Demande n°3187 - ARED

Acronyme :COLROULE

Identification

Identification

N°	3187
Année	2023
Statut	Brouillon
Date de création	01/02/2023
Date de modification	02/02/2023
Date de soumission	02/02/2023
Acronyme	COLROULE
Intitulé du projet	Contrôle basé capteurs d'un fauteuil roulant électrique à l'aide de méthodes ensemblistes par intervalles
Dispositif	ARED

Priorité régionale

Priorité régionale

Priorité régionale	One Health/Une seule santé

Stratégie régionale de recherche et d'innovation (S3)

Stratégie régionale de recherche et d'innovation (S3)

Domaine d'innovation stratégique	Économie de la santé et du bien-être pour une meilleure qualité de vie
Levier thématique	Handicap
Domaine d'innovation statégique Secondaire	Économie de la santé et du bien-être pour une meilleure qualité de vie
Levier thématique secondaire	Technologies pour la santé

Organisme de tutelle

Organisme de tutelle

Etablissement	INSA
Commune	RENNES
Civilité	Madame
Nom	FRANCA
Prénom	Perrine

Unité de recherche

Unité de recherche

Nom de l'unité	UMR CNRS 6074 IRISA
Civilité	Monsieur
Nom	Gravier
Prénom	Guillaume

Données complémentaires de l'unité de recherche

Libellé	Valeur
Statut et numéro de l'unité de recherche (UMR, USR, EA?)	UMR CNRS 6074 IRISA
Le cas échéant, nom de l'équipe de recherche	Rainbow
Le cas échéant, nom du responsable de l'équipe de recherche	Paolo Robuffo Giordano
Activités de recherche et points forts de l'équipe	Robotique, robotique d'assistance, asservissement référencé capteur, commande partagée
Si implication dans un/plusieurs programmes européens ou internationaux, préciser	

Co-directeur de thèse

Co-directeur de thèse

Civilité	Monsieur
Nom	Drevelle
Prénom	Vincent
Unité de recherche	UMR CNRS 6074 IRISA
Etablissement de tutelle	UNIVERSITE RENNES 1

Description

Description du projet

Libellé	Valeur
Résumé synthétique du projet (2000 caractères max)	Les fauteuils roulants électriques peuvent compenser la perte de mobilité vécue par les personnes âgées ou en situation de handicap, afin de préserver un niveau d'indépendance et d'accès aux activités sociales. Cependant, leur conduite est une tâche difficile nécessitant des capacités cognitives et visuospatiales, en particulier lors du franchissement d'obstacles et d'espaces étroits . Les propositions de fauteuils roulants robotisés capables de navigation autonome posent des problèmes d'acceptabilité et

