

Master 2 Research: internship proposal

Cardiac segmentation and creation of digital twins from medical imaging for personalized surgical interventions

Keywords

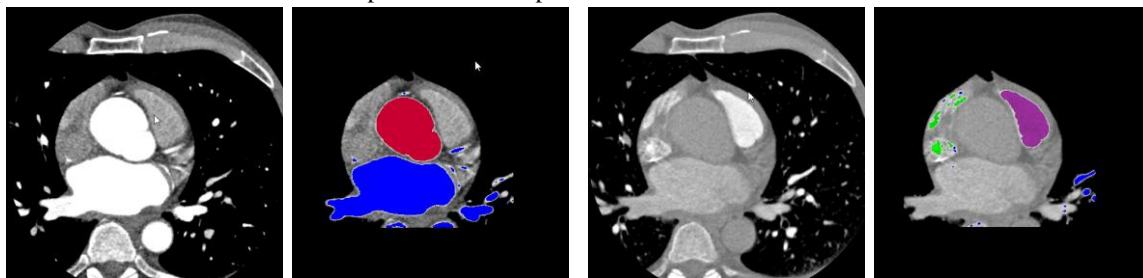
Deep learning, 3D segmentation, medical simulation, medical imaging, health technologies, artificial intelligence

Context

This internship is conducted within the ARMEDIA team of the SAMOVAR laboratory of Telecom SudParis, as part of its activities on personalized medicine. The work will be carried out in partnership with the Centre Hospitalier Sud Francilien (CHSF) and will be funded by Genopole.

Project description

Simulators based on virtual reality technologies can significantly improve the training of surgeons [1]. In particular, these tools allow to plan surgical operations on virtual models (digital twins) and thus help surgeons to make the right decisions before performing operations on real patients. However, existing 3D models are often generic and do not reflect the complexity of the unique anatomy of each patient. Based on this observation, in the framework of a research project in collaboration with the CHSF, we plan to develop methods for 3D reconstruction of the heart chambers from CT (X-ray imaging) that would allow a personalized approach to training and planning of surgical procedures. The topic consists in using a deep learning method to automate the segmentation of CT images of the heart, performed in intraoperative cardiac arrhythmia ablation procedure, based on sparse manual annotations provided by the rhythmology unit of the CHSF. We orient our research towards weakly- or self-supervised techniques [2] in order to be able to free ourselves from the presence of contrast medium in the cardiac cavities (Figure). The 3D model thus reconstructed must have a very high accuracy to allow the surgeon to plan his operation in an optimal way. These models will then be used in interactive virtual reality applications to allow clinicians to manipulate them and plan their interventions.



Examples of cardiac imaging with different levels of contrast injection and (sparse) annotations associated with different heart chambers.

Work to be done

1. Conduct a state of the art study of the field,
2. Compare different weakly-supervised/self-supervised approaches to solve the problem,
3. Propose an optimal solution based on deep learning,
4. Publish the results in a national or international conference.

Required skills and qualities

Good knowledge of AI and deep learning, previous working experience with convolutional networks and mastery of the Python language, knowledge of implementation frameworks (Keras-Tensorflow or PyTorch), taste for research, teamwork and multidisciplinary exchanges.

Conditions of the internship

The internship will take place at the SAMOVAR laboratory of Télécom Sud Paris, Evry. The intern will interact with PhD students and other interns of the team. He/she will also be invited to participate to some meetings with the project partners and to make field observations at the CHSF.

Duration: 6 months (between March and September, depending on availability)

Legal gratification



Contact

Please send a cover letter, CV and transcripts of your Master 1 or 2 to:

Prof. Catalin FETITA
catalin.fetita@telecom-sudparis.eu

Laboratoire SAMOVAR
Equipe ARMEDIA
Telecom SudParis, département ARTEMIS
9 rue Charles Fourier
91011 Evry cedex

References

- [1] E. Yiannakopoulou, N. Nikiteas, D. Perrea and C. Tsigris, (2015) "Virtual reality simulators and training in laparoscopic surgery," International Journal of Surgery, 13: 60-64
- [2] Jing L. and Tian Y., "Self-supervised Visual Feature Learning with Deep Neural Networks: A Survey", IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell. 2021 Nov;43(11):4037-4058, arXiv:1902.06162v1

Proposition de Stage de Master 2 Recherche

Segmentation cardiaque et création de jumeaux numériques à partir d'imagerie médicale, pour des interventions chirurgicales personnalisées

