



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0053719

(43) 공개일자 2018년05월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 19/597 (2014.01)

- (52) CPC특허분류

H04N 19/597 (2015.01)

G06T 2207/10052 (2013.01)

- (21) 출원번호 10-2018-7010403

- (22) 출원일자(국제) 2016년08월23일

심사청구일자 없음

- (85) 번역문제출일자 2018년04월12일

- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/069884

- (87) 국제공개번호 WO 2017/045875

국제공개일자 2017년03월23일

- (30) 우선권주장

15306444.9 2015년09월17일

유럽특허청(EPO)(EP)

16305493.5 2016년04월28일

유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인

틈슨 라이선싱

프랑스 92130 이씨레물리노 잔 다르크 뒤편 1-5

- (72) 발명자

블롱, 로랑

프랑스 35576 쉼 쉼비네 쉼에스 176 16 자크 데
샹 블랑 아브뉴 데 샹 블랑 975 떼끄니폴로르 에
르 에 데 프랑스

세피, 모즈드

프랑스 35576 쉼쵸쵸비네 쉼에스 176 16 자크 데
샹 블랑 아브뉴 데 샹 블랑 975 떼끄니폴로르 에
르 에 데 프랑스

(뒷면에 계속)

- (74) 대리인

양영준, 전경석, 백만기

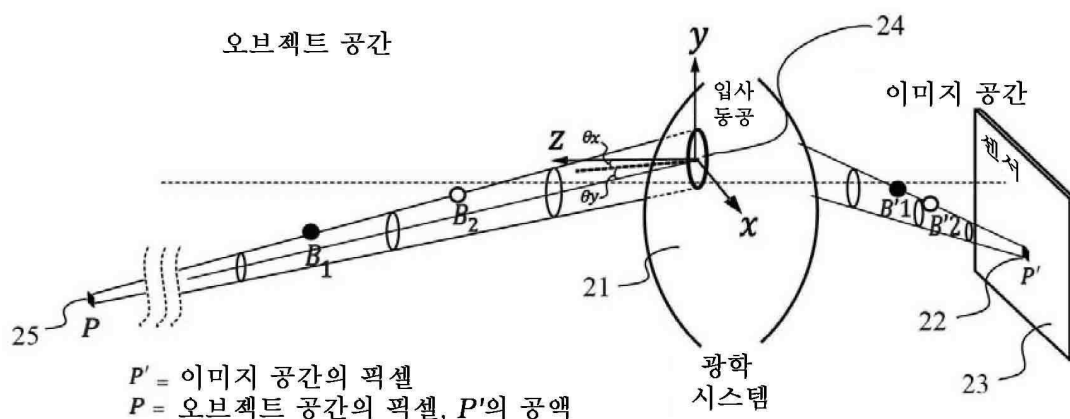
전체 청구항 수 : 총 16 항

- (54) 발명의 명칭 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

시장에 출시된 여러 유형들의 플렌옵틱 디바이스 및 카메라 어레이들이 있으며, 이러한 모든 라이트 필드 취득 디바이스들은 독점적인 과일 형식을 가지고 있다. 그러나 다차원 정보의 취득 및 전송을 지원하는 표준은 없다. 광학 취득 시스템의 센서의 픽셀들과 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 사이의 대응에 관한 정보를 획득하는 것은 흥미롭다. 실제로, 광학 취득 시스템의 센서에 속하는 픽셀이 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 중 어느 부분을 감지하고 있는지를 아는 것은, 신호 처리 동작들의 개선을 가능하게 한다. 따라서 카메라의 광학 시스템의 오브젝트 공간 내의 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는 픽셀 법의 개념이 소개된다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

부아송, 기욤

프랑스 35576 쉼 쉼비네 쉼에스 176 16 자크 데
상 블랑 아브뉴 데 상 블랑 975 페르니폴로르 에르
에 데 프랑스

게르비리우, 뽀

프랑스 35576 쉼 쉼비네 쉼에스 176 16 자크 데
상 블랑 아브뉴 데 상 블랑 975 페르니폴로르 에르
에 데 프랑스

드라직, 발페르

프랑스 35576 쉼 쉼비네 쉼에스 176 16 자크 데
상 블랑 아브뉴 데 상 블랑 975 페르니폴로르 에르
에 데 프랑스

명세서

청구범위

청구항 1

광학 취득 시스템(optical acquisition system)에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 장치로서,
상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀에 대하여, 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간(object space) 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공(pupil) 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공액(conjugate)을 상기 동공의 표면에 수직인 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취득 시스템의 상기 오브젝트 공간 내의 볼륨(volume)을 정의하는 파라미터들을 계산하도록 구성된 프로세서

를 포함하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔(pixel beam)이라 지칭되는, 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서는 픽셀 빔들을 나타내는 상기 파라미터들을, 인코딩될 상기 광학 취득 시스템에 의해 취득된 이미지와 연관시키도록 구성되는, 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 픽셀 빔의 파라메트릭 표현(parametric representation)이 하기 식들:

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_p)^2}{c^2}} \cdot \cos(v) + z \cdot \tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_p)^2}{c^2}} \cdot \sin(v) + z \cdot \tan(\theta_y) \end{cases}$$

에 의해 정의된 일엽쌍곡면(hyperboloid of one sheet)이고,

상기 식들에서,

x , y , 및 z 는 쌍곡면의 표면에 속하는 포인트의 상기 오브젝트 공간 내의 좌표들이고, $z_p, \theta_x, \theta_y, a, z_p$ 는 상기 동공의 상기 표면에 수직인 방향으로 상기 광학 취득 시스템의 상기 오브젝트 공간 내의 상기 픽셀의 상기 공액에 해당하는, 웨이스트(waist)라고 지칭되는, 상기 픽셀 빔의 최소 섹션의 거리이고, θ_x, θ_y 는 상기 동공의 중심으로부터 상기 웨이스트의 방향을 정의하는 전단 각들(shear angles)이고, a 는 상기 웨이스트의 치수를 나타낸다; c 는 상기 픽셀 빔의 개구 각(angular aperture)을 정의하는 a 에 종속되는 파라미터이고, v 는 $[0, 2\pi]$ 구간에서 변하는 각도인, 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 픽셀 빔의 상기 파라메트릭 표현은 하기 식들:

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_P)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot \rho_O + (1 - \alpha) \cdot \rho_P] \cdot \cos(v) + z \cdot \tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_P)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot A_O \cdot \rho_O + (1 - \alpha) \cdot A_P \cdot \rho_P] \cdot \sin(v) + z \cdot \tan(\theta_y) \end{cases}$$

에 의해 정의된 일엽쌍곡면이고,

상기 식들에서,

A_O 는 비대칭 동공의 종횡비(aspect ratio)를 나타내는 파라미터이고, A_P 는 비대칭 웨이스트의 종횡비를 나타내는 파라미터이고, a 는 상기 동공과 상기 웨이스트 사이의 상기 픽셀 빔의 섹션의 전파(propagation)와 관련된 파라미터이고, ρ_O 는 상기 동공에 대한 극 반경 인자(polar radius factor)를 나타내는 파라미터이고, ρ_P 는 상기 웨이스트에 대한 극 반경 인자를 나타내는 파라미터인, 장치.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

