

令和2年度 卒業論文

題目：細胞核領域の切り出しアルゴリズムを用いた蛍光顕微鏡画像からの CTC の自動識別

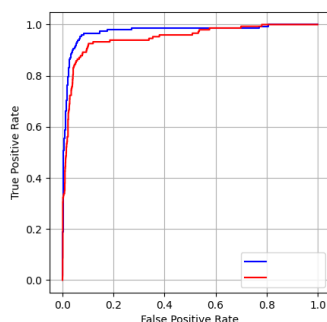
氏名：橋本 和希

現在、日本人の死因第1位は悪性新生物(がん)であり、がんの2019年における死亡者数は全体の27.3%を占めている。がんは転移を繰り返しながら進行し、それにつれて生存率は低下していくため、早期発見や早期治療を行うことが重要である。がんの転移は、がん細胞が血管やリンパ管を通じて他の臓器に飛び火することで起こる。がんの診断にはさまざまな方法があるが、がんが転移性であるかどうかの判定は困難であり、かつ侵襲性が大きいものもあり、診断の実施回数が限られる場合がある。そこで近年、新しいバイオマーカーとして血中循環がん細胞(CTC)の解析に注目が集まっている。

CTCとは、腫瘍細胞から遊離し全身を循環するがん細胞であり、がんの転移に影響されている。したがって、血液中のCTCの解析を行うことにより、がんの再発リスクの評価や予後の治療を選択するための予後マーカーとしての活用、より正確な病態把握などが期待されている。しかし、CTCの存在割合は10億個の血液細胞中に数個程度であるため、病理医の負担増加が懸念される。

そこで本論文では、血液中のCTCを診断するうえで、コンピュータによる定量的な解析を可能とすべく、蛍光顕微鏡画像からのCTCの自動識別法の提案を行う。提案手法は検出と識別の2つのステップに大別される。まず、主にフィルタリング処理を用いて細胞候補領域の検出を行った後、細胞候補領域に関心領域を設定し、細胞核領域を切り出すことによる関心領域の再構成を行う。次に、CNNを用いた特徴量の抽出を行った後、関心領域ごとにCTCであるか否かの識別を行う。

本論文では、6サンプル分の画像5,040枚に対して提案手法を適用し、CTCの識別実験を行った。その結果、検出については検出数148個($TPR = 100\%$)、過検出数988個という良好な結果を得た。識別においては、AlexNetをベースとしたCNNモデルで $TPR = 84.46\%$ 、 $FPR = 4.251\%$ 、 $AUC = 0.972$ 、SqueezeNetをベースとしたCNNモデルで $TPR = 90.54\%$ 、 $FPR = 9.760\%$ 、 $AUC = 0.948$ という結果を得た。



SqueezeNet の ROC 曲線