

# 得点なにそれ: 初心者支援のための 麻雀自動得点計算アプリケーションの開発

松井 雪治<sup>1</sup> 水野 慎士<sup>1</sup>

概要: 筆者らは麻雀初心者のための自動得点計算アプリケーション“得点なにそれ”の開発を行ってきた。このアプリケーションは麻雀のあがり時の手牌を撮影することで、自動で手牌を認識して得点計算を行うことができる。しかし、スマートフォンへの実装を考えた場合に特に鳴きを含む手牌の認識精度と処理速度が実用化には不十分であった。また、特定の麻雀を使用する必要があり、アプリケーションの配布に際して問題となった。そこで、手牌の認識に用いる画像の生成やテンプレートマッチングに関する改良を行った。また、テンプレート生成機能を実装した。以上の改良により、開発してきた麻雀自動得点計算アプリケーションの配布が可能となる。

## 1. はじめに

麻雀は脳の活性化及び認知症予防のために、“健康マージャン”として近年注目を集めている。日本健康麻将協会が提唱している“賭けない・飲まない・吸わない”をスローガンに掲げることで、普及してきている [1]。麻雀の特徴として、麻雀牌（以下、牌）を並べたり引いた牌を捨てる動作をするなど牌に触れる機会が多く、4人で麻雀卓を囲むことによってコミュニケーションが生まれ易い。そのため、指先の運動とコミュニケーションによって認知症予防などの脳トレーニングにも効果があることがわかっている [2]。そのため、介護施設や高齢者福祉の一環として取り入れられている。しかし、麻雀は将棋やリバーシといったテーブルゲームに比べ、ルールが複雑である。その中でもあがり時の得点計算は、符点と役の種類及び飜数によって得点が計算され、これらの組み合わせが複雑であるため、初心者がプレイするには難解である。

そのため、麻雀初心者のルール理解や得点計算を支援するシステムがいくつか提案されている。ルール理解の支援として、矢田らによって提案されている AR を用いた麻雀初心者支援システム [3] は、手牌をカメラで撮影し、次にとどの牌を捨てるべきか判断するシステムである。得点計算を支援するシステムとしては、株式会社ジョイスによって自動点数計算麻雀卓『パイリダー』 [4] が提案されている。これは、IC タグを用いて牌の認識及び得点計算を自

動で行うことが可能であるが、専用の麻雀卓と牌が必要で値段も比較的高価であるため、使用できる場所は雀荘などに限られて一般的ではない。一方、株式会社エクストラントによって提案されている携帯アプリケーション『麻雀これ何点?』 [5] は、手牌を手動で選択することで自動得点計算を行うことが可能である。また、望月らによって提案されているブラックライトを用いて得点計算を行うシステム [6] は、牌にシールを貼り、ブラックライトを用いて読み取ることで得点計算を行うことが可能である。これらの手法は専用の麻雀卓などは必要とせず、スマートフォンなどを用いるために場所の制限をあまり受けないが、手牌情報を入力したり、牌へ事前にシールを添付して得点計算時にブラックライトを当てる必要があるなど、円滑なゲーム進行が行えない場合も考えられる。

そこで、筆者らは麻雀初心者のための自動得点計算アプリケーションの開発を行ってきた [7]。このアプリケーションは麻雀のあがり時の手牌を撮影することで、自動で手牌を認識して得点計算を行うことができる。

しかし、従来のアプリケーションでは、鳴きによるあがりの場合に牌の並べ方で認識精度が大きく低下する問題があった。また、使用には特定の麻雀牌を用いる必要があることや、スマートフォンへ実装した場合に処理速度が大きく低下することなど、実用化には課題があった。そこで、本研究では牌の認識処理に用いる画像生成手法の改良を行うことで、認識精度と処理速度の向上を行う。また、認識用テンプレートの生成機能を実装することで任意の麻雀牌への対応を可能とする。これらの改良により、麻雀得点時同計算アプリケーションのスマートフォンへの実装と、ア

<sup>1</sup> 愛知工業大学大学院 経営情報科学研究科  
Graduate School of Business Administration and Computer  
Science, Aichi Institute of Technology

