(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0023988
(43) 공개일자 2008년03월17일

(51) Int. Cl.
G06T 7/00 (2006.01) *G06K 9/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0088212
(22) 출원일자 2006년09월12일
심사청구일자 2006년09월12일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
김학일
인천 부평구 청천2동 대우아파트 109동 202호
한영찬
인천 남구 주안1동 현대아파트 3동 1107호
장지현
인천 부평구 삼산동 신성미소지움아파트 314동 1302호
(74) 대리인
이원희

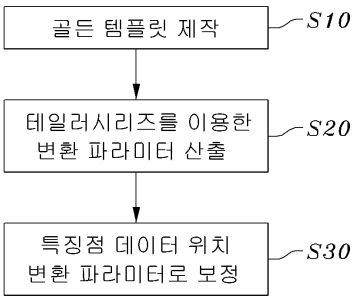
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 이기종 지문 입력기 간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법

(57) 요 약

본 발명은 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법에 관한 것으로서, 국제 지문특징점 표준 데이터 포맷(SC37)이 제안하는 특징점 레벨을 가지는 SIF 템플릿(Standard Interchange Format Template)의 필드(Field)를 파싱(Parsing)하여 해상도(Resolution), 영상 크기(Image Size), 특징점(Minutiae) 정보 필드를 도출하고, 이에 따라 템플릿(Template)을 구성하는 특징점의 위치를 보정하여 표준화시킴으로써, 지문 매칭의 인식률을 상승시키고, 이기종 지문 인식의 다수개의 센서로부터 입력된 동일한 지문의 다수개의 샘플로 생성된 골든 템플릿(Golden Template)에 테일러시리즈를 이용한 변환 파라미터를 적용함으로써, 해상도 및 왜곡 특성의 보정 없이 특징점 위치의 보정만으로 특징점 호환을 이용한 이기종 입력기간 매칭의 인식 성능과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법을 제공하기 위한 것으로서, 그 기술적 구성은 이기종 지문 입력기로부터 획득한 SIF 템플릿(Standard Interchange Format Template)의 입력 영상으로부터 매칭을 위한 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 특징점 변환 방법에 있어서, 가시적 특징점으로 구성된 템플릿인 골든 템플릿을 제작하는 단계; 테일러시리즈를 이용하여 변환 파라미터를 산출하는 단계; 및 SIF 템플릿으로부터 산출된 특징점 데이터 위치를 변환 파라미터로 보정하는 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

이기종 지문 입력기로부터 획득한 SIF 템플릿(Standard Interchange Format Template)의 입력 영상으로부터 매칭을 위한 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 특징점 변환 방법에 있어서,

가시적 특징점으로 구성된 템플릿인 가시적 특징점으로 구성된 템플릿인 골든 템플릿을 제작하는 단계(S10);

테일러시리즈를 이용하여 변환 파라미터를 산출하는 단계(S20);

SIF 템플릿으로부터 산출된 특징점 데이터 위치를 변환 파라미터로 보정하는 단계(S30);

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 골든 템플릿은 이기종 지문 인식 센서로부터 입력된 동일 손가락의 지문 영상에 대하여 제작되는 것을 특징으로 하는 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 골든 템플릿으로부터 테일러시리즈를 이용하여 변환 파라미터를 산출하되, 상기 변환 파라미터는 평균 변환 파라미터가 적용되는 것을 특징으로 하는 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 변환 파라미터를 산출함에 있어서, 노이즈 제거를 위하여 적용되는 평균 변환 파라미터는 유사한 기능을 가지는 파라미터로 변경 가능한 것을 특징으로 하는 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 변환 파라미터를 산출함에 있어서, 임의의 골든 템플릿 중에서 기준으로 적용할 골든 템플릿으로 이동(Translation)량 및 회전(Rotation)량에 대하여 상대적인 변환을 하는 것을 특징으로 하는 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 변환 파라미터를 산출함에 있어서, 테일러시리즈의 차수(Order)는 변경 가능한 것을 특징으로 하는 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<7> 본 발명은 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 국제 지문특징점 표준 데이터 포맷(SC37)이 제안하는 특징점 레벨을 가지는 SIF 템플릿(Standard Interchange Format Template)의 필드(Field)를 파싱(Parsing)하여 해상도(Resolution), 영상 크기(Image Size), 특징점(Minutiae) 정보 필드를 도출하고, 이에 따라 템플릿(Template)을 구성하는 특징점의 위치를 보정하여 표준화시킴으로써, 지문 매칭의 인식률을 상승시키고, 이기종 지문 인식의 다수개의 센서로부터 입력된 동일한 지문의 다수개의 샘플로 생성된 골든 템플릿(Golden Template)에 테일러시리즈를 이용한 변환 파라미터를 적용함으로써, 해상도 및 왜곡 특성의 보정 없이 특징점 위치의 보정만으로 특징점 호환을 이용한 이기종 입력기간 매칭의 인식 성능과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법에 관한 것이다.

<8> 일반적으로, 지문(指紋, Finger Print)은 손가락 하단면에 땀샘이 융기되어 일정한 흐름을 형성하는 융선(隆線)이 생성시키는 무늬로써, 개인마다 고유의 무늬를 지니고 있어 정보 기기 및 정보 서비스를 이용한 사용자 인증 방법으로 지문 인식이 널리 보급되고 있다.

