

論文内容の要旨

博士論文題目 知識共有アーキテクチャに基づく設計者支援環境に関する研究

氏名 鷹合基行

本研究の目的は設計者の行なう情報活動を支援する計算機環境を実現することである。

設計者の行う設計行為は、情報収集や会議、日常生活における無意識下でのアイデア創出や知識の整理などの情報活動によって支えられている。本研究では、このような設計者の行う様々な情報活動を支援する計算機環境の実現のために、知識共有アーキテクチャと呼ぶ枠組みを提案する。知識共有アーキテクチャは、文書やデータ、知識など様々な表現、形態、目的を持つ情報を概念体系(オントロジー)に結びつけて構造化し、それらを複数の様々な専門知識を持つ設計者や複数の様々な解決能力を持つ計算機モジュール(エージェント)の間で共有することによって、設計者の行う情報活動の支援を実現する。本研究では以下に示す 6 つのサブテーマに分けて研究を行い、知識共有アーキテクチャに基づく設計者支援環境の実用性と可能性を示した。

(1) 知識共有アーキテクチャに基づく設計者支援環境のプロトタイプとして **Designers Amplifier** システムの構築を行い、**Designers Amplifier** による設計知識の形成支援の研究を行った。設計知識の形成の支援は、設計情報をオントロジー上の概念と結びつけることによって構造化し、構造化した設計情報から概念間の共起関係を計算することによって実現した。その結果、得られた概念間の関係が設計知識の形成支援に有効であることがわかった。

(2) **Designers Amplifier** システムにおける設計知識の交換による共有の研究を行った。複数の設計者間でのオントロジーの交換は、移動エージェントを媒体にオントロジーの一部や情報を流通させることによって実現した。その結果、移動エージェントを用いた知識共有は、異なる構成を持つオントロジー間で概念の交換・収集や、情報の監視といった多様な情報流通活動を実現出来ることがわかった。

(3) 外部の情報源から概念を獲得する方法について研究を行った。特に最新技術に関わる設計者にとって外部の情報源は重要である。本研究では WWW 上に自然言語文の表現パターンを抽出し、概念を説明している文を抽出する方法を提案した。人工物に関する概念について実験を行った結果、概念を説明する文について見方ごとに抽出できることがわかった。

(4) 複数の設計者による異なる見方や記述のなされたオントロジーの統一的な利用を実現するために、オントロジーの統合の支援について研究を行った。具体的には、階層的クラスター分析および多次元尺度構成法といった統計的手法を適用した。これらの手法を用いた視覚的な概念間の関係の提示がオントロジー統合の支援に有効であることを得た。

(5) 分散システムの開発における設計者間での仕様決定を支援する研究について行った。特にマルチエージェント系のような分散システムの設計は、各モジュールの設計者間で綿密かつ柔軟な協調が必要になる。ここでは設計者間の結びつきをマルチエージェント系によって実現し、また設計者間の仕様決定の過程を状態遷移をもちいて構造的に捉えることによって開発支援環境を実現した。ロボットのマルチエージェント系開発について実験を行った結果、本手法がマルチエージェント系の分散した設計者による協調設計に有効であることがわかった。

(6) 設計者間の談話に注目して、その談話から構造を抽出する研究について行った。ここでは、キーワードベクトルまたは概念ベクトルを用いて単語や概念の分布を求め、その分布に基づいて談話の断片化と再構成を行った。設計プロトコル(議事録の一種)をもちいて実験した結果、本手法が談話の内容の変化を捉えて断片化し、得られた断片の内容の関連性を捉えて再構成することを示した。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、設計者が扱う情報を知識共有技術を用いて統合的にマネジメントするための方法に関する研究成果をまとめたものである。申請者は、この研究を進めるにあたって2つの観点を導入した。

第1は、情報がどのように構造化されているかという情報の構造的性の観点である。設計情報の多様性は構造化の違いによって引き起こされると考えられる。シミュレーションモデル・生産モデルなど計算機での処理を指向した構造化と、自然言語・図など人間による利用を指向した構造化の2つを結び付けることが重要課題である。

第2は、分散環境において情報の共有・交換をどのように行うかという情報の流通性の観点である。ここでは、異なる視点をもつ情報源間での情報交換の実現が重要課題である。

申請者の提案した知識共有アーキテクチャでは、計算機にも人間にも一定の意味を持つ概念体系（オントロジー）を用意することによって情報構造化の指向性の違いの解決を図り、概念体系を交換して表層的な差異を吸収することによって異なる情報源間での情報流通の問題の解決を図っている。

知識アーキテクチャに関する申請者の研究成果は次の3つに要約される。

第一の成果は、知識共有アーキテクチャによる設計者支援に関するものである。ここでは、構造的性・流通性の両側面を統合的に解決することをねらっている。情報の構造的性の側面では、設計文書をオントロジー上の概念と結びつけることによって情報の構造化を図り、オントロジーおよび文書の構造化を可視化して提示することによってユーザによるオントロジー・文書の構造化を促進している。情報流通の側面では、オントロジーや個別の情報を含む個人情報空間を移動エージェントを用いた情報流通機構を提案した。この機構によって、オントロジーの交換・変更の通知などユーザの意図を反映した情報流通が実現された。

第二の成果は、WWWからの人工物概念の発見と、設計における談話の分析と構造化に関するものである。申請者は、主として情報の構造的性に焦点をあてた研究を行った。前者に関しては、WWWという多様な著者による情報を対象にして、共通の概念を抽出するシステムを研究開発した。このシステムは自然言語文の表現パターンを手がかりに、生産物に関する概念を抽出する。後者に関しては、設計過程のプロトコルという非構造的情報を構造化するシステムの研究開発を行った。キーワードベクトルやオントロジーを用いてドキュメント中での単語や概念の分布を求め、それに基づいて会話の断片化と再構成を行う。

第三の成果は、オントロジーの統合と、分散システムの開発環境 GuardNetに関するものである。申請者は、情報の流通性に焦点をあてている。前者に関しては、異なる見方や記述のなされたオントロジーの統合的な利用を図るためのオントロジーの統合方式を提案した。階層的クラスター分析と多次元尺度構成法を用いて、異なる作成者のオントロジー間での概念の類似性が発見できることを示した。後者に関しては、マルチエージェント系の設計を例に取り、分散環境下での設計者間の情報流通の問題に取り組んだ。分散した設計者間のコミュニケーションを設計対象の構造に沿って整理することによって、分散設計で問題となるコミュニケーションの複雑化の問題を解消することが可能であることを示した。

申請者は、本論文において設計情報におけるオントロジーの構成方法とその利用方法を提案した。これにより、設計における情報を統合的に取り扱うことが可能であることが示された。特に、文書・談話等からの概念体系の発見支援が可能であることが示された点と、多様性の高い情報の交換・共有方法実現に有効であることが示された点は意義が大きい。これらの結果は、これまで分野毎・アプリケーション毎に考察されてきた設計情報のマネジメントの問題について、統合的な新しいアプローチを提供したものとして評価される。

以上のように、本論文は人間の主要な知的活動のひとつである設計における情報の取り扱いに関する重要な基礎的な成果をあげたものであり、博士（工学）の学位論文に値すると認める。

(以上)