

人工知能入門

～ ゲームをするプログラム ～

三浦 欽也

神戸女学院大学人間科学部

2009年8月27日
(高大連携模擬授業)

1

「ゲーム」とは？

(この講義での考え方)

- ・ プレーヤーがいる.
- ・ 「望ましい結末(成功, 勝ち)」と「望ましくない結末(失敗, 負け)」がある.
- ・ プレイヤーの選択(行動)によって, 結末が左右される.
- ・ プレイヤーは「望ましい結末(成功, 勝ち)」を目指して選択(行動)する.

3

人工知能 (AI) 研究

人の「知」的な働きを人工的に模倣させる試み.

- ・ パタン認識
- ・ 問題解決
- ・ 知識の保持と利用
- ・ 推論・思考
- ・ 意思決定・プランニング
- ・ 言語理解・使用

ゲーム(のプレイ)もその中のひとつ

2

「ゲーム」とは？

- ・ 一人ゲーム - 「成功」と「失敗」がある.
- ・ 対戦ゲーム
一方の「成功(勝ち)」は他方の「失敗(負け)」.
- ・ 協調ゲーム
双方とも「成功」(あるいは「失敗」)することがありうる.

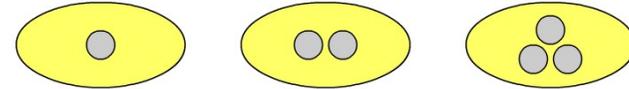
3

今日考えるゲームは…

- ・ プレーヤー2名の対戦 - 一方の勝ち他方の負け.
- ・ 交互に「手」を選択する.
- ・ 選んだ「手」によって「状態(状況)」が変化する.
- ・ お互いに相手がどんな「手」を選んだか知ることができる.
- ・ 各々の「状態(状況)」で、どのような「手」が選べるか また、選んだ「手」によってどのように「状態(状況)」が変化するか、あらかじめ分かっている.
- ・ 有限の「手」で必ず終了する.
- ・ 「状態(状況)」の変化は偶然に左右されない.
(選んだ「手」によってのみ、定まる.)

4

三山崩しゲーム



- ・ 3つの皿に、各々1個、2個、3個の石が置いてある.
- ・ A, B 2人のプレーヤーが、(Aから)交互に石を取り除いていく.
 - 1度に2つ以上の皿から石を取り除いてはいけない.
 - 同じ皿からなら1度に何個石を取り除いてもかまわない.
 - 少なくとも1個は石を取り除かなければならない.
- ・ 石を取れなくなった(自分の番に石が残っていない)方が負け.

5

今日考えるゲームは…

- ・ プレーヤー2名の対戦 - 一方の勝ち他方の負け.
- ・ 交互に「手」を選択する.
- ・ 選んだ「手」によって「状態(状況)」が変化する.
- ・ お互いに相手がどんな「手」を選んだか知ることができる.
- ・ 各々の「状態(状況)」で、どのような「手」が選べるか また、選んだ「手」によってどのように「状態(状況)」が変化するか、あらかじめ分かっている.
- ・ 有限の「手」で必ず終了する.
- ・ 「状態(状況)」の変化は偶然に左右されない.
(選んだ「手」によってのみ、定まる.)
- ・ 囲碁・将棋・チェス ○
- ・ 大半のトランプゲーム・マージャン ×
- ・ すごろく・バックギャモン ×

4

AIのやりかた

- ・ ゲームの状態(状況)を「形式的」に表す.
- ・ 各状態での選択肢を「形式的」に表す.
 - どのような選択肢があるか.
 - その結果、状態(状況)がどう変わるか.
- ・ ゲームの全ての可能な進行を図で表す.
(樹形図のような図 = ゲームの木/グラフ)
- ・ その「図」をもとに、次の手を決定する.

6

「形式的」に表すということ

- ・ あいまいさなく明確に表す。
→ 通常は記号や数字の並びなど.
- ・ 現実の状態(状況)・選択肢と明確に対応付けられる.

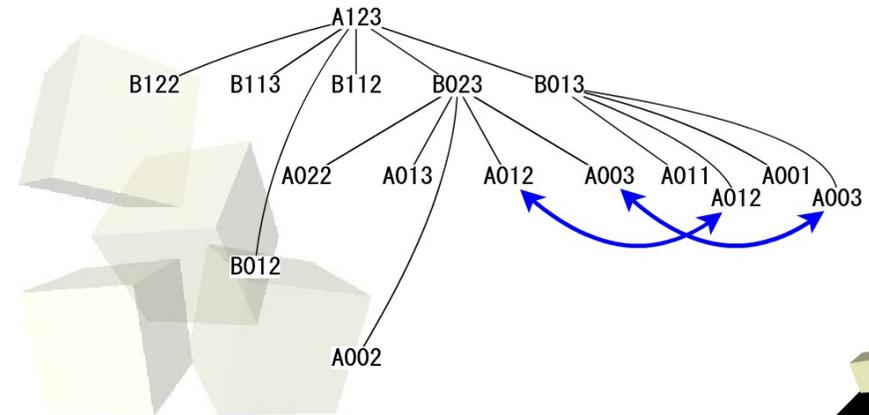
[三山崩しゲームの場合]

