



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0109900

(43) 공개일자 2015년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 5/225 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0033422

(22) 출원일자 2014년03월21일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

신호철

대전광역시 서구 둔산로 155 크로바아파트 116동 507호

한동일

서울특별시 서초구 잠원로 166-4 미주파스텔 110 6호

최재훈

경기도 의왕시 안양관교로 64 인덕원삼호아파트 4동 501호

(74) 대리인

특허법인지명

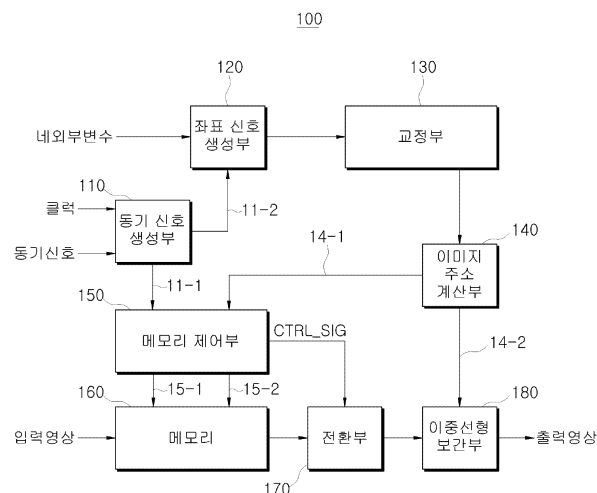
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 실시간 영상 교정 장치

### (57) 요약

실시간 영상 교정 장치가 개시된다. 이 장치는 카메라의 내부 변수 및 외부변수를 이용하여 입력 받은 목표 좌표를 회전 및 평행 이동 변환한 위치 값을 계산하는 위치 계산부와, 상기 내부 변수와 상기 위치 값에 대한 접선 왜곡과 방사 왜곡을 교정한 위치 값을 출력하는 왜곡 계산부와, 상기 내부 변수를 이용하여 상기 교정된 위치 값 으로부터 정수부에 대응하는 근거 좌표값과 실수부에 대응하는 가중치로 분리하는 이미지 주소 계산부 및 상기 근거 좌표값의 주변 픽셀들의 좌표값과 상기 가중치를 이용하여 이중 선형 보간을 수행하고, 수행된 결과를 최종 영상으로 출력하는 이중 선형 보간부를 포함한다.

### 대표도



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

카메라의 내부 변수 및 외부변수를 이용하여 입력 받은 목표 좌표를 회전 및 평행 이동 변환한 위치 값을 계산하는 위치 계산부;

상기 내부 변수를 이용하여 상기 위치 값에 대한 접선 왜곡과 방사 왜곡을 교정한 위치 값을 계산하는 왜곡 계산부;

상기 내부 변수를 이용하여 상기 교정된 위치 값으로부터 정수부의 근거 좌표 값과 실수부의 가중치를 계산하는 이미지 주소 계산부; 및

상기 근거 좌표 값의 주변 픽셀들의 좌표 값과 상기 가중치를 이중 선형 보간하여 최종 영상의 최종 좌표값을 출력하는 이중 선형 보간부

를 포함하는 실시간 영상 교정 장치.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 실시간 영상 교정 장치에 관한 것으로서, 상세하게는 실시간 스테레오 정합에서 연산을 수행하기 전에 카메라로부터 입력된 영상의 카메라 외부 및 내부의 왜곡을 보정하는 실시간 영상 교정 장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 인간의 시각 체계는 서로 다른 위치에서 획득된 두 영상을 적절히 정합(matching)함으로써 거리 정보를 얻는다. 스테레오 매칭은 인간 시각 체계의 거리 추출 능력을 자동화하기 위한 컴퓨터 시각 분야 중 하나이다. 이 방법은 초음파와 레이저를 광원으로 사용하여 빛의 비행 시간과 속도의 함수로써 거리를 측정하는 것 보다 효과적이고 실제 응용 환경의 제약을 적게 받는다는 장점 때문에 의료 영상, 공장 자동화 및 지도 제작에 널리 이용되어 오고 있다.

[0003] 거리 정보를 얻기 위한 기본 단계는 영상 획득, 특징 추출, 스테레오 정합, 변위 추정, 변위로부터의 거리계산 등으로 이루어지는데, 도 1에 도시된 바와 같은 두 개의 카메라(10, 20)를 통해 두 개의 입력 영상을 획득한다. 이때 두 개 입력 영상은 일반적으로 평행하지 않기 때문에, 왼쪽 영상의 대응되는 점을 오른쪽 영상의 같은 라인에 위치하게 해줘야 한다. 왼쪽의 특징 점과 일치하는 오른쪽 영상의 특징 점이 있는 라인을 에피폴라 라인(Epipolar line)이라고 한다.

[0004] 실제 카메라는 내부적인 왜곡 인자와 외부적인 왜곡 인자를 가지고 있다. 때문에 에피폴라 라인이 일치하지 않기 때문에 교정(Rectification)을 통하여 에피폴라 라인을 맞춰야 한다.