アプリケーションの一般配布の実現が期待できる。

## 2. “得点なにそれ”の概要と従来システムの 問題点

### 2.1 システムの概要

本研究で開発している麻雀得点自動計算アプリケーション“得点なにそれ”は、麻雀牌をカメラで撮影することで得点を計算することができるスマートフォン用アプリケーションである。

図1に“得点なにそれ”を使用している様子を示す。図に示すように、ユーザは麻雀のあがり時の手牌をスマートフォンのカメラで撮影する。次に、場の情報と偶然役をユーザが手入力する。それにより、手牌を撮影した画像からあがり役を判定して、場の情報を合わせて得点を自動的に計算してユーザに結果を提示する。得点計算はポン、チー、カンなどの鳴きにも自動的に対応する。

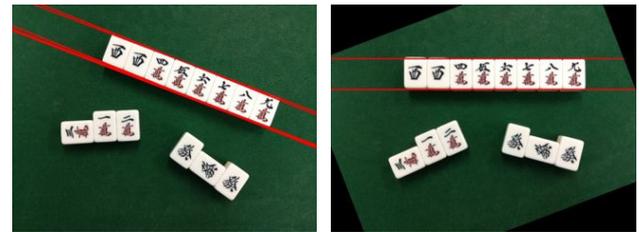


図1 “得点なにそれ”のシステム構成

### 2.2 従来システムの問題点

手牌を撮影した画像からあがり役を判定するには、画像にどの牌が含まれているかを認識する必要がある。そこで、本研究のアプリケーションでは牌のテンプレートを用意して、テンプレートマッチングによって画像に含まれる牌を認識している。このとき手牌の撮影はスマートフォンを持って行うため、撮影画像が傾く場合がある。そこで、本研究では撮影した画像の傾きを補正してからテンプレートマッチングを行っている。

従来のアプリケーションでは、画像の傾き補正はHough変換で得られた角度を用いて画像全体に対して行っていた。鳴きがないあがりの場合には、手牌がすべて一列に並んだ状態になるため、画像全体の傾き補正でも十分な精度でテンプレートマッチングを行うことができる。しかし、ポン、チー、カンなどで鳴いた場合には手牌が分かれるため、各手牌の傾きが異なる場合がある(図2)。このとき、画像全体による傾き補正を行っても個別の手牌の角度は適切に補正されないため、テンプレートマッチングの精度が大きく低下する場合がある。



(a) 補正前

(b) 補正後

図2 画像全体の傾き補正例

また、従来システムではあらかじめ用意されているテンプレートだけを用いて牌の認識を行っていた。そのため、対応していない麻雀牌を用いた場合には認識精度が大きく低下する。

## 3. “得点なにそれ”の実現方法

### 3.1 処理の流れ

本研究では、鳴きがあった場合に精度が低下したり、特定の麻雀牌にしか対応していないという従来システムの問題点を改善するための改良を行う。改良したアプリケーション“得点なにそれ”のシステムの処理の流れを図3に示す。

まず、麻雀のあがり時の手牌をスマートフォンのカメラを用いて撮影して入力画像とする。ここで従来システムでは画像にHough変換を施して直線を検出して、得られた直線の角度を用いて傾き補正を行っていたが、本研究のシステムではこの時点での傾き補正は行わない。

次に、入力画像から手牌領域の抽出を行う。鳴きがない場合には手牌領域は1つであり、鳴きがあった場合には手牌領域は複数となる。

そして、各手牌領域に対して包含する矩形を求める。そして得られた矩形に基づいて各手牌領域を回転することで、手牌画像を生成する。これにより、手牌画像中の牌は水平または垂直になっている。このとき、新しいシステムでは手牌画像の縦横比に基づいて鳴きの種類の判別を行い、処理時間の短縮を行う。

最後に手牌画像に対してテンプレートマッチングを適用することで、各手牌画像に含まれる牌を認識して役を判定する。そして場の情報を入力することで、あがりの得点計算を行って、ユーザに結果を提示する。

