
Sujet de thèse :

Positionnement 3D indoor de grande précision d'objets dynamiques par technologie VLC/LIFI (localisation centimétrique) utilisant la détection différentielle

Université d'accueil : Université de Bourgogne Franche-Comté

Laboratoire d'accueil : DRIVE EA 1859, Nevers

Domaine : Informatique, électronique, robotique et mathématique

Discipline: Optimisation, localisation, IEAA

Ecole doctorale : Sciences physiques pour l'ingénieur et microtechniques - SPIM - ED 37

1) CONTEXTE :

Les questions relatives au vieillissement font récemment l'objet d'une attention particulière. Dans les années à venir, l'augmentation de l'espérance de vie et la baisse du taux de natalité vont provoquer un changement démographique considérable dans les pays développés.

En 2015, la région Bourgogne franche comté est la quatrième région la plus âgée de France métropolitaine, derrière le Limousin, Poitou-Charentes et l'Auvergne : les personnes âgées de 60 ans et plus représentent 29 % de la population régionale, soit 4,5 points de plus que la moyenne nationale.

Avec l'avancée en âge, les problèmes de santé se multiplient et s'accompagnent de formes plus ou moins graves de dépendance physique et/ou psychologique. La question de la dépendance des personnes âgées, de leur prise en charge et de l'anticipation des besoins à venir revêt donc une importance croissante. À l'horizon 2040 la Bourgogne-Franche-Comté devrait compter, selon le scénario central des projections de l'Insee, 1 025 000 de personnes âgées de 60 ans et plus. L'ensemble des départements seront concernés par la dépendances de ces personnes. Parmi cette proportion, une grande majorité vit seule à domicile. La prise en charge de la dépendance s'appuie sur peu de personnels spécialisés dans l'accompagnement de cette population. En effet, la région est la moins doté en médecin généraliste et de personnels aidants (notamment la Nièvre et le Territoire de Belfort). Même si de nombreuses structures d'hébergement existent en bourgogne franche comté, le maintien à domicile des personnes âgées en perte d'autonomie répond aux souhaits d'une très grande majorité de ses habitants et a un coût moindre à celui d'un hébergement dans des structures.

Ce sujet de thèse entre dans le cadre du projet ROBASSIST qui a vocation à participer au désenclavement et à l'assistance de personnes vulnérables et dépendantes dans les zones rurales en développant une solution technologique à base de robots autonomes assistants pouvant se localiser à l'intérieur d'habitations par la technologie VLC/LIFI (technologie de communication sans fil basée sur l'utilisation de la lumière visible). Ces robots autonomes et intelligents seront capables de transporter des objets dans un espace donné et de collecter des informations en temps réel sur ses occupants. Ils sont en mesure d'assister la personne dépendante (apport de médicaments, surveillance médical, etc...) ou d'avertir les secours en cas d'urgence (chute, accident, etc...).

La technologie VLC/LIFI est une technologie de communication sans fil basée sur l'utilisation de la lumière visible, technologie encore peu mature. Elle a l'avantage de ne pas émettre d'ondes électromagnétiques, ce qui en en terme de santé pour une population âgée est bénéfique. En effet, la lumière appartenant au domaine du visible est moins nocive que les ondes radios utilisées comme le Wifi. La localisation 3D INDOOR d'objets dynamiques, de manière précise, proposée dans ce sujet de thèse est un sujet innovant. En effet, la plupart des laboratoires se focalisent sur l'échange de données entre un émetteur et un ou des récepteurs statiques (qui peuvent être une tablette, un ordinateur, ...). Pour obtenir une navigation intérieure de haute précision, de nombreux chercheurs et ingénieurs ont étudié plusieurs technologies de positionnement en intérieur, telles que celles basées sur le GPS assisté (A-GPS), un pseudo-satellite (Pseudo lite), un réseau local sans fil (WLAN), étiquettes à radiofréquence (RFID), Zigbee, Bluetooth (BT), radio à ultra-large bande (UWB), infrarouge, vision par ordinateur, magnétique, ultrasons, etc... Cependant, lorsque le signal GPS est utilisé pour le positionnement à l'intérieur d'une habitation, il devient faible en raison de la structure de cette dernière et de l'épaisseur des murs. Le positionnement WLAN utilise la méthode de la bibliothèque d'empreintes digitales. Cependant, la collecte et l'établissement d'une bibliothèque d'empreintes digitales est un travail difficile, alors que la précision par positionnement WLAN est très faible. L'atténuation des ultrasons dans l'air est importante, rendant le positionnement basé sur la technologie UWB déconseillé. D'autres méthodes de positionnement, telles que l'infrarouge, le Zigbee et le Bluetooth, sont vulnérables aux fluctuations des sources de signal. De ce fait, ces méthodes ne permettent pas de garantir la précision du positionnement à l'intérieur d'habitations de manière précise.

