

アクティブデータベースとエージェントの融合

2Q-1

小西 修

高知大学理学部情報科学科

1 はじめに

データベースは現在の情報システムの基盤であるが、多くの制限がある。これらの制限を取り除き、その機能性を拡張するための重要なステップは、アクティブデータベースへの拡張である。アクティブデータベースは、ユーザの質問とは独立にアクションを達成する。これらのアクションは、外部で起こる事象あるいはデータベースの内部で起こる事象に対して達成される。そのアクションは、(1) ビュー (導出データ)、(2) 整合性制約、(3) 環境とのインタラクション、などを提供する。このようなアクティブデータベースの自律的な振る舞いは、エージェントとして理解できる。本稿では、アクティブデータベースとエージェントシステムを比較するなかで、各々の利点を融合したアクティブデータベースの発展型としてのエージェントベースシステムのモデルを考察する。

2 アーキテクチャ特性の比較

エージェントシステムの構成要素である beliefs (事実または、知識), goals (目標), plans (計画) についてアクティブデータベースと比較検討する。beliefs は、その世界の状態についての現在の知識を示し、またエージェント自身の内部状態の側面を示す。一般的には、これは、応用領域の静的な性質についての事実を含んでいる。このエージェントの beliefs に相当するのは、データベースではそのコンテンツであり、システムがモデル化したその世界の事実を表している。goals は、ある時間間隔での条件として表現され、与えられた条件に対する達成、検査、維持そして待ちのための目標を含んでいる。plans は、ある事実がその belief に加えられるとき、そのエージェントがどのように反応すべきかを記述するところの知識ベースの要素である。plans は goals を達成するために使われる手段である。

アクティブデータベースでは目標は、ルールと更新手順によって達成される。

このように見ると、エージェントの自律性 (autonomy)、

社会性 (social ability)、反応性 (reactivity) そして前進性 (pro-activity) などは、すでにアクティブデータベースで実現可能であり、エージェントの知識 (knowledge)、信念 (belief)、決意の固さ (intension) そして義務 (obligation) などは、それに推論能力をさらに拡張することによって、アクティブデータベースに導入されることが推察できる。この前者は、環境とタイムリーにインタラクションする反応的エージェントであり、後者は、エージェントの考える処理に焦点をあてた合理的エージェントと見ることができる。ここで、反応性と合理性を調和させたエージェントアーキテクチャが考察されなければならない。

3 エージェントの合理性と反応性の調和

合理性と反応性の調和に証明手続きを採用した文献 (4) による説明を行う。

合理的エージェントでは、目標 (goals) は陽に表現され、知識は目標分割ルールとして表される。ここでは、定義が目標を部分目標に分割するために使用される。一方、反応的エージェントは、目標は、条件-アクションルールによって陰に表現される。このルールは、整合性制約として記述される。

合理的かつ反応的エージェントのサイクルは次のようになる。

時間 T での循環:

- (1) 時間 T で何らかの入力を観察する。
- (2) そのような入力を記録する。
- (3) その入力を最初に伝播することによって、証明手続きを開始する。
- (4) 推論ステップのすべてに対して、証明手続きを続ける。
- (5) そのドメイン時間がトランザクション時間 $T + n + 1$ とコンパチブルである原子アクションを選ぶ。
- (6) そのようなアクションを実行し、その結果 (成功/失敗) を記録する。
- (7) 時間 $T + n + 2$ で循環する。

4 統合パラダイム

これまで見てきたように、エージェントシステムはプロセス集約的であり、一方、アクティブデータベースシステムはデータ集約的であるといえる。この各々のアーキテクチャの性格を考察すると、エージェントシステムには、障害回復や頑健性のためにトランザクションを取り入れる必要があり、また、アクティブデータベースシステムには、長時間プロセスとそれに関連した維持条件を取り入れる必要がある。この二つのパラダイムを統合するモデルとして次のような表現が導かれる。

Agent:

```
attributes
methods
lifecycle (methods sequence)
rules
transactions (methods)
```

ここに、ポテンシャルな振る舞いとしてメソッド（エージェントが実行できるアクション）とライフサイクル（そのアクションが可能な実行シーケンス）があり、ルール（指定された状況におけるエージェントの実際のアクション）はアクティブな振る舞いとして見る事ができる。ここでのルール使用として、（1）エージェントの間の多種の情報を伝達するための言語として、（2）エージェント自身をルールの形で知識として伝達する、ことが考えられる。

5 アクティブデータベース上のエージェントシステム

上記のようなエージェント表現を行うと、アクティブデータベース上にエージェントシステムの基地を設けることやアクティブデータベース内にエージェントを包含するという興味ある問題が提起できる。当然そこでは、複数のエージェントが自己の目標のために振る舞う。このことは、並列システムの正しさを検証することに含まれる困難さという問題に実質的に遭遇する。

ここでは、複数エージェントの振る舞いとその状態をプロセスモデルで捉え、ECAルールで表現することを示す。これは、エージェント同士は直接会話せず、各エージェントはその状態をデータベース（リレーション）に登録することでエージェントが制御される一種の告知方式による協調である。ここで、エージェントの振る舞いはトランザクションとして扱われる。タスク作動仕様、ロ

グ情報、同期ポリシーは、整合性制約を維持するために、リレーションとして格納され、前進的なエージェント協調を駆動するためにECA機構が使われる。

Event: start

```
condition: AGENT[TASK, OPERATION,
AGENT (agent1, agent2)]
and not OPERATION [ TASK.
OPERATION, STATE ( finished)]
```

```
action: insert: AGENT [TASK, OPERATION,
AGENT (agent1, agent2), TIME(now),
STATE (start)]
```

6 おわりに

我々は、エージェント型アクティブデータベースであるHI-AMS（アクティブ・メディエーション・システム）の研究開発を行っている。このシステムの設計と実装のなかで、エージェントベースシステムのモデルを追求していく予定である。

参考文献

- [1] 小西 修：アクティブ・メディエーション・システムの設計と実装—エージェント型データベースの研究—、重点領域研究「高度データベース」東京ワークショップ講演論文集、pp.260-275, 1997.6.
- [2] G. Kappel, M. Schrefl, "Modeling Object Behavior: To Use Methods or Rules or Both?", DEXA'96. pp.584-602, 1996.
- [3] J. van den Akker, A. Siebes, "Enriching Active Databases with Agent Technology", CIA'97, pp.116-125, 1997.
- [4] U. Dayal, "Ten Years of Activity in Active Database Systems: What Have We Accomplished?", ARTDB'95, pp.3-22, 1995.
- [5] R. Kowalski, F. Sadri, "Towards a Unified Agent Architecture that Combines Rationality with Reactivity", Logic in Databases '96, pp.137-149, 1996.
- [6] J. Baily, M. Georgeff, D.B. Kemp, D. Kinny, "Active Databases and Agent Systems - A Comparison", RIDS'95, pp.342-356, 1995.