[0005] 스테레오 정합은 좌우 두 영상의 스캔라인이 동일한 에피폴라 라인을 갖는다고 가정에서 출발한다. 만약 그렇지 않다면 수직 방향에서 부정확한 스테레오 정합이 이루어지기 때문에 두 영상에 대한 수직방향으로의 정합 과정도 필요하게 된다. 이는 스테레오 정합과정을 복잡하게 만들고, 스테레오 정합시 카메라 교정을 통해 에피폴라 라인이 동일한 스캔라인에 존재 하게 맞춰줘야 한다.

[0006] 교정(Rectification)을 수행하기 위해서는 먼저 카메라의 내부적인 왜곡을 교정할 내부 변수와 외부적인 왜곡을 교정할 외부변수를 알아야 한다. 내부적인 변수와 외부적인 변수는 카메라의 캘리브레이션(Calibration) 과정을 이용하여 행렬형태로 획득될 수 있다.

[0007] 내부 변수에는 렌즈 초점과 이미지 센서와의 거리를 의미하는 초점거리(focal length), 카메라 렌즈의 광학축이 이미지 센서와 만나는 점의 좌표인 주점(principal point), 이미지 센서의 세로축의 기울어진 정도를 나타내는 비대칭 계수(skew coefficient), 볼록렌즈의 굴절률에 의해 생기는 방사왜곡(radial distortion), 카메라 제조

과정에서 카메라 렌즈와 이미지 센서의 수평이 맞지 않아서 생기는 접선왜곡(tangential distortion) 등이 있다.

[0008] 외부 변수에는 카메라 좌표계와 실제 월드 좌표계 사이의 회전된 정도를 의미하는 회전(rotation)과 카메라 좌표계가 실제 월드 좌표와의 거리를 의미하는 평행이동(translation) 등이 있다.

[0009] 스테레오 카메라의 내부변수와 외부변수를 이용해서 교정(Rectification)을 수행할 때 3x3실수 행렬의 곱하기 나누기 연산을 실시하는데 이 과정 때문에 실시간 하드웨어로 구현하는데 어려움이 있다.

[0010] 연산 속도를 줄이기 위해서 룩-업 테이블을 사용한 경우 미리 계산 결과를 사용하기 때문에 빠른 연산을 실시하지만 다른 카메라를 사용해서 영상을 입력 받았을 때 사용할 수 없는 문제점이 있다. 또한 하드웨어의 복잡성을 줄이기 위해서 왜곡 교정 등의 복잡한 실수연산은 생략하고 개발한 경우 교정의 정확도가 떨어지는 문제가 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 상술한 문제점을 해소하기 위한 본 발명의 목적은 실시간 스테레오 정합 연산을 수행하기 전에 카메라로부터 입력된 2개의 영상들의 카메라 외부 및 내부의 왜곡을 교정(Rectification)하고, 교정된 2개의 영상들에 대해 스테레오 정합 연산을 수행함으로써, 스테레오 매칭 결과를 높일 수 있는 실시간 영상 교정 장치를 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일면에 따른 실시간 영상 교정 장치는, 카메라의 내부 변수 및 외부변수를 이용하여 입력 받은 목표 좌표를 회전 및 평행 이동 변환한 위치 값을 계산하는 위치 계산부와, 상기 내부 변수를 이용하여 상기 위치 값에 대한 접선 왜곡과 방사 왜곡을 교정한 위치 값을 계산하는 왜곡 계산부와, 상기 내부 변수를 이용하여 상기 교정된 위치 값으로부터 정수부의 근거 좌표 값과 실수부의 가중치를 계산하는 이미지 주소 계산부 및 상기 근거 좌표 값의 주변 픽셀들의 좌표 값과 상기 가중치를 이중 선형 보간하여 최종 영상의 최종 좌표값을 출력하는 이중 선형 보간부를 포함한다.

### 발명의 효과

[0013] 본 발명에 의하면, 실시간 스테레오 정합 연산을 수행하기 전에 스테레오 카메라에서 입력된 영상의 카메라 외부 및 내부의 왜곡을 보정하는 교정(Rectification)을 수행함으로써, 이러한 교정을 통하여 보정된 영상을 스테레오 매칭 연산에 제공함으로써 스테레오 매칭 결과를 높일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 일반적인 스테레오 카메라를 보여주는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 실시간 영상 교정 장치의 블록도이다.

도 3은 도 2에 도시된 교정부의 구성을 보여주는 블록도이다.

도 4는 도 2에 도시된 이미지 주소 계산부의 구성을 보여주는 블록도이다.

도 5는 도 2에 도시된 이중 선형 보간부의 구성을 보여주는 블록도이다.

도 6은 도 2에 도시된 전환부에서 출력되는 좌표 배열을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따라 교정된 왼쪽 카메라의 영상을 보여주는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따라 교정된 오른쪽 카메라의 영상을 보여주는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 실시간 영상 교정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 대해 상세히 설명하기에 앞서, 본 발명에서 사용되는 카메라의 “내부 변수”와 “외부 변수”에 대해 간략히 소개한다.

#### 카메라의 내부 변수(Intrinsic parameter)

내부 변수는 캘리브레이션 과정에서 생성되는 변수이다. 내부 변수는 아래의 표 1과 같다.

