

지문 음선의 방향 정보를 이용한 중심점 추출에 관한 연구

최진호*, 나호준*, 김창수**

*부경대학교 정보보호학(협), **부경대학교 전자계산학과

The Study on the Extraction of Core Point using the direction Information of Fingerprint Ridges

Jin-Ho Choi*, Ho-Jun Na*, Chang-Soo Kim**

*Interdisciplinary Program of Information Security, Pukyong National Univ.

**Department of Computer Science, Pukyong National Univ.

E-mail : zonic1217@hanmail.net, nahj@mail1.pknu.ac.kr, cskim@pknu.ac.kr

요 약

지문을 이용한 개인 인증 절차는 지문 형태 별로 구분하는 분류(classification) 과정과 본인임을 확인하는 정합(matching) 과정으로 구분할 수 있다. 지문의 분류와 정합을 위해서는 기존 연구들이 지문의 특징점 수와 방향성의 흐름 패턴에 의존한다. 본 논문에서는 방향성의 흐름 패턴을 이용한 중심점 추출에 초점이 맞춰져 있으며 추출된 중심점 정보는 현재 구현되어진 특징점 추출 정보와 연계해 정합을 위한 기준으로 활용한다. 중심점 추출 방식은 입력된 지문 영상에 대해 3×3 Sobel 마스크를 적용한 후 8×8 블록 영상을 분할하여 각 대표 방향 성분을 추출하며 추출되어진 방향 성분과 특이점 패턴을 비교하여 중심점을 탐색한다.

키워드

생체 인식, 지문 인식, 특이점, 중심점, 방향 성분

1. 서 론

오늘날 정보기술 발달 수단으로써 컴퓨터 사용이 증가되면서 기밀 관련 및 개인적 데이터에 대한 접속 제한을 목적으로 신원확인 및 인증을 위한 많은 기술들이 개발되고 있으며, 그 중 생리적(physiological) 또는 행동상의(behavioral) 특징을 기반으로 신원을 자동으로 인식하는 생체인식(biometrics)방법이 있다. 생체인식 기술은 안정성 측면에서 다른 개인 인증 기법보다 훨씬 높은 기술적 우위를 가지고 있으며, 프로세서의 성능 향상에 힘입어 경쟁력이 높아지고 있다. 특히 9.11 테러사건 이후 생체인식 기술을 이용한 보안관련 기술이 전세계적으로 가장 큰 관심거리로 떠오르고 있으며, 이러한 생체인식(biometrics) 기술을 보안 H/W 시장의 일부로 보았을 경우, 2001년 약 180억 달러 규모의 전세계 IT 보안 시장 중 보안 H/W 시장이 34억 8,000만 달러로 19.4%를 점유하였고, 여기에서 약 1억 9,000만 달러 규모가 생체인식시스템 시장으로 2005년까지 49.5%의 복합연평균 성장률로

8억 8,680만 달러 규모에 이를 전망이다. 이 가운데 지문인식은 물리적(physical)생리적(physiological) 생체인식 기술중 하나로서 얼굴 인식, 홍채 인식, 음성 인식 등 기술별로 보았을 경우 이용의 편리성과 친밀성, 경제성 등으로 인해 전체 시장에서 가장 높은 58.1%를 점유해 왔으며 앞으로도 생체 인식 시장을 지속적으로 주도해 나갈 전망이다[1][2]. 본 논문에서는 위의 생체인식 기술 중 지문인식에서의 지문분류와 기준점 선정을 위한 특이점(core) 추출에 대해 논하기로 한다.

일반적인 특이점 추출 알고리즘으로는 pointcare 지수를 이용하는 방법[3][4]과 특이점 후보 추출 참조표를 이용한 방법[5], 방향 정보를 이용한 특이점 추출 방법[9][10]이 있으며 본 논문에서는 방향 정보를 이용한 방법을 사용하였으며 지정되는 방향 값에 대하여 특이점으로 판단 내릴 수 있는 다양한 형태의 방향값을 설정 arch, tented arch, left loop, right loop, whorl 등에 적용 시켜 보았다.

II. 지문용선의 방향 성분 결정

지문 영상에 대한 방향성 영상이란 지문 영상을 구성하는 모든 화소의 국부적인 명암값 특성을 방향성 특성으로 변환시키는 변환기술이다. 방향성 추출은 블록 단위로 계산하며 본 연구에서는 블록의 크기를 8×8 을 사용하였다. 각 블록의 대표 방향을 구하기 위해서 (식 1.1)의 Sobel 마스크를 이용하였다[6][7]. 블록 내의 각 점에서 각각 x축과 y축 방향의 밝기 값의 편차를 계산하는 (식 1.2)와 (식 1.3)을 이용하여 계산한 값으로 (식 1.4)에 대입하여 대표방향을 구한다. 이렇게 계산된 대표방향이 값은 0에서 180° 사이의 값을 시계 반대 방향으로 45° 씩 분할하여 [그림 1]과 같이 0에서 3까지의 4방향으로 나타낸다.

$$Sobel_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad Sobel_y = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix} \quad (식 1.1)$$

$$V_x(i, j) = \sum_{u=i-\frac{M}{2}}^{i+\frac{M}{2}} \sum_{v=j-\frac{M}{2}}^{j+\frac{M}{2}} 2 \partial_x(u, v) \partial_y(u, v) \quad (식 1.2)$$

$$V_y(i, j) = \sum_{u=i-\frac{M}{2}}^{i+\frac{M}{2}} \sum_{v=j-\frac{M}{2}}^{j+\frac{M}{2}} (\partial_x^2(u, v) - \partial_y^2(u, v)) \quad (식 1.3)$$

$$\theta(i, j) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{V_y(i, j)}{V_x(i, j)} \right) \quad (식 1.4)$$

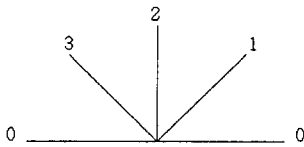


그림 4 4가지 방향 성분

추출되어진 4방향성 적용 영상은 [그림 2]와 같으며 256×256 크기의 입력 지문 영상에서 한 블록의 크기가 8×8 화소이며 방향성 영상 전체 크기는 32×32 임을 알 수 있다.

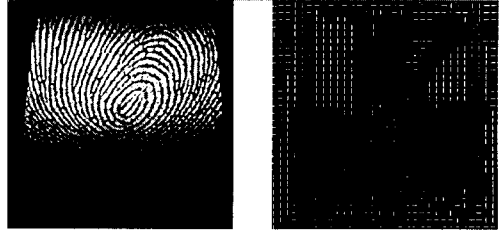


그림 5 Sobel 마스크를 이용한 방향성 추출 이미지

III. 방향 정보를 이용한 중심점 추출

일반적으로 중심점은 지문의 중심 영역에서 급격한 방향 변화와 일정한 방향 패턴을 갖는다. 본 논문에서의 중심점 추출 방식은 Sobel 마스크를 이용한 지문의 방향성 영상에 특이점 패턴을 적용하여 동일한 패턴 형태를 갖는 영역을 중심점으로 추출한다[8][9][10][11]. [그림 3]에서 패턴 8, 10, 11, 13, 14는 검정색으로 표시된 부분을 제외한 나머지 3가지 방향성을 방향성 추출 이미지와 중첩시켜 일치하면 중심점 영역으로 선택을 하며 패턴 16은 검정색으로 표시된 세부분을 제외한 나머지 3가지 방향성이 방향성 추출 이미지와 중첩시켜 일치해야 중심점 영역으로 선택을 한다. 그 외 [그림 3] 패턴들에 대해서는 4가지 방향성이 모두 일치해야 중심점 영역으로 선택이 되며 패턴의 우선순위는 나열한 순서와 같다.

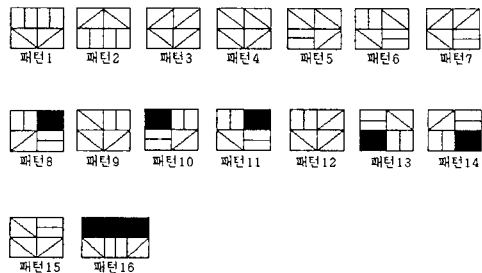


그림 6 특이점 패턴 우선순위

특이점 패턴은 지문 방향성 영상에서 거의 대부분 중심점이 존재하는 부분에 위치하며 그 외 영역은 일정한 형태의 방향성을 갖는다. 특이점 패턴을 이용한 중심 추출 과정은 아래와 같으며 [그림 4]는 패턴 2에 의해 선택되어진 중심점 추출 결과 영상을 나타낸다.

- 1) 전체 지문 영상을 8×8 픽셀 크기의 블록으로 분할 한 후 각 블록에 대한 대표 방향성을 설정
- 2) 지문의 방향 영상을 2×2 크기 블록에 중첩

시켜서 비교 단, 패턴 16은 3×2

- 3) 패턴 1과 동일한 방향 성분을 갖는 블록이 존재하면 특이점 좌표(x+1,y+1)과 동일한 위치에 있는 블록을 중심점 영역으로 선정하고 중심점 탐색 완료
- 4) 패턴1과 동일한 패턴 형태를 갖는 블록이 탐색되지 않을시 패턴의 우선순위에 따라 패턴 2 부터 패턴16 까지 순서 되로 2단계를 반복 수행 하여 중심점 영역을 선정

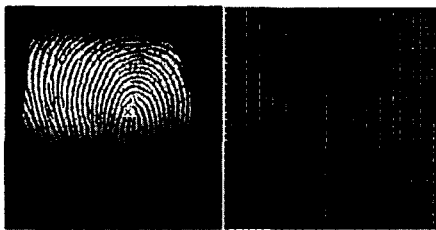


그림 7 중심점 추출 이미지

IV. 후보 중심점 제거 알고리즘

본 논문의 중심점 추출 방식은 첫 번째로 특이점 패턴을 이용한 탐색에 있어서 가장 발생빈도가 높고 1개 이상의 동일 패턴 발생률이 낮은 패턴을 우선순위로 부여 하므로써 후보 중심점 발생을 최소화 하였으며, 두 번째로 동일 패턴이 여러 개 탐색되어 발생하는 후보 중심점 영역에 대해서는 아래와 같은 방식을 사용하였다[9][10].

- 1) 와상문(Whorl)에서 가장 많이 탐색되는 방향성 패턴은 [그림1]의 방향성분이 '1'에서 '3'으로 또는 '3'에서 '1'로 바뀌는 형식이며 방향성(1,3)과 방향성(3,1)을 중첩시켜 비교 했을 시 와상문 특성상 방향성(1,3)과 방향성(3,1)이 1개 이상 탐색되어지는 일이 종종 발생하므로 패턴 1과 패턴 2처럼 방향성(2,2)를 추가하여 후보 중심점 탐색을 방지하였다[그림5-1].
- 2) 와상문의 궁상문, 세상문 등에 적용되어진 방향성 패턴 들 중 1개 이상의 동일 패턴으로 인한 후보 중심점 발생 시 탐색되어진 패턴의 상,하,좌,우에 위치한 동일 패턴에 대해서는 마지막 탐색 되어진 패턴을 중심점 영역으로 선정 하였으며 탐색되어진 동일 패턴들의 간격이 인접하지 않은 경우 이미지 출력 좌표의 x,y 좌표가 외곽에 가까운 후보 중심점을 제외시키는 방식을 사용하였다[그림5-2].

- 3) 그 외 중심점 미탐색 방향 추출 이미지를 위해 본 논문에서는 기존에 주로 쓰이는 특이점

패턴 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14 외에 패턴 5, 6, 7, 8, 15, 16을 적용하였다.

