2020年度 卒業論文

麻雀における他家の手牌の待ち予測

〇〇年〇〇月〇〇日

電気情報工学科

（学生番号： 1TE16240N）

松田 真治

九州大学 工学部

**概要**

本研究では麻雀において他家の手牌の待ちを予測する手法を提案する。場の情報、他家の捨て牌、他家の副露状況から機械学習を用いて待ち牌を予測する。良い結果は出ていないが人間のセオリーと一致する部分も多く、一定の学習はなされていると考えられる。

**目次**

1. はじめに
   1. 研究背景
   2. 研究目的
   3. 研究手法
2. データ
3. 入力に時間情報をもたせる重要性

3.1手牌読みにおける時間性の重要性

3.2 手出しとツモ切り

3.3 副露後の打牌

1. **はじめに（研究背景、従来研究、自分の研究）**

**1.1 研究背景**

麻雀とは不完全情報ゲームである。将棋や囲碁のようにすべての情報がプレイヤーに開示されている完全情報ゲーム異なり、限られた情報の中から他家の状況を推察しつつ自分に与えられた材料を用いて期待値を最大化するように選択を行い続けるゲームある。

例えば高い手をもらった場合でも他家にスピード感を感じた場合には妥協して副露したり、安く勝算の低い手をもらった場合でも他家の進行速度が遅いと判断した場合には押さえつけるためにリーチしたりすることがある。このように麻雀では自分都合のみで選択を行うことは少なく、常に他家の状況を推察しながら打牌の選択を行う。

これは現実世界でいうところの押し引きと非常に類似している。したがって機械学習を用いて麻雀のような不完全情報ゲームに関する研究を行うことは現実に起きうる問題の押し引きに役に立つ可能性がある。

**1.2 研究目的**

本研究の目的は押し引きの際に特に重要な要素である他家の待ち牌予測を新たな手法を用いて行うことである。

**1.3 研究手法**

先行研究[1][2]などにおいて待ち牌の予測に用いられる情報はある色に着目したときの捨てられた枚数や牌の種類の枚数などの時間性を持たない情報であった。

しかし捨て牌から他家の手牌の推測を行う際に相手がどの順で手牌を切ったか、またどのように副露した後にどのような牌を切ったかなどといった時間に関連した情報は極めて重要なものだと一般的に考えられている。そこで本研究では入力に時間性を与える手法について提案する。

**2.データ**

牌譜はオンライン麻雀サイト天鳳の最上位卓である鳳凰卓のものを利用した。牌譜は天鳳公式サイト[3]にて無償で公開されている。期間は2017年度のもの全てで、ルールは四人打東南戦赤あり喰い断ありである。

また天鳳の牌譜はXMLファイルによって特殊な形式で表現されているため、機械学習で用いるためには解析をする必要がある。解析については小林聡氏のブログ[4][5][6][7]を参考にした。

**3.入力に時間情報を持たせる重要性**

**3.1 手牌読みにおける時間性の重要性**

他家の捨て牌から相手の待ち牌を読む場合に、牌を切る順番などの時間性を持った情報が重要になる理由について一つの例を用いて簡潔に説明する。

まず前提として麻雀において数牌は端に近づけば近づくほど利用価値が低くなる。例えば1で構成できる面子は123,111の2パターンしか無いが、5で構成できる面子は345,456,567,555の4パターンある。

したがって基本的に牌の利用価値は1,9<2,8<3-7である。仮に不要な牌1と5の両方を持っていて、いずれ二枚とも捨てるとしても、捨てる順序は1,5の順になるのがセオリーである。しかし実際にゲームをやってみると往々にして5,1の順で捨てるパターンが存在する。この順番に捨てる理由は様々ではあるが例えば端牌に関連する手役である混全帯么九などを狙っていることが多い。したがって1,5の順で切られている場合に比べると5,1の順で切られている場合の方がわずかに端牌の危険度が高く、中張牌の危険度は低くなると考えるのがセオリーである。

このように捨て牌の情報に時間性をもたせると推測できる要素が増えるため、時間性を与えることは重要だと考えられる。

**3.2手出しとツモ切り**

麻雀では牌の切り方に2つのパターンが存在する。手出しとツモ切りである。手出しとは牌を山からツモした後、もともと手牌にあった牌を切ることで、ツモ切りとは牌を山からツモした後そのツモした牌をそのまま切ることである。

この２つは似ているようで大きく意味が異なる。

手出しされた牌とは、何らかの理由があって手牌に残していたが、ツモってきた牌の価値がより高かったために切られてしまった牌である。言い換えれば捨て牌にある牌よりは価値が高く、手牌にある牌よりは価値が低い牌である。

一方ツモ切りされた牌とは手牌にある牌よりは価値が低いが、捨て牌にある牌より価値が高いとは必ずしも言えない牌である。

3.1では5,1の順で牌を切った場合、端牌の危険度が増すと述べたが、実は1がツモ切りだった場合、この推測は成立しない。あくまでもこの推測は1と5が比較されたことが前提のためである。

したがって捨て牌に時間情報を持たせる際には、切られた牌が手出しであるかツモ切りであるかという情報を盛り込むことによってより待ち牌推測の性能が向上すると推測される。

