

Sujet 1

Application d'une technique d'apprentissage profond pour le débruitage une base de données PCG

Les maladies cardio-vasculaires sont la première cause de mortalité de santé publique au monde, causant la mort de près de 18 millions de personnes chaque année, soit un tiers des décès dans le monde. L'enregistrement graphique des sons cardiaques, appelés signaux de phonocardiogramme (PCG), peut également être affiché sur un ordinateur numérique, puis analysé, afin de fournir des informations plus pertinentes sur l'état du cœur, permettant ainsi d'évaluer certaines fonctions vitales du cœur. Cependant, des enregistrements bruts du PCG ne sont pas toujours directement exploitables en raison des interférences ambiantes (par exemple, parole, toux, bruit gastrique, etc.). Par conséquent, il est nécessaire de débruiter les PCG bruts avant leur interprétation.

Les buts de ce projet sont de

- i. Reproduire des résultats de la méthode DeepFilter [1] développée pour des signaux électrocardiogrammes ECG.
- ii. Appliquer cette méthode à une base de données PCG acquise avec un seul microphone maintenu sur la peau, devant l'oreille, par une ceinture dans la campagne SiSEC2016 (Signal Separation Evaluation Campaign 2016) [2].

[1] Francisco P. Romero, David C. Piñol, Carlos R. Vázquez-Seisdedos, DeepFilter: An ECG baseline wander removal filter using deep learning techniques, Biomedical Signal Processing and Control, Volume 70, 2021, 102992.

Paper: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1746809421005899>

Code : <https://github.com/fperdigon/DeepFilter>

[2] A. Liutkus, F.-R. Stter, Z. Rafii, D. Kitamura, B. Rivet, N. Ito, Nobutaka, and O. Fontecave, "The 2016 signal separation evaluation campaign," LVA/ICA, pp. 323 – 332, 2017.

Data à tester : <https://cloud.irit.fr/index.php/s/Uq48FbQfwwwVuF0>

Sujet 2

Utilisation d'une méthode des auto-encodeurs entièrement convolutif pour le débruitage une base de données PCG

Les maladies cardio-vasculaires sont la première cause de mortalité de santé publique au monde, causant la mort de près de 18 millions de personnes chaque année, soit un tiers des décès dans le monde. L'enregistrement graphique des sons cardiaques, appelés signaux de phonocardiogramme (PCG), peut également être affiché sur un ordinateur numérique, puis analysé, afin de fournir des informations plus pertinentes sur l'état du cœur, permettant ainsi d'évaluer certaines fonctions vitales du cœur. Cependant, des enregistrements bruts du PCG ne sont pas toujours directement exploitables en raison des interférences ambiantes (par exemple, parole, toux, bruit gastrique, etc.). Par conséquent, il est nécessaire de débruiter les PCG bruts avant leur interprétation.

Les buts de ce projet sont de

- i. Reproduire des résultats de la méthode des auto-encodeurs entièrement convolutif (FCN-DAE) [1] développée pour le débruitage des signaux électrocardiogrammes ECG.
- ii. Appliquer cette méthode une base de données PCG acquise avec un seul microphone maintenu sur la peau, devant l'oreille, par une ceinture dans la campagne SiSEC2016 (Signal Separation Evaluation Campaign 2016) [2].

[1] Hsin-Tien Chiang, Yi-Yen Hsieh, Szu-Wei Fu, Kuo-Hsuan Hung, Yu Tsao, and Shao-Yi Chien. Noise reduction in ecg signals using fully convolutional denoising autoencoders. IEEE Access, 7:60806–60813, 2019.

Paper: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8693790>

Code : <https://github.com/sophie091524/Noise-Reduction-in-ECG-Signals>

[2] A. Liutkus, F.-R. Stter, Z. Rafii, D. Kitamura, B. Rivet, N. Ito, Nobutaka, and O. Fontecave, "The 2016 signal separation evaluation campaign," LVA/ICA, pp. 323 – 332, 2017.

