

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0107959
(43) 공개일자 2022년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 40/12 (2022.01) G06K 9/62 (2022.01)
G06V 10/75 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06V 40/1335 (2022.01)
G06K 9/6255 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2022-0008091
(22) 출원일자 2022년01월19일
심사청구일자 2022년01월19일
(30) 우선권주장
1020210010153 2021년01월25일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
정익래
서울특별시 광진구 아차산로 69길 19, 904동 2205호
이민섭
서울특별시 강남구 압구정로29길 69, 201동 504호
이상훈
서울특별시 도봉구 시루봉로11길 25-8, 101동 1403호
(74) 대리인
김동용

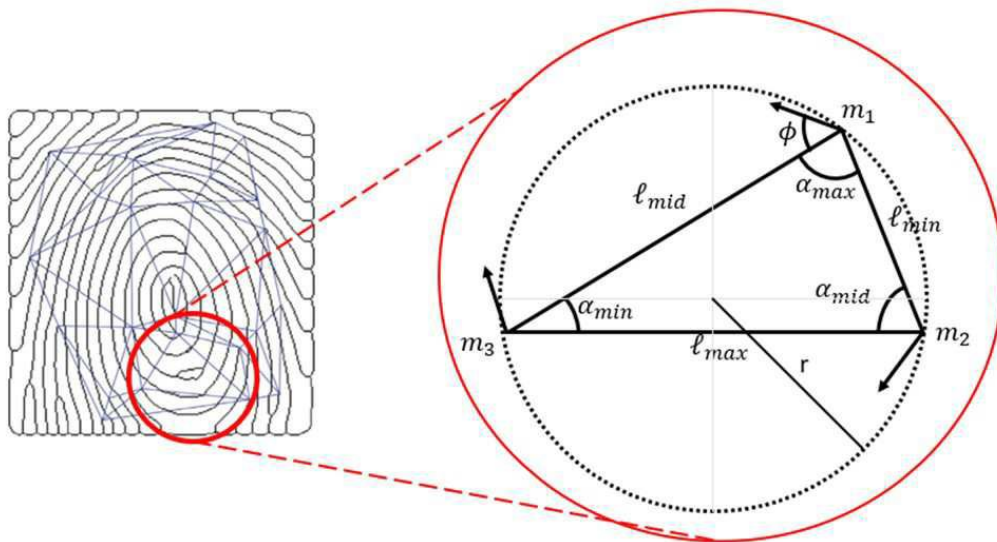
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 회전에 강한 특징을 이용한 돌로네 기반 대체 가능한 지문 템플릿 생성 장치 및 방법

(57) 요약

회전에 강한 특징을 이용한 돌로네 기반 대체 가능한 지문 템플릿 생성 장치 및 방법이 개시된다. 상기 대체 가능한 지문 템플릿 생성 장치는 지문 이미지로부터 복수의 미뉴셔들을 추출하는 미뉴셔 추출부, 추출된 미뉴셔들을 이용하여 돌로네 삼각화를 수행하여 복수의 돌로네 삼각형들을 생성하는 돌로네 삼각화부, 각각이 상기 복수의 돌로네 삼각형들 각각에 대응하는 복수의 특징 벡터들을 생성하는 특징 벡터 생성부, 및 적어도 하나의 더미 특징 벡터를 생성하고, 상기 적어도 하나의 더미 특징 벡터와 상기 복수의 특징 벡터들을 포함하는 지문 템플릿을 생성하는 지문 템플릿 생성부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06V 10/751 (2022.01)

G06V 40/1347 (2022.01)

G06V 40/1365 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711104076
과제번호	2019R1F1A1060637
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	생체 정보에 대한 프라이버시 보장 연산 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

지문 이미지로부터 복수의 미뉴서들을 추출하는 미뉴서 추출부;

추출된 미뉴서들을 이용하여 돌로네 삼각화를 수행하여 복수의 돌로네 삼각형들을 생성하는 돌로네 삼각화부;

각각이 상기 복수의 돌로네 삼각형들 각각에 대응하는 복수의 특징 벡터들을 생성하는 특징 벡터 생성부; 및

적어도 하나의 더미 특징 벡터를 생성하고, 상기 적어도 하나의 더미 특징 벡터와 상기 복수의 특징 벡터들을 포함하는 지문 템플릿을 생성하는 지문 템플릿 생성부를 포함하는 지문 템플릿 생성 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 특징 벡터 생성부는, 각각의 돌로네 삼각형에 대하여, 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 큰 각, 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 작은 각, 돌로네 삼각형의 변들 중 길이가 가장 긴 변의 길이, 돌로네 삼각형의 세 꼭짓점을 지나는 외접원의 반지름, 돌로네 삼각형의 가장 큰 내각에 대응하는 꼭짓점에서 나머지 꼭짓점들 중 어느 하나의 꼭짓점으로 가는 벡터와 돌로네 삼각형의 가장 큰 내각에 대응하는 꼭짓점에서 나머지 꼭짓점들 중 다른 하나의 꼭짓점으로 가는 벡터의 외적값의 부호를 식별할 수 있는 값, 및 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 큰 각의 꼭짓점에 대응하는 미뉴서의 방향 벡터와 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 큰 각의 꼭짓점에서 인접한 변들 중 어느 하나를 잇는 벡터 사이의 사잇각 중 적어도 하나를 포함하는 특징 벡터를 생성하는,

