

WIDZENIE MASZYNOWE

Projekt II

Temat: Projekt i implementacja algorytmu segmentacji i rozpoznawania kart do gry na obrazie.

Wykonał:

Adrian Kaliciecki

Politechnika Warszawska

2018/2019

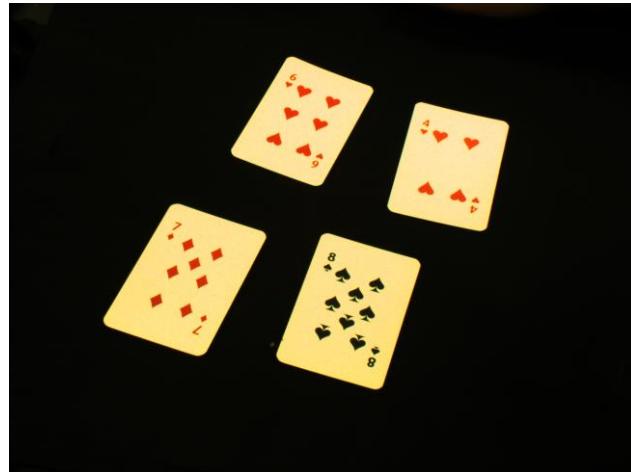
Tabela 1. Tabela punktacji [1].

	Mnożnik	Przetwarzanie wstępne	Uwydatnienie cech obiekt/tło	Filtracja	Segmentacja kart	Przetwarzanie dodatkowe i obszarów kart	Segmentacja symboli	Obliczanie cech	Klasyfikacja obiektów	Realizacja części a) poleceń	Realizacja części b) poleceń
M AX	1	1,5	3	1,5	6	1,5	3	4,5	3	3	3
AX #	0,25	0,375	0,75	0,375	1,5	0,375	0,75	1,125	0,75	0,75	0,75
AY \$	0,188	0,281	0,563	0,281	1,125	0,281	0,563	0,844	0,563	0,563	0,563
AY @	0,225	0,338	0,675	0,338	1,35	0,338	0,675	1,013	0,675	0,675	0,675
AY #	0,375	0,563	1,125	0,563	2,25	0,563	1,125	1,688	1,125	1,125	1,125
AZ \$	0,25	0,375	0,75	0,375	1,5	0,375	0,75	1,125	0,75	0,75	0,75
AZ @	0,3	0,45	0,9	0,45	1,8	0,45	0,9	1,35	0,9	0,9	0,9
AZ #	0,5	0,75	1,5	0,75	3	0,75	1,5	2,25	1,5	1,5	1,5
BX \$	0,213	0,319	0,638	0,319	1,275	0,319	0,638	0,956	0,638	0,638	0,638
BX @	0,255	0,383	0,765	0,383	1,53	0,383	0,765	1,148	0,765	0,765	0,765
BX #	0,425	0,638	1,275	0,638	2,55	0,638	1,275	1,913	1,275	1,275	1,275
BY \$	0,319	0,478	0,956	0,478	1,913	0,478	0,956	1,434	0,956	0,956	0,956
BY @	0,383	0,574	1,148	0,574	2,295	0,574	1,148	1,721	1,148	1,148	1,148
BY #	0,638	0,956	1,913	0,956	3,825	0,956	1,913	2,869	1,913	1,913	1,913
BZ \$	0,425	0,638	1,275	0,638	2,55	0,638	1,275	1,913	1,275	1,275	1,275
BZ @	0,51	0,765	1,53	0,765	3,06	0,765	1,53	2,295	1,53	1,53	1,53
BZ #	0,85	1,275	2,55	1,275	5,1	1,275	2,55	3,825	2,55	2,55	2,55
CX \$	0,25	0,375	0,75	0,375	1,5	0,375	0,75	1,125	0,75	0,75	0,75
CX @	0,3	0,45	0,9	0,45	1,8	0,45	0,9	1,35	0,9	0,9	0,9
CX #	0,5	0,75	1,5	0,75	3	0,75	1,5	2,25	1,5	1,5	1,5
CY \$	0,375	0,563	1,125	0,563	2,25	0,563	1,125	1,688	1,125	1,125	1,125
CY @	0,45	0,675	1,35	0,675	2,7	0,675	1,35	2,025	1,35	1,35	1,35
CY #	0,75	1,125	2,25	1,125	4,5	1,125	2,25	3,375	2,25	2,25	2,25
CZ \$	0,5	0,75	1,5	0,75	3	0,75	1,5	2,25	1,5	1,5	1,5
CZ @	0,6	0,9	1,8	0,9	3,6	0,9	1,8	2,7	1,8	1,8	1,8

1. Opis teoretyczny

1.1. Opis teoretyczny problemu

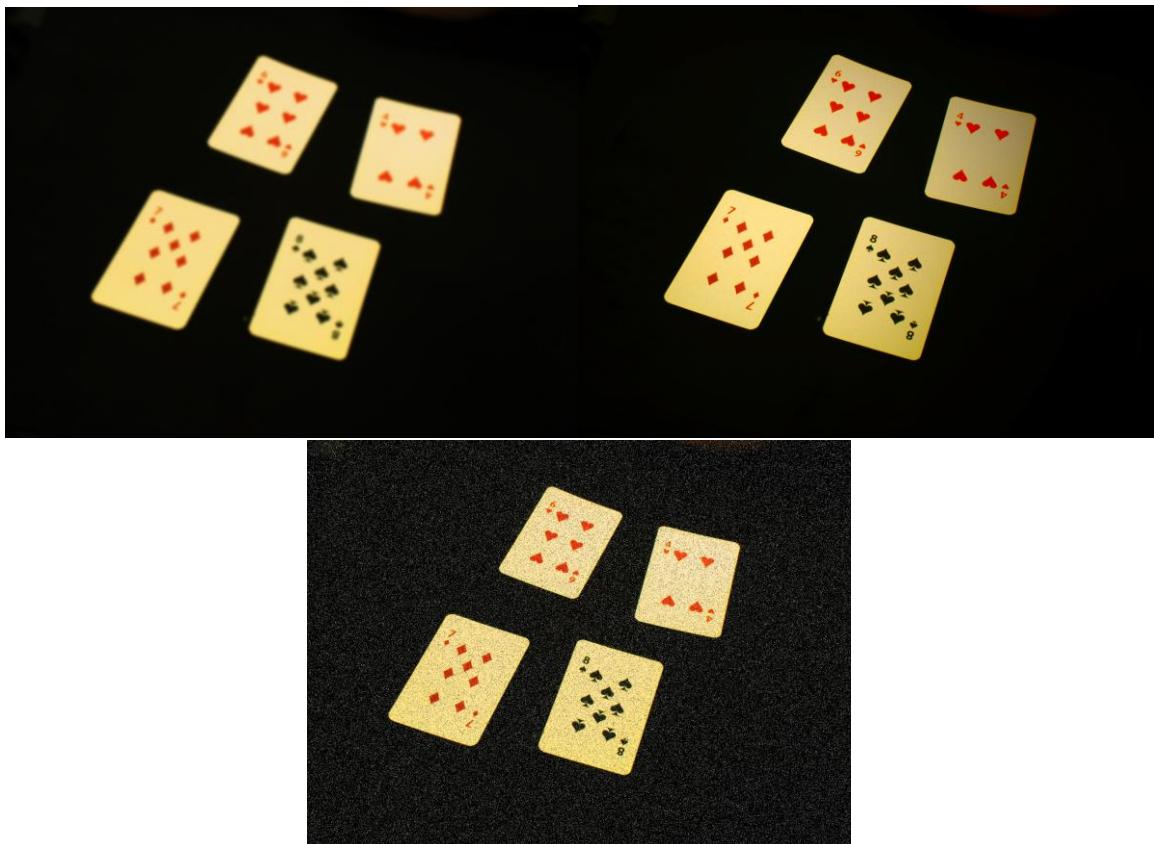
Celem projektu jest rozpoznawanie kart do gry oraz obliczenie średniej geometrycznej wszystkich kart znajdujących się na scenie.



Rysunek 1. Jeden z obrazów wejściowych.

Rozpoznawanie dotyczy jedynie kart z przedziału 2-10. Karty zostały umieszczone na czarnym tle w dowolnym położeniu kątowym.

W celu zwiększenia trudności podstawowe obrazy zostały zmodyfikowane poprzez zastosowanie rozmycia, gradientu oraz szumu sól-pieprz.



Rysunek 2. Obrazy przedstawiające wprowadzone modyfikacje.

1.2. Projekt ścieżki przetwarzania, schemat blokowy

Cały proces rozpoznawania opierał się o 4 główne etapy. Są nimi segmentacja kart, segmentacja symboli, rozpoznawanie kart oraz obliczanie wyniku wraz z wyświetleniem go.

Etap segmentacji kart polega na wczytaniu zdjęcia, przetworzeniu go w celu uzyskania wyraźnych konturów na tle otoczenia, wyselekcjonowaniu konturów będących obramowaniem kart, dopasowaniu do konturu czworoboku i wykonaniu perspektywy kart. Efektem finalnym przekazywanym do kolejnego etapu jest wektor kart po transformacji perspektywicznej.



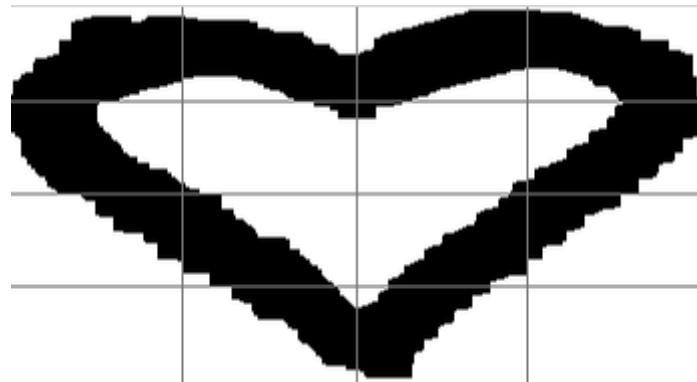
Rysunek 3. Efekt etapu segmentacji kart.

Każda karta jest przetwarzana osobno w kolejnym etapie. Następuje wstępne przetwarzanie w celu uzyskania obrazu binarnego uwydatniającego symbole. Wyznaczany jest obszar zainteresowania w środku karty, gdyż rozpoznawanie bazuje jedynie na symbolach. Wyszukiwane są kontury. Jeśli spełniają one warunek wielkości to są zliczane. Jeśli nie znaleziono żadnego symbolu oznacza to, że obraz jest niewystarczającej jakości do rozpoznawania tą ścieżką i należy go przetworzyć w inny sposób. Po przejściu którejś z powyższych dwóch ścieżek następuje wyodrębnienie symbolu. Dla każdej karty zwracany jest jeden symbol w celu klasyfikacji karty. Na wyjściu tego etapu otrzymujemy wektor symboli kart.



Rysunek 4. Efekt etapu segmentacji symboli.

Kolejnym etapem jest klasyfikacja symboli albo inaczej obliczanie cech. Początkowo dzieli się obszar symbolu na 16 równych części. Następnie oblicza się procentową zawartość symbolu w każdej części. Na podstawie obliczonej zawartości w poszczególnych, charakterystycznych częściach rozpoznawany jest symbol.



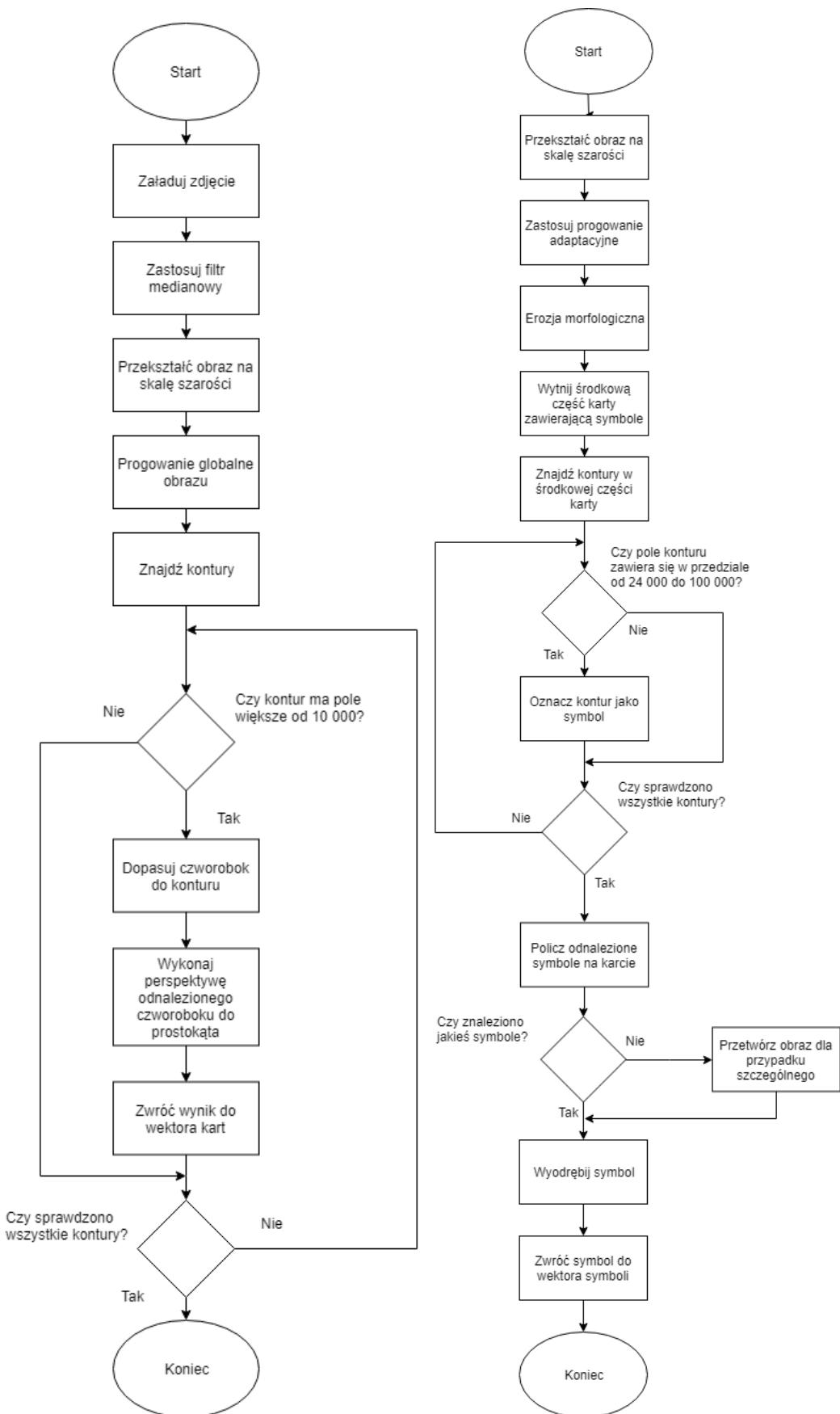
Rysunek 5. Wizualizacja podziału symbolu na części.

Ostatnim etapem jest wyświetlenie informacji o odnalezionej karcie. Pobiera on wcześniej określone numery kart i ich symbole oraz oblicza średnią geometryczną wszystkich kart. Na koniec wprowadza stosowny komunikat do obrazu wyjściowego.

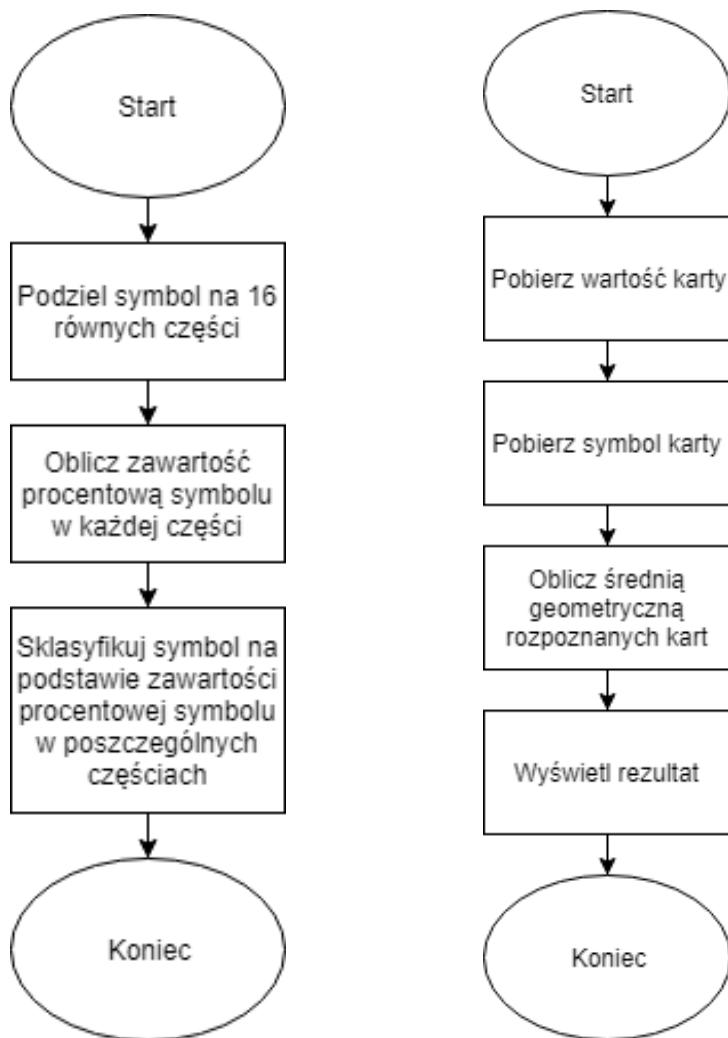


Rysunek 6. Efekt końcowy działania programu.

Kolejne ścieżki przetwarzania zostały przedstawione na rysunkach 7 i 8 w formie schematów blokowych.



Rysunek 7. Schematy blokowe etapu segmentacji kart i segmentacji symboli.



Rysunek 8. Schematy blokowe etapu klasyfikacji kart oraz kompletowania i wyświetlania wyników.

1.3. Opis problemów i ich rozwiązania

a) Usunięcie wszystkich deformacji jednym algorytmem

Główным problemem było usunięcie wszystkich deformacji wprowadzonych do obrazu za pomocą jednego, niezmiennej szeregu operacji. Wypróbowane zostały różne metody binaryzacji, filtracji i operacji morfologicznych. Bezskutecznie próbowało odnaleźć złoty środek, który na wyjściu dla wszystkich rodzajów deformacji da identyczny wynik.

W świetle powyższego problemu zdecydowano się wykorzystać ścieżkę przetwarzania przy której uzyskano przy większości przypadków najlepszy efekt. Ten efekt był dla obrazów bez deformacji, z gradientem oraz z deformacją sól-pieprz. Zdecydowano się dobrać nieco zmodyfikowaną ścieżkę do rozpoznawania kart rozmazanych.

b) Określenie narożników kart w celu uzyskania transformacji perspektywicznej

Perspektywę wykonuje się na podstawie 4 punktów. O ile 4 punkty docelowe wprowadzane były ręcznie i były to wymiary zdjęcia (choć nie miało to większego znaczenia), to punkty źródłowe powinny być wyznaczane automatycznie na podstawie obrazu. Niestety karty miały rogi zaokrąglone, co z pewnością jest wygodniejsze podczas gry, natomiast sprawia problemy przy określaniu obszaru karty.

Z tym problemem poradzono sobie poprzez zastosowanie funkcji approxPolyDP, która dopasowuje krzywą lub obszar do krzywej lub obszaru za pomocą dużo mniejszej liczby punktów z tolerancją podaną przez użytkownika [2]. Tolerancję dobrano tak, aby dopasowana krzywa była prostokątem obejmującym cały obszar karty.

- c) Klasyfikacja symboli dla różnych trybów przetwarzania

W zależności od obranego trybu przetwarzania uzyskiwano inny rozkład symbolu dla obrazu rozmazanego i inny dla pozostałych obrazów. Różnice zostały przedstawione na rysunku 9.



Rysunek 9. Przykład rozbieżności uzyskanych symboli w zależności od obranej ścieżki przetwarzania.

Z tym problemem poradzono sobie poprzez ułożenie dwóch sekwencji decyzyjnych dla obydwu przypadków. W praktyce brane pod uwagę były głównie te same obszary charakterystyczne, a różnice polegały na różnej zawartości procentowej symboli w danych obszarach.

1.4. Dobór algorytmów

- a) Filtr medianowy

Do przetwarzania obrazu zastosowano filtr medianowy. Zdecydowano się na ten krok, ponieważ algorytm ten neutralizuje deformację sól-pieprz i nie wpływa znacząco na pozostałe obrazy.

- b) Progowanie globalne

Progowanie globalne nie było dobrym rozwiązaniem jeśli chodzi o uwydatnienie symboli na obrazie, ponieważ w niektórych miejscach biały odcień karty był ciemniejszy od pola czerwonego symbolu. Chcąc uwzględnić wszystkie symbole występował zanik wyraźnych konturów karty, a z kolei dbałość o zapewnienie konturu karty powodowała zanik niektórych symboli.

Najważniejsze jednak w pierwszym etapie było odizolowanie poszczególnych kart, więc zastosowano taki dobór progu, aby wyraźne były krawędzie kart, nie zważając na zanik symboli.

- c) Progowanie adaptacyjne

Progowanie adaptacyjne zostało wykorzystane do segmentacji symboli na kartach. Jak wspomniano wcześniej, progowanie globalne nie przyniosłoby oczekiwanych efektów z powodu występowania zaburzenia gradientu.

- d) Operacje morfologiczne

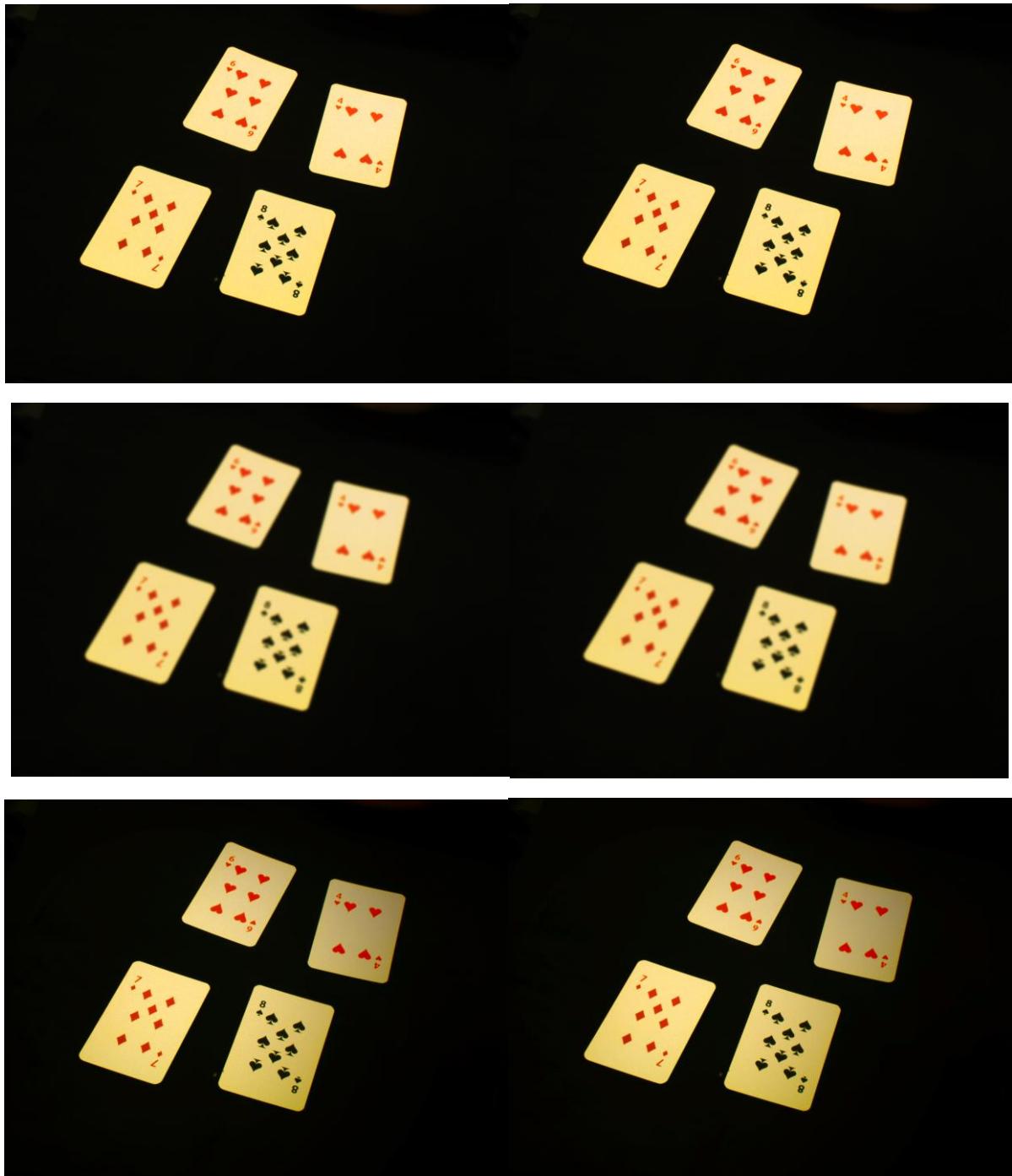
Wyniki binaryzacji symboli dają w efekcie chmurę punktów nie tworzących ze sobą spójnej całości. W celu skuteczniejszego dalszego przetwarzania obrazu należało połączyć wszystkie punkty w ciągłą całość.

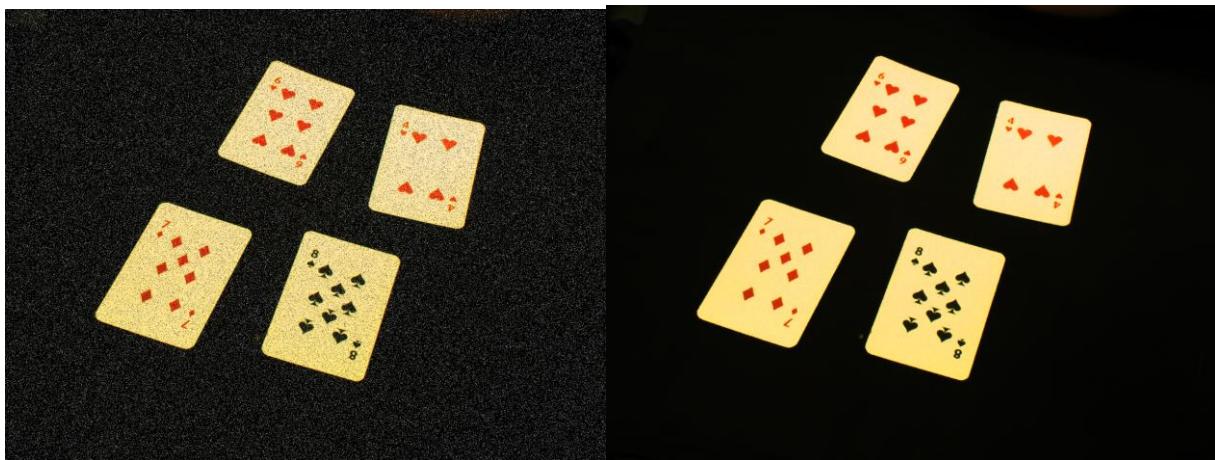
e) Odnajdywanie konturów

Algorytm ten posłużył do segmentacji kart oraz segmentacji symboli. W pierwszym przypadku dodatkowo zastosowano dopasowanie krzywej za pomocą metody approxPolyDP.

1.5. Ocena działania wybranych algorytmów

a) Filtr medianowy

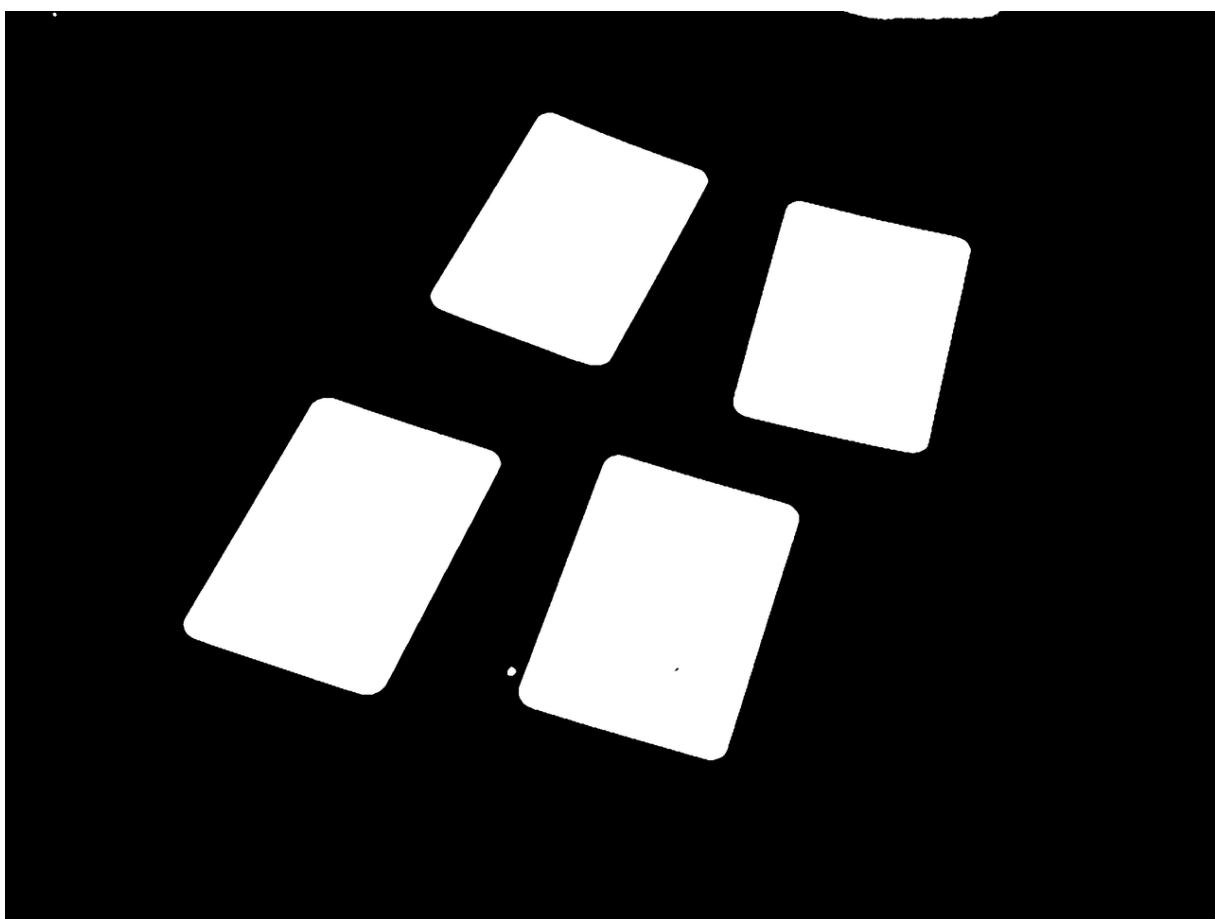




Rysunek 10. Przedstawienie efektów zastosowania filtra medianowego dla obrazów kolejno: zwykłego, blurred, gradient i noised.