픽셀 빔은 적어도, 주 광선이라고 지칭되는 쌍곡면의 축을 나타내는 파라미터들의 제1 세트와, 주 광선을 중심으로 회전함으로써 상기 쌍곡면의 표면의 생성을 가능하게 하는 생성 광선들의 패밀리를 나타내는 파라미터들의 제2 세트로 표현되는, 장치.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 픽셀 빔의 상기 파라메트릭 표현은 전방 원뿔(front cone) 및 후방 원뿔(rear cone)의 합집합(union)이며, 상기 전방 원뿔 및 상기 후방 원뿔은 서로 중첩되는, 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 전방 원뿔 및 후방 원뿔의 합집합으로서의 상기 픽셀 빔의 상기 파라메트릭 표현은 하기 식들:

$$\begin{cases} z_{front} = \frac{P \cdot z_W + W \cdot z_P}{P + W} \\ z_{rear} = \frac{P \cdot z_W - W \cdot z_P}{P - W} \end{cases}$$

에 의해 주어지고,

상기 식들에서,

z_{front} 는 상기 전방 원뿔의 정점(apex)의 z -좌표를 나타내고, z_{rear} 는 상기 후방 원뿔의 정점의 z -좌표를 나타내고, P, z_P, W 및 z_W 는 각각, $P > 0$ 인 상기 픽셀 빔의 상기 동공의 직경, 그것의 z -좌표, $0 < W < +\infty$ 인 상기 픽셀 빔의 상기 웨이스트의 직경 및 z -좌표, 및 $0 < z_W < +\infty$ 인 그것의 z -좌표이고,

$$\begin{cases} \tan \theta_{front} = \frac{W/2}{|z_{front} - z_w|} \\ \tan \theta_{rear} = \frac{W/2}{|z_{rear} - z_w|} \end{cases}$$

이며, 상기 식들에서,

θ_{front} 및 θ_{rear} 는 각각 상기 전방 원뿔 및 상기 후방 원뿔의 정점 각도들인, 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

$W = +\infty$ 및 $z_w = +\infty$ 일 때 상기 전방 원뿔 및 후방 원뿔의 합집합으로서의 상기 픽셀 빔의 상기 파라메트릭 표현은 하기 식들:

$$\frac{1}{z_{front} - z_p} = \frac{p}{P \cdot f} = \frac{1}{z_p - z_{rear}}$$

에 의해 주어지고,

상기 식들에서,

p 및 f 는 각각 $p > 0$ 인 상기 픽셀의 직경 및 $f > 0$ 인 상기 광학 취득 시스템의 옵틱스(optics)의 초점 길이를 나타내고,

$$\begin{cases} \tan \theta_{front} = \frac{W/2}{|z_{front} - z_w|} \\ \tan \theta_{rear} = \frac{W/2}{|z_{rear} - z_w|} \end{cases}$$

인, 장치.

청구항 9

광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 방법으로서,

상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀에 대하여, 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공역을 상기 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취득 시스템의 상기 오브젝트 공간 내의 볼륨을 정의하는 파라미터들을 계산하는 단계

를 포함하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라 지칭되는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

픽셀 빔들을 나타내는 파라미터들을, 인코딩될 상기 광학 취득 시스템에 의해 취득된 이미지와 연관시키는 단계

를 더 포함하는 방법.

청구항 11

광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 장치로서,

상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀에 연관된 파라미터들에 기초하여 상기 이미지를 처리하도록 구성된 프로세서

를 포함하고, 상기 파라미터들은 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공역을 상기 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취득 시스템의 상기 오브젝트 공간 내의 볼륨을 정의하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀이라 지칭되는, 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는:

상기 캡처된 이미지를 역 멀티플렉싱하는 것,

상기 캡처된 이미지를 역 모자이크하는 것,

상기 캡처된 이미지를 리포커싱하는 것, 또는

상기 캡처된 이미지를 상이한 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 적어도 또 다른 이미지와 혼합하는 것

에 의해 상기 캡처된 이미지를 처리하도록 구성되는, 장치.

청구항 13

광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 방법으로서,

상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀에 연관된 파라미터들에 기초하여 상기 이미지를 처리하는 단계

를 포함하고, 상기 파라미터들은 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공역을 상기 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취득 시스템의 상기 오브젝트 공간 내의 볼륨을 정의하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀이라 지칭되는, 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 캡처된 이미지를 처리하는 것은:

상기 캡처된 이미지를 역 멀티플렉싱하는 것,

상기 캡처된 이미지를 역 모자이크하는 것,

상기 캡처된 이미지를 리포커싱하는 것, 또는

상기 캡처된 이미지를 상이한 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 적어도 또 다른 이미지와 혼합하는 것

을 포함하는, 방법.

청구항 15

광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩할 수 있는 제1 장치에 의해, 캡처된 상기 캡처된 이미지를 처리할 수 있는 제2 장치에 전송되는 신호로서,

상기 신호는 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공역을 상기 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 광학 취

득 시스템의 상기 오브젝트 공간 내의 볼륨을 정의하는 파라미터들을 포함하는 메시지를 운반하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라 지칭되고, 상기 제2 장치에 의한 상기 캡처된 이미지의 상기 처리는 상기 파라미터들에 기초하는, 신호.

청구항 16

컴퓨터 프로그램으로서,

프로세서에 의해 프로그램이 실행될 때, 제9항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따른 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 방법의 구현을 위한 프로그램 코드 명령어들을 포함하는 것을 특징으로 하는, 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 라이트 필드(light field)를 나타내는 데이터의 생성에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 4D 라이트 필드의 샘플링, 즉, 광선들의 레코딩으로서 볼 수 있는 4차원 또는 4D 라이트 필드 데이터의 취득은, ECCV 2008의 컨퍼런스 회의록에서 공표된 Anat Levin 등에 의한 논문 "Understanding camera trade-offs through a Bayesian analysis of light field projections"에서 설명되며, 열면 연구 주제이다.

[0003] 카메라로부터 획득되는 고전적인 2차원 또는 2D 이미지들에 비해, 4D 라이트 필드 데이터는 사용자가 이미지들의 렌더링 및 사용자와의 상호 작용을 향상시키는 더 많은 후처리 특징들에 대한 액세스를 가질 수 있게 한다. 예를 들어, 4D 라이트 필드 데이터에 의하면, 초점 면의 위치가 사후(posteriori) 특정/선택될 수 있음을 의미하는, 자유롭게 선택된 초점화 거리들에 의한 이미지들의 리포커싱(refocusing)뿐만 아니라, 이미지의 장면에서의 시점을 약간 변경시키는 것을 수행하는 것이 가능하다. 4D 라이트 필드 데이터를 취득하기 위해, 몇몇 기법들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 플렌옵틱 카메라(plenoptic camera)는 4D 라이트 필드 데이터를 취득할 수 있다. 플렌옵틱 카메라의 아키텍처의 상세 항목들이 도 1a에 제공된다. 도 1a는 플렌옵틱 카메라(100)를 개략적으로 나타내는 도면이다. 플렌옵틱 카메라(100)는 메인 렌즈(101), 2차원 어레이로 배열되는 복수의 마이크로 렌즈들(103)을 포함하는 마이크로 렌즈 어레이(102) 및 이미지 센서(104)를 포함한다.

[0004] 4D 라이트 필드 데이터를 취득하는 또 다른 방식은 도 1b에 도시된 바와 같이 카메라 어레이를 사용하는 것이다. 도 1b는 멀티 어레이 카메라(110)를 나타낸다. 멀티 어레이 카메라(110)는 렌즈 어레이(112) 및 이미지 센서(114)를 포함한다.

[0005] 도 1a에 도시된 바와 같은 플렌옵틱 카메라(100)의 예에서, 메인 렌즈(101)는 메인 렌즈(101)의 오브젝트 필드에서 오브젝트(도면에 미도시됨)로부터의 광을 수신하고, 그 광을 메인 렌즈(101)의 이미지 필드를 통해 통과시킨다.

