

Segmentacja przez progowanie (algorytmem Otsu) i przez klasteryzację (algorytmem ML-EM)

Maciej Górnicki, Bartosz Stalewski, Rafał Wojdowski

CPOO, Dokumentacja projektu

1 Temat projektu

Projekt polegał na zaimplementowaniu dwóch algorytmów służących do segmentacji obrazów na obszary:

- algorytmu Otsu, wykonującego segmentację przez progowanie,
- algorytmu ML-EM, wykonującego segmentację przez klasteryzację.

2 Idee algorytmów

2.1 Algorytm Otsu

Segmentacja metodą Otsu, której nazwa pochodzi od jej twórcy Nobuyuki Otsu, stanowi przykład progowania globalnego, w którym znalezione wartości progów są optymalne pod względem minimalizacji wariancji wewnątrzklasowej lub maksymalizacji wariancji międzyklasowej. Metoda Otsu osiąga dobre rezultaty na przykład dla obrazów o histogramach bimodalnych, czyli takich, gdzie możliwa jest reprezentacja histogramu przez dwa zachodzące na siebie rozkłady normalne o różnych wartościach średnich.

2.2 Algorytm ML-EM

Segmentacja metodą ML-EM (ang. Maximum Likelihood Estimation Maximization) polega na iteracyjnym szacowaniu parametrów modelu mikstur Gaussa. W takim modelu każdy klaster jest reprezentowany jako rozkład normalny o pewnej wartości średniej i macierzy kowariancji. W przypadku niniejszego projektu przestrzenią przeszukiwań, w której osadzone są klastry, jest przestrzeń czterowymiarowa $(R - G, R - B, i, j)$, gdzie $R - G$ to różnica między składową R oraz G piksela, $R - B$ to — analogicznie — różnica między składową R oraz B piksela, i numer wiersza piksela, j numer kolumny piksela.

3 Testy algorytmu Otsu

3.1 Test algorytmu Otsu — wybór jednego progu przy histogramie z dwoma skupiskami



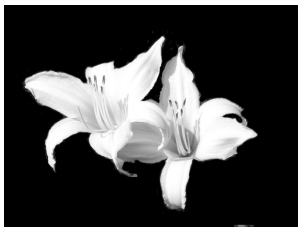
Rysunek 1. Rysunek wejściowy.



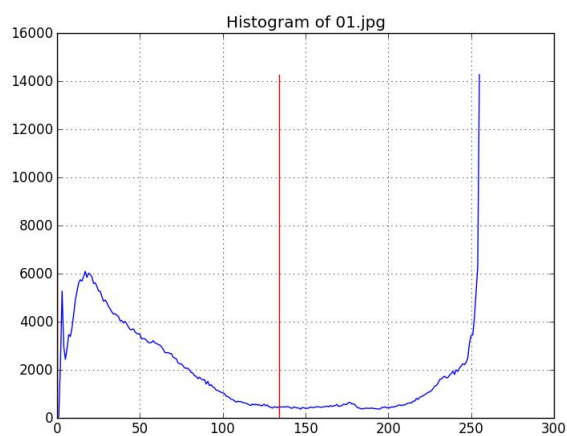
Rysunek 2. Region pierwszy (z dwóch) po segmentacji.



Rysunek 3. Region drugi (z dwóch) po segmentacji.



Rysunek 4. Region pierwszy (z dwóch) po segmentacji idealnej.



Rysunek 5. Histogram rysunku wejściowego z zaznaczonym progiem, który został dobrany przez algorytm Otsu. Na podstawie histogramu da się zauważyć, że obraz wejściowy jest obrazem bimodalnym, czyli składającym się z pikseli, których jasności można zgrupować w dwóch skupiskach — skupisku pikseli ciemnych (pikseli tła) i jasnych (pikseli pierwszego planu). Jak widać, próg (o wartości ok. 130) został dobrany dość dobrze, ponieważ znajduje się na środku pomiędzy oboma skupiskami.

3.2 Test algorytmu Otsu — wybór jednego progu przy histogramie z siedmioma skupiskami



Rysunek 6. Rysunek wejściowy.



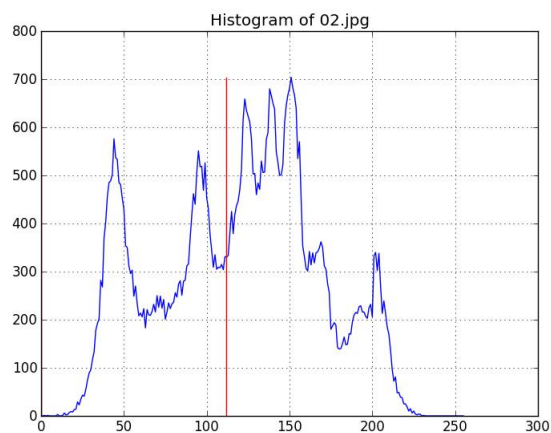
Rysunek 7. Region pierwszy (z dwóch) po segmentacji.



