

WYZNACZANIE AUTOMATYCZNE PUNKTÓW CHARAKTERYSTYCZNYCH TWARZY

Sebastian PABIASZ¹

¹ Politechnika Śląska, Gliwice; sebastian.pabiasz@polsl.pl; identyfikator ORCID: 0000-0002-1239-5789

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań nad Autorską reprezentacją twarzy. W artykule przedstawiono rezultaty testów na dużym zbiorze danych. Jest on 10 razy, większy niż w badaniach początkowych.

Słowa kluczowe: biometria twarzy 3d, punkty charakterystyczne, rozpoznawanie twarzy

AUTOMATIC DETERMINATION OF FACE LANDMARKS

Abstract: The aim of the article is to present the results of research on the author's face representation. The article presents the results of tests on a large dataset, which is 10 times larger than in the initial research.

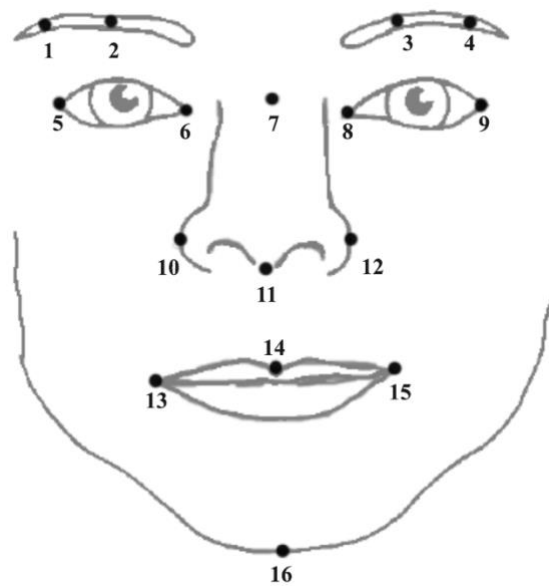
Keywords: 3d face biometrics, landmarks, face recognition

1. Wprowadzenie

System biometryczny to system rozpoznawania wzorów, który określa tożsamość danej osoby na podstawie unikatowych cech fizycznych lub behawioralnych. Cechy fizyczne obejmują unikalne cechy anatomiczne takie jak odcisk palca, obraz twarzy/tęczówki, DNA. Cechy behawioralne to zespół unikatowych sposobów wykonywania czynności przez człowieka. Przykładem może być sposób w jaki wykonywany jest podpis (nacisk, dynamika), zwykle łączony z unikalnym znakiem graficznym jaki jest produktem tego procesu. Znane są też przypadki identyfikacji bazującej na sposobie pisania na klawiaturze komputera. Ponadto systemy biometryczne dzielą się na dwie grupy związane z interakcją z użytkownikiem. Pierwsza wymaga interakcji np. identyfikacja poprzez odcisk palca, druga wykonywana jest w „w locie” np. identyfikacja twarzy wykorzystująca obraz z monitoringu. Każda z tych grup ma swoje wady i zalety. W przypadku pierwszej wymagana jest interakcja użytkownika, można oczekiwać, że akwizycja próbki danych będzie się odbywać w kontrolowanych warunkach i będzie lepszej jakości w stosunku do próbki która została pobrana w locie. Minusem tego rozwiązania jest konieczność wykorzystywania dedykowanego sprzętu (Li, H., Huang, D., Morvan, J.M., Wang, Y., Chen, L., 2015)). Główne nurty rozwoju biometrii w sferze użytkowej dążą to takiej specjalizacji metod identyfikacji, żeby odbywała się ona w sposób mało obciążający dla użytkownika i często wykorzystywała istniejącą infrastrukturę sprzętową. Przykładem mogą być kamery telefonów komórkowych (A. Locher, M. Perdoch, H. Riemenschneider and L. Van Gool, 2016). Oczywiście dobór odpowiedniej technologii jest sztuką wywarzenia wymaganego stopnia ochrony i interakcji z użytkownikiem. Systemy biometryczne są wygodne dla użytkownika, ponieważ rozwiązują problem pamiętania przez niego rozmaitych pinów i haseł. Z drugiej strony muszą być skuteczne w ochronie zasobów, na porównywalnym poziomie jak wspomniane metody pamięciowe (piny, hasła) (O. Muratov, Y. Slynko, V. Chernov, M. Lyubimtseva, A. Shamsuarov and V. Bucha, 2016, X. Yang *et al.*, 2020). Prym w tego rodzaju zastosowania wiedzy biometria twarzy.

2. Automatyczne punkty charakterystyczne twarzy

Systemy biometryczne bazujące na interpretacji obrazu trójwymiarowego zazwyczaj oparte są o koncepcję punktów charakterystycznych (ang. *landmarks*). Zazwyczaj są to z góry określone punkty na ciele człowieka wykorzystywane w pomiarach. Twarz, a w zasadzie głowa ma pokaźny zbiór tych punktów. Rysunek 1 prezentuje, zbiór charakterystyczny dla twarzy.



Rysunek 1. Podstawowy zbiór punktów antropometrycznych. Opracowanie własne.

