

エージェントアーキテクチャにおける非同期階層制御

5 A F - 4

江谷 為之, シドニー・フェルス, 間瀬 健二
ATR 知能映像通信研究所

1 はじめに

自律エージェントの適応特性などを利用したヒューマンインタフェースや仮想現実空間における仮想/擬人化キャラクターの生成の研究は盛んに行われており、それらは Interface Agent、あるいは Believable Agent [4] と呼ばれている。これらのエージェントにおいては、柔軟性や反射性といった相反する特性が望まれ、しかもそれらに対する時間的制約が一般の知識処理に比べて大きく制御のための方法論が重要であると考えられる。

本稿では、このようなエージェントを制御する枠組みとして我々が検討している「非同期階層型エージェントアーキテクチャ (A-HA)」[2] について述べ、その機能要件を考察する。

2 A-HA アーキテクチャ

A-HA のエージェントアーキテクチャの基本的枠組は、5 階層からなる機能単位群を連携し非同期的に制御するモデルである (図 1)。またこれらの階層間の相互連携およびエージェント環境とのインタラクションは知識モニタと呼ばれる制御部を通して行われる。

各層では、1. 動機 (Motivation) 2. 計画策定/ポリシー決定 (Plan/Policy) 3. 振舞い (behavior) 4. 行動/環境認識 (Actions/Sensations) 5. 行動単位/認識単位 (Action Units/Sensor Units) のレベルの処理をそれぞれ独立に制御する。これは抽象レベルに応じて制御を分割/独立化し、即時性、適応性、熟考性など特性の異なる処理を合理的に実行することを目的としている。5 階層はトップダウン型の行動系およびボトムアップ型の認識系からなり、各層は知識モニタを通じて隣接する層および同一層と通信を行い、層間での指令や情報のフィルタリング、環境情報などを交換する。

これらの構造を検証するために部分実装したマルチプレイヤー型ボードゲーム環境 (Malefitz) を図 2 に示す。これは配置された 4 人のプレイヤーの駒をダイスの目に応じて操作し、最終ゴールに到達することを目的とした、双

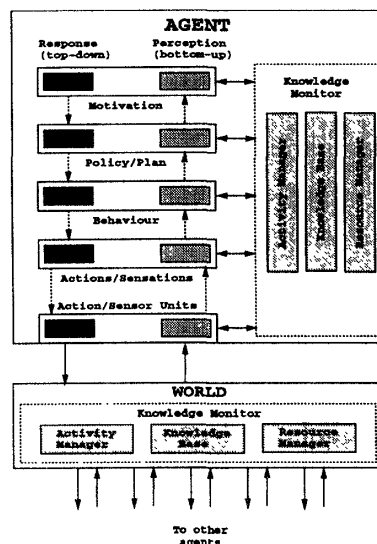


図 1: A-HA エージェントの基本構造

六型ゲームである。このゲームにおいて各プレイヤー (エージェント) は、全体の戦局、相手プレイヤーの位置、障害物の有無などを考慮し、動的に戦略、振る舞いを変化させつつ最終ゴールを目指す。



図 2: Malefitz ゲームの環境

各層ごとの内部処理は、前処理部、プリミティブ、評価/実行部の 3 つの基本部からなり、それぞれ、初期処理、環境事象の重み付け、プリミティブ評価を行う (図 3)。現在各層のプリミティブは次のようなものとなっている (アプリケーションの性格上行動単位層の実装は省略している)。

Motivation

Winning(ゲームに勝つこと)

Policy/Plan

Aggressive(攻撃主体戦略), Progressive(前進主体戦略), Protective(防御/回避戦略), Disturbing(妨害戦略), Cautious(慎重戦略)

Behavior

KickOut(他プレイヤーを直接攻撃), Chase(他プレイヤーを追跡), Advance(ゴールへの最短経路を前進), Block(後塵を妨害), Barrikade(先陣を妨害), Support(他プレイヤーに経路をゆずる)

Action

MovePiece(自分の駒を移動), PlaceStone(障害物を移動), SendHome(他プレイヤーをふりだしへ移動), RollDie(サイをふる)

