

# TCG プレイ機械可読化のための テンプレートマッチングに基づいたカード認識

岸 健太郎<sup>†</sup> 服部 峻<sup>††</sup>

<sup>†,††</sup> 室蘭工業大学 ウェブ知能時空間研究室 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1  
E-mail: <sup>†</sup>12024045@mmm.muroran-it.ac.jp, <sup>††</sup>hattori@csse.muroran-it.ac.jp

あらまし 今日、インターネットや動画配信サービスの普及により、個人や団体が気軽に動画を配信できるようになり、TCG 業界でも大会での対戦の様子を配信するようになった。しかしながら、撮影時に部屋の照明などの悪影響によってカードがよく見えず、視聴者が対戦状況を理解できないことが多々ある。この問題を解決するため、本稿では、プレイ状況をカメラで撮影し、テンプレートマッチングによる画像認識でカードを認識し、その認識結果に応じて予め用意された鮮明なカード画像で画面上に出力し、TCG プレイを見やすくするシステムと手法について検討する。  
キーワード TCG, テンプレートマッチング, 画像認識, 動画配信

## Card Recognition Based on Template-Matching for Making TCG Play Machine-Readable

Kentarou KISHI<sup>†</sup> and Shun HATTORI<sup>††</sup>

<sup>†,††</sup> Web Intelligence Time-Space (WITS) Laboratory, Muroran Institute of Technology  
27-1 Mizumoto-cho, Muroran, Hokkaido 050-8585, Japan  
E-mail: <sup>†</sup>12024045@mmm.muroran-it.ac.jp, <sup>††</sup>hattori@csse.muroran-it.ac.jp

**Abstract** Today, with the popularization of the Internet and video streaming services, individuals and organizations have become able to stream their videos easily, and also the TCG (Trading Card Game) industries have come to stream videos of playing in their tournaments. However, the viewing audience cannot often understand what's going on in the TCG videos, because bad effects of room lighting etc. obscure TCG cards while shooting the TCG videos. To solve this problem, this paper conducts a study on a system and methods to make a TCG play more visible by using camera to shoot the TCG play, recognizing its shot TCG cards by image recognition based on template-matching, and outputting its prepared clear TCG cards instead of its shot obscure TCG cards according to the result of card recognition.

**Key words** TCG, Template-Matching, Image Recognition, Video Streaming

### 1. ま え が き

マジック・ザ・ギャザリングや遊戯王などに代表されるように、各々のプレイヤーがコレクションしたり、他のプレイヤーとトレードしたりしたカードの中から、自由に、あるいはルールに即して組み合わせたカードの束（デッキ）を持ち寄り、2人以上で対戦するゲームのことをトレーディングカードゲーム（以下、TCG）と呼ぶ。TCGは多くの大会が開催されており、TCGの種類によっては全国規模や世界規模の大会もある。TCGプレイヤーの中にはこれらの大会に参加することはもちろん、大会の様子を観戦することを楽しむ人も多い。今日、インターネットや動画配信サービスの普及により個人や団体が気

軽に動画を配信できるようになり、TCG 業界でも大会の様子を観戦したいというプレイヤーの要望に応えるため大会での対戦の様子を配信するようになって来た。しかしながら、撮影時の部屋の状況などにより照明の光がカードに反射してしまったり、撮影したカードの画像がぼやけてしまったりなどとして、TCG 対戦の動画の視聴者がカードの情報（ID や名称、色やパワーといった属性、イラストなど）を正確に読み取れず、TCG 動画を十分に楽しめないことがある。この問題を TCG プレイ中のテーブルの状況をカメラで撮影し画像認識によりカードを認識しデジタル化して画面上に表示することで解決することを試みる。このようにシステムが画像認識によってカードを正しく認識できている状態にすることを本稿では機械可読化と呼ぶ。

