



ASSOLOMBARDA
Confindustria Milano Monza e Brianza

GPU, DSP e FPGA per High Performance Computing

Studio e realizzazione di strategie di interazione autonoma uomo-robot per applicazioni industriali

Speaker

G. Danese, F. Leporati, E. Marenzi, E. Torti

6 luglio 2016



Collaborazioni - Ingegneria UniPV

Sono attive convenzioni con oltre 3000 aziende

7 PIXEL	ABB	AGFA-GEVAERT	ALCATEL ITALIA	ALENIA
ALSTOM POWER	ANSALDO	Arpa Lombardia	ASM PAVIA	BRAMBATI & C.
BRAVOSOLUTION	Business Integration	CAMERON	CANON ITALIA	CAPGEMINI
CARLO GAVAZZI	CESI RICERCA	Ceva Logistics	CISCO	DUCATI
EDISON	ENDESA	Energy Solution	ENGINEERING	ERICSSON
FASTWEB	Fedegari Autoclavi	FERRARI	FIAT	IRCCS S. Matteo
FUJITSU	FUNAMBOL	General Electric	Zust Ambrosetti	Gregotti Associati
GRUPPO ENI	GRUPPO SACE	HEAT & POWER	HP	IBM ITALIA
IDRECO	IMPREGILO	INDESIT	IRCCS MONDINO	JUNGHEINRICH
KAWASAKI	MAGNETI MARELLI	LOUIS VUITTON	MARCEGAGLIA	MARVELL
MEDTRONIC	NOKIA	ORACLE	Pessina Costruz.	PHILIPS
PIRELLI	ROBERT BOSCH	ROCKWOOL	SAP	SIEMENS
SKY ITALIA	ST Microelectronics	TECHINT	TELECOM	TRENITALIA
VALVITALIA	VODAFONE	WHIRLPOOL	WIND	ZUCCHETTI

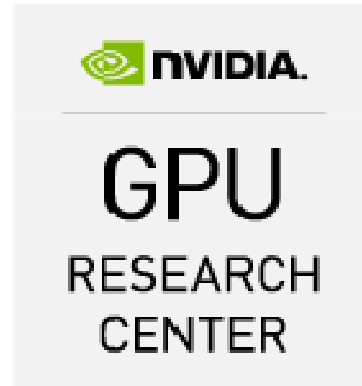
Intorno a Ingegneria crescono...

Qualche esempio:

- **EUCENTRE**
- **Studio di Microelettronica (STM)**
- **Marvell**
- **Ariadne**
- **Funambol**
- **TechEdge**
- **PTS pubblico e privato**



NVIDIA GPU Research CENTER



Commento del Rettore dell'Università di Pavia, Prof. Fabio Rugge:

«Essere associati con l'emozionante impresa delle GPU è di grande importanza per l'Università di Pavia. Le GPU di NVIDIA riscrivono il nostro intero mondo con nuovi linguaggi, immagini, messaggi. Ancora una volta l'Università di Pavia aiuterà a ridisegnare il futuro come accaduto grazie al contributo di Cardano, Volta e Golgi»



ASSOLOMBARDA
Confindustria Milano Monza e Brianza

GPU, DSP e FPGA per High Performance Computing: Tecnologie

Speaker

Emanuele Torti

6 luglio 2016



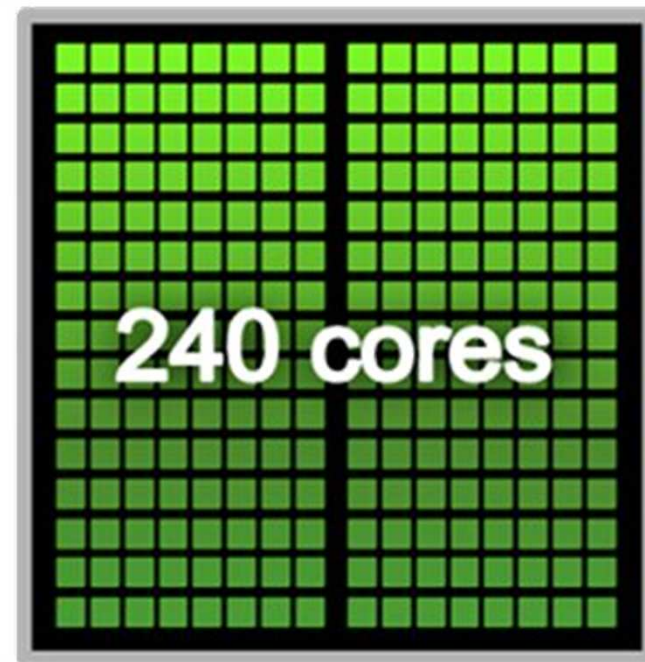
High Performance Computing

- *Il calcolo parallelo è storicamente basato sull'utilizzo di supercomputer o cluster*
- *Soluzioni non economiche e soggette a costi di manutenzione elevati, oltre a rapida obsolescenza*



High Performance Computing

- *Negli ultimi anni sono state proposte tecnologie alternative a supercomputer e cluster*
- *Troviamo principalmente due tipologie: sistemi multi-core e sistemi many-core*



