



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Workshop: Neuromorphic and Neurorobotics

2627-2-F552MI041

Area di apprendimento

Introduzione ai principi della progettazione neuromorfica e della neurorobotica, con riferimento ai criteri di progettazione, all'analisi di casi applicativi e alle principali sfide tecnologiche e approcci sperimentali nel campo della Physical AI.

Obiettivi formativi

Il workshop mira a introdurre i principi della progettazione di sistemi neuromorfici e neurorobotici per applicazioni human-centered, sviluppando conoscenza e capacità di comprensione dei modelli di neurocontrollo, delle interfacce uomo-macchina e della Physical AI. Attraverso attività interattive e analisi di casi, gli studenti acquisiscono la capacità di applicare criteri di progettazione di sistemi basati su Physical AI in relazione a specifiche applicazioni. Il workshop promuove l'autonomia di giudizio nel campo della Physical AI mediante la discussione critica di casi studio, nonché le abilità comunicative attraverso il lavoro di gruppo e la presentazione dei risultati, con riferimento ai principi di progettazione neuromorfa e neurorobotica. Infine, il workshop sviluppa la capacità di apprendere per aggiornarsi in modo autonomo e comprendere e interpretare contesti interdisciplinari.

Contenuti sintetici

Introduzione ai principi di progettazione di sistemi neuromorfici e neurorobotici nell'ambito della Physical AI e dell'approccio human-centered. Metodologie e criteri di progettazione per sistemi bioispirati, interfacce uomo-macchina e tecnologie per assistenza personale, riabilitazione e sostituzione funzionale. Analisi di casi applicativi in neurorobotica, con particolare riferimento a neurocontrollo, feedback sensoriale ed embodiment, per lo sviluppo di competenze interdisciplinari e capacità di progettazione.

Programma esteso

Il workshop introduce ai principi di progettazione di sistemi neuromorfici e neurorobotici nell'ambito della Physical AI e dell'approccio human-centered, evidenziando le relazioni tra neuroscienze, intelligenza artificiale e robotica. In quanto workshop, l'attività privilegia un approccio applicativo e interattivo, orientato all'analisi di casi e alla discussione critica. Sono trattati i criteri di progettazione dei sistemi neuromorfici (modelli neurali, computazione neuromorfica, integrazione sensori-attuatori) e dei sistemi neurorobotici bioispirati (embodiment, biorobotica, sistemi soft e underactuated).

Particolare attenzione è dedicata al neurocontrollo e all'integrazione sensomotoria (controllo motorio, apprendimento, intenzione motoria), nonché all'interazione persona-robot e alle interfacce uomo-macchina (interfacce neurali e indossabili, cooperazione e teleoperazione). Sono inoltre approfonditi i meccanismi di feedback sensoriale e tatto artificiale (sensing, restituzione sensoriale, chiusura del loop percettivo-motorio).

Il workshop analizza applicazioni avanzate della neurorobotica, tra cui protesi cibernetiche ed esoscheletri (sostituzione funzionale, riabilitazione, assistenza personale) e i principali campi applicativi della Physical AI (neuro-riabilitazione, robotica assistiva e umanoide). Il programma si conclude con la discussione delle sfide tecnologiche e delle prospettive future, con riferimento a materiali intelligenti, integrazione uomo-macchina e implicazioni etiche e sociali.

Prerequisiti

È richiesta una formazione interdisciplinare di base in AI e neuroscienze. È utile una familiarità con i principi dell'interazione uomo-macchina e del feedback sensoriale nei sistemi artificiali. Non è richiesta esperienza in robotica; lo workshop è particolarmente adatto a studenti interessati a interfacce uomo-macchina, embodiment e Physical AI.

Metodi didattici

Il workshop prevede una combinazione di lezioni frontali ed attività interattive in presenza. Le prime sei ore saranno dedicate a lezioni erogative introduttive, finalizzate a fornire i concetti fondamentali. Successivamente, il corso si svilupperà attraverso lezioni interattive basate sull'analisi di casi di studio concreti, con discussioni in piccoli gruppi e in aula. Gli studenti saranno attivamente coinvolti nella discussione critica dei casi, al fine di evidenziarne gli aspetti rilevanti in relazione agli obiettivi formativi del workshop.

Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento si basa su un project work finale svolto in gruppi di tre studenti, avente ad oggetto l'analisi di un caso di studio, scelto dagli studenti, sui temi della Physical AI e degli approcci neuromorfici e neurorobotici. Il progetto è sviluppato in forma di presentazione e discusso in aula nelle ultime due lezioni del corso. L'esito è espresso mediante giudizio di approvazione, subordinato allo svolgimento e alla discussione del progetto.

Testi di riferimento

Il materiale di riferimento include il volume *The Robot and Us*. Ulteriori materiali didattici, tra cui articoli scientifici e saggi su temi specifici di neuromorphic e neurorobotics, saranno indicati e messi a disposizione durante il corso. *The Robots and us, An'Antidisciplinary' Perspective on the Scientific and Social Impacts of Robotics*, Springer Nature Switzerland AG 2019, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97767-6>

Sustainable Development Goals

SALUTE E BENESSERE | ISTRUZIONE DI QUALITÀ | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE
