



Title	関係の局所性に基くマルチエージェント制御とその人工感性への応用 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	生方, 誠希
Citation	北海道大学. 博士(情報科学) 甲第11489号
Issue Date	2014-06-30
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/56718
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Seiki_Ubukata_abstract.pdf (論文内容の要旨)



[Instructions for use](#)

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（情報科学） 氏名 生方誠希

学 位 論 文 題 名

関係の局所性に基くマルチエージェント制御とその人工感性への応用

(Behavior Control of Multiple Agents Based on Locality of Binary Relations and Its Applications to Artificial Kansei)

マルチエージェントシステムは複数のエージェントが相互に影響を及ぼしあい協調行動する事で、全体として共通の目標を達成するシステムであり、近年、交通流シミュレーションや災害時の避難シミュレーションなど、様々な問題に応用されている。種々の実装においては個々のエージェントにそれぞれ特定の行動や役割を持たせ、全体として協調行動を実現している。しかし、それらの挙動の仕組みの理論的説明は容易ではないが、例えばエージェント間のネットワーク構造をグラフ理論で解析するなどの理論的研究の展開も進んでいる。しかし、エージェントという用語には様々な意味があり、例えば、Russell らは、(1) 単純条件反射エージェント (2) モデルベース条件反射エージェント (3) 目的ベースエージェント (4) 効用ベースエージェント、の 4 種類に分類している。エージェントの制御においては、環境と相互作用しながら自律的にタスクを遂行することが目標となり、環境と目的の両者を同時に考慮して綿密なプランニングを生成した後に行動の実行に移る、熟考型のエージェントの研究が主流である。それらは Russell らの分類では目的ベースエージェントないし効用ベースエージェントに相当すると考えられる。

熟考型アプローチによる従来の制御を本研究では局所目的達成型制御とよぶ。局所目的達成型制御では目的を達成するための先験的知識を用いて設計する必要があり、コーディングが複雑化し、行動の原理が分かりにくいという欠点がある。更に、熟考型のエージェント制御では環境の急激な変化が起きると、想定していなかった状況が起こる可能性があり、タスクの遂行が困難になるという問題点が Brooks により指摘され、環境に反射的に作用するモジュールから構成される行動規範型ロボットを提唱し、実機を用いて実際に複雑で動的な環境に柔軟に対処できることを示した。しかし、Brooks の扱う単純条件反射エージェントは目的を持った高次の行動を生成しづらいという欠点がある。このことから、綿密なプランニングをすることなく、動的な環境に反射的に対応でき、更に、目的を持った高次の行動をできるエージェントが期待される。

本研究では局所目的達成型制御に代わり、エージェント間の関係に基く関係達成型制御を提案した。エージェントは通常、Euclid 空間やセル空間で行動する。Euclid 空間は理論的には距離空間に、更には位相空間にまで抽象化される。マルチエージェントシステムのエージェントたちは近隣のエージェントと相互作用することから、各時刻で何らかの近傍を持つといえる。しかし、近傍を持つエージェントに対して、位相空間の近傍系は選択可能な近傍全体を与えるが、実際にどの近傍を選ぶべきかに関する情報は与えない。したがって、近傍系の公理とは独立に、別に基準を定めて近傍を選択する必要がある。そこで、各時刻におけるエージェントの近傍に基いてエージェント間の二項関係を生成し、エージェント同士の繋がり方を表現する構造とした。その結果、例えば、あるエージェントはある別のエージェントを近傍に含めたいが、しかし、その別のエージェントはその近傍に入りたくない (対称性の局所的不成立)、あるいは、2 体のエージェントが互いに互いの近傍に入りたくない (対称性

の局所的成立), など, 関係の局所的な性質の達成を目的として挙動するエージェントを設定することが可能となった. 一般に対称性などの関係の性質は全域的に成立することが求められるが, しかし, 先に挙げたような関係の局所的な性質はエージェントの動きに特徴を与えることが可能となるという点で有用と考えられる. 本研究ではエージェント間の関係の局所的な性質の成立/不成立に着目し, それらの達成を目指した結果として, エージェントが追跡や回避, 協調などの目的を持った行動を実現できるかどうか追究した. 以上が, 関係の局所的な特徴の達成に基く関係達成型制御の基本的な考え方である.

本研究ではこの関係達成型制御を三層のモデルで定式化した. 三層モデルを (1) 位相空間 (2) エージェント集合とその上の二項関係 (3) 時相論理式による近傍選択のルール記述, の三層によって構成した. 現在の時刻の 3 層目のルールに基づいて選択された近傍から再び次の時刻の 1 層目におけるエージェントの位置や近傍が定まる. このモデルに関して, 追跡や回避, 協調行動などに関するシミュレーション実験を実施し, 結果について考察した. その結果, それらの行動を, より原始的なレベルである関係の局所性に還元して, それらの組合せによって再現できることを明らかにした. また, 二項関係の局所性に基くエージェントたちの集団行動が感性的に解釈できることを利用して, 本モデルに基いて, 個々のユーザの感性を反映させる配色デザインを構成するプログラムを試作し, その有効性を検討した.

本論文を以下の 5 章で構成する. 第 1 章は序論である. 従来のマルチエージェントシステムに関する研究を概観し, その特徴と問題点を論じることによって, 本研究の立場と目的を明らかにする. 第 2 章は本研究の数学的準備をなす章であり, 位相空間や様相論理の 1 つである線形時相論理を説明する. また, マルチエージェントシミュレーションにおける位相空間や近傍などについて説明する. 第 3 章ではエージェント間の関係に基く関係達成型制御を提案する. 関係達成型制御を実現するために, 位相空間上のエージェントが各時刻で近傍を選択する三層モデルを定式化した. また, 本モデルにおける具体的な近傍選択の設定法について議論した. エージェント間に生成される二項関係の特徴などを利用して近傍を選択するルールを時相論理式により表現し, ルールの要請を満たす複数の近傍から目的を実現する近傍を一つ選択するストラテジについて議論した. この二項関係は近傍系の公理より反射性を満たすが, しかし, 対称性や推移性などは一般には満たさない. 本章では, それらの性質を持つ, または, 持たないなど局所的な関係の特徴を利用して近傍を選択する方法を考察した. 具体的にどの特徴を反映させるとエージェントのどの挙動に対応するかについて吟味し, マルチエージェントの協調行動や回避行動をそれらの対応を利用して表現できるか検討した. また, 以上に関して, シミュレーション実験を実施し, 従来のエージェントシミュレーションにおける追跡や逃走, 協調行動などの役割や行動を表現できることを確認した. 第 4 章では, 本研究で提案したモデルの応用可能性の一例として, 配色デザインを生成する人工感性プログラムを試作する. 人工感性は椎塚が提唱した. 本試作プログラムは位相空間内に配置され行動するエージェントたちにユーザの感性を投影し, ユーザがエージェントたちとノンバーバルにインタラクションすることによって, 配色デザインを生成する. この方法によりユーザの感性の個別性を表現できるか議論し, 本プログラムに関するアンケート結果からその有効性に関する新たな知見を得た. 第 5 章は結論であり, 本研究を総括し, 今後の課題について検討した.