

氏名(本籍)	宮地 泰造 (広島県)
学位の種類	博士(情報科学)
学位記番号	情博第39号
学位授与年月日	平成9年3月25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	東北大学大学院情報科学研究科(博士課程) 情報基礎科学専攻
学位論文題目	人間と機械の協調に基づく協調作業支援システムの構成に関する研究
論文審査委員	(主査) 東北大学教授 白鳥 則郎    東北大学教授 宮崎 正俊 東北大学教授 根元 義章    東北大学助教授 木下 哲男

## 論文内容要旨

### 1. はじめに

コンピュータネットワークの普及に伴い、協調作業支援システムは、広域・多分野に渡る協調作業を促進する点から期待されている。とくに知識の広域化・多分野化、柔軟で非定型な協調作業の推進、人間の適性を活かす協調を支援することにより協調作業を促進できる可能性がある。本研究では、協調作業全体を円滑に推進してより質の高い成果を得るために、整合の取れた知識ベースの管理法と人間と機械の適性を活かす非定型作業での協調作業支援法を構成した。

### 2. 協調作業支援システム

従来の研究を概観して、人間と機械の協調に基づく協調作業支援システムの位置付けを述べる。知識・情報という資源の共有、マルチエージェントに基づく協調作業モデルの共有および人間と機械の特徴を活かす協調の3レベルに着目して、機械が人間のネットワークに参加することにより手順が明確に決まっていない非定型で柔軟な協調作業に対して、コーディネーションコストを低減しつつ協調作業の推進を支援するシステム(図1)を提案した。

### 3. 知識ベースに基づく協調処理

情報を機械可読な知識に構造化して整合性を維持しつつ共有することにより、コンピュータによる協調作業の円滑な促進法を提案した。まず知識の管理をメタ推論により容易に実現するメタプログラミング技法をProlog Interpreter in Prologの手法に基づき提案した。つぎに、統合性制約を導入して知識の同化の概念を提案し、ファクトとルールと同化の容易な実現法を与えて、整合性を維持しつつ知識を取り込む知識ベース管理法を提案した。また知識の同化の効率化手法を与えた。さらに外の知識に合せ

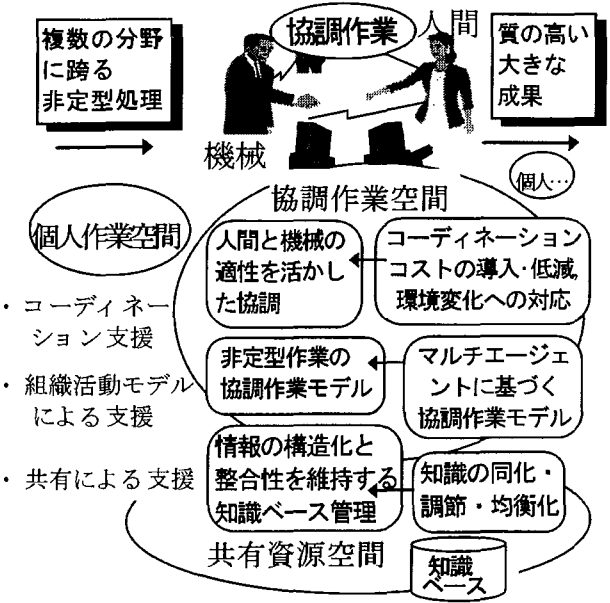


図1 協調作業支援システム

で知識ベース内の知識を拡張するために、知識ベース管理法とモデル推論アルゴリズムを統合した知識の調節法を提案して、その効率的実現のための仮説の精密化の効率化手法を与えた。つづいて知識の同化と知識の調節を繰り返すことによる知識の均衡化を実現し、ピアジェの発生論的認識論に基づく整合性を維持する知識ベース管理システムを提案した。また試作による実際の協調作業に対する有効性を検証し（図2）、機械可読な知識の共有に基づくコンピュータによる協調作業支援のための有用な手法を与えた。

