Offre n°2024-07232

Post-Doctorant F/H Modélisation et schémas numériques des échanges radiatifs mesurés par un capteur infrarouge multispectral

Type de contrat : CDD

Niveau de diplôme exigé : Thèse ou équivalent

Fonction : Post-Doctorant

A propos du centre ou de la direction fonctionnelle

Le centre Inria de l'Université de Rennes est l'un des huit centres d'Inria et compte plus d'une trentaine d'équipes de recherche. Le centre Inria est un acteur majeur et reconnu dans le domaine des sciences numériques. Il est au cœur d'un riche écosystème de R&D et d'innovation : PME fortement innovantes, grands groupes industriels, pôles de compétitivité, acteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur, laboratoires d'excellence, institut de recherche technologique.

Contexte et atouts du poste

Projet Européen Brighter
Ce travail de recherche s'inscrit dans le cadre du projet Européen HORIZON CHIPS JU BRIGHTER (https://project-brighter.eu/) qui sintéresse à la conception, la réalisation et l'étude de nouveaux détecteurs infrarouges non refroidis avec des constantes de temps thermique plus faibles "Fast Pixel" (FP) ou à la fonctionnalisation spectrale au niveau du pixel de la matrice du détecteur matriciel "MultiSpectral Pixel" (MSP).
Des premiers prototypes de caméras thermiques infrarouges ont été réalisés en 2023 et mis à disposition de L'Inria et de l'Université Gustave Eiffel pour conduire différents travaux de R&D. Ces prototypes intègrent des matrices de microbolomètres à plan focal conçus par le CEA et LYNRED. Les prototypes de caméras ont quant à eux été réalisés par Xenics (FP) et SENSIA (MSP).

Mission confiée

Etat de l'art

Les dernières avancées technologiques apportées aux détecteurs et aux caméras infrarouges non refroidis offrent de nouvelles opportunités pour estimer la température des objets observés, sans contact et à distance. En particulier, la thermographie infrarouge multispectrale peut être utilisée pour la surveillance thermique des structures de génie civil pour lesquelles les données sont acquises sur une longue période. Cependant, sans aucune connaissance sur l'objet observé, la température ne peut être exploitée que de manière relative. En effet, le calcul de la température d'un objet par thermographie infrarouge ne peut se faire sans la connaissance de l'émissivité, propriété radiative intrinsèque à l'objet. L'écriture des équations physiques amènent ainsi à un problème mal posé.

Les approches traditionnelles de séparation de la température et de l'émissivité (TES) reposent sur des hypothèses simplifiées et des modèles empiriques. Ces méthodes supposent souvent une émissivité uniforme ou s'appuient sur des bases de données pour estimer l'émissivité. Bien qu'efficaces dans certains cas, ces approches manquent de précision et de robustesse, notamment dans des environnements complexes et hétérogènes. Par conséquent, des approches plus avancées ont été étudiées et développées dans la littérature, notamment dans le domaine de la télédétection.

Ces méthodes peuvent être subjectivement divisées en différentes catégories :

- **Méthodes de séparation spécifiques au domaine de la télédétection**: ces méthodes supposent soit une partie connue, soit une partie inconnue du spectre d'émissivité. Elles reposent principalement sur des hypothèses sur le système de mesure utilisé et les propriétés particulières de l'émissivité dans le domaine d'application et ne sont donc pas aisément transposable à d'autres applications (Thermal log residuals, multi-channels algorithms, TISI indices, Temperature-Emissivity separation method (TES), etc.).
- **Méthodes de séparation générales** : dans un premier temps, une linéarisation des équations permet de simplifier le problème et ainsi d'estimer simultanément l'émissivité et la température. Cependant, la littérature montre les limites d'approximations numériques d'une telle approche. Ainsi, les dernières méthodes ont recours à des approches bayésiennes pour effectuer l'estimation simultanée. En particulier, la méthode MCMC fournit des résultats intéressants, au prix de moyens

de calcul et de temps importants.
- **Méthodes d'apprentissage automatique :** les réseaux de neurones ont été largement utilisés dans le domaine de la télédétection. Cependant, ces méthodes reposent toujours sur la base de données sous-jacente disponible. Si la télédétection dispose de nombreux ensembles de données d'entraînement, ce n'est pas encore le cas du domaine d'intérêt de l'équipe, la surveillance de structures long-terme.

