

氏 名	リ 李 メイ 銘 ギ 義
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 123 号
学位授与の日付	平 成 16 年 5 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	情 報 学 研 究 科 シ ス テ ム 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	生 態 学 的 な 行 為 シ ス テ ム 論 に 基 づ く 調 整 機 構 の 構 築 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査) 教 授 足 立 紀 彦 教 授 片 井 修 教 授 酒 井 英 昭

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、生態学的心理学の行為理論に基づいて、動物の行為の形成過程をモデル化し、環境と相互作用しつつ行動するロボットの設計などに有用な知見を得ることを目的としている。具体的には(1)生態学的心理学の重要な概念のひとつであるアフォーダンス (affordance) の集合論における同値関係による定式化を試み、(2)行為の形成に係わる調整過程をモデル化し、さらに(3)複数の行為システムから新たな行為システムが生成される過程を考察している。

本論文は6章から成り、その概要は以下の通りである。第1章は序論である。一般に行為者と呼ばれる主体の行為形成がいか環境に影響され、しかも多様に変化するかについて概説し、本研究の契機・目的と位置づけ、意義について言及し、本論文の構成を示している。

第2章においては、行為と知能の関連についてこれまでの研究を概観し、従来の認知科学的な知能観の限界について論じている。行為者である主体と環境である客体との相互作用から意味のある行為が自律的に形成されると位置づける生態学的心理学の観点の重要性を指摘している。また本論文において、主体による行為の調整過程を表現するモデルとして採用した強化学習についてその概要を示している。

第3章では、生態学的心理学で示唆されるような行為者と環境との相互作用を介して、行為者が環境から与えられる行為の可能性であるアフォーダンスの獲得過程をモデル化する。その上、環境との相互作用の過程で得られるアフォーダンスの意味を考察する。具体的には、行為者としてのロボットと環境それぞれをモデル化し、観測と行動における同値関係に基づきアフォーダンスを定式化する。それらの定式化を基に強化学習の一手法 Q-Learning で行動表現されたロボットによるアフォーダンスの抽出過程を示す。最後にシミュレーションによって、アフォーダンスと環境の構造、知覚能力の関連について考察している。

第4章では、生態学的心理学で提示された行為システムの理論を基に、行為の組織化の過程を考察する。行為システムの理論は、行為者の行為全体がある種の調整過程であり、また、その過程には各種の要素的行為が多数介在することを示している。本章では、特に幾つかの行為システムを保有する行為者が、環境との相互作用において、自身の身体の配置と姿勢に対する基礎定位をどのように実現するかを考察する。具体的には、強化学習手法のひとつである Q-Learning で表現した各種の行為システムをロボットに導入して、ロボットの行動を観察する。実験結果から、相互行為における身体配置・定位が、異なる志向性を持つ行為システム群の複合として組織化された一種の動的平衡状態であることを示す。

第5章では、行為形成メカニズムの記述に要するアフォーダンスを、環境情報を求める探索的活動と環境を変化させる可能性のある遂行的活動の場合に分け、その再定式化を行い、それらを基に複数の行為システムによって新たな行為システムが発現するメカニズムについて考察する。具体的には、定式化されたアフォーダンスを基に調整機構のための行為システムの設計を行い、それら行為システムの実現をシミュレーションによって明らかにする。

第6章は本論文の結言である。前章までのまとめと今後の研究課題について言及している。

論文審査の結果の要旨

生態学的心理学の知見によって、行為から知能を体現化する、或いは知能を基に行為を実現することを目的とする人工知能、認知的ロボティクス、社会的ロボティクスなどの分野に新しい展開が期待されている。生態学的ロボティクス(ecological robotics)という分野も提唱されている。本研究はロボットの環境との相互作用設計に関する生態学的な行為システム論の有効性を検討するために、行為システムのモデル化と実験およびシミュレーションによる考察を行ったものである。本研究の主要な成果は以下のとおりである。

- (1) 生態学的な行為システム論の知見を実際のロボットや計算機シミュレーションによって検証するために、行為者と環境の相互作用を表現する形式化されたモデルを提案した。具体的には、強化学習機能を有し意思決定能力を有する主体を行為者としてモデル化し、かつ環境との相互作用を、主体による観測あるいは行動における同値関係に基づいた意味の取得として定式化した。
- (2) このモデルを用いて、生態学的行為システム論でいうところの基礎定位が2種の異なる単純な志向を持つ行為システムの競合による動的平衡として実現されることを、実際のロボットによって示し、モデルの有効性を示した。
- (3) 特定の志向性によって組織化された知覚—行為循環をひとつの行為システムと定義し、複数の要素的行為システムから新たな行為システムが形成される過程をモデル化できることを示した。

以上の結果を要約すると、本研究は生態学的心理学で提唱されている、行為形成の過程を、単純な行為主体と環境、およびそれらの相互作用のモデルによって表現し、計算機シミュレーションによって検討したものである。その結果は、行為形成に関する興味ある知見を含み、ロボットと環境とのインタフェース設計にとって生態心理学的な行為論の視点が有効であることを示唆している。よって本研究は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成16年3月24日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果、合格と認めた。