

손가락 마디지문 패턴을 이용한 개인식별 알고리즘 성능 향상에 관한 연구

신창호, 정희철, 이현열, 최환수

명지대학교 전기공학과

전화 : (0335) 330-6363 / FAX : (0335) 321-0271

A Person Identification Algorithm Utilizing Hybrid Features : Finger Crease Pattern and Finger Thickness Profiles

ChangHo Shin, HeeCheol Jung, HyunYoul Lee, Hwansoo Choi

Department of Electrical Engineering, Myongji University

E-Mail : sinch@nownuri.net

Abstract

This paper proposes an hybrid person identification algorithm utilizing finger crease pattern and finger thickness profiles. We have observed that by adding finger thickness profiles as a feature vector, we could improve the performance of the person identification system utilizing only finger crease pattern. We presented the comparative evaluation of the proposed algorithm in detail.

능력을 가지고 있다는 점을 확인하였고 2개의 특징 집합에 각기 다른 가중치(weight)를 주는 결정함수(determinant function)을 구현하여 성능의 최적화를 실험하였다.

I. 서 론

최근 개인식별의 방법으로 생체인식(biometrics)의 중요성이 점차 확대되고 있다. 생체인식 시스템은 개인의 독특한 생리학적 또는 행동 특징을 이용하여 개인식별을 수행한다. 이러한 특징으로는 지문, 손의 모양, 음성 패턴, 눈의 홍채, 얼굴 윤곽 등^[1-4] 다양한데 각각의 특징마다 사용자 편의성, 친밀도, 인식성능 등에서 장단점이 있다.

본 논문은 장석원^[1]등이 제안한 손가락 마디지문을 이용한 개인식별 알고리즘의 성능을 보완하기 위해 입력영상의 손가락 두께 프로파일(profile)을 새로운 특징으로 추가하여 개인식별을 시도하는 알고리즘을 제안한다. 특히 2가지의 특징 벡터 집합이 각기 다른 식별

II. 마디지문을 이용한 특징벡터

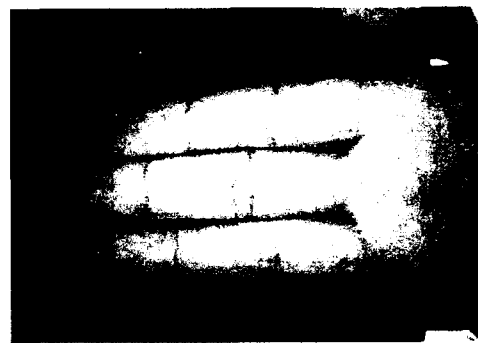


그림 1. 원영상

LED를 조명으로 소형 CCD 카메라를 이용하여 640×480 크기의 8-bit gray scale의 영상을 입력 영상으로 취득하였다. 그림 1은 입력영상의 한 예이다.

장석원^[1]등이 제안한 알고리즘에 의해 원영상에 저대역 필터와 고대역 필터 처리를 하여 손가락 경계(boundary)와 마디 지문 (finger crease)을 강화하는 전처리 후 이치화(threshold)를 적용한다. 그 다음 손가

락의 경계를 추적하여 검지, 중지, 약지로 분할하였으며, 최종적으로 손가락별 마디지문의 1차원 투영값을 특징벡터로 하였다. 각 손가락별로 추출된 마디지문 영상은 그림 2에 나타내었으며, 특징벡터 추출을 위해 각 손가락 영상을 수직방향으로 투영한 결과를 그림 3에 나타내었다.

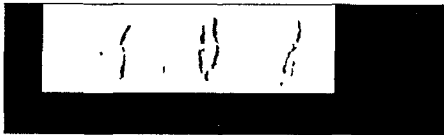


그림 2. 손가락별로 추출된 마디지문 영상

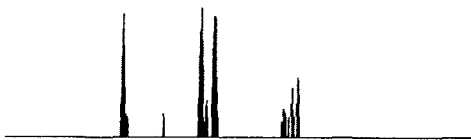


그림 3. 1차원 투영 히스토그램

III. 손가락 두께 프로파일을 이용한 특징벡터

기존 알고리즘^[1]에 의하여 추출된 손가락별 경계선 간의 높이를 계산하여 손가락별 두께를 구하였다. 그림 4는 검지, 중지, 약지 순서로 손가락별 경계선의 높이를 나타낸 것이다.

