



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0088721
(43) 공개일자 2017년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2006.01) G06F 21/32 (2013.01)
G06K 9/62 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06K 9/00067 (2013.01)
G06F 21/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0008988
(22) 출원일자 2016년01월25일
심사청구일자 2016년01월25일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
이상웅
광주광역시 동구 의재로43번길 3 2동 1102호
말락 아호람
요르단 하시미테 왕국 암만 세바웨 스트리트 다흐
야트 엘 아미르 하산 Nr.103 빌딩 2층
(74) 대리인
김견수

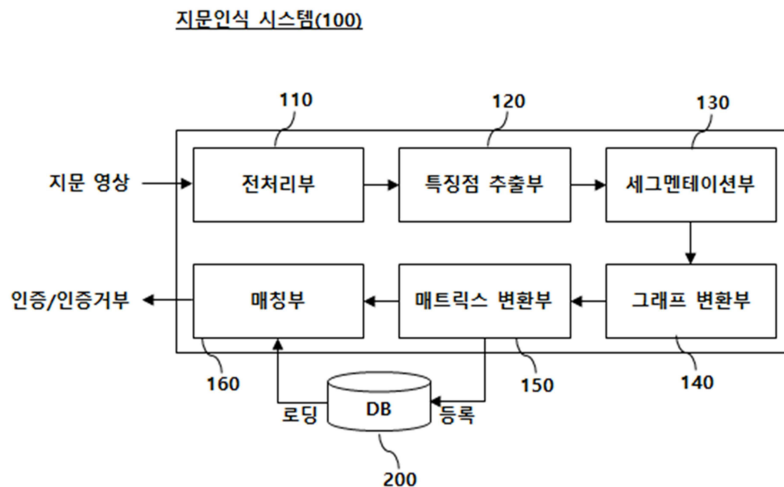
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법 및 이를 이용한 지문인식 시스템

(57) 요약

본 발명은 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법 및 이를 이용한 지문인식 시스템에 관한 것으로, 특징점을 추출한 지문 영상을 블록화하여, 블록 내의 특징점이 가리키는 최근접 방향 블록에 각 특징의 로컬 이웃을 부호화하도록 함으로써, 매칭을 수행하는 복잡도를 줄이고 매칭 과정의 정확도를 높일 수 있는 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법 및 이를 이용한 지문인식 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

G06K 9/00087 (2013.01)

G06K 9/6224 (2013.01)

G06K 9/6892 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 N0001370

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 지역산업기반 창조경제 융합형 공학교육혁신 프로그램

연구과제명 차세대 자동차용 부품 생산을 위한 영상처리 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교 산학협력단

연구기간 2015.03.01 ~ 2016.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

지문 영상을 전처리하여 특징점을 추출하는 단계;

상기 특징점을 추출한 지문 영상을 블록화하는 단계; 및

상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 그래프로 변환하는 것은,

블록-특징을 기반으로 상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 것이며, 상기 블록-특징은, 각 블록에 포함된 특징점의 위치와 방향을 포함하는 것을 특징으로 하는 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 블록-특징을 기반으로 상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 것은, 상기 각 블록이 상기 그래프의 정점으로 변환되고, 각 블록에 포함된 특징점에 대한 방향정보를 토대로 상기 정점간의 에지가 연결되고, 또한 각 에지에 대한 가중치는 상기 특징점 사이의 최소 거리인 것을 특징으로 하는 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 그래프 기반 블록-특징 표현 방법은,

상기 변환한 그래프를 매트릭스로 변환하여 부호화하는 단계;를 더 포함하며, 상기 그래프는 가중치 유형 그래프인 것을 특징으로 하는 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법.

청구항 5

지문 영상을 전처리하는 전처리부;

상기 전처리한 지문 영상으로부터 특징점을 추출하는 특징점 추출부;

상기 특징점을 추출한 지문 영상을 동일한 크기의 블록으로 나누어 블록화하는 세그멘테이션부; 및

상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 그래프 변환부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 그래프로 변환하는 것은,

블록-특징을 기반으로 상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 것이며, 상기 블록-특징은, 각 블록에 포함된 특징점의 위치와 방향을 포함하는 것을 특징으로 하는 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 블록-특징을 기반으로 상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 것은, 상기 각 블록이 상기 그래프의 정점으로 변환되고, 각 블록에 포함된 특징점에 대한 방향정보를 토대로 상기 정점간의 에지가 연결되고, 또한 각 에지에 대한 가중치는 상기 특징점 사이의 최소 거리인 것을 특징으로 하는 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템은,

상기 변환한 그래프를 매트릭스로 변환하여 부호화하는 매트릭스 변환부;를 더 포함하며, 상기 그래프는 가중치 유형 그래프인 것을 특징으로 하는 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 매트릭스는,

행과 열 및 이들의 원소로 구성되며,

상기 행은 상기 에지가 밖으로 나아가는 블록을 나타내고,

상기 열은 상기 에지가 가리키는 블록을 나타내며,

상기 원소는 상기 에지의 가중치를 나타내는 것을 특징으로 하는 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템은,

상기 변환한 매트릭스를 기 저장한 매트릭스와 매칭하여 사용자 인증을 수행하는 매칭부;를 더 포함하며,

상기 매칭부는,

상기 매칭한 결과 특정 임계값 초과 여부에 따라 사용자 인증을 수행하거나 사용자 인증 거부를 수행하는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법 및 이를 이용한 지문인식 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 그래프 매칭 원리에 기반한 새로운 지문 표현 및 매칭 기술인 블록-특징 표현 방법을 제안하고, 최근접 방향 블록에 각 특징의 로컬 이웃을 부호화하도록 함으로써 특징 매칭을 수행하는 복잡도를 줄이고 매칭 과정의 정확도를 높일 수 있는 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법 및 이를 이용한 지문인식 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 생체인식 시스템은 인간의 행위와 생체정보를 기반으로 인간을 식별하는데 사용되는 것이다. 인간의 행위에 따른 생체 파라미터에는 서명, 걸음걸이, 스피치, 키스트로크 등과 같은 것이 있으며, 이러한 파라미터들은 나이와 환경에 따라 변하는 특징을 가지고 있다. 그러나 얼굴, 지문, 장문(palm print) 및 홍채와 같은 생체정보에 의한 특징들은 인간의 일생을 통틀어 변하지 않은 채로 지속적으로 남아있는 특징이 있다. 특히 지문은 융선

(ridges), 골(furrows) 및 특징(minutiae)의 패턴에 의해서 식별되며, 이들은 종이에 잉크로 프린트되거나 센서 상에서 프린트되는 문양으로 추출된다. 좋은 품질의 지문은 센서의 해상도와 손가락 위치에 따라 25에서 80개의 특징점들을 포함하는 것으로 알려져 있다.