TCG に用いられるカードは様々な種類があるが、本稿では WIXOSS (ウィクロス) [1] という TCG を対象とする。WIXOSS のカードは現在 1398 種のカードがあり、図 1 のように、それらはルリグ、アーツ、シグニ、スペルの 4 種類に分けられる。また、その 4 種類はそれぞれさらに赤、青、緑、白、黒、無色の 6 色に分けられる。これらの色はカードの右上にシンボルマークで記されている。ルリグ、アーツ、シグニ、スペルの 4 種類のうち、ルリグとシグニにはレベルと呼ばれる数字が左上に記されており、さらにシグニにはパワーと呼ばれる数値も左下に記されている。

そこで本稿では、WIXOSS カードに記されたこれらの属性情報は統一されたフォントが使用されていることに着目し、画像認識技術の一つであるテンプレートマッチングの手法を用いて、撮影したカードの画像情報から、その種類や色、レベル、パワーといった属性情報を順々に特定することによって、データベースからカードを段階的に絞り込んで行き、カード認識(撮影したカードの ID を特定)する手法について検討する。また、撮影された不鮮明なカードを画像処理によって鮮明化して画面上に出力するのではなく、テンプレートマッチングに基づいたカード認識の結果に応じて、データベースに予め用意されている鮮明なカード画像を用いて画面上に出力し、TCG プレイ映像をより見やすくするシステムについても提案する。



図 1 認識対象とする WIXOSS カード (4 種類)

## 2. 提案手法

画像認識分野では、一般物体を対象にしたり、特定のオブジェクト (例えば人間や自動車、文字など) を対象にしたり、様々な研究が盛んに行われているが、TCG カードに特化した画像認識の研究はほとんど見当たらない [2, 3].

本章では、認識対象とする WIXOSS カードに記された種類や色、レベル、パワーといった属性情報は統一されたフォントが使用されていることに着目し、画像認識技術の一つであるテンプレートマッチングの手法を用いて、撮影したカードから、これらの属性情報を認識することによって、カードを段階的に絞り込み特定する手法について提案する。テンプレートマッチングに基づいたカード画像認識は、OpenCV [4, 5] の matchTemplate メソッドを使用する。WIXOSS カードの特定に必要な色やパワーなどのテンプレートをそれぞれ用意し、認識対象のカードに対してテンプレートマッチングを行い、類似度の最も高い結果を認識結果として採択してカードの絞り込みを行っていく。例えば、赤、青、緑、白、黒、無色を表すマ

クの画像をそれぞれ 1 枚ずつ 6 種類用意し、これらをテンプレート画像としたテンプレートマッチングを行い、白色のテンプレートとの類似度が最も高かった場合には、WIXOSS カードのデータベースの中から色の項目が「白」のカードだけを抜き出すようにする。なお、類似度は、matchTemplate メソッドの CV\_TM\_CCOEFF\_NORMED オプションによって正規化相互相関  $R$  を用いて計算し、定義式は以下の通りである。カード画像  $I$ 、及び、テンプレート  $T$  の輝度値の平均値を引いてから (正規化してから) 相互相関係数を計算することで、撮影時の明るさに変動があっても安定的に類似度を求めることができる。

$$R = \frac{\sum \sum ((I(i + d_x, j + d_y) - \bar{I})(T(i, j) - \bar{T}))}{\sqrt{\sum \sum (I(i + d_x, j + d_y) - \bar{I})^2 \times \sum \sum (T(i, j) - \bar{T})^2}}$$

### 2.1 提案システムの概要

本稿では、TCG プレイをより見やすくするために図 2 のようなシステムを提案する。TCG プレイ中の状況をカメラで撮影し、システムによってカードを認識し、認識結果に応じた画像を画面上に出力する。データベースには、カードの ID、カード名、種類、色、レベル、パワー、公式サイトで用意された鮮明な画像と自身で撮影したカード画像のパスが保存されており、テンプレートマッチングに基づいた画像認識によってカードの属性情報を取得し、図 3 のような手順でカード候補を絞り込んで行くことでカードの ID を特定する。なお、評価実験では iPhone6 に内蔵されたカメラを使用してカードを撮影しており、その画像の解像度は 2448 × 3264 ピクセルである。

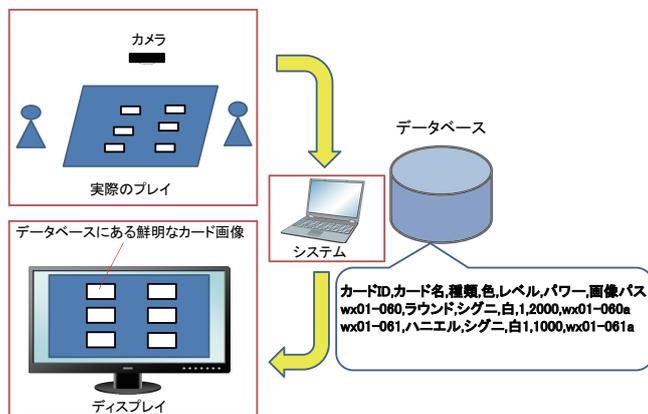


図 2 提案システムのイメージ

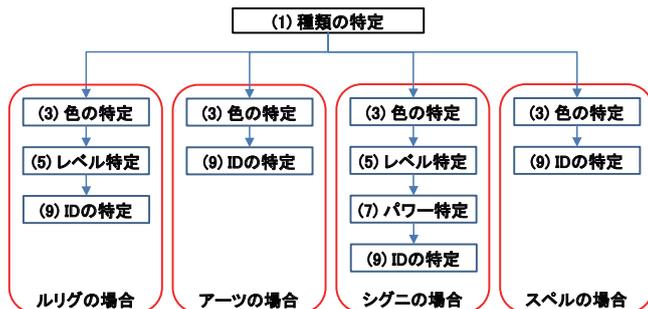


図 3 WIXOSS カードの認識手順

## 2.2 認識範囲の指定

本稿で取り扱う WIXOSS というカードはパワーは左下、色は右上というように、カードを特定するために参照したい属性情報が記されている場所が決まっている (図4)。そのため、テンプレートマッチングを行いたい属性情報に依って、カード画像中でテンプレートマッチングを行う範囲を限定することで、カード画像全体に対してテンプレートマッチングを行うよりも認識率や認識速度の向上が期待できる。テンプレートマッチング範囲の指定はカードを4分割し、種類やレベルの場合は左上4分の1、色の場合は右上4分の1、パワーの場合は左下4分の1を入力画像から切り取ってテンプレートマッチングを行う。



図4 WIXOSS カード (種類はシグニ) における属性情報の配置

## 2.3 認識手順

入力画像のカードに対してカード画像1枚全体をそのままテンプレートとしてテンプレートマッチングを行う場合、現在の WIXOSS カードの種類である 1398 回のテンプレートマッチングを行わなければならないため非常に時間が掛かると考えた。そこで本稿では、カードに記されたレベルやパワーなどを認識し段階的に候補を絞り込んでいくカード認識手法を採用する。

(1) テンプレートマッチングを行ってカードの「種類」を特定する。カードの種類はルリグ、アーツ、シグニ、スペルの4種類あり、これはカードの左上に記されている。図5の右のように4種類のテンプレートを用意してテンプレートマッチングを行い、その結果、類似度が最も高いものを採択する。

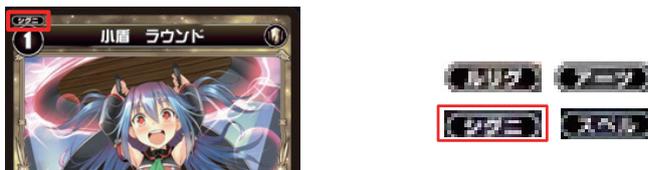


図5 左: 入力画像の上部 右: テンプレート画像 (種類)

(2) 手順(1)を行った結果、最も類似度が高かったテンプレートに対応する種類のカードのデータだけをデータベースから抜き出す。手順(1)で左下の「シグニ」と書かれたテンプレートの類似度が最も高かった場合、図6のようにデータベースから種類がシグニであるカードのデータだけが抜き出される。

カード名	種類	色	レベル	パワー
カードA	ルリグ	黒	3	-
カードB	シグニ	緑	3	7000
カードC	シグニ	白	2	5000
カードD	シグニ	白	1	3000
カードE	シグニ	白	1	2000
カードF	シグニ	白	1	2000



カード名	種類	色	レベル	パワー
カードB	シグニ	緑	3	7000
カードC	シグニ	白	2	5000
カードD	シグニ	白	1	3000
カードE	シグニ	白	1	2000
カードF	シグニ	白	1	2000

図6 特定された種類によるカードデータの絞り込み

(3) テンプレートマッチングを行ってカードの「色」を特定する。カードの色は赤、青、緑、白、黒、無色の6種類あり、これはカードの右上にそれぞれの色を表すシンボルマークで示されている。図7の右のように6種類のテンプレートを用意してテンプレートマッチングを行い、その結果、類似度が最も高いものを採択する。



図7 左: 入力画像の上部 右: テンプレート画像 (色)

(4) 手順(3)を行った結果、最も類似度が高かったテンプレートに対応する色のカードデータだけをデータベースから抜き出す。右上の「白」色を表すマークのテンプレートの類似度が最も高かった場合、図8のように手順(2)で抜き出されたカードデータの中から色が白であるデータだけが抜き出される。

カード名	種類	色	レベル	パワー
カードB	シグニ	緑	3	7000
カードC	シグニ	白	2	5000
カードD	シグニ	白	1	3000
カードE	シグニ	白	1	2000
カードF	シグニ	白	1	2000



カード名	種類	色	レベル	パワー
カードC	シグニ	白	2	5000
カードD	シグニ	白	1	3000
カードE	シグニ	白	1	2000
カードF	シグニ	白	1	2000

図8 特定された色によるカードデータの絞り込み

(5) テンプレートマッチングを行ってカードの「レベル」を特定する。カードのレベルは種類がシグニの場合、1, 2, 3, 4, 5の5種類あり、これはカードの左上に記されている。なお、種類がルリグの場合には、レベル0もあり、全部で6種類となる。また、種類がアーツやスペルの場合には、レベル属性を持たないため、手順(5)及び手順(6)はスキップする。図9の右のように5種類のテンプレートを用意してテンプレートマッチングを行い、その結果、類似度が最も高いものを採択する。



図9 左：入力画像の上部 右：テンプレート画像（レベル）

(6) 手順(5)を行った結果、最も類似度が高かったテンプレートに対応するレベルのカードのデータだけをデータベースから抜き出す。左上のレベル「1」を表すテンプレートの類似度が最も高かった場合、図10のように手順(4)で抜き出されたカードのデータの中からレベルが1であるカードのデータだけがさらに抜き出される。

カード名	種類	色	レベル	パワー
カードC	シグニ	白	2	5000
カードD	シグニ	白	1	3000
カードE	シグニ	白	1	2000
カードF	シグニ	白	1	2000

カード名	種類	色	レベル	パワー
カードD	シグニ	白	1	3000
カードE	シグニ	白	1	2000
カードF	シグニ	白	1	2000

図10 特定されたレベルによるカードデータの絞り込み

(7) テンプレートマッチングを行ってカードの「パワー」を特定する。カードのパワーは種類がシグニであるカードのみが持つ属性情報であり、1000, 2000, 3000, 5000, 7000, 8000, 10000, 12000, 15000の9種類ある。このパワー属性はカードの左下に記されている。図11の右のように9種類のテンプレートを用意してテンプレートマッチングを行い、その結果、類似度が最も高いものを採択する。

WIXOSSカードのパワー属性は1000から15000の9種類であり、数値の下3桁の「000」は共通であることから、テンプレートを1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 12, 15の9種類を用意してテンプレートマッチングを試みてみたが、1000と10000の誤認識が多かったため、本稿の提案のような下3桁の「000」も含むテンプレートを用意することにした。



図11 左：入力画像の下部 右：テンプレート画像（パワー）

(8) 手順(7)を行った結果、最も類似度が高かったテンプレートに対応するパワーのカードのデータだけをデータベースから抜き出す。上段真ん中のパワー「2000」を表すテンプレートの類似度が最も高かった場合、図12のように手順(6)で抜き出されたカードのデータの中からパワーが2000であるカードのデータだけがさらに抜き出される。

カード名	種類	色	レベル	パワー
カードD	シグニ	白	1	3000
カードE	シグニ	白	1	2000
カードF	シグニ	白	1	2000

カード名	種類	色	レベル	パワー
カードE	シグニ	白	1	2000
カードF	シグニ	白	1	2000

図12 特定されたパワーによるカードデータの絞り込み

(9) 最後に、カード1枚ずつの画像全体をテンプレートとしたテンプレートマッチングを行ってカードのIDまで特定する。カード1種類につき1枚ずつ、全部で1398種類のテンプレートが用意されているが、その中から図13の右のように、手順(8)で抜き出されたカードデータに対応するテンプレートだけを用いてテンプレートマッチングを行い、その結果、類似度が最も高いカード1枚を採択する。以下の例では、類似度がより大きい右上のカードのIDが最終的なカード認識結果となる。



図13 左：入力画像 右：テンプレート画像（カード全体）

(10) 手順(9)を行った結果、最も類似度が高かったカードのIDに応じて、WIXOSSの公式サイトで用意された鮮やかなカード画像をデータベースから取り出し、画面上に出力する。

## 2.4 属性特定の失敗に伴うカードデータの再絞り込み

前述した認識手順のうち、撮影したカード画像に対して誤った属性情報を特定してしまった場合、例えば手順(6)でレベルを誤って「3」と特定してしまった場合、データベースからカードデータの絞り込みを行った結果が無しくなってしまう。このようにカードデータを属性情報で絞り込んだ結果が無しくなった場合には、直前の手順のテンプレートマッチングを行った結果、類似度が2番目に高かった属性情報を用いてカードデータの絞り込みを再びやり直す。

## 2.5 テンプレートマッチングの問題点

テンプレートマッチングは探索したい画像をテンプレートとして用意し、検索対象の画像と逐一比較を行うため時間が掛かり、画像の大きさや向きの変化に対応しづらいという欠点もある。前者の問題点は2.2節で示したように、テンプレートに依って探索範囲を限定することで処理の時間を短縮することができる。本稿では後者の問題に対応するため、様々な大きさや向きのテンプレート画像を用意することにした。

## 3. 評価実験

本章では、本稿で提案したテンプレートマッチングに基づいたカード認識手法の評価実験を行う。カード認識はデータベースに WIXOSS カード 223 枚のデータを登録し、入力画像は 150 枚用意して行った。提案システムがカードの属性情報を特定するのに必要なテンプレートは、種類の特定に 4 種類、色の特定に 6 種類、レベルの特定に 5+6 種類、パワーの特定に 9 種類の計 30 種類を用意してある。これらのテンプレートそれぞれの認識率を調査し、その後、カード認識の精度を検証する。

また、WIXOSS は公式サイトからカードのサンプル画像をダウンロードすることができるが、iPhone6 のカメラで撮影した画像とは解像度が異なる。この点に関して、カメラで撮影したカードの画像の解像度を WIXOSS の公式サイトに表示されているカードの解像度と一致させてテンプレートマッチングを行う手法と、カメラで撮影したカードの画像から切り出して用意したテンプレートでテンプレートマッチングを行う手法とで認識にどのような違いがあるかについて調べる。

さらに、それぞれの評価実験において、テンプレート 1 種類に対して 1 枚ずつ用意した場合と、図 14 のようにテンプレートを  $-45^\circ$  から  $45^\circ$  の  $15^\circ$  刻みで 1 種類のテンプレートに対して 7 枚ずつ用意した場合とで認識にどのような違いがあるのかについても調べる。ここで、種類がルリグとシグニであるカードには共に左上にレベルが記されているが、図 15 のように数字を囲む部分の形状が少し異なるため、レベルのテンプレートの認識率はルリグとシグニそれぞれ別に調査する。

カードの撮影は WIXOSS の販売元である株式会社タカラトミーが用意する WIXOSS 用のプレイマットの上にカードを置き、図 16 のようにカードの大きさや傾きに大きな違いが出ないようにして行った。



図 14  $-45^\circ$  から  $45^\circ$  のテンプレート画像 (レベル)



図 15 左:ルリグのレベル (六角形) 右:シグニのレベル (円)



図 16 WIXOSS 用プレイマットに置いてカメラ撮影したカード画像

### 3.1 公式サイトから用意したカード画像から用意したテンプレート画像を用いたカード認識

公式サイトから用意したカード画像の解像度  $250 \times 349$  ピクセルに合わせるため、カメラで撮影したカードの画像の解像度  $2448 \times 3264$  ピクセルを 10 分の 1 にする。その後、テンプレート 1 枚の場合のテンプレートマッチングの認識率を調べた結果、表 1 のようになった。次に、テンプレートを増やして同様にテンプレートマッチングを行った結果、表 2 のようになった。

表 1 テンプレート 1 枚における認識率

テンプレート	認識率	平均類似度
種類	3.33%	0.000048
色	3.33%	0.000047
レベル (ルリグ)	5.00%	0.000043
レベル (シグニ)	5.00%	0.000047
パワー	5.00%	0.000033
カード画像全体	0.00%	0.000032

表 2 テンプレートを複数枚用意した場合における認識率

テンプレート	認識率	平均類似度
種類	3.33%	0.000048
色	3.33%	0.000047
レベル (ルリグ)	5.00%	0.000043
レベル (シグニ)	5.00%	0.000047
パワー	5.00%	0.000033
カード画像全体	0.00%	0.000032

表 3 テンプレート枚数に依るカード認識システムの正解率

テンプレート枚数	認識率
1 枚 (無回転)	0.00%
7 枚 (-45° から 45°)	0.00%

表 1 や表 2 は各テンプレートごとの認識の正解率と平均類似度を示しているが、システム全体を通したカード認識の正解率を表 3 に示す。テンプレート枚数として無回転 1 枚と、-45° から 45° の 15° 刻み 7 枚を用意した場合とを比較している。

表 1 や表 2 が示すように公式サイトの画像から切り出して用意したテンプレート画像を用いたテンプレートマッチングの場合、認識精度が極めて低くなるという結果になった。また、テンプレート数を増やしても認識結果に変化は見られなかった。公式サイトにあるカード画像と実際に撮影したカード画像とでは画素情報が大きく異なると考えられる。またテンプレート画像と入力画像の解像度を合わせるため、入力画像の解像度を下げる際、画像の情報が失われるのも原因であると考えられる。

### 3.2 カメラ撮影した画像から用意したテンプレート画像を用いたカード認識

次に、カメラで撮影したカードの画像から切り出したテンプレートを用いてカード認識を行う。先ほどの実験と同じように、まずはテンプレート 1 枚の場合の認識率を調べる。認識を行った結果、表 4 のようになった。次に、テンプレート数を増やして同じようにテンプレートマッチングを行った結果、表 5 のようになった。表 4 や表 5 は各テンプレートごとの認識の正解率と平均類似度を示すものであるが、システム全体を通したカード認識の正解率を表 6 に示す。

表 4 テンプレート 1 枚における認識率

テンプレート	認識率	平均類似度
種類	100.00%	0.703822
色	100.00%	0.552122
レベル (ルリグ)	100.00%	0.709905
レベル (シグニ)	100.00%	0.696457
パワー	97.50%	0.542831
カード画像全体	97.50%	0.330020

表 5 テンプレートを複数枚用意した場合における認識率

テンプレート	認識率	平均類似度
種類	100.00%	0.704012
色	100.00%	0.560011
レベル (ルリグ)	100.00%	0.709905
レベル (シグニ)	100.00%	0.700001
パワー	97.50%	0.542831
カード画像全体	97.50%	0.340101

表 6 テンプレート枚数に依るカード認識システムの正解率

テンプレート枚数	認識率
1 枚 (無回転)	97.50%
7 枚 (-45° から 45°)	97.50%

表 4 から表 6 が示す結果から、カメラで撮影したカードの画像から切り出して用意したテンプレート画像を用いてテンプレートマッチングを行った場合は全体的に高い認識結果となった。また、テンプレートを複数枚用意した場合とそうでない場合とでは結果に大きな違いは見られなかった。これは撮影したカードの画像の傾きがほぼ一定であったためであると考えられる。パワー属性の部分の認識で誤りがあったのは 10000 のカードであり、1000 と認識してしまっていた。そして、パワーの数値を誤って認識してしまったことによって、データベースの絞り込みが上手く行かずにカード認識の失敗につながった。

## 4. おわりに

本稿では最も基本的な画像認識の手法であるテンプレートマッチングに基づいた WIXOSS というカードに対する画像認識手法について提案した。カードを特定するための属性情報をテンプレートマッチングによって取得し、認識対象の候補を絞り込み、最後にカード画像全体でマッチングを行うという手法を採用することによって誤認識を少しでも避けるように試みた。

評価実験では、公式サイトの画像から切り出して用意したテンプレート画像と、実際に撮影したカードの画像から切り出して用意してテンプレート画像とでテンプレートマッチングを行い、どのような違いがあるか調べた。公式サイトの画像から切り出して用意したテンプレートを用いたテンプレートマッチングの認識精度は非常に低いものであったが、撮影したカード画像から切り出して用意したテンプレートを用いたテンプレートマッチングの認識精度は良好な結果となった。しかしながら、本稿の評価実験では認識対象のカードの数が少なかったため、今後はデータベース内のカードデータの数を増やして認識精度をより厳密に検証する必要がある。

また、パワーやレベル属性などの部分に対してテンプレートマッチングによる類似度は良好であったが、カード画像全体をテンプレートとしたテンプレートマッチングでは誤認識こそ少ないものの類似度は低いため、今後 WIXOSS が発展して行き、様々なイラストのカードが増えると誤認識率が増えるのではないかと考える。そのため今後は、テンプレートマッチングによってカードの絞り込みを行い、最終ステップのカード 1 枚をテンプレートとするテンプレートマッチングを行うステップまで進んだ後は、SURF 法による特徴検出による画像認識によってカードを特定することを試みる。また、本稿では比較的良好条件で WIXOSS カードを撮影しており、部屋の照明の反射やカードの向きの変化などは起こらなかった。今後は悪条件下でのカードの認識率も調べるため、意図的に照明を反射させた状態などでカードを撮影し、画像認識を行って精度を高めていく。

## 文 献

- [1] タカラトミー, WIXOSS - ウィクロス -, <http://www.takaratomy.co.jp/products/wixoss/> (2015).
- [2] 安居院 猛, 長尾 智晴, 画像の処理と認識, 昭晃堂 (1992).
- [3] 田村 秀行, コンピュータ画像処理: 応用実践編 (第 3 巻), 総研出版 (1992).
- [4] OpenCV プログラミングブック, 毎日コミュニケーションズ (2007).
- [5] OpenCV, [http://opencv.jp/reference\\_manual](http://opencv.jp/reference_manual) (2015).