지문 템플릿 생성 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 특징 벡터 생성부는 수학식 1로 표현되는 특징 벡터를 생성하고,

수학식 1은 $t_i = (\alpha_{\max}, \alpha_{\min}, l_{\max}, r, \text{sgn}, \phi)$ 이고,

상기 t_i 는 상기 지문에서 추출된 돌로네 삼각형들 중 i번째 돌로네 삼각형의 특징 벡터를 의미하고,

상기 $\alpha_{\max}$ 는 상기 i번째 돌로네 삼각형의 내각 중에 가장 큰 각을 의미하고,

상기 $\alpha_{\min}$ 은 상기 i번째 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 작은 각을 의미하고,

상기 $l_{\max}$ 는 상기 i번째 돌로네 삼각형의 변들 중 길이가 가장 긴 변의 길이를 의미하고,

상기 r 은 상기 i번째 돌로네 삼각형의 세 꼭짓점을 지나는 외접원의 반지름을 의미하고,

상기 sgn 은 상기 $\alpha_{\max}$ 의 꼭짓점(m_1)에서 나머지 꼭짓점들 중 어느 하나의 꼭짓점(m_2)으로 가는 벡터 $\overrightarrow{(m_1 m_2)}$ 와 상기 m_1 에서 다른 하나의 꼭짓점(m_3)으로 가는 벡터 $\overrightarrow{(m_1 m_3)}$ 의 외적 값 $\overrightarrow{(m_1 m_2)} \times \overrightarrow{(m_1 m_3)}$ 의 부호를 식별할 수 있는 값을 의미하고,

상기 ϕ 는 상기 m_1 에 대응하는 미뉴서의 방향 벡터와 상기 m_1 에서 인접한 변들 중 어느 하나의 변을 잇는 벡터 사이의 사잇각을 의미하는,

지문 템플릿 생성 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 $\alpha_{\max}$ 의 꼭짓점(m_1)에서 나머지 꼭짓점들 중 어느 하나의 꼭짓점(m_2)으로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1m_2}$)와 상기 m_1 에서 다른 하나의 꼭짓점(m_3)으로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1m_3}$)의 외적 값($\overrightarrow{m_1m_2} \times \overrightarrow{m_1m_3}$)의 부호가 (-)인 경우 상기 sgn 의 값은 0 또는 1 중 어느 하나의 값이고,

상기 $\alpha_{\max}$ 의 꼭짓점(m_1)에서 나머지 꼭짓점들 중 어느 하나의 꼭짓점(m_2)으로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1m_2}$)와 상기 m_1 에서 다른 하나의 꼭짓점(m_3)으로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1m_3}$)의 외적 값($\overrightarrow{m_1m_2} \times \overrightarrow{m_1m_3}$)의 부호가 (+)인 경우 상기 sgn 의 값은 0 또는 1 중 다른 하나의 값인,

지문 템플릿 생성 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 지문 템플릿 생성 장치는 상기 지문 템플릿과 미리 저장되어 있는 복수의 지문 템플릿의 매칭 여부를 판단하는 매칭부를 더 포함하는,

지문 템플릿 생성 장치.

청구항 6

적어도 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 지문 템플릿 생성 방법에 있어서,

지문 이미지로부터 복수의 미뉴셔들을 추출하는 단계;

추출된 미뉴셔들을 이용하여 돌로네 삼각화를 수행하여 복수의 돌로네 삼각형들을 생성하는 단계;

각각이 상기 복수의 돌로네 삼각형들 각각에 대응하는 복수의 특징 벡터들을 생성하는 단계; 및

적어도 하나의 더미 특징 벡터를 생성하고, 상기 적어도 하나의 더미 특징 벡터와 상기 복수의 특징 벡터들을 포함하는 지문 템플릿을 생성하는 단계를 포함하는 지문 템플릿 생성 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 특징 벡터들을 생성하는 단계는, 각각의 돌로네 삼각형에 대하여, 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 큰 각, 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 작은 각, 돌로네 삼각형의 변들 중 길이가 가장 긴 변의 길이, 돌로네 삼각형의 세 꼭짓점을 지나는 외접원의 반지름, 돌로네 삼각형의 가장 큰 내각에 대응하는 꼭짓점에서 나머지 꼭짓점들 중 어느 하나의 꼭짓점으로 가는 벡터와 돌로네 삼각형의 가장 큰 내각에 대응하는 꼭짓점에서 나머지 꼭짓점들 중 다른 하나의 꼭짓점으로 가는 벡터의 외적값의 부호를 식별할 수 있는 값, 및 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 큰 각의 꼭짓점에 대응하는 미뉴셔의 방향 벡터와 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 큰 각의 꼭짓점에서 인접한 변들 중 어느 하나를 잇는 벡터 사이의 사잇각 중 적어도 하나를 포함하는 특징 벡터를 생성하는,

