



Proposition de stages 2024

Laboratoire Vision pour la Modélisation & la Localisation

Notre laboratoire, le LVML, rattaché au CEA LIST, mène des recherches en vision par ordinateur et intelligence artificielle. Nous adressons en particulier les problématiques suivantes :

- Géolocalisation et cartographie d'environnement par vision et fusion de capteurs (robotique mobile, drones...)
- Systèmes et de vision pour la robotique : préhension, manipulation, assemblage d'objets...
- Contrôle de conformité, détection de défauts géométriques, colorimétriques, etc...
- Analyses hyperspectrales : détection de matériaux, tri,
- Correction, amélioration d'images et vidéos (superrésolution, upframing, ...)
- Compression de réseaux de neurones
- ...

CEA LIST

Les activités de recherche du CEA LIST sont centrées sur les systèmes à logiciel prépondérant. Ces activités s'articulent autour de trois thématiques: les Systèmes Embarqués (architectures et conception de systèmes, méthodes et outils pour la sûreté des logiciels et des systèmes, systèmes de vision intelligents), les Systèmes Interactifs (ingénierie de la connaissance, robotique, réalité virtuelle et interfaces sensorielles) et les Capteurs et le traitement du signal (instrumentation et métrologie des rayonnements ionisants, capteurs à fibre optique, contrôle non destructif).

Le CEA LIST a de nombreux partenariats avec les grands acteurs industriels du nucléaire, de l'automobile, de l'aéronautique, de la défense et du médical pour étudier et développer des solutions innovantes adaptées à leurs besoins. Il réalise une recherche qui va du concept de système jusqu'au démonstrateur, contribuant au transfert de technologies et à l'innovation par l'émergence de nouvelles entreprises.

Pour plus d'informations : <https://list.cea.fr/fr/>

Proposition de stage 2024

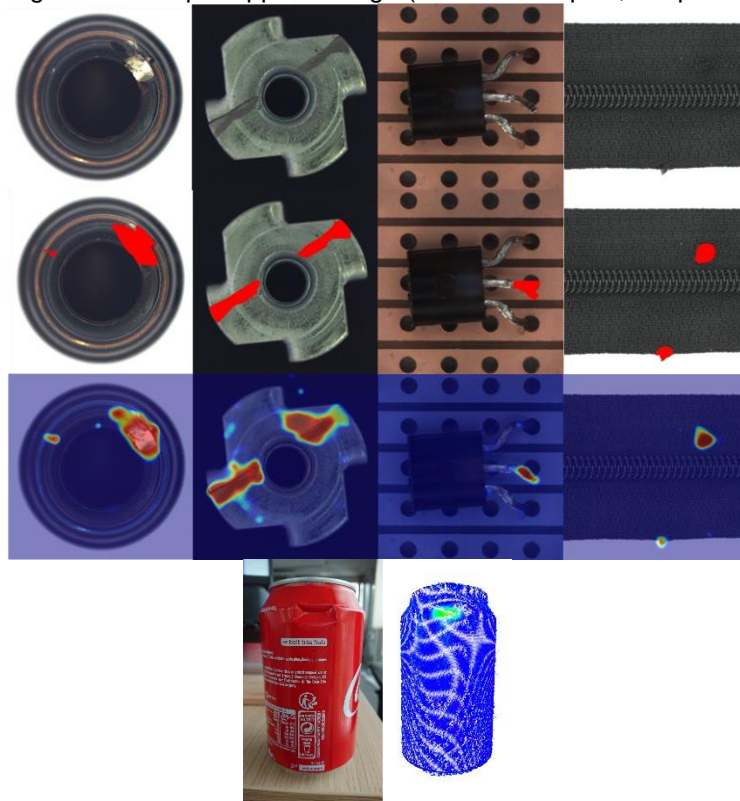
Détection d'anomalies images dans des objets par apprentissage profond sur peu de données

Contact : fabrice.mayran-de-chamisso@cea.fr, aleksandr.setkov@cea.fr

Contexte du stage

La détection d'anomalies (défauts notamment) dans des objets est une thématique de recherche importante ainsi qu'un enjeu industriel. Détecter une anomalie tôt dans un processus de production représente un enjeu écologique (arrêt et correction avant de produire des éléments inutilisables, gains de matière première) et financier (coût de la matière première et temps machine). Cela vaut aussi pour le domaine agroalimentaire, où par exemple détecter de la moisissure sur un fruit et l'éliminer peut permettre d'éviter la contamination du cageot complet.

L'une des problématiques rencontrées est que la collecte de données présentant des anomalies est complexe (notamment en environnement industriel) et fastidieuse. Et ce sans même compter la nécessité d'annoter lesdites données. La tendance générale de l'état de l'art est donc soit de réduire le nombre de données en entrée nécessaire pour entraîner de l'IA, soit de pouvoir générer de la donnée de synthèse réaliste (par exemple, rendu photoréaliste), soit de pouvoir transférer un apprentissage plus facilement à une nouvelle donnée. Notre laboratoire s'intéresse naturellement à ces trois problématiques : modélisation (pour le rendu) et approches utilisant peu de données tout en permettant de segmenter et localiser des défauts géométriques et colorimétriques par géométrie et par apprentissage (outils statistiques, deep learning).



Haut : Détection d'anomalies par apprentissage (images sources, vérité terrain, anomalies détectées). Bas : détection d'anomalies géométriques



Objectifs du stage

Le premier objectif de ce stage sera d'étudier et évaluer des approches de l'état de l'art récentes ([1,2,3,4]) de détection de défauts industriels par apprentissage (non-supervisée et/ou One-Class) ainsi que d'améliorer une ou plusieurs méthodes développées au CEA:

- Trouver les jeux de données pertinents et les approches utilisées pour les traiter (par exemple, le dataset *MVTEC Anomaly detection et ses descendants*)
- Mettre en place et comparer les approches (évaluation qualitative et quantitative)
- Prendre en main les approches développées par le CEA et les comparer à l'état de l'art

Le second objectif de ce stage consistera à améliorer les approches CEA, par exemple :

- Proposer des modifications sur la donnée (augmentations, ...) et sur l'approche (structure de réseau, procédure d'entraînement, ...)
- Constituer un dataset pour la détection de défauts permettant d'entraîner les approches (le laboratoire dispose d'un robot UR10 permettant d'automatiser certaines tâches)
- Coupler les approches géométriques et deep learning
- Évaluer les performances obtenues.

Références

[1] Božič, J.; Tabernik, D. & Skočaj, D., Mixed supervision for surface-defect detection: From weakly to fully supervised learning , *Computers in Industry*, 2021, 129, 103459

[2] C.-L. Li, K. Sohn, J. Yoon, T. Pfister, CutPaste: Self-Supervised Learning for Anomaly Detection and Localization, *CVPR*, 2021

[3] P. Bergmann, K. Batzner, M. Fauser, D. Sattlegger, and C. Steger, Beyond Dents and Scratches: Logical Constraints in Unsupervised Anomaly Detection and Localization, *IJCV*, 2022

[4] D. A. Gudovskiy, S. Ishizaka, K. Kozuka, CFLOW-AD: Real-Time Unsupervised Anomaly Detection with Localization via Conditional Normalizing Flows, *WACV 2022*

Compétences

Le candidat devra disposer de connaissances en vision par ordinateur et en machine learning, d'une bonne maîtrise du langage Python et du framework d'apprentissage Pytorch. La maîtrise d'autres frameworks (Tensorflow 2, etc.) est un plus. La connaissance du C++ et des bonnes pratiques du développement logiciel est souhaitable. Le candidat disposera d'une grande autonomie, un esprit d'initiative est attendu.

Informations générales

Formation / Niveau d'étude	Ingénieur, Master 2 / Bac+5
Possibilité poursuite	Oui, en thèse ou CDD selon profil.
Durée	6 mois
Lieu	Palaiseau (91) – Centre d'intégration de Nano-INNOV
Indemnités de stage	Entre 700 € et 1400 € suivant formation. Aide au logement / transport / restauration.



Département Intelligence Ambiante et Systèmes Interactifs
Service Intelligence Artificielle Langage & Vision
Laboratoire Vision pour la Modélisation & la Localisation

Candidatures

- Joindre CV + lettre de motivation + tous les bulletins de notes post-bac à fabrice.mayrande-chamisso@cea.fr et aleksandr.setkov@cea.fr avec le nom du stage auquel vous postulez
- Ne pas hésiter à détailler les projets ou cours auxquels vous avez participé
- Indiquer les dates de début/fin de stage envisagées.
- Ce stage pourra prendre une orientation recherche ou industrie en fonction du profil du candidat
- En raison du grand nombre de candidatures reçues, merci de considérer une absence de réponse sous trois semaines comme une réponse négative.

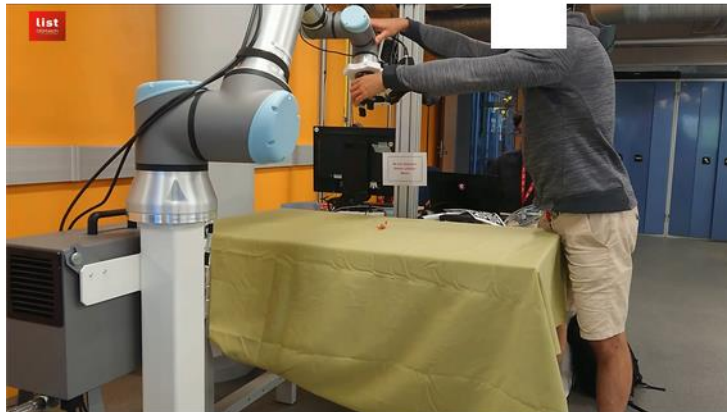
Proposition de stage 2024

Apprentissage par démonstration : robot-vision

Contact : fabrice.mayran-de-chamisso@cea@cea.fr

Contexte du stage

Le CEA LVML a une longue expérience du recalage 3D ainsi qu'une certaine expérience de la détection de changement dans des images. Nous disposons également d'un bras robot (UR10e). Nous envisageons de combiner des connaissances vision sur l'état d'une scène à des connaissances sur l'état d'un robot intervenant dans la scène, dans un contexte d'apprentissage par démonstration, en combinant donc les signaux vision (capteur 2D/3D fixe ou embarqué) et des signaux robot (trajectoire cartésienne, coordonnées articulaires, effort, pression de contact, ...).



