

손등 정맥 패턴을 이용한 개인식별 알고리즘의 회전 보상에 관한 연구

안 장 용, 주 일 용, 최 환 수
명지대학교 전기공학과
전화 : 031-330-6363 / 핸드폰 : 017-230-9808

A Study on A Rotation Compensation of Person Identification Algorithm Utilizing Hand Vein Pattern

Jang Yong Ahn, Il Yong Joo, Hwan Soo Choi
Dept. of Electrical Engineering, Myong Ji University
E-mail : xroad@hitel.net

Abstract

This paper proposes an enhanced algorithm for person identification system utilizing hand vein pattern. The conventional algorithm does not cope with distortion caused by image rotation caused by misplaced hands on the imaging device. A straightforward approach to consider the rotational compensation required too much computational load, thus, we devised an approach to expect the rotation direction along with image translation, reducing the computational requirement dramatically. In this paper, we present the details of the algorithm with experimental results with the new algorithm.

I. 서론

최근 사회 전반에 걸친 정보화가 가속되면서 개인식별 혹은 개인인증 문제가 크게 부각되고 있다. 이에 각종 보안 시스템이 선보이고 있으나, 마그네틱 카드, IC카드 등은 분실, 복사, 고의적 양도에 의한 부정사용 등의 문제점이 있다. 따라서 이러한 문제를 해결할 수 있는 개인식별의 방법으로 생체인식(biometrics)의 중요성이 점차 확대되고 있다. 생체인식 시스템은 개인의 독특한 생리학적 또는 행동 특징을 이용하여 개인

식별을 수행한다. 이러한 특징으로는 손가락 지문, 손의 모양, 음성패턴, 눈의 홍채, 얼굴 윤곽등 다양하다. 본 논문에서는 여러 가지 특징중의 하나인 손등 정맥 패턴을 이용한 개인 식별 알고리즘의 성능 향상을 위해 회전 보상에 관한 알고리즘을 제안하고, 이 결과를 기존 알고리즘과 비교한 인식률 평가결과를 제시한다. 또한 회전보상은 비교적 계산량이 많은 조작이나 계산량을 줄이기 위한 알고리즘을 제시하며 이를 적용하였을 때 계산량의 감소정도 및 성능감소정도를 정량적으로 제시하였다.

II. 손등영상의 정맥패턴

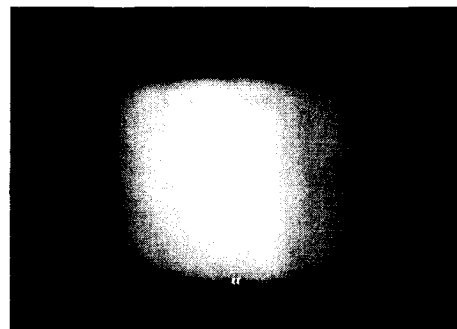


그림 1. 원영상

손등영상의 정맥패턴은 개인식별의 수단으로 이미 상용화되었다^[1]. 본 논문은 기존 손등정맥 인식 알고리즘

^[2]에서 입력영상이 보여주는 회전 왜곡을 보상함으로써 식별 시스템의 성능을 향상시키고자 하는 연구이다. 본 알고리즘을 적용하기 위해 LED를 조명으로 소형 CCD 카메라를 이용하여 640×480 크기의 8-bit gray scale의 영상을 입력 영상으로 취득하였다. 그림 1은 입력영상의 한 예이다. 입력영상의 오차를 줄이기 위해서 손의 이동이나 회전을 막는 guide bar를 사용하였다. 손의 형태와 정확히 일치하는 guide bar를 사용하는 것이 이상적이겠지만, 사람의 손의 모양이 각기 틀려 손의 형태와 일치하는 guide bar를 제작할 수 없어, 그림 2와 같이 중지를 고정시키는 guide bar를 사용하였다. 중지가 고정되므로 이동에 대한 영향은 적지만, 중지를 중심으로 하여 손이 회전하게 되는 영향을 받게 된다.