- [0003] 잘못된 특징들은 불충분한 양의 잉크로 인한 능선이 잘못되어 끊어지는 것과 잉크 과다로 인해 능선이 서로 교차되어 접촉되는 것에 의해서 발생한다. 갈라진 손가락이나 사고나 상처로 인한 흉터와 스크래치에 따른 울퉁불퉁한 손가락에서 생기는 저 품질의 지문 문양으로부터 신뢰성 있게 특징을 추출하는 것은 어려운 일이다.
- [0004] 이러한 어려움에도 불구하고 보안용으로 인간을 식별하기 위한 필요성이 점점 증가하고 있다. 인간의 생체 중에서 서 지문을 이용하여 인간을 식별하는 기술이 가장 널리 사용되는 생체인식 방법 중 하나이다.
- [0005] 일반적으로 지문 인식 방법은 사용자의 지문 영상을 획득하는 센서로부터 지문 영상을 촬영하고, 촬영한 지문 영상을 전처리 과정을 통해 해당 지문의 특징을 추출하여, 미리 저장한 모든 지문의 특징과 정합하여 유사도를 측정함으로써, 해당 지문을 인식한다.
- [0006] 종래의 지문 인식 방법으로는 지문의 융선을 이용하는 방법과 지문의 끝점과 분기점 등과 같은 특징점을 이용하는 방법이 있다.
- [0007] 상기 지문의 융선을 이용하는 종래의 방법은 사용자의 지문 영상이 입력되면 영상 내에서 곡률이 가장 큰 점인 중심점을 찾아, 상기 영상을 일정 거리와 방향 간격에 대해 작은 영역으로 나누어 각 영역에 대한 융선의 흐름 정도를 계산하여 수치화하여 해당 지문에 대한 인증을 수행한다.
- [0008] 또한 상기 지문의 특징점을 이용하는 종래의 방법은 입력된 지문영상을 전처리 과정을 통해 끝점 또는 분기점과 같은 특징점을 추출하고, 서브-그래프 동형성(sub-graph isomorphism)정합 방법, 그래프 매칭 방법 또는 통계학적인 평균 제곱근 오차(root mean square error)를 통한 점 패턴(point matching)정합 방법을 통해 상기 추출한 해당 지문의 특징점과 기 저장한 특징점을 정합하여 유사도를 측정함으로써, 해당 지문을 인식한다.
- [0009] 그러나 상기 종래의 지문 인식 방법은, 정합을 하기 위한 지문의 중심과 회전에 대한 기준 좌표가 없어, 지문의 회전 또는 이동에 따라 그 인식률이 급격하게 하락하는 문제점이 있다.
- [0010] 또한 상기의 문제점을 해결하기 위해 상기 모든 특징점들에 대한 상호관계를 고려하게 되면 탐색 범위가 넓어져 인식을 하기 위한 처리속도가 상당히 느려지는 문제점이 발생한다.
- [0011] 따라서 본 발명에서는 입력되는 지문의 특징점을 추출하여, 상기 특징점을 추출한 지문영상을 동일한 크기의 블록으로 나누어 블록-특징을 정의하고, 상기 정의한 블록-특징을 기반으로 지문 인식을 수행함으로써, 입력되는 지문의 회전과 이동에 상관없이 지문 인식을 수행할 수 있도록 하고, 더 나아가 특징 매칭을 수행하는 복잡도를 줄임과 동시에 지문 인식의 정확도를 높일 수 있는 방법 및 시스템을 제공하고자 한다.
- [0012] 다음으로 본 발명의 기술 분야에 존재하는 선행기술에 대하여 간단하게 설명하고, 이어서 본 발명이 상기 선행 기술에 비해서 차별적으로 이루고자 하는 기술적 사항에 대해서 기술하고자 한다.
- [0013] 먼저 한국등록특허 제0497226호(2005.06.23.)는 지문인식 시스템에서 융선 개수 정보의 추출 및 정합을 위한 방법에 관한 것으로, 입력된 지문 영상으로부터 특징점을 추출하여, 3개의 특징점들이 이루는 삼각형에 대한 형태 정보 및 상기 3개의 특징점들 사이의 융선 개수 정보를 포함하는 특징데이터(클릭)를 생성하여, 이를 기반으로 기 저장한 지문에 대한 특징 데이터와 비교함으로써, 지문 매칭 성공여부를 결정하는 방법에 관한 것이다.
- [0014] 또한 한국공개특허 제2015-0055342호(2015.05.21.)는 지문 인증 방법과 이를 수행하는 지문 인증 장치 및 이동 단말기에 관한 것으로 사용자의 지문 영상 획득 시 지문 센서를 포함하는 전자 장치의 회전하는 정도를 수신하고, 상기 획득한 지문 영상으로부터 특징점 패턴을 추출하고, 기 등록된 특징점 패턴을 상기 회전한 정도에 따라 회전하여, 상기 획득한 지문의 특징점 패턴과 기 등록된 특징점 패턴을 매칭하여 사용자의 지문을 인증하는 방법 및 장치에 관한 것이다.
- [0015] 상기 선행기술들은 지문의 특징점을 기반으로 사용자의 지문을 인식하는 점에서 본 발명과 일부분 유사한 점이 있으나, 반면에 본 발명은 특징점을 추출한 지문 영상에 대해 동등한 크기의 블록으로 분할하여, 이를 그래프화하고, 상기 그래프를 블록별 가중치로 표현된 매트릭스로 변환하여 부호화하도록 함으로써 지문 매칭에 대한 복잡도를 줄이고 매칭 과정의 정확도를 높일 수 있도록 하는 기술적 특징에 대해서는 아무런 기재나 시사 존재하지 않는다.
- [0016] 따라서 본 발명에서 제안하는 지문 표현 및 매칭 기술은 신뢰성 있는 방법이며, 기존의 그래프 기반 매칭 기술

에 비해서 더 훌륭한 성능을 제공한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창작 된 것으로서, 지문의 특징점이 추출된 영상을 그래프로 변환하고 이를 매트릭스화함으로써, 지문 매칭을 수행하는 복잡도를 줄이고 매칭 과정의 정확도를 높일 수 있는 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법 및 이를 이용한 지문인식 시스템을 제공하고자 한다.
- [0018] 또한 본 발명은 상기 매트릭스를 기반으로 이를 부호화하여 사용자 인증을 수행함으로써, 상기 사용자 인증에 소요되는 시간을 단축시킬 뿐만 아니라 저장에 필요한 공간을 절약시킬 수 있는 효과가 있다.

