Offre n°2024-07296

Doctorant F/H Faciliter le diagnostique acoustique d'une salle grâce au traitement du signal et à l'apprentissage automatique

Type de contrat : Fixed-term contract

Niveau de diplôme exigé : Graduate degree or equivalent

Fonction : PhD Position

Contexte et atouts du poste

Les nuisances sonores sont citées comme première source de gêne par les populations et constituent un enjeu sanitaire et social important, contribuant notamment au stress, aux déficits d'attention en classe, ou aux acouphènes. La gêne est souvent liée à la mauvaise qualité acoustique de la salle due à une réverbération trop importante (cantine, piscine, crèche...).

Dans le cadre de la réhabilitation acoustique des salles, la proposition d'une solution nécessite une bonne connaissance des caractéristiques géométriques et acoustiques de l'existant (dimension de la salle, absorption et diffusion de ses différents revêtements). Pour estimer ces paramètres inconnus, les acousticiens de terrain s'appuient sur des mesures du champ sonore combinées à des connaissances géométriques et acoustiques *a priori* du lieu et du dispositif utilisé (sources et microphones). L'estimation est typiquement effectuée par calage manuel et itératif des paramètres d'entrées de modèles acoustiques analytiques ou numériques sur les mesures. Le processus complet d'un diagnostic est donc long, coûteux et parfois imprécis selon les modèles utilisés. Face à ce constat, le développement de méthodes dites *inverses* permettant de remonter automatiquement aux paramètres acoustiques d'intérêt à partir de mesures audio seules constituerait une percée majeure pour l'acoustique des salles, ouvrant la voie au développement d'outils plus simples, plus rapides et plus fiables à destination des acousticiens.

Aspects pratiques

Le doctorant sera encadré par Antoine Deleforge (équipe MACARON, Inria Strasbourg), Sylvain Faisan (ICube, Télécom-Physique Strasbourg) et Cédric Foy (UMRAE, Cerema de Strasbourg). Il sera physiquement au Cerema de Strasbourg (11 rue Jean Mentelin) mais pourra être amené à se déplacer ponctuellement pour se rendre aux deux autres laboratoires.

Il s'agit donc d'une thèse interdisciplinaire, à l'interface de l'acoustique, des mathématiques appliquées, et de l'informatique.

Mission confiée

L'objectif de la thèse est le développement d'un système qui, à partir d'un nombre réduit de **mesures acoustiques** (ex : des *réponses impulsionnelles* « RI ») et de caractéristiques de salle connues (ex : ses dimensions approximatives), puisse automatiquement retrouver dans les mesures les caractéristiques inconnues ayant induit le champ sonore (ex : absorption et diffusion des parois, géométrie, caractéristiques de la source ...). Cette thèse vise à obtenir des percées méthodologiques sur ces problèmes inverses ouverts et difficiles, en combinant des approches novatrices issues des domaines du **traitement du signal** et de l'**apprentissage automatique** (*Machine Learning*).

Elle débloquera trois verrous clés.

Verrou 1 : Nos premiers travaux ont permis de développer des méthodes inverses d'optimisation permettant, pour des conditions idéalisées, d'estimer l'absorption des parois d'une salle de géométrie supposée connue [1] ou, à l'inverse, d'estimer la géométrie d'une pièce aux parois idéales [2]. Le verrou majeur reste la généralisation à des cas plus réalistes intégrant : une modélisation fine de la réponse des équipements et des propriétés des parois (dépendance de la fréquence et de l'angle d'incidence, diffusion acoustique...), et l'incertitude sur la géométrie.

Verrou 2 : Nos travaux actuels se scindent en deux approches : celles guidées par les données annotées simulées, consistant à apprendre un réseau de neurones (ex : [3]), et celles guidées par la physique, résolvant un problème inverse d'optimisation reposant sur un modèle acoustique idéalisé (ex : [1,2]). Un verrou important consiste à les hybrider. Cela passera par le renforcement du réalisme des simulateurs de RIs et des modèles acoustiques théoriques, l'utilisation possible de techniques *auto-supervisées* sur données non-annotées [4] et de techniques d'*unrolling* corrigeant les modèles physiques sous-jacents par apprentissage [5].

Verrou 3 : Le dernier reste celui du passage des RIs simulées au RIs réellement mesurées qui nécessitera d'adapter les méthodes d'apprentissage et d'optimisation issues des deux verrous précédents.

[1] S. Dilungana, A. Deleforge, C. Foy, S. Faisan, Geometry-Informed estimation of surface absorption profiles from impulses responses, Eusipco, 30th European Signal Processing Conference, Belgrade, Serbia, 2022.

[2] T. Sprunck, Y. Privat, C. Foy, A. Deleforge, Gridless 3D Recovery if Images Sources from Room Impulse Responses, preprint, 2022.