<9> 여기서, 통상적인 지문 인식 시스템은 지문 입력 센서를 통하여 입력받은 지문의 특징점을 특징점 추출 모듈에서 검색하고, 매칭 모듈에서 데이터베이스에 기 등록되어 있는 지문과 비교 검색함으로써, 사용자를 인증한다.

<10> 그런데, 현재의 지문 입력 센서는 하드웨어의 특성상 제조사 별로 각기 다른 지문 이미지(해상도(Resolution), 이미지 크기, 컬러 심도, 왜곡률)를 생성하기 때문에, 지문 입력 시에 지문 입력 센서에서 센싱된 지문 이미지 특성에 맞게 제조사별로 특징점 추출 및 지문 매칭 기능이 다르다.

<11> 그리고, 이기종간 지문 인식을 위하여 각기 다른 지문 입력 센서에서 획득된 지문 영상의 다양한 해상도 및 왜곡 차이의 강인한 특징 벡터가 필수적이며, 지문 인식 기술을 이용한 응용 장치 및 인터넷 통신을 이용한 서비스를 제공하는 개발 업체에서는 제품화된 지문 인식 시스템이 통일되지 않아 개발을 저해하는 요소로 작용하여 이를 해결하기 위하여 많은 회사에서 다양한 방법을 제시하고 있다.

<12> 다양한 방법 중의 하나인 리지 카운트(Ridge Count) 방법은 주로 대용량 지문 데이터베이스를 대상으로 지문 감식을 위하여 AFIS(Automatic Fingerprint Identification System)에서 사용하고 있는 방법으로, 특징점 사이에 존재하는 융선의 개수를 특징 정보로 사용하고, AFIS의 입력 영상은 주로 잉크를 사용하여 종이에 회전 날인한 지문을 평판 스캐너에 고해상도로 스캔한 영상으로 입력한다.

<13> 또한, NEC 사에서 제시하는 방법은 하나의 특징점이 선택되면, 이에 따라 특징점의 방향을 기준으로 가상의 4분면을 정의하고, 각 사분면의 특징점들 중에서 선택된 중심의 특징점과 가장 근접한 특징점을 하나씩 선택한 구조체를 정의함으로써, 매칭의 국부 구조체로 사용하는데, 특징점의 방향 정보로 좌표계를 변환시킨 후, 기준 특징점으로부터 각 사분면에 근접한 특징점의 존재 여부를 검사하고, 4개의 특징점이 모두 존재할 경우 기준 특징점과 이웃 특징점 사이에 융선 개수를 하나의 그룹으로 생성한다.

<14> 여기서, NEC 사에서 제시하는 알고리즘의 장점은 잔류 지문에도 매칭을 시도할 수 있지만, 특징점의 방향에 예민하기 때문에, 특징점이 증가할수록 재현성이 낮다.

<15> 한편, IBM 사에서 제시하는 방법은 두 특징점 사이를 3개 내지 5개의 화소로 이루어진 가상의 직선을 사용하여 연결하고, 3개 내지 5개의 화소를 하나의 세그먼트로 융선 및 골의 여부를 검사하여 융선수의 정보를 추출한다. 이때, 융선의 흐름이 급격하게 변경될 경우, 리지 카운트의 신뢰도가 낮아질 수 있으므로 일정한 방향으로 평행하면 융선수의 정보를 추출하도록 함으로써 추출의 신뢰성을 증가시킬 수 있다.

<16> 이를 위하여, 두 특징점을 연결하는 직선 각각의 세그먼트가 융선일 경우, 융선수의 정보를 추출하며, 적어도 하나 이상의 융선이 평행하지 않을 경우, 해당 특징점 사이의 융선 개수 정보는 무시한다.

<17> 또한, Kovacs-Vajna 사에서 제시하는 방법은 추출한 특징점 영상의 중심에 위치하는 특징점으로부터 그레이 레벨(Gray Level)을 프로파일링 함으로써, 융선의 개수를 측정하여 매칭에 이용한다.

<18> 그리고, Germain 사에서 제시하는 방법은 3 개의 특징점 쌍이 트리플렛(Triplet)을 이루는 삼각형에 대하여 형성되는 융선의 개수를 정의하여 특징점 사이에 존재하는 융선의 개수를 매칭에 사용하고, Ratha 사에서 제시하는 방법은 1 개의 특징점 외주면에 일정한 거리 내에 위치하거나, 이웃 특징점과 스타(Star) 형상의 구조체를 정의하여 특징점 사이에 존재하는 융선의 개수를 매칭에 이용한다.

<19> 이와 같이, 이기종 입력 기간 지문 인식을 위하여 센서의 특징은 고려하지 않고, 회전, 천이, 확대 및 축소에

강건한 특징을 추출하여 이기종간 지문 인식을 하려는 시도가 있었다.

<20> 또한, 국제 지문특징점 표준 데이터 포맷(SC37)은 다양한 생체 인식 기술과 시스템간의 호환성을 실현하기 위하여 생체 인식 데이터 포맷의 표준화를 진행하고 있으며, ILO(국제 노동 기구)에서는 호환 포맷의 표준을 따르는 시스템을 구성하여 테스트를 실시한 바 있으며, NIST 사에서는 MINEX04(Minutiae Interoperability Exchange Test 2004)를 구비하여 타 지문 인식 시스템간의 지문 정보로 지문특징점 데이터(Minutiae Data)를 이용한 실행 가능성을 결정하기 위한 목적 하에 15개의 기관이 등록되어 호환성 테스트를 받았다.