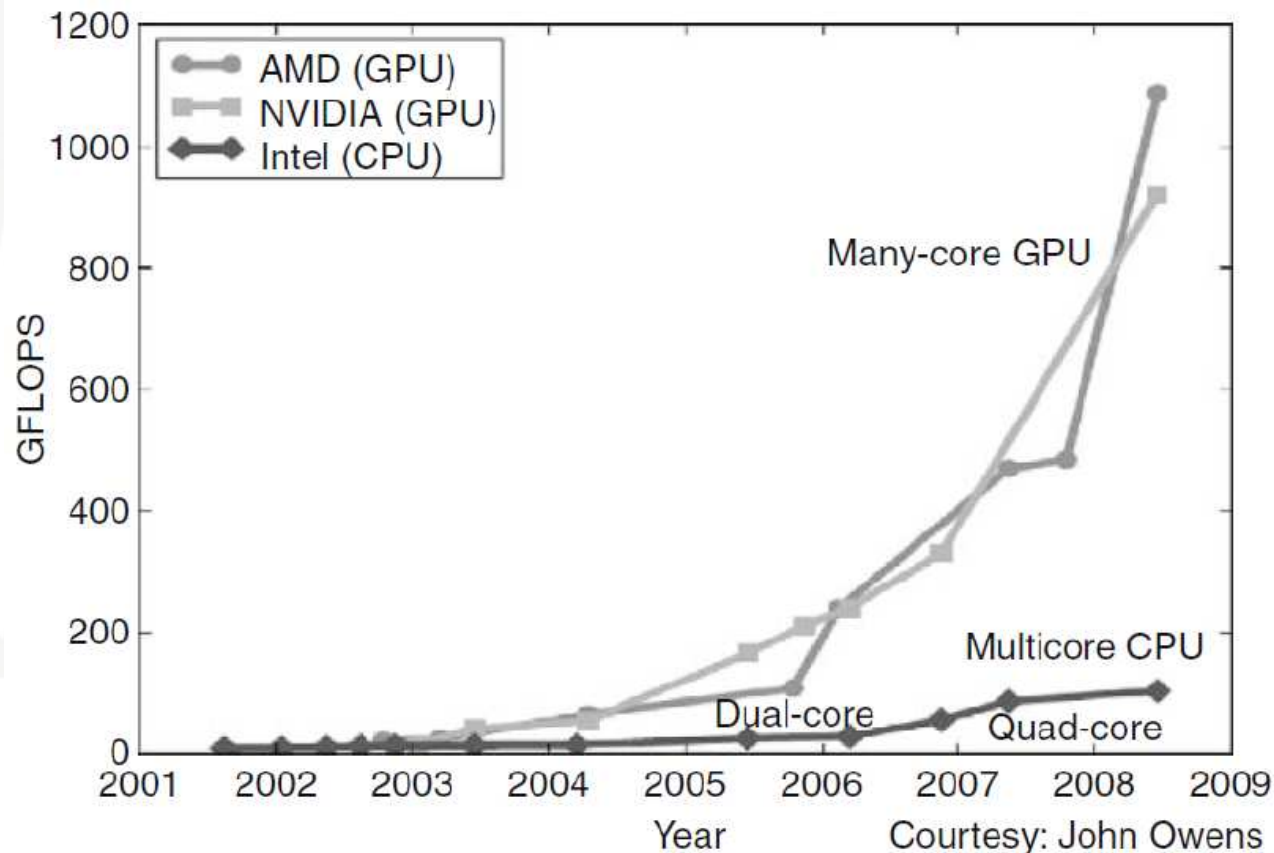
High Performance Computing - DSP

- *Approccio multi-core recentemente adottato anche dai DSP*
- *Core, memoria e periferiche integrate in un singolo chip*
- *Processore TI C6678 equipaggiato con 8 core funzionanti a 1.25 GHz*
- *Multicore Software Development Kit (MCSDK)*
 - Supporto OpenMP
 - Supporto a SYS/BIOS real-time OS



High Performance Computing - GPU

- *Approccio multi-core -> moderni processori (principalmente Intel e AMD)*
- *Approccio many-core -> schede grafiche (principalmente NVIDIA e ATI)*



High Performance Computing - GPU

- *NVIDIA ha sviluppato CUDA, un'architettura di calcolo parallelo che permette ai programmatori di interagire con la GPU tramite linguaggi di alto livello (C/C++, Fortran,...)*
- *Integrazione con i principali ambienti di sviluppo (Microsoft Visual Studio e Eclipse)*
- *La GPU viene vista come un coprocessore dotato di memoria propria, in grado di eseguire centinaia di thread in parallelo*
- *Le parti che non hanno un grande parallelismo di dati vengono eseguite dalla CPU (host), le altre parti vengono eseguite dalla GPU (device)*

High Performance Computing - GPU

- Esistono schede derivate dalle GPU specializzate per il calcolo scientifico***

Performance di
picco in singola
precisione

4,29 Tflops

Performance di
picco in doppia
precisione

1,43 Tflops

Numero di cores

2880

Memoria DDR5

12 GB

Frequenza di clock

750 MHz

Potenza dissipata

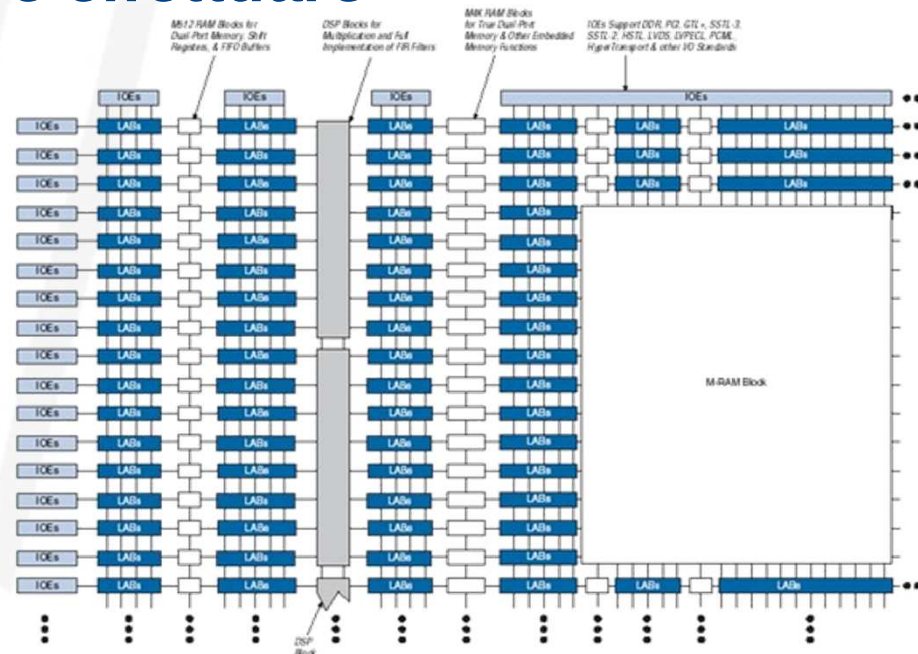
200 W



GPU Boost

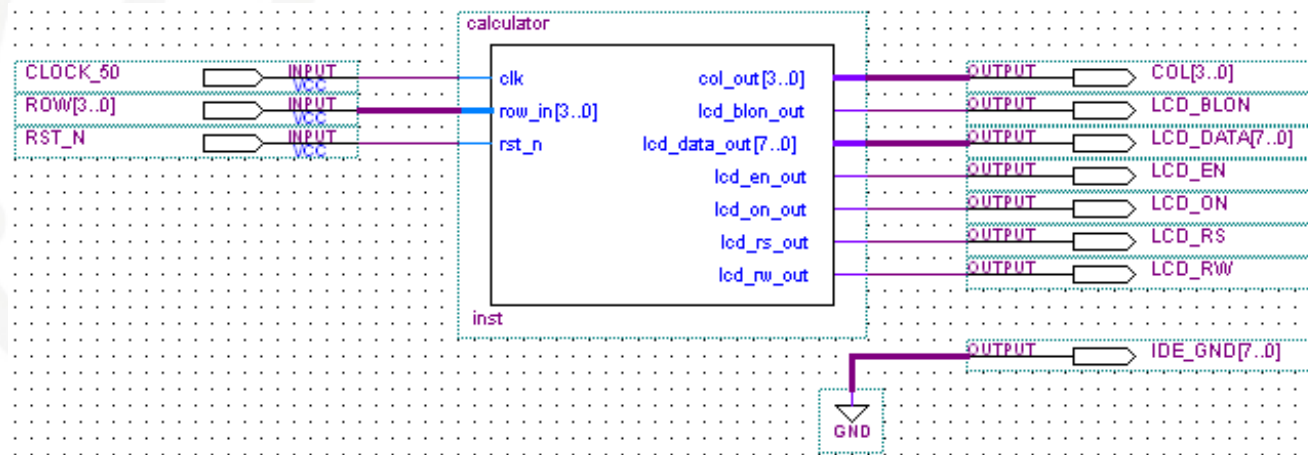
High Performance Computing - FPGA

- ***Circuito costituito da una serie di celle, Logic Array Elements (LABs), identiche tra loro, ma che possono essere configurate in modo indipendente le une dalle altre***
- ***Il circuito contiene connessioni, che uniscono tali celle, configurate dall'utente in base all'operazione che si deve effettuare***



