

複雑環境における意思決定支援マルチエージェントシステム

白方健太郎 北村泰彦 辰巳昭治
大阪市立大学 工学部

1 はじめに

意思決定問題とは、現在の状態を入力として、選択肢の中からどの候補を選択するかを決定する問題である。利用者は似たような状況で繰り返し候補選択を求められる。

本研究では、利用者と計算機が協調して意思決定を行なうシステムを対象とする。このシステムの目的は、計算機に利用者の主観を伴う意思決定の模倣をさせ、意思決定の一部を自動化することによって利用者の負荷を軽減することである。そのためには利用者の最終決定と同じ提案（正答）を出来るだけ多くし、利用者の最終決定と異なる提案（誤答）を出来るだけ少なくすることが必要である。そして、平易な状況では計算機が自動化し、難解な状況では人間が意思決定を行なうようなシステムが必要である。さらに、システムは様々な利用者の好みに適応できなければならない。

人間と計算機の協調による意思決定支援手法として [1] があるが、この手法は過去に発生した状況とそれに対する行動を全てを記憶し、新しい状況が発生した時に過去の類似した状況での行動を提案するため、多くの要因が影響しあっている問題では応用が困難である。本研究ではエージェントが局所的な知識を用いて各要因を解析し、行動選択候補を提示する手法を提案する。エージェントにとって判断が難しい状況では人間が最終判断を下すことによって、計算機と人間は協調する。

2 意思決定問題の定式化

意思決定問題は現在の状態を表わす要素の集合である状況 S における意思 d を決定する問題であり、一般に $d = f(S)$ と書ける。しかし、複雑な環境での問題では S の要素数が多く、また $f(S)$ も多くの要素の影響を受けるため、解析的に状況と意志決定の対応を求めることはできない。

本稿では単純化のため、決定 d として 1 (“do”), 0 (“don’t”) の 2 つの選択肢がある問題を扱う。

3 エージェントの機能

エージェントは現在の状況 S を入力とし、独自の評価関数 $f_e(S)$ を用いて提案を行なう。

その際、エージェントの出力（提案）としては、“do”, “don’t” の他に “unknown”（不明）も許す。これはエージェントが “do”, “don’t” のどちらを提案すべきか判断できなかったときに用い、この場合は人間が最終判断を下す。

評価関数 $f_e(S)$ は、その値が大きいほど、“do” の行動を取るべきであることを表わすものとする。従って、 $f_e(S)$ が大きい場合は “do” を選択すべき状況であり、 $f_e(S)$ が小さい場合は “don’t” を選択すべき状況であることを示す。その中間部分が判断の難しい状況である。

4 利用者の主観を反映したエージェント

4.1 エージェントの基本行動

エージェントは評価関数に対してしきい値を持ち、それを基準として “do”, “don’t” を判定する。

エージェント全体としての提案は個々のエージェントの提案の確信度による重み付き平均で求められ、十分な確信度が得られなかった場合は “unknown” となる。確信度がある値を下回ったエージェントはしきい値を変更し、利用者の判断基準に適応しようとする。

Decision support multi-agent system on complex environment

Kentaro Shirakata, Yasuhiko Kitamura and Shoji Tatsumi

Osaka City University

3-3-138, Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka, 558, Japan

4.2 エージェントのパラメータ

エージェント a_i は以下の内部関数, 変数, 定数を持つ.

- $f_{e_i}(S)$: 意志決定を行なうための評価関数.
- T_i : 意思決定のしきい値を示す変数.
- $t_{T_i} (0 \leq t_{T_i} \leq 1)$: T_i を変更する基準になる確信度を示す定数.
- d_{T_i} : T_i の変更量を示す定数.
- $W_i (0 \leq W_i \leq 1)$: エージェントの重みを示す変数.
- d_{W_i} : 重みの変更量を示す定数.

4.3 提案, 更新アルゴリズム

意志決定局面において, まずエージェントの意思決定 d_{a_i} を決定する. $f_{e_i}(S) > T_i$ なら $d_{a_i} = \text{“do”}$, さもなければ $d_{a_i} = \text{“don't”}$ とする.

n 個のエージェントにおいて, それぞれ提案 d_{a_i} を行い,

$$d_a = \sum_{i=1}^n d_{a_i} \times W_i$$

を求める. ある定数 T_d において, $d_a > T_d$ なら $d = \text{“do”}$, $d_a < -T_d$ なら $d = \text{“don't”}$, さもなければ $d = \text{“unknown”}$ とする.

次に, 各エージェントの確信度を変更する. エージェント i において, 利用者の最終判断が d_{a_i} と一致した場合, W_i に d_{W_i} を加える. 異なった場合は W_i から d_{W_i} を引く.

その結果, $W_i < t_{W_i}$ となった場合は利用者の最終判断によって T_i を d_{T_i} だけ変更する.

これにより, 利用者の主観に近いしきい値を持ったエージェントの重みは増加していき, そうでないエージェントの重みは減少していく. 重みが十分小さくなる ($W_i < t_{W_i}$) とエージェントは自分のしきい値が利用者主観と異なっているらしいことを知り, 自分のしきい値を変更することによって利用者に合わせようとする. それにより利用者とのしきい値が近くなると, 利用者の決定に近い提案ができるようになり, 重みが増加していく.

5 評価

5.1 評価方法

評価対象としてモノポリーゲームの出所意思決定問題を用い, 予めサンプリングした 544 個の状況において前述の手法による提案と利用者の最終決定とを比較して正答, 誤答, 不明の数を調べることによって評価を行なう. $t_{W_i} = 0$ としてしきい値が固定される場合と $t_{W_i} = 0.5$ としてしきい値が変動する場合を比較した.

ここで, エージェントはそれぞれ以下に示す判断基準を持つ三つを用意した.

- 残り権利数
- 建設された家の数
- 平均支出

5.2 結果と考察

実験結果を表 1 に示す. しきい値を固定した場合と比較して, しきい値を変動させた場合, 僅かに誤答が増えるものの, 大幅に正答が増え, 利用者の意思決定によりよく適応していることがわかった.

表 1: 実験結果

	誤答	不明	正答
しきい値固定	10	237	297
しきい値変動	16	72	456

6 まとめ

意思決定問題において, 複数のエージェントを組み合わせて利用者の支援を行なう手法を示し, モノポリーゲームの出所意思決定問題を用いた実験により性能評価を行なった. その結果, しきい値を修正していくことによってより利用者の意思決定に適応することが明らかになった.

参考文献

- [1] Maes, P., and Koziarok, R. 1993. Learning interface agents, Proceedings of the Eleventh National Conference on Artificial Intelligence, 459–465. Washington D.C.: AAAI Press.