IPLAB¹ riguardano la predizione in anticipo di interazioni con oggetti [Furnari e Farinella, 2021; Rodin *et al.*, 2021], la localizzazione [Spera *et al.*, 2021], la navigazione [Möller *et al.*, 2021; Rosano *et al.*, 2020], la comprensione delle interazioni con oggetti [Ragusa *et al.*, 2021; Dunnhofer *et al.*, 2021] e la domain adaptation [Pasqualino *et al.*, 2021]. Lo studio di queste tecnologie di percezione permette lo sviluppo di applicazioni di intelligenza artificiale su dispositivi mobili, indossabili e su piattaforme robotiche che trovano impiego in diversi contesti applicativi quali quello della sicurezza sul lavoro, quello dei beni culturali, e quello delle tecnologie assistenziali. In ambito di sicurezza,

ad esempio, algoritmi capaci di predire le interazioni con gli oggetti prima che esse avvengano, possono permettere di notificare l'operatore quando viene predetta una interazione futura potenzialmente pericolosa. Nello stesso ambito, la comprensione delle interazioni con gli oggetti è fondamentale per poter guidare gli utenti in procedure complesse, così come la localizzazione e la navigazione possono aiutare l'operatore a orientarsi in un ambiente complesso e a trovare velocemente le uscite di sicurezza o dei luoghi specifici. Le stesse tecnologie possono essere utilizzate nell'ambito dei beni culturali, in cui i dispositivi indossabili e i robot autonomi possono essere utilizzati per fornire una guida virtuale all'utente, guidandolo verso la fruizione di un museo o un sito archeologico mediante localizzazione, navigazione e riconoscimento delle interazioni con le opere d'arte. Gli algoritmi sviluppati dal gruppo di ricerca FPV@IPLAB trovano inoltre impiego nell'ambito delle tecnologie assistenziali, in cui i dispositivi indossabili e i robot autonomi possono essere utilizzati per fornire supporto a portatori di handicap o persone anziane, fornendo informazioni su come interagire con specifici oggetti (ad esempio mediante comunicazione aumentativa alternativa) o come navigare gli ambienti (ad esempio come orientarsi in un supermercato).

1.2 Metodologie di AI Utilizzate

Le principali metodologie di AI utilizzate nello studio delle tecnologie descritte fanno capo al deep learning. Ad esempio, le Convolutional Neural Networks (CNN) sono state impiegate per il riconoscimento delle immagini per la localizzazione e la comprensione delle interazioni con gli oggetti, metodologie di reinforcement learning sono state utilizzate per l'addestramento di sistemi di navigazione autonomi, algoritmi basati su reti ricorrenti sono stati utilizzati per la predizione di eventi futuri, mentre tecniche di adversarial learning sono utilizzate per domain adaptation.

1.3 Progetti

Il gruppo di ricerca è coinvolto in progetti nazionali e internazionali relativamente alle tematiche descritte e collabora con diverse aziende leader nel settore dell'Intelligenza Artificiale. Informazioni sui progetti sono disponibili al seguente indirizzo: <https://iplab.dmi.unict.it/fpv/projects>

¹<https://iplab.dmi.unict.it/fpv>

1.4 Ricercatori Coinvolti

Giovanni Maria Farinella², Antonino Furnari, Francesco Ragusa

2 Modellazione Basata su Agenti per la Simulazione del Comportamento Collettivo

2.1 Descrizione

La simulazione dell'evacuazione di un gruppo di persone ogni giorno gioca un ruolo essenziale e fondamentale in molti campi applicativi, con specifico riferimento a casi di emergenza, dove una gestione, o valutazione errata può causare incidenti mortali. Come conseguenza, sono stati sviluppati diversi modelli per valutare e studiare piani di evacuazione e/o analizzare il comportamento di una folla durante una situazione di emergenza. Nello studio specifico, è stato sviluppato un modello di simulazione *agent-based*, nel quale vengono investigati due diversi tipi di agenti che agiscono in modo differente durante l'evacuazione: (i) *collaborative agent*, il quale agisce in maniera attenta e cooperativa, e (ii) *defector agent* che, invece, agisce individualmente e avventatamente. Lo scopo di questo modello di simulazione non è solo quello di analizzare e studiare cosa succede quando un gruppo di persone evacua durante un'emergenza, ma piuttosto, l'obiettivo principale del modello progettato è quello di investigare e capire se la presenza dei defector è di aiuto agli agenti cooperativi, ossia se la presenza dei defector è uno stimolo e una motivazione per i cooperativi ad essere più produttivi e più efficienti. L'efficienza e l'affidabilità del modello vengono valutate rispetto al (i) numero di agenti evacuati, (ii) ai costi dei percorsi di evacuazione e (iii) ai tempi di evacuazione.

