

# **Intelligenza Computazionale**

A.A. 2009/10

Docente: Francesco Masulli  
masulli@disi.unige.it

## L'**Intelligenza Computazionale** (o Soft Computing o Natural Computing):

insieme di metodologie di elaborazione dell'informazione ispirate ai sistemi naturali che negli ultimi decenni sono state applicate con successo per la soluzione di problemi complessi.

Modello di elaborazione dell'informazione	Ispirazione	Tipologia di applicazioni
Reti Neurali	Sistema nervoso	Classificazione, regressione, ecc.
Algoritmi evolutivi	Evoluzione biologica	Ottimizzazione, programmazione automatica
Swarm intelligence	Comportamento sociale sciami, stormi, branchi di animali	Ottimizzazione, modelli collaborativi
Simulated Annealing	Cristallizzazione dei metalli	Ottimizzazione
Insiemi e logica fuzzy	Essere umano	Elaborazione dell'informazione sfumata, qualitativa
....	....	....

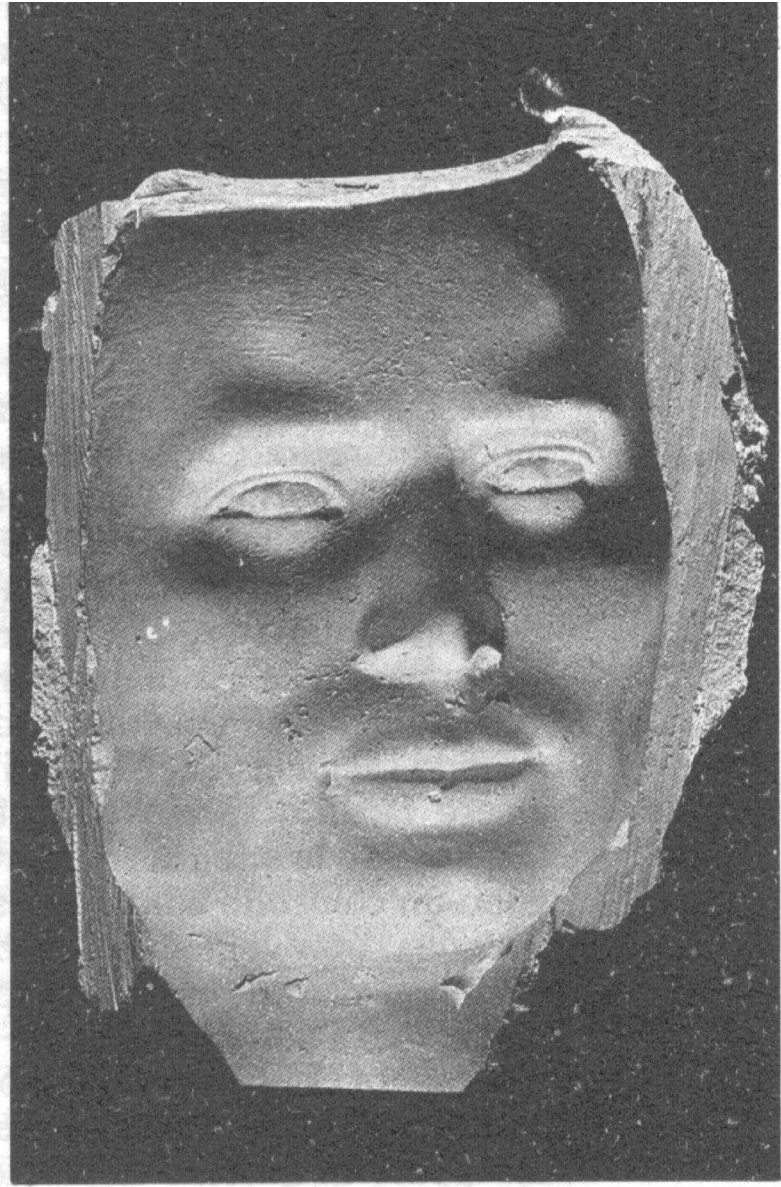
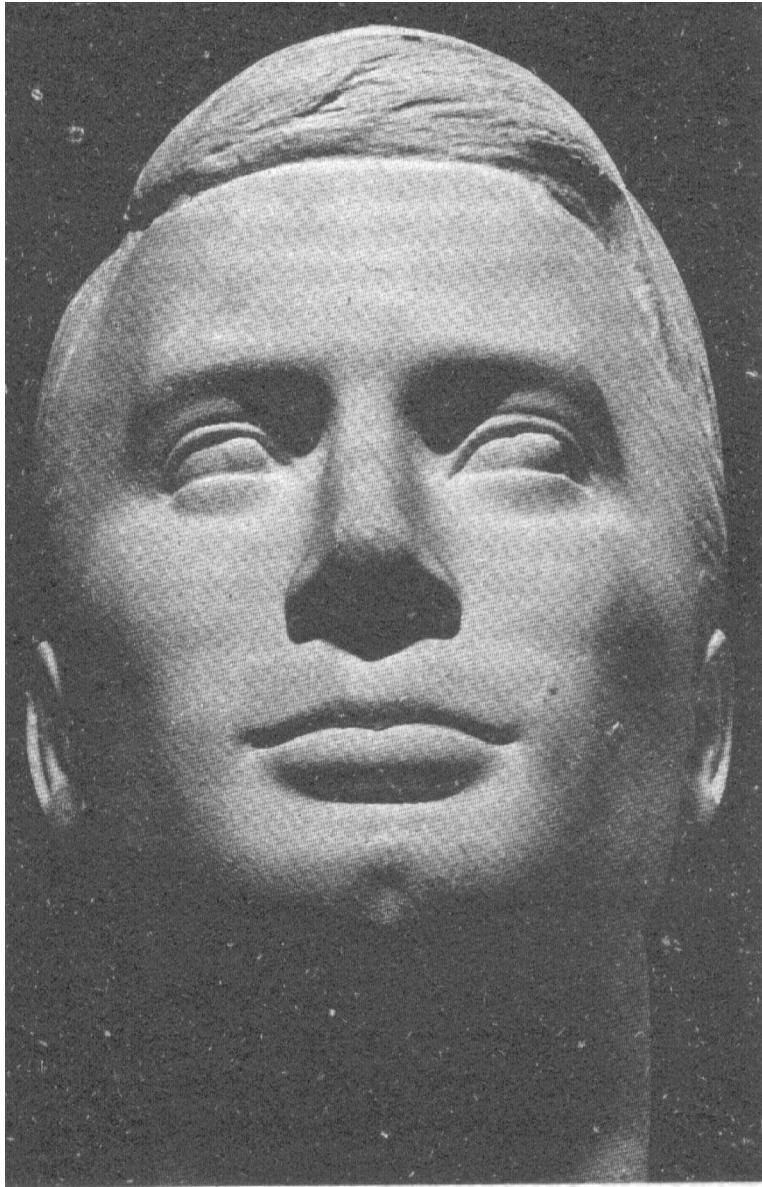
Connessione con Apprendimento Automatico

