



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G06K 9/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년04월02일 10-0701601 2007년03월23일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0028140 2006년03월28일 2006년03월28일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자 인하대학교 산학협력단
 인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자 김학일
 인천 부평구 청천2동 대우아파트 109동 202호

 한영찬
 인천 남구 주안1동 현대아파트 3동 1107호

(74) 대리인 이원희

(56) 선행기술조사문헌 JP02176984 A KR1020060002522 A * 심사관에 의하여 인용된 문헌	KR1020020015227 A KR1020060027613 A
---	--

심사관 : 전창익

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법

(57) 요약

본 발명은 FAFP(Flat Artificial Finger Pattern)를 이용한 지문입력센서의 해상도 측정을 바탕으로 지문입력센서 자체의 왜곡을 보정할 수 있도록 한 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법을 제공한다.

본 발명은 측정 패턴을 제작하는 제1과정; 상기 제작된 측정 패턴을 이용하여 지문입력센서로부터 취득한 영상에 대하여 기 정해진 위치와 방향에 대하여 영상 해상도를 측정하는 제2과정; 상기 측정된 해상도에 따라 상기 지문입력센서의 왜곡 보정을 위한 제어라인을 설계하는 제3과정; 상기 취득된 영상의 수평 평균 해상도와 수직 평균 해상도를 구하는 제4과정; 상기 측정된 해상도를 상기 수평 평균 해상도와 수직 평균 해상도에 대한 상대적인 비로 상기 제어라인을 모델링하여 왜곡을 보정하는 제5과정;을 포함하며, 이와 같은 본 발명은 지문 인식 시스템에서 지문입력센서의 타입과 센싱 방식, 공정 오차에 따른 왜곡이 존재함에 따라 FAFP를 이용하여 지문입력센서의 상하좌우 중앙의 해상도를 측정하고 각각의 해상도 정보에 기반한 제어라인을 정의하여 제어라인의 변형을 모델링함으로써 지문입력센서 자체 왜곡을 보정할 수 있게 된다.

대표도

도 5

특허청구의 범위

청구항 1.

지문입력센서의 해상도를 측정하기 위한 측정 패턴을 제작하는 제1과정;

상기 제작된 측정 패턴을 이용하여 지문입력센서로부터 취득한 영상에 대하여 기 정해진 위치와 방향에 대하여 영상 해상도를 측정하는 제2과정;

상기 측정된 해상도에 따라 상기 지문입력센서의 왜곡 보정을 위한 제어라인을 설계하는 제3과정;

상기 취득된 영상의 수평 평균 해상도와 수직 평균 해상도를 구하는 제4과정;

상기 측정된 해상도를 상기 수평 평균 해상도와 수직 평균 해상도에 대한 상대적인 비로 상기 제어라인을 모델링하는 제5과정; 및

상기 모델링 결과를 바탕으로 상기 취득된 영상의 왜곡을 보정하는 제6과정;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 측정 패턴은

FAFP(Flat Artificial Finger Pattern)인 것을 특징으로 하는 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 FAFP는

패턴 전체의 가로 폭은 1.5cm이고, 패턴 하나의 폭은 0.5mm인 것을 특징으로 하는 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 제2과정의 영상 해상도 측정은

수평-상, 수평-중, 수평-하, 수직-좌, 수직-중, 수직-우에 대하여 행하는 것을 특징으로 하는 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 제어라인은

그 초기치를 6개로 정의하며, 상기 초기치를 영상의 가로폭(Width)과 세로 높이(Height)의 1/4지점과 1/2지점에 각각 잡는 것을 특징으로 하는 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 수평 및 수직 평균 해상도를 초기 제어라인의 위치와 길이를 갖도록 하고, 평균 해상도에 미치지 못하는 해상도에 대해서는 제어라인의 길이를 평균 해상도에 달하도록 길게 보정하고, 평균 해상도를 넘는 해상도에 대해서는 제어라인의 길이를 평균 해상도가 되도록 짧게 모델링하는 것을 특징으로 하는 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

하나의 제어라인에 대한 웨이트는 $w = \left(\frac{l^c}{(a+d)} \right)^b$ 이며, a : 제어라인이 의미를 가지기 위한 값(나눗셈 연산에서 분모가 0으로 되어 0으로 나누어지는 경우를 방지하기 위한 아주 작은 값), b : 제어라인 근처의 픽셀에 대한 웨이트, c : 제어라인 길이

$$d = \begin{cases} |v| & 0 < u < 1 \\ \|\mathbf{p} - \mathbf{r}\| & u < 0 \\ \|\mathbf{p} - \mathbf{s}\| & u > 1 \end{cases}$$

에 대한 웨이트, d : 제어라인과 변환 픽셀과의 거리일 때, 거리 d는 이고, i : 제어라인의 인덱스, w : 웨이트, p : 보정 대상 픽셀, p' : 보정된 픽셀, T_i(p) : i번째 제어라인에 의한 보정 결과, T(p) : 모든 제어라인의 웨이트를 고려한 보정 결과일 때,

$$\mathbf{p}' = T(\mathbf{p}) = \mathbf{p} + \frac{\sum_{i=1}^n w_i \Delta \mathbf{p}_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad \Delta \mathbf{p}_i = T_i(\mathbf{p}) - \mathbf{p}$$

상기 보정은 에 의해 행해지는 것을 특징으로 하는 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법.

청구항 8.

제 1 항에 있어서, 상기 제6과정에서의 왜곡의 보정은

상기 수평 평균 해상도와 수직 평균 해상도에 대한 상대적인 왜곡의 보정인 것을 특징으로 하는 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이기종 지문 인식 시스템에 관한 것으로, 특히 FAFP(Flat Artificial Finger Pattern)를 이용한 지문입력센서의 해상도 측정을 바탕으로 지문입력센서 자체의 왜곡을 보정할 수 있도록 하는 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법에 관한 것이다.

일반적으로 지문은 땀샘이 융기되어 일정한 흐름을 형성한 것으로, 그 모양이 개인마다 서로 다르게 형성되어 있다.

이에, 최근 정보기기 및 정보서비스 이용을 위한 사용자 인증 방법으로 지문인식이 널리 보급되고 있다.

도 1은 일반적인 지문 인식 시스템의 블록 구성도를 도시한 것으로, 지문입력센서(10)를 통해 입력받은 지문의 특징점을 특징점 추출모듈(20)에서 찾아내 매칭모듈(30)에서 데이터베이스에 기 등록되어 있는 지문과 비교함으로써 사용자를 인증하도록 되어 있다.

한편, 현재의 지문입력센서는 하드웨어 특성상 제조사별로 각기 다른 지문 이미지(예를 들면, 해상도, 이미지 크기, 컬러심도, 왜곡률 등)를 생성하기 때문에 지문인식시에 지문입력센서에서 센싱된 지문 이미지의 특성에 맞게 제조사별로 특징점 추출 및 지문매칭시의 기능이 달라진다.

그러나 지문인식기술을 이용한 응용장치 또는 서비스(인터넷 또는 통신이용)를 제공하는 개발 업체에서는 제품화된 지문 인식장치가 통일되지 않아 개발에 어려움을 겪고 있다.

이에, 이기종간 지문인식을 기술들이 개발되고 있으며, 이기종간 지문인식을 위해서는 각기 다른 지문입력센서에서 획득된 지문영상의 다양한 해상도 및 왜곡 차이에 강인한 특징벡터가 필수적이다.

그 중에 널리 알려진 RC(Ridge Count) 방법은 특징점 사이에 존재하는 융선의 개수를 특징 정보로 사용하는 것이다. 이는 주로 대용량 지문 데이터베이스를 대상으로 지문감식을 하기위해 AFIS(Automatic Fingerprint Identification System)에서 사용하고 있는 방법이다. AFIS의 입력 영상은 주로 잉크를 사용하여 종이에 회전 날인한 지문을 평판 스캐너를 이용하여 고해상도로 스캔한 영상이다.

NEC는 하나의 특징점이 선택되면 그 특징점의 방향을 기준으로 하는 가상의 4분면을 정의하여 각 사분면의 특징점들 중 선택된 중심의 특징점과 가장 가까운 특징점을 하나씩 선택한 구조체를 정의함으로써 매칭의 국부구조체로 사용하였다.

이 알고리즘의 장점은 잔류지문에도 매칭을 시도할 수 있는 장점이 있는 반면 특징점의 방향에 예민한 이 구조체는 많은 특징점으로 구성될수록 재현성이 낮다는 것이다.

기준이 되는 특징점의 방향정보를 이용하여 좌표계를 변환한 다음, 기준 특징점으로부터 각 사분면에 이웃한 특징점이 존재하는지 검사하고, 4개의 특징점이 모두 존재할 경우 기준 특징점과 이웃 특징점 사이의 융선 개수를 하나의 그룹으로 생성하게 된다.

IBM은 두 특징점 사이를 화소 5개 또는 3개로 이루어진 가상의 직선을 사용하여 연결하고 화소 5개 또는 3개를 하나의 세그먼트로 하여 각 세그먼트가 융선인지 골인지를 검사하여 융선 개수 정보를 추출한다.

융선의 흐름이 급격히 변하는 경우 RC의 신뢰도가 떨어질 수 있으므로 일정한 방향으로 평행한 경우에만 융선 개수 정보를 추출하도록 함으로써 추출의 신뢰도를 높일 수 있는 방법이라 하겠다.

두 특징점을 연결하는 직선의 각각의 세그먼트가 융선인지 검사하여 융선 개수 정보를 추출하며, 진행과정 중 단 하나의 융선이라도 평행하지 않으면 해당 특징점 쌍 사이의 융선 개수 정보는 무시하게 된다.

Kovacs-Vajna는 추출한 특징점들 영상의 가운데 위치하는 특징점으로부터 그레이 레벨(Gray Level)을 프로파일링(Profiling)함으로써 융선의 개수를 측정하여 매칭에 이용했으며, Germain는 세 개의 특징점 쌍을 트리플렛(Triplet)으로 정의하여 이루는 삼각형에 대하여 형성되는 융선의 개수를, Ratha는 한 개의 특징점 주위에 일정한 거리 안에 존재하는 또 다른 이웃 특징점들과 스타(Star)형의 구조체를 정의하여 특징점 사이에 존재하는 융선의 개수를 매칭에 사용하기도 하였다.

Lee는 특징점기반의 알고리즘으로부터 동일 클릭이라고 인증되는 클릭을 찾은 다음 볼록 다각형의 형태가 되도록 다각형(Polygon)을 확장 시켜나간다. 이와 같이 동일 특징점이라고 판단하는 특징점에 대하여 다각형을 확장해 나가서 각 특징점간 연결되는 세그먼트 상에 존재하는 융선의 개수를 카운트 함으로써 특징을 추출한다.

이 알고리즘의 단점은 특징점 기반에서 동일 클릭을 찾기 때문에 해상도 및 센서 종횡비(Aspect Ratio)가 다른 지문 영상에서는 오류를 내포하고 있으며, 확장 기준 클릭에서 멀어질수록 특징점 간의 거리차가 증가하는게 단점으로 작용하고 있다.

이와 같이 이기종 입력기간 지문 인식을 위해서 센서의 특성은 고려하지 않고 단지 회전, 천이, 확대 및 축소에 강건한 특징을 추출하여 이기종간 지문인식을 하려는 시도가 있어 왔다.

또한, SC37에서는 다양한 생체인식 기술과 시스템간의 호환성을 실현하기 위해 생체인식 데이터 포맷의 표준화를 진행하고 있으며, ILO(국제노동기구)에서는 호환 포맷의 표준을 따르는 시스템을 구성하여 테스트를 이미 실시한 바 있다. NIST에서는 MINEX04(Minutiae Interoperability Exchange Test 2004)라는 Competition을 마련하여 다른 지문인식 시스템 사이에서 지문에 대한 정보로 Minutiae Data를 이용한 실행 가능성을 결정하기 위한 목적아래 15개의 기관이 등록되어 호환성 테스트를 받고 있다.

