Demande n°3124 - ARED

Acronyme :UYAC'HED

Identification

Identification

N°	3124
Année	2023
Statut	Soumis à l'établissement
Date de création	25/01/2023
Date de modification	01/02/2023
Date de soumission	01/02/2023
Acronyme	UYAC'HED
Intitulé du projet	Essaims de microrobots intelligents pour la santé
Dispositif	ARED
Civilité du porteur	Monsieur
Nom du porteur	Pacchierotti
Prénom du porteur	Claudio
Courriel	claudio.pacchierotti@irisa.fr

Priorité régionale

Priorité régionale

Priorité régionale	One Health/Une seule santé
Regional priority	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
Domaine d'innovation stratégique	.
Levier thématique	(Bio)Thérapies innovantes
Domaine d'innovation statégique Secondaire	Économie numérique sécurisée et responsable
Domaine d'innovation statégique Secondaire	.

Levier thématique secondaire	Données et intelligence

Organisme de tutelle

Organisme de tutelle

Etablissement	CNRS BRETAGNE PAYS LOIRE
Commune	RENNES
Civilité	Madame
Nom	Malesys
Prénom	Emmanuelle

Unité de recherche

Unité de recherche

Nom de l'unité	RAINBOW
Civilité	Monsieur
Nom	Pacchierotti
Prénom	Claudio
Tél.	02998425
Courriel	claudio.pacchierotti@irisa.fr

Données complémentaires de l'unité de recherche

Libellé	Valeur
Statut et numéro de l'unité de recherche (UMR, USR, EA?)	UMR CNRS 6074
Le cas échéant, nom de l'équipe de recherche	Irisa & Inria Rennes-Bretagne Atlantique (equipe RAINBOW)
Le cas échéant, nom du responsable de l'équipe de recherche	Paolo Robuffo Giordano
Activités de recherche et points forts de l'équipe	Trois axes de soutien (éstimation d'état optimale avec incertitudes ; commande avancée referencée capteurs ; haptique pour les applications robotiques) qui visent à développer des méthodes pour réaliser le thème central de la commande partagée de systèmes robotiques complexes.
Si implication dans un/plusieurs programmes européens ou internationaux, préciser	Horizon Europe REGO, H2020 Romans, H2020 Comanoid, FET-OPEN H-Reality, Interreg ADAPT

Co-directeur de thèse

Description

Description du projet

Libellé	Valeur
Résumé synthétique du projet (2000 caractères max)	Les techniques endovasculaires sont utilisées pour traiter plusieurs maladies, comme les cancers et les maladies cardio-vasculaires. Compte tenu des outils actuels (primitifs) disponibles et de l'impact social et économique des ces procédures, il faut relever les défis liés à l'amélioration des systèmes de commande, de mouvement, d'interaction,

