

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 中臺 一博

本論文は、「アクティブオーディションによる自然なヒューマン・ロボットインタフェースに関する研究」と題し、11章からなる。将来、ロボットが人間と共生することが期待されるが、そのとき人間とのインタラクションに重要な知覚機能は聴覚である。しかし、従来、ロボットの聴覚機能は余り研究されてこなかった。本研究は、ロボット聴覚を対象としてアクティブオーディションを提案するとともに、そのロバストな実現技術について論じたものである。

第1章「序論」は、研究の背景、目的を述べるとともに、本論文の構成についてまとめたものである。

第2章「ロボット聴覚の課題と現状」は、ロボット聴覚研究の定義と課題について整理するとともに、2本のマイクを用いた実環境ロボット聴覚の実現には、体を動かして聴くというアクティブオーディションが鍵となることを述べ、それに必要な課題を議論している。

第3章「ロボット聴覚システム」は、アクティブオーディションを効果的に利用できるロボット聴覚システムの全体像を示すとともに、そのテストベッドとして開発したヒューマノイドロボット SIG を紹介しその諸元と製作過程を説明している。

第4章「動作時のノイズキャンセルと音源同定」は、アクティブオーディションによるロボットの動作のモータノイズが聴覚処理を困難にするという問題を取り扱い、外装の内外にマイクを設置してノイズキャンセルを行う手法を提案している。更に実環境下での連続的な音源定位をおこなうため、ステレオビジョンで用いられるエピソード幾何を聴覚に適用した聴覚エピソード幾何を提案し、実験を通して音源定位が可能であること、ノイズキャンセルが有効であること、また、音源方向に向くという動作が音源定位の精度を向上させることを示し、両耳聴で一般的に使われる頭部伝達関数手法の問題点である部屋の反射が存在しても、また連続的に音源が動いても、その定位が可能であることを示している。

第5章「聴覚情報の統合による音源定位と追跡」は、より一般的な環境でのロバストな動作を目指して、実時間、実環境での調波構造を持った複数音源の定位・追跡を扱ったもので、前章の手法を拡張し、両耳間位相差、両耳間強度差、調波構造などの情報を統合することでロバストな定位手法を提案し、評価することによってその有効性を示している。

第6章「視聴覚統合による実時間人物追跡」は、音源定位・追跡処理を、顔認識・定位をおこなう視覚処理と統合して、実環境でロバストに複数人物を実時間で追跡できるシステムをヒューマノイド SIG 上に実現したもので、システム内の聴覚情報、視覚情報を時間的な流れのストリームとして表現し、視聴覚ストリームがその距離に応じてアソシエーションをおこなうメカニズムを導入することで統合をおこなっている。この統合により、聴覚のあいまい性だけでなく、視覚視野の狭さやオクルージョンなどの視覚情報のあいまい性

も解決できることを示している。

第7章「アクティブ方向通過型フィルタによる音源分離」は、音源定位・分離性能が正面方向では高く、横方向にゆくに従って低くなるという現象を積極的に利用し、フィルタ通過帯域を正面方向では狭く横方向では広くなるようアクティブに制御することによって、音源分離でもアクティブな動作が分離性能向上に有効であることを示している。実験では、3話者同時発話の分離性能はノイズ除去率で9 dBであること、最大分離音源数は3から4音源程度であることを実証している。

第8章「複数の音響モデルを利用した音声認識」は、自然なインタラクションを実現するためのロボット聴覚の応用として、前章のアクティブ方向通過型フィルタで分離した分離音声の孤立単語認識を扱い、同時3話者発話の音声認識を達成している。

第9章「ヒューマンロボットインタラクションへの応用」は、ロボット聴覚の応用として、**friendly, dominant, hostile**などのパーソナリティを取り入れた注意制御を扱い、受付やコンパニオンなどに適用し人間の反応を分析することにより、人間とのインタラクションでは話者の方向を向くことが重要であることを示している。

第10章「考察」は、この研究の意味や今後の課題について考察したものである。

第11章は結論である。

以上、これを要するに本論文は、今後、人間と共生することが期待されるロボット実現に重要となる聴覚機能について論じ、アクティブオーディションを提案してその聴覚処理のモデルを与え、その実行に本質的なノイズキャンセル、音源定位、音源分離、分離音の音声認識などの手法を与え評価することによってその有効性を示したもので、電子情報工学上貢献するところ少なくない。

よって、本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。