표 1

| Parameter | Description                          |
|-----------|--------------------------------------|
| $Fc$      | $2 \times 1$ vector, Focal length    |
| $Cc$      | $2 \times 1$ vector, Principal point |
| $Alpha_c$ | Scalar, Skew coefficient             |
| $Kc$      | $5 \times 1$ vector, Distortion      |

왼쪽과 오른쪽 카메라에서 각각 독립적으로 생성된다. 각각의 매개 변수  $Fc$ ,  $Cc$ ,  $Alpha_c$ ,  $Kc$ 는 카메라의 내부적인 요소인 초점 거리(Focal length), 주점(Principal point), 비대칭 계수(Skew coefficient) 및 반경 수차와 접선 수차를 포함한 왜곡(Distortion)을 의미한다.

표 1의 내부 변수 중 초점거리, 주점, 비대칭 계수를 조합하여 아래의 수학식 1의 변환 행렬( $KK$ )을 생성할 수 있다.

#### 수학식 1

$$KK = \begin{bmatrix} Fc_1 & Alpha_c * Fc_1 & Cc_1 \\ 0 & Fc_2 & Cc_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

#### 카메라의 외부 변수(Extrinsic parameter)

카메라 외부 변수는 카메라 좌표계와 월드 좌표계 사이의 변환 관계를 설명하는 파라미터로, 아래와 표와 같다.

표 2

| Parameter | Description                                |
|-----------|--------------------------------------------|
| $Omc$     | $3 \times 1$ vector, Rotation parameter    |
| $Tc$      | $3 \times 1$ vector, Translation parameter |

카메라 외부 변수는 카메라 고유의 파라미터가 아니기 때문에 카메라를 어떤 위치에 어떤 방향으로 설치했는지에 따라 달라진다. 외부 변수는 표2와 같으며 카메라 좌표계와 월드 좌표계 사이의 변환 관계를 설명한다. 각각의 매개변수  $Omc$ ,  $Tc$ 는 왼쪽과 오른쪽 카메라 각각에서 얻어진 변수를 이용해 계산되며 각각 두 좌표계의 회전과 평행이동변환이 표현된다.  $Omc$ 는 식(2)와 같이 로드리게스 회전 공식(Rodrigues' rotation formula)을 통해  $3 \times 3$  크기의 행렬로 표현 될 수 있다.

### 수학식 2

$$R_c = \text{rodrigues}(Omc)$$

$X$ ,  $Y$ ,  $Z$ 가 이미지의 원본 좌표이고,  $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $Z_c$ 가 회전과 평행이동 변환이 적용된 좌표라고 할 때, 식 (3)과 같이 표현이 가능하다.

### 수학식 3

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{bmatrix} = R_c \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + T_c$$

$$uu = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 이라고 했을 때, } T_c \text{는 식(4)와 같이 표현이 가능하다.}$$

### 수학식 4

$$\begin{aligned} T_0 &= T_c \times uu \\ T_1 &= \frac{T_0}{\|T_0\|} \\ T_2 &= \cos^{-1}\left(\frac{|T_c \cdot uu|}{\|T_c\| \cdot \|uu\|}\right) \cdot T_1 \\ T_3 &= \text{rodrigues}(T_2) \end{aligned}$$

식(3)과 식(4)를 통해 회전변환과 평행이동 변환을 모두 포함하는  $3 \times 3$  크기의 회전 행렬  $R$ 을 만들 수 있다.

### 수학식 5

$$R = T_3 \cdot R_c$$

소프트웨어에서는 교정을 할 이미지에 식(1)에서 계산한 변환 행렬( $KK$ )을 적용한 후 식(5)와 같이 계산된 회전 행렬( $R$ )을 계산한다.

본 발명에서는 교정을 수행함에 있어, 연산량을 줄이기 위하여 변환 행렬( $KK$ )과 회전 행렬( $R$ )을 조합하여 내부 변수와 외부변수가 모두 반영된  $3 \times 3$  크기의 행렬을 생성하여 하드웨어 연산에 사용한다.

## 수학적식 6

$$Pose = R^T \cdot KK^{-1}$$

[0035]

[0036]

식(6)에서 사용된  $T$ 는 전치행렬을 의미한다. 앞서 언급한 바와 같이 위의 표 1의 내부 변수와 식(1) ~ (6)를 통해서 계산되는 내부 변수와 외부 변수가 모두 반영된 행렬은 오프라인 상태에서 계산되며 교정 단계에서 실시간 처리에 직접 사용된다.

[0037]

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0038]

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 실시간 영상 교정 장치의 블록도이다.

[0039]

도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 실시간 영상 교정 장치(100)는 실시간 스테레오 매칭에서 연산을 수행하기 전에 카메라 외부 왜곡 및 내부 왜곡을 교정(Rectification)하고, 교정된 결과에 기초한 입력 영상에 대해 스테레오 매칭 연산을 수행함으로써, 스테레오 매칭 결과를 높일 수 있다.

[0040]

이를 위해, 실시간 영상 교정 장치(100)는 동기 신호 생성부(110), 좌표 생성부(120), 교정부(130), 이미지 주소 계산부(140), 입력된 영상을 메모리에 저장하고 읽어오는 메모리 제어부(150), 영상을 저장하는 메모리(160), 메모리(160)에서 출력된 픽셀값을 전환해주는 전환부(170), 출력된 픽셀 값과 이미지 주소 계산부(140)에서 입력된 가중치를 이용해서 보간을 수행하는 이중 선형 보간부(180)를 포함한다.

[0041]

동기 신호 생성부(110)는 좌측 카메라 및 우측 카메라 각각으로부터 클럭 및 동기 신호를 입력 받고, 입력 받은 클럭 및 동기 신호에 응답하여 쓰기 동기 신호(11-1)(Write Sync Signal) 및 읽기 동기 신호(11-2)(Read Sync Signal)를 생성한다. 이 때, 생성된 쓰기 동기 신호(11-1)는 메모리 제어부(150)로 출력되고, 생성된 읽기 동기 신호(11-2)는 좌표 생성부(120)로 출력된다.

[0042]

좌표 생성부(120)는 롬(ROM)과 같은 외부 저장 유닛(도시되지 않음)에 저장된 행렬 형태의 내외부 변수 값과 상기 동기 신호 생성부(110)로부터의 읽기 동기 신호(11-2)를 입력받고, 입력된 읽기 동기 신호(11-2)에 동기된 출력 영상의 좌표( $px$ ,  $py$ )를 순차적으로 생성하고, 입력 받은 내외부 변수를 교정부로 전달한다.

[0043]

여기서, 출력 영상의 좌표( $px$ ,  $py$ )는 목적 주소(Destination Address)로 지칭될 수 있으며, 카메라로부터 입력되는 입력 영상의 크기(가로 길이 및 세로 길이)에 맞게 0의 좌표부터 생성된다.

[0044]

교정부(130)는 좌표 생성부(120)로부터 입력받은 생성된 목적 주소 즉, 출력 영상의 좌표( $px$ ,  $py$ )를 부동소수점 값으로 변환하고, 좌표 생성부(120)로부터 입력받은 행렬로 구성된 내외부 변수 값과 부동소수점 값으로 변환된 출력 영상의 좌표( $px$ ,  $py$ )를 행렬 연산하여 카메라의 내부 및 외부 왜곡을 교정한다. 이에 대한 구체적인 설명은 도 3을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0045]

이미지 주소 계산부(140)는 교정부(130)에 의해 카메라의 내부 및 외부 왜곡이 교정된 좌표와 내부 변수 값을 이용하여 근거(source) 좌표 값을 계산한다. 계산된 근거 좌표 값은 정수 부분에 해당하는 정수 값(14-1)과 실수 부분에 해당하는 실수 값(14-2)을 포함하며, 여기서, 정수 값(14-1)은 이미지 좌표 값으로 사용되고, 실수 값(14-2)은 가중치로 사용된다. 이미지 좌표 값을 사용되는 정수 값은 메모리 제어부(150)로 출력되고, 가중치로 사용되는 실수 값은 이중 선형 보간부(180)로 출력된다. 이에 대한 구체적인 설명은 도 4를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0046]

메모리 제어부(150)는 메모리(160)의 입출력을 제어하는 구성으로서, 동기 신호 생성부로부터 입력받은 쓰기 동기 신호(11-1)와 이미지 주소 계산부(140)로부터 출력된 이미지 좌표 값으로 사용되는 정수값(14-1)을 입력 받고, 쓰기 동기 신호(11-1)와 정수값(14-1)에 응답하여 메모리(160)에 입력 영상을 저장하도록 제어하는 저장 제어 신호(15-1)와 메모리(160)에 저장된 입력 영상을 출력하도록 제어하는 출력 제어 신호(15-2)를 출력한다. 메모리 제어부(150)는 상기 정수값(14-1)을 구성하는 이미지 좌표 값을 통해 주변 4개의 픽셀 값의 좌표값을 메모리(160)에 출력한다. 이때, 입력  $x$ ,  $y$  좌표의 홀수, 짝수에 따라 읽어오는 4개의 좌표 값이 달라진다. 예컨대, 메모리 제어부(150)는 입력받은  $640 \times 480$  크기의 영상을  $320 \times 240 \times 8\text{bit}$  크기의 4개 메모리 구역에 순차적으로

저장한다. 쓰기 동작 시에는 4개의 메모리 구역 중 하나의 메모리 구역을 선택하여 쓰게 되며, 읽기 동작 시에는 읽어야 하는 픽셀을 둘러싸는 4개의 픽셀을 동시에 읽게 된다. 또한 메모리 제어부(150)는 이미지 주소 계산부에서 계산된 정수값 좌표의 주소값을 이용해 해당 주소에 인접한 4개의 픽셀 값을 읽어온다. 이때 4개의 메모리에서 동시에 제공되는 픽셀과 함께 보간이 용이하도록 픽셀의 정렬 정보를 생성해 메모리 스위치(Memory Switch) 블록에 사용한다.

[0047] 메모리(160)는 메모리 제어부(150)로부터의 저장 제어 신호(15-1)에 응답하여 입력되는 입력 영상을 4개의 구역으로 나누어 저장하고, 메모리 제어부(150)로부터의 출력 제어 신호(15-2)에 응답하여 4개의 구역에 나누어 저장된 입력 영상을 구성하는 4개의 픽셀 값(NW, NE, SW, SE)을 출력한다.

