

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制約表現

6 J-7

重野 忠之[†] 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

現実世界の問題のほとんどは、関係する情報を部分的にしか参照できない部分情報問題であるといえる。そのような問題に対する解決策の1つに制約に基づく問題解決があるが、実際に人間は多くの知識や信念を制約により表現しており、推論においても制約をうまく利用している。

一方、プロダクションシステムは、人間の問題解決のモデルに用いられることがあるが、基本的には手続き的知識をルールで表現しており、制約的な知識を表現するには工夫が必要である。

本研究においては、カードゲーム“Calculation”を題材とし、人間がどのように制約を利用して問題解決を図っているかを分析し、モデル化することにより、具体的なシステムへの応用を検討する。

2 Calculation の特徴

Calculation は一人で行うカードゲームである。よく切った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。台札の並びは以下ようになる。

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(上の列では左側)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。全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。

一般に、ゲームは人工知能の研究の手ごろな題材として利用されてきたが、Calculation の特徴として、

- 的確に場札を使用しなければ成功することができないという点で、計画的で高度な思考能力を要求される。

Constraint representation in production system that plays card game.

Tadayuki SHIGENO[†], Satoshi KOBORI[†]

[†] Faculty of Science and Technology, Ryukoku University.

Osamu KAKUSHO[‡]

[‡] Faculty of Economics and Informatics, Hyogo University.

- 初心者の成功率は低いのに対して、熟達者はかなり高い確率で成功することから、学習による効果が大きいといえる。

が挙げられる。

このことから、Calculation はゲームを解く人間の知的能力について考察し、モデル化する題材として適当であると考えられる。また、ゲームの成功率によってシステムを客観的に評価することができるという利点もある。

3 Calculation における制約

3.1 情報の部分性

1. 参照できる情報

- 台札の並びを含めたゲームのルール
- 現在の手札、台札、場札の状況
- まだ出ていないカードのうちの各数字の残り枚数

2. 不正確な情報・予測による情報

- 将来どの台札の列に置くかの予定
- ある数字のカードがあと何枚の間に出る確率、あるいは、それらの確率の比較

これらのうち、後者は情報の部分性のうち、「知識の部分性」であり、前者は「処理の部分性」であるといえる。

3.2 プレイにおける制約

1. 移動のルールによる制約

台札の各列では決められた並びの順序でしか置くことができない。

場札の各列では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。

2. 致命的な手を防ぐ制約

台での予定が確定している場札が含まれる列に、その予定よりも後から置くことが確定しているカードを置けば、絶対に成功しない。(予定の逆転)

3. 危険な手を防ぐ制約

- 台に置く場合

台札のその列に置くことを予定している場札があるのに、他のカードを置くのは危険である。(予定の無視)

- 予定を立てる場合

すでに台に置いているのと同じ列に置く予定を立てるのは危険である。同様に、すでにその台札の列に置く予定があるのに、同じ列に置く予定を立てるのは危険である。(予定の矛盾)

- 場に置く場合

同じ台に置くことを予定している場札が含まれる列に、その予定よりも後から置くことを予定しているカードを置くのは危険である。(予定の逆転)

同じ台に置くことを予定していて、予定の逆転はないが、台札での並びとしては不連続があるのは危険である。ただし、他の列との関係で危険の度合いはさまざまである。(予定の飛び)

4. 短期的な方略による制約

場札での並びは、台に置く予定が台札の並びとは逆順になっていることが理想であり、そのようなチャンク(まとまり)を場札に作る方略を使用する。チャンクは複数の場札の列に跨る場合もある。チャンクを作るため(あるいは、乱さないため)の制約がある。

5. 長期的な方略による制約

2つ以上の台札の列に置くことを予定している場札があっても、予定の逆転などの危険が生じないようにする。

複数のチャンクが相互に干渉し、破綻しないようにする。

4 制約に基づく推論

4.1 手札から台または場への移動

「移動のルールによる制約」から台に置ける列を調べる。置ける列がなければ、場に置く。

1. 台に置く場合

置けるカードがあるなら、「危険な手を防ぐ制約」として、場札に予定があるかどうかを調べる。予定があるなら、台には置かず、場に置く。

場札での予定がなく、台に置けるカードが複数あるなら、場札の状況のみを(先読みして)、置く台札の列を決める。

2. 場に置く場合

- 予定の決定

「危険な手を防ぐ制約」により候補を絞る。

- 場札の列の決定

「移動のルールによる制約」以外の上記の制約を考慮する。特に「致命的な手を防ぐ制約」は絶対条件であり、これにより候補を絞る。

「危険な手を防ぐ制約」と「短期的な方略による制約」のどちらを優先すべきかは一概にいえず、その判断には「長期的な方略による制約」を考慮する必要がある。

4.2 場札から台への移動

「移動のルールによる制約」から台に置ける列を調べる。「危険な手を防ぐ制約」により、置ける列が予定と一致している場合に限り、台に移動させる。

しかし、このような移動は「短期的な方略による制約」を考慮して、事前に先読みし、予定されているはずである。

5 おわりに

本報告では、カードゲーム Calculation のプレイにおいて、人間が考慮しているであろう制約について検討し、それに基づく推論のモデルを示した。

しかしながら、これらの制約には絶対的な条件とそうではない条件があり、それらを分けて処理したり、優先順位によって処理したりする必要がある。また、短期的な方略、特にチャンクをどのように生成し、表現するかも検討しなければならない。さらに、実際の人間の問題解決を考えても、制約だけですべてを処理しているわけでないので、確信度による表現やファジ的な表現なども併用しなければならない。

一方、制約を弱めたり強めたり、優先順位を変えたりなどの制約の制御を行うことにより、学習の機構が実現できると思われる。

参考文献

- [1] 淵 一博監修：制約論理プログラミング，共立出版，(1989)。