

Sprawozdanie: Rozpoznawanie monet

Marcin Odor 136776 Daniil Martsich 136766

1 Temat projektu

Tematem projektu jest napisanie programu rozpoznającego nominały monet na podanych mu zdjęciach. Najpierw program rozpoznaje gdzie są monety na obrazie w odcieniach szarości, wykorzystując rozpoznawanie krawędzi algorytmem Canny'ego i wypełnianie ich pikselami jednego koloru. Następnie na oryginalnym obrazie program sprawdza kolory na środku i na lewym brzegu wykrytych monet. Dzięki temu można wykryć pięciogroszówkę oraz dwu- i pięciozłotówkę. W celu rozpoznania nominału monet srebrnych program porównuje proporcję monet na obrazie z rzeczywistymi proporcjami różnych nominałów monet.

2 Szczegółowy opis działania programu

1. Oryginalne zdjęcie.



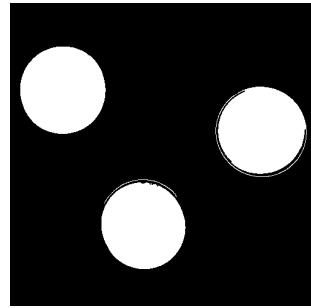
2. Obraz jest wczytywany w odcieniach szarości (ponieważ kolory nie są potrzebne do wykrywania krawędzi i zostawienie ich wymusiłoby użycie znacznie bardziej skomplikowanego kodu), a następnie przeskalowany.



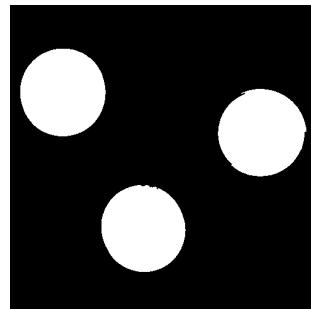
3. Stosujemy korekcję gamma o wartości 1,5 (żeby przyciemnić jasne obszary) oraz algorytm Canny'ego o wartości domyślnej $\sigma = 1$, w celu wykrycia krawędzi. Użycie większej σ (odchylenie standardowe funkcji Gaussa) skutkowałoby powstaniem grubszych krawędzi. Następnie wykonujemy morfologiczne zamknięcie (erozję poprzedzaną dylatacją) w celu wygładzenia krawędzi.



4. Wypełniamy "dziury" (zera wewnętrz grup jedynek) i ponownie wygładzamy krawędzie poprzez zamknięcie morfologiczne obrazu. Musimy wypełnić obiekty, ponieważ chcemy później przekształcić je w regiony (grupy połączonych ze sobą pikseli o takich samych wartościach).



5. Usuwamy obiekty mniejsze niż 500 pikseli, ponieważ z pewnością nie są to monety (biorąc pod uwagę rozważane przez nas zdjęcia), i przeszkadzałyby one nam w następnych krokach.



6. Stosujemy funkcję label z biblioteki skimage.measure do utworzenia regionów, po czym mierzymy ich współczynniki funkcją regionprops z tej samej biblioteki. Następnie dla każdego regionu (a zatem monety):
 - (a) Tworzymy kwadrat wokół regionu na podstawie wartości współczynnika bbox.



- (b) Obliczamy średnią wartości składowych H, S, V dla kwadratu 10 na 10 pikseli pośrodku regionu. W naszym przykładzie będą wyniosły one odpowiednio 0.0962671969897011, 0.3411841593969953 i 0.6790294345490189.
 - (c) Sprawdzamy kolor środka monety na podstawie wartości składowych H, S, V, jeżeli wartość składowej *Value* nie jest mniejsza od 0,1 (w takim wypadku obraz jest za ciemny).
 - i. Jeżeli wartość składowej S (nasycenie koloru) leży pomiędzy 0,3 i 0,7, a wartość składowej H (odcień) pomiędzy 20° a 65° to środek ma złoty kolor.
 - ii. W przeciwnym wypadku, jeżeli wartość nasycenia koloru jest mniejsza od 0,3 to ma on kolor srebrny.
 - iii. Jeżeli środek nie spełnił żadnego z dwóch powyższych warunków to program nie rozpozna jego koloru.

Dla naszej przykładowej monety wykryto złoty kolor.

- (d) Jeżeli moneta ma złoty kolor to sprawdzamy czy jest ona pięciozłotówką, a jeśli srebrny - czy dwuzłotówką. Następuję to poprzez sprawdzenie koloru kwadratu na lewym boku monety, w ten sam sposób w jaki dokonano tego wcześniej na jej środku. Jeśli brzeg jest srebrny dla złotego środka to jest ona pięciozłotówką, w odwrotnym przypadku dwuzłotówką, dla srebrnego brzegu i środka srebrną monetą groszową lub jednozłotówką, a dla złotego brzegu i środka pięciogroszówką. Monety dodajemy do listy monet o odpowiednich nominałach lub do listy monet srebrnych.

W naszym przykładzie wartości składowych H, S, V na brzegu wyniosły odpowiednio 0.10908770395409362, 0.37714201159099314 i 0.6737804017837692 a więc ma on złoty kolor, więc jest to pięciogroszówka którą dodajemy do listy.

7. Wykonujemy te kroki dla reszty monet.
8. Jeżeli długość listy srebrnych monet jest większa od 0, (czyli jeżeli wykryto jakąkolwiek srebrną monetę) to sprawdzamy czy da się wykorzystać proporcję pomiędzy monetami do zidentyfikowania konkretnego nominału monety.
 - (a) Tworzymy tablicę proporcji średnic wszystkich srebrnych monet do siebie nawzajem. Dla każdej proporcji o wartości większej od 1, ustawiamy wartość w tablicy na 1.
 - (b) Dla każdej rzeczywistej proporcji obliczymy wartości bezwzględne różnic pomiędzy nią a proporcjami ze zdjęcia. Wybieramy wynik o najmniejszej wartości.
 - (c) Sprawdzamy na podstawie której rzeczywistej proporcji powstał najmniejszy z wszystkich wyników i na tej podstawie wybieramy najbardziej prawdopodobne nominały dla danej pary monet.
 - (d) Jeżeli jest tylko jedna srebrna moneta to w analogiczny sposób określamy jej nominał, wykorzystując jej proporcję z niesrebrnymi monetami.
 - (e) Jeżeli jedyną monetą jest moneta srebrna to nie da się określić jej nominału.

W naszym przykładzie na podstawie proporcji program określił, że srebrna moneta jest dwudziestogroszówką.



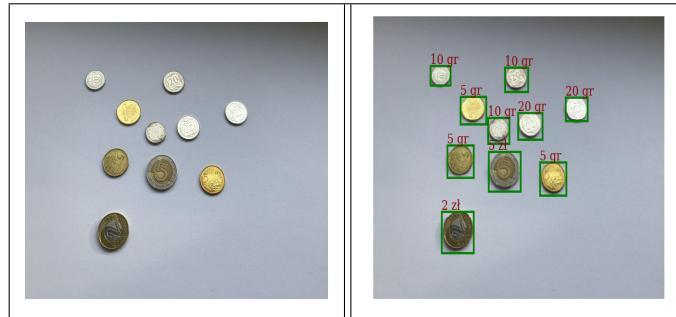
3 Wyniki działania programu

3.1 Łatwe przykłady

Obraz wejściowy	Obraz wyjściowy
An input image showing several Polish coins of different denominations and colors (silver, gold, bronze) scattered on a light-colored surface.	The output image shows the same coins from the input image. Each coin is enclosed in a green rectangular bounding box. Red text labels indicate the weight of each coin: "20 gr", "5 gr", "10 gr", "20 gr", "1 zł", "5 gr", "5 zł", "2 zł", and "5 gr".
An input image showing three Polish coins of different denominations and colors (silver, gold, bronze) arranged on a light-colored surface.	The output image shows the three coins from the input image. Each coin is enclosed in a green rectangular bounding box. Red text labels indicate the weight of each coin: "5 gr", "5 gr", and "20 gr".



