

論文内容の要旨

博士論文題目 ヒューマノイドロボットのための
マルチモーダルインタラクションに関する研究

氏名 怡土 順一

(論文内容の要旨)

近年、実環境下での使用および人間との共存を目的としたヒューマノイドロボットの研究が盛んに行われており、人との協調作業や、人の生活空間における移動等が可能になりつつある。ロボットの機構・外観が人間に近いものに変化することで、人とのコミュニケーション形態も変容しつつあるが、自然なコミュニケーションと呼べるものは未だ実現されていない。

本研究の目的は、人とヒューマノイドロボットとのインタラクションをより円滑に行うことができるシステムを構築・評価する事である。実現されたシステムは、顔情報計測によるアイコンタクトと、大語彙連続音声認識エンジンによる音声認識を軸としたマルチモーダルなインタラクション機能を特徴とする。

人間とロボットとの自然なコミュニケーション手段として音声対話を用いることは有用であり、数多くの研究がなされてきた。しかしそれだけでなく、表情や視線などの非言語情報も自然な対話を成り立たせる上で非常に重要であると考えられている。そこで本研究では、まず、研究プラットフォームとして受付案内ロボット ASKA を構築し、それを用いて発話時における利用者の顔情報の計測、およびその情報の傾向分析を行った。この結果を利用して、アイコンタクトを用いた対話機能を ASKA 上に実装し、その検証実験を行った。また、ジェスチャ認識と音声認識を統合した対話機能を実装することにより、指示語を含む発話の認識を可能にするなど、より自然な対話を可能にした。さらに、ASKA 頭部を顔ロボットとして用いることで、遠隔対話用メディアとしてロボットを利用する際の顔情報の有効性についても検証した。また、ヒューマノイドロボット HRP-2 を利用したロボットシステムを新たに構築し、ASKA の機能を移植することでそのポータビリティを確認した。それに加え、以前のシステムでは構造的制約により困難であった把持を伴う受け渡し機能や、アイコンタクトを利用した似顔絵作成機能を実装することで、より多彩なインタラクションを可能にした。また、HRP-2 の移動機能を活用し、視覚によるナビゲーション機能を実装することで、より幅広いタスクが実行可能である事を示した。さらに、愛・地球博でのデモンストレーション等を通して、実環境下で実証実験を行った。これら3種類のインタラクションロボットシステムの開発・運用を通じて、アイコンタクトをはじめとする非言語情報と音声情報を人とヒューマノイドロボットとのコミュニケーションに利用する事の有効性を確認した。

(論文審査結果の要旨)

本論文では、ヒューマノイドロボットとの自然なインタラクションの実現を最終目標とし、人間同士の対話を規範としたマルチモーダルなインタラクションの実装と評価を行っている。三種類のロボットシステムを作成し、それぞれに対して評価実験とデモンストレーションを含む多くの実証実験が行われており、大変意義がある。また、視線計測技術と音声認識技術を統合したアイコンタクトに代表されるマルチモーダルなインタラクション機能が、複数の異なるロボットシステムに適用可能であることを示している。本論文の主な成果は以下に要約される。

1. ロボットとインタラクションを行う利用者の顔情報に着目し、従来の顔情報計測システムを拡張することで、顔の位置姿勢、瞬き、口唇動作、眉動作を計測可能なシステムを開発した。これらのシステムを利用して、インタラクション時の人間の顔情報を分析することで、人間とヒューマノイドロボットとの対話において、人間の視線・顔向きがロボットの頭部方向に固定される傾向を明らかにした。これらの事実は、学外の一般来場者を対象とした展示会における実験でも確認された。さらに、この計測結果を利用して、受付案内ロボット ASKA 上にアイコンタクトを利用した発話区間推定対話システムを実装し、評価実験を行った。また、ジェスチャ認識と音声認識を統合した対話システムの実装と評価も行い、マルチモーダルインタラクションを実現した。
2. 遠隔操作による対話機能に着目し、ロボットをメディアとして利用した遠隔対話システムの提案を行った。前述のように眉や口唇などの顔器官位置を正確に計測可能であるシステムを利用して、表情認識を介さずに表情を遠隔地のロボットに投影することで、基本表情に限定されない顔情報の提示を行うことが可能なシステムを実装した。また、複数の遠隔対話システムと比較した印象評価実験を行い、提案システムの特徴を明らかにした。
3. 二足歩行が可能なヒューマノイドロボットのタスクの一つとして、画像を用いた屋内ナビゲーション機能を実装し、その評価を行った。従来、車輪型ロボットに用いられていた手法を、ヒューマノイドロボットに適用するために、二足歩行ロボット特有の周期的振動に起因する画像の揺れやぶれの問題を画像処理により解決しており、この手法はロボットに特別な改造を施すことなく実装可能という点で汎用的である。また、その過程で、モーションキャプチャシステムを利用した歩行時のヒューマノイド頭部の姿勢計測を行い、その微小なピッチ回転が頭部カメラ画像に大きな影響を与えていること明

らかにした。

以上のように、本論文はヒューマノイドロボットとのインタラクション技術の向上及び発展に大きく貢献している。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として価値があるものと認める。