과제의 해결 수단

- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법은 지문 영상을 전처리하여 특징점을 추출하는 단계, 상기 특징점을 추출한 지문 영상을 블록화하는 단계 및 상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한 상기 그래프로 변환하는 것은, 블록-특징을 기반으로 상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 것이며, 상기 블록-특징은, 각 블록에 포함된 특징점의 위치 정보와 방향 정보를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한 상기 블록-특징을 기반으로 상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 것은, 상기 각 블록이 상기 그래프의 정점으로 변환되고, 각 블록에 포함된 특징점에 대한 방향정보를 토대로 상기 정점간의 에지가 연결되고, 또한 각 에지에 대한 가중치는 상기 특징점 사이의 최소 거리인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한 상기 그래프 기반 블록-특징 표현 방법은, 상기 변환한 그래프를 매트릭스로 변환하여 부호화하는 단계를 더 포함하며, 상기 그래프는 가중치 유형 그래프인 것을 특징으로 한다.
- [0023] 아울러 본 발명의 일 실시예에 따른 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템은 지문 영상을 전처리하는 전처리부, 상기 전처리한 지문 영상으로부터 특징점을 추출하는 특징점 추출부, 상기 특징점을 추출한 지문 영상을 동일한 크기의 블록으로 나누어 블록화하는 세그멘테이션부 및 상기 블록화한 지문 영상을 그래프로 변환하는 그래프 변환부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 상기 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템은, 상기 변환한 그래프를 매트릭스로 변환하여 부호화하는 매트릭스 변환부를 더 포함하며, 상기 그래프는 가중치 유형 그래프인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한 상기 매트릭스는, 행과 열 및 이들의 원소로 구성되며, 상기 행은 상기 에지가 밖으로 나아가는 블록을 나타내고, 상기 열은 상기 에지가 가리키는 블록을 나타내며, 상기 원소는 상기 에지의 가중치를 나타내는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한 상기 그래프 기반 블록-특징 표현을 통한 지문인식 시스템은, 상기 변환한 매트릭스를 기 저장한 매트릭스와 매칭하여 사용자 인증을 수행하는 매칭부를 더 포함하며, 상기 매칭부는, 상기 매칭 결과 특정 임계값 초과 여부에 따라 사용자 인증을 수행하거나 사용자 인증 거부부를 수행하는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명은 그래프 기반 블록-특징 표현 방법 및 이를 이용한 지문인식 시스템에 관한 것으로, 지문의 특징점을 기반으로 그래프 기반 블록-특징을 표현하여, 이를 매트릭스로 변환하여 부호화함으로써, 지문 매칭을 수행하는 복잡도를 감소시키고, 정확도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0028] 또한 본 발명은 상기 표현한 그래프 기반 블록-특징을 매트릭스로 변환하여 부호화함으로써, 사용자 인증을 신속하게 처리할 수 있으며 저장 공간의 효율성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 블록 그래프 기반 지문 표현 방법에 있어서, 지문 영상을 세그멘테이션하여 블록화하기 위한 과정을 나타낸 블록도이다.
- 도 2의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 전처리 과정을 수행한 지문 영상을 도시한 도면이다.

도 2의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 전처리 과정을 수행한 후, 특징점을 추출한 지문 영상을 도시한 도면이다.

도 2의 (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 특징점을 추출한 지문 영상을 동일한 크기의 블록들로 세그멘테이션하여 블록화된 지문 영상을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 블록화된 지문 영상을 그래프 기반 지문 표현으로 변환하여 해당 지문을 인증하는 과정을 나타낸 블록도이다.

도 4의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 블록화된 지문 영상을 그래프 기반 지문 표현으로 나타낸 도면이다.

도 4의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 그래프를 매트릭스로 변환하여 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 지문인식 시스템의 구성부분을 나타낸 블록도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 입력되는 지문을 기반으로 사용자를 인증하는 절차를 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 블록 그래프 기반 지문 표현 방법에 있어서, 지문 영상을 세그멘테이션하여 블록화하기 위한 과정을 나타낸 블록도이다.
- [0032] 우선 지문을 인식하여 사용자를 인증하는 종래의 방법은, 융선을 이용하는 방법과 특징점을 이용하는 방법이 있으며 특히, 상기 특징점을 이용하는 방법은 상기 융선을 이용하는 방법보다 효율적이고 신뢰도가 높아 지문을 이용하여 사용자를 인증하는 시스템에 있어서 주로 이용되는 방법이다.
- [0033] 상기 특징점은 그 형태가 개개인마다 서로 다르고 태어날 때의 모습 그대로 평생 동안 변하지 않는 형태적인 특징으로써, 융선들 사이의 다양한 형태로 나타난다.
- [0034] 한편 상기 지문의 형태적인 특징을 간단하게 설명하자면, 손가락 피부에 있는 땀샘의 입구가 융기하여 나타나는 여러 가지 선의 흐름을 융선이라 하며, 상기 융선과 융선 사이의 공간을 골라고 한다.
- [0035] 또한 상기 융선에 의해 형성되는 특징점은 상기 융선이 이어지다가 끊어지는 끝점(ending point), 하나의 융선에서 두 갈래로 갈라지는 분기점(bifurcation point), 상기 굴곡이 위쪽으로 가장 큰 중심점(upper core) 및 상기 굴곡이 아래쪽으로 가장 큰 아래중심점(lower core)을 포함하는 중심점(core point) 및 상기 융선의 흐름이 세 방향에서 모이는 삼각주(delta point) 등이 있다.
- [0036] 이 중 상기 지문에서 상대적으로 추출하기 쉬운 상기 끝점과 분기점이 상기 특징점을 이용한 방법에서 주로 사용된다.
- [0037] 그러나 상기 특징점을 이용한 종래의 방법은, 입력되는 사용자의 지문으로부터 추출한 특징점과 기 저장한 특징점을 매칭하기 위한 기준 좌표가 없어, 해당 지문의 회전 또는 이동에 따라 그 인식률이 급격하게 저하되며, 모든 특징점을 고려하여 매칭을 수행하기 때문에 인식을 위한 처리 속도가 상당히 느린 문제점이 있다.
- [0038] 이에 따라 본 발명에서는 사용자의 지문을 블록 그래프 기반으로 표현하고, 각 블록별 블록-특징을 정의하여, 상기 정의한 블록-특징과 기 저장한 블록-특징을 상호 매칭함으로써, 상기 매칭에 대한 복잡도를 감소시키고, 매칭 정확도를 향상시킴과 동시에 실시간으로 사용자를 인증할 수 있도록 하는 방법 및 이를 이용한 지문인식 시스템을 제공하고자 한다.
- [0039] 이하 도 1 및 도 2를 참조하여 사용자의 지문 영상을 블록 그래프로 표현하기 위해, 상기 지문 영상을 블록화하는 과정을 상세히 설명하도록 한다.
- [0040] 도 1에 도시한 바와 같이 사용자의 지문 영상을 블록 그래프로 표현하기 위해 블록화 하는 과정은 우선, 사용자의 지문을 촬영하는 이미지 센서로부터 지문 영상을 수집하여 전처리 과정을 수행한다.
- [0041] 또한 상기 전처리 과정은 상기 수집한 지문 영상이 습기 또는 빛의 노출량 등 여러 가지 원인에 의해 많은 잡음을 가질 수 있으므로, 이를 제거하여 상기 지문 영상으로부터 원하는 정보(즉, 융선의 흐름 및 특징점)를 정확하게 추출하기 위해 수행된다.

