

ADIPS フレームワークのための知識記述支援ツール

原 英 樹[†] 藤 田 茂^{††} 菅 原 研 次[†]
木 下 哲 男^{†††} 白 鳥 則 郎^{†††}

ADIPS フレームワークにおけるエージェントの知識記述言語として ADIPS/L が提案されている。しかしながら、この知識の記述形式は複雑なため、設計者が通常のエディタやブラウザのみで知識の記述をすることは困難であった。本稿では ADIPS フレームワークにおけるエージェントの知識の記述の支援を行うツールを提案する。本ツールを使うことにより設計者の負担を軽減できる。

Tools for Knowledge Description of Agents in ADIPS Framework

HIDEKI HARA,[†] SHIGERU FUJITA,^{††} KENJI SUGAWARA,[†]
TETSUO KINOSHITA^{†††} and NORIO SHIRATORI^{†††}

ADIPS/L has been proposed for domain knowledge description language of agents defined in the ADIPS framework. However, because domain knowledge is represented by the complicated description forms, it is difficult for designers to describe that knowledge using conventional development tools, such as an editor or a browser. In this paper, we propose tools for knowledge description which support the designers who develop agents in the ADIPS framework. Using this supporting tool, the burden of the designers can be reduced.

1. はじめに

我々はこれまでエージェント指向分散システムを効率的に開発するための ADIPS フレームワークに基づく実行環境の設計と開発を行ってきた¹⁾。また本フレームワークを応用したシステムとしてやわらかい TV 会議システムなどを開発した²⁾。ADIPS フレームワークにおけるエージェントの知識記述言語として ADIPS/L が提案されている^{3),4)}が、いくつかの応用システムを開発した結果、ADIPS/L の記述形式が複雑であり、通常のエディタのみで記述する場合に開発者の負担が大きいという問題が明らかになった。

本稿では、この負担を軽減することを目的とした知識記述支援方式を提案し、これに基づいて開発した知

識記述支援ツールについて述べる。

2. ADIPS エージェントの知識記述

ADIPS フレームワークにおける分散処理システムは、利用者にサービスを提供する計算機プロセス、計算機プロセスの制御の知識を持つプリミティブエージェント³⁾、および、エージェントを協調させる知識を持つ組織構成エージェント⁴⁾からなる階層的な組織で構成される。これらのエージェントはリポジトリに部品として格納され、分散処理システムの利用者の要求に応じて動作し、サービスを提供する。また、分散システムの動作時に発生しうる動作環境の変動に適応し、サービスを提供し続ける能力を持つ。

分散環境上に存在する部品をオブジェクト指向方法論に基づいて管理する枠組みとして CORBA が提案されている。CORBA における部品（オブジェクト）は、システム設計者がリポジトリの膨大な部品の中から検索し、その部品を明示的に指定することにより利用される。これらの作業は設計者の負担となる。この負担を軽減するために、ADIPS フレームワークにおける部品（エージェント）は、部品を利用するための知識を持つ組織構成エージェントが、必要な部品を自

† 千葉工業大学情報ネットワーク学科

Department of Network Science, Chiba Institute of Technology

†† 千葉工業大学情報工学科

Department of Computer Science, Chiba Institute of Technology

††† 東北大学電気通信研究所

Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

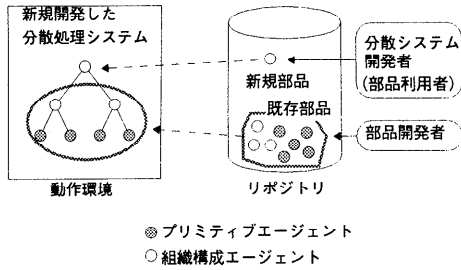


図1 既存部品を利用した分散処理システムの開発

Fig. 1 Development of distributed processing system using components stored in agent repository.

