

階層型知的エージェントの ドクトリン開発評価支援システムへの応用

古市昌一, 徳本修一, 渡部修介, 尾崎敦夫

三菱電機(株) 情報技術総合研究所

1. はじめに

我々は訓練用シミュレーションシステムにおける自動模擬フレームワークの実現を目標とし, 知的エージェントの実現方式の研究開発を行っている。これまでに我々は即応型ルールと熟考型ルールの2階層で構成する階層型知的エージェント処理方式を提案し, 実時間性の高さが要求される訓練用シミュレータの, 訓練生の相手側を自動模擬するためのフレームワークとしての利用を検討してきた[1]。しかし, 訓練用のシミュレータに用いて本技術を実用レベルとするためには, 即応型ルールと熟考型ルールのいずれも, 現実度の高いルールとして完成度を高める必要がある。そのためには, 作成したルールを運用前および運用後に評価を繰り返し, その結果を利用して更にルールを高度化する, というフェーズが大変重要である。

そこで, 今回我々は階層型知的エージェントを訓練用シミュレータ向けの技術という枠を取り払い, ドクトリン(軍事, 政策, 経営等の教義を明文化したもの)の開発や評価を支援するための仕組みとしての応用法を検討した。今回我々が提案する方式によりドクトリンの開発を行うことにより, 従来は運用後に発見されることが多かった曖昧点や矛盾点の発見を, 運用前に発見することが可能となる。本稿では, ドクトリン開発評価支援システムへの応用法とその特長に関して述べる。

2. 従来のドクトリン開発法の問題点

一般にドクトリンはルール集として文書化してまとめられたものである。同じルールであっても運用者の解釈とその場の状況により意思決定結果が異なることがあり得るとともに, 社会環境や時代の変化と共に, 一般的解釈自体が異なることも通例である。従って, 質の高いドクトリンの開発のためには, 運用開始前に曖昧性や矛盾を出来る限り少なくすることの他, 運用後も継続的に改良を実施することが重要である。しかし, 従来より一般的に行われてきたドクトリン開発法では, 作成者が自然言語をベースとして議論を繰り返しながら文書にまとめるのが通例であり, 曖昧性や矛盾が運用後に発見される場合が多かった。また, 運用後に発見された問題は, 再度自然言語による議論により次版のドクトリンへフィードバックされるため, 改訂ま

でに要するサイクルが長いという問題点があった。

曖昧性が問題となる簡単な例を, Cohenのコンボイ問題[3,4]に基づいて説明する。本問題では, 2つのエージェントAとBと一緒に別々の車でドライブしようとしている状況を想定している。ここで, ドクトリンには次のように記述してあるとする。「Aの役目は, Bが自分の家に帰る道がわかるまで先導すること。各エージェントはそれぞれAの役目を理解しており, 互いに信じて行動するものとする」。

この問題を適切に処理するには, 例えば以下に示すような状況に対して, 誤解を避けるように各エージェントをモデル化することが重要である。

状況1: 「Aの車が急にUターンした」。

Bの誤解: 「Aはもう自分を先導することが出来ない。故に, 自分は他の方法を見つけて家へ帰らねばならない。」

状況2: 「Bが故障で車を道路端に寄せて止めた」。

Aの誤解: 「Bは道のわかる場所まで来た。だから自分の役目は終わった。」

いずれの場合も, エージェント間で状況を伝えるための合図をドクトリン中で取り決めておけば, 誤解は起こらない。しかし, ドクトリン作成時に全てを考慮することは現実には大変困難であり, 運用時に問題が生じた時に運用規定を新たに追加するのが従来の方式であった。今回我々が提案する方式は, ドクトリンの開発を支援するためのものであり, 運用前に階層型知的エージェントとシミュレータを用いることにより, ドクトリンの評価を行うことができる点に特長がある。

3. 階層型知的エージェントの概要

知的エージェントの基本構成は, 即応型と熟考型に分類できる。即応型は, プランを極力作らずに, リアクティブルールと呼ばれるルールを適用実行することにより, 迅速な挙動を実現することを特長とする。しかし, このアプローチでは, 予測を含む高度な知識の実現は困難であり, これを可能とするための方法が熟考型である。しかし, 熟考型ではプランニングのための処理が要求時間内に保証す

