

# Analiza zdjęć - rozpoznawanie par symboli na kartach Dobble

Jan Techner 132332 i Sebastian Maciejewski 132275  
grupa II

18 listopada 2018

## 1 Wstęp

Program, który napisaliśmy ma za zadanie pobrać od użytkownika zdjęcie stanu rozgrywki (od 2 do 5 graczy) i zaznaczenie na tym zdjęciu identycznych symboli występujących na różnych kartach.

Nasz algorytm rozpoczyna pracę od podziału zdjęcia na pojedyncze karty, dodania dla każdej karty listy rozpoznanych na niej symboli, a następnie umieszczenia karty w liście wyciętych kart. Ten fragment programu jest kluczowy dla końcowego rezultatu, bowiem to od jakości rozpoznania kart i symboli zależy skuteczność ich porównywania.

W skrócie: proces wycinania polega na znalezieniu krawędzi po zastosowaniu filtra threshold dla zdjęć z ciemnym tłem lub specjalnego filtra threshold po 3 kanałach R, G, B (który to filtr pozwala uzyskać wyjątkowo dokładne obrysów, ponieważ analizuje każdy kanał z osobna, następnie łącząc je w jeden obraz) dla zdjęć z jasnym (białym) tłem. W przypadku ciemnego tła symbole są przyporządkowywane do kart dzięki algorytmowi wykrywania konturów, który zwraca drzewiastą strukturę. Na jej podstawie można rozpoznać czy symbol zawiera się w karcie. Ponowne zastosowanie filtra threshold, tym razem w wersji RGB na jednej wyciętej karcie, umożliwia dokładne rozpoznawanie symboli po powtórny wywołaniu algorytmu wyszukiwania konturów. W przypadku zdjęć z jasnym tłem algorytm wykrywania konturów zwraca same symbole, które następnie są grupowane w karty na podstawie ich wzajemnych odległości na zdjęciu - w ten sposób mamy możliwość wykrycia kart mimo niekontrastowego tła zdjęcia. Tak rozpoznane symbole są zapisywane jako małe wycinki zdjęcia (najmniejsze prostokąty, w których mieści się symbol) w tablicy symboli dla danej karty.

Kiedy już uda się wyciąć karty i symbole, przychodzi czas na porównywanie ich ze sobą - w tym celu dla każdej pary kart (co można, nie zmniejszając ogólności rozumowania, sprowadzić do przypadku porównywania każdej karty poza najbliższą środkową zdjęciu z tą najbardziej środkową kartą) wywoływana jest funkcja porównująca, której zadaniem jest zaznaczenie na oryginalnym zdjęciu pary symboli, które odpowiadają sobie na tej parze kart.

Działanie funkcji porównującej można rozłożyć na kilka etapów - na początek przechodzi ona po wszystkich parach symboli i oblicza różnice momentów hu, wartości kolorów (w HSV) i stosunku długości boków (najmniejszego prostokąta zawierającego cały symbol) dla każdej pary. Jeśli różnica momentów i stosunku długości jest w ustalonym przedziale akceptowalnych dopasowań, to taka para symboli jest zapisywana jako potencjalnie prawidłowe dopasowanie. Następnie dla wszystkich takich dopasowań porównywane są różnice kolorów symboli i te, których różnica kolorów jest najmniejsza są uznawane za prawidłowe dopasowanie. Między środkami tych symboli jest rysowana strzałka na głównym zdjęciu, co ma oznaczać, że te dwa symbole są identyczne z dokładnością do rozmiaru i rotacji.

## 2 Przetwarzanie - analiza przypadków

Przyjrzyjmy się dokładniej procesowi przetwarzania w kilku przypadkach.

### 2.1 Pięciu graczy, ciemne tło, naturalne oświetlenie

Na podstawie poniższego zdjęcia oczekujemy, że program odnajdzie wszystkie 12 dopasowań z zadowalającą dokładnością:



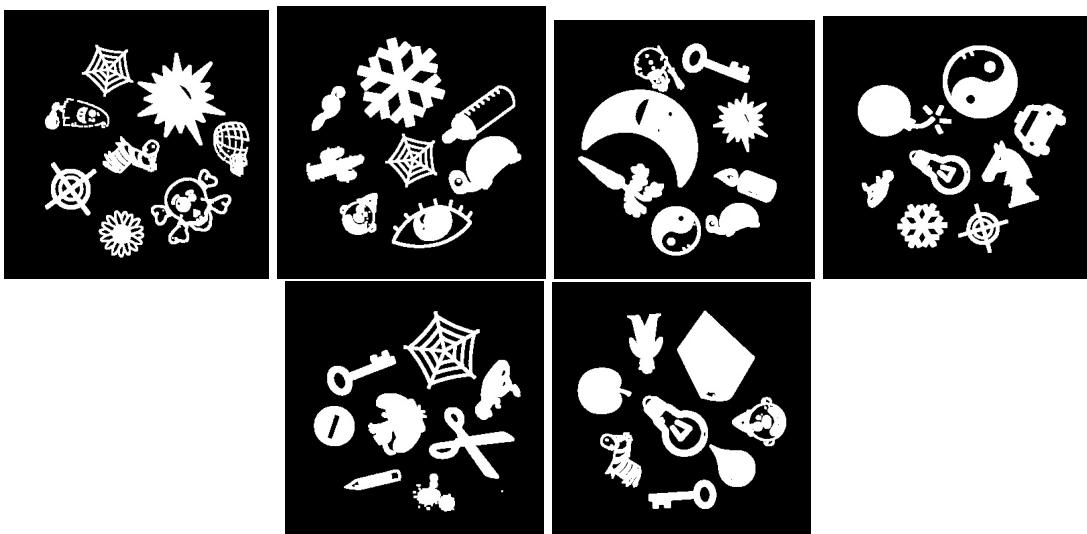
Zanim wytniemy karty, musimy nałożyć odpowiednie filtry na zdjęcie, żeby móc wywołać algorytm szukający konturów. W naszym wypadku takimi filtrami są threshold, erozja i dylatacja, po których zastosowaniu zdjęcie wygląda tak:



Najpierw zajmujemy się wycięciem wszystkich 6 kart i wybieleniem tła (w celu prostszego użycia filtra threshold na późniejszym etapie przetwarzania). Lista wyciętych kart po tych operacjach zawiera następujące obrazy:



Każda karta jest teraz indywidualnie rozjaśniana lub przyciemniana za pomocą korekcji gamma, żeby zniewalać różnice w oświetleniu wynikające np. z różnej odległości od źródła światła (w przypadku sztucznego oświetlenia). Następnie do każdej karty stosujemy threshold RGB, żeby następnie móc odnaleźć kontury symboli. Obrazy, na których szukamy konturów wyglądają w tej chwili tak:



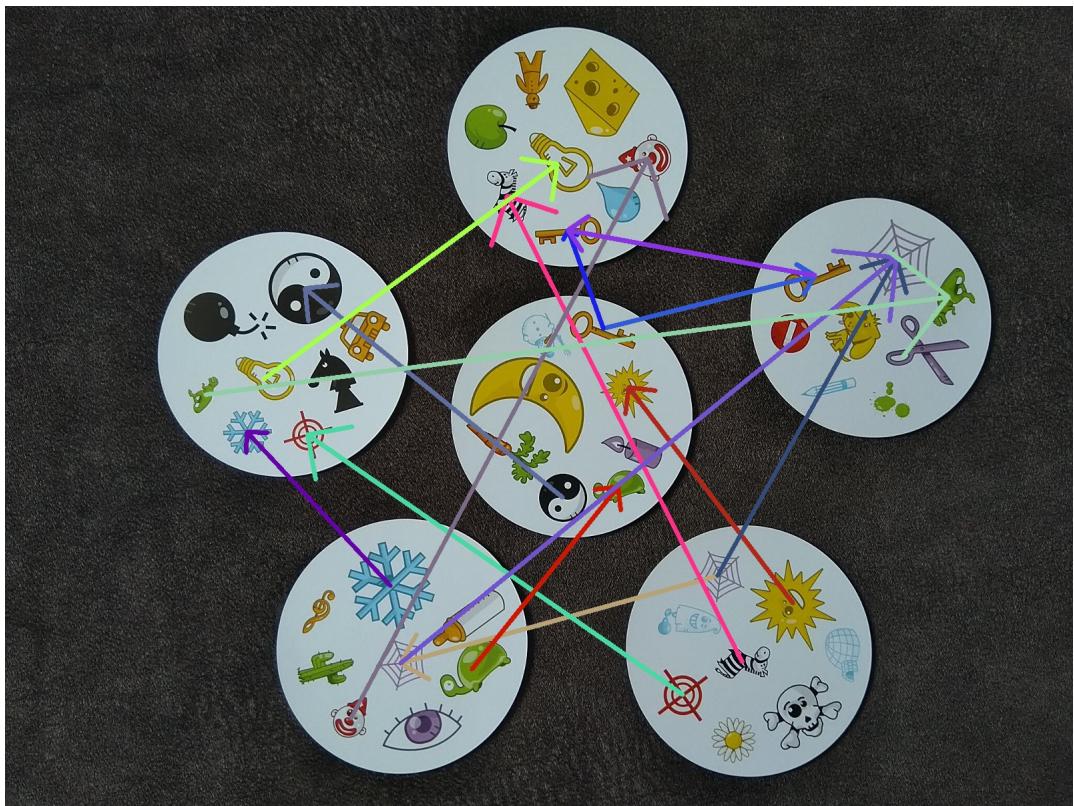
Po odnalezieniu konturów każdego symbolu i wycięciu najmniejszego prostokąta w którym się on znajduje, otrzymujemy zbiór kształtów, np. dla drugiej karty jest to:



Pozostaje jeszcze usunąć (wybielić) niepotrzebne tło obrazków. Po tym etapie przetwarzania wiemy, że druga karta składa się z następujących symboli:



Na tym etapie pozostaje już tylko wywołanie funkcji dopasowywania dla wszystkich znalezionych kart - po jej wywołaniu otrzymujemy następujący obraz:



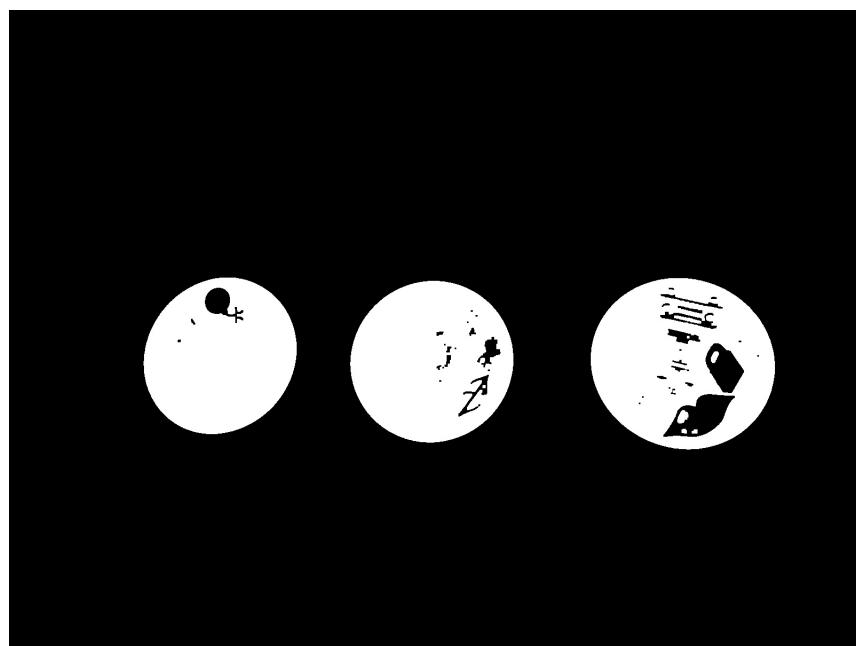
Jak widać, w tym przypadku udało się odnaleźć 100% dopasowań.