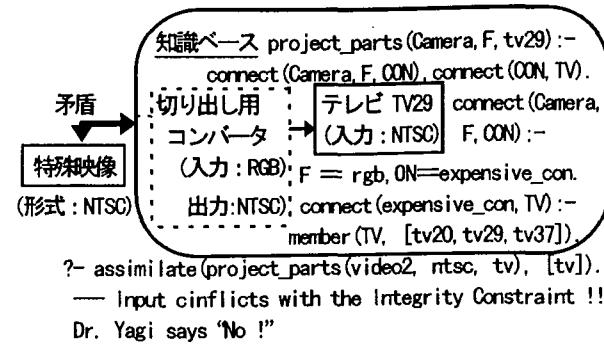


図2 企画の実施可能性検査時の矛盾検出例

#### 4. マルチエージェントに基づく協調作業支援

組織モデルの共有による協調作業支援のために、連帯性と調整性を導入して非定型で柔軟な協調作業に対して、Michele の協調作業モデルを拡張したマルチエージェント

に基づく協調作業モデルを提案した。協調作業が順に展開されていく中で、作業や責任の引き継ぎにおける責任の流れや共有、さらに協調作業間の連携関係を表現するための連帯性の記述では、責任者と潜在責任者をユーザーエージェントの状態に追加するとともに引き渡し関係の記述を資源であるシステムエージェントの状態に追加した。さらに協調作業の調整状況の直接記述を可能にして、責任者と潜在責任者の間の関係や連携を含む状況変化の記述とその直感的な把握を可能にした。その結果、上司やより事情通の前任者という潜在責任者が原因となる停滞作業の推進を含む協調作業の効果的な推進支援に有用な基盤となる協調作業モデルを与えた（図3）。また実作業に対する有効性も検証した。

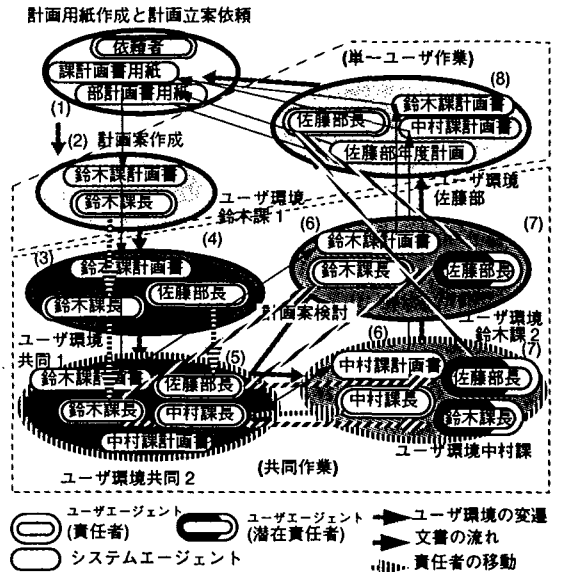


図3 強調作業の責任者と潜在責任者の係列例

#### 5. 人間と機械の協調による協調作業支援

柔軟な協調作業には一般に多くのコーディネーションが必要になるが、機械が人間のネットワークに参加して協調できることにより効率が良く質の高い協調作業の促進が可能になる。まずコーディネーションコストを導入し、つぎにその基本的低減法を提案し、連帯性と調整性への有効性を解析した。さらにコーディネーションコストを低減する協調作業支援システムの実現のためにグループエージェントに基づく協調作業エージェント方式を提案した（図4）。ここでは人間のネットワークを維持しつつ行われる協調作業における、最初の作業である協調作業の初期設定をはじめ、連絡、割込の削減、容易な追加・修正、協調作業モデルに基づく状況情報の共有、信念に基づく環境変化への機械による適時的な対応、という協調作業全体の各段階での促進のための支援を、組織化されたエージェントにより提供する実用上有効な協調作業支援方式を協調作業エージェント方式により与えた。またプロトタイプを試作して、実業務を対象に有効性も検証した。表1は、複数部門に跨る新事業立案のための協調作業のコーディネーションにおける所要コスト例であり、提案した

