

Khalid Saeed¹, Mariusz Rybnik,
Marek Tabędzki, Marcin Adamski

ALGORYTM DO ŚCIENIANIA OBRAZÓW: IMPLEMENTACJA I ZASTOSOWANIA

Streszczenie: Praca ta prezentuje niektóre zastosowania algorytmu z wcześniejszego artykułu [2]. Zastosowany algorytm do pisma ręcznego jest aplikowany tutaj na obrazach, takich jak fotografie, obrazy o charakterze medycznym i podpisy. Ścienianie jest ważne w wielu zastosowaniach z dziedziny rozpoznawania wzorców, np. kompresja, transmisja lub przechowywanie danych. Otrzymano interesujące wyniki, które są prezentowane w tym artykule. Porównując uzyskane rezultaty z rezultatami innych algorytmów uznano, że są one porównywalne z najnowszymi podejściami w dziedzinie ścieniania liter, słów i zdań pisma ręcznego. Jednak, w przypadku rysunków, podpisów i innych bardziej skomplikowanych obrazów, nasz algorytm daje lepsze rezultaty.

Słowa kluczowe: algorytm ścieniania; ścienianie słów, tekstów i obrazów

1. Wstęp

Ścienianie jest bardzo ważną fazą w rozpoznawaniu wzorców w niemal wszystkich metodach i podejściach do klasyfikacji. Pomimo tego, w większości przypadków, ścienianie nie jest tak precyzyjne jak powinno być, choć autorzy algorytmów deklarują swoje metody jako niemal idealne [2,3,4,5]. Rzeczywiście, są pewne algorytmy, które prowadzą do niemal jednopikselowego ścienionego obrazu [2,4,5]. Te metody wykazują swoją skuteczność w działaniu na piśmie ręcznym, wyrazach lub w pewnych specjalnych zastosowaniach [3,6] ale nie na fotografiach lub pewnych skomplikowanych obrazach zbliżonych do medycznych [2,7]. Ponieważ nie wszyscy autorzy ujawniają szczegóły algorytmów i zazwyczaj przemilcząją usterki, które są dyskutowane w zestawieniu [8], porównanie bywa problematyczne. W wielu przypadkach autorzy tej pracy implementowali algorytmy innych,

¹ Wydział Informatyki, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok
aidabt@ii.pb.bialystok.pl

opierają się na podstawowych ideach wymienionych w materiałach, i następnie porównywali wyniki ze swoimi w takich samych warunkach. Nasze eksperymenty, niemal we wszystkich rozważanych przypadkach, wykazały dużą efektywność w utrzymywaniu kontynuacji (braku przerw) szkieletu obrazu bez straty podstawowych cech obrazu. To jest bardzo ważne, szczególnie w kompresji, transmisji lub zapisywaniu dużych danych po ścienianiu.

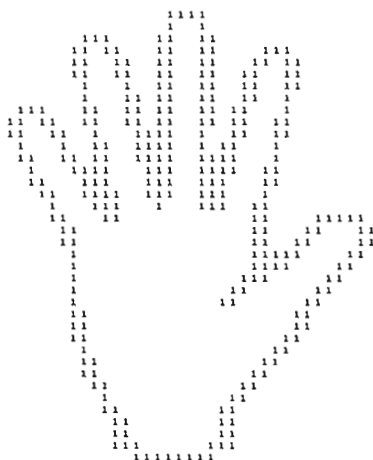
2. Rozważania teoretyczne

W rozdziale tym opisany jest algorytm i jego implementacja. Generalne wytyczne do ścieniania pisma, słów i zdań w różnych językach są dane w [2]. Tutaj przedstawiamy główne fazy algorytmu, które prowadzą do konturu gotowego do rozpoznawania.

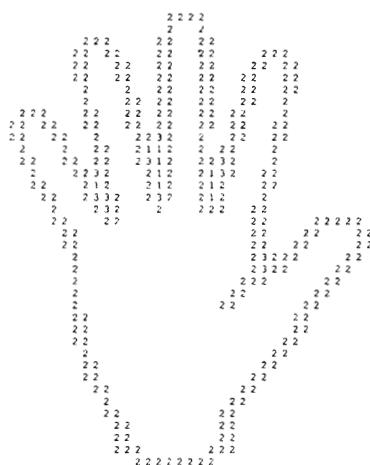
2.1. Algorytm ścieniania

Algorytm jednopikselowego ścieniania prezentowany w [3] jest modyfikowany [2], by otrzymać nieprzerwany obraz. Nieprzerwany obraz definiujemy jako obraz z ciągłym szkieletem, który jest jednopikselowy. To jest podstawa do większości zastosowań algorytmu, którego najważniejsze fazy przedstawiamy poniżej. Do ilustracji jego działania wykorzystamy rysunek ludzkiej dłoni.

