

令和元年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

森 研究室	氏 名	大石 仁美
卒業研究題目	内視鏡ビデオからの内視鏡的粘膜下層剥離術における穿孔自動検出に関する研究	

本稿では、内視鏡的粘膜下層剥離術における穿孔有シーンの分類手法および分類を行う機械学習モデルの解析手法について述べる。早期大腸がんの治療に用いられる内視鏡的粘膜下層剥離術（ESD）は高周波ナイフで病変周囲の粘膜を切開し、粘膜下層を剥離することによって病変を切除する内視鏡的治療法である。ESD は手術難度が高く出血や穿孔（図1）を起こしやすいという問題がある。穿孔により腹膜炎が引き起こされると緊急の開腹手術が必要となる可能性もある。したがって医師による穿孔の見逃しを防止し、ESD を補助する支援治療システムの開発が望まれている。穿孔が有るシーンと無いシーンは画像上の見た目より判断することが可能である。そこで、本研究では深層学習を用いて ESD 画像を穿孔有シーンと無シーンに分類する手法を開発する。学習済みの深層学習モデルの解析を行い、穿孔の特徴を捉える特徴表現が得られているかを調査する。

ESD 画像の分類手法の開発においては、医師の手によってアノテーションされた 50 症例分の ESD 手術動画から穿孔有りシーンの画像を 29,754 枚、穿孔無しシーンの画像を 76,831 枚抽出し、実験のためのデータを作成した。畳み込み層の数が異なる 3 種類の深層学習モデル（CNN）を構築した。それぞれのモデルを作成したデータで学習させ、穿孔シーン分類の評価を比較した。その後 Grad-CAM を用いて分類において重要視された画像中の領域を可視化することで、学習されたモデルが穿孔の特徴を捉えているか否かの解析を行った。

実験では畳み込み層の数が 3 層のモデルが正解率 75.7%かつ 3 つのモデルの中で最も高い感度 88.7%で分類を達成した（表 1）。その 3 層モデルに対し Grad-CAM を適用した結果、穿孔有りと分類された画像では術具による裂傷が激しい部分から特徴量抽出を行っていることが判明した（図 2）。

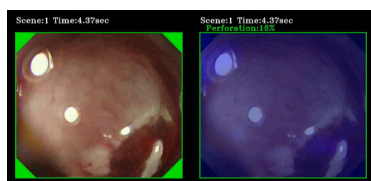
穿孔の有無を表す弱教師信号のみが与えられた画像データセットにより、穿孔シーンを検出する分類器の構築を達成した。この構築したモデルを解析することにより、大きな裂傷の画像パターンを表す特徴量抽出がされていることが判明した。裂傷部位の有無は穿孔の有無と高い相関があることが知られた。今後の課題として、穿孔の高精度な位置検出のための大規模データセットを用いた詳細な検証などがあげられる。



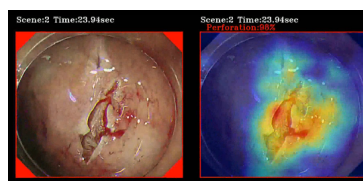
図 1: ESD 中の穿孔。

表 1: 各モデルにおける評価用画像に対する精度

モデル	正解率 (%)	感度 (%)	特異度 (%)
3 層 CNN	75.7	88.7	70.7
4 層 CNN	75.7	71.8	77.2
5 層 CNN	73.6	81.4	70.5



(a) 穿孔無し画像の例。



(b) 穿孔有り画像の例。

図 2: 入力画像に対する学習済みモデルの解析結果。(a)(b) ではそれぞれ左が入力画像、右が穿孔有りクラスへの分類に寄与した領域を暖色の彩度の大ききで示すヒートマップ。