

## 令和2年度 博士論文

題目：胸部 CT 画像の経時的差分像解析におけるレジストレーションと結節状陰影の自動  
検出法に関する研究

氏名：芳野 由利子

経時的差分像技術では、現在画像と過去画像間で位置合わせを行い、現在画像から変形処理を行った過去画像との引き算を行う。このことによって血管や骨、筋肉などの正常組織を除去し、新たに生じた病巣や既存の病巣陰影の経時変化を強調した画像を生成することができる。比較読影において過去画像と現在画像と同時に経時的差分画像を表示すれば、これらの経時的変化の様相をより効果的に観察することが可能となり、病巣の見落としの軽減や進展度の評価などパフォーマンス向上に効果が期待できる。本論文では、3次元胸部 MDCT 画像において、より高精度な経時的差分像の生成技術を開発し、実 CT 像に適用し、その効果を報告する。

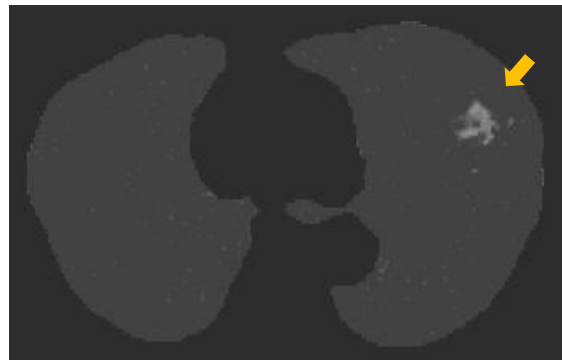
経時的差分像技術を構築するため、Generalized Gradient Vector Flow (GGVF)集中度とシフトベクトルの平滑化によるレジストレーション法を提案した。GGVF とは動的輪郭モデルの一種であり、周辺の構造情報とエッジ情報を持つベクトル場である。位置合わせにおいて GGVF 集中度を用い、各ピクセルの変形量（シフトベクトル）を求める。さらに、周辺のシフトベクトルを用いて平滑化し、画像間の整合性を得ることにより、レジストレーション精度の向上を図った。さらに、Feature-driven Free Form Deformation (FFD)を用いたレジストレーション法を提案した。FFD とは、画像に格子点を設定し、Uniform cubic B-spline 関数によって画像を非剛体として滑らかに変形する手法の1つである。本章では、格子点を変形前後の画像間の対応点とする Feature-driven FFD を用い、高精度なレジストレーション手法を開発した。

一方、コンピュータ画像支援診断法を構築するため、経時的差分画像から初期候補領域を選定し、濃度、形状に基づく特徴量を求め、機械学習による最終検出からなる結節状陰影の自動検出法を提案した。Artificial Neural Network や Fisher 識別器など4種類の識別器や、これらのアンサンブル識別器をそれぞれ適用し、識別能力の比較を行った。さらに、Convolutional Neural Network (CNN) を用いた結節状陰影の自動検出法を提案した。特に、AlexNet, VGG, ResNet など2次元の画像において高い識別性能を実現した代表的な 2D-CNN のアーキテクチャを3次元に拡張し、それぞれを経時的差分画像のボリュームデータに適用し、識別能力の比較を行った。また、残差機能を付加した CNN による結節状陰影の

自動検出法を提案した。残差ブロックを用いることにより自然画像において高精度な分類結果を出力する ResNet を 3 次元に拡張する場合，莫大な計算資源が必要である。そこで，16 層の畳み込み層を持つ VGG16 を 3 次元に拡張し，さらに ODE の概念を考慮した残差ブロックを部分的に適用することにより，計算資源において低コストかつ高精度な結節状陰影の自動検出法を開発した。



レンダリングの例



経時的差分像の例

経時的差分画像