

カードゲームをプレイするプロダクションシステムにおける 確信度の制御*

6 J-6

小田祐司† 小堀聡† 角所収†

†龍谷大学理工学部 †兵庫大学経済情報学部

1 はじめに

プロダクションシステムは、人間の問題解決モデルとして用いられることがあるが、人間が問題解決を図る場合に行なっている、さまざまなあいまいさの処理をルールに反映させることは容易でない。しかし、それらのあいまいさのうちのいくつかは、確信度として表現することができ、プロダクションシステムに確信度を導入することによって、条件部の適合度を調べたり、競合が起こったときに、より適切なルールを選択したり、選択された結論の確信度を表現したりなど、推論に利用される。したがって、これらの確信度をどのように表現し、制御（算出、調整、変更）し、利用するかが重要な問題となると考えられる。

本研究では、カードゲーム Calculation を題材にし、ゲームのプレイを繰り返すことにより、確信度を調整、変更し、学習を行なうプロダクションシステムを提案する。

2 カードゲーム Calculation について

Calculation は一人で行なうカードゲームである。52枚の手札を1枚ずつめくり、4列の「場」を作業空間として、4列の「台」に予め定められた順番に置いていく。台の並びは、下の通りである。

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, J, Q, K
2, 4, 6, 8, 10, Q, 1, 3, 5, 7, 9, J, K
3, 6, 9, Q, 2, 5, 8, J, 1, 4, 7, 10, K
4, 8, Q, 3, 7, J, 2, 6, 10, 1, 5, 9, K

台へは列の先頭から順にしか置くことができない。場は先入れ後出しのスタックになっており、最後に置いたものから順にしか取り出すことができない。すべての手札を台に並べられたら成功で、それ以外は失敗である。

Control of certainty factors in production system that plays card game

Yuji ODA †, Satoshi KOBORI †

† Faculty of Science and Technology, Ryukoku University.

Osamu KAKUSHO †

† Faculty of Economics and Informatics, Hyogo University.

人間の知能を一度にすべて実現することは不可能であり、限定した世界の例としてゲームが研究材料として用いられている。特に Calculation は、

- 一人で行なうゲームであるため、プレイヤーの思考の解析がしやすい。
- 高度な思考能力が要求されるので、知能を考察するのに適当である。
- 学習により成功率が大きく改善することから、学習という点からも検討できる。学習過程について考察できる。

といった特徴がある。また、成功率ということでシステムを客観的に評価できるという利点もある。

3 Calculation でのあいまいさ

人間が Calculation をプレイする際には、さまざまなあいまいさを処理しているが、その思考過程をプロダクションシステムで表現するには、以下のあいまいさを考慮する必要がある。

- 情報のあいまいさ
たとえば「A より B が手札より先にでる確率は、C」などの情報が必要となる場合があり、このような確率的あいまいさ。
- ルールのあいまいさ
条件部が成立しても結論部が常に成立するとは限らないというあいまいさ
- 結論のあいまいさ
 - 行為のあいまいさ
台や場に置いた場合にそれが正しい行為かどうかのあいまいさ。
 - 予定のあいまいさ
場においた時、将来どの台に置くのかという予定を立てておくが、その予定のあいまいさ。

- ルール条件部のあいまいさ

たとえば、「このカードの上にはたくさんのカードがあるので、しばらくは取り出せない」と人間は考える。ここで「たくさん」や「しばらく」といった表現にはあいまいさが含まれる。

- 評価構造におけるあいまいさ

条件部を構成する各条件の項目間論理的接続関係は必ずしも通常のプロダクションルールで使われる“and,or,not”だけでは表現できない。

4 システムについて

4.1 確信度による表現

本研究では、特に「情報のあいまいさ」、「ルールのあいまいさ」、「行為のあいまいさ」、「予定のあいまいさ」を確信度により表現する。

「情報のあいまいさ」における確信度(以下、情報の確信度と呼ぶ)は、手札にまだ出ていないカードに関する情報として、確率から確信度を算出する。

「ルールにあいまいさ」における確信度(ルールの確信度)は、熟達者から得られた知識の1つとして、システムに与えられる。

「行為のあいまいさ」、「予定のあいまいさ」における確信度(行為の確信度、予定の確信度)は、ルールの確信度や情報の確信度により算出される。

4.2 推論の手順

推論の手順として、2つのステップが考えられる。

1. 手札から台、場への移動のための推論ステップ
2. 場札から台への移動のための推論ステップ

の2つに分けられる。この2つのステップを1サイクルと考え、このサイクルを手札がなくなる、もしくは移動出来なくなるまで行ないカードゲームをプレイしていく。

4.2.1 手札から台、場への移動のための推論ステップ

原則として台に直接置ける場合には台に置くが、その台に対する確信度が高い予定が場札にあるならば、場に置く。場に置く場合は、まず将来どの台に置くのが最も適当かを予定の確信度により推論し、予定の確信度が高い場合(一意に決まる場合も含む)は、1つの予定に限定してから、置くべき場を決定する。確信度の高くない予定が考えられる場合は、それぞれに対して置くべき場を推論し、場に置いた場合の行為の確信度が最も高いものを選ぶ。

4.2.2 場札から台への移動のための推論ステップ

原則として予定している台への移動が可能な場合は、場札を台へ移す。ただし、予定の確信度が低い場合は、予定の変更が可能かどうか推論し、変更した場合の予定の確信度の方が高くなる場合は、移動させずに予定を変更する。

4.3 確信度の調整・変更

情報の確信度: カードの操作ごとに、着目する情報についての確信度を調整、変更する。

ルールの確信度: 個々のプレイの中では、調整せず、プレイの繰り返しの途中で学習させる。

行為の確信度: 情報の確信度とルールの確信度により、間接的に調整される。

予定の確信度: 情報の確信度とルールの確信度により、間接的に調整されるが、予定が変更された場合は新たに算出する。

これらの確信度が調整、変更された際、他の確信度にも調整や変更を伝播させる必要が生じる場合もある。

5 おわりに

本研究では、人間がカードゲームをプレイする際に処理しているあいまいさのうちいくつかを確信度で表現し、プロダクションシステムで制御、利用する方法について提案した。

しかしながら、予定の変更をどのように行なうかや、ルールの確信度をどのように学習させるかについて検討する必要がある。このうち、前者については、長期的な方略をどのように表すのかに含まれる問題であり、後者は新しいルールの生成による学習まで発展する問題である。そのような問題についても、確信度は利用できると思われる。

一方、「ルール条件部のあいまいさ」、「評価構造におけるあいまいさ」を表し、処理するには、ファジィ的表現を用いることが、必要であると思われる。

参考文献

- [1] 日本ファジィ学会 編:ファジィ・エキスパート・システム, 日刊工業新聞社, 1993
- [2] 菅野道夫, 向殿政男 監訳, ザデー・ファジィ理論, 日刊工業新聞社, 1992