動的に検索して適切な部品を選択することにより利用される。このために各エージェントは、(1) 部品としての機能を実現する処理プロセスとともに、そのプロセスの設計と利用に関する知識を保持する機能および、(2) 分散処理システムの機能を実現する階層的組織を構成するための拡張契約ネットプロトコル¹⁾を処理する機能を持つ。エージェントはこれらの機能により、分散処理システムを実現するエージェントの組織を自動的に構成することができる。また、ADIPS フレームワークではリポジトリに格納されたエージェント（既存部品）を再利用して分散処理システムを開発するための枠組みを提供している。分散処理システムの開発者は、既存部品を組織の一部として利用するエージェントをリポジトリに新規部品として格納することで、過去に既存部品を開発した部品開発者の設計知識を再利用することが可能となる（図1）。

エージェントが保持する知識は、(1) 機能仕様の知識、(2) 機能分割の知識、(3) 部品検索と選択の知識、(4) 機能調整の知識、(5) 障害対処の知識、および、(6) 部品として協調動作するための知識、の6種類に分類される。与えられたタスクを実現するための最適な組織を拡張契約ネットプロトコルに基づいて構成するというエージェント指向分散処理システムの特徴は、主に(2)と(3)により実現される。

6種類の知識は、それぞれ異なる領域の知識を記述するために異なる記述形式を持ち、またそれぞれが拡張契約ネットプロトコルの性質を反映した複雑な関係を持っている。エージェントの知識記述者は、知識の記述形式と知識間の関係をつねに念頭において知識の記述を行う必要がある。これを通常のプログラミング環境で使われるエディタやブラウザのみを使用して記述を行った場合、これらの知識構造を把握し続けることが負担となる。

3. エージェントの知識記述支援ツールの設計

3.1 設計方針

一般に、知識を記述することは困難であり、エキスパートシステムにおける知識記述では、知識表現形式を知らなくても知識を正しく知識ベースに格納するためのツールの必要性が指摘されている。本稿では、2章の最後で提示した問題を解決する方式として、ADIPS/Lの知識モデルの構造をエディタに反映させることにより設計者の作業を支援する下記的方式を提案する。

- (A) エージェントの6種類のそれぞれの知識とその関係を、グラフの形式で表示する。
- (B) 各知識の典型的な記述形式に基づいて、記述項目を提示し、知識記述者の作業を誘導する知識記述エディタを提供する。
- (C) 知識記述の結果のエージェントの動作を確認するためのビューワを提供する。動的に構成を変えるエージェントシステムの設計には、この機能は重要である。

以下、2章で述べた知識のうち、組織構成に必要な知識(1)、(2)、(3)のみを例に述べるが、他の知識の記述支援も同様の方針で実現した。

3.2 ADIPS/Lの知識の記述形式

以下に、機能仕様・機能分割・部品検索と選択の知識について、その主な記述項目を明確にする。

(1) 機能仕様の知識 *TASK*

$TASK = \{task | task = \langle id, \text{機能仕様}, \text{動作条件}, \text{入力}, \text{出力} \rangle\}$.

ただし、*id*は知識の識別子、機能仕様は実現可能な機能に関する記述、動作条件は動作するために必要な条件、入力は組織に属さないエージェントから受け取る情報の内容、出力は組織に属さないエージェントへ渡す情報の内容である。

(2) 機能分割の知識 *PROC*

$PROC = \{proc | proc = \langle id, \text{部分機能の仕様の集合}, \text{データフローの集合} \rangle\}$.

ただし、*id*は知識の識別子、部分機能の仕様はそれぞれの部分機能の機能仕様と動作条件、データフローは部分機能間で受け渡す情報の内容の記述である。

(3) 部品検索と選択の知識 *BID*

$BID = \{bid | bid = \langle id, \text{タスク通知作成}, \text{入札評価}, \text{入札作成}, \text{落札評価}, \text{初期化} \rangle\}$.

ただし、*id*は知識の識別子、タスク通知作成は機能分割の知識として記述された部分機能の仕様からタ

スク通知を作成する方法の記述の集合、入札評価は送信したタスク通知の返信である入札を評価する記述の集合、入札作成は入札の作成方法、落札評価は落札の評価方法、初期化はインスタンスエージェントの初期化情報である。

3.3 ADIPS/Lの知識間の関係

3.2節に示した知識の間には、以下に示す2つの関係が存在する。エージェントはこれらの関係に従って利用する知識を選択し、その知識に従って拡張契約ネットワークプロトコルを処理し、組織構成を行う。

(1) 機能分割方法を指定する関係 *TASK_PROC*

$TASK_PROC = \{task_proc\}$

$task_proc = \langle task_id, proc_id \rangle$.

