



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월10일
 (11) 등록번호 10-1766756
 (24) 등록일자 2017년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04N 13/02 (2006.01) H04N 13/00 (2016.01)
 (52) CPC특허분류
 H04N 13/02 (2013.01)
 H04N 13/0003 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0163224
 (22) 출원일자 2015년11월20일
 심사청구일자 2015년11월20일
 (65) 공개번호 10-2017-0059518
 (43) 공개일자 2017년05월31일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020080001095 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 경북대학교 산학협력단
 대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)
 (72) 발명자
 문병인
 대구광역시 서구 고성로 99-39 305호 (원대동 3가, 한양빌)
 현종길
 대구광역시 달서구 대명천로18길 30-1 (성당동)
 (74) 대리인
 특허법인 해담

전체 청구항 수 : 총 10 항

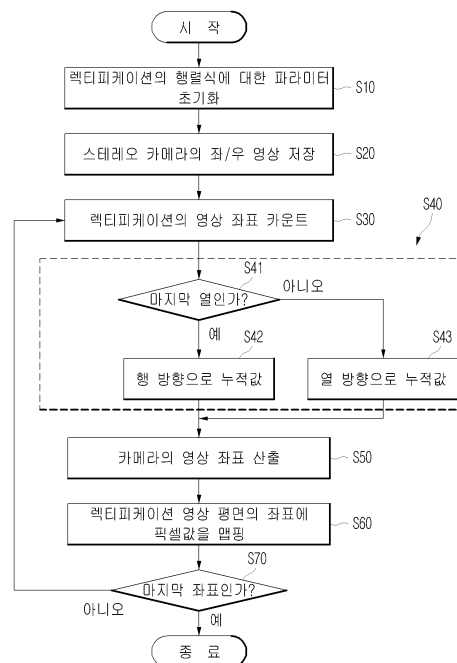
심사관 : 김희주

(54) 발명의 명칭 **스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치 및 그 방법**

(57) 요약

본 발명은 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 스테레오 카메라로부터 획득한 좌우 영상에 대한 렉티피케이션을 수행하는 전처리 모듈을 포함하는 스테레오 비전 시스템에 의해 수행되는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법에 있어서, 상기 렉티피케이션의 축이동을 위해 상기 스테레오 카메라 (뒷면에 계속)

대표도 - 도4



의 파라미터들 및 렉티피케이션 파라미터들로 구성되는 행렬식에서 기설정된 파라미터들과 변수를 구분하고, 상기 행렬식에 기설정된 파라미터들에 대한 상수 파라미터들을 대입하여 상기 변수에 대한 일차 함수로 변환하는 단계; 상기 스테레오 카메라로부터 전송되는 좌우 영상을 저장하는 단계; 상기 렉티피케이션 영상 평면의 좌표를 열이 증가하는 방향 또는 행이 증가하는 방향으로 상기 일차 함수를 이용하여 픽셀 단위의 좌표 연산을 누적 연산으로 순차 진행하는 단계; 상기 좌표 연산의 결과값에 해당하는 좌표에서의 픽셀값을 선형 보간하기 위한 카메라 영상 평면의 좌표들과 가중치를 산출하는 단계; 및 상기 저장한 좌우 영상에서 상기 산출한 카메라 영상 평면의 좌표들과 가중치를 이용하여 픽셀값을 선형 보간 한 후 그 픽셀 값을 상기 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 맵핑하는 단계를 포함한다. 따라서, 본 발명은 렉티피케이션의 복잡한 행렬 연산에서 카메라의 캘리브레이션 과정으로 추출된 파라미터 값을 상수 값으로 대체한 후 카메라 좌표 연산의 규칙성을 이용하여 복잡한 행렬 연산을 단순한 누적 연산으로 간소화할 수 있고, 그로 인해 스테레오 정합의 시차 탐색 영역을 줄임으로써 그 연산을 대폭 감소시켜 스테레오 카메라로부터 전송되는 좌우 영상을 실시간 스테레오 정합 처리 및 구현을 용이하게 할 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

H04N 13/0007 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	201503010000
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	정보통신기술진흥센터
연구사업명	ICT융합고급인력과정지원사업
연구과제명	스마트 자동차를 위한 AUTOSAR 기반 차량 내외부 통신 플랫폼 및 응용 기술
기 여 율	1/1
주관기관	경북대학교
연구기간	2015.01.01 ~ 2015.12.31
공지예외적용	: 있음

명세서

청구범위

청구항 1

스테레오 카메라로부터 획득한 좌우 영상에 대한 렉티피케이션을 수행하는 전처리 모듈을 포함하는 스테레오 비전 시스템에 의해 수행되는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법에 있어서,

상기 렉티피케이션의 축이동을 위해 상기 스테레오 카메라의 파라미터들 및 렉티피케이션 파라미터들로 구성되는 행렬식에서 기설정된 파라미터들과 변수를 구분하고, 상기 행렬식에 기설정된 파라미터들에 대한 상수 파라미터들을 대입하여 상기 변수에 대한 일차 함수로 변환하는 단계;

상기 스테레오 카메라로부터 전송되는 좌우 영상을 저장하는 단계;

렉티피케이션 영상 평면 좌표를 열이 증가하는 방향 또는 행이 증가하는 방향으로 상기 일차 함수를 이용하여 픽셀 단위의 좌표 연산을 누적 연산으로 순차 진행하는 단계;

상기 좌표 연산의 결과값에 해당하는 좌표에서의 픽셀값을 선형 보간하기 위한 카메라 영상 평면의 좌표들과 가중치를 산출하는 단계; 및

상기 저장한 좌우 영상에서 상기 산출한 카메라 영상 평면의 좌표들과 가중치를 이용하여 픽셀값을 선형 보간한 후 그 픽셀 값을 상기 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 맵핑하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 렉티피케이션 영상 평면 좌표를 열이 증가하는 방향 또는 행이 증가하는 방향으로 상기 일차 함수를 이용하여 픽셀 단위의 좌표 연산을 누적 연산으로 순차 진행하는 단계는,

