

Infrastrutture del dipartimento

Testo generale

Presso il Dipartimento di Eccellenza in Robotics & AI della Scuola Superiore Sant'Anna sono nel corso del primo periodo (2018-2022) stati allestiti nove nuove risorse/infrastrutture/laboratori che si affiancano a quelle già esistenti presso gli istituti afferenti di Biorobotica, TeCIP ed Intelligenza Meccanica.

I laboratori offrono a studenti e ricercatori attrezzature allo stato dell'arte per lo studio, la ricerca sperimentale e lo sviluppo di nuovi concetti nei settori scientifici disciplinari afferenti alla Robotica ed alla Scienza dei Materiali.

Le infrastrutture disponibili sono di ultima generazione e consentono l'ampliamento delle ricerche degli istituti afferenti in campi applicativi e settori disciplinari interconnessi con le tematiche del Dipartimento.

L'accesso alle risorse ed ai laboratori è consentito al personale di ricerca afferente al dipartimento previo coordinamento con il referente di laboratorio specifico che ne organizza l'uso concorrente delle risorse e ne sorveglia il corretto stato di funzionamento. Ove necessario gli impianti sono stati dotati dei necessari contratti di assistenza, consumo e manutenzione per mantenere i dispositivi in efficienza.

Elenco dei laboratori/risorse:

- Laboratorio didattico per prototipazione e sviluppo
- Laboratorio di Additive Manufacturing
- Laboratorio di Materiali, Packaging e FBG Manufacturing
- Laboratorio di Materiali per Attuatori e Sensori in Multiscale Domain
- Laboratorio di Visione 2D/3D e LiDAR
- Laboratorio di Stereolitografia multimateriale e microlavorazioni
- Laboratorio di Robotica distribuita ed Interconnessa
- Laboratorio di calcolo ad alte prestazioni (HPC) e apprendimento profondo (DL)
- Risorse SW per la progettazione ed il Cloud Computing

LABORATORIO DIDATTICO DI PROTOTIPAZIONE E SVILUPPO

Referenti: Proff. Arianna Menciasci e Carlo Alberto Avizzano

Un laboratorio distribuito arredato con banchi di lavoro attrezzati per una didattica interattiva e la prova sperimentale di concetti. Il laboratorio consente agli studenti non solo di sperimentare i concetti teorici acquisiti sul campo, ma anche di contribuire proattivamente alla ricerca tramite l'ideazione e la realizzazione in semi-autonomia di semplici prototipi dimostrativi.

Presso le sedi di Pisa del Dipartimento di Eccellenza, è stata messa a punto un'aula didattica che prevede 15 postazioni attrezzate per lo studio, lo sviluppo e le realizzazioni di sistemi mecatronici. Ogni postazione è in grado di ospitare fino a un massimo di 4 studenti in attività di sviluppo congiunta. Il fine principale è quello di progettare e realizzare sistemi di controllo automatico unendo elettronica, informatica e meccanica per l'implementazione del sistema reale e la verifica del funzionamento in tempo reale.

L'aula è stata realizzata in prossimità dell'officina meccanica dotata di nuove strumentazioni di prototipazione rapida, CNC e lavorazioni per taglio ed asportazione. L'accesso all'officina comunque per misure di sicurezza e prevenzione del rischio è soggetto ad adeguata pre-formazione e sorveglianza da parte del personale tecnico addetto.

Dotazioni base (Pisa):

- Banchi di lavoro attrezzati
- Software per sviluppo e design meccanico, numerico, elettronico
- Strumentazione elettronica (alimentatori, oscilloscopi, generatori di funzioni, etc.)
- Piccole lavorazioni meccaniche ed elettroniche (utensileria, saldatori, trapano a batteria, ...)
- Plotter A0 modello Canon TM300 per lavori e poster
- Dispositivo MID range per addestramento e rifinitura di reti neurali accessibile in cloud
- Cappe e visori per elettronica

Dotazioni base (Pontedera)

