



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0002995  
(43) 공개일자 2015년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06T 3/00 (2006.01) H04N 1/387 (2006.01)  
H04N 5/262 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0075311  
(22) 출원일자 2013년06월28일  
심사청구일자 2013년06월28일

(71) 출원인  
(주) 세인  
경기도 안양시 동안구 흥안대로439번길 20-2 (관양동)  
(72) 발명자  
진석식  
서울 송파구 백제고분로46길 4-17, (송파동)  
서정구  
경기 수원시 장안구 만석로68번길 10, 584동 1201호 (정자동, 백설마을현대코오롱아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인지명

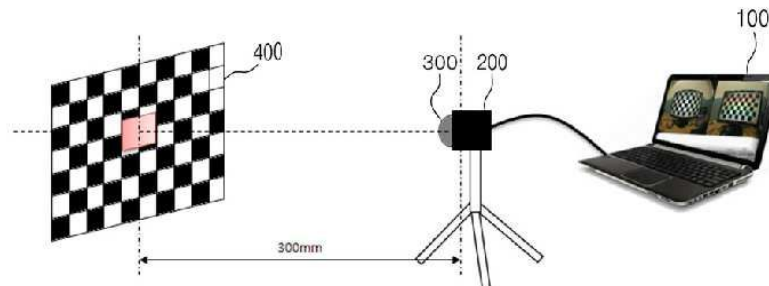
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 FOV 왜곡 보정 모델에 2D 패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법

(57) 요약

본 발명은 OV왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 OV왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법은 FOV 왜곡 모델에 격자무늬 2D 평면을 적용하여 초 광 시야 각을 갖는 렌즈의 왜곡중심 보정을 통해 촬영된 영상에 포함된 왜곡을 정밀하게 보정 할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 수직, 수평에 대한 왜곡을 완벽하게 보정 할 수 있고, 이렇게 왜곡이 완벽하게 제거된 영상으로 영상 처리를 하거나, 인식 혹은 사용자 모니터링으로 사용할 수 있도록 하며, 특히 어라운드 뷰에서 발생한 미세한 왜곡으로 인하여 다채널 영상의 합성에서 발생하는 합성 오차를 최소화하도록 할 수 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

**박대혁**

서울 동작구 신대방1가길 38, 103동 706호 (신대방동, 동작상떼빌)

**김영민**

서울 동작구 동작대로35길 19 (사당동)

**김용광**

경기 용인시 수지구 심곡로 16, 505동 1008호 (상현동, 금호베스트빌5차아파트)

**김지형**

경기 안산시 단원구 원초로 9, 807동 1806호 (원곡동, 대우푸르지오8차아파트)

**이원규**

경기도 수원시 영통구 삼성로 308, 101동 1104호 (원천동, 신미주아파트)

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

FOV(Field of View)왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법에 있어서,  
 광각 렌즈가 장착된 카메라 장치를 통해 직선의 교차점을 갖는 상기 2D패턴을 촬영하는 단계;  
 상기 2D 패턴이 촬영된 FOV 모델에서 각각의 코너 점인 수직 A개, 수평 B개인 교차점을 검출하는 단계(A>B);  
 최 외각 점을 중심으로 수직으로 C개의 직선과 수평으로 D개의 직선을 생성하는 단계(C>D); 및  
 생성된 각 직선 내에 중앙에 비치되는 교차점의 유무를 검색하고 검색결과에 따라 왜곡 보정을 최대화하는 단계를 포함하고,  
 상기 최대화하는 단계는,  
 생성된 각 직선의 행과 열 방향으로 각각 더하여 행과 열의 각 중심에 대해서 최소한의 거리를 갖는 직선 방정식을 구하여 왜곡 보정을 최대화하는 단계인 것  
 인 FOV왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 FOV왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 광각 렌즈에 FOV모델에 2D 패턴을 적용하여 왜곡중심을 보정 함으로써 촬영된 영상의 왜곡을 보정 하는 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 들어 차량에는 사고 발생시 정보 기록 및 안전 운행 보조 역할을 하는 블랙박스 시스템, 어라운드 뷰 모니터링 시스템 등이 장착되는 추세며, 이러한 시스템들은 광시야각 렌즈가 장착된 카메라를 사용하여 적은 해상도에 많은 형상을 담을 수 있고, 각도가 190도 이상의 영상을 VGA, HD, Full HD 급으로 기록할 수 있으며, 기록된 영상의 왜곡을 보정하여 사용자가 모니터링할 수 있도록 한다.

[0003] 즉, 최근에는 고급기종의 차량에 AVM 시스템 등이 옵션으로 장착되는 추세고, 일반적으로 차량에는 전방, 후방, 좌측, 우측에 초-광 시야 각 렌즈를 내장한 카메라 장치가 장착되어 있으며, 이러한 카메라 장치는 차량 주변의 최대 수평, 수직 영상 등을 촬영할 수 있고, AVM 시스템은 차량에 장착된 3개 이상의 카메라 장치로부터 차량 주변의 영상 정보를 취득할 수 있으며, 취득된 영상에는 카메라 장치에 내장된 초-광 시야 각 렌즈로 인해 왜곡이 포함되어 있으므로, 운전자가 차량 내에서 차량 주변을 모니터링할 수 있도록 취득된 영상의 왜곡을 보정하여 운전자에게 제공할 수 있다.

[0004] 한편, 차량용 카메라로 많이 사용되는 광각 카메라 렌즈는 카메라 장치의 영상 촬영시 촬영된 영상에 렌즈 중심을 기준으로 가까운 곳을 지나는 광선 보다 멀리 지나는 광선이 더 많이 휘는 현상에 의해 발생하는 방사 왜곡(술통 왜곡)과, 카메라 제조 과정에서 렌즈와 영상 평면이 평행을 이루지 못해 발생하는 접선왜곡을 야기시킨다.

[0005] 이러한 초 광 시야 각 렌즈가 내장된 카메라 장치는 영상 촬영시 발생하는 왜곡을 보정 하기 위해 FOV(Field of View) 모델을 사용할 수 있으나, 이러한 FOV 모델을 사용할 경우 왜곡 중심 설정에 오류가 발생할 수 있다는 문제점이 있다.

[0006] FOV(Field of View)는 시야로서 카메라 렌즈를 부착하여 보이는 영상을 촬영하였을 경우 그 촬영한 영상의 영역(사이즈)을 나타내는 것이다.

[0007] 또한, 운전자에게 큰 시야 각을 확보해줄 수 있는 어안렌즈(fisheye lens)는 차량의 안전 주행을 위한 정보 서비스를 제공하는데 그 사용 빈도가 점차 증가하는 추세다.

[0008] 어안렌즈에 의해 획득된 영상 데이터에는 많은 영상 정보 데이터가 포함되어 있으며, 어안렌즈의 광학적 특성으로 인해 어안렌즈가 영상 데이터를 획득할 때 비선형 왜곡이 발생하고, 비선형 왜곡이 발생한 영상 데이터는 FOV(Field of View)모델을 통해 왜곡이 보정될 수 있다.

[0009] 그러나, FOV 모델에 의한 왜곡 보정의 경우 렌즈의 왜곡중심을 별도로 추정하지 않기 때문에, 영상의 중심점과 렌즈의 왜곡중심 간의 오차가 커질 경우 왜곡 보정의 정확도가 떨어진다는 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 창출한 것으로서, FOV 왜곡 모델에 격자무늬 2D 평면을 적용하여 초광 시야 각을 갖는 렌즈의 왜곡중심 보정을 통해 촬영된 영상에 포함된 왜곡을 정밀하게 보정 할 수 있도록 하는 FOV왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0011] 즉, 본 발명은 FOV모델에서 왜곡중심을 추정하지 않아서 직선 선분이 곡선으로 표현되고, 한쪽으로 편향되어 표현되는 문제를 2D 패턴을 적용하여 왜곡의 원점을 찾아 왜곡을 정밀하게 보정 함으로써 해결할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0012] 전술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일면에 따른 FOV(Field of View)왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법은 광각 렌즈가 장착된 카메라 장치를 통해 직선의 교차점을 갖는 상기 2D패턴을 촬영하는 단계; 상기 2D 패턴이 촬영된 FOV 모델에서 각각의 코너 점인 수직 A개, 수평 B개인 교차점을 검출하는 단계(A>B); 최 외각 점을 중심으로 수직으로 C개의 직선과 수평으로 D개의 직선을 생성하는 단계(C>D); 및 생성된 각 직선 내에 중앙에 비치되는 교차점의 유무를 검색하고 검색결과에 따라 왜곡 보정을 최대화하는 단계를 포함하고, 상기 최대화하는 단계는, 생성된 각 직선의 행과 열 방향으로 각각 더하여 행과 열의 각 중심에 대해서 최소한의 거리를 갖는 직선 방정식을 구하여 왜곡 보정을 최대화하는 단계인 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0013] 본 발명에 따르면, 수직, 수평에 대한 왜곡을 완벽하게 보정 할 수 있다.