- ・ 「次はAの番で、各皿の石の数は 1, 2, 3」という状態(状況)は、**A123** と表せる。
(ただし、皿の順序に意味はなく、**A123** も **A231** も同じことなので、数字が増える順序に皿を並べかえるものとして、いずれも **A123** とする)

7

ゲームの木(グラフ)

最初の状態(初期状態)から可能な選択肢を樹形図のように書いていく.

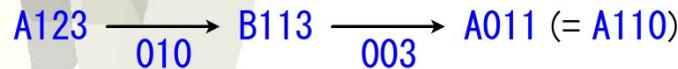


8

「形式的」に表すということ

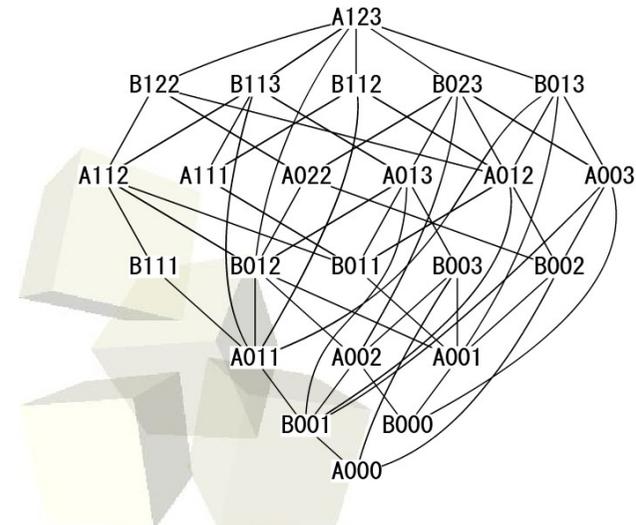
[三山崩しゲームの場合]

- ・ 「次はAの番で、各皿の石の数は 1, 2, 3」という状態(状況)は、**A123** と表せる。
(ただし、皿の順序に意味はなく、**A123** も **A231** も同じことなので、数字が増える順序に皿を並べかえるものとして、いずれも **A123** とする)
- ・ 各皿から何個ずつ石を取るかを表す3つの数で選択肢を表すことができる.



7

ゲームの木(グラフ)



8

成功の状態/失敗の状態

双方のプレイヤーが最善の手を選択すると仮定したとき、各状態が「成功(必勝)」(○)か「失敗(必敗)」(×)か定めることができる。

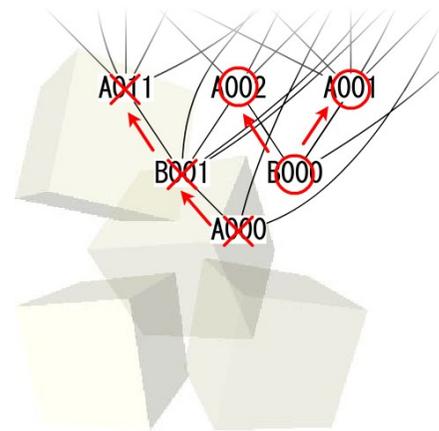
例えば:

- 状態 A000 はAにとって× (Bにとっては○)
- 状態 B000 はBにとって× (Aにとっては○)

※ AとBでは○と×が逆になる。

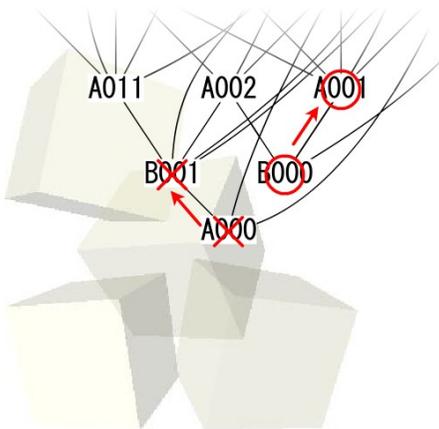
成功の状態/失敗の状態 (2)

プレイヤーAから見て… A002は、Aが
手001を選ぶとB001(×)
手002を選ぶとB000(○)
Aは最善の手として手002
を選ぶはず。
→ Aにとって○
A011は、Aがどんな手を選んでもB001(×)となる
ので、Aにとって×