- Sistema di videoconferenza Yealink nativo Teams comprensivo del relativo pannello di controllo per l'integrazione con l'aula didattica disponibile presso istituto di Biorobotica;
- Proiettori per didattica
- due sistemi video di cui uno, comprensivo anche della parte audio
- n° 10 tavolette grafiche con custodia per esigenze di didattica da remoto

Macchine di servizio:

- PISA:
 - 1 stampante 3D modello Ultimaker S5 basata su tecnologia Fused Filament Fabrication (FFF)
 - Robot antropomorfo Panda (Franka Emika)

- Laboratorio di Lavorazioni meccaniche
- termocamere, pinze amperometriche, analizzatori di stati logici
- Sistema per il reworking di schede elettroniche
- Schede embedded e sensori di imaging 2D/3D
- Droni e modelli radiocomandati
- Componentistica per studio e ricerca sulla navigazione autonoma
- PONTEDERA:
 - Sistema INSTRON 5965
 - Minuteria meccanica, dispositivi meccanici, informatici, ottici e mecatronici per la realizzazione di prototipi da parte degli studenti
 - SARIX T1-T4 che implementa la tecnologia EDM (Electrical discharge machining) per lavorazioni micrometriche di pezzi meccanici
 - microscopio Eclipse TE2000-U e di uno stereomicroscopio (SMZ1500) impiegati in analisi ottiche avanzate di componenti mecatronici
 - Spinner per deposizione di film sottili di PDMS
 - Stampante 3D - Original Prusa I3 MK3S

LABORATORIO DI ADDITIVE MANUFACTURING E LAVORAZIONI

Referente: Prof. Antonio Frisoli

Presso l'Istituto di Intelligenza Meccanica, Via Alamanni, in un'area circoscritta e dedicata di circa 80mq, è stato istituito un laboratorio base per lavorazioni meccaniche (CNC e tornio a controllo numerico), additive manufacturing e taglio laser. Tali risorse, il cui accesso richiede la collaborazione e sorveglianza di personale tecnico specializzato adeguatamente formato si integrano con le capacità di design e sviluppo meccanico, mecatronico e sensoristico del dipartimento, centrali per i tre istituti afferenti al Dipartimento (IIM, TeCIP e Biorobotica).

Le tecnologie di additive manufacturing consentono al nuovo dipartimento non solo di stampare oggetti 3D in materiali di produzione di qualità, ma anche di poter cambiare e rivoluzionare il metodo di progettazione in quanto sensori, logica e struttura potranno essere progettati congiuntamente evitando quindi passaggi di integrazione successivi, incollaggi o integrazioni successive tramite l'uso di particolari meccanici aggiuntivi ed irrilevanti. Inoltre la progettazione in additive manufacturing consente di integrare sensori e logiche già nelle fasi di stampa della struttura, consentendo l'accesso e la misurabilità a particolari interni della stessa che non sarebbero altrimenti raggiungibili se non a patto di alterare le proprietà meccaniche della struttura stessa.

La stampa integrata consente in tal modo di migliorare l'osservabilità di dati interni al meccanismo, ma anche di utilizzare nativamente il meccanismo stesso come strumento di protezione dei sensori e delle logiche che per loro natura sono fragili.

Macchine di servizio:

- Direct Metal Sintering: Mark Forgerd Metal X è un Sistema per la realizzazione di componenti funzionali in materiale metallico per lo sviluppo di sistemi robotici ed interfacce uomo-macchina. Il sistema consente di stampare particolari metallici (acciai, leghe di alluminio o titanio) di forma complessa altrimenti non possibili tramite tradizionali sistemi ad asportazione di truciolo e di sviluppare ed integrare tali sistemi con tecniche di sensorizzazione in fibra ed intelligenza di calcolo embedded.
- MarkForged MarkTwo: MarkForged Mark Two è una stampante 3D di nuova generazione in grado di realizzare prototipi e prodotti finiti in Nylon, rinforzati con materiali compositi: fibra di carbonio, fibra di vetro e kevlar.
- Sinterit Lisa PRO: Sinterit Lisa Pro è una stampante 3D con tecnologia di sinterizzazione laser selettiva in grado di produrre componenti di medie dimensioni ed elevata precisione, con la possibilità di usare Nylon con elevato allungamento a rottura per realizzare parti deformabili funzionali e elastomeri TPE con la possibilità di realizzare guarnizioni impermeabili ad acqua e aria.
- Tornio professionale Sogi M5-1000d
- Robot antropomorfo Panda (Franka Emika)
- 2 Laser cutter
- fresa semiautomatica 4/5 asse PICOMAX