## 2.2 Dwóch graczy, w perspektywie, sztuczne oświetlenie, duża różnica jasności między kartami

W wypadku tego zdjęcia liczymy na odnalezienie 3 dopasowań w trudnych warunkach oświetleniowych - lewa strona zdjęcia jest prześwietlona, dodatkowo zdjęcie jest pod kątem:



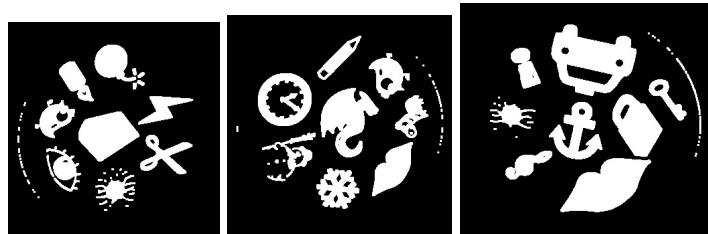
Po zastosowaniu filtrów w celu wycięcia konturów dostajemy:



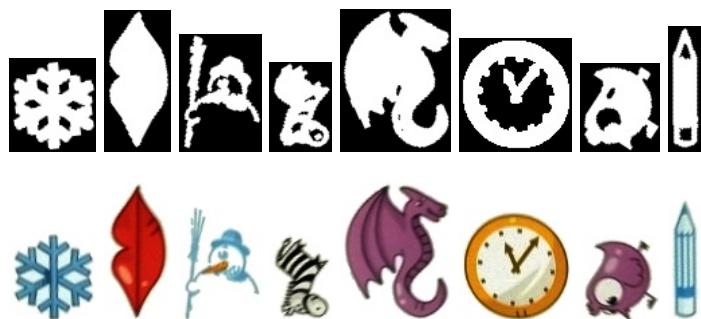
Jak widać, takie filtry sprawiają że jedyne co można na tym etapie wyciąć to same karty. Po ich wycięciu postępujemy analogicznie do poprzedniego przykładu i obrazy w liście kart to:



Można tu zauważać jak duże są różnice w oświetleniu i perspektywie poszczególnych kart na tym zdjęciu. Następnie stosujemy threshold RGB dla kart:

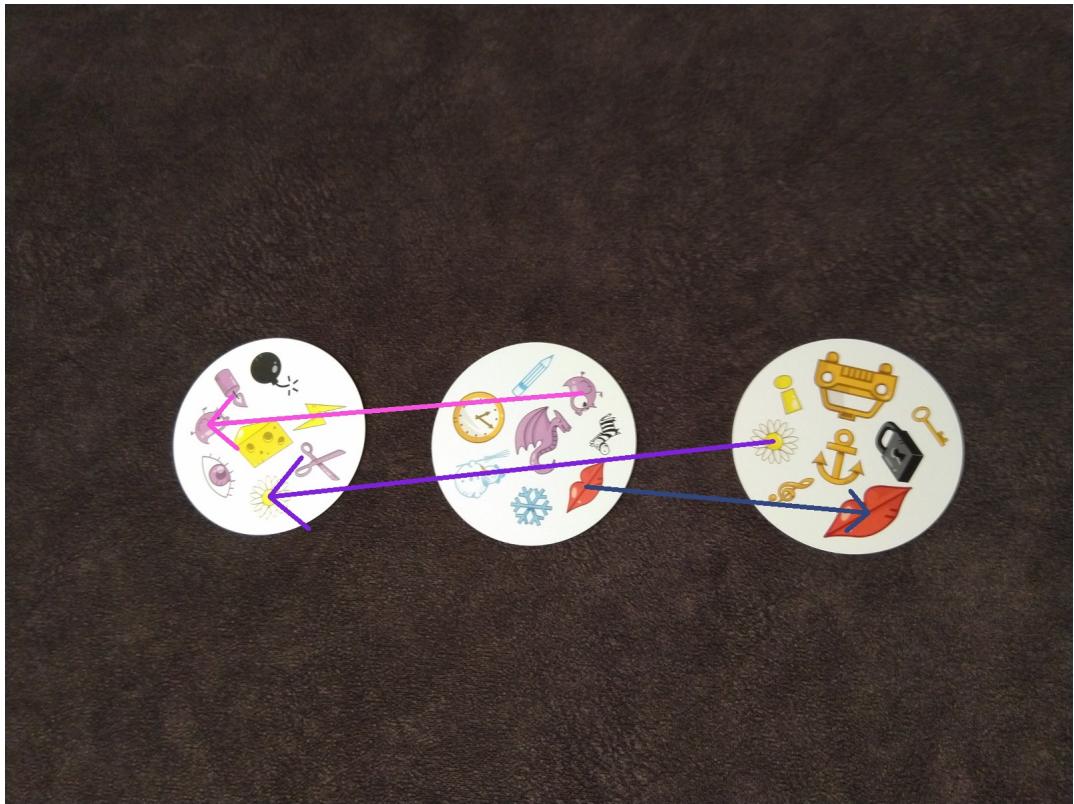


Po wycięciu dla danej, np. środkowej, karty kształtów dostajemy jej symbole:

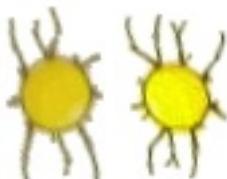


Widac, że symbol bałwana nie wyciągał się do końca z powodu bardzo dużej różnicy jasności między jednym a drugim końcem tego symbolu (dół bałwana leży blisko najmocniej oświetlonej krawędzi karty), jednak symbol wciąż zachował swoją charakterystykę kolorystyczną i większość swojego kształtu.

Pozostaje uruchomić algorytm porównywania:



Również w tym przypadku dokładność dopasowania to 100% przypadków, jednak warto zauważyć jak bardzo różne pod względem koloru są symbole kwiatka na skrajnych kartach:



Takie przypadki to jeden z powodów, dla których w naszym algorytmie porównywania kolor jest brany pod uwagę jako ostatni - przy sztucznym oświetleniu różnica w kolorach może być znacząca. W tym przypadku właśnie tak jest - środek lewego kwiatka to R: 222, G: 197, B: 17 a środek prawego to R: 249, G: 244, B: 5.

### 2.3 Czterech graczy, białe tło

Białe tło zdjęcia to szczególnie trudny przypadek, ponieważ nie można w łatwy sposób znaleźć konturów kart. Na tym zdjęciu dodatkowym utrudnieniem jest światło, padające wyraźnie z lewej strony. Liczymy na 10 prawidłowych dopasowań.



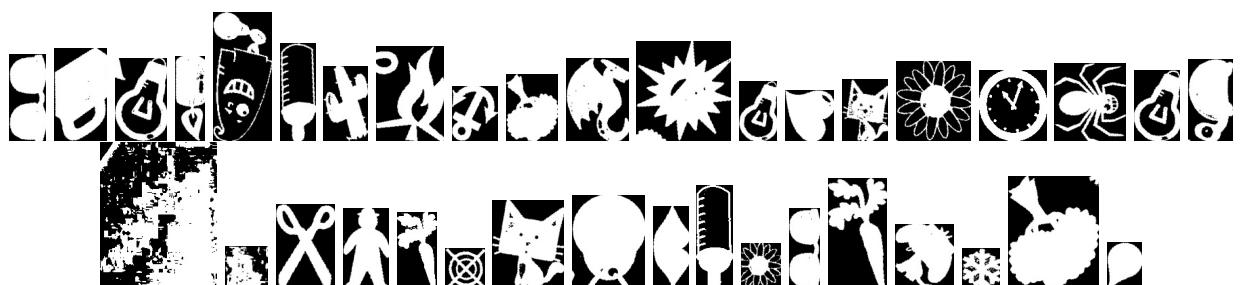
Spróbujmy zastosować threshold:



Po zastosowaniu filtra threshold widać z jakim problemem mamy tu do czynienia - karty są nieodróżnialne od tła. Spróbujmy zatem wymazać tło:



Poza artefaktem w prawym dolnym rogu (ciemny róg zdjęcia) dostajemy zdjęcie, które w zasadzie jest gotowe do zastosowania wersji RGB filtru threshold w celu znalezienia symboli. Znajdujemy wszystkie symbole (łącznie z artefaktem) i wycinamy ich kontury:



Następnie próbujemy te zarysy symboli pogrupować w karty, żeby wiedzieć w jaki sposób je porównać, oraz żeby odrzucić artefakty. Grupowanie polega na sprawdzaniu odległości między symbolami i po jego przeprowadzeniu dostajemy zbiory symboli pogrupowane w karty, np. środkowa karta to:



Mimo, że nie mamy zapisanych obrazów kart jako takich, to na samych zbiorach ich symboli możemy wywołać funkcję porównywania kart, bo korzysta ona ze zbioru symboli karty i współrzędnych tych symboli na zdjęciu (w celu rysowania strzałek). Po jej wywołaniu dostajemy:



Jak widać, dokładność porównania to w tym przypadku 80%, mamy dwa błędne dopasowania - wyżej można zauważać, że wśród znalezionych symboli był tylko jeden z dwóch kwiatków potrzebnych do dopasowania górnych kart, dodatkowo nie udało się też dopasować okularów będących na kartach o dużej różnicy naświetlenia.

## Wnioski

Porównanie zapisanych widm z tablicami spektralnymi pokazuje, że w lampach A-C znajdują się następujące pierwiastki chemiczne :

Lampa A		Lampa B		Lampa C	
$\lambda(nm)$	Natężenie	$\lambda(nm)$	Natężenie	$\lambda(nm)$	Natężenie
485,3	b. małe	387,8	duże	585,8	b. duże
655,9	duże	446,5	średnie	594,3	małe
750,3	b. duże	500,7	duże	609,3	średnie
763,2	średnie	589,0	b. duże	614,3	duże
810,9	średnie	667,3	b. duże	625,7	małe
814,5	małe	706,2	b. duże	633,2	małe
		728,2	średnie	639,9	b. duże
				650,2	średnie
				655,9	małe
				667,3	małe
				692,3	b. małe
				703,3	małe

Lampa	Pierwiastek
A	Argon
B	Hel
C	Neon

Jak widać na powyższych wykresach, maksymalne pasma spektralne dla lampy 1. położone są między 542,3 – 545,5nm i 612,1nm, a dla lampy 2. w 459,0nm. Dla lampy 3. położenie pasm jest różne w zależności od koloru, zaś dla lampy 4. pasmo jest identyczne dla każdego natężenia prądu, zmienia się jedynie intensywność świecenia.

Dodatkowo, po porównaniu widma lampy 1. z tablicą spektralną rtęci, można zauważyć, że intensywności dla odpowiednich długości fali, przedstawione w tabeli, bardzo dobrze pokrywają się z wykresem, co pokazuje, że pierwiastkiem emitującym światło w świetlówkach kompaktowych jest rtęć.

Przeprowadzone doświadczenie unaocznia różnicę między różnymi rodzajami światła. Różnice te wynikają z tego, że różne żarówki wykonane są z różnych pierwiastków, co widać szczególnie w przypadku lamp A, B i C. Różnica w widmach wynika z różnic w długości fali światła wpadającego do spektrometru, co gołym okiem widać na przykładzie lampy 3., której różne barwy światła różniły się znaczco swoimi widmami. Doświadczenie wykorzystujące lampa 4. ukazuje, że intensywność świecenia, jak można było przewidzieć, nie wpłynie w sposób zauważalny na zakres pasma światła, zmieni się jedynie intensywność światła.