열이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행될 경우에 상기 일차 함수는 행이 증가하는 방향의 변수가 고정되어 제1 기울기를 갖는 제1 직선 방정식이 되고, 행이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행될 경우에 상기 일차 함수는 열이 증가하는 방향의 변수가 고정되어 제2 기울기를 갖는 제2 직선 방정식이 되는 단계; 및

상기 열이 증가하는 방향으로 좌표 연산을 진행할 경우에 픽셀 단위로 상기 제1 기울기만큼의 상수가 누적되고, 상기 행이 증가하는 방향으로 좌표 연산을 진행할 경우에 픽셀 단위로 상기 제2 기울기만큼의 상수 누적되는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 행렬식은 수학식 1과 같고, 상기 상수 파라미터들은 수학식 2와 같으며, 상기 변수에 대한 일차 함수는 수학식 3과 같이 나타내고,

[수학식 1]

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = A \cdot R_{rect}^T \cdot A_{rect}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} x_{rect} \\ y_{rect} \\ 1 \end{bmatrix}$$

[수학식 2]

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \equiv A \cdot R_{rect}^T \cdot A_{rect}^{-1}$$

[수학식 3]

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11}x_{rect} + c_{12}y_{rect} + c_{13} \\ c_{21}x_{rect} + c_{22}y_{rect} + c_{23} \\ c_{31}x_{rect} + c_{32}y_{rect} + c_{33} \end{bmatrix}$$

수학식 1 및 수학식 2에서 A는 스테레오 카메라의 내부 파라미터, R_{rect} 은 스테레오 카메라의 렉티피케이션 회전 행렬, A_{rect} 는 렉티피케이션 영상 평면의 내부 파라미터인 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 렉티피케이션 영상 평면 좌표를 열이 증가하는 방향 또는 행이 증가하는 방향으로 상기 일차 함수를 이용하여 픽셀 단위로 좌표 연산을 진행하는 단계는,

상기 좌우 영상이 $M \times N$ 영상인 경우에, 상기 일차 함수는 열이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행되면 행이 증가하는 방향의 변수(y_{rect})가 고정되어 제1 기울기가 $[c_{11} \ c_{21} \ c_{31}]^T$ 이 되고, 행이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행되면 열이 증가하는 방향의 변수(x_{rect})가 고정되어 제2 기울기가 $[c_{12}-(M-1)c_{11} \ c_{22}-(M-1)c_{21} \ c_{32}-(M-1)c_{31}]^T$ 이 되는 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 렉티피케이션의 영상 평면 좌표의 첫 번째 지점인 (0, 0)에서 초기값 $[c_{13} \ c_{23} \ c_{33}]^T$ 을 갖는 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법.

청구항 6

스테레오 카메라로부터 획득한 좌우 영상에 대한 렉티피케이션을 수행하는 전처리 모듈을 포함하는 스테레오 비전 시스템에 의해 수행되는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치에 있어서,

상기 전처리 모듈은,

상기 스테레오 카메라로부터 전송되는 좌우 영상을 저장하는 영상 저장부;

상기 렉티피케이션의 축이동을 위해 상기 스테레오 카메라의 파라미터들 및 렉티피케이션 파라미터들로 구성되는 행렬식에서 기설정된 파라미터들과 변수를 구분하고, 행렬식에 기설정된 파라미터들에 대한 상수 파라미터들을 대입하여 행렬식을 변수에 대한 일차 함수로 변환한 후 상기 일차 함수를 이용하여 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 대응되는 카메라 영상 평면의 좌표를 픽셀 단위의 누적 연산으로 좌표 연산을 진행하는 좌표 연산부; 및

상기 좌표 연산부의 결과값에 해당하는 좌표에서의 픽셀값을 선형 보간하기 위한 카메라 영상 평면의 좌표들과 가중치를 산출하는 좌표 산출부; 및

상기 영상 저장부에 저장된 좌우 영상에서 상기 좌표 산출부에서 산출한 좌표들과 가중치를 이용하여 상기 좌표 연산부에서 산출한 좌표의 픽셀값을 선형 보간하여 그 픽셀 값을 상기 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 맵핑하는 좌표 맵핑부를 포함하는 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 전처리 모듈은 상기 스테레오 카메라로부터 전송되는 좌우 영상을 수신하여 상기 영상 저장부에 전송하는 영상 수신부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 행렬식은 수학식 1과 같고, 상기 상수 파라미터들은 수학식 2와 같으며, 상기 변수에 대한 일차 함수는 수학식 3과 같이 나타내고,

[수학식 1]

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = A \cdot R_{rect}^T \cdot A_{rect}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} x_{rect} \\ y_{rect} \\ 1 \end{bmatrix}$$

[수학식 2]

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \equiv A \cdot R_{rect}^T \cdot A_{rect}^{-1}$$

[수학식 3]

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11}x_{rect} + c_{12}y_{rect} + c_{13} \\ c_{21}x_{rect} + c_{22}y_{rect} + c_{23} \\ c_{31}x_{rect} + c_{32}y_{rect} + c_{33} \end{bmatrix}$$

수학식 1 및 수학식 2에서 A는 스테레오 카메라의 내부 파라미터, R_{rect} 은 스테레오 카메라의 렉티피케이션 회전 행렬, A_{rect} 는 렉티피케이션 영상 평면의 내부 파라미터인 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 좌표 연산부는,

상기 좌우 영상이 $M \times N$ 영상인 경우에, 상기 일차 함수는 열이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행되면 행이 증가하는 방향의 변수(y_{rect})가 고정되어 제1 기울기가 $[c_{11} \ c_{21} \ c_{31}]^T$ 이 되고, 행이 증가하는 방향으로 좌표 연산

