

平成 15年 2月 28日

平成 14年度 卒業論文

研究テーマ

# 対戦麻雀の思考アルゴリズムの研究

名古屋文理大学情報文化学部情報文化学科

1199101 林 慎一郎

1199087 栗田 元司

## はじめに

広く親しまれて、メジャーな遊びである麻雀。普段人間同士が打つときに人にはそれぞれ考えた癖がでてくる。それにより強さに偏りがみられ勝敗に直結する。この麻雀のプログラムを作成する上で人間の打ち方にどれだけ近づけられるか、またそれを実行する時にどのような問題や発見が出来るか、また、コンピュータ同士の対戦では、勝敗や打ち方に偏りがみられるか、などを作成した麻雀のプログラムを元に考えていきたい。

プログラミングには、VB プログラムを使用した。理由は、初心者プログラマから熟練プログラマまで、何百人というあらゆる技術者レベルの開発者が一般的に簡単でスピーディーにインターフェイス画面を利用してプログラム可能なことである。また GUI の設計を行いつつ段階的にアルゴリズムを実装していける点も選択理由である。また授業で習った事でもありその経験を生かして VB を使う方法がもっとも理解しやすく作成していく上で最良だと判断した。また、コンピュータ同士の対戦もインターフェイス画面で実現できるということも選んだ理由のひとつである。

## 目的

実働可能な単純なプログラムを元に改良していく（人間的な打ち方なプログラムに提案する。）実際の人間と対戦してコンピュータのレベルを検証する。疑問点、改良点を見つげ出し、より人間らしくなるように改良していく。

## 対戦麻雀のルール説明

通常の 4 人麻雀と同様に 1 3 6 種類の牌で行う。

交互でツモる。コンピュータにもプレイヤーにも鳴きは無しとする。よって、鳴いて役を作ることは出来ないののでポン、チー、カンの三つは無くなる。捨て牌（ツモ回数）は、親は 1 8 個、子は 1 7 個とする。

## 麻雀プログラムについて

手牌は、左からマンズ、ピンズ、ソーズ、を小さい数の順に並べる。

その隣に東、南、西、北、白、発、中の順に並べる。

## 手の進行について

他風 1、9 牌 三元 自風 場風 の順に落とす。（孤立牌に限る）

シャンテンを維持しつつペンチャン カンチャンを端から落とす。

## 和がりの判定について

頭を手牌の中から探す。他にあれば全ての頭の候補を探す。

牌の種類ごとに 0 or 3 の倍数か確認する。

3 の時 順子 or 刻子

6 の時 一番小さい牌 + 1 の牌と + 2 の牌があるか探す。

あれば3の時のチェックへいく。

無ければ同じ物が先頭の牌と2枚あるかチェック。

それでも無ければあがっていないとみなされる。

9の時 9の時のチェック。

あれば6の時のチェック。

無ければあがっていない。

12の時 12の時のチェック。

あれば9の時のチェック。

### 特殊役について

本プログラムは、和がりを優先されているので、偶然に出来ることはあっても、コンピュータ自ら進んで特殊役を目指すことは無い。ただし以下の場合、特殊役を優先される。また、天和、海底などの偶然性の強い役はプログラム対象外とする。

### 混一色 清一色

- 1 一番多い色 + 字牌が9枚以上で発動。
- 2 一番多い色と字牌を残して他は全て捨てる。
- 3 多色を捨てる場合は中央から捨てる。
- 4 一枚しかない字牌を捨てる。
- 5 その場合は他風 三元 自風の順。
- 6 字牌トイツは落とす。
- 7 孤立牌から落とす。
- 8 繋がりの少ない牌を落とす。

