

Analyse d'images médicales : détection du contenu à l'aide des méthodes de traitement d'images et d'apprentissage automatique

Sujet de Projet d'Initiation à la Recherche (PIR)

Enseignant tuteur : Razmig Kéchichian, laboratoire Creatis

Problématique

La pratique clinique et la recherche médicale génèrent des milliers d'images 3D dont l'analyse est un problème difficile du fait de la diversité de leurs contenus, et de leur nombre et leur taille qui représentent des volumes de données hors normes. Il s'agit du phénomène « Big Data ». Les algorithmes de segmentation d'images sont couramment utilisés pour délimiter les structures qui apparaissent dans les images dans les applications cliniques comme la radiothérapie, le planning pré-opératoire etc. Ces algorithmes ont besoin des informations a priori sur la présence des structures dans une image et leurs positions approximatives.

Objectifs

Proposer une méthode de détection supervisée rapide et robuste permettant de vérifier la présence des structures dans une image 3D et de déterminer leurs positions approximatives représentées par les coordonnées des centres de structure. La proposition reposera sur une étude bibliographique des approches de l'état de l'art et une étude empirique de trois méthodes. Une approche supervisée implique une méthode dont les algorithmes bénéficient d'une base de données préalablement annotée.

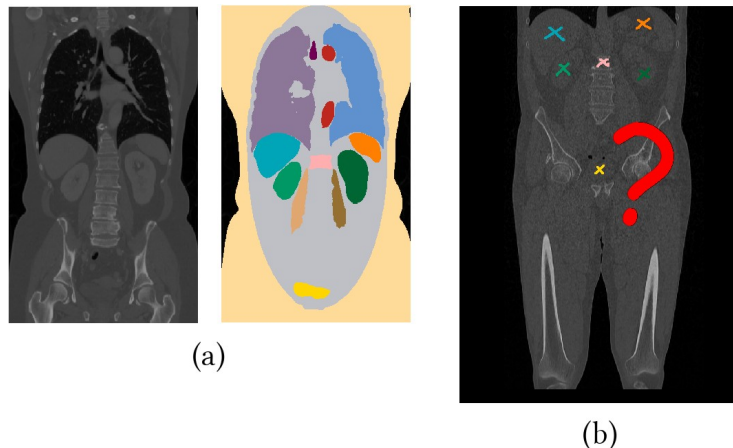


Figure 1: (a) une image TDM et son annotation, étant donné plusieurs paires comme (a), comment pourrait-on détecter la présence des organes correspondants dans une nouvelle image (b) et en cas de présence, estimer le centre de l'organe ?

Méthodologie

Au moins trois approches seront étudiées : une approche de traitement d'images par « template matching » [1], et deux approches d'apprentissage automatique impliquant pour la première un classifieur type forêts aléatoires [2] et pour la deuxième des réseaux de neurones [3]. Pour les approches par apprentissage, plutôt que formuler le problème de détection comme une régression de variables continues [4], on utilisera des classifieurs d'organe [5] estimant une probabilité a posteriori $Pr(o|x)$ d'appartenir à un organe o pour chaque point x . Ainsi, la présence d'un organe dans une image peut être vérifiée par un seuillage de la probabilité maximale : $P_o = \max_x Pr(o|x)$, l'organe est présent si $P_o > \beta$ avec $\beta = 0.5$ par exemple. Le centre d'un organe peut être estimé comme l'espérance de la variable de position : $x_c^o = \sum_x x Pr(o|x)$.

Données et outils

L'équipe aura à sa disposition une base de données d'environ 120 images tomodensitométriques 3D (scanner rayons X) de tailles et de contenus variables accompagnées des annotations d'organes (cf. Figure 1). Les images sont fournies par le projet Visceral [6], le centre hospitalier universitaire de Osaka (Japon) [7] et le challenge « Beyond the Cranial Vault » [8].

Les outils du langage Python seront utilisés, notamment NumPy et SciPy pour la représentation matricielle et le calcul [9], NiBabel pour la lecture et l'écriture des images médicales, scikit-image pour les algorithmes de traitement d'images, scikit-learn pour les algorithmes d'apprentissage automatique par forêts aléatoires et PyTorch ou TensorFlow (au choix) pour les réseaux de neurones.

Bibliographie

1. Wikipedia contributors, "Template matching," Wikipedia, The Free Encyclopedia, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Template_matching&oldid=805371030 (accessed January 14, 2019).
2. Breiman, Leo. "Random forests." Machine learning 45.1 (2001): 5-32.
3. LeCun, Yann, Yoshua Bengio, and Geoffrey Hinton. "Deep learning." Nature 521.7553 (2015): 436-444.
4. Criminisi, Antonio, et al. "Regression forests for efficient anatomy detection and localization in computed tomography scans." Medical image analysis 17.8 (2013): 1293-1303.
5. Criminisi, Antonio, Jamie Shotton, and Stefano Bucciarelli. "Decision forests with long-range spatial context for organ localization in CT volumes." MICCAI Workshop on Probabilistic Models for Medical Image Analysis. Vol. 1. 2009.
6. Visceral project, <http://www.visceral.eu>, (accessed January 14, 2019)
7. T. Okada et al., "Abdominal multi-organ segmentation from CT images using conditional shape-location and unsupervised intensity priors," Med. Image Anal., vol. 26, no. 1, pp. 1-18, 2015.
8. Multi-Atlas Labeling Beyond the Cranial Vault - Workshop and Challenge, <https://www.synapse.org/#!/Synapse:syn3193805>, (accessed January 14, 2019)
9. Scipy lecture notes, <http://www.scipy-lectures.org/>, (accessed January 14, 2019)