[0048] 전환부(170)는 메모리(160)로부터 입력된 4개의 픽셀 값(NW, NE, SW, SE)을 입력받고, 입력받은 4개의 픽셀 값을 특정 순서로 정렬하여 이를 이중 선형 보간부(180)로 출력한다. 이에 대한 구체적인 설명은 도 6을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0049] 이중 선형 보간부(180)는 전환부(170)로부터 입력된 4개의 좌표 값과 이미지 주소 계산부(140)로부터 입력된 가중치에 해당하는 실수값(14-2)을 이중 선형 보간 기법을 이용하여, 최종 좌표값을 계산한다. 이에 대한 구체적인 설명은 도 5를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0050] 도 3은 도 2에 도시된 교정부의 구성을 보여주는 블록도이다.

[0051] 도 3을 참조하면, 교정부(130)는 전술한 바와 같이, 좌표 생성부(120)로부터 입력받은 생성된 목적 주소 즉, 출력 영상의 좌표( $px$ ,  $py$ )를 부동소수점 값으로 변환하고, 좌표 생성부(120)로부터 입력받은 행렬로 구성된 내부 변수 값과 부동소수점 값으로 변환된 출력 영상의 좌표( $px$ ,  $py$ )를 행렬 연산하여 카메라의 내부 및 외부 왜곡을 교정한다. 이를 위해, 교정부(130)는 위치 계산부(132) 및 왜곡 계산부(134)를 포함한다.

[0052] 위치 계산부(132)는 좌표 생성부(120)로부터 입력되는 출력 영상의 좌표( $px$ ,  $py$ )를 내부 변수와 외부변수가 모두 반영된 행렬을 이용해서 2차원 공간상의 카메라 좌표 계에서 3차원 공간상의 월드 좌표 계에서의 좌표로 변환한다. 이때 사용된 수식은 식 7, 8이며 정확한 계산을 위해 실수 곱하기, 더하기, 나누기 연산을 실시한다.

### 수학식 7

$$\begin{bmatrix} p1 & p2 & p3 \\ p4 & p5 & p6 \\ p7 & p8 & p9 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} px \\ py \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ray1 \\ ray2 \\ ray3 \end{bmatrix}$$

[0053]

### 수학식 8

$$\begin{pmatrix} ray1 \\ ray2 \end{pmatrix} \div ray3 = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

[0054]

[0055] 여기서, 수학식 1의  $3 \times 3$  크기의 행렬은 변환 행렬과 회전 행렬을 조합하여 내부 변수와 외부 변수가 모두 반영된 행렬이다.

[0056] 수학식 1과 같이, 위치 계산부(132)는 내부 변수와 외부 변수가 모두 반영된 수학식 1의  $3 \times 3$  크기의 행렬을 이용하여 카메라 좌표 계로 나타내는 출력 영상의 좌표( $px$ ,  $py$ )를 월드 좌표 계로 변환한다.

[0057] 왜곡 계산부(134)는 위치 계산부(132)에서 회전 및 이동 변환을 적용하여 계산된 월드 좌표계에 내부 변수 중 하나인  $Kc$  벡터 변수를 이용해 카메라의 방사 왜곡과 접사 왜곡을 교정한다. 교정에 사용되는 수식은 아래의 식 9, 10, 11과 같다.



### 수학식 9

$$(1+kc(1) \times r2+kc(2) \times r4+kc(5) \times r6) \times x = \begin{bmatrix} x_{rad} \\ y_{rad} \end{bmatrix}$$

### 수학식 10

$$2 \times kc(3) \times x \times y - kc(4) \times (r2 - 2 \times x^2) = \begin{bmatrix} x_{tan} \\ y_{tan} \end{bmatrix}$$

### 수학식 11

$$x_{rad} + x_{tan} = x_d$$

도 4는 도 2에 도시된 이미지 주소 계산부의 구성을 보여주는 블록도이다.

도 4를 참조하면, 이미지 주소 계산부(140)는 전술한 바와 같이, 교정부(130)에 의해 카메라의 내부 및 외부 왜곡이 교정된 좌표와 내부 변수 값을 이용하여 근거(source) 좌표 값을 계산하는 구성으로서, 이를 위해, 최종 좌표 계산부(142) 및 좌표 가중치 분리부(144)를 포함한다.

최종 좌표 계산부(142)는 교정부(130)의 왜곡 계산부(134)에 의해 월드 좌표계에서 방사 왜곡 및 접사 왜곡이 교정된 좌표를 표 1의 표 1의  $Fc$ ,  $Cc$ ,  $Alpah_c$  벡터를 이용해 만든  $KK$  행렬과 내적하여 다시 카메라 좌표계로 사상하고, 그 결과값을 근거 좌표값으로 계산한다.

좌표 가중치 분리부(144)는 최종 좌표 계산부(142)에 의해 계산된 근거 좌표값을 입력받고, 이 근거 좌표값에 포함된 이미지 좌표 값으로 사용되는 정수값(14-1)과 가중치로 사용되는 실수값(14-2)을 분리한다. 여기서, 가중치로 사용되는 실수값(14-2)은 카메라 좌표계에서의 주소를 나타내며 실수 형태의 값을 가진다. 이 실수값(14-2)은 입력 영상의 메모리 주소가 된다. 좌표 가중치 분리부(144)는 이 실수값(14-2)으로부터 정수값(14-1)을 분리하고, 이를 이미지 좌표값으로서 메모리 제어부(150)로 출력되어, 인접한 4개의 픽셀을 읽어오는데 사용된다. 정수값(14-1)이 분리된 실수값(14-2)은 소수부 좌표값의 형태로 이중 선형 보간부(180)로 출력되어 이중 선형 보간을 수행하는 데 사용된다.