High Performance Computing - FPGA

- ***Diverse possibilità per descrivere l'architettura da implementare***
 - Linguaggi di descrizione hardware (HDL)
 - Linguaggi di alto livello opportunamente estesi (Handel-C, C2H, ...)
 - Approccio "Schematic entry"





ASSOLOMBARDA
Confindustria Milano Monza e Brianza

GPU, DSP e FPGA per High Performance Computing: Ambiti applicativi

Speaker

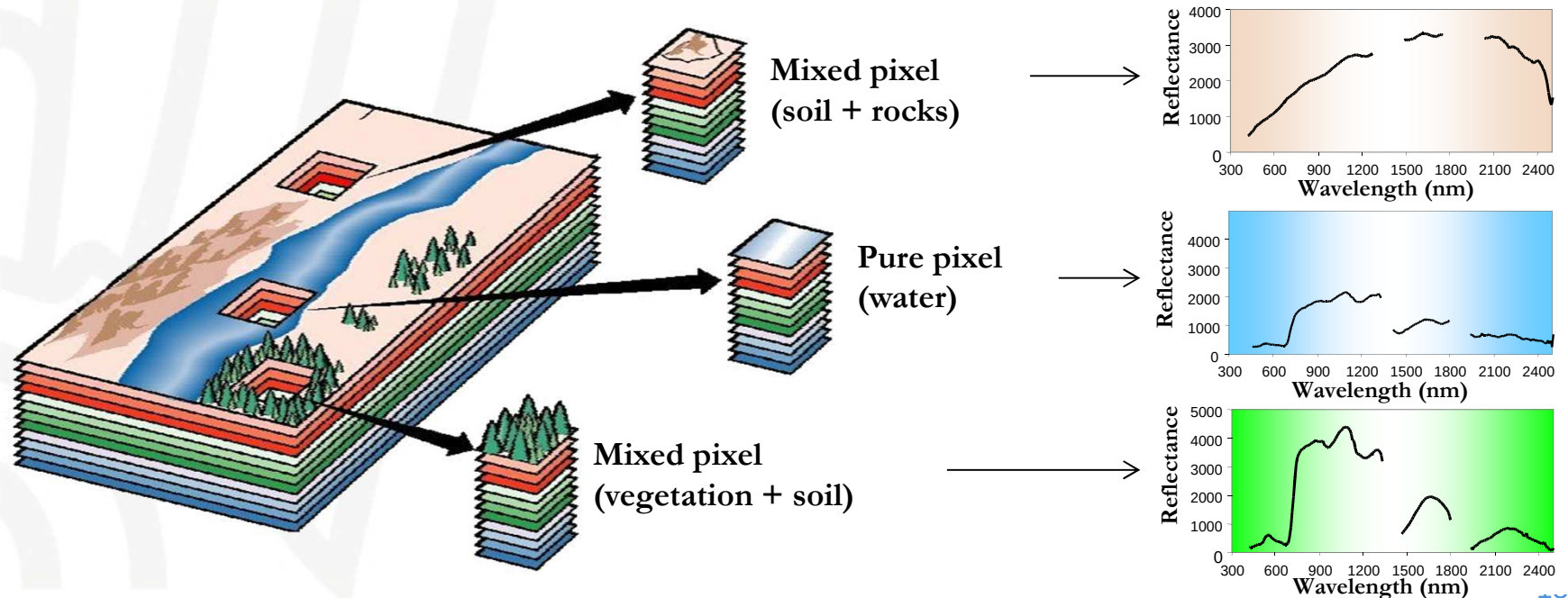
Elisa Marenzi

6 luglio 2016



Imaging iperspettrale

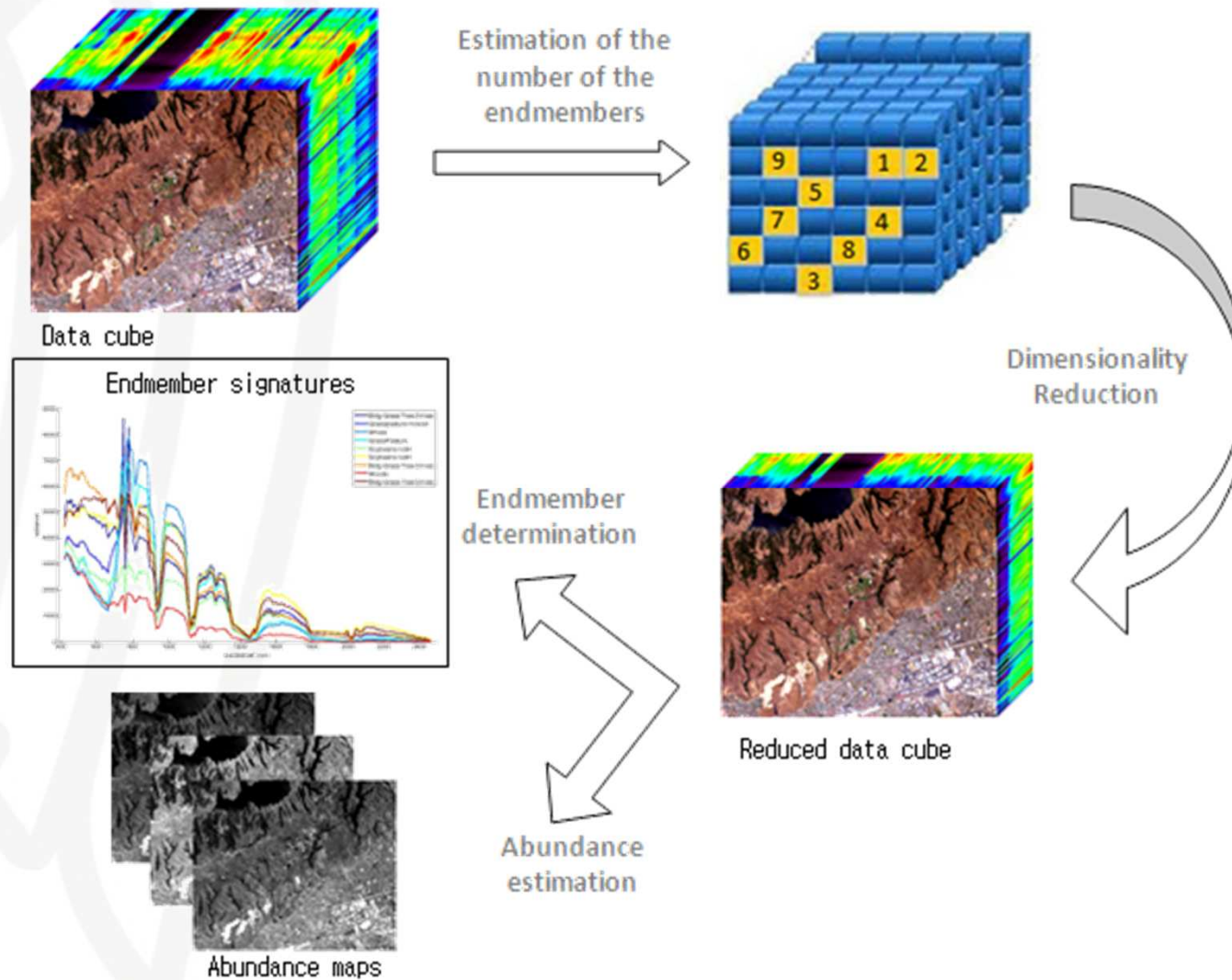
- *Immagini acquisite su centinaia di bande fra loro contigue*
- *Possibilità di stimare quali materiali siano presenti in una scena*
- *Problemi legati alla presenza di pixel misti*