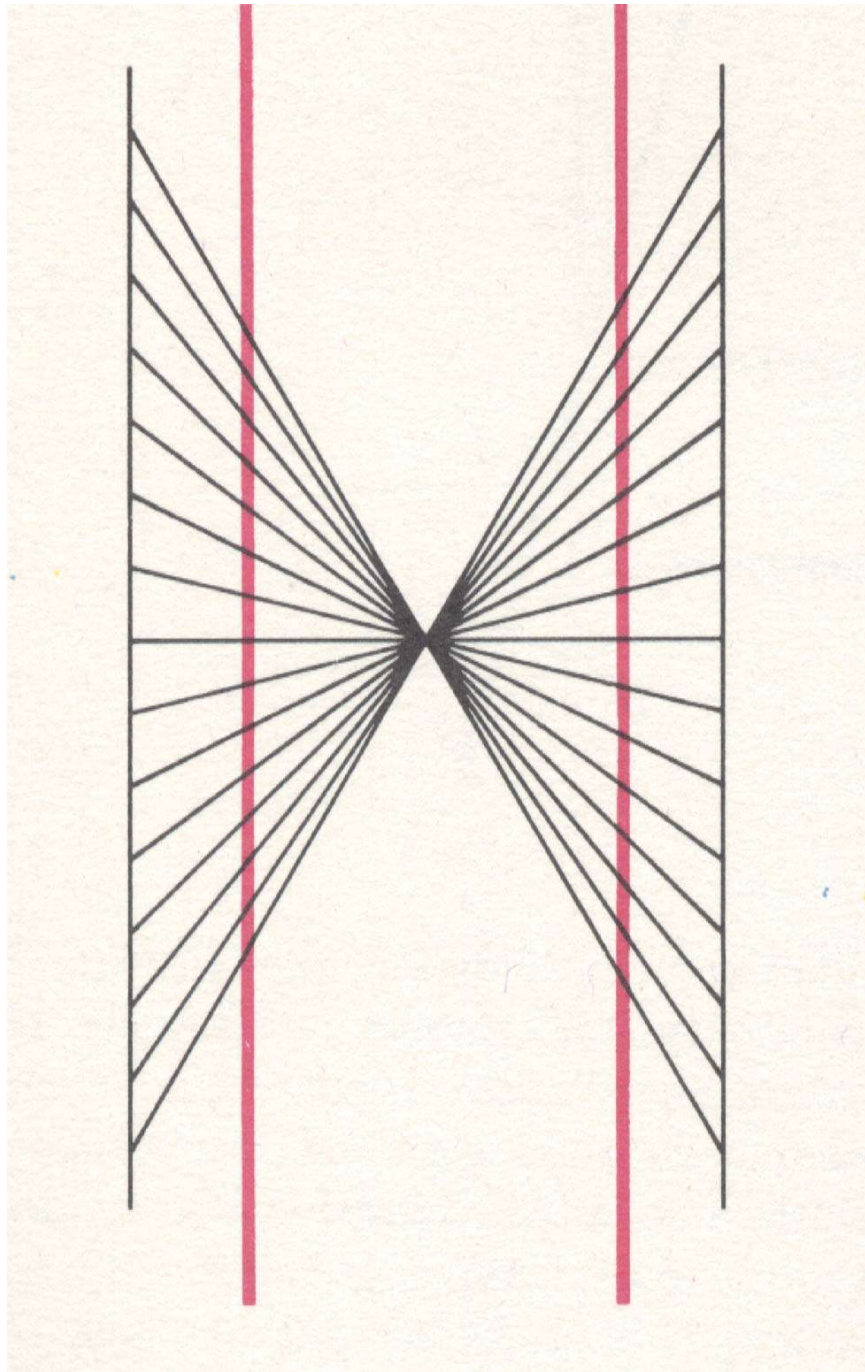
# Compiti immediati per noi umani

- Percepire una faccia
- Comprendere linguaggio parlato
- Leggere un messaggio manoscritto
- Identificare un fiore dal suo odore









# Un po' di storia (1/2)

L'attività su intelligenza computazionale e su macchine in grado di apprendere presso l'Università di Genova è iniziata negli anni '60 ad opera dei fisici Gamba, Palmieri e Borsellino col progetto Probabilistic Analyzer and Pattern Associator (PAPA). Che è stato uno dei primi neuro-computers nel mondo.

La tecnologia con cui il PAPA era realizzato era quella dell'elettronica dei tubi a vuoto.