도 5는 도 2에 도시된 이중 선형 보간부의 구성을 보여주는 블록도이다.

도 5를 참조하면, 도 2에서 설명한 바와 같이, 이중 선형 보간부(180)는 전환부(170)로부터 이미지 주소 계산부(140)에 의해 실수값으로부터 분리된 정수값의 좌표 주변 4개 픽셀값(NW, NE, SW, SE)과 이미지 주소 계산부(140)에서 계산된 정수값이 분리된 실수값 즉, 소수부 좌표를 가중치로서 이용하여 이중 선형 보간을 수행하고, 그 결과값을 최종 출력 영상의 최종 좌표값으로 출력한다. 이를 위해, 이중 선형 보간부(180)는 복서 복동 가중치 계산부(182), 남서 남동 가중치 계산부(184) 및 세로 가중치 계산부(186)를 포함한다. 먼저, 복서 복동 가중치 계산부(182)에서 복동 픽셀, 복서 픽셀 및 가중치 값을 이용하여 첫 번째 보간이 수행되고, 남서 남동 가중치 계산부(184)에서 남서 픽셀, 남동 픽셀 및 가중치 값을 이용하여 두 번째 보간이 수행된다. 마지막으로 세로 가중치 계산부(186)에서 첫 번째로 수행된 보간 값과 두 번째로 수행된 보간 값 및 가중치를 이용하여 최종 보간을 실시하여 최종 영상의 최종 좌표값을 출력하게 된다.

도 6은 도 2에 도시된 전환부에서 출력되는 좌표 배열을 설명하기 위한 도면이다.

도 6을 참조하면, 전환부(170)는 도 2에서 설명한 바와 같이, 메모리(160)로부터 입력된 4개의 픽셀 값(NW, NE, SW, SE)을 입력받고, 입력받은 4개의 픽셀 값을 특정 순서로 정렬하여 출력하기 위해, 메모리 제어부(150)로부



터 4가지의 제어 신호(ctrl\_sig = 0, 1, 2, 3)를 입력 받는다. 전환부(170)는 입력되는 4개의 픽셀 값(u0\_pixel, u1\_pixel, u2\_pixel, u3\_pixel)을 제어 신호(ctrl\_sig = 0, 1, 2, 3)에 따라 각각 북서(NW), 북동(NE), 남서(SW), 남동(SE)으로 정렬하여 출력한다. 예컨대, 전환부(170)가 제어 신호(ctrl\_sig = 0)에 따라 u0\_pixel을 NW으로, u1\_pixel을 NE로, u2\_pixel을 SW로, 그리고, u3\_pixel을 SE로 정렬하여 출력하고, 제어 신호(ctrl\_sig = 1)에 따라 u0\_pixel을 NE로, u1\_pixel을 NW로, u2\_pixel을 SE로, 그리고, u3\_pixel을 SW로 정렬하여 출력한다. 나머지 제어 신호(ctrl\_sig = 2)와 제어 신호(ctrl\_sig = 3)를 입력받는 경우에는 도시된 바와 같이 정렬하여 출력하게 된다.

[0069] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따라 교정된 왼쪽 카메라의 영상을 보여주는 도면으로서, 도 7의 (a)는 왼쪽 카메라에 의해 획득된 원본 영상이고, (b)는 왼쪽 카메라의 원본 영상을 교정한 영상이고, 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따라 교정된 오른쪽 카메라의 영상을 보여주는 도면으로서, 도 8의 (a)는 오른쪽 카메라의 원본 영상이고, (b)는 오른쪽 카메라의 원본 영상을 교정한 영상이다.

[0070] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 실시간 영상 교정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

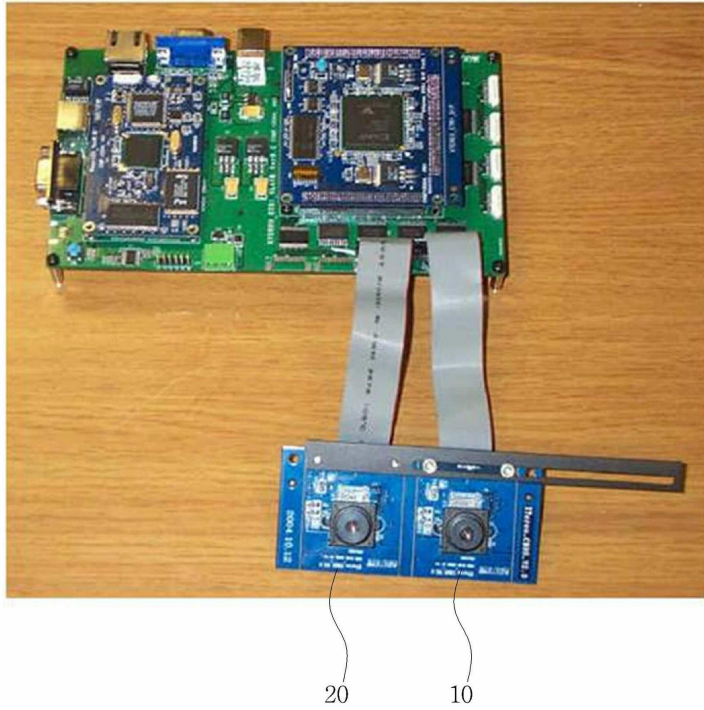
[0071] 도 9를 참조하면, S910에서, 먼저, 교정부(130)의 위치 계산부(132)에서 카메라의 내부 변수 및 외부변수를 이용하여 입력 받은 목표 좌표를 회전 및 평행 이동 변환한 위치 값을 계산하는 과정이 수행된다.