なお、牌の認識に用いるテンプレートはあらかじめ用意されているが、本研究では新たにユーザ自身が保持する麻雀牌を用いてテンプレートを作成することを実現した。

以下に、手牌領域抽出、手牌画像生成、テンプレートマッチング、テンプレート生成について詳細を述べる。

### 3.2 手牌領域抽出

初めに、入力画像をグレースケール化した後、しきい値処理によって得られた領域の外側輪郭を抽出する。そして

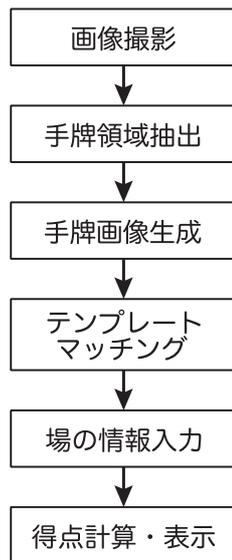


図 3 システムの処理の流れ

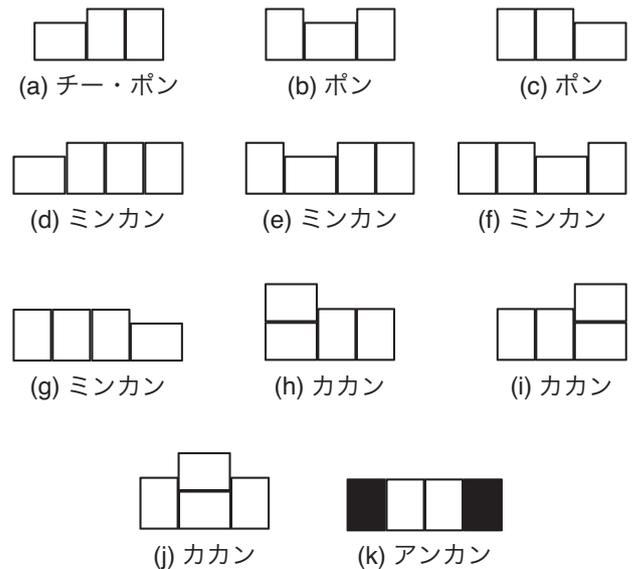


図 4 鳴き手牌のパターン

得られた輪郭内領域の面積がしきい値以上の場合に、その領域を手牌領域とする。面積しきい値は、手牌領域には少なくとも 3 枚の牌が含まれるという条件に基づいて決定する。

次に鳴きの有無の判定と手牌領域の分類を行う。手牌領域が 1 つの場合は鳴きはなく、複数の場合は鳴きがあったことになる。そして、鳴きがあった場合には、入力画像左上角から最も近い位置にある手牌領域を鳴きによらない手牌領域として、それ以外の手牌領域を鳴き手牌領域とする。

鳴き手牌領域の形状は図 4 に示すように鳴きの種類によって異なる。そこで、鳴き手牌領域の多角形近似を行う。手牌領域が頂点数 4 の四角形に近似された場合には、この手牌領域はアンカンによるものであると判定することができる。

### 3.3 手牌画像生成

3.2 節で得られたそれぞれの手牌領域に対して、領域を包含する最小矩形を求める (図 5(a))。次に、得られた矩形の長辺が水平になるように手牌領域および矩形を回転させる。そして、矩形の内部を切り取ることで各手牌領域に対する手牌画像を得ることができる。鳴きによらない手牌領域から得られる手牌画像を鳴きなし手牌画像、鳴き手牌領域から得られる手牌画像を鳴き手牌画像とする (図 5(b))。

次に各手牌画像の縦横の長さ、および縦横比を求める。ここで、1 つの麻雀牌の縦横比は図 6 に示すように 51 : 37 となっているため、図 4 に示した鳴きの種別によって、鳴き手牌画像の縦横比は一意に決まる。そこで、鳴き手牌画像の縦横比を用いて鳴きの種類を判定する。例えば、縦横比が 17 : 54 に近い場合にはミンカン、74 : 125 に近い場合はカカンと判定される。