**3.3 副露後の打牌**

(まだ実験してないです。実験したら書くつもりです。)

**4.待ち牌の推定**

**4.1 アルゴリズム**

以下のようなパラメータを用いて機械学習を行った。

・時間情報を持った捨て牌

・時間情報を持たない捨て牌

・副露

**4.2 時間情報を持った捨て牌の表現**

時間情報を持った捨て牌の作り方について説明する。

まず以下のようにして予め牌と番号との対応付けを決めておく。

|  |  |
| --- | --- |
| 牌 | 番号 |
| ツモ切り一萬〜九萬 | 0~8 |
| ツモ切り一筒〜九筒 | 9~17 |
| ツモ切り一索〜九索 | 18~26 |
| ツモ切り東、南、西、北 | 27~30 |
| ツモ切り白、発、中 | 31~33 |
| ツモ切り五萬、五筒、五索 | 34~36 |
| 手出し一萬〜九萬 | 37~45 |
| 手出し一筒〜九筒 | 46~54 |
| 手出し一索〜九索 | 55~63 |
| 手出し東、南、西、北 | 64~67 |
| 手出し白、発、中 | 68~70 |
| 手出し五萬、五筒、五索 | 71~73 |

表1. 牌と番号の対応付け

この対応表をもとにして、以下の捨て牌からデータを抽出する。



図2. 捨て牌例（すべてツモ切りとする）

はじめに捨て牌からすべての順序関係を抜き出す。上図の場合は（五萬,三筒）,（五萬,六索）,（五萬,東）,(三筒, 六索), (三筒, 東),(六索,東)である。これを牌番号に置き換える。置き換えたものが(4,11),(4,23),(4,27),(11,23),(11,27),(23,27)である。今度は組み合わせを(x,y)としたとき74\*x+yを全ての組み合わせについて取るとそれぞれ307,319,323,837,841,1729となる。

以下のように列数74\*74=5476、初期値0の表を考える。

先程計算した307,319,323,837,841,1729に対応する列の値をその都度インクリメントする。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 2 | ・・・ | 307 | ・・・ | 5474 | 5475 | 5476 |
| 0 | 0 | 0 | ・・・ | 1 | ・・・ | 0 | 0 | 0 |

表3. 入力テーブル

このようにすることで、任意の２つの牌を切った順序を表現することができ、入力に時間性を与えることができる。

**4.3 時間情報を持たない捨て牌の表現**

要するに何を切ったかという情報である。図2の捨て牌からデータを抽出する事を考える。

列数74、初期値0の表を考える。次に捨て牌のそれぞれの牌番号について対応する列の値をインクリメントしていく。

**4.4 副露情報（チー）**

赤牌を含むかどうかで2パターン存在する。

どこの牌を鳴いたかで3パターン存在する。

副露した牌の中で最小の牌番号をもつ牌の種類で21パターン存在する。

したがって126列あれば全てのチーは表現できるので適宜数字と対応させる。

**4.5 副露情報（ポン）**

赤牌を含むかどうかで2パターン存在する。

どの牌を鳴いたかで34パターン存在する。

したがって68列あれば全てのポンは表現できるので適宜数字と対応させる。

**4.6 副露情報（カン）**

カンの種類（暗カン・明カン・加カン）で3パターン存在する。

どの牌を鳴いたかで34パターン存在する。

したがって102列あれば全てのカンは表現できるので適宜数字と対応させる。

**4.7 実装**

Chainerで３層ニューラルネットを構築して学習を行った。第一層の入力数は5806、出力数は100。第二層の入力数は100、出力数は100。第三層の入力数は100、出力数は100。最適化関数はSGDを利用した。エポック数30、バッチサイズ16で学習を行った。