Data à tester : <https://cloud.irit.fr/index.php/s/Ug48FbQfvwwVuF0>

Sujet 3

Réduction du bruit speckle des images ultrasonores par des techniques d'apprentissage profond

L'imagerie par ultrasons est largement utilisée dans le diagnostic médical en raison de sa nature non invasive, de son faible coût, etc. L'utilité de l'imagerie par ultrasons est fortement réduite par la présence d'un bruit dépendant du signal connu sous le nom de speckle. A cause de ce bruit, la résolution et le contraste de l'image acquise sont réduits, ce qui affecte la valeur diagnostique de cette modalité. Par conséquent, la réduction de ce bruit est une étape de pré-traitement essentielle.

L'objectifs de ce projet sont de

- Étudier de nouvelles méthodes d'apprentissage profond et des codes associés pour la réduction du bruit speckle des images ultrasonores. Par exemple, des méthodes décrites dans [1], [2] ou d'autres existantes dans la littérature.
- Tester ces méthodes sur nos images ultrasonores [3] et en déduire la méthode la plus prometteuse.

[1] Onur Karaoğlu, Hasan Şakir Bilge, İhsan Uluer, Removal of speckle noises from ultrasound images using five different deep learning networks, Engineering Science and Technology, an International Journal, Volume 29, 2022. Paper: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098621001427>.

[2] Bobrow TL, Mahmood F, Inserni M, Durr NJ. DeepLSR: a deep learning approach for laser speckle reduction. Biomed Opt Express. 2019 May 17;10(6):2869-2882. doi: 10.1364/BOE.10.002869. PMID: 31259057; PMCID: PMC6583356. **Code:** <https://durr.jhu.edu/DeepLSR>

[3] **Data à tester :** <https://cloud.irit.fr/index.php/s/VVfmYuZhUY7nQ3m>

Sujet 4

Réseaux de Neuman pour la restauration d'image avec application aux images ultrasonore

Les réseaux de neurones pilotés par des modèles sont de plus en développées pour les problèmes inverses en imagerie. Dans ce projet, il sera étudié un réseau particulier : le réseau de Neumann.

L'objectifs de ce projet sont de

- Lire l'article [1] et les présentations associées [2]
- Tester les codes proposés ; https://github.com/dgilton/neumann_networks_code.
- Modifier légèrement les codes et les tester sur des imges ultrasonores

[1] Davis Gilton, Greg Ongie, and Rebecca Willett. "[Neumann Networks for Inverse Problems in Imaging](https://arxiv.org/abs/1901.03707)", <https://arxiv.org/abs/1901.03707>

[2] <https://willett.psd.uchicago.edu/publications/>

Sujet 5

Apprentissage auto-supervisé contrastif de représentations multimodales

L'objectif principal est l'étude de nouvelles méthodes d'apprentissage auto-supervisé contrastif pour la classification d'images satellitaires. Le sujet repose sur les méthodes décrites dans [1] dont l'objectif est l'apprentissage des représentations latentes riches et compactes d'images provenant de plusieurs capteurs satellitaires.

[1] Jain, U., Wilson, A., & Gulshan, V. (2022). Multimodal contrastive learning for remote sensing tasks. arXiv preprint <https://arxiv.org/abs/2209.02329>

Sujet 6

L'augmentation de données pour la classification d'images satellitaires.

L'objectif de ce projet est l'étude des techniques d'augmentation de données pour la classification des séries temporelles d'images satellitaires. En apprentissage automatique, l'augmentation de données est une technique utilisée pour augmenter artificiellement la quantité de données étiquetées. Elle consiste à ajouter des copies légèrement modifiées de données déjà existantes ou à générer des données synthétiques. Alors que les techniques d'augmentation de données pour les images ont été largement étudiées dans la littérature, elles l'ont moins été pour les séries temporelles d'images satellitaires.

Sujet 7

Deep unfolding de l'agorithme DRPCA pour l'estimation de flux sanguin haute résolution.

Le Deep unfolding est une technique permettant de convertir des algorithmes itératifs en réseaux de neurones profonds. Elle permet d'améliorer les performances obtenues et d'apprendre automatiquement les hyperparamètres de l'algorithme alors qu'ils sont optimisés à la main dans la version itérative. La contrepartie est que le réseau obtenu nécessite de disposer d'une grande quantité de donnée pour réaliser l'entraînement. Cela est notamment contraignant lorsque l'on souhaite entraîner le réseau sur des données réelles dont on ne connaît pas la vérité terrain. On se propose ici d'utiliser la version itérative de l'algorithme [2] afin de déterminer une vérité terrain approchée pour les données réelles [3]. On entraînera ensuite le réseau de neurone issue de l'unfolding [1] sur ces données. L'objectifs de ce projet sont :

- Utiliser la méthode BDRPCA et les codes associés [2] pour réaliser la séparation des bulles et du tissu ainsi que la deconvolution dans les images ultrasonores InVivo [3].
- Entraîner le réseau de neurone [1] sur les images ultrasonores InVivo proposées par [3] en utilisant comme vérité terrain les images obtenues par l'algorithme BDRPCA [2].