Manipulation du robot équipé d'une caméra 3D

Objectifs du stage

L'objectif du stage consiste en

- 1) L'appropriation par le candidat du domaine de l'apprentissage par démonstration, et la familiarisation avec l'environnement matériel et logiciel nécessaire
- 2) la constitution d'un dataset de démonstrations avec enregistrement vision + robot. Cela implique de :
 - Développer/améliorer les composants logiciels nécessaires à la récupération des données (C++, Python)
 - Proposer en place un protocole expérimental (comment réaliser des expériences de manière répétable, enregistrer et exploiter les données au bon format)
 - Créer le dataset
 - Publier le dataset
- 3) L'exploitation du dataset pour explorer des approches récentes d'apprentissage par renforcement.

Ce stage est pensé comme étant le préluce à une éventuelle thèse autour de l'apprentissage par démonstration frugal dans un contexte industriel.



Compétences

Le candidat devra maîtriser trois technologies clés : la **robotique sous ROS/ROS2** (→maîtrise de la **stack ROS** et **compréhension des problèmes fondamentaux de la robotique**), la **programmation en C++** et l'apprentissage profond en **python/Pytorch** ou tensorflow.

Une expérience en renforcement learning et/ou en vision par ordinateur est un plus.

Une forte autonomie et un esprit d'initiative sont attendus de la part du candidat.

Informations générales

Formation / Niveau d'étude	Ingénieur, Master 1 ou Master 2 / Bac+5
Possibilité poursuite	Oui, en thèse ou CDD selon profil.
Durée	4-6 mois
Lieu	Palaiseau (91) – Centre d'intégration de Nano-INNOV
Indemnités de stage	Entre 700 € et 1400 € suivant formation (grille fixe). Aide au logement / transport / restauration.

Candidatures

- Joindre CV + lettre de motivation + bulletins de notes à fabrice.mayran-de-chamisso@cea.fr avec le nom du stage auquel vous postulez
- Ne pas hésiter à détailler les projets ou cours auxquels vous avez participé
- Indiquer les dates de début/fin de stage envisagées.
- En raison du **grand nombre de candidatures reçues**, nous ne pouvons pas répondre individuellement à toutes les candidatures. Les candidats présélectionnés seront recontactés sous 3 semaines à partir de la réception de la candidature.

Proposition de stage 2024

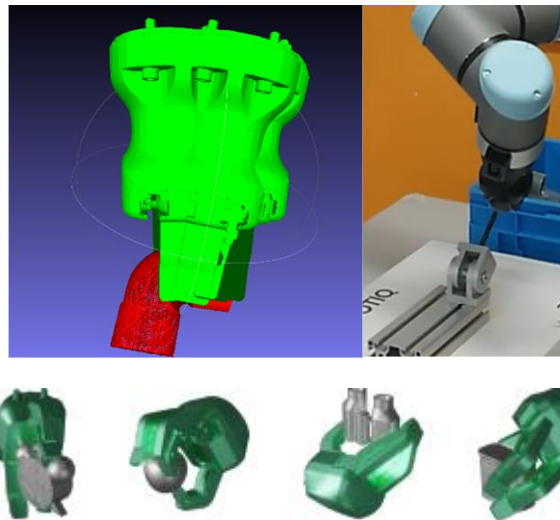
Saisie robotique pluri-digitale d'objets sur la base de cartes d'affordances estimées par réseau de neurones

Contact : boris.meden@cea.fr

Contexte du stage

Le laboratoire LVML du CEA a une longue expérience du recalage 3D d'objets rigides, aussi bien sur la modalité nuage de points que sur la modalité image, par des méthodes géométriques ainsi que par apprentissage (réseau de neurones), sur la base du modèle 3D de l'objet.

Pour interagir avec cet objet, le robot doit en plus « comprendre » comment le saisir. La perception visuelle est à nouveau une modalité très intéressante pour y parvenir, et la littérature récente propose différentes approches utilisant des réseaux de neurones.



Préhension bi-digitale réalisée au laboratoire et pluri-digitale issue de [2].

Objectifs du stage

L'objectif du stage consiste en la prise en main d'une approche de calcul de cartes d'affordances de l'état de l'art, son implémentation sur le setup robotique du laboratoire, sa critique et la proposition d'améliorations de l'approche et finalement, l'évaluation de ses performances sur des jeux de données de références. Selon les besoins, un jeu de données dédié pourra être créé. Idéalement, ces travaux donneront lieu à une publication scientifique en conférence internationale, et seront poursuivis par une thèse.

[1] *Neural Grasp Distance Fields for Robot Manipulation*, ICRA, 2023

[2] *GenDexGrasp: Generalizable dextrous grasping*, ICRA, 2023

Compétences

Le candidat devra maîtriser trois technologies clés : la **robotique sous ROS/ROS2** (→ **maîtrise de la stack ROS et compréhension des problèmes fondamentaux de la robotique**), la **programmation en C++** et l'apprentissage profond en **python/Pytorch** ou tensorflow.