이 진행되면 열이 증가하는 방향의 변수(x_{rect})가 고정되어 제2 기울기가 $[c_{12}-(M-1)c_{11} \ c_{22}-(M-1)c_{21} \ c_{32}-(M-1)c_{31}]^T$ 이 되는 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 렉티피케이션 영상 평면 좌표의 첫 번째 지점인 (0, 0)에서 초기값 $[c_{13} \ c_{23} \ c_{33}]^T$ 을 갖는 것을 특징으로 하는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 렉티피케이션된 영상의 좌표에 대응되는 카메라 영상의 좌표를 계산하는 복잡한 행렬 연산을 일차 함수로 치환하여 간소화할 수 있는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 사람의 시각은 주위 환경 정보를 얻기 위한 감각의 하나로서, 두 눈을 통해 들어오는 각각의 시각 정보들을 하나의 정보로 합성하면서 거리를 인지한다. 이러한 사람의 시각 구조를 2개의 카메라로 구현한 시스템이 스테레오 비전 시스템이다.

[0003] 스테레오 비전 시스템은 사람의 시각을 모방한 2개의 카메라를 이용하여 2개의 카메라로부터 좌우 영상을 동시에 입력받고, 좌우 영상으로부터 카메라에서 피사체까지의 거리를 계산하여 3차원 영상을 획득하는데 사용될 수 있다.

[0004] 2개의 카메라는 공간적으로 다른 위치에 설치되므로 동일한 피사체에 대하여 두 카메라 사이에는 시차(Disparity)가 발생하게 된다. 이때 시차는 양안 시차(Binocular disparity)의 원리에 따라 카메라로부터 거리가 가까운 피사체일수록 시차가 커지고, 카메라로부터 거리가 먼 피사체일수록 시차가 작아진다. 스테레오 비전 시스템은 이 양안 시차의 원리에 따른 시차 정보로부터 3차원 거리 정보를 획득할 수 있다.

[0005] 스테레오 비전 시스템에서 시차 정보의 계산은 스테레오 정합(Stereo matching) 과정을 통해 계산된다. 여기서, 스테레오 정합은 좌우 영상에서 피사체의 동일한 지점에 해당하는 정합점을 찾고, 좌우 영상에서 각각 찾은 정합점 사이의 시차 정보를 계산하는 것이다.

[0006] 스테레오 정합 과정에서 정합점을 찾을 때 그 연산은 픽셀 단위로 이루어진다. 이때, 스테레오 카메라는 물리적으로 서로 위치 차이가 있기 때문에 좌 영상에서의 한 점을 우 영상에서 찾을 경우에 우 영상의 모든 지점을 픽셀 단위로 시차 탐색 과정을 수행해야 한다. 이러한 경우에 한 픽셀에 대한 정합점을 찾는데 영상 전체를 탐색해야 하기 때문에 연산량이 많아 실제 구현이 어려운 문제점이 있다.

[0007] 따라서, 스테레오 비전 시스템은 스테레오 정합 과정에서 소요되는 시차 탐색 시간으로 인하여 실시간 영상 처리와 3차원 영상의 구현이 어렵기 때문에 좌우 영상 사이의 상하 시차를 일치시켜 시차를 찾는 탐색 영역을 행으로 축소시킴으로써 시차 탐색 영역을 일차원으로 줄이는 렉티피케이션(Rectification) 과정이 필요하다.

[0008] 스테레오 비전 시스템에서 2개의 카메라는 렉티피케이션 과정을 통하여 동일한 행상에 정렬되며, 이를 전체로 물체의 시차 정보를 추출할 수 있다. 스테레오 카메라는 생산 과정에서 공차가 발생하거나 사용 도중에 카메라의 위치가 어긋나는 경우가 발생하며 이 경우에 스테레오 카메라는 동일한 행상에 정렬되지 않을 수 있다. 특히 차량에 장착되는 카메라의 경우에 충격 등으로 인하여 위치가 어긋나기가 쉽다. 따라서 스테레오 카메라는 물리적으로 스테레오 카메라 사이의 행상을 일치시킬 수 없고, 그 행상을 일치시키는 렉티피케이션 과정이 필수적으로 요구된다.

[0009] 도 1은 종래 기술에 따른 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 과정을 설명하는 도면이고, 도 2는 도 1의 렉티피케이션 과정을 순차적으로 설명하는 도면이다.

- [0010] 도 1 및 도 2를 참고하면, 스테레오 비전 시스템은 렉티피케이션 과정에서 스테레오 카메라(11, 12)의 좌우 영상에 대한 상하 시차를 일치시켜 스테레오 정합 과정에서의 시차 탐색 영역을 일차원으로 줄이게 된다.
- [0011] 먼저, 렉티피케이션 과정은 렉티피케이션 영상 평면의 좌표를 가정하고(S1), 렉티피케이션 영상 평면의 좌표를 카메라 축으로 이동하여 카메라 좌표축의 좌표를 계산한다.(S2)
- [0012] 그 후, 렉티피케이션 과정은 카메라 좌표축에서 렉티피케이션 이전의 좌표로 영상을 회전하여 렉티피케이션 이전 카메라 좌표축의 좌표를 계산하고(S3), S3 단계에서 계산된 좌표를 카메라 영상 평면에 투영시켜 카메라 영상 평면의 좌표를 계산한다.(S4) 마지막으로, 렉티피케이션 과정은 S4 단계에서 계산된 카메라 영상 평면 좌표의 픽셀 값을 S1 단계에서 가정한 렉티피케이션 영상 평면 좌표의 픽셀값으로 맵핑한다.(S5)
- [0013] 이와 같이, 렉티피케이션 과정은 가상의 렉티피케이션된 영상을 가정하고, 이 가상의 렉티피케이션 영상 평면의 좌표 (0, 0) 지점부터 카메라 해상도만큼 S1 단계에서 S5 단계를 반복하여 렉티피케이션을 수행하기 이전의 카메라 영상 평면 좌표를 찾아 그 좌표의 픽셀 값을 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 채워나가게 된다.
- [0014] 이때, 렉티피케이션 과정은 수학적 식 1을 이용하여 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에서 카메라 좌표로 축이동, 회전, 각 카메라 영상 평면의 좌표로 축이동하는 과정을 구할 수 있다.