2.2 Ricercatori Coinvolti

Carolina Crespi, Vincenzo Cutello, Georgia Fargetta, Mario Pavone³, Rocco A. Scollo

3 Visione Artificiale per l'Automotive e la Robotica

3.1 Descrizione

La ricerca nell'ambito della realizzazione di agenti intelligenti in grado di navigare autonomamente un ambiente (strutturato e non) ha recentemente attirato grande interesse, per via della crescente attenzione verso i sistemi di guida autonoma in contesti urbani. In tali scenari, la percezione visuale dell'ambiente che circonda l'agente diventa un elemento essenziale, sia in termini di adeguato funzionamento, che — e soprattutto — in termini di sicurezza delle persone che si trovano nel mezzo e nell'area circostante. Tali problematiche, di particolare impatto sociale nel caso della guida autonoma in ambiente urbano, si presentano in maniera analoga in scenari esplorativi da parte di robot mobili autonomi, poiché diventa necessario — per motivi economici e di successo della missione — garantire l'incolumità e il corretto funzionamento del robot. Questa tipologia di attività presenta difficoltà agiungitive rispetto al contesto urbano, poiché gli ambienti sono

²Principal Investigator: gfarinella@dmi.unict.it

³Principal Investigator: mpavone@dmi.unict.it

spesso non strutturati e in condizioni non controllate (relativamente alla tipologia di terreno, di ostacoli, di condizioni atmosferiche). In questa tematica si svolge l'attività in oggetto, che si focalizza sulla realizzazione di metodologie per l'emulazione dei meccanismi visuali attentivi degli esseri umani, a supporto di sistemi autonomi che siano in grado di identificare e riconoscere gli elementi salienti di una scena e agire di conseguenza.

3.2 Metodologie di AI Utilizzate

L'attività di ricerca nella tematica in oggetto ha investigato principalmente le applicazioni di convolutional neural networks (CNN) per l'analisi di singole immagini (ad esempio, combinando informazioni di colore con la stima delle distanze degli oggetti [Genovese *et al.*, 2021]) che di flussi video: in [Bellitto *et al.*, 2021], in particolare, si propone un'architettura convoluzione 3D multi-scala, combinata con tecniche di domain adaptation per migliorare le capacità di generalizzazione dei modelli su dataset non annotati. La complessità dell'analisi spazio-temporale ha portato anche allo studio di soluzioni 2D più efficienti per la stima della salienza visuale [Rundo *et al.*, 2021b] o di approcci multi-modalità in grado di combinare dati visuali con informazioni biometriche dell'utente [Rundo *et al.*, 2020]. Infine, nell'ambito della navigazione di robot mobili in ambienti non supervisionati sono stati proposti metodi per la stima della traversabilità di terreni in condizioni non vincolate, con particolare attenzione (codificata da un'opportuna funzione obiettivo nell'apprendimento) per la sicurezza del robot nella valutazione del rischio delle possibili traiettorie [Palazzo *et al.*, 2020].

3.3 Progetti

Le attività di ricerca oggetto di questa tematica sono state svolte grazie al supporto del progetto "BioTrak: Definizione e qualificazione di un sistema innovativo di tracciabilità e certificazione di filiere zootecniche caratterizzate dall'utilizzo mangimistico di biomasse residuali del settore olivicolo" (PO FESR 2014-2020, Azione 1.1.5).

