

지문분류 기술의 국내외 연구동향

정혜욱, 이승
 성균관대학교 정보통신대학
 e-mail: {wukj, mdibt}@skku.edu

Trends of Fingerprint Classification Technology

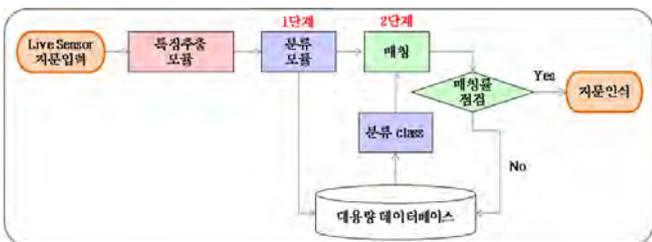
Hye-Wuk Jung, Seung Lee
 Sungkyunkwan University College of Information & Communication Engineering

요 약

지문분류 기술은 대용량 데이터베이스 기반 1:N 지문인식 시스템에서 지문의 형상에 따라 4개 또는 5개 이상의 클래스로 1차분류를 하여 지문인식의 속도 및 정확도를 개선하기 위해 필수로 사용되는 주요 기술이다. 과학수사, 범죄예방, 전자여권 시스템 등에 활용되고 있는 대규모 지문인식 시스템에서 지문분류 작업을 수행하면 데이터베이스 전체를 탐색하는데 필요한 시간을 “1/클래스의 수”로 줄일 수 있기 때문에, 지문분류 기술은 대용량 데이터베이스 시스템에서는 필수 요소이다. 본 논문에서는 지문분류와 관련된 국내외 기술을 분석하고 지문분류 기술의 발전 동향을 살펴본다.

1. 서론

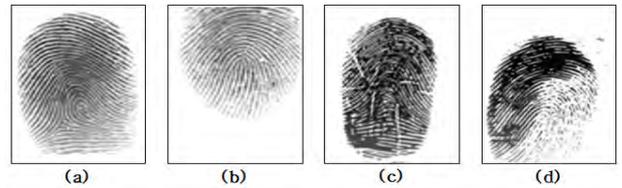
지문분류 기술은 대용량 데이터베이스를 사용하는 지문인식 시스템의 수행시간 및 정확도를 높여주는 방법이다 [1]. 지문인식 기술은 최근 스마트 환경에서 개인인증 및 확인의 용도로 많이 사용되고 있으며, 다양한 응용분야에 도입되고 있다. 이러한 지문인식 기술은 사회복지, 경찰업무 등과 같이 공공 분야에도 적용되고 있고, 최근에는 아동, 장애인, 치매노인 실종 등의 문제를 해결하기 위해 지문사전등록제가 활성화되는 등 대규모 데이터베이스를 이용하는 지문인식 시스템의 사용이 활발히 증가하고 있다. 그림 1은 대용량 데이터베이스를 사용하는 지문인식 시스템의 전체 프로세스를 나타낸다. 센서를 통해 입력된 지문은 특징추출과 분류 단계를 거치고, 사전에 등록된 대용량 데이터베이스로부터 분류 결과에 상응하는 클래스를 선정하는 1단계 지문분류를 수행한 후, 2단계로 1:1 매칭을 하여 최종적으로 지문인식을 수행한다.



(그림 1) 1:N 지문인식 시스템

기존의 지문분류에 관한 연구는 지문의 클래스를 구분할 수 있는 용선과 특이점의 특징이 잘 나타나는 종이에 회전날인(Paper and Ink)한 지문 이미지를 이용하여 진행

되어왔다. 그러나 최근 소형화된 센서를 이용한 지문인식 시스템이 많이 사용되고 있으며, 이런 시스템은 그림 2와 같이 잘못된 입력 방식이나 상처, 땀과 같은 다양한 요인에 의해 지문의 일부분이 존재하지 않는 쪽(Partial)지문으로 인해 성능이 저하되는 단점이 있다. 따라서 지문에 나타날 수 있는 다양한 예외적인 요소를 고려한 지문분류 방법의 개발이 반드시 필요하다.



(그림 2) 다양한 품질의 지문

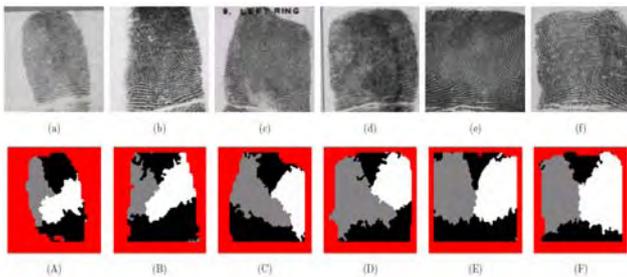
본 논문에서는 국내외 지문분류 기술에 사용되는 특징추출방법과 지문분류 방법에 대해 분석하고, 향후 지문분류 기술의 발전 동향을 살펴본다.

