

UM4MEA25 – Traitement du signal audio (Audio signal processing)

Henri Boutin

2025-07-04 15:29:55 +0200

Informations générales

Title (EN)	Audio signal processing
Titre (FR)	Traitement du signal audio
Nom du ou de la responsable de l'UE	Henri Boutin
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	12
Volume h TD / Amount of exercise hours	0
Volume h TP / Amount of practical work hours	16
Volume h Projet / Amount of project hours	0
ECTS	3
Semestre	Printemps (S2)
Semester	Jan-May (S2)
Langue	Français
Language	Français
Localisation	campus PMC
Lien vers l'emploi du temps / trad en	Campus PMC
Code de l'UE	UM4MEA25

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Cette UE vise à former les étudiants à l'analyse et au traitement en temps et en fréquence d'un signal audio. L'enseignement se focalise sur l'analyse temps-fréquence, la modélisation et le codage des signaux de parole et de musique.

*La première partie présente l'ensemble de la chaîne d'acquisition et restitution du signal audio: conversion analogique-numérique (échantillonnage idéal et naturel, quantification) et numérique-analogique (bloqueur d'ordre N).

*Après quelques rappels sur les outils d'analyse fréquentielle des signaux discrets, la seconde partie présente la Transformée de Fourier à Court Terme (TFCT) pour l'analyse temps-fréquence.

Cette partie insiste notamment sur la précision et la résolution de ces outils, et sur le principe d'incertitude.

*La troisième partie propose une introduction à la perception auditive et à la psychoacoustique chez l'humain, avant de présenter les principes fondamentaux de codage et compression des signaux audio : modèle source-filtre, Linear Predictive Coding (LPC), Cepstre, MPEG.

L'UE propose d'appliquer les concepts théoriques présentés en cours à travers 4 séances de TP portant sur l'acquisition, l'analyse temps-fréquence et la synthèse d'un signal audio (algorithme Overlap Add) et sur la compression audio.

Content (EN)

This course unit aims to train students in the time and frequency analysis and processing of audio signals. The teaching focuses on time-frequency analysis, modeling, and coding of speech and music signals.

The first part introduces the entire audio signal acquisition and synthesis chain: analog-to-

After a brief review of frequency analysis tools for discrete signals, the second part prese

The third part offers an introduction to human auditory perception and psychoacoustics, foll

The course includes four lab sessions designed to apply the theoretical concepts covered in lectures. These practical sessions address audio signal acquisition, time-frequency analysis, signal synthesis (Overlap-Add algorithm), and audio compression.

Mots clés (FR)

Traitement des signaux audio, musicaux et de parole, analyse temps-fréquence, Transformée de Fourier à Court Terme (TFCT), Overlap Add (OLA), résolution, précision, perception, psychoacoustique, Linear Predictive Coding (LPC), Cepstre, compression MPEG.

Keywords (EN)

Audio, music and speech signal processing, time-frequency analysis, Short-term Fourier Transform (STFT), Overlap Add (OLA), resolution, precision, perception, psychoacoustics, Linear Predictive Coding (LPC), Cepstre, MPEG compression.

Prérequis (FR)

Bases du traitement du signal analogique et numérique : échantillonnage, transformées de Fourier, convolution, séries de Fourier, transformée de Laplace, transformée en Z. Programmation Python.

Pre-requisites (EN)

Fundamentals of analog and digital signal processing: sampling, Fourier transforms, convolutions, Fourier series, Laplace transform, Z-transform. Python programming.

Modalité d'évaluation

$0,2CC+0,4ER+0,4*TP$ (CC = Contrôle connaissance, ER = examen écrit terminal, TP = note de travaux pratiques)

Assessment

$0,2CC+0,4ER+0,4*TP$ (CC = Knowledge test, ER = final written exam, TP = practical work grade)

Acquis d'Apprentissage Visés

- Identifier les caractéristiques d'un signal audio dans le domaine temporel : périodicité / attaques / transitoires;
- Identifier les caractéristiques d'un signal audio dans le domaine fréquentiel : timbre, centroïde spectral etc.;
- Maîtriser les outils théoriques d'analyse temps-fréquence pour faire le lien entre ces 2 types de caractéristiques : TF, TFSD, TFD et TFCT;
- Savoir analyser et synthétiser un signal de parole avec un modèle Source-filtre;
- Savoir distinguer les descripteurs et les paramètres dans les modèles de signaux de parole;
- Connaître et comprendre le fonctionnement d'un système de codage d'un signal audio;
- Savoir optimiser le codage et la compression, sans perte ou avec perte, d'un signal audio;
- Savoir traiter un signal audio humain, les dispositifs de production et perception chez l'humain.

Learning outcomes

- Identify the characteristics of an audio signal in the time domain: periodicity, attacks, transients;
- Identify the characteristics of an audio signal in the frequency domain: timbre, spectral centroid, etc.;
- Master the theoretical tools of time-frequency analysis to bridge the gap between these two types of characteristics: FT (Fourier Transform), STFT (Short-Time Fourier Transform), DFT (Discrete Fourier Transform), and CQT (Constant-Q Transform);
- Be able to analyze and synthesize a speech signal using a source-filter model;
- Be able to distinguish between descriptors and parameters in speech signal models;
- Know and understand how an audio signal coding system works;
- Be able to optimize audio signal encoding and compression, either lossless or lossy;

- Be able to process human audio signals, including the mechanisms of human sound production and perception.

Bibliographie

Blanchet & Charbit 2001, «Signaux et Images sous Matlab». Hermes Sciences.

Hayes 96, «Statistical Digital Signal Processing», John Wiley

Kahrs1998, «applications of digital signal processing to audio and acoustics», Kluwer Academic Publishers.

Hartmann96, «signal, sound and sensation», Springer-Verlag



Figure 1: Figure

Version PDF