

画像切り抜き技術の研究開発と実用化

林 貴宏*

1. 緒言

インターネット上にはテキスト、映像、画像、音声をはじめ膨大なデジタルデータがありますが、それを活かすには、より効率的な検索システムが求められています。当研究室では、こうしたデータを検索する「マルチメディア情報検索」の研究を進めています。マルチメディア情報検索の研究は、動画像処理、テキスト処理、パターン認識、AI、インタラクシオンデザインなどの情報工学の知識、技術に加え、言語学、認知科学、哲学、生理学等の知識も組み合わせる複合領域の研究です。そのため必要とされる知識や技術は幅広いですが、これがおもしろい点でもあります。

当研究室は2018年4月にスタートしました。研究内容としては、私の前任校である新潟大学で行っていた研究を継続しています。これまでマルチメディアに関する様々な研究を行ってきましたが、以下では、その中でも、産学連携により商品展開されていった画像切り抜き技術「切絵」^[1]の研究を紹介したいと思います。

2. 画像切り抜き技術「切絵」の概要

「切絵」は、楽天技術研究所との共同研究の中で、マルチメディアエディタと呼ばれるシステムの開発の中で生まれた技術です。マルチメディアエディタは、ドラマなどの動画に出現する様々な物品や人物などにタグ情報を半自動で打ち込むためのシステムです。

動画に対しタグ情報を付与することで様々なサービスを実現できます。例えば、ドラマの中で俳優が着ている服や身に付けているバッグなどをクリックしたときに、その製品の説明を表示したり、楽天市場などの店舗サイトへとリンクさせ購買誘導したり、動画の内容にあった広告を自動挿入するといったサービスが可能となります(図1)。

このようなインタラクティブな動画コンテンツを実現するためには、予め動画内の各物体領域の位置に対応させたメタデータ(商品や店舗URLなどの情報)を入力しておく必要があります。動画内の部分領域に対しメタデータを付加するのはコンテンツ提供側の仕事ですが、この作業は非常に手間のかかるものとなります。なぜなら動画を構成する静止画列(フレームと

*関西大学総合情報学部



図1：部分領域へのタグ埋め込みと情報推薦への応用

言います)は一般的に1秒あたり30枚程度と、その枚数が膨大であり、すべてのフレームに対し、物体領域の位置情報を手動で入力するのは非常に骨が折れる作業となるからです。そのため、計算機を利用していかに効率よく物体領域の位置を指定するかが重要となります。

画像中の物体領域を抽出する画像処理は、画像切り抜き (image cutout) と呼ばれます。一般的に画像切り抜きの編集作業は、マウスなどのポインティングデバイスを用いて物体領域の境界線をなぞることで抽出するという、古典的な方法が用いられてきました。このような方法は、特に領域形状が複雑になるほど手間がかかります。また、なぞりに失敗した場合には、最初からやり直しとなります。さらに、動画から特定の物体を切り抜くことを考えた場合、動画を構成する静止画列に対し、この作業を繰り返す必要があるためユーザにとっては非常に大きな負担となります。

この問題を解決し、動画内の物体領域を簡単な操作で指定できるようにする技術が「切絵」です。「切絵」では、図2(左)のようにユーザが物体領域の一部と背景領域の一部をマーキングするだけで、図2(右)のように正確に物体領域と背景領域の境界を特定し画像を切り抜く(物体領域と背景領域を分離する)ことができます。

詳細は省略しますが、「切絵」は内部処理として、領域拡張法という古典的な画像処理手法

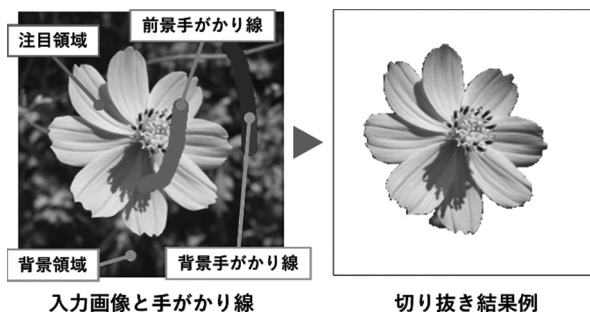


図2：「切絵」におけるユーザ入力(左)と切り抜き結果(右)

を用いています。古典的ではありますが、領域拡張法の基準を与えるコスト関数は様々な制約条件を同時に考慮できるため、複雑なテクスチャパターンや前景・背景の飛び地にも対応できるという利点があります。また、データ構造を工夫することで高速処理が可能というメリットがあります。

さらに「切絵」を動画へと拡張するために、当研究室では線追跡に基づく動画内物体領域抽出技術を開発しました^[2]。動画内物体領域抽出とは、動画を構成する各フレームに対し、連続的に物体領域を抽出する処理のことです。一般的に、動画からの物体領域抽出は、第1フレームにおいて物体領域を抽出した後、物体領域を後続フレームへと追跡することで実現します。このとき、物体領域全体を追跡するという処理は、計算時間の観点で効率が悪く、また、物体領域内のすべての画素を正確に追跡することは困難です。さらに、後続フレームになるほど誤差が蓄積されるという問題が発生します。