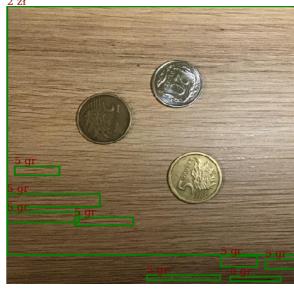




3.2 Średnie przykłady

Obraz wejściowy	Obraz wyjściowy

3.3 Trudne przykłady

Obraz wejściowy	Obraz wyjściowy
	
	
	

4 Podsumowanie wyników

4.1 Macierze odpowiedzi programu

4.1.1 Łatwe przykłady

Liczba monet na obrazie							Liczba poprawnie wykrytych monet							Σ / Σ	
nr	5gr	10gr	20gr	1zł	2zł	5zł	Σ	5gr	10gr	20gr	1zł	2zł	5zł	Σ	
1	3	2	3	0	1	1	10	3	1	2	0	1	1	8	8/10
2	2	0	1	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	3	3/3
3	2	0	1	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	3	3/3
4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1/1
5	2	2	2	0	1	0	7	2	2	2	0	1	0	7	7/7
6	2	2	2	0	1	0	7	2	2	2	0	1	0	7	7/7
7	3	2	3	0	1	1	10	3	2	3	0	1	1	10	10/10
8	3	1	2	0	1	1	8	3	0	1	0	1	1	6	6/8
9	3	1	2	0	0	1	7	3	1	1	0	0	1	6	6/7
10	2	1	2	0	1	0	6	2	1	1	0	1	0	5	5/6
11	3	2	3	0	1	1	10	3	2	2	0	1	1	10	9/10
Σ															
25	13	21	0	7	6		72	25	11	16	0	7	6	66	
Σ / Σ															
5gr		10gr		20gr		1zł		2zł		5zł		Σ			
25/25		11/13		16/21		0/0		7/7		6/6		66/72			

4.1.2 Średnie przykłady

Liczba monet na obrazie							Liczba poprawnie wykrytych monet							Σ / Σ	
nr	5gr	10gr	20gr	1zł	2zł	5zł	Σ	5gr	10gr	20gr	1zł	2zł	5zł	Σ	
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0/1
2	2	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0/3
3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1/1
Σ															
3	0	1	0	0	1		5	0	0	0	0	0	0	1	
Σ / Σ															
5gr		10gr		20gr		1zł		2zł		5zł		Σ			
0/3		0/0		1/0		0/0		0/0		1/1		1/5			

4.1.3 Trudne przykłady

Liczba monet na obrazie							Liczba poprawnie wykrytych monet							Σ / Σ	
nr	5gr	10gr	20gr	1zł	2zł	5zł	Σ	5gr	10gr	20gr	1zł	2zł	5zł	Σ	Σ / Σ
1	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0/3
2	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0/3
3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0/1
Σ															
4	2	0	0	0	1	7	7	0	0	0	0	0	0	0	
Σ / Σ															
5gr		10gr		20gr		1zł		2zł		5zł		Σ			
0/4		0/2		0/0		0/0		0/0		0/1		0/7			

4.2 Omówienie błędnych wyników

4.2.1 Łatwe przykłady

Dla wszystkich obrazów należących do tej kategorii programowi udało się prawidłowo rozpoznać kolor, a błędy polegały na niewłaściwym rozpoznaniu konkretnych nominałów srebrnych monet. Były one spowodowane tym że ze względu na niedokładne oszacowanie rozmiaru monet na obrazie, proporcje między nimi były bardziej zbliżone do innych rzeczywistych proporcji niż ta pomiędzy ich rzeczywistymi nominałami.

4.2.2 Średnie przykłady

Błędy wynikały z niepoprawnego rozpoznawanie krawędzi, które nie było w stanie wyizolować monet od reszty tła (pierwsze dwa obrazy) lub zaznaczało dodatkowe obiekty poza monetami (trzeci obraz). Program należałoby poprawić stosując bardziej skomplikowaną i dokładną metodę wykrywania krawędzi.

4.2.3 Trudne przykłady

Podobnie jak dla średnich przykładów, błędy dwóch pierwszych obrazów wynikają z niewłaściwego rozpoznawanie krawędzi, spowodowane niemożnością wyizolowania monet od tła. W trzecim przypadku udało się rozpoznać krawędzie, ale nie udało się rozpoznać koloru. Było to spowodowane obecnością palców wewnętrz zdjecia, oraz rzucanym przez nie cieniem które spowodowały że wartości składowych H, S, V nie mieściły się w granicach zdefiniowanych dla srebrnych i złotych kolorów.