Du point de vue pratique de l'application, le système de positionnement par lumière visible à base de LED (VLC/LIFI) présente un potentiel considérable. Les caméras ou les photodétecteurs sont couramment utilisés du côté du récepteur pour la localisation de la lumière visible. Le challenge restant à lever est de localiser de manière centimétrique un objet mobile évoluant dans un environnement clos et cela sur trois axes (largeur, longueur et hauteur). La méthode envisagée est la localisation différentielle se basant sur le principe RTK (Real Time Kinematic). En plaçant une station de référence fixe (ou station de base) dont la position exacte et précise est connue, il est possible de calculer l'erreur de positionnement que renvoie une source à chaque instant. Il devient alors facile de calculer la correction qui donne une position exacte au centimètre près (et parfois mieux) de l'objet en mouvement.

DÉROULEMENT DE LA THÈSE PROPOSÉ :

Les travaux durant cette thèse permettront donc de proposer des solutions/recommandations pour la localisation d'objets dynamiques dans un environnement intérieur (indoor). Plus précisément, le/la doctorant(e) travaillera sur les points suivants :

- Etat de l'art sur les solutions actuelles pour la localisation d'objets en indoor, incluant les avantages et inconvénients de ces solutions,
- Sur la base de cet état de l'art, des solutions seront proposées, selon les compétences du doctorant(e), à différents niveaux :
 - o Niveau architecture : proposition et développement d'une solution pour améliorer la perception et la communication bidirectionnelle à base de la technologie VLC/LIFI,
 - o Niveau logiciel : Proposition de solution d'algorithmes d'optimisation à moindre coût permettant de réduire l'instabilité de positionnement causée par la fluctuation de l'intensité lumineuse et de sources parasites et ainsi augmenter la qualité du positionnement,
 - o Niveau expérimental : développement d'un démonstrateur permettant de mettre en œuvre la solution proposée pour la détection intérieure d'un robot en mouvement, ainsi que le développement de services à la personne (perception, appel de secours en cas de chute, apport de médicaments, etc...)

MOTS CLÉS :

Fusion de données, localisation, cartographie, robot mobile, perception.

RESPONSABLES :

Dr. El-Hassane Aglzim (directeur de thèse), Maître de conférences HDR, Université de Bourgogne
Dr. Xun Zhang (co-encadrant), Maître de conférences, Institut Supérieur d'Électronique de Paris (ISEP)

LABORATOIRE D'ACCUEIL:

DRIVE (Département de Recherche en Ingénierie des Véhicules pour l'Environnement), EA 1859, Nevers, France. Des séjours au sein de l'ISEP pour des tests expérimentaux seront également organisés.

FINANCEMENT:

Bourse région Bourgogne Franche-Comté pour une durée de 3 ans (début de thèse oct. 2019).

PROFIL ATTENDU ET CRITÈRES D'ÉLIGIBILITÉ DES CANDIDATURES :

Les candidats doivent posséder un diplôme de Master ou d'ingénieur avec de fortes compétences en informatique, électronique, mathématique et optimisation. Des bases en robotique et vision sont souhaitables. Des compétences pratiques en programmation et des outils logiciels (par exemple, Matlab) et un anglais courant (écrit et parlé) sont requis. Les candidats doivent être motivés pour apprendre rapidement et travailler efficacement sur des problèmes de recherche difficiles.

CONDITIONS DE RECRUTEMENT

Ce projet est financé par une bourse de la région Bourgogne Franche-Comté pour une durée de 3 ans. Toute candidature devra être adressée par mail à El-Hassane Aglzim (el-hassane.aglzim@u-bourgogne.fr) et Xun Zhang (xun.zhang@isep.fr). Les éléments constitutifs du dossier sont obligatoirement :

- un Curriculum Vitae détaillé (contenant notamment une description du cursus universitaire et une description de l'expérience professionnelle et de stage),
- les notes obtenues en Master,
- une liste des publications (y compris mémoire(s), rapport(s) de stage),
- une lettre exposant les motivations pour la recherche et le sujet proposé,
- lettre(s) de recommandation(s) de personnes ayant déjà travaillé avec ou encadré le candidat (lettre d'encadrant de Master ou de stage par exemple).