

氏名	須藤 秀 紹
学位の種類	博士 (情報学)
学位記番号	情博第 117 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 23 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	意志行為に基づく操作者と人工物の対話性に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 片井 修 教授 熊本博光 教授 榎木哲夫

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、操作とそれに伴う状態変化に注目して、操作者と人工物との「対話性」の向上について検討したものである。本研究は、物理因果の説明構造、対話型人工物の概念とその表現モデル、操作と物理因果に関するオントロジー、これらの設計支援への応用の4つの部分からなり、7章で構成されている。

1章は序論であり、本研究の背景、意義、概要と目的および論文構成を簡潔に示している。

2章では、関連する研究と3章以降で用いられる基礎理論について述べている。また、対話型人工物のベースとなる行為と因果との関係についてまとめている。

3章では、物理システムの定性的な因果説明構造について考察するとともに、その導出方法を提案している。ここではまず、因果論の説明と目的論の説明の対比に基づいて因果と時間・粒度・含意との関係を調べ、因果説明構造のあり方を考察するとともに、因果説明構造を構成する基本モジュールについて一般性・断片性・客観性をもつ書式を与えている。さらに、事例の因果説明構造の中から本質的部分の抽出、ならびにこれを索引とした事例ベースを利用して再設計案を導出する方法を提案するとともに、実装した試作システムを用いた実験結果により本提案手法の有効性を明らかにしている。また、提案手法を実用的な方向に発展させる方策についても明らかにしている。

4章では、操作者とのインタラクションを重視した人工物の考え方として、アンスコム意志行為概念に基づいた対話型人工物の概念を導入している。さらに、真理論の様相・義務論の様相・時間論の様相の3つの視点に基づく対話型人工物のための記述モデルを提案している。このモデルは、それぞれの視点により切り分けた、中心層・上位層・ベース層の3層から構成される。3層の中央に位置する中心層は、人工物を操作する人の自由な操作による状態遷移をベトリネットを用いて表すものである。これに対し、上位層は使用手順といった、設計者の意図からなる目的論的必然性を、様相論理表現を組み込み拡張したベトリネットを用いて表す。また下位のベース層では、物理現象に内在する因果論的必然性を、上述の物理因果説明構造を用いて表す。これら3つの層のインタラクションによって、「設計者の意図」・「オペレータの操作」・「物理現象の波及」間の緊密な関係性が表出されるため、提案モデルは、人間の固有の特性を配慮して設計される対話型人工物の表現モデルに適するものである。

5章では、対話型人工物の中心的な概念である「操作」と「物理因果」に対して、オントロジー工学で構築されているトップオントロジーに基づく考察を加え、それらの概念を規定するクラスを定義している。対話型人工物において対話は「操作とその前後の状態」として表現されており、これらの概念は行為クラスと事実クラスのサブクラスとして規定される。また、物理因果は「物理因果連鎖網」を用いて表現されており、これらを構成する各事象に対する概念は状態クラスのサブクラス、構造的成立条件に対する概念は事実クラスのサブクラスとしてそれぞれ導かれている。導入した各クラスを用いてモデルを記述することによって、設計者・操作者間に共通の概念が与えられるため、対話型人工物の設計に有効である「参加型デザイン」への応用が可能となった。また、これらのクラスを用いた人工物の操作構造シミュレーションシステムを提案

し、計算機上に実装している。

6章では、5章で提案した人工物操作構造シミュレーションシステムの設計支援への応用として、ユニバーサルデザインへの応用方法を提案している。4章で提案されたモデルは操作者の自由な操作の表現を含んでおり、これに「身体的な条件」を含めることによって、対象を操作するためにどれだけの身体的な拘束が必要になるかの分析が可能になった。ここで提案した方法は、ユニバーサルデザインの7原則の中でもとくに「間違えても重大な結果にならないこと」「柔軟に使えること」の二つに注目した人工物の概念設計支援に有効であると言える。

7章は結論であり、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題を展望している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、操作と物理因果の視点から人工物を捉えることによって、その操作者との対話性を論じている。すなわち、操作者との対話性を重視した人工物である対話型人工物という概念を定義し、その表現モデルとユニバーサルデザイン支援を中心とした人工物設計支援への応用方法を提案している。得られた主な成果は以下のように要約される。

1. 人工物に関連する複雑に絡み合った深層情報をネットワーク型モデルとして表現する枠組みと、その生成と効率的更新の方法を明らかにした。
2. この枠組みを用いて、既存物理システムから物理因果に関する設計知識とみなせる部分ネットをシステムティックに抽出する方法および設計知識の再設計での活用例を提示する方法を示した。
3. 設計者の意志行為の基本構造とフォン・ウリクトのいう「因果的に閉じた系」の考え方にに基づき、操作者との対話性を重視した人工物である対話型人工物という概念を示した。
4. 人工物の操作と状態の変化に対して、真理論的様相、義務論的様相、時間論的様相の3つの視点からの考察を加え、それに基づく人工物表現モデルを提案した。さらに提案モデルが人工物設計支援に有用であることを明らかにした。
5. 操作者と人工物との対話の構造を説明するために状況理論が導入可能であることを明らかにした。また、操作者が意識上に置いている制約を用いることによって操作者の操作対象人工物に対する概念モデルが表現可能であることを示した。
6. 対話型人工物に対してオントロジー工学に基づく考察を加え、操作と物理因果に関する概念クラスを定義した。これによって、設計者と操作者の間で適切な意図の伝達が可能になることを示した。
7. また、これらの概念クラスを用いた操作構造シミュレーション・システムを提案し、ユニバーサルデザイン支援に適用可能であることを示した。

以上要するに本論文は、操作者と人工物との対話性の向上について考察を行ったものであり、その成果は情報学の発展上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（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2月23日に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。