

Programma del corso di “ELABORAZIONE DI SEGNALI E IMMAGINI”  
Prof. *Roberto Bellotti*  
Università degli Studi di Bari  
Facoltà di Scienze MM. FF. NN.  
Corso di Laurea Specialistica in Fisica  
Indirizzo di Tecnologie Fisiche Innovative  
a.a. 2007/2008

- Descrizione dello schema generale di un sistema di *pattern recognition*
- Caratterizzazione dell'immagine digitale:
  - Rappresentazione di un'immagine digitale: campionamento e quantizzazione;
  - Risoluzione spaziale;
  - Risoluzione dei livelli di grigio;
  - Definizione dei “vicini” di un pixel;
  - Connettività;
  - Adiacenza;
  - Cammino all'interno di un'immagine;
  - Regioni e contorni;
- *Image Enhancement* nel dominio spaziale:
  - Maschera;
  - Operatore T di trasformazione dell'immagine:
    - Trasformazione identità;
    - Binarizzazione;
    - Allungamento;
    - Immagine negativa;
    - Trasformazione logaritmica;
    - Trasformazione legge di potenza;
    - Trasformazione lineare a tratti;
    - Variazione di contrasto “a fette”;
  - Trasformazione dell'immagine basata su analisi dell'istogramma;
  - Esaltazione dei contrasti ed espansione;
  - Operazioni:
    - Operatori logici AND, OR, NOT;
    - Sottrazione d'immagine;
    - Media;
    - Espansione di un'immagine;
    - Media aritmetica sulle maschere;
  - Distanze non euclidee nell'elaborazione di immagini
    - Euclidea;
    - *City-block*;
    - *Chessboard*;
- Segmentazione
  - Campi di applicazione;
  - Approccio basato su discontinuità:
    - Impiego di maschere;
    - Edge detection;
    - Concetto di *thickness*;

- Approccio basato su similarità:
  - *Region growing*;
  - Regole d'inclusione;
- Esaltazione dei bordi e dei contorni:
  - Operatori locali spaziali di estrazione dei contorni;
  - Trasformata di Hough;
- Classificazioni
  - Supervisionate;
  - Non supervisionate:
    - Algoritmi di clustering:
      - Partizionali: K-means;
      - Gerarchici: linkage:
        - Single;
        - Complete;
        - Average;
        - Centroid;
- Estrazione delle caratteristiche
  - Variabili al I ordine;
  - Variabili al II ordine:
    - Tessitura;
    - Matrice di co-occorrenza;
    - Estrazione delle 14 *features* di Haralick:
      - Contrasto;
      - Secondo momento angolare;
      - Entropia;
      - Omogeneità;
      - Varianza;
      - Correlazione;
- Introduzione ai classificatori
  - Classificatori supervisionati;
  - Obiettivi di un classificatore;
  - *Cross-Validation*;
  - Sistemi basati su *Fuzzy-logic*:
    - Regola della “mancia”;
    - Funzioni di appartenenza;
    - Operatori in logica *fuzzy*;
    - Regole per la logica *fuzzy*;
    - Metodi di aggregazione degli output;
    - Fuzzificazione e defuzzificazione;
- Sistemi di classificazione analitici:
  - Punto di lavoro di un sistema di *pattern recognition*;
  - *Overfitting* e *underfitting*;
  - Generalizzazione;
  - Tecnica di arbitraggio;
  - *Principal component analysis*;
  - Metodi di classificazione:

- Discriminante lineare di Fisher;
- Regressione lineare e logistica;
- RETI NEURALI ARTIFICIALI:
  - ▲ Modello di Mc-Culloch-Pitts;
  - ▲ Reti neurali *feed-forward* (percettrone);
  - ▲ Vantaggi e svantaggi;
  - ▲ Apprendimento supervisionato;
  - ▲ Algoritmo del gradiente discendente;
  - ▲ *Training, test e validation* di una rete neurale;
- Validazione:
  - Curva ROC;
  - Efficienza e contaminazione;
  - *Area Under Curve*;
- CASO STUDIO: classificazione di immagini cerebrali
  - Classificazione degli ippocampi: statistica multivariata e reti neurali;
  - Generazione di dati sintetici;
  - Teorema di Kolmogorov-Smirnov;
  - Analisi dei dati;

Versione Inglese

## Introduction

What Is Digital Image Processing  
 The Origins of Digital Image Processing  
 Examples of Fields that Use Digital Image Processing  
 Fundamental Steps in Digital Image Processing

## Digital Image Fundamentals

Basic Concepts in Sampling and Quantization  
 Representing Digital Images  
 Some Basic Relationships Between Pixels  
 Neighbors of a Pixel  
 Adjacency, Connectivity, Regions, and Boundaries  
 Distance Measures  
 Image Operations on a Pixel Basis

## Image Enhancement in the Spatial Domain

Background  
 Some Basic Gray Level Transformations  
 Image Negatives  
 Log Transformations  
 Power-Law Transformations  
 Piecewise-Linear Transformation Functions  
 Histogram Processing  
 Histogram Equalization  
 Histogram Matching (Specification)  
 Local Enhancement  
 Use of Histogram Statistics for Image Enhancement  
 Enhancement Using Arithmetic/Logic Operations  
 Image Subtraction  
 Image Averaging

Basics of Spatial Filtering  
Sharpening Spatial Filters  
Foundation  
Use of Second Derivatives for Enhancement—  
The Laplacian  
Use of First Derivatives for Enhancement—The Gradient  
Combining Spatial Enhancement Methods

## Image Segmentation

Detection of Discontinuities  
Point Detection  
Line Detection  
Edge Detection  
Edge Linking and Boundary Detection  
Local Processing  
Global Processing via the Hough Transform  
Region-Based Segmentation  
Basic Formulation  
Region Growing  
Region Splitting and Merging

## Representation and Description

Statistical Moments  
Texture

## Object Recognition

Patterns and Pattern Classes  
Optimum Statistical Classifiers  
Neural Networks  
Fuzzy Systems  
Clustering Algorithms