Une expérience en vision par ordinateur est un plus.



Il s'agit d'un stage recherche. Curiosité et esprit d'initiative sont attendus de la part du candidat.

Informations générales

Formation / Niveau d'étude	Ingénieur, Master 1 ou Master 2 / Bac+5
Possibilité poursuite	Oui, en thèse ou CDD selon profil.
Durée	4-6 mois
Lieu	Palaiseau (91) – Centre d'intégration de Nano-INNOV
Indemnités de stage	Entre 700 € et 1400 € suivant formation (grille fixe). Aide au logement / transport / restauration.

Candidatures

- Joindre CV + lettre de motivation + bulletins de notes à boris.meden@cea.fr avec le nom du stage auquel vous postulez
- Ne pas hésiter à détailler les projets ou cours auxquels vous avez participé
- Indiquer les dates de début/fin de stage envisagées.
- Ce stage pourra prendre une orientation recherche ou industrie en fonction du profil du candidat
- En raison du **grand nombre de candidatures reçues**, nous ne pouvons pas répondre individuellement à toutes les candidatures. Les candidats présélectionnés seront recontactés sous 3 semaines à partir de la réception de la candidature.

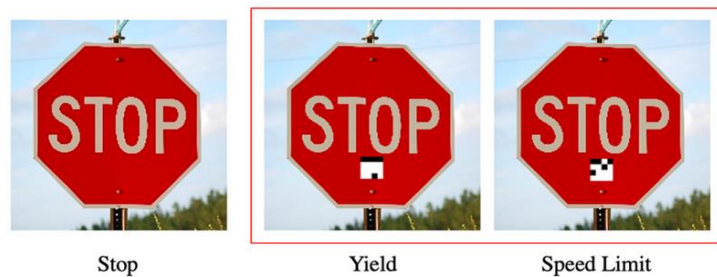
Proposition de stage 2024

Certification et robustesse des réseaux de neurones

Contact : mohamed.tamaazousti@cea.fr

Contexte du stage

Les réseaux de neurones sont des algorithmes très efficaces dans de nombreuses tâches telles que la classification d'images, la détection d'objets et la reconnaissance de la parole. Cependant, ces dernières années, les chercheurs ont montré que les réseaux de neurones peuvent être extrêmement vulnérables à de faibles perturbations des données d'entrées, on parle des perturbations contradictoires (ou *adversarial attacks*) [1]. Ces perturbations sont généralement des données créées de manière malveillante pour amener les réseaux de neurones à faire des prédictions erronées. Ces perturbations posent aujourd'hui un problème critique et constituent donc un sujet de recherche très actif en apprentissage automatique (ou *machine learning*). Récemment, de nombreux travaux ont proposé des méthodes heuristiques de défense destinées à apprendre des modèles robustes à ce type de perturbations. Cependant, la plupart de ces défenses ont été mises à défaut à l'aide d'attaques plus puissantes. Cela a motivé les chercheurs à développer des défenses qui conduisent à des modèles robustes et certifiables [2], c'est-à-dire dont les prédictions pour la plupart des exemples de test peuvent être vérifiées comme étant constantes dans un voisinage (rayon de certification).



Exemple des perturbations contradictoires [3].

Objectifs du stage

Dans un premier temps, il s'agira d'étudier les types attaques contradictoires, les méthodes de défense, ainsi que les différentes méthodes de certification [2,4] qui existent dans la littérature. Par la suite, l'objectif premier de ce stage sera de généraliser ces techniques, principalement développés dans le cadre des problèmes de classification, à d'autres tâches telles que la régression, la détection. Le deuxième objectif sera d'adapter ces outils aux modèles génératifs.

Compétences

Le candidat devra disposer d'une bonne maîtrise de python et forte connaissance en Deep Learning. Des connaissances en Pytorch et/ou TensorFlow sont également requises. Une forte connaissance en probabilité et statistique est conseillée.

[1] Ian J Goodfellow, Jonathon Shlens, and Christian Szegedy. Explaining and harnessing adversarial examples. ICLR, 2015.

[2] Eric Wong and Zico Kolter. Provable defenses against adversarial examples via the convex outer adversarial polytope. In International Conference on Machine Learning (ICML), pages 5283–5292, 2018.

[3] <https://portswigger.net/daily-swig/trojannet-a-simple-yet-effective-attack-on-machine-learning-models>.

[4] G. Yang, T. Duan, J. E. Hu, H. Salman, I. Razenshteyn, and J. Li, "Randomized smoothing of all shapes and sizes," in International Conference on Machine Learning. PMLR, 2020, pp. 10 693–10 705.



Informations générales

Formation / Niveau d'étude	Ingénieur, Master 2 / Bac+5
Possibilité poursuite	Oui, en thèse ou CDD selon profil.
Durée	6 mois
Lieu	Palaiseau (91) – Centre d'intégration de Nano-INNOV
Indemnités de stage	Entre 700 € et 1400 € suivant formation. Aide au logement / transport / restauration.