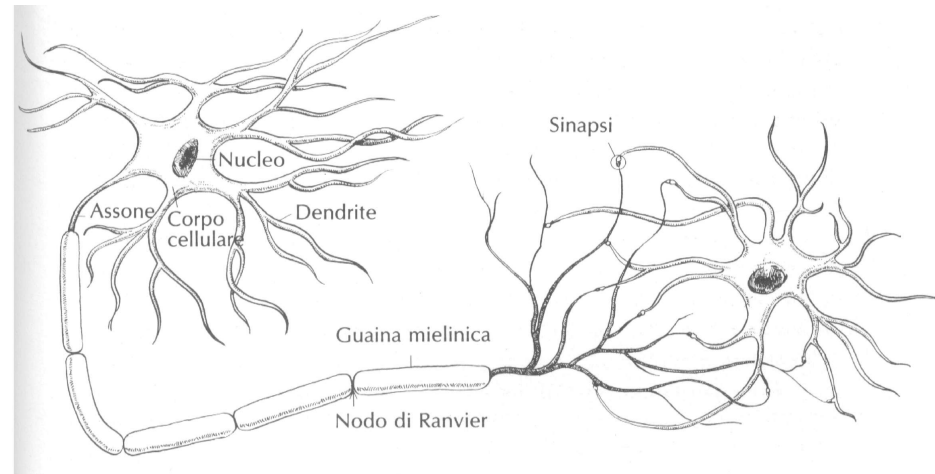
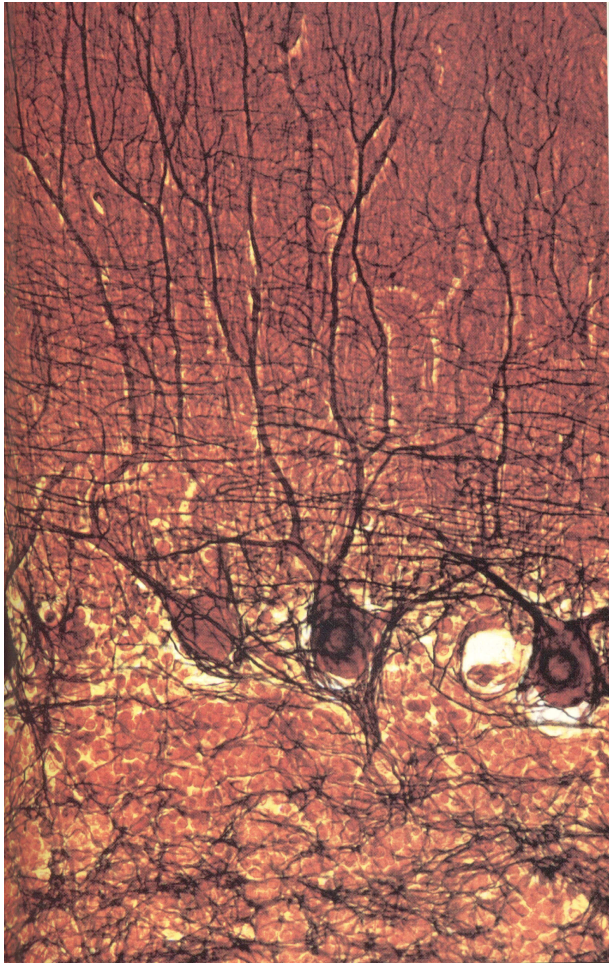


## Un po' di storia (2/2)

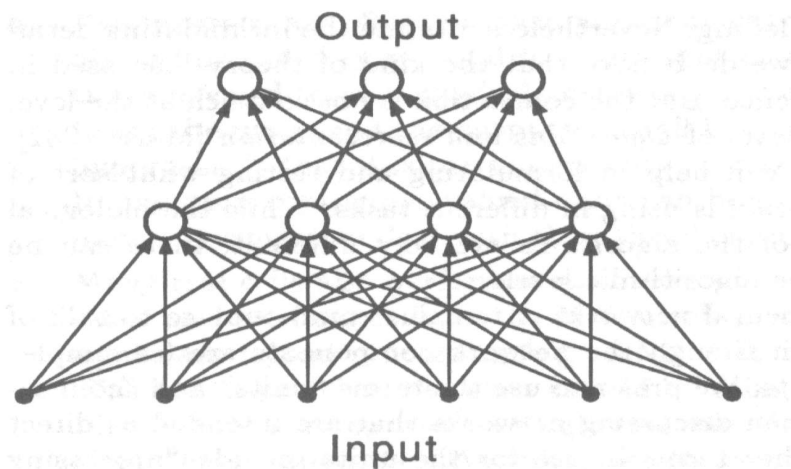
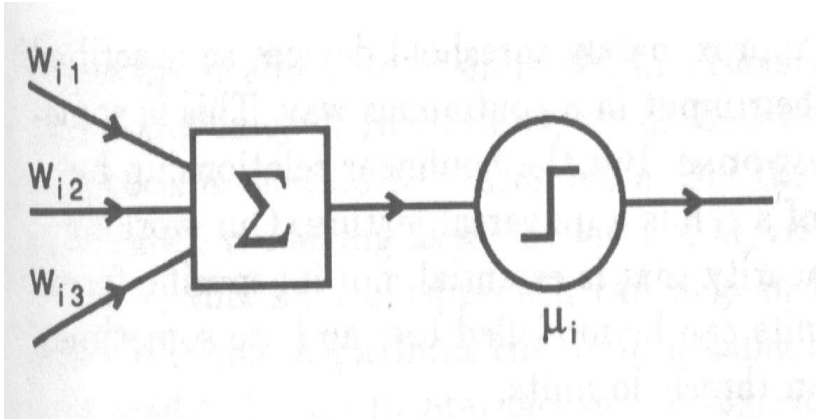
A partire da questa attività pionieristica Genova è diventata un polo per lo studio e l'applicazione di reti neurali e macchine ad apprendimento:

- Gruppi universitari: ingegneria, scienze, economia, architettura
- Industrie: Elsag, Ansaldo.