[0014] 이렇게 왜곡이 완벽하게 제거된 영상으로 영상 처리를 하거나, 인식 혹은 사용자 모니터링으로 사용할 수 있도록 한다.

[0015] 특히 어라운드 뷰에서 발생한 미세한 왜곡으로 인하여 다채널 영상의 합성에서 발생하는 합성 오차를 최소화하도록 할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0016] 도 1 및 도 2는 종래의 기술을 설명하기 위한 도면.
- 도 3은 왜곡 계수 추정 방법을 적용시켜 왜곡 보정된 영상에서 미세한 오차가 발생하는 것을 설명하기 위한 도면.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 FOV왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 장치를 설명하기 위한 도면.
- 도 5는 2D 평면 패턴의 왜곡 보정 알고리즘을 설명하기 위한 도면.
- 도 6은 수직 수평 방향에 대한 왜곡 보정 결과를 설명하기 위한 도면.
- 도 7은 검출된 왜곡중심을 기준으로 FOV 왜곡 보정을 적용하여 왜곡 보정한 영상을 설명하기 위한 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는

기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 기재에 의해 정의된다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자 이외의 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0018] 한편, 종래의 카메라 모델 중요 파라미터와 다항식의 왜곡 모델 적용에 대해 설명하면 하기와 같다.

[0019] 카메라를 이용한 영상처리 알고리즘은 핀홀 카메라 모델의 영상 투영에 대한 연구에서부터 시작되었으며, 영상 획득을 위해(핀홀 카메라의 작은 구멍의 적은 빛의 양 대비 많은 양의 빛을 수집하기 위해)서는 굴절 렌즈가 사용되어야 하는데, 굴절 렌즈는 제조 과정에서 영상센서와 완벽한 정렬을 이루기 어렵고, 이러한 렌즈의 특성상 획득된 영상이 2차 평면에 투영될 경우 투영된 영상에 왜곡이 발생할 가능성이 높다.

[0020] 핀홀 카메라의 물체와 영상 평면은 왜곡중심을 기준으로 비례 관계(물체의 거리:물체 = 초점거리:투영 영상)에 있으며, 이러한 관계로부터 영상 평면에 표현된 점의 좌표는 하기와 같이 도출될 수 있다.

[0021] 
$$x_{\text{screen}} = f_x(x/z) + C_x$$

[0022] 
$$y_{\text{screen}} = f_y(y/z) + C_y$$

[0023] 상기 도출된 좌표에서  $f_x$ 는 초점 거리를 표현하는 변수이고,  $z$ 는 물체의 거리에 대응되는 변수이며,  $C$ 는 투영 평면에서 좌표 중심의 이동 변위를 표현하는 변수이다. 즉, 영상 평면에 표현되는 점의 좌표는  $f_x$ 와  $z$ 의 비와 이동 변위  $C$ 로 결정된다.

[0024] 초점거리( $f_x$ )는 렌즈의 실제 초점 거리에 영상 센서의 개별 요소의 크기( $s_x$ )를 곱한 값이며,  $f_x = F s_x$ ,  $f_y = F s_y$ 가 성립된다.

[0025] 왜곡 보정을 손쉽게 적용하기 위해 사용되는 방법을 설명하면 하기와 같다.

[0026] 임의의 점  $P$ 에 대해 카메라 좌표계로 정의된 영상 평면에 대해  $m_u = (x_u, y_u)$ 에 위치한다고 가정하면, 렌즈 왜곡에 의해  $m_u$ 는 왜곡된 점  $m_d = (x_d, y_d)$ 로 변환된다. 어안렌즈로 인한 왜곡은 방사형 왜곡에 의해 결정되므로, 영상의 중심  $c(x_0, y_0)$ 까지의 거리인  $r_d$ 에 의해 결정된다. 왜곡 함수를  $R$ 로 표기하면, 왜곡된 입력 영상  $r_u$ 는 하기와 같다.