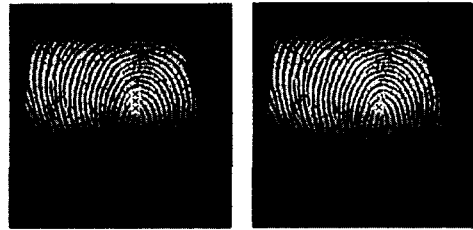


그림 8-1 와상문에서의 후보 중심점 이미지와 제거된 이미지

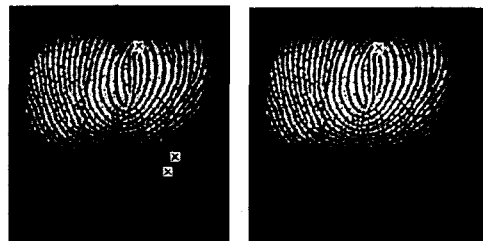


그림 5-2 중첩된 동일 패턴으로 인한 후보 중심점 이미지와 제거된 이미지

V. 결론

본 논문에서는 256×256 인 지문영상을 사용하였고 중심점 추출을 위해 용선의 방향 정보를 이용한 방법을 사용하였으며 방향 성분은 Sobel 마스크를 이용해 방향성 정보를 4방향성으로 구분하였다. 추출되어진 방향성 정보는 특이점 패턴을 설정 우선 순위에 따라 중심점 영역을 탐색하였으며 탐색 시 후보 중심점 제거 알고리즘을 적용 중심점 추출 정확도를 높였다.

arch, tented arch, left loop, right loop, whorl 등 다양한 지문 영상DB 200개에 대해 Test 결과 총192개의 지문 영상에 대해 정확한 중심점을 추출하였으며 나머지 8개의 지문 영상의 오류는 영상 획득 시 지문 상태가 나쁘거나 심하게 압착 날린 경우였으며 그 외 delta 점이 core와 매우 가까운 지문의 경우 delta를 중심점으로 인식하였다.

본 논문에서 구현되어진 중심점 정보를 이용 지문인식 시스템에서 기준점으로 활용한다면 직교 좌표 생성을 통해 지문 영상의 상·하·좌·우 위치 이동, 회전 변위 등으로 발생하는 문제점을 해결할 수 있을 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] 생체측정시스템 ETRI, 2001. 12 Technology /Market Analysis

- [2] 국내 생체인식 산업현황 조사 보고서 2002.11 생체인식포럼
- [3] K.Karu and A.K.Jain, "Fingerprint Classification," Pattern Recognition, Vol.29 No.3, pp.389-404, 1996.
- [4] M.Kawagoe and A.Tojo, "Fingerprint Pattern Classification," Pattern Recognition, Vol.17, No.3, PP.295-303, 1984.
- [5] 김현,김학일, "RSTI불변 지문인식 알고리즘," 전자공학회논문지, 제35권 S편 제6호, pp.838-850, 1998
- [6] 오창섭 "지문 영상 분류를 위한 특이점 추출 알고리즘에 관한 연구,"홍익대학교 공과대학 전자전기 공학부
- [7] 윤덕현 "지문인식 정합 알고리즘 취약성과 무결성 검증 도구 설계 및 구현," 부경대학교 대학원 전자계산학과, 이학석사학위 논문,2003
- [8] 오창섭 "지문 영상 분류를 위한 특이점 추출 알고리즘에 관한 연구,"홍익대학교 공과대학 전자전기 공학부
- [9] 이동기 "융선방향 성분을 이용한 지문 중심점 추출에 관한 연구," 한국해양대학교 대학원 제어계측공학과, 공학석사학위 논문,2001
- [10] 신미영 "지문인식을 위한 융선 방향 정보로부터 특이점 추출," 관동대학교 대학원 전자정보공학, 공학박사학위 논문,2001
- [11] 김성희"지문검증을 위한 중심점 추출," 관동대학교 대학원 전자정보공학, 공학석사학위 논문,1999
- [12] 신미영 "지문 인식을 위한 방향 정보와 특이점에 의한 직교 좌표 생성," 관동대학교 문집, 2000