UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Digital Signal Processing for Inteliigent Systems

2627-3-E3101Q143

Obiettivi

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dal punto di vista teorico imparerà le nozioni fondamentali per il passaggio da segnale analogico a digitale (campionamento, quantizzazione e codifica); imparerà le principali tecniche di elaborazione di un segnale digitale nel dominio tempo frequenza e imparerà le tecniche per la compressione dei segnali digitali.
Lo studente comprenderà queste nozioni riferite a segnali audio , immagini e video, e a segnali acquisiti con dispositivi indossabili (segnali fisiologici ed elettrofisiologici quali battito cardiaco, conduttanza cutanea, respirazione, elettromiografia, ettroencefalogramma) con particolare attenzione al loro impiego in sistemi di interazione uomo macchina.

***Conoscenza e capacita di comprensione applicate ***

Dal punto di vista pratico, durante le esercitazioni frontali e le attività di laboratorio lo studente imparerà a gestire e elaborare i segnali i segnali digitali, attraverso sistemi lineari tempo invarianti, e analizzando il segnale anche dal punto di vista delle frequenze.
Lo studente imparerà a processare i segnali digitali in particolare rispetto al loro utilizzo in sistemi di interazione uomo macchina.

Autonomia di giudizio

Gli studenti grazie alle attività di laboratorio e alle consegne in itinere richieste sarà in grado di valutare la propria preparazione e livello di comprensione degli aspetti teorici.

Abilità comunicative

Gli studenti saranno stimolati alla discussione durante le attività frontali e di laboratorio. L'attenzione principale durante queste interazioni è volta a incrementare le capacità di comunicare in modo chiaro, consapevole e privo di ambiguità contenuti tecnici, idee, problemi. Queste abilità incentivate in itinere verranno valutate attraverso una

prova d’esame orale.

Capacità di apprendere

La struttura dell’insegnamento in cui lezioni teoriche, esercitazioni pratiche e esperienze di laboratorio si alternano in parallelo, guidano nell’apprendimento di un metodo di studio e di apprendimento efficace.

Contenuti sintetici

Il corso offre le basi per l'elaborazione dei segnali digitali. In particolare verranno considerati segnali immagini, video ed audio, e segnali digitali acquisiti attraverso dispositivi indossabili, 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 particolare i concetti di campionamento e quantizzazione, e l’elaborazione numerica dei segnali attraverso sistemi lineari tempo invarianti.
Nella seconda parte vengono approfonditi alcuni aspetti specifici dei segnali considerati: l'utilizzo di segnali fisici e fisiologici per sistemi di interazione uomo macchina e sistemi intelligenti, e i principali metodi di compressione con e senza perdita applicati ai diversi segnali digitali.

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 quantizzazione

7. Analisi tempo - frequenza

- spettrogramma
- Banchi di Filtri
- Trasformata Wavelet

8. Segnali fisiologici e fisici impiegati in applicazioni di interazione uomo - macchina, ed in sistemi intelligenti.

- fotopletismografia, elettroencefalogramma, respirazione, conduttanza cutanea, elettromiografia
- Impiego di segnali digitali in sistemi di interazione uomo-macchina: ambient assisted living, biometria, interfacce cervello macchina, affective computing

9. 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 48 ore di lezioni frontali e da 24 ore di attività di laboratorio dove le nozioni teoriche verranno tradotte in esercitazioni pratiche.
Delle 48 ore frontali, 36 ore saranno di didattica erogativa e 12 ore di didattica interattiva, con esercizi, esempi e casi studio discussi insieme agli studenti.

Le 24 ore di laboratorio saranno tutte di didattica interattiva. Durante le attività di laboratorio verranno presentati e svolti assieme agli studenti alcuni esercizi utilizzando matlab. Sono previste delle consegne di esercizi spiegati e guidati durante le lezioni in laboratorio.

Le lezioni e le esercitazioni sono tenute in italiano ed in presenza.

Materiale didattico

Testi di riferimento:

- Marco Luise, Giorgio Matteo Vitetta, Giacomo Bacci, TEORIA DEI SEGNALI 4/ED 8838613117 · 9788838613111, Mc Graw Hill

Materiale di approfondimento:
-R.Gonzalez, R. Woods, Digital Image Processing, Pearson International Edition

- Proakis & Manolakis, Digital Signal Processing.
- 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 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.

Prova orale
La seconda parte (orale) consta di domande aperte su digitalizzazione e compressione, su applicazioni di segnali fisici e fisiologici, su sistemi di interazione uomo macchina. In queste domande 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.

Consegne
Sono previste consegne a cadenza 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. Le consegne e i punti di laboratorio rimangono validi per tutti gli appelli fino al superamento dell'esame.

Valutazione
La singola prova si considera superata se ha ricevuto un punteggio >=15. Il voto finale è la media dei voti quando entrambe le prove (scritto e orale) sono state superate (entrambi >=15) e l'esame è superato se la media è >=18.
Il voto finale è la somma del voto ottenuto dalla media di parte scritta e orale più gli eventuali punti delle prove in laboratorio.

Sono previste due prove in itinere, (compitini).
La prima prova richiede lo svolgimento di esercizi riguardanti l'analisi del segnale, la seconda prova (orale) invece consta di domande aperte sugli aspetti teorici. La modalità di valutazione è uguale a quella descritta per l'appello.
Se uno dei due compitini non viene svolto (studente assente o ritirato) o è insufficiente può essere recuperato durante le prove d'esame ufficiali.

Orario di ricevimento

Venerdì dalle 11.00 alle 12.00.

Sustainable Development Goals

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE