5S-6

グラフカットによる矩形内の対象領域抽出についての検討

白石 馨[†]　　米元 聡[‡]

九州産業大学大学院情報科学研究科[†]　　九州産業大学情報科学部[‡]

1. はじめに

デジタルカメラ等で撮影された実画像と、背景やコメント等のデジタル素材とを組み合わせ、合成画像のアルバムやブログ等に用いるデジタルコンテンツを作成する機会が増加している。

しかし、多くの人にとってこの編集・加工は非常に手間を取る作業であり、時間がかかるという問題がある。

そこで本研究では、実画像を獲得するタイミングで、必要な対象領域のみを切り出し、デジタル素材として利用する際の画像の編集・加工の手間を極力削減することを目指す。写真撮影を行う際、設定されたガイド枠内に対象領域を捉えるだけで高精度の切り出しを可能にし、ユーザの介在の少ない対象領域の切り出し手法を提案する。

2. グラフカットによる対象領域の切り出し

対象領域を切り出す方法としては、インタラクティブ・グラフカット[1]が提案されている。コンピュータビジョンの問題をエネルギー最小化問題として解くことが多いが、グラフカットはその１つの解法として近年注目されている。インタラクティブ・グラフカットとは、領域分割問題にグラフカットを応用した手法であり、予めユーザが指定した対象領域、背景の一部をもとにグラフを作成し、最小カット/最大フローのアルゴリズムを用いて問題を解く。

本研究では、グラフカットによる領域分割手法をもとにしたユーザの介在の少ない対象領域の切り出し手法を提案する。

インタラクティブ・グラフカットの改良手法である Grabcut[2]にならい、対象領域を囲む矩形（ガイド枠）をもとに、背景、対象領域の色分布をそれぞれガウス混合モデル(GMM)でモデル化する。矩形外の画素を背景のGMMの学習に、矩形内の画素を対象領域のGMMの学習に利用する。

An object region extration method using graph cuts
†Kaoru Shiraishi, Graduate School of Information Science, Kyushu Sangyo University
‡Satoshi Yonemoto, Faculty of Information Science, Kyushu Sangyo University

しかし、我々の目的に従来手法を利用するには以下の問題がある。

- 矩形内に背景色の画素を多く含む場合、対象領域のGMMをうまくモデル化できない。
- 凹領域を含むような対象の形状の場合、画素のコントラストをもとにしたエネルギー最小化問題である性質上、短い境界線で分割してしまい、背景色の塊を残してしまう。

これらの問題を解決するための手法として、図１に示す選別処理を導入する(手法 1)。

初めに、入力画像に対して対象領域を完全に含むようなガイド枠を設定する。従来手法と同様に、ガイド枠を基準として、枠外は背景、枠内は前景が初期のラベルとなる。

次に、枠外の背景画素を用いて背景GMMの生成を行う。生成された背景GMMを用いて対象領域を含む枠内の各画素の尤度を求める。背景画素に類似しているかどうかを決めるためのしきい値を決定する。枠内の画素について、尤度がしきい値より低ければ背景画素に類似しているということになり、背景ラベルを振り直す。逆に、尤度がしきい値より高ければ、前景画素に類似していることになり、前景GMM生成のための画素として残す。この選別処理よってガイド枠内の背景画素を取り除いていく。