鳴き手牌画像の鳴きの種類を判定することで、次節で行



(a) 手牌領域の最小矩形



(b) 鳴きなし手牌画像



(c) 鳴き手牌画像 1



(d) 鳴き手牌画像 2

図 5 手牌画像の生成

うテンプレートマッチングで使用するテンプレートを減らすことができるため、牌の認識処理時間が削減できる。なお、カンの種類は鳴き手牌画像の縦横比で判別できるが、チーとポンはどちらも鳴き手牌画像の縦横比が 51 : 125 となり判別できない。そこで、チーとポンの判別はテンプレートマッチングによって行う。

### 3.4 テンプレートマッチング

システムは牌を縦置きおよび横置きしたテンプレートを保持しており、手牌画像に対してテンプレートマッチング



図 6 牌の縦横比の比率 (サイズ)

処理を行うことで手牌画像を構成する牌の認識を行う。このとき、認識対象画像に対するテンプレートのサイズが不適切な場合には認識が正しく行われず、そこで、初めに手牌画像のサイズ変更を行う。図 4 に示したように、鳴きなし手牌画像およびポン、チー、ミンカン、アンカンによる鳴き手牌画像の高さは牌の高さと一致する。また、カカンによる鳴き手牌画像の高さは牌の幅の 2 倍に一致する。これらの条件に基づいて各手牌画像のサイズをテンプレートに合うように変更する。

そして、各手牌画像に対してテンプレートマッチングを適用して牌の認識を行う。このとき、手牌画像の種類によって使用するテンプレートを制限することで、認識処理時間の削減を行う。すなわち、鳴きなし手牌画像およびカカンによる手牌画像に対しては、縦置きテンプレートのみを用いる。特にカカンによる鳴き手牌画像については、1 つの牌の認識によって手牌画像全体の認識が終了するため、非常に高速に認識を行うことが出来る。そして、チーとポンについては、縦置きおよび横置きのテンプレートを用いて牌の認識を行う。なお、チーとポンとの判別はテンプレートマッチング処理結果を用いて行っている。

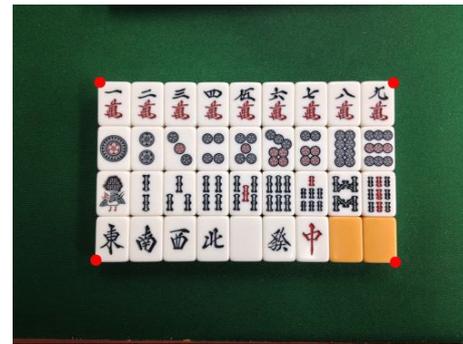
### 3.5 テンプレート生成

従来のシステムではあらかじめ保持しているテンプレートを用いてマッチング処理を行っており、特定の麻雀牌でのみ使用可能であった。そこで、本研究で開発するシステムでは以下に示す手順で新たにテンプレート生成することで、システムを様々な麻雀牌で使用可能とする。

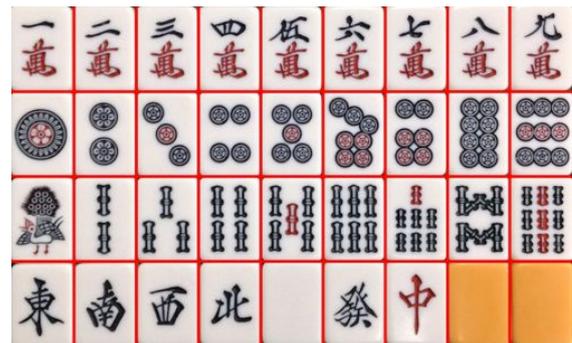
麻雀牌一式は 34 種類の牌で構成されており、テンプレート生成のため図 7(a) に示した順番で 34 種類の麻雀牌を並べる。このとき、麻雀牌を並べた領域の形状を長方形にするため、右下の部分に任意の牌を 2 枚追加して、縦 4 枚、横 9 枚の牌を並べる。