# Biological Neurons



# Neural Networks



Learning

Generalization

Optimization

Universal Function  
Approximation

# Fuzzy Logic

Decision making theory able to handle the imprecision of linguistic knowledge

Fuzzy rules:

*IF a man is short THEN he will not make a very good professional basketball player*

Neuro-Fuzzy Approach to Learning Machines

# Evolutionary Computation (Algoritmi Evolutivi)

Evolutionary algorithms are optimization and searches procedures inspired by genetics and the process of natural evolution

Solution = Individual of a population

Objective function = Fitness

- Selection
- Crossover
- Mutation

# Swarm Intelligence







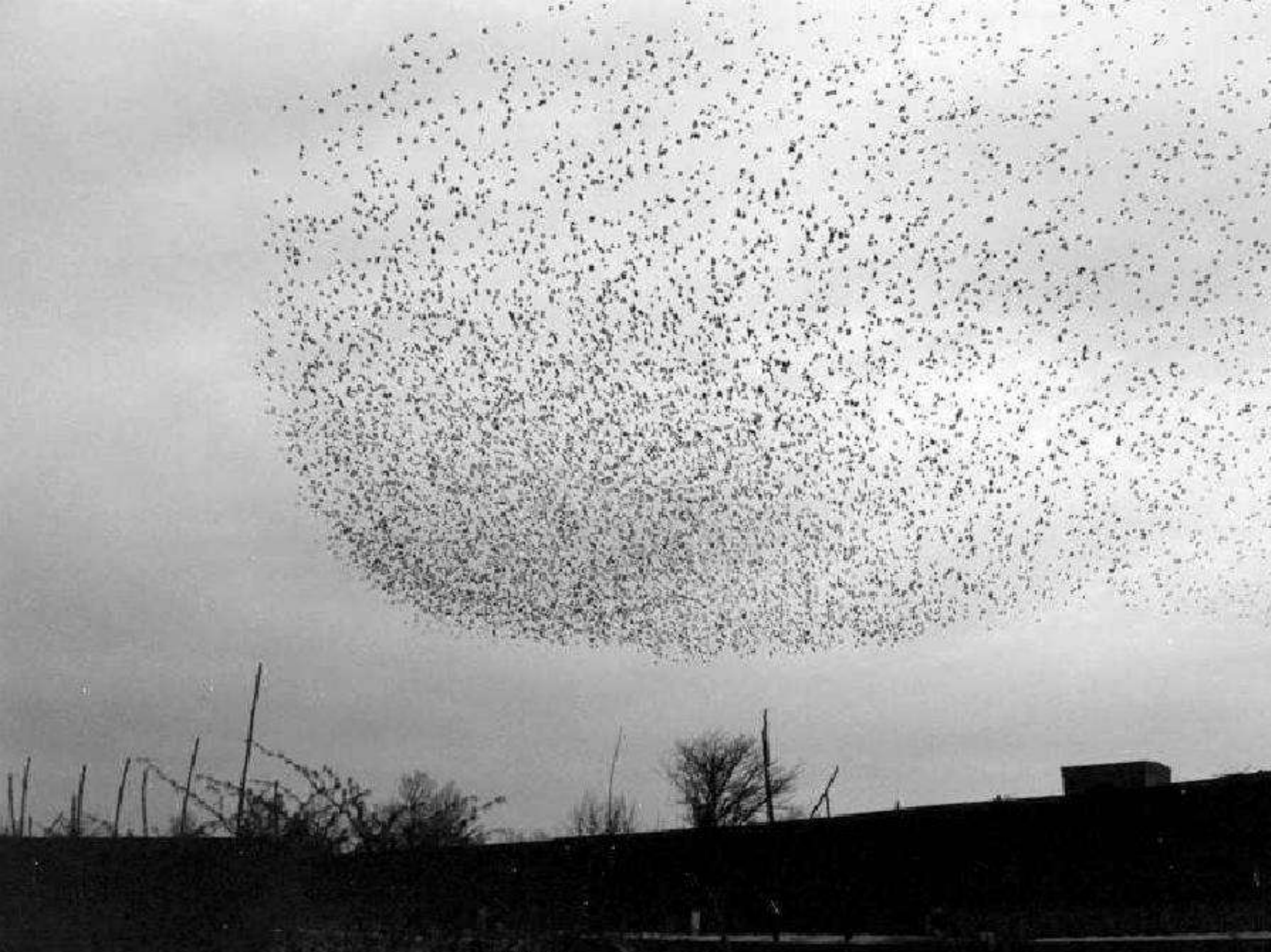






















# Compiti immediati per noi umani

- Percepire una faccia
- Comprendere linguaggio parlato
- Leggere un messaggio manoscritto
- Identificare un fiore dal suo odore