본 논문에서는 손가락의 위치와 조명의 영향에 의해 발생하는 잡영과 손가락의 주름에 의한 영향을 줄이기 위해 그림 5과 같이 각 손가락별로 좌, 우를 각각 20, 60 픽셀(pixel)을 제거하여 특징벡터로 하였다. 정합(matching)시 식 (1)과 같이 손가락 두께의 차이의 합을 구하였으며, 이동오차(translation error)를 고려하기 위해 20픽셀씩 좌우로 이동하며 계산하여 가장 좋은 값을 취하도록 하였다.

$$C(k) = \sum_{i=1}^N (X_i - Y_{i-k}) \quad (1)$$

N : Template(DB등록영상)의 크기
 X : Template의 특징벡터
 Y : 입력영상의 특징벡터
 k : 이동값 ± 20

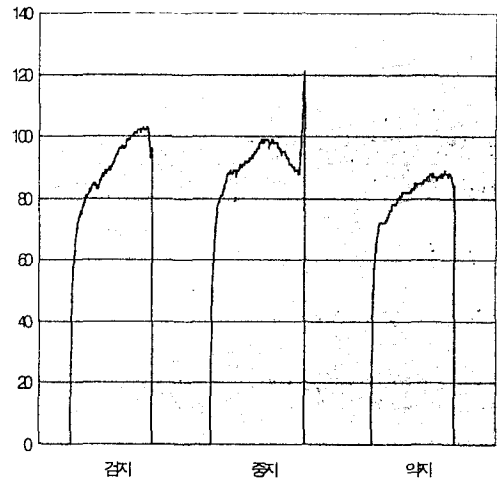


그림 4. 손가락별 두께 프로파일

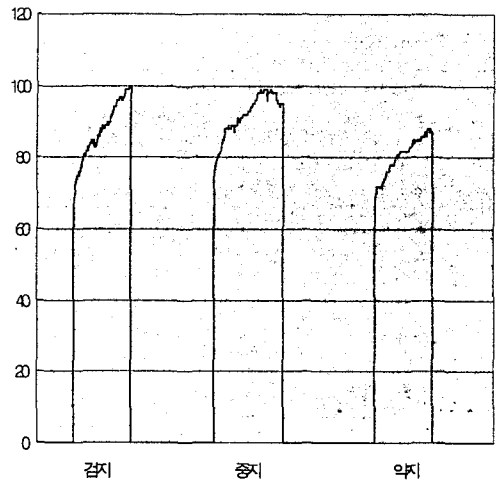


그림 5. 특징벡터

IV. 구현 및 실험결과

영상 입력 장치로는 CCD 카메라와 BT-848 PCI overlay board를 사용하였고, 알고리즘 구현은 C++을 이용하여 펜티엄 PC에서 이루어 졌다. 실험 데이터는 무작위로 취득한 191명의 손가락 영상을 사용하였다. 입력영상은 한 사람당 5번씩 입력을 받아서 이들을 토대로 오인식률(FAR) 및 오거절률(FRR)을 계산하였다. 각 개인당 받은 5개의 영상을 서로 정합하여 가장 결과가 좋은 것을 등록영상으로 선정한 다음, 본인의 나머지 영상과 비교하여 오거절률을 계산하고, 다른 사람의 영상들과 비교하여 오인식률을 계산하였다.

첫 번째 실험으로는 본 논문에서 제시한 특징벡터를 사용하여 식 (1)의 결과와 Correlation Coefficient (CC)^[1]에 의한 결과에 대해 각각 가중치 (0.9, 0.1), (0.8, 0.2), (0.7, 0.3), (0.6, 0.4)와 같이 주어 계산하였다. 두 번째 실험은 식 (1)과 CC에 의한 결과가 양쪽 모두 승인(Accept)결정된 경우만 승인된 것으로 하고 이외의 경우는 거부(Reject)된 것으로 결정하여 FAR, FRR을 구하였고, 마지막 세 번째 실험은 양쪽 모두 거부된 경우만 거부된 것으로 결정하여 FAR과 FRR을 구하였다.

