

マルチエージェントフレームワーク Bee-gent による環境調和型製品設計支援システムの開発

吉岡信和 川村隆浩 長谷川哲夫 大須賀昭彦 春木和仁
株式会社 東芝 研究開発センター

1 はじめに

近年、急速なネットワークインフラの整備により、ネットワークを介して既存のアプリケーションを統合した分散システムの構築の要求が高まっている。例えば、2001年に施行される家電リサイクル法に対応して、現在、リサイクル・廃棄処理技術の開発とその実地方法が検討されているが、製品ライフサイクルにわたる環境情報を管理する分散情報システムの構築は優先的に取り組む課題である。この様なシステムの一つとして環境調和型製品設計支援システムがある。これは、製造・販売する製品を、そのライフサイクル全体を通じた地球環境へ与える負荷を考慮して、設計するためのシステムである。

この支援システムでは、製品を設計するための支援ソフトウェア、データベースなどの資産が既に多く存在し、それらをすべて置き換えることが困難であり、既存のシステム上に、新しい支援環境を構築する方法が望まれている。また、このシステムの特徴として、新規の支援ツールやデータベースが徐々に洗練、構築されつつあり、今後それらの仕様や構成の変更を行う可能性が高いことが挙げられる。

我々は、現在、既存のシステムやデータベースを柔軟に結合した分散システムを構築するために、マルチエージェントフレームワーク Bee-gent(Bonding and Encapsulation Enhancement Agent)を提案している[1][2]。本稿では、このフレームワークを用いて、環境調和型製品の設計支援システムを構築する例と、その場合の利点を述べる。

2 エージェントフレームワーク Bee-gent

Bee-gentは、アプリケーションやデータベースなどの基本要素、それらをネットワークを介して他のエージェントと接続するためのエージェントラッパー、基本要素間の協調的な処理を実現する仲介エージェントからなる。(図1)

仲介エージェントは、分散システムが一貫した動作を行うために、エージェントラッパー間の調整機能、他のエージェントとの通信機能、ネットワークを介して他のラッパーに移動する機能を持っている。また、エー

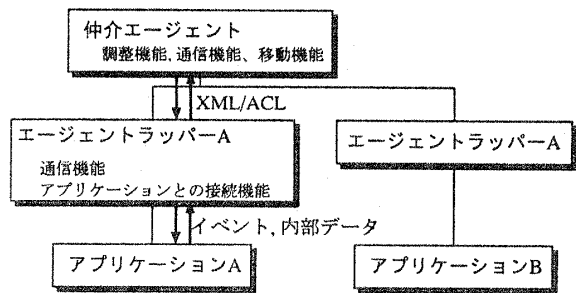


図1: Bee-gentの構成

ジェントラッパーは、他のエージェントとの通信機能、アプリケーションやデータベースと接続するための機能を持っている。

各エージェントは、お互い非同期通信を行い、条件付きでメッセージの取り出しが可能となっている。また、メッセージはSpeech-Act theory[3]に基づいたKQML[4]をベースに開発されたACL[5]を採用している。

この様にしてBee-gentでは、システムをその抽象レベルにあわせて3階層に分けて記述・実装し、システム全体の一貫性の調整をACLを用いて行うことで、従来の分散システムより柔軟で拡張性の高い分散システムの構築が可能となる。

3 環境調和型製品設計支援システム

環境調和型製品 (ECP: Environmentally Conscious Products) 設計支援システムとは、製品設計時に、その製品の材料・部品の調達、製品の製造、販売、使用、回収・解体、リサイクル・廃棄に至る製品の全ライフサイクルにわたる環境負荷を考慮するための支援システムである[6]。環境負荷とは、製品が環境に与える影響を数値化したものであり、例えばCO₂排出量や、リサイクルのためのコスト等である。

今回構築するシステムは環境負荷を評価する機能を中心に実現し、その構成要素として、環境影響度等やリサイクル性を算出するECP設計支援ツール群(LCA: Life Cycle Assessment, DFR: Design For Recycle, LCC: Life Cycle Cost)、既存のCADやプロジェクト管理ツール等のアプリケーション群、部品情報等が格納されている各種データベース群、部品/素材メーカーから環境情報を得るためのWWWサーバが含まれている(図2)。

環境に関する情報を支援するための分散システムは、既に構築されている多種多様なシステム上に新規のA

A Distributed Environmental Information System Based on Multi Agent Framework Bee-gent
Nobukazu YOSHIOKA, Takahiro KAWAMURA, Tetsuo HASEGAWA, Akihiko OHSUGA, Kazuhito HARUKI
Research and Development Center, TOSHIBA