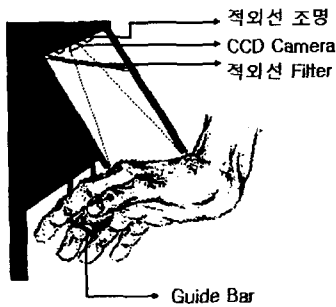


그림 2. 영상 입력 장치

기준에 제안한 알고리즘^[2]에 의해 원영상의 손동혈관 부위의 ROI(Region of Interesting)를 추출하고, 저대역 여파를 통해 그레이스케일의 평활화를 하여 잡음을 제거한다. 다음에 문블루션을 적용한 고대역 여파를 통해 정맥패턴을 두드러지게 하고 이치화를 통해 그림 3과 같은 정맥영상을 얻게 된다.



그림 3. 정맥영상

III. 회전보상에 의한 원형정합

기존 알고리즘^[2]의 원형정합은 이동오차만을 고려하여 상하좌우로 이동하면서 정합을 시도하였으나, 회전오차에 대해 보상을 하지 않아서 회전오차가 생길 경

우에는 인식률이 떨어지는 단점을 보였다. 본 연구에서는 회전오차에 대해 인식률이 떨어지는 단점을 보완하기 위해 회전 보상을 하면서 원형정합을 시도하였다. 회전의 중심점은 그림 4(a)와 같이 중지 부분에 있어 좌표계의 원점과 일치하지 않으므로, 그림 4(b)와 같이 회전의 중심점을 원점으로 이동한 다음 그림 4(c)와 같이 회전을 하여 회전 보상을 하게 된다.

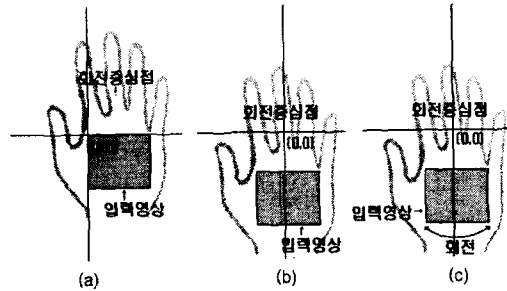


그림 4. 회전 보상 과정

이때의 영상 변환식은 회전의 중심을 좌표계의 원점으로 이동하는 행렬 T와 이때 회전하는 행렬 R로 나타내어 식(1)과 같이 표현할 수 있다. 회전 중심점은 실험에서의 근사치로 (25, -55)를 기준하여, 각 개인의 손가락에 대한 오차를 고려하기 위해 좌우로 4픽셀씩, 상하로 8픽셀씩 변위를 주었다. 회전 각도는 0도를 기준으로 좌우로 6도의 변위를 주었다. 회전 보상의 원형 정합값은 모든 범위에서 식(1)을 적용하여 가장 좋은 값을 취하도록 하였다.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T^{-1} \\ R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

그러나 위의 방법은 엄청난 계산량을 요구하기 때문에, 본 논문에서는 변수들의 영역을 그림 5와 같이 세부 영역으로 나누어 영상이 회전 또는 이동되어진 방향의 영역을 예측한 후 예측된 영역으로만 정합을 시도하는 부분 정합 알고리즘을 사용하였다.

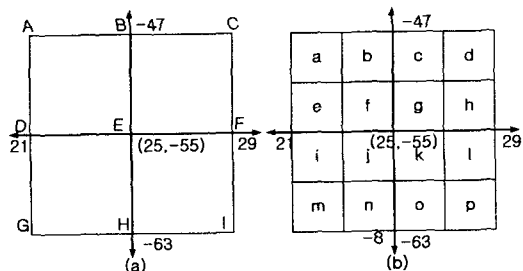


그림 5. 세부 영역

첫 번째로 그림 5(a)와 같이 전체 이동오차 범위에서 중심과 상하좌우, 대각선의 경계 점으로 9개의 샘플(A~I)을 추출하였다. 9개의 샘플에서 -6도에서 6도까지의 각도에 대해 평균 정합값을 구하였고, 구해진 값 중 최대값을 갖는 각도에 ± 1 도의 오차를 주어서 회전 각도의 영역을 예측하였다. 두 번째로 그림 5(b)와 같이 회전 중심점의 영역을 상하좌우로 4등분씩 나누어 16개의 영역으로 나누고 각각의 세부 영역의 중심(a~p)에서 최대 평균 정합값을 갖는 세부 영역을 구하여 회전 중심점의 영역을 예측하였다. 마지막으로 예측된 회전 각도와 회전 중심점의 영역에서 최대 정합값을 구하여 전체의 최대 정합값으로 간주했다.

