

札同士の重なりを考慮した花札画像認識とその応用 Hanahuda Card Recognition Method Considering Overlapping and its Application

圓谷 将大[†] 高井 昌彰[‡]
Masahiro Enya Yoshiaki Takai

1. はじめに

カメラ画像などによる物体の認識においては、他の物体との重なり等によって対象の一部分が遮蔽されることで、対象の認識精度が著しく低下する場合がある。顔認識を例にすると、マスクやサングラスにより顔の特徴的な部分が隠されていた場合、望む認識精度が得られないことが多い。そのため、対象の部分的な情報しか得られない状態でも高精度な認識あるいは推定が可能な手法の考案は、この分野における重要な課題の一つである。

そこで本研究では、カード同士の重なりにより認識対象の一部分のみが見えている状態が頻繁に発生し得る「カードゲーム」に注目し、トランプや UNO のような決まった数字やマークが表記されていない「花札」を具体的な対象として、札同士の重なりを考慮した画像認識手法を開発する。また、先の研究[1]の結果と比較し、本研究の有用性や課題について述べる。

2. 関連研究

特徴点を利用した画像認識の研究としては、例えば、車載カメラから撮影された画像から SIFT 特徴点を用いて道路標識を検出・認識する研究[2]がある。

また、ゲーム支援における画像認識を用いた研究の例として、スマートフォンの内蔵カメラを使用し、麻雀牌（手牌）を認識し最適な捨牌を AR で可視化する初心者支援システムの研究[3]がある。

3. 札の認識

札の認識には、照明変化や画像の回転、拡大縮小に不変な特徴量を持つ SIFT 特徴点を利用する。まず、各札に対し「特徴点データ」、「クラスデータ」、「位置データ」からなる「事前データ」を用意しておく。札の認識の際には、これらのデータを用いて撮影画像内に札があるかどうかを判定し、有りだと判定されればその札の位置を画像に描画して出力する。

3.1 事前データの作成

3.1.1 特徴点の厳選

まず各札に対し、その札を撮影した異なる画像を 11 枚用意し、それら中の 1 枚をその札の基準画像とする。基準画像と他 10 枚の画像から求めた特徴点同士をそれぞれマッチングさせ、間違いが少なく、かつ類似度の高いマッチング結果を残したものを基準画像の特徴点から順に 200 個厳選する。これにより、データ量を減らして認識速度を向上させつつも認識精度を下げないデータを作成する。

[†] 北海道大学大学院情報科学研究科 Graduate school of Information Science and Technology, Hokkaido University

[‡] 北海道大学情報基盤センター Information Initiative Center, Hokkaido University

ことが出来る。また、200 個の特徴点を持つスケールやオリエンテーションなどの情報をまとめたものを「特徴点データ」とする。

3.1.2 特徴点のクラス分け

基準画像を縦横 4 等分したとき各領域に属する特徴点同士を同じクラスとする。ただし、認識精度の問題から、クラスに属する特徴点が 10 個以下の場合は隣接するクラスとまとめることとする。次に、片手で保持された複数枚の札の一般的な重なり具合から、札の角部分にあたるクラスの認識が最も重要であるため、札の角部分のクラスを firstClass として優先的に認識に用いる。他のクラスは secondClass とし、これらの情報を「クラスデータ」としてまとめ、後の認識に用いる。例として、「牡丹に蝶」の札におけるクラス分け結果を図 1 に示す。（同図左の緑の点は特徴点を示す。）



図 1: クラス分け結果図 (左) と表 (右)

3.1.3 特徴点の位置計算

各クラスに基準点（クラスの領域の中心）を設け、各特徴点と基準点との位置関係並びに札に対する各特徴点の位置関係を求める。各特徴点は以下の式から得られる属性値 θ , size , L , R , U , D を持ち、これが「位置データ」となる。ここで、 α は特徴点と基準点の距離、 Φ は特徴点を原点とし水平方向を基準としたときの基準点の角度、 S と O は特徴点の特徴量であるスケールとオリエンテーションである。（図 2 参照）

$$\begin{aligned}\theta &= O + \Phi, \quad \text{size} = \alpha / S \\ L &= d1 / S, \quad R = d2 / S \\ U &= d3 / S, \quad D = d4 / S\end{aligned}$$

3.2 札の認識手法

事前データの作成と同様の方法で入力画像の特徴点を求め、図 1 右図の優先度順にクラスごとに特徴点マッチングを行う。その後、事前データを利用し、入力画像内でのクラス中心点を以下の手順で特徴点ごとに求める。

