

# 에지와 땀샘 보정을 통한 지문영상 인식의 개선된 전처리

김성대\*, 정순호\*\*

\*부경대학교 전자계산학과

\*\*부경대학교 컴퓨터멀티미디어 공학부

e-mail:sdkim@aisol.pknu.ac.kr

## Improved Preprocessing of Fingerprint Recognition using Edge and Sweat Gland Restoration

Sung-Dae Kim\*, Soon-Ho Jung\*\*

\*Dept. of Computer Science, Pukyong National University

\*\*Faculty. of Computer and Multimedia Engineering, Pukyong National University

### 요 약

본 논문에서는 지문 입력기로부터 입력된 지문영상에 대한 전처리 과정에서 기존의 단계들인 모폴로지와 이진화 과정 대신에 새로운 에지(Edge) 보정과 땀샘(sweat gland) 보정 방법을 적용하여 여러 잡음들을 빠르면서 효율적으로 제거하는 방법을 제안하고 이에 대한 실험 결과에서 이 제안된 방법이 기존의 방법들보다 빠르고 선명한 세션화 결과를 획득하게 됨을 보여준다.

### 1. 서론

최근 개인 인증을 위한 새로운 수단으로 지문, 눈동자, 얼굴 등의 생체 인식을 이용한 방법들이 활발히 연구되고 있다. 이러한 방법들은 분실, 망각, 도용의 위험이 없다는 장점을 가지고 있으며 그 중에 지문 인식에 관한 응용기술은 실용화에서 많은 성공을 거두고 있고 다른 생체 인식 기술 보다 가장 보편화 되어 있는 상태이다[1]. 그러나 이 지문인식 기술은 지문영상을 만드는 입력 장치와 엄지손가락 사이의 성능과 상태에 따라 그 인식률 결과가 다르게 나타나게 된다. 입력 장치로부터 획득된 지문영상은 잉크의 번짐, 땀, 불순물 혹은 불균일한 압력 등에 의해 잡음이 섞일 수 있고 영상의 왜곡이 발생할 수도 있다. 지문인식 시스템은 이러한 문제점의 영상을 극복하여 정확하고 신속한 인증 및 검색 작업을 수행해야 하므로 전처리 단계에서의 영상개선은 중요한 비중을 차지한다[2]. 이러한 영상개선을 위한 것들 중에 잡음제거를 위해서 보편적으로 사용되는 방법으로는 평활화 방법과 모폴로지 방법이 있으나 이 방법들은 융선 등의 연속성을 훼손하는 단점이 있고 주파수 영역을 이용한 방법 등은 형태학적 처리와 같은 후처리를 필요로 한다[3]. 지문인식

의 입력 영상에는 지문 고유의 잡음이 내포되는데 예를 들면 입력 장치의 감도에 따라 융선 흐름(ridge flow)이 끊기는 현상, 땀구멍으로 인한 작은 구멍(hole)의 출현, 그리고 아주 작은 길이의 융선 등이 나타나게 된다. 이러한 잡음들이 잘못된 특징 점들을 유도하게 되어 지문 인식을 어렵게 하는 주요 요인이 되므로 이 잡음 문제점을 개선하기 위하여 지금까지 많은 연구가 계속 되고 있다[4].

본 논문에서는 이러한 땀샘을 포함한 잡음 등을 전처리 과정에서 효과적이고 신속하게 처리하는 방법을 소개하고 그 실험 결과를 보여주고자 한다.

### 2. 관련 연구

지문인식을 위한 전처리는 잡음제거와 함께 융선과 골의 대비를 높이는 과정이다. 이 과정은 입력영상의 환경적인 요인으로 생긴 잡음에 대하여 보상이나 복원을 해주는 역할을 한다. 주변 환경의 원인으로 얻어지는 잡음은 입력영상을 받아들일 때 센서의 표면에 위치하는 손가락의 누르는 힘이나 먼지, 습도 등의 요인으로 잡음이 생겨나게 된다. 이러한 잡음을 보상하기 위해서 (그림 1)과 같이 평활화, 모폴로지, 이진화, 세션화 등이 있으며 이러한 단계는 많

은 지문 입력 시스템의 기본 골격이 되는 과정이다.