수학적 식 1

[0015]
$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = A \cdot R_{rect}^T \cdot A_{rect}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} x_{rect} \\ y_{rect} \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0016] 수학적 식 1에서, $[x \ y \ z]^T$ 는 카메라 영상 동차 좌표축 좌표, A는 3×3의 행렬인 카메라의 내부 파라미터, A_{rect} 는 3×3의 행렬인 렉티피케이션 영상 평면의 내부 파라미터, R_{rect} 는 3×3의 렉티피케이션 회전 행렬,

$[x_{rect} \ y_{rect} \ 1]^T$ 는 렉티피케이션 영상 평면 동차 좌표계 좌표를 각각 나타낸다. 수학적 식 1에서 좌표를 제외한 나머지 파라미터인 카메라 내부 파라미터, 렉티피케이션 영상 평면 내부 파라미터, 렉티피케이션 회전 행렬은 카메라 캘리브레이션(Calibration)을 통해 추출되어 고정되는 파라미터이다.

[0017] 이와 같이, 스테레오 비전 시스템에서 스테레오 정합 과정을 수행하기 위해서는 렉티피케이션은 반드시 필요한 전처리 과정이지만, 렉티피케이션 과정은 축이동, 영상 회전 등의 복잡한 행렬 연산으로 이루어져 있어 전처리 과정임에도 불구하고 많은 연산량이 필요하다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0018] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2014-0118062호 " 다시점 영상의 무기준점 편위수정 방법 "

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명은 렉티피케이션의 복잡한 행렬 연산에서 카메라의 캘리브레이션 과정으로 추출된 파라미터 값을 상수 값으로 대체한 후 카메라 좌표 연산의 규칙성을 이용하여 복잡한 행렬 연산을 단순한 누적 연산으로 간소함으로써 기존의 렉티피케이션 방식에 비해 연산량을 대폭 감소시킬 수 있는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치 및 그 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0020] 실시예들 중에서, 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법은, 스테레오 카메라로부터 획득한 좌우 영상에 대한 렉티피케이션을 수행하는 전처리 모듈을 포함하는 스테레오 비전 시스템에 의해 수행되는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법에 있어서, 상기 렉티피케이션의 축이동을 위해 상기 스테레오 카메라의 파라미터들 및 렉티피케이션 파라미터들로 구성되는 행렬식에서 기설정된 파라미터들과 변수를 구분하고, 상기 행렬식에 기설정된 파라미터들에 대한 상수 파라미터들을 대입하여 상기 변수에 대한 일차 함수로 변환하는 단계; 상기 스테레오 카메라로부터 전송되는 좌우 영상을 저장하는 단계; 상기 렉티피케이션 영상 평면의 좌표를 열이 증가하는 방향 또는 행이 증가하는 방향으로 상기 일차 함수를 이용하여 픽셀 단위의 좌표 연산을 누적 연산으로 순차 진행하는 단계; 상기 좌표 연산의 결과값에 해당하는 좌표에서의 픽셀값을 선형 보간하기 위한 카메라 영상 평면의 좌표들과 가중치를 산출하는 단계; 및 상기 저장한 좌우 영상에서 상기 산출한 카메라 영상 평면의 좌표들과 가중치를 이용하여 픽셀값을 선형 보간 한 후 그 픽셀 값을 상기 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 맵핑하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 상기 렉티피케이션의 영상 좌표를 열이 증가하는 방향 또는 행이 증가하는 방향으로 상기 일차 함수를 이용하여 픽셀 단위의 좌표 연산을 누적 연산으로 순차 진행하는 단계는, 열이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행될 경우에 상기 일차 함수는 행이 증가하는 방향의 변수가 고정되어 제1 기울기를 갖는 제1 직선 방정식이 되고, 행이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행될 경우에 상기 일차 함수는 열이 증가하는 방향의 변수가 고정되어 제2 기울기를 갖는 제2 직선 방정식이 되는 단계; 및 상기 열이 증가하는 방향으로 좌표 연산을 진행할 경우에 픽셀 단위로 상기 제1 기울기만큼의 상수가 누적되고, 상기 행이 증가하는 방향으로 좌표 연산을 진행할 경우에 픽셀 단위로 상기 제2 기울기만큼의 상수 누적되는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 상기 행렬식은 수학식 1과 같고, 상기 상수 파라미터들은 수학식 2와 같으며, 상기 변수에 대한 일차 함수는 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다. 이때, 상기 렉티피케이션 영상 평면의 좌표를 열이 증가하는 방향 또는 행이 증가하는 방향으로 상기 일차 함수를 이용하여 픽셀 단위로 좌표 연산을 진행하는 단계는, 상기 좌우 영상이 $M \times N$ 영상인 경우에, 상기 일차 함수는 열이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행되면 행이 증가하는 방향의 변수 (y_{rect})가 고정되어 제1 기울기가 $[c_{11} \ c_{21} \ c_{31}]^T$ 이 되고, 행이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행되면 열이 증가하는 방향의 변수(x_{rect})가 고정되어 제2 기울기가 $[c_{12}-(M-1)c_{11} \ c_{22}-(M-1)c_{21} \ c_{32}-(M-1)c_{31}]^T$ 이 되는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 상기 렉티피케이션 영상 평면 좌표의 첫 번째 지점인 (0, 0)에서 초기값 $[c_{13} \ c_{23} \ c_{33}]^T$ 을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 실시예들 중에서, 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치는, 스테레오 카메라로부터 획득한 좌우 영상에 대한 렉티피케이션을 수행하는 전처리 모듈을 포함하는 스테레오 비전 시스템에 의해 수행되는 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치에 있어서, 상기 전처리 모듈은, 상기 스테레오 카메라로부터 전송되는 좌우 영상을 저장하는 영상 저장부; 상기 렉티피케이션의 축이동을 위해 상기 스테레오 카메라의 파라미터들 및 렉티피케이션 파라미터들로 구성되는 행렬식에서 기설정된 파라미터들과 변수를 구분하고, 행렬식에 기설정된 파라미터들에 대한 상수 파라미터들을 대입하여 행렬식을 변수에 대한 일차 함수로 변환한 후 상기 일차 함수를 이용하여 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 대응되는 카메라 영상 평면의 좌표를 픽셀 단위의 누적 연산으로 좌표 연산을 진행하는 좌표 연산부; 및 상기 좌표 연산부의 결과값에 해당하는 좌표에서의 픽셀값을 선형 보간하기 위한 카메라 영상 평면의 좌표들과 가중치를 산출하는 좌표 산출부; 및 상기 영상 저장부에 저장된 좌우 영상에서 상기 좌표 산출부에서 산출한 좌표들과 가중치를 이용하여 상기 좌표 연산부에서 산출한 좌표의 픽셀값을 선형 보간하여 그 픽셀 값을 상기 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 맵핑하는 좌표 맵핑부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 상기 전처리 모듈은 상기 스테레오 카메라로부터 전송되는 좌우 영상을 수신하여 상기 영상 저장부에 전송하는 영상 수신부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 상기 행렬식은 수학식 1과 같고, 상기 상수 파라미터들은 수학식 2와 같으며, 상기 변수에 대한 일차 함수는 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.
- [0027] 상기 좌표 연산부는, 상기 좌우 영상이 $M \times N$ 영상인 경우에, 상기 일차 함수는 열이 증가하는 방향으로 좌표 연산이 진행되면 행이 증가하는 방향의 변수(y_{rect})가 고정되어 제1 기울기가 $[c_{11} \ c_{21} \ c_{31}]^T$ 이 되고, 행이 증가하는

