

論文内容の要旨

博士論文題目 共有仮想空間の知的利用のための定性的システム同定法と
2レベルオントロジーに関する研究

氏名 安部伸治

概念的な表現と数量的な表現の間の対応づけを行なうための情報処理方式の基礎的研究を行ない、主として二つの成果を得た。第一に、実世界における物理的な現象あるいは社会的な現象の数量的記述を分析的に解釈して、数理モデルとして理解する過程を支援する技術として定性的システム同定法を提案した。第二に、2レベルオントロジーと呼ぶ3次元形状に関する概念体系を用いて言語的表現をグラフィックスとして可視化する方法を提案した。これらの提案は全て、プログラム化による裏付けが行なわれている。

博士論文の主要な章の内容は以下の通りである。

第2章では、共有仮想空間を利用して、物理的な対象が最終的な生産物となるような創造活動を支援する環境を実現するための枠組を提案し、分析的なプロセスの支援、言語レベルのアイデアの創出の支援、言語レベルのアイデアの可視化、仮想物体によるアイデアの可視化が要素技術として重要であることを論じた。ここで論じている共有仮想空間の知的利用を可能にするために、情報処理技術によって実現される仮想空間を人と人、あるいは人とコンピュータが共有し、人とコンピュータが協調することによって人間寄りの記号的な表現と実体寄りの数量的な記述とのマッピングを実現することが必要であることを指摘した。

第3章では、時間的发展のない系を対象に、ブラックボックスの内部構造を入出力の定性的な関係から導く手法を提案した。この手法では、系に含まれる変量を支配する関数が次数を制限しない有理式であると仮定し、観測されたデータの量子化を説明する有理式を探索によって求める。推定されたモデルの不確定さを定量的に表現する方法についても議論している。

第4章では、値や挙動の不明確な変量を含む系を対象に、変量に関する定性的な記述から定性的に量子化された位相空間において対象系の可能な挙動を明らかにする手法を提案した。連続系の挙動に関する基本的な性質を利用して観測されたデータの量子化から定性的状態を推定する方法について述べている。

第5章では、変量に関する定性的な記述から対象系の因果構造を定性的な微分方程式で定式化する手法を提案した。定性的状態から系の挙動を支配する制約を推定する手法、エントロピーリダクションと呼ぶモデルの絞り込みの方法について述べている。

第6章では、3次元形状に関する概念レベルの記述とグラフィックスレベルの記述を対応づけるための2レベルオントロジーを導入し、それを用いて言語表現からグラフィックス表現を生成するプロセスを与えている。また、ドメイン毎に個別に構築されたオントロジーを統合するためのドメイン遷移メカニズムを提案した。

(論文審査結果の要旨)

平成8年1月10日(水) 11:00~12:00に開催した公聴会の結果を参考に本博士論文の審査を行った。以下のとおり、本博士論文は、提出者が独立した研究者または技術者として、研究・開発活動を続けていくための十分な素養を備えていることを示すものであると認める。

(1) 本博士論文において、安部伸治君は、物理的な対象が最終的な生産物となるような創造活動を、共通仮想空間を利用して包括的に支援する環境を構築するための基礎研究として、(a) 数量的なデータを支配するモデルを定性的に推定する定性的システム同定法と、(b) 2レベルオントロジーを用いて3次元形状に関する言語的な概念記述から3次元形状のパラメトリック記述法である超2次元関数記述を生成する方法について論述している。

(a) の成果は、対象系が静的であると仮定できる場合と、そうでない動的な場合に分けて与えられている。

対象系が静的であると仮定できる場合については、系に含まれる変数を支配する関数が次数を制限しない有理式であるという仮定のもとで、観測されたデータを量子化したものを説明する有理式を導出することによってモデル推定を行う方法について検討し、アルゴリズムを与えている。さらに、推定されるモデルを絞り込むための不確定さについて論じている。この手法はプログラム化による裏付けが行なわれている。

対象系を動的であると仮定しなければならない場合は、系のモデルとして定性微分方程式を仮定し、観測されたデータの量子化を説明する定性微分方程式の候補導出方法とエントロピーリダクションと呼ぶ候補絞り込み手法を用いてモデル推定を行う方法について検討し、アルゴリズムを与えている。この方式は、対象系が静的である場合の定性的システム同定法を発展させたものであり、プログラム化による裏付けが行なわれている。

上記の二つの方法は、従来の定量的なシステム同定法とは別のアプローチを試みた点で独創性と新規性の高いものであり、定量的な観測データが得られなかったり、信頼性が保証されない場合(例えば、創造活動の初期段階)における有効性が期待される。

(b) では、3次元形状を基本形状の組み合わせとして構造的に記述するための概念レベルオントロジーと、超2次元関数のパラメータを変化させて基本形状をパラメトリックに記述するための形状レベルオントロジーによって体系的に記述する2レベルオントロジーとよぶ方法を提案し、3次元形状に関する言語表現からグラフィックデータを生成する翻訳メカニズムを与えている。さらに、ユーザが編集の3次元形状の示唆する対象物と対象領域を推定し、必要な知識の提供を支援するドメイン遷移メカニズムを提案し、実現した。この手法は新しいオントロジー研究として新規性と独創性が高いとともに、仮想物体によるアイデアの可視化に有効である。

(2) 主題に相当する内容は、安部伸治君が第一著者となり、査読付学会論文誌3件、および査読付国際会議1件として公表している。本研究の主要成果のうち、定性的システム同定法と2レベルオントロジーのそれぞれについて人工知能学会から1993年度、1994年度の2度にわたる研究奨励賞を受賞したことは特筆に値する。