2. 본론

2.1 국외 지문분류 기술 동향

지문분류 기술은 미국 FBI에서 자동지문인식시스템(AFIS)을 개발한 이래로 수년간 성능향상을 위한 연구가 현재까지 지속되고 있다[1]. 최근 인도에서는 지문인식을 비자발급을 위해 필수적인 절차로 도입하였으며, 개인의 고유 신분확인(UID)이나 복지제도 개선에도 효과적으로 적용하고 있다. 또한, 대용량 지문인식 시스템의 분류기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다. Li 등은 지문 용선에서 최대곡률을 계산하여 특이점 추출 후 용선

의 방향을 영역별로 분할하여 특징을 추출하고, 방향성 템플릿을 생성 후 규칙을 세워 지문 분류를 수행하였다[2]. Guo 등은 영상개선 및 배경분리 과정을 거친 지문에 Gabor 필터를 적용하여 방향 특징을 추출하고, 지문분류를 위해 중심점과 삼각점의 분포를 클래스별로 관찰하여 분류규칙을 생성하였다[3]. Bhuyan 등은 영상개선을 위한 전처리 과정을 거친 지문에 대해 Numeric Meta-base 특징추출 기법을 개발하고, 클러스터링 방법으로 방향값을 정규화하여 지문분류에 사용하였다[4]. Cao 등은 지문의 중심점과 융선의 방향값을 특징으로 추출하고 K-NN, SVM을 이용하여 계층적 지문분류 기법을 개발하였다[5].



(그림 3) 클래스별 지문 이미지와 각 지문의 방향특징[2]

2.2 국내 지문분류 기술 동향

국내에서의 지문인식 기술은 도어락 등 물리적 보안요소로 많이 사용되기 시작하여, 현재는 스마트폰과 같이 휴대용 디바이스에 적용됨에 따라 다양한 응용분야에 도입되고 있다. 그리고, 경찰청 안전드림 시스템과 같이 사회복지 분야에도 본격적으로 지문인식 기술이 도입되고 있으나, 아직까지 대규모 지문인식 시스템의 국내 원천기술 수준은 초기 개발 단계이다. 민준기 등은 적용적으로 특징영역에 따라 방향특징을 추출하고, SVM을 이용하여 지문분류를 수행하는 방법을 제안하였다[6]. 이용준은 전자의 무기록 시스템의 지문인식 기반 인증 모델을 개발하였는데 지문분류과정은 포함하고 있지 않았으며, 지문의 특징점을 추출하여 템플릿을 생성 및 등록된 후 인식과정에서 시스템에 저장된 모든 지문 템플릿과의 비교를 통하여 가장 유사도가 높은 대상으로 최종 인증을 수행하였다[7]. Jung 등은 대규모 지문인식 시스템의 원천기술인 특징추출을 위한 융선탐색 기법을 개발하고, 확률을 이용한 지문분류 방법을 제안하였다. 특히, 최근 지문인식 시스템에 일반적으로 사용되고 있는 Live-scan 디바이스 방식으로 습득된 지문의 취약점을 분석하여 지문분류 정확도를 높이는 기술을 개발하였다[8].

2.3 지문분류 기술의 국내외 발전 동향

지문분류와 관련된 국내외 기술은 미국 FBI에 공개된 NIST4 지문 데이터베이스를 이용하여 수년간 지문인식과 관련된 기술이 개발되었다. 그러나 회전날인 방식으로 습득된 NIST4 지문 데이터베이스를 기준으로 개발된 기술

들을 최근 Live-scan 디바이스를 이용하여 습득한 지문에 적용하였을 경우에는 시스템 성능을 보장하기 어렵다. 따라서, FVC(Fingerprint Verification Competitions)[1]에 공개된 데이터와 같이 소형화된 센서로 입력된 지문에 대하여 지속적으로 다양한 기술이 개발되어야 한다. 또한 국내에서는 대용량 지문 데이터베이스의 사용이 지속적으로 증가됨에 따라 시스템의 성능을 향상시키기 위하여 다양한 예외상황을 고려한 지문분류 방법이 꾸준히 연구될 필요가 있다.

3. 결론

본 논문에서는 지문분류 기술과 관련된 국내외 연구들을 분석하고, 소형화된 센서로 입력된 지문에도 안정적인 성능을 이끌어내기 위한 기술의 필요성을 살펴보았다. 향후 국내의 원천 기술 확보 및 대규모 지문인식 시스템의 성능향상을 위한 지문분류 방법에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것이다.

Acknowledgement

이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2015R1D1A1A01061064)

참 고 문 헌

- [1] D. Maltoni, D. Maio, A. K. Jain, and S. Prabhakar, Handbook of Fingerprint Recognition, Springer, London, 2003.
- [2] J. Li, W. -Y. Yau and H. Wang, "Combining singular points and orientation image information for fingerprint classification," Pattern Recognition, Vol. 41, pp. 353 - 366, 2008.
- [3] J.-M. Guo, Y.-F. Liu, J.-Y. Chang, J.-D. Lee, "Fingerprint classification based on decision tree from singular points and orientation field," Expert Systems with Applications, Vol. 41, pp. 752 - 764, 2014.
- [4] M. H. Bhuyan, S. Saharia, and D. K. Bhattacharyya, "An Effective Method for Fingerprint Classification," International Arab Journal of e-Technology, Vol. 1, pp. 89 - 97, 2010.
- [5] K. Cao, L. Pang, J. Liang, J. Tian, "Fingerprint classification by a hierarchical classifier," Pattern Recognition, Vol. 46, pp. 3186 - 3197, 2013.
- [6] 민준기, 조성배, "지지백터기계와 적응적 특징을 이용한 강인한 지문분류," 정보과학회논문지, 35권, pp. 41 - 49, 2008.
- [7] 이용준, "지문인식 기반의 전자의무기록 시스템 인증 모델," 정보처리학회지, 18권-C권, pp. 379 - 388, 2011.
- [8] H.-W. Jung and J.-H Lee, "Live-scanned fingerprint classification with markov models modified by GA," International Journal of Control, Automation, and Systems, Vol. 9, 933-940, 2011.