지문 템플릿 생성 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 특징 벡터들을 생성하는 단계는 수학식 1로 표현되는 특징 벡터를 생성하고,

수학식 1은 $t_i = (\alpha_{\max}, \alpha_{\min}, l_{\max}, r, sgn, \phi)$ 이고,

상기 t_i 는 상기 지문에서 추출된 돌로네 삼각형들 중 i 번째 돌로네 삼각형의 특징 벡터를 의미하고,

상기 $\alpha_{\max}$ 는 상기 i 번째 돌로네 삼각형의 내각 중에 가장 큰 각을 의미하고,

상기 $\alpha_{\min}$ 은 상기 i 번째 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 작은 각을 의미하고,

상기 $l_{\max}$ 는 상기 i 번째 돌로네 삼각형의 변들 중 길이가 가장 긴 변의 길이를 의미하고,

상기 r 은 상기 i 번째 돌로네 삼각형의 세 꼭짓점을 지나는 외접원의 반지름을 의미하고,

상기 sgn 은 상기 $\alpha_{\max}$ 의 꼭짓점(m_1)에서 나머지 꼭짓점들 중 어느 하나의 꼭짓점(m_2)으로 가는 벡터 $\overrightarrow{m_1m_2}$ 와 상기 m_1 에서 다른 하나의 꼭짓점(m_3)으로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1m_3}$)의 외적 값($\overrightarrow{m_1m_2} \times \overrightarrow{m_1m_3}$)의 부호를 식별할 수 있는 값을 의미하고,

상기 ϕ 는 상기 m_1 에 대응하는 미뉴셔의 방향 벡터와 상기 m_1 에서 인접한 변들 중 어느 하나의 변을 잇는 벡터 사이의 사잇각을 의미하는,

지문 템플릿 생성 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 $\alpha_{\max}$ 의 꼭짓점(m_1)에서 나머지 꼭짓점들 중 어느 하나의 꼭짓점(m_2)으로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1m_2}$)와 상기 m_1 에서 다른 하나의 꼭짓점(m_3)으로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1m_3}$)의 외적 값($\overrightarrow{m_1m_2} \times \overrightarrow{m_1m_3}$)의 부호가 (-)인 경우 상기 sgn 의 값은 0 또는 1 중 어느 하나의 값이고,

상기 $\alpha_{\max}$ 의 꼭짓점(m_1)에서 나머지 꼭짓점들 중 어느 하나의 꼭짓점(m_2)으로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1m_2}$)와 상기 m_1 에서 다른 하나의 꼭짓점(m_3)으로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1m_3}$)의 외적 값($\overrightarrow{m_1m_2} \times \overrightarrow{m_1m_3}$)의 부호가 (+)인 경우 상기 sgn 의 값은 0 또는 1 중 다른 하나의 값인,

지문 템플릿 생성 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 지문 템플릿 생성 방법은 상기 지문 템플릿과 미리 저장되어 있는 복수의 지문 템플릿의 매칭 여부를 판단하는 단계를 더 포함하는,

지문 템플릿 생성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 회전에 강한 특징을 이용한 돌로네 기반 대체 가능한 지문 템플릿 생성 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 우리 사회에서는 온·오프라인의 연계와 온라인 비대면 활동의 증가로 개인의 신분을 외장하고 도용하여 개인정보 및 온라인 활동을 위협하는 사례가 증가하고 있다. 이에 따라 안전한 개인정보 보호 및 인증의 필요성이 대두되고 있다.

[0003] 현재 널리 사용 중인 인증 방식은 비밀번호, PIN(Personal Identification Number), 도장, 사인 등을 이용한 방식이 있지만, 이는 망각, 분실, 위조, 도난 등의 이유로 높은 보안성을 제공하지 못한다. 반면, 생체 인증은 사용자 고유의 생체 정보를 이용하는 것으로, 분실, 도난 등의 우려 없이 높은 보안 성능을 제공한다.

[0004] 생체 인증은 신체 특징을 이용한 것으로 지문, 홍채, 정맥 등을 이용하는 다양한 인증 방식이 있다. 이러한 기술들을 활용하여 통신, 금융, 의료, 공공 분야에서 더욱 안전하고 편리한 인증 서비스가 제공되고 있다.