(그림 1) 일반적 전처리 과정



(그림 2) Closing 과 Opening 결과

### 2.1 평활화(equalization)

현재까지의 대부분의 지문영상 전처리 과정에 적용되는 평활화 방법에는 히스토그램 평활화와 에지보존 평활화가 있다. 히스토그램 평활화는 입력받은 지문의 밝기가 특정 밝기 값에 집중될 때 이를 고르게 분포되도록 하는 작업이고 이 평활화 과정은 히스토그램을 생성하고 집중된 명암값을 재배치 하여 명암의 대비를 향상시킴으로써 융선과 골의 구분을 명확하게 한다. 에지보존 평활화는 일반적인 평활화 방법을 사용할 경우 윤곽선의 경계 부근이 흐려지는(blurring) 현상을 방지하기 위한 기법으로, 중심점  $X$ 를 기준으로  $3 \times 3$ 의 mask를 이용하여 네 방향 ( $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ )의 인접한 점들의 편차를 구하고 네 방향 중 편차가 가장 작은 방향의 주변 값들과의 평균을 그 점의 값으로 대치하는 것으로 윤곽선을 보존하면서 점 잡음 (spot noise)을 제거하는 효과를 낸다[4].

### 2.2 모폴로지(Morphology)

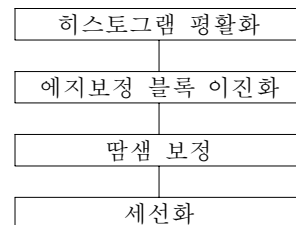
모폴로지(Morphology) 연산의 결과는 밝거나 어두운 인공적 가공물들과 잡음들을 제거시키거나 감쇄시키는 것이다. Dilation을 하게 되면 원래 영상보다 더 밝아지게 되고, 이 영상에서 작고 어두운 상세 부분들은 작아지거나 제거되어지는 효과가 발생된다. Erosion을 하게 되면 영상은 더 어두워지고, 지문의 융선은 더 굵은 상태로 변하게 된다. 이 두 가지를 복합적으로 사용하여 영상을 향상시키는데 Dilation을 수행 후 Erosion 하는 것을 Closing이라 하고, 반대로 Erosion을 수행 후 Dilation 하는 것을 Opening이라 한다[5]. (그림 2)는 두 방법의 결과로서 융선의 끈김이나 붙어버리는 좋지 못한 결과를 가져온다. 최근에는 이를 보완하기 위하여 모폴로지 연산과정의 가중값을 적응적으로 변화시킨 방법을 이용하여 융선의 보정을 수행한다[6].

### 2.3 이진화

이진화는 그레이레벨의 영상을 흑색과 백색으로 만드는 작업이다. 이러한 이진화의 방법에는 평균 임계값 이진화와 일정 블록 단위로 평균이나 중간값을 임계값으로 결정하는 블록 이진화가 있고 이보다 개선된 방법으로 부분 영역간의 밝기차를 최소화 하는 가변적으로 임계치를 변하게 할 수 있는 적응 이진화 방법인 slit sum의 응용한 방법들이 있다[7].

### 3. 개선된 전처리 과정

위에서 설명된 일반적인 전처리 과정에서는 평활화와 모폴로지, 블록안의 평균값을 취하는 블록 이진화를 많이 사용하여 왔는데 이를 보완하는 에지보정 방법과 땀샘이나 잡음 등을 전처리 과정에서 효과적으로 제거하는 땀샘 보정 방법을 소개한다.



