

Soar を用いた自律エージェントの機能階層化の検討

5 P-2

徳本 修一† 渡部 修介†† 古市 昌一†

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所†

三菱電機株式会社 鎌倉製作所††

1. はじめに

我々は、訓練用シミュレータの自動模擬に関する研究を行っている [1]。このようなシステムでは、規模の拡大や状況の複雑化に伴いシミュレータの自動化が重要な機能と考えられる。この分野は米国において、モデリング&シミュレーション研究の主要技術として盛んに行われている。そこでは SAF (Semi-Automated Forces) 技術や CGF (Computer Generated Forces) 技術の研究が活発に行われ、高度な自動化または半自動化が、大規模な訓練シミュレーションシステムで実現されてきた [2]。このような自動化技術にはシステムによる意思決定機能が必要不可欠であり、様々な手法が提案、実現されてきた。このような従来技術の多くは、ユーザ要求をもとに知識を構築するため、ユーザの想定外の環境への対応が困難であり、すべての状況に対応する知識を記述には限界がある。またシステムの柔軟性や汎用性に乏しい。このような問題を解決するため、我々は自動模擬を行う主体をエージェントと定義し、エージェントとしての自律性、協調性を実現することで、適応性や汎用性の問題を解決する。

本報告では、実時間処理が必要になる訓練用シミュレーションシステムを想定し、階層型エージェントアーキテクチャを提案する。このアーキテクチャは従来の知識処理を用いた熟考型処理と、反射的動作のように外界とインタラクティブな即応型処理の階層化と並列処理により、環境変化に柔軟に対応し、実時間動作を可能にする。ここでは提案したアーキテクチャの熟考機能にプロダクションシステムである Soar を導入し、エージェントを作成し、動作検証のためのプロトタイプシステムを検討する。

2. Soar

Soar [3] は 1960 年代に始まった人間の認知機構の研究をもとに提案された知識処理機構である。

A Hierarchical Function Structure for Autonomous Agents using Soar Architecture: Shuichi TOKUMOTO, Shusuke WATANABE, Masakazu FURUICHI, Mitsubishi Electric Corp., Information Technology R&D Center, 5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa, Japan.

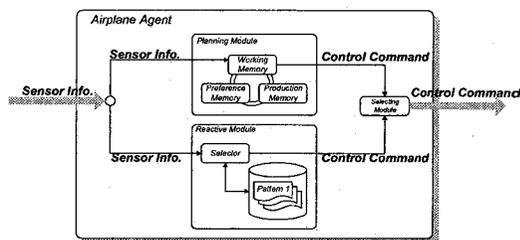


図 1: 階層型エージェントモデルの基本構成

Soar が示す範疇は、知識処理システム全体のモデリングからその実装されたシステムにまで及ぶ。一般的にはシステム化、実現方法の視点で言及され、Soar 理論を実践するために様々な機能が検討されている。現在 Soar の処理系はプロダクションシステムによって実現され、プロダクションシステムの機能を基本に、推論処理に行き詰まった時、サブゴールを生成し個別に解決する汎用ウィークメソッド、サブゴールの解法をトレースし、新たなルールを獲得するチャンキングと呼ばれる学習機能を有する。また外部環境との入出力装置を持ち、エージェントを構築するには適した知識処理機構である。

3. 階層型アーキテクチャ

我々は従来手法の問題解決のために階層型エージェントアーキテクチャを提案する。図 1 にアーキテクチャの基本構成を示す。従来のアーキテクチャでは、観測、モデリング、プランニング、実行を順に行うサイクルを繰り返すことで行動制御を行ってきた。この構造はエージェントの行動を生成するルールなどの知識が十分に備わり、行動を生成出力するまでに時間的な余裕がある場合には有効である。しかし、ユーザが予測しない状況、または状況を判断し行動するまでの時間の制約が厳しいときには実行が困難と予想できる。提案するアーキテクチャは、ルールや事例をもとに長期的なプランニングや複雑な環境のモデリングを行うプランニングモジュール、常に状態変化を観測して反射的な動作を実現するリ

