

Ecole Doctorale

Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le vendredi 26 mars 2021 à 14h

à l'Institut B<>COM à Rennes.

Monsieur SALMON FRANCOIS

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" Contrôle des impressions spatiales d'un effet de réverbération dans un environnement virtuel ".

Le jury sera ainsi composé :

- **M. BADEAU ROLAND, Professeur**
IMT TELECOM ParisTech - PALAISEAU
- **MME LAVANDIER CATHERINE, Professeure des universités**
Université de Cergy Pontoise - PONTOISE
- **M. LAVANDIER MATHIEU, Chercheur**
ENTPE - VAULX-EN-VELIN
- **M. PAQUIER MATHIEU, Professeur des universités**
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST
- **M. WARUSFEL OLIVIER, Chercheur**
IRCAM - PARIS 04EME

invité(e)s :

- **M. EPAIN NICOLAS, Ingénieur**
BCOM - CESSON-SEVIGNE
- **M. HENDRICKX ETIENNE, Maître de conférences**
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST
- **M. KOEHL VINCENT, Maître de conférences**
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST
- **M. Jean-Yves AUBIE - Ingénieur**
BCOM - CESSON SEVIGNE

A BREST, le 02 mars 2021

Le Président de l'Université de
Bretagne Occidentale,



M. GALLOU

Titre : Contrôle des impressions spatiales dans un environnement acoustique virtuel.

Mots clés : Perception de l'espace sonore, Acoustique virtuelle, Réverbération, Binaural

Résumé : Les travaux présentés dans cette thèse participent à l'élaboration de nouveaux outils de conception d'un espace sonore pour la production de contenus immersifs. En particulier, ils visent à permettre le contrôle des impressions spatiales : la largeur apparente de source et l'enveloppement. Pour cela, plusieurs études ont été réalisées afin d'évaluer la perception de l'acoustique de salles selon une méthode de reproduction sonore communément employée dans ce contexte : un rendu binaural non-individualisé de scènes sonores encodées en ambisonique. Les contenus immersifs étant généralement composés d'un environnement visuel à 360° et d'une grande diversité de sources sonores, la première partie de cette thèse traite de l'influence de ces deux composantes sur la perception de l'acoustique d'une salle. La seconde partie aborde la paramétrisation de réponses impulsionnelles spatiales de salle (SRIRs) qui caractérisent le

trajet acoustique entre la source sonore et l'auditeur. Nous avons cherché à optimiser les résolutions spatiales, fréquentielles et temporelles des SRIRs, permettant ainsi une réduction de la quantité de données et une meilleure appréhension du contrôle perceptif tout en conservant un rendu convenable de l'espace sonore. La dernière partie se concentre sur la modification de SRIRs pour le contrôle des impressions spatiales. Afin d'évaluer le contrôle de la largeur apparente de source, plusieurs transformations spatiales ont été appliquées aux signaux ambisoniques d'ordre 1 utilisés pour décrire les premières réflexions d'une SRIR. Une méthode de contrôle de la sensation d'enveloppement a été proposée en utilisant un réverbérateur artificiel qui permet la modification des amplitudes et pentes de décroissance de l'énergie sonore dans plusieurs bandes de fréquence et secteurs angulaires.

Title: Control of spatial impressions in virtual acoustic environments.

Keywords: Sound space perception, Virtual Acoustics, Reverberation, Binaural

Abstract: The work presented in this thesis contributes to the development of new tools that facilitate the design of immersive sound spaces for the production of Virtual Reality contents. More specifically, we aimed to allow the control of spatial impressions : the apparent source width and the sensation of envelopment. To this end, several studies have been conducted to evaluate the perception of room acoustics using a non-individualized binaural rendering of ambisonic sound scenes, which is common in this context. Since immersive contents usually consist of a 360° visual environment and a wide variety of sound sources, the first part of this thesis focuses on the influence of these two components on the perception of room acoustics. The second part addresses the parameterization of Spatial Room Impulse Responses (SRIRs), which are transfer

functions that describe the acoustic path between the sound source and the listener. The spatial, temporal and frequency resolutions of SRIRs were studied to seek a possible reduction in the amount of data and thus a better apprehension of the perceptual control, while maintaining spatial and timbral fidelity. The last part focuses on the modification of SRIRs for the control of spatial impressions. In order to evaluate the control of the apparent source width, several spatial transformations were applied to the first-order ambisonic signals used to describe the early reflections of SRIRs. For the control of the sensation of envelopment, a method was proposed using an artificial reverberator that allows the modification of the sound energy amplitudes and decay slopes in several frequency bands and angular sectors.