次に、並べた牌をスマートフォンのカメラで撮影する。そして、3.2 節で述べた手牌領域抽出と同様の手順で麻雀牌領域を抽出してから、領域の四角形近似を行う。ここで、麻雀牌領域は理論的には縦横比が 68 : 111 の長方形となる。そこで、四角形近似した領域が理論的な領域形状になるように、4 頂点を移動することで麻雀牌領域に射影変換を適用して補正する。

最後に、補正した麻雀牌領域を縦 4 枚 × 横 9 枚になるよ



(a) テンプレート生成用に並べた麻雀牌と麻雀牌領域の 4 頂点



(b) 補正した麻雀牌領域の分割

図 7 テンプレートの生成手法

うに均等に分割して、テンプレートの生成を行う (図 7(b)).

## 4. 実験

### 4.1 システムの実装環境

開発中の麻雀得点自動計算アプリケーション“得点なにそれ”に対して、本研究で提案した手法を適用して実験を行った。実装環境は以下の通りである。

- iPod touch (Model: A1421)
- CPU: Apple A5 プロセッサ 800 MHz
- メモリ: Mobile DDR2 SDRAM 512 MB
- iOS 8.1
- カメラ: 5 MP

画像処理ライブラリには OpenCV を利用した。入力画像のサイズは 480 × 640 pixel とした。テンプレート画像のサイズは 48 × 66 pixel からテンプレート生成手法によって生成された 34 種類のテンプレートを使用する。テンプレートマッチングの類似度のしきい値を実験的に 0.7 とした。

### 4.2 得点計算実験

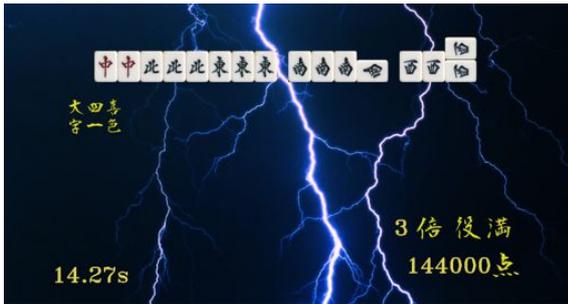
初めに、ミンカンとカカンを含む 16 枚の牌を平行に並べて実験を行った。このときの入力画像を図 8(a) に示し、実験結果を図 8(b) に示す。手牌の認識及び得点計算では、正しい結果が得られた。得点計算に要する処理時間は 14.3 s であった。同じ入力画像を従来手法に適用した場合でも、得点計算は正しい結果が得られたが、得点計算に要する処



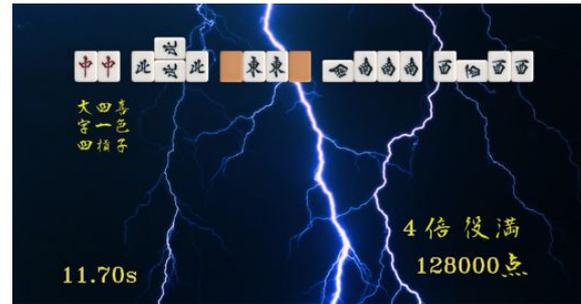
(a) 入力画像



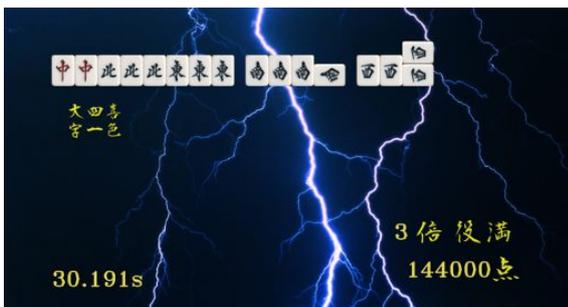
(a) 入力画像



(b) 結果画像 (改良手法)



(b) 結果画像



(c) 結果画像 (従来手法)

図 8 カンを含む手牌の実験

図 9 異なる傾きを含んだ手牌に対する実験

理時間は 30.2 s となっている (図8(c)). これにより, 本研究で提案した手法は従来手法に比べて処理時間が短縮できることを確認した.