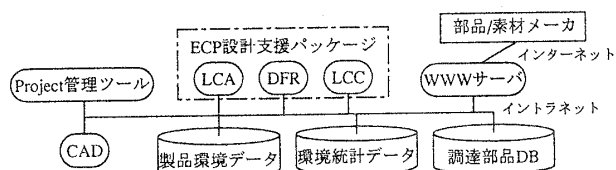


図2: ECP 設計支援システムの構成

アプリケーションやデータベースを組み込まなければならないので、その構築は非常に困難である。

Bee-gent を用いて既存のシステムと新規のものを有機的に結合することにより、例えば、設計者がCADで設計中に担当部分の環境負荷を評価することや、プロジェクトマネージャが製品全体の環境負荷の削減目標に対する達成度を調べることが可能になる。

4 サービス例

ECP 設計支援システムが提供する代表的なサービスとして、設計者への現在設計中の製品の製品負荷情報の表示がある。具体的には、CAD で製品の素材を入力した時に、設計中の製品に関する部品の製品環境データを入力として ECP 設計支援ツール群が計算した値を表示する。この時の値は、プロジェクトマネージャが決定した環境負荷の削減目標値などを利用して達成度として表示する。

5 Bee-gent を用いた ECP 支援システムの構築例

今回、本システムを次のプロセスで開発した。すなわち、まず、接続先基本要素の機能を分析した後、サービス毎に以下のステップで開発し、仲介エージェントの追加やラッパーの洗練を行った。

1. サービスのデータフローを分析し全体の概略を把握
2. 仲介エージェントの大まかな動きと、エージェントラッパーに必要なインターフェースの分析、設計
3. メッセージの内容やデータ構造の仕様を決定
4. 接続先の詳細分析と、上記の設計に従うエージェントラッパーの実装、および拡張
5. 仲介エージェントの設計、実装

この中で、2. の段階で仲介エージェントの大まかな動きを分析したのは、ラッパーエージェントが持つべきインターフェース、振る舞いを洗い出すためである。仲介エージェントの典型的な動作例を図3に示す。

6 考察

本システムの構築をその柔軟性、拡張性、構築容易性、実行効率の4つの観点から以下のように評価した。

- 必要なデータが不足している場合でも、エージェントラッパーが不足データを指摘し仲介エージェントが不足分を別のデータベースに収集しに行く

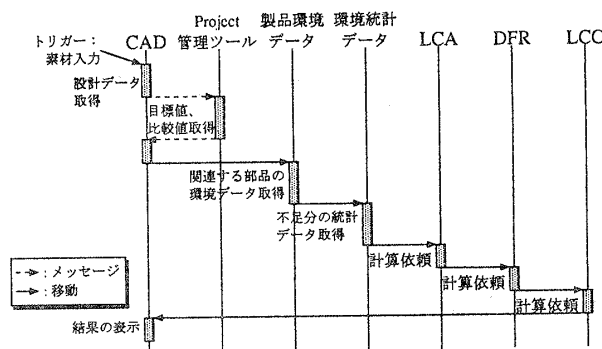


図3: 仲介エージェントの動作例

などの自律的な処理の記述が容易であった。また、データベースの位置が変わっても仲介エージェントを変更するのみで対応可能であった。

- データベースの部品情報が不足していた場合、その不足分の入力を促すサービスを新たに追加する場合、既存のアプリケーションやラッパーを変更する必要がなかった。
- サービスに着目した開発プロセスを採用したことにより、問題分割が容易になり、システム全体の段階的な構築、テストが可能であった。
- データベースをアクセスして必要なデータを選択する部分をモバイルエージェントを用いることにより、通常メッセージ通信の場合よりもネットワークを流れるデータ量を約30%減らす¹ことができた。

7 おわりに

本稿ではBee-gentを用いた分散システムの構築例として、既存のCAD、データベース、WWWや新しいECP設計支援パッケージなどを含むECP設計支援システムを示した。これにより、ECP設計支援ツールや環境に関するデータベースが製品設計プロセスで有効活用できるようになり、従来の分散システムよりも柔軟なシステムが構築できた。今後は、このシステムを基に、環境に関するサービスをより明確にして大規模なものに発展させていく予定である。また、その際に必要となる開発環境の充実をはかる予定である。

参考文献

- [1] <http://www2.toshiba.co.jp/beegent/>
- [2] 川村隆浩, 他: “既存システムの柔軟な結合を可能にするエージェントフレームワーク Be-gent の提案”, 信学技報, Vol.98, No.58, pp.55-62(1998).
- [3] Austin, J.L.(ed.): “How to do Things With Words”, Oxford University Press(1962)
- [4] Finin, T., et al.: “An Overview of KQML: A Knowledge Query and Manipulation Language”, Dep. of Computer Science, Stanford University(1993)
- [5] <http://www.fipa.org/spec/fipa97.html>(1997)
- [6] Kobayashi, H., et al.: “A Framework of Eco-design Support”, Proc. of EcoDesign'99, IEEE, pp.680-684(1999).

¹ただし、これは2回目以降の計算を仮定しており、データ量にはクラスの転送分は入っていない。