- CNC 4 assi overmach dotata di utensili ed attrezzaggio per le lavorazioni di precisione e la rifinitura dei pezzi prodotti in rapid prototyping al fine di raggiungere tolleranze dimensionali di classe elevata.
- Estrusore per la stampa 3D come organo terminale consentirà la generazione di strutture complesse di grandi dimensioni in forma prototipale

Laboratorio di Materiali, Packaging e FBG Manufacturing

Referente: Prof. Fabrizio di Pasquale

Il Laboratorio di Materiali, Packaging e FBG Manufacturing offre uno strumento utile per svariate applicazioni di ricerca e sviluppo, in particolare per l'integrazione di sensori FBG in parti robotiche mediante tecniche di additive manufacturing. Sarà possibile la scrittura diretta di vari tipi di sensori FBG uniformi, chirpati ed apodizzati, particolarmente resistenti anche in situazioni ambientali avverse ed altissime temperature.

Il sistema di scrittura diretta di FBG comprende un laser al femto-secondo, un tavolo ottico antivibrazione, sistemi di posizionamento micrometrico, componenti ottici in spazio libero ed in fibra ottica ed analizzatore di spettro ottico.

Un secondo banco ottico automatizzato consente la caratterizzazione ottica ed elettronica di dispositivi e sistemi optoelettronici integrati su chip quali lidar, interrogatori di FBG e sensori biologici e chimici. Il banco ottico include un sistema antivibrazione, posizionatori con risoluzione micrometrica, laser accordabile in lunghezza d'onda, sonde ottiche e sonde elettroniche per misure DC e RF. Il banco per la caratterizzazione optoelettronica risulta rilevante per la validazione di soluzioni di sensoristica innovative per applicazioni robotiche. Il banco di caratterizzazione include infine un microscopio ottico ad alta risoluzione basato su dark field imaging e prisma a contrasto differenziale, particolarmente utile anche per la verifica della scrittura di sensori FBG.

Sono inoltre disponibili le seguenti attrezzature:

- Video Inspection Probe: modulo complementare dello strumento OTDR già acquistato per il Dipartimento. Tale camera permette di visualizzare in modo molto accurato le fibre da collegare all'OTDR, consentendo quindi di controllare lo stato delle interfacce ottiche che vengono collegate fra i diversi strumenti.
- Un sistema di generazione di segnali analogici personalizzati (direct digital synthesis module) per la generazione di forme d'onda arbitrarie modulate in ampiezza, fase e frequenza a 4 canali ed il relativo modulo di decodifica tramite un modulo di 3.5Giga Sample per secondo con precisione a 12Bit.
- Un digitalizzatore con capacità di multiplexing a 500MHz e 4 canali;
- Forno tubolare ad alta temperatura: per testare sensori in fibra ottica e sensori FBG scritti al femtosecondo, in ambienti particolarmente ostili caratterizzati da temperature estremamente elevate. Questo forno consente di monitorare temperature fino a 1200°C circa dei sensori in fibra.
- Interfaccia elettronica (GPIB): si tratta di un'interfaccia GPIB che permette di controllare strumenti quali laser, Keithley e ct440 già acquistati l'anno scorso nel contesto del DIPE. Tale interfaccia permette il collegamento e il controllo di strumentazione tramite un semplice computer e anche lo sviluppo di interfacce utente per varie tipologie di misure, in particolare nella prospettiva di potere effettuare test più complessi su parti robotiche significativamente strumentate.