[0006] 마지막으로, 4D 라이트 필드를 취득하는 또 다른 방식은 상이한 초점 면들에서 동일한 장면의 2D 이미지들의 시퀀스를 캡처하도록 구성되는 종래의 카메라를 사용하는 것이다. 예를 들어, 2014년 10월, 옵틱스 익스프레스(OPTICS EXPRESS), Vol. 22, No. 21에 공표된, J.-H.Park 등에 의한 문헌 "Light ray field capture using focal plane sweeping and its optical reconstruction using 3D displays"에 기술된 기법은 종래의 카메라에 의한 4D 라이트 필드 데이터의 취득을 달성하기 위해 사용될 수 있다.

[0007] 4D 라이트 필드 데이터를 표현하는 몇몇 방식들이 있다. 실제로, 2006년 7월에 공표된, Ren Ng에 의한 "Digital Light Field Photography"라는 명칭의 박사 학위 논문의 챕터 3.3에는, 4D 라이트 필드 데이터를 표현하기 위한 3가지 상이한 방식이 기술된다. 첫째, 4D 라이트 필드 데이터는, 플렌옵틱 카메라에 의해 레코딩될 때 마이크로 렌즈 이미지들의 집합에 의해 표현될 수 있다. 이 표현에서의 4D 라이트 필드 데이터는 미가공 이미지들 또는 미가공 4D 라이트 필드 데이터라 명명된다. 둘째, 4D 라이트 필드 데이터는, 플렌옵틱 카메라에 의해 또는 카메라 어레이에 의해 레코딩될 때, 서브 애퍼처 이미지들(sub-aperture images)의 세트에 의해 표현될 수 있다. 서브 애퍼처 이미지는 시점으로부터 캡처된 장면의 이미지에 대응하며, 시점은 2개의 서브 애퍼처 이미지 사이에 약간 상이하다. 이러한 서브 애퍼처 이미지들은 이미징된 장면의 시차(parallax) 및 깊이에 관한 정보를 제공한다. 셋째, 4D 라이트 필드 데이터는 등극(epipolar) 이미지들의 세트에 의해 표현될 수 있는

데, 예를 들어, ISVC 2011의 컨퍼런스 회의록에 공표된, S. Wanner 등에 의한 "Generating EPI Representation of a 4D Light Fields with a Single Lens Focused Plenoptic Camera"라는 명칭의 논문을 참조한다.

[0008] 시장에 출시된 여러 유형들의 플렌옵틱 디바이스 및 카메라 어레이들이 있으며, 이러한 모든 라이트 필드 취득 디바이스들은 독점적인 파일 형식을 가지고 있다. 따라서 다차원 정보의 취득 및 전송을 지원하는 표준이 없으므로 라이트 필드 기술은 일반 2D 또는 3D 이미징 외에는 존속할 수 없다는 것이 분명하다. 본 발명은 기술내용을 엄두에 두고 이루어졌다.

발명의 내용

[0009] 발명의 제1 양태에 따르면, 광학 취득 시스템(optical acquisition system)에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 장치가 제공되며, 상기 장치는, 상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀에 대하여, 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간(object space) 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공(pupil) 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공액(conjugate)을 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 볼륨(volume)을 정의하는 파라미터들을 계산하도록 구성된 프로세서를 포함하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔(pixel beam)이라 지칭된다.

[0010] 장치의 실시예에 따르면, 프로세서는 픽셀 빔들을 나타내는 파라미터들을 인코딩될 광학 취득 시스템에 의해 취득된 이미지와 연관시키도록 구성된다.

[0011] 장치의 실시예에 따르면, 픽셀 빔의 파라메트릭 표현(parametric representation)은 다음 방정식들에 의해 정의된 일엽쌍곡면(hyperboloid of one sheet)이다:

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_p)^2}{c^2}} \cdot \cos(v) + z \cdot \tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_p)^2}{c^2}} \cdot \sin(v) + z \cdot \tan(\theta_y) \end{cases}$$

[0012]

[0013] 여기에서, x , y , 및 z 는 쌍곡면의 표면에 속하는 포인트의 오브젝트 공간 내의 좌표들이며, $z_p, \theta_x, \theta_y, a, z_p$ 는 동공의 표면에 수직한 방향으로 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 픽셀의 공액에 대응하는, 웨이스트(waist)라고 지칭되는, 픽셀 빔의 최소 섹션의 거리를 나타내고, θ_x, θ_y 는 동공의 중심으로부터 웨이스트의 방향을 정의하는 전단 각들(shear angles)을 나타내고, a 는 웨이스트의 치수를 나타내며; c 는 픽셀 빔의 개구 각(angular aperture)을 정의하는 a 에 종속되는 파라미터이고, v 는 $[0, 2\pi]$ 구간에서 변하는 각도이다.

[0014] 장치의 실시예에 따르면, 픽셀 빔의 파라메트릭 표현은 다음 방정식들에 의해 정의된 일엽쌍곡면이다:

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_p)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot \rho_o + (1 - \alpha) \cdot \rho_p] \cdot \cos(v) + z \cdot \tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_p)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot A_o \cdot \rho_o + (1 - \alpha) \cdot A_p \cdot \rho_p] \cdot \sin(v) + z \cdot \tan(\theta_y) \end{cases}$$

[0015]

[0016] 여기에서, A_o 는 비대칭 동공의 종횡비(aspect ratio)를 나타내는 파라미터이고, A_p 는 비대칭 웨이스트의 종횡비를 나타내는 파라미터이고, a 는 동공과 웨이스트 사이의 픽셀 빔의 섹션의 전파(propagation)와 관련된 파라미터이고, ρ_o 는 동공에 대한 극 반경 인자(polar radius factor)를 나타내는 파라미터이고, ρ_p 는 웨이

스트에 대한 극 반경 인자를 나타내는 파라미터이다.

[0017] 장치의 실시예에 따르면, 픽셀 빔은 적어도, 주 광선이라고 지칭되는 쌍곡면의 축을 나타내는 파라미터들의 제1 세트와, 주 광선을 중심으로 회전함으로써 쌍곡면의 표면의 생성을 가능하게 하는 생성 광선들의 패밀리(a family of generating rays)를 나타내는 파라미터들의 제2 세트로 표현된다.

[0018] 장치의 실시예에 따르면, 픽셀 빔의 파라메트릭 표현은 전방 원뿔(front cone) 및 후방 원뿔(rear cone)의 합집합(union)이며, 전방 원뿔 및 후방 원뿔은 서로 중첩된다.

[0019] 장치의 실시예에 따르면, 전방 원뿔 및 후방 원뿔의 합집합으로서의 픽셀 빔의 파라메트릭 표현은 다음의 방정식들에 의해 주어진다:

$$\begin{cases} z_{front} = \frac{P \cdot z_W + W \cdot z_P}{P + W} \\ z_{rear} = \frac{P \cdot z_W - W \cdot z_P}{P - W} \end{cases}$$

[0020]

[0021] 여기서, z_{front} 는 전방 원뿔의 정점의 z-좌표를 나타내고, z_{rear} 는 후방 원뿔의 정점의 z-좌표를 나타내며, P, z_P, W 및 z_W 는 각각, $P > 0$ 인 픽셀 빔의 동공의 직경, 그것의 z-좌표, $0 < W < +\infty$ 인 픽셀 빔의 웨이스트의 직경 및 z-좌표, 및 $0 < z_W < +\infty$ 인 그것의 z-좌표를 나타내고,

[0022]

[0023] 이고, 여기서, θ_{front} 및 θ_{rear} 는 각각 전방 원뿔 및 후방 원뿔의 정점 각도들이다.