Libellé	Valeur
	systèmes de commande, de mouvement, d'interaction, d'adaptation, d'apprentissage et de sécurité dans le domaine de la robotique médicale. En effet, bien que d'autres tentatives d'introduction de procédures endovasculaires robotisées existent (ex: les systèmes Magellan et Sensei X), elles imitent toutes les solutions de cathéter flexible actuellement disponibles, en se concentrant sur l'amélioration de leur maniabilité et de leur dextérité. Cependant, un système chirurgical endovasculaire idéal devrait présenter des caractéristiques beaucoup plus large, notamment un retour haptique fourni au clinicien, une intégration avec le système d'imagerie, une charge cognitive réduite pour le clinicien, un contrôle intuitif et une courbe d'apprentissage courte. En outre, il devrait être capable de desservir toutes les parties du corps, allant au-delà de ce que les cathéters peuvent atteindre aujourd'hui. Ce projet vise à renforcer les technologies mécatroniques et cognitives de base dans le domaine des soins de santé, dans le but d'améliorer l'applicabilité, la sécurité et l'efficacité des techniques endovasculaires. Le projet propose un ensemble innovant de micro-essaims de robots, modulaires et pilotés par l'IA. Ces robots auront la capacité de se déplacer sous l'influence de champs électromagnétiques dynamiques et pourront réagir à plusieurs stimuli externes pour effectuer des actions. Ils seront commandés naturellement par l'homme grâce à des interfaces multisensorielles et des techniques d'interaction intuitives. Grâce à l'IA, ces robots pourront collaborer en équipe pour accomplir des tâches complexes de manière plus robuste et flexible. L'équipe de micro-robots pourra présenter différentes caractéristiques qui seront spécifiques de la tâche à réaliser, comme par exemple, la biocompatibilité ou la capacité à transporter des médicaments.
Porteur du projet : date d'obtention de l'HDR ou dérogation	HDR 2022
Hypothèses, questions posées, points de blocage, approche méthodologique, technique (4000 car. max)	UYAC'HED (micro-santé) exploite les capacités des systèmes multi-robots à l'échelle microscopique tout en gardant les humains au centre, aux commandes de leur homologue robotique. La plupart des résultats rapportés jusqu'à présent concernaient la commande magnétique de microrobots individuels, souvent munis d'un aimant permanent puissant. Ce n'est que récemment que la commande d'essaims de microrobots magnétiques multifonctionnels a fait l'objet de recherches. Permettre à un utilisateur humain de contrôler indépendamment et intuitivement un essaim de microrobots peut avoir un impact important dans de nombreux scénarios, à commencer par le domaine de la médecine que nous abordons dans ce projet. Le principal défi du projet est de concevoir des paradigmes d'interaction permettant aux opérateurs humains de contrôler efficacement le mouvement d'un essaim de microrobots sans fil, en partageant le contrôle entre l'utilisateur et un algorithme autonome en fonction, par exemple, du type de tâche, de l'expérience de l'utilisateur, du nombre et des caractéristiques des robots. En effet, il est difficile de trouver des moyens intuitifs de contrôler les nombreux degrés de liberté et les caractéristiques uniques du système proposé. Le défi réside également dans l'extrême variété des stimuli sensoriels nécessaires pour fournir des informations de retour riches, qui doivent être intégrées de manière cohérente et significative, par exemple en étudiant la meilleure combinaison de stimuli pour être efficace, mais pas confuse, puis en développant des interfaces appropriées pour les fournir. En concevant des techniques de contrôle cognitif partagé, nous viserons à simplifier le contrôle de l'interaction des robots avec l'environnement (non structuré), en intégrant des stratégies d'IA pour des transitions entre les modes de commande et pour des opérations à sûreté intégrée, ainsi que des signaux d'erreur prédictifs pour informer les opérateurs des résultats de leurs actions dans une fenêtre temporelle future. L'erreur entre ce que l'opérateur commande et ce qui est actionné est ensuite utilisée pour générer des signaux informant l'opérateur de la qualité de l'exécution. La définition des politiques de rendu et d'interaction commencera par l'étude de la perception tactile et de l'intégration multisensorielle, dans le but d'identifier les invariants de perception et de performance par rapport à différents modèles de rétroaction. En s'appuyant sur les systèmes cutanés et leur intégration avec l'interface

