Résumé :

Les images de tomodensitométrie (TDM) quadridimensionnelles (4D) sont utilisées pour la planification de la radiothérapie des tumeurs thoraciques et abdominales supérieures afin de tenir compte des mouvements respiratoires. Cette modalité repose sur l'hypothèse que le cycle respiratoire est périodique, ce qui n'est pas toujours le cas, en particulier pour les patients souffrant de maladies respiratoires, entraînant des artefacts sur les images tomographiques qui peuvent avoir un impact sur la radiothérapie. Le but de cette thèse est de détecter le mouvement en TDM hélicoïdale en utilisant des conditions de cohérence des données (CCD). Les CCD sont des équations mathématiques caractérisant la redondance dans les données de projections. Elles ont été développées pour plusieurs configurations de source et de détecteur, mais la littérature est rare sur la TDM hélicoïdale avec un détecteur cylindrique qui est la géométrie la plus utilisée en TDM 4D. La première contribution de cette thèse propose deux approches pour appliquer les CCD à des paires de projections à faisceau conique. La première approche rééchantillonne deux projections sur un détecteur virtuel dont les lignes sont parallèles à la ligne reliant les positions de source pour appliquer des CCD de faisceau en éventail le long de chaque ligne. La seconde approche calcule les CCD dans les coordonnées du détecteur cylindrique pour augmenter le nombre de CCD dans une acquisition hélicoïdale. La deuxième contribution étudie la capacité des CCD à détecter localement le mouvement. Une mesure de cohérence est introduite pour tenir compte du bruit d'acquisition dans les CCD en calculant la variance des CCD. Enfin, deux méthodes sont proposées pour détecter le mouvement lors d'une acquisition. La première construit un graphe dans lequel les sommets sont les projections et deux sommets sont connectés s'il existe des CCD entre les projections. La seconde extrait le signal respiratoire des projections en utilisant la mesure de cohérence. Toutes les contributions sont évaluées à l'aide de données simulées et réelles. Les CCD permettent la détection de mouvement pour la plupart des paires, mais pas directement pour celles dont les CCD sont fortement impactées par le bruit et pour lesquelles un filtre passe-bas a été appliqué afin de rendre la détection possible.

------------- ENGLISH VERSION ------------------------------------

Abstract:

Four-dimensional (4D) computed tomography (CT) images are used for the radiotherapy planning of thoracic and upper-abdominal tumors to account for breathing motion. It assumes that the breathing cycle is periodic which is often not the case, especially for patients suffering from respiratory diseases, resulting in artifacts in tomographic images which may impact the radiotherapy. The aim of this thesis is to detect motion in helical CT using data consistency conditions (DCCs). DCCs are mathematical equations characterizing the redundancy in the projection data. They have been developed for several source and detector configurations but the literature is scarce on helical CT with a cylindrical detector which is the most used geometry in 4D CT. The first contribution of this thesis is the development of two approaches to apply DCCs to pairs of cone-beam projections. The first approach resamples two projections onto a virtual detector which rows are parallel to the line connecting the source positions to apply a fan-beam DCC along each row. The second approach computes DCCs in the cylindrical detector coordinates to increase the number of DCCs in a helical acquisition. The second contribution studies the ability of DCCs to locally detect motion. A consistency metric is introduced to account for the effect of the acquisition noise in the DCCs by computing the variance of the DCCs. Lastly, two methods are proposed to detect motion during an acquisition. The first constructs a graph in which the vertices are the projections and two vertices are connected if a DCC can be computed between the projections. The second extracts the respiratory signal from the projections using the consistency metric. All contributions were evaluated using simulated and real data. DCCs allowed the detection of motion for most pairs, but not directly for those whose DCC was heavily impacted by noise where a low-pass filter was applied to enable motion detection.