

# Ital-IA: AI for Industry

Simone Bianco<sup>1</sup>, Marco Buzzelli<sup>1</sup>, Luigi Celona<sup>1</sup>, Gianluigi Ciocca<sup>1</sup>, Davide Marelli<sup>1</sup>,  
Paolo Napoletano<sup>1</sup>, Flavio Piccoli<sup>1,2</sup>, Raimondo Schettini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Milano - Bicocca

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)

{nome.cognome}@unimib.it

## Abstract

Questo documento descrive sinteticamente attività, progetti di ricerca, applicazioni progettate e sviluppate, sfide future e pubblicazioni scientifiche nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale per l'industria svolte da un gruppo di ricercatori del Laboratorio di Imaging and Vision ([www.ivl.disco.unimib.it](http://www.ivl.disco.unimib.it)) presso il Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione (DISCO).

## 1 Progetti in corso

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

## 2 Temi di ricerca

- Controllo qualità basato su ispezione visuale (Visual Inspection)
- Realtà virtuale e aumentata (Virtual and Augmented Reality)

## 3 Controllo qualità basato su ispezione visuale

L'industria del futuro è una "fabbrica intelligente" che integra nuove tecnologie hardware, software e di comunicazione per ottenere processi di produzione intelligenti che aumentano la produttività e riducono i costi negli ambienti produttivi. Una delle sfide dei progettisti dell'Industria 4.0 è l'ottimizzazione dei processi di produzione. Un elemento chiave per questo obiettivo è il rilevamento precoce, o in tempo compatibile con la produzione, dei difetti e delle anomalie di prodotti. Questo permette di prevenire gli errori di produzione, aumentando così la produttività, la qualità, e di conseguenza portando ad un beneficio economico per l'industria e ambientale legato alla riduzione degli scarti.

### 3.1 Rilevamento di anomalie in prodotti industriali

Un metodo automatico di rilevamento dei difetti basato su analisi di immagini può essere sia *reference* o *no-reference*. Nel primo caso, sia i prodotti che contengono difetti che i prodotti che non contengono difetti sono modellati. I metodi *no-reference* non utilizzano conoscenza a priori relativamente ai

prodotti con difetti ma solo una conoscenza dei prodotti senza difetti. Per i metodi *no-reference*, i difetti sono rilevati come anomalie rispetto agli elementi normali, in altre parole, le anomalie sono elementi che non sono conformi ad un modello atteso. Dal punto di vista dell'apprendimento automatico, i metodi *reference* sono implementati attraverso un classificatore multiclasse, mentre i metodi *no-reference* sono implementati attraverso un classificatore a singola classe che utilizza immagini "normali" (senza anomalie) per l'addestramento, e immagini "normali" e "anomale" per il test.

Nell'ambito *no-reference* sono stati proposti due diversi approcci, uno *region-based* e uno basato su *autoencoder*.

Il metodo *region-based* è stato sviluppato per la detection di anomalie su nanofibre. Il metodo misura quanto una sottoporzione dell'immagine di test è simile rispetto ad un dizionario composto da sottoporzioni "normali" prese dalle immagini di addestramento esenti da difetti. Più bassa è la similarità e più alto è il grado di anormalità [Napoletano *et al.*, 2018] della sottoporzione considerata.

Il secondo metodo *no-reference* è basato su *autoencoder* ed è stato progettato come metodo general purpose per il rilevamento di anomalie in immagini di texture ed oggetti. Il metodo utilizza un autoencoder basato su una rete neurale convoluzionale (CNN) pre-addestrata. Il metodo non richiede un addestramento specifico della CNN per essere applicato ad una nuova classe di prodotti, ma richiede semplicemente un rapido adattamento al dominio basato solo su esempi "senza anomalie" [Napoletano *et al.*, 2021].

### 3.2 Rilevamento danni nel manto stradale

Il controllo di strade, ponti, tunnel ed edifici deve essere necessariamente automatizzato per essere eseguito efficientemente e tempestivamente su larga scala. Questa linea di ricerca è rivolta al monitoraggio ambientale di costrutti allo scopo di ottimizzarne la manutenzione e la prevenzione di danneggiamenti che potrebbero comprometterne la funzionalità. Le tecniche di AI e Computer Vision che possono essere impiegate in questi progetti richiedono la creazione di dataset di addestramento accuratamente annotati. Per sopperire a tale limitazione, sono studiate tecniche per la generazione sintetica di dataset annotati partendo da un esiguo numero di esempi. I primi risultati pubblicati in questo ambito riguardano la manutenzione del manto stradale [Mazzini *et al.*, 2020].