Candidatures

- Joindre CV + lettre de motivation à mohamed.tamazousti@cea.fr avec le nom du stage auquel vous postulez
- Ne pas hésiter à détailler les projets ou cours auxquels vous avez participé
- Indiquer les dates de début/fin de stage envisagées.
- Ce stage pourra prendre une orientation recherche ou industrie en fonction du profil du candidat

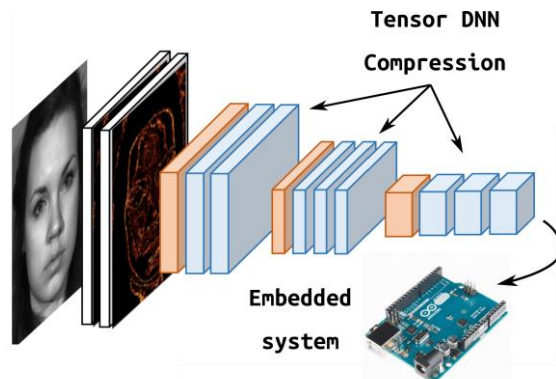
Proposition de stage 2024 Compression des architectures d'IA

Optimisation des modèles d'apprentissage profond via la compression tensorielle

Contact : mohamed.tamaazousti@cea.fr

Contexte du stage

Les réseaux de neurones (NN) ont révolutionné notre façon de vivre : les médias sociaux, les systèmes de recommandation, le commerce électronique sont tous basés sur des architectures NN complexes. Cependant, l'immensité des tâches que nous associons aux grandes entreprises mondiales nous fait souvent tenir pour acquis les objets du quotidien. Un smartphone doit régler rapidement les couleurs pour obtenir une image parfaite. Une voiture autonome doit être capable de prédire une collision avec une précision d'une fraction de seconde. Non seulement la plupart des produits de haute technologie utilisent des modèles DL pour être décisifs dans le monde réel, mais ils présentent en plus le défi majeur de devoir être des systèmes rapides, petits, embarqués et portables, avec des capacités de calcul limitées, consacrées à l'efficacité et à la rapidité. Selon les applications, ces systèmes ont la particularité supplémentaire de nécessiter un certain degré de confiance : la décision d'une voiture autonome de freiner devant un mur doit être digne de confiance ! Des modèles DL plus petits et optimisés, plutôt qu'énormes et inefficaces, ont ce potentiel. Ils peuvent être rapidement interprétés et certifiés, en n'ayant à contrôler que les paramètres absolument essentiels.



Objectifs du stage

Le stage permettra d'acquérir une expérience pratique pour tester et développer différentes méthodes (au-delà de l'état de l'art (SOTA) de compression et d'élagage NN, basées sur l'optimisation du cœur des modèles d'IA via des manipulations tensorielles des architectures DL. Les techniques, inspirées d'approches traditionnelles et nouvelles [3], ouvriront la possibilité d'embarquer des modèles complexes sur des appareils portables.

Le stagiaire explorera différentes méthodes de compression, abordant des aspects tels que la parcimonie ou la *quantization*. Les modèles élagués devront être efficaces et conserver le plus possible la précision des architectures d'origine. Dans le cadre du stage, le candidat explorera également de nouveaux outils développés au CEA LIST [4], basés sur l'algèbre tensorielle, capables de tirer parti des performances de compression avec une compréhension plus fondamentale des structures géométriques sous-jacentes. Le développement de ces outils pourrait être suivi d'une thèse ultérieure consacrée à la mise en place d'un nouveau SOTA en compression NN et au développement d'outils et de logiciels prêts à être déployés.

Compétences

Le candidat devra disposer d'une bonne maîtrise de Python et une connaissance de base en réseau de neurones pour lui permettre de développer en autonomie des architectures et tester différentes méthodes de compression. Une forte connaissance de l'algèbre linéaire, *machine learning* et statistique est conseillée (décomposition SVD, *Maximum Likelihood Estimation*, stratégies d'optimisation en DL, etc.).

[1] https://twitter.com/ylecun/status/1574233818298466304?t=0gqX_98O5YFC32WXssGkhw&s=09



[2] <https://github.com/nebuly-ai/exploring-AI-optimization>

[3] <https://towardsdatascience.com/neural-network-pruning-101-af816aaea61>

[4] M. Ouerfelli, M. Tamaazousti, V. Rivasseau. "Random tensor theory for tensor decomposition." In AAAI 2022.

Informations générales

Formation / Niveau d'étude	Ingénieur, Master 2 / Bac+5
Possibilité poursuite	Oui, en thèse ou CDD selon profil.
Durée	6 mois
Lieu	Palaiseau (91) – Centre d'intégration de Nano-INNOV
Indemnités de stage	Entre 700 € et 1400 € suivant formation. Aide au logement / transport / restauration.

