

ソフトウェアエージェントを用いた知的動的知識分散システムモデリングと開発

代表研究者 Issam A. Hamid 岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授
 共同研究者 大須賀 節雄 岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授
 共同研究者 羽倉 淳 岩手県立大学ソフトウェア情報学部講師
 共同研究者 樽松 理樹 岩手県立大学ソフトウェア情報学部講師
 共同研究者 David Ramamonjisoa 岩手県立大学ソフトウェア情報学部助手

研究調査の目的・意義

分散人工知能は、知的エージェントの開発により、古典的人工知能を補うことを試みる。その研究は、分配された問題に結合する相互作用システムのデザインに関係している。

従って、組織構造、問題解決戦略、分配された範囲に対する共同と調整のメカニズム、知識ベースの問題解決モジュールの開発にも関連する研究である。分散人工知能は、人間の問題解決過程に類似し、すべてのメンバーの能力を超える複雑な問題を解くために、建設的な協調を行なうことができる専門家チームを利用する。この試みは、分散問題解決の領域の中で、知識を交換することによって、互いに協力しあうモジュールへの割り当てにより解決できる複雑な問題への拡張問題に対する解決方法を発見するために行われている。

本研究の目的は、分散コンピュータシステム環境において、マルチエージェントシステムに対する情報処理の汎用スキーマを構築することである。このようなシステムは、あらかじめ予測できない問題を解くことができなければならない。しかし、問題の特徴は、マルチエージェントシステムを設計するには未知であり、エージェントに供給すべき機能を、前もって定義することは困難であった。また、問題が与えられる時には、それら機能は、問題に依存して定義されなくてはならない。それゆえ、エージェントを順応させ、リアルタイムに作成する必要があった。

以上のことから、真に知的なエージェントを作ること、マルチエージェントシステムを構築するため形式的方法を開発することが必要である。そのようなアイデアを実現する概念や方法の構築することが、本研究の目的となった。

しかし、多くの問題が、マルチエージェントシステムに適切な形式では表現されていない。そのため、問題を形式化し、記述、分解、割当し、知的なエージェントのグループ間で結果を合成することは、実用的な観点でマルチエージェントシステムを利用することに対する初期問題である。

しかし、この問題は、依然として解決されておらず、開発者にマルチエージェントシステムとして、それらのアプリケーションを明示し、構成することを可能にするシステムティックな方法論が欠如している。それゆえ、マルチエージェントシステムは、分散システムを構築するために、潜在的に非常に重要であるにもかかわらず、その利用には、依然として限界があり、その限界を打破することが大きな課題であった。

現時点では、特定の応用領域において、マルチエージェントシステムを設計するは、可能である。しかし、前もって予測できない問題を、エージェントが受け入れて、解くことはできない。さらに、マルチエージェントシステムは、設計時点において、問題の特徴が未知であるため、エージェントの機能を前もって定義することができないにもかかわらず、問題が与えられる時には、問題に依存して、機能を定義する必要があった。それらの問題を解決するために、エージェントが、与えられた問題に順応し、リアルタイムに構築される必要があった。これは、マルチエージェントシステムの問題であり、本研究の中心課題であった。

以上のことをふまえ、本研究では、エージェント指向アプローチの基本思想を反映する知的な動的モデルを命題時制論理と適合させ、リフレクションメカニズムを用いて設計することを試みる。ここでリフレクションとは、進化的・変動的な要求に伴うシステム仕様の変更を適切に反映させるメカニズムである。この枠組みを実現するために、エージェント協調応用の設計過程において、

次の3つの課題を解決することを試みる。

(1) エージェント協調の振る舞いの知的な進化(変更)の記述。

- (2) エージェント協調の振る舞いの知的な合成、すなわち、エージェントの集合の協調に関する知的性質と規則の記述。
- (3) (2)を通して得られる知識の変化の制約条件の明確化とその記述。