### 七対子

トイツが4種類あったら七対子へ

ただし、リャンシャン以下の状態に限る。

### 初期プログラムの問題点、苦労した点

テンパイに近づく上で理想形から効率の悪い捨牌をすることがある。

相手の捨牌を見ずに、一方的に自分がテンパイに近づくようにしか打てない。

以上の初期プログラムを元に、対戦結果を計測し、プログラムの改良を行っていた。  
対戦結果と、改良の過程を次項で示す。

## プログラムの実力の判定（その1）

まず、単純に聴牌を目指すプログラムを作成した。

アルゴリズムとしては、孤立牌を捨てていき刻子、順子を残すものである。

ただし、役には七対子が無く、ツモ和がりのみのプログラムである。

初期プログラム1（チートイ、リーチ、出和がり無し）

対局数 100局

対戦結果

	和がり	聴牌	イーシャン	リャンシャン	それ以下
親	5	40	34	3	1
子	17	33	36	8	1

	ピンフ	タンヤオ	役牌	四暗刻	イーペー	ツモ
親	0	0	1	1	1	5
子	4	3	2	0	0	17

役ごとに個別に集計

ツモ数平均と聴牌率と和がり率の比較

	ツモ数平均	聴牌率	和がり率
親	13.4	45%	5%
子	12.2	50%	17%

和がった時のツモ回数

コメント

初期プログラムの実力として、聴牌率が約50%、和がり率約10%という結果を得た。

和がり率に親と子の差が見られたが、さらに100回計測して確認したところ親と子の差が見られなかった。

以後、プログラムに改良を加えて聴牌率と和がり率の改善を目指す。

## プログラムの実力の判定（その2）

### 和がり形考慮バージョン

初期型のプログラムに、両面、カンチャン、単騎などの面子の要素の優先順位を考慮して捨牌の選択をする。

対局数 100局

### 対戦結果

	和がり	聴牌	イーシャン	リャンシャン	それ以下
親	19	40	16	4	0
子	21	35	22	2	1

	ピンフ	タンヤオ	役牌	一通	一色二順	ハイテイ	三色同順	ツモ
親	4	1	1	0	2	5	0	19
子	11	3	2	1	2	0	1	21

役ごとに個別に集計

### ツモ数平均と聴牌率と和がり率の比較

	ツモ数平均	聴牌率	和がり率
親	15.2	59%	19%
子	12.5	56%	21%

### コメント

初期プログラムと比較して待ちを広くし、頭を考えるようになり和がりや聴牌率が格段と増えた。ピンフでの上がりが多く見られた。親と子の差はあまり見られない。実力判定1と比較してツモ数平均に差は見られなかった。

### プログラム実力判定（その3）

プログラム2 に七対子（対子4つから目指す）を目指すアルゴリズムを組み込んだ。

対局数 100局

対戦結果

	和がり	聴牌	イーシャン	リャンシャン	それ以下
親	16	35	25	9	0
子	15	41	22	6	0

	ピンフ	タンヤオ	役牌	一色二順	ツモ
親	8	1	1	2	16
子	4	1	2	0	15

役ごとに個別に集計

ツモ数平均と聴牌率と和がり率の比較

	ツモ平均数	聴牌率	和がり率
親	12.1	51%	16%
子	12.8	56%	15%

コメント

プログラム2と比較して七対子を対子4つから目指すプログラムを組み込んだが、なかなか聴牌が出来きない。たまに聴牌出来ても待ちが単騎で、出和がりが出来ないので和がれないケースが見られる。これにより、和がりの回数が若干減っている感じがある。

## プログラム実力判定（その4）

プログラム3に聴牌時はリーチをし、字牌+数杯が9個以上で混一色を目指すアルゴリズムを組み込んだ。この対戦はCPU、プレイヤー共に和がりがある。

CPU 対プレイヤー 対局数 20局

対戦結果

	人間 vs CPU	プレイヤーA（特攻型）		プレイヤーB（守備型）	
		人間	CPU	人間	CPU
流局	テンパイ テンパイ	5	5	2	2
	テンパイ ノーテン	3	3	4	4
	ノーテン テンパイ	4	4	3	3
	ノーテン ノーテン	2	2	6	6
ロン	リーチのみ	0	1	1	0
	リーチ タンヤオ	0	0	1	0
	リーチ ピンフ	0	0	1	0
	リーチ 東	0	1	0	0
	リーチ イーペー タンヤオ	1	0	0	0
	リーチ ピンフ タンヤオ	0	0	1	0
ツモ	リーチ ツモ	1	0	1	0
	リーチ ツモ ピンフ	1	0	0	0
	リーチ ツモ 混一色 白	0	1	0	0
	得点	13000	19000	15000	3000
	減点	19000	13000	3000	15000
	合計点	6000	+6000	+12000	12000

ノーテン罰符 1000点とする

イーハン1000点 リャンハン2000点 サンハン4000点

ヨンハン8000点 ロクハン12000点 親と子は区別なし

コメント

特攻型は、和がり回数が多いが振込み率も多い。守備型は振込み率ゼロという数値がでた。よって、プレイヤーは守備中心にすればCPUに出和がりされる確率が極めて低いと思われる。

