UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# COURSE SYLLABUS

# Processing and Coding of Multimedia Data

**2223-3-E3101Q126**

## Obiettivi

Lo studente dal punto di vista teorico imparerà le nozioni fondamentali per il passaggio da segnale analogico e digitale (campionamento, quantizzazione e codifica) e le vedrà applicate al caso di segnali audio , immagine e video. Dal punto di vista pratico, durante le esercitazioni frontali e il laboratorio imparerà a gestire e processare i segnali digitali, attraverso sistemi lineari tempo invarianti, e analizzando il segnale anche dal punto di vista delle frequenze.

## Contenuti sintetici

Il corso offre un'introduzione ai segnali multimediali, immagini, video ed audio, illustrandone le principali modalità di digitalizzazione e codifica. La struttura del corso prevede una suddivisione in due parti: nella prima parte si analizza il

passaggio da segnale analogico a digitale, introducendo in partico lare i concetti di campionamento e quantizzazione, e l'elaborazione numerica dei segnali attraverso sistemi lineari tempo invarianti.

Nella seconda parte vengono illustrati i principali metodi di compressione con e senza perdita applicati ai diversi segnali audio, immagine e video.

## Programma esteso

1. Definizione di segnale, monodimensionale, bidimensionale, N -dimensionale

- Segnale analogico

- Segnale digitale
- Media, varianza, energia e potenza
- Rumore

2. Segnale nel dominio trasformato: Trasformata di Fourier - Serie di Fourier per segnali periodici

- Trasformata di Fourier per segnali continui
- Trasformata di Fourier per segnali tempo discreti
- Trasformata discreta di Fourier per segnali tempo discreti
- Teorema della convoluzione

3. Conversione analogico – digitale- Teorema del campionamento

- Filtraggio anti-aliasing
- Quantizzazione
- SNR di quantizzazione

4. Sistemi lineari tempo invarianti (LTI)- Definizioni

- Relazione input/output
- Risposta all'impulso
- Equazione alle differenze

5. Trasformata zeta- Convergenza e regione di convergenza.

- Relazione con la trasformata di Fourier.
- Analisi sistemi LTI con trasformata zeta
- Diagramma poli zeri, stabilità e realizzabilità fisica di un sistema LTI.
- Progettazione sistemi FIR e IIR tramite posizionamento di poli e zeri

6. Segnali audio, immagini e video: campionamento e quantizzazione, SNR quantizzazione7. Analisi multirisoluzione

- Banchi di Filtri
- Trasformata Wavelet

8. Compressione

- Principali algoritmi di compressione con e senza perdita
- Compressione audio
- Compressione immagini (in particolare JPEG)
- Compressione Video (in particolare MPEG)
- Principali Formati immagine e loro impiego
- Analisi qualità dei segnali

## Prerequisiti

Nessun prerequisito essenziale. E' utile la conoscenza di alcuni concetti base trattati negli insegnamenti di Programmazione 1 e Analisi Matematica.

## Modalità didattica

Il corso è costituito da lezioni frontali, e da un'attività di laboratorio dove le nozioni teoriche verranno tradotte in esercitazioni pratiche. Sono previste delle consegne di esercizi spiegati e guidati durante le lezioni in laboratorio.

Le lezioni e le esercitazioni sono tenute in italiano.

> *L'attività didattica sarà erogata in presenza, salvo indicazioni diverse, nazionali e/o di Ateneo, dovute al protrarsi dell'emergenza COVID-19.*

## Materiale didattico

Testi di riferimento:

- R.Gonzalez, R. Woods, Digital Image Processing, Pearson International Edition

Materiale di approfondimento:

- Video Processing and Communications, Yao Wang, Jorn Ostermann, Ya-QuinZhang.
- Introduction to Data Compression, K.Sayood

Lucidi delle lezioni

Esempi di temi d'esame degli anni passati ed esercizi svolti in classe

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

primo semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

**Tipo esame:**

**• Scritto ed orale + consegne di laboratorio:**

**Tipo valutazione:**

**• Voto finale in trentesimi**

**Prova scritta**

La prova si compone di due parti:

La prima parte (scritta) richiede la risoluzione di esercizi riguardanti l'analisi del segnale. Si tratta per lo più di soluzione di esercizi standard come quelli discussi durante le lezioni.

La seconda parte (scritta o in caso di Emergenza Covid-19 orale) consta di domande aperte su digitalizzazione e compressione di segnali multimediali, in cui prevalentemente vengono richieste le nozioni spiegate a lezione e reperibili sui testi indicati, con in genere una domanda rivolta alla verifica della comprensione di quanto studiato, riferito ad un caso concreto.

A discrezione del docente è possibile una ulteriore verifica orale, successiva alla prova scritta.

Il voto massimo cumulativo delle due prove è 30/30

Sono previste consegne a scadenza regolare durante l'attività di laboratorio. Sono obbligatorie almeno 4 consegne per poter verbalizzare il voto. Le consegne possono poi fornire fino a 2 punti aggiuntivi nella valutazione dell'esame finale. I punti di laboratorio rimangono validi per tutti gli appelli dell'anno accademico in cui è erogato l'insegnamento.

**Sono previste due prove in itinere, (compitini).**

La prima prova richiede lo svolgimento di esercizi riguardanti l'analisi del segnale, ed ha una valutazione massima di 30/30

La seconda prova invece consta di domande aperte su digitalizzazione e compressione di segnali multimediali, ed ha una valutazione massima di 30/30

La singola prova si considera superata se ha ricevuto un punteggio >15.

Il voto finale della prova scritta è la media dei voti quando entrambi i compitini sono stati superati (entrambi >15) e l'esame è superato se la media è >=18.

Il voto finale è la somma del voto della parte scritta più gli eventuali punti delle prove in laboratorio.

Se uno dei due compitini non viene svolto (studente assente o ritirato) o è insufficiente (<=15) può essere recuperato durante il solo primo appello.

## Orario di ricevimento

Venerdì dalle 11.00 alle 12.00.

## Sustainable Development Goals

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE