

Górka Bartosz Kruszyna Mateusz
127228 127252

System rozpoznawania wybranych monet

Poznań 01.12.2017

Spis treści

1. Cel projektu	3
2. Ograniczenia	3
3. Historia pracy nad algorytmem	3
4. Analiza algorytmu	3
4.1. Podstawowe działanie	3
4.2. Wyszukiwanie monet	4
4.3. Wyszukiwanie banknotów	4
4.4. Sposób rozpoznawania monet	6
4.5. Sposób rozpoznawania banknotów	7
5. Wnioski	7
6. Analizowane przypadki	8
6.1. Pomyślne rozpoznanie	8
6.2. Niepomyślne rozpoznania	8
7. Bibliografia	8

1. Cel projektu

Systemy automatycznego wnioskowania, rozpoznawania obrazów i wzorców stają się coraz bardziej popularne i wykorzystywane w codziennym życiu. Projekt miał na celu przygotowanie wstępniego zarysu programu komputerowego będącego w stanie rozpoznawać wybrane monety stosowane w Polsce.

Ograniczając projekt poprzez wyeliminowanie sztucznej inteligencji, system miał osiągnąć jak najlepszy wynik wykorzystując samą graficzną obróbkę plików źródłowych.

2. Ograniczenia

Przy przygotowaniu realizacji zabronione było wykorzystywanie w pełni gotowych rozwiązań ułatwiających wyszukiwanie monet i banknotów na obrazach. Zabronione było wykorzystanie *klasyfikatora Haara*, który rozwiązałby większość problemów. Dodatkowo wszelkiego rodzaju *OCR* również był zakazany.

Jako ułatwienie przyjęto ograniczenie analizowanych monet i banknotów do unikatowych kolorystycznie tj. *0,50 PLN, 1 PLN, 2 PLN, 5 PLN, 10 PLN, 50 PLN, 100 PLN*.

3. Historia pracy nad algorytmem

Przygotowanie algorytmu do wykrywania obiektów na obrazie nie jest rzeczą trywialną. Wiele czynników może negatywnie oddziaływać na proces analizy. Są to między innymi różnice w naświetleniu obiektu, refleksy, czy też sama jakość zdjęcia. Prace rozpoczęto od wykrywania monet na obrazie, aby następnie poddać analizie i określić z jaką monetą mamy do czynienia.

Korzystając z różnej struktury monety (co szczególnie widoczne jest po zastosowaniu algorytmu detekcji krawędzi - *Sobel*) pragnęliśmy zastosować wiedzę o *momentach Hu* oraz *filtru Gabora* do analizy tekstu. Niestety obydwa wyżej wymienione sposoby wymagają jasno określonego wzorca, który jest możliwy do osiągnięcia. W przypadku monet, nawet sztucznie wygenerowane przekształcenia, nie były wystarczająco wierne w stosunku do oryginałów. Problem spowodowany był precyzją w wycinaniu obiektu z obrazu, gdyż różnica kilku pikseli znacząco wpływała na wynik porównania.

Po analizie niepowodzenia z implementacją tak rozbudowanego porównania, postanowiliśmy zmienić sam sposób podejścia do wykrytego obiektu. Zamiast porównywać fakturę, sprawdzeniu oddaliśmy kolory. Pozwoliło to wyprowadzić zależności dotyczących klasy obiektu.

