

라인센서에서 획득한 지문영상의 개선에 관한 연구*

장동혁, 장태복, 이상범
단국대학교 컴퓨터공학과

A Study on improvement of the fingerprint image obtained to Line-Sensor

Dong-Hyuk Jang, Tae-Bok Jang, Sang-Burm Rhee
Dept. of Computer Engineering, Dankook University

요 약

사용자 인증에 관한 연구 중 지문인식에 대한 연구는 매우 진보적인 발전을 거듭해왔다. 지문인식 장치의 보급으로 지문영상을 입력받기 위한 센서의 소형화와 저가화가 요구되어짐에 따라 Area-Sensor를 대신하여 Line-Sensor에 대한 관심이 높아지고 있다. 하지만 잡음에 민감한 Line-Sensor의 특성과 비효율적인 스캔방법으로 인하여 양질의 지문영상을 획득하기에 어려움이 있다. 기존의 지문인식 알고리즘의 지문영상개선 방법으로는 인식과정 중 오류를 일으키는 확률이 높아 Line-Sensor에서 획득한 지문영상의 개선에 관한 알고리즘을 제안한다.

I. 서론

지문인식 장치에서 지문영상을 획득하기 위한 센서는 지문인식의 인식률에 가장 중요한 부분을 차지하고 있다.[1][2] 일반적으로 지문인식 장치에서 지문영상 획득을 위하여 Area-Sensor를 사용한다.[3] Area-Sensor의 특징으로는 지문영상 획득 시 사용자의 동작에 의존하지 않아 좋은 품질의 지문영상을 획득할 수 있다. 하지만 지문인식 장치의 소형화와 대중화를 위해서는 부피가 크고 가격이 비싼 문제점을 가지고 있다

이러한 이유로 센서의 소형화와 저 비용을 목적으로 Line-Sensor를 사용하는데 좋은 지문영상의 획득에 어려움을 가지고 있다. Area-Sensor를 사용한 일반적인 지문인식 알고리즘의 전처리과정으로는 Line-Sensor에서 획득한 지문영상을 개선하는데 어려움이 있다.

Line-Sensor에서 획득한 지문영상은 잡음의 제거와 끊어진 지문용선의 보정, 그리고 전체적인 지문영상의 화질을 높이기 위한 개선과정을 거쳐야한다.

II. 제안된 지문영상 개선 알고리즘

1. Line-Sensor에서 획득한 지문영상의 특징

Line-Sensor는 사용자가 손가락을 센서 표면 위에 위치시키고 직접 움직임으로써 지문영상을 획득하게 된다. 이러한 움직임은 사용자마다 속도의 차이가 있으며 동일인의 경우에도 매번 획득을 위한 움직임마다 차이를 보여준다. [그림 1]은 Line-Sensor에서 획득한 동일인의 지문영상을 나타낸다.



[그림 1] Line-Sensor에서 획득한 동일인 지문영상

획득된 지문영상은 전체적인 명암도가 불규칙하고 얻어진 영상에 잡음이 많이 포함되어 있어 일반적인 개선

* 본 연구는 산학협동과제 연구비 지원으로 수행된 것임(1998년 4월~1999년 3월)

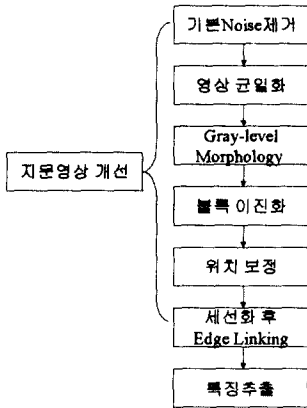
과정을 거치면 끊어지는 용선이 많이 나타나게 된다. 또한 지문 입력 시 사용자의 움직임 속도에 따라 위치 이동이 심하여 지문영상의 중심이 이동되는 특징을 보인다. [그림 2]는 잡음에 의해 손상된 지문영상의 일부를 확대한 것인데 지문용선이 끊어진 모습을 보여주고 있다.



[그림 2] 잡음으로 인한 지문영상의 손상

2. 지문영상 개선 알고리즘 제안

지문인식을 위한 지문영상의 개선작업으로는 원 영상의 전체적인 명암도 향상과 위치보정, 그리고 특징점 검출을 위하여 세선화 과정을 거친 영상의 보정이 있다. [그림 3]은 Line-Sensor에서 지문인식을 위해 제안한 지문영상의 개선 알고리즘을 나타낸다



[그림 3] 지문영상 개선과정

첫 번째로 Line-Sensor로 지문영상 획득 시 얻어지는 영상에는 명암 값이 낮은 주변 잡음이 생기게 되는데 이러한 잡음은 단일 임계값 설정만으로도 쉽게 제거가 된다.[4]

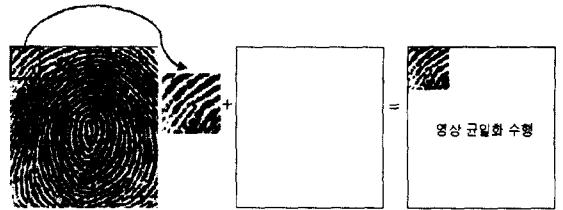
두 번째로 영상의 균일화는 지문영상의 전체적인 명암 값을 향상 시켜주는 효과를 나타낸다.[3] 일반적으로 균일화를 위하여 히스토그램 기법을 사용하는데 그레이스