L'infrastruttura offre capacità di applicazioni di ricerca e sviluppo, in particolare per l'integrazione di sensori FBG in parti robotiche mediante tecniche di additive manufacturing.

Macchine di servizio:

- FBG Writer

- Laser impulsato al femtosecondo, compatto, di tipo industriale e con modulo di generazione di seconda armonica (SHM) operante a 1040 nm con potenza media superiore a 8 W, energia dell'impulso a 1040 nm superiore a 40 μ J e durata inferiore a 450 fs, comprendente raffreddatore.
- Workstation con sistema di movimentazione su banco ottico antivibrante per posizionamento della fibra ottica
- Amplificatore in fibra ottica
- Moduli Butterfly
- sorgente laser accordabile in lunghezza d'onda
- rivelatore ottico con sincronizzazione laser
- tavolo ottico
- sorgente elettrica e multimetro di precisione
- visore zoom per banco ottico
- banco di allineamento
- giuntatrice di fibre ottiche
- sistema di acquisizione digitale (PXI)
- micro posizionatori
- controllore termoelettrico di temperatura
- analizzatore di spettri ottici e di analisi di fibre ottiche
- controllore di sorgenti a diodo e di temperatura + Mount per sorgenti a diodo
- calcolatore per controllo strumenti
- modulatore acusto-ottico in fibra ottica.

Laboratorio di materiali per attuatori e sensori in multiscale domain

Referente: Prof. Christian Cipriani

Il laboratorio di Materiali per Attuatori e Sensori in Multiscale Domain offre strumentazione per realizzazione e utilizzo di sistemi di microfluidica, sistemi e sensori miniaturizzati e biocompatibili, ivi inclusi elettrodi e sistemi impiantabili nel corpo. L'obiettivo è la realizzazione di completi lab on chip, ivi inclusi:

- un sistema di stampa o estrusione per siliceni eterogenei,
- sistema ottico a banco per analisi di campioni,
- un sistema per la misurazione di proprietà dei materiali quali: viscosità, modulo di taglio, shear stress e shear strain, modulo di Poisson, modulo dinamico.
- Un sistema per analisi chimica superficiale di materiali.
- Un apparato per la produzione di micro/nano-fibre costituite da diversi materiali e con diverse geometrie realizzabili. Questo macchinario completa la gamma di strumenti in grado di realizzare materiali con tecniche "additive", in particolare mirando allo sviluppo di strutture nanofibrose.
- Un sistema video di microscopia digitale ad alta risoluzione per macro e micro-ispezioni di materiali. Lo strumento consente un'acquisizione multidirezionale di immagini e digitalizzazione, misure 2D/3D, comparazioni in real-time, analisi morfologica topografica delle superfici e profilometria, esportazione di una matrice numerica relativa alle immagini per analisi FEM e reverse engineering.
- Una cappa chimica per manipolazione dei campioni biologici che includa una portable glove box.

Le attività disponibili in laboratorio includono, tra le altre: la preparazione di soluzioni chimiche, la sintesi di materiali e biomateriali, lo sviluppo di processi di micro fabbricazione e in generale operazioni in clean room, la coltura di cellule e tessuti nei laboratori biologici, ecc.).

Macchine di servizio:

- un chiller - modello Van Der Heijden – per il raffreddamento dello sputtering impiegato nella deposizione di film sottili in oro e titanio, per la realizzazione di sensori e/o elettrodi di nuova generazione da integrare su sistemi robotici indossabili o per applicazioni neurali
- un mixer modello IGT SimplyMix Mixer, per la realizzazione di composti omogenei – dispersione di polveri o particelle micrometriche all'interno di matrice polimerica - ad elevata viscosità
- Gamry 620 per la caratterizzazione di elettrodi neurali
- EEG per l'acquisizione di biosegnali
- estrusore
- sistema di magnetizzazione ad impulsi per la fabbricazione di materiali con magnetizzazione permanente
- Liofilizzatore modello FreeZone 2.5L(-84° C) e relativi accessori che permette essiccazione del campione
- cella tribologica che permette di valutare le proprietà superficiali di materiali impiantabili, proprietà tribologiche di tessuti in cui interfacciare capsule e altri dispositivi
- vasca sperimentale in vetroresina con una parete vetrata, che garantirà la realizzazione di test in-lab
- Spettrofotometro LAMBDA 25
- Macchina di misura Werth VideoCheck EA
- microscopio invertito (senza telecamera e software Olympus)