Malgré des progrès significatifs, plusieurs défis subsistent dans l'estimation de la température par thermographie infrarouge:

- **Variabilité spatiale et temporelle** : prendre en compte la variabilité spatiale et temporelle des propriétés de surface pose un défi, surtout dans des environnements dynamiques.
- **Calibration des capteurs et bruit** : une calibration précise des capteurs et l'atténuation du bruit sont essentielles pour une estimation fiable de la température et de l'émissivité.
- **Disponibilité des données et annotation** : la disponibilité limitée de données d'entraînement annotées entrave le développement de modèles d'apprentissage.
- **Intégration avec d'autres capteurs** : l'intégration des données thermiques avec d'autres capteurs est une piste d'amélioration mais avec des coûts de maintenance et d'instrumentation potentiellement plus importants.

L'équipe a, quant à elle, développé et étudié sa méthode pour l'estimation conjointe de la température et de l'émissivité, dans le cas de la surveillance de la santé des structures. Cette méthode repose sur l'hypothèse d'une surveillance thermique à long terme avec évolution dynamique. À partir d'un modèle radiométrique simplifié, un modèle dynamique permet d'estimer à la fois l'émissivité et la température, lorsque cette dernière évolue. L'objectif est donc d'aller plus loin dans les équations du modèle physique pour atténuer l'hypothèse requise et améliorer l'estimation.

Principales activités

Objectifs : L'objectif est de monter en complexité dans les modèles physiques, notamment ne pas se limiter au cas linéaire et mieux prendre en compte l'équation de transfert radiatif dans son ensemble. Répercuter ce modèle physique dans les équations d'évolution de la Température et essayer de découpler les problématiques de Température et d'emissivité pour améliorer les performances de l'estimation de la Température.

Pistes de recherche
Le post-doctorant partira de l'équation de transfert radiatif et de modèles simplifiés de caméras thermiques pour se familiariser avec la problématique de mesure.
En parallèle, il sera amené à compléter une étude de bibliographie sur l'estimation conjointe de la température et de l'émissivité.
Dans un second temps, il s'intéressera à la formulation du problème d'estimation de température de surface d'un objet en considérant l'émissivité comme une perturbation dans le modèle dynamique correspondant aux mesures. En particulier, une piste de recherche pour le post-doctorant sera de considérer et de transposer les méthodes récentes de rejet de perturbations non mesurées telles que utilisées dans les problèmatiques de rejet de perturbation sismique pour les systèmes mécaniques.
Par ailleurs, on cherchera à tirer bénéfice de certains travaux de R&D de l'équipe en thermographie infrarouge active appliquée au contrôle non destructif (CND) des matériaux ou à des problémtiques de vision. On pense notamment à utiliser la connaissance de la forme du signal de commande de la source active (Somme de sinus, Modulation temporelle ou spatiale, impulsionnelle).
Les travaux seront conduits sur des données simulées et/ou des données acquises en conditions contrôlées en laboratoire (au sein de l'équipe ou chez ses partenaires dans le projet)

Partenaires:
CEA Tech équipe PIMS, Lynred laboratoire d'applications

lieu

Campus de Nantes avec des déplacements sur le campus Rennes Beaulieu ou l'inverse suivant contraintes personnelles de la personne recrutée

Compétences

pré-requis:
Moins de 3 ans après la thèse

Thèse dans le domaine de la Physique ou de la Mécanique

Avantages

- Prise en charge partielle des frais de transport en commun sur le trajet domicile-travail ou FMD
- Restauration subventionnée
- Prise en charge partielle des frais de mutuelle
- Possibilité de télétravail (à hauteur de 90 jours annuels) et d'aménagement du temps de travail

Rémunération

Rémunération brute mensuelle de 2 788 euros.

Informations générales

- **Thème/Domaine :** Schémas et simulations numériques
- **Ville :** Nantes
- **Centre Inria :** Centre Inria de l'Université de Rennes
- **Date de prise de fonction souhaitée :** 2024-09-01
- **Durée de contrat :** 12 mois
- **Date limite pour postuler :** 2024-09-30

Contacts

- **Équipe Inria :** I4S
- **Recruteur :**
  Mevel Laurent / laurent.mevel@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.

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

Merci de déposer en ligne CV, lettre de motivation et éventuelles recommandations

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.