데이터 포맷의 표준화에도 불구하고 이기종 입력기들은 다양한 DPI(Dot per Inch)해상도와 영상 크기를 가지기 때문에 보정없는 특징점 레벨에서의 매칭은 센서 간 왜곡 특성이 다르기 때문에 현저한 인식률 저하를 가져온다. 이를 해결하기 위해 매칭과정을 수행하기 전에 반드시 센서 왜곡 보정의 과정이 필요한 것으로 인식되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 점을 감안한 것으로, 본 발명의 목적은 FAFP(Flat Artificial Finger Pattern)를 이용하여 지문입력센서의 해상도를 측정하고 측정된 해상도 정보에 기반한 제어라인의 변형을 모델링함으로써 지문입력센서 자체의 왜곡을 보정할 수 있도록 한 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법을 제공함에 있다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 이기종 지문 인식 시스템의 센서 왜곡 보정 방법은, 지문입력센서의 해상도를 측정하기 위한 측정 패턴을 제작하는 제1과정; 상기 제작된 측정 패턴을 이용하여 지문입력센서로부터 취득한 영상에 대하여 기 정해진 위치와 방향에 대하여 영상 해상도를 측정하는 제2과정; 상기 측정된 해상도에 따라 상기 지문입력센서의 왜곡 보정을 위한 제어라인을 설계하는 제3과정; 상기 취득된 영상의 수평 평균 해상도와 수직 평균 해상도를 구하는 제4과정; 상기 측정된 해상도를 상기 수평 평균 해상도와 수직 평균 해상도에 대한 상대적인 비로 상기 제어라인을 모델링하는 제5과정; 및 상기 모델링 결과를 바탕으로 상기 취득된 영상의 왜곡을 보정하는 제6과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 측정 패턴은 FAFP이며, 패턴 전체의 가로 폭은 1.5cm이고, 패턴 하나의 폭은 0.5mm이다.

또한, 상기 제2과정의 영상 해상도 측정은 수평-상, 수평-중, 수평-하, 수직-좌, 수직-중, 수직-우에 대하여 행하며, 상기 제어라인은 그 초기치를 6개로 정의하며, 상기 초기치를 영상의 가로폭(Width)과 세로 높이(Height)의 1/4지점과 1/2지점에 각각 잡으며, 상기 수평 및 수직 평균 해상도를 초기 제어라인의 위치와 길이를 갖도록 하고, 평균 해상도에 미치지 못하는 해상도에 대해서는 제어라인의 길이를 평균 해상도에 달하도록 길게 보정하고, 평균 해상도를 넘는 해상도에 대해서는 제어라인의 길이를 평균 해상도가 되도록 짧게 모델링한다.

또한, 하나의 제어라인에 대한 웨이트는 $w = \left(\frac{l^c}{(a+d)} \right)^b$ 이며, a : 제어라인이 의미를 가지기 위한 값, b : 제어라인 근처의 픽

셀에 대한 웨이트, c : 제어라인 길이에 대한 웨이트, d: 제어라인과 변환 픽셀과의 거리일 때, 거리 d는 $d = \begin{cases} |u| & 0 < u < 1 \\ \|\mathbf{p} - \mathbf{r}\| & u < 0 \\ \|\mathbf{p} - \mathbf{s}\| & u > 1 \end{cases}$ 이고, i : 제어라인의 인덱스, w: 웨이트, p : 보정 대상 픽셀, p' : 보정된 픽셀, $T_i(\mathbf{p})$: i번째 제어라인에 의한 보정 결과, T(p)

$$\mathbf{p}' = T(\mathbf{p}) = \mathbf{p} + \frac{\sum_{i=1}^n w_i \Delta \mathbf{p}_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad \Delta \mathbf{p}_i = T_i(\mathbf{p}) - \mathbf{p}$$

: 모든 제어라인의 웨이트를 고려한 보정 결과일 때, 상기 보정은 에 의해 행해진다.

그리고 상기 제6과정에서의 왜곡의 보정은 상기 수평 평균 해상도와 수직 평균 해상도에 대한 상대적인 왜곡의 보정이다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 단, 하기 실시 예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 내용이 하기 실시 예에 한정되는 것은 아니다.

본 발명은 지문입력센서로부터 취득되는 영상은 지문입력센서의 타입(Type)과 센싱 방식, 공정 오차에 따른 왜곡(Distortion)이 존재하게 되므로, FAFP(Flat Artificial Finger Pattern)을 이용하여 지문입력센서의 상하좌우 중앙의 해상도를 측정하여 각각의 해상도 정보에 기반한 제어라인을 정의하고, 제어라인의 변형을 모델링함으로써 지문입력센서 자체 왜곡을 보정하게 된다.

도 2a는 지문입력센서의 왜곡을 보정하기 위한 지문입력센서의 해상도를 측정하기 위하여 사용한 FAFP의 사양을 나타낸 것으로, 본 발명은 PCB기판 형태의 틀을 이용하여 FAFP을 만들어 지문입력센서로부터 획득한 영상의 해상도를 구한 실험치를 이용한다.

