

지문 인식을 위한 변형 패턴 모델링 방법

권동진, *윤일동, 이상욱
서울대학교, *한국의국어대학교

djk@cvi.snu.ac.kr, yun@hufs.ac.kr, sanguk@ipl.snu.ac.kr

Deformation pattern modeling method for fingerprint matching

Dongjin Kwon, *Il Dong Yun, Sang Uk Lee
Seoul Nat Univ., *Hankuk Univ. of F. S.

요 약

지문 인식에 있어서 비선형 뒤틀림 문제를 해결하는 것은 중요한 문제이며 아직 훌륭한 해결책이 제시되지 않고 있다. 본 논문에서는 지문의 특징점들을 국소적으로 정합하여 군집화하고 이를 이용하여 전체 지문 표면에 대한 변형 패턴을 모델링 하는 방법을 제안한다. 이 변형 패턴 모델링을 통해 효과적인 지문 인식을 수행할 수 있다. 본 방법은 다음과 같은 세가지 절차로 구성된다. 처음에 각 특징점의 이웃 정보들을 기술하는 새로운 국소 이웃 구조를 생성하고, 그 후 반복적인 방법을 통해 국소적으로 불변하는 특징점 군집을 찾는다. 최종적으로 특징점 군집의 대응 정보를 이용하여 전체 표면에 대한 변형 패턴을 구하게 된다. 본 방법을 지문 인식에 적용한 실험 결과, 변형 패턴을 사용하지 않은 기존의 강체 변환 방법에 기반한 지문 인식 방법과 비교하여 본 방법이 우월한 성능을 나타내었다.

1. 서론

지문 인식은 다양한 생체 인식 분야들 중 구별성, 지속성, 성능 등 여러 판단 항목에서 고르게 좋은 특성을 보이고 이와 함께 이용자에게 거부감을 주지 않는 기술로 각광을 받고 있다. [1] 최근 10 여 년간 자동 지문 인증 시스템(Automatic Fingerprint Identification System) 분야에서 많은 발전이 있었는데, 이 시스템에서 가장 중요한 단계는 지문 정합(fingerprint matching)이라는 것은 분명하다. 지문 정합은 두 개의 지문 영상에 대해 유사도(similarity)를 값으로 표현하는 것을 말하는데, 동일인의 지문에 대해서는 유사도의 값이 커야 하고, 다른 사람과의 지문과는 유사도의 값이 작아야 한다.

최근에는 학계와 기업에서 모두 참여하여 공개적으로 최신 기술 경쟁을 하는 Fingerprint Verification Competition(FVC)이 열렸는데, 2000년부터 2004년 까지 3 번에 걸쳐 열리며 지문 인식 분야의 공개 경쟁을 유도하기도 하였다. 특히 2004년 FVC 에서는 지문 영상 DB 에 좀더 많은 잡음과 변형이 들어가게 하여 지문 인식 알고리즘의 안정성을 강조하였다. 결과적으로 FVC2004 의 최종 결과 중 Average Equal Error Rate 항목은 2002년의 그것에 비해 모든 지문 인식 알고리즘들이 20 배 이상 나쁘게 나왔는데 이것은 앞으로 지문 인식 알고리즘의 발전 방향을 나타내어 준다고 볼 수 있다.

지문 정합에는 다양한 방법론들이 있지만, 여기서는 가장 많이 사용되고 또한 정확한 방법인 지문 특징점(minutia) 기반의 방법에 주목한다. 여기서 지문 특징점이란 그림 1 에서와 같이 지문 패턴에서 융기선이 끝나는 지점(ridge ending)과 융기선이 두 개로 갈라지는 지점(ridge bifurcation)을 통칭하여 일컫는 용어이다. 어떤 지문 인증 시스템이 ANSI/NIST 표준 [2] 과의 호환성을 지원하고 기존 시스템에서 기 추출된 지문 특징점 템플릿(template)을 문제없이 사용하기 위해서는 지문 정합 단계에서 지문 특징점에서 얻을 수 있는 정보 중

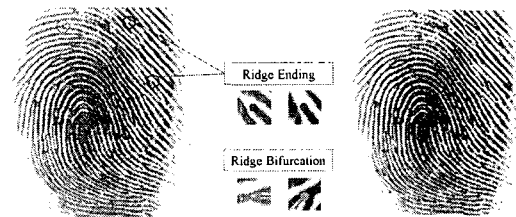


그림 1. 지문 특징점. 특징점을 표시한 선분에서 원형의 머리는 위치를 나타내고 직선은 각도를 나타낸다.

위치와 각도만을 사용해야 한다. 따라서 본 논문에서 생각하는 지문 정합은 두 개의 점들의 집합에서 서로 대응 쌍을 정하는 점 패턴 정합으로 생각한다.

그러나 이러한 간단한 점 패턴 정합 문제를 어렵게 하는 여러 가지 문제점이 존재하는데 가장 큰 영향을 미치는 문제는 탄력이 있는 피부의 성질에 의해 생기는 것으로 지문 인식기에 손가락을 대는 위치와 압력의 변화에 의해 지문 패턴에 비선형 뒤틀림(non-linear distortion)이 생기는 것이다. 실제로 사람의 손가락은 3 차원 적으로 곡률이 있는 모양이고, 지문 인식기는 보통 평평한 2 차원 모양이므로 지문 취득 시에는 커던 작던 항상 비선형 뒤틀림이 일어나게 된다. 그림 2 에서 비선형 뒤틀림의 예를 볼 수 있는데, 동일인의 지문에서 특징점을 추출한 뒤 한 지문의 특징점에 대해 다른 지문의 특징점을 강체변환을 통하여 변환하면 대응 가능한 지점의 특징점이 겹치는 모양을 볼 수 있는데, 타원으로 표시된 일정부문을 정확하게 겹쳐놓으면 그 이외의 영역이 항상 뒤 틀리는 것을 볼 수 있다. 모든 지문 인증 시스템은 지문 정합 단계에서 위의 문제점들을 잘 대처하도록 설계해야 좋은 성능을 낼 수 있다.

지문 정합에 있어서 이러한 문제를 효과적으로 해결하고자 본 논문에서는 효과적인 지문 인식을 위한 변형 패턴 모델링 방법을 제안하려고 한다. 제안하는 방법은 다음과 같이 요약할 수 있다. 우선 지문 정합의 대상이 되는 두 개의 지문을 기준(template) 지문 (T)와 입력