**5.実験・結果**

**5.1 牌番号による学習率の比較**

使用したパラメータ：時間情報を持った捨て牌、副露

半荘数：30000

全ての牌について待ち予測を行なった。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌 | acc | acc | Pr0 | Pr1 | Re0 | Re1 | Fs0 | Fs1 |
| 一萬 | 0.999 | 0.944 | 0.956 | 0.117 | 0.987 | 0.038 | 0.971 | 0.057 |
| 二萬 | 0.999 | 0.915 | 0.938 | 0.124 | 0.973 | 0.057 | 0.955 | 0.078 |
| 三萬 | 0.999 | 0.895 | 0.926 | 0.129 | 0.964 | 0.065 | 0.944 | 0.087 |
| 四萬 | 0.999 | 0.867 | 0.910 | 0.139 | 0.947 | 0.085 | 0.928 | 0.105 |
| 五萬 | 0.999 | 0.861 | 0.905 | 0.160 | 0.946 | 0.094 | 0.925 | 0.119 |
| 六萬 | 0.999 | 0.871 | 0.912 | 0.138 | 0.949 | 0.081 | 0.930 | 0.102 |
| 七萬 | 0.999 | 0.897 | 0.927 | 0.120 | 0.965 | 0.059 | 0.945 | 0.079 |
| 八萬 | 0.999 | 0.913 | 0.936 | 0.120 | 0.973 | 0.052 | 0.954 | 0.073 |
| 九萬 | 0.999 | 0.944 | 0.956 | 0.092 | 0.986 | 0.029 | 0.971 | 0.045 |
| 一筒 | 0.999 | 0.946 | 0.957 | 0.125 | 0.988 | 0.038 | 0.972 | 0.058 |
| 二筒 | 0.999 | 0.915 | 0.937 | 0.121 | 0.975 | 0.050 | 0.956 | 0.070 |
| 三筒 | 0.999 | 0.897 | 0.927 | 0.112 | 0.965 | 0.055 | 0.946 | 0.074 |
| 四筒 | 0.999 | 0.871 | 0.913 | 0.142 | 0.949 | 0.086 | 0.931 | 0.108 |
| 五筒 | 0.999 | 0.864 | 0.905 | 0.150 | 0.949 | 0.082 | 0.927 | 0.106 |
| 六筒 | 0.999 | 0.871 | 0.911 | 0.143 | 0.952 | 0.080 | 0.931 | 0.102 |
| 七筒 | 0.999 | 0.899 | 0.930 | 0.122 | 0.965 | 0.063 | 0.947 | 0.083 |
| 八筒 | 0.999 | 0.916 | 0.937 | 0.113 | 0.976 | 0.045 | 0.956 | 0.064 |
| 九筒 | 0.999 | 0.945 | 0.955 | 0.092 | 0.988 | 0.026 | 0.971 | 0.040 |
| 一索 | 0.999 | 0.946 | 0.957 | 0.102 | 0.989 | 0.028 | 0.972 | 0.045 |
| 二索 | 0.999 | 0.913 | 0.937 | 0.129 | 0.972 | 0.060 | 0.954 | 0.082 |
| 三索 | 0.999 | 0.902 | 0.930 | 0.126 | 0.968 | 0.060 | 0.948 | 0.081 |
| 四索 | 0.999 | 0.872 | 0.914 | 0.145 | 0.949 | 0.089 | 0.931 | 0.110 |
| 五索 | 0.991 | 0.846 | 0.907 | 0.140 | 0.924 | 0.114 | 0.915 | 0.126 |
| 六索 | 0.999 | 0.871 | 0.912 | 0.140 | 0.950 | 0.083 | 0.931 | 0.104 |
| 七索 | 0.999 | 0.900 | 0.928 | 0.125 | 0.967 | 0.060 | 0.947 | 0.081 |
| 八索 | 0.999 | 0.916 | 0.939 | 0.126 | 0.974 | 0.057 | 0.956 | 0.078 |
| 九索 | 0.999 | 0.947 | 0.958 | 0.100 | 0.988 | 0.031 | 0.973 | 0.047 |
| 東 | 0.999 | 0.984 | 0.984 | 0.029 | 0.999 | 0.001 | 0.992 | 0.002 |
| 南 | 0.999 | 0.985 | 0.986 | 0.064 | 0.999 | 0.004 | 0.992 | 0.007 |
| 西 | 0.999 | 0.987 | 0.988 | 0.021 | 0.999 | 0.002 | 0.994 | 0.003 |
| 北 | 0.999 | 0.987 | 0.988 | 0.056 | 0.999 | 0.003 | 0.993 | 0.006 |
| 白 | 0.999 | 0.982 | 0.984 | 0.034 | 0.999 | 0.002 | 0.991 | 0.004 |
| 発 | 0.999 | 0.983 | 0.984 | 0.057 | 0.999 | 0.004 | 0.992 | 0.007 |
| 中 | 0.999 | 0.982 | 0.983 | 0.068 | 0.998 | 0.008 | 0.991 | 0.014 |

表4. 実験5.1の結果

上の結果から数牌は真ん中に近いほど推測の精度が上がり、端に近づくほど推測の精度が下がることがわかる。これは人間のセオリーとも合致する。

また字牌の推測の精度が数牌の推定の精度と比べると低い。これも人間のセオリーに合致する。

したがってある一定の学習はなされていると考えられる。

**5.2 時間情報の有無による学習率の比較**

使用したパラメータ：時間情報を持たない捨て牌、時間情報を持った捨て牌、副露

半荘数：30000

予測した牌：五萬

一方は時間情報をもった捨て牌＋副露で、他方は時間情報を持たない捨て牌で待ち予測を行った。

**４．考察**

**５．終わりに**

**参考文献**

[1]我妻敦,原田将旗,森田一,古宮嘉那子,小谷善行. SVRを用いた麻雀における捨て牌危険度の推定.

[2]栗田萌,保木邦仁. 麻雀における他家の手牌と待ちの予測に基づく放銃確率推定.

[3]

[4] 天鳳の牌譜を解析する(1),

<https://blog.kobalab.net/entry/20170225/1488036549>

[5] 天鳳の牌譜を解析する(2),

<https://blog.kobalab.net/entry/20170228/1488294993>

[6] 天鳳の牌譜を解析する(3),

<https://blog.kobalab.net/entry/20170312/1489315432>

[7] 天鳳の牌譜を解析する(4),

<https://blog.kobalab.net/entry/20170720/1500479235>