W niniejszej pracy skupiono się na badaniach nad metodą wyznaczania punktów charakterystycznych w sposób automatyczny (Pabiasz, S., Starczewski, J.T., Marvuglia, A., 2014). Badania wstępne opierały się na ograniczonej liczbie twarzy (poniżej 10), w niniejszej pracy zbiór testy został zwiększony do 50.

3. Punkty charakterystyczne twarzy wyznaczone w sposób automatyczny

Wyznaczanie punktów charakterystycznych odbywa się dwuetapowo. W pierwszym etapie przetwarzane są kolumny obrazu, w drugim wiersze (Rysunek 2). Algorytm bazuje na oknie przesuwającym, w obrębie którego dokonywane są pomiary. W poprzednich badaniach wykazano, że rozmiar okna przesuwającego ma niewielki wpływ na wynik końcowy. Tak samo

tyczy się to obrazów o różnych rozdzielczościach i różnych wielkościach okna przesuwnego.

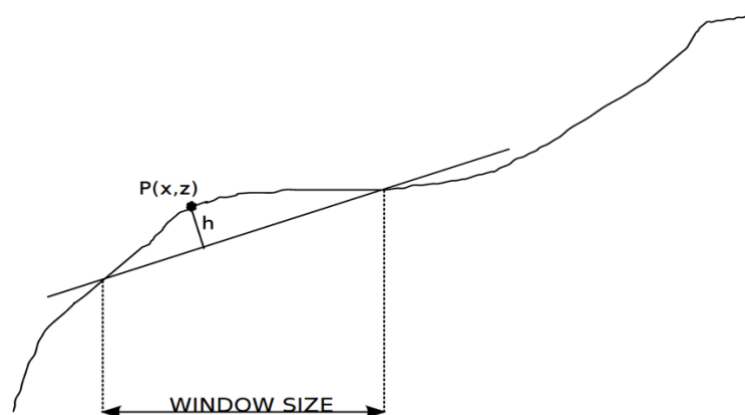
```

for  $x = 1 \rightarrow COLUMNS$  do
  for  $y = 1 \rightarrow WINDOWS\_SIZE$  do
    find_Local_Minimum
    find_Local_Maximum
    if is_Global_Minimum_in_Range then
      save_Global_Minimum
    end if
    if is_Global_Maximum_in_Range then
      save_Global_Maximum
    end if
  end for
end for
for  $x = 1 \rightarrow ROWS$  do
  for  $y = 1 \rightarrow WINDOW\_SIZE$  do
    find_Local_Minimum
    find_Local_Maximum
    if is_Global_Minimum_in_Range then
      save_Global_Minimum
    end if
    if is_Global_Maximum_in_Range then
      save_Global_Maximum
    end if
  end for
end for

```

Rysunek 2. Pseudo-kod algorytmu wyznaczającego automatyczne punkty charakterystyczne.

W oknie przetwarzania wyznaczana jest wysokość punktu (Rysunek 3).



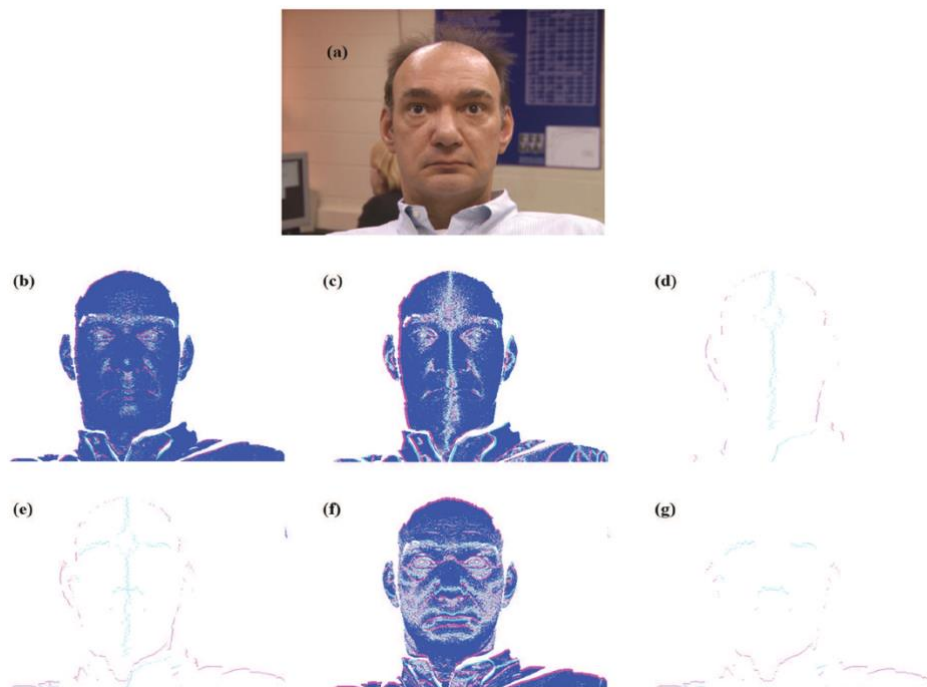
Rysunek 3. Wyznaczanie wysokości punktu w obrębie okna przetwarzania.

