

Title	事前知識に基づく画像領域分割の高度化に関する研究
Author(s)	二神, 拓也
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/82291">https://doi.org/10.18910/82291</a>
rights	© 2020 The Author(s). Published with license by Taylor & Francis Group, LLC. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives License ( <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/">http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/</a> ), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited, and is not altered, transformed, or built upon in any way.
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏 名 （ 二 神 拓 也 ）

## 論文題名

事前知識に基づく画像領域分割の高度化に関する研究

## 論文内容の要旨

可視光を検出して画像信号を取得するイメージセンサは、物理限界に近い性能が得られており、防災、防犯、計測、車載、医療、生物、農業、食品、材料、宇宙、環境の幅広い分野で利用されている。イメージセンサは、静止画や動画の鑑賞目的のみに留まらず、画像に写る内容をコンピュータが理解する画像認識技術へ応用されている。画像認識技術には、画像や矩形単位で物体の概念種別を予測するクラス認識や物体検出が存在するが、クラス認識や物体検出は物体の形状や輪郭線を抽出できない。一方、画素単位で領域種別を予測する画像領域分割は物体の輪郭線を抽出可能なため、クラス認識や物体検出の前処理としても用いられる重要な要素技術である。

幅広い分野で研究が進められている画像領域分割には様々な従来手法が存在する。例として、学習データを用いる局所特徴に基づく手法、ユーザからの手動入力を用いるインタラクティブ手法、入力画像と領域種別に関する知見に基づきアルゴリズムが設計される事前知識に基づく手法が挙げられる。局所特徴に基づく手法は高精度化に向けて学習データ量が増加するため導入コストが増大する課題を有する。また、インタラクティブ手法はユーザからの手動入力を要するためユーザビリティが低下する課題を有する。

一方、事前知識に基づく手法は学習データやユーザからの手動入力が不要なため、導入コスト増大とユーザビリティ低下の課題を回避できる。しかし、事前知識に基づく手法の処理アルゴリズムは入力画像や領域種別に関する知見に基づいて設計されるため、導入先の処理目的に依存する。そこで、本論文では画像認識分野に貢献することを目的に、導入先となる応用システムの特性を加味して事前知識に基づく手法を高度化する研究成果を述べる。

まず、ユーザが周囲を撮影した情景画像を建造物の領域と建造物以外の背景の領域に分割する手法を提案し、その有効性を領域分割精度と計算時間の観点から評価する。提案手法は、背景領域が画像の上部や下部に分布する事前知識に基づき、グラフ理論を用いて画像領域を分割するGrabCutを適用する。GrabCutの初期化に必要な背景領域の候補を求めるために、画像の上部や下部に分布する傾向のあるクラスタを抽出する処理を提案手法に導入する。情景画像を用いた評価実験に基づき、提案手法が建造物領域分割精度の向上と計算時間の短縮を実現することを確認する。また、領域分割精度の低下を引き起こす従来手法の課題を提案手法が回避することも確認する。提案手法は、建造物領域の輪郭線情報を特徴とする建造物クラス認識の高性能化に寄与できる。建造物クラス認識は情景画像を撮影したユーザの現在位置を測位する技術に応用されるため、現在位置測位の性能向上に提案手法が貢献できる可能性がある。

続いて、インターネットオークション等で用いられる商品画像を商品の領域と商品以外の背景の領域に分割する手法を提案し、その有効性を領域分割精度と計算時間の観点から評価する。提案手法は、商品領域が画像の中央部、背景が画像の外縁部に分布する事前知識に基づいてGrabCutを適用する。GrabCutの初期化に必要な背景領域の候補を求めるために、商品領域分布の分析結果に基づいて定めた画像の外縁部を周辺の画素を併合しながら拡大させる処理を提案手法に導入する。商品画像を用いた評価実験に基づき、提案手法が商品領域分割精度の向上と計算時間の短縮を実現することを確認する。また、領域分割精度の低下を引き起こす従来手法の課題を提案手法が回避することも確認する。提案手法は、商品領域の輪郭線情報を特徴とする商品クラス認識の高性能化に寄与できる。商品クラス認識は商品画像に含まれる商品の名称や関連情報を自動取得するインターネットオークションの機能に応用されるため、インターネットオークションの効率化に提案手法が貢献できる可能性がある。

次に、監視カメラが現在と過去に撮影した画像を比較して、画素値の差分が大きい領域（以降、差分領域と呼称する）と差分領域以外の背景の領域を分類する手法を応用した人感センサ（以降、差分領域に基づく人感センサと呼称する）の有効性を評価する。人感センサは在室者の検知結果を用いて電気設備を自動制御する技術（以降、在不在制御と呼称する）に用いられるため、差分領域分割に基づく人感センサを用いた在不在制御の省エネルギー効果や消費電力量を評価項目に加える。一般家庭で収集した実験データに基づき、差分領域分割に基づく人感センサの在室者検知精度と省エネルギー効果が既存の人感センサと比べて向上することを確認する。また、差分領域分割に基づく人感センサを用いた在不在制御の消費電力量を評価し、商用化されている差分領域分割に基づく人感センサの高度化に向けた考察を行う。本研究は、関連研究で明らかにされていない差分領域分割に基づく人感センサの利点や課題を述べた点で有用で、差分領域分割に基づく人感センサの普及を促す可能性がある。差分領域分割に基づく人感センサは照明や空調設備の在不在制御に用いられるため、本研究で得られる知見は一般家庭やオフィスにおける電気設備のエネ