[0005] 생체 인증은 편리하고 높은 보안성을 갖고 있어 주목받는 기술이지만 취약점 또한 존재한다. 기존에 많이 사용되던 비밀번호, PIN, 사인 등은 위협에 노출되었을 경우 변경이 가능하다. 하지만, 생체 정보는 고유한 정보이며 불변하는 성격을 갖고 있다. 따라서 생체 정보가 탈취되거나 해킹되는 상황이 발생하면 재발급 또는 변경을 할 수 없다. 그러한 이유로 생체 정보에 대한 안전한 저장 및 관리가 더욱 중요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 회전에 강한 특징을 이용한 돌로네 기반의 대체 가능한 지문 템플릿 생성 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 지문 템플릿 생성 장치는 지문 이미지로부터 복수의 미뉴서들을 추출하는 미뉴서 추출부, 추출된 미뉴서들을 이용하여 돌로네 삼각화를 수행하여 복수의 돌로네 삼각형들을 생성하는 돌로네 삼각화부, 각각이 상기 복수의 돌로네 삼각형들 각각에 대응하는 복수의 특징 벡터들을 생성하는 특징 벡터 생성부, 및 적어도 하나의 더미 특징 벡터를 생성하고, 상기 적어도 하나의 더미 특징 벡터와 상기 복수의 특징 벡터들을 포함하는 지문 템플릿을 생성하는 지문 템플릿 생성부를 포함한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 지문 템플릿 생성 방법은 적어도 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되고, 지문 이미지로부터 복수의 미뉴서들을 추출하는 단계, 추출된 미뉴서들을 이용하여 돌로네 삼각화를 수행하여 복수의 돌로네 삼각형들을 생성하는 단계, 각각이 상기 복수의 돌로네 삼각형들 각각에 대응하는 복수의 특징 벡터들을 생성하는 단계, 및 적어도 하나의 더미 특징 벡터를 생성하고, 상기 적어도 하나의 더미 특징 벡터와 상기 복수의 특징 벡터들을 포함하는 지문 템플릿을 생성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 실시예에 따른 지문 템플릿 생성 장치 및 방법에 의할 경우, 회전에 강한 특징을 이용하여 지문 템플릿을 생성할 수 있는 효과가 있다.

[0010] 또한, 지문 템플릿에 더미 특징 벡터를 포함시킴으로써 지문 템플릿의 유출로 인한 프라이버시 침해 문제를 예방할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명에서 사용되는 특징 벡터를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실험 결과를 설명하기 위한 그래프이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지문 템플릿 생성 장치의 기능 블록도이다.

도 4는 도 1에 도시된 지문 템플릿 생성 장치에 의해 수행되는 지문 템플릿 생성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

- [0013] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0014] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다.
- [0015] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0016] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0017] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0018] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0020] 대체 가능한 생체 템플릿은 원본 생체 정보에 일방향 변환 함수를 적용하여 변환된 템플릿에서 원본 생체 정보를 알 수 없게 한다. 이 기술은 어떠한 공격자가 변환된 생체 데이터를 획득하여도 해당 정보에서 원본 데이터의 정보를 재구성할 수 없다. 대체 가능한 생체 템플릿 개념은 2001년 Ratha 등이 처음으로 제안하였다(Ratha, N.K. , Connell, J.H. , Bolle, R.M. , Enhancing security and privacy in biometrics-based authentication systems. IBM Syst. J. 40 (3), 614-634. 2001.) 이후 2006년에는 대체 가능한 생체 템플릿 변환으로 Cartesian, Radial, Functional 변환을 제안하였다(Ratha, N.K., Connell. J.H, Bolle, R.M., Chikkerur, S., Cancelable biometrics: A case study in fingerprints. International Conference on Pattern Recognition (ICPR), vol. 4, pp. 370-373, 2006.)
- [0021] 이와 함께 지문 미뉴셔의 왜곡이나 회전에 크게 영향받지 않는 특징값으로 돌로네 삼각화가 많이 사용되었다. Bebis 등은 돌로네 삼각화가 노이즈나 미뉴셔의 추가 및 삭제에 크게 변화하지 않는 성질을 가짐을 보였다(Bebis, G. , Deaconu, T. , Georgiopoulos, M. Fingerprint identification using delaunay triangulation. In: International Conference on Information Intelligence and Systems. IEEE, pp. 452-459 .1999.). 일반적으로 동일한 지문으로 생성된 여러 이미지를 보면, 전체적으로 미뉴셔의 위치가 조금씩 다르게 추출됨을 알 수 있다. 미뉴셔에 돌로네 삼각화를 적용하면 이러한 변화를 쉽게 조절하여 사용할 수 있다.
- [0022] 이와 관련하여 최근 Sandhya와 Prasad, Yang 등은 2015년과 2013년에 돌로네 기반의 대체 가능한 템플릿 기술을 제안하였다(Sandhya, M., Prasad, M.V.N.K., Chillarige, R.R. Generating cancellable finger-print templates based on delaunay triangle feature set construction. IET Biomet. 5 (2), 131-139. doi:10.1049/iet-bmt.2015.0034., 2016., Yang, W., Hu, J., Wang, S., Yang, J., Cancelable fingerprint

templates with delaunay triangle-based local structures. Cyberspace Safety and Security. Springer, pp. 81-91, 2013.). 2020년에는 Trivedi 등이 돌로네 기반의 대체가능 템플릿 기술을 제안하였다(Amit Kumar Trivedi, Dalton Meitei Thounaojam a, Shyamosree Pal, Non-Invertible cancellable fingerprint template for fingerprint biometric, Elsevier Ltd, 2020.). 하지만 실험을 진행하기에 앞서 지문 템플릿의 회전 가능성을 제대로 고려하지 않았고, 삼각형으로부터 상대적인 값이 아닌 절대적인 값인 미뉴서의 방향성을 사용하였기 때문에 지문 회전에 크게 영향을 받게 되었다. 또한, 싱글러 포인트를 이용한 방법이기때문에 똑같은 사람의 지문을 비교하면 해당 이미지 파일의 선명도에 따라 싱글러 포인트의 차이가 있다는 취약점도 존재한다.

