

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 吉海 智晃

本論文は、「並列監視評価構造を備えたヒューマノイドの自律行動統合システムの構成法」と題し、ロボットはその時その時に目的を決めた行動を行うが、どのような目的が与えられようとも自己身体を監視し管理維持する機能など常に働いていなければならない自律的処理が不可欠である。動作や感覚系要素数の多いヒューマノイドにおいてはその自律系の役割が重要となるとの考えに基づき、本論文は、目的行動タスクの実行系と並行して行動の入出力系を監視し評価しながら適時行動修正を行うための構造を持たせることにより、ヒューマノイドにおける自律的な行動統合を実現するシステムの構成法を明らかにした研究をまとめたものであり、7章からなる。

第1章「序論」では、本研究の背景と目的、および本論文の構成について述べてある。

第2章「並列監視評価構造を備えた自律行動統合システムの構成法」では、人間の自律的行動修正機構を整理することで、ヒューマノイドにおいて実現されるべき行動修正機能として、運動の促進と維持、感覚認識の維持、突然の環境変化への対応、危険からの防御、馴染み反応学習について論じている。

第3章「並列監視評価構造における並列注意機構」では、2章において示した行動修正機能のそれぞれにおいて、その機能の発動が必要となるかどうかの判断を並列に行うための注意機構の構成法を示している。力を出すべき部位を抽出して監視する運動の促進機構、基本姿勢状態への遷移を判断する運動維持機構、感覚と動作情報の変化の同時性に着目して感覚認識維持のための行動修正の必要性を判断する機構、不意の感覚刺激に基づく注意機構、感覚動作変化の同時性解析における予測を裏切る感覚変化の頻度に着目する注意機構、多種類の感覚情報を利用した身体負荷評価に基づく注意機構について述べている。

第4章「人間の自律調整機能に学んだ反射調節機構の構築」では、あらかじめ人間が埋め込んだ行動修正の最小単位である反射行動モジュールの出力の調節を行うことによって、行動修正機構を実現する方式について論じ、2章で示した各行動修正機能ごとに、どのような反射を埋め込み、反射出力をどのように調節するかという方法についてそれぞれ示している。

第5章「環境や人間への馴染みを学習する行動発達機構」では、行動中に生じる環境や人間から受ける運動の拘束に対して、その馴染み方を学習するための機構の構成法を示し、ヒューマノイドを用いた行動実験を通じて、馴染み学習機構が身体負荷の低減に有効であ

ることを示している。馴染み学習機構は、環境から拘束を受ける身体動作の際に環境に馴染む方向への経験に基づく強化が可能な学習方法が必要である。ここでは、そのために有効な強化学習手法のR学習を利用して背骨を持つ筋骨格型多自由度ヒューマノイドが自転車を漕ぐという随意行動に対する身体負荷評価を行いながら馴染み行動学習を行う実験を示し、拘束運動における行動発達機構への提案手法の有効性について述べている。

第6章「並列注意機構による行動修正機能のシステム統合と行動実験による評価」では、身体構成の異なる複数のヒューマノイドにおいても、提案する並列監視評価構造の情報処理構造の導入による有効性を行動実験を通して示している。まず、3、4、5章において述べられている注意、反射、馴染み機構のすべてが、上位部に個別の目的行動が与えられた際に機能するような統合行動システムの構成法と実装方式について述べ、筋骨格多自由度ヒューマノイドにおける目標物を注視しながら行なう自転車漕ぎ動作行動、ヒューマノイドプラットフォームHRP2の歩行誘導中のつまずきに対する適用可能性を示している。

第7章「結論」では、各章の内容をまとめ、本研究でなされた並列監視評価構造を備えた統合行動システムを基盤とするヒューマノイドの構成論を総括し、今後行われるべき発展についての考察を行って、本研究の結論を示している。

以上、これを要するに本論文は、今後の発展がますます期待されている人間型のロボットであるヒューマノイドにおいて、目的行動ごとに反射行動や自律適応機能を設計し実装するのではなく、自己身体への入出力系を監視し評価することで必要に応じて目的行動を修正し適切な自律機能を有するシステムの構成法を明らかにし、ヒューマノイド研究における実環境での頑健な行動実現法のみならず既存の目的行動研究資産を利用する発展的なロボット構成論への可能性を示したもので、知能機械情報学上貢献する所少なくない。

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。