(그림 3) 개선된 전처리 과정

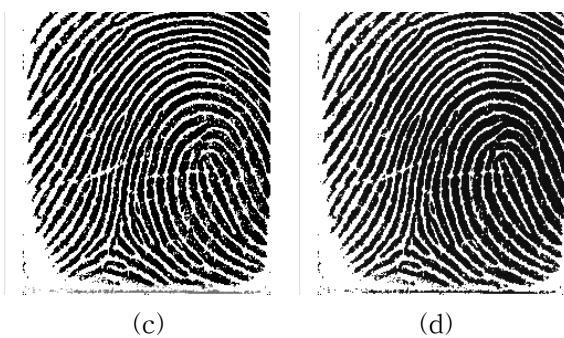
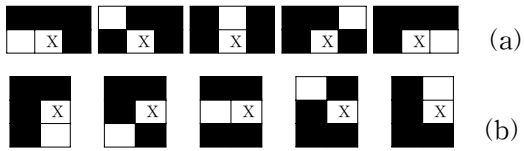
본 연구에서의 전처리 과정은 (그림 3)과 같이 히스토그램 평활화, 에지보정 블록 이진화, 땀샘 보정, 세션화를 통하여 입력 지문영상을 처리한다. 일반 전처리 과정과 비교해 보면 모폴로지와 이진화 과정 대신에 에지보정 블록 이진화와 땀샘보정 단계를 거치게 된다.

#### 3.1 에지보정 블록 이진화

에지보정 블록 방법은 블록 이진화를 보완하면서 모폴로지의 변형된 방법이라 할 수 있고 그레이 레벨에서는 임계값을 달리하여 여러 형태로 바꿀 수도 있다. 에지 보정의 기본 마스크는  $3 \times 2$  와  $2 \times 3$  을 사용하고  $X$  점의 값이 0일때 식(1)에 의해 값이 보정될 수 있다. 마스크의 형태는 (그림 4)(a)(b)와 같고

계산방법은 전체영상에 병렬적으로 수행한다. (그림 4)(c)는 블록 이진화를 수행한 결과이고, (d)는 에지 보정 블록 이진화를 한 결과이다.

$$X = \begin{cases} 1 & \text{if } \sum_i \sum_j M(i, j) = 4 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{식(1)}$$



(그림 4) (a) 가로 (b) 세로방향 에지보정 마스크  
(c) 기존의 방법 (d) 개선된 방법

### 3.2 땀샘 보정

땀샘 보정을 위해서 땀샘의 경계선을 따라 (그림 5)와 같이 정해진 8방향 코드의 탐색 마스크를 운행한다.

|   |   |   |
|---|---|---|
| 3 | 4 | 5 |
| 2 | C | 6 |
| 1 | 0 | 7 |

(그림 5) 탐색 마스크

이 탐색 마스크의 중앙점 (C)를 땀샘의 경계에 맞추어 놓고 이 마스크의 시작점 (이에 대응되는 방향의 코드 : So) 으로부터 C를 중심으로 시계 방향으로 돌면서 각 점들을 탐색하여 처음으로 이미지에서 0 인 점의 값을 식(2)에 따라서 계산하여 이동해야 할 다음 점(Sn)을 찾게 된다. 이 과정을 반복하여 실행하는데 임계 허용 이동 횟수 내에 (이 실험에서는 10으로 정함) 최초의 점으로 돌아오게 되면 이것을 땀샘으로 인정하여 소거해 버린다.

$$S_n = 7 \text{ and } (S_o + 5) \quad \text{식(2)}$$

(그림 6)에서는 땀샘 보정 방법의 결과로 땀샘 잡음들은 모두 상쇄되었고 원 영상과의 왜곡은 거의 찾아 볼 수 없다.