CC 알고리즘과 본 논문에서 제시한 알고리즘을 비교하기 위해 개인식별을 위해 흔히 사용하는 척도인 FAR과 FRR이 같아지는 parameter setting시의 error rate(Equal Error Rate; ERR)를 구하여 비교하였다.

표 1은 손가락 마디지문만을 이용하여 CC값에 따른 인식 결과를 보여준다. 그림 7은 표 1에 대하여 ERR을 구하기 위한 그래프이다.

임계값	FA	FAR	FR	FRR
0.500	41563	22.9060%	1	0.1309%
0.550	20520	11.3089%	1	0.1309%
0.600	8287	4.5671%	1	0.1309%
0.625	4705	2.5930%	1	0.1309%
0.650	2502	1.3789%	1	0.1309%
0.675	1181	0.6509%	2	0.2618%
0.700	474	0.2612%	7	0.9162%
0.725	168	0.0926%	11	1.4398%
0.750	55	0.0303%	17	2.2251%
0.775	9	0.0050%	27	3.5340%
0.800	2	0.0011%	40	5.2356%
0.850	0	0.0000%	109	14.2670%

표 1. 특징벡터에 의한 CC 결과

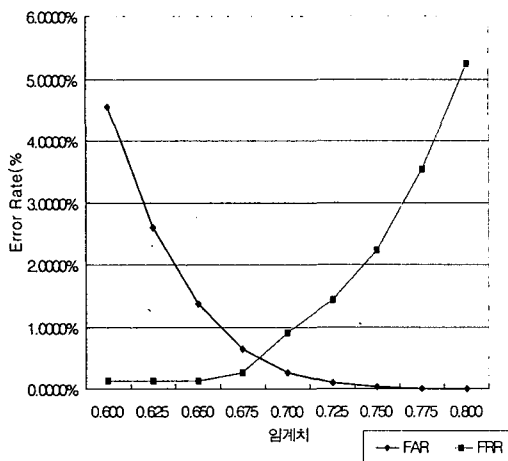


그림 6. 표 1의 그래프

표 2는 식 1에 의한 결과에 0.1, CC에 의한 결과에 0.9의 가중치를 주어 계산한 첫 번째 실험 결과이며, 표 3-4는 두 번째, 세 번째 실험에 대한 결과이다.

ERR을 살펴보면 기존 알고리즘만을 적용하였을 경우 임계치 0.68 근처에서 FAR=FRR≈0.5%가 되며, FAR=0%로 하였을 때, FRR≈14.3%정도 였다. 제안 알고리즘의 경우 ERR은 임계값 0.70근처에서 약 0.363%가 되며, 가중치 변화에 따른 ERR의 변화는 크게 차이가 나지 않았다. 기존 알고리즘과 비교하여 ERR은 약 0.137% 감소한 것으로 나타났다. FAR=0%일 때 FRR≈8.51%가 되어 약 5.7% 감소한 것으로 나타났다.

두 번째, 세 번째 방법의 경우 ERR이 1.3%이상의 값을 나타내어 오히려 성능이 저하되었다.

임계값	FA	FAR	FR	FRR
0.65	3461	1.9074%	0	0.0000%
0.67	1964	1.0824%	0	0.0000%
0.69	993	0.5473%	2	0.2618%
0.71	427	0.2353%	4	0.5236%
0.73	180	0.0992%	10	1.3089%
0.75	68	0.0375%	12	1.5707%
0.77	22	0.0121%	22	2.8796%
0.79	5	0.0028%	29	3.7958%
0.81	1	0.0006%	40	5.2356%
0.83	0	0.0000%	65	8.5079%