Candidatures

- Joindre CV + lettre de motivation à mohamed.tamaazousti@cea.fr avec le nom du stage auquel vous postulez
- Ne pas hésiter à détailler les projets ou cours auxquels vous avez participé
- Indiquer les dates de début/fin de stage envisagées.
- Ce stage pourra prendre une orientation recherche ou industrie en fonction du profil du candidat

Proposition de stage 2024

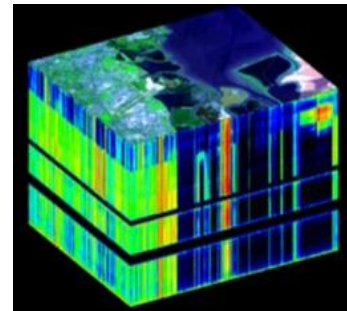
Apprentissage profond et imagerie hyperspectrale

Contact : riccardo.finotello@cea.fr

Contexte du stage

Même si la vision par ordinateur est un domaine bien étudié pour ses propriétés mathématiques, elle a connu une révolution majeure grâce à l'introduction de l'apprentissage profond. Aujourd'hui, les méthodes modernes d'analyse d'images sont principalement basées sur des techniques d'IA qui peuvent traiter des données complexes pour une multitude de tâches dans divers secteurs industriels et de recherche, telles que la classification d'images, la détection d'anomalies, l'analyse des défauts, l'antispoofing, etc.

Cependant, il existe des limites à l'analyse basée sur des données d'images conventionnelles, notamment celles au format « RGB », qui capturent uniquement les informations du spectre électromagnétique visible (de 380 nm à 700 nm) à travers trois canaux centrés sur les longueurs d'onde du bleu, du vert et du rouge. Dans de nombreuses applications, cette information suffit amplement pour mener des analyses efficaces. En fait, la simplicité d'approvisionnement de ce type d'images a contribué à leur large adoption dans de nombreux domaines.



Principe de l'imagerie hyperspectrale (cube de données)

Pourtant, une tendance émergente et prometteuse se concentre sur l'analyse de l'information spectrale dans le domaine infrarouge (IR - à partir de 700 nm), répartie sur plusieurs bandes spectrales (le « cube » hyperspectrale). Cette approche offre la possibilité d'utiliser un ensemble de données plus vaste et de meilleure qualité, ce qui s'avère particulièrement pertinent pour caractériser des matériaux [HSI], pour l'imagerie satellite [NASA][ESA], ou encore pour l'imagerie biomédicale [BIO], entre autres domaines. Cependant, le développement de méthodes d'IA adaptées à ces données demeure encore à ses débuts, en raison de leur complexité et de la nécessité d'impliquer des experts du domaine pour l'évaluation et le prétraitement des données. Malgré ces défis, le potentiel de l'analyse spectrale ouvre la voie à des avancées majeures dans de nombreux domaines de recherche et de l'industrie.

Objectifs du stage

Le stage vise à créer de nouvelles approches innovantes pour l'analyse d'images hyperspectrales. Plus précisément, notre objectif principal est de combiner des méthodes d'analyse traditionnelles avec l'IA, afin de tirer le meilleur parti des informations disponibles et de dépasser les limitations de l'état de l'art. Plus spécifiquement, nous cherchons à atteindre :

- l'amélioration de la détection des signaux pertinents dans le contexte de l'analyse hyperspectrale ;
- l'automatisation de l'extraction d'informations à partir d'un cube hyperspectral complexe ;
- l'amélioration de la reconstruction des scènes en utilisant les données hyperspectrales pour mieux caractériser les matériaux impliqués.

L'étudiant.e sélectionné.e aura l'opportunité de s'appuyer sur l'expertise et les outils technologiques avancés du laboratoire dans les domaines de la vision par ordinateur, de l'analyse statistique et géométrique, ainsi que de la reconstruction 3D. De plus, l'étudiant.e bénéficiera d'un encadrement au sein de la Chaire d'excellence du CEA LIST, intitulée « Intelligence Artificielle & Complexité ». Cette expérience offrira à l'étudiant.e un environnement stimulant pour développer ses compétences et contribuer activement à l'avancement des connaissances en matière d'analyse hyperspectrale et techniques d'IA.



Compétences souhaitées

L'étudiant.e idéal.e pour ce stage devrait maîtriser Python, avoir des bases en physique et en analyse statistique. Des connaissances en spectroscopie et imagerie multi- ou hyperspectrale seraient un plus.

Compétences développées au cours du stage

Ce stage permettra à l'étudiant.e de découvrir le domaine de l'IA appliquée à l'analyse hyperspectrale et de développer des outils pour le traitement, la caractérisation des matériaux, la détection d'anomalies, etc. L'étudiant.e aura l'opportunité de travailler en sein d'une équipe de chercheurs senior, postdocs et doctorants.

[HSI] W. Lv and X. Wang, « Overview of Hyperspectral Image Classification », J. of Sensors, doi : 10.1155/2020/4817234

[NASA] <https://www.nasa.gov/topics/earth/index.html>

[ESA] https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Going_hyperspectral_for_CHIME

[BIO] G. Lu and B. Fei, « Medical hyperspectral imaging: a review », J. of Biomedical Optics, doi : 10.1117/1.JBO.19.1.010901

Informations générales

Formation / Niveau d'étude	Ingénieur, Master 2 / Bac+5
Possibilité poursuite	Oui, en thèse ou CDD selon profil.
Durée	6 mois
Lieu	Palaiseau (91) – Centre d'intégration de Nano-INNOV
Indemnités de stage	Entre 700 € et 1400 € suivant formation. Aide au logement / transport / restauration.