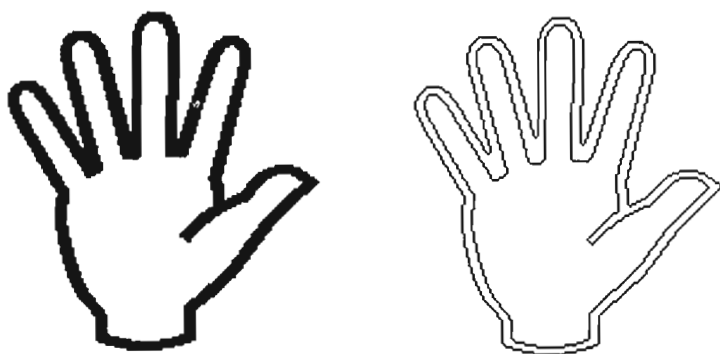
1. Obraz jest przedstawiany jako mapa bitowa, czarne piksele są zaznaczane jedynkami:



2. Jedyne konturu (które dotykają zer tła) są zmieniane na dwójki; a te w kątach w trójki. Wtedy otrzymujemy następujący obraz:



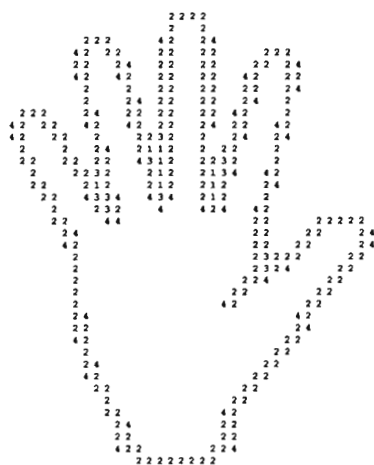
Uwaga: Zauważmy, że ta faza może zakończyć działanie algorytmu, pozostawiając finalny kontur zależnie od okoliczności. W przypadku niektórych zastosowań przetwarzania obrazów to jest podstawowy cel ścieniania. Rysunek 1 pokazuje dłoń razem z konturem po fazie 2:



Rys. 1. Obraz dłoni ścieniony do konturu

Jednak aby pokazać całość metody ścieniania do konturu jednopikselowego, będącego najczęściej pożądanym i stosowanym przypadkiem, rozważmy następne fazy [2].

3. Wyszukajmy piksele, które mają dwóch, trzech lub czterech przylegających do siebie sąsiadów i zmieńmy je na czwórki:



Zauważmy, że jest osiem takich układów w każdym przypadku, zależnie od sposobu w jaki piksele otaczające piksel testowany x są ułożone. Waga każdego z tych pikseli jest brana z następującej tabeli:

128	1	2
64	x	4
32	16	8

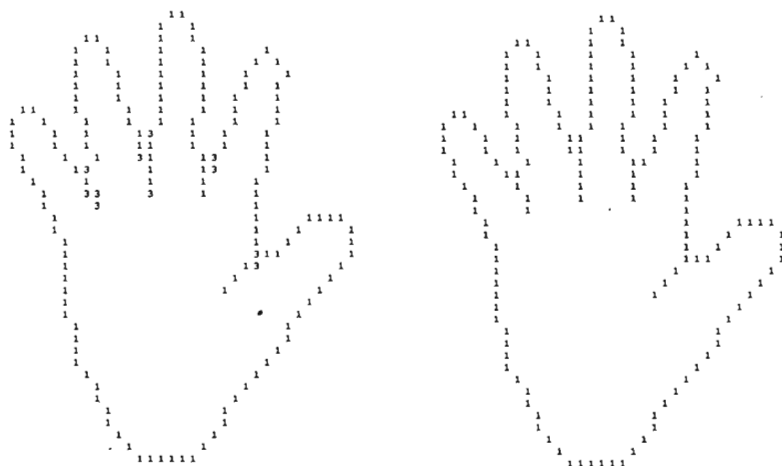
Mamy więc 24 różne możliwości z dwoma, trzema lub czterema sąsiadami. Suma s sąsiadujących pikseli, z zakresu 0 do 255, decyduje, kiedy usunąć piksel. Następująca tablica usunięć prezentuje sumy, dla których piksele zostają usunięte:

3	5	7	12	13	14	15	20
21	22	23	28	29	30	31	48
52	53	54	55	56	60	61	62
63	65	67	69	71	77	79	80
81	83	84	85	86	87	88	89
91	92	93	94	95	97	99	101
103	109	111	112	113	115	116	117
118	119	120	121	123	124	125	126
127	131	133	135	141	143	149	151
157	159	181	183	189	191	192	193
195	197	199	205	207	208	209	211
212	213	214	215	216	217	219	220
221	222	223	224	225	227	229	231
237	239	240	241	243	244	245	246
247	248	249	251	252	253	254	255