- telecamera high-speed a colori mini WX100 (32GB)
- incubatore Memmert IPP110 plus
- Stampante Form3 basata su stereolitografia, con ottime qualità di stampa e ampia varietà di materiali, che includono rigido, fragile, duttile e simil-gomma
- tavolo ottico 90X150
- server di calcolo/image processing più unità salvataggio dati
- frigorifero Liebherr LKUV 1610 mediline
- stereo-microscopio Olympus
- syringe pump Harvard Apparatus 11 Elite
- puller Sutter P-1000
- sistema microfluidica Fluigent
- proiettore RGB per microscopia a luce strutturata
- set micropipette
- digital camera tipo Basler entry level
- agitatore; centrifuga
- Spinner modello SPIN 150i-NPP desktop version per processi di micro-fabbricazione per la deposizione di film polimerici molto sottili (spessore di 10 nm o anche meno) su wafer di silicio con un diametro fino a 160mm
- bead fluorescenti, vetreria, elementi di connessione, puntali
- deionizzatore (Elix® Advantage 10 Kit IT)

Laboratorio di Visione 2D/3D e LiDAR

Referente: Dr. Paolo Tripicchio

Il laboratorio di visione è una risorsa importante per diversi settori applicativi come la teleassistenza, la telemedicina, la validazione di robot e macchine autonome, la robotica intelligente, i cobot, il precision farming, la telesorveglianza, la maintenance on condition e molte altre applicazioni di sensori ed intelligenza artificiale che richiedono a sistemi autonomi di avere capacità di percezione/azione cognitive nella interazione con l'uomo e l'ambiente.

Il dipartimento ha a disposizione diversi dispositivi di cattura ottica e di monitoraggio acquistati sulle risorse del dipartimento o in collaborazione con attività affini interessate allo sviluppo di una piattaforma integrata di validazione. Tali risorse consentono sia una ricerca avanzata nell'ambito della visione e percezione, e di sviluppare applicazioni di ricerca applicata basata sulle recenti tecniche di digital learning (machine, reinforcement e deep) ma anche un trasferimento tecnologico in settori industriali emergenti e dedicati a industria 4.0.

Sono attualmente disponibili reti di camere, camere con sensori di larghe dimensioni ad alta velocità e risoluzione per l'analisi delle immagini e dei processi dinamici, sistemi laser 3D di diverse tipologie: triangolazione, tempo di volo, lidar, aventi diverse performance di risoluzione, velocità e campo visivo.

Il laboratorio inoltre include tecnologie embedded di tipo IoT per la visione che consentano lo sviluppo a studenti e ricercatori di un nuovo framework di percezione e controllo per dispositivi di automazione, robotica e per ambienti intelligenti.

Macchine di servizio:

- teatro di cattura 5x7 dotato di camere e laser
- Vision Dome controllabile remotamente
- Due sistemi Vicon per MOCAP MX 8 camere
- Infrastruttura di montaggio rapido camere e sensori
- Sistemi HMD e di head tracking
- Una tuta di motion capture indossabile
- sensori CCD, e laser
- Gruppo di 20 camere CCD (FullHD 30Hz Night and Day) interfaccia USB
- 2 Camere Full Frame 12MPix ad alte prestazioni modello Emergent 12000
- Oltre 5 Camere conformi in standard genicam per prototipazione sperimentale rapida
- Oltre 10 Depth camera a tempo di volo e stereo-imaging per la cattura tridimensionale
- Laser/Lidar SICK LMS511
- Laser/Lidar SICK LMS400
- Optitrack V120 Trio per la cattura del movimento umano
- Guide lineari per la movimentazione di oggetti, laser e camere
- Network camera PPoE
- Sistemi di elaborazione Embedded NVIDIA Xavier a 760 Core
- Sistemi di memoria per archiviazione dati.