ただし、*task_proc* は次の二項関係である。*task_id* は機能仕様の知識識別子、*proc_id* は *task_id* で表される機能仕様を部分機能に分割するための機能分割の知識識別子である。エージェントは受信したタスク通知メッセージに一致する機能仕様の知識を選択することで、そのタスクに適した機能分割の知識を決定する。

(2) 入札評価の基準を指定する関係 *PROC_BID*

$PROC_BID = \{proc_bid\}$

$proc_bid = \langle proc_id, BID_ID \rangle$.

ただし、*proc_bid* は次の二項関係である。*proc_id* は機能分割の知識識別子、*BID_ID* は *proc_id* で表される機能分割をしたときに利用する部品検索と選択の知識の識別子の集合である。エージェントは、入札の状況に応じて *BID_ID* で指定された知識の中から1つを選択し、その知識に基づいて入札したエージェントと契約を結び組織を構成する。

4. 知識記述支援ツールの実装

知識記述支援ツールはADIPSフレームワークの実装と同じくJava言語で実装した。図2に、知識記述支援ツールとリポジトリおよびエージェント開発者の

関係を示す。知識記述支援ツールは次の3つのウィンドウを介して開発者の知識記述の支援を行う。

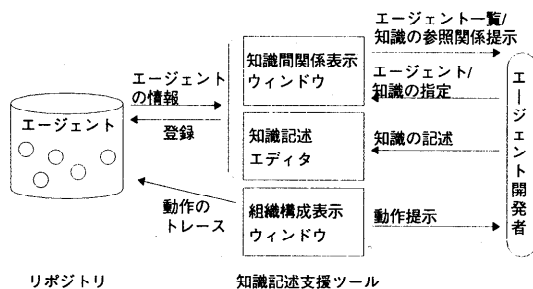
知識間関係表示ウィンドウ 知識記述支援ツールの起動時に表示されるウィンドウであり、これを用いて開発者は個々のエージェントの知識の追加や削除、知識間の関係の定義を行う(図3(a))。リポジトリ内のエージェントをカテゴリごとに分類したリストと、リストから選択したエージェントが持つ知識間の関係を表示する。エージェントの知識は、3.2節で述べた知識を表す節と、3.3節で述べた知識間の関係を表す辺から構成されるグラフとして表示される。これにより、通常のテキストエディタやブラウザを利用した場合には把握が困難であった知識間の関係が明確になる。図3(a)は、カテゴリ“Www”に属するエージェント“Www”を選択し、そのエージェントの知識構造を表示している。

知識記述エディタ 知識の記述や変更を行う場合に用いる(図3(b))。前述した知識間関係表示ウィンドウ内に表示された知識項目をクリックすることにより起動する。3.2節で述べたそれぞれの記述形式に基づいた形式でエージェントの知識の内容を提示する。記述すべき知識項目を提示して必須項目を強調するなどの記述の誘導を行うことで、知識記述の支援を行う。図3(b)では、エージェント“Www”の機能仕様の知識“task-1”、機能分割の知識“proc-1”および、部品検索と選択の知識“bid-2”の記述を行っている。

組織構成表示ウィンドウ 上記の2つのツールを用いて知識記述を終えた後に、その知識記述内容の正しさを確認するとき用いる(図4)。エージェントの動作の可視化を行うツールであり、メッセージの送信やエージェントの生成される順番がアニメーションで表示される。これにより、開発者は記述したエージェントが意図したとおりに組織を構成するかどうかを確認することが可能となる。これは、様々な組織構成を動的に行うエージェントの知識記述を行ううえでの特徴的支援機能である。図4では、ADIPSフレームワーク上に構築したWWWブラウザ⁴⁾の組織の構成過程を表示している。

5. おわりに

本稿では、分散処理システムの部品となるエージェントの知識記述を支援するツールの設計と実装について述べた。これまでの通常のエディタやブラウザを用いて開発する作業に比べて、このツールを用いることにより、エージェントの知識記述が容易になった。



リポジトリ
知識記述支援ツール
図2 知識記述支援ツールの構成

Fig. 2 Overview of tools for knowledge description.