방향으로 좌표 연산이 진행되면 열이 증가하는 방향의 변수(x_{rect})가 고정되어 제2 기울기가 $[c_{12}-(M-1)c_{11} \ c_{22}-(M-1)c_{21} \ c_{32}-(M-1)c_{31}]^T$ 이 되는 것을 특징으로 한다.

[0028] 상기 렉티피케이션 영상 평면 좌표의 첫 번째 지점인 (0, 0)에서 초기값 $[c_{13} \ c_{23} \ c_{33}]^T$ 을 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치 및 그 방법은, 렉티피케이션의 복잡한 행렬 연산에서 카메라의 캘리브레이션 과정으로 추출된 파라미터 값을 상수 값으로 대체한 후 카메라 좌표 연산의 규칙성을 이용하여 복잡한 행렬 연산을 단순한 누적 연산으로 간소화할 수 있고, 그로 인해 스테레오 정합의 시차 탐색 영역을 줄임으로써 그 연산을 대폭 감소시켜 스테레오 카메라로부터 전송되는 좌우 영상을 실시간 스테레오 정합 처리 및 구현을 용이하게 할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 종래 기술에 따른 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 과정을 설명하는 도면이다.
 도 2는 도 1의 렉티피케이션 과정을 순차적으로 설명하는 도면이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치를 설명하는 블록도이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법을 설명하는 순서도이다.
 도 5는 도 4의 좌표 연산의 행 변화 및 열 변화를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 본 발명의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 본 발명의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 발명에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 본 발명의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0032] 한편, 본 발명에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.

[0033] "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0034] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0035] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함하다"또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0036] 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0037] 여기서 사용되는 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에

의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.