次に, 異なる角度で配置された全種類のカンを含む 18 枚の牌を並べて実験を行った. このときの入力画像を図 9(a) に示し, 実験結果を図 9(b) に示す. 手牌の認識及び得点計算では, 正しい結果が得られた. 得点計算に要する処理時間は 11.7 s であった. 一方, 従来手法を適用した場合には正しい結果が得られなかった.

テンプレート生成手法によって生成したテンプレートを用いた実験を行った. このとき生成したテンプレートを図 10(a), 得点計算を行うための入力画像を図 10(b), 得点計算結果を図 10(c) に示す. 手牌の認識及び得点計算では, 正しい結果が得られており, 生成したテンプレートが適切に機能していることが確認できた.

#### 4.3 考察

図 8 の実験結果が示すように, 鳴きを含む手牌の得点計

算に要する時間は, 本研究で提案した手法によって大きく改善された. これは, 鳴き手牌画像の形状に基づいて予め鳴きの種類を判別しておき, その後の認識で使用するテンプレートの数を減らした効果が出ていると思われる.

図 9 に示す手牌の並びは従来手法では計算出来なかったが, 本研究の手法では問題なく得点計算が出来ており, 提案手法が有効であることが確認できた. なお, 図 9(b) の実験は, 図 8(b) の実験に比べて処理時間が短縮されているが, これは図 9 の鳴き手牌画像が全てカンによるものであり, テンプレートマッチングが高速に行えるからである.

手牌の認識率は, 鳴き手牌の種類を変えた同様の実験を 10 パターン行い, 8 回の得点計算に成功した. ここで得点計算の失敗には 2 つの種類がある. 1 つが得点計算が出来ないというもので, もう 1 つは誤った得点を提示するものである. どちらの失敗になるかはテンプレートマッチングのしきい値に影響を受けており, しきい値を下げると後者の失敗が増加する. 本研究ではしきい値を上げることで, なるべく誤った得点を提示しないようにしている.

#### 5. まとめ

本論文では, 初心者支援のための麻雀自動得点計算スマートフォンアプリケーション「得点なにそれ」のシステムの改良および拡張を行った. 手牌領域抽出および手牌画像生成手法の改良によって, 鳴きを含むあがり牌の得点計算の精度が向上した. また, 手牌領域の形状から鳴き手牌の種類を判別を行うことが可能になり, テンプレートマッチングによる牌の認識に要する処理時間が削減されて高速化



(a) テンプレート生成手法によって生成したテンプレート



(b) 入力画像



(c) 結果画像

図 10 新たに生成したテンプレートを用いた実験

を実現した。さらに、テンプレート生成機能を実装することで様々な麻雀牌に対応可能となり、スマートフォンアプリケーションとしての配布の目処が立った。

今後の課題として、テンプレート生成手法の精度向上とアプリケーションの配布による評価実験が挙げられる。

#### 参考文献

- [1] 一般社団法人 日本健康麻将協会, <http://kenko-mahjong.com>
- [2] 堤恵理子, 大屋由紀子, 床島絵美, 堀江淳, 堀川悦夫: “健康マージャン教室は高齢者の心と体の健康づくりの起爆剤となりうるか?”, 西九州リハビリテーション研究, Vol. 4, pp. 7-10 (2011).
- [3] 矢田和也, 高井昌彰: “スマートフォンを用いた初心者支援 AR 麻雀システムの開発”, 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解, Vol. 112, No. 385, pp. 35-40 (2013).
- [4] 株式会社ジョイス: “自動点数計算麻雀卓「パイリーダー」”, <http://mahjong-joys.jp> (2009).
- [5] 株式会社エクスラント: “麻雀これ何点?”, <http://www.exrant.co.jp/> (2011).

- [6] 望月克俊, 本山淳, 清原良三: “ブラックライトを用いたスマートフォンによる麻雀得点計算支援ツールの提案”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-CDS-5, No. 14, pp. 1-6 (2012).
- [7] 松井雪治, 澤野弘明, 水野慎士, “スマートフォンを用いた麻雀自動得点計算システムの提案”, 情報処理学会 DICOMO2013, pp. 2145-2150 (2013).