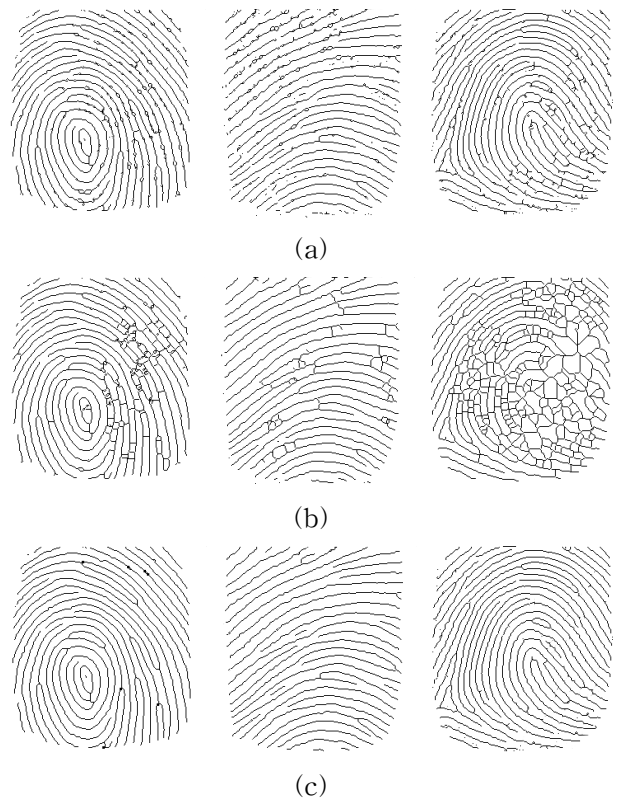


(그림 6) 땀샘 보정 결과

### 3.3 세선화 결과

세선화는 지문 융선의 폭을 1픽셀의 크기로 바꾸는 작업이다. 기존의 전처리 방법들과 제안한 전처리 방법과의 차이는 세선화를 해보면 확연히 눈으로 구분할 수 있다.

(그림 7)의 (a)에서는 블록 이진화 수행 후, (b)는 모폴로지와 에지보정 이진화 수행 후, (c)는 에지 보정과 땀샘 보정방법을 거친 후의 세선화 결과를 보여준다.



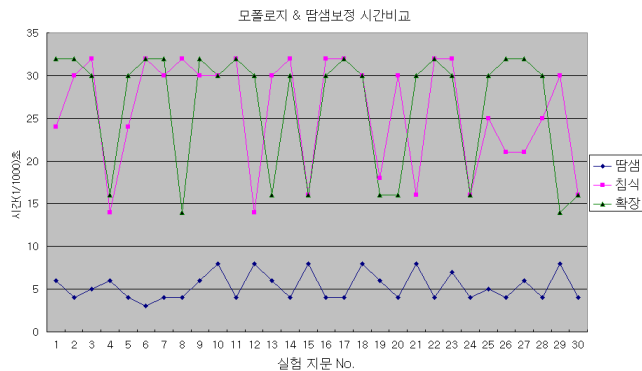
(그림 7) 세선화 처리 결과의 비교  
(a)블록 이진화 (b)모폴로지와 에지보정  
(f)개선된 전처리 과정

4. 실험 및 평가

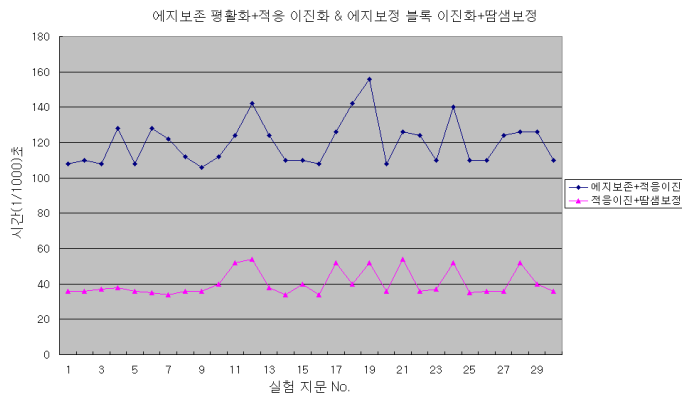
본 논문은 PentiumIV 2.8[GHz]의 컴퓨터에서 VC++ 6.0 으로 구현하였고, 지문영상은 반도체식 지문입력 모듈인 USB Module DFZ-2001U로 22명으로부터 25장씩 총550장의 지문을 입력받아 실험지문으로 사용하였다.