そこで、図3のように、第1フレームにマーキングした線領域のみを後続フレームへと追跡します。各フレームで追跡された線領域をユーザ入力とみなし連続的に「切絵」を適用することで、各フレームでの物体領域が抽出できます。線領域の追跡を多少誤ったとしても、線の推定位置が領域内に含まれてさえいれば、物体領域は正しく抽出できるため、追跡するたびに誤差が蓄積されるという問題を回避でき、動画においても正確な物体領域抽出が可能となります。



図3：「切絵」の拡張による動画内物体抽出の実現

3. 産業応用

このように「切絵」は、マルチメディアエディタの中核的な機能として開発した技術だったのですが、汎用性も高く、様々な分野での応用が期待できることから、その技術・アイデアについては、日本やアメリカをはじめとして、様々な地域で特許登録されています^[3]。また、実際に、企業との共同研究を通じて開発した様々なソフトウェアの中で組み込まれて使用されています。ここからは実際「切絵」が使用されているソフトウェアをいくつか紹介します。

3.1 キリエクラウド

キリエクラウド (<https://kirie-cloud.com/>) は、「切絵」の機能のみを独立させて Web アプリとして利用できるように、新潟県の IT 企業と共同開発したものです。EC サイトやチラシ広告に掲載する商品画像の作成、など様々な産業領域で、画像中から物体を切り抜くという需要があります。Web アプリとすることで、特別なソフトウェアをインストールすることなく誰でも利用できます。また、画像処理はバックエンドで処理するため、高性能な PC は不要で、タブレットやスマートフォンからでも手軽に利用できます (図 4)。



図 4 : Web アプリ「キリエクラウド」(画像提供 : 株式会社プライムネット)

3.2 TouchDeMeasure

TouchDeMeasure^[4] は、画像計測のためのツールであり、この中でも「切絵」が利用されています。画像計測とは、画像や映像を利用し、物体の形、大きさ、位置などを、計算機で自動あるいは半自動で計測する技術です。TouchDeMeasure は、水産分野での画像計測を目的として開発され、アサリ、ホタテガイ、ナマコなどの計測で使用されています (図 5)。ツールにより計測された対象物名のアノテーション付与まで自動化します。

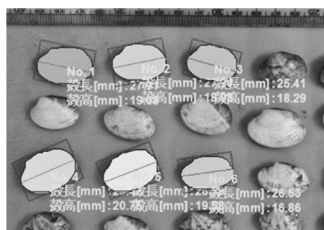


図 5 : TouchDeMeasure による画像計測 (アサリの計測)

ユーザの目視による画像計測 (従来法) ではマウス操作が基本であり、一般的な計測項目を例とすると、物体の個数を計測するためには対象のクリック操作、物体の長さは対象となる 2 点以上のクリック操作、面積は対象領域の塗りつぶし (ドラッグ操作) が必要となります。

また、これらの作業は全て正確に行う必要があります、クリック・ドラッグ操作のズレは計測誤差につながり、やり直しが必要となり、ユーザの負担が増加します^[5]。

この問題を解決するために「切絵」が使われています。マーキングのみで、計測対象となる物体領域を切り出し、さらに切り出した物体領域に対し、特徴抽出などの画像処理技術を応用することで、物体領域の形状や長さといった項目を自動計測し、アノテーションされた情報が最終的に csv ファイルの形で出力されます。

3.3 校務ナビ

校務ナビ (<https://www.cec-nis.co.jp/koumunavi/koumunavi.html>) は、小中学校や高等学校などで利用されている校務管理システムです。その中で、生徒名簿を作成するためのサブシステムに「切絵」が導入されています(図6)。個々の生徒写真を登録する作業を効率化するために、集合写真から個々の人物の顔領域のみを自動的に切り抜き、名簿を自動作成するという機能が含まれており、その中で「切絵」の技術が応用されています^{[6][7]}。



図6：校務ナビにおける顔写真付き名簿自動生成（画像提供：CEC新潟情報サービス株式会社）

3.4 コルネオサイトメトリー2

コルネオサイトメトリー2 (<https://corneocytemetry.com/>) は、角層診断の客観的な評価を支援するツールです。皮膚科学に特化した技術コンサルティングを行っている企業との共同研究の中で開発されました。このツールの中で、「切絵」の技術は、角層細胞の顕微鏡画像中から、個々の細胞領域を抽出するために応用されています(図7)。角層細胞の状態は、ターンオーバー(肌の細胞が一定の周期で生まれ変わる仕組み)の状態を反映することから、その形状評価は角層診断において最も重要なプロセスと言えます。

「切絵」技術を導入する以前(コルネオサイトメトリー1)は、角層細胞の形状測定のために、細胞一つひとつの輪郭をマウス操作によりなぞることで指定していました。輪郭をなぞる操作の正確さが、そのまま計測結果に反映されるため、操作者による測定結果の相違などの客観性の確保に課題がありました。