テーマ発想の動機、これまでの経緯など

知的人工知能分散システムの動的なモデル化は、分散システムが幅広く普及してきている現在、その重要性を増してきており、今後そのニーズはさらに高まっていくものと考えられる。なぜなら、航空管制やファクトリオートメーション等に代表される、重要かつ複雑な応用領域におけるソフトウェアの自動化に対し、大きく貢献することが予想されるからである。さらに、分散システムとその環境とをインタラクティブに結合するというニーズは、全ての領域に共通する課題である。とりわけ、マルチメディア化が進行しつつある今日のネットワーク環境において、マルチメディアデータを、実時間に遅延なく正確に伝送・再生することは切実な課題となっている。この課題に対する既存の研究は、ほとんどの場合、静的で予め予想可能な振る舞いに限定している。国内の大学、研究所、企業において、分散人工知能システムの動的なモデル化に関連した研究は、まだ新しい分野であり、分散人工知能システムのモデル化を実現するには、なお、多くの時間と労力を必要としている。これに対し、本研究において設計するリフレクションモデルと命題時制論理を統合化し、知識協調制約に適合させていくことは、全ての分散人工知能システムが根本的に抱える問題を解決するのに、大きく貢献できると考えられる。

共同研究としての有効性：

我々は、岩手県立大学ソフトウェア情報学部において、同じ研究室（ハミドI研とハミドII研（思考支援学講座と知的設計学講座<http://www.hamid2.soft.iwate-pu.ac.jp>）に所属している。研究代表者として、様々なテーマに取り組んできた。その中で、動的仕様技術に関する研究を行った。ハミド研の研究成果として、仕様記述言語を開発した。この言語を用いて、ハミドが仕様記述言語にリフレクションモデルを追加した。エージェント思考技術のインプリメンテーションに関するいくつかの研究を行った。オープン分散システムの検証に関する研究を行なっている。この成果で、時制論理と新たなモデル論理を用いて新たに追加された変更を検証する新しい方法論を開発した。そして私達は視覚化技術に関する新しい研究を行った。この視覚化技術は動的モデリング支援ツール開発に必要であった。我々の研究は、本研究にとって極めて重要であった。なぜなら、本研究は、ソフトウェア工学各分野の専門家の共同作業を必要とする広範囲なテーマを扱っており、我々の研究成果をベースとして、さらに研究を推し進めていくことが必要だからである。動的仕様技術は、ハミド主催の分散システム研究プロジェクトに大須賀とハミドが参加して動機づけられたのが最初である。

このプロジェクトは、通信プロトコルにおけるユーザ定義仕様の動的変更と関連づけて行なわれた。大須賀とハミドはオブジェクト指向技術を用いた動的仕様技術に関する研究を共同で行い、新しい仕様記述言語を開発した。その研究において、修士課程および博士課程に当時在籍していた学生数名が、ハミドと大須賀の指導によって研究を行なった。新しい研究成果がハミドの指導によって導かれた。その成果に基づき、仕様記述言語に対し、リフレクションのメカニズムを追加した。このメカニズムは新しい変更を追加し、全てのシステム仕様を持つシステムの一貫性を保つためにリフレクションメカニズムを使った。

オブジェクト指向技術のインプリメンテーションに関するいくつかの研究を行った。

これらのインプリメンテーション方法論は、新しいユーザ定義を追加し、既存の定義を変更、置換するために、システムにとって非常に有用であった。これらのインプリメンテーション技術を用い、現実のシステムの中で開発した考え方をインプリメンテーションすることは重要であるとハミドは考えた。ハミドは、オープン分散システムの検証に関する研究をしてきており、岩手県立大学で同じチームに参加した。

大須賀教授の研究を通じて、時制論理と新たなモデル論理を用いて新しく追加された変更を検証する新しい方法論を開発した。彼の理論は、自動化でき、かつ単純である。

われわれにとって、システムを評価し、全ての仕様の一貫性を検証するために、大須賀の概念は重要であった。

ハミド研内のメンバーは、オブジェクト指向技術における新しいパラダイムを追加するのに有効な視覚化技術に関する新しい研究結果をつけ加えた。この視覚化技術はシステムの融通性を環境に順応させていくために重要である。ハミドは、彼の研究成果である評価方法論を使って、システムを評価する。羽倉は信頼性に関する研究を行う。

本研究チームのメンバーは、専門性と信頼性において専門化されている。プロジェクトのリーダーは、創造的な管理ができることでよく知られており、かつ極めて活動的であった。

メンバー全員が、遠隔通信、知的コミュニケーションシステム、人工知能の分野において優れた評価を受けている。メンバーはそれぞれが異なる国籍を持つという点で国際的であるが、全員が一つにまとまったよき家族的关系にあり、本プロジェクトの研究領域において、研究を行う上での共通の感覚を兼ね備えている。