Następnie punkty są klasyfikowane do 1 z 4 grup:

- lokalne minimum — najmniejsza wartość w obrębie okna przetwarzania,
- lokalne maksimum — największa wartość w obrębie okna przetwarzania,
- globalne minimum — najmniejsza wartość w obrębie wiersza lub kolumny,
- globalne maksimum — największa wartość w obrębie wiersza lub kolumny.

Na bazie 4 grup zbudowano następujące zbiory (wizualizacja – Rysunek 4), które można wykorzystać w procesie rozpoznawania:

- **all** — zbiór wszystkich punktów,
- **col-l** — zbiór wartości lokalnych z analizy kolumnowej,
- **col-g** — zbiór wartości globalnych z analizy kolumnowej,
- **glob** — zbiór wartości globalnych z obydwóch analiz,
- **row-l** — zbiór wartości lokalnych z analizy wierszowej,
- **row-g** — zbiór wartości globalnych z analizy wierszowej.



Rysunek 4. Wizualizacja zbiorów punktów charakterystycznych. (a) oryginał, (b) all , (c) col-l, (d) col-g, (e) glob, (f) row-l, (g) row-g

1. Rezultaty

W badaniach wykorzystano 50 twarzy referencyjnych z bazy NDOff-2007 (Faltemier, T., Bowyer, K., Flynn, P., 2008). Twarze referencyjne porównywane były z 1000 innych, ustawionych frontalnie. Metoda rozpoznawania została oparta na SOM.

W badaniu brano pod uwagę tylko poprawnie rozpoznane twarze oraz twarze rozpoznane fałszywie.

Tabela 1.

Wyniki rozpoznawania twarzy.

		Zbiór źródłowy					
		all	col-l	col-g	glob	row-l	row-g
Zbiór próbny	all	92%/5%	61%/9%	60%/9%	61%/9%	63%/12%	63%/7%
	col-l	91%/4%	91%/5%	61%/9%	51%/6%	63%/11%	61%/7%
	col-g	76%/7%	61%/9%	76%/6%	51%/4%	53%/10%	63%/7%
	glob	77%/9%	62%/9%	64%/6%	81%/6%	53%/10%	59%/7%
	row-l	92%/4%	92%/5%	63%/6%	52%/6%	89%/10%	58%/7%
	row-g	76%/9%	62%/9%	61%/6%	43%/12%	51%/10%	43%/13%

Pierwsza wartość oznacza procent twarzy rozpoznany prawidłowo, druga – nieprawidłowo (wynik fałszywie dodatni).

2. Podsumowanie

W artykule przedstawiono wyniki działania algorytmu rozpoznawania twarzy, bazującego na Autorskiej metodzie jej reprezentacji. Ma ona szerokie spektrum zastosowania. Należy zwrócić uwagę, iż mimo, że współczynnik FRR, poprawnie rozpoznanych twarzy jest znacząco

różny ~50-90% to współczynnik FAR jest stosunkowo niski ~10%. Świadczy to o tym, że prezentowane rozwiązania mogą pretendować do miana bezpiecznych. W dalszych badaniach planowane jest skupienie się nad metryką wyboru punktu charakterystycznego.

Bibliografia

1. Lei, Y., Bennamoun, M., Hayat, M., Guo, Y. (2014), An efficient 3D face recognition approach using local geometrical signatures. *Pattern Recogn.* 47(2), 509–524 (2014)
2. Li, H., Huang, D., Morvan, J.M., Wang, Y., Chen, L., (2015) Towards 3d face recognition in the real: a registration-free approach using fine-grained matching of 3d keypoint descriptors. *Int. J. Comput. Vis.* 113(2), 128–142
3. Pabiasz, S., Starczewski, J.T., Marvuglia, A.,(2014), A new three-dimensional facial landmarks in recognition. In: Rutkowski, L., Korytkowski, M., Scherer, R., Tadeusiewicz, R., Zadeh, L.A., Zurada, J.M. (eds.) *ICAISC, Part II. LNCS*, vol. 8468, pp. 179–186. Springer, Heidelberg
4. Faltemier, T., Bowyer, K., Flynn, P., 2008, Rotated profile signatures for robust 3d feature detection. In: 8th IEEE International Conference on Automatic Face Gesture Recognition, FG 2008, pp. 1–7
5. A. Locher, M. Perdoch, H. Riemenschneider and L. Van Gool, 2016, "Mobile phone and cloud — A dream team for 3D reconstruction," *IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*, 2016, pp. 1-8, doi: 10.1109/WACV.2016.7477629.
6. O. Muratov, Y. Slynko, V. Chernov, M. Lyubimtseva, A. Shamsuarov and V. Bucha, 2016, "3D Reconstruction for a Smartphone," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, 2016, pp. 893-900, doi: 10.1109/CVPRW.2016.116.
7. X. Yang *et al.*, 2020, "Mobile3DRecon: Real-time Monocular 3D Reconstruction on a Mobile Phone," in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 26, no. 12, pp. 3446-3456, doi: 10.1109/TVCG.2020.3023634.