[0024] 장치의 실시예에 따르면, $W = +\infty$ 및 $z_W = +\infty$ 일 때 전방 원뿔 및 후방 원뿔의 합집합으로서의 픽셀 빔의 파라메트릭 표현은 다음의 방정식들에 의해 주어진다:

$$\frac{1}{z_{front} - z_P} = \frac{p}{P \cdot f} = \frac{1}{z_P - z_{rear}}$$

[0025]

[0026] 여기서 p 및 f 는 각각 $p > 0$ 인 픽셀의 직경 및 $f > 0$ 인 광학 취득 시스템의 옵틱스(optics)의 초점 길이를 나타내며,

$$\begin{cases} \tan \theta_{front} = \frac{W/2}{|z_{front} - z_W|} \\ \tan \theta_{rear} = \frac{W/2}{|z_{rear} - z_W|} \end{cases}$$

[0027]

- [0028] 이다.
- [0029] 발명의 다른 목적은 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 방법으로서, 상기 방법은, 상기 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀에 대하여, 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공역을 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 볼륨을 정의하는 파라미터들을 계산하는 단계를 포함하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라 지칭된다.
- [0030] 발명의 실시예에 따른 방법은, 픽셀 빔들을 나타내는 파라미터들을 인코딩될 광학 취득 시스템에 의해 획득된 이미지와 연관시키는 단계를 더 포함한다.
- [0031] 발명의 다른 목적은 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 장치로서, 상기 장치는 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀에 연관된 파라미터들에 기초하여 상기 이미지를 처리하도록 구성된 프로세서를 포함하고, 상기 파라미터들은 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공역을 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 볼륨을 정의하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라 지칭된다.
- [0032] 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 장치의 실시예에 따르면, 프로세서는:
- [0033] - 상기 캡처된 이미지를 역 멀티플렉싱하는 것,
- [0034] - 상기 캡처된 이미지를 역 모자이크하는 것,
- [0035] - 상기 캡처된 이미지를 리포커싱하는 것, 또는
- [0036] - 상기 캡처된 이미지를 상이한 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 적어도 또 다른 이미지와 혼합하는 것
- [0037] 에 의해, 캡처된 이미지를 처리하도록 구성된다.
- [0038] 발명의 다른 목적은 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 방법으로서, 상기 방법은 광학 취득 시스템의 센서의 적어도 하나의 픽셀에 연관된 파라미터들에 기초하여 상기 이미지를 처리하는 단계를 포함하고, 상기 파라미터들은 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공역을 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 볼륨을 정의하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀이라 지칭된다.
- [0039] 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 방법의 실시예에 따르면, 캡처된 이미지를 처리하는 것은:
- [0040] - 상기 캡처된 이미지를 역 멀티플렉싱하는 것,
- [0041] - 상기 캡처된 이미지를 역 모자이크하는 것,
- [0042] - 상기 캡처된 이미지를 리포커싱하는 것, 또는
- [0043] - 상기 캡처된 이미지를 상이한 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 적어도 또 다른 이미지와 혼합하는 것
- [0044] 으로 이루어진다.
- [0045] 발명의 또 다른 목적은, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩할 수 있는 제1 장치에 의해, 캡처된 상기 캡처된 이미지를 처리할 수 있는 제2 장치에 전송되는 신호로서, 상기 신호는 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 상기 광학 취득 시스템의 동공 및 상기 적어도 하나의 픽셀의 공역을 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 볼륨을 정의하는 파라미터들을 포함하는 메시지를 운반하고, 상기 광선들의 세트에 의해 점유되는 상기 볼륨은 픽셀 빔이라 지칭되고, 제2 장치에 의한 캡처된 이미지의 처리는 상기 파라미터들에 기초한다.
- [0046] 발명의 요소들에 의해 구현되는 일부 프로세스들은 컴퓨터로 구현될 수 있다. 따라서, 이러한 요소들은 전적으로 하드웨어 실시예, 전적으로 소프트웨어 실시예(펌웨어, 상주 소프트웨어, 마이크로 코드 등을 포함함) 또는 소프트웨어와 하드웨어 양태들을 조합하는 실시예의 형태를 취할 수 있으며, 이들 모두가 "회로", "모듈", 또는 "시스템"으로서 본 명세서에서 일반적으로 지칭될 수 있다. 또한, 이러한 요소들은 매체에 내장되는 컴퓨터 사

용 가능한 프로그램 코드를 가지는 임의의 유형적(tangible) 표현 매체에서 구현되는 컴퓨터 프로그램 제품의 형태를 취할 수 있다.

[0047] 본 발명의 요소들이 소프트웨어로 구현될 수 있기 때문에, 본 발명은 임의의 적절한 캐리어 매체 상에 프로그래밍 가능한 장치에 제공하기 위한 컴퓨터 판독가능한 코드로서 구현될 수 있다. 유형적 캐리어 매체는 플로피 디스크, CD-ROM, 하드 디스크 드라이브, 자기 테이프 디바이스 또는 고체 상태 메모리 디바이스 등과 같은 저장 매체를 포함할 수 있다. 일시적 캐리어 매체는 전기 신호, 전자 신호, 광 신호, 음향 신호, 자기 신호 또는 전자기 신호, 예를 들어, 마이크로파 또는 RF 신호와 같은 신호를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048] 이하에서는 발명의 실시예들은, 단지 예시로서, 후속하는 도면들에 관련하여 기술될 것이다.

도 1a는 플렌옵틱 카메라를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 1b는 멀티 어레이 카메라를 나타낸다.

도 2는 카메라의 광학 시스템 또는 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 내의 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타낸다.

도 3은 일엽쌍곡면을 나타낸다.

도 4는 일엽쌍곡면의 다른 뷰를 나타낸다.

도 5는 발명의 실시예에 따라 픽셀 빔을 정의하는 주 광선(chief ray) 및 생성 광선(generating ray)을 나타낸다.

도 6은 두 원뿔들의 합집합을 나타낸다.

도 7은 본 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 장치의 예를 예시하는 개략적인 블록도이다.

도 8은 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 프로세스를 설명하는 흐름도이다.

도 9는 본 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 장치의 예를 예시하는 개략적인 블록도이다.

도 10은 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 프로세스를 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 본 기술 분야의 통상의 기술자에 의해 이해될 바와 같이, 본 원리들의 양태들은 시스템, 방법, 또는 컴퓨터 판독가능 매체로서 구현될 수 있다. 따라서, 본 원리들의 양태들은 전적으로 하드웨어 실시예, 전적으로 소프트웨어 실시예(펌웨어, 상주 소프트웨어, 마이크로 코드 등을 포함함), 또는 소프트웨어와 하드웨어 양태들을 조합하는 실시예의 형태를 취할 수 있고, 이들 모두가 "회로", "모듈" 또는 "시스템"으로 본 명세서에서 일반적으로 지칭될 수 있다. 또한, 본 원리들의 양태들은 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 형태를 취할 수 있다. 하나 이상의 컴퓨터 판독가능 저장 매체(들)의 임의의 조합이 이용될 수 있다.