本研究の波及性は、分散人工知能、知的問題解決、サービスの品質管理など、プロセス制御のための知的分散マルチメディアアプリケーション、多レベルの機能構築システムといった多くのアプリケーションに適用することが可能である。知的分散マルチメディアアプリケーションに関する我々の研究は、システム進化のための最適な方法論を必要とする。オブジェクト指向仕様のコンテキストにおいて、我々は、システムの進化のための一つの方法論を開発する。それは、システムに組み込まれるべきコンポーネントの新たなバージョン、もしくは新たなコンポーネントが、既存システムの部分を保持しながら、振る舞いと互換性を保つものであり、それらのシステムチェックに基づくというものである。このコンテキストにおいてリフレクションは有効である。なぜなら、リフレクションは、その枠組みがシステム仕様に対する自動化の正当性を実証するためである。我々は、システムがユーザから要求に対し、サービスの品質を保証するように再構成できるものと仮定する。

このアプローチは、数多くの関連した、あるいは協同したタスクが存在する複雑なシステムの開発にとって重要なものとなるであろう。そのような環境は、ユーザの新たな要求仕様に基づいて知的変更することが出来た。一つのタスクが実行する変更は、インタラクティブにシステム内の他のタスクに影響を与える。従って、システムは、知的変更するための置換を支援し、実現できるある種のメカニズムを持つことになる。この方法論は広範なアプリケーションにとって極めて実践的なものであった。

研究調査の方法・概要

本研究の目的のひとつとして、我々の研究成果をプロトタイプとしてソフトウェアパッケージを実現することがあげられる。このプロトタイプは我々の理論をシミュレートするための道具であった。ソフトウェアプロトタイピングの目的のために、我々は分散知識ベースシステムを設計を、設備備品として購入した、G2アプリケーションパッケージにより行った[3]。このパッケージは推論エンジンとユーザの自分自身の知識ベースにライブラリ（分散的な知識処理）を組み込みことによって、様々な機能を実現することが出来た。

我々の理論の検査のために特別なエキスパートシステムを設計するために、設備備品として購入したG2を用いた。また、推論機構及びメタレベルロジックを設計し、知識のために使われる機能的なプログラムを作成するために、設備備品として購入したAllegro Lisp CLOS(Common Lisp Object System)を用いた。また、それらを利用する開発環境として、NTワークステーションエージェントの協調推論処理エンジンが必要となる。本研究成果を実際のソフトウェアパッケージの開発に適用することが目的の一つであった。

このソフトウェアパッケージは、ユーザの新たな仕様または新たに環境に追加されたシステムを変更することができる。ソフトウェアパッケージを設計開発するために、若干のプログラマー、研究分担者以外の専門家に、プログラム言語 Lispを用いて、我々のアルゴリズムと論理的な理論を実現するように依頼する予定である。同じく、効率のよいユーザ・インタフェース実現のために、我々はグラフィックスデザイナーにソフトウェアパッケージのGUIの設計を依頼した。

もう一つの研究テーマの目的は、進化のための重要なパラメータである時間をいかに扱うかを明らかにすることであった。本研究は時間を主要なパラメータとして扱うための研究であった。

研究成果に関して計画

このフェーズは調査の研究を実施する。このフェーズでは、全メンバーが、研究成果をそれぞれ関連のある領域に発表を行った。

さらに、国際大会の特別セッションを組織または参加する計画であった[4][5][7][9]。

このフェーズでは、以下のサブプロジェクトチームを編成して行う計画であった。

調査フェーズの研究内容

1. エージェント指向モデルの開発アーキテクチャ仕様の蓄積と操作を支援するエージェント指向データベース開発、仕様の進化的変更に対処可能なモデル化技術開発、シミュレーションのための視覚化ツールの開発
2. 仕様記述のための処理系の開発
分散システム仕様のための形式言語解釈を行う処理系の開発、エージェント指向による計算機アーキテクチャの開発
3. 技術基盤としてのエージェントパラダイム開発エージェントアーキテクチャ、即ちエージェント状態の記述とそのメソッドをカプセル化する「完全な実体」としてのエージェント、協調、分散人工知能（協調通信プロトコル）の設計
4. 進化的変更に関わるエキスパートシステムの開発
進化的に複雑なシステムを十分に構造的に階層化できる記述法の開発を支援するエキスパートシステムを開発。及び、ニューラルネットワークを用いた認識エキスパートシステムの調査（ハミド）。