[0072] 이어, S920에서, 교정부(130)의 왜곡 계산부(134)에서 상기 내부 변수를 이용하여 상기 위치 값에 대한 접선 왜곡과 방사 왜곡을 교정한 위치 값을 계산하는 과정이 수행된다. 이어, S930에서, 이미지 주소 계산부(140)에서 상기 내부 변수를 이용하여 상기 교정된 위치 값으로부터 정수부의 근거 좌표값과 실수부의 가중치를 계산하는 과정이 수행된다. 이어, S940에서, 이중 선형 보간부(180)에서 상기 근거 좌표값의 주변 픽셀들의 좌표값과 상기 가중치를 이중 선형 보간하여 최종 영상의 최종 좌표값을 출력하는 과정이 수행된다.

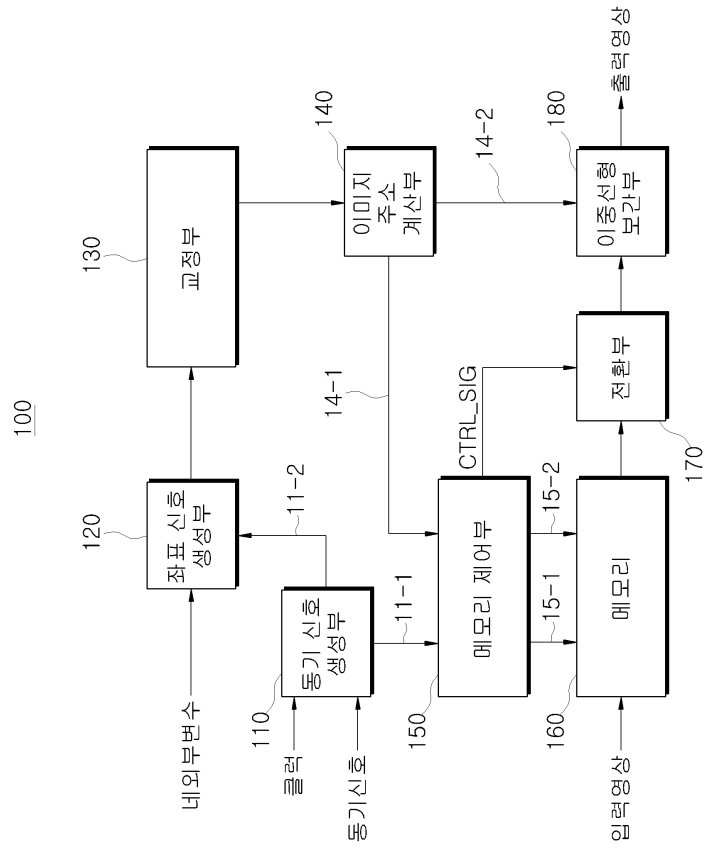
[0073] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 기재된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상이 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

