

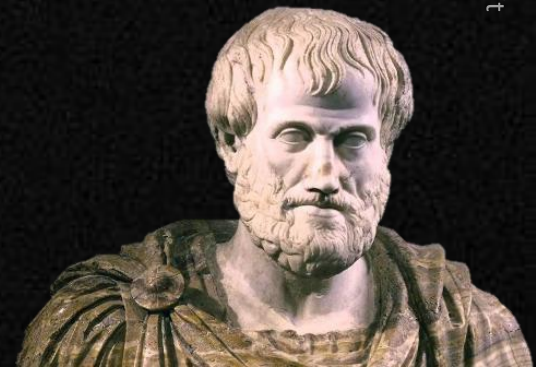
Visione Artificiale

17634 | RAFFAELE CAPPELLI



“ Più di tutte, gli uomini amano la sensazione della vista. In effetti, non solo ai fini dell'azione, ma anche senza avere alcuna intenzione di agire, noi preferiamo il vedere, in un certo senso, a tutte le altre sensazioni. E il motivo sta nel fatto che la vista ci fa conoscere più di tutte le altre sensazioni. ”

Aristotele, Metafisica, Libro Primo, IV secolo a.C.



Che cos'è la Visione Artificiale?

3

La Visione Artificiale (*Computer Vision*) studia come insegnare ai computer a comprendere e interpretare le informazioni presenti in immagini e video.



- ▶ Che tipo di scena è?
- ▶ Quante persone ci sono?
- ▶ Cosa stanno facendo?
- ▶ Quali altri oggetti sono presenti?
- ▶ ...

“If we want our machines to think, we need to teach them to see.”

Fei-Fei Li, Wired, 2015



Cosa «vede» un computer?

5



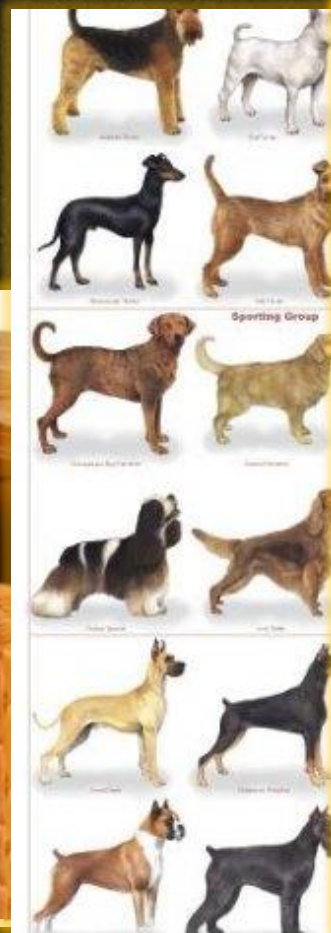
145	150	161	167	175	196	191	190	193	195	191	187
156	169	184	195	194	191	183	179	179	174	167	168
161	178	186	189	194	207	200	186	179	177	179	204
174	193	199	204	201	204	203	187	180	180	185	194
178	174	186	203	183	175	197	173	173	199	211	186
169	173	177	172	97	112	185	168	180	206	181	168
155	162	166	162	162	163	176	191	205	204	154	169
168	171	140	132	174	175	203	221	224	217	181	164
165	138	104	117	190	135	148	169	188	227	217	174
112	95	83	100	179	209	123	152	226	234	232	216
94	74	70	94	169	207	117	157	237	230	229	238
77	68	65	93	161	179	110	140	239	230	226	231



Visione artificiale: perché è difficile?

6

- ▶ Variazione del punto di vista, dell'illuminazione, della scala
- ▶ Deformazioni, Occlusione
- ▶ Movimento
- ▶ Variazioni intra-classe
- ▶ Sfondo complesso

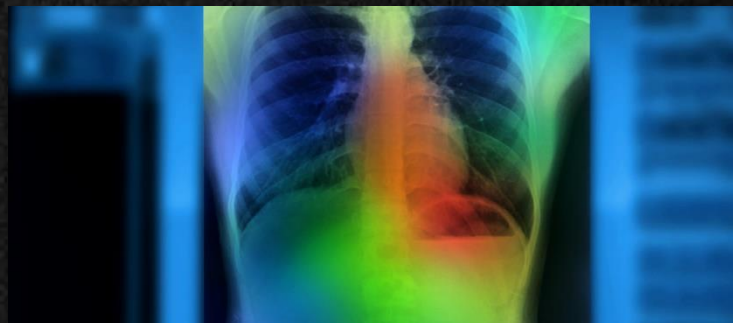


Visione artificiale: perché è importante?