[0050] 임의의 광학 취득 시스템의 경우, 그것이 플렌옵틱인지 아닌지에 상관없이, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 4D 라이트 필드 데이터를 나타내는 에피폴라(epipolar) 이미지 또는 미가공 이미지에 더하여, 상기 광학 취득 시스템의 센서의 픽셀들과 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 사이의 대응(correspondence)에 관한 정보를 획득하는 것은 흥미롭다. 광학 취득 시스템의 센서에 속하는 픽셀이 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 중 어느 부분을 감지하고 있는지를 아는 것은, 역 멀티플렉싱(de-multiplexing), 역 모자이킹(de-mosaicking), 리포커싱 등과 같은 신호 처리 동작들의 개선, 및 상이한 특성들을 갖는 상이한 광학 시스템들에 의해 캡처된 이미지들의 혼합을 가능하게 한다. 또한, 광학 취득 시스템의 센서의 픽셀들과 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 사이의 대응에 관한 정보는 광학 취득 시스템과 독립적이다.

[0051] 본 개시내용은 도 2에 도시된 픽셀 빔(10)의 개념을 도입하는데, 이는 광학 시스템의 오브젝트 공간 내의 카메라

라(도 2에는 도시되지 않음)의 광학 시스템(11)의 동공 및 카메라의 센서의 픽셀의 공역을 동공의 표면에 수직인 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타낸다.

[0052] 광선들의 세트는 상기 광학 시스템(21)의 동공(24)을 통해 카메라의 센서(23)의 픽셀(22)에 의해 감지된다. 광학 시스템(21)은 사진 또는 비디오 카메라들에 적합한 렌즈들의 조합일 수 있다. 광학 시스템의 동공은 상기 광학 시스템, 즉 애퍼처 스톱(aperture stop)에 선행하는 광학 취득 시스템의 렌즈들을 통해 보여지는 상기 애퍼처 스톱의 이미지로서 정의된다. 애퍼처 스톱은 광학 취득 시스템의 광학 시스템을 통과하는 빛의 양을 제한하는 개구부이다. 예를 들어, 카메라 렌즈 내부에 위치된 조절가능한 블레이드 다이어프램(adjustable blade diaphragm)은 렌즈용 애퍼처 스톱이다. 다이어프램을 통해 들어오는 빛의 양은 카메라의 사용자가 허용하고자 하는 빛의 양에 따라 조정될 수 있는 다이어프램 개구부의 직경에 의해 컨트롤된다. 예를 들어, 애퍼처를 더 작게 만드는 것은 다이어프램을 통해 들어오는 빛의 양을 감소시키고, 동시에 초점 심도를 증가시킨다. 렌즈의 일부의 굴절 작용으로 인해 정지부의 겉보기 크기는 이의 물리적 크기보다 크거나 작을 수 있다. 공식적으로, 동공은 물리적 정지부와 관찰 공간 사이에 위치된 광학 취득 시스템의 모든 렌즈를 통과하는 애퍼처 스톱의 이미지이다.

[0053] 픽셀 빔(10)은 입사 동공(24)을 경유하여 광학 시스템(21)을 통해 전파될 때 주어진 픽셀(22)에 도달하는 광선 다발(pencil of rays of light)로 정의된다. 빛이 자유 공간에서 직선 상을 이동하기 때문에, 이러한 픽셀 빔(20)의 형상은 2개의 섹션에 의해 정의될 수 있는데, 하나는 픽셀(22)의 공역(25)이고, 다른 하나는 입사 동공(24)이다. 픽셀(22)은 자신의 널-널(non-null) 표면 및 자신의 감도 맵에 의해 정의된다.

[0054] 발명의 제1 실시예에서, 픽셀 빔(30)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 두 요소들, 즉 오브젝트 공간에서의 동공(34) 및 픽셀(22)의 공역(35)에 의해 지지되는, 일엽쌍곡면으로 표현될 수 있다.

[0055] 일엽쌍곡면은 광선 다발의 개념을 지지할 수 있는 규정된 표면(ruled surface)이고, 물리적 광 빔들의 "에텐두(*étendue*)"라는 개념과 호환가능하고, 이 개념은 물리적 광 빔들의 섹션을 가로 지르는 에너지의 보존과 관련된다.

[0056] 도 4에 나타난 바와 같이, 일엽쌍곡면(40)은 오브젝트 공간에서 공역(25)에 대응하는 웨이스트(45)로 지칭되는 그것의 가장 작은 섹션의 기본 영역을 제외하고는 그것의 접근 원뿔(41, 42)과 거의 동일하다. 라이트 필드 카메라들과 같은 플렌옵틱 시스템들의 경우, 이는 다중 경로 광선들에 의한 공간 샘플링이 수행되는 영역이다. 픽셀(22) 감도는 표면 상의 수십 제곱 마이크로미터 상에서 중요하며, 원뿔 톱처럼 무한히 작은 표면을 가진 수학적 포인트로 표현될 수 없으므로, 이 영역에서 포인트로 변형(degenerating)하는 고유한 원뿔들을 갖는 샘플링 공간은 적절하지 않다.

[0057] 본 발명의 실시예에서, 각각의 픽셀 빔(20, 30, 40)은 동공(24, 34)의 전방에서, 픽셀 공역(25, 45)의 위치 및 크기를 정의하는 4개의 독립 파라미터 $z_p, \theta_x, \theta_y, a$ 에 의해, 그리고 동공(24, 34)의 위치, 배향, 및 반경을 정의하는 6개의 동공 파라미터 $x_o, y_o, z_o, \theta_{x0}, \theta_{y0}, r$ 에 의해 정의된다. 이러한 6개의 동공 파라미터는 동일한 동공(24, 34)을 공유하는, 일엽쌍곡면으로 표현되는 경우의 픽셀 빔들의 집합에 공통적이다. 실제로, 픽셀 빔은 동공(24)을 통해 픽셀(22)에 의해 감지된 광학 시스템(21)의 오브젝트 공간에서 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는데, 즉 주어진 커널 픽셀(22)/동공(24, 34)에 대해, 고유의 픽셀 빔(20, 30, 40)이 대응하지만, 복수의 별개의 픽셀 빔이 동일한 동공(24, 34)에 의해 지지될 수 있다.

[0058] 픽셀 빔(20, 30, 40)을 나타내는 일엽쌍곡면의 파라미터들이 정의되는 좌표계(x, y, z)의 원점 0는 도 2에 도시된 바와 같이 동공(24)의 중심에 대응하고, 여기서 z 축은 동공(24, 34)의 표면에 수직인 방향을 정의한다.

[0059] 파라미터 θ_x, θ_y 는 동공(24) 중심의 입사에 대한 주 광선 방향들을 정의한다. 이는 센서(23) 상의 픽셀(22) 위치 및 광학 시스템(21)의 광학 요소에 의존한다. 보다 정확하게, 파라미터 θ_x, θ_y 는 동공(24)의 중심으로부터 픽셀(22)의 공역(25)의 방향을 정의하는 전단 각들을 나타낸다.

[0060] 파라미터 z_p 는 z 축을 따라 픽셀 빔(20, 30, 40)의 웨이스트(45), 또는 픽셀(22)의 공역(25)의 거리를 나타낸다.

[0061] 파라미터 a 는 픽셀 빔(20, 30, 40)의 웨이스트(45)의 반경을 나타낸다.

[0062] 광학 왜곡 및 필드 곡률이 모델링될 수 있는 광학 시스템(21)의 경우, 파라미터들 z_p 및 a 는 파라메트릭 함수를 통해 파라미터들 θ_x 및 θ_y 에 의존할 수 있다.

[0063] 4개의 독립 파라미터는 픽셀(22) 및 그것의 공액(25)과 관련된다.