- [0042] 또한 상기 전처리 과정은 상기 입력되는 지문 영상을 256 그레이-레벨(gray level)의 디지털 영상으로 변환하고, 평활화(smoothing)단계, 이진화(binarization)단계 및 세선화(thinning)단계로 구성된 3단계 과정을 수행하여 상기 지문 영상으로부터 특징점을 찾아내기 위한 수월한 형태의 지문 영상으로 변환한다.
- [0043] 상기 평활화 단계는 상기 지문 영상에 대한 잡음반점(주위에 있는 픽셀의 명도 값과 비교했을 때, 특별히 작거나, 특별히 큰 값)의 영향을 최소화시키기 위해 상기 픽셀들 간의 명암구분을 높이고 잡음을 제거하여, 원영상보다 선명한 영상을 획득하는 단계이다.
- [0044] 또한 상기 평활화 단계는 상기 픽셀들 간의 명암구분을 높이고 잡음을 제거하기 위해 상기 지문 영상에 대한 각 명암 값의 빈도수를 조사하여 히스토그램(histogram)으로 나타낸다. 한편 상기 히스토그램은 상기 지문 영상에서 분포하는 밝은 점과 어두운 점의 분포에 대한 범위와 값을 그래프의 높이로 표현한 것이다. 이후, 상기 나타낸 히스토그램을 다음의 [수학식 1]에 의해 정규화(즉, 히스토그램의 명도 값 분포를 균일하게 되도록 변환)하여, 상기 정규화한 히스토그램을 이용하여 상기 입력한 지문 영상을 다시 매핑 한다. 이에 따른 결과의 지문 영상은 상기 정규화한 히스토그램에 따라 어두운 부분은 밝아지고 밝은 부분은 조금 어두워져 적당한 명도 값을 유지하게 된다.
- [0045] [수학식 1]
- $$k_i = \frac{g_{\max}}{n_i} H(i)$$
- [0046]
- [0047] 여기서 k는 정규화된 값, n은 픽셀의 총 개수, g는 명도의 최대값, H(i)는 축척 히스토그램을 나타낸다.
- [0048] 또한 상기 평활화 단계는 상기 히스토그램을 이용한 평활화로 제거하지 못한 미세한 잡음은 메디언 필터(median filter)를 이용하여 제거한다.
- [0049] 한편 상기 메디언 필터는 특정 픽셀의 주변 영역 안에 대한 명암 값들을 오름차순 또는 내림차순으로 정렬하여, 중앙에 위치하는 명암 값을 상기 특정 픽셀의 명암 값으로 대체하는 필터로써, 상기 지문 영상에 스파크처럼 급격한 색 변화가 있는 임펄스 잡음을 제거하는데 사용된다.
- [0050] 또한 상기 이진화 단계는 상기 지문 영상으로부터 특징점을 수월하게 추출하기 위해 수행되는 상기 세선화 과정의 전 단계로써, 상기 평활화 과정을 수행한 상기 지문 영상의 픽셀들에 대하여, 어떤 특정 임계값보다 밝은 픽셀들은 1(흰색) 그렇지 않은 픽셀들은 모두 0(검은색)으로 바꾸는 과정을 수행한다.
- [0051] 또한 상기 이진화 단계는 상기 지문 영상을 일정한 블록 크기로 나누어(예: 9x9 블록), 특정 블록의 명도 값에 대한 평균을 계산하여, 상기 계산한 평균값을 상기 특정 블록의 임계값으로 하여 해당 블록만 이진화를 수행한다. 이후 상기의 과정을 다른 블록에서도 반복적으로 수행하도록 함으로써, 전체적으로 이진화된 지문 영상을 출력한다.
- [0052] 또한 상기 세선화 단계는 상기 지문 영상에서 용선에 대한 폭을 1픽셀로 줄여, 용선 및 특징점을 쉽게 추출할 수 있도록 한다.
- [0053] 또한 상기 세선화 결과 검은 부분(즉, 0의 값을 가지는 픽셀)은 골을 나타내며, 흰 부분(즉, 1의 값을 가지는 픽셀)은 용선을 나타낸다.
- [0054] 한편 본 발명에서 상기 세선화 단계는 Zhang Suen 세선화 방법이 적용되어 수행되며, 상기 Zhang Suen 세선화 방법은 주지의 기술이므로 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0055] 한편 상기 이미지 센서로부터 수집한 사용자의 지문 영상을 평활화 단계, 이진화 단계 및 세선화 단계를 포함하는 전처리 과정을 모두 수행한 지문 영상은 도 2의 (a)에 도시되어 있다.
- [0056] 다음으로 상기 전처리를 수행한 지문 영상으로부터 분기점, 끝점, 삼각주 등과 같은 지문의 특징점을 추출한다. 상기 특징점, minutiae = (x, y, θ)로 표현된다. 여기서 x, y는 상기 추출한 특징점의 위치정보를 나타내고 θ 는 상기 특징점의 각도로서 상기 특징점이 가리키는 방향정보를 나타낸다.
- [0057] 한편 상기 특징점 추출은 종래의 기술인 크로싱 넘버 방법(Crossing Number method, CN, 이하 CN이라 칭함)을 이용하여 추출된다.
- [0058] 상기 CN은 상기 전처리 과정을 통해 세선화된 지문 영상(상기 세선화된 지문 영상은 용선의 폭이 1픽셀로 된 영

상임)으로부터 각 용선의 픽셀에 대한 최근접한 로컬 이웃을 탐색하여, 상기 용선의 픽셀에 대한 교차수를 계산함으로써, 상기 특징점을 추출한다.