「切絵」技術の導入後(コルネオサイトメトリー2)は、操作者は、細胞の内部および外部

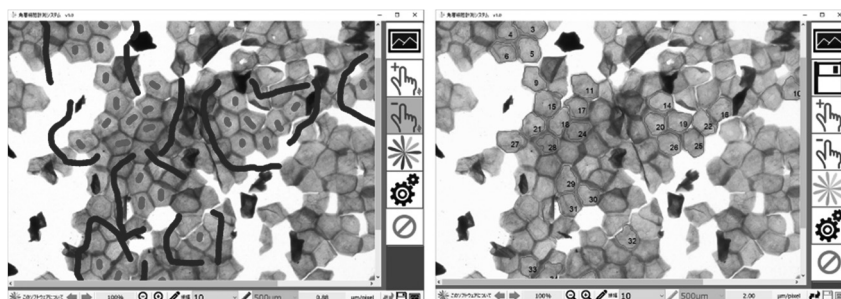


図7：コルネオサイトメトリー-2による角層計測（画像提供：株式会社 CIEL）

にマーキングするだけで、後は自動計測されます。このときに入力するマーキング位置が操作者間で多少異なっていたとしても、ほぼ同一の結果が得られ、客観性が担保されます。また、輪郭をなぞる操作に比べると、操作時間の大幅な短縮が可能になるという利点もあります^[8]。

4. 結 言

近年、AI 研究、特に深層学習の研究の進展に伴い、画像切り抜き技術も急速に発展してきました。深層学習を画像切り抜きに応用することで、人の顔など、物体認識や物体検出のタスクでよく用いられる対象であれば、ユーザ入力なしで、ほぼ全自動で切り抜くことが可能になってきています。

一方で、深層学習を用いた切り抜きでは、細部の正確さといった面では課題が残されています。現在、当研究室では、深層学習とこれまでの「切絵」の技術を組み合わせることで、ユーザ入力を不要としつつ、全自動で高精度な切り抜きを実現する技術の研究開発を進めています。この新しい切り抜き技術のアイデアは特許として申請済み^[9]です。また、これまでの成果は国際会議等でも発表しており^{[10][11]}、現在ジャーナル投稿を進めている段階です。

画像切り抜きの技術は、深層学習の発展も伴い、高精度で手軽に扱えるようになってきています。最新のスマートフォンでは、簡単な操作で背景が除去できるような写真編集機能が組み込まれるようになりました。身近なところでも画像切り抜きが使われるようになっており、今後も注目されていく技術と言えるでしょう。

参考文献

- [1] 清野達也, 林貴宏, 尾内理紀夫, 三条正裕, 森正弥: 改良領域拡張法による高速画像切り抜き手法の提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 12, pp. 3233-3249, (2009)
- [2] Hayashi, T. and Narita, Y.: Interactive Object Extraction from a Video Based on Seed-Line Tracking, Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia Systems and Signal Processing, pp. 26-30, (2016)
- [3] Onai, R., Hayashi, T., Kiyono, T., Mori M., and Sanjo, M.: Foreground Region Extraction Program,

- Foreground Region Extraction Apparatus and Foreground Region Extraction Method, 国際特許, 登録地域・特許番号: 日本・JP4963306, 米国・US8611648, ヨーロッパ・EP2328127, カナダ・CA2737115, 韓国・KR101180570, 台湾・TW 1145030, 中国・CN 102165487
- [4] 榎本洗一郎, 戸田真志, 川崎琢真, 清水洋平: TouchDeMeasure: タッチ教示を用いた画像計測支援ツール, ヒューマンインタフェースシンポジウム, ROMBUNNO.6Tp3-15, (2017)
- [5] 榎本洗一郎, 石井彩室, 戸田真志, 川崎琢真, 清水洋平: 画像計測と教師付きデータ生成のための作業支援システムの提案, 情報処理学会インタラクシオン2020, pp. 635-638, (2020)
- [6] 山本元気, 林貴宏: 集合写真から顔写真付き名簿を生成するシステムの開発, Japan-China Workshop on Industrial Engineering and ICT, pp. 52-55, (2019)
- [7] Yamamoto, G. and Hayashi, T.: A Student Information System Providing a Function for Generating a Photo Roster from a Group Photo, Proceedings of Asia Pacific Conference on Industrial Engineering and Management Systems, Paper 297, (2018)
- [8] 奥山隆史, 榎本洗一郎, 田中武則, 水谷多恵子, 岡野由利, 正木仁, 林貴宏: 画像切抜き技術を用いた角層細胞面積計測法の開発, 日本化粧品技術者会第81回 SCCJ 研究討論会講演要旨集, pp. 28-29, (2017)
- [9] 林貴宏: 画像抽出方法, 画像抽出装置, 画像抽出プログラム, 記録媒体, 特願2021-063694, (2021)
- [10] 松浦祐樹, 林貴宏: 自動生成トライマップを用いた高精度画像切り抜き手法の検討, 電子情報通信学会総合大会, D-12-9, p. 53, (2022)
- [11] Matsuura, Y. and Hayashi, T.: Accurate Image Cutout Using Automatically Generated Trimaps, Proceedings of International Congress on Advanced Applied Informatics, pp. 335-338, (2022)