Candidatures

- Joindre CV + lettre de motivation à riccardo.finotello@cea.fr avec le nom du stage auquel vous postulez
- Ne pas hésiter à détailler les projets ou cours auxquels vous avez participé
- Indiquer les dates de début/fin de stage envisagées.
- Ce stage pourra prendre une orientation recherche ou industrie en fonction du profil du candidat

Proposition de stage 2024

Approche neurale pour la reconstruction & la localisation 3D d'objets déformables

Contact : steve.bourgeois@cea.fr

Contexte du stage

La reconstruction 3D et la localisation 3D (d'une scène ou d'un objet) sont deux thèmes de recherche dont les domaines d'application sont innombrables (robotique mobile, robotique interactive, médecine, détection d'anomalies, suivi de chantier, reconstruction tel-que-construit,...). Cependant, les déploiements de telles solutions dans la vie courante restent limités du fait que, ces dernières requièrent des capteurs coûteux (plusieurs milliers, voire dizaines de milliers d'euros) dans le cas de la reconstruction, ou la disponibilité d'un modèle 3D de la scène/objet dans le cas de la localisation.



Exemple de reconstruction 3D surfacique d'objet à gauche et localisation d'objet à droite

Cependant, l'émergence de nouvelles approches de reconstruction basées sur l'intelligence artificielle, méthodes dites *Neural Fields* ou *Implicit Neural Representations*, ont révolutionné le domaine de la reconstruction 3D au cours des trois dernières années et permettent d'envisager l'arrivée de solutions peu onéreuses [InstantNGP]. Ces méthodes présentent à ce jour des limites, telles que la difficulté à déployer les solutions permettant de reconstruire des surfaces précises [Neuralangelo], mais aussi des atouts nombreux, comme la capacité à reconstruire des objets déformables, de reconstruire de manière compacte des scènes de grand volume, etc.

Objectifs du stage

Ce stage aura pour premier objectif de concevoir et de développer de nouvelles approches de reconstruction 3D basée Neural Fields permettant d'outrepasser les limitations des solutions actuelles de l'état de l'art, parmi lesquelles :

- La reconstruction rapide et robuste de modèle surfaciques (SDF)
- La reconstruction rapide et précise d'objets déformables

Le second objectif consistera à mettre au point un processus exploitant les reconstructions Neural Fields (segmentation de l'objet 3D, génération de vues d'apprentissage) pour la localisation 3D à partir d'une seule image couleur tout d'abord dans le cas d'objets rigide, puis dans le cas d'objets déformables.

L'étudiant pourra s'appuyer sur l'expertise et les briques technologiques du laboratoire en termes de reconstruction 3D et de localisation 3D.

Compétences souhaitées

Le candidat devra disposer d'une bonne maîtrise de python et d'une forte connaissance en réseau de neurones. Une expérience sur Pytorch sera appréciée.

Compétences développées au cours du stage

Ce stage permettra à l'étudiant de découvrir différents domaines de recherche en intelligence artificielle : la localisation d'objet 3D, la reconstruction 3D, la segmentation 3D... L'étudiant aura l'opportunité de travailler avec une équipe de chercheurs seniors mais aussi de doctorants.

[IntantNGP] Müller, T., Evans, A., Schied, C., & Keller, A. (2022). Instant neural graphics primitives with a multiresolution hash encoding. *ACM Transactions on Graphics (ToG)*, 41(4), 1-15.



Département Intelligence Ambiante et Systèmes Interactifs
Service Intelligence Artificielle Langage & Vision
Laboratoire Vision pour la Modélisation & la Localisation

[Neuralangelo] Li, Z., Müller, T., Evans, A., Taylor, R. H., Unberath, M., Liu, M. Y., & Lin, C. H. (2023). Neuralangelo: High-Fidelity Neural Surface Reconstruction. CVPR 2023.

Informations générales

Formation / Niveau d'étude	Ingénieur, Master 2 / Bac+5
Possibilité poursuite	Oui, en thèse ou CDD selon profil.
Durée	6 mois
Lieu	Palaiseau (91) – Centre d'intégration de Nano-INNOV
Indemnités de stage	Entre 700 € et 1400 € suivant formation. Aide au logement / transport / restauration.

Candidatures

- Joindre CV + lettre de motivation à steve.bourgeois@cea.fr avec le nom du stage auquel vous postulez
- Ne pas hésiter à détailler les projets ou cours auxquels vous avez participé
- Indiquer les dates de début/fin de stage envisagées.
- Ce stage pourra prendre une orientation recherche ou industrie en fonction du profil du candidat

Proposition de stage 2024

Relocalisation à l'aide du champ magnétique ambiant et calibration simultanée du magnétomètre

