

学位論文内容の要旨

北海道科学大学院工学研究科

電気工学 専 攻

博士後期 課 程

申請者氏名 木下 雄太

物理シミュレーション音源を用いた音情報による状況推定に関する研究

音情報による状況認知に関する研究は音環境知覚、音環境理解として既に研究が進められており人間の聴覚機能のモデル化とその応用として成果が報告されている。群ロボットの行動制御情報としての活用も同様に期待されるが、本研究テーマはロボットの学習機能も状況認知に関わるものとしている点に特徴をもち、音発生状況シミュレーションと学習機能との連携による精度の高い状況認知機能をモデル化することを目的としている。群ロボットによる機能分散は、一個体の多機能化による機能低下を補完する役割を持っており、センサは協調作業の入力情報となり状況の認知に用いられる。物体群と群ロボットの間の状況の推定において物体音源センサ(VOSS: Vibrating Object Sound Sensor)を設定し、複数の物体の振動(物体音源)から伝搬された波が群ロボットのそれぞれの位置で観測され、統合された音情報を提供するセンサとして機能することを想定している。

状況を推定するためのシステムではコンピュータ上で生成された振動を音源とし、その音源が存在する周囲の状況を仮想空間内で物理設定を施し表現する。この振動と状況を音波形データとして生成するのが VOSS、Sourced Simulation(SS)と Transmitted Simulation(TS)である。

VOSS は仮想のセンサでありサンプリングのための指向性を持つ。またこの VOSS は複数設置可能である。SS は振動を生成するためのシミュレーションモデルであり、生成された振動は物体音源として扱われる。物理シミュレーションと Action-Sourced-Transmitted Simulation(ASTS)を結びつけることにより、VOSS から得られる音情報が Action に対応する物理状況設定のマーカー一点で聞き取ることによって認知が容易となり推定に至るモデルをイメージするに至った。

SS で生成できる振動として考えられるのは4種類あり点音源、線音源、面音源、立体音源となる。なお本論文中で扱っているのは線音源までである。

TS は物理設定を反映した伝搬を再現するシミュレーションモデルである。TS の伝搬は物体音源から VOSS までの伝搬過程を再現する。本論文中では等速直線運動、加速度運動、反射板が存在する状況、複数の反射板が存在する状況についてシミュレーションを行っている。

状況推定を行うためには SS、TS、VOSS を組み合わせてシミュレーションする必要がある、そこから得られる音波形データに含まれている音情報を利用する必要がある。また音情報を利用するためにはその音情報と元になった状況を対応付けて

処理する必要がある。その状況の種類や状態によって対応付けられる音情報は異なるため扱う情報量は膨大になる。状況と対応付けられた音情報のペアを集積して管理するためのシステムと情報の整理手法としてランドルト環方式の知識ベースを活用することについても言及している。

本論文は 6 章構成となっている。

第 1 章は本論文における序論であり、音情報による状況推定の背景、利用可能領域について述べている。

第 2 章では状況推定システムのイメージ構成モデルについての概要であり状況推定システムのインターフェイスについて述べ、シミュレーションが連携して生成した音波形データから状況と音情報の組であるペアリングを作成するための仕組みづくりについて考察している。またペアリングを活用した状況推定を行う際に参考先としてペアを蓄積するための知識ベースのモデルであるランドルト環方式、更に推定を行う際のマッチングアルゴリズムの基礎となる解釈・機能生成モデルについて述べている。

第 3 章では状況の特徴づけるための音情報として振動と音の伝搬によって発生する音響効果について解説している。

第 4 章では SS について述べており、振動を生成する際の分類と点音源、線音源の生成について解説している。また線音源を作成する際に用いる、スプライン関数を利用した線音源の作成法と拡張した弦の波動方程式の導出法について述べている。

第 5 章では伝搬のシミュレーションについての章となっている。この章では伝搬を再現するためのモデルである TS について解説している。この TS を成り立たせている伝搬過程を表現した数式からドップラー効果の公式を導出した。また TS のシミュレーションとして音源もしくは VOSS が移動した場合をシミュレーションしており、等速直線運動、正の値を持つ加速度運動、負の値を持つ加速度運動のシミュレーションの結果を考察した。また仮想空間内に反射板の設置を行い、単独の反射板が存在する場合、複数枚の反射板が存在する場合の結果をシミュレーションし、考察している。

第 6 章は本論文の結びとしてこれまでに述べた本論文の総括を行っている。