

Proposition sujet de thèse au LAAS-CNRS et à l'Institut Clément Ader (ICA)

Titre :

Numérisation thermique 3D infrarouge pour la mesure de champs de températures vraies sur des objets de formes complexes.

Acronyme : ThermoScan3D.

Laboratoires :

- Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes (LAAS) situé à Toulouse classé A en 2011 par l'AERES (<http://www.laas.fr>)
- Institut Clément Ader (ICA) à l'Ecole des Mines d'Albi classé A en 2011 par l'AERES (<http://www.institut-clement-ader.org>).

Contrat doctoral : durée de 36 mois co-financé par la région Midi Pyrénées et le PRES « université de Toulouse » via l'Ecole des Mines d'Albi. La rémunération est de 2060 €/mois (brut) avec un service d'enseignement de 60heures par an.

Ecole doctorale : Ecole doctorale Systèmes (<http://www.laas.fr/EDSYS/>).

Mots clés : Thermographie, Vision par ordinateur, Numérisation tridimensionnelle, Rayonnement thermique.

Résumé :

La numérisation 3D infrarouge proposé dans ce sujet permettrait d'obtenir, dans certaines conditions, simultanément et en ligne, non seulement la géométrie tridimensionnelle d'un objet mais également sa température de surface. Le résultat attendu est une cartographie thermique 3D de l'objet. La technique envisagée, dénommée scanner 3D infrarouge, serait basée au moins sur deux caméras infrarouges et des sources d'éclairage laser multi-longueurs et dotée de logiciels de mesure de forme et température. Notre but final serait de disposer d'un système portable et autonome de type « scanner portable infrarouge 3D ».

Ce projet est pluridisciplinaire avec plusieurs domaines couverts, d'une part la vision par ordinateur et le développement de logiciels embarqués qui sont des compétences reconnues du LAAS-CNRS et d'autre part la caractérisation des propriétés optiques des matériaux basée sur des techniques novatrices ainsi que la mesure de champs de températures sans contact qui sont des points forts de l'ICA.

Objectif :

L'objectif affiché du projet est de concevoir, d'intégrer et d'évaluer un système de numérisation 3D infrarouge sur des objets 3D de forme convexe avec des émissivités non uniformes, typiquement le suivi de la déformation d'une sphère. Ce système devra être capable de mesurer des champs de températures vraies sur une gamme de température de 300 à 600°C avec une précision inférieure à +/-10°C à 600°C.

Description de la thèse :

Les étapes du travail sont:

- Le premier point du travail proposé réside dans l'étude du processus de reconstruction 3D à partir d'images infrarouges qui soit le plus autonome possible. Sur la base des travaux [Ducarouge11] menés au LAAS-CNRS, l'étape préalable à la reconstruction 3D d'un système multi-vues infrarouge, l'étape d'auto calibrage géométrique qui permet de référencer le système dans un référentiel métrique, sera

améliorée par l'application de techniques de positionnement basées sur des centrales inertielles et des méthodes d'optimisation récentes. Ensuite, le processus de reconstruction 3D sera redéfini pour bénéficier et exploiter les sources d'éclairage laser nécessaires à la mesure de température.

- Le deuxième volet de ce travail est la mesure de champs de températures vraies sans contact. Pour la détermination de la température vraie, les lois du rayonnement imposent la connaissance des grandeurs suivantes (dites d'influence): l'émissivité du matériau, la forme de l'objet et les perturbations liées à l'environnement. La méthode proposée dans le doctorat [Gilblas12] mené à l'ICA permet de considérer ces grandeurs d'influence dans le cas d'un objet plan. Pour aborder la détermination de ces dernières sur chaque face d'un objet 3D, il faudra construire des modèles de radiosité pour considérer d'une part les indicatrices de réflexion dans l'espace et d'autre part les interactions entre les surfaces de l'objet. Le développement de tels modèles demande au moins la connaissance de la forme de l'objet et l'on rejoint le premier point.

- Enfin, forme géométrique et propriétés optiques étant intimement liées sur un objet de forme complexe, tout naturellement, le dernier volet, point crucial du travail de thèse, concerne donc la fusion en ligne des données géométriques et optiques pour chaque face de l'objet considéré pour obtenir une forme 3D dont la texture est une température vraie.

Compétences requises :

Le candidat devra posséder un diplôme du second cycle (master ou ingénieur) en sciences de l'ingénieur avec une composante en thermique et instrumentation (optique). La possession d'un master de recherche et d'un stage de fin d'études dans un centre de recherche aurait un intérêt indéniable. Le candidat devra montrer un goût prononcé pour l'expérimentation, en particulier pour reprendre les travaux entamés dans [Ducarouge11] sur la mise en œuvre de la numérisation 3D avec des caméras infrarouges embarquées sur un robot cartésien, programmé pour déplacer les caméras autour de l'objet à numériser. Suivant la volonté du candidat, un séjour de recherche à l'étranger pourra être envisagé.

Apport pour le candidat :

Les acquis de cette thèse portent sur des compétences d'une part en vision par ordinateur et d'autre part en radiométrie. Les trois années permettront au candidat, à travers des publications en conférence et revues internationales, d'envisager des débouchés dans des structures académiques ainsi que des postes en recherche et développement dans l'industrie.

Contacts :

Michel Devy – LAAS-CNRS

Groupe Robotique Action et Perception (RAP)

Tel. : 05 61 33 63 31 - Email: michel@laas.fr

Yannick Le Maout - ICA-A - Ecole des Mines d'Albi-Carmaux

Groupe Métrologie, Identification et Contrôle des Systèmes (MICS)

Tel. : 05 63 49 30 87 - Email: lemaout@enstimac.fr

Thierry SENTENAC

Groupe Robotique Action et Perception (RAP)

Groupe Métrologie, Identification et Contrôle des Systèmes (MICS)

Tel.: 05 63 49 30 61 - Email: sentenac@enstimac.fr

Références :

[Ducarouge11] B. Ducarouge, « Reconstruction 3D infrarouge par perception active », Thèse de l'Université de Toulouse, Ecole doctorale systèmes, directeur de thèse Michel Devy et co-directeur T. Sentenac du LAAS-CNRS, 26 septembre 2011.

[Gilblas12] R. Gilblas, « Thermoréfectométrie proche infrarouge bicouleur matricielle », Thèse inscrite à l'Université de Toulouse, Ecole doctorale système, Directeur de thèse : D. Hernandez (PROMES), Co-directeur : T. Sentenac (ICA-Mines Albi).