



Sujet de stage recherche
PFE Ingénieur et/ou Master R M2
Université de Strasbourg - Laboratoire iCube UMR CNRS
 mars 2014 - juillet 2014

Classification-recalage articulaire du squelette entre imagerie nucléaire fonctionnelle et en radiologie interventionnelle

Equipes d'accueil :

Modèles, Images, Vision : <http://icube-miv.unistra.fr/> au sein du laboratoire iCube (Université de Strasbourg – CNRS)

Encadrants de stage :

Pr Christophe Collet (iCube), E. Monfrini (Télécom Sud-Paris)
 Edmond RUST, Interne, Hôpital de Strasbourg, 2^{ème} année de Thèse

Etat de l'art et contexte

La radiologie interventionnelle joue un rôle majeur dans la prise en charge des tumeurs osseuses. Elle permet le diagnostic histologique définitif d'une lésion grâce à la réalisation de biopsies, et joue également un rôle crucial dans la prise en charge thérapeutique. Le radiologue accède à la lésion cible par un abord percutané, sous repérage visuel par scanner ou IRM.

La médecine nucléaire permet une imagerie fonctionnelle des tumeurs osseuses. L'activité ostéoblastique est décelable en scintigraphie osseuse ou en PET-Scan. Les examens de médecine nucléaire sont couplés, dans le même temps d'examen, au scanner à visée de repérage et de confrontation morphologique. L'imagerie fonctionnelle peut dans certains cas mettre en évidence des tumeurs osseuses, notamment métastatiques, à un stade infra-radiologique. Les anomalies métaboliques sont d'ailleurs généralement souvent plus étendues que les anomalies morphologiques qui sont d'apparition plus tardive. Ces lésions, en fonction de leur topographie, de leur nombre, et de leur association éventuelle à d'autres atteintes viscérales, sont accessibles à un traitement curatif en radiologie interventionnelle.

Les données fonctionnelles issues des examens de médecine nucléaire pré-opératoires ne concordent ainsi pas toujours avec les anomalies morphologiques décelées en scanner ou en IRM. Se pose alors la problématique de lésions osseuses mieux visualisées par les examens de médecine nucléaire que par les examens de radiologie. La lésion ou les lésions cibles à biopsier ou à traiter peuvent ne pas être discernable lors du geste de radiologie interventionnelle. Le radiologue est alors contraint de consulter les examens de médecine nucléaire avant l'intervention, d'effectuer un recalage mental, puis d'accéder à la lésion cible « à l'aveugle ». Si ces procédures thérapeutiques restent largement accessibles pour un radiologue expert, elles sont plus difficilement réalisables par un médecin moins expérimenté. Aucune solution ne permet à l'heure actuelle d'implémenter les données de médecine nucléaire au sein des images acquises par scanner ou IRM lors de la procédure interventionnelle.

Démarche de recherche adoptée

Il s'agit d'effectuer un recalage des données issues des examens de médecine nucléaire dans le champ de la radiologie interventionnelle. De multiples contraintes rentrent en considération :

- le champs de vue limité offert par le scanner ou en IRM lors du geste interventionnel, qui impose la définition d'amers anatomiques,
- la position du patient lors de la procédure de radiologie interventionnelle qui diffère du décubitus dorsal dans lequel sont réalisés les examens de médecine nucléaire. Le squelette étant une structure avec de multiples degrés de liberté, un recalage rigide n'est pas applicable globalement,
- les contraintes temporelles liées au geste interventionnel, qui imposent un traitement algorithmique des données rapide et optimisé.

Une segmentation préalable des vertèbres du squelette sur scanner couplé aux examens de médecine nucléaire est donc indispensable. Cette segmentation [1] devra être complétée par une opération de classification des vertèbres [2,3] (sept vertèbres cervicales, numérotées de C1 à C7; douze vertèbres thoraciques ou vertèbres dorsales, numérotées de T1 à T12 (ou de D1 à D12); cinq vertèbres lombaires, numérotées de L1 à L5) en utilisant un atlas. Si la segmentation des vertèbres est en cours de finalisation, l'identification de chacune d'elle sera menée en associant les descripteurs statistiques de forme obtenus après segmentation [2,4] aux informations portées par un atlas vertébral. La création d'une base de données sera nécessaire, afin d'élaborer un modèle du squelette, intégrant les degrés de liberté des différentes articulations. La prise en compte de conditions pathologiques, tels que les tassements vertébraux (réduction importante de la taille d'un corps vertébral) et la présence éventuelle de matériel d'arthrodèse ou d'ostéosynthèse (barres métalliques et vis) sera également indispensable.

Il s'agit de mettre en place un processus semi-automatisé, avec intégration d'a priori sur la structure du squelette permettant de réaliser simultanément la segmentation, le recalage et l'identification. La confirmation par le médecin nucléaire de références anatomiques précises (corps vertébral de L5 par exemple) sera également utile. Cette étape sera réalisée sur images scanner et de médecine nucléaire en **pré-opératoire** avec des contraintes relâchées sur les temps de calcul dans un premier temps.

En **per-opératoire**, lors de la procédure de radiologie interventionnelle la position du patient a changé et un recalage affine sera à réaliser localement sur chaque vertèbre et

automatiquement, et devra permettre une identification des vertèbres visibles dans le champ opératoire. Il s'agira donc d'un recalage rigide local, appliqué à chaque structure osseuse individualisée. Ce recalage rigide sera appliqué alternativement sur les images anatomiques et fonctionnelles acquise itérativement en cours d'intervention afin confirmer ou d'infirmier la bonne localisation du traitement physique appliqué.

La même procédure devra donc être opérée sur les modalités d'imagerie réalisées au cours de l'intervention, et permettra *in fine* la connaissance de la déformation à appliquer aux données fonctionnelles afin de les fusionner aux images anatomiques visualisées par le radiologue sachant que leur résolution diffère.

Innovations et résultats attendus

- Utiliser l'algorithme de segmentation des structures osseuses mis en œuvre puis proposer une identification dans un atlas des différentes structures osseuses,
- Recalage rigide local, appliqué à chaque structure osseuse individualisée, entre imagerie nucléaire et IRM ou scanner per-opératoire
- Mise en œuvre d'une opération de fusion des données segmentée pour une visualisation per-opératoire par le radiologue.

Environnement :

Station de travail, développement en Matlab et langage C++.

Gratification de stage :

Gratification de stage conformément aux règles en vigueur (de l'ordre de 435€/mois).

3- Bibliographie

- . [1] A fully automatic vertebra segmentation method using 3D deformable fences, Yiebin Kim, Dongsung Kim, Computerized Medical Imaging and Graphics 33 (2009) 343-352
- . [2] Automated model-based vertebra detection , identification , and segmentation in CT images, Klinder Tobias, et al., Medical Image Analysis 13 (2009) 471-482
- . [3] Statistical shape models for 3D medical image segmentation: A review ; Tobias Heimann and Hans-Peter Meinzer, Medical Image Analysis 13 (2009) 543-563
- . [4] SEGMENTATION OF LUMBAR VERTEBRAE FROM CLINICAL CT USING ACTIVE SHAPE, Samah Al-Helo et al. ; 33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS Boston, Massachusetts USA, August 30 - September 3, 2011