

Post-doc : Ingénieur Chercheur en Vision et Deep Reinforcement Learning

Tâches d'assemblages industrielles robotisées de haute précision avec apprentissage par renforcement basé sur le transfert sim2real

ORGANISATION

Basé à Saclay (Essonne), le List est l'un des trois instituts de recherche technologique de CEA Tech, la direction de la recherche technologique du CEA. Dédié aux systèmes numériques intelligents, sa mission est de réaliser des développements technologiques d'excellence pour le compte de partenaires industriels, afin de créer de la valeur.

Au sein du List, le Laboratoire de Vision et d'Apprentissage pour l'analyse de scène (LVA) mène ses recherches dans le domaine de la vision par ordinateur et de l'intelligence artificielle pour la perception des systèmes intelligents et autonomes. Les thèmes de recherche du laboratoire sont la reconnaissance visuelle, l'analyse de comportement et d'activité, l'annotation automatique à grande échelle et les modèles de perception et décision. Ces technologies trouvent leur application dans des secteurs d'activité majeurs (sécurité, mobilité, manufacturing avancé, santé).

LIEU

CEA Centre de Nano-Innov - plateau de Saclay (91)

NATURE DU CONTRAT

Contrat de post-doc de 12 mois renouvelable une fois - Salaire selon diplômes et expérience.

CONTEXTE INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

La manipulation et l'assemblage robotique de haute précision pour saisir et assembler des objets est un enjeu majeur pour l'industrie. Cependant, la flexibilité et l'agilité des systèmes actuels sont encore trop limités pour répondre efficacement aux besoins d'adaptation rapide à un nouvel environnement ou à une nouvelle production.

La majeure partie des systèmes actuels se basent ainsi sur la planification de trajectoire pour saisir et déplacer les pièces et la mise en place de tâches d'insertion fine nécessite des procédures de réglage du robot fastidieuses à mettre au point.

Cette approche nécessite en effet une modélisation précise de la dynamique du système sous-jacent (frottement, contact, cinématique, ...), mais il est souvent difficile d'obtenir ces informations à partir de la CAO de la tâche de façon précise, ce qui rend le système très peu évolutif.

Une autre catégorie d'approche utilise le paradigme d'apprentissage par renforcement. Ce paradigme repose sur le principe d'essai-erreur en interagissant avec l'environnement. Associées à l'utilisation des réseaux de neurones profonds, les méthodes par renforcement ont montré leur efficacité pour résoudre des problèmes de contrôle difficile avec des observations en grande dimension. Ce constat fait de cette approche un candidat intéressant pour construire une solution à la fois robuste mais aussi adaptable facilement pour un nouveau contexte d'utilisation ou un nouveau type de production. Cependant, les approches utilisant l'apprentissage par renforcement ne sont pas encore déployées de façon massive dans l'industrie car elles se heurtent encore à plusieurs problèmes majeurs :

- Il faut en particulier beaucoup de données pour réussir l'apprentissage, et leur acquisition avec un système réel prend énormément de temps. Pour pallier ce problème, il faudrait être capable de déployer plusieurs dizaines (voire des centaines) de robots pendant la phase d'apprentissage.
- Les algorithmes d'apprentissage par renforcement utilisent par ailleurs une fonction récompense pour valider qu'une tâche est bien réalisée. Il n'est cependant pas facile de construire ces fonctions de récompense.

Pour répondre à ces problèmes, le concept de sim2real, auquel nous nous intéressons ici, a été introduit. Cette approche consiste à entraîner le robot industriel en simulation en faisant en sorte que l'apprentissage en simulation se transfère au monde réel. Suivant ce paradigme, les données nécessaires à l'apprentissage sont générées sur simulateur, et le simulateur sert aussi à tester et valider la fonction de récompense.