[0023] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 의한 지문 템플릿 생성 방법을 기술한다. 이에 의할 경우, 미뉴서 포인트의 돌로네 삼각형에서 삼각형의 상대적인 특징을 사용하여 더욱 정확한 템플릿 생성 방법을 제공할 수 있다.

[0024] 원본 지문 템플릿의 정보를 보호하기 위해 상대적인 매칭 특징값 n 개(n 은 임의의 자연수로, 예시적인 값은 16일 수 있음. 또한, 상기 매칭 특징값은 특징 벡터로 명명될 수도 있음)를 임의로 선택(또는 생성)하고, 이를 포함하는 지문 템플릿을 생성할 수 있다. 추가적인 매칭 특징값은 사용자의 비밀 키와 같은 역할을 수행할 수 있다.

[0025] 이를 위해, 먼저 지문(또는 지문 이미지)에서 미뉴서 포인트(minutia point)를 추출한다. 이후, 지문에서 뽑은 미뉴서 포인트를 사용하여 돌로네 삼각형을 만든다. 여기서, 같은 지문의 다른 템플릿이어도 Genuine 매칭을 정확하게 하기 위해서 상대적인 값을 사용한다.

[0026] 지문 템플릿 매칭을 위한 벡터(매칭 벡터 또는 특징 벡터로 명명될 수 있음)는 아래 수학적 식 1과 같다. 또한, 특징 벡터의 구성에 관하여는 도 1이 참조될 수 있다.

[0027] [수학적 식 1]

$$[0028] \quad t_i = (\alpha_{\max}, \alpha_{\min}, l_{\max}, r, \text{sgn}, \phi)$$

[0029] 수학적 식 1에서, t_i 는 사용자의 지문에서 추출된 돌로네 삼각형들 중 i 번째 삼각형의 특징 벡터를 의미하고, $\alpha_{\max}$ 는 돌로네 삼각형의 내각 중에 가장 큰 각을 의미하고, $\alpha_{\min}$ 은 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 작은 각을 의미하고, $l_{\max}$ 는 돌로네 삼각형의 변들 중 길이가 가장 긴 변의 길이를 의미하고, r 은 돌로네 삼각형의 세 꼭짓점을 지나는 외접원의 반지름을 의미한다. sgn 은 가장 큰 내각인 $\alpha_{\max}$ 의 꼭짓점 m_1 에서 나머지 꼭짓점들 중 어느 하나의 꼭짓점 m_2 로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1 m_2}$)와 m_1 에서 다른 하나의 꼭짓점 m_3 로 가는 벡터($\overrightarrow{m_1 m_3}$)의 외적 값($\overrightarrow{m_1 m_2} \times \overrightarrow{m_1 m_3}$)의 부호를 식별할 수 있는 값을 의미할 수 있다. 예시적으로, sgn 은 외적값이 음수이면 0의 값을 갖고, 외적값이 양수이면 1의 값을 가질 수 있다. ϕ 는 돌로네 삼각형의 내각 중 가장 큰 각 $\alpha_{\max}$ 의 꼭짓점 m_1 에 대응하는 미뉴서의 방향 벡터와 m_1 에서 인접한 변들 중 어느 하나, 예컨대 중간 크기의 변을 잇는 벡터 사이의 사잇각을 의미할 수 있다.

[0030] 상술한 특징 벡터는 6개의 특징을 포함하고 있다. 그러나, 본 발명이 특징 벡터에 포함되는 특징의 개수에 제한되는 것은 아니며, 특징 벡터는 적어도 하나의 특징을 포함하는 것으로 이해될 수 있다. 또한, 특징 벡터는 지문으로부터 추출된 돌로네 삼각형에 대응하기 때문에, 하나의 지문 템플릿에 대응하는 특징 벡터의 개수는 돌로네 삼각형의 개수와 동일할 수 있다.

[0031] 이후에, 앞서 기술한 임의의 특징 벡터(임의의 값들을 이용하여 생성된 특징 벡터로 더미 특징 벡터로 명명될 수도 있음)와 지문으로부터 추출된 특징 벡터들을 포함하는 지문 템플릿이 생성될 수 있다.

[0032] 상술한 바와 같이, 돌로네 삼각형의 상대적인 값 6개를 사용하여 매칭을 수행할 수 있다. 매칭 과정에서 해당 임계치를 통과하여 유사한 특징 벡터를 찾으면 Count를 증가시킨다. 최종 비교 값 매칭 스코어는 Count 값(또는 Count의 제곱값)을 두 지문의 특징 벡터의 개수(N_T , N_Q)를 곱한 것으로 나누어 계산할 수 있다. 이는 수학적 식 2로 나타낼 수 있다.