5. システム全体の検証

エージェント指向による人工知能分散システムの検証、時相論理と様相論理によるシステムの一貫性の検証、分散システムの性能評価。

この研究を通して我々はいくつかの会社に我々のガイドラインに基づくシステムの開発を依頼した。

メンバー全員は、オブジェクト指向パラダイム、分散システムモデリングと関連した事項について調査、研究を行った。平成11年5月上旬に岩手県立大学でメンバー全員による集中討議と総括を行う計画であった。

またそれは、「動的分散システムにおけるオブジェクト指向モデリング」に関する国際ワークショップの形式を取った。

このトピックの下に、プロジェクト以外の研究者も参加できるようにする。

その活動は The 9th International Conference on Information Modeling and Knowledge Bases (財団法人岩手県学術研究振興財団主催他—平成11年5月24日～28日予定)の一部および、The 2nd International Workshop on Strategic Knowledge and Concept Formation (財団法人岩手県学術研究振興財団主催他—平成11年10月20日～22日発表した[4][5][7][9]。

研究成果：

実時間分散システムを統一かつ効果的に設計し開発するためには、システムの実時間仕様を的確に表現する形式的な技法が必要であった。

本研究では、当研究組織で長年に渡って得た基礎成果をもとに、実時間分散システムに適した実時仕様のモデル化と仕様の解析に有効な技法を開発した。

実時間分散システムは大規模であり、また、その構成要素となるシステム間での実時間の情報交換（通信）を伴うので、仕様の大規模性を効率的に処理する技術として、オブジェクト指向の概念の採用とともに、それを土台として並行性を導入した仕様のモデル化技法を開発した。ここでは、分散を特性化するプロセスおよびその振る舞いとともに、仕様の抽象化に有効な数学的抽象データ型を積極的に融合した統合的な新しいモデル化技法を対象とする。

また、仕様の進化的な変更(evolutional change)に柔軟に対処できるモデルの構築も併せて行った。

さらに、仕様表現のための形式言語を開発し、それをもとに仕様の解析を支援する方法を確立した。

本研究の成果により、実時間分散システム開発をその初期段階から保守・運用に至る段階まで効果的にカバーでき、結果的に分散システムを統一かつ効果的に構築できた。

本研究の動機は、オブジェクト指向アプローチの基本思想を反映する動的モデルを設計することにある。より正確に言う、我々のモデルはオブジェクト指向応用の設計過程の次の2つの本質的な局面を強調した。一つは、オブジェクトの振る舞いの時間的な展開（進化）の記述であり、もう一つは、オブジェクトの振る舞いの時間的な合成、つまりオブジェクトの集まりの協調に関する時間的性質と規則の記述、である。我々の目的に於けるひとつの重要な要件は、我々のモデルに関する形式的基礎を構築することであった。この要件を満足することで、モデルに統合された種々の考え方の無矛盾性を調べるだけでなく、ユーザ提供の仕様の無矛盾性を調べることも可能となる。幾つかの形式論の中で、命題時制論理の言語が、我々の目的にもっとも適切であった。我々のモデルで仕様化できる時間的性質は、事象（イベント）間の時間依存関係である。つまり、事象の順番に関する性質である。

本研究においては、時間に基づいた概念や考え方を表すのに“時間的”及び“動的”という用語を交換的に用いた。一方、分散システムに適したオブジェクト指向を用いた仕様のモデル化と仕様の解析に、以下のような有効な技法を開発した。