상기 FAFP는 패턴 전체 가로 폭은 1.5cm이고, 패턴의 하나의 폭은 0.5mm로, PCB 기판에 FAFP 형성을 위해 패턴 전체 가로 폭 1.5cm, 패턴 하나의 폭 0.5mm의 형태로 패턴을 형성한 후, 이에 젤라틴 등을 부어 굳힌 후, PCB 기판으로부터 젤라틴을 떼어내면 젤라틴에 도 2a와 같은 원하는 형태의 FAFP가 형성되며, 이를 본 발명에 이용하게 된다.

도 2b는 도 2a의 패턴 이미지를 나타낸 것이고, 도 2c는 지문입력센서를 통해 획득된 이미지를 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명에 따른 지문입력센서의 해상도 측정 방향 및 위치를 나타낸 도로, 지문입력센서로부터 획득한 패턴 영상으로부터 수평-상(1), 수평-중(2), 수평-하(3), 수직-좌(4), 수직-중(5), 수직-우(6)의 방향과 위치에 대하여 영상 해상도를 측정한다.

지문입력센서의 왜곡 보정을 위한 제어라인(Control Line) 역시 6개를 정의하고, 초기 제어라인을 각각 영상의 가로 폭(Width)과 세로 높이(Height)의 1/4지점과 1/2지점에 잡는다(도 4a).

그리고 영상의 수평 및 수직 평균 해상도를 구하고, 각각의 평균 해상도를 초기 제어라인의 위치와 길이를 갖도록 모델링하며, 평균 해상도에 미치지 못하는 해상도에 대해서는 제어라인의 길이를 평균 해상도에 미치도록 길게 보정하고, 평균 해상도를 넘는 해상도에 대해서는 제어라인의 길이를 평균 해상도가 되도록 짧게 보정하여 도 4b와 같은 형태의 보정이 이루어지도록 모델링한다.

이에 대한 모델링의 순서 및 모델링 순서에 대응되는 영상을 도 5에 나타내었으며, 보정 후 최종적으로 대상 지문입력센서의 대표 해상도(수평 및 수직 평균 해상도)를 이용하여 해상도 변환을 수행하게 되는 것이다.

이때, 하나의 제어라인에 대하여 웨이트 $w = \left(\frac{l^c}{(a+d)} \right)^b$ 가 주어지며, a : 제어라인이 의미를 가지기 위한 값(의미를 가지기 위한 값이란 웨이트는 나눗셈 연산이 들어가는데 컴퓨터 연산에서 분모가 0으로 되어 0으로 나누어지는 경우를 방지하기 위해 아주 작은 값을 의미함.), b : 제어라인 근처의 픽셀에 대한 웨이트, c : 제어라인 길이에 대한 웨이트, d: 제어라인과 변

환 픽셀과의 거리일 때, 거리 d는
$$d = \begin{cases} |v| & 0 < u < 1 \\ \|\mathbf{p} - \mathbf{r}\| & u < 0 \\ \|\mathbf{p} - \mathbf{s}\| & u > 1 \end{cases}$$
와 같이 정의 된다.

따라서, 변환의 대상이 되는 임의의 한 픽셀은 제어라인에 가깝거나, 제어라인의 길이가 길수록 그 픽셀은 해당 제어라인의 영향을 많이 받도록 모델링 된다. 최종적인 보정을 위한 식은 다음과 같이 정의된다.

$$\mathbf{p}' = T(\mathbf{p}) = \mathbf{p} + \frac{\sum_{i=1}^n w_i \Delta \mathbf{p}_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad \Delta \mathbf{p}_i = T_i(\mathbf{p}) - \mathbf{p}$$

 , 여기서, i : 제어라인의 인덱스, w : 웨이트, p : 보정 대상 픽셀, p' : 보정된 픽셀, $T_i(\mathbf{p})$: i 번째 제어라인에 의한 보정 결과, T(p) : 모든 제어라인의 웨이트를 고려한 보정 결과이다.