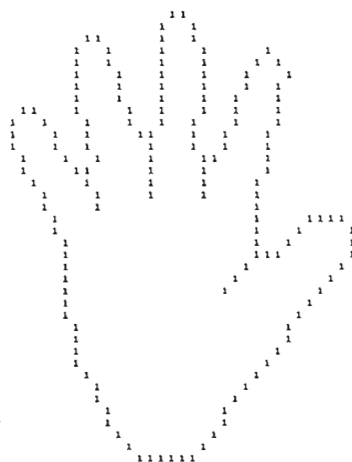
4. Usuwamy czwórki, aby otrzymać następujący kształt:



5. Sprawdzamy czy dwójki i trójki w obrazie powyżej są potrzebne do utrzymania ciągłości obrazu, jeżeli tak, to oznaczamy je jedynekami, by otrzymać:



Całość algorytmu jest zwykle powtarzana aż do otrzymania finalnego obrazu:



2.2. Schemat blokowy algorytmu

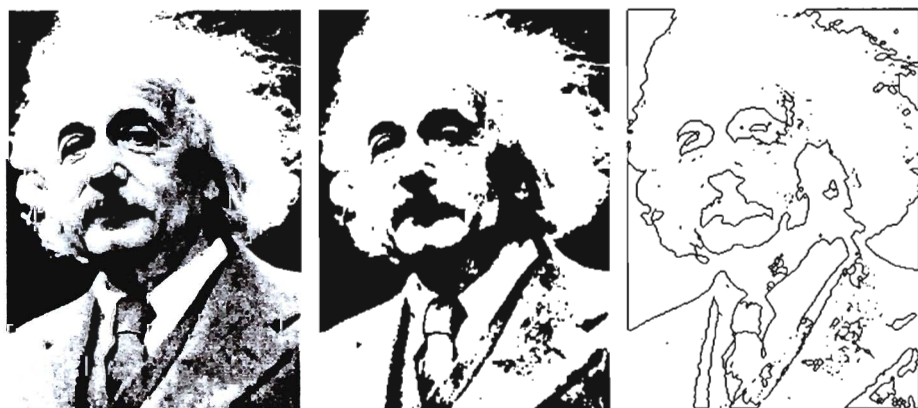
Algorytm został zaimplementowany przy użyciu języka *MFC C++* i nazwany *KMM*. Schemat blokowy programu komputerowego jest przedstawiony w Dodatku. Algorytm testowano przy użyciu wielu przykładów, a otrzymane wyniki były porównywane z innymi podejściami pod względem szybkości, złożoności i kosztu.

3. Przykłady

Przykłady rozważane tutaj różnią się od wymienionych w [2], jako że jesteśmy zainteresowani raczej obrazami niż tekstami. Prezentujemy fotografię Einsteina, podpis i przykład obrazu medycznego.

3.1 Obrazy

Algorytm prezentowany w tej pracy był testowany na wielu obrazach. Rozważano obrazy oraz fotografie – kolorowe i czarno-białe, między innymi przetworzono fotografię Einsteina. Rysunek 2 pokazuje oryginalną fotografię Einsteina, czarno-białą wersję oraz ścieniony kontur. Zauważmy, że ważne cechy obrazu pozostały niezmiennione.



Rys. 2. Fotografia Einsteina ścieniona w celu kompresji lub zapisywania danych

3.2 Podpisy

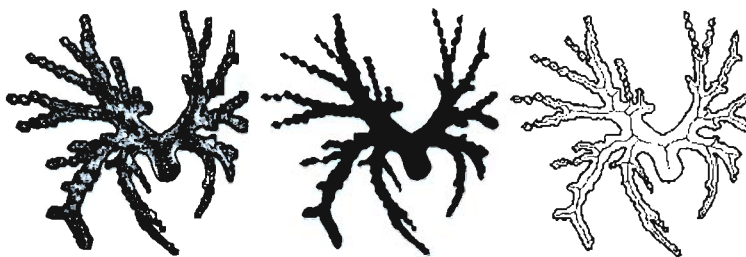
Innym przykładem użytym do prezentacji ekstrakcji wektorów cech jest typowe rozpoznawanie podpisu [9]. Chociaż algorytm użyty w rozpoznawaniu podpisu nie potrzebuje ścieniania przed klasyfikacją, ścienianie upraszcza proces opisywania i klasyfikacji. Rysunek 3 pokazuje próbkę podpisu z jego ścienionym kształtem, wszystkie punkty charakterystyczne pozostały niezmienione.