[0033] [수학식 2]

$$matchingscore = \frac{Count}{N_T \times N_Q}$$

[0034]

[0035] 매칭 스코어 값이 미리 정해진 임계치 보다 크면(또는 크거나 같으면) 비교 대상인 두 지문은 동일인의 지문으로 판단될 수 있고, 매칭 스코어 값이 미리 정해진 임계치 보다 작으면(또는 작거나 같으면) 비교 대상인 두 지문은 동일인의 지문이 아닌 것으로 판단될 수 있다.

[0036] 다시 말해, 매칭 스코어는 매칭되는 특징 벡터의 개수에 기초하여 산출될 수 있다. 즉, 매칭 스코어는 매칭되는 특징 벡터의 개수를 비교 대상 지문 템플릿에 포함된 특징 벡터의 개수(또는 개수의 제곱)와 미리 저장되어 있는 지문 템플릿에 포함된 특징 벡터의 개수의 합으로 나눈 값이 된다.

[0037] 이하에서는, 실험 결과를 설명한다.

[0038] 본 발명의 실험에서는 Trivedi 등의 논문에서 사용하였던 지문 데이터 FVC2002 DB1, DB2 외에 FVC2002 DB3, DB4를 더 사용하였다.

[0039] 돌로네 삼각형의 상대적인 값 6개를 사용한 매칭 과정에서는 각도($\alpha_{max}, \alpha_{min}, \phi$)에서의 임계치 값은 10, 길이(l_{max}, r)에 대한 임계치 값을 15로 넣어 실험을 진행하였다. Genuine 매칭은 동일한 사람의 지문 이미지끼리 각 각 비교 연산을 진행하였고 ($28 \times 100 = 2800$ 번 비교), Impostor 매칭은 각 사람의 첫 번째 지문을 다른 사람의 첫 번째 지문과 비교 연산을 진행하였다($99+98+\dots+2+1=4950$ 번 비교).

[0040] 도 2의 실험 결과는 본 명세서에서 제안한 방법에 따라 미뉴셔 포인트의 돌로네 삼각형에서 상대적인 특징값을 이용한 매칭 시의 FAR과 FRR을 그래프로 나타낸 것이다.

[0041] FRR(False Reject Rate)은 동일한 지문으로 매칭이 되어야 할 지문 템플릿이 매칭에 실패하는 확률을 나타내고, FAR(False Accept Rate)은 다른 사람의 지문 템플릿끼리 비교했을 때 매칭에 실패해야 하지만 성공하는 확률을 나타낸다. 그래프에서 나타나는 FRR과 FAR의 교점의 값은 ERR(Equal Error Rate)을 나타낸다. ERR은 FAR과 FRR의 에러 확률이 같아지는 위치이다. 따라서 해당 수치는 생체 인증 과정에서 효율성과 정확성의 척도로 볼 수 있다.

[0042] 따라서 표 1에서 나타나듯이 본 실험의 ERR은 이전 연구인 Trivedi 등이 보였던 ERR의 값보다 작은 값으로 더 좋은 성능을 보인다는 결과를 얻을 수 있었다.

[0043] [표 1]

	Trivedi et al. (2020) [6]	Ours
DB1	1.2	0.8
DB2	2.1	2.1
DB3	–	0.06
DB4	–	0.14
Average	1.6	0.775

[0044]

[0045] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지문 템플릿 생성 장치의 기능 블록도이다.

[0046] 도 3을 참조하면, 지문 템플릿 생성 장치(100)는 미뉴셔 추출부(110), 돌로네 삼각화부(120), 특징 벡터 생성부(130), 지문 템플릿 생성부(140), 매칭부(150), 및 저장부(160) 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다. 예컨대, 지문 템플릿 생성부(100)는 매칭부(150)를 포함하도록 구성되어 비교 대상 지문 템플릿과 매칭 여부(또는 인증 여부)를 판단할 수도 있다. 이 경우, 지문 템플릿 생성 장치(100)는 지문 인증 장치, 지문 인식 장치, 지문 매칭 장치 등으로 명명될 수도 있다.

[0047] 또한, 지문 템플릿 생성 장치(100)는 적어도 프로세서(processor) 및/또는 메모리를 포함하는 컴퓨팅 장치로 구현될 수 있다. 컴퓨팅 장치는 데스크톱 PC, 서버, 태블릿 PC, 핸드헬드 장치, 웨어러블 디바이스, 스마트 폰, HMD, 네비게이션 등을 포함할 수 있다.

