

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

## 主論文の要旨

論文題目 Human Subject Segmentation in Images with Complex Background (複雑背景における人物セグメンテーション)

氏名 POURJAM Esmaeil

## 論文内容の要旨

人体領域分割は自動運転技術からエンタテインメントまで、多様な画像処理に応用されている技術の一つである。領域分割の分野ではこれまでに多くの研究がなされてきたが、未だに活発な研究が行われている。なぜなら、どのような環境でも高い精度で動作する手法は未だに提案されていないからである。

実用的な人体領域分割手法を実現するためには、1) 人体の姿勢変化に伴う形状の変化、2) 衣服の違いによる形状の変化、3) 衣服の色や模様の違い、4) シーンの複雑さ、といった問題点が重要と考えられる。

姿勢変化に伴う形状の変化は、人体領域分割において最も重大な問題点だと考えられる。なぜなら、人体は複数の関節から構成されており、人体の動きに応じて様々に変化するからである。人体の形状の変化を表現するためには、少なくとも 20 自由度の表現力のあるモデルが必要であると言われている。非常に複雑なモデルが必要となるため、明示的なモデリングの代わりに、3D モデルから単純な多関節棒人間モデルまで様々なモデルが利用されることがある。

また、レインコート、コート、T シャツ、など服装の種類によって外見に大きな変化をもたらすものが存在し、それらが必要なモデルの複雑さに拍車をかけている。

着ている服装の種類の違いによって大きく見え方が異なるということも人間の特徴である。人が着る服は非常に多様であり、1 人の人であっても、時間と場所によって異なる服装をしている。その結果、色と模様の組み合わせは非常に膨大な数になり、人体領域分割問題は更に難しく、複雑なものとなる。

人が観測されるシーンの複雑さも実用的な領域分割において重要な問題である。人の目にとってはとても単純な実世界のシーンだったとしても、コンピュータにとっては理解することは困難である。背景は多様であるため、背景自体をモデル化することも難しい。特に、移動カメラを用いる場合は、環境に動的に対応できるようなモデルが必要のため、人体領域分割問題の難しさは飛躍的に向上する。

近年の多くの研究は、グラフカットの枠組みで領域分割の問題を解こうとするものが多く提案されている。グラフカットは強力であるが、輝度値の違いや RGB の色の違いに注目した正則化項に依存している。この正則化項は必ずしも 2 つの領域を常に上手く分割出来るものではない。例えば、2 つの領域の色が類似していれば、2 つの領域が異なる物体に属していたとしても、それらの領域は統合されてしまう。また、1 つの物体が色の違う複数のパーツからなるとき、例えば上下で色の異なる服装をしている場合、それらのパーツは分割されてしまう。ユーザからの複数の入力によって回避することはできるが、本質的な解決にはならない。

本論文では、上述した問題点を解決し前述の 1)~4) のような状況であっても対応可能な自動的な人体領域分割手法を提案する。形状と色の変化に対処するため、従来の統計的形状モデル(Statistical Shape Models; SSMs)と Grab-cut を併用する。SSM は固有空間中で物体形状の変化をモデル化する統計的手法であり、データから新たな形状を生成することができる。一方、Grab-cut は画像の色分布を学習し、マルコフ確率場(Markov Random Field; MRF)を用いて前景領域を切り出す手法である。これら 2 つの手法を互いにフィードバックさせることにより、粗密法によるモデル生成とモデルの更新で Grab-cut による人体領域分割の精度を高めることができる。

色やテクスチャの問題に対しては、人体確率マップ、Superpixel, Grab-cut を組み合わせた人体領域分割法を提案する。このアイデアはジグソーパズルから着想を得ている。色やテクスチャに着目して画像を分割する場合、人体の各部分はジグソーパズルのピースのようになる。そのため、画像は、ジグソーパズルのピースの組み合わせでできていると考えられ、人体はその中の幾つかのピースで構成されると考えられる。その人体を構成するピースを正しく選択することで、大まかな人体形状を得ることが出来、Grab-cut と組み合わせることで精度よく人体領域分割をすることが可能となる。この考えに従い、自動的かつ精度の高い人体領域分割法を提案する。また、1 枚の画像の情報だけを用いて、比較的単純なモデルにもかかわらず人体領域分割の精度を従来手法よりも大幅に改善し、最新の手法に匹敵する精度を達成できることを示す。さらに、提案手法は自動的な人体領域分割にも、インタラクティブな人体領域分割にも利用できる。