

# 完全情報ゲームから不完全情報ゲームへ

松原 仁

[matsubar@fun.ac.jp](mailto:matsubar@fun.ac.jp)

# 人工知能とゲーム

- ゲームは人工知能のいい例題
- ルールが明確である
- 評価が明確である(強いのが正しい)
- さまざまなむずかしさのものが存在する
- 人間にとって面白い(人間の専門家が存在する)
- たかがゲーム、されどゲーム

# ゲームの(強い)プログラムを作る

- 完全情報, 確定系ゲーム

チェス, チェッカー, オセロ, 五目並べ(連珠), 将棋, 囲碁

- 不完全情報, 不確定系ゲーム

コントラクト・ブリッジ, ポーカー, 麻雀, バックギャモン, スクラブル, 大貧民

# ゲームの分類

- 人数(一人, 二人, 三人, 四人, n人)
- 零和—非零和
- 有限—無限
- 完全情報—不完全情報
- 確定—不確定

# ゲームの必勝法

- 二人・零和・有限・完全情報・確定ゲームには必勝法が存在する
  - 先手必勝・後手必勝・引き分け
- 簡単なゲームは具体的な手順がわかる
  - ×(三目並べ)      引き分け
  - 五目並べ              先手必勝
  - 6x6 オセロ            後手必勝
  - チェッカー            引き分け

# 必勝法の存在

- 将棋には必勝法が存在する！  
先手必勝？ 引き分け？
- (8x8)オセロ, チェス, 囲碁
- しかし(まだ)具体的な必勝手順は見つかっていない(チェッカーがほぼ見つかったばかり)
- 必勝法が存在するゲームは現実とは異なるということ

# 完全情報ゲームの場合の数(初手から勝負がつくまで全部を読むと...)

- チェッカー  $10^{30}$ 乗 コンピュータ
- オセロ  $10^{60}$ 乗 コンピュータ
- チェス  $10^{120}$ 乗 コンピュータ
- 将棋  $10^{220}$ 乗 プロ相当
- 囲碁  $10^{360}$ 乗 アマ5段

まだチェッカーの必勝法がわかった程度

# コンピュータチェスの歴史(1)

- ゲーム情報学の中心だったゲーム
- 人工知能の「ショウジョウ蠅」!
- 1950年 Shannon, Turingがコンピュータチェスの可能性を示す論文
- 1950年代 初めてチェスを指すプログラムが作成される
- 1950年代 Simon10年で世界チャンピオンに勝つというホラを吹く!

# コンピュータチェスの歴史(2)

- 1960年代 哲学者のDreyfusに「永久に世界チャンピオン」に勝てないと言われる
- 1967年 Machack アマ初段程度に！  
ここまでは知識主導型(人間の真似)
- 1970年代 CHESS X.Y  
ここからは探索主導型(力任せ)

# コンピュータチェスの歴史(3)

- 1980年代 チェス専用コンピュータ  
スーパーコンピュータ
- Deep Thought CMU  
1秒間に70万局面  
人間のベスト100に到達  
コンピュータチェス選手権  
コンピュータチェスジャーナル！

# Deep Blue (1)

- IBMが1989年から開発を開始
- 1990年世界チャンピオンのカスパロフと  
対戦 2戦2敗
- 1996年再度カスパロフと対戦  
6戦 1勝3敗2分け

# Deep Blue(2)

- 1997年 ニューヨーク  
6戦 2勝1敗3引き分け  
1秒間に2億手 3分で14手先読み  
スーパーコンピュータ  
+チェス専用コンピュータ512台  
これでコンピュータチェスは一応終わり





# 最近のコンピュータチェス

- 世界チャンピオンとコンピュータの対決でコンピュータの勝ち
- スーパーコンピュータではなく、パソコンソフトが相手
- いまやパソコンソフトのCD-ROMの方が世界チャンピオンより強い
- もうすぐスマートフォンも世界チャンピオンに勝てそう

# 将棋のむずかしさ

- 平均分岐数の大きさ  
持ち駒制度
- 勝負の長さ
- 静的評価関数のむずかしさ  
小駒の多さ

# コンピュータ将棋(1)

- 1970年後半 初のプログラム同士の対戦

大阪大学vs. 玉川大学(2ヶ月!)