- [0059] 즉, 상기 CN은 용선을 이루는 픽셀 값을 '1'로 하고 배경을 이루는 픽셀 값을 '0'으로 하여, '1'의 값을 가지는 특정 픽셀을 중심 픽셀로하여, 상기 중심 픽셀을 기준으로, CN 마스크를 적용하여 상기 교차수를 계산한다.
- [0060] 또한 상기 CN의 최종 출력은 특징점의 타입(끝점 또는 분기점 등)과 해당 특징점의 각도(즉, 방향정보) 및 상기 세션화된 지문영상에서 상기 특징점이 위치하는 좌표(x,y)이다.
- [0061] 또한 상기 θ 는 후술할 그래프 기반으로 상기 지문 영상을 표현하는 경우, 특정 블록의 특징점이 블록을 발견하는데 사용될 해당 특징점의 각도 정보를 나타낸다.
- [0062] 한편 상기 특징점을 추출한 지문 영상은 도 2의 (b)에 도시되어 있으며, 상기 각각의 특징점은 상기 θ 에 의해 방향성을 가지고 있는 것을 알 수 있다.
- [0063] 다음으로 상기 특징점을 추출한 지문 영상을 세그멘테이션 하여 동일한 사이즈의 블록들로 나눈다.
- [0064] 상기 세그멘테이션하여 동일한 사이즈의 블록들로 나눈 지문 영상은 도 2의 (c)에 도시되어 있으며, 상기 도 2의 (c)에 도시한 바와 같이 각 블록에는 0개 또는 적어도 하나 이상의 특징점들이 위치하게 된다.
- [0065] 또한 상기 각 블록에 위치하는 특징점은 상기 방향정보, θ 에 따라 가까운 블록을 가리키는 방향성을 보이고 있다.
- [0066] 한편 상기 도 2의 (c)는 5 x 7의 블록으로 도시되어 있으나 상기 블록의 수와 사이즈는 사용자가 직접 설정할 수 있음은 물론이다.
- [0067] 이하, 상기 블록화한 지문 영상을 그래프 기반으로 표현하여, 이를 통해 사용자 인증을 수행하는 과정을 도 3 및 도 4를 참조하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0068] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 블록화된 지문 영상을 그래프 기반 지문 표현으로 변환하여 해당 지문을 인증하는 과정을 나타낸 블록도이다.
- [0069] 도 3에 도시한 바와 같이, 상기 블록화된 지문 영상을 그래프 기반 지문 표현으로 변환하여 사용자 인증을 수행하는 과정은 우선, 상기 블록화된 지문 영상을 그래프로 변환한다.
- [0070] 상기 블록 그래프는 가중치 유향 그래프(weighted directed graph)이며, 블록-특징을 기반으로 변환된다.
- [0071] 또한 상기 블록-특징은 상기 블록화된 지문 영상에서 각각의 블록들이 가지는 특징을 의미한다. 즉, 상기 블록-특징은 각 블록내에 위치하는 복수의 특징점들의 위치정보와 방향정보를 포함한다.
- [0072] 이에 따라 상기 블록화된 지문 영상을 상기 가중치 유향 그래프로 변환하는 것은, 상기 각 블록이 상기 그래프의 정점으로 변환되고, 상기 각 블록에 포함된 각 특징점에 대한 방향정보를 토대로 상기 정점간의 에지가 연결된다. 또한 상기 에지에 대한 가중치는 상기 각 블록의 특징점이 가리키는 제일 가까운 블록내에 위치하는 특징점 사이의 거리로 나타낸다.
- [0073] 한편 동일한 블록에 존재하는 2개 이상의 특징점이 같은 블록으로 향하는 경우에는, 상기 거리가 최소인 최근접 특징점 사이의 거리를 해당 에지의 가중치로 고려된다.
- [0074] 예를 들어, A블록에 2개의 특징점이 존재하고 상기 방향정보에 따라 상기 2개의 특징점 모두가 B블록을 가리키고 있는 경우, 상기 B블록에 있는 특징점들과 상기 2개의 특징점 사이의 거리를 모두 계산하여, 상기 계산한 거리 중 제일 짧은 거리가 상기 에지의 가중치가 된다.
- [0075] 또한 블록내의 특징점이 어떠한 블록으로 향하고 있지 않은 경우(상기 특징점이 삼각주이거나 중심점인 경우)에는 해당 그래프의 에지에 대한 가중치는 0이 되며, 이때 해당 블록에서 다른 블록으로 향하는 에지가 없는 것을 의미한다.
- [0076] 또한 특정 블록내의 특징점들이 각각 다른 블록으로 향하고 있는 경우에는 해당 블록에서 다른 블록으로 향하는 에지는 복수개로 구성될 수도 있다. 이는 특정 블록에 속하는 특징점들의 방향 정보에 의해 결정된다.
- [0077] 한편 상기 블록화한 지문 영상을 그래프(가중치 유향 그래프)로 변환한 데이터 구조는 도 4의 (a)에 도시되어 있다.