- [0038] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치를 설명하는 블록도이다.
- [0039] 도 3을 참고하면, 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 장치의 전처리 모듈(140)은 스테레오 카메라, 즉 좌측 및 우측에 위치한 카메라(110, 120)로부터 좌 영상 및 우 영상에 대한 렉티피케이션을 수행하고, 렉티피케이션된 영상을 스테레오 정합 모듈(130)에 전송한다.
- [0040] 스테레오 정합 모듈(130)은 좌 영상 및 우 영상에서 하나의 피사체의 동일한 지점에 해당하는 정합점을 좌 영상 및 우 영상에서 각각 찾고, 이렇게 찾은 좌우 정합점 사이의 시차 정보를 계산한다.
- [0041] 전처리 모듈(140)은 영상 수신부(141), 영상 저장부(142), 좌표 연산부(143), 좌표 산출부(144) 및 좌표 맵핑부(145)를 포함한다.
- [0042] 영상 수신부(141)는 좌측 카메라(110) 및 우측 카메라(120)로부터 전송되는 좌 영상과 우 영상을 수신하고, 영상 저장부(142)는 영상 수신부(141)에서 수신한 좌 영상과 우 영상을 저장한다.
- [0043] 좌표 연산부(143)는 렉티피케이션의 행렬 연산을 위해 스테레오 카메라(110, 120)의 파라미터들 및 렉티피케이션 파라미터들로 구성되는 행렬식에서 기설정된 파라미터들과 변수를 구분하고, 행렬식에 기설정된 파라미터들에 대한 상수 파라미터들을 대입하여 행렬식을 변수에 대한 일차 함수로 변환한다.
- [0044] 좌표 연산부(143)는 렉티피케이션 영상 평면의 좌표를 가정하고, 렉티피케이션 영상 평면 좌표 (0, 0)의 첫 번째 지점부터 순차적으로 열이 증가하는 방향 또는 행이 증가하는 방향으로 일차 함수를 이용하여 픽셀 단위의 좌표 연산을 누적 연산함으로써 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 대응되는 카메라 영상 평면의 좌표를 산출한다.
- [0045] 좌표 산출부(144)는 좌표 연산부(143)에서 산출한 카메라 영상 평면 좌표에 인접한 주변 좌표를 산출하고, 좌표 연산부(143)에서 산출한 좌표에서의 픽셀값을 선형 보간하기 위한 가중치를 산출한다.
- [0046] 좌표 맵핑부(145)는 좌표 산출부(144)에서 산출한 좌표들과 가중치를 이용하여 영상 저장부(142)에서 저장한 좌우 영상으로 픽셀 값을 선형 보간하고, 그 픽셀값을 렉티피케이션 영상 평면의 좌표에 맵핑하여 렉티피케이션된 영상을 산출한다.
- [0047] 따라서, 전처리 모듈(140)은 렉티피케이션된 영상을 스테레오 정합 모듈(130)에 전송할 수 있다.
- [0048] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법을 설명하는 순서도이고, 도 5는 도 4의 좌표 연산의 열의 증가 및 행의 증가를 설명하는 도면이다.
- [0049] 도 4 및 도 5를 참고하면, 스테레오 비전 시스템의 렉티피케이션 방법은 기존에 전처리 모듈(140)에서 사용하는 수학적 1의 행렬식에서 기설정된 파라미터들과 변수를 구분하고, 행렬식에 기설정된 파라미터들에 대한 상수 파라미터들을 대입하여 수학적 1을 변수에 대한 일차 함수로 변환한다.(S10)
- [0050] 카메라 내부 파라미터, 렉티피케이션 영상 평면 내부 파라미터, 렉티피케이션 회전 행렬은 스테레오 카메라 (110, 120)에 따라 캘리브레이션으로 결정되는 파라미터들이므로 기설정된 파라미터로 설정하고, 하기한 수학적 2와 같이 상수 파라미터들로 나타낼 수 있다.

수학적 2

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} \equiv A \cdot R_{rect}^T \cdot A_{rect}^{-1}$$

[0051]

[0052] 수학적 1의 행렬식에 수학적 2를 대입하면, 수학적 3과 같이 간단한 일차 함수로 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11}x_{rect} + c_{12}y_{rect} + c_{13} \\ c_{21}x_{rect} + c_{22}y_{rect} + c_{23} \\ c_{31}x_{rect} + c_{32}y_{rect} + c_{33} \end{bmatrix}$$

[0053]

[0054]

전처리 모듈(140)은 파라미터를 초기화한 후 스테레오 카메라(110, 120)로부터 전송되는 좌우 영상을 저장하고 (S20), 렉티피케이션 영상 평면 좌표를 가정한 후 렉티피케이션 영상 평면 좌표를 (0, 0)의 지점부터 열이 증가하는 방향 또는 행이 증가하는 방향으로 픽셀 단위로 카운트한다. (S30)

[0055]

전처리 모듈(140)은 수학식 3을 이용하여 좌표 연산(x_{rect} , y_{rect})을 렉티피케이션 영상 평면 좌표 (0, 0)의 지점부터 순차적으로 진행한다. (S40) 전처리 모듈(140)이 해상도가 $M \times N$ 인 영상을 렉티피케이션할 경우에 좌표 변화는 도 5에 도시된 바와 같이 x방향(열이 증가하는 방향)과 y 방향(행이 증가하는 방향)으로 발생한다.

[0056]

좌표 연산이 x방향으로 진행될 경우에, 렉티피케이션 영상 평면 좌표에서 행 변화, 즉 y 방향으로의 변화가 없으므로 y_{rect} 는 일정하다. 따라서, 수학식 3에서 $c_{12}y_{rect}$, $c_{22}y_{rect}$, $c_{32}y_{rect}$ 를 상수 값으로 나타내면, 수학식 4와 같이 $[x \ y \ z]^T$ 는 기울기 $[c_{11} \ c_{21} \ c_{31}]^T$ 를 갖는 직선 방정식으로 나타낼 수 있다. 수학식 4와 같은 선형성을 이용하여 열이 증가하는 방향으로 일정한 상수인 $[c_{11} \ c_{21} \ c_{31}]^T$ 의 누적으로 좌표 연산을 수행한다. (S41, S42)

수학식 4

$$\begin{bmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \\ z_{n+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11} \\ c_{21} \\ c_{31} \end{bmatrix}, \text{ 열이 증가할 때} \quad \left(\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{13} \\ c_{23} \\ c_{33} \end{bmatrix} \right)$$

[0057]

[0058]

또한, 좌표 연산이 y방향으로 진행될 경우에, 도 5에 도시된 바와 같이, 행이 바뀔 때마다 렉티피케이션 영상 평면 좌표에서 열 변화, 즉 x 방향으로의 변화인 x_{rect} 는 현재 행의 마지막 열에서 다음 행의 첫 번째 열로 바뀌게 된다. 따라서, 수학식 3에서 행이 바뀔 때마다 열은 항상 M-1이므로 x_{rect} 는 일정한 기울기를 갖으며, y_{rect} 가 변수가 된다. 이때, 수학식 5와 같이 $[x \ y \ z]^T$ 는 y_{rect} 가 증가함에 따라 기울기 $[c_{12}-(M-1)c_{11} \ c_{22}-(M-1)c_{21} \ c_{32}-(M-1)c_{31}]^T$ 를 갖는 직선 방정식으로 나타낼 수 있다. 이러한 수학식 5를 이용하여 행이 바뀔 때마다 일정한 상수인 $[c_{12}-(M-1)c_{11} \ c_{22}-(M-1)c_{21} \ c_{32}-(M-1)c_{31}]^T$ 의 누적으로 좌표 연산을 수행할 수 있다. (S41, S43)