## プログラム実力判定（その5）

プログラム実力判定のまとめとして、CPU どうしを対戦させプログラム 1~3 と比較して見る。

CPU 対 CPU・七対子4つから・混一9つから・出和がりなし

対局数 100局

対戦結果

	和がり	聴牌	イーシャン	リャンシャン	それ以下
親	19	45	19	7	2
子	8	34	30	6	3

	タンヤオ	ピンフ	一色二順	七対子	一通	役牌	ツモ
親	3	5	2	0	1	2	19
子	1	1	1	0	0	0	8

ツモ数平均と聴牌率と和がり率の比較

	ツモ平均数	聴牌率	和がり率
親	13.1%	54%%	19%
子	13.5%	42%	8%

コメント

親の和がり率が子を圧倒的に上回った。聴牌の回数も親の方が多くツモ回数が1つ多い利がでたと思う。プログラム1~3と比較して、高い役を組み込んだため手が遅くなり、聴牌率、和がり率は若干下がっているように見られる。

## 思考アルゴリズムパラメータの評価 1

コンピュータどうしを思考アルゴリズムを変化させ対戦させた。

パラメータ 1： 対子の数 (七対子を目指す基準値)

パラメータ 2： 字牌と最も個数の多い数牌の合計数 (混一・清一を目指す基準値)

親 CPU 七対子 1 つから・混一 1 つから・出和がりあり

子 CPU 七対子 4 つから・混一 9 つから・出和がりあり

対局数 50 局

### 対戦結果

	親	子
聴牌	13	16
ノーテン	16	13
出和がり	4	7
ツモ和がり	4	6
リーチのみ	1	1
ツモ	3	2
タンヤオ	1	0
ピンフ	1	4
役牌	1	1
七対子	0	1
ツモ ピンフ	0	3
ツモ 役牌	0	1
ツモ ピンフ イーペー	1	0

### 聴牌率と和がり率の比較

	聴牌率	和がり率
親	42%	16%
子	58%	26%

### コメント

成績は、バランス型の子の方がやや優れた結果となった。

ただし、染型の親は混一、清一の完成以前に聴牌してしまうので和がり回数に極端に差が見られなかった。

## 思考アルゴリズムパラメータの評価 2

親 CPU 七対子5つから・混一11つから・出和がりあり

子 CPU 七対子4つから・混一9つから・出和がりあり

対局数 48局

### 対戦結果

	親	子
聴牌	18	17
ノーテン	11	12
出和がり	9	2
ツモ和がり	5	3
リーチのみ	6	1
ツモ	3	2
タンヤオ	1	0
ピンフ	1	1
ピンフ イーペー	1	0
ツモ ピンフ	1	0
ツモ チャンタ	1	0
ツモ 七対子	0	1

### 聴牌率と和がり率の比較

	聴牌率	和がり率
親	66.7%	29.1%
子	50.4%	10.4%

### コメント

成績は聴牌優先の親の方が優れている。

子の聴牌率 50.4%に対して 66.7%とかなりの優位を示した。

ただし親は、和がり率は高いが役自体は大きくはない。

### 思考アルゴリズムパラメータの評価3

親 CPU 七対子1つから・混一1つから・出和がりあり

子 CPU 七対子5つから・混一11つから・出和がりあり

対局数 52局

#### 対戦結果

	親	子
聴牌	16	17
ノーテン	16	15
出和がり	4	4
ツモ和がり	3	9
リーチのみ	2	3
ツモ	0	4
タンヤオ	0	1
ピンフ	2	0
ツモ ピンフ	2	5
ツモ イーペー	1	0

#### 聴牌率と和がり率の比較

	聴牌率	和がり率
親	44.2%	13.4%
子	57.7%	27.1%

#### コメント

相変わらず聴牌優先の方が和がり率も優位となる。

ただし、染型の親にもバランスとの差がそれほど見られなかった。

これは、親は子よりツモ数が1つ多い事が働いていると見られる。

## まとめ

完成したマージャンプログラムは、初期と比べてみると聴牌率、和がり率が減少してしまっただ。これは、七対子や混一色を組み込んだため、なかなか聴牌しづらいという面がでているといえる。特に混一色は、本来鳴いて出来る役なのでこのプログラムに鳴きが無いことでさらに聴牌しづらいといえる。片方を聴牌最優先にさせると、和がり率、聴牌率に圧倒的な差がでてきてしまうので鳴く機能の必要性を感じた。プレイヤーと CPU を対戦させた結果で、プレイヤーが CPU の捨て牌を考慮して打つと CPU がほとんど出和がり出来ない。このことにより、CPU にも相手の捨て牌を考慮しながら打つようにすることが出来れば、より人間らしい思考アルゴリズムになると思われる。さらにこのプログラムは、残り枚数を考慮しないので無駄な待ちをしてしまうケースもある。これもまた、今後の研究材料といえる。