- [0078] 다음으로 상기 변환한 그래프를 매트릭스로 변환하여 부호화한다.
- [0079] 한편 상기 변환한 그래프를 매칭하여 사용자 인증여부를 결정하기 위해서는 많은 시간을 필요로 하므로 상기 그래프를 부호화함으로써, 매칭에 필요한 시간을 단축시킬 수 있다.
- [0080] 즉, 상기 그래프를 구성하는 에지의 방향과 에지의 가중치를 부호화하여 매트릭스로 변환하며, 상기 매트릭스를 구성하는 행과 열은 상기 그래프의 정점(즉, 블록)을 나타내며, 상기 매트릭스의 원소들은 에지의 가중치를 나타낸다. 예를 들어 도 4의 (a)에 도시한 것과 같이 블록 1은 블록 4로 향하는 가중치 a의 에지를 포함하고 있다. 이를 상기 도 4의 (b)에 나타낸 매트릭스로 변환하면, 상기 가중치 a는 1행 4열의 원소로 변환된다. 이때 상기 행은 상기 에지가 나가는 블록을 나타내고 상기 열은 상기 에지가 향하는 블록을 나타내며, 상기 원소는 해당 에지에 대한 가중치를 나타낸다.
- [0081] 한편 상기 그래프(가중치 유형 그래프)를 매트릭스로 변환한 데이터 구조는 도 4의 (b)에 도시되어 있다.
- [0082] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 지문인식 시스템의 구성부분을 나타낸 블록도이다.
- [0083] 도 5에 도시한 바와 같이 지문인식 시스템(100)은 사용자의 지문을 촬영하는 이미지 센서로부터 지문 영상을 입력받아 전처리 과정을 수행하는 전처리부(110), 상기 전처리 과정을 수행한 지문 영상으로부터 특징점을 추출하는 특징점 추출부(120), 상기 특징점을 추출한 지문 영상을 동일한 크기의 블록으로 나누는 세그멘테이션부(130), 상기 블록으로 나누어진 지문 영상을 그래프로 변환하는 그래프 변환부(140), 상기 그래프를 매트릭스로 변환하여 부호화하는 매트릭스 변환부(150), 상기 변환한 매트릭스를 기 저장한 지문의 매트릭스와 매칭하여 사용자의 인증여부를 결정하는 매칭부(160) 및 데이터베이스(200)를 포함하여 구성된다.
- [0084] 또한 상기 전처리부(110)는 상기 입력되는 지문 영상을 256 그레이-레벨(gray-level)의 디지털 영상으로 변환하여 전처리 과정을 수행한다.
- [0085] 또한 상기 전처리 과정은 상기 지문 영상으로부터 잡음을 제거하여 용이하게 특징점을 추출할 수 있도록 하기 위해 수행되며, 평활화 단계, 이진화 단계 및 세션화 단계의 3단계로 구성된다. 또한 상기 평활화 단계, 이진화 단계 및 세션화 단계는 순차적으로 수행된다.
- [0086] 또한 상기 평활화 단계는 상기 입력된 지문 영상을 평활(smooth)하게 만드는 과정으로 상기 이미지 센서 또는 환경적인 요인으로 인해 발생하는 반점잡음(speckle noise)등의 영향을 최소화하는 과정이다. 그러나 상기 평활화 단계는 입력되는 상기 지문 영상이 선명하고 깨끗한 경우에는 생략될 수도 있다.
- [0087] 또한 상기 전처리부(110)는 상기 평활화 단계에서 제거하지 못한 미세한 잡음에 대해서는 메디언 필터를 이용하여 제거할 수 있다.
- [0088] 또한 상기 이진화 단계는 256 그레이-레벨로 되어있는 상기 지문 영상의 윤선 및 골을 확연하게 구분할 수 있도록 2가지의 명암 값만을 가지는 2진 영상으로 변환한다. 상기 명암 값은 0(검은색) 및 1(흰색)로 구성된다.
- [0089] 또한 상기 세션화 단계는 상기 평활화 단계 및 이진화 단계를 수행하여 2진 영상으로 변환한 상기 지문 영상에 나타나는 윤선의 폭을 1픽셀의 선화상으로 변환한다.
- [0090] 즉, 상기 전처리 과정은 상기 사용자의 지문 영상에 나타나는 잡음을 제거하고, 상기 지문 영상의 데이터량을 축소시킴과 동시에 필요한 정보(즉, 지문의 특징점)를 용이하게 추출하기 위해 수행된다.
- [0091] 또한 상기 특징점 추출부(120)는 상기 선화상으로 변환한 상기 지문 영상으로부터 복수의 특징점을 추출한다.
- [0092] 한편 상기 특징점 추출은 상기 CN을 이용하여 수행되며, 상기 추출된 각각의 특징점은 상기 지문 영상에서 상기 특징점이 위치하는 위치정보(좌표(x, y)) 및 상기 특징점의 방향정보(θ)를 포함하여 구성된다.
- [0093] 또한 상기 세그멘테이션부(130)는 상기 특징점을 추출한 지문 영상을 동등한 크기의 블록들로 나눈다.
- [0094] 상기 블록의 크기는 사용자가 임의로 설정할 수 있다.
- [0095] 또한 상기 그래프 변환부(140)는 상기 블록화된 지문 영상을 블록-특징을 기반으로 하여 그래프로 변환한다. 또한 상기 변환한 그래프는 가중치 유형 그래프로써, 상기 그래프를 구성하는 에지가 가중치 및 방향을 가진다.
- [0096] 또한 상기 그래프를 구성하는 정점은 상기 블록화된 지문 영상에서 각각의 블록을 나타내며, 상기 에지의 방향은 상기 블록-특징점에 포함된 각 블록 내의 특징점에 대한 방향정보를 토대로 결정된다.
- [0097] 또한 상기 에지의 가중치는 특정 블록에 위치하는 상기 추출한 특징점과 상기 특징점이 가리키는 가장 가까운

블록에 있는 최근접 특징점 사이의 최소 거리를 나타낸다. 한편 상기 특징점이 가리키는 가장 가까운 블록은 상기 각도, θ 를 기반으로 하여 찾아낼 수 있다(즉 상기 θ 는 해당 특징점이 가리키는 블록을 발견하기 위해 사용되는 특징점의 각도로써 방향정보를 나타냄).