## Vantaggi dell'AI

- velocità
- standardizzazione

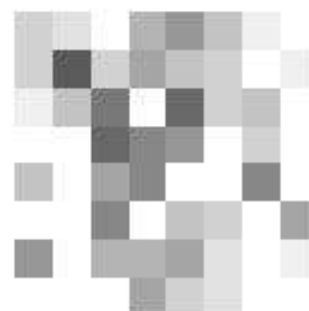
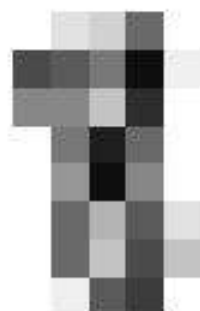
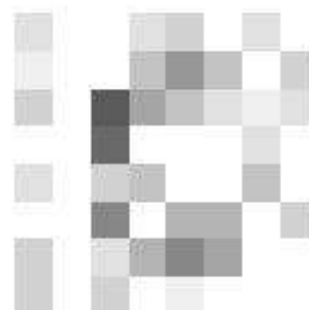
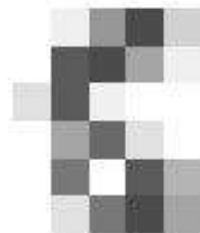
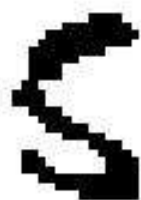
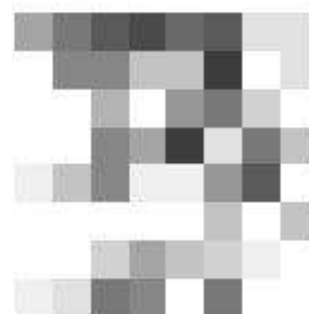
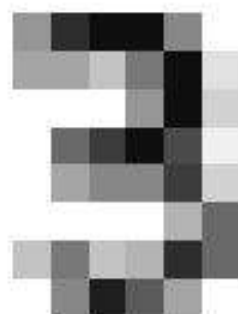
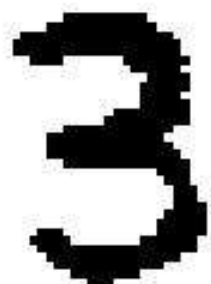
# Compiti non immediati per noi umani

- Previsioni meteorologiche
- Predizione struttura secondaria delle proteine
- Riconoscimento di impronte digitali
- Diagnostica medica

# Casi applicativi di successo della Computational Intelligence

- "intelligenza artificiale" di giochi elettronici (Algoritmi Evolutivi)
- controllo di mouse dei computer (Reti Neurali)
- detezione di spam nella posta elettronica (Reti Neurali)
- detezione di intrusioni nei sistemi informatici (Logica Fuzzy, Reti Neurali)
- controllo di lavatrici (Logica fuzzy)
- autofocus nelle macchine fotografiche e cineprese (Logica Fuzzy)
- elaborazione e compressione di immagini (tutte)
- elaborazione di dati bioinformatici (tutte)
- ecc.

# Character recognition (handwritten, car plates)

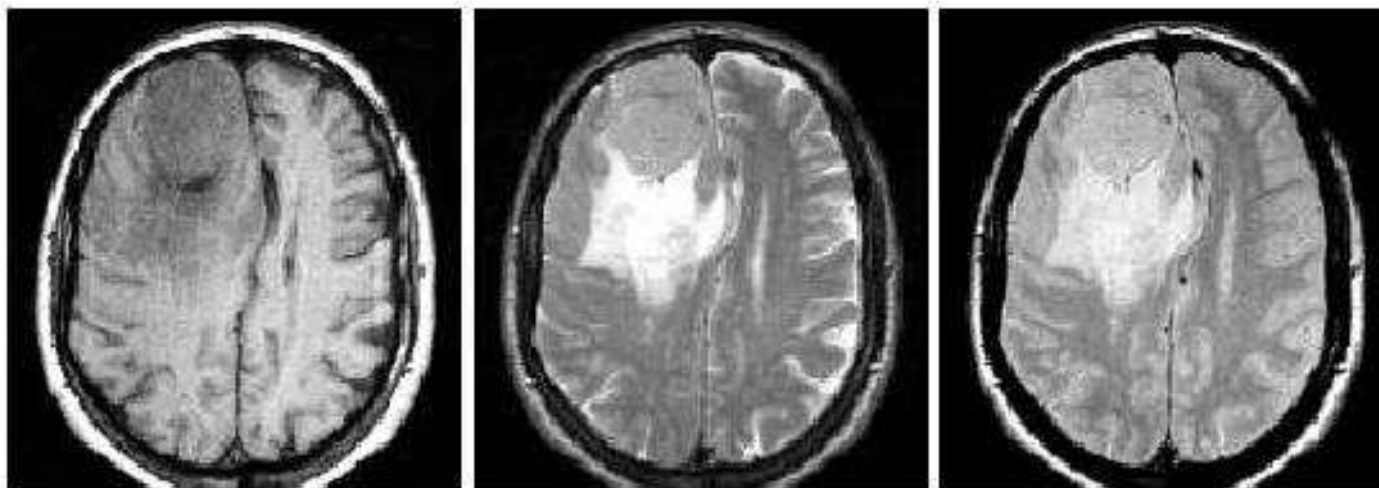


scanned

preprocess

PCA\_(37\_comp)