<21> 그러나, 데이터 포맷의 표준화에도 불구하고, 이기종 입력기는 다양한 DPI(Dot per Inch) 해상도와 영상 크기를 가지기 때문에, 보정 과정 없는 특징점 레벨에서의 매칭은 센서간 왜곡 특성이 다르고, 이에 따라 인식률이 현저하게 저하되는 등의 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<22> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 국제 지문특징점 표준 데이터 포맷(SC37)이 제안하는 특징점 레벨을 가지는 SIF 템플릿(Standard Interchange Format Template)의 필드(Field)를 파싱(Parsing)하여 해상도(Resolution), 영상 크기(Image Size), 특징점(Minutiae) 정보 필드를 도출하고, 이에 따라 템플릿(Template)을 구성하는 특징점의 위치를 보정하여 표준화시킴으로써, 지문 매칭의 인식률을 상승시키고, 이기종 지문 인식의 다수개의 센서로부터 입력된 동일한 지문의 다수개의 샘플로 생성된 골든 템플릿(Golden Template)에 테일러시리즈를 이용한 변환 파라미터를 적용함으로써, 해상도 및 왜곡 특성의 보정 없이 특징점 위치의 보정만으로 특징점 호환을 이용한 이기종 입력기간 매칭의 인식 성능과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<23> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 이기종 지문 입력기로부터 획득한 SIF 템플릿(Standard Interchange Format Template)의 입력 영상으로부터 매칭을 위한 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 특징점 변환 방법에 있어서, 가시적 특징점으로 구성된 템플릿인 골든 템플릿을 제작하는 단계; 테일러시리즈를 이용하여 변환 파라미터를 산출하는 단계; SIF 템플릿으로부터 산출된 특징점 데이터 위치를 변환 파라미터로 보정하는 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<24> 여기서, 상기 골든 템플릿은 이기종 지문 인식 센서로부터 입력된 동일 손가락의 지문 영상에 대하여 제작된다.

<25> 더불어, 상기 골든 템플릿으로부터 테일러시리즈를 이용하여 변환 파라미터를 산출하되, 상기 변환 파라미터는 평균 변환 파라미터가 적용된다.

<26> 또한, 상기 변환 파라미터를 산출함에 있어서, 노이즈 제거를 위하여 적용되는 평균 변환 파라미터는 유사한 기능을 가지는 파라미터로 변경 가능한 것을 특징으로 한다.

<27> 이때, 상기 변환 파라미터를 산출함에 있어서, 임의의 골든 템플릿 중에서 기준으로 적용할 골든 템플릿으로 이동(Translation)량 및 회전(Rotation)량에 대하여 상대적인 변환을 하는 것을 특징으로 한다.

<28> 그리고, 상기 변환 파라미터를 산출함에 있어서, 테일러시리즈의 차수(Order)는 변경 가능하다.

<29> 이하, 본 발명에 따른 실시예를 첨부된 예시도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.

<30> 도 1은 본 발명에 따른 테일러시리즈를 이용한 변환 파라미터로 입력 SIF 템플릿(Standard Interchange Format Template)를 보정하여 등록된 SIF 템플릿과 매칭을 통하여 유사도를 산출하는 시스템의 구성도를 나타내고 있다.

<31> 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, SIF 템플릿의 필드를 파싱하여 해상도, 영상 크기, 특징점 정보를 도출하고, 기 정해진 변환 파라미터를 입력하며, 상기 변환 파라미터에 따라 입력 템플릿 각각의 특징점을 보정하고, 보정된 영상 또는 보정된 템플릿으로부터 매칭(Matching)을 수행한다.

<32> 여기서, 변환 파라미터를 산출하는 과정에 있어서, 실변수의 실함수가 다수번 미분 가능할 때, 멱급수를 상대하여 일컫는 테일러시리즈와 각각의 센서 영상으로부터 제작된 골든 템플릿을 이용하여 변환 파라미터를 정의한다.

<33> 더불어, 변환 파라미터를 산출하는 과정은 기준으로 사용될 기준 골든 템플릿 쌍을 제외한 나머지 골든 템플릿

쌍의 이동량 및 회전량을 기준 골든 템플릿에 준하여 상대적인 값으로 산출하고, 기준 골든 템플릿에 대한 상대적인 이동량 및 회전량을 고려하여 골든 템플릿을 생성시킨다.

<34> 그리고, 각 골든 템플릿 쌍에서 각 동일 특징점 쌍에 대하여 이동(Translation)량 및 회전(Rotation)량을 정확하게 산출하며, 전체 템플릿의 평균 이동량 및 회전량을 구한다.

<35> 여기서, 기준으로 사용될 기준 골든 템플릿 쌍을 제외한 나머지 골든 템플릿 쌍의 이동량 및 회전량을 기준 골든 템플릿에 준하여 상대적인 값으로 산출하고, 기준 골든 템플릿에 대한 상대적인 이동량 및 회전량을 고려하여 골든 템플릿을 생성시킨다.

<36> 또한, 생성된 골든 템플릿 쌍에 대하여 평균 변환 파라미터를 이용하여 입력 템플릿을 보정하며, 에러를 계산한다.

<37> 도 2는 본 발명에 따른 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법의 흐름도이다. 도면에서 도시한 바와 같이, 골든 템플릿을 제작하고(S10), 테일러시리즈를 이용하여 변환 파라미터를 산출하며(S20), SIF 템플릿으로부터 산출된 특징점 데이터 위치를 변환 파라미터로 보정한다(S30).

<38> 이때, 골든 템플릿(Golden Template)은 사람의 눈으로 판단한, 가시적 특징점으로 구성된 특징점 템플릿을 의미하며, 상기 골든 템플릿을 만들기 위하여 골든 템플릿 에디터(Golden Template Editor)가 필요한데, 이 골든 템플릿 에디터를 이용하여 특징점들로만 구성된 템플릿을 생성한다.

<39> 그리고, 생성된 골든 템플릿에는 기본적인 특징점 정보(위치, 방향, 타입 등)를 가지고 있으며, 골든 템플릿을 제작하는 과정은 골든 템플릿 제작 대상의 지문 영상을 열고, 지문 영상에서 특징점들을 선택하여 특징점 리스트를 작성하며, 작성한 특징점 정보를 저장한다.

<40> 여기서, 이기종 지문 입력기에 의하여 다양한 형태의 왜곡과 다양한 형태의 해상도로 획득된 지문 영상의 인식 성능을 높이기 위하여, 이기종 지문 입력기 간의 등록 영상 또는 등록 템플릿과, 입력 영상 또는 입력 템플릿 사이에 있어서, 테일러시리즈를 이용한 변환 파라미터를 정의함으로써, 해상도 보정 또는 왜곡 보정의 절차 없이 특징점의 위치만을 보정하여 이기종 지문 입력기 간의 지문 인식기 가능하도록 한다.

<41> 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법의 개념도를 샘플을 통하여 나타낸 도이다. 도면에서 도시한 바와 같이, 등록된 템플릿에 테일러시리즈를 적용시킨 변환 파라미터로 입력된 템플릿으로부터 추출한 특징점의 정보를 산출하고, 이때 테일러 시리즈는 차수에 따라 다양한 형태를 가지는데, 본 발명에 따른 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법에서는 2차 테일러시리즈를 적용하여 설명한다.

<42> 여기서, 이기종 지문 인식 시스템은 소정의 센서를 통하여 등록된 템플릿을 T(Template), 기정해진 센서로부터의 입력은 I(Input)라 하고, 등록된 템플릿(T: Template)의 특징점 좌표는 u, v 라 하며, 입력(I: Input)으로부터 추출한 특징점의 좌표는 x, y라 한다.

<43> 본 발명에 따른 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법은 입력(I: Input)의 특징점이 등록된 템플릿(T: Template)의 동일한 특징점으로 변이하는 변환 파라미터를 구하는 과정을 포함하여 이루어진다.

<44> 이때, 등록된 템플릿(T: Template)에 등록된 특징점 수는 p, 입력(I: Input)으로부터 추출한 특징점 수는 q, 동일 특징점 쌍으로 판단된 특징점 수는 M 이라하고, 이를 수식으로 간략히 표현하면 하기의 수학식 1과 같으며, 본 발명에 따른 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법은 하기의 수학식 2와 같이 변환 함수 f와 g를 구할 수 있다.

수학식 1

<45> $$T=[u,v], \quad I=[x,y]$$

수학식 2

<46> $$u=f(x,y), \quad v=g(x,y)$$

<47> 그리고, 테일러시리즈의 정의를 살펴보면 변환식 h(x, y)에 있어서, 수학식 3과 같은데, 이를 변환 좌표 u, v에

대하여 재정리하면, 변환식 f(x, y)에 있어서 수학식 4 및 변환식 g(x, y)에 있어서, 수학식 5와 같이 표현된다.

수학식 3

$$\eta = h(0,0) + h'_x(0,0)x + h'_y(0,0)y$$
$$\frac{1}{2!}\left[h''_{xx}(0,0)x^2 + h''_{xy}(0,0)xy + h''_{yy}(0,0)y^2\right] +$$
$$\frac{2}{3!}[h'''_{xxx}(0.0)x^3 + h'''_{xxy}(0.0)x^2y + h'''_{xyy}(0.0)xy^2 + h'''_{yyy}(0.0)y^3] + \ldots$$

<48>

수학식 4

$$u = f(0,0) + f'_x(0,0)x + f'_y(0,0)y$$
$$\frac{1}{2!}\left[f''_{xx}(0,0)x^2 + f''_{xy}(0,0)xy + f''_{yy}(0,0)y^2\right] +$$
$$\frac{2}{3!}[f'''_{xxx}(0.0)x^3 + f'''_{xxy}(0.0)x^2y + f'''_{xyy}(0.0)xy^2 + f'''_{yyy}(0.0)y^3] + \ldots$$

<49>

수학식 5

$$v = g(0,0) + g'_x(0,0)x + g'_y(0,0)y$$
$$\frac{1}{2!}\left[g''_{xx}(0,0)x^2 + g''_{xy}(0,0)xy + g''_{yy}(0,0)y^2\right] +$$
$$\frac{2}{3!}[g'''_{xxx}(0.0)x^3 + g'''_{xxy}(0.0)x^2y + g'''_{xyy}(0.0)xy^2 + g'''_{yyy}(0.0)y^3] + \ldots$$

<50>

<51> 상기 수학식 4 및 수학식 5를 간단한 다항식 형태로 표현하면, 수학식 6과 같으며, 이를 행렬식을 이용하여 표현하면 수학식 7과 같다.