Imaging iperspettrale: finalità

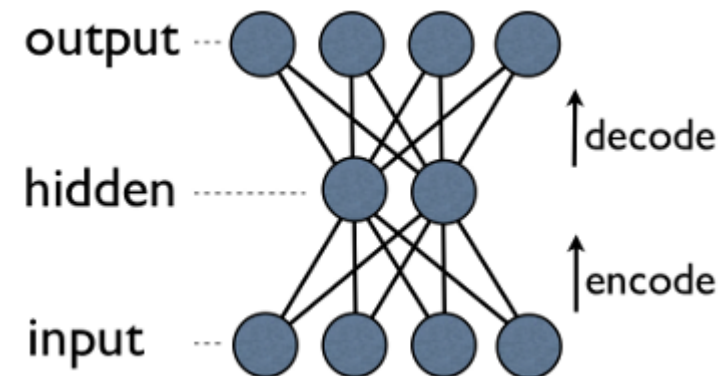
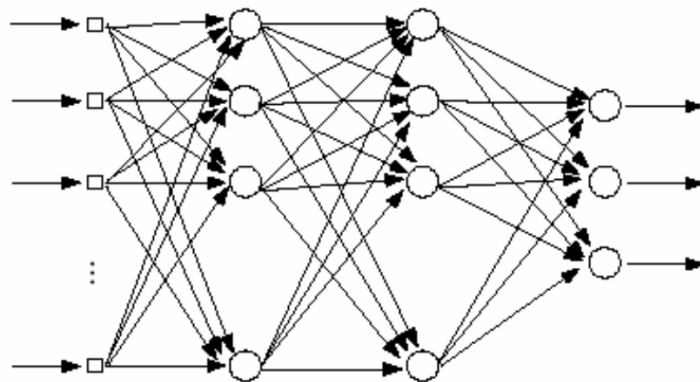
- Monitoraggio ambientale:
 - indagini militari
 - controllo qualità acque
 - valutazione coltivazioni
 - individuazione incendi
 - composizione mineraria
 - proprietà ghiaccio e neve
- Controllo qualità e sicurezza:
 - soprattutto in ambito alimentare
 - rilevamento merci contraffatte
- Medicina, biologia e farmaceutica:
 - identificazione morfologica di tumori
 - chirurgia
 - rilevazione di carie in odontoiatria
 - anatomia patologica, analisi di colonie batteriche
 - identificazione composizione chimica di compresse

Imaging iperspettrale



Imaging iperspettrale

- ***Diverse tecniche di analisi***
 - Principal Component Analysis (PCA)
 - Singular Values Decomposition (SVD)
 - Virtual Dimensionality (VD)
 - Reti neurali
 - Autoencoders



Sistemi di acquisizione

WHISKBROOM

- ✓ *Possibilità di focalizzare l'acquisizione alle sole aree di interesse*
- ✗ *Parti meccaniche in movimento, possibili usure e guasti*

PUSHBROOM

- ✓ *Permette di selezionare quali bande acquisire*
- ✓ *Assenza di parti in movimento*
- ✗ *Difficoltà di calibrazione e problemi legati alle possibili differenze tra i sensori dell'array*

Acquisizione dati & Elaborazione segnali

Sistemi elettronici per:

- acquisizione dati
- elaborazione di segnali provenienti da opportuna sensoristica
- sistemi embedded



Tecnologie:

- Microprocessori (Microchip, ARM)
- Digital Signal Processor (DSP)
- Wireless (Bluetooth, ZigBee)
- 3D Printing



ASSOLOMBARDA
Confindustria Milano Monza e Brianza

Studio e realizzazione di strategie di interazione autonoma uomo-robot per applicazioni industriali

Speaker

Giovanni Danese

6 luglio 2016



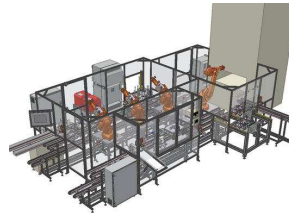
Proponenti: Prof.ssa A. Ferrara e Prof. M. Piastra