Laboratorio di Stereolitografia Multimateriale e microlavorazioni

Referente Prof. Antonio De Simone

(Mariangela Manti per avere referenti per aiuto sul piano dei contenuti scientifici)

Il Laboratorio si è dotato di una stampante 3D a risoluzione sub-micrometrica basata su scrittura laser e polimerizzazione a due fotoni. Questo sistema consente la realizzazione di strutture e meccanismi in materiale polimerico con risoluzione laterale inferiore al micron e risoluzione verticale dell'ordine di 1.5 micron. Il sistema di stampa può operare in modalità "traiettoria 3d libera" (controllo attraverso un piezo-scan) oppure in modalità "deposizione a strati". Area di stampa accessibile 100x100 mm², altezza massima oggetto da 300 µm a 3 mm, a seconda della risoluzione di stampa.

Per la realizzazione di questa infrastruttura strategica, il Dipartimento si è dotato di un **3D Bioplotter "Manufacturer Series"** prodotto dalla EnvisionTEC. Questa macchina permette di stampare in 3D con alta precisione fino a 5 diversi materiali contemporaneamente nella stessa lavorazione, consentendo di fabbricare strutture eterogenee multi-materiale in modo molto versatile. Tra le altre cose, permette di stampare polimeri rigidi, polimeri molto flessibili, siliconi, gel semi-liquidi e anche soluzioni di cellule viventi. Consente quindi di realizzare in 3D dispositivi impiantabili "medical grade", robot soft e multi-materiale, componenti di macchine aventi proprietà variabili, organi e tessuti bioingegnerizzati.

Risorse disponibili:

- Hirox HRX-01 (3D digital microscope)
- Benchtop SEM, Phenom XL
- Lettore di piastre multimodale per analisi di soluzioni e composti chimici
- Reometro modello MCR 302E
- stampante 3D in grado di stampare strutture cellulari: 3D Bioplotter "Manufacturer Series"

Laboratorio di robotica distribuita ed interconnessa

Referente: Prof. Piero Castoldi

Il laboratorio di robotica distribuita risulta caratterizzato da gruppi di dispositivi robotici mobili cooperanti ed interagenti tramite connessioni wireless di diversa natura. Il laboratorio offre diverse aree di studio tra le quali:

- nuove tecnologie di trasmissione e networking per la comunicazione,
- interfacce aptiche per il controllo dei dispositivi,
- sistemi e visori di ambiente virtuale per l'interazione con i dispositivi remoti,
- array di unmanned ground vehicles e di droni sensorizzati per applicazioni specifiche quali: sorveglianza, controllo di impianti, sicurezza.

Il laboratorio di robotica distribuita include sistemi di nuova acquisizione a fianco in un set di dispositivi pre-esistenti o cofinanziati da altre attività nel settore in essere presso il dipartimento.

Il laboratorio costituisce una piattaforma didattica complementare a disposizione di docenti e studenti per lo sviluppo e il test di algoritmi innovativi di controllo robot che spaziano in tutte le attività di ricerca di interesse per gli istituti di ingegneria e la classe, quali ad esempio: intelligenza robotica distribuita, controllo di squadre di robot, cyberphysical systems, precision farming, telemedicina.

Sono inoltre disponibili attrezzature di rete, sistemi e interfacce di comunicazione, che consentono l'off-loading di funzionalità dal robot mediata da collegamenti ad alta velocità e a bassa latenza verso elementi computazionali centralizzati.