(1) 分散システム仕様のオブジェクト指向に基づいたプロセス、データ、振る舞いの統合的なモデル化技法の開発、

(2) 仕様を表現するためのオブジェクト指向に基づいた形式言語の開発、(3) 形式言語で表現された仕様の解析技法の開発、の3つである。

(1)については、分散システムの大規模性、並行性およびシステムの進化に伴う仕様の変更性を考慮した従来にない新しい仕様記述のモデルを確立した。

(2)については、(1)で確立したモデルに基づいて、柔軟性、厳密性、拡張性に優れた形式言語の構文と意味を設計した。

(3)については、分散システムの設計に関連する要件、性質を整理し、それらを(2)の言語で書かれた仕様の上で解析する基本的な技法を確立した。

・ 知的分散システムの大規模性、並行性およびシステムの進化に伴う知識仕様の変更性を考慮した従来にない新しい仕様記述のモデルを確立した。

・ 研究項目全般に関わるエージェント指向に基づく形式言語については、柔軟性、厳密性、協調拡張性に優れた形式言語の構文と意味を設計した。

・知的動的分散システムの設計に関連する要件、性質を整理し、それらを形式言語で書かれた仕様の上で解析できる基本的な技法を確立した。

この研究のインプリメンテーション内容は、われわれは命題時制論理の式の充足可能性を判定するアルゴリズムを共同で開発する。また、仕様の無矛盾性の検証および、仕様への保守の知識と動的モデリングに対する充足可能性アルゴリズムの利用法を調べる。

われわれは、協調エージェント群の種々の時間的性質と規則を記述するための考え方を、形式的な観点から研究した。そして、協調エージェント群に対して規定された規則や性質の無矛盾性を、充足可能性アルゴリズムにより検証する方法を検討しました。さらに、規定した性質への実行時の保守を検証する方法を検討する。

ハミドとダビドは、研究内容の設計と実現を並行して行った。

ハミドは、プログラミング言語CおよびCommon Lispを用いて、ダビドは、設計内容をプログラムコードに変換する作業を外注した。この実装は、設計したモデルを実現するために行うものである。我々は空港システムモデルを適用分野として、1つの知識分散システムを設計した。空港システムは、飛行機の出発・飛行・到着の過程、そして航空管制をモデル化する。これらの知識すべては、動的で相互に関連した振る舞いを有する。

新しい要件の追加は、システム全体への振る舞いの変更を導き、システムの矛盾をもたらす可能性があった。しかし、我々のモデルを用いることにより、変更が無矛盾なものであるかどうかを実行時にチェック出来た。実装に当たるグループはハミドの指揮下に置かれた。羽倉は、エージェント指向データベースのための概念スキーマを用いたエージェント指向モデル(マルチエージェントシステムについての推論) 振る舞いの解体による概念的モデル化を開発した。

このフェーズを通して我々はいくつかの会社に我々の基本設計に基づくシステムの開発を依頼する。それに応じて、我々の提案したパッケージとしてプロトタイプCASEツールを作ることを試みる。

研究成果の公表計画

このフェーズを通して我々はいくつかの会社に我々の基本設計に基づく開発を依頼する。

我々の提案したパッケージとしてプロトタイプCASEツール(第1版)を作ることを試みる。当該フェーズでは、メンバー全員が調査を行った、プロジェクト要件の全体に対するダイジェストプランをまとめた。メンバー全員は、エージェント指向パラダイム、知的分散システムモデリングと関連した事項について調査、研究を行う。そのための、平成11年5月上旬に岩手県立大学でメンバー全員による集中討議と総括を行う計画である。またそれは、「動的知的分散システムにおけるエージェント指向モデリング」に関する国際ワークショップの形式を取る。

このトピックの下に、プロジェクト以外の研究者も参加できるようにした。

その活動は The 9th European-Japanese Conference on Information Modeling(EJC '99)(岩手県立大学会場、平成11年5月24日~28日)での一部として計画した。

また、早稲田大学で大須賀研究分担者と他の研究分担者が参加、分散人工知能システムモデリングに関するセミナー実施、ソフトウェア工学の新しいパラダイムに関する技術的な討論を行った。メンバー全員は、動的知的分散システムモデリングと関連した事項について研究報告を行った。そのための、平成12年5月上旬に岩手県立大学でメンバー全員による集中討議と総括を行った。

またそれは、「動的知的分散人工知能システムにおけるエージェント指向モデリング」に関する国際ワークショップの形式を取った。

このトピックの下に、プロジェクト以外の研究者も参加できるようにする。その活動は2nd International Workshop on Strategic Knowledge and Concept Formation (SKCF)(岩手県立大学会場)の一部としてなりました。この国際ワークショップで11年度の研究調査の成果を発表した[4][5][7][9]。

研究テーマに関する将来計画

この研究の目的は、複雑な問題を解くための問題解決における、一般論と実用性を保証する知的システムの設計方法を発見することである。オブジェクトに依存する問題解決には、さまざまなタイプがあり、一つ以上のサブジェクトが、複雑な問題解決の異なった役割に同じ問題で関係づけられる。本環境で我々の目的を達するために、システムの新しいアーキテクチャと人間活動を含む問題を表現するための新しいモデル化スキーマが必要とされる。