[3] S. Dilungana, A. Deleforge, C. Foy, and S. Faisan, Learning-based estimation of individual absorption profiles from a single room impulse response with known positions of source, sensor and surfaces. In INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, vol. 263, No. 1, pp. 5623-5630.

[4] A. Jaiswal, AR. Babu, MZ Zadeh, D. Banerjee, F. Makedon, A survey on contrastive self-supervised learning. Technologies. 2020, 28;9(1):2.

[5] V. Monga, Y. Li and YC. Eldar, Algorithm unrolling: Interpretable, efficient deep learning for signal and image processing. IEEE Signal Processing Magazine. 2021 Feb 25;38(2):18-44.

Principales activités

- Recherches et analyses **bibliographiques** sur le sujet
- **Développement d'algorithmes** directs (simulation) et inverses (estimation de paramètres) reposant sur les modèles physique sous-jacent du problème (équation des ondes, modèles de source et microphone).
- Hybridation de ces algorithmes avec des méthodes avancées de **deep learning**
- Implémentations et test de ces algorithmes en **Python/Pytorch**
- **Collectes de données** acoustiques réelles dans des salles
- **Validation** des approches sur données réelles
- **Rédaction d'articles scientifiques** sur les résultats obtenus

Compétences

- Programmation: excellent niveau en Python, connaissance optionelle de Matlab
- Expérience en développpement de méthode de deep learning
- Excellent niveau en mathématiques (algèbre linéaire, analyse, statistiques)
- Connaissances en traitement du signal
- Connaissances en méthodes inverses (optionnel)
- Connaissances en acoustique (optionnel)
- Excellent niveau d'écriture et de lecture technique en anglais
- Savoir effectuer une présentation devant une audience experte ou non-experte

Avantages

- Restauration subventionnée
- Transports publics remboursés partiellement
- Congés: 7 semaines de congés annuels + 10 jours de RTT (base temps plein) + possibilité d'autorisations d'absence exceptionnelle (ex : enfants malades, déménagement)
- Possibilité de télétravail (après 6 mois d'ancienneté) et aménagement du temps de travail
- Équipements professionnels à disposition (visioconférence, prêts de matériels informatiques, etc.)
- Prestations sociales, culturelles et sportives (Association de gestion des œuvres sociales d'Inria)
- Accès à la formation professionnelle
- Sécurité sociale

Rémunération

2100 € brut/mois la 1ère année

Informations générales

- **Thème/Domaine :** Optimization, machine learning and statistical methods
  Scientific computing (BAP E)
- **Ville :** Strasbourg
- **Centre Inria :** Centre Inria de l'Université de Lorraine
- **Date de prise de fonction souhaitée :** 2024-10-01
- **Durée de contrat :** 3 years
- **Date limite pour postuler :** 2024-05-12

Contacts

- **Équipe Inria :** TONUS
- **Directeur de thèse :**
  Deleforge Antoine / antoine.deleforge@inria.fr

A propos d'Inria

Inria est l'institut national de recherche dédié aux sciences et technologies du numérique. Il emploie 2600 personnes. Ses 215 équipes-projets agiles, en général communes avec des partenaires académiques, impliquent plus de 3900 scientifiques pour relever les défis du numérique, souvent à l'interface d'autres disciplines. L'institut fait appel à de nombreux talents dans plus d'une quarantaine de métiers différents. 900 personnels d'appui à la recherche et à l'innovation contribuent à faire émerger et grandir des projets scientifiques ou entrepreneuriaux qui impactent le monde. Inria travaille avec de nombreuses entreprises et a accompagné la création de plus de 200 start-up. L'institut s'efforce ainsi de répondre aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

L'essentiel pour réussir

- Intérêt et affinité pour la recherche scientifique
- Intérêt et affinité pour les mathématiques appliquées
- Intérêt et affinité pour le développement, le test et l'implémentation d'algorithmes (Language Python)
- Intérêt pour le domaine d'application de l'acoustique des salles
- Curiosité d'apprendre sur un sujet à la croisée de plusieurs domaine (Acoustique, traitement du signal, optimisation, machine learning)
- Initiative et esprit de synthèse

Attention: Les candidatures doivent être déposées en ligne sur le site Inria. Le traitement des candidatures adressées par d'autres canaux n'est pas garanti.

Consignes pour postuler

Sécurité défense :
Ce poste est susceptible d'être affecté dans une zone à régime restrictif (ZRR), telle que définie dans le décret n°2011-1425 relatif à la protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST). L'autorisation d'accès à une zone est délivrée par le chef d'établissement, après avis ministériel favorable, tel que défini dans l'arrêté du 03 juillet 2012, relatif à la PPST. Un avis ministériel défavorable pour un poste affecté dans une ZRR aurait pour conséquence l'annulation du recrutement.

Politique de recrutement :
Dans le cadre de sa politique diversité, tous les postes Inria sont accessibles aux personnes en situation de handicap.