

# グラフカットを用いた腹部X線CT画像からの 対話的領域抽出手法の検討と評価

光岡 遼\*

滝沢 穂高\*

岡田 俊之†

工藤 博幸\*

## 1 はじめに

腹部 X 線 CT 画像から臓器領域を自動的に抽出する手法の開発が進められている [1]. これらの手法の多くは臓器形状の統計的特性を基に領域決定を行っているため、典型的な臓器は高精度に抽出できるが、大きく外れた臓器は正しく抽出できないことがある. 本研究では、誤抽出した場合の後処理に注目し、グラフカット、モルフォロジ演算、ラベリング処理と擬似カラー表示を組み合わせた対話的領域抽出手法を提案し、実験結果を示す. なお、この手法は統計的手法で学習に用いるラベル画像を手作業で作成する際にも利用することができる.

## 2 グラフカットによる対話的な領域抽出

グラフカットを用いた対話的領域抽出手法 [2] は、ユーザが対象領域と背景領域の内部にシード領域を指定し、その濃淡情報と隣接画素の画素値の類似性から画像全体を2つの領域に分割する手法である. この手法は大域的最適解が保証されているが、対象領域の周辺に類似濃度の領域が存在する場合には、その領域を過抽出してしまう問題がある.

図 1a はグラフカットを用いて膵臓領域の抽出を行った例である.(紙面の都合上、特定スライス画像のみを示しているが、実際は3次元の処理を行っている.) 同図においてより明るい赤色領域が対象(膵臓)のシード領域で、青色領域が背景のシード領域である. グラフカットによって抽出された領域が赤色領域(シード領域を含む)である. 同図中央の膵臓領域は正しく抽出できているが、丸印で示す部分を境に別の領域(同図上部)も過抽出してしまっている. ユーザはこの過抽出を修正する必要があるが、これを手動で行うのは手間がかかる. そこで出来るだけユーザの手作業が少なくなるような修正方法を考える必要がある.

## 3 過抽出領域の識別とグラフカット再実行による臓器領域の抽出

本手法はまず、2章で説明した手法で初期領域の抽出を行う. 次にユーザは目視で確認しながら、対象領域と過抽出領域が分離するまで抽出領域の収縮処理を行う. 完全に分離したかどうかは、ラベリング処理と(それぞれのラベル領域を異なる色で表示する)疑似カラー表示を用いて確認する. 図 1b では、過抽出された領域の色が黄色で示されていることにより確認できる. 完全に分離したことを確認した後、図 1c に示すように、収縮した対象領域を抽出対象のシード領域、分離した領域を背景のシード領域に追加する. その後グラフカットを再実行することによって、図 1d に示すように誤抽出を抑制した抽出結果が得られる. この手法を用いることで、ユーザは手作業で領域を修正する手間が少なくなる.

## 4 提案手法と単純グラフカットを用いた手法との比較

本手法を用いて膵臓領域を抽出した場合(以下、提案手法)と、提案手法を用いずにグラフカットで領域を抽出し、過抽出領域を手作業で修正した場合(以下、単純グラフカット)を比較する. 比較には筑波大学附属病院で取得された実症例4つを用いた. 図2に提案手法による抽出結果を、図3に単純グラフカットによる抽出結果を示す. 図4に、グラフカットの実行回数と抽出精度の関係を表すグラフを示す. 抽出実行は、抽出結果の変化が小さくなった時に終了した. 抽出精度は、各手法による抽出結果と医師が手作業で領域抽出を行った結果を Jaccard Index を用いて評価した. 同図から単純グラフカットと比較して、提案手法はより少ない実行回数で安定的に対象領域を抽出できていることが確認できる. 提案手法は対象領域と過抽出領域が確実に分離するまで収縮処理とラベリング処理を行うため、一度過抽出した領域をほぼ抑制することができる. 一方、単純グラフカットは手作業でシード領域を修正する必要がある. また、すべての過抽出領域に

\*筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻 〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1

†筑波大学医学医療系消化器外科

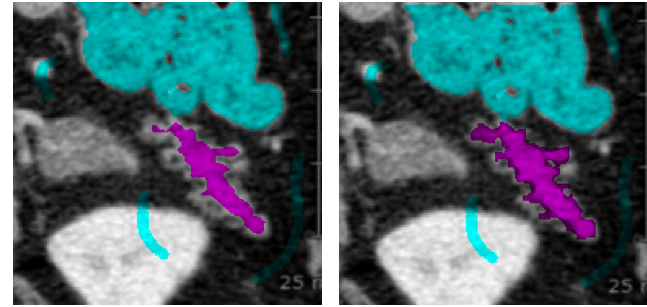
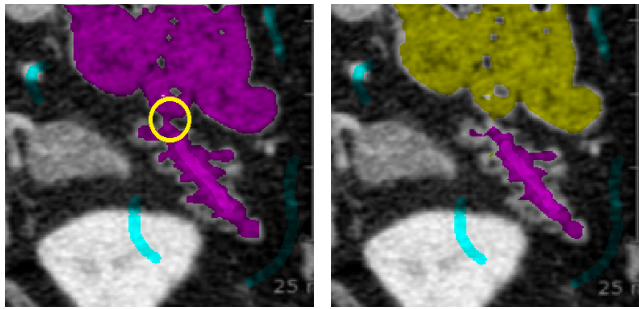