[0064] 픽셀 빔(20, 30, 40)을 정의하는 6개의 상보적인 동공 파라미터는 다음과 같다:

[0065] - 동공(24, 34) 반경을 나타내는 r ,

[0066] - (x, y, z) 좌표계에서 동공(24, 34) 중심의 좌표들을 나타내는 x_0, y_0, z_0 , 및

[0067] - 기준 (x, y, z) 좌표계에서 동공(24, 34)의 배향을 나타내는 θ_{x0}, θ_{y0} .

[0068] 이 6개의 동공 파라미터는 동공(24, 34)과 관련된다. 다른 파라미터 c 가 정의된다. 이러한 파라미터 c 는 픽셀(22) 및 그것의 공액(25)과 관련된 파라미터 z_p 및 a , 및 동공(24, 34)과 관련된 파라미터 r 에 의존한다. 파라미터 c 는 픽셀 빔(20, 30, 40)의 각도 애퍼처 α 를 정의하며 공식 $\tan(\alpha) = \frac{a}{c}$ 에 의해 주어진다.

[0069] 따라서 파라미터 c 의 표현은 다음 방정식에 의해 주어진다:

$$c^2 = \frac{a^2 z_p^2}{r^2 - a^2} \quad (1)$$

[0071] 픽셀 빔(20, 30, 40)을 한정하는 표면에 속하는 포인트들의 오브젝트 공간에서의 좌표(x, y, z)는 동공(24) 및 픽셀의 공액(25)과 관련된 상기 정의된 파라미터들의 세트들의 함수이다. 따라서, 픽셀 빔(20, 30, 40)을 나타내는 일엽쌍곡면의 생성을 가능하게 하는 방정식 (2)는 다음과 같다:

$$\frac{(x - z \cdot \tan(\theta_x))^2}{a^2} + \frac{(y - z \cdot \tan(\theta_y))^2}{a^2} - \frac{(z - z_p)^2}{c^2} = 1 \quad (2)$$

[0073] 픽셀 빔(20, 30, 40)을 나타내는 동일한 쌍곡면의 파라메트릭 방정식 (3)은 다음과 같다 :

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_p)^2}{c^2}} \cdot \cos(v) + z \cdot \tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z - z_p)^2}{c^2}} \cdot \sin(v) + z \cdot \tan(\theta_y) \end{cases} \quad (3)$$

[0075] 여기에서, v 는 생성 쌍곡선으로부터의 픽셀 빔(20, 30, 40)의 생성을 가능하게 하는 (x, y) 평면에서의 각도이고, v 는 $[0, 2\pi]$ 구간에서 변하며, $z \in [0, \infty]$ 는 동공(24, 34)의 표면에 수직한 방향을 정의하는 z 축을 따른 좌표이다. 방정식 (2) 및 (3)은 픽셀(22) 및 그것의 공액(25)의 섹션이 원형이고 동공(24, 34)의 섹션이 또한 원형이라는 가정으로 기술된다.

[0076] 픽셀 빔들(20, 30, 40)이 광학 시스템(21)의 오브젝트 공간을 샘플링하는 방법의 정확한 설명을 얻기 위해, 픽

셀(22)의 섹션 및 동공(24, 34)의 섹션의 기하학적 구조가 오브젝트 공간을 어떻게 포장하는지 결정하는 것은 흥미롭다. 이는 오브젝트 공간 내에서 방출된 빛이 센서(23)의 상이한 픽셀들(22) 사이에서 어떻게 분포되어 있는지를 알게 한다.

[0077] 따라서, 동공(24, 34), 픽셀(22), 및 픽셀(22)의 공액(25)의 섹션들의 형상을 기술하기 위해 또 다른 파라미터들의 세트가 정의된다.

[0078] 제1 독립 파라미터 A_O 가 정의된다. 파라미터 A_O 는 비대칭 동공(24, 34)을 허용하는 종횡비(aspect ratio)를 나타낸다.

[0079] 제2 독립 파라미터 A_P 가 정의된다. 파라미터 A_P 는 픽셀(22) - 웨이스트의 공액(25, 45)에서 비대칭 픽셀 빔들을 허용하는 종횡비를 나타낸다.

[0080] 제3 파라미터 종속 파라미터 α 는 다음과 같이 정의된다:

$$\alpha = \left| \frac{1 - \left(\frac{z}{z_P}\right)^k}{1 + \left(\frac{z}{z_P}\right)^k} \right| \quad (4)$$

[0082] α 는, 동공(24, 34) 및 픽셀(22)의 섹션들의 형상과는 독립적으로, 그리고 픽셀(22)의 공액(25, 45)으로부터 무한으로, 동공(24, 34)과 픽셀(22)의 공액(25, 45) 사이의 z 축을 따라 픽셀 빔(20, 30, 40) 형상의 전파를 나타내는 계수이다. 파라미터 k 는 z 축을 따라 픽셀 빔(20, 30, 40) 형상의 진화(evolution)를 조절하는 파라미터이다. $k \approx 1.3$ 의 값은 동공(24, 34)과 픽셀(22)의 공액(25, 45) 사이의 파라미터 α 의 선형 변화를 근사화한다.

[0083] 극 반경 인자로 지칭되는 2개의 파라미터들 ρ_O 및 ρ_P 는 각각 동공(24, 34)의 형상 및 픽셀(22)의 공액(25, 45)의 형상을 기술한다. 파라미터들 ρ_O 및 ρ_P 는 다음의 방정식으로 정의된다.

$$\rho = \min\left(\frac{1}{\text{abs}(\cos(v))}, \frac{1}{\text{abs}(\sin(v))}\right) \quad (5)$$

[0085] 여기에서 ρ 는 각도 v 에 대한 단위 스퀘어 포인트(unit square point)를 정의하는 극 반경이다.

[0086] $A_O = A_P = 1.0$ 인 경우, 표 1로 불리는 다음 표는 파라미터들 ρ_O 및 ρ_P 값들의 예들을 제공한다:

표 1

ρ_o	ρ_p	
1.0	1.0	원형의 동공(24, 34) 및 픽셀 공액(25, 45)
1.0	ρ	원형의 동공(24, 34) 및 정사각형 형상의 픽셀 공액(25, 45)
ρ	1.0	정사각형 형상의 동공(24, 34) 및 원형의 픽셀 공액(25, 45)
ρ	ρ	정사각형 형상의 동공(24, 34) 및 정사각형 형상의 픽셀 공액(25, 45)

[0087]

[0088]

동공(24, 34), 픽셀(22), 및 픽셀(22)의 공액(25)의 섹션들의 형상과 관련된 상기 정의된 파라미터들을 고려하여, 픽셀 빔(20, 30, 40)을 나타내는 쌍곡면의 확장된 파라메트릭 방정식 (6)은 다음과 같다.

[0089]

$$\begin{cases} x = a \sqrt{1 + \frac{(z-z_p)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot \rho_o + (1 - \alpha) \cdot \rho_p] \cdot \cos(v) + z \cdot \tan(\theta_x) \\ y = a \sqrt{1 + \frac{(z-z_p)^2}{c^2}} \cdot [\alpha \cdot A_o \cdot \rho_o + (1 - \alpha) \cdot A_p \cdot \rho_p] \cdot \sin(v) + z \cdot \tan(\theta_y) \end{cases} \quad (6)$$

[0090]

발명의 다른 실시예에서, 일엽쌍곡면은 선직면(ruled surface)이기 때문에, 직선들의 2개의 패밀리로서 기술될 수 있으며, 제1 패밀리는, 주 광선이라고 지칭되며 제2 패밀리에 있는 축을 중심으로 회전하는 생성 광선들이라고 지칭된다. 주 광선 및 임의의 생성 광선들은 픽셀 빔을 정의하기에 충분하다.

