정맥패턴 융합을 위한 Boundary Stitching Algorithm

임영규*, 장경식**
*한국기술교육대학교 전기전자공학과
**한국기술교육대학교 정보기술공학부
e-mail: tuxlinux@kut.ac.kr
ksjang@kut.ac.kr

Boundary Stitching Algorithm for Fusion of Vein Pattern

Young-Kyu Lim*, Kyung-Sik Jang**
*Dept. of Electrical and Electronics, Korea Univ. of Tech. & Edu.
**School of Info. and Tech. , Korea Univ. of Tech. & Edu.

요 약

This paper proposes a fusion algorithm which merges multiple vein pattern images into a single image, larger than those images. As a preprocessing step of template matching, during the verification of biometric data such as fingerprint image, vein pattern image of hand, etc., the fusion technique is used to make reference image larger than the candidate images in order to enhance the matching performance. In this paper, a new algorithm, called BSA (Boundary Stitching Algorithm) is proposed, in which the boundary rectilinear parts extracted from the candidate images are stitched to the reference image in order to enlarge its matching space. By applying BSA to practical vein pattern verification system, its verification rate was increased by about 10%.

1. 서론

지능화 되고 있는 실세계에서 전자상거래, 전자금융, 온라인 조회등과 같은 정보 서비스가 크게 보급되고 있다. 이러한 시대적 요구에 맞게 바이오메트릭을 이용한 개인인증 시스템이 최근 많은 분야에 적용되고 있다.[1][2] 이러한 생체인식 방법들 중, 지문, 얼굴, 홍채, 정맥 등을 이용하는 인증 시스템은 이미 실용화단계를 넘어 상용화되어 있다. 이와 같은 생체인증 시스템들의 기본적인 동작형태는 전자센서나 카메라 같은 입력 장치를 사용하여 생체정보를 획득하여 개인정보와 함께 데이터베이스에 등록하고, 추후, 입력되는 생체정보를 사전에 등록된 정보와 비교하여 본인여부를 판단하는 방식으로 구성되어 있다. 따라서 본인여부를 판단하는 인증 성공률 (인식률)은 사전에 데이터베이스에 등록되는 생체정보 (기준 생체정보)와 추후 입력 장치를 통하여 입력되는 생체정보 (입력 생체정보) 의 정확성에 크게 의존한다. 특히 기준 생체정보의 정확성은 인증과정에서 기준이 되기 때문에, 그 정확도와 정보량은 전체 시스템의 인식률을 결정하는 중요한 요소가 된다. 먼저, 기준 생체정보의 정확도는 등록 시와 인증 시 동일한 입력 장치를 사용할 때는 사용자의 입력방법에 의해서만 결정된다. 생체정보의 정보량도 동일한 입력 장치를 사용할 경우, 센서면적이나, 촬영영역에 제한을 받기 때문에 동일하다. 하지만, 정보량의 경우, 사용자의 입력방법에 따라, 입력되는 영상정보가 편차가 있어, 등록 시 포함되지

않았던 유용한 생체정보가 포함될 수 있다. 본 논문에서 제시한 방법은 등록영상과 입력영상의 차이영상을 방향벡터를 사용하여 찾아낸 후, 등록영상의 주변에 추가함으로써, 등록영상의 생체정보를 확장하는 방법을 제안하였다. 또한, 상용 정맥인식 시스템에 적용한 결과 10% 가량의 인식률 향상을 보였다.

2. 정맥인식 시스템

생체정보를 개인인증 시스템에 사용하기 위해서는 개인을 식별할 수 있는 인식률(identification rate), 불특정 다수의 사람들에게 모두 적용할 수 있는 사용성(usability), 그리고 생체정보 획득이 용이하고 사용자가 사용할 때 느낄 수 있는 거부감을 최소화하는 편리성 (proficiency) 이 보장되어야 한다. 정맥인식 기술은 홍채, 지문인식보다 인식률 측면에서 떨어지지만, 사용편리성이나, 이용성 측면에서 다른 생체인식 방법과 비교해서 상대적으로 뛰어나다. 정맥인식에는 네가지 형태의 정맥을 사용하며 다음과 같다.

- ☑ 손가락 정맥
- ☑ 손바닥의 혈관패턴
- ☑ 손 전체를 열감지 후 사용
- ☑ 손등정맥

그림 1과 같이 근적외선 광원을 사용하여 CCD 로 손등정맥만을 촬영하는 시스템이다.

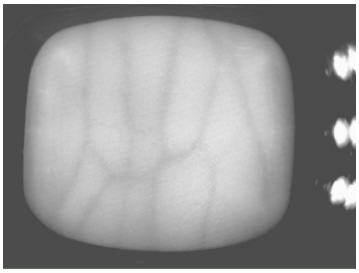

그림 1. 손등 정맥인식 시스템

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 손등정맥 인식 시스템에서의 정맥영상 융합방법에 대한 연구이다. 일반적인 정맥인식 시스템의 흐름을 그림 2에 나타냈다. 근적외선 광원이나 자연광원, 열감지 카메라를 사용하여 CCD 카메라로 정맥영상을 취득한 후, 입력영상의 영상품질을 검사하여 사전에 설정된 품질 문턱값(Threshold)을 기준으로 영상의 재입력여부를 판단한다. 입력영상에서 정맥영상부분 (ROI : Region of Interest) 을 분리해서 사전 등록된 정맥영상과 비교 판정한다. 비교 판정이 완료된 후, 입력영상과 등록영상이 동일하다고 판단되는 경우, 입력영상과 등록영상을 비교하여 등록영상에 포함되지 않은 입력영상의 일부를 등록영상에 추가하는 정맥영상 융합 (Fusion) 과정을 수행한다.[3][4][5] 본 논문에서는 효과적인 융합 알고리즘을 제안한다. 즉, 입력영상과 등록영상의 차이 중 등록영상에 포함되지 않은 입력영상의 일부를 효과적으로 등록영상의 주변에 추가하는 Stitch 알고리즘을 제안한다. 그림 2는 일반적인 정맥인식 알고리즘 흐름도를 나타내고 있다.

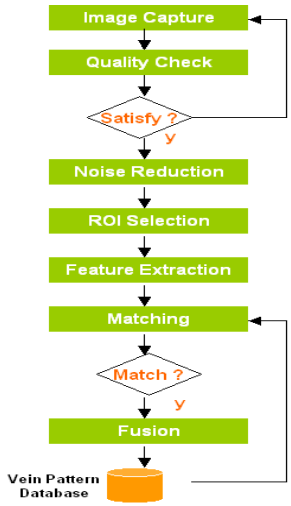

그림 2. 일반적인 정맥인식 알고리즘 흐름도

3. 이동벡터 계산

인증과정에서 인증에 성공한 경우에 한해, 등록영상과 입력영상의 변위를 계산한다. 형판정합 (Template Matching) 을 수행하는 경우에는 등록영상에서의 탐색과정에서 매칭 점수가 최대가 되는 점에서의 변위벡터를 구한다. 그리고 그림 3과 같이 Stitching Block을 구한다. 매칭 기준으로 널리 사용하는 것이 MAD(Mean Absolute Difference)이다. 이를 수식으로 표현하면 식) 1과 같다.

$$MAD(x,y) = \sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{M-1} | S(i,j) - D(i+x, j+y) |$$