図1: 対話的グラフカット, 収縮処理, ラベリング処理, 疑似カラー表示による膵臓領域の抽出

背景のシード領域を指定し直すことは難しいため過抽出領域が残ってしまい, 再びその領域を過抽出する場合や, 一度抑制した領域がグラフカットの再実行を繰り返した結果, 再び過抽出される場合があり, 精度が向上しなかった。

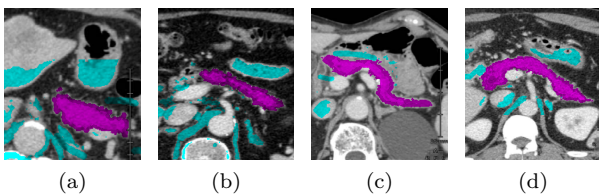


図2: 提案手法による膵臓領域の抽出結果

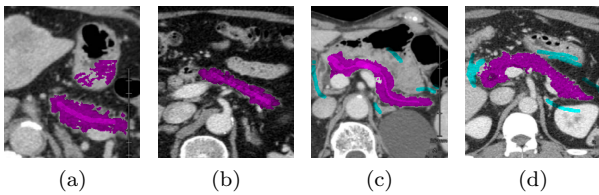


図3: 単純グラフカットによる膵臓領域の抽出結果

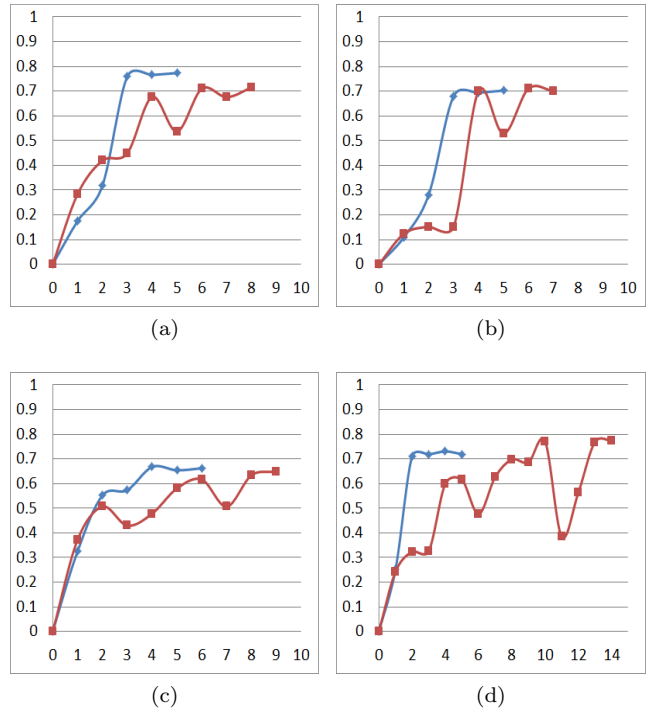


図4: グラフカットの実行回数(横軸)と抽出精度(縦軸)による提案手法(青)と単純グラフカット(赤)の比較

## 5 おわりに

本論文では腹部 X 線 CT 画像から対話的に臓器領域を抽出する手法を提案した。まず, 対話的なグラフカットを用いて初期領域を抽出し, 収縮処理, ラベリング処理と疑似カラー表示を用いて過抽出領域を識別し, それに基づきシード領域を修正し, 再度グラフカットを実行し, 対象領域を良好に抽出できることを示した。また, 単純グラフカットと比較した場合に, より少ない実行回数で安定的に良好な抽出結果を得られることを確認した。

今後の課題は, さまざまな実験条件や評価基準を使って, 提案手法と単純グラフカットを比較することである。

## 参考文献

[1] <http://www.comp-anatomy.org/wiki/index.php>  
 [2] Yuri Y. Boykov, Marie-Pierre Jolly. "Interactive Graph Cuts for Optimal Boundary & Region Segmentation of Objects in N-D Images". Proceedings of International Conference on Computer Vision, Vancouver, Canada, vol.I, pp.105-112, July, 2001.