IV. 구현 및 실험결과

영상 입력장치로는 CCD 카메라와 BT-848 PCI overlay board를 사용하였고, 알고리즘 구현은 C++을 이용하여 펜티엄II PC에서 이루어 졌다. 실험 데이터는 무작위로 취득한 100명의 손등 영상을 사용하였다. 정합의 값은 가중치를 적용한 correlation을 사용하였으며, 가중치는 기준영상의 정맥 correlation, 기준영상의 바탕 correlation, 비교영상의 정맥 correlation, 비교영상의 바탕 correlation에 각각 25%씩을 주었다. 입력 영상은 한 사람 당 5번씩 입력을 받아서 이들을 토대로 오인식률(FAR) 및 오거절률(FRR)을 계산하였다. 5번의 입력 중 첫번째 입력영상을 등록영상으로 선정한다면, 본인의 나머지 영상과 비교하여 오거절률을 계산하고, 다른 사람들의 영상들과 비교하여 오인식률을 계산하였다.

첫 번째 실험은 본 논문에서 제시한 부분정합 알고리즘을 적용하여 변수들의 영역을 세부영역으로 나누어 최대의 정합값을 구하였다. 두 번째 실험은 전체정합 알고리즘으로 변수들의 영역을 나누지 않고 정합을 하여 최대 정합값을 구하여 계산량을 줄인 결과가 인식률에 미치는 영향을 살펴 보았다. 세 번째 실험으로는 회전 보상을 적용하지 않고 기존의 알고리즘^[2]을 적용하여 회전보상에 의한 인식률의 향상을 살펴 보았다. 실험들의 결과를 비교하기 위해 개인식별을 위해 흔히 사용하는 척도인 FAR과 FRR이 같아지는 parameter setting시의 error rate(Equal Error Rate:ERR)를 구하였다.

참고로 실험에 사용한 입력영상은 고의적으로 회전왜곡을 매우 심하게 시킨 영상을 사용함으로써 실험 결과치의 ERR을 매우 높은 값을 보여주고 있으나 이는 알고리즘의 비교평가를 위한 것임을 밝혀둔다.

표 1은 부분정합 알고리즘의 결과를 나타낸 것이며,

그림 6은 표 1에 대하여 ERR을 구하기 위한 그래프이다.

표 1. 부분정합 알고리즘의 FAR과 FRR

임계값	FA	FAR	FR	FRR
0.600	17361	43.8409%	6	1.50%
0.625	10167	25.6742%	8	2.00%
0.650	5279	13.3308%	13	3.25%
0.675	2500	6.3131%	18	4.50%
0.700	1090	2.7525%	25	6.25%
0.725	409	1.0328%	35	8.75%
0.750	152	0.3838%	54	13.50%
0.775	57	0.1439%	85	21.25%
0.800	19	0.0480%	136	34.00%

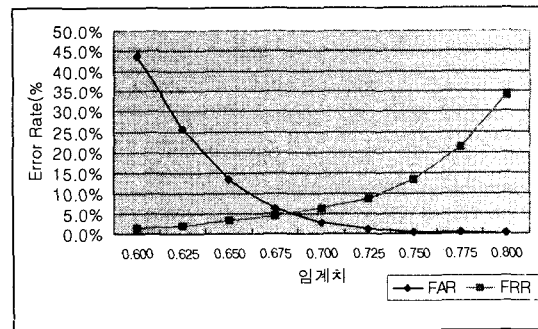


그림 6. 표 1의 그래프

표 2는 전체정합 알고리즘의 결과이고, 표 3은 기존 알고리즘^[2]에 대한 결과이다.

표 2. 전체정합 알고리즘의 FAR과 FRR

임계값	FA	FAR	FR	FRR
0.600	18194	45.9444%	5	1.25%
0.625	10769	27.1944%	7	1.75%
0.650	5637	14.2348%	13	3.25%
0.675	2681	6.7727%	18	4.50%
0.700	1186	2.9949%	24	6.00%
0.725	457	1.1540%	35	8.75%
0.750	167	0.4217%	52	13.00%
0.775	66	0.1667%	79	19.75%
0.800	21	0.0530%	127	31.75%