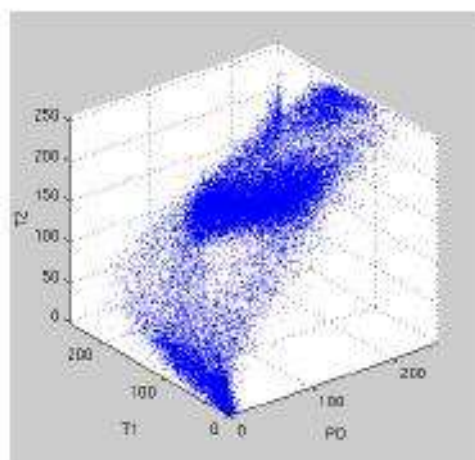
# Multimodal image segmentation



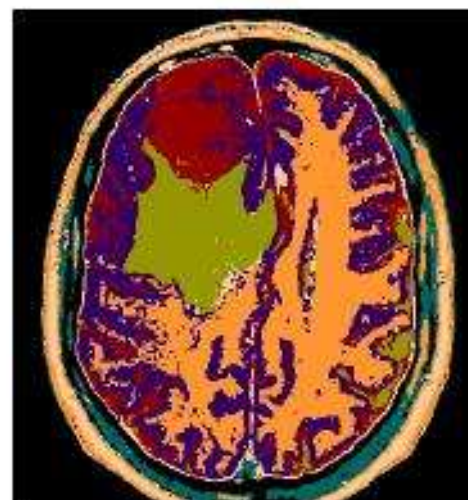
*T1*

*T2*

*PD*

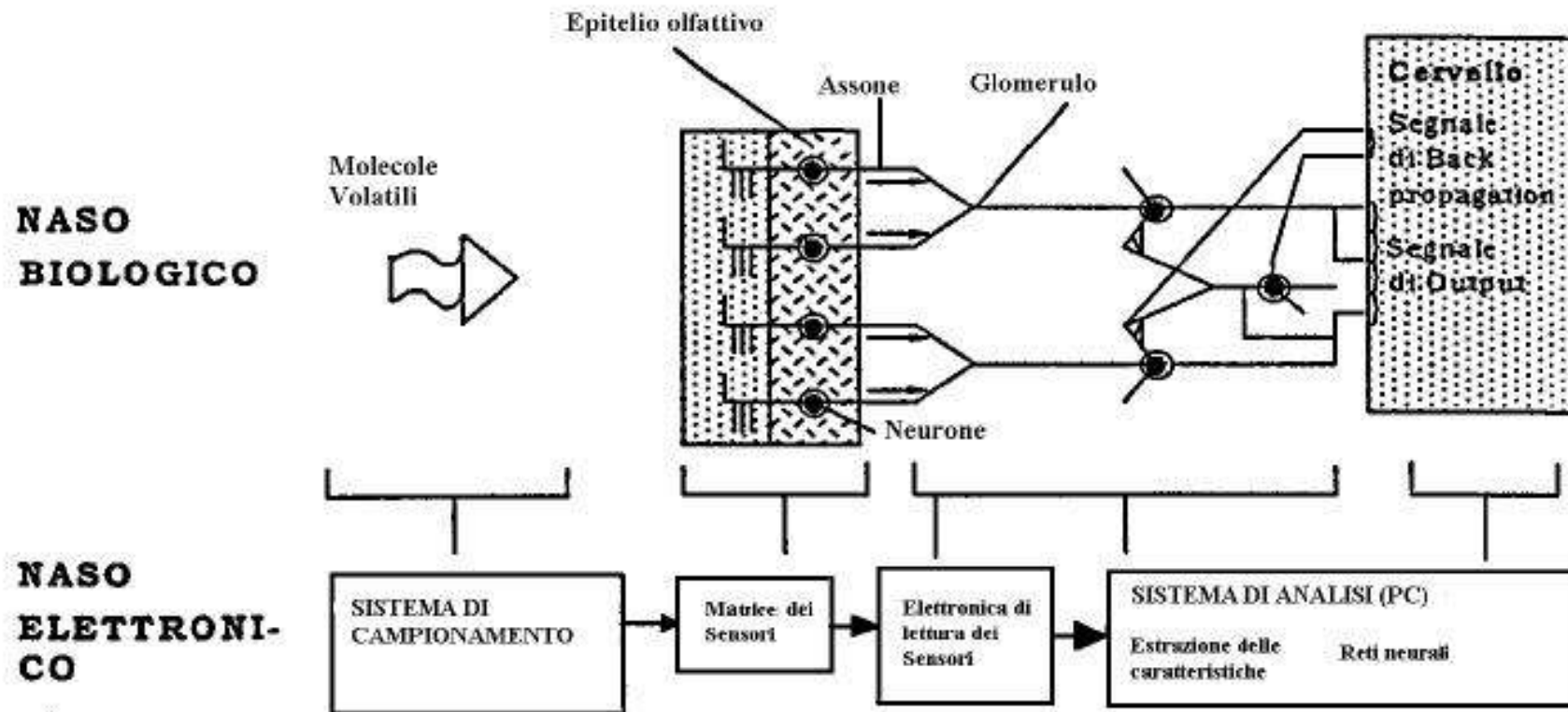


feature space

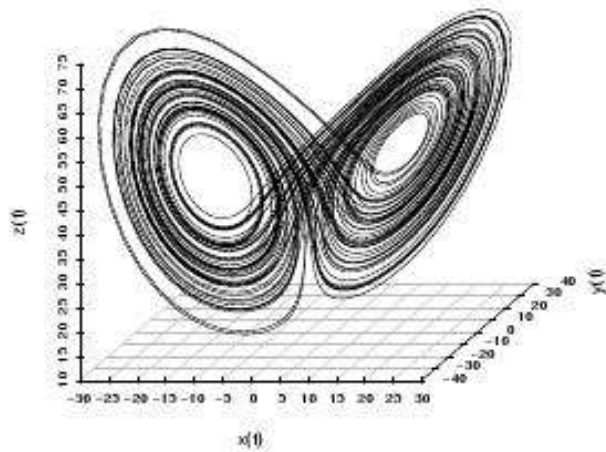


segmentation

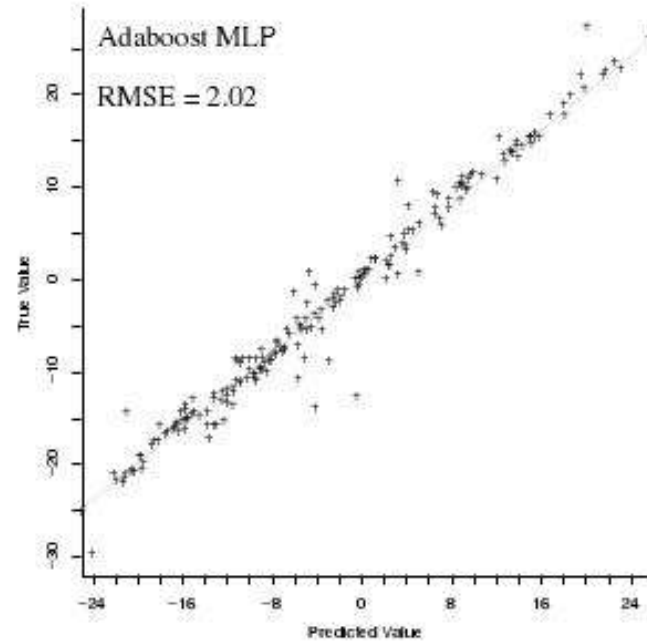
# Electronic noses (food qualification)