7



Sicurezza stradale



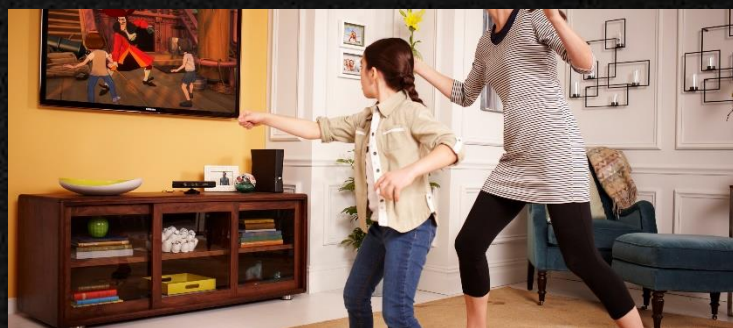
Salute



Prevenzione del crimine



Protezione civile



Divertimento



Domotica



Applicazioni: panoramica generale

8



Misurazione, conteggio, qualità

- Misurazione precisa non a contatto
- Conteggio e stime dimensionali
- Controllo qualità e ricerca difetti



Elaborazione immagini avanzata

- Elaborazione/miglioramento di immagini
- Segmentazione semantica



Riconoscimento

- Classificazione/individuazione di oggetti
- Sistemi biometrici



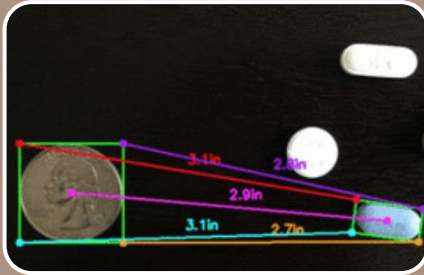
Movimento

- Videosorveglianza e analisi video
- Navigazione e guida autonoma



Applicazioni: Misurazione, conteggio, qualità

9



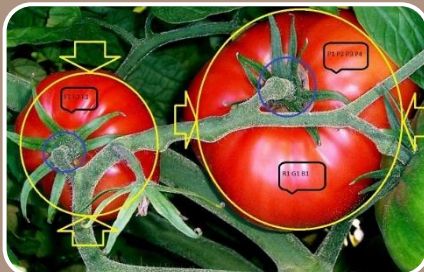
Misurazione precisa non a contatto

- Misurazione dimensionale accurata da immagini 2D, conformità rispetto a modello su immagini 2D
- Calibrazione e visione stereo
- Misurazione tridimensionale con profili laser, ricostruzione di volumi da nuvole di punti 3D



Conteggio e stime dimensionali

- Conteggio veicoli, animali, persone, etc. (blob analysis)
- Conteggio oggetti e stima dimensioni



Controllo qualità e ricerca difetti (industria, agricoltura di precisione, ...)

- Individuazione difetti di produzione (legno, piastrelle, circuiti stampati, etc.)
- Selezione della frutta e verdura (dimensioni, colore, ammaccature)

Applicazioni: Elaborazione immagini avanzata

10



Elaborazione e miglioramento immagini

- Deblurring e super-resolution
- Image stitching e registrazione immagini 2D
- Ricostruzione 3D da più immagini 2D (es. costruzione volumi 3D da "slice" risonanza magnetica)
- Image to image translation, es. defogging



Segmentazione semantica di immagini mediche

- Separazione degli organi
- Separazione vari parti del cervello in RMN
- Separazione/classificazione di cellule tumorali (in istologia)



Segmentazione semantica di immagini aeree e satellitari

- Individuazione dei vari tipi di colture
- Individuazione di coperture in amianto

Applicazioni: Riconoscimento

11



Classificazione/individuazione di oggetti

- Annotazione (tagging) automatica di immagini
- Ricerca di immagini per somiglianza o contenuto
- Raggruppamento immagini per contenuto, captioning: generare didascalie in linguaggio naturale
- Riconoscimento prodotti e marchi
- Riconoscimento pedoni e segnali stradali, riconoscimento oggetti nell'ambiente in robotic vision
- Realtà aumentata: natural marker detection

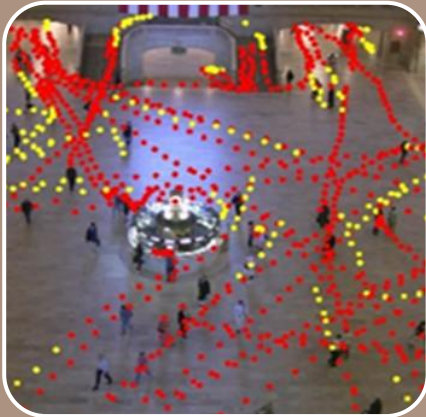


Riconoscimento persone (biometria)

- Volto
- Impronte digitali
- Iride
- Altre caratteristiche biometriche
- Riconoscimento emozioni, etnia, etc.