[0091]

도 5에 나타난 바와 같이, 픽셀 빔(50)을 기술하는 것으로 간주되는 제1 광선은 그 축 또는 주 광선(51)이다. 주 광선(51)은 도 2에 나타난 바와 같은 쌍곡면(20, 30, 40, 50)의 z 축에 대응한다.

[0092]

메인 축이 방향(θ_x)으로 향하게 되도록 쌍곡면(20, 30, 40, 50)을 절단(shearing)하는 것은 다음 방정식을 제공한다:

[0093]

$$(x-z \cdot tx)^2/a^2 + (y-z \cdot ty)^2/a^2 - (z-z_p)^2/c^2 = 1 \quad (7)$$

[0094]

여기서, $tx = \tan(\theta_x)$, $ty = \tan(\theta_y)$, z_p 는 z 축 상의 픽셀 빔의 웨이스트의 위치이고, a 및 c는 각각 x, y, 및 z 축에 따른 쌍곡면의 반축(semi-axes)의 길이를 나타낸다.

[0095]

픽셀 빔(10, 20, 30, 40, 50)을 나타내는 일엽쌍곡면을 기술할 때 고려할 제2 광선은 생성 광선(52)이다. 생성 광선들(52)의 패밀리는 쌍곡면(50)의 표면을 기술한다.

[0096]

상기 광학 취득 시스템의 센서의 픽셀들과 상기 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간 사이의 대응에 관한 정보는, 픽셀 빔이 그것의 파라메트릭 방정식에 의해 표현될 때는 동공(24, 34)의 전방에 있는 픽셀 공액(25, 45)의 위

치 및 크기를 정의하는 4개의 독립 파라미터 $z_p, \theta_x, \theta_y, a$, 및 동공(24, 34)의 위치, 배향, 및 반경을 정

의하는 6개의 동공 파라미터 $x_o, y_o, z_o, \theta_{x0}, \theta_{y0}, r$ 를 포함하는 파라미터들의 세트; 또는 픽셀 빔이 주 광선과 생성 광선의 두 가지 광선(20, 30, 40, 50)에 의해 표현될 20, 30, 40, 50일 때는, 주 광선(51) 및 생성 광선들(52)의 패밀리를 정의하는 파라미터들의 세트 중 어느 하나의 형태를 취할 수 있다. 따라서, 이러

한 2개의 파라미터들의 세트들 중 하나는 미가공 이미지, 또는 4D 라이트 필드 데이터를 처리하는 동안 사용되기 위해 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 4D 라이트 필드 데이터를 나타내는 에피폴라 이미지에 추가로 제공된다.

- [0097] 발명의 제1 실시예는 픽셀 빔을 정의하기 위한 단지 2개의 광선: 주 광선 및 생성 광선을 요구하는 이점을 제공한다. 그러나 이는 기본 물리학의 기하학을 정확하게 해석하지 못한다. 실제로, 일엽쌍곡면은 실제로 결국 센서로 가는 일부 광선을 버리는 한편, 여분의 광선들을 포함한다.
- [0098] 이 결점을 극복하기 위해, 발명의 제2 실시예에서, 픽셀 빔(60)은, 2개의 요소들(elements): 동공(64) 및 오브젝트 공간 내의 픽셀(62)의 공역(65), 즉, 픽셀 상에 이미징된 오브젝트 공간 내의 표면에 의해 지지되는, 도 6에 도시된 바와 같은 2개의 부분 중첩 원뿔(two coaxial, partially overlapping cones), 즉 전방 원뿔(61_F) 및 후방 원뿔(61_R)에 의해 표현될 수 있다.
- [0099] 전방 원뿔(61_F)은 픽셀(62) 및 동공(64)에 의해 정의된 볼록한 절두체(convex frustum)의 이미지이다. 볼록한 절두체의 정점(apex)은 광학 취득 시스템의 센서를 넘어 놓인다. 구성에 의해, 전방 원뿔(61_F)은 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서 수렴하고, 전방 원뿔(61_F)의 정점은 픽셀(65)의 공역 또는 픽셀 빔(60)의 웨이스트와 동공(64) 사이에 놓인다. 전방 원뿔(61_F)은 픽셀(62)에서 동공(64)에 의해 대면되는(subtended) 입체각으로부터 도출된다.
- [0100] 후방 원뿔(61_R)은 픽셀(62)과 동공(64)에 의해 정의되는 원뿔의 이미지이고, 이의 정점은 동공(64)과 광학 취득 시스템의 센서 사이에 놓인다. 구성에 의해, 후방 원뿔(61_R)의 정점은 동공(60)의 웨이스트(65)를 넘어 위치된다. 후방 원뿔(61_R)은 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서 반드시 수렴할 필요는 없으며, 일부 경우들에서는, 원기둥 또는 발산하는 원뿔로 변형될 수 있다. 후자의 경우, 발산하는 원뿔의 정점은 광학 취득 시스템의 이미지 공간에, 즉 동공(64)의 입사 이전에 놓인다.
- [0101] 전방 원뿔(61_F) 및 후방 원뿔(61_R)은 동공(64)의 중심과 웨이스트(65)의 중심을 연결하는 선과 동일한 회전축을 공유한다.
- [0102] 원뿔들은 광선들의 다발의 개념을 지지할 수 있는 선직면이고, 2개의 원뿔을 결합하는 것이 물리적 광 빔들의 "에텐듀"라는 개념과 호환 가능한 경우, 이 개념은 물리적 광 빔들의 섹션들에 걸친 에너지의 보존과 관련된다. 평면들과 원뿔들의 교차점들은 쌍곡면들에 대한 것과 마찬가지로 복수의 계수들로 특성화될 수 있는 원뿔 곡선들이다. 이의 정점을 고려하면, 원뿔은 3개의 각도 파라미터, 즉, 원뿔의 회전 축으로부터 측정된 극각도, 정점까지의 각도, 및 2개의 각도에 의해 주어지는 회전 축의 방향에 의해 표현될 수 있다.
- [0103] xyz 를 광학 취득 시스템의 좌표계라 하면, z 는 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간에서 $z > 0$ 인 광학 취득 시스템의 광학 축을 표시하고, 동공(64)의 중심은 상기 좌표계의 원점이다. 광학 취득 시스템의 옵틱스는 범위 $z \in [2f; +\infty]$ 로부터의 광학 취득 시스템의 오브젝트 공간을 광학 취득 시스템 $z \in [-2f; -f]$ 의 이미지 공간으로 이미징하고, 여기서 f 는 광학 취득 시스템의 옵틱스의 초점 길이(focal length)이다. 픽셀 빔(60)의 동공(64) 및 웨이스트(65)의 위치는 광학 취득 시스템의 교정으로부터 광학 취득 시스템의 좌표계 xyz 로 공지되어 있다. 동공(64) 및 웨이스트(65)는 평행한 것으로 가정되고 둘 모두 z 축에 수직이다.
- [0104] 픽셀 빔(60)의 주 광선을 z' 라 하자. 주 광선은 동공(64)의 중심과 픽셀 빔(60)의 웨이스트(65)의 중심을 연결하는 선이다. 주 광선은 또한 픽셀 빔(60)의 회전축 및 대칭축이다. 따라서, 좌표계 xyz' 에서, 픽셀 빔(60)은 회전의 입체이다.
- [0105] 전방 원뿔(61_F) 및 후방 원뿔(61_R)의 정점 둘 모두는 픽셀 빔(60)의 주 광선 z' 상에 위치된다. 얇은 렌즈 근사화 하에서, 이러한 2개의 정점의 좌표는 광학 취득 시스템의 센서가 후방 초점면에 위치되지 않는다는 가정 하에 광학 취득 시스템의 좌표계 xyz 에서 다음과 같이 계산된다:

$$\begin{cases} \frac{z_w - z_{front}}{W} = \frac{z_{front} - z_p}{P} \\ \frac{z_{rear} - z_w}{W} = \frac{z_{rear} - z_p}{P} \end{cases}$$