- Time series analysis and forecasting



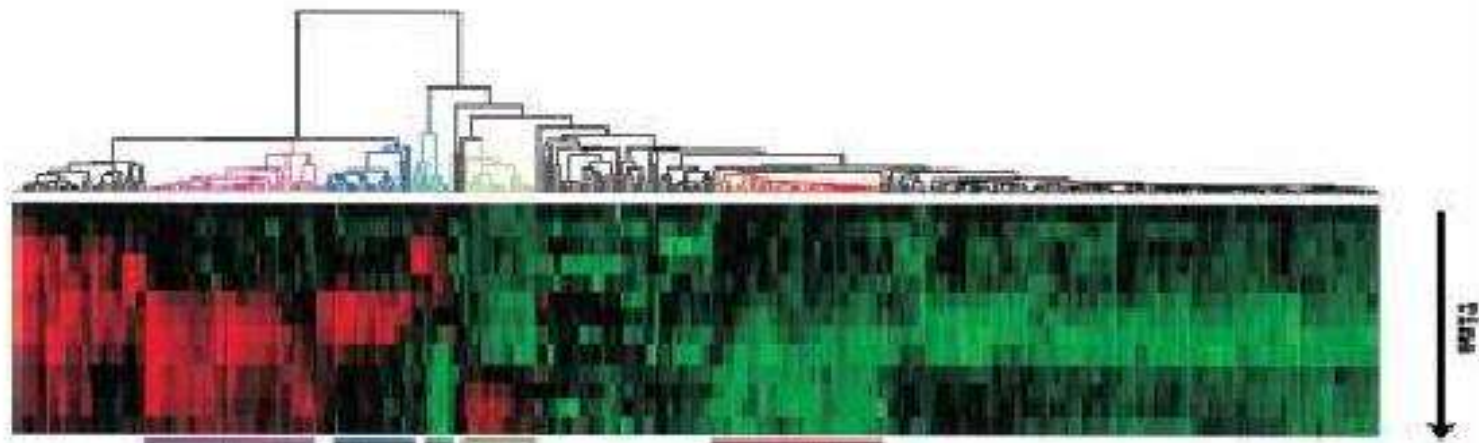
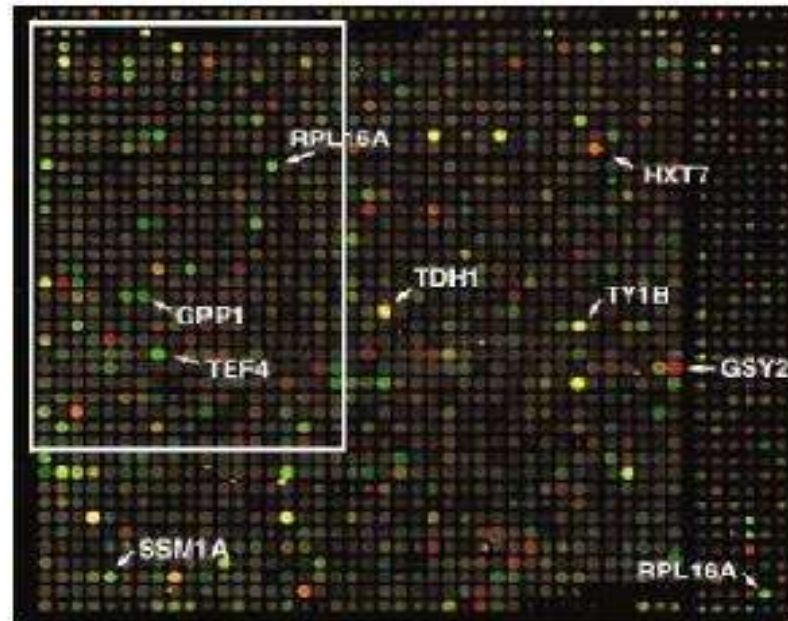
Lorenz attractor