本研究では、多重レベルの機能構造とそれに一致する知識構造や、多重メタレベル操作、人間活動を含む問題を表す多層モデルなど、いくつかの新しい概念を計画している。そして、自動プログラミングを可能にすることによって、システムが問題解決の一般性だけでなく、実用性を実現することを示す。

独創性：創意工夫を活かしたもの

分散システムは、今後の計算機システムの重要で中心的な存在となってきた。しかしながら、分散システム開発に重要な仕様記述においては、従来からの伝統的なモデル化技法がとられてきているのが現状である。具体的には、集中型システムを対象としたデータのモデル化技法が主である。

分散を対象としたものであっても、プロセスのモデル化が主体である。本研究では、これまでの個々の技法の長所・短所を整理し、その中からそれぞれの特長を活かし、かつ、それらを有機的に結合・統合することによって分散システムの開発に極めて有効な統合モデルを構築する点に特色があり、従来にない独創性がある。詳細には、分散性をとりこんだデータ、プロセスそして動的な振る舞いおよび仕様の進化的変更について、オブジェクト指向に基づいた統合的な枠組みを与える。そして、その枠組みを反映した仕様の表現言語と仕様の解析の技法を開発する。

同時に、機械支援のための処理系を開発する。本研究が達成されれば、分散システムの特徴を活かした共通の基盤となる仕様のモデル化および解析の技法が、分散システムの構築の上で有効に適用できるようになる。これは適切な数学モデルに基づいたものであり、仕様記述者、設計者にとって曖昧さのない的確な技法となる。このモデル化・解析技法と機械支援系の提供とともに、分散システムの生産性が飛躍的に向上するものと期待される。

分散システムの動的進化は、ソフトウェア工学においては新しくかつ重要なパラダイムである。

これは、企業が新しいビジネス上の冒険をする時、企業モデル化に新たなニーズが発生してきたことからもたらされたものである。

このことは、企業がビジネスで冒険をする前に、企業がクリティカルな状況乗り越えて成功に結びつけられるよう、あらゆるタイプの環境を考慮に入れることにより、企業をモデル化する必要があることを意味する。

本研究は、ソフトウェアとシステムのリエンジニアリング(re-engineering)のための新たなニーズを拓くことになる。

しかし、分散システムなどのオープンシステムは、ユーザの新たな環境の追加には極めてセンシティブな問題を含んでいるように思われる。

分散システムの仕様をそのように更新することは、システムの一貫性を損なう危険性を招く恐れがあるからである。

新たに追加された仕様は、古い仕様との一貫性が保たれていなければならない。このことは、システムの振る舞いは維持されるべきであることを意味する。この研究を通じて我々は、リフレクションメカニズムの採用が必要であるとの結論に至った。

つまり、新たに追加された仕様は、古い仕様と反映(リフレクト)され、新たに追加された仕様が元のシステムの振る舞いとの間で一貫性を保つということである。

我々は、研究の独自性が立証できる、国際的な学会の大会、論文誌にその考えを発表した。また、ユーザが新たな仕様を追加できるようにするための新たなリフレクティブ言語を開発した。我々は、このプロジェクトを通じて、新幹線の車両設計などの極めて複雑なタスクを完全に仕様として記述できる特定領域で利用可能なCASEツールを構築したい。そして仕様の一部の変更が必要な場合には、その変更の影響が及ぶ詳細な全ての範囲をチェックする必要がある。