Libellé	Valeur
	ne laissent pas à l'utilisateur un contrôle suffisant, pourtant nécessaire à la sollicitation des fonctions cognitives et motrices restantes. Des approches semi-autonomes sont ainsi mieux adaptées aux besoins de l'utilisateur. L'équipe Rainbow de l'IRISA/Inria a conçu une solution d'assistance à la conduite basée sur l'asservissement référencé capteurs qui permet l'amélioration des performances de conduite en présence d'obstacles. Cette proposition n'est toutefois pas suffisante pour assurer des tâches de navigation à moyen ou long terme, en alternant contrôle partagé et autonome. L'objectif de cette thèse sera de proposer des méthodes fiables de contrôle du fauteuil roulant électrique, à partir des mesures de capteurs infrarouges à temps de vol et de balises radio ultra-large bande. On étudiera à la fois des approches de navigation autonome pour le fauteuil vide (automatisation du rangement) et des approches de contrôle partagé pour assister l'utilisateur dans sa navigation et ses manœuvres de précision. La commande du fauteuil doit être robuste aux mesures aberrantes (inévitables en radiolocalisation) et tenir compte des contraintes inhérentes au fauteuil roulant électrique (déplacement non-holonome, confort du conducteur). On s'appuiera sur les méthodes ensemblistes par intervalles afin de traiter de manière rigoureuse les paramètres incertains et les erreurs de mesures.
Porteur du projet : date d'obtention de l'HDR ou dérogation	29 Juin 2012
Hypothèses, questions posées, points de blocage, approche méthodologique, technique (4000 car. max)	Considérons le scénario de vie suivant, où un résident souhaite retourner dans son lit. Tout en conservant le contrôle du fauteuil, il pourrait être guidé dans l'établissement jusqu'à sa chambre, puis profiter d'une assistance au positionnement précis du fauteuil près du lit afin d'effectuer son transfert en sécurité. Une fois son transfert effectué, le fauteuil vide devrait pouvoir se repositionner automatiquement dans la chambre pour être mis en charge, et pouvoir être rappelé automatiquement en position de transfert près du lit sur demande. De nouveaux capteurs émergent et permettent de réaliser cet objectif de navigation semi-autonome, en respectant des contraintes de coût réduit, d'intégration sur le fauteuil et de respect de la vie privée. Les capteurs infrarouges à temps de vol (ToF), actuellement utilisés pour l'évitement d'obstacles, peuvent être mis à profit pour le positionnement précis à proximité d'un objet. Les systèmes radio ultra large bande (UWB) permettent la mesure de distances entre des balises fixes et un capteur mobile, et fournissent une solution de localisation pour la navigation. L'objectif de cette thèse est de développer des méthodes de contrôle basé capteurs, autonome ou partagé, en tenant pleinement compte des incertitudes paramétriques et des erreurs de mesures des capteurs UWB et ToF implantés sur le fauteuil roulant. Différents points de blocage nécessitent d'être levés : - les mesures des capteurs UWB sont entachées de valeurs aberrantes : masquage de la ligne de vue directe par l'utilisateur, le fauteuil ou l'environnement, multi-trajets et réception de signaux réfléchis (NLoS) ; - le fauteuil roulant électrique est sujet à une contrainte de déplacement non-holonome. Son emprise spatiale et notre objectif d'atteindre une configuration de position et d'orientation définie par l'utilisateur, font qu'il ne peut être réduit à un simple point dont on contrôlerait le mouvement ; - l'évolution du fauteuil ne peut pas être modélisée exactement : le contrôle moteur est perturbé par les variations de poids et la pente, les roues peuvent glisser ou déraper, et la présence de roues folles complexifie le mouvement réel du fauteuil. Pour cette thèse, on se placera dans le cadre ensembliste, en faisant l'hypothèse d'erreurs bornées. Les paramètres et mesures seront ainsi modélisés par des intervalles supposés contenir la vraie valeur. Les outils de l'analyse par intervalles tels que l'inversion ensembliste, l'intégration garantie et la propagation de contraintes sur les tubes seront mis à profit afin de propager ces incertitudes de façon rigoureuse et caractériser des solutions sous forme d'ensembles. Les

