

MACHINE LEARNING FOR PATTERN RECOGNITION

Course year: 1 - Course period: 2 - Credits (CFU): 9 - SSD: ING-INF/03 - TAF: C (Affini e integrative)

Prof. Alberto Bononi (1st module), Stefano Cagnoni (2nd module)

Phone: Bononi: 0521-905760

E-mail: alberto.bononi@unipr.it

Cagnoni 0521-905731

stefano.cagnoni@unipr.it

Language

English

Contents

PART 1: Fundamentals (Bononi)
(follows ref [1] Ch 1-9)

1. Introduction:

- problem statement and definitions
- Examples of machine learning problems

2. Basic probability refresher:

- Bayes formula
- conditional density functions

3. Classical Decision Rules

- binary Bayes rule
- M-ary Bayes rule
- receiver operating curve (ROC) and its properties
- Glossary of equivalent terms in Radar detection theory, hypothesis testing and machine learning

4. Linear Algebra refresher

- Unitary and Hermitian matrices
- spectral decomposition (SD)
- covariance matrices and diagonalization

5. Feature extraction

- sufficient statistics
- feature extraction based on eigenvector analysis

6. Quadratic and linear classifiers

- discriminant functions
- classification with Gaussian vectors
- Bounds on classifiers error probability

7. parameter estimation

- maximum likelihood and properties
- bayes estimation: MMSE and MAP
- Bounds on MS error

PART 2: Advanced topics (Cagnoni)

8. Nonparametric estimation

- Parzen density estimation
- k-Nearest-Neighbor algorithm

9. Linear Discriminant Analysis

- Fisher linear classifier
- Support Vector Machines

10. Classifier evaluation:

- Generalization and overfitting (Training/validation/test sets)
- Performance indices, representations curve, confusion matrices
- Classification risk: are all errors equally relevant ?

11. Unsupervised classification and clustering

- K-means and Isodata algorithms

Tipo testo

Testo

- Self-Organizing Maps
- Learning Vector Quantization
- Kohonen networks

Textbooks

- [1] C. W. Therrien, "Decision, estimation and classification" Wiley, 1989
[2] C. M. Bishop "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer, 2006.
[3] R O Duda, P, E. Hart, D. G. Stork, "Pattern classification", 2nd Ed., Wiley, 2001

Learning objectives

Objective of the course is to provide the student with the ability to understand and apply the basic rules of machine learning and, in particular:

- to apply the most common statistical tests in classification among different categories
- to synthesize the structure of the optimal classifier and analyze its error performance
- to apply the most common feature extraction methods from input data
- to apply the most common statistical estimators in machine learning
- to apply the most common clustering algorithms in unsupervised learning

The abilities in applying the above-mentioned knowledge are in particular in the:

- design and performance analysis of classifiers in machine learning
- selection of the most appropriate features to discriminate input categories
- selection of the most appropriate clustering algorithms in the design of unsupervised classifiers

Prerequisites

Entry-level courses in linear algebra and probability theory, such as those normally offered in the corresponding 3-year Laurea course, are necessary pre-requisites for this course.

Teaching methods

Classroom teaching, 42 hours.
In-class problem solving, 6 hours.

Homework regularly assigned.

Other

Office Hours

Bononi: Monday 11:30-13:30 (Scientific Complex, Building 2, floor 2, Room 2/19T).

Cagnoni: by appointment (Scientific Complex, Building 1, floor 2, email cagnoni[AT]ce.unipr.it).

Examination methods

Part 1, Bononi: Oral only, to be scheduled on an individual basis. When ready, please contact the instructor by email at alberto.bononi[AT]unipr.it and by specifying the requested date. The exam consists of solving some exercises and explaining theoretical details connected with them, for a total time of about 1 hour. You can bring your summary of important formulas in an A4 sheet to consult if you so wish.

Part 2, Cagnoni: A practical project will be assigned, whose results presented and discussed by the student both as a written report and an oral presentation.