[0048] 미뉴셔 추출부(110) 지문(또는 지문 이미지)로부터 미뉴셔(또는 미뉴셔 포인트)를 추출할 수 있다. 지문으로부터

터 미뉴서를 추출하는 방법은 널리 공지되어 있으므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

- [0049] 지문은 소정의 입력 장치를 이용하여 사용자의 지문을 스캔하거나, 외부 장치에 의해 스캔 된 후 유무선 통신망을 통하여 수신된 것일 수도 있다. 지문은 상술한 바와 같이 미리 수신되어 저장부(160)에 저장되어 있을 수도 있다.
- [0050] 돌로네 삼각화부(120)는 추출된 미뉴서들을 이용하여 돌로네 삼각화를 진행하고, 복수의 돌로네 삼각형들을 생성할 수 있다. 돌로네 삼각화 동작에 대하여는 널리 알려져 있기 때문에 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0051] 특징 벡터 생성부(130)는 생성된 돌로네 삼각형들 각각에 대응하는 복수의 특징 벡터들을 생성할 수 있다. 특징 벡터 생성부(130)에 의해 생성된 특징 벡터의 개수는 돌로네 삼각형의 개수와 동일할 수 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0052] 지문 템플릿 생성부(140)는 임의의 값을 갖는 적어도 하나의 특징 벡터, 즉 적어도 하나의 더미 특징 벡터를 생성하고, 더미 특징 벡터와 특징 벡터 생성부(130)에 의해 생성된 특징 벡터들을 포함하는 지문 템플릿을 생성할 수 있다. 생성된 지문 템플릿은 지문에 대응하는 것으로, 동일인의 지문이라도 지문 이미지에 따라, 또는 추가되는 더미 특징 벡터에 따라 상이한 값을 가질 수 있다.
- [0053] 매칭부(150)는 비교 대상 지문 템플릿을 미리 저장되어 있는 지문 템플릿들과 비교 하여 매칭 여부를 판단할 수 있다. 구체적으로, 매칭부(150)는 비교 대상 지문 템플릿(예컨대, 지문 템플릿 생성부(140)에 의해 생성된 지문 템플릿)과 미리 저장되어 있는 지문 템플릿들 중 적어도 하나 지문 템플릿과 매칭 여부를 판단할 수 있다.
- [0054] 매칭을 위해서 비교 대상 지문 템플릿에 포함된 각 특징 벡터가 상기 적어도 하나의 지문 템플릿에 포함된 특징 벡터 중 어느 하나와 매칭이 되는지 여부를 판단할 수 있다. 매칭 여부는 매칭 스코어를 기준으로 판단될 수 있다. 즉, 미리 정해진 기준 값에 따라 비교 대상 지문 템플릿과 미리 저장되어 있는 지문 템플릿 중 어느 하나가 매칭되는지 여부를 결정할 수 있다. 지문 템플릿이 매칭된다 함은 동일인의 지문으로부터 생성된 지문 템플릿임을 의미할 수 있다.
- [0055] 실시예에 따라, 비교 대상 지문 템플릿에는 더미 특징 벡터가 포함되지 않을 수도 있다. 즉, 인증 동작 등을 수행할 경우에 인증의 대상이 되는 지문 템플릿에는 더미 특징 벡터를 포함시키지 않음으로써 보다 높은 효과를 얻을 수도 있기 때문이다.
- [0056] 저장부(160)에는 사용자의 지문을 포함하는 복수의 지문들, 사용자의 지문 템플릿을 포함하는 복수의 지문 템플릿들, 각각의 지문으로부터 추출된 미뉴서 포인트들, 돌로네 삼각형들, 특징 벡터들 등이 일시적으로 또는 비일시적으로 저장될 수 있다.
- [0057] 도 4는 도 3에 도시된 지문 템플릿 생성 장치에 의해 수행되는 지문 템플릿 생성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 지문 템플릿 생성 방법 또는 지문 템플릿을 이용한 사용자 인증(인식, 매칭) 방법을 설명함에 있어 앞선 기재와 동일한 내용에 관하여는 그 기재를 생략하기로 한다. 또한, 아래의 방법들 중 적어도 일부의 동작은 지문 템플릿 생성 장치(100)를 구성하는 프로세서의 동작으로 이해될 수도 있다.
- [0058] 도 3과 도 4를 참조하면, 지문(또는 지문 이미지)으로부터 미뉴서가 추출될 수 있다(S110). 미뉴서 추출 동작은 지문 템플릿 생성 장치(100)의 미뉴서 추출부(110)에 의해 수행될 수 있다.
- [0059] 지문 템플릿 생성 장치(100)의 돌로네 삼각화부(120)는 추출된 미뉴서를 이용하여 복수의 돌로네 삼각형들을 생성할 수 있다(S120).
- [0060] 이후, 지문 템플릿 생성 장치(100)의 특징 벡터 생성부(130)는 생성된 돌로네 삼각형들 각각에 대한 특징 벡터를 생성할 수 있다(S130). 즉, 복수의 특징 벡터들 각각은 복수의 돌로네 삼각형들 중 어느 하나에 대응한다.
- [0061] 지문 템플릿 생성 장치(100)의 지문 템플릿 생성부(140)는 생성된 특징 벡터들과 더미 특징 벡터들을 포함하는 지문 템플릿을 생성할 수 있다(S140).
- [0062] 또한, 지문 템플릿 생성 장치(100)의 매칭부(150)는 비교 대상 지문 템플릿과 미리 저장되어 있는 지문 템플릿들 중 적어도 하나의 지문 템플릿과 비교함으로써 매칭 여부를 결정할 수 있다(S150).
- [0063] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 집합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어,

프로세서, 컨트롤러, ALU(Arithmetic Logic Unit), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor), 마이크로컴퓨터, FPA(Field Programmable array), PLU(Programmable Logic Unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(Operation System, OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(Processing Element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(Parallel Processor)와 같은, 다른 처리 구성(Processing Configuration)도 가능하다.