Robot Industriali

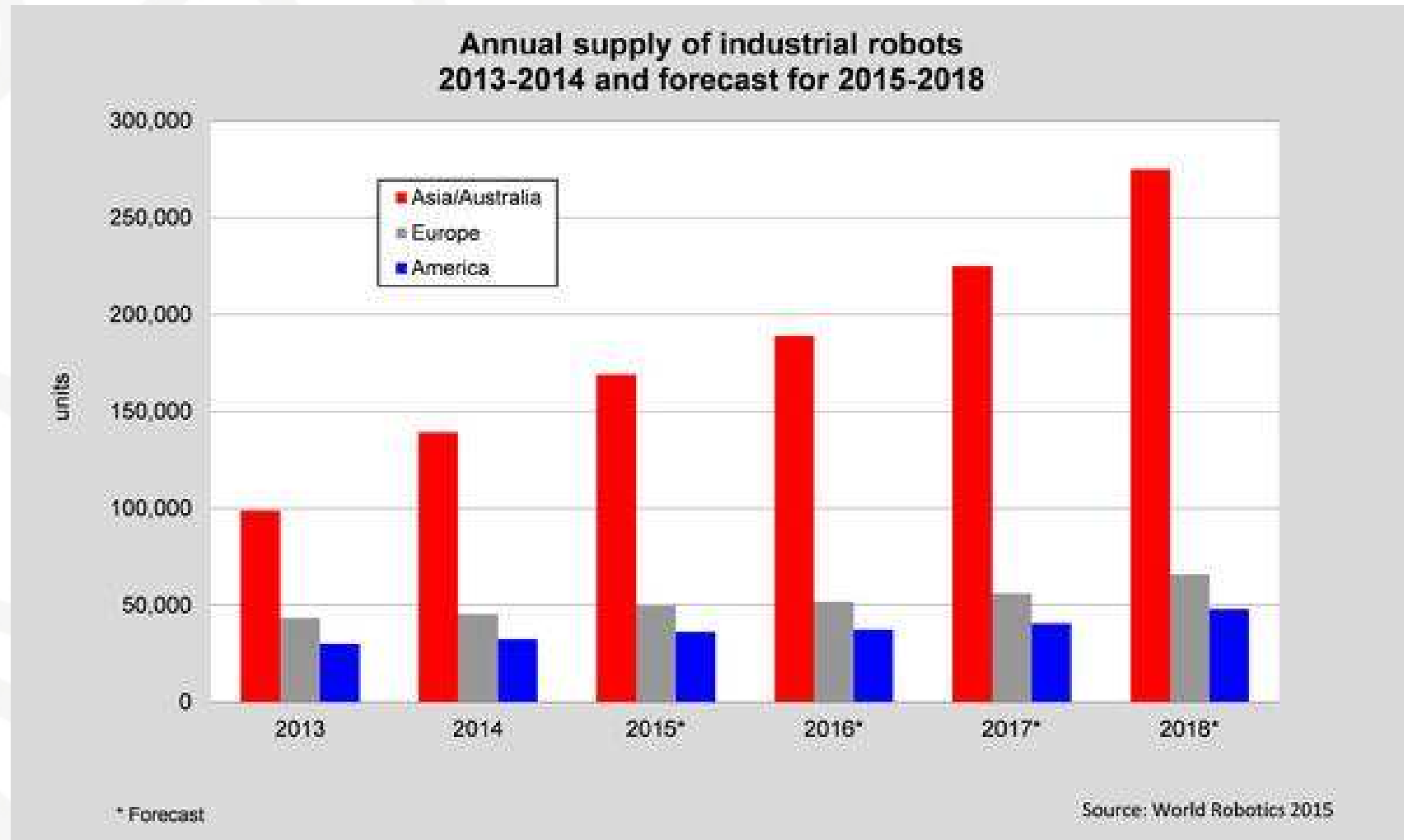
Manipolatori programmabili e multifunzione per la movimentazione di materiali, di attrezzi ed altri mezzi di produzione, capaci di interagire con l'ambiente nel quale si svolge il ciclo tecnologico di trasformazione relativo all'attività produttiva (fonte: RIA-SIRI)



- **versatilità di impiego**
- **adattabilità a situazioni non note a priori**
- **interazione uomo-robot**
- **precisione di posizionamento**
- **ripetibilità di esecuzione**

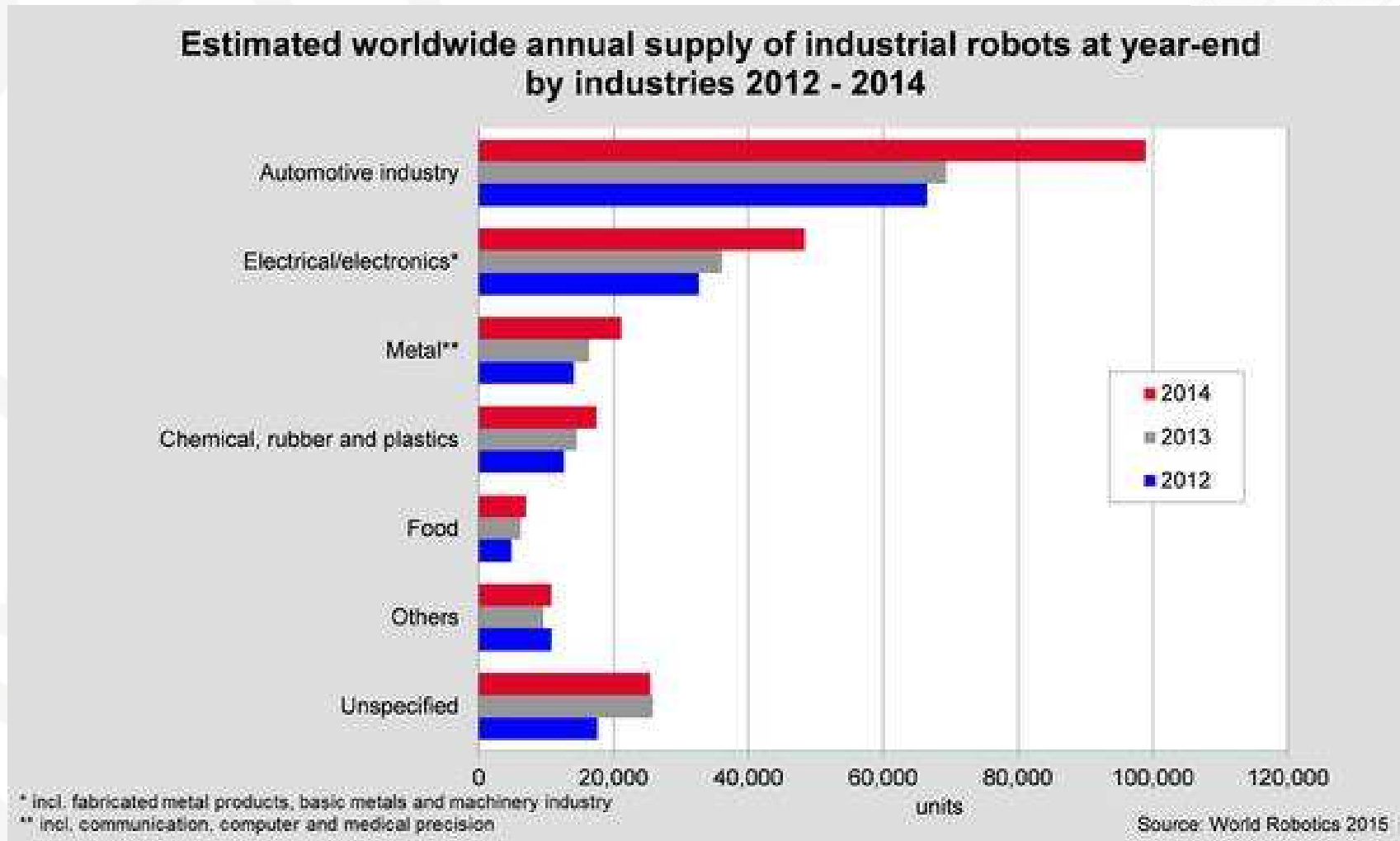


Diffusione dei Robot Industriali



(fonte: World Robotics)

Settori Industriali Robotizzati



(fonte: World Robotics)

La Produzione Robotica in Italia



(fonte: Sole24 Ore)

Normativa: Rischi e Sicurezza

Sicurezza delle postazioni di lavoro con robot collaborativi: dalla ricerca alla normazione

Laddove sul posto di lavoro uomini e robot operino a stretto contatto gli uni con gli altri il rischio di collisione non può essere completamente escluso. Ciò non di meno è importante che la manodopera non sia esposta a seri rischi di lesione. Poiché attualmente le norme in materia di robot industriali non fissano requisiti in tal senso sufficienti, IFA¹ e FA MFS² hanno stilato una guida applicativa comprendente dei requisiti di ampio respiro. I contenuti del documento verranno fatti confluire anche nella normazione.