-t < x,y < t :: 탐색구간 최대변위

식 1) 패턴 탐색

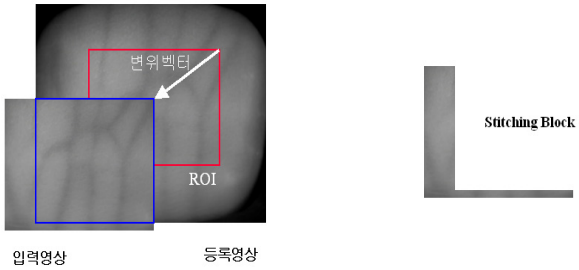

그림 3. Stitching 블록

S(i,j)와 D(i+x, j+y)는 등록영상과 입력영상의 픽셀 값이며, (x,y)는 현재 블록이 이동한 변위이다. MAD가 최소가 되는 변위(x,y)가 변위벡터이다. N,M은 입력영상의 NxM 픽셀의 크기를 의미한다. 따라서 변위벡터는 식) 2와 같다.

$$\overrightarrow{M_{x,y}} = \min \sum_{x=-t}^{t-1}\sum_{y=-t}^{t-1} | MAD(x,y) |$$

식 2) 변위벡터

그림 4는 등록영상과 입력영상에서의 변위벡터를 표시하였다.

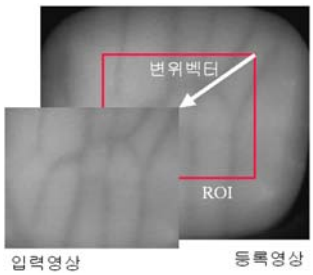

그림 4. 변위벡터 정의

4. Stitching 알고리즘

등록영상과 입력영상을 비교해서, 입력영상에 포함되어 있지만, 등록영상에 포함되지 않은 영상을 Stitching 블록으로 정의한다. 매칭이 성공한 경우는 등록영상과 입력영상이 동일인의 생체정보이기 때문에 등록정보에 포함되어 있지 않은 Stitching 블록은 등록영상에 추가적으로 등록되어야 한다. 먼저 등록영상과 입력영상에서의 ROI 영역과 주변영역 사이의 거리 (DRB : Distance Between ROI and Boundary) 를 측정한다. 입력영상에서의 DRB 가 등록영상에서의 DRB 가 큰 경우, 입력영상에 등록영상에 추가할 Stitching 블록이 있는 것으로 판단하고 등록영상에 S-block을 추가한다. S-블럭의 크기는 이동벡터의 차이와 비례한다. 따라서 S-블럭이 많을수록 등록영상의 정보량이 증가하기 때문에 사용자의 입력패턴의 변화량이 많을수록 오히려 인식시스템의 성능을 높이는 긍정적 효과가 있다. S-블럭의 추가순서는 매칭 순서에 따라 달라진다. 실제로 매칭 횟수에 의한 S-블럭의 증가량은 감소하지만, S-블럭의 추가에 따른 등록영상 정보의 증가에 의해 전체 시스템의 인식률은 증가한다. 또한, 등록영상의 정보량증가는 ROI 영역의 확대 가능성을 높여준다. 등록영상과 입력영상에서의 ROI 영역증가는 매칭에 사용되는 입력영상의 정보량을 등록영상의 크기가 일정 크기를 넘게 되면 S-블럭의 발생빈도가 줄어들고, 이 시점이 등록영상의 정보량이 최대가 되는 시점이 되어 더 이상 입력 장치를 통한 등록영상 정보의 확대가 정지되는 포화상태에 빠지게 된다. 즉, 입력 장치의 구조와 사용자의 입력패턴에 따라 등록영상 정보량이 결정되는 문제가 발생한다. 이 문제는 시스템의 기구설계나 사용자의 사용법 숙지 등으로 해결할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 다음과 같으며 그림 5는 Stitching block이 추가되는 과정을 나타내었다.

```
while Sizeof(Stitched-Image)<= Max(SrcImage)
   if match(src, dst) then
      Compute M_{x,y} vector
      if S_DIB > D_DIB then
         Add S-block to Src_NxM
         sizeof(StitchedImage)++
      else
         Read next Scan from CCD
 while end
```