1. 特徴点を中心 C とした半径=スケールの円と、点 C からオリエンテーションの向きに伸ばした直線とが交わる点を P とする。（図2の点 P と同様）
2. 点 C を中心とし、マッチングした特徴点を持つ位置データ θ だけ点 P を回転させる。
3. 点 C から点 P に向けて、自身のサイズと位置データの θ を乗じた値だけ延長した線分の端点が、求めるクラスを中心点となる。

次に、求めたクラス中心点の総数に対する同位置（半径 10pixel 以内）にあるクラス中心点の割合で札の有無を判断する。具体的には、全体の中心点数の 40%以上が同位置にあれば「札有り」、25%以上では「あいまい」、それ以外は「クラス無し」と判定する。全クラスを通して 2 つ以上が「あいまい」と判断された場合も「札有り」とし、最終的に「札有り」とならずに調べ終わった場合「札無し」と判定する。

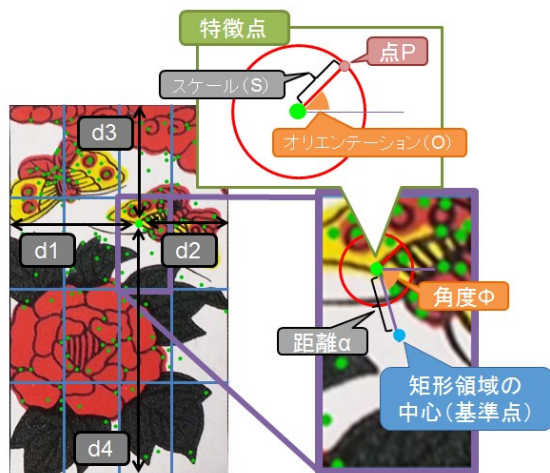


図2：属性値を求めるための参照値

4. 実行結果

全 48 種の内 12 種の札を対象とし、撮影画像 33 枚それぞれに対して各札の有無を判定させる実験を行った。撮影画像は札全体が視認可能なものと、札面の一部(全体の 50～75%)が隠れているものを用意した。「札有り」と判定した場合には、その札の位置を入力画像上に図3のように緑色の枠で描画する。

「札有り」を「札有り」、「札無し」を「札無し」と正しく判定した場合を「成功」とし、それ以外を「失敗」とする。また、図3で示す緑色の枠が認識対象を正確に捉えていない場合も「失敗」とする。

実験の結果、全 396 回の判定中 352 回成功し、認識率は 88.8%となった。札一枚あたりの平均の認識時間は 2.84 秒である（実装環境 Windows7 PC, Intel Xeon 2.53GHz, RAM 6GB）。なお、認識に要する時間のほとんどは特徴点抽出に費やされており、約 2.76 秒を要する。つまり、特徴点抽出後に札一枚を認識するのに要する時間は約 0.07 秒となる。



図3：出力結果（「桜に幕」の認識結果）

5. AR 花札支援システムへの応用とその課題点

先の研究[1]では札画像の撮影において、緑色の盤上に札を重ねる配置し、間接照明下で撮影しなければならないといった制約があり、実際の AR 花札支援システムへの応用において問題点があった。しかし、本稿で示した認識手法は札同士の部分的な重なりに強く、撮影環境もあまり限定されないため、図4に示すように、対象となる札の正確な認識を実現することができている。

しかし、先の研究[1]では札の認識時間は 0.5 秒以下であったのに対し、本稿で示した手法では 48 種全ての札の有無を認識するのに、前節で示した実験結果から推定して、6 秒程かかることが予想される。つまり、AR 花札支援システムなど実時間での応用の観点からは、特徴点探索領域の絞りこみなど、処理の高速化が必須である。また、札の絵柄によっては、見える札の領域に認識率が大きく影響される場合もあるため、その対処方法を検討する必要がある。



図4：「藤に不如帰」の認識結果
（左：先の研究[1]，右：本研究）

6. まとめ

本稿では、カメラの撮影画像から SIFT 特徴点を利用して部分的な重なりのある花札を検出する手法について述べ、簡単な評価実験を行った。札認識処理の高速化と認識精度の向上は今後の課題である。

参考文献

- [1] 圓谷将大, 高井昌彰: “スマートフォンを用いた花札初心者支援のための AR システム”, FIT2014 (第 13 回情報科学技術フォーラム), 第 3 分冊, pp.281-282, J-011, (2014).
- [2] 高木雅成, 藤吉弘亘: “SIFT 特徴量をを用いた交通道路標識認識”, 第 13 回画像センシングシンポジウム予稿集, LD2-06-1～LD2-06-8, (2007).
- [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, Vol.112, No.386, MVE2012-51, pp.35-40, (2013).