上記のような複数のプリミティブが並列に動作し、各自の評価関数に従って環境事象に対するエネルギーポテンシャルを計算する。たとえば、Policy/Plan レベルで Aggressive プリミティブは、ゲーム局面、自分の現在のゲーム順位、攻撃可能な他プレイヤーの位置をチェックし、対応するポテンシャルを加算または減算する。評価/実行部では、それぞれのプリミティブの算出したポテンシャルに応じて処理プライオリティを競合的に決定し、下位層への出力を生成する。これらの処理が層間で連携し処理結果を伝搬させていくことで全体の動作が決定する。このときに上位層における選択は下位層への制約として作用し、動機、戦略レベルから実際の行動レベルまでスムーズな動作を行っている。

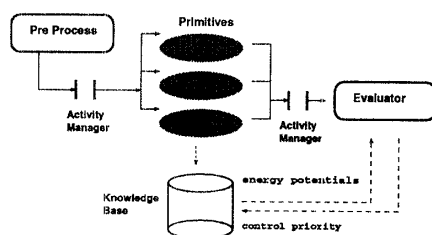


図 3: Malefitz 各層の内部処理

3 仮想キャラクタの非同期階層制御

ミュージアムなど展示空間、仮想現実空間などにおける擬人化表現をもったエージェントの制御を A-HA をベースに考察する。この場合上記の Malefitz システムに比べ複雑性が大きく、次のような課題がある。

コヒーレンス問題

複数の制御の水平的あるいは垂直的な統合における問題点の一つは、熟考層レベルでの処理方針と内部状態や環境入力によって決定される行動レベルでの

処理指標の矛盾が発生しうる事である [3] [1]。Malefitz ではエージェントの行動はそれぞれの順番によって区切られており、環境事象の変化や他エージェントの振舞いは静的に扱えるため、層間の矛盾は上位層からのバイアスに適合するよう各層で再計算を行うことで解決しているが、一般に動的な環境変化を伴うエージェントでは層単位で独立した制御が要求されるため、これは大きな問題となる。

解決方法の一つとして考えられるのは、振舞い層と行動層、行動層と行動単位層において下位層へいくほど層間の結合強度を強め、上位からのバイアスを下位の指令にきめ細やかに反映しやすくすることで、それらの矛盾を極力小さくしていく方法などがあると考えられる。

発振の問題

行動レベルでの制御対象について、Malefitz の場合には駒の移動に限定されていたが、仮想キャラクタの制御には、制御要素が多く、発振などを起こした場合、制御要素間で整合がとれなくなる。従ってなんらかの安定化バイアス（継続指数）が必要になってくると考えられる。

4 おわりに

Malefitz システムによって、基本的な A-HA アーキテクチャの動作が確認できた。現在我々は本アーキテクチャを、ゲストナビゲーションを行うガイドエージェントシステムに適用する予定である。このガイドエージェントシステムでは、研究所来訪者にそれぞれ、個人用のエージェントをアサインし、次のような支援を行う。

- 訪問経路の動的パスプラン、リコメンデーション
- デモンストレーションの関連情報などの検索、開示
- ユーザに対する親密度を備えた外部表現 etc

このアプリケーションを通じて、我々は3で挙げたエージェント制御の課題を考えつつ、実世界におけるエージェントの適用性について検討したいと考えている。

参考文献

- [1] B. M. Blumberg and T. A. Galyean. Multi-level direction of autonomous creatures for real-time virtual environments. In *SIGGRAPH 95*, pp. 47-54, August 1995.
- [2] 江谷為之, シドニー・フェルス, アルミン・ブルダリン, 岡瀬健二. 非同期階層型エージェントアーキテクチャについて. 人工知能学会基礎論研究会資料 SIG-FAI-9603, pp. 74-79. 人工知能学会, March 1997.
- [3] K. Fischer, J. P. Müller, and M. Pischel. A pragmatic bdi architecture. In M. Woolridge, J.P. Müller, and M. Tambe, editors, *Intelligent Agents II*, pp. 203-218. Springer, 1995.
- [4] 石田孝. エージェントを考える. 人工知能学会誌, Vol. 10, No. 5, pp. 663-667, Sept. 1995.
- [5] 西田豊明. ネットワーク社会とエージェント. 情報処理, Vol. 38, No. 1, pp. 10-16, Jan. 1997.