» Corriere della Sera > Scienze > Robot law: linee guida per la legislazione dell'AI

ROBOTICA 2012 A MILANO

Robot law: linee guida per la legislazione dell'AI

Nella normativa europea i robot non fanno parte di nessuna categoria. Atteso nel 2014 un documento Ue

Requisiti di sicurezza dei robot e dei sistemi robotizzati: UNI EN ISO 10218-1 e UNI EN ISO 10218-2

L'impiego di robot trova numerose e differenti applicazioni industriali. La sicurezza di tali attrezzature è fissata innanzitutto nella norma specifica di prodotto UNI EN ISO 10218-1, che specifica i requisiti e le linee guida per la sicurezza integrata nella progettazione, le misure protettive e l'informazione per l'uso dei robot industriali. Essa descrive i pericoli di base associati a tali robot e fornisce i requisiti per eliminare, o ridurre adeguatamente, i rischi associati a tali pericoli.



Robotica Cooperante

- *Interazione uomo-robot*
- *Controllo di forza*
- *Pianificazione ottima*
- *Robotica cooperante*
- *Robotica di servizio*
- *Collision avoidance*
- *Fault detection*



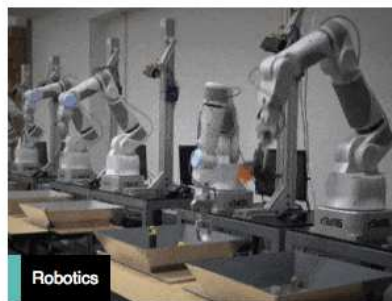
German Warehouse Robots Tackle Picking Tasks

These warehouse robots can pick (some) items directly off of shelves
16 Jun



Toshiba Prepares Amphibious Robot for Fukushima Reactor Pool

Extracting fuel rods is too dangerous for humans, but not for this floating dual-arm robot



How Google Wants to Solve Robotic Grasping by Letting Robots Learn for Themselves

800,000 grasps is just the beginning for Google's large-scale robotic grasping project
28 Mar



Why Co-Bots Will Be a Huge Innovation and Growth Driver for Robotics Industry

The collaborative robotics sector is expected to increase tenfold by 2020
30 Dec 2015



Kinema Systems De-Stealths, Demos Deft Depalletizer

Random pallets are no match for Kinema Systems' clever robot
4 Apr

(fonte: *IEEE Spectrum rivista online*)

Il Progetto



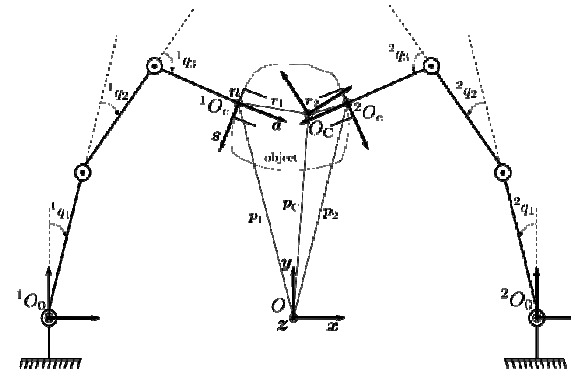
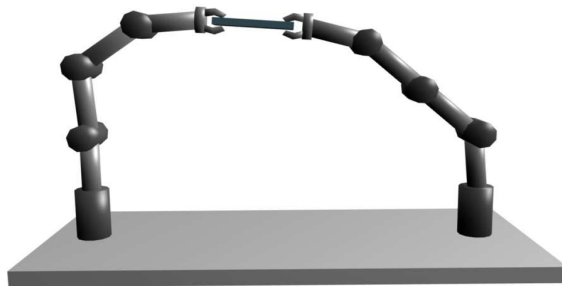
La proposta ha come obiettivo lo studio e la realizzazione di strategie per sistemi di interazione/collaborazione autonoma uomo-robot adatto a usi di tipo manifatturiero e industriale.

I punti principali sono:

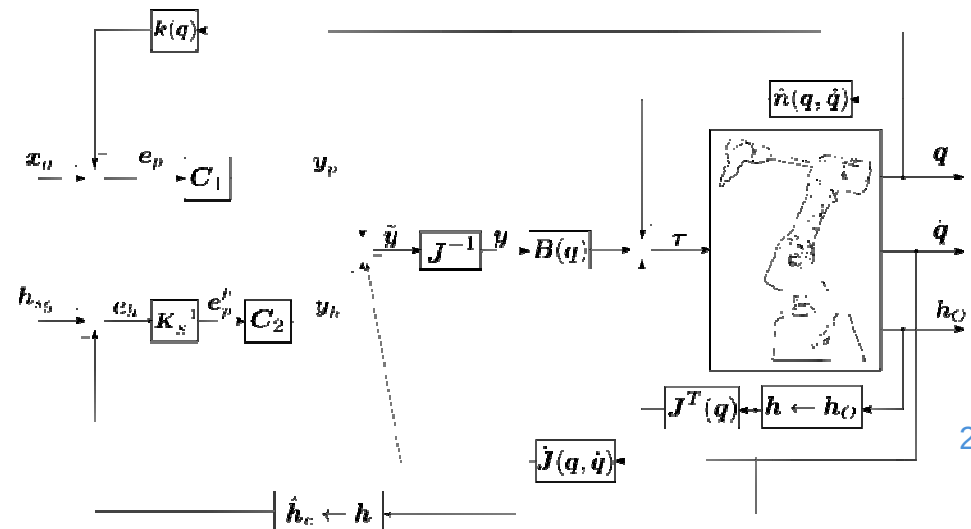
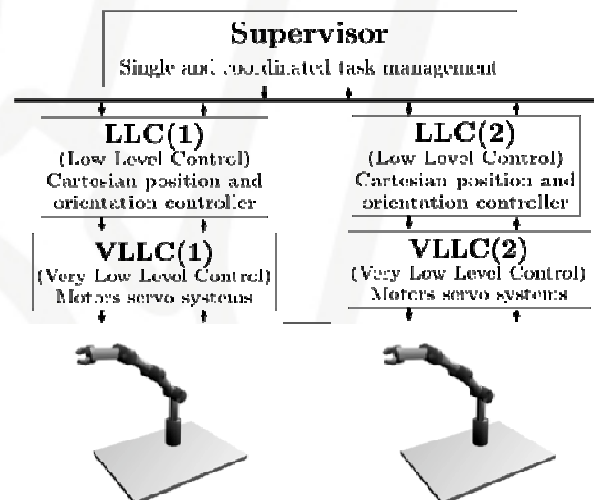
- *Realizzazione di un ambiente virtuale per la robotica cooperante*
- *Applicazione di tecniche di machine learning e visione artificiale*
- *Progettazione di algoritmi e schemi avanzati di controllo*
- *Progettazione di strategie di visione e collision avoidance*