4. Analiza algorytmu

4.1. Podstawowe działanie

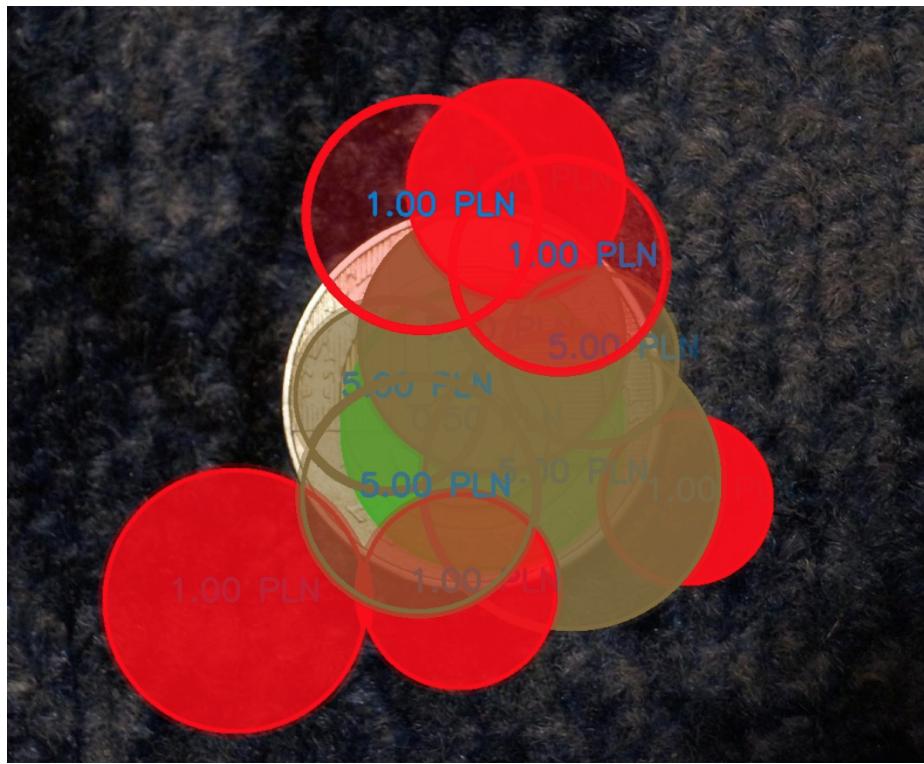
Kod programu był pisany z myślą o łatwej jego edycji w przyszłości. Użyte dodatkowe funkcje pozwalają wyeliminować powtórzenia kodu.

Działanie algorytmu rozpoczyna się od wczytania listy obrazów jakie podlegają analizie. Następnie każdy z nich jest analizowany. Na początku konieczna jest konwersja przestrzeni barw z BGR używanej przez OpenCV na skalę szarości wymaganą przez funkcję detekcji krawędzi z wykorzystaniem operatora Laplace'a. Efekty działania można zaobserwować poniżej.



4.2. Wyszukiwanie monet

Wyszukiwanie monet odbywa się dzięki użyciu funkcji *HoughCircles* z biblioteki OpenCV. Wykorzystanie *transformacji Hougha* pozwala na wykrywanie regularnych kształtów, w tym okręgów, które są dla nas najbardziej istotne. Nieustety sama funkcja zwraca bardzo wiele obiektów, które trzeba poddać analizie w celu eliminacji błędów. Sytuację bez tego kroku można zaobserwować poniżej.

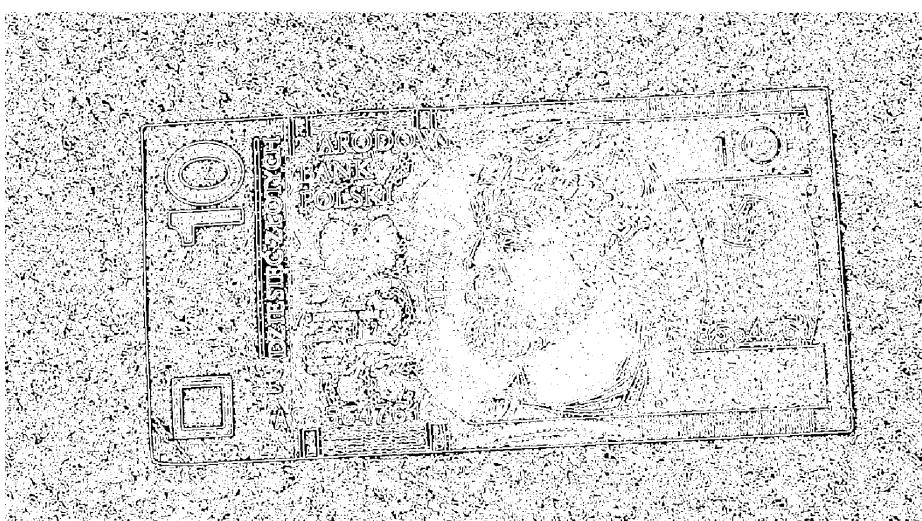


4.3. Wyszukiwanie banknotów

Poszukiwanie konturów, które mogą być potencjalnymi prostokątami zawierającymi banknoty, wymaga sprawdzenia wielu warunków.

Obraz podawany jest detekcji krawędzi *Canny*, z wartościami progowania $0,50$ oraz wielkością maski $5x5$ pikseli. Rezultat działania poddany jest dylatacji, dzięki której wyszczególniamy nasze krawędzi.

Banknot 10 PLN w kolejnych krokach algorytmu.



Jak widać, ostatnie zdjęcie ułatwia wyszukanie konturów banknotu, gdyż stały się one szczególnie widoczne. Analizując poniższe zdjęcie, możemy zauważyc, że bez dodatkowych zabezpieczeń w postaci sprawdzania kątów między krawędziami oraz dolnego limitu pola powierzchni, znaleziono by zbyt dużo obiektów. Po wprowadzeniu wymienionych warunków, otrzymujemy pożądany wynik.



4.4. Sposób rozpoznawania monet

Wykorzystana została właściwość badanych obiektów, jakim u nas jest różnica w barwach wnętrza monety oraz jej obrzeża.

Dzięki takiemu postępowaniu możemy wydedukować, z którą z czterech kombinacji mamy do czynienia. Sukcesy w rozpoznawaniu monet zostają niestety ograniczone przez wykorzystaną funkcję Wymaga ona podania minimalnego oraz maksymalnego promienia, które bez wcześniejszej ingerencji ze strony operatora mogą wyeliminować z obliczeń zdjęcia zawierające zbyt małe, bądź też zbyt duże obiekty.



Na początku wycinane jest wnętrze obiektu i dodawane analizie kolorów. Następnie ta sama czynność dotyczy przygotowanego pierścienia.

Każdy z pikseli innych od czarnego ($R: 0, G: 0, B: 0$), który zostały dodane przez nas jako tło maski, jest analizowany. Obliczamy sumę wartości bezwzględnych różnic pomiędzy poszczególnymi częściami koloru tj. $r - g$, $r - b$, $g - b$. Suma ta jest dodawana do tablicy wartości cząstkowych, która na samym końcu zostaje uśredniona dzięki zastosowaniu `numpy.average`.

W drodze eksperytmu z przygotowanymi zdjęciami, wybrano następujące zakresy:

$$decyzja = \begin{cases} \text{zignorowanie} & \text{gdy średnia} < 25 \\ \text{srebro} & \text{gdy średnia} < 120 \\ \text{złoto} & \text{gdy średnia} \geq 120 \end{cases}$$

Kluczowym etapem jest poprawne przygotowanie elementu do analizy. Nieustety również taka implementacja jest wyjątkowo wrażliwa na prześwietlone obiekty, które człowiek rozpozna bez wielkiego problemu, a dla systemów rozpoznawania nie jest to takie proste.

4.5. Sposób rozpoznawania banknotów

Próby rozpoznania banknotów rozpoczęto podobnie jak w przypadku monet. Początkowe podejście z liczeniem średniej dla całego banknotu zostało szybko zarzucone, aby liczyć średnią tylko dla wybranego wycinka. Wykorzystano korzystną właściwość występowania na banknocie władczy Polski w różnym kolorze.



W drodze eksperytmu z przygotowanymi zdjęciami, wybrano następujące zakresy dla wnioskowania odnośnie banknotu:

$$decyzja = \begin{cases} 10 \text{ PLN} & \text{gdy średnia} > 80 \\ 50 \text{ PLN} & \text{gdy średnia} > 40 \\ 100 \text{ PLN} & \text{gdy średnia} \leq 40 \end{cases}$$

5. Wnioski

Analizując zachowanie się algorytmu dla wszystkich przygotowanych zdjęć, można zauważać jego niedoskonałości wymagające poprawy. Pierwszą rzeczą jest sposób wykrywania potencjalnych monet.

Prowadząc eksperymenty z ustawieniami programu, przygotowanymi zdjęciami testowymi czy zastosowanymi rozwiązaniami, można zauważać potrzebę użycia sztucznej inteligencji w projekcie. Rozpoznanie obiektów dla człowieka wydaje się rzeczą naturalną, niestety dla komputera nie jest to trywialny problem. Próba podejścia do zagadnienia bazując wyłącznie na kolorach nie spełnia naszych oczekiwani, gdyż wiemy jak łatwo spreparować zdjęcia dla których algorytm odniesie sromotną porażkę.

6. Analizowane przypadki

6.1. Pomyślne rozpoznanie

6.2. Niepomyślne rozpoznania

7. Bibliografia

Przygotując projekt, bazowaliśmy na wiedzy dostępnej w Internecie. Szczególnie przydatne okazały się:

- OpenCV documentation 3.0
- Stack Overflow
- Uncle Google