Contact : iad.abdulraouf@cea.fr, vincent.gay-bellile@cea.fr

Contexte du stage

Avec la prolifération des smartphones et des appareils connectés, de nombreuses entreprises cherchent des solutions pour fournir à leur client des services basés sur la localisation en intérieur. Largement utilisé en extérieur, le GPS n'est pas adapté en intérieur du fait d'une incertitude de plusieurs mètres ainsi que de problèmes de transmission des signaux à travers les structures des bâtiments. De la même manière, l'usage d'une boussole est perturbé en intérieur en raison des déformations du champ magnétique induites par les structures ferromagnétiques du bâtiment. Cependant, ces déformations locales du champ magnétique étant propre à un lieu, celles-ci peuvent être exploitées pour transformer un magnétomètre en un système de localisation en intérieur [1]. Les approches existantes utilisant cette propriété pour en déduire une localisation, le font en comparant la signature magnétique mesurée en ligne à une carte magnétique (fig 1) de l'environnement reconstruite au préalable [2]. Ces mesures sont réalisées à l'aide d'un magnétomètre calibré à priori. Cette première étape de calibration est contraignante, car elle requiert une expertise et la réalisation de mouvement spécifique [3], irréaliste dans de nombreux cas d'usages (cf fig 2).

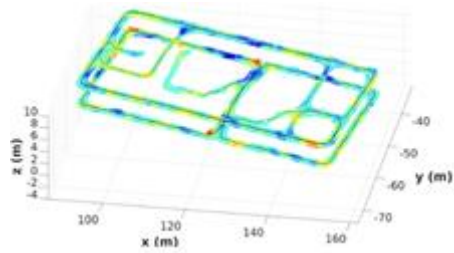


Figure 1: Carte du champ magnétique d'un bâtiment à deux étages

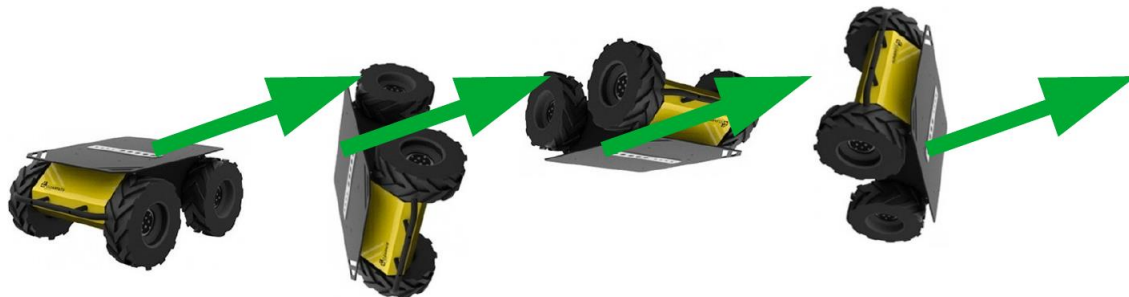


Figure 2: La flèche verte symbolise le vecteur du champ magnétique. Le mouvement doit être suffisamment "excitant" pour observer tous les paramètres de calibration (implique d'orienter le support du capteur dans toutes les directions)

Alternativement, si la position initiale est connue, il est possible de déterminer les biais du magnétomètre sans contrainte particulière sur le mouvement, en comparant les mesures avec les valeurs indiquées par la carte à cet endroit [4]. Cependant obtenir cette position initiale par d'autres moyens défait en partie l'intérêt d'utiliser le magnétomètre pour se localiser... En effet dans de nombreux cas d'usage, la position et les paramètres de calibration sont tout deux inconnus. Il est alors nécessaire de les estimer simultanément.



Objectifs du stage

Ce stage a pour objectif de mettre en œuvre puis améliorer un algorithme de localisation à l'aide du champ magnétique et calibration simultanée du magnétomètre.

Une première étape consistera à implémenter et à tester un algorithme de filtre particulaire rao-blackwellisé tiré de l'état de l'art [5] en utilisant un modèle de dynamique plus général, permettant des déplacements libre dans le plan ou dans l'espace, et estimant à la fois la position, l'orientation et les biais du capteur. En fonction des résultats obtenus, une deuxième étape du stage consistera à améliorer la méthode existante pour en augmenter la précision, augmenter le taux de convergence, réduire le nombre de faux positif et/ou réduire le temps de calcul.

Compétences

Le candidat devra disposer d'une bonne maîtrise du langage C++ et/ou python ainsi que disposer de notion de base en robotique ou en traitement des signaux.

[1] [Guanglie Ouyang and Karim Abed-Meraim. A Survey of Magnetic-Field-Based Indoor Localization. Electronics, 11\(6\) :864, January 2022.](#)

[2] [Arno Solin, Simo Sarkka, Juho Kannala, and Esa Rahtu. Terrain navigation in the magnetic landscape : Particle filtering for indoor positioning. In 2016 European Navigation Conference.](#)

[3] [Renaudin, V., Afzal, M. H., & Lachapelle, G. \(2010\). Complete triaxis magnetometer calibration in the magnetic domain. Journal of sensors, 2010.](#)

[4] [Coulin, J., Guillemard, R., Gay-Bellile, V., Joly, C., & de La Fortelle, A. \(2021\). Tightly-coupled magneto-visual-inertial fusion for long term localization in indoor environment. IEEE Robotics and Automation Letters, 7\(2\), 952-959.](#)

[5] [Siebler, B., Sand, S., & Hanebeck, U. D. \(2020\). Localization with magnetic field distortions and simultaneous magnetometer calibration. IEEE Sensors Journal, 21\(3\), 3388-3397.](#)