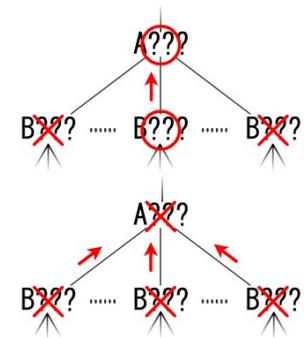
成功の状態/失敗の状態 (2)

プレイヤーAから見て… B000は○, A000は×
A001はAが手001を選ぶと
B000にできる
→ (Aにとって)○
B001はBが手001を選ぶと
A000にできる
→ (Aにとって)×



成功の状態/失敗の状態 (3)

- 一般に、プレイヤーAからみて状態がA??? (自分の番) のとき、各選択枝に対応した次の状態 (B???) について、
 - 一つでも○があれば、その状態も○
 - すべて×ならその状態も×

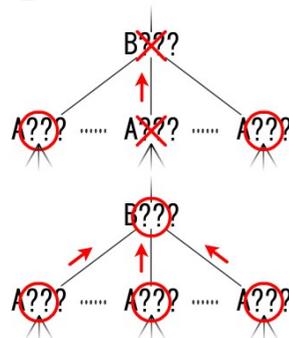


成功の状態/失敗の状態 (3)

- 一般に、プレイヤーAからみて状態がB???(相手の番)のとき、各選択枝に対応した次の状態(A???)について、

- 一つでも×があれば、その状態も×
- すべて○ならその状態も○

下から上へ
○×を定めていく

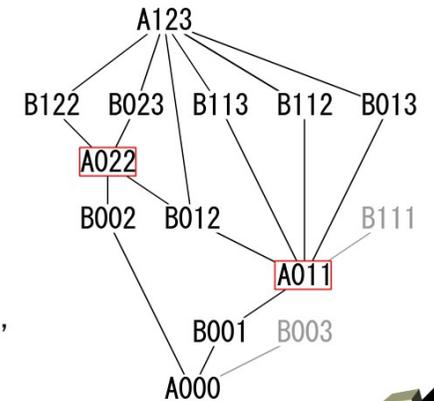
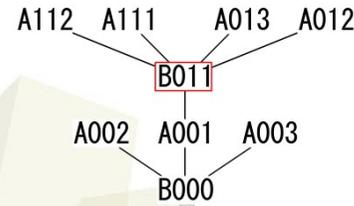


11

成功部分グラフ

先手(プレイヤーA)

後手(プレイヤーB)

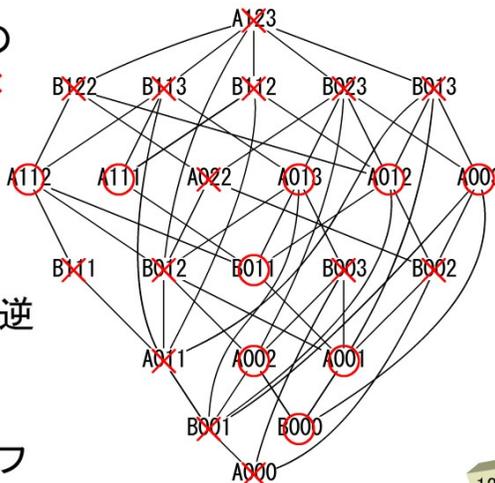


- ※ このグラフに沿ってゲームを進めることで、勝つことができる。

13

成功の状態/失敗の状態 (4)

- 三山崩しゲームのグラフ全体で○×をつけると右図のようになる。
- 実は先手必敗であった
- 後手(B)は○×が逆
- 右図の○の状態のみを抽出 → 成功部分グラフ



12

完全無欠のプレイヤー?!

- 完全なゲームのグラフ・成功部分グラフが書ければ、完全無欠のプレイヤーになれる。
- しかし、実際には難しい(グラフが大きすぎる!!)



- 「状態」の静的な評価値を利用する。(どのくらい「有利」or「望ましい」か)
- 例えば、必勝 = 100, 必敗 = 0
- やはり、A, Bで逆の値になる。(Aの評価値 + Bの評価値 = 100)

どう使うの?

14

先読み

- ・ 完全な図は作れなくても, 部分的には作れる.
 - ・ 現在の状態から数手先までの範囲で (先読みして) 作る.
 - ・ 双方が最善の手を選択すると仮定して, 「数手先」で最もよい評価値になるように 次の手を選択する → ミニマックス法
- ※ 実はヒトもやっている
- ※ 評価値がどのくらい実態に即しているか・どのくらい早く効率的に, 遠くまで先読みできるかが, 「賢さ」に反映する.

15

その他のゲーム

- ・ 偶然に左右されるゲーム
 - 確率(または確率の推定値)を用いる. (「勝つ」確率・評価値の期待値など)
- ・ 一人ゲーム(パズルなど)・協調ゲーム
 - やはり「状態」を表す図を用いて解決できる場合も多い.

16