UNIVERSITÀ DI PISA

COMPUTATIONAL NEUROSCIENCE

ALESSIO MICHELI

Anno accademico	2018/19
CdS	INFORMATICA
Codice	674AA
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
COMPUTATIONAL NEUROSCIENCE	INF/01	LEZIONI	48	ALESSIO MICHELI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Computational neuroscience (CNS):
Gli obiettivi del corso "Computational neuroscience" comprendono la modellizzazione neurale bio-inspirata, le reti neurali di tipo spiking e reservoir computing, modelli computazionali avanzati di neuroni per l'apprendimento, architetture e metodi di apprendimento per reti neurali dinamiche / ricorrenti per i dati temporali e l'analisi delle loro proprietà. Ruolo delle neuroscienze computazionali nelle applicazioni del mondo reale (per casi di studio).

Modalità di verifica delle conoscenze

La conoscenza viene verificata attraverso test scritti (materiale di laboratorio e report) e un esame orale.

Capacità

- Capacità di analisi e sviluppo di modelli avanzati di apprendimento automatico, considerando sia la modellazione neurale bio-ispirata che il punto di vista computazionale.
- Ottenere conoscenze pratiche su semplici modelli CNS tramite esperienze di laboratorio.

Modalità di verifica delle capacità

La conoscenza è verificata attraverso test scritti e un esame orale. La parte scritta include il materiale del laboratorio (codice sviluppato durante il corso) e una relazione su un argomento teorico avanzato o con scopo applicativo (progetto).

Comportamenti

Consapevolezza della potenzialità correnti e delle limitazioni dei sistemi CNS e dei sistemi avanzati per l'apprendimento automatico.

Modalità di verifica dei comportamenti

La conoscenza viene verificata attraverso test scritti (materiale di laboratorio e report) e un esame orale.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

- Analisi matematica (funzioni, calcolo differenziale), calcolo multivariato, equazioni differenziali
- Algebra lineare, notazione matrice e calcolo
- Elementi di probabilità e statistica (elaborazione avanzata del segnale seguita in corso parallelo)
- Conoscenza di base degli algoritmi.

- Programmazione: MATLAB per il laboratorio.
- Elementi base di machine learning, incluse le Artificial Neural Networks con backpropagation, e le tecniche di cross-validation per model selection/evaluation.

Indicazioni metodologiche

Il corso comprende lezioni di teoria e corsi di esercitazione mediante l'esperienza diretta dei laboratori, che mirano a esemplificare, implementare (codice MATLAB) e applicare i concetti sviluppati durante le lezioni.
Le lezioni sono in aula, tipicamente con l'aiuto di diapositive (proiezione). Usiamo una piattaforma di e-learning per fornire materiale didattico (diapositive, assegnazioni, software, ecc.).
Partecipazione: fortemente consigliata. Metodi didattici: lezioni, laboratori e lavori di progetto.
Collocazione del corso:

- CNS (Computational neuroscience) è parte (modulo) del corso *Applied Brain Science* - Master programme in Bionics Engineering.
- COMPUTATIONAL NEUROSCIENCE (Corso di Laurea Magistrale in Informatica - Master programme in Computer Science) è mutuato da CNS
- Apprendimento Automatico: Reti Neurali e Metodi Avanzati - AA2 (Corso di Laurea Magistrale in Informatica - Master programme in Computer Science) era mutuato da CNS negli anni 2016 e 2017.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso è una introduzione ai principi fondamentali delle Neuroscienze Computazionali, considerando sia la modellazione neurale bio-ispirata che il punto di vista computazionale.

Il contenuto di quest'anno include i seguenti argomenti:

- Modelli computazionali del neurone biologico (modellistica delle neuroscienze)
- Modelli di plasticità sinaptica e apprendimento (rappresentazione / apprendimento profondo)
- Reti neurali ricorrenti (modelli dinamici per i dati temporali)
- Applicazioni (casi di studio)

Il programma dettagliato dell'anno in corso verrà aggiornato e rilasciato a lezione.

Bibliografia e materiale didattico

Note del corso (fornite dai docenti). Ulteriori riferimenti includono:

- W. Gerstner and W.M. Kistler, Spiking Neuron Models: Single Neurons, Population, Plasticity. Cambridge Univ. Press, 2002
- P. Dayan and L.F. Abbott, Theoretical Neuroscience. The MIT press, 2001.
- E.M. Izhikevich, Dynamical systems in neuroscience. The MIT press, 2007.
- S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines (3rd Edition), Prentice Hall, 2009.

Modalità d'esame

La prova scritta è tipicamente basata sul materiale delle esperienze dei laboratori (codice sviluppato durante il corso) e su un report di un argomento teorico avanzato (in forma scritta / diapositiva) o con un obiettivo applicativo (progetto con codice e risultati). Il materiale viene consegnato in anticipo dallo studente.

Il test orale consiste in un'intervista tra il candidato e il docente su tutte le parti del programma e, se utile, nella discussione sul test scritto. Durante l'esame orale l'allievo deve essere in grado di dimostrare la propria conoscenza del materiale didattico e di poter discutere la letturatura con profondità e correttezza dell'espressione, mostrando anche la capacità di relazionare le varie nozioni acquisite e una consapevolezza sufficiente dei limiti e delle potenzialità dei sistemi CNS. Per accedere all'esame orale, gli studenti devono aver ottenuto un livello sufficiente nelle prove scritte.

Note

CNS (Computational neuroscience) è parte del corso *Applied Brain Science* - Master programme in Bionics Engineering.
COMPUTATIONAL NEUROSCIENCE (Corso di Laurea Magistrale in Informatica - Master programme in Computer Science) è mutuato da CNS.
Apprendimento Automatico: Reti Neurali e Metodi Avanzati - AA2 (Corso di Laurea Magistrale in Informatica - Master programme in Computer Science) era mutuato da CNS negli anni 2016 e 2017.