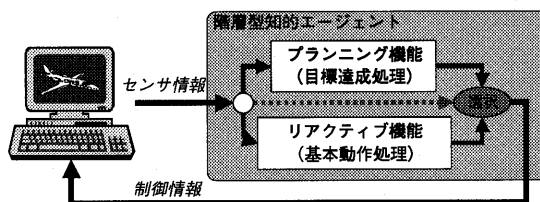


図1 階層型知的エージェント

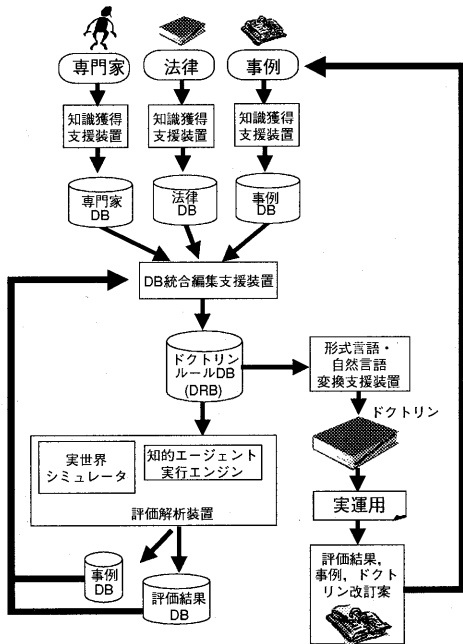


図2：ドクトリン開発評価支援システムの構成

ることができず、リアルタイムシステムには使えないという問題点がある。これを、解決するための我々が提案したのが階層型知的エージェント(図1)である。本方式は、即応型エージェントと熟考型エージェントを常に平行して動作させ、システムが必要とする時間制約内に熟考型エージェントが結果を導けない場合には即応型エージェントの出力を結果とする、という点に特長がある。

4. ドクトリン開発評価支援法

我々の提案するシステムの構成図を図2に示す。本システムでは、ドクトリンのベースとなるルールデータベース(以下DRBと呼ぶ)を形式言語で蓄積し、DRBをベースにルールの開発・評価・解析・拡張・改良を繰り返し、最終的に自然言語に変換してドクトリンとしてまとめることを特長とする。更に、実運用時に得られた評価・解析結果を、次版ドクトリンの開発に役立てる。これにより、開発と運用と改良のサイクルを繰り返し回すことが容易となり、従来の方式と比べてドクトリン中に曖昧性や矛盾が含まれることが少なくなるだけでなく、各版を作成するのに要する時間を短縮できるという効果が得られる。

DRBは専門家からインタビューにより得た知識、法律から得た知識、過去の事例や既存のドクトリンを、知識獲得支援ツールを使ってそれぞれ形式言語によりそれぞれ個別に蓄積する。続いて知識の統合編集支援ツールを使って全体を統合してDRBを作成する。この時点では、DRBの作成者はルールの曖昧性や矛盾を自ら検出する必要はない。

続いてDRB中の曖昧性や矛盾を検出してDRBを改良するために、実世界シミュレータと階層型知的エージェントが分散協調型シミュレータとして構成される[2]評価解析装置を用いて、様々な想定シナリオに対して実際に

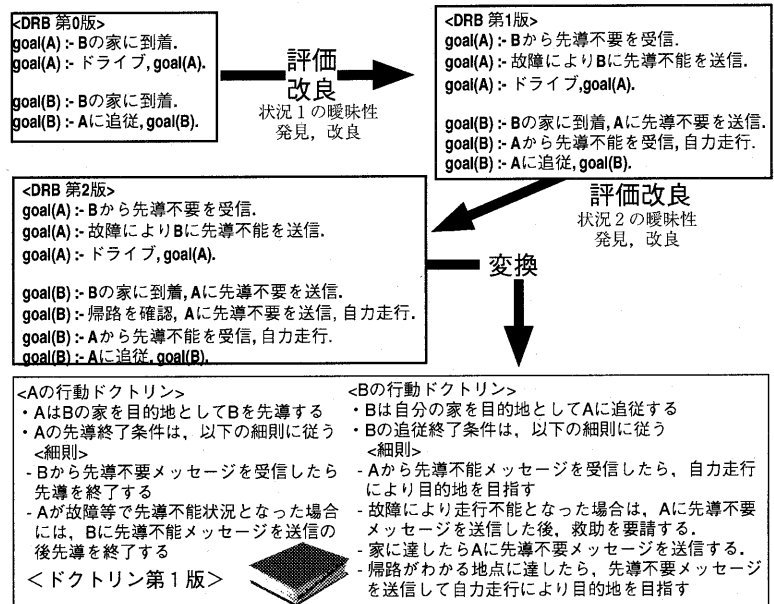


図3：本システムによるドクトリン開発例

DRBを適用した場合に問題が発生するかどうかを、シミュレーションにより評価して検証する。問題が発生した場合には、原因を解析した後DRBに対する修正案をまとめた後、DRBを修正する。修正版のDRBに対しては再度評価解析を行い、このサイクルを繰り返すことによりDRBはより質の高いものとなる。先に示したコンボイの問題に本システムを適用してドクトリンを開発した例を図3に示す。

5. まとめ

今回提案したドクトリン開発評価支援法とシステムを利用することにより、従来と比べて曖昧性や矛盾が少なく、質が高いドクトリンを効率良く開発することが可能になる。今後本方式を実装してその有効性を確認するとともに、実際のドクトリン開発に利用して評価することが今後の課題である。

参考文献

- [1] 徳本 修一他: 訓練用シミュレーションシステムにおける自律協調動作の実現, 第19回シミュレーション・テクノロジー コンファレンス, pp. 253-256, 2000.6.
- [2] M. Furuichi et. al.: PDS/HLA/eRTI: An Integrated Software Environment for Parallel and Distributed Simulation Systems. Proc. of the JSST International Conference on Modeling Control and Computation in Simulation. pp. 225-228, 2000.10.
- [3] P. Cohen et. al.: Teamwork, Special Issue on Cognitive Science and Artificial Intelligence. Nous 25(4), pp. 487-512, To appear in Handbook of MultiAgent Systems.
- [4] 沼岡 千里他: マルチエージェントシステム, 共立出版, 1998.