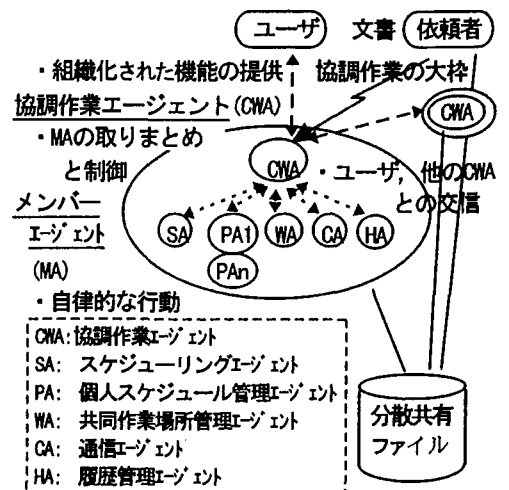


図4 協調作業エージェント方式

方式の有効性の一端を示している。

## 6. 結 論

本論文で提案した方式により、複数の分野に跨る非定型な協調作業の円滑な推進が、整合性の取れた知識の共有、柔軟な協調作業に対する協調作業モデルに基づいた共通認識の保有、グループエージェントに基づくコーディネーションコストの低減により実現されることが期待される。このことにより、機械であるコンピュータが人間のネットワークの維持・管理に参加でき、停滞している協調作業の推進支援を含めて総合的に協調作業全体の円滑な促進を支援することができる。その結果、広範囲な分野に渡る非定型で柔軟な協調作業において、その効率化と人間の特徴を活かしたより大きな成果の創出が期待できる。

## 審査結果の要旨

コンピュータネットワークの急速な普及に伴い、広域で多分野にわたる協調作業が行われつつある。しかしながら、手順が明確に定まっていない非定型な協調作業を効果的に支援する環境は与えられていない。そこで著者は、人間とコンピュータの双方の特徴をいかして行われる協調作業に着目し、円滑で効率的な協調作業を推進する支援システムについて研究を行った。本論文はその成果をまとめたものであり、全編6章から成る。

第1章は序論である。

第2章では、従来の協調作業支援システムの研究を概観し、協調作業支援の位置づけと役割を明確化した。次に、協調作業の支援方法について、知識の共有、協調作業環境の共有、そして、人間とコンピュータの適性をいかした協調という3つの視点で整理している。

第3章では、知識の共有に基づく協調作業支援のために、知識の同化処理の概念とその効率的な実現法を提案した。更に、提案した手法に基づく知識ベース管理システムの試作と実験を行い、その有用性を実証している。

第4章では、協調作業環境の共有による協調作業支援環境を実現するために、連帯性と調整性という2つの概念を導入し、非定型な協調作業に関するマルチエージェントによる協調作業モデルを提案している。このモデルでは、協調作業における責任の所在や、作業の調整状況などを明示的に記述することができる。その結果、協調作業の状況を直観的に把握することが可能となり、協調作業全体を効果的に支援・促進する基本方式を与えた。これは、協調作業支援におけるエージェント応用に関する興味深い結果である。

第5章では、人間とコンピュータの適性をいかした協調作業支援を効果的に実現するため、まずコーディネーションコストを導入し、次に、その低減手法を提案し、その利点を明らかにしている。更に、グループエージェントに基づく協調作業支援方式を提案し、実業務を対象としたプロトタイプの実験により、その有効性を検証している。これは、本方式の実用上、重要な結果である。

第6章は結論である。

以上要するに本論文は、円滑で効率の良い協調作業支援について理論と実験の双方から研究を行い、その支援手法に関する有用な知見を与えるものであり、情報基礎科学の発展に寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(情報科学)の学位論文として合格と認める。