케일 사상함수를 사용하여 그레이 레벨 값을 매핑한다. 그레이스케일 사상함수는 [식 1]과 같다.[8]

$$k_i = \frac{g_{max}}{n_i} H(i)$$

[식 1] 그레이스케일 사상함수

[식 1]에서 $H(i)$ 는 지문영상의 축적히스토그램을 구한 값이고 k_i 는 균일화된 명도 값, g_{max} 는 명도의 최대 값이고 n_i 는 지문영상에서의 총 픽셀 수이다. 이때 일반적으로 한번에 지문영상 전체를 균일화하는데 높은 효과를 거두지 못한다. 제안하는 균일화 방법은 [그림 4]와 같이 지문영상에서 일정 블록을 분리하고 나머지 부분을 배경영상으로 대체하여 균일화를 할 경우 히스토그램 균일화 특성 때문에 명암도의 향상을 가져온다.[8]



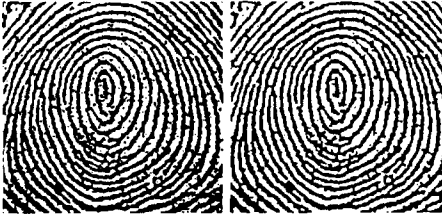
[그림 4] 블록단위 지문영상 균일화



[그림 5] 기존 균일화 영상과 제안된 균일화 영상

세 번째로 Gray-level 모폴로지 연산은 영상획득 시 먼지와 같은 잡음으로 인하여 손상된 지문용선을 보정해 주는 역할을 한다. Gray-level 모폴로지 연산의 특징은 작은 잡음은 영구히 제거하고 큰 잡음은 감소시켜 주며 용선을 확장시키는 역할을 한다.[4][8]

[그림 6]은 Gray-level 모폴로지 연산 없이 이진화한 영상과 Gray-level 모폴로지 연산을 수행한 후 블록 이진화한 영상을 나타낸다.

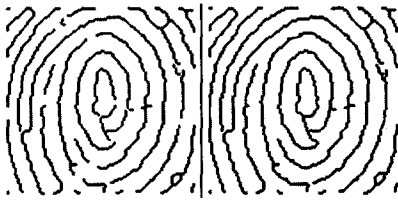


[그림 6] 원 영상과 Gray-level 모폴로지 적용 영상

네 번째로 블록 이진화 기법은 전체 지문영상에서 블록단위로 영상을 이진화하게 되는데[3] 본 논문에서는 3x3블록으로 분리하여 중심 픽셀 값에 주변의 평균을 대치시키는 기법을 사용하였다.[4]

다섯 번째로 위치보정은 사용자의 지문입력 시 오류로 인하여 획득된 지문영상의 위치가 이동되는 것을 보완해 주기 위한 방법이다. 지문용선의 중심점을 찾아 중심점으로부터 일정거리의 지문영상을 사용하면 위치이동으로 생기는 인식의 오류를 줄일 수 있다.[5][7]

여섯 번째로 세선화 후 끊어진 용선을 이어주는 알고리즘은 잡음이나 전처리과정 중 끊어진 용선을 연결해주는 역할을 한다.[1][5]



[그림 7] 끊어진 용선의 보정

끊어진 용선의 연결방법은 일정거리 안에서 용선의 단점을 찾아 단점의 크기(magnitude) 값과 단점의 방향(angle) 값을 구하여 크기가 같고 서로 반대 방향 값을 갖는 단점끼리 연결한다.[2][8]

단점의 크기 값은 [식 2]와 같고 방향 값은 [식 3]과 같다.[8]

$$\nabla F = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{af}{ax} \\ \frac{af}{ay} \end{bmatrix}$$

$$\nabla f = \text{mag}(\nabla F) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

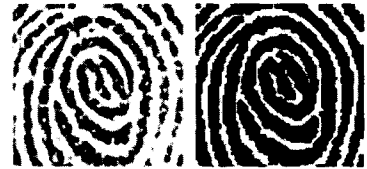
[식 2] 단점의 크기 값

$$\alpha(x, y) = \tan^{-1}\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

[식 3] 단점의 방향 값

III. 결론 및 고찰

Line-Sensor의 장점인 소형화와 저 비용에 비해 획득한 지문영상의 품질이 좋지않아 Line-Sensor에 맞는 지문영상의 개선방법이 필요하였다. 지문인식의 가장 중요한 부분인 지문영상의 품질을 결정하는 개선과정은 인식률을 좌우하게 된다. [그림 8]은 개선된 영상과 개선되지 못한 영상을 나타낸다.



[그림 8] 원 영상과 개선 영상

Line-Sensor에서의 불안정한 입력 패턴을 제안된 개선 알고리즘으로 인하여 보정할 수 있었으나 지문영상 중 일정블록으로 넓게 뭉개진 경우는 보정이 어려웠다.

참고문헌

- [1]. 김봉일, 이상선, 김정규 "세선화된 지문화상의 단계적 복원처리" 한국정보과학회 논문지 '87.2
- [2]. 안도성, 김학일, "블럭 FFT를 이용한 실시간 지문 인식 알고리즘" 전자공학회논문지 제32호 '96.6
- [3]. 이기돈 "컴퓨터에 의한 지문 영상의 자동인식과 matching에 관한연구" 연세대학교 박사학위논문 '86.12
- [4]. PRATT, "Digital Image Processing" Press. Wiley Interscience '91.
- [5]. 인치정 "지문화상의 개선 및 특징점추출에 관한 연구" 경희대학교 석사학위논문 '93.2
- [6]. Huizhu Lua, Gady Agam "Directional mathematical morphology approach for line thinning and extraction of character string from maps an line drawings" IEEE '95
- [7]. 박현식, "용선의 흐름과 분포에 근거한 지문영상의 분류" 동국대학교 석사학위논문 '96.2
- [8]. Gonzalez, Woods "Digital Image Processing" press. Addison Wesley