Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sousse

Proposition de sujet de

Mastère de recherche

en Systèmes Intelligents et Communicants

Titre : « Segmentation sémantique avec les réseaux de neurones convolutifs pour la détection automatique des lésions mammaires en tomosynthèse numérique»

Proposé par : **Mounir Sayadi,**
Professeur à l'ENSIT, Université de Tunis.
Directeur du Laboratoire de Recherche SIME, ENSIT.

Et

Aymen Mouelhi,
Maître-assistant titulaire à ISSAT Mateur, Université de Carthage.
Membre du laboratoire de recherche SIME, ENSIT.

Contexte

Le cancer du sein est la première cause de mortalité chez la femme toutes causes confondues entre 35 et 55 ans. Selon des statistiques nationales réalisées par l'office national de la famille et de la population (ONFP) en 2011, le cancer du sein représente 30% des cancers féminins, avec une prévision d'environ 2000 nouveaux cas par an. Dans le but de réduire la mortalité par le cancer du sein, une détection précoce est nécessaire motivant ainsi des campagnes de dépistage chez les femmes à partir d'un certain âge variant entre 40 et 50 ans selon les pays. Le type d'imagerie actuellement utilisée pour cette tâche est la mammographie. Dans ce contexte, la quantité de clichés que le radiologue doit interpréter en un temps limité est importante. De plus, la complexité de la tâche de détection est particulièrement élevée en mammographie. Ces raisons motivent l'utilisation d'outils d'aide à la détection par ordinateur (CAD) afin d'améliorer les performances du lecteur, en minimisant en particulier le nombre de signes radiologiques associés à des lésions malignes qui ne pourraient pas être détectées.

Dernièrement, une nouvelle technique d'imagerie, la tomosynthèse numérique, est devenue très utilisée pour le diagnostic du cancer du sein. Elle peut potentiellement pallier les défauts de la mammographie standard tels que la superposition de tissus pouvant masquer des lésions ou en suggérer au travers d'images construites. Dans ce type d'examen, une reconstruction 3D du sein est effectuée permettant pratiquement de mieux distinguer les signes radiologiques caractérisant un

cancer. Avec une quantité de données grandement augmentée par rapport à un examen standard, le besoin d'un outil automatique d'aide à la détection reste d'actualité, tant pour préserver un taux de détection élevé que pour limiter le temps de lecture.

Description du sujet

Le principal objectif de ce travail de mastère sera de développer une nouvelle approche pour la détection automatique des différents lésions mammaires (microcalcifications et masses) en tomosynthèse numérique basée sur la segmentation sémantique par les réseaux de neurones convolutifs (CNN) [1-3]. Cette approche doit être testée sur des images mammographiques 3D et validée par la segmentation manuelle des médecins experts en radiologie mammaire. La méthode de segmentation automatique proposé doit remédier aux problèmes liés à l'acquisition des images de mammographie 3D qui manquent d'information pour la reconstruction à cause de l'angle de balayage limité, les insuffisances de contraste et des artefacts d'escalier qui peuvent également se produire en raison des bords d'une masse tranchante ainsi que des bords du champ de reconstruction [4-6].

En effet, plusieurs techniques ont été proposées dans la littérature pour la segmentation des images médicales tels que les méthodes de seuillage [7], le 'clustering' (K-means, FCM, ...)[8-9], les méthodes basées sur la croissance des régions, la classification des pixels supervisée par les algorithmes d'apprentissage automatique et les méthodes basées sur les contours actifs [10]. Néanmoins, ces techniques nécessitent toujours des interventions manuelle de prétraitement ou de sélection des paramètres ou de région d'intérêt. En plus, pour les méthodes classiques d'apprentissage automatique requièrent une phase d'entrainement très lente avant que les images soient traitées. Avec les nouveaux progrès précieux dans le domaine de l'apprentissage automatique profond et du traitement d'image en utilisant les réseaux de neurones convolutifs (CNN), plusieurs procédures de prétraitement peuvent être évité en vue de se rapprocher d'une approche complètement automatique. De plus, en en se basant sur la technique de 'transfer learning' la base de données d'entrainement peut être réduite en minimisant par la suite le temps total mis pour la phase d'apprentissage. Les différentes tâches à réaliser pour atteindre cet objectif sont les suivantes :

- Exploration d'une base de données contenant différents types de lésions mammaires: masses et microcalcifications.

- Prétraitement des images mammographiques par tomosynthèse afin d'améliorer le contraste et d'éliminer les artefacts.
- Segmentation automatique des lésions mammaires de l'image 3D en utilisant les approches de segmentation sémantique basées sur l'apprentissage profond des réseaux de neurones convolutifs (CNN) afin de fournir une précise identification des lésions mammaires avec un temps de traitement raisonnable.
- Evaluation des résultats de segmentation automatique en les comparant par rapport à la segmentation manuelle des experts.

Références

[1] V. Badrinarayanan, A. Kendall, R. Cipolla, SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation. CoRR, abs/1511.0, 2015

[2] J. Long, E. Shelhamer, T. Darrell, Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation, CVPR 2015.

[3] Z. Akkus, A. Galimzianova, A. Hoogi, D.L. Rubin, B.J. Erickson, Deep Learning for Brain MRI Segmentation: State of the Art and Future Directions. J Digit Imaging (2017) 30:449–459.

[4] N. Houssami, D. Bernardi, M. Pellegrini, M. Valentini, C. Fantò, L. Ostillio, P. Tuttobene, A. Luparia, P. Macaskill, Breast cancer detection using single-reading of breast tomosynthesis (3D-mammography) compared to double-reading of 2D-mammography: Evidence from a population-based trial, Cancer Epidemiology 47 (2017) 94–99.

[5] M. J. Yaffe and J. G. Mainprize, "Digital tomosynthesis: Technique," Breast Imaging, vol. 52, no. 3, pp. 489-497, 2014.

[6] H-P. Chan, J. Wei, Y. Zhang, M.A. Helvie, R. H. Moore, B. Sahiner, L. Hadjiiski, D.B. Kopans Computer-aided detection of masses in digital tomosynthesis mammography: Comparison of three approaches, Medical Physics 35, 4087 (2008).

[7] D. L. Pham, C. Xu, and J. L. Prince, "Current methods in medical image segmentation," Annual Review of Biomedical Engineering, vol. 2, pp. 315-337, 2000.

[8] H.P. Ng, S. H. Ong, K. W. C. Foong, P. S. Goh, and W. L. Nowinski, "Medical image segmentation using K-Means clustering and improved watershed algorithm," 2006 IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation, pp. 61-65, 2006.

[9] K.-S. Chuang, H.-L. Tzeng, S. Chen, J. Wu, T.-J. Chen, Fuzzy c-means clustering with spatial information for image segmentation, Computerized Med. Imaging Graphics 30(2006)9–15.

[10] C. Xu, A. Yezzi, J. Prince, On the relationship between parametric and geometric active contours, in: Proceedings of Asilomar Conference on Signal, Systems and Computers, vol.1, 2000, pp.483–489.

Signatures

L'encadreur
Prof. Mounir Sayadi
Directeur du Labo SIME
ENSIT

Prof. Mounir Sayadi
Labo SIME
ENSIT

Le co-encadreur
Aymen Mouelhi

Aymen Mouelhi