Testi in italiano

Tipo testo

Testo

Lingua insegnamento

Inglese

Contenuti

PART 1: Fundamentals (Bononi)
(follows ref [1] Ch 1-9)

1. Introduction:

- problem statement and definitions
- Examples of machine learning problems

2. Basic probability refresher:

- Bayes formula
- conditional density functions

3. Classical Decision Rules

- binary Bayes rule
- M-ary Bayes rule
- receiver operating curve (ROC) and its properties
- Glossary of equivalent terms in Radar detecton theory, hypothesis testing and machine learning

4. Linear Algebra refresher

- Unitary and Hermitian matrices
- spectral decomposition (SD)
- covariance matrices and diagonalization

5. Feature extraction

- sufficient statistics
- feature extraction based on eigenvector analysis

6. Quadratic and linear classifiers

- discriminant functions
- classification with Gaussian vectors
- Bounds on classifiers error probability

7. parameter estimation

- maximum likelihood and properties
- bayes estimation: MMSE and MAP
- Bounds on MS error

PART 2: Advanced topics and applications (Cagnoni)

8. Nonparametric estimation

- Parzen density estimation
- k-Nearest-Neighbor algorithm

9. Linear Discriminant Analysis

- Fisher linear classifier
- Support Vector Machines

10. Classifier evaluation:

- generalization and overfitting (Training/validation/test sets)
- performance indices, representations curve, confusion matrices
- Classification risk: are all errors equally relevant ?

11. Unsupervised classification and clustering

- K-means and Isodata algorithms

Tipo testo

Testo

- Self-Organizing Maps
- Learning Vector Quantization
- Kohonen networks

Testi di riferimento

- [1] C. W. Therrien, "Decision, estimation and classification" Wiley, 1989
[2] C. M. Bishop "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer, 2006.
[3] R O Duda, P. E. Hart, D. G. Stork, "Pattern classification", 2nd Ed., Wiley, 2001

Obiettivi formativi

L'obiettivo del corso è fornire allo studente la capacità di comprendere ed applicare le regole di base dell'apprendimento automatico, e in particolare:

- applicare i principali test statistici nella classificazione tra diverse categorie
- sintetizzare la struttura del classificatore ottimo e valutarne l'errore di classificazione
- applicare i principali metodi di estrazione delle features dai dati
- applicare i principali stimatori in uso nel campo dell'apprendimento automatico
- applicare i principali algoritmi di clustering nell'apprendimento non supervisionato

Le capacità di applicare le conoscenze sopra elencate risultano essere in particolare:

- progettare ed analizzare le prestazioni di un classificatore nell'apprendimento automatico
- selezionare le feature più appropriate per discriminare le categorie di ingresso
- selezionare gli algoritmi di clustering più appropriati nella progettazione di un classificatore non supervisionato.

Prerequisiti

Corsi di base in algebra lineare e teoria della probabilità, quali ad esempio quelli offerti nel corso di laurea triennale corrispondente, sono necessari prerequisiti per questo corso.

Metodi didattici

Didattica frontale 42 ore.
Esercitazioni 6 ore.
Esercizi assegnati per casa.

Altre informazioni

Ricevimento

Bononi: Lunedì' 11:30-13:30 (Sede Scientifica Ingegneria, Pal. 2, I piano, Stanza 2/19T).

Cagnoni: su appuntamento(Sede Scientifica Ingegneria, Pal.1, I piano, email cagnoni[AT]ce.unipr.it).

Modalità di verifica dell'apprendimento

Part 1, Bononi: Esame orale, su appuntamento. Al momento dell'iscrizione, contattare il docente all'indirizzo alberto.bononi[AT]unipr.it specificando la data desiderata. L'esame richiede la soluzione di alcuni esercizi e la discussione dei dettagli teorici ad essi collegati, per una durata di circa un'ora.

E' consentito l'uso di un formulario su un foglio A4 per consultazione durante l'esame.

Part 2, Cagnoni: Assegnazione di un progetto pratico, i cui dovranno essere presentati in forma di relazione scritta e presentazione orale.

Testi del Syllabus

| | | |
|----------------------|--|--------------------------|
| Docenti | BONONI ALBERTO (1st module) CAGNONI STEFANO (2nd module) | Matricola: 005079 |
| Anno offerta: | 2014/2015 | |
| Insegnamento: | 1006079 - MACHINE LEARNING FOR PATTERN RECOGNITION (2st MODULE) | |
| Corso di studio: | 5052 - COMMUNICATION ENGINEERING - INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI | |
| Anno regolamento: | 2014 | |
| CFU: | 3 | |
| Settore: | ING-INF/05 | |
| Tipo attività: | C - Affine/Integrativa | |
| Partizione studenti: | - | |
| Anno corso: | 1 | |
| Periodo: | Secondo Semestre | |