アクティブモジュール、そして状況に応じて制御情報を選択する選択モジュールで構成される。プランニングモジュールとリアクティブモジュールは同一の入力情報を用いて、独立して制御情報を生成、出力する。各モジュールの制御情報は選択モジュールにおいて選択され、最終的な出力値としてエージェントから出力される。通常はプランニングモジュールの制御情報を優先し、エージェントの制御情報として出力される。しかし、急激な状況変化が起きた場合、プランニングモジュール内では、現在実行していたプランでは対応できず、制御情報が出力できないことがある。この時、選択モジュールは時間制限を判断条件としてリアクティブモジュールの制御情報を選択、出力し、再プランニングによりプランニングモジュールからの出力が可能になるまでモデルの状態を維持する。例えば、航空機などの航行計画に沿った操縦から天候の変化など急激な状態変化に対しても、リアクティブモジュールの制御情報により機体を維持しながら、プランニングモジュールで航行計画を修正し、実行する事が可能になる。

ここでは、プランニングモジュールに Soar を導入し、エージェントを構築する。Soar で用いるルールは、過去の事例やドクトリン、対象の分析結果、シミュレーションの目的やシナリオから Soar のプロダクションルールを抽出し、プランニングモジュールを構築する。一方、リアクティブモジュールには状況、条件に対して短時間に一意に出力を得られる機構が望ましい。ここでは、状態維持に必要な基本的な行動パターンを if-then ルールとして複数用意し、状況に応じて一意に決定する。選択モジュールには処理時間制限を判断基準としてプランニングモジュールから設定時間内に出力がないときにリアクティブモジュールの出力を選択する。

4. システムの構築

我々は上記アーキテクチャの検証のために、航空機管制の模擬システムの構築を行っている。システムは、管制官の指示のもと、様々な状況変化に対応しながら複数の航空機に指示を送り、目的達成するものである。システムは分散シミュレーション環境の標準化仕様 HLA (High Level Architecture) [4]を用いて構築する。図2にシステム構成の概略図を示す。システムは RTI (Run-Time Infrastructure) を介して2種類のサブシステム(フェデレート)から構成される。一つは各航空機に動作指示を出力する管制官エージェントを実行させるフェデレート、もう一つは航空機と環境の物理モデルを有して、運動模擬と画面表示を行うフェデレートである。

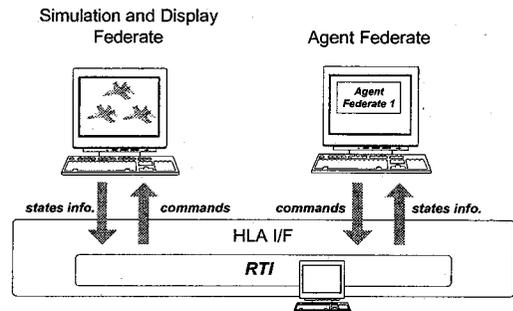


図2: シミュレーションシステムの構成

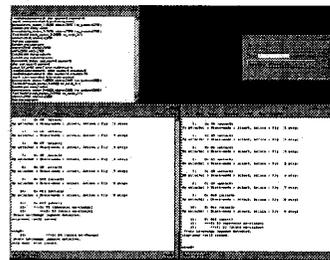


図3: エージェントの処理画面例

5. 終わりに

本報告では自動化技術として階層型知的エージェントアーキテクチャについて報告を行った。ここでは知識処理機能にプロダクションシステム Soar を用いてプランニング機能を構築し、環境変化に柔軟に対応し、実時間動作を可能にするモデルを提案した。今後、プロトタイプシステムにおいて本モデルの有効性を検証する。

参考文献

- [1] Tokumoto, S., Ozaki, A., Watanabe S. and Furuichi, M. 2001 "Autonomous and Cooperative Behavior by Hierarchical Intelligent Agents For Training Simulation Systems" *Proceedings of 2001 Summer Computer Simulation Conference*, 2001.
- [2] Jones, R. M., Laird, J. E., Nielsen, P. E., Coulter, K. J., Kenny, P. and Koss, F. V. 1999 "Automated Intelligent Pilots for Combat Flight Simulation" *AI Magazine Spring*.
- [3] Laird, J. E., Newell, A., and Rosenbloom, P. S. 1991 "Soar: An Architecture for General Intelligence" *Artificial Intelligence*, 47, pp.289-325.
- [4] "IEEE Standard for Modeling and Simulation High Level Architecture (HLA) - Federate Interface Specification-" *IEEE Std 1516.1-2000*.