Tak jak przewidywano, filtr medianowy usunął szum sól-pieprz i nie zniekształcił pozostałych obrazów.

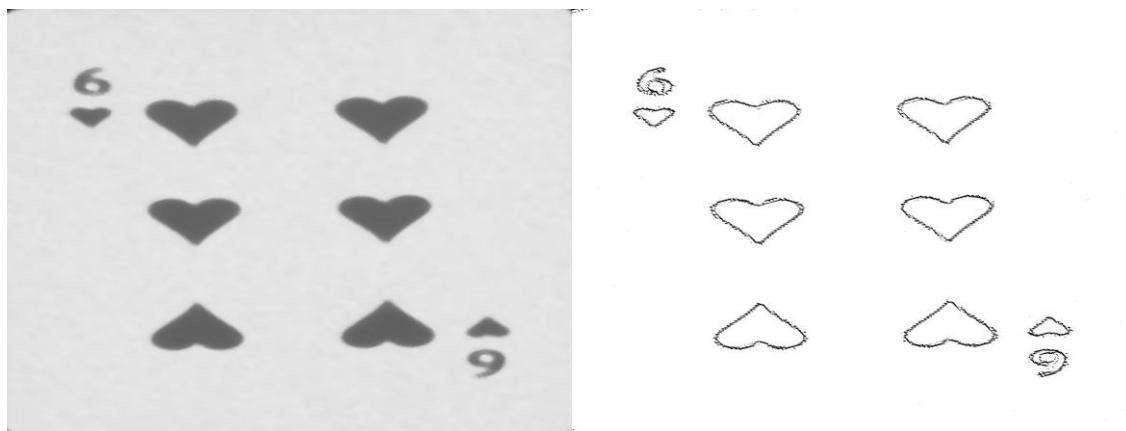
b) Progowanie globalne



Rysunek 11. Efekt progowania globalnego.

Informacja na temat symboli karty została całkowicie zatracona, natomiast w tym etapie ważne jest jedynie określenie konturów, co zostało osiągnięte.

c) Progowanie adaptacyjne

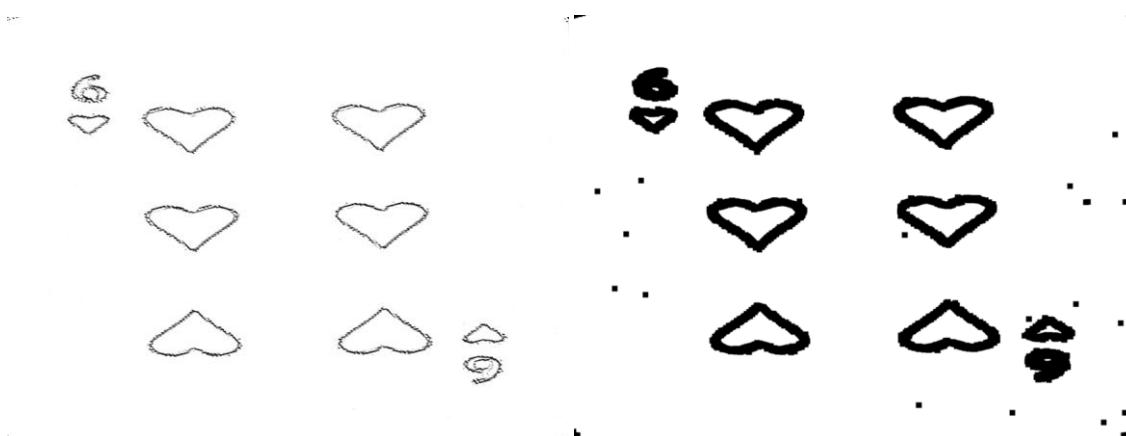


Rysunek 12. Efekt progowania adaptacyjnego karty.

Uzyskano wierne odwzorowanie krawędzi, które jednak nie są linią ciągłą, a chmurą punktów.

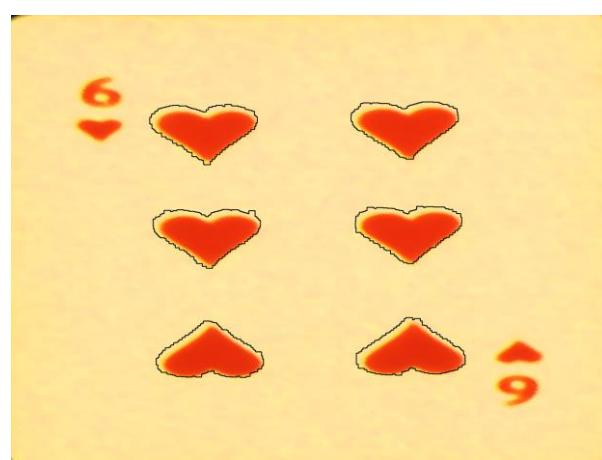
d) Operacje morfologiczne

Na rysunku 13 przedstawiono efekt operacji erozji zastosowanej w celu uciążlenia kształtu symboli.



Rysunek 13. Efekt zastosowania erozji obrazu binarnego karty.

e) Odnajdywanie konturów



Rysunek 14. Efekt finalny odnajdywania konturów symboli.

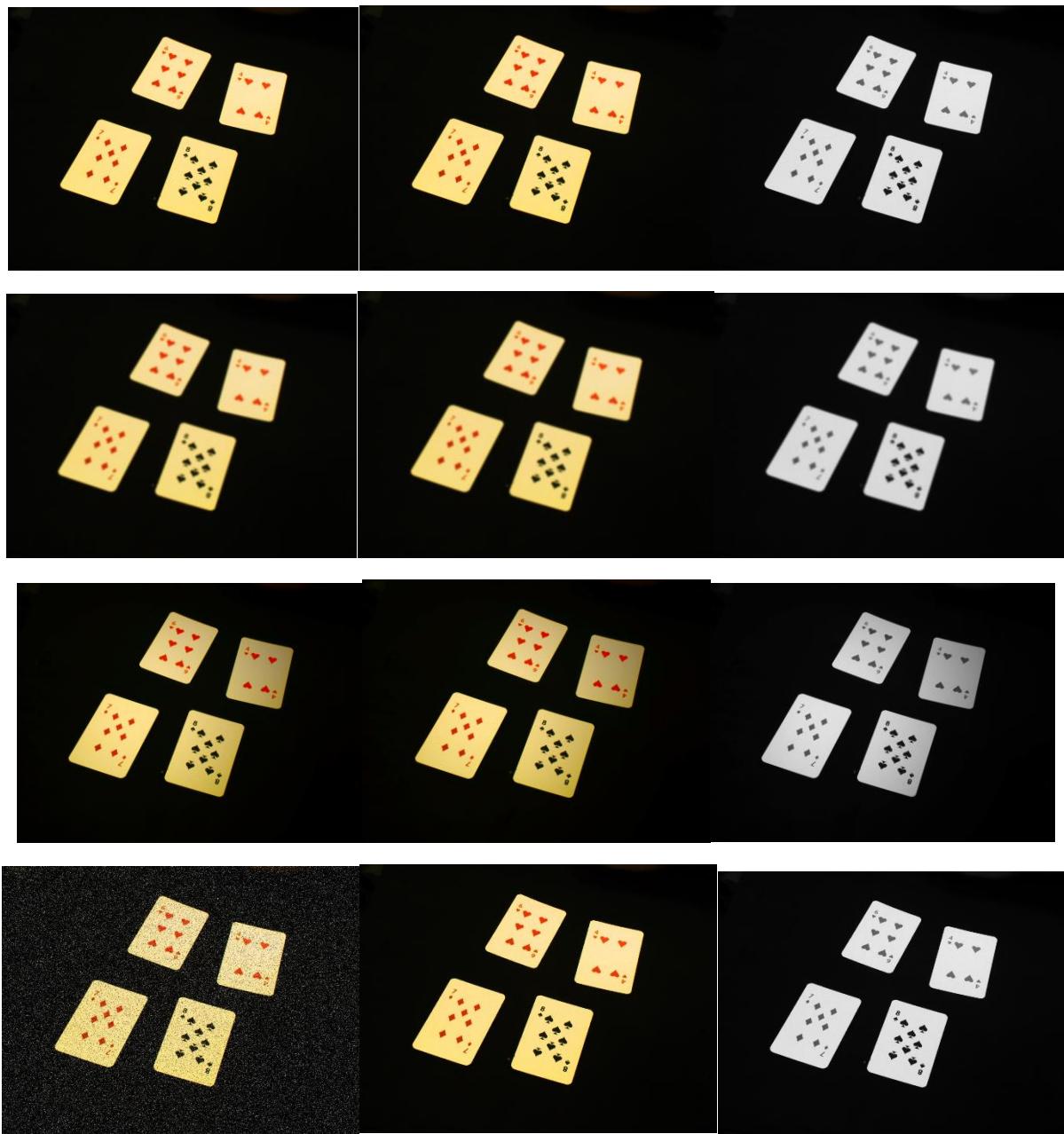
Dobrany został taki zakres pola powierzchni konturu, aby zaznaczał on jedynie szukane symbole.

2. Projekt rozwiązania

2.1. Przetwarzanie wstępne

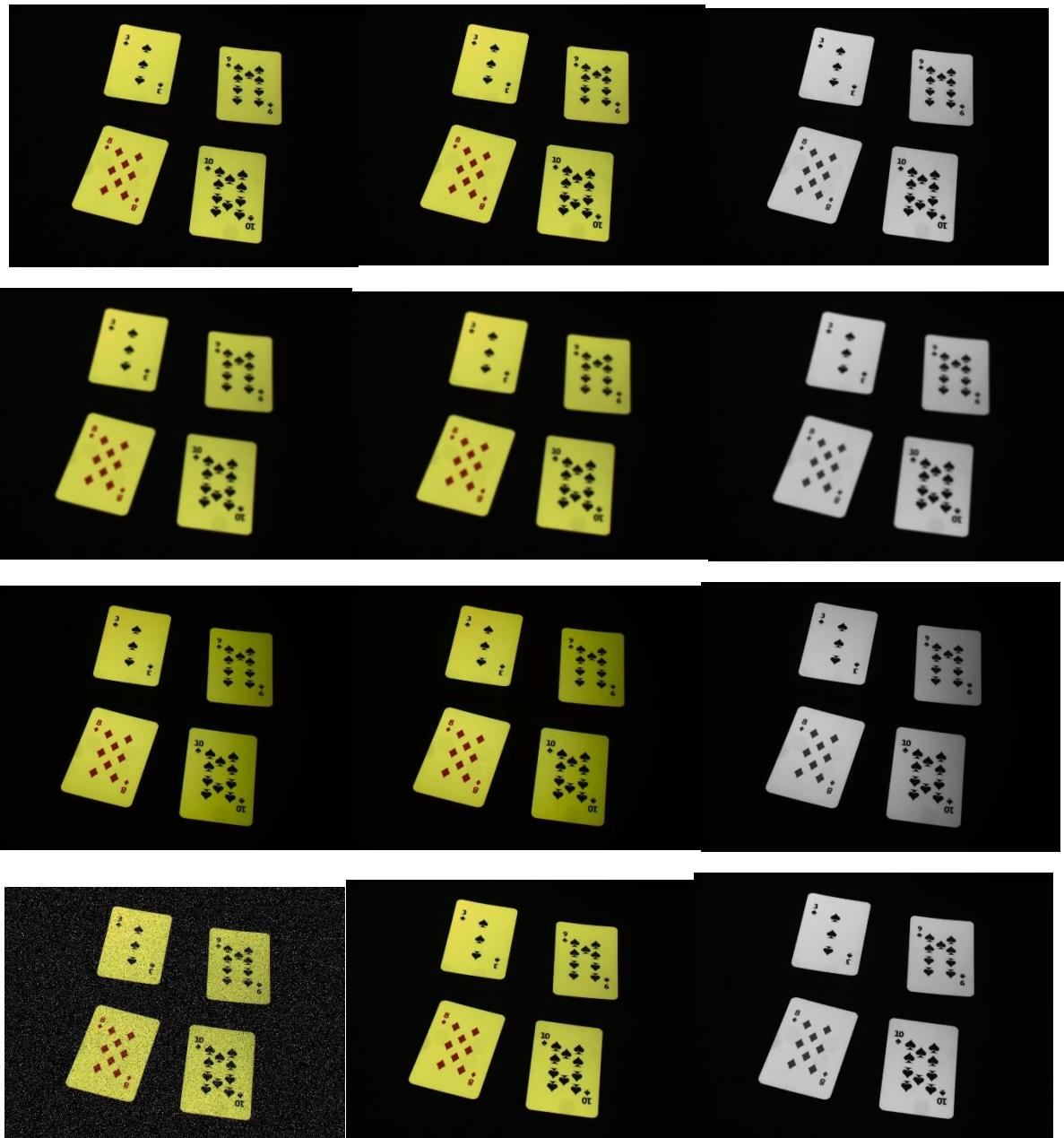
Ten etap obejmuje 2 transformacje – filtracji filtrem medianowym oraz przekształcenie obrazu na skalę szarości.

a) Zestaw 1



Rysunek 15. Kolejne etapy przetwarzania wstępnego dla 1 zestawu kart. Od góry kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

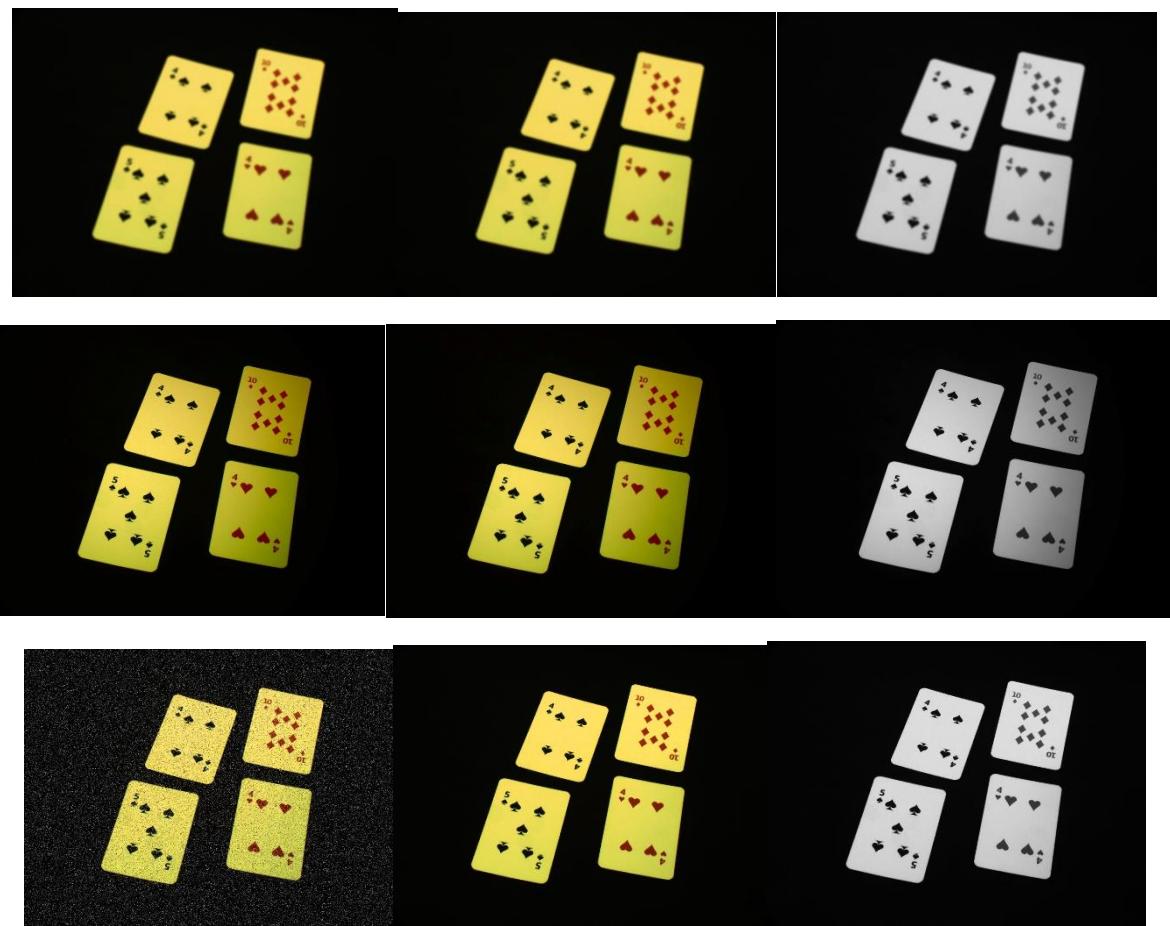
b) Zestaw 2



Rysunek 16. Kolejne etapy przetwarzania wstępnego dla 2 zestawu kart. Od góry kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

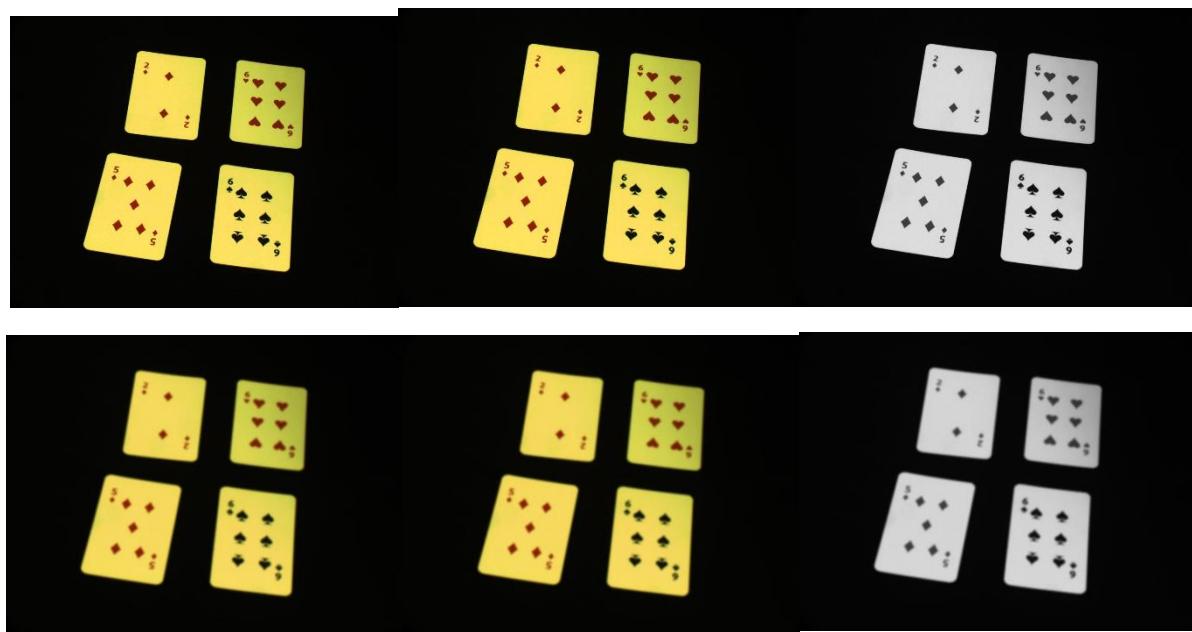
c) Zestaw 3

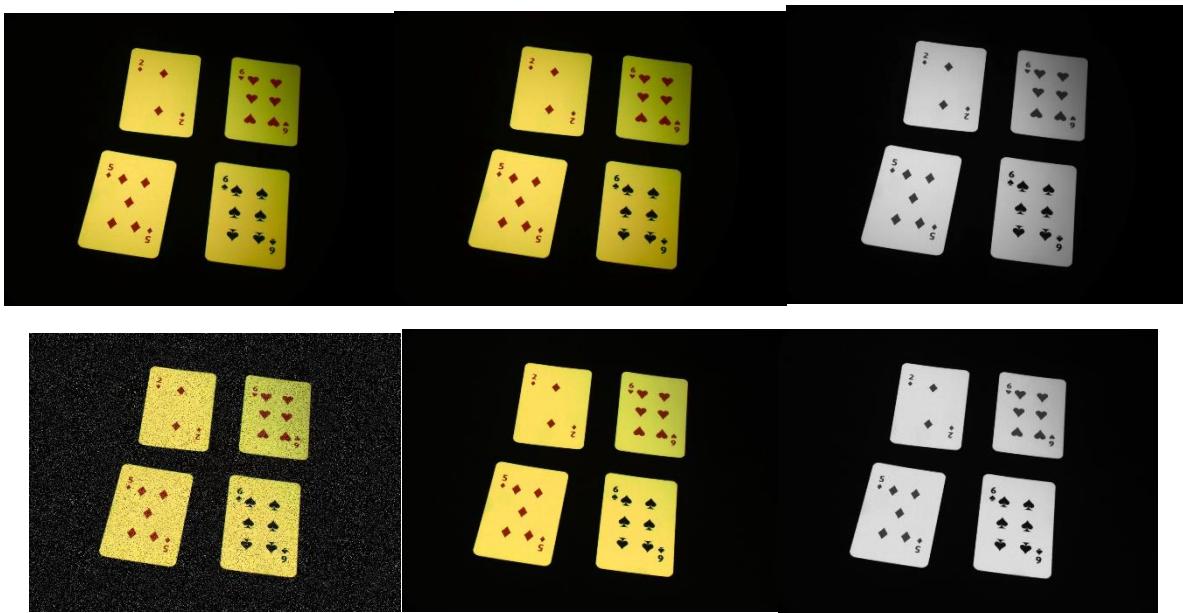




Rysunek 17. Kolejne etapy przetwarzania wstępnego dla 3 zestawu kart. Od góry kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

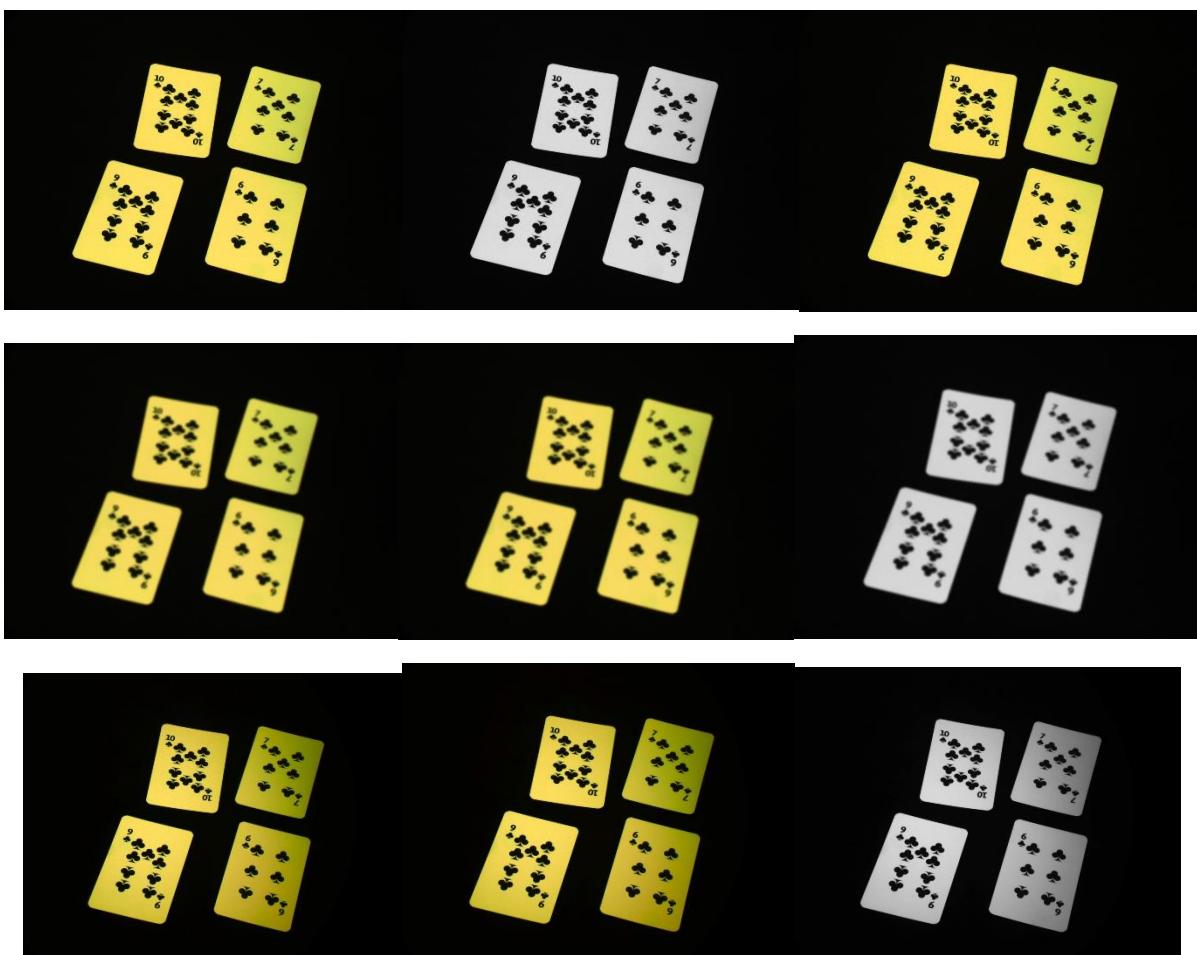
d) Zestaw 4

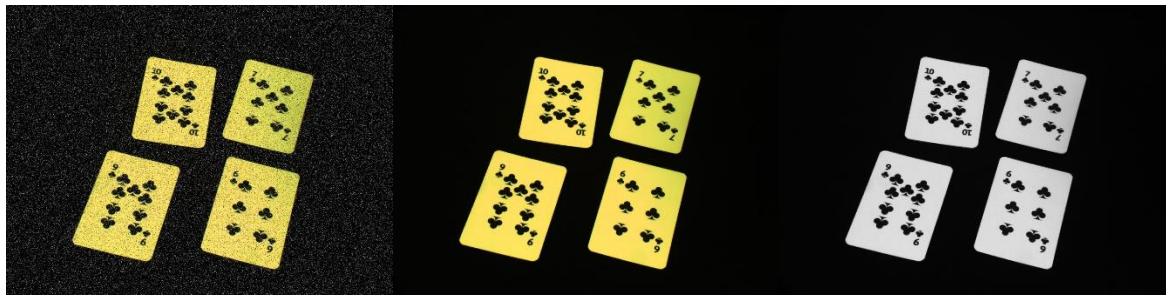




Rysunek 18. Kolejne etapy przetwarzania wstępnego dla 4 zestawu kart. Od góry kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

e) Zestaw 5



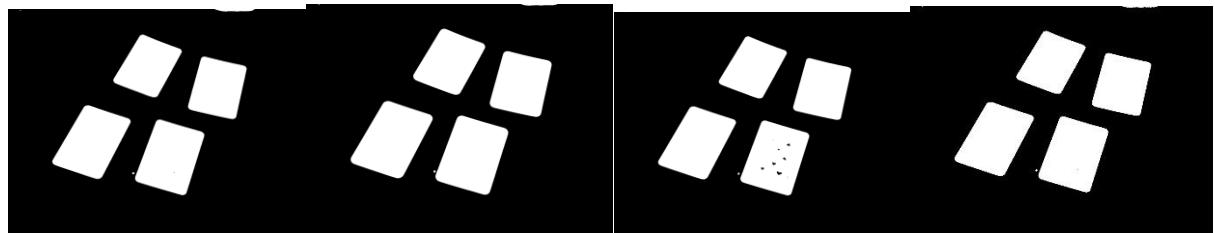


Rysunek 19. Kolejne etapy przetwarzania wstępnego dla 5 zestawu kart. Od góry kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

2.2. Uwydatnianie cech obiekt/tło

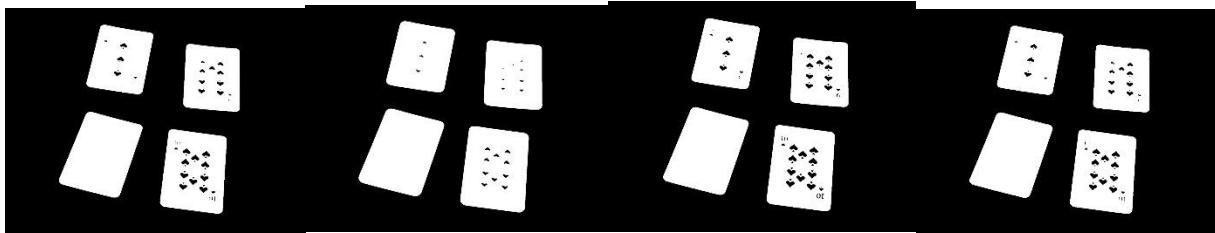
Celem tego etapu było wyodrębnienie obiektów (kart) z tła. Polegało to na tak dobranym progu globalnym, aby obraz binarny przedstawiał wyraźne kontury kart.

a) Zestaw 1



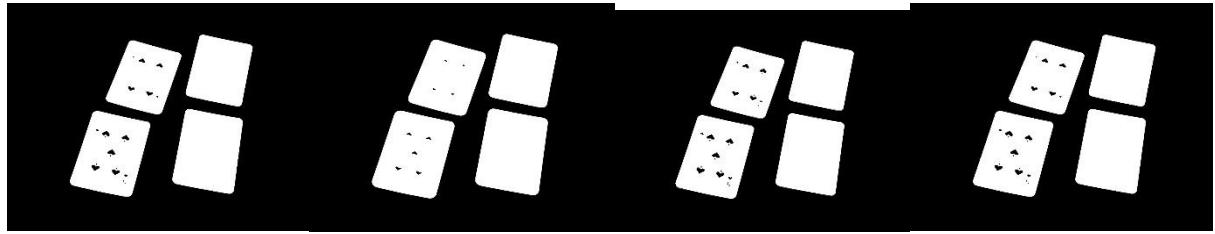
Rysunek 20. Efekt uwydatniania cech obiekt/tło dla zestawu 1 i wszystkich wariantów.

b) Zestaw 2



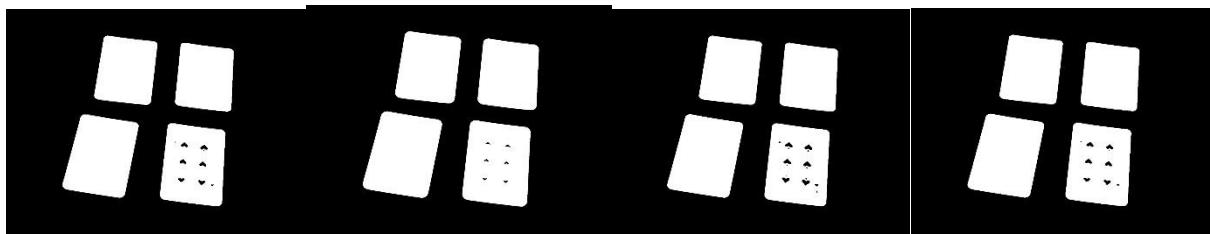
Rysunek 21. Efekt uwydatniania cech obiekt/tło dla zestawu 2 i wszystkich wariantów.

c) Zestaw 3



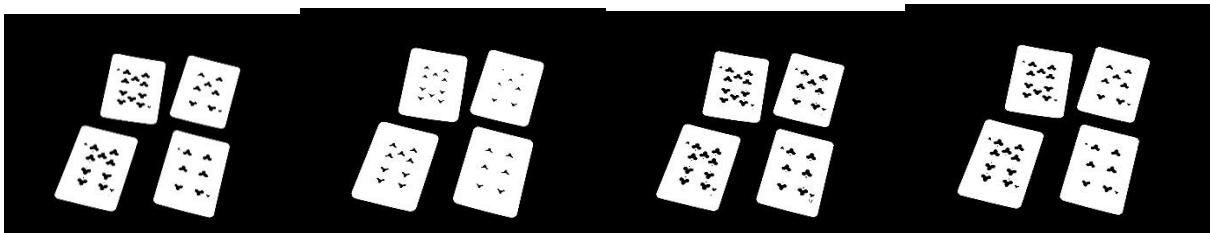
Rysunek 22. Efekt uwydatniania cech obiekt/tło dla zestawu 3 i wszystkich wariantów.

d) Zestaw 4



Rysunek 23. Efekt uwijatniania cech obiekt/tło dla zestawu 4 i wszystkich wariantów.

e) Zestaw 5



Rysunek 24. Efekt uwijatniania cech obiekt/tło dla zestawu 5 i wszystkich wariantów.

