

La 3D : effet de mode ou vrai service à la société ?

Les raisons qui amèneront les médecins à se munir de lunettes 3D pour étudier le corps humain - cas particulier de la scoliose.

✉ Fabian Lecron, Prof. Mohammed Benjelloun, Service d'Informatique



Depuis quelques années, la « 3D », comme il convient de l'appeler, est devenue un sujet à la mode. On la rencontre sous diverses formes, en mélangeant différents concepts derrière une dénomination désormais galvaudée et il n'est pas rare que l'on se questionne sur son réel intérêt. Nous la retrouvons au cinéma, à la télévision, dans les jeux vidéo et même dans des numéros spéciaux de certains journaux (peut-être dans une prochaine version du Polytech News ?).

Cet article se veut être une illustration du service que la 3D peut rendre à la société dans le contexte d'une application médicale : l'étude de la scoliose.

La scoliose est une pathologie du rachis qui se caractérise par une déformation tridimensionnelle de celui-ci. Dans la majorité des cas, elle apparaît à l'adolescence et est idiopathique (sans cause connue). La méthode de mesure la plus directe de la déformation du rachis est l'angle de Cobb. Celui-ci est l'angle entre les plateaux vertébraux se situant aux limites de la courbure scoliotique observée à l'aide d'une radiographie postéro-antérieure. Actuellement, la mesure de cet angle constitue le protocole préféré des praticiens étudiant la scoliose. Néanmoins, son calcul se base sur une représentation à deux dimensions, alors qu'il est utilisé pour décrire une déformation tridimensionnelle. Face à ce constat, des chercheurs ont proposé et démontré l'intérêt d'indices cliniques tridimensionnels ne pouvant être calculés qu'à partir d'un modèle 3D de la colonne vertébrale. En conséquence, l'étude du rachis scoliotique en trois dimensions est particulièrement intéressante pour la mise en œuvre, l'analyse et l'amélioration de traitements orthopédiques et chirurgicaux.

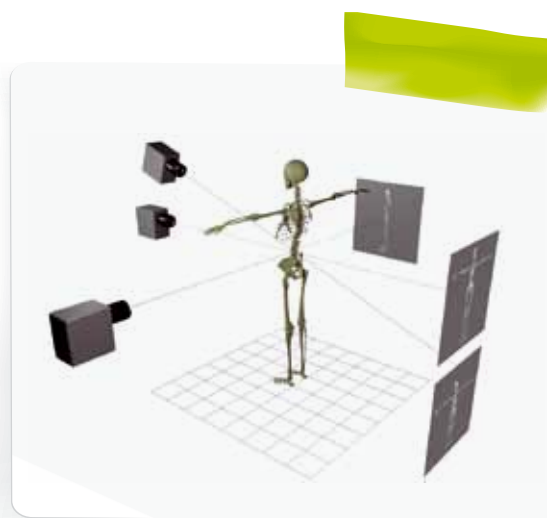
Les progrès accomplis en imagerie médicale permettent de nos jours d'obtenir des vues fascinantes et surtout réalistes du corps humain. D'une part, des volumes en trois dimensions peuvent être calculés à partir de l'imagerie par résonance magnétique. Cette modalité s'avère très intéressante car elle est non invasive pour le patient. Néanmoins, des artefacts métalliques altérant la qualité de l'image apparaissent lors de la présence d'instrumentation chirurgicale. En outre, elle est à utiliser avec modération puisqu'elle engage des coûts financiers importants. D'autre part, la tomodensitométrie est une modalité d'imagerie plus précise lorsqu'il s'agit de réaliser des reconstructions 3D d'une partie du corps humain. Cependant, elle impliquerait, pour une reconstruction de la colonne vertébrale entière, des expositions inacceptables du patient à un important rayonnement ionisant. Enfin, ces deux techniques d'imagerie imposent au patient de se tenir en position couchée, incompatible avec la plupart des protocoles d'évaluation de la scoliose. Pour l'ensemble de ces raisons, la radiographie conventionnelle demeure une alternative sérieuse

à ces approches. Les avantages sont en effet nombreux : exposition moindre au rayonnement, réduction des temps d'acquisition et diminution des coûts. Ces avantages vont bien évidemment de pair avec certaines limitations. Un rayonnement moindre implique en effet une augmentation du niveau de bruit dans l'image et il arrive fréquemment que certaines parties de la colonne soient partiellement (voire complètement) cachées par d'autres structures de l'anatomie humaine.

La reconstruction 3D à partir de radiographies conventionnelles nécessite une acquisition d'images multi-planaires. Un protocole d'acquisition particulier pour la colonne a été mis au point (voir figure). Trois prises de vue sont réalisées autour du patient : une vue latérale, une vue postéro-antérieure, et enfin une vue postéro-antérieure inclinée de 20° vers le haut. En réalité, cette dernière n'est utilisée que dans le cadre de la reconstruction de la cage thoracique d'un patient.

À l'origine, les méthodes qui ont été envisagées pour la reconstruction de la colonne vertébrale à partir de radiographies multi-planaires consistaient à identifier manuellement un grand nombre de repères anatomiques sur les radiographies, et à les mettre en correspondance dans un espace à trois dimensions. Il n'était néanmoins pas envisageable d'utiliser ces protocoles longs et lourds à mettre en œuvre dans un contexte médical. Dès lors, il a été envisagé de faire usage d'un modèle statistique déformable tridimensionnel et de le déformer grâce à l'information fournie par un nombre très réduit de repères anatomiques sur les radiographies. Nous pourrions résumer la reconstruction de la colonne vertébrale à partir de radiographies multi-planaires en 4 étapes :

1. Développement d'un modèle statistique 3D déformable
2. Projection de ce modèle 3D sur deux vues radiographiques.
3. Déformation du modèle 3D de sorte que ses projections correspondent aux vues radiographiques.



4. Le modèle 3D résultant représente raisonnablement la colonne vertébrale du patient en trois dimensions.

Des recherches sont actuellement menées au service d'Informatique de la Faculté Polytechnique sur le sujet. Une collaboration a ainsi vu le jour avec le Dr Ir Jonathan Boisvert du Conseil National de Recherches Canada (CNRC) à Ottawa, conjointement avec l'hôpital Sainte-Justine de Montréal. Durant ces recherches, des modèles statistiques déformables adaptés à des structures hiérarchiques telles que la colonne vertébrale ont été développés. Ils ont ensuite été intégrés à un algorithme très rapide de la reconstruction en 3D du rachis. Seulement quelques centaines de millisecondes sont nécessaires à l'obtention du modèle tridimensionnel de la colonne vertébrale d'un patient. Les résultats obtenus sont très prometteurs et laissent présager une utilisation future en milieu hospitalier.

En conclusion : 3D = phénomène de mode ? Cette application médicale nous a démontré le contraire, ce qui est normal, le monde réel n'étant pas plat. Dans certains domaines, force est de constater que la 3D rend véritablement service à la société.