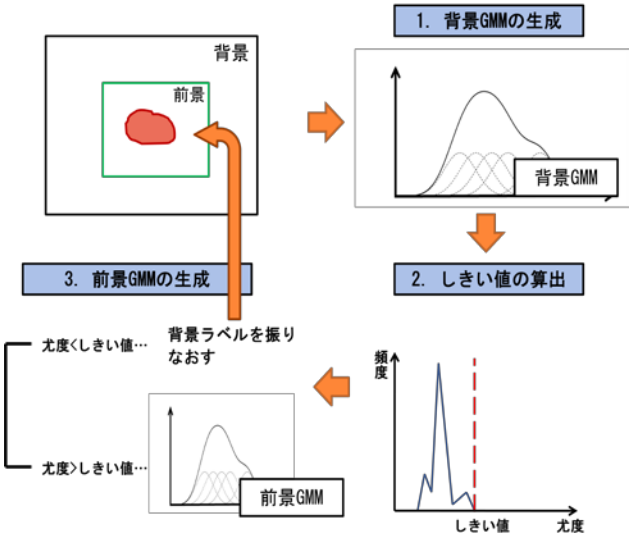


図 1　選別処理

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

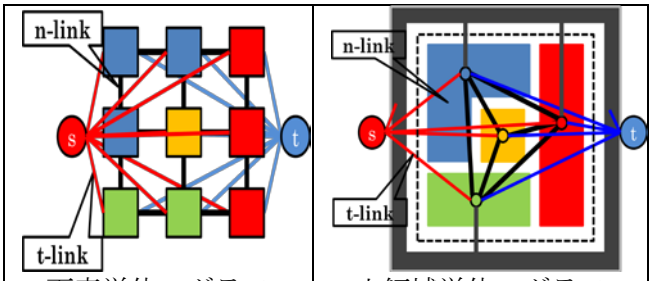
さらに本研究では、小領域分割を用いたグラフカットについても提案する(手法2)。

グラフカットでは、全画素対象の大規模なグラフを構築するため計算コストが高い。近傍の画素の色は類似していることが多いことから、予め隣接する類似色の画素を小領域にまとめて扱うことができれば、精度をあまり落とさず、低い計算コストでグラフカットを適用することができると考えられる。

そこで本研究では、前処理として類似する画素を小領域(superpixels)に過分割しておく。得られる各小領域から平均色などの領域特徴を抽出し、小領域単位でグラフカットを適用する。GMM は精度を保持するためにこれまで同様の方法で生成しておくものとする（手法 1 の併用も可能である）。

画素単位でグラフを構築する場合、各画素に１つのノードを対応させ、各ノードに t-link を、隣接するノード間に n-link を設定する。このとき、t-link に設定するコストとして背景 GMM、前景 GMM に対する尤度を用いる。n-link に設定するコストにはコントラストの差異を用いる。

一方、小領域単位でグラフを構築する場合、各小領域が１つのノードに対応することになるが(図 2)、t-link に設定するコストとして小領域の色特徴の背景 GMM、前景 GMM に対する尤度を用いる。同様に、隣接するノード間に n-link を設定するが、異なるラベルをもち類似する色特徴の場合にコストを与えるようにする。また、枠外の背景画素（小領域）を一塊の背景領域と考える。このノードとガイド枠に接する小領域との間にも n-link を設定する。



画素単位のグラフ　　小領域単位のグラフ

図 2　小領域分割を用いたグラフカット

3. 実験・評価

従来手法と、手法 1,2 の対象領域切り出しの性能評価実験について述べる。固定のガイド枠を事前情報として与え、(a)様々な対象物体、(b)積み木で作成した様々な形状の物体に適用した。真値は手動で作成したものを用いた。

平均誤検出率(誤検出画素数 / 全画素数 × 100) (%)を求め比較したところ、表 1 のような結果になった。手法 1 の性能が最も高く、手法 2 と従来手法の性能はほぼ変わらないことが確認できる。

表 1　誤検出率の比較

	(a)	(b)
手法 1(%)	1.81	2.43
手法 2(%)	2.75	3.13
従来手法(%)	2.82	2.43

表 2　処理性能の比較

	(a)GMM	(b)GC
手法 1(ms)	2,040	1,054
手法 2(ms)	2,508	165
従来手法(ms)	2,508	3,015

(a)GMM の生成、(b)グラフカットに要した平均処理時間を表 2 に示す。平均のグラフサイズ(頂点数, 辺数）は従来手法、手法 1 で(307,200, 2,450,884)、手法 2 で(3,972, 23,491)となりかなり削減されている。小領域の分割サイズは 5 とした。前処理として高速な小領域分割手法の利用が前提であるものの、表 1,2 から精度はあまり落とさずにグラフカットにおける計算コストの削減ができたといえる。ただし、手法 2 では従来手法に比べ前景・背景の境界が滑らかにならず、背景画素がやや残る結果となった。このため、対象境界を滑らかにする補正技術の併用が望ましい。

4. おわりに

本研究では、グラフカットによる矩形内の対象領域抽出についての検討を行い、精度を上げるための手法として、GMM 学習サンプルに対する選別処理を導入した。また、精度はあまり落とさずにグラフカットの計算コストを削減するために、画素単位ではなく小領域単位でグラフカットを行う手法を提案した。

参考文献

[1] Y.Boykov, M.P.Jolly, Interactive Graph Cuts for Optimal Boundary & Region Segmentation of Objects in N-D Images, ICCV2001, pp.105-112, 2001.

[2] C.Rother,V.Kolmogorov, A.Blake, Grabcut, Interactive Foreground Extraction using Iterated Graph Cuts, ACM SIGGRAPH, vol.23, pp.277-286, 2004.

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.