[1] Pustovalov V, Pham D-H, Kouamé D, "Deep Unfolding RPCA for High-Resolution Flow Estimation", IEEE International Ultrasonics Symposium, Oct 2022. In press.

Paper & Code : <https://cloud.irit.fr/index.php/s/9Ci1dJ8EY1RyFBi>

[2] Pham D-H, Basarab A, Zemmoura I, Remenieras JP and Kouamé D, "Joint Blind Deconvolution and Robust Principal Component Analysis for Blood Flow Estimation in Medical Ultrasound Imaging", IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, vol. 68, no. 4, pp. 969-978, April 2021.

Paper : <https://arxiv.org/pdf/2007.05428.pdf>

Code : <https://github.com/phamduonghung/BD-RPCA>

[3] Heiles, Chavignon, Hingot, Lopez, Teston and Couture, "Performance benchmarking of microbubble-localization algorithms for ultrasound localization microscopy", Nature Biomedical Engineering, 2022, accessible au lien ; <https://cloud.irit.fr/index.php/s/cXxKAVIOSubdDKO>

Data à tester : <https://zenodo.org/record/4343435#.YzV9XKTP2Uk>

Sujet 8

Super-résolution en imagerie cérébrale par ultrasons et agent de contraste.

La super-résolution (l'observation des tissus biologiques à une résolution très élevée, c'est à dire avec des détails très fins) est un problème ouvert et d'intérêt capital en imagerie médicale et notamment en imagerie ultrasonore. Dans le cas de l'imagerie cérébrale, le principe consiste à injecter des agents de contraste (qui sont essentiellement des bulles d'air) et suivre leur trajet dans le cerveau. Cela permet de localiser finement les vaisseaux sanguins. Le processus de location est décrit dans [1]. Dans ce processus réalisé à partir d'images ultrasonores du cerveau, il y a une phase de séparation entre flux sanguin et tissus environnants. Cette séparation peut se faire de deux façons : en utilisant une décomposition en valeurs singulières -SVD- des images ultrasonores cérébrales préalablement mises en forme ou en utilisant l'analyse robuste en composantes principales via un algorithme appelé BDRPCA [2]. Le travail réalisé dans [1] l'a été avec la décomposition SVD. Tous les codes Matlab de [1] sont disponibles à <https://github.com/AChavignon/PALA> . Le code BDRPCA de [2] est disponible à <https://github.com/phamduonghung/BD-RPCA>

L'objectifs de ce projet sont :

- Lire le papier [1]
- Prendre en main, tester le code téléchargé et identifier ses différentes parties
- Tester le code BDRPCA de [2]
- Remplacer la SVD par l'algorithme BDRPCA [2] pour ainsi obtenir un nouvel algorithme de localisation.
- Comparer les deux algorithmes (l'un initial muni de la SVD et l'autre muni de la BDRPCA).

Pour les tests, on utilisera, les données disponibles à <https://zenodo.org/record/4343435#.YzV9XKTP2Uk>

[1] Heiles, Chavignon, Hingot, Lopez, Teston and Couture, "Performance benchmarking of microbubble-localization algorithms for ultrasound localization microscopy", Nature Biomedical Engineering, 2022, accessible au lien ; <https://cloud.irit.fr/index.php/s/cXxKAVIOSubdDKO>

[2] Pham D-H, Basarab A, Zemmoura I, Remenieras JP and Kouamé D, "Joint Blind Deconvolution and Robust Principal Component Analysis for Blood Flow Estimation in Medical Ultrasound Imaging", IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, vol. 68, no. 4, pp. 969-978, April 2021.

Paper : <https://arxiv.org/pdf/2007.05428.pdf>

Code : <https://github.com/phamduonghung/BD-RPCA>