	caractériser des solutions sous forme d'ensembles. Les mesures aberrantes pourront être gérées avec une approche ensembliste robuste telle que l'intersection q-relaxée. On cherchera ainsi à planifier et garantir la faisabilité de manœuvres d'approche et de positionnement précis (telles que le positionnement à côté du lit, ou l'amarrage à une station de recharge) en tenant compte des incertitudes paramétriques et de mesures, des contraintes de déplacement non-holonomes du fauteuil, et en garantissant l'absence de collisions avec l'environnement. Dans le cadre du contrôle partagé du fauteuil, on étudiera des méthodes prédictives afin de déterminer l'espace des commandes utilisateur admissibles en fonction des contraintes liées à la sécurité (collisions, chutes) et au confort de conduite, et des incertitudes associées. Les méthodes développées seront mises au point sur le simulateur de fauteuil roulant de l'équipe. Elles seront validées expérimentalement sur la flotte de fauteuils robotisés de Rainbow, en utilisant un système de motion capture comme référence de position. Dans le cadre de la commande partagée, le doctorant ou la doctorante réalisera des études cliniques, avec l'aide des cliniciens du centre de rééducation du Pôle Saint-Hélier.
Environnement scientifique, positionnement dans contexte régional/national/international (2000 car.)	Ce projet s'inscrit dans le cadre des travaux de la Chaire académique INSA IH2A (Innovations, Handicap, Autonomie et Accesssibilité - https://ih2a.insa-rennes.fr/), portée par Marie Babel, directrice de thèse du projet COLROULE. La chaire IH2A s'inscrit dans la continuité des travaux de recherche menés à l'INSA Rennes autour de la robotique d'assistance aux personnes et de l'assistance à la mobilité en fédérant chercheurs (IRISA, IETR, LGCGM, M2S), cliniciens (Pôle Saint Hélier, CHU Rennes), usagers, aidants et étudiants. L'objectif est de croiser les regards et les compétences afin de mener des travaux de recherche innovants et pertinents, centrés sur le besoin des utilisateurs, et ayant pour vocation d'être utilisés en vie quotidienne dans le cadre de la rééducation ou de la compensation des handicaps. Cette chaire orientée sur la recherche et la recherche clinique pour la mobilité des personnes en situation de handicap, est naturellement en lien et en complémentarité avec les acteurs du territoire breton (COWORK'HIT, INH Lab, GIS BEaCHILD). Les projets Croisement des filières HUBERT (FEDER/Région Bretagne) et AAP PME Ambrougerien, auxquels participent les encadrants de cette thèse, ouvrent des pistes de recherche plus fondamentales, qui seront explorées dans ce projet. Du point de vue scientifique, l'équipe ROBEX de l'ENSTA Bretagne (Brest) a une très grande expertise dans les méthodes ensemblistes par intervalles appliquées à l'automatique et à la robotique. Cette thèse sera l'occasion d'échanges scientifiques avec son équipe autour des problèmes de localisation et du contrôle de robots mobiles. Enfin, au niveau national, le PEPR O2R consacré à la robotique de façon général a défini des projets spécifiques à la robotique d'assistance. Toutefois, les axes de recherche pressentis sont plutôt orientés vers l'interaction mobile manipulation : le projet proposé ici ne rentre pas directement dans ce PEPR, mais est tout à fait complémentaire.
Collaborations scientifiques (nature/partenariat/pays) et partenariat socio-économique envisagé	Le projet s'inscrit dans le cadre de la chaire académique IH2A, qui fédère les actions conjointes de partenaires académiques et cliniques. Le Pôle Saint Hélier sera partie prenante de ce projet : des essais d'usage et des essais cliniques seront menés pour valider le bénéfice clinique de la solution apportée.
Adéquation du projet avec le DIS de rattachement (3000 caractères maximum)	Ce projet est très clairement rattaché au DIS 3 « économie de la santé et du bien-être pour une meilleure qualité de vie », en particulier sur son levier thématique « handicap », animé par Biotech Santé Bretagne. Les activités de la Chaire IH2A, dans lequel s'inscrit ce projet de thèse, sont d'ores et déjà identifiées par la Région Bretagne, et font partie du plan d'actions du S3 2022 et 2023. Les innovations technologiques (navigation assistée ou autonome d'un fauteuil roulant électrique) résultant du projet COLROULE permettront l'amélioration des parcours de vie pour les personnes en situation de handicap. Les résultats du projet participeront en effet à l'autonomie et l'indépendance des