수학식 5

$$\begin{bmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \\ z_{n+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \\ z_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{12}-(M-1) \cdot c_{11} \\ c_{22}-(M-1) \cdot c_{21} \\ c_{32}-(M-1) \cdot c_{31} \end{bmatrix}, \text{ 행이 증가할 때} \quad \left(\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{13} \\ c_{23} \\ c_{33} \end{bmatrix} \right)$$

[0059]

[0060]

이와 같이, 좌표 연산은 렉티피케이션 영상 평면 좌표의 첫 번째 지점인 (0, 0)에서 열이 증가하는 방향의 변수 (x_{rect})와 행이 증가하는 방향의 변수(y_{rect})는 모두 0이기 때문에 일차함수는 초기값 $[c_{13} \ c_{23} \ c_{33}]^T$ 을 갖고, 행이

증가하는 방향으로 일정한 누적값, 열이 증가하는 방향으로 일정한 누적값이 누적된다.

[0061] 따라서, 전처리 모듈(140)은 좌표 연산부(142)의 결과값인 카메라 영상 평면 좌표에 인접한 주변 좌표를 산출하고, 좌표 연산부의 결과 좌표에서의 픽셀 값을 선형 보간하기 위한 가중치를 산출한다.(S50)

[0062] 전처리 모듈(140)은 영상 저장부(142)에 저장한 스테레오 카메라(110, 120)의 좌우 영상에서 좌표 산출부(144)의 좌표와 가중치를 이용하여 픽셀값을 선형보간한 후 그 픽셀값을 렉티피케이션 영상 평면 좌표에 맵핑한다.(S60)

[0063] 이와 같은 방식으로, 전처리 모듈(140)은 렉티피케이션 영상 평면 좌표에 대한 모든 좌표의 좌표 연산을 수행한 후 렉티피케이션된 영상을 스테레오 정합 모듈(130)에 전송한다.(S70)

표 1

연산	수학식 1의 행렬식에 의한 좌표 연산	수학식 4 및 수학식 5의 직선 방정식에 의한 좌표 연산	감소량
더하기	11059200	2764797	75%
곱하기	12902400	0	100%

[0065] 해상도가 1280×720인 영상에서 전처리 모듈(140)이 수학식 1의 행렬식을 이용한 좌표 연산 방식과 수학식 4 및 수학식 5를 이용한 좌표 연산 방식을 비교해 보면 상기한 표 1과 같다. 렉티피케이션의 축 이동 과정을 위한 복잡한 행렬 연산을 일정한 상수의 누적값으로 간소화하여 계산할 수 있고, 그로 인해 연산량을 대폭 감소시킬 수 있음을 표 1로부터 알 수 있다.

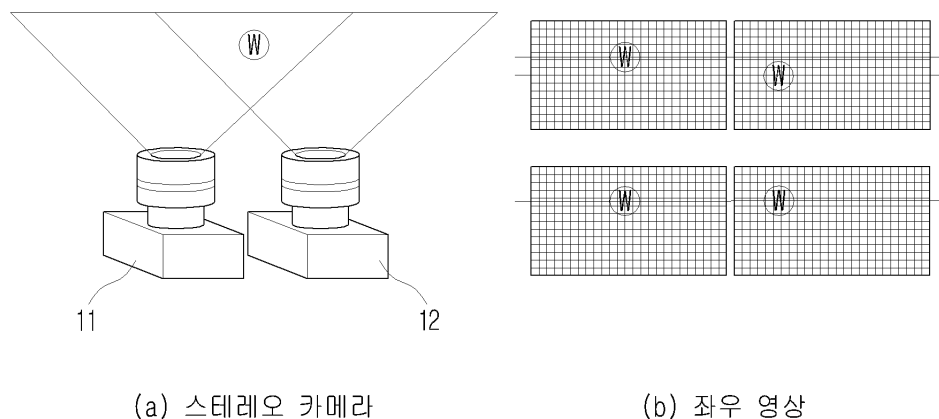
[0066] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

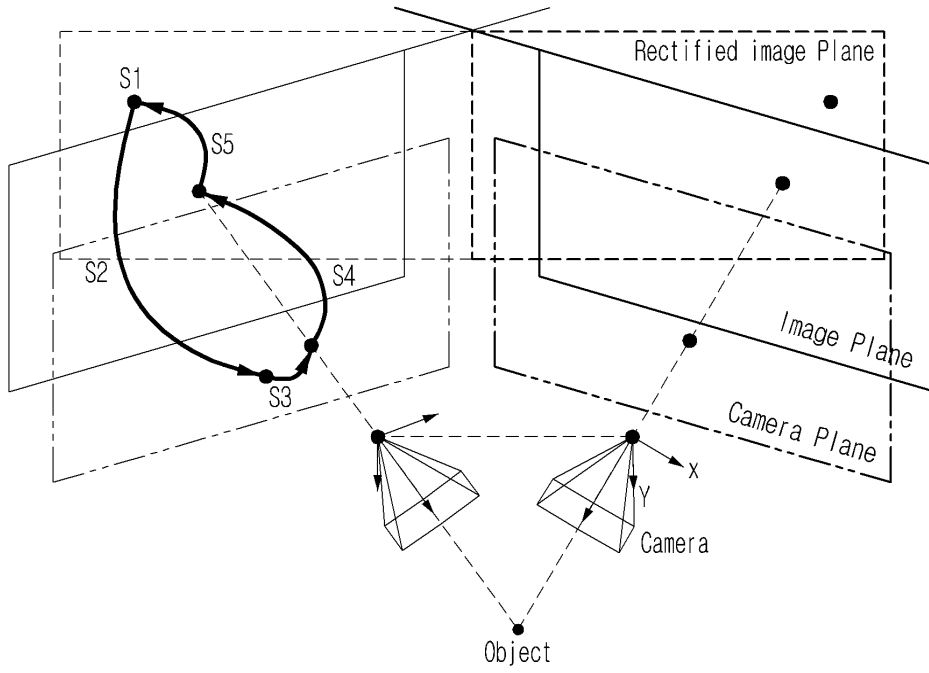
[0067] 110, 120 : 스테레오 카메라 130 : 스테레오 정합 모듈
140 : 전처리 모듈