상기와 같은 본 발명은 도시하지는 않았지만 지문인식을 위한 시스템에서 지문입력센서 통해 상기 도 2와 같은 FAFP를 이용한 영상을 취득하면 왜곡보정모듈에서 취득된 영상의 상하좌우 중앙의 해상도를 측정하고, 각각의 해상도 정보에 기반한 상기의 제어라인을 정의하며, 제어라인의 변형을 모델링함으로써 지문입력센서 자체 왜곡을 보정하게 되며, 이에 따라 지문인식 시스템의 인식성능을 증대시킬 수 있게 된다.

상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있다.

발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 이기종 지문 인식 시스템에서 지문입력센서의 타입과 센싱 방식, 공정 오차에 따른 왜곡이 존재함에 따라 FAFP를 이용하여 지문입력센서의 상하좌우 중앙의 해상도를 측정하고 각각의 해상도 정보에 기반한 제어라인을 정의하여 제어라인의 변형을 모델링함으로써 지문입력센서 자체 왜곡을 보정할 수 있게 됨에 따라 지문 인식 시스템의 인식 성능을 증대시킬 수 있게 되며, 또한 이기종 지문 입력기간의 매칭에 있어서 인식성능과 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 지문 인식 시스템의 블록 구성도.

도 2a는 본 발명에 따른 FAFP의 사양을 나타낸 도.

도 2b 및 도 2c는 도 2a에 따른 패턴 이미지 및 지문입력센서를 통해 획득된 이미지를 나타낸 도.

도 3은 본 발명에 따른 지문입력센서의 해상도 측정 방향 및 위치를 나타낸 도.

도 4a는 본 발명에 따른 왜곡 보정을 위한 제어라인을 나타낸 도.

도 4b는 본 발명에 따른 제어라인을 이용한 왜곡 모델과 보정 모델의 예.

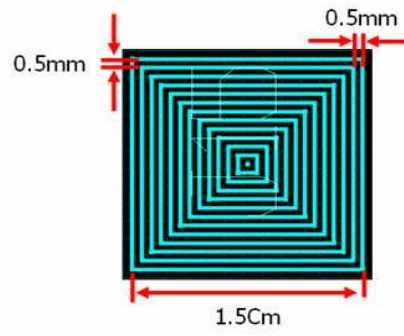
도 5는 본 발명에 따른 제어라인을 이용한 지문입력센서의 왜곡 보정 과정을 나타낸 순서도.