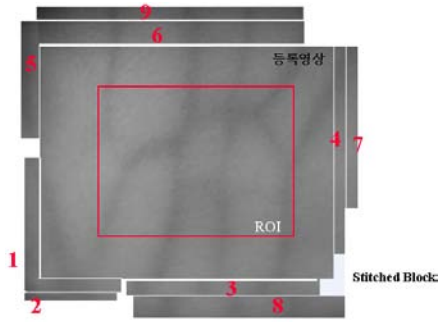

그림 5. 등록영상에 대한 Stitching

5. 실험 및 결과

BSA 알고리즘을 상용 정맥인식 시스템인 국내 N 사의 상용 모델을 사용하여, 정맥인식을 실시하였고, 정맥인식 데이터베이스 구성은 표 1 과 같다. 참가자들은 오른손과 왼손을 등록 시 매 3회를 입력했으며, 인증은 각각 7 회씩 실시하여 영상융합에 모두 9 장의 정맥영상을 사용했다. 인식률의 변화는 표 2 에 정리하였다. 실제로 상용정맥 인식시스템의 인식률이 매우 높기 때문에 실험에 필요한 데이터 값을 얻기 위하여 인식 알고리즘에서 사용하는 매칭 점수 (Matching Score) 의 문턱값 (Threshold) 을 적절하게 (아주 낮게 설정) 설정하여 오인식률을 높여서 실험을 실시하였다.

표 1. 실험용 손등정맥 데이터베이스 구성

구 분	성 별	인원수	정맥영상 수
12세 미만	남	50	1,000
	여	50	1,000
12세 이상	남	100	2,000
	여	100	2,000

표 2. 인식률변화

구분/인증회수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
No-Fusion	82.1	82.5	85.2	84.8	83.5	85.9	86.2	88.2	85.3
BSA	90.3	90.2	90.5	91.4	92.6	92.9	95.2	98.1	99.0

6. 결론

본 논문에서는 입력영상에서 추출한 Stitching 블록을 등록영상에 적용하여 등록영상의 정보량을 확대하는 알고리즘은 제안하였으며 상용 시스템을 사용한 실험을 통하여 그 효용성을 입증하였다. 이를 바탕으로 정맥영상의 융합에 의한, 등록영상의 정보량 확대는 인식률 향상을 위한 효과적인 방법이라고 판단할 수 있다. 또한, 제안한 알고리즘은 정맥인식 시스템 뿐 아니라, 생체 영상정보를 사용하는 인식 시스템에도 동일하게 적용할 수 있는 알고리즘이다. 제안한 알고리즘에 대한 성능 실험을 실시하는 과정에서 실제 상용시스템에서 인식률 향상의 문제는 입력 장치의 기구설계 등과 같이 시스템 전체의 성능에도 좌우된다는 사실을 알 수 있었다. 향후 이러한 점들을 고려하여, 효율적인 입력 장치 개발에 대한 연구도 병행되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] 박기태, 임상균, 정동철, 장석모, 정창경, 최환수, “손의 형상을 이용한 개인식별 알고리즘의 개발”, 대한전기학회, 학술대회 논문지1 제97집, p2347-2349, 1997.

[2] 최환수, 박기태, 정동철, “손의 정맥패턴을 이용한 바이오메트릭 알고리즘”, 산업기술연구소 논문집, 제17집, pp100~106, 1998.

[3] Z. Zhang and R. S. Blum, "Region-based Image Fusion Scheme for Concealed Weapon Detection", Proceedings of the 30th CISS Conference, Baltimore,MD, March 1997.

[4] A. Ross, AK Jain, JZ Qian, "Information Fusion in Biometric" , J. Bigun und F. Smeraldi (Eds.): AVBPA 2001, LNCS 2091, Springer Verlag Berlin Heidelberg, pp. 354 - 359, 2001.

[5] S. Singh, A. Gyaourova, G. Bebis, and I. Pavlidis, "Infrared and Visible Image Fusion for Face Recognition", SPIE Defense and Security Symposium (Biometric Technology for Human Identification), Orlando, 12-16 April, 2004