Bien que cette idée semble convaincante au premier abord, elle nécessite encore de combler le fossé entre simulation et réalité, ce qui est un enjeu majeur, en particulier lorsque l'on veut réaliser des tâches d'insertion fine qui impliquent de bien gérer les contacts avec frottements mais aussi de prendre en compte les capteurs associés (vision 3D, capteurs d'efforts et tactiles).

MISSIONS

L'objectif de ce post-doctorat est de développer un outil qui permettra de réaliser des tâches industrielles d'insertion fine de haute précision, en se basant sur un apprentissage par renforcement basé sur le transfert sim2real.

Pour fixer le cadre, nous nous limitons dans cette étude aux tâches d'assemblage de produits industriels à partir de pièces dont on dispose de la CAO. On s'intéressera d'abord à de tâches semblables à celles du World Robot Challenge avant de proposer une généralisation vers d'autres types de tâches d'assemblage proposées par des industriels automobiles et aéronautiques avec qui le CEA-LIST collabore.

On cherchera plus spécifiquement à répondre aux questions de recherche suivantes :

- Le concept sim2real peut-il réellement gérer des tâches de complexité industrielle ?
- Quel est le niveau de réalisme nécessaire au niveau de la simulation physique de la tâche d'insertion à réaliser (géométrie, cinématique, dynamique, capteurs, etc.) ?
- Quel est vraiment la différence par rapport aux techniques classiques de commande des robots industriels basés modèles et identifications ?
- Comment définir la tâche pour l'apprentissage par renforcement, la fonction de récompense associée et l'implémentation d'un algorithme efficace en terme de temps et de convergence ?
- Comment transférer l'apprentissage du simulateur vers le monde réel ?
- Quelles sont les bonnes méthodes d'adaptation rapide de l'algorithme en cas de changement d'environnement (installation, type de robot) et de type de production (nouveaux produits, nouvelles pièces, nouveaux matériaux, ...) ?

Dans le cadre de ce post-doc, vous serez donc en charge :

- De réaliser un état de l'art des méthodes et résultats récents en relation avec la problématique abordée
- De proposer de nouvelles approches d'apprentissage par renforcement basé sur le transfert sim2real
- D'étudier la robustesse des méthodes développées dans des scénarios de montage de pièces de complexité croissante
- De participer à la dissémination scientifique des méthodes développées.

METHODOLOGIE ENVISAGEE

Le CEA LIST développe une plateforme robotique dédiée à l'insertion fine basée sur un robot Franka Emika équipé d'un capteur de vision 3D et de capteurs d'efforts et tactiles.

Il développe aussi un environnement de simulation basé sur le moteur physique XDE développé en interne, qui permet de simuler en réalité virtuelle des tâches de montage industrielles robotisées de haute précision (automobile ou aéronautique par exemple).

Le post-doctorant utilisera XDE comme simulateur pour l'apprentissage et transférera l'agent entraîné sur la plateforme robotique Franka Emika.

ENVIRONNEMENT D'ACCUEIL

Le travail de thèse sera co-encadré par Vincent Weistroffer du Laboratoire de Simulation Interactive, Jaonary Rabarisoa du Laboratoire Vision et Apprentissage et Mathieu Grossard du Laboratoire Architecture des Systèmes Robotiques.

PROFIL DU CANDIDAT RECHERCHE

- Docteur en Robotique et/ou Apprentissage par Renforcement (en particulier, modélisation et commande des systèmes articulés, vision 2D/3D)
- Connaissances en Apprentissage par Renforcement si thèse en Robotique et en Robotique si thèse en Apprentissage par Renforcement
- Programmation : C++, Python
- Framework : TensorFlow
- Des connaissances en simulation physique temps réel seront un plus.

Vos qualités sont la créativité, le goût du challenge, l'autonomie et le sens du travail en équipe. Vous accueillez favorablement le projet de rejoindre un institut ambitieux au cœur de l'environnement dynamique du plateau de Saclay.

Si vous vous reconnaissez dans ces compétences, merci de transmettre CV + lettre de motivation à jaonary.rabarisoa@cea.fr