## 参考文献

ピーターノートンの手解き Visual Basic6 vol.1 ピーターノートン, マイケルグロー著/  
カットシステム発行/ 2000年

ゲームプログラミング 遊びのレシピ 有馬元嗣著/ソフトバンク発行/1997年

## 麻雀牌を表現するデータ構造

### クラス PAI

プロパティ E : 捨て牌選択時の評価値

プロパティ ID : 通し番号 ( 1 ~ 1 3 6 ) 番号順に並べ替えることで理牌

プロパティ N : 数牌の数字 ( 1 ~ 9 ) 東南西北 ( 1 ~ 4 ) 白発中 ( 1 ~ 3 )

プロパティ PIC : 牌の画像

プロパティ S : 牌の種類 ( M · P · S · W · C / 萬 · 筒 · 竹 · 風 · 三元 )

プロパティ V : 孤立牌選択用値 ( 大きいほうから 4 5 6 · 2 3 7 8 · 東 · 三元 · 1 9 · 他風 )

### あがり判定のルーチン

- 1 . 七対子の判定
- 2 . 頭を選択
- 3 . 刻子の選択
- 4 . 順子の選択

1 を失敗した場合 2 以降の判定を行う

2 以降は成功するまですべてのパターンで繰り返し判定を行う

ただし頭は 1 つしか判定しない

2 ~ 4 の全てで失敗した場合あがりではないので判定を終了する  
すべての牌を選択できたらあがりとして判定する

### ちーとい判定プログラムの例

'ちーとい判定

```
For i = 1 To 13 Step 2
  Set h1 = tehai.Item(i)
  Set h2 = tehai.Item(i + 1)
  If h1.n = h2.n And h1.s = h2.s Then
    If i <> 1 Then
      If h1.s = tehai.Item(i - 1).s And h1.n = tehai.Item(i - 1).n Then
        Exit For
      End If
    End If
    If i = 13 Then
      agari_check = 1
      Exit Function
    End If
  Else
    Exit For
  End If
Next I
```

## 捨牌選択アルゴリズム

完全孤立牌を優先順位（牌のデータ構造参照）に従って切る  
孤立牌選択プログラム

```
For i = 0 To 13
  If koritu(i) = 0 Then
    Set h4 = tehai.Item(i + 1)
    If min > h4.v Then
      min = h4.v
    End If
  End If
End If
Next i
```

### 浮牌チェック

手札から1枚はずし残り13枚の形について評価し最も減点の低かった牌を捨てる

```
For i = 1 To tehai.Count
  toitu = False
  eval = 100000
  Set h1 = tehai.Item(i)
  tehai.Remove i
  Call haisel2(tehai, amari, sel)    手牌の評価をする
  If i = 1 Then
    tehai.Add h1, , 1
  Else
    tehai.Add h1, , , i - 1
  End If
  h1.e = eval
Next I
```

(注意) 捨牌選択時には多面に関する考慮が必要  
例: 完全孤立の3mと3456とある場合の3mの価値の違いを考慮  
本プログラムでは隣接牌(カンチャンまで考慮)の多いものを優先して残す

### 七対子の判定

対子の数を数えて基準値(標準は4)以上の場合七対子を目指す

捨牌選択の優先順位

カンツ・刻子・非面子牌(孤立牌選択の逆の優先度)・面子牌

(注意) 対子4つの場合手変わりを考慮して面子を残す

### 染めの判定

一番多い数牌の数と字牌の合計が基準値(標準は9)以上の場合染め手を目指す

染める色の牌と字牌の価値(データ構造参照)を高める

字牌より数牌をより高くして清一に向かうことも考慮

(注意) イーシャン・リャンシャン等聴牌が近いときには無理に染めない

手配の評価値を基準とする

## 手牌評価アルゴリズム

手牌から順子・刻子・対子を全て可能な組み合わせを考慮して取り除き余り牌を求める

余り牌が2以下の場合（聴牌）

両面 1 0 0 0 ・カンチャン 1 1 0 0 ・シャボ 1 2 0 0 ・ペンチャン 1 3 0 0

単騎 1 4 0 0

余り牌が3以上の場合

余り牌 \* 1 0 0 0 + 上記と同様に面子要素の種類に応じて点数を加算する

sum = sum + 1000 + 1000 \* amari.Count + ryan \* 1000 + kan \* 1100 + pen \* 1300 + shabo \* 1200 + tan \* 1400

## プログラムの画面



RESET : 洗牌 スタート : 配牌 進行 : 1手進む 自動進行 : 終了まで進む  
 OPEN : チェックで牌をオープンさせる 基準 : それぞれの役を目指す基準値の設定  
 COM側のあがり・リーチ判定もPLAY側が行う