[0027] 
$$R : r_u \rightarrow r_d = R(r_u)$$

[0028] 
$$r_d = \sqrt{x_d^2 + y_d^2}, r_u = \sqrt{x_u^2 + y_u^2}$$

[0029] 렌즈의 왜곡모델에 왜곡 보정계수  $k_i (i = 1, 2, 3, \dots)$ 가 포함된 무한 급수로 X축 Y축에 대해서 표현하면 하기와 같다.

[0030] 
$$x_d = x_u(1 + k_1 r_u^2 + k_2 r_u^4 + \dots), y_d = y_u(1 + k_1 r_u^2 + k_2 r_u^4 + \dots)$$

[0031] 이러한 다항식 왜곡 보정 모델은 직관적인 방법으로 Shah와 Aggarwal 논문에서 7차 항까지 적용된 경우도 있다. 완벽하게 왜곡 보정이 이루어지지 않지만, 직관적으로 처리가능하며, 화각이 크지않은 경우에 사용되면 좋은 결과를 얻을 수 있으며, FPGA와 같은 형태로 제작될 수 있다.

[0032] 또한, FOV(Field of View)모델 왜곡 모델은 어안렌즈에서의 거리 측정을 위한 파라미터 도출에 필요하고, 광학적 모델을 기초로 하므로 도 1에 도시된 바와 같이 각도  $\omega$ 에 대해서 삼각방정식에 의해서 유도되며, 비에 따라 비례한다.

[0033]  $r_u$ 는 구의 중심에서부터 원래 이미지의 한 점까지의 거리 값이고,  $r_d$ 는 구면 위로 투영되어 왜곡된 위치까지의 거리 값이다.

[0034] 점(A)가 구 위의 평면으로 투영이 되는 방사 왜곡으로 인해 점(B)의 위치로 오게 되고, 어안렌즈를 통해 들어오게 되면, 평면상으로 투영이 되어 방사 왜곡이 발생한다. FOV 모델의 왜곡 함수와 그의 역함수를 이용하여  $r_d$ 와  $r_u$ 를 구할 수 있으며, 왜곡중심(C)을 중심으로 하는 FOV 모델 왜곡 보정을 하면 하기와 같이 나타낼 수 있다.

[0035] 
$$r_d = \frac{1}{2\omega} \arctan(2r_u \tan\omega)$$

[0036] 
$$r_u = \frac{\tan(r_d \tan\omega)}{2 \tan\omega} = \frac{R \times r_d}{\sqrt{R^2 - r_d^2}}$$

[0037] 왜곡중심을 중심으로 하는 FOV 모델 왜곡 보정 영상은 도 2에 도시된 바와 같고, 좌측 영상은 왜곡중심을 중심으로 FOV 모델 왜곡을 보정한 것이며, 우측 영상은 왜곡중심 오차가 X축은 -30pixel이고, Y축은 +30pixel인 것이다.

[0038] 즉, FOV 모델을 이용하여 왜곡 보정을 하면, 왜곡중심의 오차에 따라 서로 다른 영상이 만들어질 수 있고, 왜곡중심의 정확도에 비례해서 왜곡이 더 심해지는 것을 알 수 있다.

[0039] 이하, 도 3 내지 도 7을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 FOV왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법을 설명한다. 도 3은 왜곡 계수 추정 방법을 적용시켜 왜곡 보정된 영상에서 미세한 오차가 발생하는 것을 설명하기 위한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 FOV왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 장치를 설명하기 위한 도면이며, 도 5는 2D 평면 패턴의 왜곡 보정 알고리즘을 설명하기 위한 도면이고, 도 6은 수직 수평 방향에 대한 왜곡 보정 결과를 설명하기 위한 도면이며, 도 7은 검출된 왜곡중심을 기준으로 FOV 왜곡 보정을 적용하여 왜곡 보정한 영상을 설명하기 위한 도면이다.