수학식 6

$$u = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2$$
$$v = b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4xy + b_5y^2$$

<52>

수학식 7

$$\mathbf{u} = \mathbf{A}_m\mathbf{a}$$
$$\mathbf{v} = \mathbf{A}_\mathbf{m}\mathbf{b}$$

<53>

$$A_m = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & x_1^2 & x_1 y_1 & y_1^2 \\ 1 & x_2 & y_2 & x_2^2 & x_2 y_2 & y_2^2 \\ & & & & & \\ & x_m & y_m & x_m^2 & x_m y_m & y_m^2 \end{bmatrix}$$

$$a = [a_0 \quad a_1 \quad a_2 \quad a_3 \quad a_4 \quad a_5]^T$$
$$b = [b_0 \quad b_1 \quad b_2 \quad b_3 \quad b_4 \quad b_5]^T$$

$$u = [u_1 \quad \Lambda \quad u_m]^T$$
$$v = [v_1 \quad \Lambda \quad v_m]^T$$

<54>

<55> 하기 수학식 8의 결과를 등록 템플릿과 입력 영상으로부터 추출된 템플릿과의 변환 파라미터로 표현하면 수학식 9와 같으며, 이때 W는 u와 v로 표현되는 벡터이고, G는 2 x 2 단위행렬과 테일러시리즈 계수 행렬과의 Kronecker Product 연산의 결과이다.

<56> 따라서, W 및 G는 알려진 파라미터가 되며, 보정을 위하여 산출해야하는 변환 파라미터는 z가 되는데, 변환 파라미터 z를 산출하기 위하여 역행렬을 이용하고, 2차 테일러시리즈를 이용할 경우, 6개의 특징점을 가지면, 역행렬을 이용하여 원하는 변환 파라미터를 구할 수 있다.

수학식 8

<57> $$\mathbf{W} = \mathbf{G}\mathbf{z}$$

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} \mathbf{u} \\ \mathbf{v} \end{bmatrix}$$
$$\mathbf{G} = \mathbf{I}_{2\times 2} \otimes \mathbf{A}_m$$
$$\mathbf{z} = \begin{bmatrix} \mathbf{a} \\ \mathbf{b} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ \mathrm{M} \\ u_m \\ v_1 \\ \mathrm{M} \\ v_m \end{bmatrix} = G_{2m\times 12} \begin{bmatrix} a_0 \\ \mathrm{M} \\ a_5 \\ b_0 \\ \mathrm{M} \\ b_5 \end{bmatrix}$$

<58>

<59> 그리고, 지문 인식 시스템의 측면에서는 Exactly Determined System이 되기 때문에, 식 9와 같이 역행렬을 구하면 되는데, 실제로 동일 특징점 쌍이 6개 이상 존재함으로써 Over Determined System이 되고, 따라서 이 경우, 식 10의 수식을 이용하여 변환 파라미터 z를 산출가능하다.

수학식 9

<60> $$\mathbf{z} = \mathbf{G}^{-1}\mathbf{w}$$

수학식 10

<61> $$\hat{\mathbf{z}} = (\mathbf{G}^{\mathrm{T}}\mathbf{G})^{-1}\mathbf{G}^{\mathrm{T}}\mathbf{w}$$

<62> 도 4는 본 발명의 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법에 따른 RMS 에러를 나타내는 그래프이다. 도면에서 도시한 바와 같이, 상기 수학식 9 및 수학식 10을 이용하여 템플릿을 보정하였을 때, 보정에 따른 RMS(Root Mean Square) 에러를 표현한 것이다.

<63> 여기서, 테일러시리즈의 차수(Order)가 증가할수록 보정에 따른 RMS 에러가 감소하고, 이에 따라 동일 특징점 쌍의 개수가 특정 개수 이상일 때 RMS 에러가 감소함을 알 수 있다.

<64> 도 5는 본 발명의 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법에 따른 평균 변환 파라미터 산출 과정을 개념적으로 나타내는 도이다.

<65> 도면에서 도시한 바와 같이, 한 쌍의 샘플을 대상으로부터 산출한 변환 파라미터를 이용할 때에는 변환에 대한 노이즈을 내포하게 되는데 보정 특징점의 정보가 노이즈에 민감한 문제를 해결하기 위하여 평균 변환 파라미터의 산출을 위하여 이용한다.

<66> 그리고, 이기종 지문 입력 센서에 있어서, 한 쌍의 골든 템플릿으로부터 하나의 변환 파라미터를 산출할 수 있으며, 한 쌍의 샘플로부터 산출한 파라미터를 다수의 샘플에 적용하는 것은 보정 에러를 감수해야 하는 결과를 가져온다.

<67> 따라서, 다수의 골든 템플릿 샘플로부터 변환 파라미터를 산출함으로써, 센서의 전반적 특성을 반영하면서 에러가 적은 변환 파라미터를 구할 수 있으며, 한 쌍의 샘플로부터 하나의 변환 파라미터를 산출가능한데, 각 샘플 쌍에 대하여 이동과 변환의 정도가 다르기 때문에, 각 샘플 쌍에 대하여 변환 파라미터를 구하는 것은 무의미하다.

<68> 그래서, 본 발명의 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법에서는 하나의 샘플 쌍을 기준으로 상대적인 이동 및 회전을 고려하고, 보정에 사용된 모든 샘플 쌍이 동일한 이동 및 회전의 조건을 갖추도록 하며, 각 샘플 쌍에 대하여 변환 파라미터를 산출하고, 노이즈 제거를 위하여 최종적으로 모든 변환 파라미터에 대하여 평균을 계산하여 사용함으로써, 보정 에러를 감소시킨다.

<69> 이하, 본 실시예에 따른 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법의 평균 변환 파라미터를 산출하는 과정을 요약한다.

<70> 각 골든 템플릿 쌍에서 각 동일 특징점 쌍에 대하여 이동(Translation)량 및 회전(Rotation)량을 정확하게 산출하며, 전체 템플릿의 평균 이동량 및 회전량을 구한다.

<71> 그리고, 기준으로 사용될 기준 골든 템플릿 쌍을 제외한 나머지 골든 템플릿 쌍의 이동량 및 회전량을 기준 골든 템플릿에 준하여 상대적인 값으로 산출하고, 기준 골든 템플릿에 대한 상대적인 이동량 및 회전량을 고려하여 골든 템플릿을 생성시킨다.

<72> 더불어, 생성된 골든 템플릿 쌍에 대하여 a, b를 구하며, a, b의 평균치를 a*, b*라 하면, 평균 변환 파라미터는 a*, b*를 이용하여 입력 템플릿을 보정하고, 에러를 계산한다.

표 1

Average (a*,b*)	Sensor A-Sensor B	Sensor A -Sensor C	Sensor B - Sensor C
2nd Order	-12.0246701	47.384573	53.901111
	1.1472892	1.031011	0.890185
	0.0187182	0.021319	0.002206
	-0.0000721	-0.000129	0.000017
	-0.0001782	-0.000154	-0.000143
	-0.0001273	-0.000076	0.000083
	22.594588	-34.687426	-65.547075
	0.0604062	-0.103195	-0.068563
	1.0464116	0.822864	0.847153
	-0.0004622	0.000406	0.000227
	0.0001697	0.000366	0.000241
	0.0001358	0.000211	-0.000009

<73>

<74> 여기서, 표 1은 테일러시리즈를 이용하여 산출한 평균 변환 파라미터인 a*, b*의 예를 나타낸다.

<75> 도 6은 본 발명의 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법의 보정에 따른 RMS 에러를 나타내는 그래프이다.

<76> 도면에서 도시한 바와 같이, 테일러시리즈를 이용한 변환 파라미터를 이용하지 않았을 경우, 한 쌍의 샘플에 대하여 변환 파라미터 a, b를 이용하였을 경우, 테일러시리즈의 평균 변환 파라미터인 a*, b*를 이용하였을 경우에 따라 보정에 따른 RMS(Root Mean Square) 에러의 추이를 나타낸다.

<77> 여기서, 본 발명에 따른 테일러 시리즈의 평균 변환 파라미터를 이용함으로써, 보정에 따른 RMS(Root Mean Square) 에러가 감소한다.

<78> 다시 말하면, 본 발명은 국제 지문특징점 표준 데이터 포맷(SC37)이 제안하는 특징점 레벨을 갖는 표준 호환 포맷 템플릿으로부터 특징점 정보를 도출하고, 이를 테일러 시리즈를 이용한 변환 파라미터를 이용하여 보정한 후, 지문 인식을 수행한다.

<79> 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있다.

<80>

발명의 효과

<81> 이상에서 설명한 바와 같이 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명은 국제 지문특징점 표준 데이터 포맷(SC37)이 제안하는 특징점 레벨을 가지는 SIF 템플릿(Standard Interchange Format Template)의 필드(Field)를 파싱(Parsing)하여 해상도(Resolution), 영상 크기(Image Size), 특징점(Minutiae) 정보 필드를 도출하고, 이에 따라 템플릿(Template)을 구성하는 특징점의 위치를 보정하여 표준화시킴으로써, 지문 매칭의 인식률을 상승시키고, 이기종 지문 인식의 다수개의 센서로부터 입력된 동일한 지문의 다수개의 샘플로 생성된 골든 템플릿(Golden Template)에 테일러시리즈를 이용한 변환 파라미터를 적용함으로써, 해상도 및 왜곡 특성의 보정 없이 특징점 위치의 보정만으로 특징점 호환을 이용한 이기종 입력기간 매칭의 인식 성능과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 등의 효과를 거둘 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따른 테일러시리즈를 이용한 변환 파라미터로 입력 SIF 템플릿(Standard Interchange Format Template)을 보정하여 등록된 SIF 템플릿과 매칭을 통하여 유사도를 산출하는 시스템의 구성도.

<2> 도 2는 본 발명에 따른 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법의 흐름도.

<3> 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법의 개념도를 샘플을 통하여 나타낸 도.

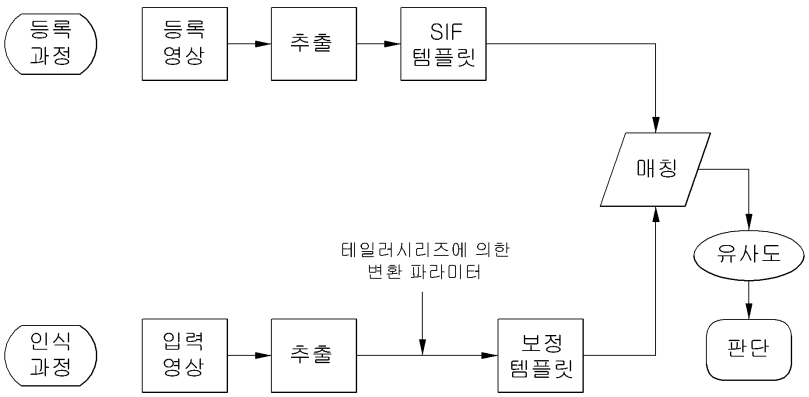
<4> 도 4는 본 발명의 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법에 따른 RMS 에러를 나타내는 그래프.

<5> 도 5는 본 발명의 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법에 따른 평균 변환 파라미터 산출 과정을 개념적으로 나타내는 도.