3.4 Ricercatori Coinvolti

Concetto Spampinato⁴, Daniela Giordano, Simone Palazzo, Giovanni Bellitto, Federica Proietto Salantri

4 Visione Artificiale per la Sicurezza in Auto

4.1 Descrizione

I sistemi di guida assistita ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) sono sistemi di assistenza del conducente di un veicolo nel processo di guida. In tale contesto, il gruppo di ricerca si è occupato dello sviluppo di algoritmi di AI che monitorano lo stato del conducente mediante microcamere a luce visibile per individuare segni di stanchezza, stress o di irritabilità. Parte dei risultati della ricerca sono stati pubblicati [Battiato *et al.*, 2020; Rundo *et al.*, 2021a; Rundo *et al.*,], mentre altri lavori sono in fase di valutazione per essere pubblicati o per la definizione di brevetti industriali.

⁴Principal Investigator: concetto.spampinato@unict.it

4.2 Metodologie AI utilizzate

Varie architetture basate sulle Convolutional Neural Networks sono state utilizzate per la classificazione, la localizzazione ed il riconoscimento di oggetti.

4.3 Progetti

ADAS+ - Sviluppo di Tecnologie e Sistemi Avanzati per la Sicurezza dell'Auto mediante piattaforme Advanced Driver Assistance System (PON Ricerca e Innovazione 2014-2020).

4.4 Ricercatori Coinvolti

Sebastiano Battiato⁵, Alessandro Ortis, Francesco Rundo.

5 AI per i Processi Produttivi

5.1 Descrizione

Nel contesto del Industry 4.0, il gruppo di ricerca si occupa di sviluppare tecnologie e applicazioni di AI come supporto ed evoluzione dei processi produttivi. Uno degli obiettivi riguarda la definizione di soluzioni algoritmiche per l'ottimizzazione dello scheduling dei lotti all'interno di processi produttivi industriali. Un altro campo di applicazione riguarda i sistemi automatizzati di controllo di qualità. In fase di produzione ogni dispositivo viene sottoposto a diversi test basati su avanzati modelli statistici, i cui esiti forniscono indicazioni sul corretto funzionamento dello stesso. I risultati della ricerca in tale contesto sono stati pubblicati in una rivista di fascia elevata [Furnari *et al.*, 2021].

5.2 Metodologie AI utilizzate

Tecniche di Reinforcement Learning per la realizzazione di algoritmi decisionali per l'ottimizzazione dello scheduling. Le strategie considerate per la costruzione dei modelli di identificazione delle anomalie seguono il paradigma OOC (One Class Classification).

5.3 Progetti

Il progetto Saturn - Smart mAnufacTURiNg - (Progetto MI-SE PON Fabbrica Intelligente). Il gruppo ha inoltre collaborato con STMicroelectronics stipulando il contratto in conto terzi dal titolo "Data Analytics for Quality".

5.4 Ricercatori Coinvolti

Sebastiano Battiato⁵, Giovanni Gallo, Giuseppe Furnari, Filippo Stanco⁶, Dario Allegra, Alessandro Ortis.

6 Visione Artificiale per gli Smart Spaces

6.1 Descrizione

Il gruppo è coinvolto in diverse attività di ricerca per esplorare ed implementare soluzioni architetture e servizi innovativi che sfruttino i benefici di nuove tecnologie abilitanti come l'IoT ed il 5G, che permettano la creazione di servizi utili nel contesto dei cosiddetti Smart Spaces.

⁵Principal Investigator: battiato@dmi.unict.it

⁶Principal Investigator: fstanco@dmi.unict.it

6.2 Progetti

Tali attività vengono svolte nel contesto di una collaborazione pluriennale con il laboratorio di ricerca Joint Open Lab Wave di TIM (JOL).

6.3 Ricercatori Coinvolti

Sebastiano Battiato⁵, Giovanni Maria Farinella, Alessandro Ortis.

7 AI per il Contrasto ai Deepfakes

7.1 Descrizione

Il termine Deepfakes si riferisce a tutti quei contenuti multimediali che vengono sinteticamente modificati o creati utilizzando algoritmi di AI. Diversi algoritmi sono in grado generare immagini e video che riproducono le sembianze di persone esistenti. L'autenticità di tali contenuti non può essere garantita a causa dell'estrema qualità con cui vengono creati questi dati. Nasce così l'esigenza di contrastare l'uso illecito di questa tecnologia. In questo contesto, il gruppo vanta un'esperienza pluriennale nel campo della Digital Forensics. Nel 2016 nasce iCTLab (www.ictlab.srl), spinoff universitario che offre servizi di consulenza in Digital Forensics, con focus specifico sui dati multimediali. L'attività in questo ambito di ricerca include sia la pubblicazione di articoli [Guarnera *et al.*, 2020; Guarnera *et al.*,] sia l'organizzazione di eventi come la conferenza Multiforesee 2019 (MULTI-modal Imaging of FOREnsic SciEnce Evidence tools for Forensic Science)⁷, il workshop MMforWild 2020 (MultiMedia FOREnsics in the WILD)⁸ e la Deepfake Images Detection and Reconstruction Challenge⁹.

