

麻雀における他家の待ち牌推測 に関する論文紹介

**An Introduction to Research on Estimating the waiting tiles of
other players in Mahjong**

伊藤 翼 (Tsubasa Ito)
u320008@st.pu-toyama.ac.jp

富山県立大学 情報システム工学科

November 28, 2025

論文概要

- **論文タイトル:**
麻雀における他家の待ち牌推測
(Estimating the waiting tiles of other players in Mahjong)

著者:

松田 真治 氏 (九州大学大学院 システム情報科学府)

伊東 栄典 氏 (九州大学 情報基盤研究開発センター)

出典・発表:

情報処理学会研究報告, 2020-MPS-130 (4), pp. 1-6

2020 年 9 月 22 日

研究背景

- 麻雀は不完全情報ゲームであり，他家の状況を推察し，自身の期待値を最大化する選択（押し引き）が重要.
- 従来研究では，捨てられた枚数等の「順序を考慮しない情報」が主に用いられてきた.

研究目標

- オンライン麻雀「天鳳」の牌譜を教師データとして学習モデルを作成.
- 捨て牌の順序を考慮する手法を提案し，他家の待ち牌予測の性能（F1-score）を評価する.

打牌順序による情報の違い

- 例：5 萬 → 7 萬 の順で切られた場合、3 萬・6 萬は比較的安全とされる。逆に、7 萬 → 5 萬 の順序では、同様の安全性は保証されない。順序情報は他家の手牌構成を読むための重要な手掛かりとなる。

手出しとツモ切り（定義と区別）

- 手出し：ツモ牌とは別に、手牌から選んで切った牌。
→ 手牌の構成変化を示唆するため、情報価値が高い。
- ツモ切り：ツモした牌をそのまま切った牌。
→ ツモ牌が不要であったことを示すのみ。

データ概要

- **対象:** オンライン麻雀「天鳳」鳳凰卓（高段位者専用卓）の牌譜.
- **期間・ルール:** 2017 年度, 四人打ち・東南戦・赤あり・喰いタンあり.
- **規模:** XML ファイル数 約 20 万件, 総和了件数 約 167 万件.

データの前処理

- XML 解析により, 局ごとのツモ・打牌情報を抽出.
- machi 属性だけでなく, tehai 情報から実際の待ち牌を全探索により厳密に特定.
- 手出し・ツモ切りを判定し, それぞれ別の牌として区別 (計 74 種類の牌 ID).

1. 打牌順序を考慮しないベクトル

- 各牌（74 種類）が捨てられたか否かを 0/1 で表現。
- 次元数: 74 次元
- 情報: 「何が切られたか」のみ。.

2. 打牌順序を考慮するベクトル（提案手法）

- XML 解析により、局ごとのツモ・打牌情報を抽出.
- machi 属性だけでなく、tehai 情報から実際の待ち牌を全探索により厳密に特定.
- 手出し・ツモ切りを判定し、それぞれ別の牌として区別（計 74 種類の牌 ID）.
- 任意の 2 枚の牌の打牌順序対 (d_1, d_2) に一意な ID を付与.
- 以下の式を用いて、打牌順序対を一意的 ID に変換：

$$\text{ID} = d_{\text{pre}} \times 74 + d_{\text{post}}$$

d_{pre} : 先行牌の ID, d_{post} : 後行牌の ID

- 次元数： $74 \times 74 = 5476$ 次元

ニューラルネットワーク構成

- **構造:** 3 層ニューラルネットワーク (Chainer 使用)
- **入力層:** 74 次元 または 5476 次元
- **中間層:** 100 ノード
- **出力層:** 2 ノード (待ち牌である/でない)XML 解析により, 局ごとのツモ・打牌情報を抽出.

データ処理

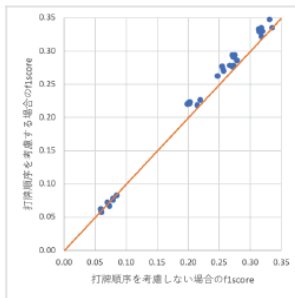
- **アンダーサンプリング:** 待ち牌 (正例) は全体の数%しかないため, 負例を正例と同数に削減して学習.

実験結果：打牌順序考慮の有無による比較

9/14

結果概要

- (a) 打牌順序を考慮するモデルの方が、(b) 考慮しないモデルと比較して、F1-score が平均で 4.16 % 向上した。
- 数牌の予測精度は向上したが、一部の字牌（南、北、白、発、中）では精度が低下した。

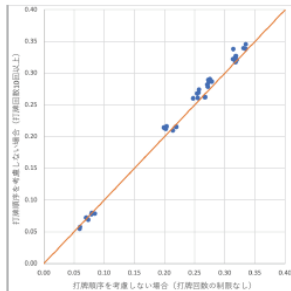


実験結果：打牌回数を 10 回以上に制限した場合

10/14

打牌回数制限の結果

- 情報量が増える「打牌 10 回以上」のデータのみで学習・評価を実施.
- (c) 順序考慮なし: (a) と比較して F1-score が 2.12 % 向上.

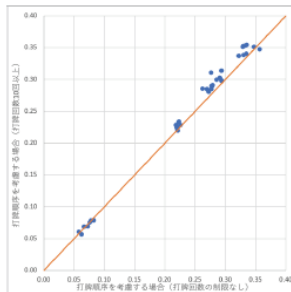


実験結果：打牌回数を 10 回以上に制限した場合

11/14

打牌回数制限の結果

- (d) 順序考慮あり: (b) と比較して F1-score が 2.9 % 向上.



実験結果：打牌回数を 10 回以上に制限した場合

12/14

打牌回数制限による効果

- 打牌回数が増えると情報量が増加するため、いずれの手法でも精度は向上する.
- 特に「順序を考慮する場合」の方が、回数増加による恩恵（上昇幅）が大きい傾向が見られた.

順序情報の有効性と課題

- **有効性:** 全体として F1-score が向上し、捨て牌の順序関係が待ち牌推測に有用であることが示された.
- **ノイズの問題:** すべての順序対 (例: 第 1 打と第 16 打) を学習させたことで、無関係なノイズ情報も拾ってしまった可能性がある.
- **字牌の精度低下:** 字牌は順子 (シュンツ) を作らないため、順序情報があまり意味を持たず、逆にノイズとなった可能性がある.

結論

- 打牌順序を考慮するモデルの方が、考慮しないモデルと比較して、F1-score が平均で 4.16 % 向上した.
- 数牌の予測精度は向上したが、一部の字牌（南，北，白，発，中）では精度が低下した.

今後の展望

- **順序対の重み付け:** 打牌間隔が短い順序対を重視する，序盤より終盤を重視する等の工夫.
- **追加情報の利用:** ドラや安牌などの情報を考慮に入れることで，さらなる精度向上が期待できる.