Applicazioni: Movimento

12



Videosorveglianza e video analysis

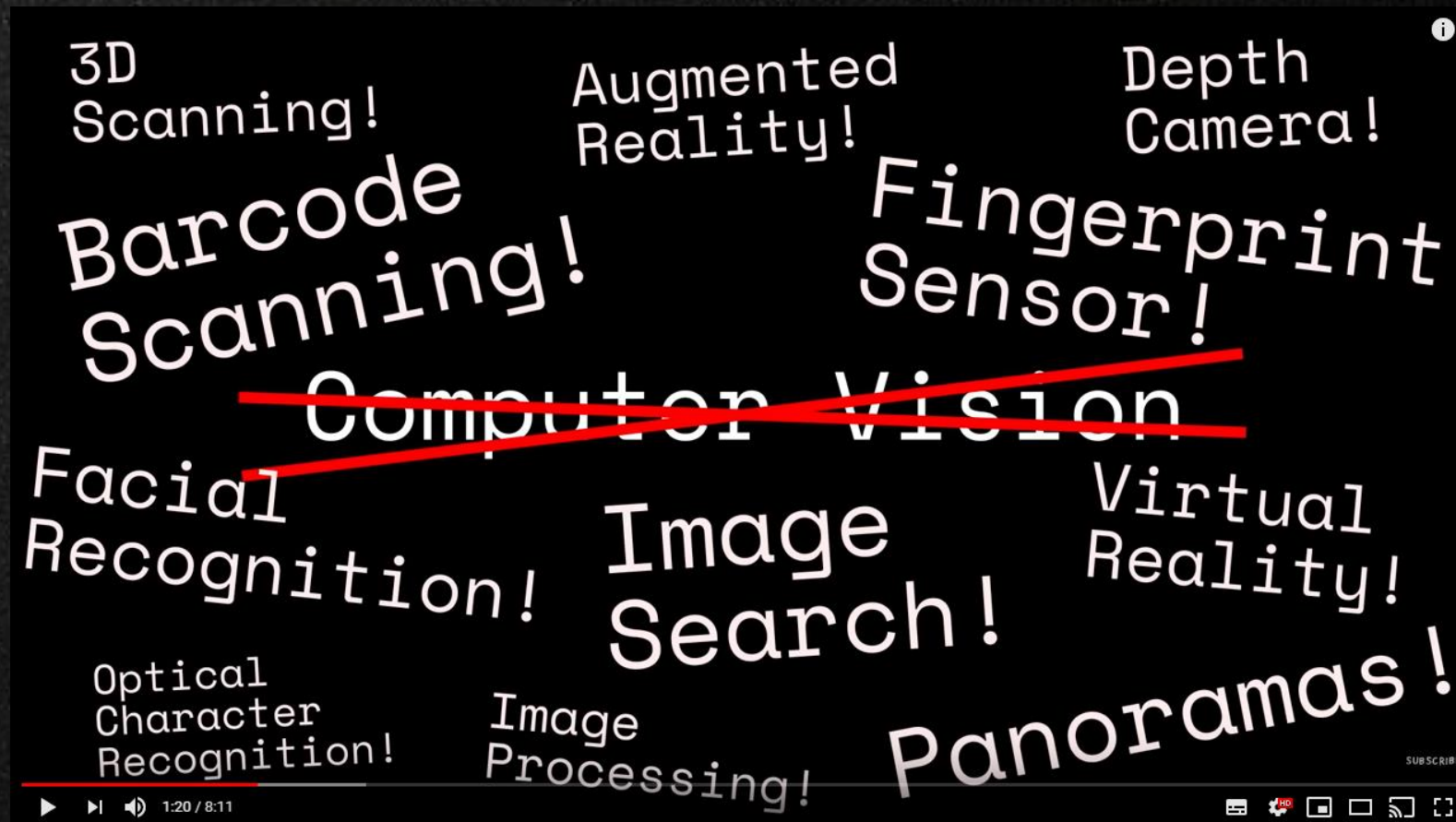
- Detection di intrusi
- Rilevamento oggetti abbandonati
- Rilevamento comportamenti anomali
- Tracking di persone/oggetti e crowd analysis
- Activity detection and recognition: classificazione in base al tipo di sport



