

Intitulé de l'Unité d'Enseignement (UE) : Analyse temps fréquence et son spatialisé

Responsable de l'UE : Sylvain ARGENTIERI (sylvain.argentieri@sorbonne-universite.fr)

Code UE : UM4RBI23-Son

Volumes horaires / étu : 12h Cours, 6h TD, 10h TP

Nombre de crédits de l'UE/EC : 3 ECTS

Parcours-type :

- E3A :	☐ CIMES	☐ Syscom	☐ IPS
- AR :	☐ ROBOT	☒ SI	☐ MeDH
- MECA :	☐ MS2	☐ MF2A	☐ CompMech
	☐ ACOU	☐ EE	☐ EE APP

Semestre où l'enseignement est proposé : ☐ S1 ☒ S2 ☐ S3 ☐ S4

Langue d'enseignement : ☒ Français ☐ Anglais

Public concerné : ☒ Département SDI ☐ Autre (préciser) :

Localisation : ☒ Campus PMC ☐ Autre (préciser) :

Thématique

Cette UE vise à former les étudiants à l'analyse et au traitement en temps et en fréquence d'un signal audio spatialisé, capturé depuis des dispositifs d'antennerie ou binauraux. L'enseignement se focalise ensuite sur l'analyse et la synthèse d'un champ sonore 3D.

Mots-clés : Traitement du signal, signal audio spatialisé, analyse temps-fréquence, propagation acoustique ; localisation de source : beamforming, méthodes haute-résolution, perception binaurale ; harmoniques sphériques, Wave Field Synthesis (WFS), Ambisonie.

Prérequis

Afin de suivre cette UE, doivent être acquis précédemment :

- Traitement du signal analogique : convolution, série et transformée de Fourier à temps continu ;
- Traitement du signal discret : transformée de Fourier des Signaux Discrets, Transformée de Fourier Discrète, corrélation ;
- Notions de base en algèbre linéaire.

Acquis d'apprentissage visés (AAV)

À l'issue de cette UE, les étudiantes ou étudiants seront capables de :

1. Comprendre et modéliser la propagation d'une source dans un environnement idéal.
2. Identifier les caractéristiques d'un signal audio spatialisé dans les domaines temporel et fréquentiel
3. Modéliser la mesure d'information acoustique depuis un dispositif constitué d'un ou plusieurs microphones
4. Analyser des signaux multicanaux pour estimer la position d'une ou plusieurs sources sonores dans l'espace
5. Modéliser l'effet acoustique d'une tête sur un système de captation binaural
6. Savoir décomposer un champ acoustique sous la forme d'harmoniques sphériques
7. Analyser et synthétiser un champ sonore
8. Mettre en œuvre un système de captation multi-voies
9. Implémenter les algorithmes de localisation, d'analyse et de synthèse d'un champ sonore

Séquencement et modalités de l'enseignement (indicatif)

Semaine	C/TD/TP	Contenu	Préparation	AAV associé(s)
S1	C1	Bases d'acoustique : propagation avec ou sans source		AAV1-2
S2	C2	Localisation de sources sonores : modélisation et application au beamforming		AAV2-3
S3	TD1	Acoustique : fonctions de Green, ondes planes/sphériques		AAV1
S4	C3	Localisation de sources sonores : méthodes haute résolution (MUSIC, DUET/ESPRIT)		AAV3-4
S5	TP1 (4h)	Caractérisation d'une propagation acoustique		AAV1-2
S6	C4	Localisation de sources sonores : perception binaurale (HRTF, spatialisation)		AAV3-5
S7	TD2	Localisation de sources sonores : estimation de TDOA par corrélation généralisée		AAV3-4
S8	C5	Décomposition en harmoniques sphériques		AAV6
S9	TP2 (3h)	Mise en œuvre expérimentale d'une méthode de localisation		AAV8-9
S10	C6	Analyse-synthèse du champ sonore (WFS, Ambisonie, beamforming modal)		AAV7
S11	TD3	QCM + Analyse temps/fréquence/espace		AAV7
S12	TP3 (3h)	Mesure et analyse de réponses impulsionnelles spatialisées		AAV8-9

Déroulement de l'UE

L'UE se déroule en 3 séquences :

- Séquence 1 : Bases d'acoustique = C1+TD1+TP1
- Séquence 2 : son spatialisé ; application à la localisation de sources (C3/4/5 + TD2 + TP2)
- Séquence 3 : sons spatialisé, analyse-synthèse temps-fréquence-espace (C5/6 + TD3 + TP3)

Modalités d'évaluation des acquis d'apprentissage (1ère session)

Semaine	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
S11	Individuel	Présentiel	QCM	AAV 1 à 5	15 %
S13	Individuel	Présentiel	Ecrit	AAV 1 à 7	50 %
S13	Individuel	Présentiel	TP	AAV 8-9	35 %

2nde session

Session	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
2	Individuel	Présentiel	Écrit		65 %
1	Individuel	Présentiel	TP	AAV 8-9	35 %

Références bibliographiques

- Bruneau, M. (2013). Fundamentals of acoustics. John Wiley Sons.
- Hartmann, 1996, "signal, sound and sensation", Springer-Verlag
- Imai Abe, "Spectral Envelope Extraction by Improved Cepstral Method"
- Van Trees, Harry L. (2002). Optimum Array Processing : Part IV of Detection, Estimation, and Modulation Theory. Wiley.
- Rafaely, B. (2019), Fundamentals of Spherical Array Processing. Springer