Macchine di servizio:

- piattaforme FPGA con supporto P4, per la progettazione di dispositivi di rete
- switch di fascia alta con minimizzazione delle latenze
- antenne e moduli radio
- rover terrestri
- droni a controllo numerico con capacità di percezione avanzata, calcolo onboard e offloading
- un drone professionale ad elevata autonomia di volo
- sistemi di supporto per la presenza immersiva e la telepresenza
- moduli e dispositivi di rete, e sistemi di radioconnessione 5G
- ambiente di simulazione HIL per sistemi autonomi
- tracer Lauterbach TRACE32 e probe per piattaforme multicore (tipo Aurix)
- sviluppo simulatori automotive
- 4 blades di calcolo ad alte prestazioni con UPS.
- 2 GPU Tesla T4 per inferenza e attrezzaggio data storage in SSD per calcolo computazionale
- un server P4, switch e transceivers, 6 schede network a 100Gb/s e Switch ad alte prestazioni
- fibra ottica e pali telescopici per offloading ed edge computing
- SW di simulazione e test e HIL (microautobox, Nvidia TX2, Xilinx Ultrascale);

Laboratorio di HPC & Deep Learning

Referente: Prof. Giorgio Buttazzo

Il laboratorio comprende macchine di nuova generazione per lo sviluppo delle attività di didattica e ricerca su Deep Learning. In particolare, sono stati acquisiti due server di fascia media per l'accelerazione di algoritmi di machine learning che consentono l'addestramento di sistemi intelligenti in tempi ragionevoli e lo sviluppo di nuovi algoritmi di intelligenza artificiale tesi a migliorare il rapporto uomo-robot, la percezione ambientale da parte del robot, e le capacità cognitive e decisionali del robot stesso.

Per consentire inoltre lo sviluppo ed il test delle attività di learning il laboratorio si è dotato di risorse di robotica mobile e cattura dati (rover terrestri e lidar) coerenti ed interoperabili con le altre attività sviluppate all'interno del Dipartimento.

Le risorse sono disponibili presso il dipartimento per le attività di studio e ricerca di dottorandi, docenti e ricercatori. E' stato evitato di ricorrere ad investimenti di fascia alta sia per la veloce obsolescenza di dette infrastrutture ma anche per l'attuale disponibilità di offerta di tempo di calcolo in convenzione con numerosi centri nazionali ed internazionali.

In particolare, il dipartimento per attività particolarmente onerose ha la possibilità di accedere in convenzione alle risorse nazionali di calcolo elettronico disponibili presso il cluster centrale di Bologna. La disponibilità invece interna di risorse di fascia media consente invece lo studio tecnico del bilanciamento e delle strutture HW/SW per problemi in interfacciamento con dispositivi locali (esempio reti di camere), o lo studio di meccanismi di affidabilità e sicurezza HW/SW.

Risorse disponibili:

- Server con 8GPU Nvidia Ampere
- NVIDIA DGX Station
- Schede di sviluppo ARM e Multicore con logica programmabile in FPGA
- 2Rover Agilex Scout Mini
- 1 Turtlebot
- Tre lidar tipo Ouster
- Mini 3D printer per la stampa dei componenti di raccordo
- Dispositivi di programmazione portatile e sviluppo

Risorse SW per Progettazione e Cloud computing

Accesso Aperto agli afferenti

Il dipartimento dispone di diversi applicativi software per lo sviluppo ed il raggiungimento degli obiettivi di didattica e di ricerca previsti. Tali software consentono la progettazione a diversi livelli di:

- Sistemi meccanici
- Sensori
- Elettroniche
- Meccatronica
- Modelli di controllo
- Fluidodinamica
- Sviluppo codice

Alcune delle risorse disponibili:

- ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD
- ANSYS Academic Research Mechanical and CFD
- ANSYS Academic Multiphysics Campus solution
- SW modellazione e fluidodinamica computazionale
- License software per sviluppo codice C/C++, Java, Python, Javascript,...
- PLMS CREO - Education/Commercial Convert Option, per modellazione parametrica 3D
- PLMS CREO - University Plus Campus Pack
- MATLAB Academic Total Headcount License FULL SUITE Configuration, per calcolo, controllo, modellazione fisica e analisi statistica
- Labview National Instrument Academic Site license+
- Accesso ai maggiori database di archiviazione pubblicazioni
- DROPBOX