[0040] 본 발명의 FOV왜곡 보정 모델에 2D패턴을 적용한 왜곡중심 보정 방법은 카메라 모델의 왜곡 보정 방법인 왜곡중심 보정 방법을 최적화시켜 2D패턴을 이용하여 왜곡 거리를 추정하는 것으로서, 수식에 대해 소수점 연산을 하고, 최상의 왜곡 보정 값을 갖도록 수식을 단순화하는 것이다.

[0041] FOV 모델의 왜곡 계수( $\omega$ )추정은 하기와 같다.

[0042] 카메라 모델은 왜곡이 없는 경우 3차원에서 직선이면 카메라 모델에 의해 투영된 후에도 직선이다. 이러한 것은 실제의 직선 선분과 투영된 직선의 차가 크면 클수록 왜곡이 많다는 것을 의미하고, 적으면 적을수록 왜곡이 없다는 것을 의미한다.

[0043] 한편, 왜곡 계수( $\omega$ )는 카메라의 왜곡 정도를 나타내고,  $D^{-1}(\omega, p_i)$  함수에 대해  $p_1$ 에서  $p_n$ 까지 알고리즘 적용 시 거리의 최소 자승의 선형 방정식은 수학식 1과 같다.

**수학식 1**

[0044] 
$$q_{\omega i} = [x_{\omega i} \ y_{\omega i}]^T = D^{-1}(\omega, p_i),$$

[0045] 
$$E(\omega) = \sum_{i=1}^n \|y_{\omega i} - L(x_{\omega i})\|^2$$

[0046] 
$$\arg \min_{\omega} \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m E_{ij}(\omega)$$

[0047] 왜곡 계수( $\omega$ )에 대해 오차 함수  $E_{ij}(\omega)$ 가 최소가 되는  $i, j$ 의 함수 방정식을 구하면 왜곡 계수( $\omega$ )를 추정할

수 있고, 추정된 왜곡 보정 계수를 이용하여 카메라 왜곡중심에 대한 보정을 행할 수 있다.

[0048] 그러나, 왜곡 계수 추정 방법을 적용시킬 경우 체스판 패턴 촬영 후, 왜곡 보정이 추정된 왜곡 계수만으로 빠르게 동작 되지만, 도 3에 도시된 바와 같이 체스판의 행, 열의 선분에 미세한 오차가 발생한다.

[0049] 즉, 도 3은 왜곡 계수 추정 방법을 적용시켜 왜곡 보정된 영상에서 미세한 오차가 발생하는 것을 설명하기 위한 것으로서, 왜곡 보정된 체스판 패턴의 Harris corner detector에 의해 검출된 점을 잇는 직선과 코너 점까지의 거리 오차를 나타낸 것이다.

[0050] 이러한 왜곡 계수 추정 방법을 적용시켜 왜곡 보정을 행할 경우 발생하는 미세 오차를 해결하기 위해 본 발명에서는 2차원 패턴을 적용하여 왜곡 거리를 하기와 같이 추정한다.

[0051] 본 발명의 2차원 패턴을 이용한 왜곡 거리 추정 방법은 체스 패턴을 이용한 2차원 패턴에서 코너 점을 검출하고, 코너 점을 연결한 직선인 수직과 수평 방향의 직선에 대해 왜곡이 없는 직선을 구하는 것이다.

[0052] 즉, 최 외각의 코너 점을 연결한 직선에 대해 내부의 코너 점과의 거리를 왜곡 오차의 거리(d)로 표현하고, 직선에 대해 내부 점들에 대한 왜곡의 정도를 왜곡 오차 거리의 합( $d_1 + \dots + d_n$ )으로 측정하는 것이다.

[0053] 다시 설명하면, 3차원의 영상에 대한 왜곡 보정을 위해 2차원 평면을 적용하고, 정밀 오차 보정을 위해 최 외각 점을 잇는 선분과 코너까지의 값인 정밀 오차의 제곱의 합이 최소가 되는 값을 찾으면, 수평, 수직에 대해서 원 영상의 체크 패턴을 구성하는 직선선분이 왜곡되어서 타원으로 표현되고, 이를 보정하여 직선 선분에서 미세한 오차에 대해 최소가 되는 직선 선분을 도출하기 위해 직선에 대해 코너 점까지의 거리의 차에 대한 제곱의 합이 최소가 되는 값을 찾는 것이다.

