

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

## 主 論 文 の 要 旨

### 論文題目

遠赤外線・深度情報を活用した画像中の物体位置推定  
(Object Localization using Far Infrared and Depth Information)

氏 名 細野 峻司

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、画像・映像中に存在する物体の位置及び種類を推定する物体位置推定について、遠赤外及び深度情報を活用することで、その適用範囲を広げるための研究成果をまとめたものである。目に写る情景から人体や物体の位置や種類を理解することは、人間による周囲環境の状況理解において重要な役割を担っている。このような能力を機械で実現できれば、従来人間により行なわれていた作業を機械で代替・支援することができ、人々の生活をより豊かにできると考えられる。人の目に代わり、カメラで撮影された画像から物体の位置や種類を推定する技術として、物体位置推定技術がある。人間の活動が、屋内・屋外・日中、夜間等様々な状況で行なわれることをふまえると、物体位置推定技術は様々な環境で精度よく動作しなければならない。一方、従来の技術は、照明変化や物体配置の複雑化等、撮影条件の変動に対する頑健性が低いという問題がある。そこで、本研究では、撮影条件の変化に頑健な物体位置推定の実現を目指す。以下、各章の構成を述べる。

第1章では、まず導入として、物体位置推定技術を取り巻く背景について述べる。その後、物体位置推定に向けた遠赤外線及び深度情報の活用の可能性について述べる。そして、現在の物体位置推定技術が抱える問題について整理し、それを解決するために、「深度情報を活用した多数の物体が写る画像からの物体候補領域推定の実現」、「深度情報を活用した照明変動に頑健な物体認識の実現」、「低解像度遠赤外線カメラを用いた人体追跡の実現」が必要であることを述べる。

第2章では、本研究に関連する研究を紹介する。具体的には、物体候補領域推定、物体認識、人体追跡について関連研究を紹介し、また、各手法の精度を評価するために一般に用いられるデータセットについてもまとめる。

第3章では、深度情報を活用した多数の物体が写る画像からの物体候補領域推定について述べる。物体候補領域推定の従来手法のなかでも、事前に定めた物体らしさ（矩形が単一の物体を正確に捉えている割合）を画像中の矩形に対して算出する手法は、効率的に推定可能かつ学習データが不要であるという利点がある。しか

し、既存手法は物体らしさを可視光画像から得られる可視光エッジに基づいて算出しているため、物体の模様の影響を受けて余分な候補領域が出力される。また、物体らしさの定義の問題から複数の物体を含む領域も出力されてしまう。この問題に対処するため、本研究では、深度画像を活用することで物体の模様の影響を抑制することを考える。さらに、単一の物体を正確に捉えた領域は、単一の物体から得られた物体境界に外接するため、矩形の中央領域に物体境界を含まず、周縁領域に物体境界を均一に含むはずであるという着想に基づき、新たな物体らしさの指標を提案する。

第4章では、深度情報を活用した照明変動に頑健な物体認識について述べる。物体認識は姿勢推定を含んだ画像検索問題として解かれることがある。そのような従来手法のなかでも精度が高いものは、表現学習と姿勢推定で画像検索のための特徴抽出用畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network ; CNN) をマルチタスク学習している。一般に、マルチタスク学習では、CNN にとってのタスク難度に応じて、各タスクの損失の統合度合 (統合重み) を調整することで精度が向上する。深度情報を活用した従来手法も存在するが、マルチタスク学習時の統合重みの調整は実験的に決定しなければならないという問題がある。特定物体認識と姿勢推定の場合、両タスク難度は物体の模様や形状に依存するため、タスク難度は物体毎に異なると考えられる。しかし、従来手法では物体間で画一的に統合重みを決定しており、物体間のタスク難度差を考慮していないため、精度向上の余地がある。そこで本研究では、統合重みを物体毎に決定する学習法を提案する。提案手法では、物体毎のタスク難度を考慮できるように、学習過程における損失の変化量に基づいてタスク難度の推定及び統合重みの決定を行なう手法を提案する。

第5章では、低解像度遠赤外線カメラを用いた人体追跡について述べる。低解像度遠赤外線カメラを活用した物体位置推定については、人体の位置を推定する手法は提案されているが、映像から人体を追跡する手法は提案されていない。また、低解像度遠赤外線カメラを用いて人体追跡を行なう場合、出力が低解像度であるため、高精度に人体を追跡することは困難である。そこで、本研究では、低解像度遠赤外線カメラに適した人体追跡アルゴリズムの実現を目指す。具体的には、低解像度遠赤外線画像中の人体の見えを表現するための画像特徴量として「温度と空間に関する局所鋭敏性ヒストグラム」を提案する。このヒストグラムでは、注目画素との距離と、参照温度との温度差により重みづけされた値をヒストグラムに投票する。注目点からの距離により重みづけをすることで、注目点の位置によりヒストグラムの形状が変化する。これにより、複数の注目点を用いることで、複数のヒストグラムで追跡対象を表現する。さらに、人体の温度を参照温度にすることにより、人体以外の熱源や背景の影響を抑制した人体追跡を実現する。

第6章では、本論文で解決した課題をまとめ、今後の課題と展望について述べることで、本論文をむすぶ。

末尾に付録として、本論文で用いる低解像度遠赤外線カメラの仕様及び特性をまとめる。