- [0098] 또한 상기 동일한 블록 내에 복수개의 특징점이 존재하고, 상기 복수개의 특징점이 같은 블록을 가리키고 있는 경우에도 상기 일측의 블록에 위치하는 특징점들과 상기 타측의 블록에 위치하는 특징점들 간의 거리 중 최소인 것이 상기 에지의 가중치가 된다.
- [0099] 또한 특정 블록 내에 위치하는 특징점이 어떠한 블록을 가리키지 않는다면, 해당 블록의 에지에 대한 가중치는 0이 되고, 해당 블록의 에지는 없는 것이 된다.
- [0100] 또한 상기 매트릭스 변환부(150)는 상기 변환한 그래프를 매트릭스로 변환하여 부호화한다. 한편 상기 매트릭스 변환부(150)는 상기 변환한 매트릭스를 2진수, 8진수 또는 16진수로 부호화할 수 있다.
- [0101] 또한 상기 매트릭스 변환부(150)에 의해 변환된 상기 매트릭스는 행과 열 및 원소로 구성되며, 상기 행과 열은 상기 그래프의 정점(즉, 블록)을 나타내며, 상기 원소는 에지의 가중치를 나타낸다.
- [0102] 또한 사용자의 설정에 따라 상기 행은 에지가 나가는 블록을 나타내며, 상기 열은 에지가 향하는 블록을 나타내며, 상기 사용자는 그 반대의 경우로도 설정할 수 있다.
- [0103] 또한 상기 매트릭스 변환부(150)는 상기 사용자가 자신의 지문을 등록하는 절차를 수행하는 경우에는 상기 변환한 매트릭스를 데이터베이스(200)에 저장한다. 이때 상기 지문인식 시스템(100)은 상기 사용자의 ID 및 패스워드를 포함하는 사용자 정보를 함께 저장할 수 있다.
- [0104] 또한 상기 매트릭스 변환부(150)는 상기 사용자가 지문 인식을 통해 자신을 인증하는 절차를 수행하는 경우에는 상기 변환한 매트릭스를 상기 매칭부(160)에 제공하여 사용자 인증여부를 결정할 수 있도록 한다.
- [0105] 또한 상기 매칭부(160)는 1: N 방식으로 상기 변환한 매트릭스와 기 저장한 지문의 모든 매트릭스를 읽어와 매칭하여 사용자 인증여부를 결정한다.
- [0106] 상기 매칭결과 특정 임계값(예: 매칭 결과가 98% 이상 합치)을 초과하는 경우 상기 사용자를 인증하며, 상기 매칭결과가 특정 임계값 미만인 경우에는 상기 사용자를 인증 거부한다.
- [0107] 또한 상기 매칭부(160)는 1:1 방식으로 상기 사용자로부터 ID 및 패스워드를 입력받아 기 저장한 ID 및 패스워드를 비교하여 1차적으로 인증 과정을 수행하여 인증이 완료되면, 2차적으로 상기 매트릭스 매칭과정을 수행하여 사용자에 대한 인증 여부를 결정할 수도 있다.
- [0108] 또한 상기 데이터베이스(200)는 상기 사용자 ID 및 패스워드를 포함하는 사용자 정보, 상기 변환한 매트릭스, 특징점에 대한 정보 및 블록-특징에 대한 정보를 저장한다.
- [0109] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 입력되는 지문 영상을 기반으로 사용자를 인증하는 절차를 나타낸 흐름도이다.
- [0110] 도 6에 도시한 바와 같이 지문 영상을 기반으로 하여 사용자를 인증하는 절차는 우선, 상기 지문인식 시스템(100) 사용자의 지문 영상을 촬영하는 이미지 센서로부터 지문 영상을 입력 받아, 상기 입력 받은 지문 영상에 대해 전처리 과정을 수행한다(S110).
- [0111] 상기 전처리 과정은 입력되는 상기 지문 영상의 잡음을 제거하고, 2진 영상으로 변환하며, 해당 지문의 융선의 폭을 1픽셀로 변환하여 특징점 추출을 용이하게 할 수 있도록 한다.
- [0112] 한편 상기 지문 영상의 입력은 이미지 센서를 이용한 광학 방식뿐만 아니라 초음파를 이용한 초음파 방식 또는 전기 용량의 차이를 이용하여 지문 영상을 획득하는 정전용량방식과 같은 다양한 방식으로 획득하여 입력받을 수 있다.
- [0113] 다음으로 상기 특징점 추출부(120)를 통해 상기 전처리 과정을 수행한 지문 영상으로부터 해당 지문의 특징점을 추출한다(S120).
- [0114] 한편 상기 추출은 1픽셀의 선화상으로 변환된 지문 영상에 상기 CN을 적용하여 수행되며, 상기 추출된 특징점은 상기 지문 영상에서 위치하는 해당 특징점의 위치 정보와 방향 정보를 포함하여 구성된다.
- [0115] 다음으로 상기 세그멘테이션부(130)를 통해 상기 특징점을 추출한 지문 영상을 동일한 크기의 블록으로 분할한

다(S130).

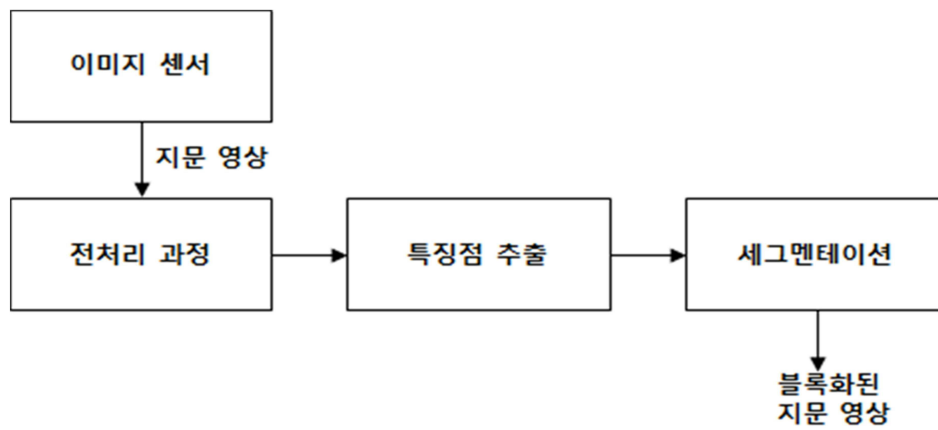
- [0116] 상기 지문 영상을 블록을 나누는 경우, 상기 각각의 블록 내에는 0개 혹은 적어도 하나 이상의 특징점이 위치하며, 상기 특징점은 상기 방향 정보에 의해 최근접한 블록을 가리킨다.
- [0117] 다음으로 상기 그래프 변환부(140)를 통해 상기 블록화된 지문 영상을 가중치 유형 그래프로 변환한다(S140).
- [0118] 상기 가중치 유형 그래프는 블록을 나타내는 정점과 상기 각 블록에서 다른 블록으로 향하는 에지로 구성된다.
- [0119] 또한 상기 각 블록의 에지는 0개 혹은 적어도 하나 이상으로 구성될 수 있으며, 상기 각 블록의 에지가 0개인 경우에는 각 블록에 특징점이 없거나 최근접한 블록을 가리키는 특징점이 없는 것을 의미하며, 각 블록의 에지가 복수개로 구성되는 경우에는 상기 블록 내에 위치하는 복수의 특징점이 각각 서로 다른 최근접한 블록을 가리키는 것을 의미한다.
- [0120] 또한 상기 에지의 가중치는 각 블록내의 위치하는 특징점과 상기 특징점이 가리키는 제일 가까운 블록 내의 최근접 특징점 사이의 거리이다.
- [0121] 다음으로 상기 변환한 그래프를 매트릭스로 변환하여 부호화하고(S150), 상기 매칭부(160)를 통해 상기 변환한 매트릭스와 기 저장한 모든 매트릭스를 매칭하여 비교한다(S160).
- [0122] 한편 상기 매칭은 상기 매트릭스를 기반으로 하여 수행되며, 이를 통해 상기 지문 영상이 회전 또는 이동된 경우에도 상관없이 정확한 매칭을 수행할 수 있다.
- [0123] 다음으로 상기 매칭부(160)를 통해 상기 매칭한 결과가 특정 임계값을 초과하는지 여부를 판단하여(S170), 상기 매칭한 결과가 특정 임계값을 초과하는 경우 해당 사용자를 인증한다(S180).
- [0124] 한편 상기 매칭 결과가 임계값을 초과하지 못하는 경우(S170)에는 사용자 인증을 거부한다(S171).
- [0125] 이상에서 설명하였듯이, 추출한 지문의 특징점들에 대한 패턴을 템플릿으로 변환하여 상기 템플릿을 기반으로 사용자 인증 여부를 수행하는 종래의 시스템과는 달리 본 발명인 지문인식을 위한 그래프 기반 블록-특징 표현 방법 및 이를 이용한 지문인식 시스템은 입력되는 지문 영상을 그래프 기반 블록-특징 표현을 적용하여 그래프로 변환하고, 이를 매트릭스화하여 사용자 인증을 수행함으로써, 상기 사용자 인증에 소요되는 시간을 단축시킬 뿐만 아니라 저장에 필요한 공간을 절약시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0126] 또한 본 발명은 상기 매트릭스를 상호 매칭하여 사용자 인증을 수행함으로써, 매칭을 수행하는 복잡도를 줄이고 매칭 과정의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0127] 상기에서는 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 위주로 상술하였으나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니며 본 발명의 각 구성요소는 동일한 목적 및 효과의 달성을 위하여 본 발명의 기술적 범위 내에서 변경 또는 수정될 수 있을 것이다.
- [0128] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