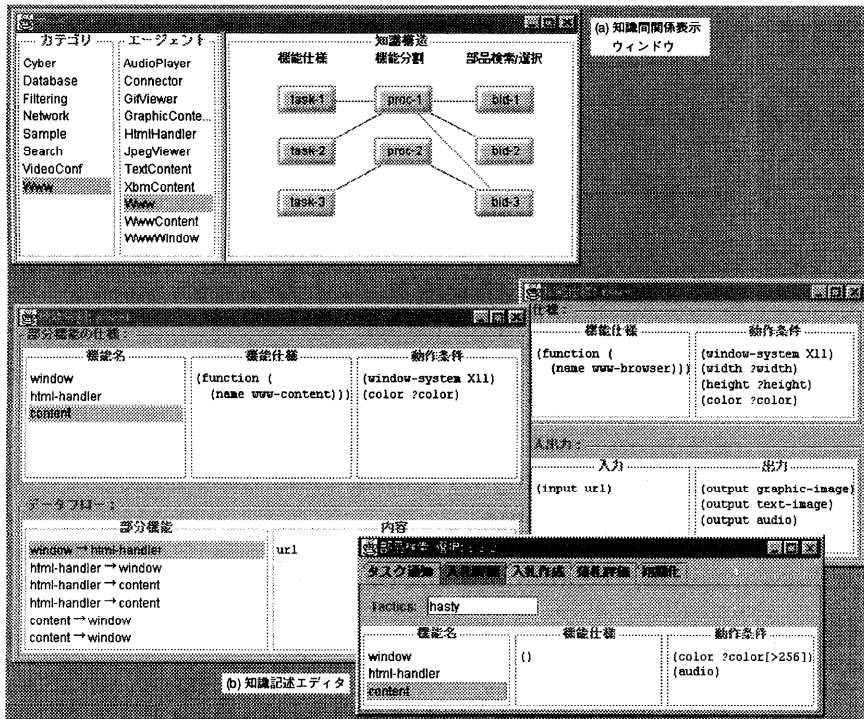


図3 知識記述支援ツール
Fig. 3 Tools for knowledge description.

参考文献

- 1) 藤田 茂, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎: 分散処理システムのエージェント指向アーキテクチャ, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.5, pp.840-852 (1996).
- 2) 菅沼拓夫, 藤田 茂, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎: マルチエージェントに基づくやわらかいビデオ会議システムの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.6, pp.1214-1224 (1997).
- 3) 原 英樹, 藤田 茂, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎: 計算機プロセスのエージェント化のための知識記述方式, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J81-D-I, No.5, pp.566-573 (1998).
- 4) 藤田 茂, 原 英樹, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎: エージェント指向分散処理システム ADIPS のための組織構成エージェントの領域知識記述形式, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.2, pp.188-198 (1998).

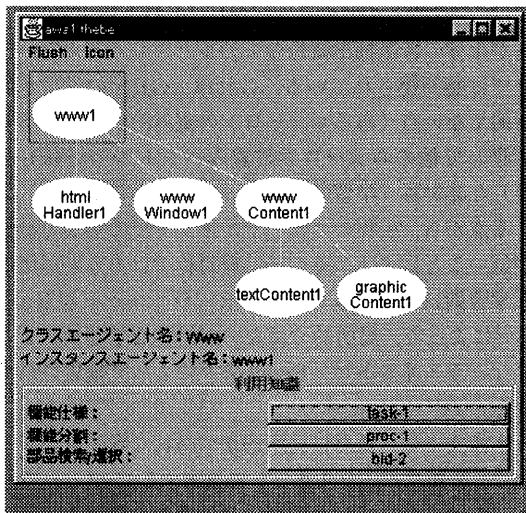


図4 組織構成表示ウィンドウ
Fig. 4 Agent organization presentation window.

謝辞 設計に基づいて支援ツールの実装を担当していただいた千葉工業大学情報工学科の高橋誠康氏に感謝します。

(平成 10 年 7 月 2 日受付)
(平成 10 年 9 月 7 日採録)