- 1983年 初の市販プログラム
- 1984年 森田将棋 3手先読み
- 1987年 コンピュータ将棋協会
- 1990年 コンピュータ将棋選手権

# コンピュータ将棋(2)

- 1990年代  
柿木将棋, 極(金沢将棋), YSS(AI将棋),  
IS将棋(東大将棋)
- 2000年代  
KCC将棋(銀星将棋), 激指, TACOS,  
BONANZA, ボンクラーズ

# コンピュータ将棋(3)

- 現時点での実力 プロの上位
- 勝ちこせる人間は全部合わせても50人
- 2005年6月24, 25日 アマ竜王戦に激指が初出場 予選2連勝 本戦1回戦勝ち2回戦負け 全国ベスト16
- 2005年9月 橋本プロ5段対TACOS 橋本勝ちだが途中までTACOS勝勢
- 2005年10月 将棋連盟許可なくプロ棋士がコンピュータと対戦することを禁止

# コンピュータ将棋(4)

- 2007年 渡辺竜王対ボナンザ 渡辺勝ち
- 2010年 清水女流王将対あから2010 あから2010勝ち
- 2011年 米長元名人対ボンクラーズ ボンクラーズ勝ち
- コンピュータがトッププロ棋士に勝つのは時間の問題(遅くとも5年以内)

# コンピュータ囲碁の歴史(1)

- 1962 Remus 11路盤
- 1969 Zobrist 19路盤 アマ38級
- 1971 Ryder ポテンシャル関数で候補手を絞って2手先読み
- 1979 Reitman&Wilcox パターン認識アマ15級

# コンピュータ囲碁の歴史(2)

- 1980年代 初めてのコンピュータ囲碁大会
- 1990年代 多数のソフトが開発される  
Many faces of Go Goliath GoIntellect  
Go++ Goemate Wulu KCClgo  
はるか 勝也 彩 Goro
- 1995年 日本棋院が初めてアマ5級認定
- 2001年 初めてアマ初段認定
-

# コンピュータ囲碁の歴史(3)

- 2000年代半ば モンテカルロ法 (+UCT)
- Crazy Stone MoGo Fuego Erika など
- ZEN 登場 インターネット囲碁の早指しでアマ6-7段
- プロ棋士と9路盤でハンディなしで互角
- プロ棋士と19路盤で4子で勝利！！！！

# コンピュータ囲碁

- 分類上は完全情報ゲームであるが、場合の数があまりに大きい
- 完全情報ゲームと不完全情報ゲームのかけ橋？（だからこそモンテカルロ法という統計手法が有効？）

# そして不完全情報ゲーム

- 完全情報ゲームは非現実的な設定
- 不完全情報ゲームの方が現実的（実世界は不完全情報）
- 不完全情報ゲームをAIがうまく扱えれば、AIは実世界でも役に立つはず
- 確率や統計的な手法を使うのが一般的

# コントラクトブリッジ

- 西洋ではメジャーな4人ゲーム(麻雀に相当する?)
- かなり前から研究されている(モンテカルロ法も使われている)
- Ian, Basin and Matsubara: Monte-calro sampling in games with incomplete information empirical investigation and analysis (1997)

# バックギャモン

- 西洋すごろく
- 強化学習の成功例として非常に有名 (Tesauro)
- 世界チャンピオン以上の強さ

# 大貧民

- (特に日本で)多くの人に楽しまれているトランプのゲーム
- 最近ではコンピュータの大会があって研究が盛ん
- 社会を反映している？

# ポーカー

- 多くの人に楽しまれているトランプ(カード)のゲーム
- コンピュータの実力は世界チャンピオン並み

# 麻雀

- 日本で最もよくプレイされるゲーム
- ギャンブルに位置付けられることが多い
- 研究はあるものの、ルールの多様性の存在がネック
- 日本の代表的なソーシャルゲーム？

# 花札(ちょっと余談)

- こいこい
- 日本の伝統的なゲームで文化としても重要(たとえば「しかと」の語源となっている)
- 研究は少ない

# まとめにかえて

- 完全情報ゲームはもうすぐ終わり
- これからは不完全情報ゲーム