

Laboratorium BiNW:

IDENTYFIKACJA OSÓB NA PODSTAWIE LINII PAPILARNYCH

Jarosław Gliwiński
#74839, MiEPU

14 kwietnia 2009

1 Wstęp

Celem ćwiczenia była prezentacja algorytmu identyfikacji osób bazującego na odciskach palców zaimplementowanego w systemie biometrycznym. Przeprowadzono eksperymenty pozwalające ocenić wpływ różnych czynników na poprawność identyfikacji.

2 Określenie stopnia poprawności identyfikacji linii papilarnych

Przeprowadzono 10 prób identyfikacji losowo wybranych obrazów linii papilarnych. Badania oparto o referencyjną bazę odcisków. Wyniki przedstawiono w tabeli:

nr próby	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
wynik	48.74	63.79	42.95	71.82	50.64	34.32	49.83	62.99	27.72	39.37

Nie natrafiono na przypadek błędnego rozpoznania. Pozwala to wyciągnąć wniosek o skuteczności stosowanej metody rozpoznawania w warunkach zbliżonych do idealnych. Niemniej należy odnotować, iż względny rozrzut wyników jest znaczny – średni wynik z uwzględnieniem odchylenia standardowego wynosi 48.41 ± 14.72 , co daje względne odchylenie rzędu 30%. Ponadto wynik najgorszy jest większy od najlepszego blisko trzykrotnie.

3 Wpływ rotacji zdjęcia odcisku palca na poprawność identyfikacji

Zbadano wpływ rotacji na rozpoznawanie wygenerowanych obrazów obróconych o kąt z zakresu $(-45^\circ, 45^\circ)$ na wyniki wyszukiwania w tej samej co poprzednio bazie.

1	2		3 4	5	6	7	8
50.22	51.80	74.55	140.31	43.18	23.71	148.93	49.35
9	10	11	12	13	14	15	
84.55	17.86	49.17	51.09	37.21	141.89	116.64	

Kolorem czerwonym oznaczono przypadki błędnej identyfikacji. Nie tylko to świadczy o utrudnieniu wprowadzonym przez obrót zapytań, ale także liczbowe statystyki – tym razem średni wynik to 72.03 ± 44.14 . Oznacza to pogorszenie średniego wyniku o połowę przy jednoczesnym dwukrotnym wzroście względnego odchylenia od średniej.

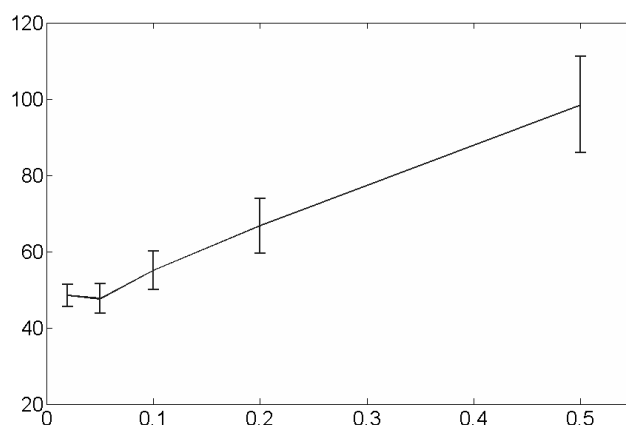
4 Wpływ zakłóceń na rezultat identyfikacji

4.1 Szum impulsowy

Szum impulsowy wygenerowano wbudowaną funkcją środowiska Matlab `imnoise` z parametrem `'salt & pepper'`. Wyniki zestawiono w tabeli:

szum	obraz 1	obraz 2	obraz 3	obraz 4	obraz 5
0.02	49.72	52.9	46.34	47.85	45.52
0.05	45.26	53.83	44.20	48.84	45.81
0.1	61.56	57.88	48.28	53.13	54.38
0.2	70.24	69.58	72.05	67.65	54.05
0.5	100.67	109.21	77.71	107.63	97.32

Jak widać dopiero znaczny шум jest w stanie utrudnić identyfikację na tyle, by pojawiły się przypadki błędnego rozpoznawania (ponownie oznaczone na czerwono). Z badań wynika, że istnieje pewna wartość intensywności szumu (prawdopodobnie w rzeczywistości pewien „przedział progowy”), powyżej którego ilość zachowanych w obrazie informacji staje się niewystarczająca dla algorytmu używanego przez stosowany program. Można ponadto wyciągnąć wniosek, że odległość euklidesowa rośnie liniowo wraz ze wzrostem intensywności szumu. Ilustruje to wykres z zaznaczonymi odchyleniami standardowymi:

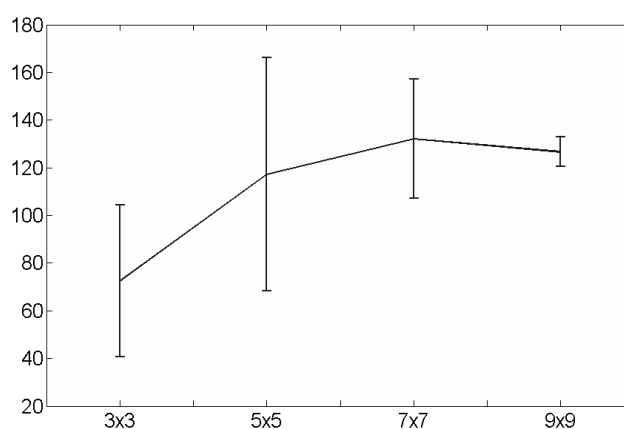


4.2 Filtracja dolnoprzepustowa filtrem Gaussa

Tym razem znacznie łatwiej o błędną identyfikację. Utrata wysokich częstotliwości obrazu bardziej wpływa na wyniki algorytmu rozpoznawania odcisków niż sztuczny szum.

maska filtru	obraz 1	obraz 2	obraz 3	obraz 4	obraz 5
3x3	51.62	57.68	120.14	51.69	60.60
5x5	158.95	88.14	121.14	184.48	74.88
7x7	134.22	129.58	132.42	163.84	102.62
9x9	123.17	120.5	125.67	135.36	125.12

Analogicznie do poprzedniego punktu wyniki przedstawiono także na wykresie:



Powyżej maski 7x7 obrazy przestają nieść sensowną dla algorytmu informację – odległość przestaje rosnąć, zaś odchylenie standardowe maleje, co oznacza, że algorytm przestaje „widzieć” odciski, a każdy z obrazów testowych jest dla niego mniej więcej taki sam, tj. przynosi podobnie niewielką ilość przydatnych informacji.

4.3 Sekwencje różnych intensywności w obrazie

Ciężko jednoznacznie ocenić wpływ modyfikacji na rozpoznawanie.

modyfikacja	obraz 1	obraz 2	obraz 3	obraz 4
oryginał	70.16	52.39	95.87	60.58
pasy poziome	112.68	54.26	173.89	139.0
pasy pionowe	62.09	56.61	128.92	142.85

Na podstawie prostych statystyk można ocenić, że większym utrudnieniem niż pasy pionowe (średnia odległość 97.61) są pasy poziome (119.95). Można by to uzasadnić większą zawartością pewnych częstotliwości przestrzennych w obrazach oryginalnych. Jednak jeżeli zestawimy średnie z rozrzutem (odpowiednio 119.95 ± 50.46 , 97.61 ± 44.60), wyraźnie widocznym staje się, że tak naprawdę przy tak małej próbie nie sposób wiarygodnie tego ocenić.

Jedyne wiarygodne wnioski, jakie można wyciągnąć z powyższych wyników to:

- Różnice intensywności utrudniają dopasowanie do wzorca
- Wyniki są silnie zależne od konkretnego obrazu (np. zmiana kilku procent dla obrazu 2., ponad 100% dla obrazu 4.)
- Nie zawsze niższy wynik oznacza lepsze rozpoznanie (powiązane z poprzednim wnioskiem)

4.4 Ucięcie fragmentu obrazu

Badania przeprowadzono dla tych samych obrazów oryginalnych, wycinając w przy pomocy Matlab'a kwadraty próbek 50×50 o środkach (128, 128) („środkowa część obrazu”), (128, 207) („prawa część”) oraz (49, 128) („górną część”). Wyniki przedstawia tabela:

modyfikacja	obraz 1	obraz 2	obraz 3	obraz 4
oryginał	70.16	52.39	95.87	60.58
środek	102.75	129.79	164.32	106.14
prawo	70.30	70.50	97.18	69.88
górną	70.16	54.21	95.87	60.58

Jak widać, zdecydowana większość informacji przenoszona jest przez środkową część odcisku, niewielka do średniej ilość (w zależności od obrazu) po bokach, zaś strefa górna zawiera na ogół niewiele minucji i ma marginalne znaczenie – w 3 z 4 przypadków usunięcie jej nie zmieniło wyniku w ogóle (do czwartego miejsca po przecinku, czego, ze względu na czytelność, nie zamieszczono w tabeli). Powyższe wnioski ilustruje zestawienie średnich wyników identyfikacji dla poszczególnych uszkodzeń:

oryginał	69.75 ± 18.86
środek	125.75 ± 28.38
prawo	76.96 ± 13.47
górną	70.20 ± 18.32

Oczywiście należy mieć na uwadze, że nie jest to pełna symulacja uszkodzeń obrazu. W rzeczywistości uszkodzenie nie bywa, tak jak w powyższym modelu, czynnikiem całkowicie usuwającym informację – może wprowadzać informacje fałszywe, bardziej zniekształcające obraz i w większym stopniu utrudniające rozpoznawanie.