MATHEMATICS (LM39R)

(Lecce - Università degli Studi)

Teaching

GenCod A009117

Owner professor Silvio FRANZ

Teaching in italian RETI NEURALI

Teaching

SSD code MATH-04/A

Reference course MATHEMATICS

Course type Laurea Magistrale

Credits 9.0

Teaching hours Front activity hours: 63.0

For enrolled in 2026/2027

Taught in 2026/2027

Course year 1

Language ITALIAN

Curriculum MATEMATICA PER L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Location Lecce

Semester Second Semester

Exam type Oral

Assessment Final grade

Open **Course timetable**

BRIEF COURSE DESCRIPTION	Teoria statistica dell'apprendimento caso peggiore e caso tipico. Apprendimento e ottimizzazione. Fondamenti e metodi della meccanica statistica. I sistemi disordinati. Meccanica statistica per l'inferenza l'apprendimento automatico. Reti neurali, dalle neuroscienze computazionali all'intelligenza artificiale. Il modello di Hopfield. La prospettiva di Gardner: lo spazio dei pesi nelle reti neurali. Il percettrone, capacità e scenario insegnante/studente. Apprenimento Bayes-ottimo.
REQUIREMENTS	Conoscenza del Calcolo delle Probabilità elementare.
COURSE AIMS	Acquisire una conoscenza dei metodi teorici, euristici e rigorosi per lo studio delle reti neurali e altri modelli in apprendimento artificiale.
TEACHING METHODOLOGY	Lezioni frontali + progetti di studio individualizzati.
ASSESSMENT TYPE	Esame orale.
ASSESSMENT SESSIONS	Da concordare con il docente.

FULL SYLLABUS

Programma
I capitoli si riferiscono alle note del corso

Cap. 1
Introduzione all'apprendimento statistico. Apprendimento Supervisionato, Non-supervisionato e con Rinforzo.
La maledizione della dimensione
La discesa di gradiente: tema e variazioni
Generalizzazione e overfitting
Bias e varianza: vecchia teoria e doppia discesa.
Teoria della convergenza uniforme, disuguaglianza di Hoeffding, dimensione di Vapkin, Lemma di Sauer.

Cap. 2:
Il percettrone e la it Support Vector Machine
Classificazione binaria, Separabilità lineare.
L'algoritmo del percettrone, teorema di convergenza
Classificazione Aleatoria; il teorema di Cover
Il paradigma it Teacher-Student
La SVM e il Kernel.

Cap. 4:
Richiami di probabilità
Entropia e divergenza di Kullback-Leibler
Inferenza e apprendimento Bayesiani
Cenni di processi stocastici
Catene di Markov
Ergodicità, teorema di Perron-Frobenius e teorema H.

Cap. 5:
Introduzione alla Meccanica Statistica
Formulazione Hamiltoniana dell'equazione di Newton
Teorema di Liouville
Ensemble Microcanonico
il gas perfetto e l'integrale sferico in n dimensioni
Entropia termodinamica e entropia statistica
La distribuzione di Boltzmann
Metodi importanti della MS: metodo di Laplace, integrazione Gaussiana, rappresentazione di Fourier della funzione delta.

Cap. 6:
Il modello di Ising e i fenomeni collettivi
Soluzione esatta del modello di Curie-Weiss
Teoria di Landau e rottura di simmetria

Cap. 7:
Il disordine it quenched
I vetri di spin e la loro transizione
Il modello di Sherrington-Kirkpatrick
Teorema di esistenza e auto-media dell'energia libera
Il metodo delle repliche

la soluzione 'replica simmetrica' (RS) del modello SK
Il metodo di interpolazione RS.

Cap. 11:
La macchina di Boltzmann, la macchina di Boltzmann ristretta, il modello di Ising inverso.
Algoritmi di apprendimento

Cap. 12:
Neuroni e sinapsi
Semplici modelli di neurone
La plasticit à sinaptica

Cap. 13:
Il modello di Hopfield in tutti i suoi stati
Memoria associativa
Soluzione esatta -ancorché non rigorosa- del modello.

Cap. 14:
Limite massimo di capacità delle reti neurali: percettrone e reti ad attrattori
l'approccio di E. Gardner

Cap. 15:
Reti feed-forward percettroni a molti strati
esempi di architetture
Apprendimento di caratteristiche (features)
Limite di rete grassa: apprendimento pigro e regime di campo medio.

REFERENCE TEXT BOOKS

Note del corso. A. Engel, C. Van den Broeck, Statistical Mechanics of Learning CUP (2004). S. J.D. Prince Understanding Deep Learning http://udlbook.com. D.J. Amit Modelling Brain Functions CUP (1989)