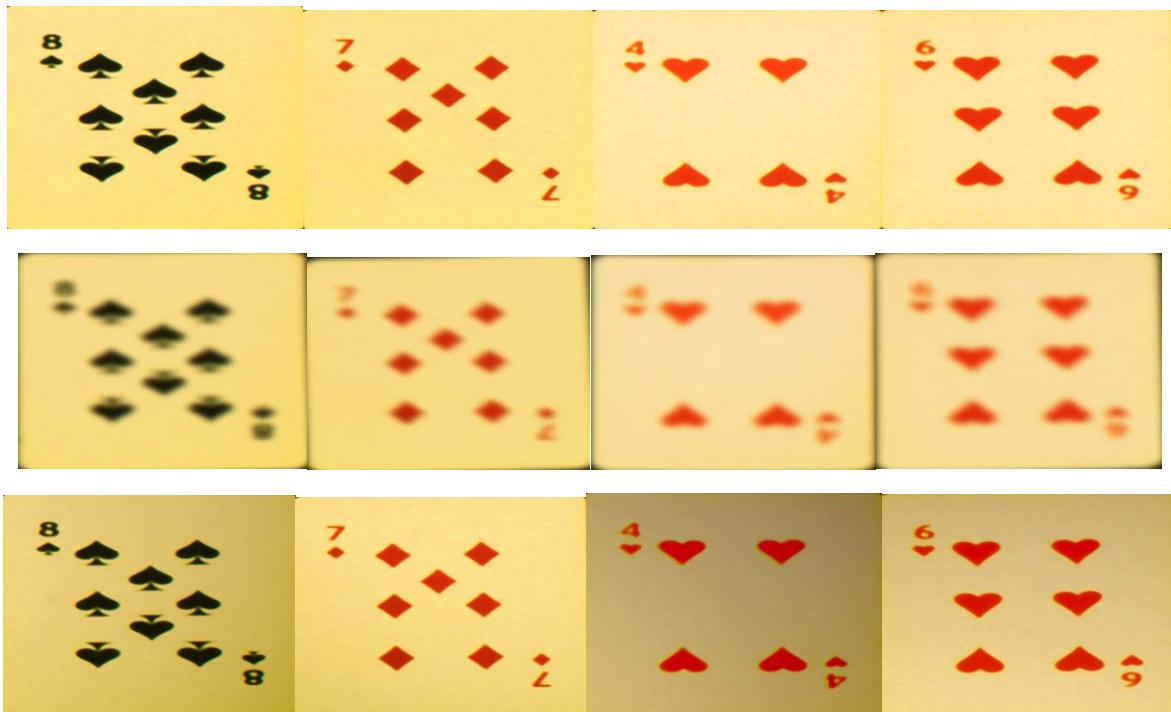
2.3. Filtracja

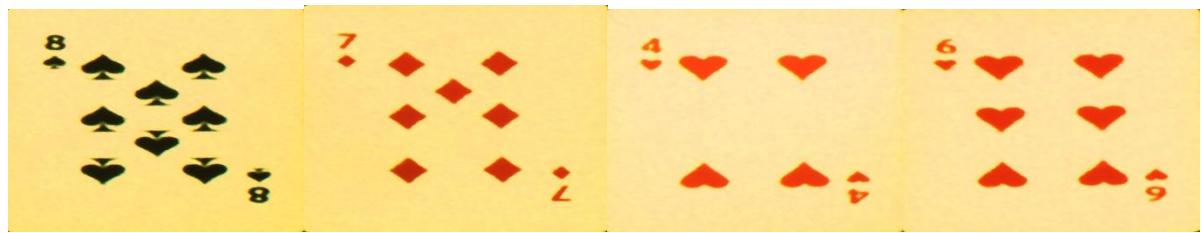
Została wykonana w punkcie 2.1. w przetwarzaniu wstępny poprzez zastosowanie filtra medianowego.

2.4. Segmentacja kart

Mając wyodrębnione obiekty z tła należało odnaleźć wierzchołki kart oraz przekształcić je perspektywą do postaci prostokąta.

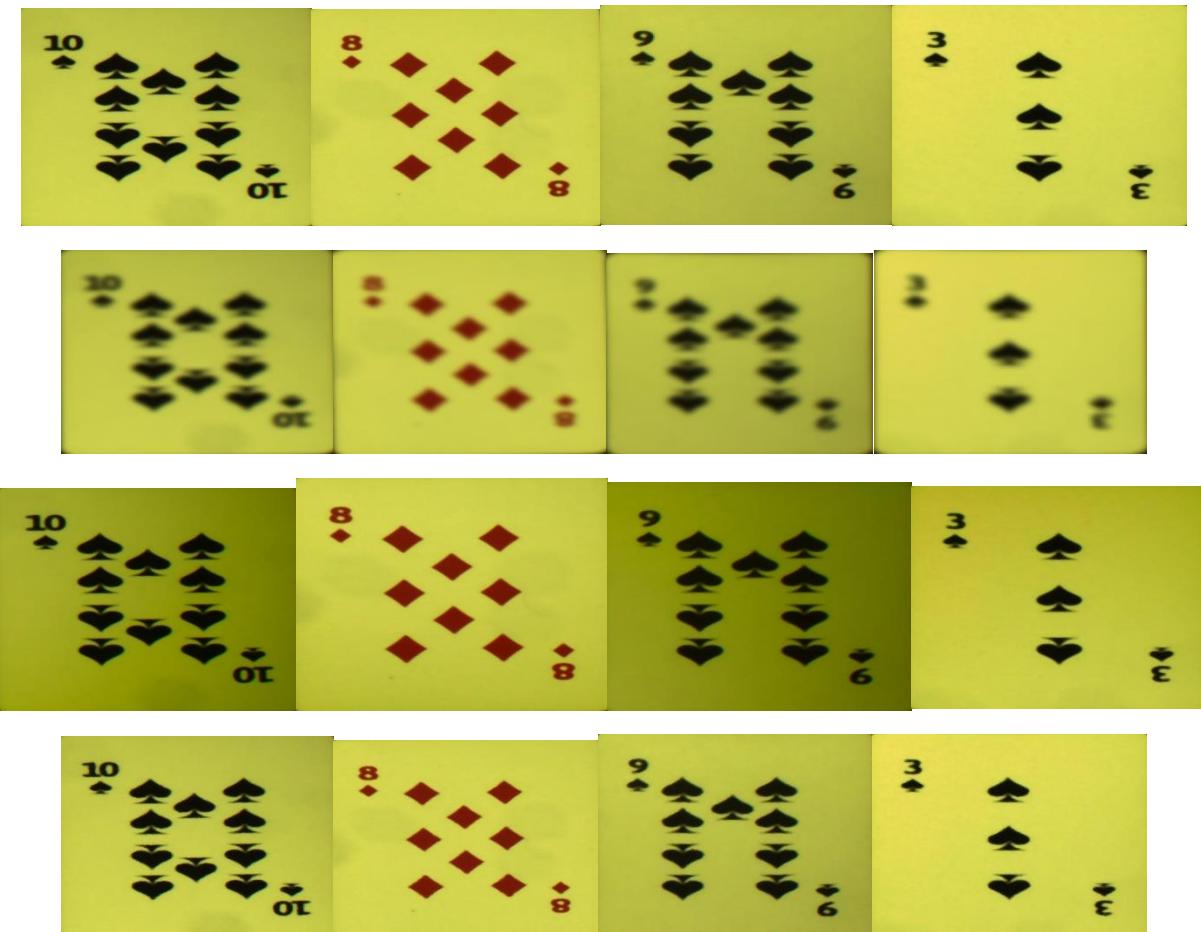
a) Zestaw 1





Rysunek 25. Efekt segmentacji kart dla zestawu 1 i wszystkich wariantów.

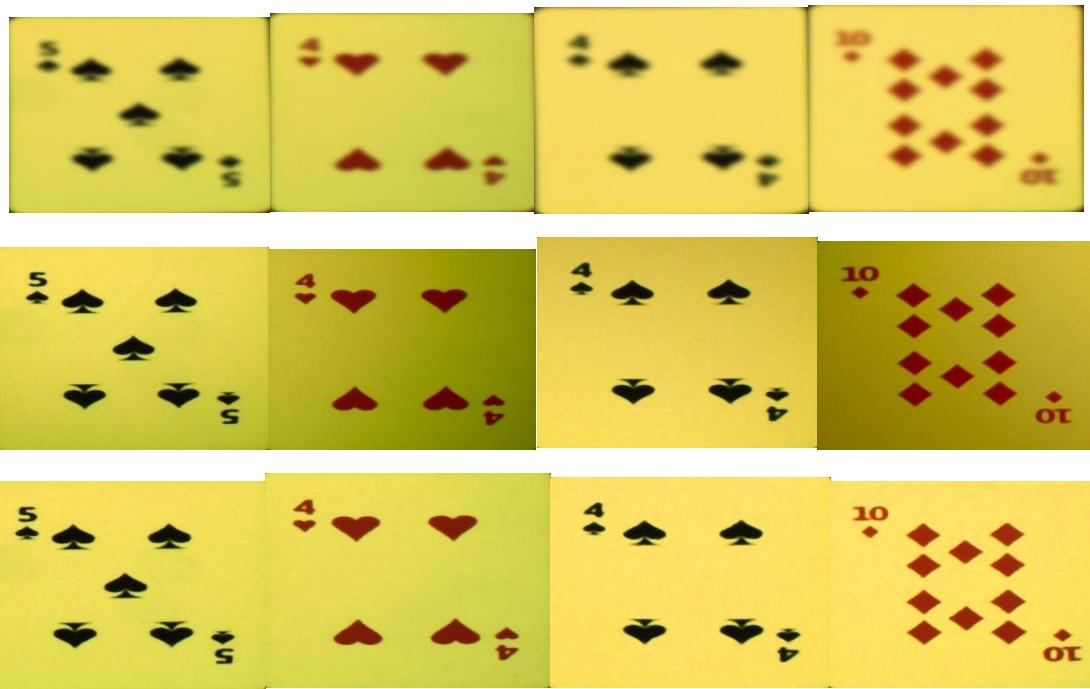
b) Zestaw 2



Rysunek 26. Efekt segmentacji kart dla zestawu 2 i wszystkich wariantów.

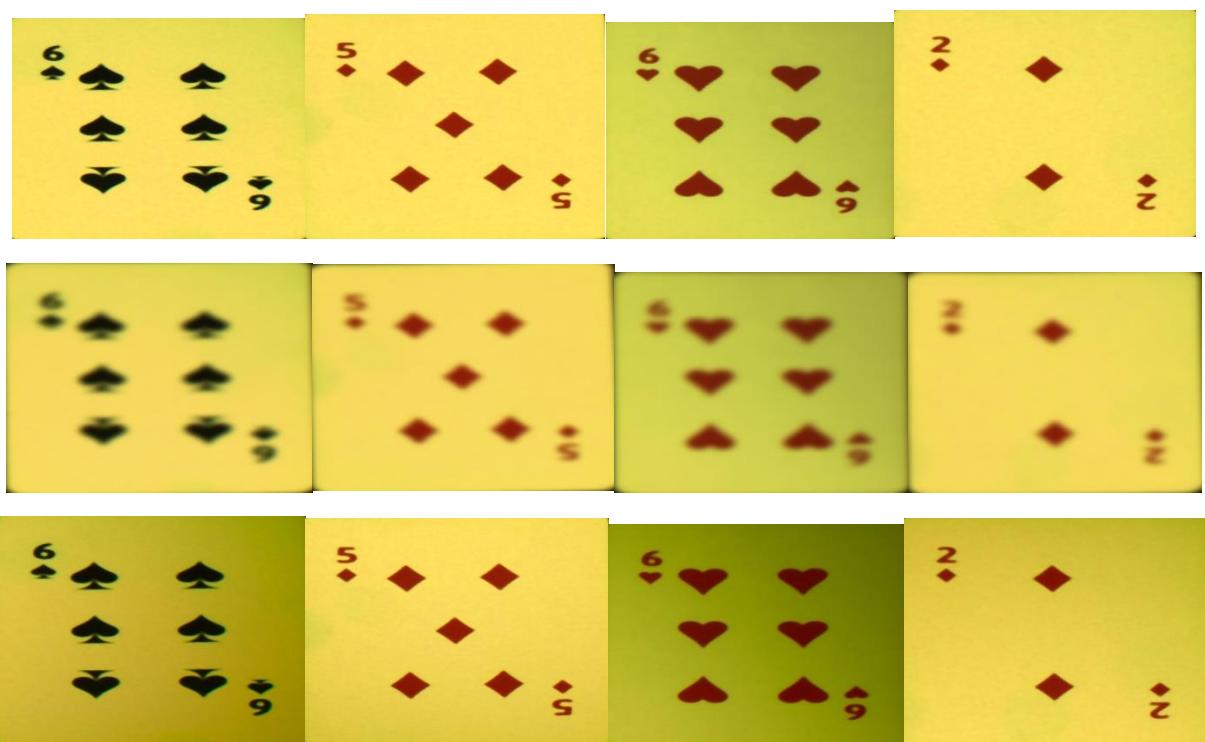
c) Zestaw 3

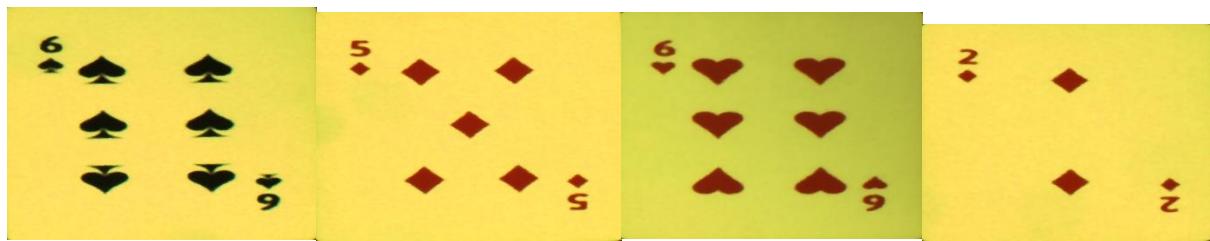




Rysunek 27. Efekt segmentacji kart dla zestawu 3 i wszystkich wariantów.

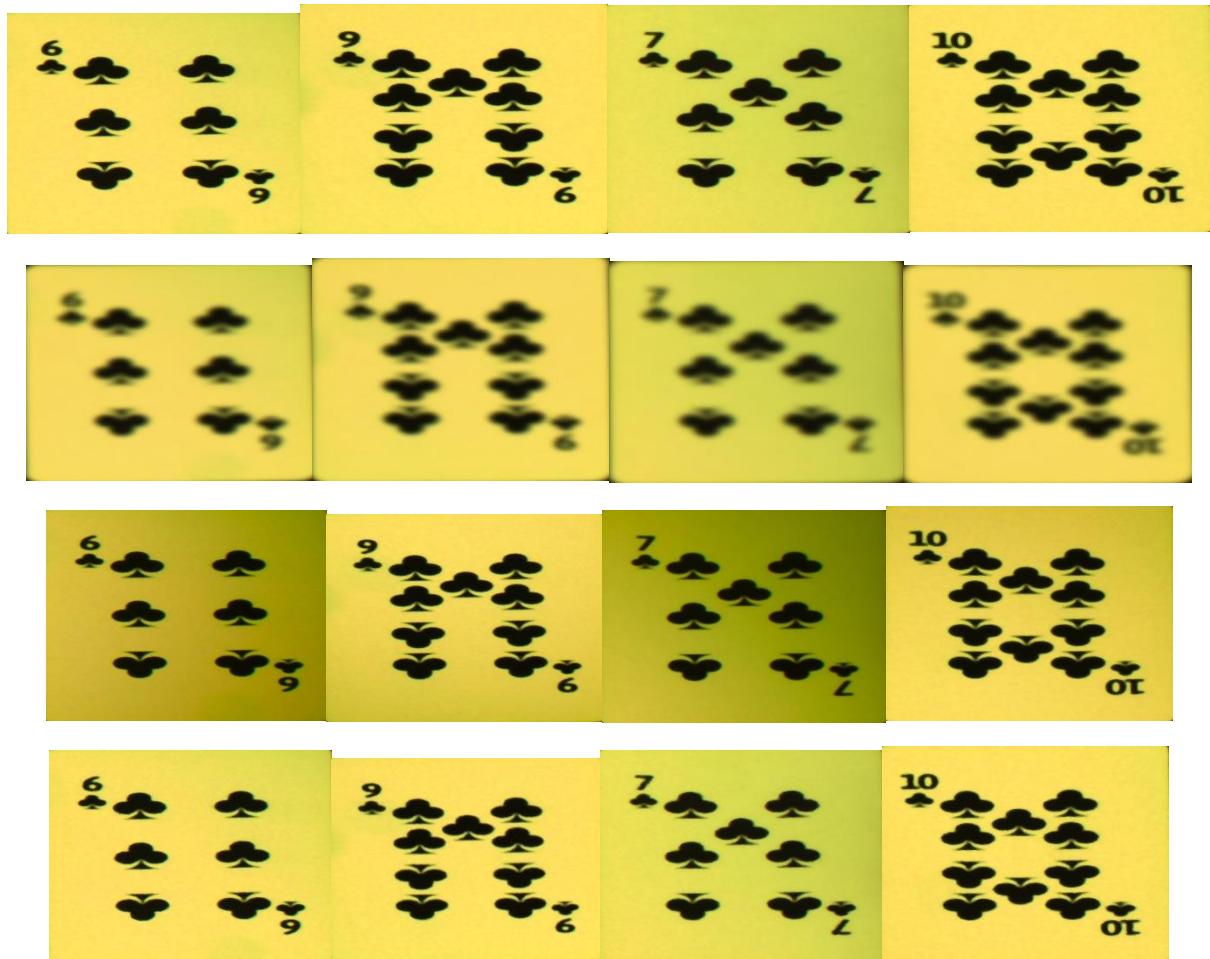
d) Zestaw 4





Rysunek 28. Efekt segmentacji kart dla zestawu 4 i wszystkich wariantów.

e) Zestaw 5



Rysunek 29. Efekt segmentacji kart dla zestawu 5 i wszystkich wariantów.

2.5. Przetwarzanie dodatkowe obszarów kart

Wyodrębnione karty stanowiły fragmenty obrazów wejściowych po dokonaniu filtracji i przekształcenia do skali szarości. Należało je więc odpowiednio przetworzyć, tym razem kierując się zachowaniem symboli.

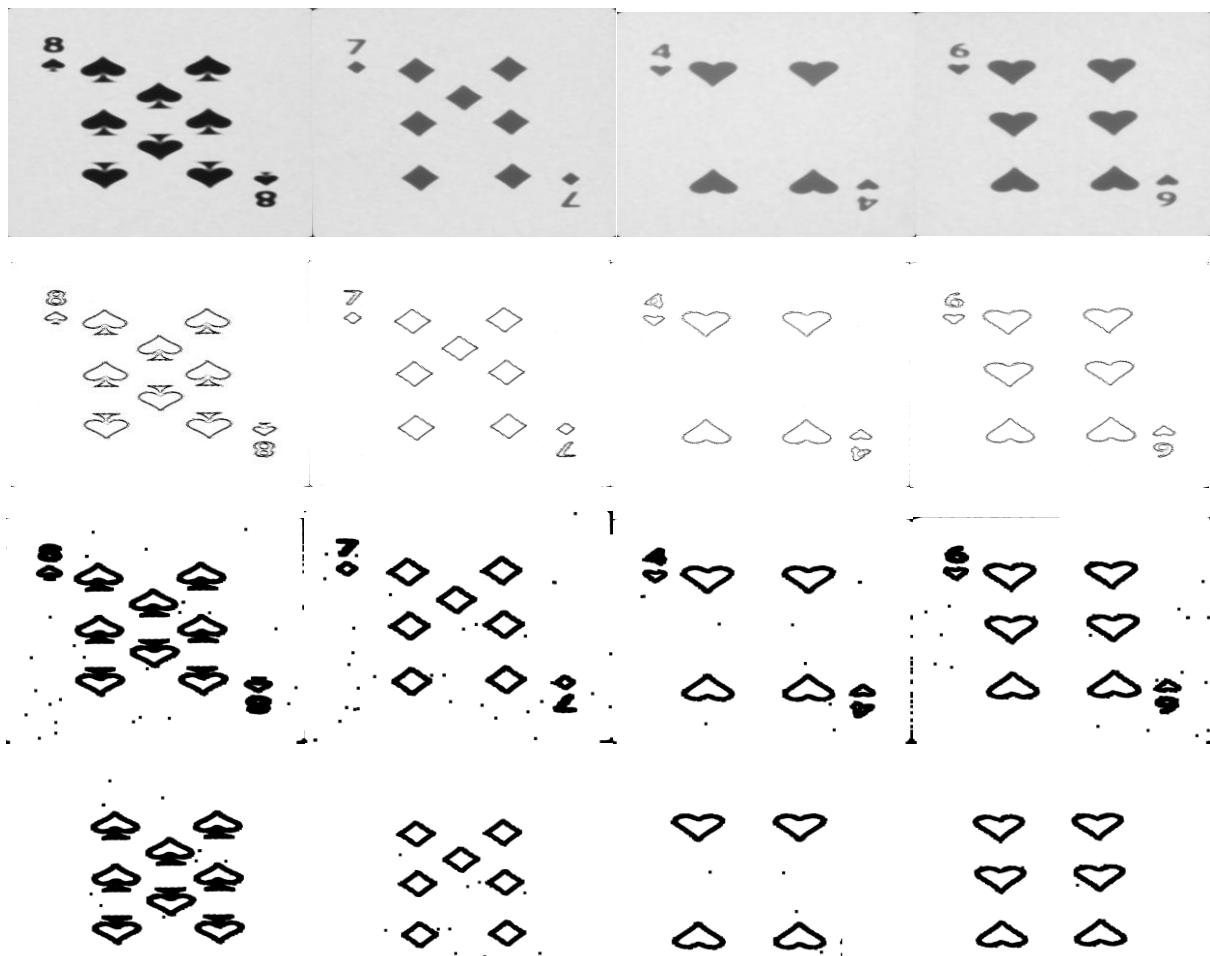
Ten etap obejmuje 3 fazy – binaryzację progowaniem adaptacyjnym, erozję oraz wycięcie z karty obszaru występowania symboli.

Dzięki progowaniu adaptacyjnemu uzyskano wierne odwzorowanie krawędzi elementów na karcie.

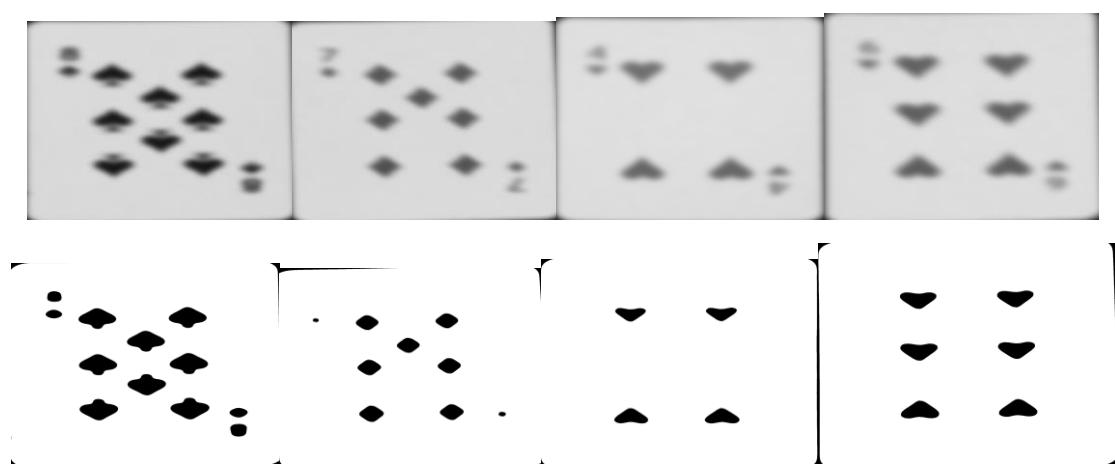
Erozja była konieczna z powodu otrzymania w poprzedniej fazie chmury punktów, zamiast ciągłego wyniku.

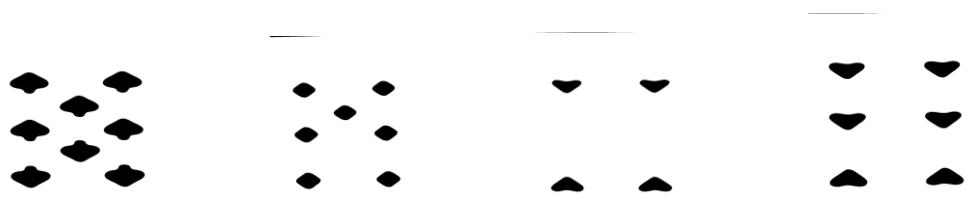
Z powodu metody rozpoznawania kart kluczowym jest wyodrębnienie jedynie obszaru zawierającego symbole.

a) Zestaw 1

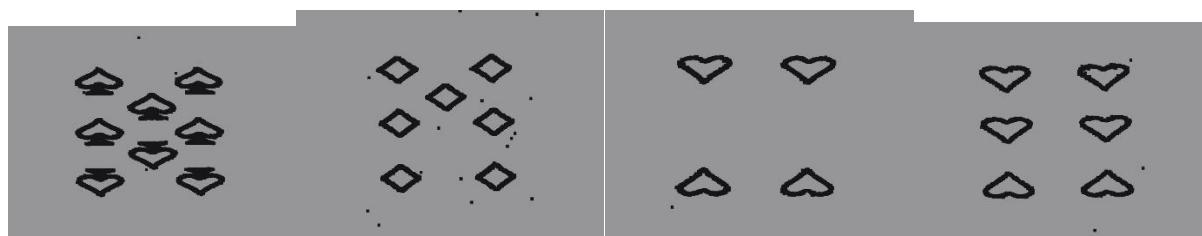


Rysunek 30. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 1 i wariantu zwykłego.

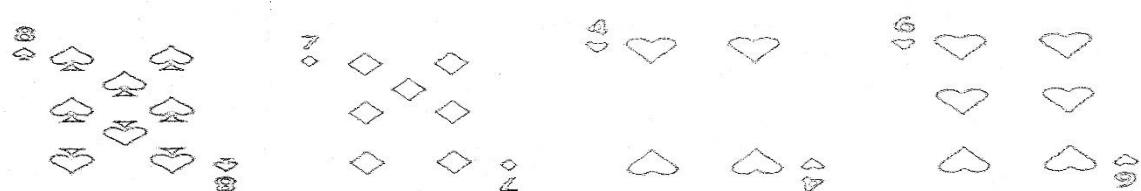
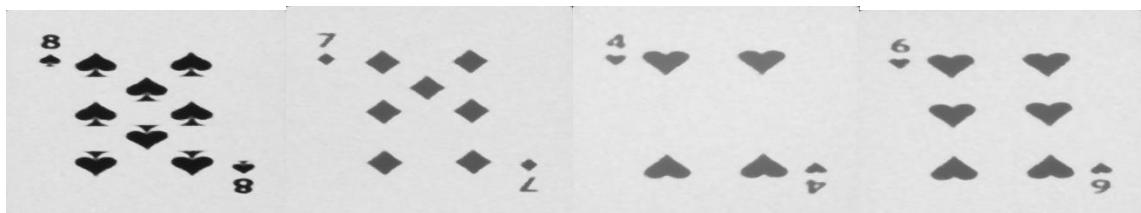


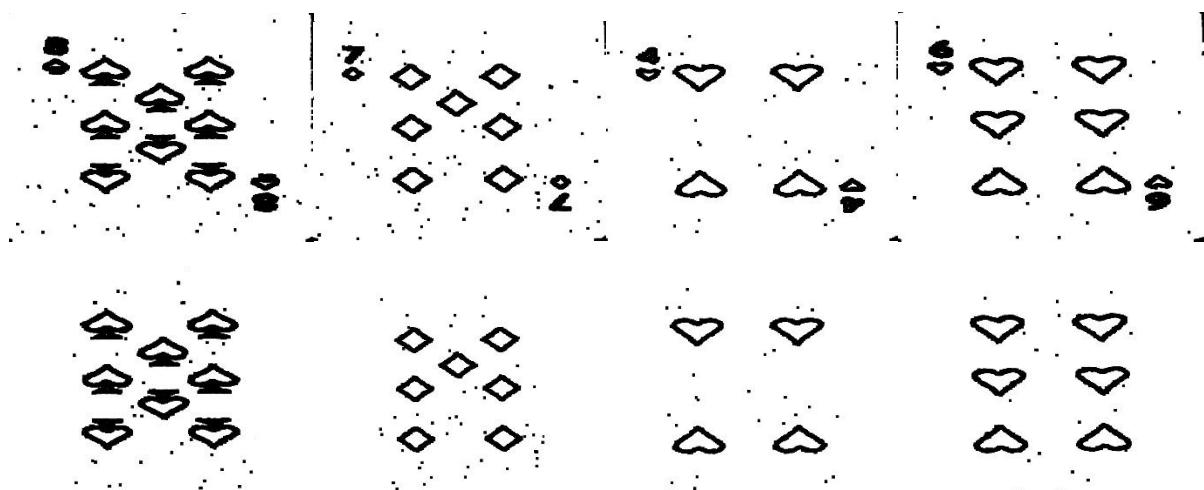


Rysunek 31. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 1 i wariantu blurred.



