

ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA  
Corso di laurea magistrale in Ingegneria Informatica

---

**Integrazione di algoritmi di  
visione artificiale per la  
caratterizzazione di oggetti in  
caduta libera casuale**

---

Tesi di laurea magistrale in  
Computer Vision and Image Processing M

*Relatore:*  
Prof. Luigi Di Stefano

*Candidato:*  
Marco Rossini

*Correlatore:*  
Dott. Alessandro Ferri

Anno Accademico 2019/2020



# Abstract

L'utilizzo di tecniche di Computer Vision riveste oggi un ruolo di primaria importanza in numerosi contesti tecnologici, ed è possibile annoverare un loro largo impiego in molteplici applicazioni di automazione industriale. Uno tra i trend di maggior interesse nell'ambito dell'industria farmaceutica, emersi con l'esplosione dell'Industria 4.0, è costituito dal paradigma di produzione a flusso continuo. Questo paradigma, per il proprio corretto funzionamento, prevede la necessità di effettuare un monitoraggio attento e costante del processo di produzione, poiché risulta necessario garantire che i prodotti processati rispettino degli standard prefissati. Questo elaborato si propone di presentare l'applicazione di tecniche di Computer Vision per la progettazione e implementazione di un sistema di visione industriale finalizzato al riconoscimento, al tracciamento, al conteggio e all'analisi cromatica in tempo reale di compresse in caduta libera casuale su una macchina automatica industriale, la quale opera secondo il paradigma di produzione a flusso continuo. La metodologia presentata, ed il relativo software realizzato, descrivono una valida infrastruttura di base per il soddisfacimento dei requisiti imposti. Il progetto è stato realizzato nell'ambito di un tirocinio formativo condotto presso la realtà aziendale IMA Group, gruppo societario leader mondiale nella progettazione e produzione di macchine automatiche per il processo e il confezionamento di prodotti farmaceutici, cosmetici, alimentari, tè e caffè.



# Introduzione

La *visione artificiale* (meglio nota in inglese come *Computer Vision*) è un ramo interdisciplinare dell'intelligenza artificiale che studia come i computer possano ottenere una comprensione di alto livello del mondo a partire da immagini o video digitali. Dal punto di vista delle scienze biologiche, la Computer Vision mira ad elaborare modelli computazionali del sistema visivo umano. Dal punto di vista ingegneristico, la Computer Vision mira a costruire sistemi autonomi che possano svolgere alcuni dei compiti tipici del sistema visivo umano (e, in molti casi, anche superarli).<sup>[1]</sup> Per i suoi significativi risvolti pratici, questa scienza riveste oggi un ruolo di primaria importanza in numerose applicazioni che costituiscono alcune delle maggiori frontiere della tecnologia moderna, tra le quali: l'ispezione automatica, il controllo dei processi, il rilevamento di eventi, la modellazione di ambienti, la guida autonoma e la robotica.

Tra i molteplici scenari in cui è impiegata la Computer Vision, questo elaborato si propone di presentare una sua applicazione all'interno del contesto tecnologico dell'*automazione industriale*. Questa disciplina, la cui origine del termine affonda le sue radici negli anni '50, si pone come obiettivo la realizzazione di dispositivi tecnologici che permettano di sostituire il lavoro svolto dall'uomo, allo scopo di ottimizzare e migliorare i processi produttivi industriali. Più precisamente, si vedrà l'applicazione di tecniche di Computer Vision per la progettazione e implementazione di un sistema di visione industriale finalizzato al riconoscimento, al tracciamento, al conteggio e all'analisi cromatica in tempo reale di compresse in caduta libera casuale su una macchina automatica industriale. Il progetto è stato realizzato nell'ambito di un tirocinio formativo condotto presso la realtà aziendale IMA Group, gruppo societario leader mondiale nella progettazione e produzione di macchine automatiche per il processo e il confezionamento di prodotti farmaceutici, cosmetici, alimentari, tè e caffè.

L'elaborato si articola in quattro capitoli che mirano a fornire una iniziale descrizione del contesto e degli strumenti utilizzati, a cui segue una trattazione dettagliata della metodologia progettata per soddisfare gli obiettivi richiesti, corredata dai relativi risultati sperimentali. Più precisamente, la struttura è la seguente:

- Capitolo 1 – Contesto e obiettivi: in questo capitolo viene fornita una panoramica complessiva relativa al mondo dell'automazione industriale, con particolare enfasi sull'applicazione di tecniche di Computer Vision all'interno della realtà aziendale di riferimento. Vengono quindi dettagliati gli obiettivi che si desidera raggiungere e i requisiti imposti dal progetto.
- Capitolo 2 – Soluzione proposta: in questo capitolo vengono dettagliati gli strumenti hardware e software scelti e adottati per garantire il soddisfacimento dei requisiti imposti dal progetto.
- Capitolo 3 – Metodologia: in questo capitolo vengono dettagliate le strategie e le scelte metodologiche adottate, basate su tecniche di Computer Vision, finalizzate a garantire il soddisfacimento dei requisiti imposti dal progetto.
- Capitolo 4 – Risultati sperimentali: in questo capitolo vengono mostrati e commentati i risultati sperimentali ottenuti al termine del progetto, a seguito delle operazioni di testing del software effettuate in scenari reali.

Al termine dell'ultimo capitolo è possibile trovare una sezione conclusiva, dedicata alla sintesi dei risultati ottenuti e dei contributi apportati grazie alla realizzazione di questo progetto.