7.2 Metodologie AI utilizzate

Le tecniche utilizzate sono le Convolutional Neural Networks per la classificazione, gli autoencoders e le Generative Adversarial Networks per la rappresentazione e generazione di immagini.

7.3 Principali Partecipanti

Sebastiano Battiato⁵, Alessandro Ortis, Luca Guarnera, Oliver Giudice.

Riferimenti bibliografici

[Battiato *et al.*, 2020] Sebastiano Battiato, Sabrina Conoci, Roberto Leotta, Alessandro Ortis, Francesco Rundo, e Francesca Trenta. Benchmarking of computer vision algorithms for driver monitoring on automotive-grade devices. In *AEIT International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive*, 2020.

[Bellitto *et al.*, 2021] G. Bellitto, F. Proietto Salanitri, S. Palazzo, F. Rundo, C. D. Giordano, e Spampinato. Hierarchical domain-adapted feature learning for video saliency prediction. *International Journal of Computer Vision*, 129(12):3216–3232, 2021.

⁷<https://iplab.dmi.unict.it/multiforesee2019/>

⁸<https://iplab.dmi.unict.it/mmforwild/>

⁹<https://iplab.dmi.unict.it/deepfakechallenge/>

- [Damen *et al.*, 2021a] Damen, Doughty, Farinella, Furnari, Kazakos, Ma, Moltisanti, Munro, Perrett, Price, e Wray. Rescaling egocentric vision. *International Journal on Computer Vision (IJCV)*, abs/2006.13256, 2021.
- [Damen *et al.*, 2021b] Dima Damen, Hazel Doughty, Giovanni Maria Farinella, Sanja Fidler, Antonino Furnari, Evangelos Kazakos, Davide Moltisanti, Jonathan Munro, Toby Perrett, Will Price, e Michael Wray. The epic-kitchens dataset: Collection, challenges and baselines. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI)*, 43(11):4125–4141, 2021.
- [Dunnhofer *et al.*, 2021] Matteo Dunnhofer, Antonino Furnari, Giovanni Maria Farinella, e Christian Micheloni. Is first person vision challenging for object tracking? In *IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshops - Visual Object Tracking Challenge*, 2021.
- [Furnari *et al.*, 2021] Giuseppe Furnari, Francesco Vattiato, Dario Allegra, Filippo Luigi Maria Milotta, Alessandro Orofino, Rosetta Rizzo, Rosaria Angela De Palo, e Filippo Stanco. An ensembled anomaly detector for wafer fault detection. *Sensors*, 21(16):5465, 2021.
- [Furnari e Farinella, 2021] Antonino Furnari e Giovanni Maria Farinella. Rolling-Unrolling LSTMs for action anticipation from first-person video. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI)*, 43(11):4021–4036, 2021.
- [Genovese *et al.*, 2021] Angelo Genovese, Vincenzo Piuri, Francesco Rundo, Fabio Scotti, e Concetto Spampinato. Driver attention assistance by pedestrian/cyclist distance estimation from a single rgb image: A cnn-based semantic segmentation approach. In *IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, 2021.
- [Grauman *et al.*, 2021] Grauman, Westbury, Byrne, Chavis, Furnari, Girdhar, Hamburger, Jiang, Liu, Liu, Martin, Nagarajan, Radosavovic, Ramakrishnan, Ryan, Sharma, Wray, Xu, Xu, Zhao, Bansal, Batra, Cartillier, Crane, Do, Doulaty, Erapalli, Feichtenhofner, Fragomeni, Fu, Fuegen, Gebreselasie, alez, Huang, Huang, Jia, Khoo, Kolar, Kottur, Kumar, Landini, Li, Li, Mangalam, Modhugu, Munro, Murrell, Nishiyasu, Price, Puentes, Ramazanov, Sari, Somasundaram, Southerland, Sugano, Tao, Vo, Wang, Wu, Yagi, Zhu, Arbelaez, Crandall, Damen, Farinella, Ghanem, Ithapu, Jawahar, Joo, Kitani, Li, Newcombe, Oliva, Park, Rehg, Sato, Shi, Shou, Torralba, Torresani, Yan, e Malik. Around the World in 3,000 Hours of Egocentric Video. *CoRR - arXiv*, abs/2110.07058, 2021.