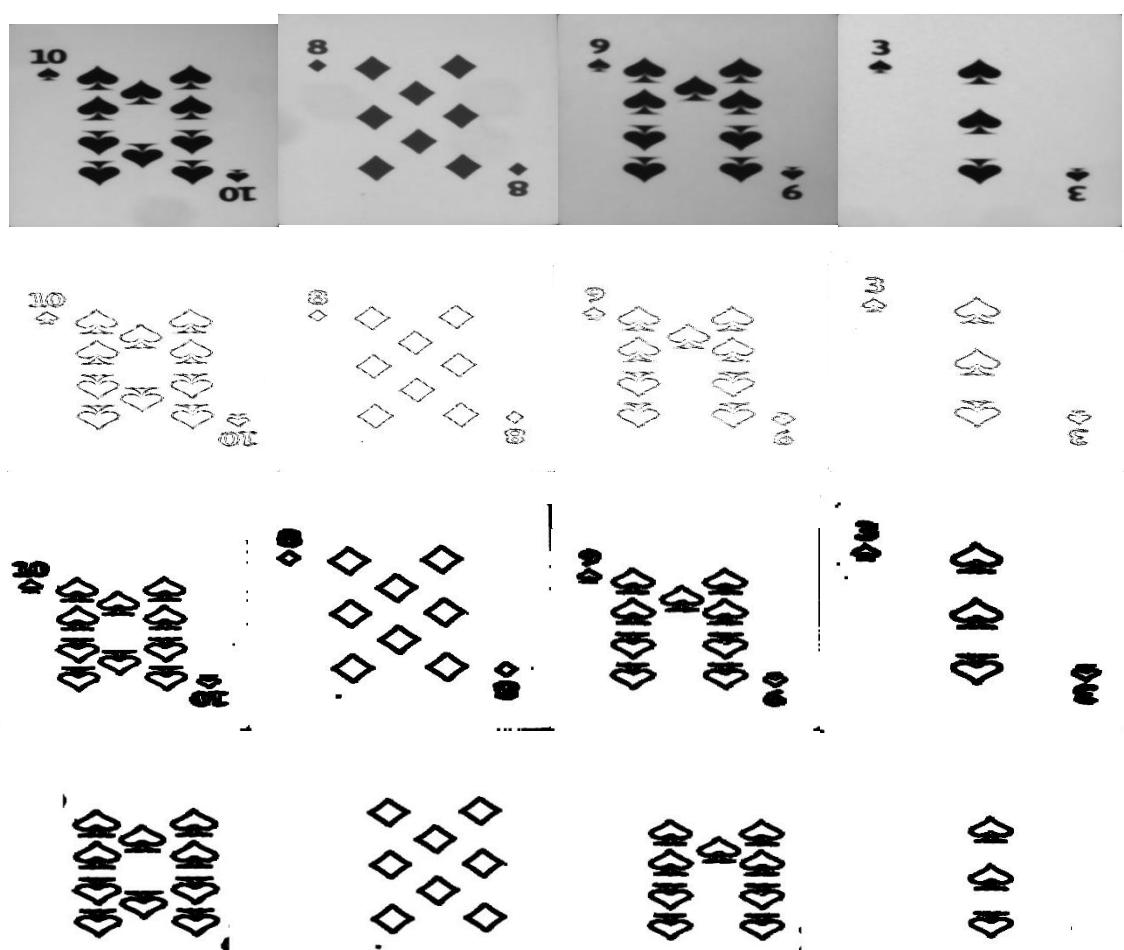
Rysunek 32. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 1 i wariantu gradient.



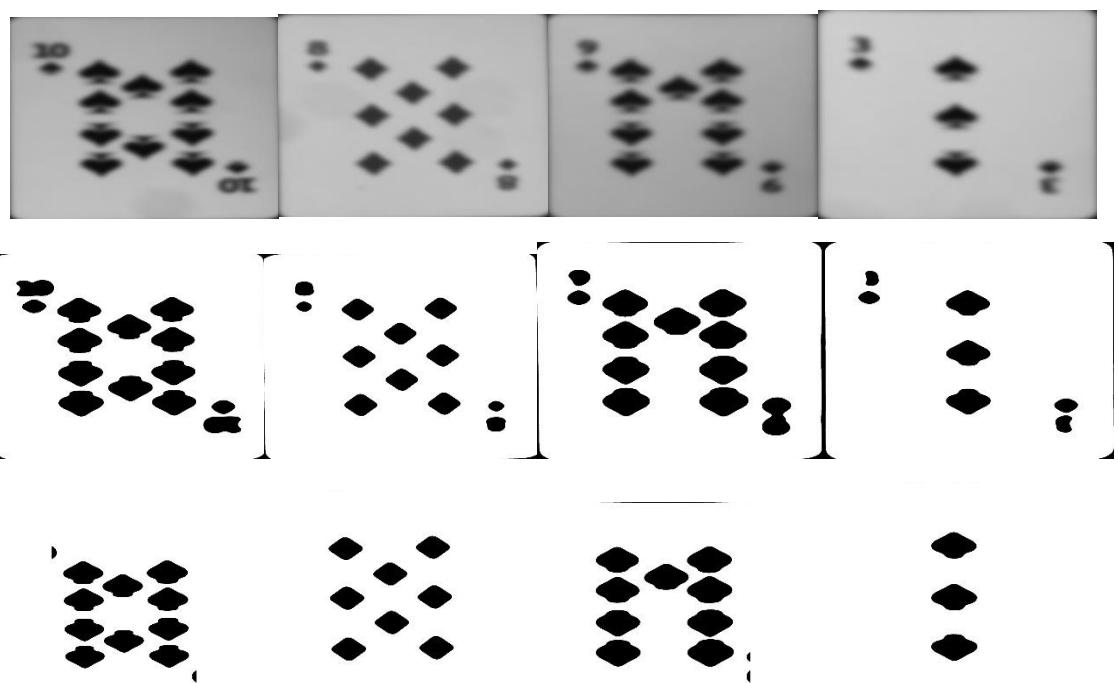


Rysunek 33. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 1 i wariantu noised.

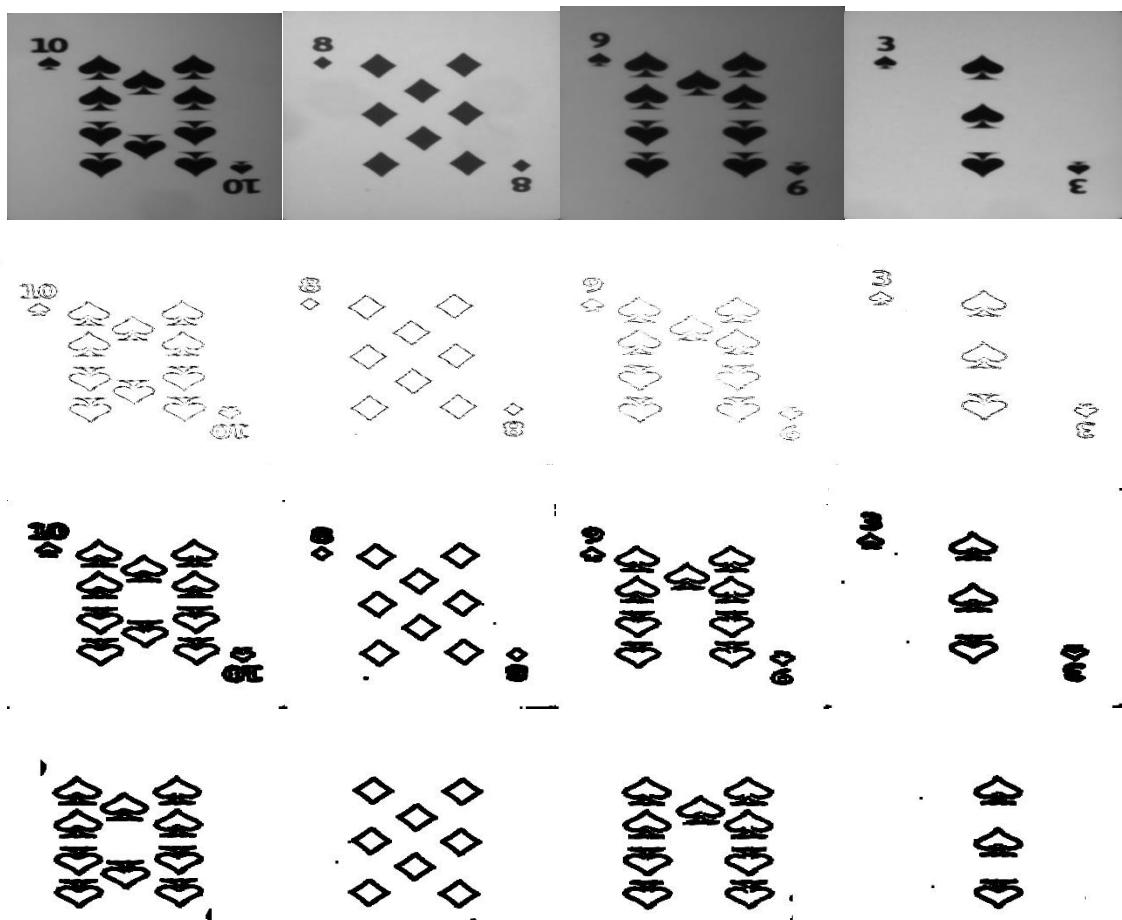
b) Zestaw 2



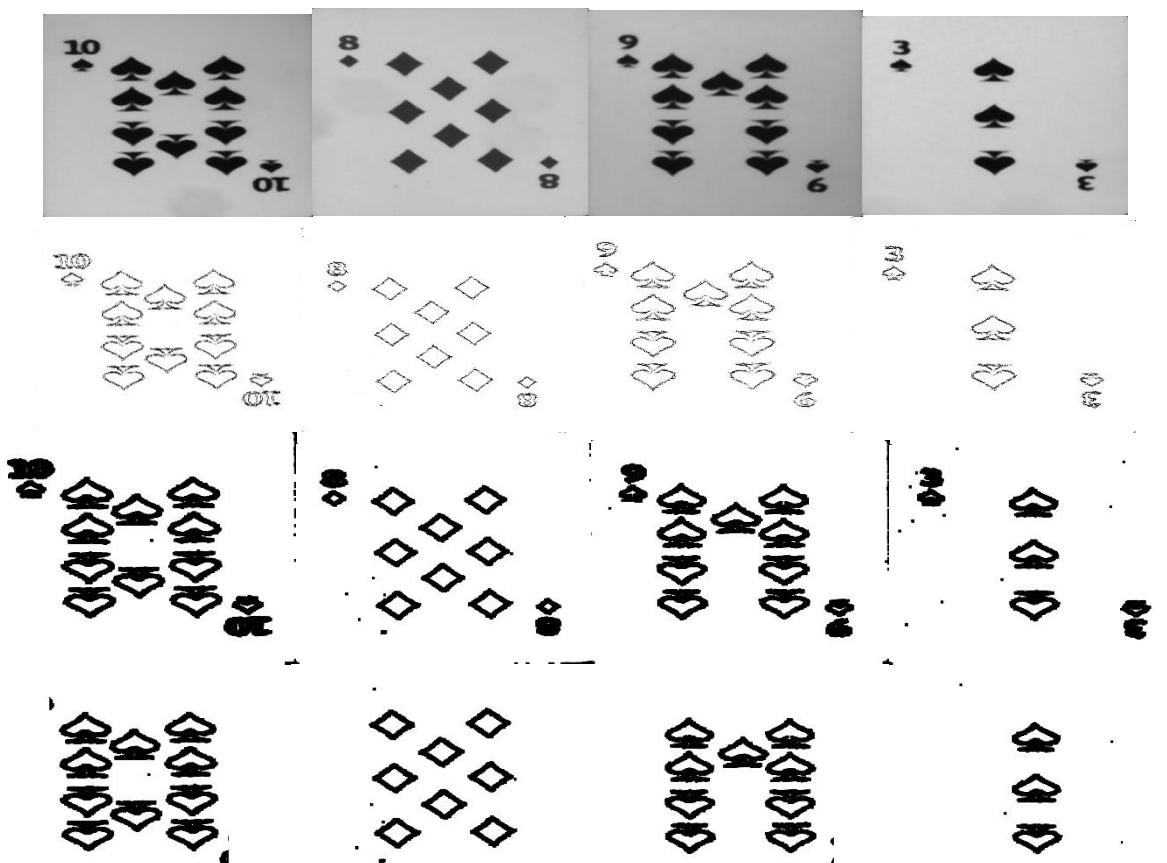
Rysunek 34. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 2 i wariantu zwykłego.



Rysunek 35. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 2 i wariantu blurred.

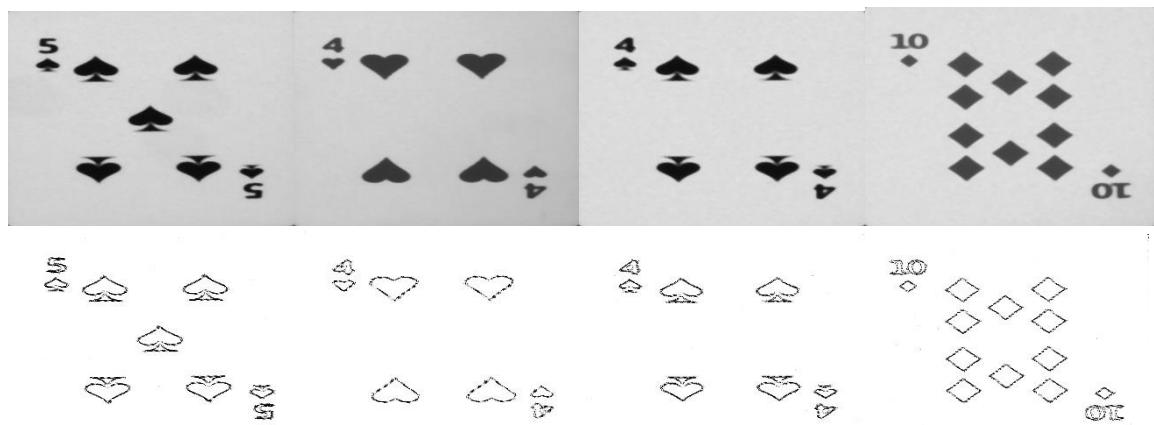


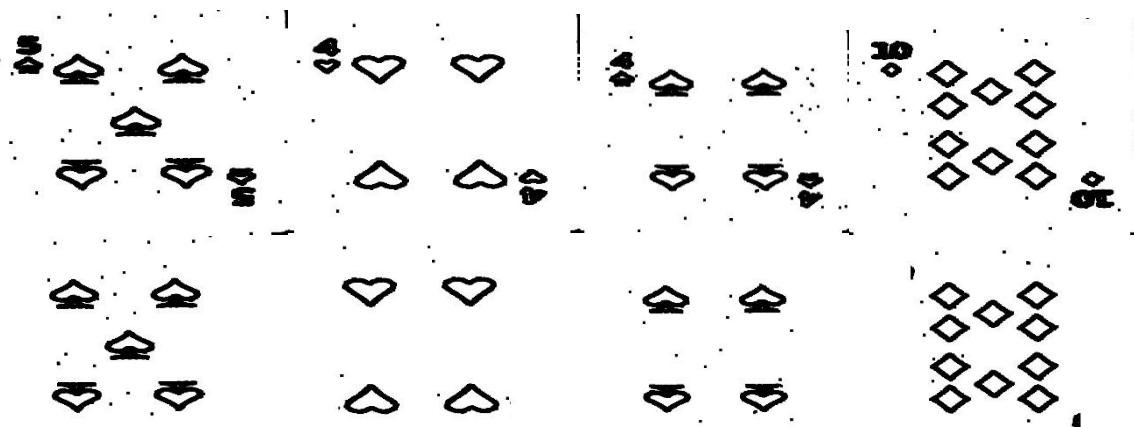
Rysunek 36. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 2 i wariantu gradient.



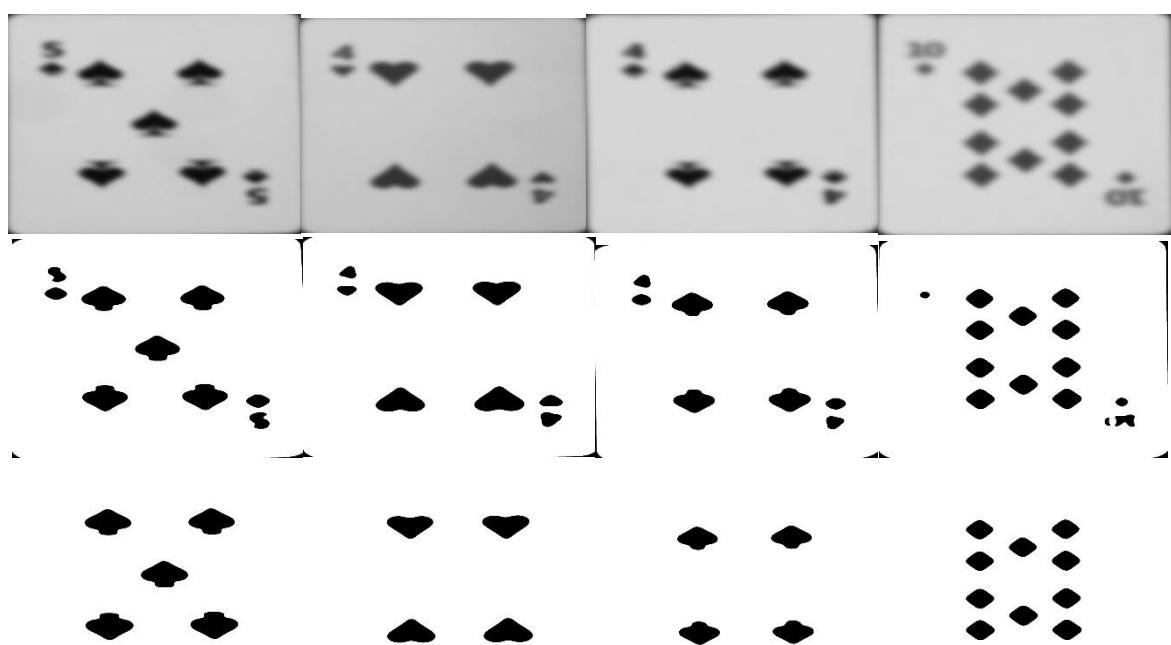
Rysunek 37. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 2 i wariantu noised..

c) Zestaw 3

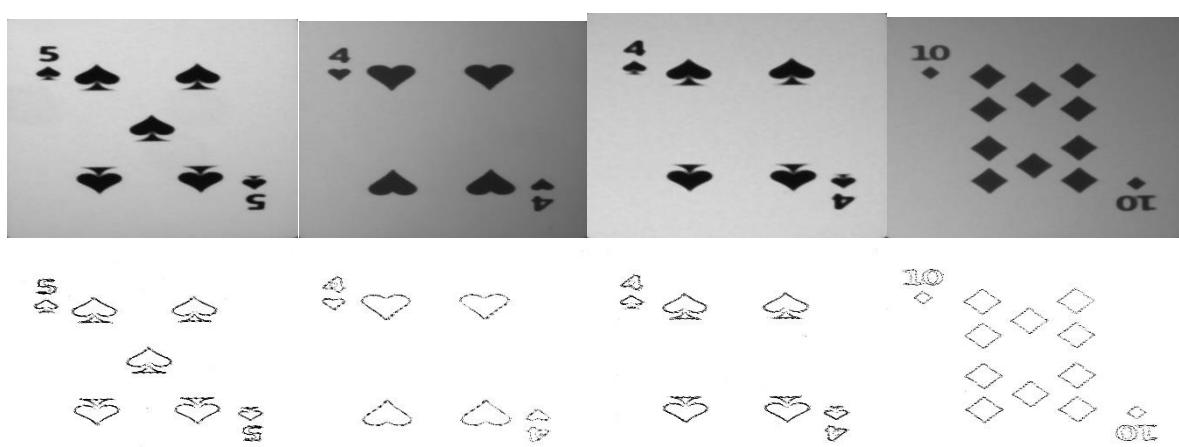




Rysunek 38. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 3 i wariantu zwykłego.

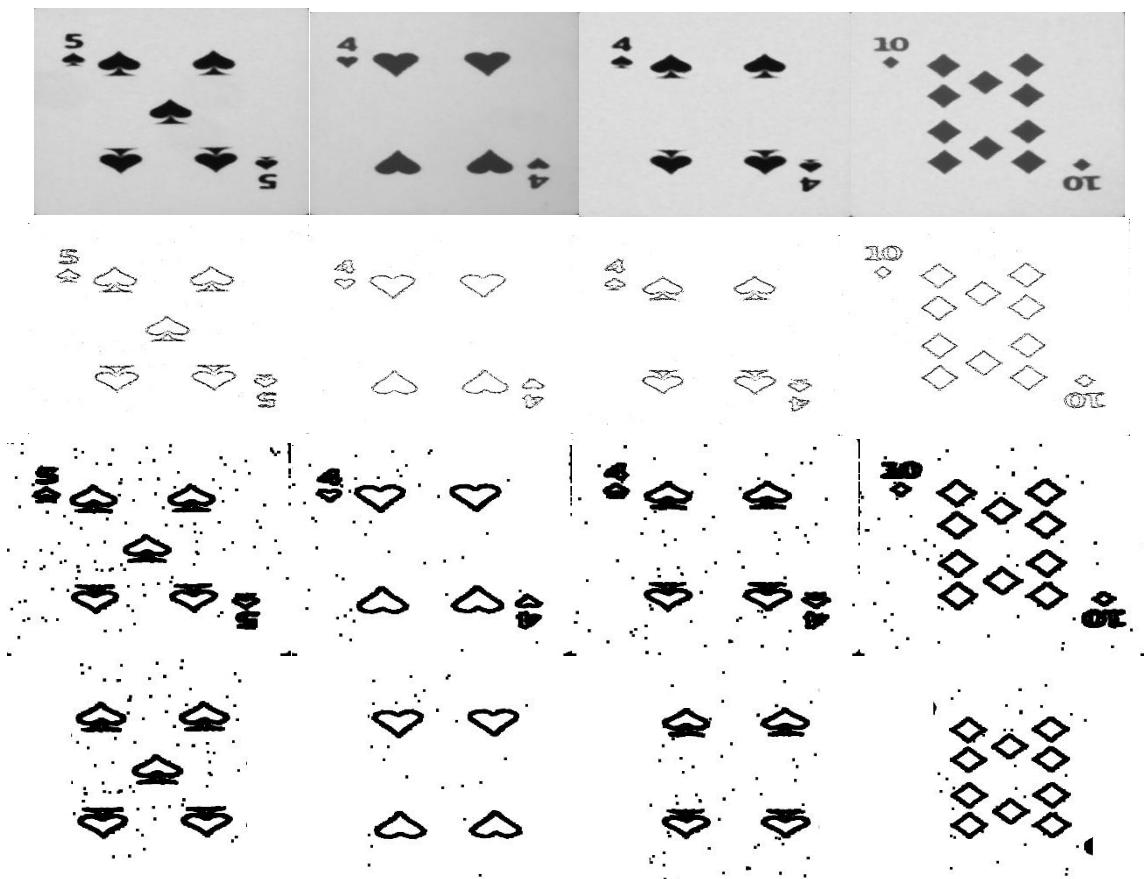


Rysunek 39. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 3 i wariantu blurred.



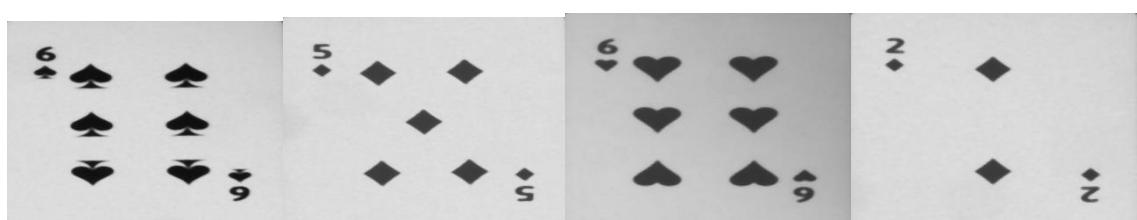


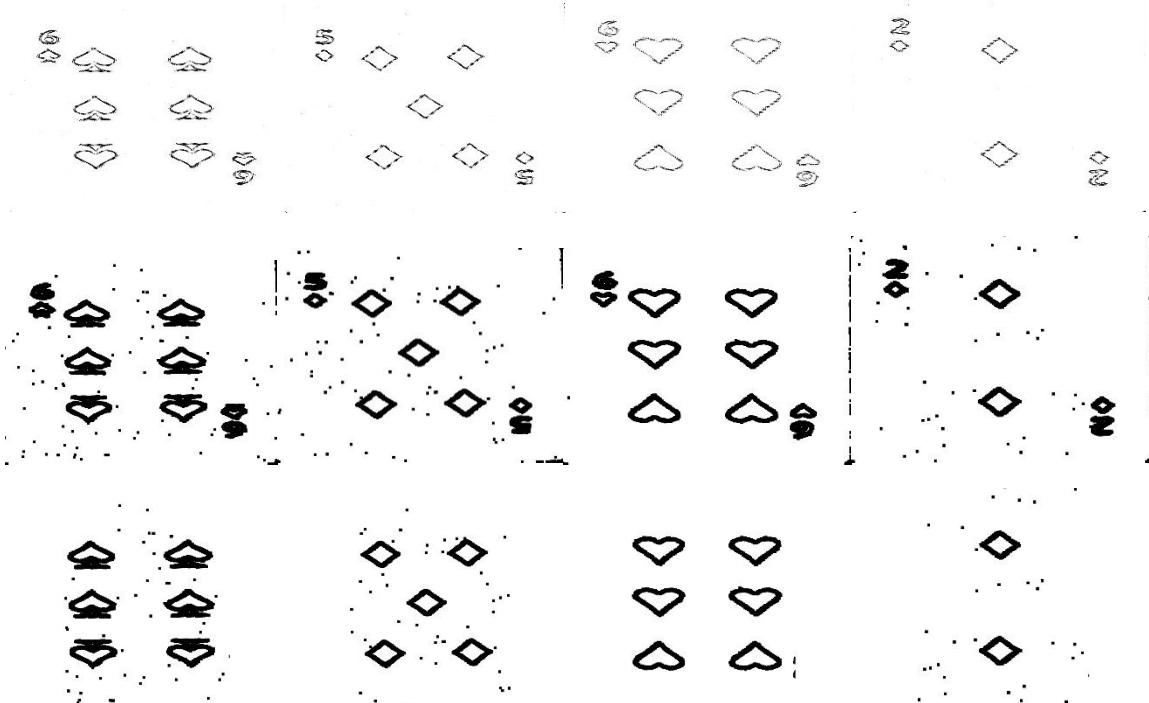
Rysunek 40. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 3 i wariantu gradient.



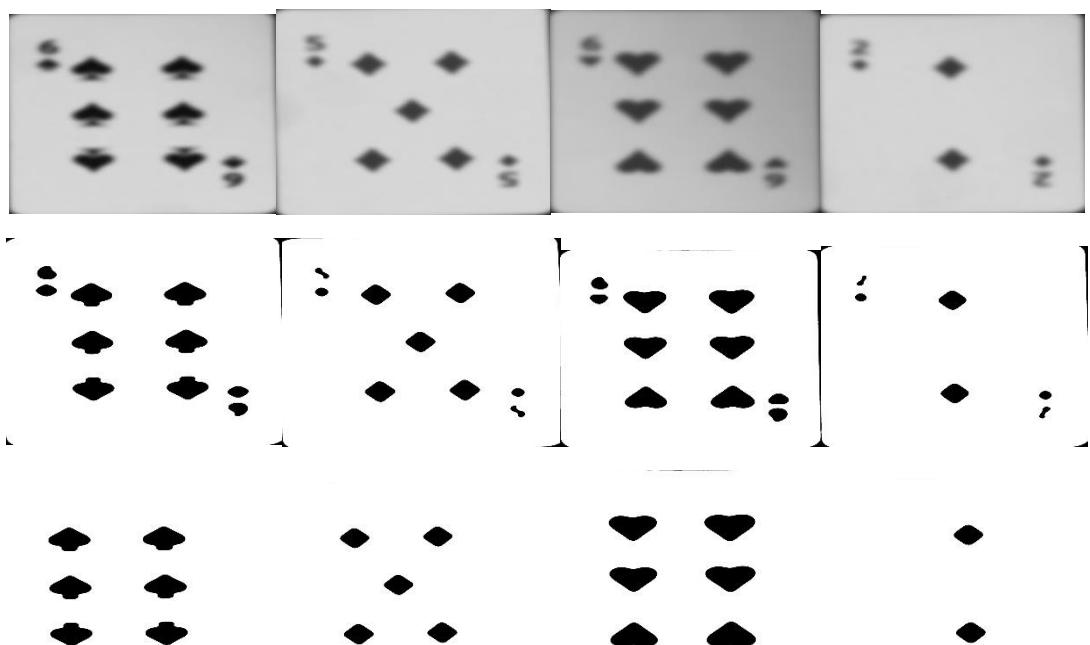
Rysunek 41. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 3 i wariantu noised.

d) Zestaw 4

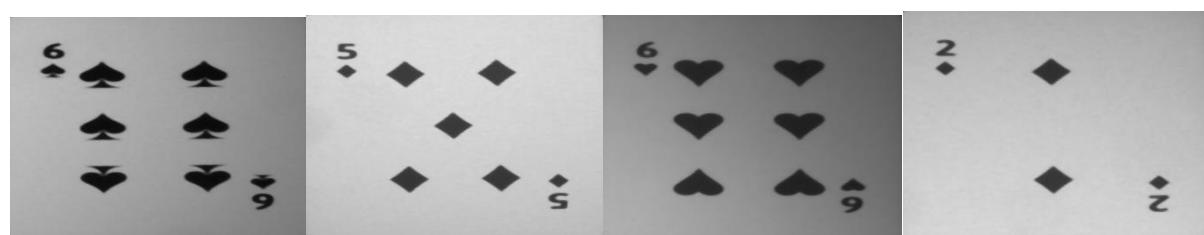


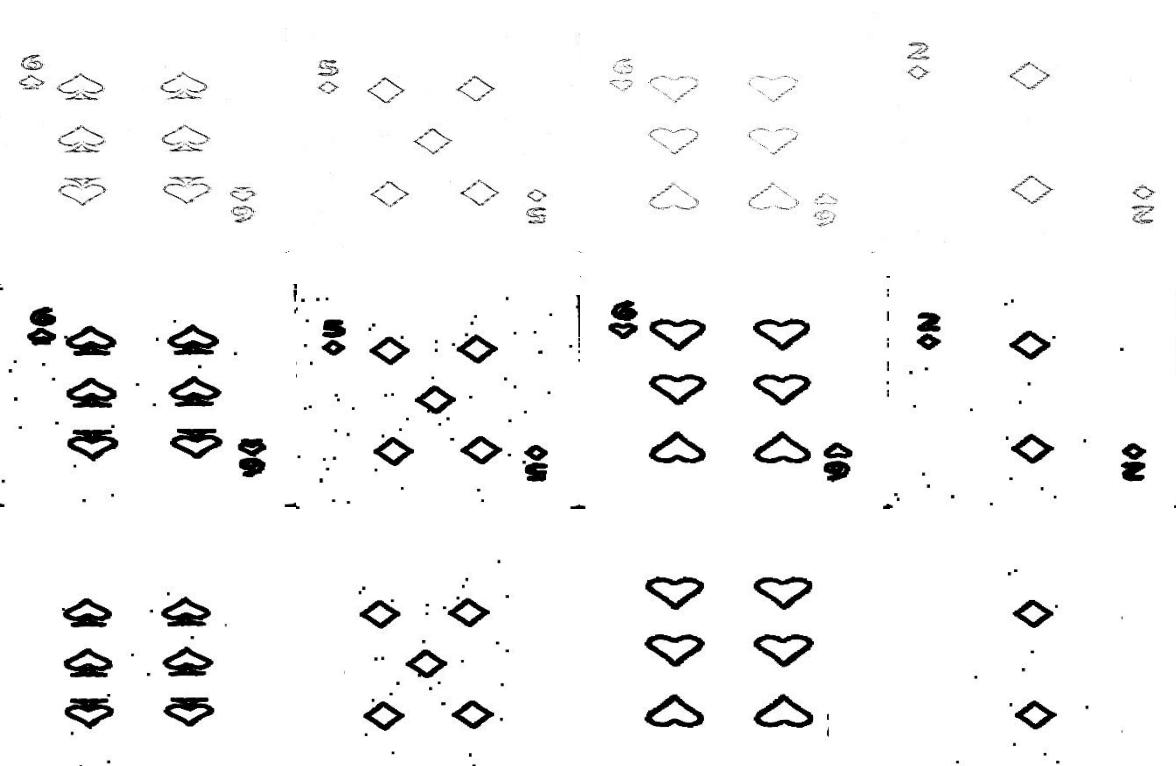


Rysunek 42. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 4 i wariantu zwykłego.