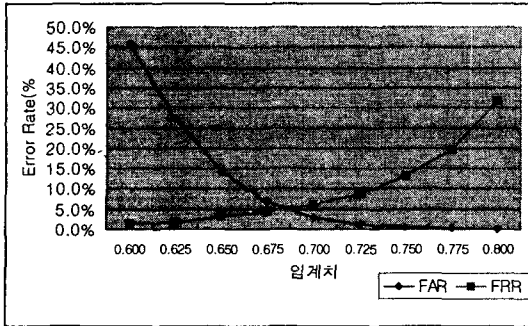


그림 7. 표 2의 그래프

표 3. 기존 알고리즘의 FAR과 FRR

임계값	FA	FAR	FR	FRR
0.600	20349	51.3864%	12	3.00%
0.625	12887	32.5429%	16	4.00%
0.650	7298	18.4293%	28	7.00%
0.675	3697	9.3359%	34	8.50%
0.700	1714	4.3283%	36	9.00%
0.725	691	1.7449%	44	11.00%
0.750	266	0.6717%	54	13.50%
0.775	81	0.2045%	82	20.50%
0.800	20	0.0505%	111	27.75%

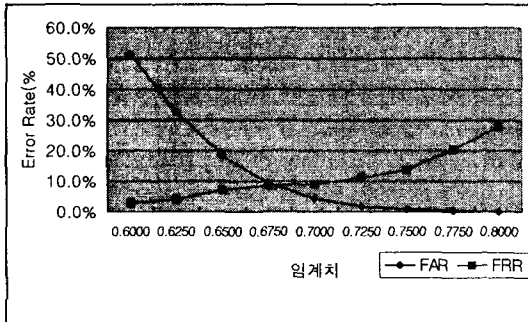


그림 8. 표 3의 그래프

ERR을 살펴보면 부분정합 알고리즘은 임계치 0.682 근처에서 FAR=FRR=5.0%가 되며, 전체정합 알고리즘은 임계치 0.684 근처에서 FAR=FRR=5.0%이었다. 회전 보상 알고리즘을 적용한 두 실험은 성능이 크게 차이가 없음을 확인하였다. 그러나 세 번째 실험의 결과는 임계치 0.678 근처에서 FAR=FRR=8.5%로 높아져 전체적으로 회전 보상을 적용한 알고리즘이 성능이 향상됨을 알 수 있다.

회전보상을 적용한 알고리즘인 부분정합 알고리즘과 전체정합 알고리즘을 ERR로 평가하지 않고 FAR이

0%일 때 FRR로 살펴보면, 각기 56.75%와 55.00%를 나타내어 전체정합 알고리즘의 인식률이 높았다.

그러나, 표 4에서 정합을 하는데 걸린 평균시간을 살펴보면, 전체정합 알고리즘은 부분정합 알고리즘과 기존의 알고리즘보다 시간이 너무 많이 걸려 실용화하기가 불가능했다.

표 4. 정합시간

부분정합 알고리즘	전체정합 알고리즘	기존 알고리즘
2350ms	21150ms	1392ms

IV. 결론

본 논문은 기존의 정맥인식 알고리즘이 회전에 대한 보상을 하지 않음으로써 인식성능이 낮아지는 단점을 보완하기 위해 회전보상을 하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 단순히 회전보상을 할 경우 매우 많은 계산량이 소요됨으로서 상용화등에 문제점이 야기될 수 있어 본 연구에서는 알고리즘이 입력영상의 회전방향을 사전에 예측하게 함으로써 불필요한 계산을 줄이는 방법을 취하였다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] 최환수 "손등의 정맥분포패턴을 이용한 생체인식 기술," 1999년 제26권 11호 전자공학회지 pp. 1146-1151.
- [2] 최환수, 정동철, 임상균, 박기태, 장석모, 정창경 "손등의 정맥패턴을 이용한 개인식별 알고리즘," 1997년 제10회 신호처리 합동학술대회 논문집 pp. 1107-1110.
- [3] 김학일, 안도성, "지문 분류 및 인식을 위한 고속 알고리즘," 제 7회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, pp. 311-315, 1995.
- [4] 박기태, 임상균, 정동철, 장석모, 정창경, 최환수, "손의 형상을 이용한 개인식별 알고리즘의 개발," 1997년도 하계학술대회 논문집, G, pp.2347-2349, 1997.
- [5] Richard P. Wildes, "Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology," Proceeding of the IEEE, Vol.85, No.9, pp.1348-1363, 1997.
- [6] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing. Addison Wesley, 1993.
- [7] Randy Crane, A Simplified Approach To Image Processing. Prentice Hall, 1997.