

Méthode de segmentation semi-automatique des couches intima-media de carotides dans des images ultrasonores mode B

Référence : VAL-550-CHUM

Mots clés : Traitement d'images, segmentation de la carotide, segmentation de structures anatomiques, modélisation statistique d'images ultrasonores de tissus biologiques, optimisation stochastique, échographie externe, imagerie médicale ultrasonore

Contexte

Une segmentation précise de la paroi intima-média de la carotide dans une séquence d'images ultrasonores mode B permet de calculer diverses propriétés biomécaniques et anatomiques utiles au clinicien pour suivre l'évolution de la maladie athéro-sclérotique de cette artère. Compte tenu du temps requis pour effectuer cette tâche manuellement et de la variabilité intra- et inter-observateur qui y est normalement associée, un algorithme qui segmente automatiquement à partir d'un minimum d'intervention de la part de l'utilisateur s'avère important dans le cadre clinique autant que dans celui de la recherche.

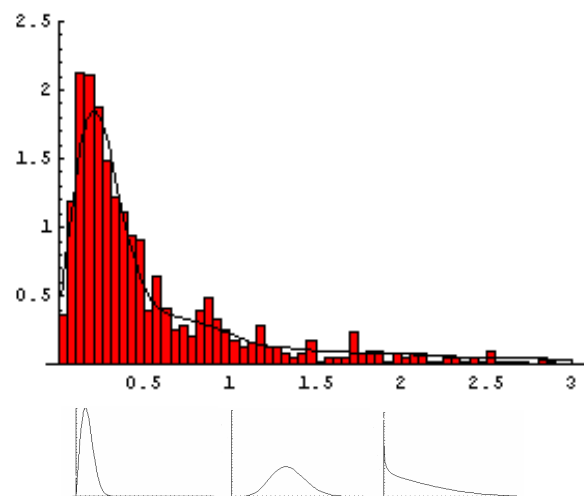
Technologie

La méthode de segmentation proposée par le Prof. Guy Cloutier du Centre hospitalier de l'Université de Montréal est basée sur un modèle bayésien des couches intima-média d'une carotide dans une image ultrasonore mode B. La vraisemblance est basée sur les distributions de Nakagami qui servent à décrire les propriétés statistiques des intensités de l'image. Ces distributions sont estimées automatiquement à l'aide de l'algorithme *Expectation-Maximization* (EM) combiné à l'algorithme *Exploration-Sélection-Estimation* (ESE). On y ajoute un a priori anatomique sur l'épaisseur de la paroi intima-média, un a priori géométrique basé sur l'action (ou énergie) d'une courbe, ainsi qu'un a priori physiologique sur le déplacement temporel de la paroi entre deux images. Le problème de la segmentation est alors formulé comme le calcul du Maximum A Posteriori (MAP) du modèle bayésien. Ce calcul est effectué à l'aide d'une variante originale de l'algorithme d'optimisation stochastique *Exploration-Sélection* (ES), dans le cadre du modèle proposé. Tous ces calculs sont effectués automatiquement à partir de l'acquisition

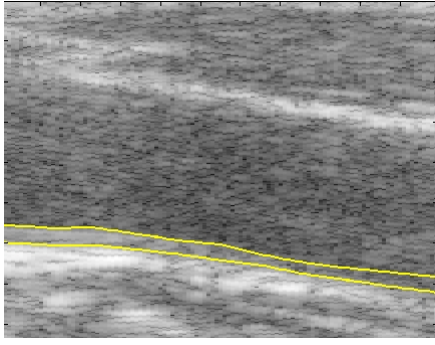
manuelle par un usager de seulement quelques points placés sur la paroi identifiée dans la première image mode B de la séquence.

Résultats

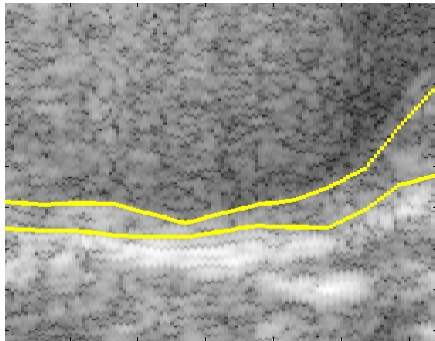
La figure suivante montre l'histogramme normalisé des niveaux de gris d'une région d'intérêt dans une image ultrasonore de la carotide, ainsi que les distributions statistiques de Nakagami correspondantes de la lumière, des couches intima-media, et de l'adventice décelées dans cette région d'intérêt par la méthode proposée.



Les figures suivantes montrent des images ultrasonores de la carotide ainsi que les contours détectés par la méthode proposée.



Carotide commune distale



Carotide interne proximale

Applications

Le produit de cette recherche pourrait mener à la commercialisation d'un logiciel de segmentation d'images ultrasonores. Le logiciel pourrait aussi être couplé à un échographe commercial et permettre ainsi l'analyse d'autres structures anatomiques. La segmentation de la paroi vasculaire peut s'avérer un a priori important à tout algorithme d'élastographie ultrasonore, cette dernière technique permettant d'étudier à l'aide de séquences d'images échographiques, la déformation d'un tissu subissant des contraintes mécaniques. À cet égard, cette invention peut être vue comme complémentaire à la technologie intitulée « Élastographie vasculaire non-intrusive » aussi développée par l'équipe du Prof. Guy Cloutier (Voir VAL-558-559-CHUM). En effet, la pré-segmentation des images vasculaires pourrait

permettre de recalibrer les différentes séquences afin de minimiser des artefacts de mouvement et pourrait également permettre de réduire le temps de calcul des élastogrammes en limitant la zone d'intérêt à la région segmentée.

Avantages compétitifs

La méthode est le premier modèle de segmentation d'images ultrasonores qui utilise un mélange de distributions statistiques de Nakagami. Ce modèle est plus général qu'un mélange de distributions de Rayleigh, qui a déjà été utilisé dans le domaine. En effet, la distribution de Rayleigh correspond au cas d'une densité élevée de diffuseurs ultrasonores aléatoires, sans composantes cohérentes. La distribution de Nakagami présente l'avantage de prendre en compte une faible densité des diffuseurs acoustiques, ainsi que les échos provenant de structures cohérentes tel qu'un amas calcique dans une paroi vasculaire.

De plus, il s'agit d'une première utilisation de l'algorithme d'optimisation stochastique *Exploration Sélection* dans le cadre de la segmentation d'images ultrasonores. Cet algorithme est particulièrement simple à programmer. De plus, il est assuré de converger vers une solution optimale du modèle. Il s'agit là d'un avantage sur les algorithmes génétiques et le recuit simulé. De plus, la méthode des « *level sets* » n'est assurée que de la convergence vers une solution locale (possiblement sous-optimale) du modèle.

Propriété intellectuelle

Une demande de brevet provisoire américain a été déposée en mars 2007.

Occasion d'affaires

Univalor est à la recherche de partenaires commerciaux pour fin de licence d'exploitation ou de contrats.

Contacts

Anne-Marie Larose, Ph.D, MBA
Directrice, Développement des affaires,
Sciences de la Vie
Univalor
Tél. : +1 (514) 340-3243, poste 4239
anne-marie.larose@univalor.ca

Guy Cloutier, Ing., Ph.D.
Directeur LBUM – Professeur
Centre hospitalier de l'Université de Montréal /
Université de Montréal
Tél. : +1 (514) 890-800, poste 24703
guy.cloutier@umontreal.ca