[0064] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(Computer Program), 코드(Code), 명령(Instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(Collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성 요소(Component), 물리적 장치, 가상 장치(Virtual Equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(Signal Wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(Embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0065] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-optical Media), 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

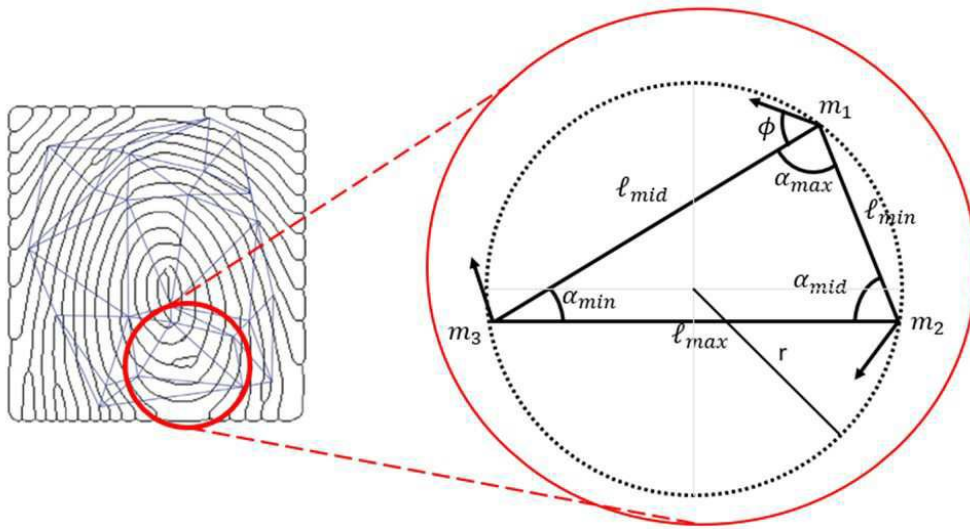
[0066] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

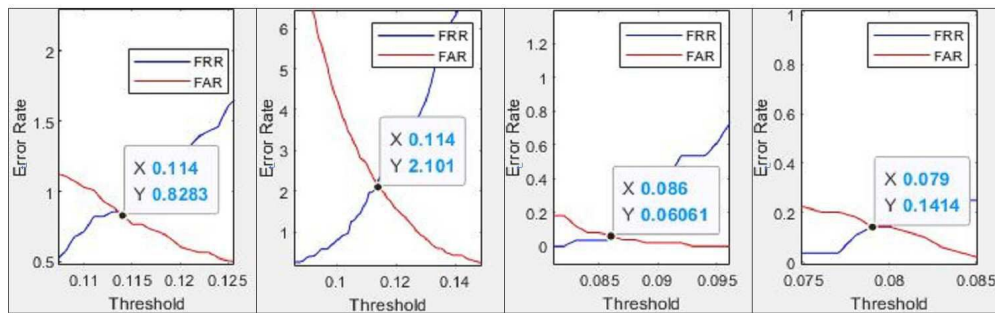
[0067] 100 : 지문 템플릿 생성 장치
110 : 메뉴서 추출부
120 : 돌로네 삼각화부
130 : 특징 벡터 생성부
140 : 지문 템플릿 생성부
150 : 매칭부
160 : 저장부

도면

도면1

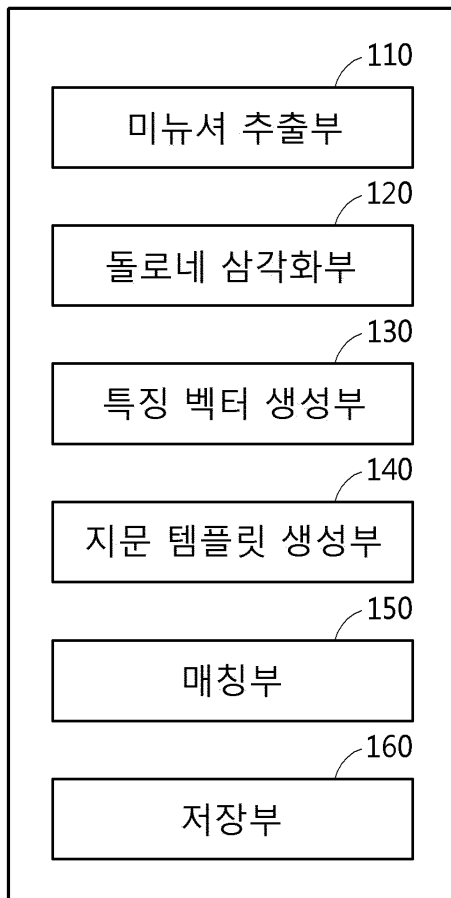


도면2



도면3

100



도면4