Rys. 3. Ścienianie podpisu

3.3 Obrazy medyczne

Rozważmy obraz medyczny pokazany na rysunku 4 w trzech różnych formach: kolorowej, czarno-białej i w formie ścienionego szkieletu wewnątrz konturu. To jest jeden z kilku testowanych przykładów ścieniania obrazów medycznych w celu przygotowania do kompresji przed transmisją lub zapisaniem jako ścieniony obraz.



Rys. 4. Przetwarzanie obrazu medycznego

4. Wnioski

Algorytm opisany w [2] jest wystarczający do otrzymania dobrych rezultatów ścieniania do rozpoznawania wzorców [10,11]. Przerwa w ciągłości linii formujących szkielet obrazu pozwala jednak czasem na wyodrębnienie wielu więcej praktycznych cech do klasyfikacji i opisanie obrazu, jak to opisano w [3]. Ta metoda jednak nie daje jednopikselowego szkieletu. Algorytm prezentowany w tej pracy spełnia założenia szkieletu jednopikselowego. Warunek ten jest wymagany przez wiele zastosowań w dziedzinie przetwarzania obrazów. Algorytm prezentowany tutaj wykazuje znaczący postęp i w niektórych przypadkach większą efektywność.

Bibliografia

- [1] K. Saeed, M. Rybnik, M. Tabędzki: *More Results and Applications about the Algorithm of Thinning Images to One-Pixel-width*, 9th CAIP International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns, pp. 601-609, Sept. 5-7, Warsaw 2001, Springer-Verlag Heidelberg: Berlin 2001.
- [2] K. Saeed: *Text and Image Processing: Non-Interrupted Skeletonization WSES/IEEE-CSCC'01*, World Scientific and Engineering Society Multi-Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers, July 8-15, (Advances in Signal Processing and Computer Technology, pp. 350-354, WSES Press), Crete, 2001.
- [3] K. Saeed, R. Niedzielski: *Experiments on Thinning of Cursive-Style Alphabets*, ITESB'99, Inter. Conf. on Information Technologies, June 24-25, Mińsk, 1999.
- [4] Yung-Sheng Chen: *The Use of Hidden Deletable Pixel Detection to Obtain Bias-Reduced Skeletons in Parallel Thinning*, Proceedings of 9th ICPR'96 – IEEE, Vol.1, pp. 91-95, Aug. 25-29, Vienna, 1996.

- [5] Y.Y. Zhang, P.S.P. Wang: *A Parallel Thinning Algorithm with Two-Subiteration that Generates One-Pixel-Wide Skeletons*, Proceedings of 9th ICPR'96 - IEEE, Vol.2, pp. 457-461, Aug. 25-29, Vienna, 1996.
- [6] G. Ososkov, A. Stadnik: *Face Recognition by a new type of Neural Networks*, Advances in Neural Networks and Applications, pp. 304-308, WSES Press, MA 2001.
- [7] K. Saeed: *New Approaches for Cursive Languages Recognition: Machine and Hand Written Scripts and Tests*, Invited Paper in Proceedings of World Scientific and Engineering Society WSES-NNA'2001 Conference February 12-14, (Advances in Signal Processing and Computer Technology, pp. 92-97, WSES Press), Tenerife, 2001.
- [8] M. Ghuwar and W. Skarbek: *Recognition of Arabic Characters – A Survey*, Polish Academy of Science, Manuscript No.740, Warsaw, 1994.
- [9] A. Hodun: *Signature Recognition*, B.Sc. Thesis, Bialystok University of Technology, Bialystok, 2001, Poland.
- [10] K. Saeed: *Three-Agent System for Cursive-Scripts Recognition*, Proc. CVPRIP'2000 Computer Vision, Pattern Recognition and Image Processing, 5th Joint Conference on Information Sciences JCIS'2000, Vol.2, pp. 244-247, February 27 – March 3, New Jersey, 2000.
- [11] K. Saeed: *A Projection Approach for Arabic Handwritten Characters Recognition*, New Trends and Applications in Computational Intelligence, pp. 106-111, Springer-Verlag Heidelberg: Berlin, 2000.

AN ALGORITHM FOR IMAGE THINNING: IMPLEMENTATION AND APPLICATIONS

Summary: The article presents a new algorithm with its computer implementation and applications in texts, pictures and medical organs description. This is very important for a number of applications in pattern recognition, like, for example, data compression, transmission or saving. Some interesting results have been obtained and presented in this paper. Comparing with results of other methods, we can conclude that if it comes to thinning of scripts, words or sentences our method is as good as some of the latest known-to-us approaches. However, when it comes to pictures, signatures or other more complicated images, the given in this work examples may prove better and more precise results than a number of other known methods.

Key words: image processing; image digitalization, skeletonization, thinning