### 3.3 Ricostruzione spettrale di immagini

Deposito di domanda di brevetto [Bianco e Schettini, 2020] di un metodo software basato su tecniche di Machine Learning che permette una ricostruzione spettrale a partire da dati RGB accurata ed estremamente efficiente. Le performance in termini di accuratezza colore sono comparabili ai migliori metodi presentati in letteratura, mentre dal punto di vista computazionale il metodo da noi sviluppato è migliaia di volte più efficiente dei metodi dello stato dell'arte. L'occupazione di memoria del nostro metodo è estremamente ridotta e permetterebbe facilmente l'integrazione dello stesso in un dispositivo di acquisizione embedded. Il nostro metodo potrebbe quindi permettere lo sviluppo di camere iperspettrali a partire da camere tradizionali RGB (o RGB+IR) semplicemente implementando il nostro metodo nel firmware della camera stessa (embedding del software) o come post-processing dell'acquisizione immagine e/o video. Il nostro metodo può essere usato non solo per sviluppare nuove applicazioni che soddisfino i requisiti di velocità di acquisizione e accuratezza a costi estremamente ridotti, ma anche di trasformare le applicazioni già operative con modalità RGB tradizionale in sistemi iperspettrali, che quindi permetterebbero analisi molto più accurate e fedeli delle immagini mantenendo la stessa architettura hardware.

## 4 Realtà virtuale e aumentata

Negli ultimi anni la realtà aumentata, la realtà virtuale e l'intelligenza artificiale sono sempre più essere impiegate in diversi domini applicativi. Tra questi, il mercato della vendita al dettaglio presenta l'opportunità di permettere alle persone di controllare l'aspetto di accessori, trucco, acconciatura, colore dei capelli e dei vestiti su se stessi, sfruttando applicazioni di try-on virtuale. In quest'ambito, viene proposta un'esperienza di try-on virtuale di occhiali basata su un framework che sfrutta tecniche avanzate di Computer Vision basate sul Deep Learning [Marelli *et al.*, 2019]. Il try-on virtuale viene effettuato su un volto 3D ricostruito a partire da una singola immagine di input, fornendo così l'esperienza nello spazio 3D che permette all'utente di vedere il volto virtuale e gli occhiali da diversi punti di vista. L'approccio proposto tiene conto delle dimensioni reali del viso e degli occhiali per fornire una stima realistica della calzatura utilizzando un approccio markerless [Marelli *et al.*, 2021]. L'utente può interagire con il sistema utilizzando un'applicazione web ottimizzata sia per i dispositivi desktop che per quelli mobili.

### Riferimenti bibliografici

- [Bianco e Schettini, 2020] Simone Bianco e Raimondo Schettini. Ricostruzione spettrale di immagini in dominio logaritmico. Domanda di brevetto 102020000010786 del 12/05/2020, 2020.
- [Marelli *et al.*, 2019] Davide Marelli, Simone Bianco, e Gianluigi Ciocca. A web application for glasses virtual try-on in 3d space. In *2019 IEEE 23rd International Symposium on Consumer Technologies (ISCT)*, pages 299–303. IEEE, 2019.

- [Marelli *et al.*, 2021] Davide Marelli, Simone Bianco, e Gianluigi Ciocca. Faithful fit, markerless, 3d eyeglasses virtual try-on. In *International Conference on Pattern Recognition*, pages 460–471. Springer, 2021.
- [Mazzini *et al.*, 2020] Davide Mazzini, Paolo Napoletano, Flavio Piccoli, e Raimondo Schettini. A novel approach to data augmentation for pavement distress segmentation. *Computers in Industry*, 121:103225, 2020.
- [Napoletano *et al.*, 2018] Paolo Napoletano, Flavio Piccoli, e Raimondo Schettini. Anomaly detection in nanofibrous materials by cnn-based self-similarity. *Sensors*, 18(1):209, 2018.
- [Napoletano *et al.*, 2021] Paolo Napoletano, Flavio Piccoli, e Raimondo Schettini. Semi-supervised anomaly detection for visual quality inspection. *Expert Systems with Applications*, page 115275, 2021.