	personnes en situation de handicap, tout en favorisant la participation sociale à travers une assistance technique adaptée. Des essais d'usage et cliniques, réalisés par les partenaires cliniques de la Chaire IH2A, viendront objectiver ces éléments et viendront renforcer la pertinence et l'acceptabilité du système. Cette étape majeure dans le développement d'une nouvelle technologie à destination des personnes en situation de handicap, catégorisée Dispositif Médical, sera un atout clair pour réaliser à terme un transfert technologique auprès des acteurs du domaine.
Si priorité régionale, préciser (200 caractères maximum)	
Cotutelle internationale (indiquer "oui" ou "non"; si oui, préciser le pays et l'établissement)	
Nom(s) du(des) cofinanceur(s) envisagé(s) ou confirmé(s)	Le cofinancement confirmé est issu des overheads d'un précédent projet Interreg ADAPT à l'INSA de Rennes.
Si cofinancement industriel, justifier le choix du dispositif ARED au lieu du dispositif CIFRE	
État du cofinancement (indiquer "acquis" ou "demandé")	Acquis
Si demandé, date prévisionnelle de réponse du cofinanceur	
Si cofinancement refusé, autre(s) source(s) de cofinancement identifiée(s)	
Si reversement prévu, préciser (partenaire, montant)	

Candidat

Collaboration internationale

Collaboration internationale

Pays	
Etablissement partenaire à l'étranger	

Pièces jointes

Date demi	Type de pièce	Commentaire	Document	Valide	Commentaire
02/02/2023	ARED - Dépôt - CV du porteur	Obligatoire - Le CV doit préciser si le porteur est titulaire de l'HDR et, le cas échéant, depuis quand, et mentionner la liste des doctorant·e·s déjà encadré·e·s et des publications associées.	CV court 2023 - Marie Babel.pdf	Non traité	
02/02/2023	ARED - Dépôt - Avis directeur·rice d'unité	15 lignes maximum		Non traité	
02/02/2023	ARED - Dépôt - Justificatif cofinancement	Facultatif - Dépôt de demande, justificatif d'obtention, courrier du cofinanceur pressenti...		Non traité	
02/02/2023	ARED - Dépôt - Lettre partenaire étranger	Facultatif - Lettre d'engagement de l'établissement partenaire étranger en cas de cotutelle internationale		Non traité	

02/02/2023	ARED - Dépôt - Pièce complémentaire	Facultatif		Non traité	
02/02/2023	ARED - Dépôt - Pièce complémentaire	Facultatif		Non traité	
02/02/2023	ARED - Instruction - Lettre de saisine	Lettre de l'établissement à transmettre à la Région (utiliser le modèle disponible dans la rubrique "Documents à télécharger")		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement - Convention de partenariat	Le cas échéant (si autorisation de reversement)		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 1/2 - CV doctorant.e	Pour versement tranche 1 (cohortes jusqu'en 2018) Pour versement tranche 2 (cohortes à partir de 2019)		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 1/2 - Copie du contrat doctoral (ou CDD ou attestation))	Pour versement tranche 1 (cohortes jusqu'en 2018) Pour versement tranche 2 (cohortes à partir de 2019)		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 1 - Lettre d'approbation école doctorale	Pour versement tranche 1 (cohortes jusqu'en 2018)		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 2 - Attestation bon déroulement travaux année 1	Pour versement tranche 2		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 2 - Bilan financier année 1	Pour versement tranche 2 ARED		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 3 - Attestation bon déroulement travaux année 2	Pour versement 50% tranche 3 ARED		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 3 - Bilan financier année 2	Pour versement 50% tranche 3 ARED		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 4 - Bilan financier année 3	Pour versement solde année 3 ARED		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 4 - Certificat administratif précisant statut thèse	Pour versement du solde de la tranche 3 (à accompagner des pièces justificatives correspondantes pour les cohortes jusqu?en 2018 : avis du jury, attestation de réinscription en ED, justificatif de prolongation ou d'abandon)		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 4 - Avis du jury si thèse soutenue	Pour versement solde tranche 3 ARED (cohortes jusqu'en 2018)		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 4 - Attestation de réinscription en ED	Pour versement solde tranche 3 ARED (cohortes jusqu'en 2018)		Non traité	
02/02/2023	ARED - Versement 4 - Justificatif de prolongation	Pour versement solde tranche 3 ARED (cohortes jusqu'en 2018)		Non traité	
	ARED - Versement 4 - Justificatif d'abandon de thèse	Pour versement solde tranche 3 ARED (cohortes jusqu'en 2018)		Non traité	