<표 1> 평균시간 (1/10000초)

| 평균시간      | 시간  |
|-----------|-----|
| 히스토그램 평활화 | 78  |
| 에지보존 평활화  | 849 |
| 적응 이진화    | 226 |
| 에지보정 이진화  | 136 |
| 땀샘 보정     | 53  |
| 침식연산      | 259 |
| 확장연산      | 263 |
| 세선화       | 256 |



(a)



(b)

(그림 8) 각 알고리즘별 시간 비교 그래프

<표 1>은 각 알고리즘별 평균 수행 시간을 나타내고 (그림 8)은 실험 지문영상에 대한 각 알고리즘별 수행 시간을 그래프로 나타내었다. (a)는 모폴로지와 땀샘보정에 대한 실험결과이고 (b)는 에지보존 평활화와 적응 이진화[7]에 대한 것과 에지보정 블록 이진화와 땀샘보정에 대한 시간을 비교하였는데 적게는 2배에서 많게는 8배 정도로 빠르게 처리됨을

보이고 지문영상의 처리된 세선화의 결과는 앞서 (그림 7)의 (c)와 같이 잡음이 제거된 우수한 상태를 가지게 된다.

5. 결론

본 논문은 지문입력기의 단점으로 지적되고 있는 먼지, 습기 등으로 인한 잡음을 어떻게 효율적으로 제거 하면서도 시간을 단축 할 수 있을 것인가에 중점을 두고 실험을 하게 되었다. 지문영상의 잡음들은 세선화를 거친 후 특징점 추출시 특징점으로 오인 판별되어 시스템에 치명적인 오류를 안기기 때문이다.

실험결과 기존의 전처리 방법으로 제거되지 못했던 잡음들을 효과적으로 제거 할 수 있었고 융선의 왜곡도 거의 없었을 뿐만 아니라 실험결과 기존 방법들보다 빠른 수행 시간을 나타냄을 알 수 있었다.

따라서 지문인식의 전처리 과정에서 본 논문의 전처리 과정을 사용한다면 반도체식 지문입력기의 단점을 보완함과 동시에 빠른 속도를 낼 수 있으므로, 지문인식의 전처리 과정으로 유용하게 사용할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] 장동혁, 이동선, 이상범 “상관성이 적은 동일한 지문영상에서의 지문인식 알고리즘에 관한 연구”, 한국정보처리학회 논문지 6권 제2호, 1999.  
 [2] Lin. Hong, Yifei. Wan and Anil. Jain, "Fingerprint Image Enhancement Algorithm and Performance Evaluation", IEEE Transactions. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 20, no. 8, pp. 777-789, 1998.  
 [3] 오상근, 박철현, 이준재, 박길흠, “방향성 대역통과 필터를 이용한 지문영상의 개선”, 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집 제23권 제1호, 2001.  
 [4] 유기영, 배인구, 조병호, 김중섭, 배재형 “지문에서 골 추적을 이용한 지문 정합”, 정보과학회 논문지 v.019, n.007, pp.51-59 1229-6821, 2001.  
 [5] Gonzalez, Woods "Digital Image Processing" press. Addeson Wesley.  
 [6] 주덕일, 이상범 “지문 영상 향상을 위한 적응성 지문인식 알고리즘에 관한 연구”, 정보과학회 추계학술발표대회, vol.27, no2, 2000.  
 [7] 조성원, 김재민, “적응 이진화를 이용한 지문인식 전처리에 관한 연구”, 한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문집, vol.12, no.3, 2002.