도면

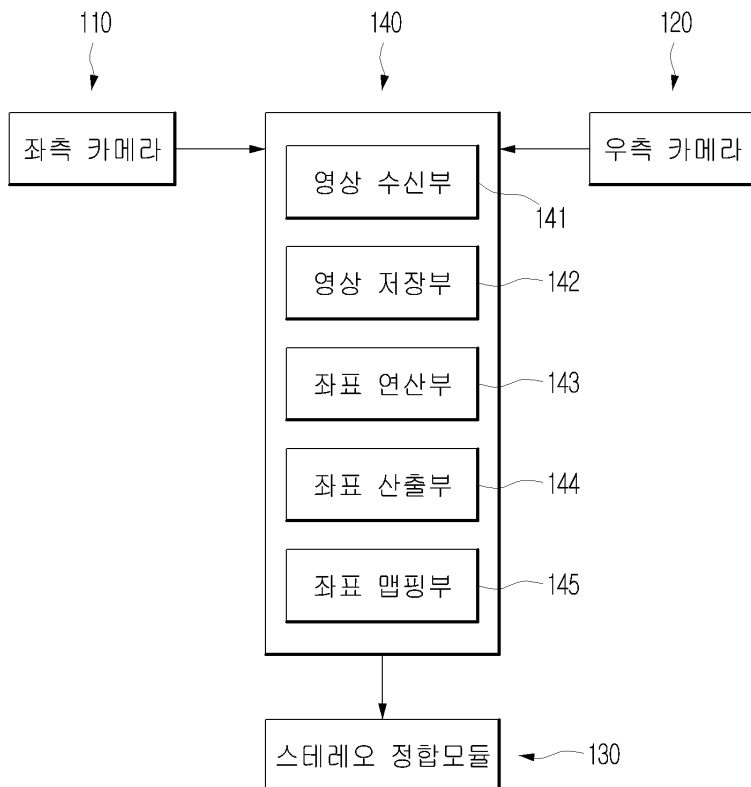
도면1



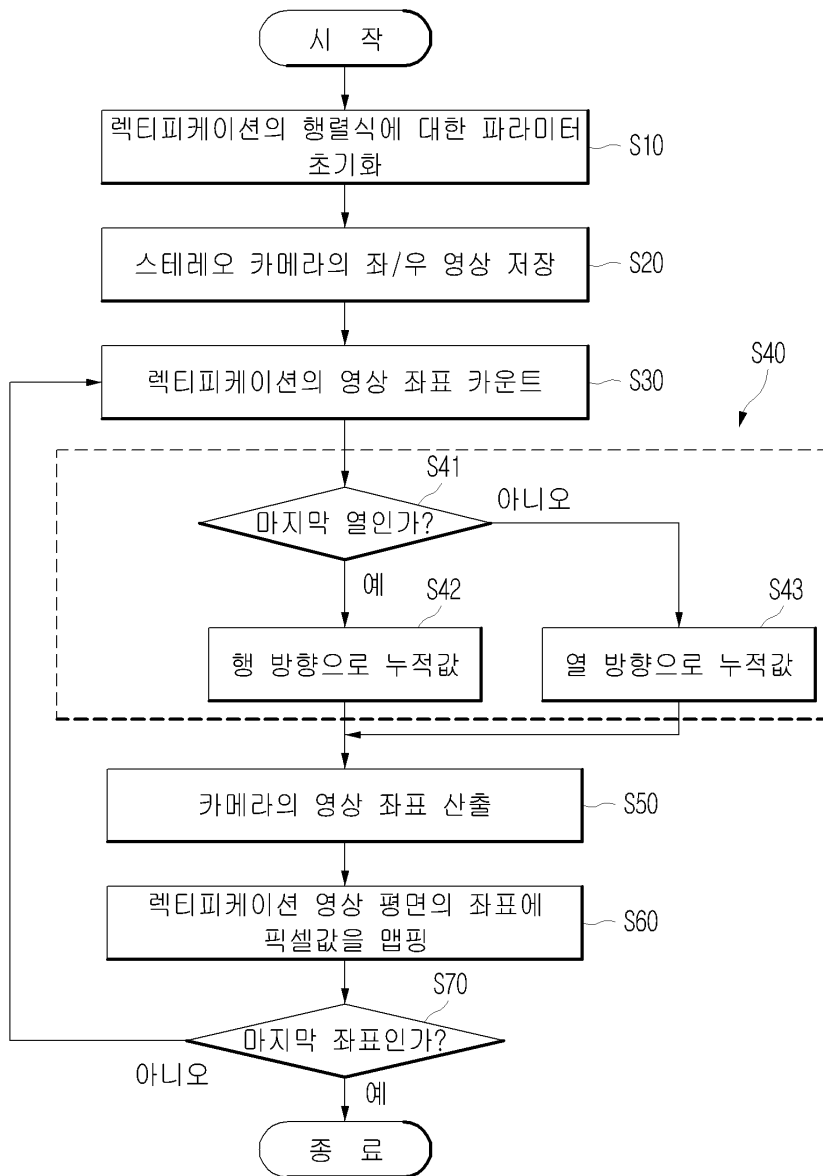
도면2



도면3



도면4



도면5

