

(様式 2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 奥雲 正樹 印

題 目 自律移動ロボットDREAM-3とその超音波センサシステムの特性改善に関する研究

学位論文の概要及び要旨

本論文は、「自律移動ロボット DREAM-3 とその超音波センサシステムの特性改善に関する研究」について、以下の 5 章にまとめたものである。

第 1 章では、自律移動ロボット DREAM-3 の走行制御と、DREAM-3 に搭載されている超音波センサシステムの特性改善に関する研究背景、問題点を述べ、走行制御に環境マップという地図情報を取り入れ、環境マップ上で基本走行ルールを切り替えながら走行し、より安定した障害物回避行動及び走行を目指し、また走行中に周囲環境を認識する超音波センサシステムの特性を改善するためにコウモリを参考にした周波数を変調するような特徴を持つ超音波を放射し、その反射波を周波数解析することにより対象物体の距離、移動方向、移動速度、表面段差を同時測定可能な高機能超音波センサシステムの提案を行うという、本研究の目的を示した。

第 2 章では、高齢化社会において老人や身障者を安全に目的地まで運ぶ介護用自律移動ロボット DREAM-3 において、環境マップという走行環境の地図情報を予め搭載しておき、DREAM-3 に搭載されている自己位置、環境認識用の各センサ情報を環境マップ上で統合処理する手法を提案した。また DREAM-3 の基本行動ルールを提案し、環境マップを行動ルールごとの領域に分割し、各行動ルールごとに適合するファジールールを用いた走行制御を提案した。走行実験を行った結果、本手法により自己位置の誤差を修正しながら走行し、未知の障害物に対しても障害物情報を環境マップに書き込みながら更新し、障害物を回避し目的地まで安定した走行が行えることを示した。

また、実験結果より超音波センサの誤動作、誤認識が原因で自律走行が失敗する場合があることが示された。DREAM-3 に搭載されている各種センサにおいて、周囲の環境認識に用いているのは超音波センサのみであり、安全性及び精度の高い自律移動には周囲の環境情報、移動障害物等を高精度で認識することが不可欠でありは超音波センサシステムの性能に大きく依存している。

以上をふまえ、第 3 章では、高機能超音波センサシステムの開発に関する研究背景として、自律移動ロボット DREAM-3 に搭載されている超音波センサシステムを例とした市販されている超音波センサシステムの問題点、そして高機能超音波センサシステムの開発に関する研究背景を述べ、コウモリの音響定位に着目して周波数変調された超音波を放射し、受信波を周波数解析することにより対象物体距離のみの従来の測定であった超音波センサシステムに対し、同対象物体の距離、センサシステムに対し接近ないし遠ざかる方向に関しての移動速度、移動方向、そして対象物体表面の凹凸の個数、各凹凸の奥行きを 1 度に行う多機能な超音波センサシステムを開発するという、本研究の目的を示した。

そして物体からの限られたサンプリング時間でのデータを補間し見掛けのサンプリング数を上げることにより FFT の出力スペクトルに関する周波数分解能を向上させ、それにより対象物体の移動速度をより詳細に求める手法を示した。また、対象物体表面微小な段差を検出するために、サンプリングした反射波形に対し離散フーリエ変換 (FFT) を特殊な方法で用いることにより 20kHz の 1 波長

($50\mu\text{sec}$) の時間分解能で反射波形から 20kHz の周波数スペクトルを抽出する手法を提案し、これにより物体表面の段差を理論的には約 0.85cm の分解能で測定できる手法を考案した。移動物体を用いての速度計測実験及び表面に微小段差を持った物体の段差計測実験を行い、本提案の有効性を確認した。

第 4 章では、市販されている超音波センサシステムと同様のセンサシステムである、自律移動ロボット **DREAM-3** に搭載されている超音波センサシステムの問題点とし、物体とセンサシステムとが平行でない場合には距離検出が非常に困難になるという問題を挙げ、これを改善するという目的を示した。この問題点を改善するために、市販センサのように超音波をバースト状に放射する場合において、第 2 章で挙げた手法を用いてサンプリングでた反射波形データから放射超音波と同一の周波数の波形を抽出することで、外部雑音にロバストで、対象物体がセンサに対し斜めになったような従来のセンサでは距離測定が不可能な場合においても、本手法を用いて距離測定が可能であることを示した。

第 5 章では、本研究における総括を行い、今後検討すべき課題について述べた。