	systèmes cutanés et leur intégration avec l'interface kinesthésique, les informations peuvent être fournies par retour kinesthésique jusqu'à ce qu'il soit sécurisée (par exemple, une interaction sécurisée limitée par l'énergie sortie), puis progressivement compensées par la stimulation cutanée, augmentant ainsi la transparence globale de l'interaction sans compromettre la sécurité du système. La thèse se concentrera principalement sur le domaine médical, en abordant deux scénarios dans ce domaine : l'embolisation endovasculaire d'anévrisme (c'est-à-dire le blocage de l'apport sanguin d'un anévrisme pour empêcher sa rupture) et l'administration de médicaments (c'est-à-dire le dosage précis d'antibiotiques pour tuer des cultures bactériennes). Cependant, dans le cadre du projet européen REGO, nous pourrons également tester les techniques proposées pour l'assainissement de l'environnement (c'est-à-dire la décomposition ciblée des polluants de l'eau) et la micromanipulation et le micro-assemblage (c'est-à-dire l'assemblage de micromachines, la manipulation de cellules et de biomatériaux).
Environnement scientifique, positionnement dans contexte régional/national/international (2000 car.)	Dans le cas d'une conclusion réussie du projet, nous pouvons nous attendre un impact important dans plusieurs domaines. D'une part, le projet pourrait servir de démonstrateur expérimental de l'efficacité du contrôle partagé et du retour haptique dans ce nouveau scénario (microrobotique en essaim). Cela pourrait aider à évaluer quels outils théoriques et pratiques sont les plus appropriés pour des déploiements réels dans ce nouveau domaine ; de plus, cela pourrait stimuler de nouvelles recherches dans la direction des résultats obtenus. D'autre part, le succès du projet favoriserait le transfert de technologie vers des entreprises intéressées, notamment dans le domaine médical, en démontrant ce qui peut être réalisé par la mise en œuvre de systèmes de contrôle incorporant l'utilisation d'interfaces haptiques et de techniques de contrôle de l'IA. Ce projet pourrait ouvrir la porte à une collaboration plus étroite entre les recherches menées dans les laboratoires et les industries.
Collaborations scientifiques (nature/partenariat/pays) et partenariat socio-économique envisagé	Le projet est réalisé dans le cadre du projet européen collaboratif REGO (https://cordis.europa.eu/project/id/101070066). Le projet est coordonné par le CNRS (France/Bretagne), en collaboration avec Inria (France/Bretagne), CHU Rennes (France/Bretagne), Haption (France/Pays de la Loire), l'Institut Italien de Technologie (Italie), Scuola Superiore Sant'Anna (Italie), l'Université de Twente (Pays-Bas), et l'Institut Leibniz pour la recherche sur l'état solide et les matériaux (Allemagne). Cette thèse sera réalisée spécifiquement en collaboration avec l'Université de Twente et le CHU de Rennes (service de radiologie et imagerie médicale).
Adéquation du projet avec le DIS de rattachement (3000 caractères maximum)	
Si priorité régionale, préciser (200 caractères maximum)	Le projet s'intègre bien dans le concept « One Health/Une seule santé », qui vise à développer une approche intégrée de tous les aspects de santé humaine, santé animale et gestion des écosystèmes/état écologique global. Les applications du système proposé concernent la santé humaine et animale (scénarios d'embolisation d'anévrisme endovasculaire, d'administration de médicaments et de micromanipulation de cellules) ainsi que la santé environnementale (scénario d'assainissement de l'environnement). Le développement de ces techniques permettra d'utiliser la microrobotique dans un large éventail de scénarios, en promouvant une approche pluridisciplinaire et globale des enjeux sanitaires et à la robotique.
Cotutelle internationale (indiquer "oui" ou "non"; si oui, préciser le pays et l'établissement)	Non. Cette thèse prévoit des collaborations internationales (voir les autres points), mais l'étudiant sera principalement à Rennes sous la direction de Claudio Pacchierotti (CNRS/IRISA).
Nom(s) du(des) cofinanceur(s) envisagé(s) ou confirmé(s)	Horizon Europe REGO projet
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	Pays Bas
Etablissement partenaire à l'étranger	Université de Twente (Surgical Robotics Lab: https://surgicalroboticslab.nl/)

Pièces jointes

Date demi	Type de pièce	Commentaire	Document	Valide	Commentaire
01/02/2023	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_Pacchierotti.pdf	Non traité	
01/02/2023	ARED - Dépôt - Avis directeur·rice d'unité	15 lignes maximum		Non traité	
01/02/2023	ARED - Dépôt - Justificatif cofinancement	Facultatif - Dépôt de demande, justificatif d'obtention, courrier du cofinanceur pressenti...		Non traité	
01/02/2023	ARED - Dépôt - Lettre partenaire étranger	Facultatif - Lettre d'engagement de l'établissement partenaire étranger en cas de cotutelle internationale		Non traité	
01/02/2023	ARED - Dépôt - Pièce complémentaire	Facultatif		Non traité	
01/02/2023	ARED - Dépôt - Pièce complémentaire	Facultatif		Non traité	
01/02/2023	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	
01/02/2023	ARED - Versement - Convention de partenariat	Le cas échéant (si autorisation de reversement)		Non traité	
01/02/2023	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	
01/02/2023	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	

01/02/2023	ARED - Versement 1 - Lettre d'approbation école doctorale	Pour versement tranche 1 (cohortes jusqu'en 2018)		Non traité	
01/02/2023	ARED - Versement 2 - Attestation bon déroulement travaux année 1	Pour versement tranche 2		Non traité	
01/02/2023	ARED - Versement 2 - Bilan financier année 1	Pour versement tranche 2 ARED		Non traité	
01/02/2023	ARED - Versement 3 - Attestation bon déroulement travaux année 2	Pour versement 50% tranche 3 ARED		Non traité	
01/02/2023	ARED - Versement 3 - Bilan financier année 2	Pour versement 50% tranche 3 ARED		Non traité	
01/02/2023	ARED - Versement 4 - Bilan financier année 3	Pour versement solde année 3 ARED		Non traité	
01/02/2023	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	
01/02/2023	ARED - Versement 4 - Avis du jury si thèse soutenue	Pour versement solde tranche 3 ARED (cohortes jusqu'en 2018)		Non traité	
01/02/2023	ARED - Versement 4 - Attestation de réinscription en ED	Pour versement solde tranche 3 ARED (cohortes jusqu'en 2018)		Non traité	
01/02/2023	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	