Controllo Robusto di Robot

- *Modellizzazione e identificazione di sistemi robotici coopearanti*



- *Progettazione di algoritmi e schemi di controllo avanzati*
- Realizzazione di architetture multi-robot e controllori robusti di forza-posizione (p.es. Sliding Mode, Model Predictive Control)

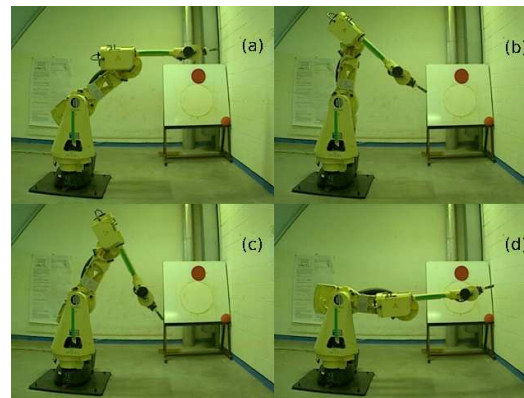
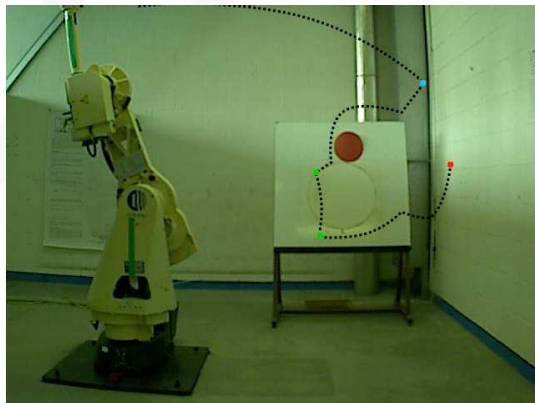


Controllo Robusto di Robot

- **Realizzazione di un ambiente virtuale in cui pianificare, progettare e valutare strategie di interazione/collaborazione uomo-robot**
- Possibilità di condurre esperimenti in laboratorio su un robot reale COMAU SMART3-S2

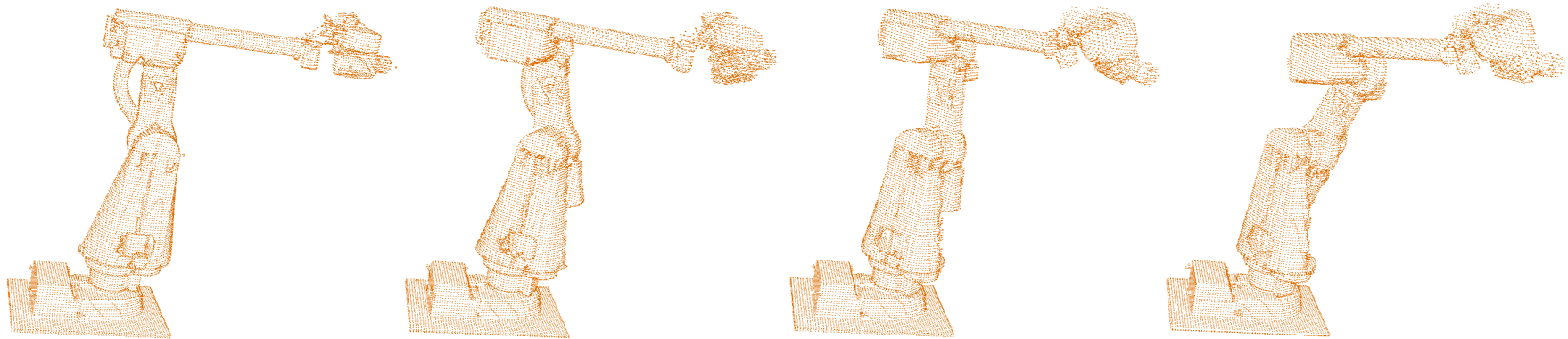


- **Progettazione di strategie di collision avoidance**
- Ri-pianificazione ottima delle traiettorie e dei task assegnati al robot

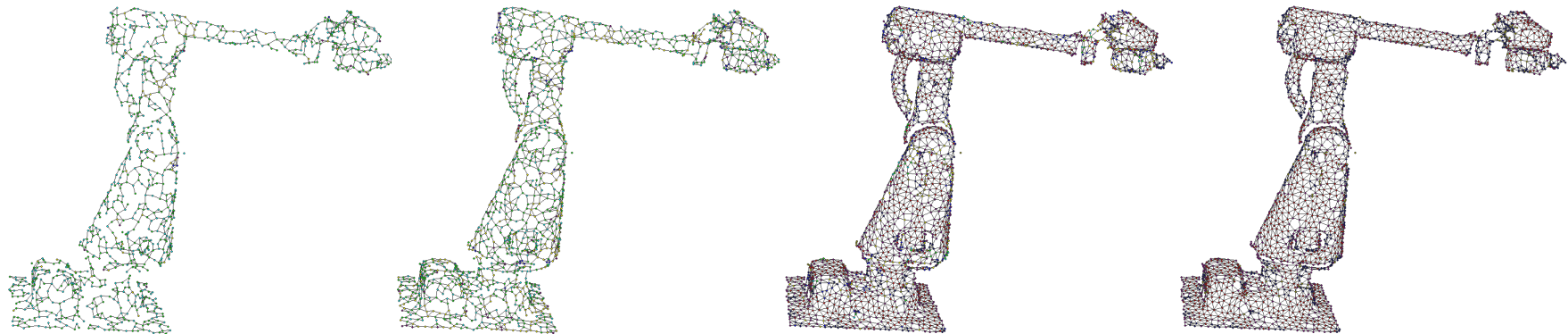


Machine Learning e Visione Artificiale

- ***Esplorazione del campo d'azione tramite 3D range imaging***
 - Acquisizione con tecnologie diverse: Time-of-Flight, Luce strutturata (p.es. Intel®RealSense™ SR300), Lidar



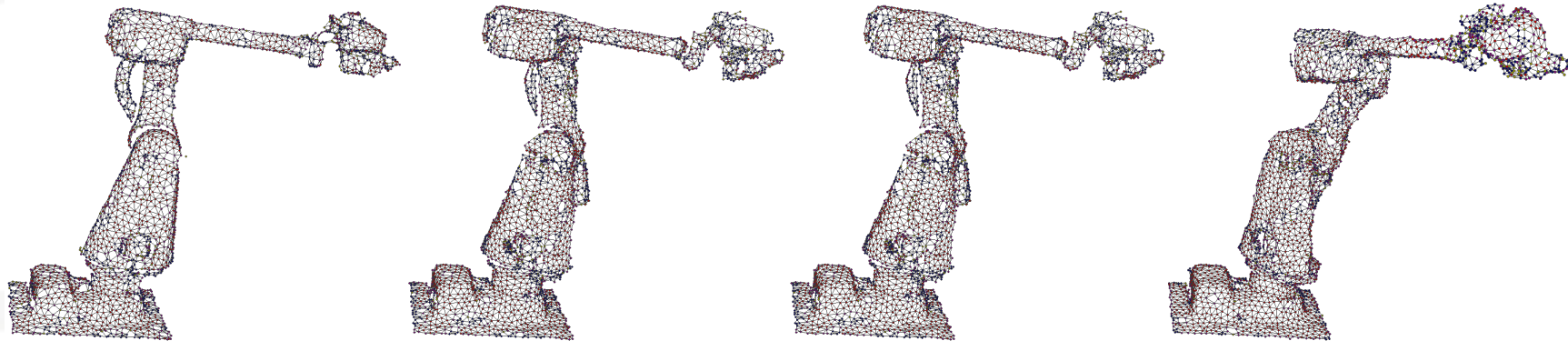
- ***Ricostruzione adattativa di forme tramite self-organizing mesh***



