

題目：CNN を用いた指骨 CR 画像における経時差分法の開発

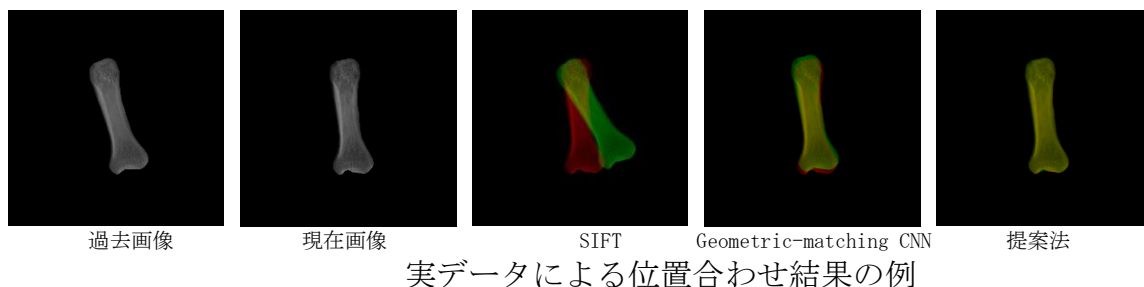
氏名：小野 輝

関節リウマチは、関節の腫れや痛み、関節破壊を特徴とする慢性の炎症性疾患であり、症状が進行すると患者の生活の質 (Quality of Life : QOL) を著しく損なう。症状の進行を抑制するためには、疾患の早期からの積極的な治療と、厳密な管理 (タイトコントロール) が極めて重要である。しかし、関節リウマチの診断のためには、X線画像内の多くの指骨や関節の状態を目視で評価する必要があり、正確な読影のためには多くの時間と労力を必要とする。これらの問題を解決するために、コンピュータにより画像を解析し、解析結果を第2の意見として医師に提示する、コンピュータ支援診断 (Computer-Aided Diagnosis : CAD) システムの開発が求められている。

単純 X 線画像の読影を支援するコンピュータ画像解析技術の一つとして、経時差分技術がある。経時差分技術とは、同一患者の単純 X 線画像から、過去と現在の差分画像を生成することにより、経時的変化の有無を可視化する技術である。変化の有無を可視化することにより、診断精度の向上や読影時間の短縮が期待できる。

そこで、本論文では関節リウマチの診断支援を目的とした、経時差分法に基づく手部 CR 画像の解析手法を提案する。提案手法は、「指骨領域の抽出」、「画像位置合わせ」、「差分画像の生成」の3つのステップで構成される。指骨領域の抽出では、CNN (Convolutional Neural Network) による指骨領域のセグメンテーション手法を提案し、U-Net, DeepLabv3+, U-ConvNeXt の3つの CNN モデルを構築した。101 症例の手部 CR 画像を用いた実験を行い、提案モデルである U-ConvNeXt は、 $mIoU : 95.21\%$ を獲得し、U-Net と比較し、メモリ使用量は 38%削減、学習速度は 2.2 倍、推論速度は 1.4 倍高速であり、精度と計算速度のトレードオフが良好であることが示された。

画像位置合わせでは、Geometric-matching CNN に対し、Instance-specific optimization を適用した手法を提案し、合成データを用いた実験において $TP : 99.08\%$, $FP : 1.00\%$, $Dice : 99.04\%$ を獲得し、提案手法の有効性が示された。また、提案手法を用いて過去・現在画像で構成される実データにおいて差分画像の生成を行ったところ、経時的変化の可視化が確認され、提案手法が、関節リウマチの診断支援において有用である可能性が示唆された。



実データによる位置合わせ結果の例