[0054] 수평, 수직에 대해서 미세한 오차 거리를 갖는 함수  $E_{ij}(c_x, c_y)$ ,  $E_{ji}(c_x, c_y)$ 를 이용하여 행과 열의 직선 선분에 대해 최소가 되는 거리를 계산하여 구하면 수학식 2와 같다.

**수학식 2**

[0055] 
$$\arg \min_{c_x, c_y} \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E_{ij}(c_x, c_y) + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n E_{ji}(c_x, c_y) \right)$$

[0056] 
$$E_{ij}(c_x, c_y) = \|L_{i, c_x, c_y} - P_{ij, c_x, c_y}\|^2$$

[0057] 
$$E_{ji}(c_x, c_y) = \|L_{j, c_x, c_y} - P_{ji, c_x, c_y}\|^2$$

[0058] 직선 교차점을 갖는 체스 패턴에서 각각의 코너 점인 수직 10개, 수평 5개인 교차점을 찾고, 중요 점인 외각 교점을 이용하여 최 외각의 점을 중심으로 수직으로 11개의 직선과 수평으로 6개의 직선을 생성한 다음 중앙에 비치되는 교차점의 유무를 검색하여 직선 내에 존재 유무를 평가한다.

[0059] 직선이 행과 열 방향으로 각각 더하고,  $c_x, c_y$ 에 대해 최소한의 거리를 갖는 직선의 방정식을 구하면, 왜곡 보정을 최대화할 수 있다.

[0060] 행 선분의 직선  $L_{i, c_x, c_y}$ 에 대해 여러 점을 갖는  $P_{ij, c_x, c_y}$  점에 대해 거리를 구하고 합한 후 제곱의 합을 구하여 측정한다.

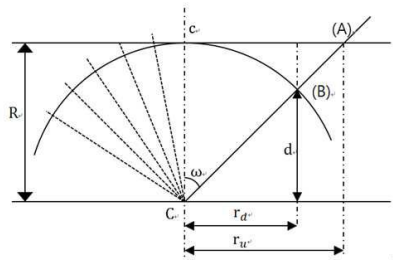
[0061] 이러한 원리를 이용하여, 실 세계에서 직선 위에 있는 점들이 그리는 직선과 이 점들이 카메라 모델에 의해 투영되고 왜곡 보정 후 위치와의 거리를 계산한 값을 왜곡 거리(distortion distance)로 취할 수 있다.

[0062] 전술한 바와 같이, FOV 왜곡 보정 모델을 적용한 왜곡 보정 알고리즘에 2차원 패턴을 이용한 왜곡 거리 추정 방법을 적용함으로써, 왜곡 보정에서 발생하는 미세 오차에 대해 정교하게 보정을 할 수 있다.



도면

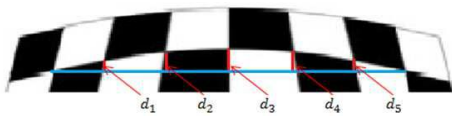
도면1



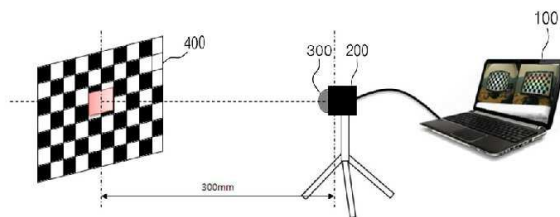
도면2



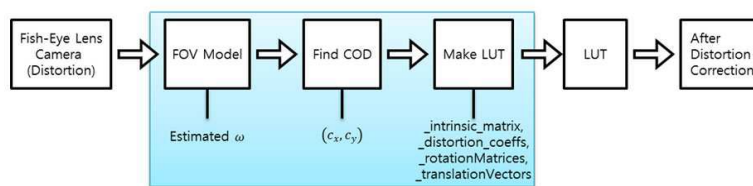
도면3



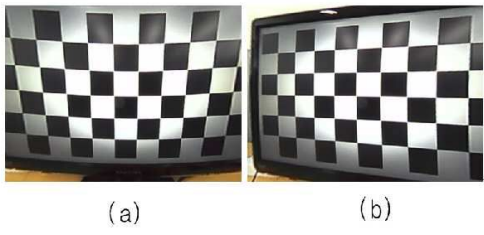
도면4



도면5



도면6



도면7

