Résumé :

Le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) provoque un dérèglement de l'équilibre vital entre oxygène apporté et dioxyde de carbone évacué par le système respiratoire. En effet, les alvéoles qui composent les poumons sont collabées ou remplies de liquide en cas de SDRA, ce qui empêche le processus normal de ventilation. Pour maintenir en vie les patients diagnostiqués du SDRA, le recours à la ventilation mécanique est systématique. Cette dernière permet de rétablir l'équilibre oxygène-dioxyde de carbone, mais peut provoquer des lésions pulmonaires supplémentaires. Dans le but de réduire ces lésions et adapter la prise en charge de chaque patient, il est nécessaire de quantifier l'aération pulmonaire. L'image tomodensitométrique (ou CT pour computed tomography), déjà utilisée en clinique dans le processus diagnostique, permet cette quantification, car elle contient des informations de densité, mais exige une segmentation préliminaire des poumons. Cette thèse propose d'automatiser la tâche de segmentation des poumons sur les images CT. L'apprentissage profond supervisé est utilisé pour répondre au défi que constitue la segmentation de poumons peu contrastés, car présentant des lésions denses. L'accent est mis sur l'importance des données et de la manière dont celles-ci sont présentées au modèle lors de l'entraînement. Divers aspects de la gestion des données, tels que le transfert d'apprentissage, les détails du contexte, la diversité ou encore la pertinence de l'information traitée, sont explorés en utilisant des architectures de U-net 2D ou 3D. Enfin, dans le contexte pré-clinique, un modèle de production est proposé pour la segmentation des poumons de patients avec SDRA afin d'améliorer leur prise en charge par le réglage personnalisé de la ventilation mécanique.

Abstract :

Acute respiratory distress syndrome (ARDS) induces a disturbance in the vital balance between oxygen intake and carbon dioxide output from the respiratory system. Indeed, alveoli composing the lungs are collapsed or filled with fluid in case of ARDS, impeding the normal ventilation process. To maintain patients diagnosed with ARDS alive, mechanical ventilation is routinely used. The latter restores the oxygen-carbon dioxide balance, but can cause ventilation induced lung injuries (VILI). In order to reduce VILI and to provide patient-specific management, aeration quantification is necessary. Computed tomography (CT) image, already used in the clinical diagnostic process, allows this quantification because it contains density information. Yet, preliminary lung segmentation is needed. This thesis proposes to automate lung segmentation on CT images. Supervised deep learning is used to address the challenge of segmenting poorly contrasted lungs, caused by the presence of high density lesions. Focus is made on data prevalence and on the way of presenting them to the model during training. Hence, various aspects of data management, as transfer learning, amount of details in the context, diversity or relevance, are explored with 2D or 3D U-net architectures. Eventually, in the pre-clinical context, a 3D production model is provided to segment lungs of patients with ARDS and therefore improve their care through personalized mechanical ventilation setting.