ルギー消費量の抑制に貢献できる可能性がある。

本論文は、全6章で構成される。第1章にて序論を述べ、第2章では、関連研究に基づいて画像領域分割の従来手法を説明する。まず、一般的な多クラスの画像領域分割を定式化し、本研究に関連する建造物領域分割、商品領域分割、差分領域分割を例示する。続いて、画像領域分割の従来手法を局所特徴に基づく手法、インタラクティブ手法、事前知識に基づく手法に分類し、各手法を代表例に基づき説明する。次に、各手法の利点と課題を整理して、研究対象とする事前知識に基づく手法とその他の手法との差異を述べる。

第3章では、情景画像の建造物領域を分割する手法を提案する。まず、事前知識に基づいて建造物領域を分割する従来手法として、上野らの手法の処理概要をフローチャートに基づき詳細に述べる。続いて、領域分割精度の低下を引き起こす上野らの手法の課題を説明する。次に、画像を構成する各画素を色情報に基づいてクラスタリングし、生成されたクラスターを解析する提案手法の処理概要をフローチャートに基づき詳細に述べる。更に、106枚の情景画像を用いた比較実験に基づいて領域分割精度と計算時間の観点から提案手法の有効性を示す。また、提案手法が領域分割精度の低下を引き起こす上野らの手法の課題を回避することも確認する。

第4章では、商品画像の商品領域を分割する手法を提案する。まず、事前知識に基づいて商品領域を分割する従来手法として、Chengらの手法の処理概要をフローチャートに基づき詳細に述べる。続いて、領域分割精度の低下を引き起こすChengらの手法の課題を説明する。次に、商品領域分布の分析結果に基づいて定めた画像の外縁部を周辺画素を併合しながら拡大させる提案手法の処理概要をフローチャートに基づき詳細に述べる。更に、341枚の商品画像を用いた比較実験に基づいて領域分割精度と計算時間の観点から提案手法の有効性を示す。また、提案手法が領域分割精度の低下を引き起こすChengらの手法の課題を回避することも確認する。

第5章では、関連研究で十分に評価されていない差分領域分割に基づく人感センサの有効性を確認し、その利点や課題を明らかにする。人感センサの在室者検知精度は在不在制御の省エネルギー効果や消費電力量を左右するため、一般家庭やオフィスの消費エネルギー内訳に占める割合の高い照明設備の在不在制御を再現し、省エネルギー効果と消費電力量を評価する。まず、人感センサの関連技術として、差分領域分割に基づく人感センサについて説明する。続いて、照明在不在制御の処理概要をフローチャートに基づき詳細に述べる。次に、人感センサの有効性を確認する実験の実験条件を説明し、在室者検知精度、省エネルギー効果、消費電力量の観点で差分領域分割に基づく人感センサの有効性を評価する。更に、実験結果に基づいて差分領域分割に基づく人感センサの利点と課題を整理し、差分領域分割に基づく人感センサの改良課題を考察する。最後に、第6章で本研究で得られた成果を結論として要約する。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 二 神 拓 也 )		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 尾上 孝雄
	副 査	教授 竹村 治雄
	副 査	准教授 谷口 一徹
	副 査	准教授 早坂 昇 (大阪電気通信大学)

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、画像認識応用システムの特性を考慮に入れた、事前知識に基づき画像領域分割手法を高度化する研究の成果をまとめたものであり、以下の主要な結果を得ている。

## 1. 色クラスタ解析に基づく構造物領域分割手法の提案

ユーザが周囲を撮影した情景画像を建造物の領域と建造物以外の背景の領域に分割する手法を提案している。提案手法は、背景領域が画像の上部や下部に分布する事前知識に基づき、グラフ理論を用いて画像領域を分割するGrabCutを適用するものである。GrabCutの初期化のためのクラスタ抽出処理についても新たに考案している。情景画像を用いた評価実験の結果、提案手法が建造物領域分割精度の向上と計算時間の短縮を実現すること、領域分割精度の低下を引き起こす従来手法の課題を提案手法が回避できることも確認している。

## 2. 画像外縁部に領域成長法を用いる商品領域分割手法の提案

インターネットオークション等で用いられる商品画像を商品の領域と商品以外の背景の領域に分割する手法を提案し、その有効性を領域分割精度と計算時間の観点から評価している。提案手法は、商品領域が画像の中央部、背景が画像の外縁部に分布する事前知識に基づいてGrabCutを適用するものである。商品領域分布の分析結果に基づいて定めた画像の外縁部を周辺の画素を併合しながら拡大することで、GrabCutの初期化に必要な背景領域の候補を求めることに成功している。実際のインターネットオークション商品画像を用いた評価実験の結果、提案手法は商品領域分割精度の向上と計算時間の短縮を同時に実現している。提案手法は、商品領域の輪郭線情報を特徴とする商品クラス認識の高性能化に寄与でき、商品画像に含まれる商品の名称や関連情報を自動取得するインターネットオークションの機能に応用されるため、インターネットオークションの効率化への貢献が期待できる。

## 3. 差分領域分割に基づく人感センサの有効性評価

差分画像領域を用いた人感センサの有効性について、在室者検知精度と省エネルギー効果の観点から評価した結果をまとめている。

一般家庭で収集した実験データを対象にして、当該センサを用いた在不在制御の評価を行い、消灯遅延時間や在室者検出精度に加え、省エネルギー効果や消費電力量についても評価し、差分領域分割に基づく人感センサが、既存の人感センサと比べて検出精度、省エネルギー効果の両面から向上することを確認するとともに、商用化されている差分領域分割に基づく人感センサの高度化に向けた考察を行っている。

以上のように、本研究による事前知識に基づく画像領域分割の高度化に関する一連の研究成果は、近年さまざまなシステムの主要構成要素として用いられている画像センサについて、応用システムの特性を考慮に入れることで可用性向上を達成する有用なものである。また、Society 5.0 の時代が訪れ、今後も画像センサの利活用がより浸透していくと予想され、本研究が今後さまざまな環境下で活用されることも期待できる。従って、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。