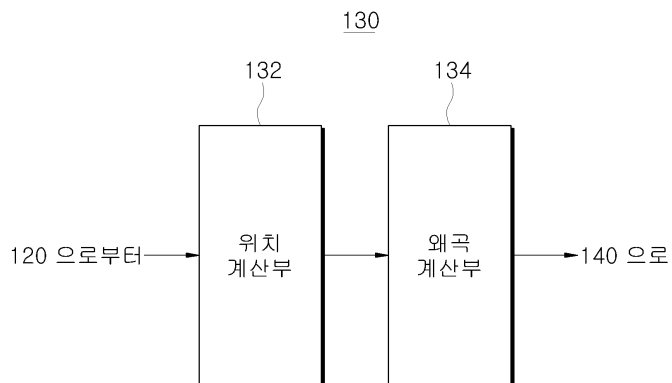
도면1



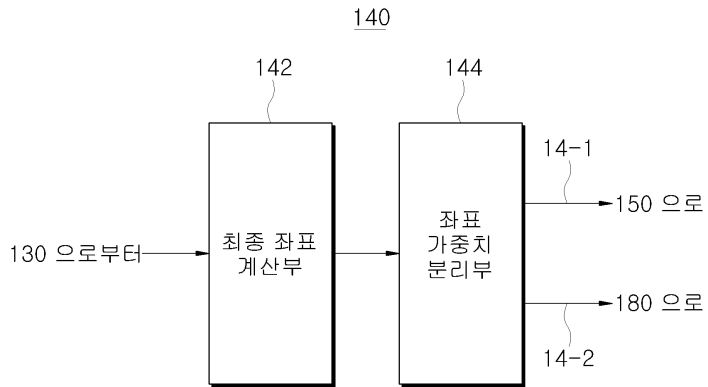
도면2



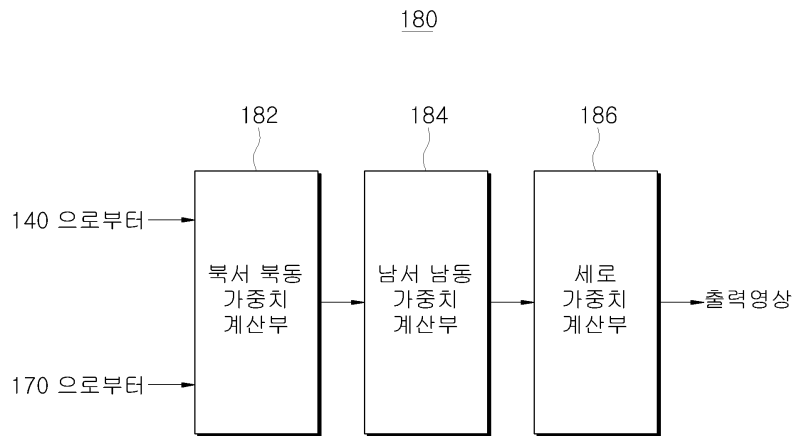
도면3



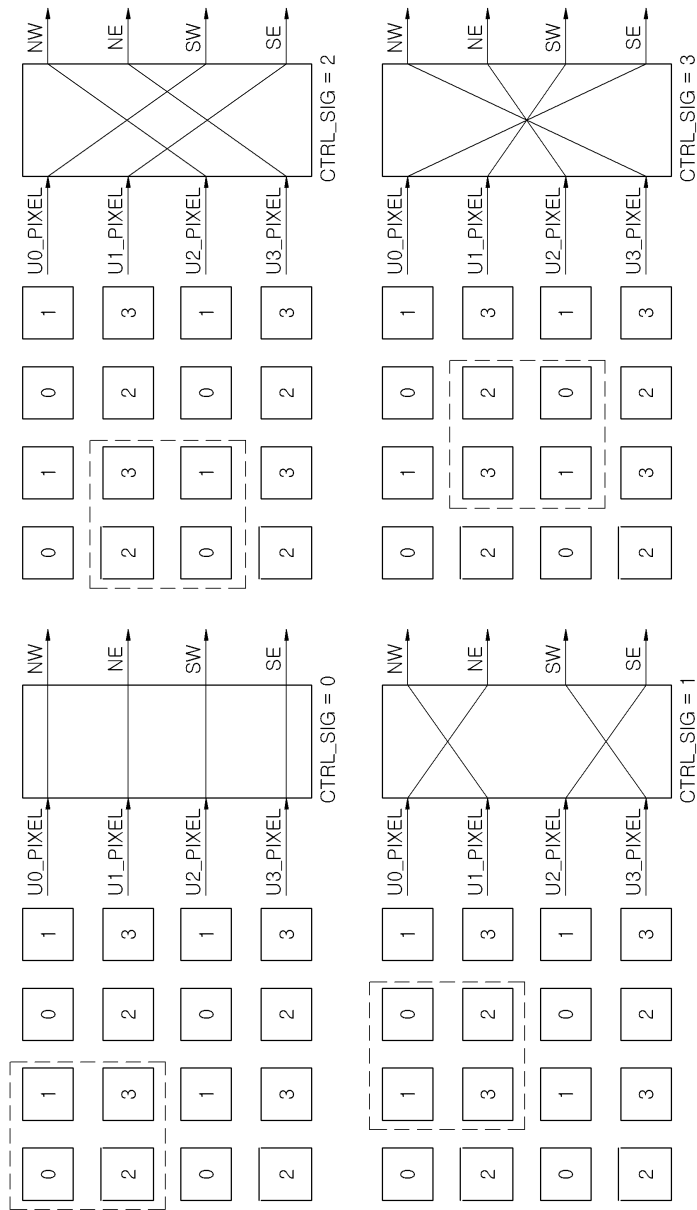
도면4



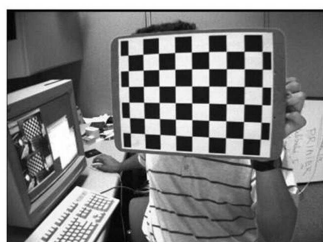
도면5



도면6



도면7

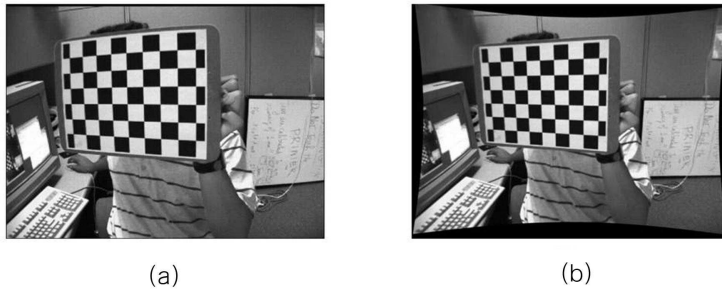


(a)



(b)

도면8



도면9