Rysunek 8. Region drugi (z dwóch) po segmentacji.



Rysunek 9. Region drugi (z dwóch) po segmentacji idealnej.



Rysunek 10. Histogram rysunku wejściowego z zaznaczonym jednym progiem, który został dobrany przez algorytm Otsu. Jak widać, próg (o wartości ok. 120) został dobrany dość dobrze, ponieważ dzieli histogram na mniej więcej równe połowy pod względem ilości pikseli znajdujących się po lewej i prawej stronie względem progu.

3.3 Test algorytmu Otsu — wybór czterech progów przy histogramie z siedmioma skupiskami



Rysunek 11. Rysunek wejściowy.



Rysunek 12. Region pierwszy (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 13. Region drugi (z pięciu) po segmentacji.



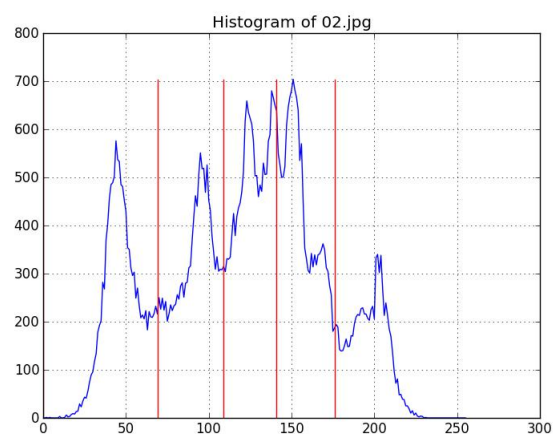
Rysunek 14. Region trzeci (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 15. Region czwarty (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 16. Region piąty (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 17. Histogram rysunku wejściowego z zaznaczonymi czterema progami, które zostały dobrane przez algorytm Otsu. Jak widać, progi zostały dobrane dość dobrze, ponieważ — po pierwsze — znajdują się mniej więcej na środku pomiędzy skupiskami i — po drugie — są od siebie oddalone w mniej więcej równych odstępach.

3.4 Test algorytmu Otsu — wybór jednego progu przy histogramie z jednym skupiskiem



Rysunek 18. Rysunek wejściowy.



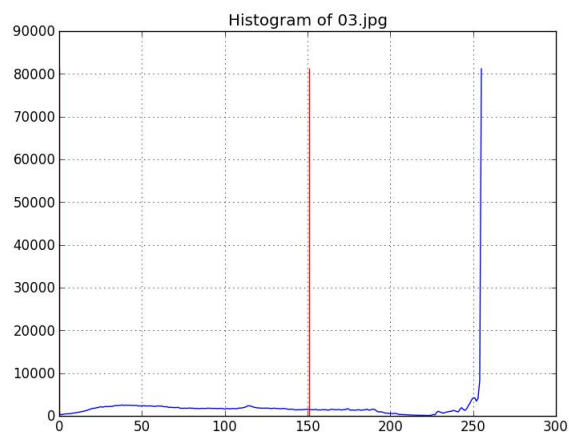
Rysunek 19. Region pierwszy (z dwóch) po segmentacji.



Rysunek 20. Region drugi (z dwóch) po segmentacji.



Rysunek 21. Region pierwszy (z dwóch) po segmentacji idealnej.



Rysunek 22. Histogram rysunku wejściowego z zaznaczonym progiem, który został dobrany przez algorytm Otsu. Jak widać, próg (o wartości ok. 150) został dobrany dość dobrze, ponieważ oddziela piksele najciemniejsze od najjaśniejszych, nie nachodząc na największe skupisko pikseli.

4 Testy algorytmu ML-EM

4.1 Test algorytmu ML-EM — wybór pięciu obszarów



Rysunek 23. Rysunek wejściowy.



Rysunek 24. Region pierwszy (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 25. Region drugi (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 26. Region trzeci (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 27. Region czwarty (z pięciu) po segmentacji.

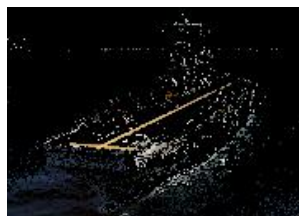


Rysunek 28. Region piąty (z pięciu) po segmentacji.

4.2 Test algorytmu ML-EM — wybór dwóch obszarów



Rysunek 29. Rysunek wejściowy.



Rysunek 30. Region pierwszy (z dwóch) po segmentacji.



Rysunek 31. Region drugi (z dwóch) po segmentacji.

4.3 Test algorytmu ML-EM — wybór pięciu obszarów



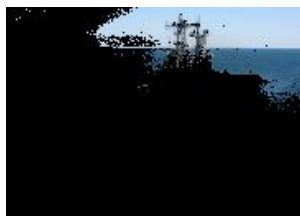
Rysunek 32. Rysunek wejściowy.



Rysunek 33. Region pierwszy (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 34. Region drugi (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 35. Region trzeci (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 36. Region czwarty (z pięciu) po segmentacji.



Rysunek 37. Region piąty (z pięciu) po segmentacji.