Adaboost MLP

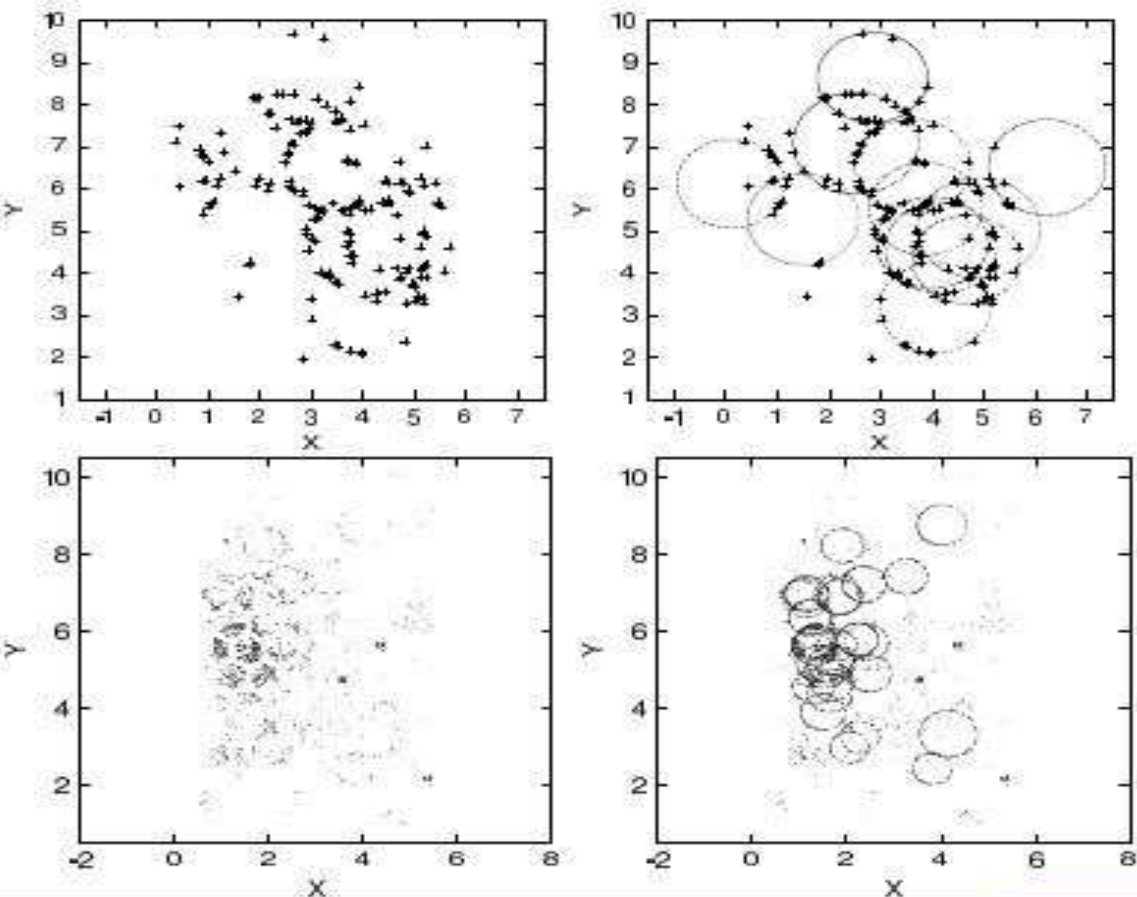


# DNA microarray data analysis (low cardinality, high space dimensionality)



# Nuclear data analysis

Trackless Ring Recognition of RICH (Ring Imaging CHerenkov) counters of LHCb (Large Hadron Collider Beauty Experiment for Precision Measurements of CP-Violation and Rare Decays) experiment at CERN



# Natural Language Processing

	MED	CISI	CRAN	Purity	Entropy
$\mathcal{D}_0$ :	966	0	0	1	0
$\mathcal{D}_1$ :	66	1458	15	.947	.211
$\mathcal{D}_2$ :	1	2	1385	.998	.015

$\mathcal{W}_0$ : patients cells blood hormone renal cancer rats cell disease lens

$\mathcal{W}_1$ : library libraries retrieval scientific science book systems system research indexing

$\mathcal{W}_2$ : boundary layer heat shock mach supersonic wing pressure buckling laminar

Multipartitioning result for CLASSIC3

## Prerequisiti

Elementi di analisi matematica, algebra lineare, calcolo numerico, probabilita' e statistica.

## Obiettivi

Il corso di Intelligenza Computazionale copre gli Insiemi e i Sistemi Fuzzy, il Clustering e gli Ensemble di Macchine di Apprendimento e lo studio delle loro applicazioni in settore significativo come la ioinformatica e/o la teoria delle reti.

Il corso di propone di far acquisire la capacita' di sviluppare ed applicare metodologie complesse di Intelligenza Computazionale e di Apprendimento Automatico.

## Organizzazione del Corso

Il corso e' organizzato in **lezioni teoriche, esercitazioni di laboratorio e/o seminari degli studenti**. Al corso puo' essere collegato un Laboratorio Specialistico per un'attivita' di implentazione e applicazione degli algoritmi studiati.

## **Programma del Corso**

Insiemi e sistemi sfumati - Sistemi neuro-fuzzy - Clustering statistico, gerarchico, sfumato, possibilistico, kernel e spettrale - Biclustering - Analisi delle componenti principali - Analisi delle componenti indipendenti - Analisi delle variabili latenti - Alberi di decisione - Apprendimento con rinforzo - Ensemble di macchine di apprendimento - Applicazioni (data mining, bioinformatica, teoria delle reti).

## Testi di riferimento

[BEZ87] J.C. Bezdek, Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms, Plenum Press, 1987 (FIS 577.26 BEZ 30, ING2 006.4 BEZ 1, ING2 006.4 BEZ 2 ).

[.JAIN88] A.K. Jain, R.C. Dubes. Algorithms for Clustering Data. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, 1988. ([pdf](#))

[JSM96] J.S.R. Jang, C.T. Sun, E. Mizutani, Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Prentice Hall, 1996, ISBN: 0132610663.

[KLIR95] G.J. Klir & B. Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic - Theory and Applications, Prentice Hall, 1995 (ING-DIP C 1 / 0032) (o anche G.J. Klir, T. A. Folger, Fuzzy sets uncertainty and information, Prentice Hall, 1988, MAT 68-1988-55IN).

[KUN00] L. Kuncheva - Fuzzy Classifier Design, Physica Verlag, 2000, ISBN: 3790812986.

[KUN04] Ludmila I. Kuncheva Combining Pattern Classifiers. Methods and Algorithms, Wiley, 2004. MAT 68-2004-011

[PTV92] W.H. Press, S. A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in C: the art of scientific computing (2nd ed.), Cambridge University Press, 1992 ( CHI 517:519/13) Vedi anche sito web [NUMERICAL RECIPIES](#).