부호의 설명

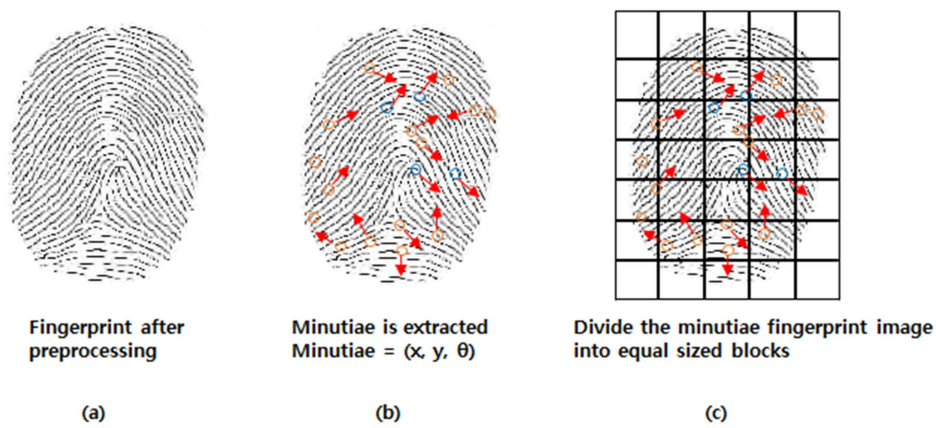
- [0129]
- | | |
|----------------|----------------|
| 100 : 지문인식 시스템 | 110 : 전처리부 |
| 120 : 특징점 추출부 | 130 : 세그멘테이션부 |
| 140 : 그래프 변환부 | 150 : 매트릭스 변환부 |
| 160 : 매칭부 | 200 : 데이터베이스 |

도면

도면1



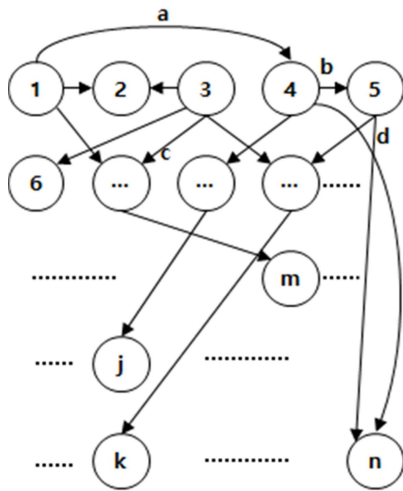
도면2



도면3

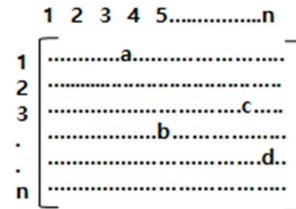


도면4



Convert the block minutiae into a weighted directed graph

(a)

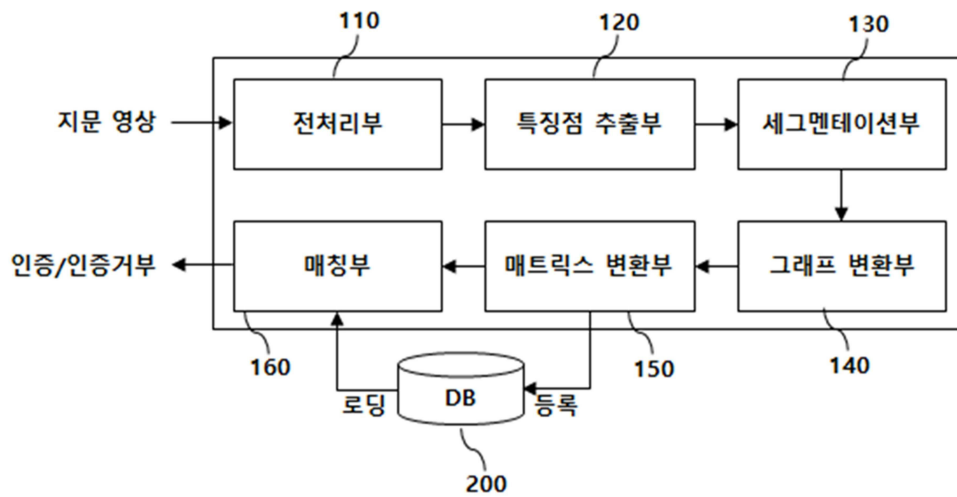


Convert the graph into a matrix

(b)

도면5

지문인식 시스템(100)



도면6