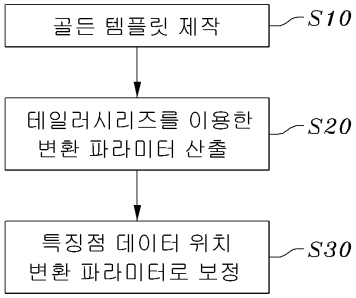
<6> 도 6은 본 발명의 이기종 지문 입력기간 인식의 호환을 위한 테일러시리즈를 이용한 특징점 변환 방법의 보정에 따른 RMS 에러를 나타내는 그래프.

도면

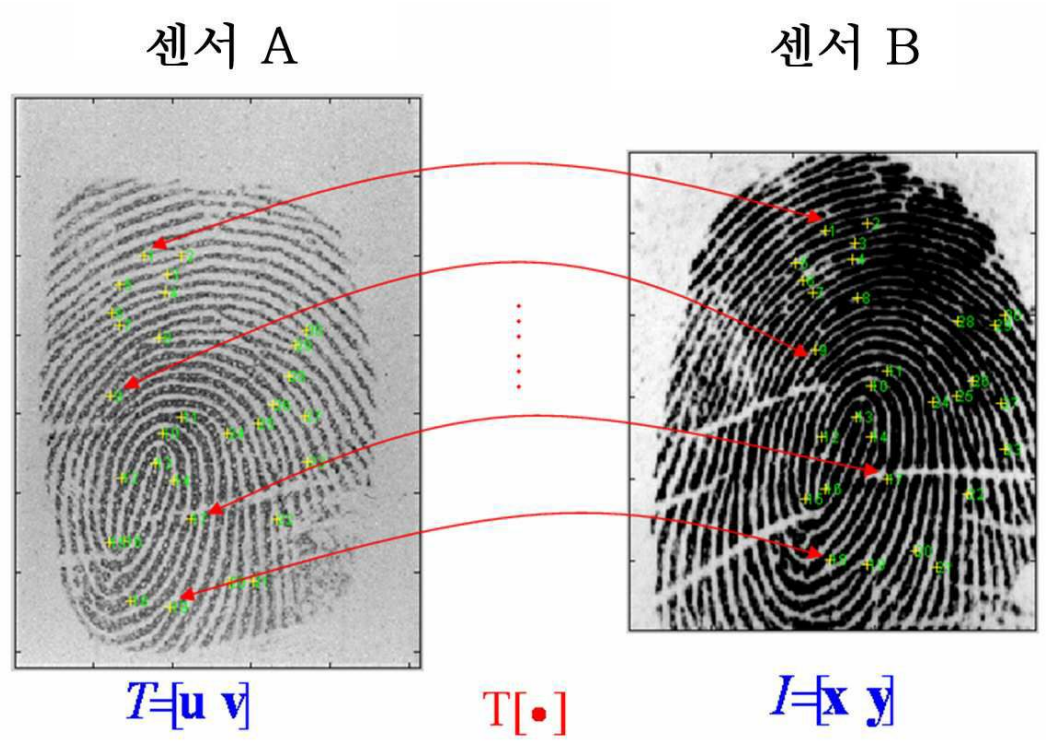
도면1



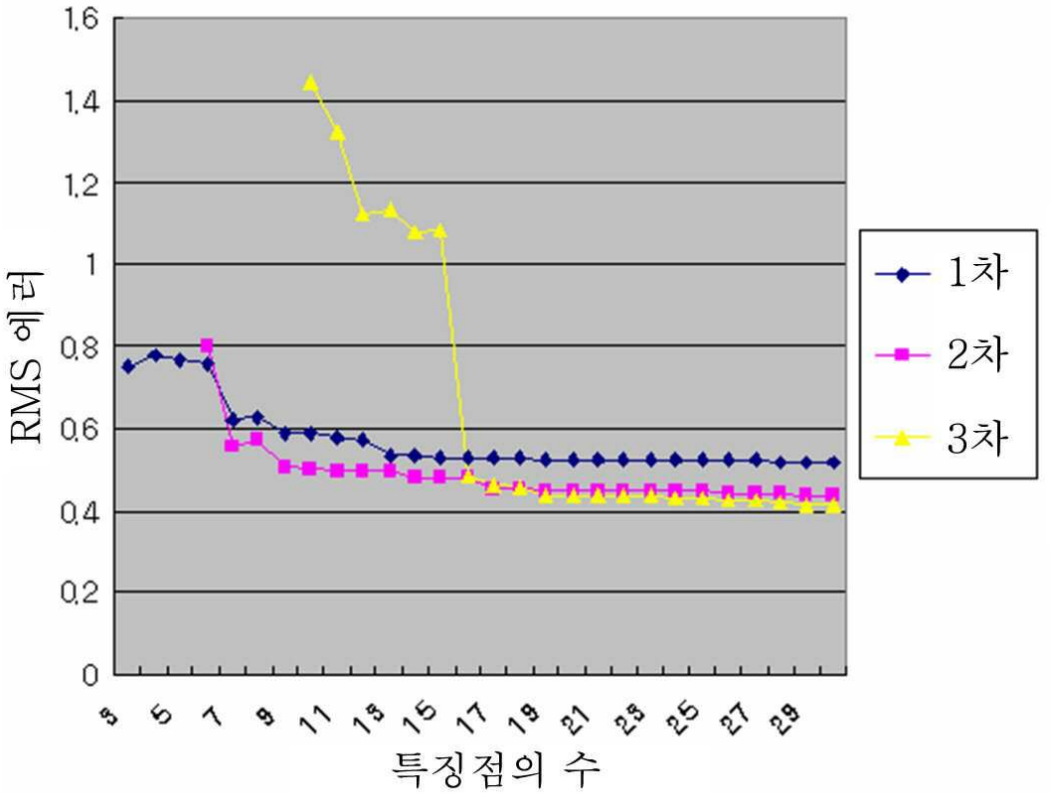
도면2



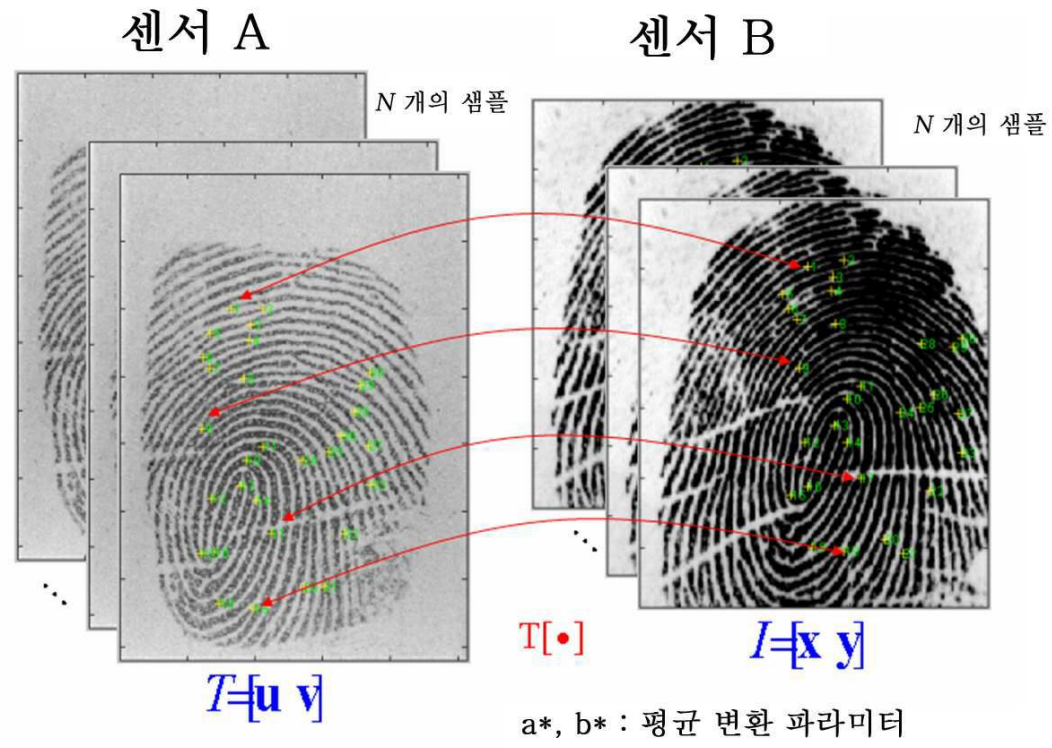
도면3


센서 A
센서 B
T=[u v]
T[•]
I=[x y]

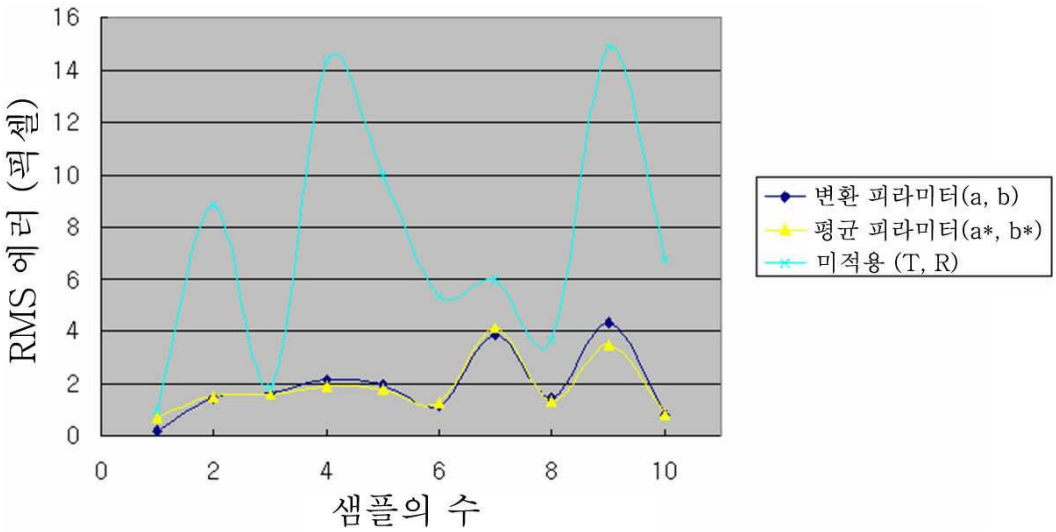
도면4


1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
RMS 에러
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
특징점의 수
1차
2차
3차

도면5


센서 A
센서 B
N 개의 샘플
N 개의 샘플
T[•]
T=[u v]
I=[x y]
a*, b* : 평균 변환 파라미터

도면6


RMS 에러 (픽셀)
16
14
12
10
8
6
4
2
0
0
2
4
6
8
10
샘플의 수
변환 피라미터(a, b)
평균 피라미터(a*, b*)
미적용 (T, R)