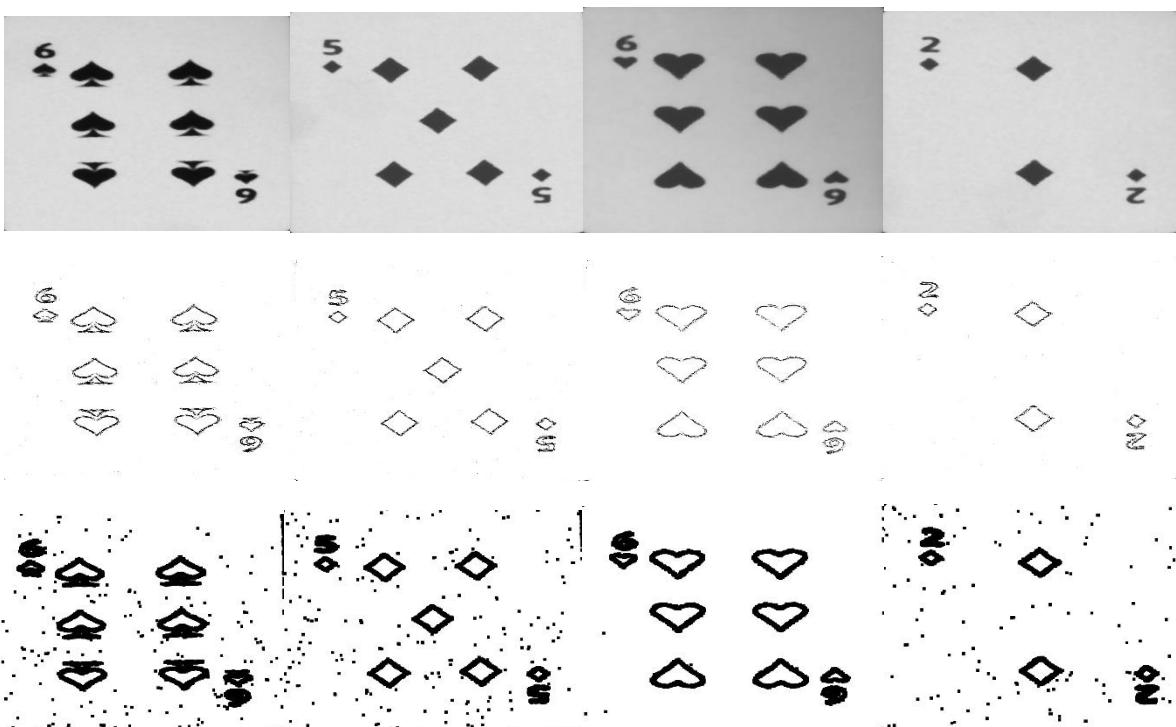


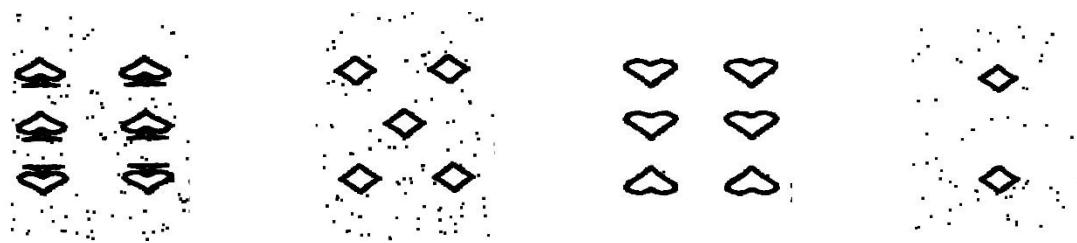
Rysunek 43. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 4 i wariantu blurred.





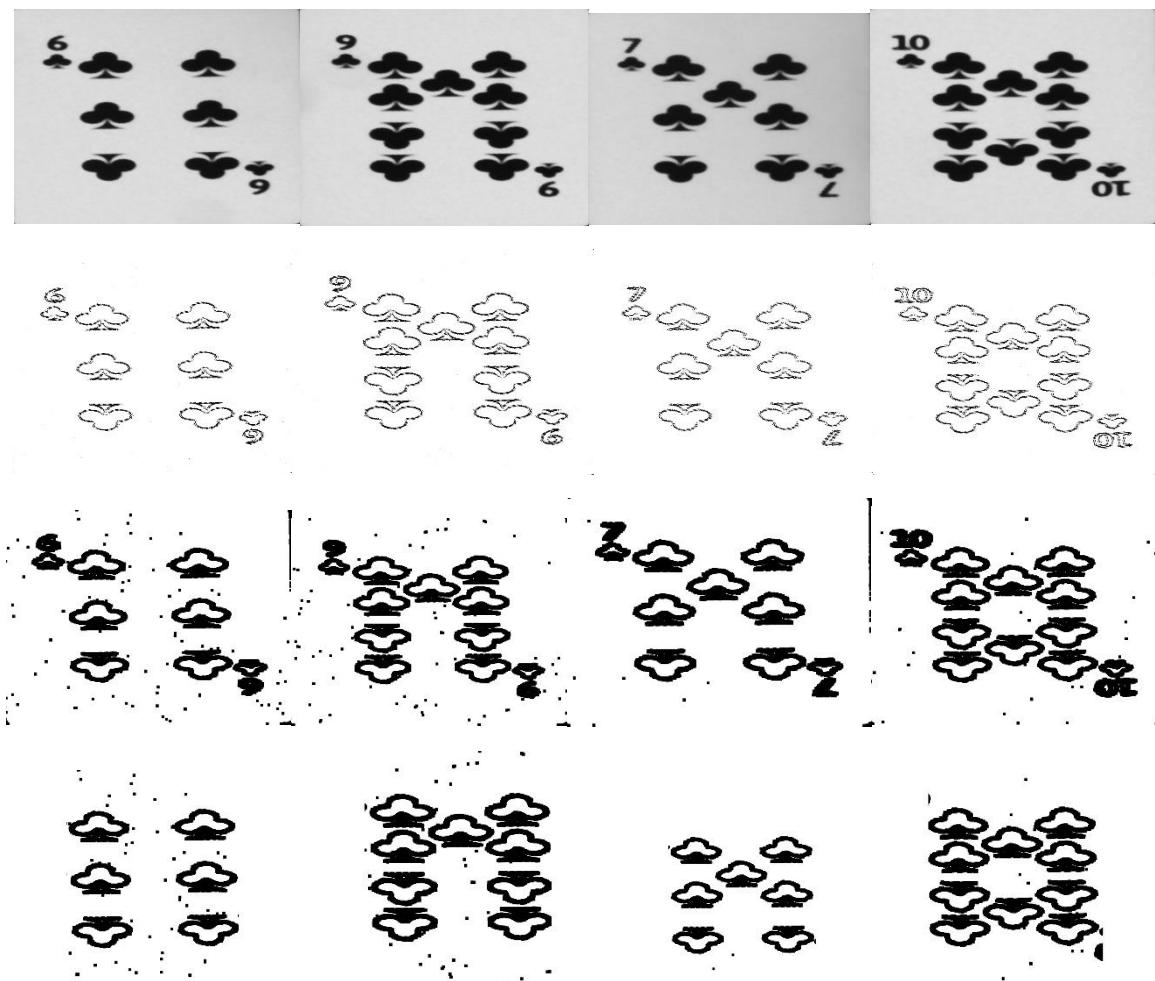
Rysunek 44. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 4 i wariantu gradient.



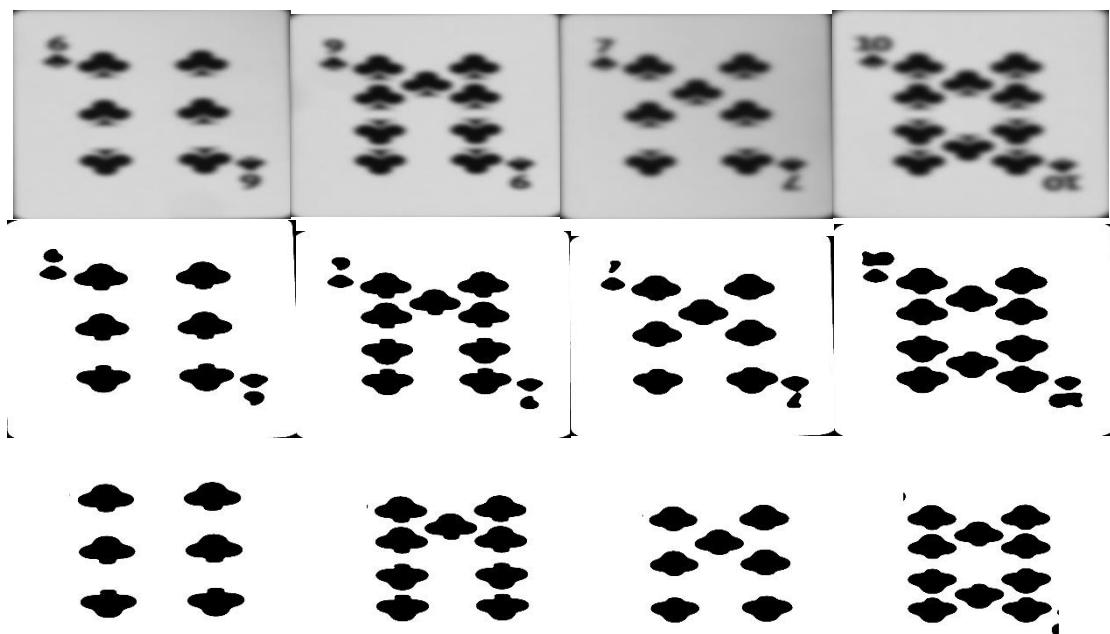


Rysunek 45. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 4 i wariantu noised.

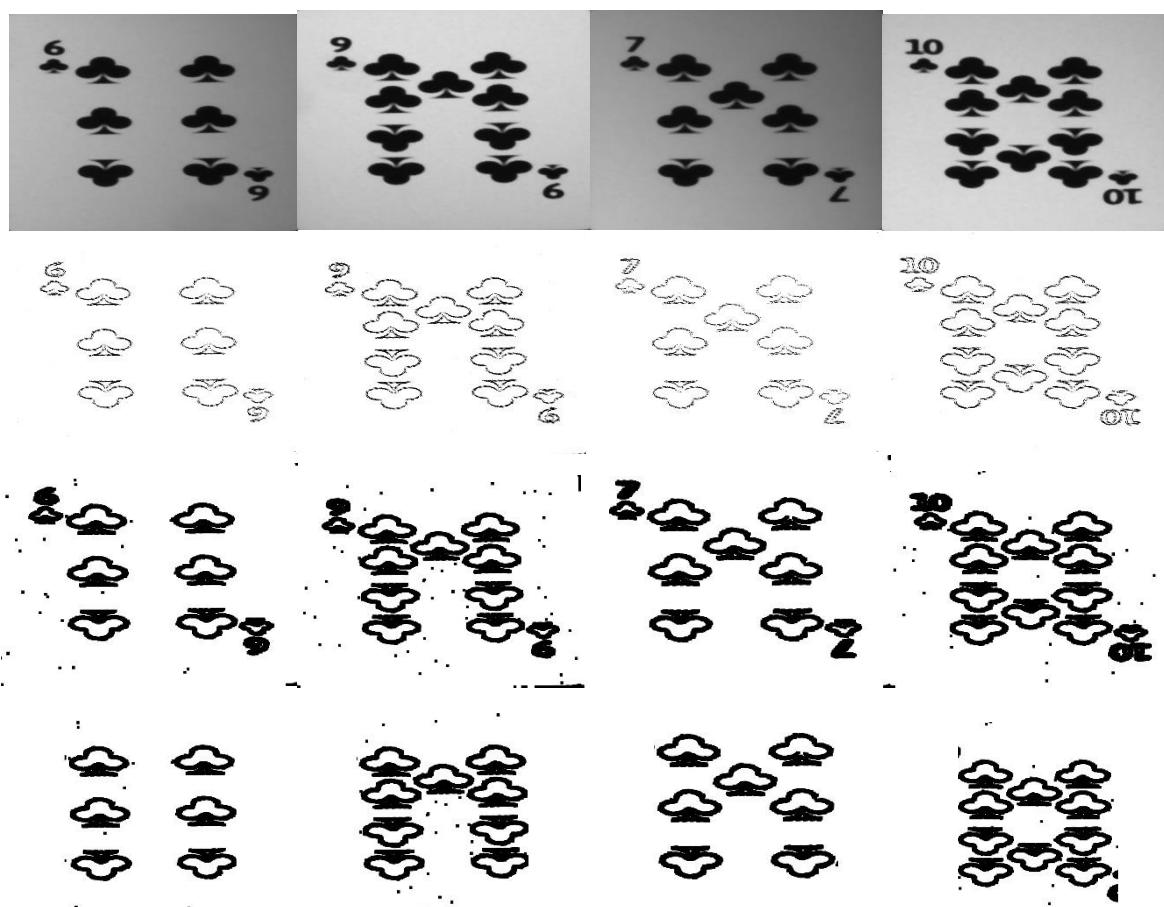
e) Zestaw 5



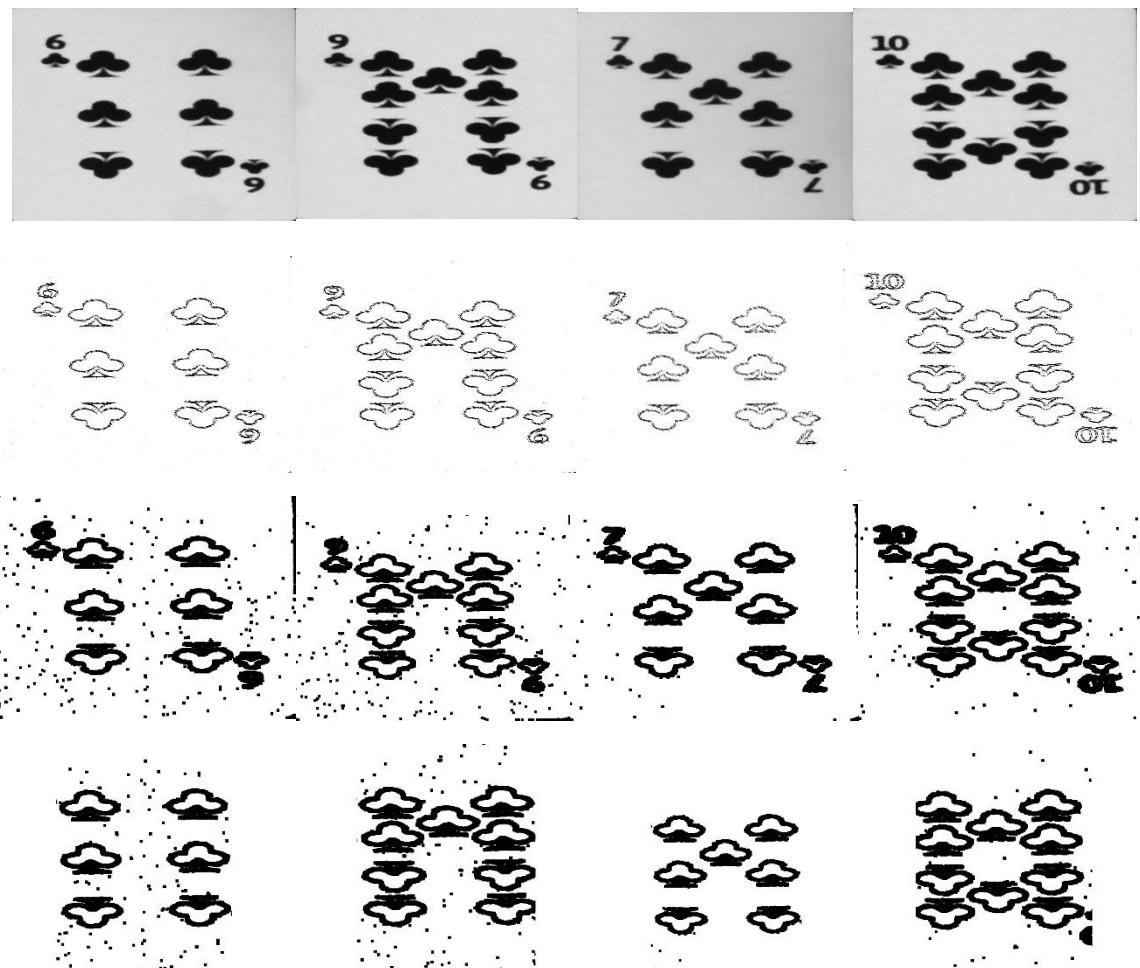
Rysunek 46. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 5 i wariantu zwykłego.



Rysunek 47. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 5 i wariantu blurred.



Rysunek 48. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 5 i wariantu gradient.



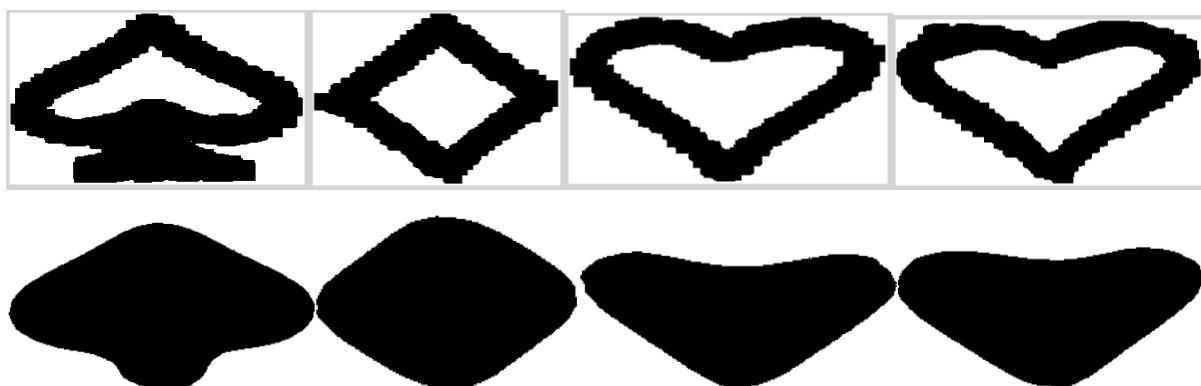
Rysunek 49. Efekt przetwarzania kart dla zestawu 5 i wariantu noised.

2.6. Segmentacja symboli

Kolejnym etapem było wyodrębnienie z każdej karty jednego symbolu. Algorytm został tak skonstruowany, aby wybierać ostatni element z wektoru odnalezionych symboli, co zapewniało właściwe ukierunkowanie symbolu.

Widoczna jest różnica pomiędzy kształtem symbolu dla obrazów blurred, a pozostałymi.

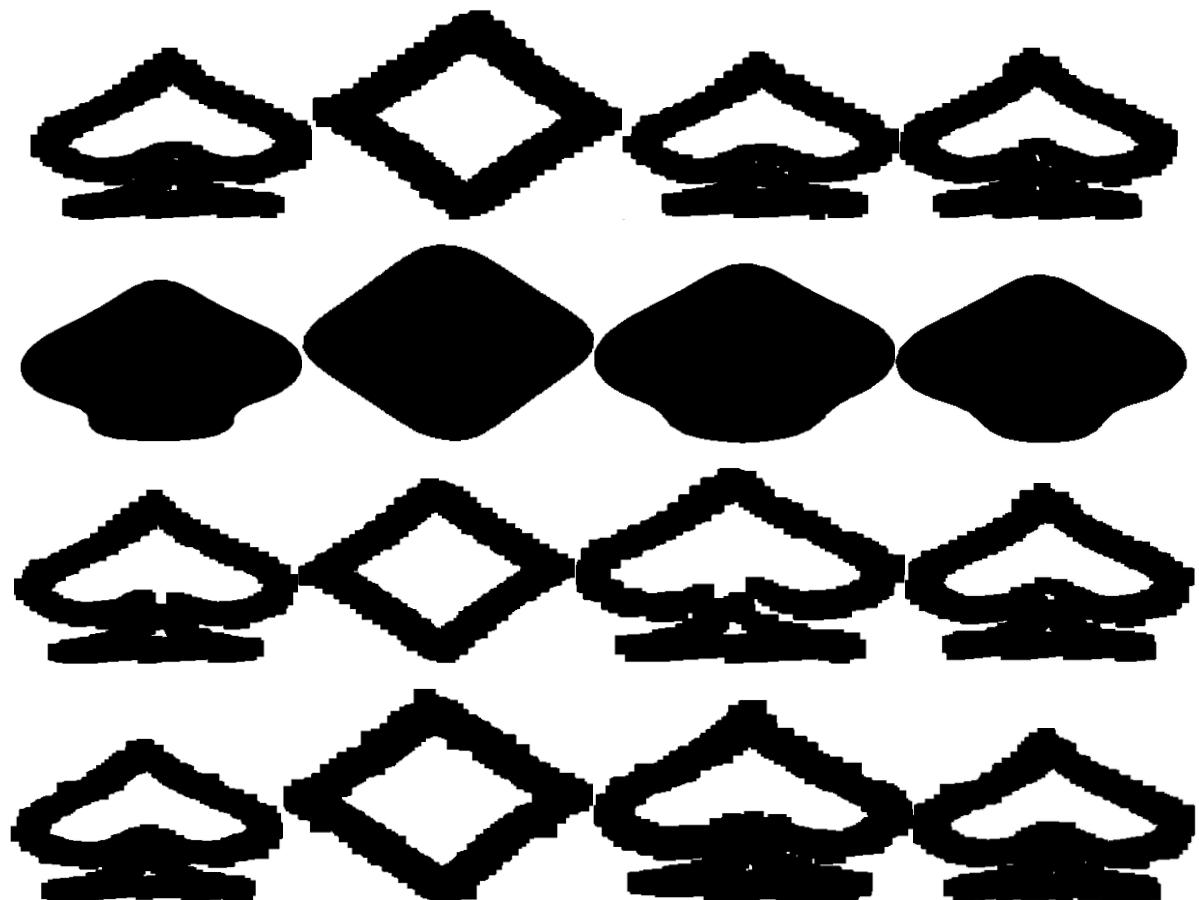
a) Zestaw 1





Rysunek 50. Efekt segmentacji kart dla zestawu 1 i wszystkich wariantów. Od góry obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

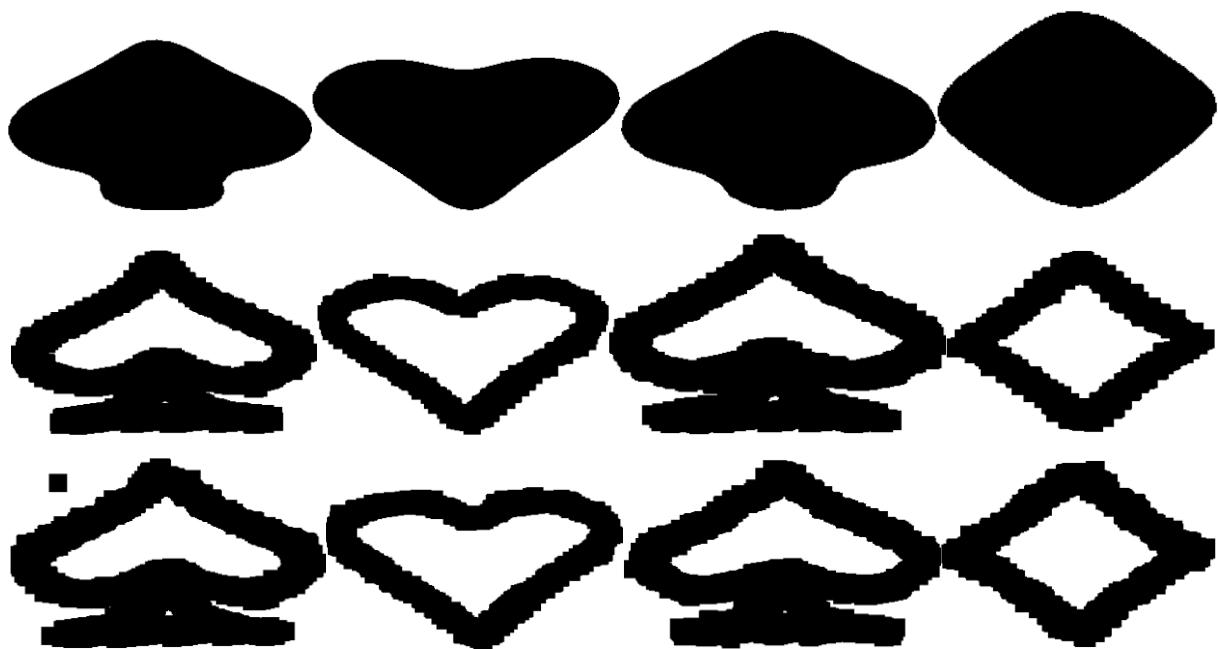
a) Zestaw 2



Rysunek 51. Efekt segmentacji kart dla zestawu 2 i wszystkich wariantów. Od góry obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

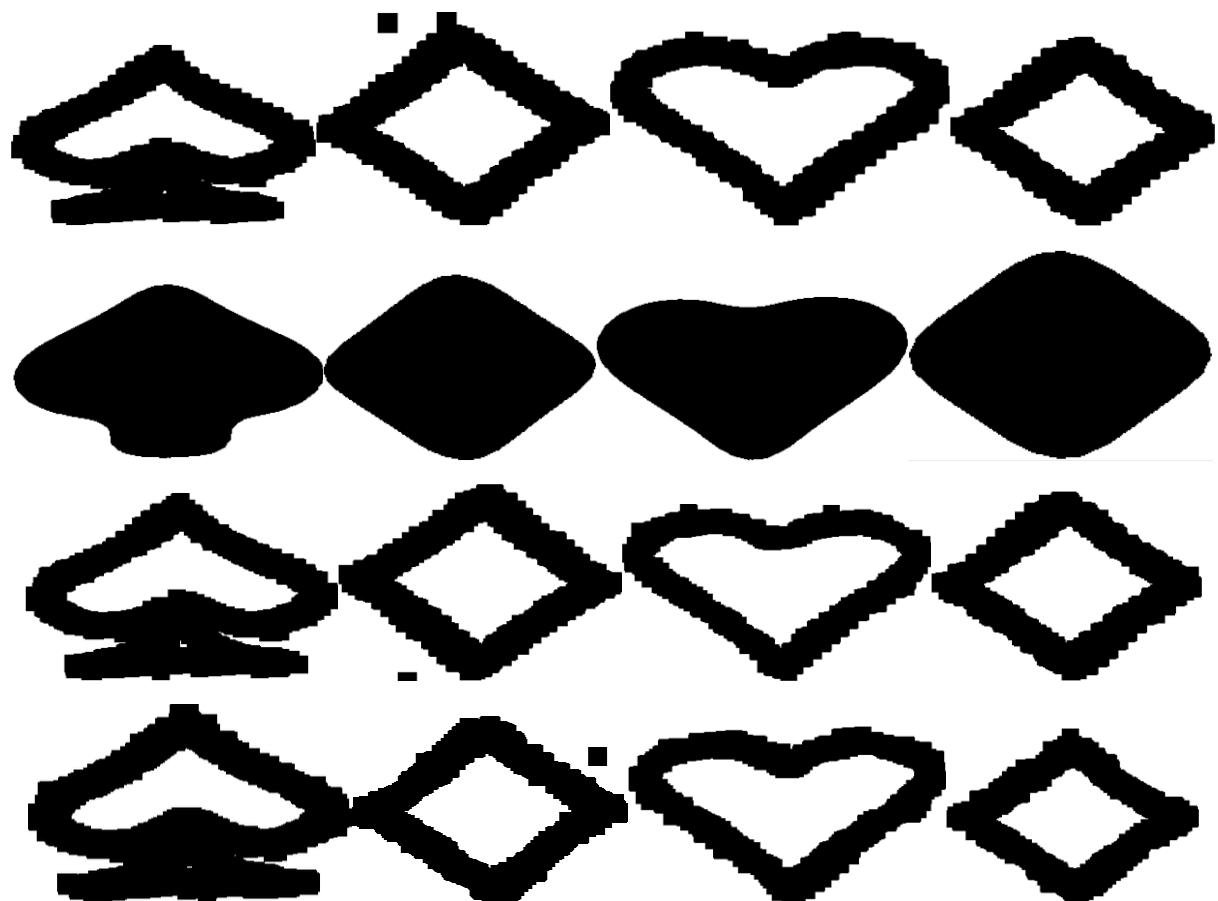
b) Zestaw 3





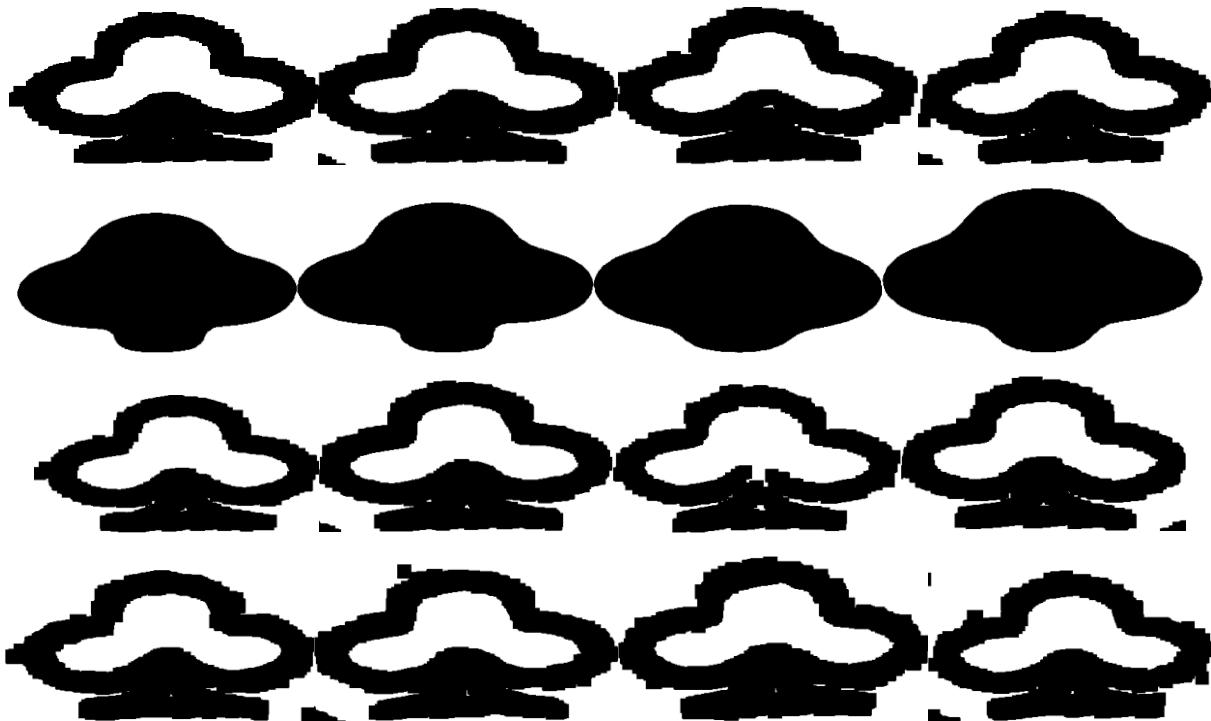
Rysunek 52. Efekt segmentacji kart dla zestawu 3 i wszystkich wariantów. Od góry obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

c) Zestaw 4



Rysunek 53. Efekt segmentacji kart dla zestawu 4 i wszystkich wariantów. Od góry obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

d) Zestaw 5



Rysunek 54. Efekt segmentacji kart dla zestawu 5 i wszystkich wariantów. Od góry obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

2.7. Obliczenie cech

Symbol podzielono na 16 równych części. W każdej części sprawdzano jaką część pola zajmuje symbol. Z powodu dosyć regularnego kształtu otrzymywanych z przetwarzania symboli można było określić pewne warunki określające konkretne symbole. Z powodu jednak różnych kształtów symboli pomiędzy obrazami blurred, a pozostałymi, zdecydowano się wykonać dwie ścieżki rozpoznawania w zależności od napotkanego przypadku.

I tak oto dla przypadku blurred określono następujące warunki:

- Karo – jest to najbardziej symetryczny z symboli, więc jeśli stosunek szerokości do wysokości symbolu jest mniejsza niż 1,5
- Serce – jeśli nie jest to Karo i jeśli dwa górne narożniki są średnio zajęte w 50 % przez symbol
- Trefl – jeśli nie jest to Karo i Serce oraz jeśli średnia arytmetyczna współczynników zajętości dwóch środkowych górnych pól jest większa od 70
- Pik – jeśli nie jest to Karo, Serce ani Trefl, to jest to pik.

A dla pozostałych przypadków:

- Serce – pola dwóch górnych narożników mają współczynnik większy niż 40 %
- Trefl – jeśli nie jest sercem i średnia arytmetyczna współczynników dwóch górnych środkowych pól jest większa niż 55 %, współczynnik w polu górnym narożnym jest mniejszy niż 10 oraz współczynnik w polu dolnym narożnym jest większy niż 10 %
- Karo – jeśli nie jest sercem ani treflem, średnia arytmetyczna współczynników pól górnych narożnych jest mniejsza od 6 % oraz średnia arytmetyczna współczynników pól dolnych narożnych jest mniejsza od 8 %
- Pik – jeśli nie jest sercem, treflem ani karo oraz średnia arytmetyczna współczynników dwóch pól górnych środkowych jest mniejsza od 55 % .

Poniżej zostało przedstawione zestawienie współczynników dla każdego pola w ka dzej karcie. Je si symbol ca kowicie zajmuje obszar pola to współczynnik wynosi 100 %, a je si w og『le go nie zajmuje to wynosi 0 %.

a) Zestaw 1

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 0.420278
Part number: 1, Value: 56.7901
Part number: 2, Value: 51.0901
Part number: 3, Value: 0.0262674
Part number: 4, Value: 57.6569
Part number: 5, Value: 30.7329
Part number: 6, Value: 33.9112
Part number: 7, Value: 56.8427
Part number: 8, Value: 71.4736
Part number: 9, Value: 75.9653
Part number: 10, Value: 74.8358
Part number: 11, Value: 73.3911
Part number: 12, Value: 12.7134
Part number: 13, Value: 93.1705
Part number: 14, Value: 88.7576
Part number: 15, Value: 21.8807
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 0
Part number: 1, Value: 49.7301
Part number: 2, Value: 64.0521
Part number: 3, Value: 1.74659
Part number: 4, Value: 47.6659
Part number: 5, Value: 42.5849
Part number: 6, Value: 23.436
Part number: 7, Value: 66.4338
Part number: 8, Value: 49.6983
Part number: 9, Value: 44.395
Part number: 10, Value: 24.3569
Part number: 11, Value: 59.765
Part number: 12, Value: 0
Part number: 13, Value: 40.7113
Part number: 14, Value: 64.1791
Part number: 15, Value: 0.825659
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 58.0344
Part number: 1, Value: 67.1499
Part number: 2, Value: 67.715
Part number: 3, Value: 62.5553
Part number: 4, Value: 61.3759
Part number: 5, Value: 3.71007
Part number: 6, Value: 2.99754
Part number: 7, Value: 58.3047
Part number: 8, Value: 22.6044
Part number: 9, Value: 43.2924
Part number: 10, Value: 44.7912
Part number: 11, Value: 20.9091
Part number: 12, Value: 0.540541
Part number: 13, Value: 46.9533
Part number: 14, Value: 42.7764
Part number: 15, Value: 0.540541
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 68.1921
Part number: 1, Value: 62.7357
Part number: 2, Value: 71.5866
Part number: 3, Value: 63.5152
Part number: 4, Value: 61.5791
Part number: 5, Value: 4.14886
Part number: 6, Value: 4.92834
Part number: 7, Value: 60.3973
Part number: 8, Value: 25.8738
Part number: 9, Value: 51.7224
Part number: 10, Value: 45.1848
Part number: 11, Value: 23.3593
Part number: 12, Value: 0.528036
Part number: 13, Value: 37.214
Part number: 14, Value: 47.7496
Part number: 15, Value: 0.528036
```

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 4.23529
Part number: 1, Value: 69.6863
Part number: 2, Value: 69.2157
Part number: 3, Value: 5.13725
Part number: 4, Value: 69.5686
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 74.7059
Part number: 8, Value: 83.6471
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 82.1569
Part number: 12, Value: 3.72549
Part number: 13, Value: 61.0196
Part number: 14, Value: 62.549
Part number: 15, Value: 2.07843
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 7.47581
Part number: 1, Value: 75.3738
Part number: 2, Value: 76.2533
Part number: 3, Value: 13.1926
Part number: 4, Value: 70.9763
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 84.8725
Part number: 8, Value: 83.3773
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 81.2665
Part number: 12, Value: 14.1601
Part number: 13, Value: 82.8496
Part number: 14, Value: 87.3351
Part number: 15, Value: 13.3685
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 72.1529
Part number: 1, Value: 63.8066
Part number: 2, Value: 66.3027
Part number: 3, Value: 80.1092
Part number: 4, Value: 84.8674
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 82.6833
Part number: 8, Value: 33.1513
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 99.766
Part number: 11, Value: 29.7192
Part number: 12, Value: 3.12012
Part number: 13, Value: 66.6927
Part number: 14, Value: 63.2605
Part number: 15, Value: 3.12012
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 70.1567
Part number: 1, Value: 72.5392
Part number: 2, Value: 71.4734
Part number: 3, Value: 84.1379
Part number: 4, Value: 90.5956
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 87.8997
Part number: 8, Value: 38.1191
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 32.9154
Part number: 12, Value: 1.81818
Part number: 13, Value: 60.5643
Part number: 14, Value: 66.7712
Part number: 15, Value: 1.81818
```

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 1.51976
Part number: 1, Value: 46.7072
Part number: 2, Value: 40.8815
Part number: 3, Value: 1.51976
Part number: 4, Value: 49.3414
Part number: 5, Value: 40.9068
Part number: 6, Value: 42.1479
Part number: 7, Value: 49.4681
Part number: 8, Value: 72.9483
Part number: 9, Value: 64.9189
Part number: 10, Value: 64.8683
Part number: 11, Value: 73.9108
Part number: 12, Value: 20.8713
Part number: 13, Value: 93.1864
Part number: 14, Value: 91.5907
Part number: 15, Value: 20.9473
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 1.59642
Part number: 1, Value: 49.6807
Part number: 2, Value: 64.4636
Part number: 3, Value: 2.65006
Part number: 4, Value: 45.2746
Part number: 5, Value: 46.9029
Part number: 6, Value: 28.0013
Part number: 7, Value: 66.092
Part number: 8, Value: 56.6092
Part number: 9, Value: 41.06
Part number: 10, Value: 22.0626
Part number: 11, Value: 64.304
Part number: 12, Value: 1.59642
Part number: 13, Value: 46.6794
Part number: 14, Value: 68.3908
Part number: 15, Value: 3.22478
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 68.1338
Part number: 1, Value: 66.2291
Part number: 2, Value: 70.3218
Part number: 3, Value: 63.269
Part number: 4, Value: 59.6911
Part number: 5, Value: 5.35393
Part number: 6, Value: 3.91248
Part number: 7, Value: 58.3012
Part number: 8, Value: 20.1802
Part number: 9, Value: 48.1338
Part number: 10, Value: 44.3243
Part number: 11, Value: 23.6808
Part number: 12, Value: 0.540541
Part number: 13, Value: 47.9537
Part number: 14, Value: 47.0528
Part number: 15, Value: 0.540541
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 59.0942
Part number: 1, Value: 60.7344
Part number: 2, Value: 75.202
Part number: 3, Value: 63.1579
Part number: 4, Value: 74.3941
Part number: 5, Value: 10.2326
Part number: 6, Value: 9.27785
Part number: 7, Value: 63.3537
Part number: 8, Value: 27.246
Part number: 9, Value: 48.4455
Part number: 10, Value: 39.1432
Part number: 11, Value: 28.0294
Part number: 12, Value: 1.05263
Part number: 13, Value: 35.4957
Part number: 14, Value: 51.1138
Part number: 15, Value: 1.05263
```

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 1.0101
Part number: 1, Value: 39.7635
Part number: 2, Value: 41.7837
Part number: 3, Value: 1.0101
Part number: 4, Value: 46.4154
Part number: 5, Value: 48.7312
Part number: 6, Value: 41.02
Part number: 7, Value: 48.5588
Part number: 8, Value: 68.7608
Part number: 9, Value: 62.7002
Part number: 10, Value: 65.9029
Part number: 11, Value: 79.5516
Part number: 12, Value: 14.0182
Part number: 13, Value: 89.7265
Part number: 14, Value: 91.2294
Part number: 15, Value: 30.5494
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 1.59642
Part number: 1, Value: 53.5441
Part number: 2, Value: 50.2874
Part number: 3, Value: 1.59642
Part number: 4, Value: 44.9234
Part number: 5, Value: 50.0319
Part number: 6, Value: 46.1367
Part number: 7, Value: 51.9796
Part number: 8, Value: 68.4866
Part number: 9, Value: 27.0754
Part number: 10, Value: 21.2324
Part number: 11, Value: 71.8072
Part number: 12, Value: 9.22733
Part number: 13, Value: 65.9323
Part number: 14, Value: 67.7522
Part number: 15, Value: 5.97063
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 55.9407
Part number: 1, Value: 65.8857
Part number: 2, Value: 66.579
Part number: 3, Value: 59.9092
Part number: 4, Value: 63.8298
Part number: 5, Value: 5.23548
Part number: 6, Value: 4.01626
Part number: 7, Value: 57.8532
Part number: 8, Value: 14.6306
Part number: 9, Value: 50.7291
Part number: 10, Value: 45.924
Part number: 11, Value: 16.9257
Part number: 12, Value: 0
Part number: 13, Value: 37.1265
Part number: 14, Value: 43.7724
Part number: 15, Value: 0
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 63.1204
Part number: 1, Value: 69.6069
Part number: 2, Value: 72.457
Part number: 3, Value: 63.5627
Part number: 4, Value: 65.2088
Part number: 5, Value: 4.49631
Part number: 6, Value: 4.81572
Part number: 7, Value: 58.6241
Part number: 8, Value: 22.9975
Part number: 9, Value: 49.3612
Part number: 10, Value: 41.769
Part number: 11, Value: 28.0835
Part number: 12, Value: 0.540541
Part number: 13, Value: 32.4816
Part number: 14, Value: 54.1769
Part number: 15, Value: 0.540541
```

Rysunek 55. Zestawienie wyników obliczania cech dla zestawu 1 i wszystkich wariantów. Kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

b) Zestaw 2

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 0
Part number: 1, Value: 48.4526
Part number: 2, Value: 44.8146
Part number: 3, Value: 0
Part number: 4, Value: 47.3187
Part number: 5, Value: 39.948
Part number: 6, Value: 35.0106
Part number: 7, Value: 55.3508
Part number: 8, Value: 69.5252
Part number: 9, Value: 61.7293
Part number: 10, Value: 64.6586
Part number: 11, Value: 71.7694
Part number: 12, Value: 33.4751
Part number: 13, Value: 90.3378
Part number: 14, Value: 86.9832
Part number: 15, Value: 40.4441
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 0.0880282
Part number: 1, Value: 55.9859
Part number: 2, Value: 56.7488
Part number: 3, Value: 0.586854
Part number: 4, Value: 51.1737
Part number: 5, Value: 32.9519
Part number: 6, Value: 29.6948
Part number: 7, Value: 61.1209
Part number: 8, Value: 56.4847
Part number: 9, Value: 37.8228
Part number: 10, Value: 32.6878
Part number: 11, Value: 48.973
Part number: 12, Value: 0.176056
Part number: 13, Value: 49.6479
Part number: 14, Value: 58.8322
Part number: 15, Value: 0
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 0.487805
Part number: 1, Value: 47.921
Part number: 2, Value: 45.6214
Part number: 3, Value: 0.58072
Part number: 4, Value: 47.8746
Part number: 5, Value: 37.863
Part number: 6, Value: 37.4913
Part number: 7, Value: 53.4262
Part number: 8, Value: 66.9222
Part number: 9, Value: 62.5552
Part number: 10, Value: 64.9942
Part number: 11, Value: 68.8037
Part number: 12, Value: 28.5714
Part number: 13, Value: 88.8734
Part number: 14, Value: 92.079
Part number: 15, Value: 38.3972
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 0
Part number: 1, Value: 50.1435
Part number: 2, Value: 39.9091
Part number: 3, Value: 0
Part number: 4, Value: 52.726
Part number: 5, Value: 39.144
Part number: 6, Value: 42.9938
Part number: 7, Value: 50.9565
Part number: 8, Value: 71.6643
Part number: 9, Value: 65.1363
Part number: 10, Value: 65.5906
Part number: 11, Value: 75.825
Part number: 12, Value: 35.5571
Part number: 13, Value: 88.3309
Part number: 14, Value: 92.6112
Part number: 15, Value: 37.3027
```

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 1.79348
Part number: 1, Value: 66.8207
Part number: 2, Value: 65.3804
Part number: 3, Value: 2.6087
Part number: 4, Value: 67.4728
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 72.8261
Part number: 8, Value: 86.087
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 82.3913
Part number: 12, Value: 8.20652
Part number: 13, Value: 91.4946
Part number: 14, Value: 89.5652
Part number: 15, Value: 6.82065
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 5.07246
Part number: 1, Value: 73.596
Part number: 2, Value: 69.2029
Part number: 3, Value: 5.07246
Part number: 4, Value: 68.2971
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 72.192
Part number: 8, Value: 75.0906
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 75.1359
Part number: 12, Value: 6.83877
Part number: 13, Value: 75.6793
Part number: 14, Value: 81.0688
Part number: 15, Value: 7.69928
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 4.53092
Part number: 1, Value: 68.4701
Part number: 2, Value: 70.3625
Part number: 3, Value: 5.65032
Part number: 4, Value: 72.548
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 78.4915
Part number: 8, Value: 86.887
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 82.8891
Part number: 12, Value: 12.0736
Part number: 13, Value: 89.6055
Part number: 14, Value: 87.7399
Part number: 15, Value: 10.7942
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 4.64744
Part number: 1, Value: 68.0769
Part number: 2, Value: 68.1731
Part number: 3, Value: 4.61538
Part number: 4, Value: 71.6346
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 73.109
Part number: 8, Value: 84.5833
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 89.6154
Part number: 12, Value: 8.01282
Part number: 13, Value: 82.1795
Part number: 14, Value: 87.7564
Part number: 15, Value: 10
```

Symbol number: 0	Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 0.978287	Part number: 0, Value: 1.47198
Part number: 1, Value: 47.9361	Part number: 1, Value: 55.1519
Part number: 2, Value: 40.1813	Part number: 2, Value: 48.8367
Part number: 3, Value: 0.978287	Part number: 3, Value: 2.44539
Part number: 4, Value: 44.7626	Part number: 4, Value: 53.6562
Part number: 5, Value: 40.3245	Part number: 5, Value: 35.1377
Part number: 6, Value: 38.177	Part number: 6, Value: 35.4226
Part number: 7, Value: 48.0076	Part number: 7, Value: 56.9326
Part number: 8, Value: 67.287	Part number: 8, Value: 70.3941
Part number: 9, Value: 54.45	Part number: 9, Value: 65.1947
Part number: 10, Value: 50.1074	Part number: 10, Value: 67.4739
Part number: 11, Value: 67.3109	Part number: 11, Value: 75.0475
Part number: 12, Value: 33.8344	Part number: 12, Value: 36.0161
Part number: 13, Value: 94.178	Part number: 13, Value: 90.7882
Part number: 14, Value: 91.8635	Part number: 14, Value: 88.8889
Part number: 15, Value: 35.791	Part number: 15, Value: 42.9487
Symbol number: 1	Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 1.59292	Part number: 0, Value: 0.493182
Part number: 1, Value: 55.1622	Part number: 1, Value: 58.4856
Part number: 2, Value: 56.7257	Part number: 2, Value: 49.6954
Part number: 3, Value: 1.71091	Part number: 3, Value: 0.870322
Part number: 4, Value: 48.9676	Part number: 4, Value: 53.0606
Part number: 5, Value: 37.2566	Part number: 5, Value: 36.2054
Part number: 6, Value: 32.1239	Part number: 6, Value: 35.4801
Part number: 7, Value: 59.941	Part number: 7, Value: 56.4259
Part number: 8, Value: 60.826	Part number: 8, Value: 60.0522
Part number: 9, Value: 33.3923	Part number: 9, Value: 29.5619
Part number: 10, Value: 29.056	Part number: 10, Value: 27.4151
Part number: 11, Value: 56.3127	Part number: 11, Value: 59.6751
Part number: 12, Value: 2.30088	Part number: 12, Value: 1.30548
Part number: 13, Value: 57.2566	Part number: 13, Value: 53.3798
Part number: 14, Value: 63.0088	Part number: 14, Value: 63.6786
Part number: 15, Value: 2.0944	Part number: 15, Value: 1.0734
Symbol number: 2	Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 0.149328	Part number: 0, Value: 0
Part number: 1, Value: 57.0931	Part number: 1, Value: 51.5907
Part number: 2, Value: 45.6695	Part number: 2, Value: 42.3314
Part number: 3, Value: 0	Part number: 3, Value: 0
Part number: 4, Value: 55.7989	Part number: 4, Value: 53.0864
Part number: 5, Value: 22.3245	Part number: 5, Value: 35.7075
Part number: 6, Value: 27.4515	Part number: 6, Value: 43.4473
Part number: 7, Value: 52.0159	Part number: 7, Value: 48.9316
Part number: 8, Value: 63.4146	Part number: 8, Value: 69.5157
Part number: 9, Value: 50.672	Part number: 9, Value: 66.9991
Part number: 10, Value: 56.7695	Part number: 10, Value: 63.3903
Part number: 11, Value: 64.2608	Part number: 11, Value: 71.6999
Part number: 12, Value: 30.1394	Part number: 12, Value: 33.2621
Part number: 13, Value: 84.9925	Part number: 13, Value: 87.5594
Part number: 14, Value: 86.1374	Part number: 14, Value: 92.5689
Part number: 15, Value: 34.6192	Part number: 15, Value: 32.7873
Symbol number: 3	Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 1.46599	Part number: 0, Value: 0.481812
Part number: 1, Value: 50.1802	Part number: 1, Value: 53.7943
Part number: 2, Value: 39.3655	Part number: 2, Value: 39.3158
Part number: 3, Value: 1.46599	Part number: 3, Value: 0.481812
Part number: 4, Value: 52.3672	Part number: 4, Value: 57.1429
Part number: 5, Value: 40.1106	Part number: 5, Value: 43.5317
Part number: 6, Value: 42.9464	Part number: 6, Value: 42.0622
Part number: 7, Value: 46.311	Part number: 7, Value: 56.7815
Part number: 8, Value: 71.2809	Part number: 8, Value: 72.5608
Part number: 9, Value: 62.0524	Part number: 9, Value: 66.49
Part number: 10, Value: 61.9563	Part number: 10, Value: 66.225
Part number: 11, Value: 74.1649	Part number: 11, Value: 75.6444
Part number: 12, Value: 36.3374	Part number: 12, Value: 37.1718
Part number: 13, Value: 93.1026	Part number: 13, Value: 90.5083
Part number: 14, Value: 94.0639	Part number: 14, Value: 93.351
Part number: 15, Value: 40.3749	Part number: 15, Value: 41.1949

Rysunek 56. Zestawienie wyników obliczania cech dla zestawu 2 i wszystkich wariantów. Kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

c) Zestaw 3

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 1.50157
Part number: 1, Value: 52.4824
Part number: 2, Value: 45.9191
Part number: 3, Value: 1.50157
Part number: 4, Value: 51.441
Part number: 5, Value: 38.3628
Part number: 6, Value: 39.162
Part number: 7, Value: 53.4028
Part number: 8, Value: 70.5013
Part number: 9, Value: 60.8138
Part number: 10, Value: 64.4466
Part number: 11, Value: 72.1967
Part number: 12, Value: 39.3558
Part number: 13, Value: 95.1078
Part number: 14, Value: 94.5265
Part number: 15, Value: 52.1676
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 59.6825
Part number: 1, Value: 64.127
Part number: 2, Value: 67.415
Part number: 3, Value: 60.4535
Part number: 4, Value: 60.907
Part number: 5, Value: 2.78912
Part number: 6, Value: 4.12698
Part number: 7, Value: 60.3175
Part number: 8, Value: 20.771
Part number: 9, Value: 50.2721
Part number: 10, Value: 44.1723
Part number: 11, Value: 30.2041
Part number: 12, Value: 0
Part number: 13, Value: 38.5941
Part number: 14, Value: 57.3696
Part number: 15, Value: 0
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 1.46599
Part number: 1, Value: 48.6902
Part number: 2, Value: 40.9757
Part number: 3, Value: 1.46599
Part number: 4, Value: 52.175
Part number: 5, Value: 39.678
Part number: 6, Value: 42.5859
Part number: 7, Value: 52.2471
Part number: 8, Value: 71.8577
Part number: 9, Value: 67.0272
Part number: 10, Value: 64.1192
Part number: 11, Value: 73.0353
Part number: 12, Value: 41.0719
Part number: 13, Value: 97.5487
Part number: 14, Value: 94.6888
Part number: 15, Value: 35.0637
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 1.81706
Part number: 1, Value: 63.1968
Part number: 2, Value: 59.4703
Part number: 3, Value: 2.18663
Part number: 4, Value: 56.9449
Part number: 5, Value: 32.3991
Part number: 6, Value: 32.5531
Part number: 7, Value: 61.1949
Part number: 8, Value: 59.2547
Part number: 9, Value: 35.5713
Part number: 10, Value: 34.5242
Part number: 11, Value: 54.2655
Part number: 12, Value: 1.75547
Part number: 13, Value: 57.376
Part number: 14, Value: 61.8725
Part number: 15, Value: 1.63228
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 3.03731
Part number: 1, Value: 65.4672
Part number: 2, Value: 62.0337
Part number: 3, Value: 2.80621
Part number: 4, Value: 68.2403
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 69.9571
Part number: 8, Value: 84.3513
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 85.1106
Part number: 12, Value: 4.25883
Part number: 13, Value: 78.5408
Part number: 14, Value: 84.5824
Part number: 15, Value: 3.36745
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 69.3269
Part number: 1, Value: 81.1538
Part number: 2, Value: 83.4615
Part number: 3, Value: 77.0513
Part number: 4, Value: 89.0385
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 90.1923
Part number: 8, Value: 29.3269
Part number: 9, Value: 99.1346
Part number: 10, Value: 99.7436
Part number: 11, Value: 31.9872
Part number: 12, Value: 1.25
Part number: 13, Value: 51.4423
Part number: 14, Value: 60.3205
Part number: 15, Value: 1.25
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 3.73315
Part number: 1, Value: 67.0584
Part number: 2, Value: 66.7128
Part number: 3, Value: 4.97753
Part number: 4, Value: 66.8856
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 73.626
Part number: 8, Value: 85.3785
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 83.7885
Part number: 12, Value: 6.53301
Part number: 13, Value: 73.0038
Part number: 14, Value: 75.8728
Part number: 15, Value: 3.97511
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 7.70252
Part number: 1, Value: 75.2324
Part number: 2, Value: 75.0996
Part number: 3, Value: 8.56574
Part number: 4, Value: 73.2404
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 77.4236
Part number: 8, Value: 78.6189
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 78.2205
Part number: 12, Value: 10.093
Part number: 13, Value: 80.2789
Part number: 14, Value: 82.6029
Part number: 15, Value: 10.6242
```

Symbol number: 0	Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 0	Part number: 0, Value: 10.3457
Part number: 1, Value: 53.2289	Part number: 1, Value: 54.5477
Part number: 2, Value: 42.6024	Part number: 2, Value: 46.6536
Part number: 3, Value: 0	Part number: 3, Value: 1.49546
Part number: 4, Value: 53.3253	Part number: 4, Value: 59.9166
Part number: 5, Value: 35.6145	Part number: 5, Value: 37.0434
Part number: 6, Value: 39.3253	Part number: 6, Value: 37.8034
Part number: 7, Value: 51.012	Part number: 7, Value: 56.8277
Part number: 8, Value: 70.241	Part number: 8, Value: 71.1449
Part number: 9, Value: 64.7952	Part number: 9, Value: 63.2508
Part number: 10, Value: 66.6506	Part number: 10, Value: 65.6779
Part number: 11, Value: 70.4578	Part number: 11, Value: 71.39
Part number: 12, Value: 33.7831	Part number: 12, Value: 42.3388
Part number: 13, Value: 89.0361	Part number: 13, Value: 96.5433
Part number: 14, Value: 87.759	Part number: 14, Value: 93.8465
Part number: 15, Value: 38.8434	Part number: 15, Value: 45.6239
Symbol number: 1	Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 60.1345	Part number: 0, Value: 60.2843
Part number: 1, Value: 60.7607	Part number: 1, Value: 64.5494
Part number: 2, Value: 63.8915	Part number: 2, Value: 69.4565
Part number: 3, Value: 58.0705	Part number: 3, Value: 59.5735
Part number: 4, Value: 55.7514	Part number: 4, Value: 60.4449
Part number: 5, Value: 1.34508	Part number: 5, Value: 2.22426
Part number: 6, Value: 2.29592	Part number: 6, Value: 2.4077
Part number: 7, Value: 58.3024	Part number: 7, Value: 60.4907
Part number: 8, Value: 21.359	Part number: 8, Value: 27.0122
Part number: 9, Value: 46.4286	Part number: 9, Value: 47.6496
Part number: 10, Value: 45.1531	Part number: 10, Value: 47.4203
Part number: 11, Value: 28.154	Part number: 11, Value: 24.4669
Part number: 12, Value: 0	Part number: 12, Value: 0
Part number: 13, Value: 37.1289	Part number: 13, Value: 40.5412
Part number: 14, Value: 54.4527	Part number: 14, Value: 53.9784
Part number: 15, Value: 0	Part number: 15, Value: 0
Symbol number: 2	Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 0	Part number: 0, Value: 0.998053
Part number: 1, Value: 52.3395	Part number: 1, Value: 52.8968
Part number: 2, Value: 49.0294	Part number: 2, Value: 52.2639
Part number: 3, Value: 0	Part number: 3, Value: 1.33885
Part number: 4, Value: 56.4709	Part number: 4, Value: 55.3797
Part number: 5, Value: 31.0105	Part number: 5, Value: 34.9318
Part number: 6, Value: 31.334	Part number: 6, Value: 29.3087
Part number: 7, Value: 57.4415	Part number: 7, Value: 60.1022
Part number: 8, Value: 68.1682	Part number: 8, Value: 68.7926
Part number: 9, Value: 73.4196	Part number: 9, Value: 71.3973
Part number: 10, Value: 68.6909	Part number: 10, Value: 72.298
Part number: 11, Value: 70.4579	Part number: 11, Value: 67.9649
Part number: 12, Value: 40.0697	Part number: 12, Value: 28.6027
Part number: 13, Value: 92.0856	Part number: 13, Value: 90.628
Part number: 14, Value: 88.7506	Part number: 14, Value: 88.0964
Part number: 15, Value: 29.6167	Part number: 15, Value: 37.0983
Symbol number: 3	Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 0	Part number: 0, Value: 0.981595
Part number: 1, Value: 59.0526	Part number: 1, Value: 61.1043
Part number: 2, Value: 58.9877	Part number: 2, Value: 63.8037
Part number: 3, Value: 0.389358	Part number: 3, Value: 1.25767
Part number: 4, Value: 52.5308	Part number: 4, Value: 60.6442
Part number: 5, Value: 32.4465	Part number: 5, Value: 29.0491
Part number: 6, Value: 31.0188	Part number: 6, Value: 31.9325
Part number: 7, Value: 59.8637	Part number: 7, Value: 62.2699
Part number: 8, Value: 60.0584	Part number: 8, Value: 59.2945
Part number: 9, Value: 32.4465	Part number: 9, Value: 35.5828
Part number: 10, Value: 27.4173	Part number: 10, Value: 34.7239
Part number: 11, Value: 59.085	Part number: 11, Value: 56.319
Part number: 12, Value: 0.421804	Part number: 12, Value: 0.705521
Part number: 13, Value: 58.6308	Part number: 13, Value: 56.0429
Part number: 14, Value: 65.769	Part number: 14, Value: 60.5521
Part number: 15, Value: 1.13563	Part number: 15, Value: 0.95092

Rysunek 57. Zestawienie wyników obliczania cech dla zestawu 3 i wszystkich wariantów. Kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

d) Zestaw 4

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 0.978565
Part number: 1, Value: 51.6309
Part number: 2, Value: 44.6878
Part number: 3, Value: 1.02516
Part number: 4, Value: 51.2582
Part number: 5, Value: 38.3038
Part number: 6, Value: 39.9814
Part number: 7, Value: 54.3569
Part number: 8, Value: 69.8742
Part number: 9, Value: 65.4473
Part number: 10, Value: 67.1249
Part number: 11, Value: 70.0839
Part number: 12, Value: 32.6887
Part number: 13, Value: 92.3113
Part number: 14, Value: 92.288
Part number: 15, Value: 39.9814
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 5.85434
Part number: 1, Value: 55.9104
Part number: 2, Value: 34.4538
Part number: 3, Value: 0
Part number: 4, Value: 40.8683
Part number: 5, Value: 49.4118
Part number: 6, Value: 47.0868
Part number: 7, Value: 44.0616
Part number: 8, Value: 66.0504
Part number: 9, Value: 26.4706
Part number: 10, Value: 23.9216
Part number: 11, Value: 63.8936
Part number: 12, Value: 0.672269
Part number: 13, Value: 54.0896
Part number: 14, Value: 66.1345
Part number: 15, Value: 1.93277
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 55.3963
Part number: 1, Value: 64.7335
Part number: 2, Value: 66.4577
Part number: 3, Value: 58.5983
Part number: 4, Value: 60.815
Part number: 5, Value: 4.92611
Part number: 6, Value: 6.04568
Part number: 7, Value: 58.8446
Part number: 8, Value: 21.5853
Part number: 9, Value: 47.5593
Part number: 10, Value: 41.5808
Part number: 11, Value: 36.8562
Part number: 12, Value: 1.47783
Part number: 13, Value: 37.3936
Part number: 14, Value: 58.5759
Part number: 15, Value: 1.47783
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 2.08333
Part number: 1, Value: 68.1281
Part number: 2, Value: 58.1157
Part number: 3, Value: 0.901741
Part number: 4, Value: 61.2562
Part number: 5, Value: 33.5199
Part number: 6, Value: 29.7264
Part number: 7, Value: 61.5361
Part number: 8, Value: 53.9801
Part number: 9, Value: 35.9142
Part number: 10, Value: 34.2662
Part number: 11, Value: 63.2152
Part number: 12, Value: 0
Part number: 13, Value: 54.1667
Part number: 14, Value: 67.444
Part number: 15, Value: 0.839552
```

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 3.36679
Part number: 1, Value: 65.5228
Part number: 2, Value: 64.4545
Part number: 3, Value: 3.78763
Part number: 4, Value: 66.0084
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 71.0586
Part number: 8, Value: 86.4034
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 82.1625
Part number: 12, Value: 5.66526
Part number: 13, Value: 78.2778
Part number: 14, Value: 80.2525
Part number: 15, Value: 3.88475
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 3.67279
Part number: 1, Value: 71.842
Part number: 2, Value: 70.1725
Part number: 3, Value: 4.89705
Part number: 4, Value: 66.8336
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 76.1269
Part number: 8, Value: 74.0679
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 74.5131
Part number: 12, Value: 4.50751
Part number: 13, Value: 69.9499
Part number: 14, Value: 79.4658
Part number: 15, Value: 6.23261
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 64.4068
Part number: 1, Value: 83.4006
Part number: 2, Value: 87.7051
Part number: 3, Value: 73.4463
Part number: 4, Value: 92.1442
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 89.7498
Part number: 8, Value: 36.5617
Part number: 9, Value: 99.8924
Part number: 10, Value: 99.8655
Part number: 11, Value: 34.0866
Part number: 12, Value: 0.564972
Part number: 13, Value: 57.0083
Part number: 14, Value: 58.4611
Part number: 15, Value: 0.564972
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 4.57143
Part number: 1, Value: 73.0286
Part number: 2, Value: 73.6571
Part number: 3, Value: 6.62857
Part number: 4, Value: 71.6571
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 79.3714
Part number: 8, Value: 74.3429
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 76.5714
Part number: 12, Value: 4.85714
Part number: 13, Value: 70.6286
Part number: 14, Value: 76.3429
Part number: 15, Value: 6.51429
```

Symbol number: 0	Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 0	Part number: 0, Value: 1.44928
Part number: 1, Value: 51.5663	Part number: 1, Value: 51.5298
Part number: 2, Value: 41.253	Part number: 2, Value: 46.1468
Part number: 3, Value: 0	Part number: 3, Value: 1.44928
Part number: 4, Value: 51.5904	Part number: 4, Value: 50.8397
Part number: 5, Value: 33.8554	Part number: 5, Value: 41.6839
Part number: 6, Value: 35.7349	Part number: 6, Value: 42.328
Part number: 7, Value: 52.3855	Part number: 7, Value: 52.1279
Part number: 8, Value: 67.1566	Part number: 8, Value: 71.4516
Part number: 9, Value: 66.1928	Part number: 9, Value: 64.5273
Part number: 10, Value: 68.5542	Part number: 10, Value: 66.3216
Part number: 11, Value: 68.4337	Part number: 11, Value: 72.3027
Part number: 12, Value: 31.6867	Part number: 12, Value: 39.9126
Part number: 13, Value: 89.3012	Part number: 13, Value: 94.1339
Part number: 14, Value: 83.9759	Part number: 14, Value: 94.1339
Part number: 15, Value: 41.1084	Part number: 15, Value: 42.167
Symbol number: 1	Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 4.56554	Part number: 0, Value: 2.13534
Part number: 1, Value: 65.5081	Part number: 1, Value: 66.1955
Part number: 2, Value: 52.9308	Part number: 2, Value: 55.7895
Part number: 3, Value: 1.03093	Part number: 3, Value: 9.62406
Part number: 4, Value: 54.2857	Part number: 4, Value: 53.8346
Part number: 5, Value: 38.2916	Part number: 5, Value: 34.5564
Part number: 6, Value: 35.4639	Part number: 6, Value: 36.0301
Part number: 7, Value: 56.5243	Part number: 7, Value: 61.5639
Part number: 8, Value: 61.3549	Part number: 8, Value: 62.3459
Part number: 9, Value: 31.2224	Part number: 9, Value: 30.7669
Part number: 10, Value: 30.5155	Part number: 10, Value: 27.5188
Part number: 11, Value: 59.6171	Part number: 11, Value: 60.4211
Part number: 12, Value: 1.4433	Part number: 12, Value: 1.56391
Part number: 13, Value: 57.2607	Part number: 13, Value: 55.8797
Part number: 14, Value: 67.1281	Part number: 14, Value: 69.7444
Part number: 15, Value: 2.38586	Part number: 15, Value: 1.59398
Symbol number: 2	Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 59.666	Part number: 0, Value: 52.1892
Part number: 1, Value: 59.0483	Part number: 1, Value: 67.8768
Part number: 2, Value: 62.5944	Part number: 2, Value: 65.3465
Part number: 3, Value: 52.9856	Part number: 3, Value: 58.4378
Part number: 4, Value: 58.4306	Part number: 4, Value: 59.758
Part number: 5, Value: 2.74537	Part number: 5, Value: 5.28053
Part number: 6, Value: 1.50995	Part number: 6, Value: 5.56656
Part number: 7, Value: 54.8387	Part number: 7, Value: 56.5897
Part number: 8, Value: 18.8286	Part number: 8, Value: 24.3564
Part number: 9, Value: 45.2757	Part number: 9, Value: 49.2629
Part number: 10, Value: 41.8668	Part number: 10, Value: 44.9065
Part number: 11, Value: 32.0293	Part number: 11, Value: 27.1727
Part number: 12, Value: 0.480439	Part number: 12, Value: 0.990099
Part number: 13, Value: 34.7747	Part number: 13, Value: 40.6821
Part number: 14, Value: 52.7797	Part number: 14, Value: 55.5556
Part number: 15, Value: 0.480439	Part number: 15, Value: 0.990099
Symbol number: 3	Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 2.6794	Part number: 0, Value: 0.612245
Part number: 1, Value: 68.2168	Part number: 1, Value: 53.4985
Part number: 2, Value: 56.9449	Part number: 2, Value: 47.6093
Part number: 3, Value: 2.06344	Part number: 3, Value: 0
Part number: 4, Value: 58.0844	Part number: 4, Value: 57.6968
Part number: 5, Value: 36.526	Part number: 5, Value: 41.6035
Part number: 6, Value: 29.1346	Part number: 6, Value: 41.9825
Part number: 7, Value: 62.3345	Part number: 7, Value: 51.1953
Part number: 8, Value: 56.7909	Part number: 8, Value: 58.8338
Part number: 9, Value: 35.0477	Part number: 9, Value: 32.6822
Part number: 10, Value: 29.535	Part number: 10, Value: 33.5277
Part number: 11, Value: 64.6751	Part number: 11, Value: 60.0875
Part number: 12, Value: 1.69387	Part number: 12, Value: 0.437318
Part number: 13, Value: 54.1731	Part number: 13, Value: 53.1778
Part number: 14, Value: 72.2821	Part number: 14, Value: 63.6443
Part number: 15, Value: 3.44934	Part number: 15, Value: 0.58309

Rysunek 58. Zestawienie wyników obliczania cech dla zestawu 4 i wszystkich wariantów. Kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

e) Zestaw 5

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 0
Part number: 1, Value: 56.0051
Part number: 2, Value: 61.4115
Part number: 3, Value: 0.689405
Part number: 4, Value: 40.9289
Part number: 5, Value: 32.656
Part number: 6, Value: 26.0704
Part number: 7, Value: 52.4855
Part number: 8, Value: 64.0239
Part number: 9, Value: 50.3084
Part number: 10, Value: 62.4093
Part number: 11, Value: 62.5181
Part number: 12, Value: 15.1851
Part number: 13, Value: 93.4144
Part number: 14, Value: 89.6226
Part number: 15, Value: 32.402
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 2.63517
Part number: 1, Value: 65.7232
Part number: 2, Value: 58.5985
Part number: 3, Value: 1.44447
Part number: 4, Value: 57.3687
Part number: 5, Value: 28.0695
Part number: 6, Value: 29.553
Part number: 7, Value: 53.4257
Part number: 8, Value: 63.088
Part number: 9, Value: 57.0564
Part number: 10, Value: 57.8372
Part number: 11, Value: 64.8253
Part number: 12, Value: 33.6326
Part number: 13, Value: 96.6621
Part number: 14, Value: 93.617
Part number: 15, Value: 32.0906
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 2.08372
Part number: 1, Value: 66.6041
Part number: 2, Value: 60.841
Part number: 3, Value: 1.40792
Part number: 4, Value: 55.2281
Part number: 5, Value: 26.2624
Part number: 6, Value: 29.9606
Part number: 7, Value: 54.74
Part number: 8, Value: 62.2677
Part number: 9, Value: 56.0353
Part number: 10, Value: 58.5696
Part number: 11, Value: 65.872
Part number: 12, Value: 26.8068
Part number: 13, Value: 95.5697
Part number: 14, Value: 92.9041
Part number: 15, Value: 30.749
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 0.464857
Part number: 1, Value: 61.6586
Part number: 2, Value: 57.6051
Part number: 3, Value: 1.24582
Part number: 4, Value: 48.8286
Part number: 5, Value: 32.3726
Part number: 6, Value: 27.1104
Part number: 7, Value: 54.5556
Part number: 8, Value: 66.1398
Part number: 9, Value: 56.4336
Part number: 10, Value: 62.9974
Part number: 11, Value: 63.8527
Part number: 12, Value: 28.8769
Part number: 13, Value: 93.7337
Part number: 14, Value: 89.6988
Part number: 15, Value: 31.9636
```

```
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 0.378072
Part number: 1, Value: 75.5435
Part number: 2, Value: 71.1484
Part number: 3, Value: 0.0708885
Part number: 4, Value: 52.1739
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 59.8771
Part number: 8, Value: 91.6352
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 88.776
Part number: 12, Value: 13.0671
Part number: 13, Value: 68.9745
Part number: 14, Value: 71.3138
Part number: 15, Value: 8.74291
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 1.91887
Part number: 1, Value: 77.1193
Part number: 2, Value: 71.8241
Part number: 3, Value: 1.67598
Part number: 4, Value: 53.7527
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 58.9507
Part number: 8, Value: 92.3488
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 91.4501
Part number: 12, Value: 15.5453
Part number: 13, Value: 72.1399
Part number: 14, Value: 73.5244
Part number: 15, Value: 11.9019
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 2.65766
Part number: 1, Value: 78.4459
Part number: 2, Value: 72.973
Part number: 3, Value: 2.09459
Part number: 4, Value: 57.2973
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 64.009
Part number: 8, Value: 92.7252
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 89.7523
Part number: 12, Value: 19.5946
Part number: 13, Value: 82.0045
Part number: 14, Value: 82.0495
Part number: 15, Value: 14.6622
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 1.03316
Part number: 1, Value: 75.3244
Part number: 2, Value: 73.0418
Part number: 3, Value: 0.888996
Part number: 4, Value: 56.4152
Part number: 5, Value: 100
Part number: 6, Value: 100
Part number: 7, Value: 61.4128
Part number: 8, Value: 90.2931
Part number: 9, Value: 100
Part number: 10, Value: 100
Part number: 11, Value: 89.9087
Part number: 12, Value: 11.5569
Part number: 13, Value: 68.1163
Part number: 14, Value: 70.8313
Part number: 15, Value: 9.58674
```

```

Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 0
Part number: 1, Value: 54.162
Part number: 2, Value: 60.6548
Part number: 3, Value: 0.702923
Part number: 4, Value: 41.9164
Part number: 5, Value: 30.1517
Part number: 6, Value: 22.0866
Part number: 7, Value: 50.6289
Part number: 8, Value: 61.1358
Part number: 9, Value: 49.4081
Part number: 10, Value: 59.8594
Part number: 11, Value: 59.6929
Part number: 12, Value: 11.4132
Part number: 13, Value: 89.2527
Part number: 14, Value: 88.7532
Part number: 15, Value: 30.1517
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 2.36893
Part number: 1, Value: 65.8641
Part number: 2, Value: 57.8641
Part number: 3, Value: 0.970874
Part number: 4, Value: 55.5534
Part number: 5, Value: 28.3301
Part number: 6, Value: 29.2427
Part number: 7, Value: 53.7282
Part number: 8, Value: 61.9223
Part number: 9, Value: 55.4369
Part number: 10, Value: 58.9515
Part number: 11, Value: 64.7767
Part number: 12, Value: 31.6117
Part number: 13, Value: 95.7864
Part number: 14, Value: 91.9417
Part number: 15, Value: 32.2913
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 0.758006
Part number: 1, Value: 62.2323
Part number: 2, Value: 55.145
Part number: 3, Value: 0.473754
Part number: 4, Value: 49.043
Part number: 5, Value: 22.9865
Part number: 6, Value: 21.6411
Part number: 7, Value: 51.2223
Part number: 8, Value: 58.9161
Part number: 9, Value: 51.5444
Part number: 10, Value: 48.2092
Part number: 11, Value: 59.4846
Part number: 12, Value: 20.6746
Part number: 13, Value: 91.8514
Part number: 14, Value: 85.2568
Part number: 15, Value: 23.8204
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 0.311223
Part number: 1, Value: 64.8706
Part number: 2, Value: 58.1015
Part number: 3, Value: 0.0972573
Part number: 4, Value: 55.7285
Part number: 5, Value: 25.1118
Part number: 6, Value: 29.0799
Part number: 7, Value: 52.8107
Part number: 8, Value: 63.4312
Part number: 9, Value: 61.4277
Part number: 10, Value: 61.3305
Part number: 11, Value: 61.6028
Part number: 12, Value: 20.7547
Part number: 13, Value: 87.5316
Part number: 14, Value: 88.1346
Part number: 15, Value: 34.9543
Symbol number: 0
Part number: 0, Value: 1.44029
Part number: 1, Value: 57.8122
Part number: 2, Value: 62.7165
Part number: 3, Value: 5.3783
Part number: 4, Value: 41.8414
Part number: 5, Value: 37.0465
Part number: 6, Value: 25.9799
Part number: 7, Value: 58.3592
Part number: 8, Value: 65.1048
Part number: 9, Value: 49.0793
Part number: 10, Value: 63.227
Part number: 11, Value: 63.5734
Part number: 12, Value: 14.0747
Part number: 13, Value: 95.351
Part number: 14, Value: 97.0647
Part number: 15, Value: 46.7639
Symbol number: 1
Part number: 0, Value: 2.48366
Part number: 1, Value: 69.6172
Part number: 2, Value: 53.352
Part number: 3, Value: 0.952381
Part number: 4, Value: 52.0635
Part number: 5, Value: 29.113
Part number: 6, Value: 31.5966
Part number: 7, Value: 49.5985
Part number: 8, Value: 62.2222
Part number: 9, Value: 55.4435
Part number: 10, Value: 55.4809
Part number: 11, Value: 65.4342
Part number: 12, Value: 34.8273
Part number: 13, Value: 94.211
Part number: 14, Value: 87.4883
Part number: 15, Value: 33.0906
Symbol number: 2
Part number: 0, Value: 1.38172
Part number: 1, Value: 68.2572
Part number: 2, Value: 58.5298
Part number: 3, Value: 1.38172
Part number: 4, Value: 49.9447
Part number: 5, Value: 29.7531
Part number: 6, Value: 29.0162
Part number: 7, Value: 55.1032
Part number: 8, Value: 63.5041
Part number: 9, Value: 55.8401
Part number: 10, Value: 61.6065
Part number: 11, Value: 65.1805
Part number: 12, Value: 27.9477
Part number: 13, Value: 95.3021
Part number: 14, Value: 91.3965
Part number: 15, Value: 34.2852
Symbol number: 3
Part number: 0, Value: 3.1193
Part number: 1, Value: 62.3495
Part number: 2, Value: 57.7344
Part number: 3, Value: 1.53229
Part number: 4, Value: 52.3714
Part number: 5, Value: 31.6855
Part number: 6, Value: 29.3324
Part number: 7, Value: 53.0463
Part number: 8, Value: 62.5502
Part number: 9, Value: 55.5272
Part number: 10, Value: 60.5618
Part number: 11, Value: 67.9497
Part number: 12, Value: 31.6855
Part number: 13, Value: 92.4845
Part number: 14, Value: 93.8709
Part number: 15, Value: 33.6738

```

Rysunek 59. Zestawienie wyników obliczania cech dla zestawu 5 i wszystkich wariantów. Kolejno obraz zwykły, blurred, gradient i noised.

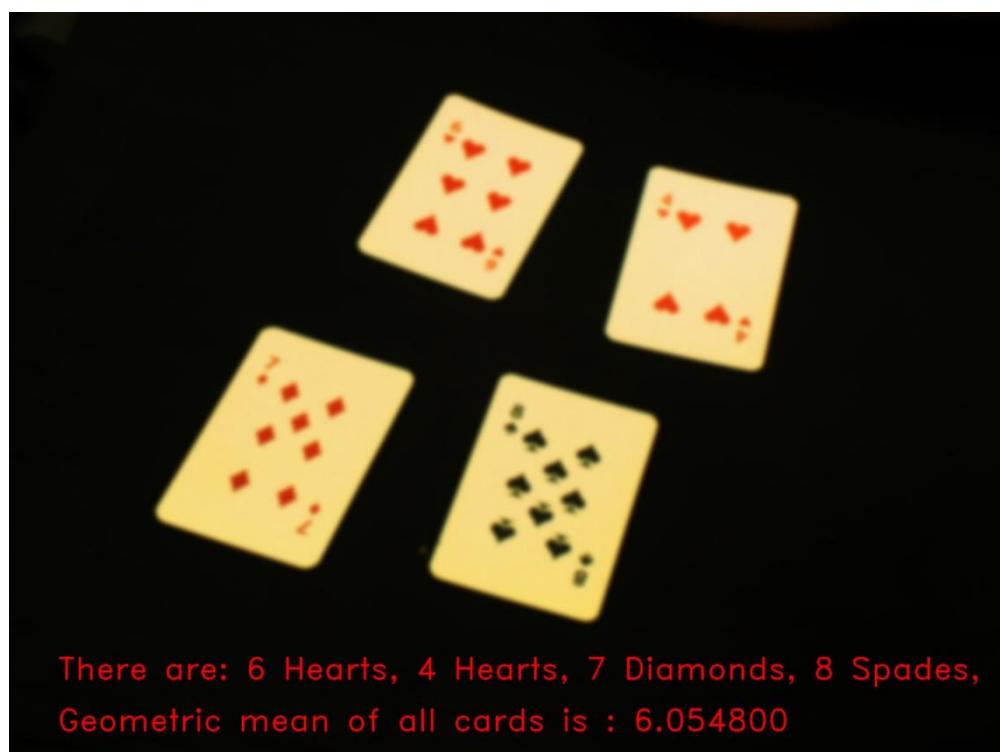
2.8. Klasyfikacja obiektów

Mając obliczoną ilość symboli (co odpowiada numerowi karty) oraz mając rozpoznany symbol karty pozostaje jedynie umieścić wynik na obrazie wyjściowym.

a) Zestaw 1



Rysunek 60. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 1 i wariantu zwykłego.

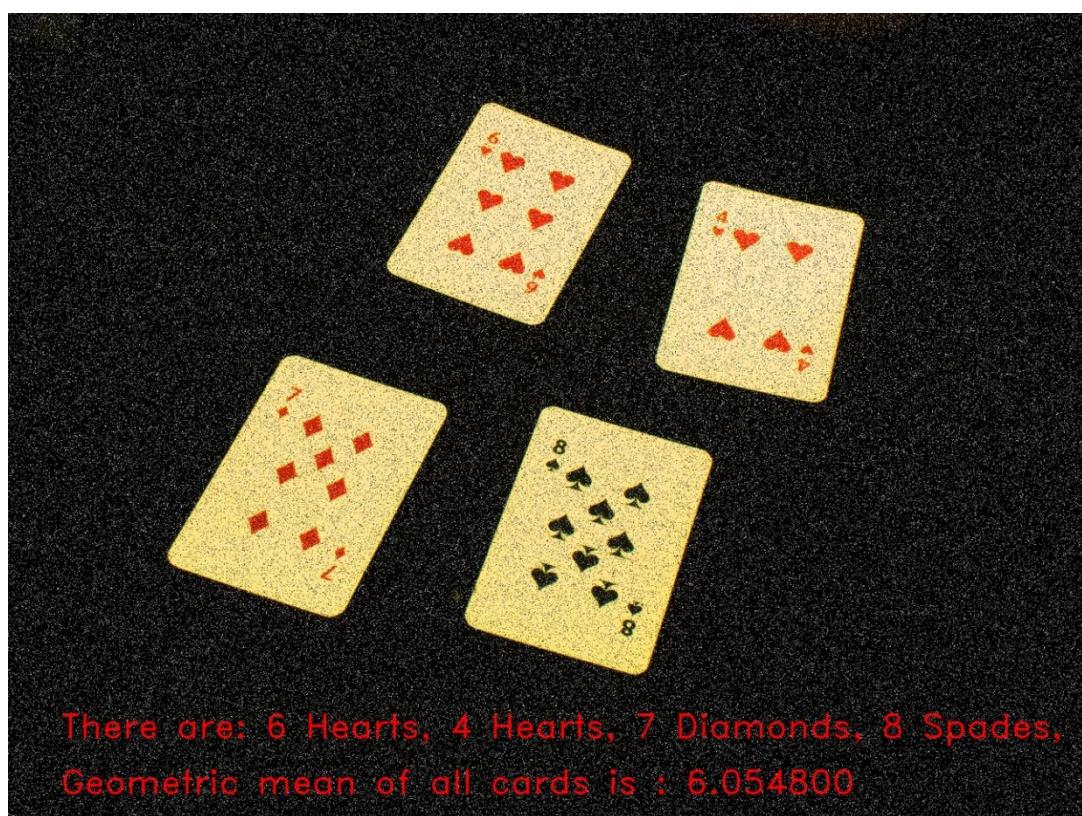


Rysunek 61. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 1 i wariantu blurred.



There are: 6 Hearts, 4 Hearts, 7 Diamonds, 8 Spades,
Geometric mean of all cards is : 6.054800

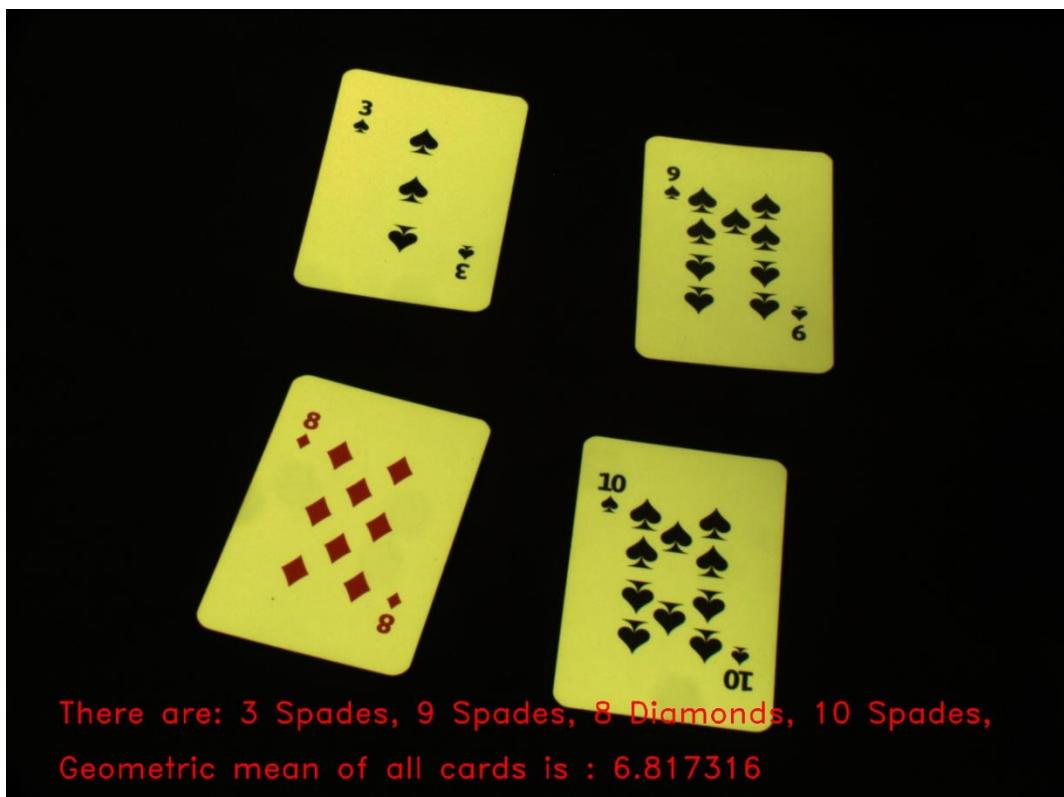
Rysunek 62. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 1 i wariantu gradient.



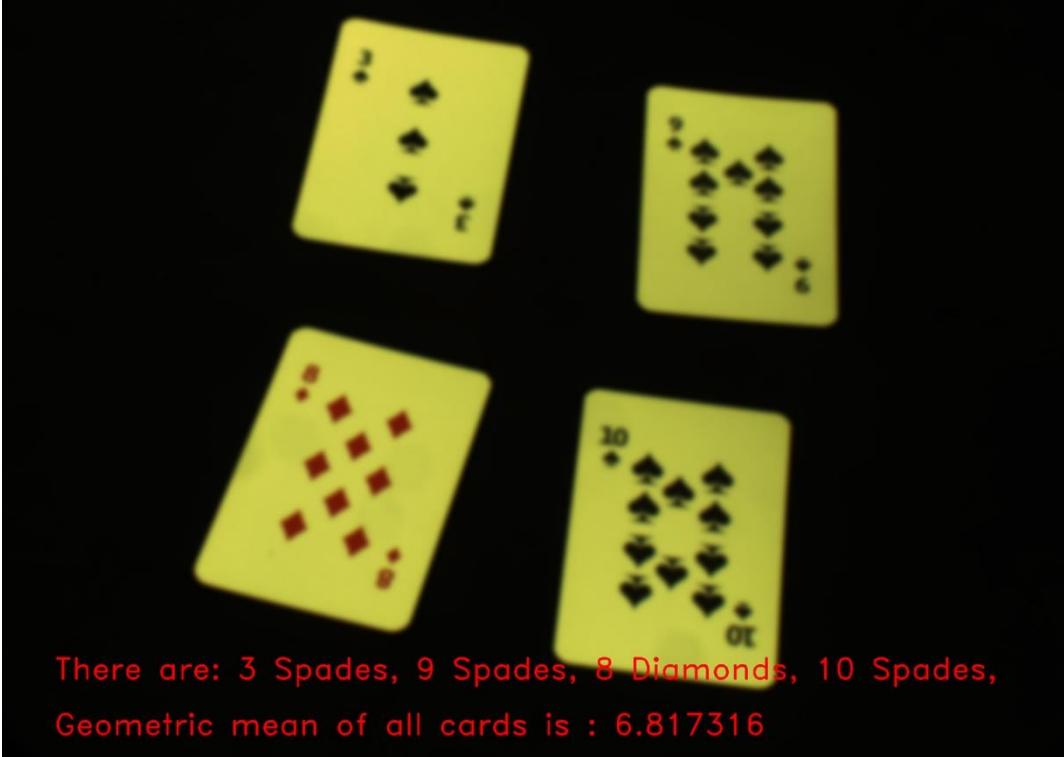
There are: 6 Hearts, 4 Hearts, 7 Diamonds, 8 Spades,
Geometric mean of all cards is : 6.054800

Rysunek 63. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 1 i wariantu noised.