我々は、一つの変更によって引き起こされるかもしれない一貫性の破壊という混乱をシステム設計者に与えることなく、このプロセスが自動的になされるようにしたい。

システムの一貫性は、設計者が仕様の修正を行っている時ばかりでなく、システムが動作し続けている間も、システムを停止させることなく、チェックされるべきである。

波及性：情報通信技術としての幅広い波及性、又は新事業の創出の可能性

本研究は、分散システム、ネットワーク管理、サービスの品質管理など、プロセス制御のための分散マルチメディアアプリケーション、工業システムといった多くのアプリケーションに適用することが可能である。分散マルチメディアアプリケーションに関する我々の研究は、システム進化のためのよい方法論を必要とする。オブジェクト指向仕様のコンテキストにおいて、我々は、システムの進化のための一つの方法論を開発する。それは、システムに組み込まれるべきコンポーネントの新たなバージョン、もしくは新たなコンポーネントが、既存システムの部分を保持しながら、振る舞いと互換性を保つものであり、それらのシステムチェックに基づくというものである。このコンテキストにおいてリフレクションは有効である。なぜなら、リフレクションは、その枠組みがシステム仕様に対する自動化の理由づけを行うからである。我々は、システムがユーザから要求されるように、サービスの品質を保証するように再構成できるものと仮定する。このアプローチは、数多くの関連した、あるいは協同したタスクが存在する複雑なシステムの開発にとって重要なものとなるであろう。そのような環境は、ユーザの新たな要求仕様に基づいて変更することができる。一つのタスクが実行する変更は、インタラクティブにシステム内の他のタスクに影響を与える。従って、システムは、変更するための置き換えを支援し、置き換えを実現できるある種のメカニズムを持つことになる。

References:

- 1 . System Evolution in Distributed Multi-agent System
Issam A. Hamid
IEEE International Conference on Parallel and Distributed Systems July, 2000.
- 2 . Pattern-based Refinement Schemas for Design Knowledge Transfer
Ismail Khriiss, Rudolf Keller and Issam A. Hamid
Internatinal Journal on Knowledge-Based Systems, Elsevier 2000, Autumn
- 3 . Modeling and Implementation of Multi-agent Knowledge Bases
Issam A. Hamid
Internal Report
- 4 . Conflict Resolution Strategies in Design Muti-agent,
David Ramamonjisoa and Issam A. Hamid
The 2nd International Workshop on Strategic Knowledge and Concept Formation, Japan,
pp.49-58, (October. 20-22, 1999)
- 5 . Supporting Design by Pattern-based Transformations,
Ismail Khriiss, Rudolf Keller and Issam A. Hamid
The 2nd International Workshop on Strategic Knowledge and Concept Formation, Japan,
pp.49-58, (October. 157-167, 1999)
- 6 . Design and Implementation of Multi-agent for Intelligent Software,
David Ramamonjisoa and Issam A. Hamid
Sixth Asia Pacific Software Engineering Conference(APSEC ' 99), PP.268-271,
December 7-10, 1999
- 7 . Modeling Multi-agent Coordination
David Ramamonjisoa and Issam A. Hamid
Proceedings of the 9th European-Japanese Conference on Information Modeling and
Knowledge Bases, PP.151-153, May 1999
- 8 . Design and Implementation of Multi-agent coordination,
Issam A. Hamid
Proceedings of the 1st Asia-Pacific Conference on Intelligent Agent Technology,
World-Scientific, pp. 104-108, December 1999
- 9 . Modeling Multi-agent Coordination
David Ramamonjisoa and Issam A. Hamid
Information Modeling and Knowledge Bases XI, ISO-Ohmsha press, PP.109-113, 2000
- 10 . Design and Implementation of Multi-agent Coordination,
David Ramamonjisoa and Issam A. Hamid
ソフトウェア工学の基礎VI(FOSE ' 99), PP276-282, November,1999
- 11 . Distributed System Evolution using Refelection,
Issam A. Hamid
ソフトウェア工学の基礎VI(FOSE ' 98), PP80-85, November, 1998

< 発 表 資 料 >

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
Modeling Multi-agent Coordination	Information Modeling and Knowledge Bases XI, ISO-Ohmsha press	1999年5月
Conflict Resolution Strategies in Design Multi-agent,	The 2nd International Workshop on Strategic Knowledge and Concept Formation	1999年10月
Supporting Design by Pattern-based Transformations,	The 2nd International Workshop on Strategic Knowledge and Concept Formation	1999年10月
Desine and Impolementation of Multi-agent Coordination	ソフトウェア工学の基礎VI(FOSE' 99)	1999年11月
Design and Implementation of Multi-agent for Intelligent Software,	Sixth Asia Pacific Software Engineering Conference(APSE'99),IEEE CS.Press	1999年12月
Design and Implementation of Multi-agent Coordination,	Proceedings of the 1st Asia-Pacific Conference on Intelligent Agent Technology	1999年12月
Pattern-based Refinement Schemas for Design Knowledge Transfer	Internatinal Journal on Knowledge-Based Systems, Elsevier 2000, Autumn	2000年