Mots clé

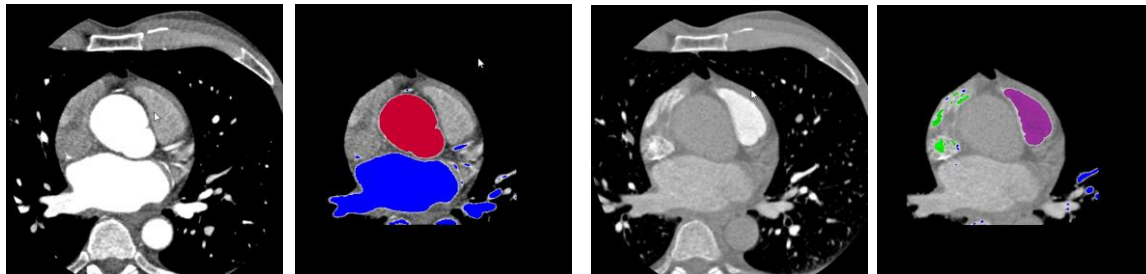
Apprentissage profond, segmentation 3D, simulation médicale, imagerie médicale, technologies pour la santé, intelligence artificielle

Contexte

Ce stage s'inscrit dans l'axe de recherche « médecine personnalisée » de l'équipe ARMEDIA du laboratoire SAMOVAR de Telecom SudParis. Il sera réalisé dans le cadre d'un projet de recherche en partenariat avec le Centre Hospitalier Sud Francilien (CHSF) et financé par Genopole.

Problématique

Les simulateurs basés sur les technologies de la réalité virtuelle permettent d'améliorer de façon significative la formation des chirurgiens [1]. Ces outils permettent notamment de planifier les opérations chirurgicales sur des modèles virtuels (jumeaux numériques) et d'aider ainsi les chirurgiens à prendre les bonnes décisions avant de réaliser les opérations sur les patients réels. Cependant, les modèles 3D existants sont souvent génériques et ne reflètent pas la complexité liée à l'anatomie unique de chaque patient. A partir de ce constat et dans le cadre d'un projet de recherche en collaboration avec le CHSF, nous envisageons de développer des méthodes de reconstruction 3D des cavités du cœur à partir d'imagerie tomodensitométrique (TDM, scanner X) qui permettraient une approche personnalisée de la formation et de la planification des interventions chirurgicales. Le sujet consiste à faire appel à une méthode d'apprentissage profond pour automatiser la segmentation des images TDM du cœur, réalisée en procédure per-opératoire d'ablation des arythmies cardiaques, en s'appuyant sur des annotations manuelles éparses fournies par l'unité de rythmologie du CHSF. Nous orientons notre recherche vers des techniques faiblement- ou auto-supervisées [2] afin de pouvoir s'affranchir de la présence de produit de contraste dans les cavités cardiaques (Figure). Le modèle 3D ainsi reconstruit devra avoir une très grande précision pour permettre au chirurgien de planifier son opération d'une manière optimale. Ces modèles seront par la suite utilisés dans des applications interactives en réalité virtuelle pour permettre aux cliniciens de les manipuler et de planifier leurs interventions.



Exemples d'imagerie cardiaque avec différents niveaux d'injection de produit de contraste et des annotations (éparses) associées à différentes cavités cardiaques.

Travail à réaliser

5. Réaliser une étude de l'état de l'art du domaine,
6. Comparer différentes approches faiblement-supervisées/auto-supervisées de résolution du problème,
7. Proposer une solution optimale par apprentissage profond,
8. Publier les résultats dans une conférence nationale ou internationale.

Compétences et qualités requises

Bonnes connaissances en IA et apprentissage profond, expérience précédente de travail avec les réseaux convolutifs et maîtrise du langage Python, connaissance d'environnements d'implémentation (Keras-Tensorflow ou PyTorch), goût pour la recherche, le travail d'équipe et les échanges pluridisciplinaires.

Conditions du stage

Le stage se déroulera au laboratoire SAMOVAR de Télécom Sud Paris, Evry. Le stagiaire sera en interaction avec des doctorants et d'autres stagiaires de l'équipe. Il sera également convié à participer à certaines réunions avec les partenaires du projet et à faire des observations sur le terrain au CHSF.

Durée : 6 mois (entre Mars – Septembre, selon disponibilités)

Gratification légale



Contact

Merci de faire parvenir une lettre de motivation, un CV et les relevés de notes du Master 1 ou 2 à :

Pr. Catalin FETITA

catalin.fetita@telecom-sudparis.eu

Laboratoire SAMOVAR

Equipe ARMEDIA

Telecom SudParis, département ARTEMIS

9 rue Charles Fourier

91011 Evry cedex

References

- [3] E. Yiannakopoulou, N. Nikiteas, D. Perrea and C. Tsigris, (2015) "Virtual reality simulators and training in laparoscopic surgery," International Journal of Surgery, 13: 60-64
- [4] Jing L. and Tian Y., "Self-supervised Visual Feature Learning with Deep Neural Networks: A Survey", IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell. 2021 Nov;43(11):4037-4058, arXiv:1902.06162v1