도면

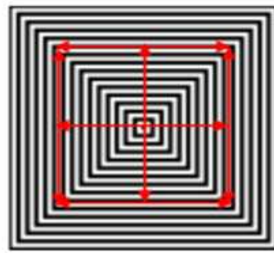
도면1



도면2a

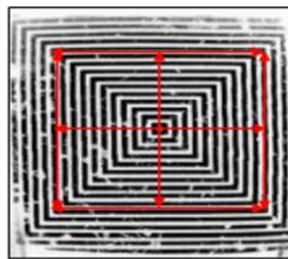


도면2b



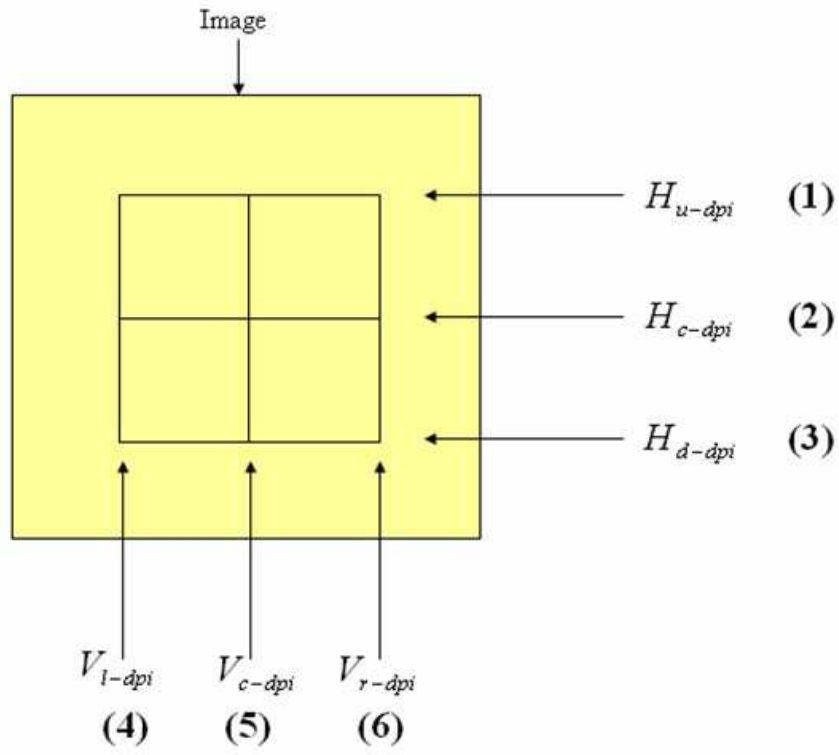
Pattern Image

도면2c

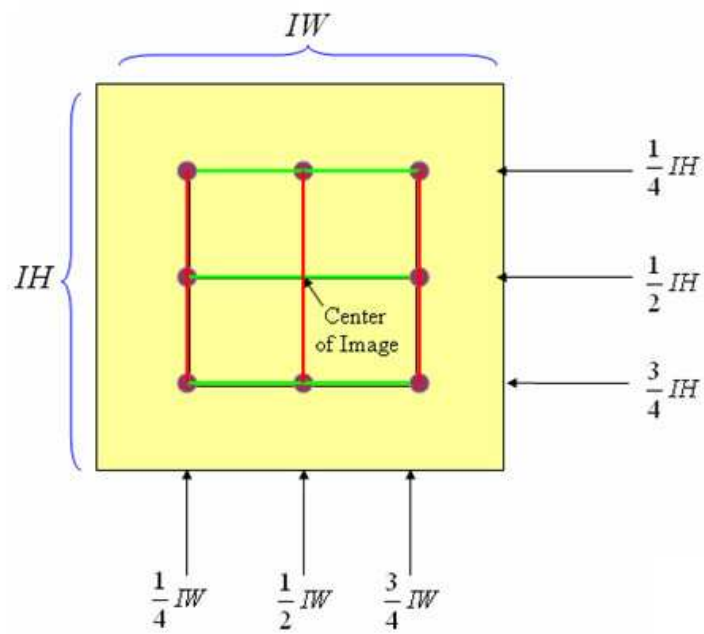


Sensor Image(0.5mm)

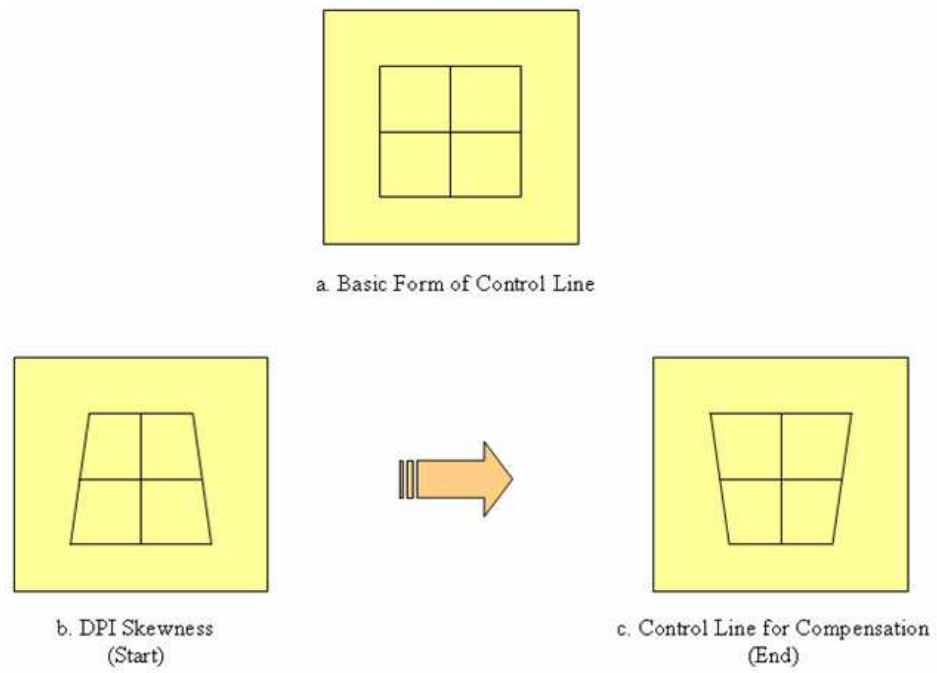
도면3



도면4a



도면4b



도면5