- [Guarnera *et al.*,] Luca Guarnera, Oliver Giudice, e Sebastiano Battiato. Deepfake detection by analyzing convolutional traces. In *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*.
- [Guarnera *et al.*, 2020] Luca Guarnera, Oliver Giudice, e Sebastiano Battiato. Fighting deepfake by exposing the convolutional traces on images. *IEEE Access*, 8:165085–165098, 2020.
- [Möller *et al.*, 2021] Ronja Möller, Antonino Furnari, Sebastiano Battiato, Aki Härmä, e Giovanni Maria Farinella. A survey on human-aware robot navigation. *Robotics and Autonomous Systems*, 2021.
- [Palazzo *et al.*, 2020] Simone Palazzo, Dario C. Guastella, Luciano Cantelli, Paolo Spadaro, Francesco Rundo, Giovanni Muscato, Daniela Giordano, e Concetto Spampinato. Domain adaptation for outdoor robot traversability estimation from rgb data with safety-preserving loss. In *2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pages 10014–10021. IEEE, 2020.
- [Pasqualino *et al.*, 2021] Giovanni Pasqualino, Antonino Furnari, Giovanni Signorello, e Giovanni Maria Farinella. An unsupervised domain adaptation scheme for single-stage artwork recognition in cultural sites. *Image and Vision Computing*, 2021.
- [Ragusa *et al.*, 2021] Francesco Ragusa, Antonino Furnari, Salvatore Livatino, e Giovanni Maria Farinella. The meccano dataset: Understanding human-object interactions from egocentric videos in an industrial-like domain. In *IEEE Winter Conference on Application of Computer Vision (WACV)*, 2021.
- [Rodin *et al.*, 2021] Ivan Rodin, Antonino Furnari, Dimitrios Mavroedis, e Giovanni Maria Farinella. Predicting the future from first person (egocentric) vision: A survey. *Computer Vision and Image Understanding*, 2021.
- [Rosano *et al.*, 2020] Marco Rosano, Antonino Furnari, Luigi Gulino, e Giovanni Maria Farinella. On embodied visual navigation in real environments through habitat. In *International Conference on Pattern Recognition*, 2020.
- [Rundo *et al.*,] Francesco Rundo, Francesca Trenta, Roberto Leotta, Concetto Spampinato, Vincenzo Piuri, Sabrina Conoci, Ruggero Donida Labati, Fabio Scotti, e Sebastiano Battiato. Advanced temporal dilated convolutional neural network for a robust car driver identification. In *International Conference on Pattern Recognition*.
- [Rundo *et al.*, 2020] Francesco Rundo, Sabrina Conoci, Sebastiano Battiato, Francesca Trenta, e Concetto Spampinato. Innovative saliency based deep driving scene understanding system for automatic safety assessment in next-generation cars. In *International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive*, 2020.
- [Rundo *et al.*, 2021a] Francesco Rundo, Roberto Leotta, e Sebastiano Battiato. Real-time deep neuro-vision embedded processing system for saliency-based car driving safety monitoring. In *2021 4th International Conference on Circuits, Systems and Simulation (ICCSS)*, 2021.
- [Rundo *et al.*, 2021b] Francesco Rundo, Roberto Leotta, Sebastiano Battiato, Concetto Spampinato, e Sabrina Conoci. Gradient reversal domain adaptation pipeline in advanced driver assistance systems. In *Int. Conf. on Electrical and Electronic Technologies for Automotive*, 2021.
- [Spera *et al.*, 2021] Emiliano Spera, Antonino Furnari, Sebastiano Battiato, e Giovanni M. Farinella. Egocart: a benchmark dataset for large-scale indoor image-based localization in retail stores. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 31:1253–1267, 2021.