Machine Learning e Visione Artificiale

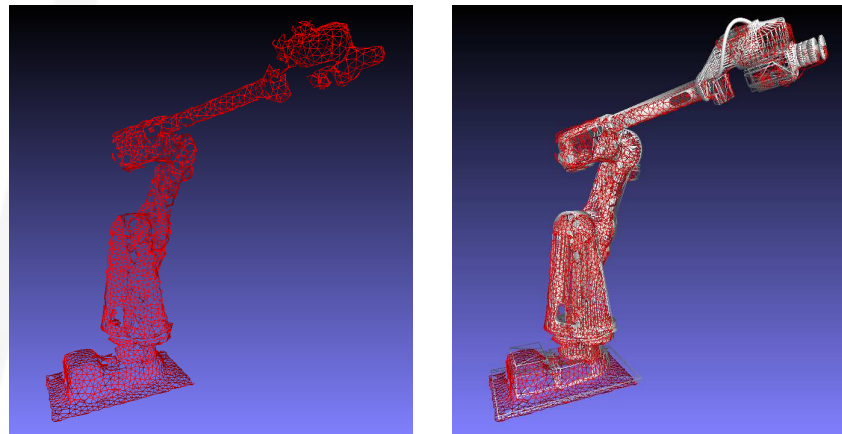
- ***Real time shape tracking***

- La self-organizing mesh può inseguire i segnali 3D anche adattando la propria topologia (p.es. onset & offset di forme)



- ***Matching della self-organizing mesh e modelli 3D***

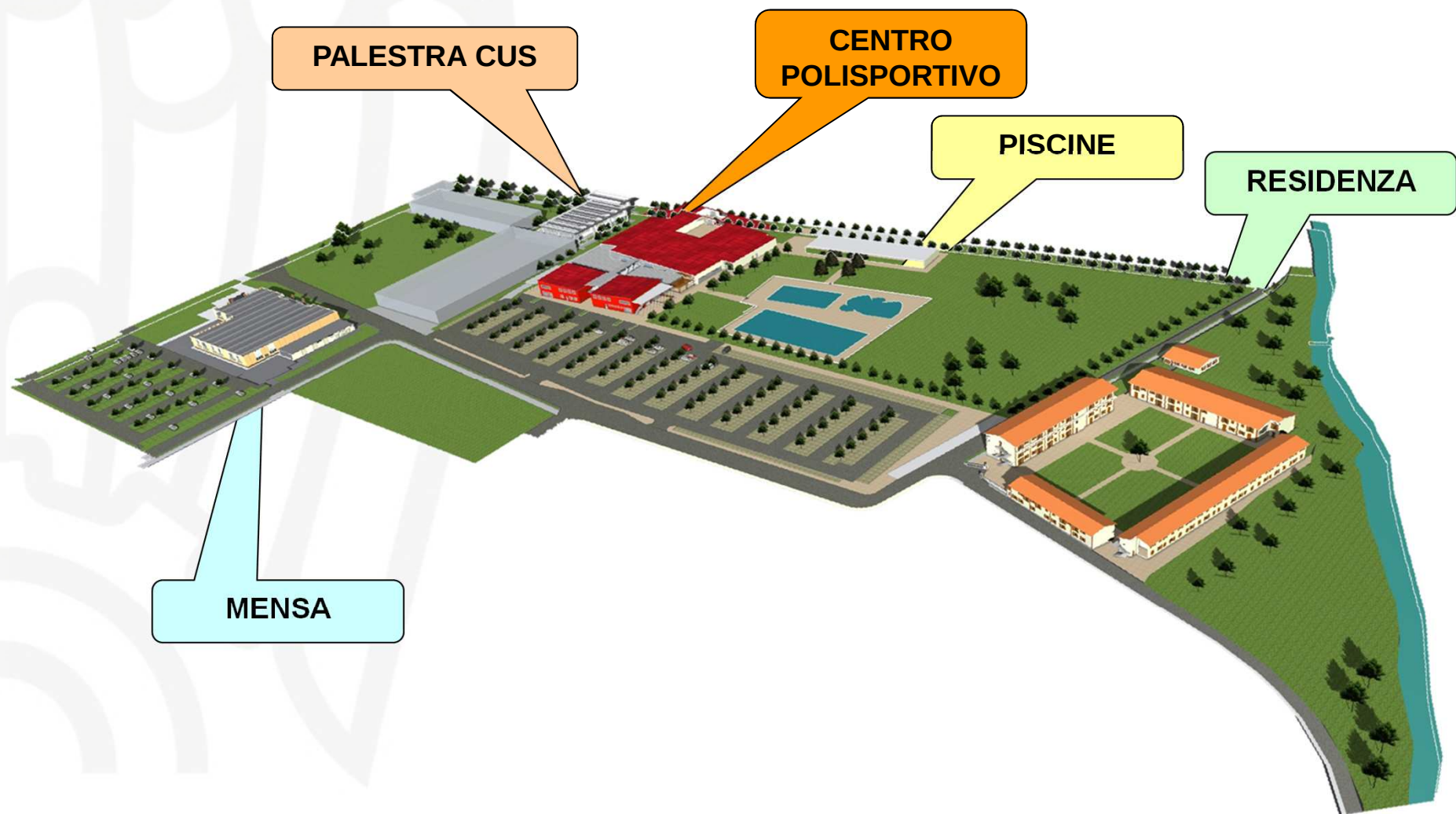
- Un metodo veloce per la trasformata di Hough 3D su modelli variabili



Il Campus del Cravino



Oltre il Campus del Cravino



Contatti:



Università degli Studi di Pavia

Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione

Via Ferrata, 5 - Pavia

Prof. Giovanni Danese (giovanni.danese@unipv.it)

Prof. Francesco Leporati (francesco.leporati@unipv.it)

Ing. Emanuele Torti (emanuele.torti@unipv.it)

Ing. Elisa Marenzi (elisa.marenzi@unipv.it)

Prof.ssa Antonella Ferrara (antonella.ferrara@unipv.it)

Prof. Marco Piastra (marco.piastra@unipv.it)