표 2. 가중치(0.9, 0.1)을 적용한 결과

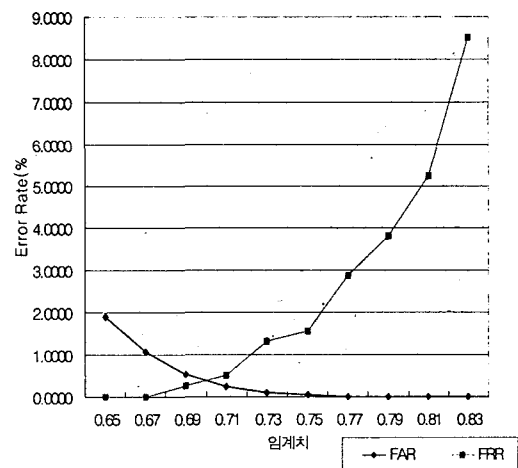


그림 7. 표 2의 그래프

입계치	FA	FAR	FR	FRR
100	0	0.0000%	764	100.0000%
200	0	0.0000%	726	95.0262%
300	0	0.0000%	591	77.3560%
400	0	0.0000%	439	57.4607%
500	3	0.0017%	311	40.7068%
600	8	0.0044%	219	28.6649%
700	25	0.0138%	157	20.5497%
800	47	0.0259%	112	14.6597%
900	80	0.0441%	90	11.7801%
1000	152	0.0838%	65	8.5079%

표 3. 두 번째 실험에 의한 결과

입계치	FA	FAR	FR	FRR
100	211	0.1163%	17	2.2251%
200	211	0.1163%	17	2.2251%
300	211	0.1163%	17	2.2251%
400	223	0.1229%	15	1.9634%
500	307	0.1692%	13	1.7016%
600	678	0.3737%	12	1.5707%
700	1596	0.8796%	12	1.5707%
800	3300	1.8187%	9	1.1780%
900	6064	3.3420%	6	0.7853%
1000	9801	5.4015%	5	0.6545%

표 4. 세 번째 실험에 의한 결과

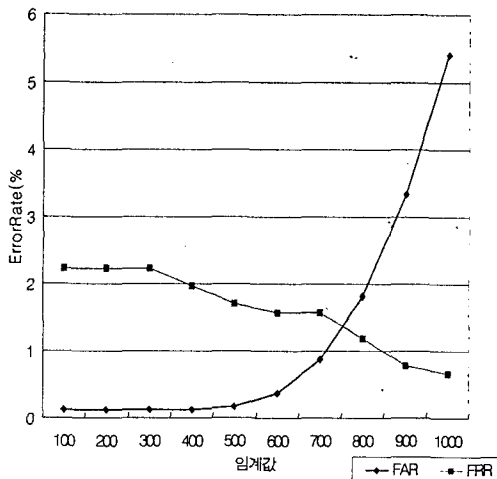


그림 8. 표4의 그래프

V. 결 론

본 논문은 기존 생체인식 시스템의 보완이 가능한 손가락의 마디지문 패턴과 손가락 두께 profile을 이용한 Hybrid Biometrics Identification Algorithm에 관해 제안하였다.

알고리즘의 평가결과는 손가락 두께 프로파일을 새로운 특징으로 추가한 알고리즘이 기존 알고리즘보다 우수함을 알 수 있었으나, 실용화를 위해서는 인식률을 좀더 향상시킬 필요가 있다.

인식을 향상을 위해서는 원영상 획득시 손가락의 위치에 따른 회전과 그림자의 변화 등에 의해 발생하는 특징벡터의 변화를 줄일 수 있는 알고리즘이 필요하며, 특징벡터의 크기를 줄여 인식속도를 향상시킬 수 있는 알고리즘의 개발이 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] 장석원, 정희철, 최환수, "손가락 마디지문 패턴을 이용한 개인식별 알고리즘," 1999년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, G, pp.2891-2894, 1999.
- [2] 김학일, 안도성, "지문 분류 및 인식을 위한 고속 알고리즘," 제 7회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, pp. 311-315, 1995.
- [3] 박기태, 임상균, 정동철, 장석모, 정창경, 최환수, "손의 형상을 이용한 개인식별 알고리즘의 개발," 1997년도 하계학술대회 논문집, G, pp.2347-2349, 1997.
- [4] Richard P. Wildes, "Iris Recognition : An Emerging Biometric Technology," Proceeding of the IEEE, Vol.85, No.9, pp.1348-1363, 1997.
- [5] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing*. Addison Wesley, 1993.
- [6] Randy Crane, *A Simplified Approach To Image Processing*. Prentice Hall, 1997.
- [7] D.G. Joshi, Y.V. Rao, S. Kar, Valli Kumar and R Kumar, "Computer-Vision-Based Approach To Personal Identification Using Finger Crease Pattern," *Pattern Recognition*, Vol.31, No.1, pp.15-22, 1998.