

審査の結果の要旨

氏 名 笹渕 一宏

本論文は、「System Architecture for Task Execution Robots with Interpersonal Situation Scenting Capability (対人状況察知機能を備えた作業実行ロボットシステムの構成法)」と題し、実社会のサービス分野では、工場で作業を繰り返す作業ロボットの能力だけや、対話に特化して会話するロボットの能力だけというのではなく、人からのサービス依頼を随時受けつつ作業を継続できるロボットのシステムが必要であるが、人がロボットにサービスを欲しているのかどうかを言葉を使わなくとも読み取れることが社会受容性から重要であるとの考えから、人との対話の前段階に対話要求の有無を推定する察知機能を備えて、作業を実行可能なロボットシステムの構成法の研究をまとめたもので、全7章からなる。

第1章「Introduction」では、社会進出という観点から、対話機能のみタスク機能のみのロボットの問題点を取り上げ、本研究の背景と目的、本論文の構成について述べている。

第2章「Background and Related Works」では、従来のインタラクション中心の研究について論じ、従来は対話をするかしないかの判断を取り上げることがなされておらず、人の対話要求状況に即すには対話に入る前の段階から扱うことが不可欠であるという考えを示している。さらに、従来のタスク管理のみを行うシステムについて、人の対話要求の有無を対話前の非言語のやりとりから推測する対人状況の管理機能を追加することで、作業状況下でも対話を誘導可能にする方針について述べている。

第3章「Interpersonal Situations and the Situation Scenting Model」では、作業状況下で非言語による人の対話要求の有無を察知する方法として、観測可能な時系列情報から隠れ状態を確率的に計算する隠れマルコフモデルを用いるが、人の行動の時系列観察だけでなく、人の行動とロボットの行動との相互関係性を用いることでロボットの対人対応状況に応じた人の意図推定が可能な手法を提案している。この推定モデルを、人とロボットのインタラクション映像とその中で人の対話要求の有無のアノテーションデータから構築でき、対話の前段階においてロボットが非言語行動から対話を開始できることを示し、展示会などでの運用実験で評価している。

第4章「Task Execution Systems for Acceptance in Society」では、社会で求められ

ている作業の事例として、企業や国が設けている競技会での作業を挙げて、1台の作業実行ロボットにより、それぞれの作業を実行する際に共通に必要な機能について論じている。ロボットとして、全方位移動、腰位置上下前後、片腕7関節、1自由度ハンド、腰2軸の双腕移動作業ロボットに、SLAMによる地図生成機能、深層学習を利用する既知物体認識機能を持たせ、物品の操作可能範囲の制約が厳しい作業環境では、全関節を同時に自動生成せずに、物品把持姿勢を維持しつつ物品を移動する動作に分解できるように行動生成する方法を提案している。

第5章「System Architecture」では、作業実行だけでなく、人への対応も含んだタスクの遷移手法として、察知機能に基づく対話目的獲得処理、即時中断性の判断処理、事前文脈処理の3つを考慮した作業中断計画手法を提案している。対話目的拓徳処理では、対話前の察知機能に基づいて、対話要求がある場合に、対話だけで動作を伴わないものか、動作計画を必要とするものかを判断する。即時中断性の判断では、実行中タスクの動作を即時中断するかしないか、中断後に継続するかどうかの判断を行う。事前文脈とは、人とロボットの距離が遠い場合など対話目的獲得処理を行うかどうかを判断するためのものである。

第6章「The System in Different Situation Scouting Scenarios」では、作業を行いつつも人からの対話が発生する環境として、コンビニ等の商業施設での接客や公共施設での案内ロボットを題材に、提案システムでのタスク実行中の対人状況察知機能の評価実験について述べている。来場者が実際にロボットを利用したかのデータを集めながら人の対話意思推定に関する確率分布を更新し、実現場に合わせてロボットの対話導入行動を変容させることができ、ロボットの非言語の対話行動を利用場面に合わせて自動獲得可能なシステムであることを示している。

第7章「Conclusion」では、本論文を総括し、その成果と貢献、ならびに今後の展望を述べている。

以上、これを要するに本論文は、ロボットが人間共存環境で作業を実行していく上で人とロボット間の非言語の振舞いに着目することの重要性を指摘し、非言語の振舞いから対話要求を推定する対人状況察知機能を備えた作業実行ロボットシステムの構成法を論じ、実行中の作業中断再開法、人への対応経験による対人状況察知モデルの獲得法を示し、接客や案内タスク環境での実証実験によりその有効性を示したもので、知能機械情報学へ貢献するところ少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。