

氏名(本籍)	アレックサンダー カルバヨ セグラ (コスタリカ)			
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博甲第5686号			
学位授与年月日	平成23年3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	A Study on People Detection Using a Double-Layered Arrangement of Laser Range Scanners for Social Mobile Robots (二層配置レーザ距離センサを用いた移動ロボットのための人間検出に関する研究)			
主査	筑波大学教授	博士(工学)	福井幸男	
副査	筑波大学教授	博士(工学)	安永守利	
副査	筑波大学教授	工学博士	油田信一	
副査	筑波大学教授	工学博士	坪内孝司	
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	大矢晃久	

論文の内容の要旨

本論文は、人間社会の中で働く移動ロボットが周囲にいる人間の位置を検出することを目的とし、構築したセンサシステムとそのデータ処理手法について述べたものである。

近年、環境中を自律的に移動するロボットの活動の場は、人間の日常生活空間へと広がってきている。人間と直接インタラクションを行うロボットにとって、ロボット周囲に存在する人間をロバストに検出し、その位置を正しく認識することは非常に重要である。人間検出のためによく用いられているセンサとしてビジョンがあるが、その検出精度は環境の照明条件等に大きく影響を受けてしまう問題がある。本研究では、照明条件の影響を受けず、広範囲を精度よく計測可能なレーザ走査型の距離センサを用いて人間検出を行っている。

まず、ロボットの周囲360度を見渡すために、センサを前後に二台配置したセットを二層に並べ、一層は人間の脚部を、もう一層は胸部を計測できるようにロボット上に搭載している。計四台のセンサから得られる情報を処理、融合することで、ロボットのまわりにいる人間をロバストに検出しようとしている。

データ処理の第一段階は、各層で得られた計測点データをグループに分割し、それらが人間のものであるかどうかを判断することである。ここでは、グループ化されたデータごとに、その二次元的な位置の広がりや直線性などに加えて、従来用いられていなかったレーザの反射受光強度に関する情報も特徴量として計算し、人間かどうかの判断を行っている。さらに、レーザ受光強度情報を用いることで、近接した二人の人間や、壁の近くに立つ人間など、レーザ距離データからでは分離が難しい二物体の分離手法も提案している。

データ処理の第二段階は、各層で検出された人間候補のグループを二層間で対応付けし、人間を正しく検出することである。ここでは、人間とその歩行をモデル化し、そのモデルに基づいて二層間で人間候補グループの対応付けを行っている。さらに、人間の推定位置の予測に基づいて、オクルージョン等の問題により脚部、もしくは胸部のデータが一時的に得られなかった場合にも対応するアルゴリズムを提案している。

提案された人間検出法を評価するために、建物内の廊下やホールなど各種の環境で、ロボットの周囲に人間が数名存在する場合について実験を行った結果から、本手法により人間がロボストに検出できることを示している。

本論文は全9章からなる。

第1章では本研究の背景と動機、目的について述べている。第2章では、関連研究について述べ、本研究の位置づけを明らかにしている。第3章では、二層に並べたレーザ距離センサ群による人間検出について、そのアプローチと用いたロボットシステムを説明している。第4章では、レーザ距離センサのデータを処理し、計測点をグループごとに分割する方法について述べている。第5章では、分割されたデータが人間のものであるかどうかを判別する処理について述べている。第6章では、各層について処理されたデータを二層間で融合し、人間をロボストに検出する方法について述べている。第7章では、提案した人間検出手法を評価するために行った実験の結果を述べている。

第8章はまとめであり、本研究を総括しており、第9章では残された今後の課題を述べている。

審査の結果の要旨

本研究では、移動ロボットが人間の生活空間で人間と共に行動する上で欠かせない人間検出のためのセンサシステムを構築し、そのデータ処理して人間検出をロボストに行うための手法開発に成功している。センサ情報処理としては、センサデータの解析から特徴量の抽出、人間検出まで、非常に丁寧にアルゴリズムを構築するとともにソフトウェアの開発を行っており、これらは著者の高い研究開発能力を示している。また、本論文で行っている評価実験による人間検出の結果は、本手法の今後の応用と発展の可能性を大きく示唆している。本人間検出法を移動中のロボットから得られるデータに適用する実験が今後の課題として残るが、移動ロボットの研究に大きな貢献をしており、高く評価できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。