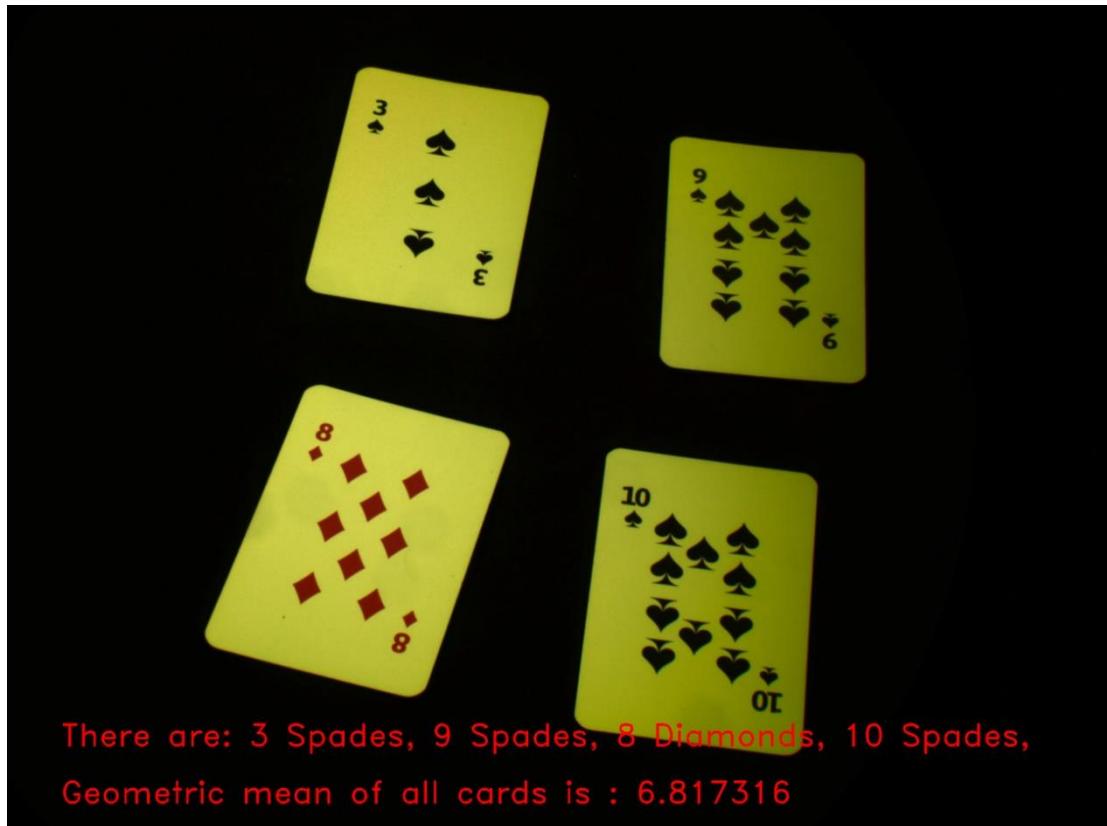
b) Zestaw 2



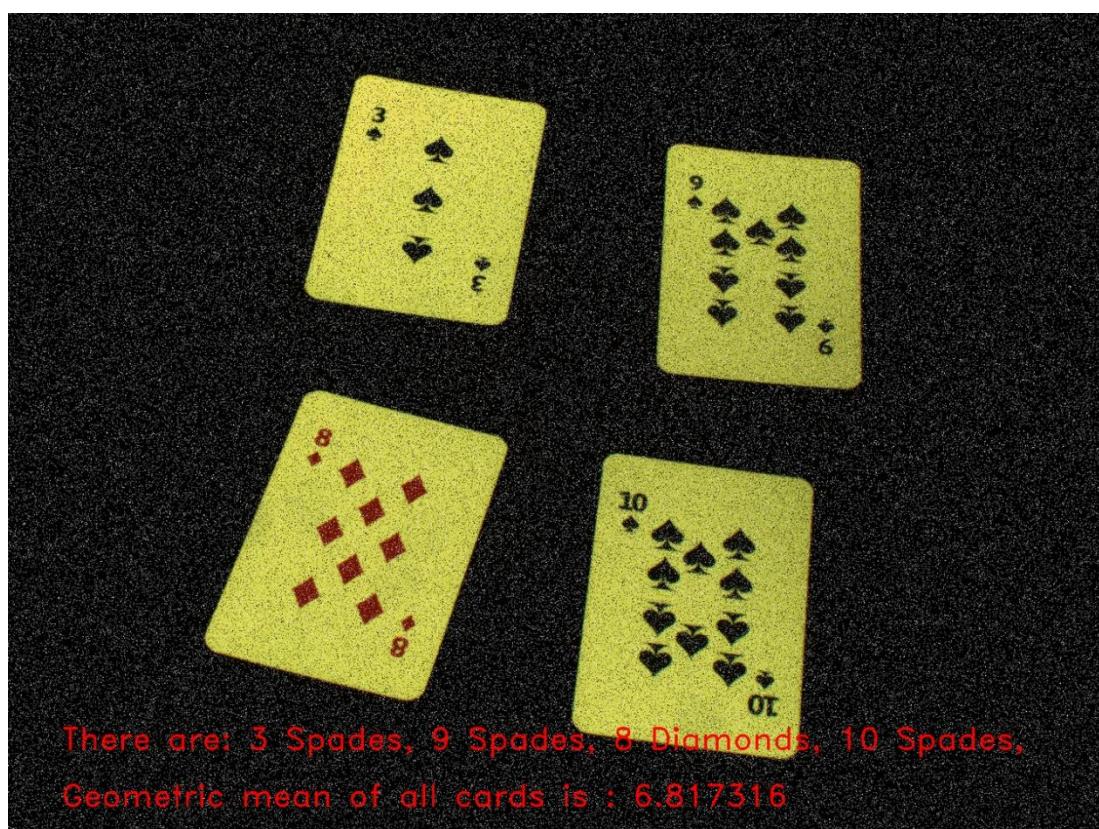
Rysunek 64. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 2 i wariantu zwykłego.



Rysunek 65. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 2 i wariantu blurred.



Rysunek 66. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 2 i wariantu gradient.



Rysunek 67. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 2 i wariantu noised.

c) Zestaw 3



Rysunek 68. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 3 i wariantu zwykłego.

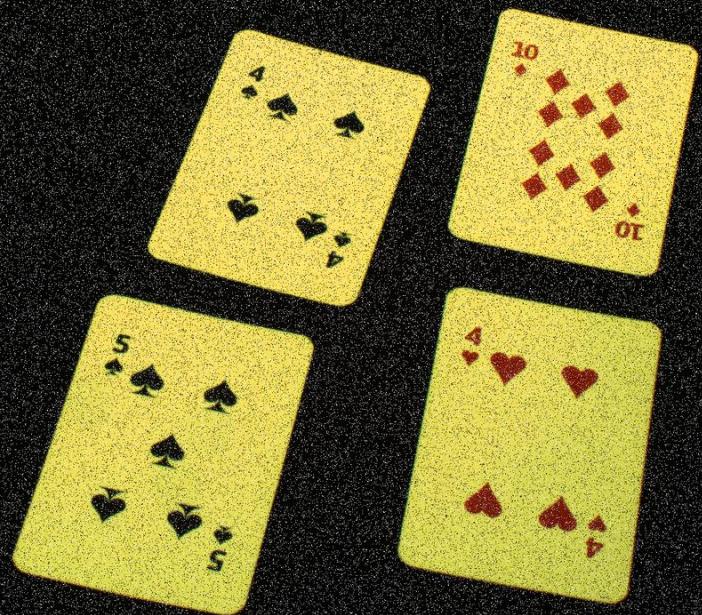


Rysunek 69. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 3 i wariantu blurred.



There are: 10 Diamonds, 4 Spades, 4 Hearts, 5 Spades,
Geometric mean of all cards is : 5.318296

Rysunek 70.. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 3 i wariantu gradient.



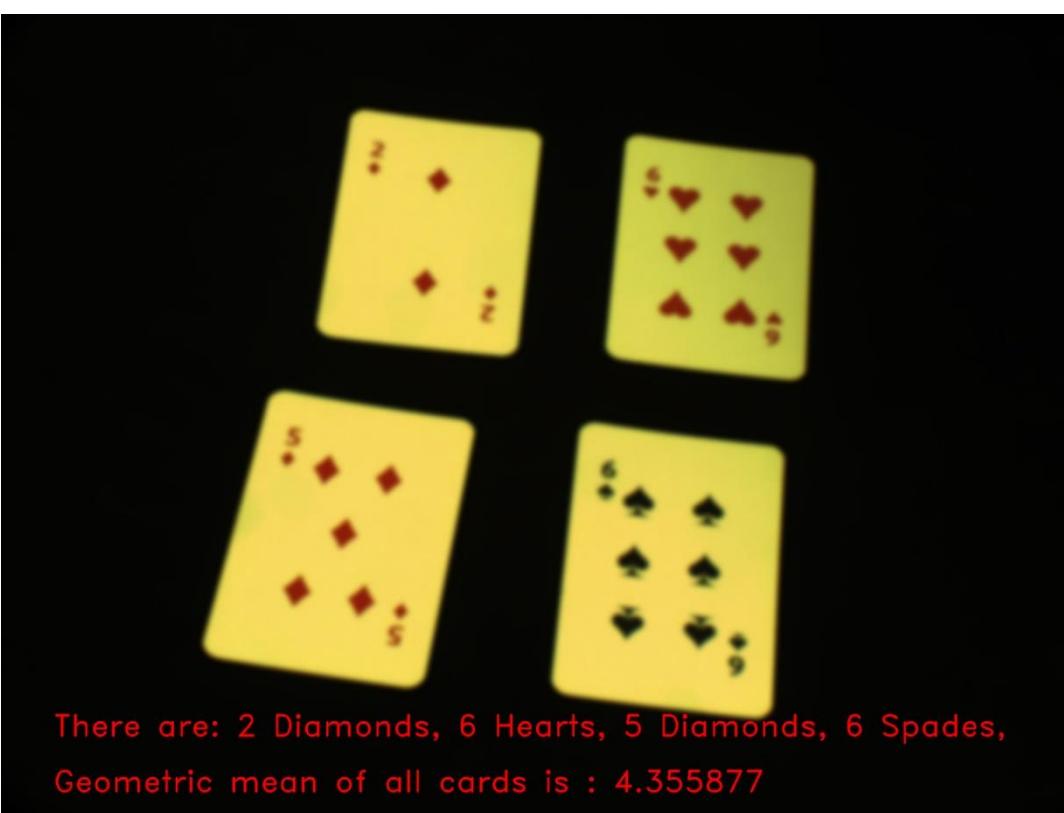
There are: 10 Diamonds, 4 Spades, 4 Hearts, 5 Spades,
Geometric mean of all cards is : 5.318296

Rysunek 71. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 3 i wariantu noised.

d) Zestaw 4



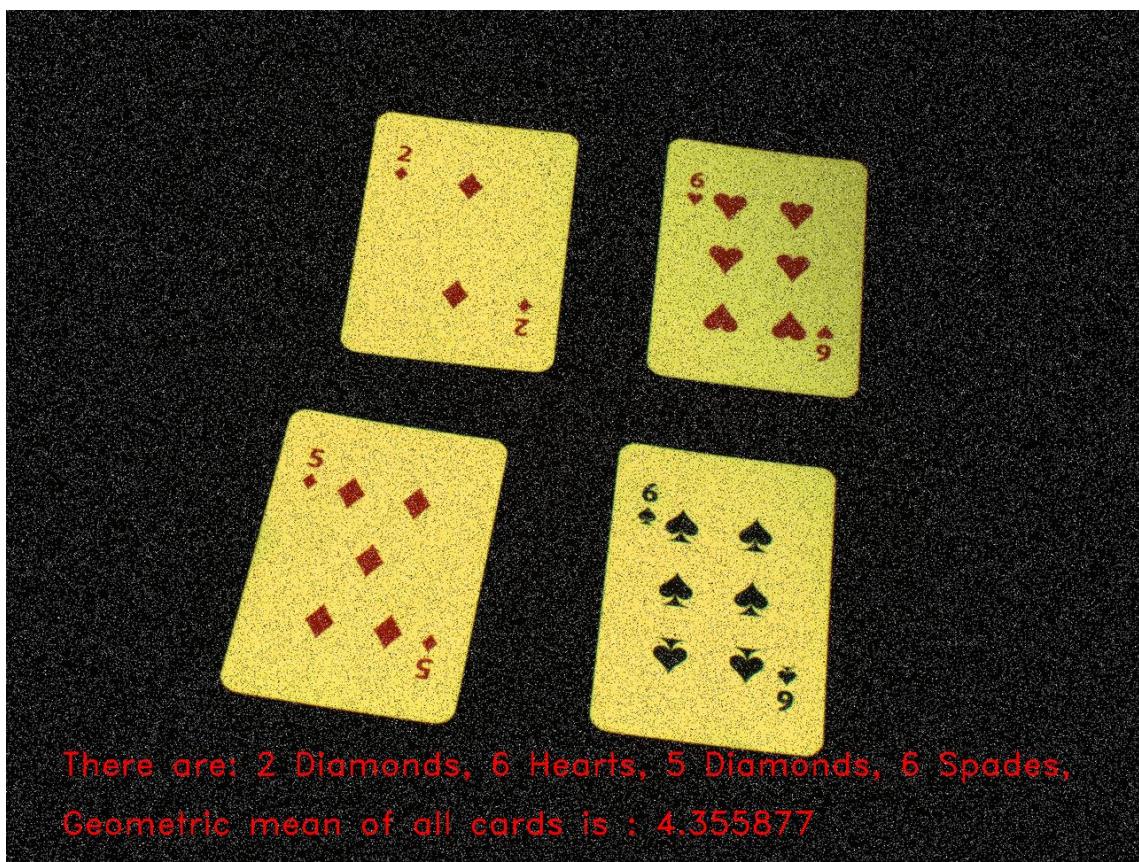
Rysunek 72. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 4 i wariantu zwykłego.



Rysunek 73. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 4 i wariantu blurred.

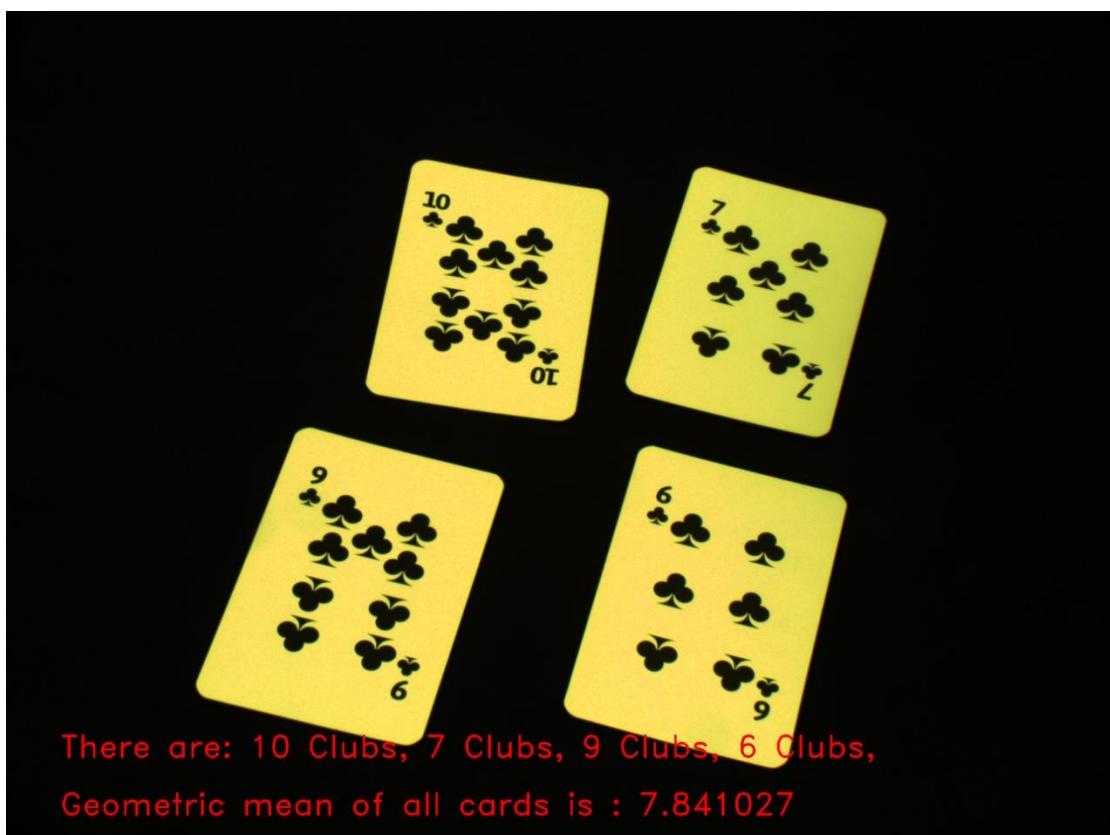


Rysunek 74. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 4 i wariantu gradient.



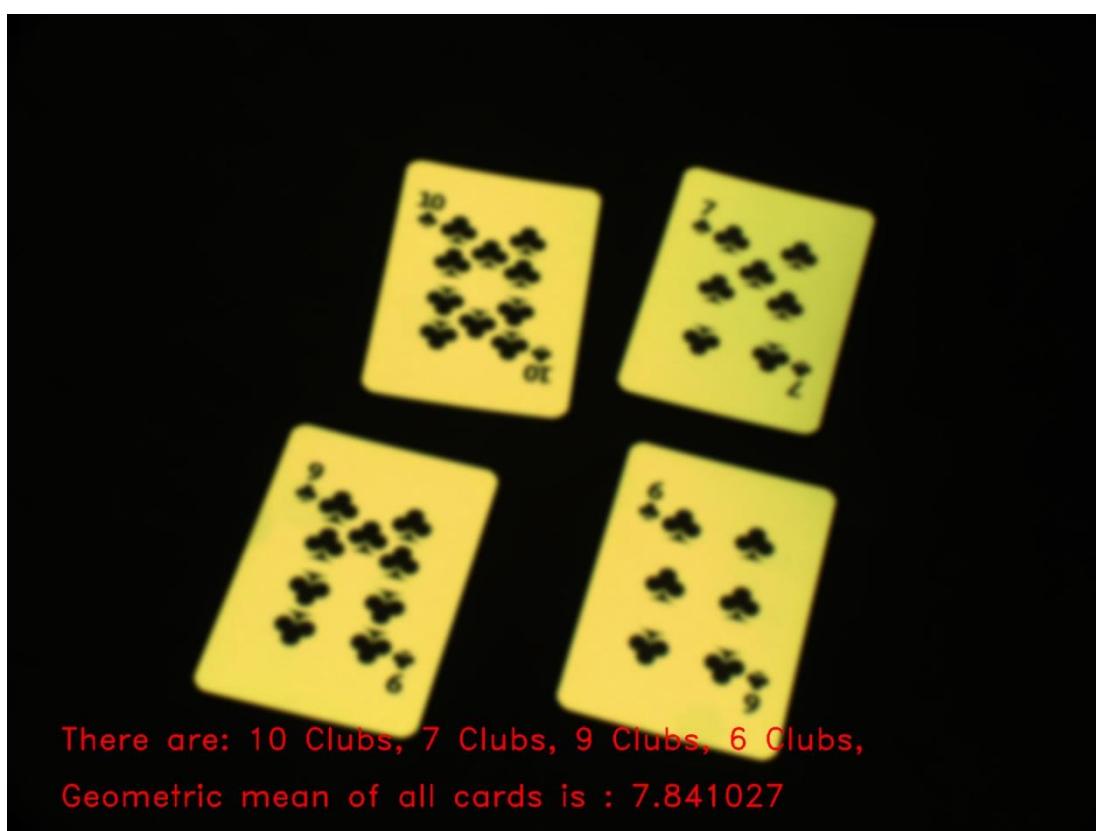
Rysunek 75. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 4 i wariantu noised.

e) Zestaw 5



There are: 10 Clubs, 7 Clubs, 9 Clubs, 6 Clubs,
Geometric mean of all cards is : 7.841027

Rysunek 76. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 5 i wariantu zwykłego.



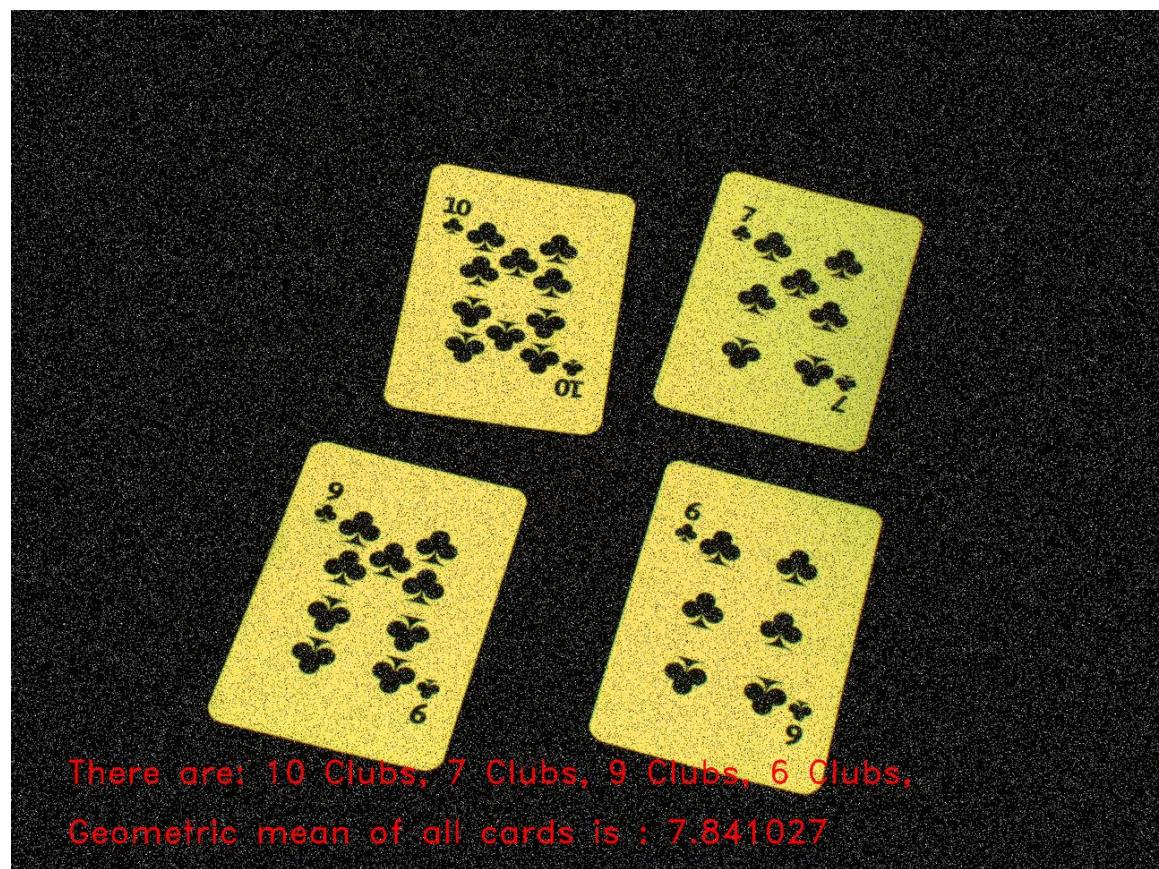
There are: 10 Clubs, 7 Clubs, 9 Clubs, 6 Clubs,
Geometric mean of all cards is : 7.841027

Rysunek 77. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 5 i wariantu blurred.



There are: 10 Clubs, 7 Clubs, 9 Clubs, 6 Clubs,
Geometric mean of all cards is : 7.841027

Rysunek 78. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 5 i wariantu gradient.



There are: 10 Clubs, 7 Clubs, 9 Clubs, 6 Clubs,
Geometric mean of all cards is : 7.841027

Rysunek 79. Przedstawienie uzyskanych wyników na obrazie wyjściowym dla zestawu 5 i wariantu noised.

2.9. Realizacja części a) polecenia

Jak widać na zdjęciach z poprzedniego punktu, algorytm rozpoznaje bezbłędnie wszystkie karty ze wszystkich scen dla każdego z wariantów.

2.10. Realizacja części b) polecenia

Część b) polecenia polegała na obliczeniu średniej geometrycznej z odnalezionych kart. Jak widać na zdjęciach z punktu 2.8. wartość ta została obliczona prawidłowo, z dużą dokładnością.

3. Implementacja

3.1. Podział na metody – zasada pojedynczej odpowiedzialności

Tworzone funkcje starano się opierać o zasadę jedna funkcjonalność = jedna metoda. Dzięki temu można było dobierać nazwy funkcji do wykonywanych przez nie rzeczy. Dzięki temu zabiegowi czytając ponownie kod można szybko przypomnieć sobie o co w nim chodziło.

```
class Interface
{
private:
    Mat input, inputFiltered, inputGray, inputThreshold, output;
    vector<Mat> cards, cardsGray, cardsThreshold, cardsErode;
    vector<Mat> symbolsRoi, symbols;
    string inputPath;
public:
    Interface();
    ~Interface();

    string getInputPath();
    void loadInput(string inputPath);
    void init();
    void clearCardsErode();

    Mat getInput();
    void setInput(Mat input);
    Mat getOutput();
    void setOutput(Mat output);
    Mat getInputFiltered();
    void setInputFiltered(Mat inputFiltered);
    Mat getInputGray();
    void setInputGray(Mat inputFiltered);
    Mat getInputThreshold();
    void setInputThreshold(Mat inputThreshold);
    vector<Mat> getCards();
    void setCards(vector<Mat> cards);
    vector<Mat> getCardsGray();
    void setCardsGray(vector<Mat> cardsGray);
    vector<Mat> getCardsThreshold();
    void setCardsThreshold(vector<Mat> cardsThreshold);
    vector<Mat> getCardsErode();
    void setCardsErode(vector<Mat> cardsErode);
    vector<Mat> getSymbolsRoi();
    void setSymbolsRoi(vector<Mat> symbolsRoi);
    vector<Mat> getSymbols();
    void setSymbols(vector<Mat> symbols);
};
```

```
class CardSegmentator
{
private:
    vector<vector<Point>> contoursOfCards;
public:
    CardSegmentator();
    ~CardSegmentator();

    void init(Interface &interface);
    void preprocessInput(Interface &interface);
    void findContoursOfCards(Interface &interface);
    void separateCards(Interface &interface, vector<vector<Point>> &contoursOfCards);
};


```

```
class SymbolSegmentator
{
private:
    vector<vector<vector<Point>>> symbolsContours;
    int counterOfCardsWithFoundedContoursOfSymbols;
public:
    SymbolSegmentator();
    ~SymbolSegmentator();

    void init(Interface &interface);
    void preprocessCard(Interface &interface);
    void separateSymbolsRoi(Interface &interface);
    void findContoursOfSymbols(Interface &interface);
    void countCardsWithFoundedContoursOfSymbols();
    void findContoursOfSymbolsForSpecialCase(Interface &interface);
    void separateSymbols(Interface &interface);

    vector<vector<vector<Point>>> getSymbolsContours();
    int getCounterOfCardsWithFoundedContoursOfSymbols();
};


```

```
class SymbolClassifier
{
private:
    vector<vector<Rect>> partsOfSymbols;
    vector<vector<double>> percentOfSymbolsInParts;
    vector<int> symbolsOfCards;           //1 - Hearts, 2 - Diamonds, 3 - Spades, 4 - Clubs
public:
    SymbolClassifier();
    ~SymbolClassifier();

    void init(Interface &interface, SymbolSegmentator &symbolSegmentator);
    void createPartsOfSymbols(Interface &interface);
    void calculatePercentOfSymbolsInParts(Interface &interface);
    void recogniseSymbols(Interface &interface, SymbolSegmentator &symbolSegmentator);
    vector<int> getSymbolsOfCards();
};


```

```

class ResultGetter
{
private:
    vector<int> numbersOfCards;
    vector<int> symbolsOfCards;           //1 - Hearts, 2 - Diamonds, 3 - Spades, 4 - Clubs
    double geometricMeanOfCardsNumbers;
public:
    ResultGetter();
    ~ResultGetter();

    void init(Interface &interface, SymbolSegmentator &symbolSegmentator, SymbolClassifier &symbolClassifier);
    void getNumbersOfCards(SymbolSegmentator &symbolSegmentator);
    void getSymbolsOfCards(SymbolClassifier &symbolClassifier);
    void calculateGeometricMeanOfCardNumbers();
    void showResults(Interface &interface);
};

```

3.2. Informatywne nazwy zmiennych

Starano się tak dobierać zmienne, aby jak najbardziej odwzorowywały pełnoną przesz nch funkcję, Dodatkowo starano się zachować spójność między zmiennymi lokalnymi funkcji, a nazwami przypisywanym im polom innych klas.

```

vector<Mat> cardsGray = interface.getCardsGray();

Mat inputThreshold = interface.getInputThreshold();

Mat input, inputFiltered, inputGray, inputThreshold, output;
vector<Mat> cards, cardsGray, cardsThreshold, cardsErode;
vector<Mat> symbolsRoi, symbols;
string inputPath;

```

Przykłady nazw zmiennych znajdują się w kodzie przedstawionym w poprzednim punkcie.

3.3. Spójne nazewnictwo, język, styl

Kod został napisany w języku angielski, podobnie jak komentarze – czyni to kod dostępnym również osobom spoza kraju. Starano się zachować spójność nazewnictwa pomiędzy odpowiadającymi sobie zmiennymi i polami.

```

//checking whether the contours have been found or not
//if not - input is in very bad quality (blurred case)
void SymbolSegmentator::countCardsWithFoundedContoursOfSymbols() {
    counterOfCardsWithFoundedContoursOfSymbols = 0;
    for (int i = 0; i < symbolsContours.size(); i++) {
        if (symbolsContours[i].size() > 0) {
            counterOfCardsWithFoundedContoursOfSymbols++;
        }
    }
}

```

3.4. Komentarze i przypisy

Napisany kod został dopełniony komentarzami w języku angielskim pozwalającym lepiej zrozumieć funkcjonalność metody albo istotę zmiennej.

Na przykład ciężko było wpisać do pamięci oznaczenie dla rozpoznanych symboli, więc zdecydowano się nadać im numeracje od 1 do 4 w zależności od ich wagi podczas gry, co zostało skomentowane, aby nikt nie miał co do tego wątpliwości.

```

vector<int> symbolsOfCards;           //1 - Hearts, 2 - Diamonds, 3 - Spades, 4 - Clubs

//recognising symbols based on content of symbol in each part of symbol region and ratio of symbol region dimensions
//value 1 is Hearts, 2 is Diamonds, 3 is Spades and 4 is Clubs
//there are 2 cases - one for standard processing and the second for a special case (blurred images)
void SymbolClassifier::recogniseSymbols(Interface &interface, SymbolSegmentator &symbolSegmentator) {

    //finding contours of cards in input using findContours() method
    //with condition of area 10 000
    //and approximation the contours to 4 vertexes
void CardSegmentator::findContoursOfCards(Interface &interface) {

    //separating all cards from input
    //and making perspective transformation to represent cards by rectangle
void CardSegmentator::separateCards(Interface &interface, vector<vector<Point>> &contoursOfCards) {

```

3.5. Podział na interfejs i warstwę przetwarzania

Program został podzielony na część związaną z interakcją z użytkownikiem (pobieranie ścieżki do pliku, przechowywanie wszystkich obrazów) (klasa Interface) oraz część przetwarzania informacji składająca się z 4 klas odpowiadających za kolejne etapy przetwarzania obrazu (klasy CardSegmentator, SymbolSegmentator, SymbolClassifier oraz ResultGetter).

3.6. Kod bez powtórzeń

W kodzie nie występują powtórzenia. Udało się nim zapobiec dzięki m.in. zastosowaniu pętel jak w przypadku przedstawionym poniżej.

```

//dividing a symbol region to 16 parts (4x4) which has the same size
void SymbolClassifier::createPartsOfSymbols(Interface &interface) {
    vector<Mat> symbols = interface.getSymbols();
    for (int i = 0; i < symbols.size(); i++) {
        vector<Rect> partsOfSymbol;
        for (int j = 0; j < 4; j++) {
            for (int k = 0; k < 4; k++) {
                Rect part = Rect(Point(symbols[i].cols / 4 * k, symbols[i].rows / 4 * j), Point(symbols[i].cols/4 * (k+1), symbols[i].rows/4 * (j+1)));
                partsOfSymbol.push_back(part);
            }
        }
        partsOfSymbols.push_back(partsOfSymbol);
    }
}

for (int i = 0; i < inputContours.size(); i++) {
    if (contourArea(inputContours[i]) > 10000) {
        approxPolyDP(inputContours[i], inputContoursPoint, 20, true);
        inputContoursSelected.push_back(inputContoursPoint);
    }
}

for (int i = 0; i < contoursOfCards.size(); i++) {
    Mat card;
    vector<Point2f> srcPoints = { contoursOfCards[i][0], contoursOfCards[i][1], contoursOfCards[i][2], contoursOfCards[i][3] };
    vector<Point2f> dstPoints = { Point(0,0), Point(interface.getInput().cols - 1, 0), Point(interface.getInput().cols - 1, interface.getInput().rows - 1), Point(0,interface.getInput().rows - 1) };
    Mat T = getPerspectiveTransform(srcPoints, dstPoints);
    warpPerspective(interface.getInputFiltered(), card, T, interface.getInput().size());
    cards.push_back(card);
}

```

Tworzone powyżej części symbolu mają regularne wartości, dzięki czemu można było umieścić całe działanie w pętli, zamiast wpisywać wartości ręcznie dla każdego pola.

4. Bibliografia

- [1] K. Szeląg: Cyfrowe przetwarzanie obrazu/ Widzenie maszynowe. Zajęcia organizacyjne.
- [2] docs.opencv.org – dokumentacja biblioteki OpenCV.