Navigazione e guida autonoma

- SLAM (Simultaneous Localization and Mapping): robotica
- Guida autonoma di veicoli
- Guida autonoma di droni
- Obstacle (pedoni/biciclette) detection and avoidance
- Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)

How Computer Vision Is Finally Taking Off, After 50 Years



<https://www.youtube.com/watch?v=eQLcDmfmGB0>

Programma del corso

14

- ▶ Strumenti di base per l'elaborazione delle immagini (modelli di colore, filtri, analisi di immagini binarie)
- ▶ Tecniche per individuare e segmentare oggetti nelle immagini
- ▶ Metodi per il rilevamento e l'inseguimento di oggetti nei video
- ▶ Riconoscimento di oggetti da immagini e video



Organizzazione e prerequisiti

15

► Organizzazione

- Lezioni frontali
- Esercitazioni guidate in laboratorio

► Esame

- Compito scritto con una parte pratica e una teorica

► Prerequisiti: conoscenza degli argomenti di base trattati nei seguenti corsi:

- Architetture degli Elaboratori
- Algoritmi e Strutture Dati
- Programmazione

► Gli elementi fondamentali del linguaggio di programmazione (Python) e delle varie librerie software saranno illustrati a lezione



Materiale di studio

- ▶ **Dispense** del docente
 - Disponibili su virtuale.unibo.it (link dalla pagina del corso)
- ▶ Materiale per **esercitazioni**
 - Disponibile su virtuale.unibo.it (link dalla pagina del corso)
- ▶ Documentazione ufficiale Python, NumPy, OpenCV:
 - <https://docs.python.org>
 - <https://numpy.org/devdocs>
 - <https://docs.opencv.org/master>
- ▶ Testo suggerito per chi volesse una trattazione più discorsiva e per approfondire
 - Richard Szeliski, *Computer Vision: Algorithms and Applications*, 2nd ed., 2022
(una versione PDF può essere richiesta gratuitamente: <http://szeliski.org/book>)



Principali strumenti di lavoro

17



▶ Python

- ▶ Linguaggio di programmazione di alto livello, sviluppato a partire dal 1990 e divenuto molto popolare per la sua semplicità, flessibilità e per la disponibilità di numerose librerie da utilizzare nei più svariati ambiti. Python è caratterizzato da un alto livello di astrazione: con poche linee si possono effettuare azioni molto complesse.

▶ OpenCV

- ▶ Libreria software open source e multiplatforma per la visione artificiale, sviluppata da Intel a partire dal 1999. OpenCV è sviluppata in C++, ma è possibile utilizzarla da molti altri linguaggi, come C, C#, Python e Java. La libreria oggi supporta un grande numero di algoritmi di elaborazione immagini e di visione artificiale, con anche implementazioni di alcuni algoritmi ottimizzate per GPU.



Principali strumenti di lavoro (2)

18



▶ NumPy

- ▶ NumPy è una libreria di Python scritta in C che permette operare con matrici e vettori multidimensionali in modo efficiente. Per via della sua facilità d'uso e del gran numero di operazioni che fornisce, NumPy è diventato un punto di riferimento per qualsiasi applicazione di tipo scientifico.

▶ OpenCV-Python

- ▶ OpenCV-Python è una libreria che consente di utilizzare OpenCV da Python (wrapper di OpenCV). Le strutture dati di tipo array/matrice di OpenCV (ad esempio le immagini) sono convertite (in ingresso e in uscita) in array NumPy: questo consente di combinare gli algoritmi di OpenCV con le operazioni di NumPy e interagire facilmente con le altre librerie che supportano NumPy.



Principali strumenti di lavoro (3)

19

► Jupyter Notebook



Un'applicazione web open-source che consente di creare e condividere documenti che contengono codice eseguibile, equazioni, immagini, grafici e testo esplicativo. I principali utilizzi includono: elaborazione dei dati, simulazioni numeriche, modellazione statistica, visione artificiale e machine learning, etc.