즉,

$$\begin{cases} z_{front} = \frac{P \cdot z_w + W \cdot z_p}{P + W} \\ z_{rear} = \frac{P \cdot z_w - W \cdot z_p}{P - W} \end{cases}$$

여기서, P, z_p, W 및 z_w 는 각각, $P > 0$ 인 동공(64)의 직경, 그것의 z -좌표, $0 < W < +\infty$ 인 픽셀의 공액(65)의 직경, 및 $0 < z_w < +\infty$ 인 그것의 z -좌표를 표시한다.

후방 원뿔(61_R)의 정점의 z -좌표 z_{rear} 는 후방 원뿔(61_R)이 수렴하는 원뿔인 경우에는 포지티브일 수 있고, 후방 원뿔(61_R)이 발산하는 원뿔인 경우에는 네거티브일 수 있다. 이는 또한, 동공(64) 및 픽셀 빔의 픽셀의 공액(65)이 동일한 크기인 경우, 무한할 수 있다.

광학 취득 시스템의 센서가 후방 초점면 상에 위치되면, $W = +\infty$ 및 $z_w = +\infty$ 이다. 이들의 비는 일정하여,

$$\frac{1}{z_{front} - z_p} = \frac{p}{P \cdot f} = \frac{1}{z_p - z_{rear}}$$

이고, 여기서 p 및 f 는 광학 취득 시스템의 옵틱스가 수렴하는 렌즈인 것으로 가정하여 각각, $p > 0$ 인 픽셀(62)의 직경 및 $f > 0$ 인 광학 취득 시스템의 옵틱스의 초점 길이를 나타낸다.

정점 각도는,

$$\begin{cases} \tan \theta_{front} = \frac{W/2}{|z_{front} - z_w|} \\ \tan \theta_{rear} = \frac{W/2}{|z_{rear} - z_w|} \end{cases}$$

로 주어진다.

합집합이 픽셀 빔(60)을 나타내는 각각의 원뿔의 정점을 고려하면, 광선은 2개의 각도 파라미터: 픽셀 빔의 회전축으로부터 정점 각도까지의 극 각도 측정치 및 $[0, 2\pi]$ 에서의 방위각(azimuth)으로 정의될 수 있다.

픽셀 빔들과 관련된 이러한 추가 정보는 주어진 광학 취득 시스템과 연관된 메타데이터이다. 이들은 예를 들어 광학 취득 시스템과 함께 제공된 CD-ROM 또는 플래시 드라이브 상에 저장된 데이터 파일로서 제공될 수 있다. 픽셀 빔들과 관련된 추가 정보를 포함하는 데이터 파일은 또한 광학 취득 시스템의 제조자에 속하는 서버로부터 다운로드될 수 있다. 발명의 실시예에서, 픽셀 빔들과 관련된 이러한 추가 정보는 또한 광학 취득 시스템에 의

해 캡처된 이미지들의 헤더에 내장될 수 있다.

- [0119] 픽셀 빔들과 관련된 이러한 정보의 지식은 독점적인 파일 포맷 및 처리될 이미지를 캡처하기 위해 사용되는 광학 취득 시스템의 기능들과 무관하게 임의의 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지들의 처리를 가능하게 한다.
- [0120] 도 7는 본 개시내용의 실시예에 따른 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 장치의 예를 예시하는 개략적인 블록도이다.
- [0121] 장치(700)는 버스(706)에 의해 연결된 프로세서(701), 저장 유닛(702), 입력 디바이스(703), 디스플레이 디바이스(704), 및 인터페이스 유닛(705)을 포함한다. 물론, 컴퓨터 장치(700)의 구성 요소들은 버스 연결(connection) 이외의 연결에 의해 연결될 수 있다.
- [0122] 프로세서(701)는 장치(700)의 동작을 제어한다. 저장 유닛(702)은, 프로세서(701)에 의해 실행될 광학 취득 시스템에 의해 취득된 이미지를 인코딩할 수 있는 적어도 하나의 프로그램, 및 센서(23) 상의 픽셀(22)의 위치와 관련된 파라미터들, 광학 취득 시스템의 광학 시스템(21)과 관련된 파라미터들, 프로세서(701)에 의해 수행되는 계산들에 의해 사용되는 파라미터들, 프로세서(701)에 의해 수행되는 계산의 중간 데이터 등을 포함하는 다양한 데이터를 저장한다. 프로세서(701)는 임의의 공지되고 적합한 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(701)는 처리 회로와 같은 전용 하드웨어에 의해, 또는 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 CPU(Central Processing Unit)와 같은 프로그래밍 가능 처리 유닛에 의해 형성될 수 있다.
- [0123] 저장 유닛(702)은 프로그램, 데이터 등을 컴퓨터 판독가능 방식으로 저장할 수 있는 임의의 적절한 저장 또는 수단에 의해 형성될 수 있다. 저장 유닛(702)의 예들은 반도체 메모리 디바이스들과 같은 비일시적(non-transitory) 컴퓨터 판독가능 저장 매체, 및 판독 및 기록 유닛에 로딩된 자기, 광학, 또는 광 자기 기록 매체를 포함한다. 프로그램은 프로세서(701)로 하여금, 도 8을 참조하여 후술되는 바와 같은 본 개시내용의 실시예에 따라, 광학 시스템의 오브젝트 공간 내의 카메라의 광학 시스템의 동공 및 카메라의 센서의 픽셀의 공역을 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는 파라미터들을 계산하고, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지와 함께 이 파라미터들을 인코딩하기 위한 프로세스를 수행하게 한다.
- [0124] 입력 디바이스(703)는, 광학 시스템의 오브젝트 공간에서 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨의 파라메트릭 표현을 생성하기 위해 사용되는 파라미터들의 사용자의 선택들을 행하도록, 커맨드들을 입력하기 위해 사용자에게 의해 사용하기 위한 키보드, 마우스와 같은 포인팅 디바이스 등에 의해 형성될 수 있다. 출력 디바이스(604)는, 본 개시내용의 실시예에 따라 생성된 이미지들을 디스플레이하기 위한 디스플레이 디바이스, 예를 들어, 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)에 의해 형성될 수 있다. 입력 디바이스(703) 및 출력 디바이스(704)는 예를 들어 터치스크린 패널에 의해 일체형으로 형성될 수 있다.
- [0125] 인터페이스 유닛(705)은 장치(700)와 외부 장치 사이의 인터페이스를 제공한다. 인터페이스 유닛(705)은 케이블 또는 무선 통신을 통해 외부 장치와 통신 가능할 수 있다. 실시예에서, 외부 장치는 광학 취득 시스템일 수 있다.
- [0126] 도 8은 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 인코딩하기 위한 프로세스를 설명하는 흐름도이다.
- [0127] 장치(700)의 프로세서(701)는 광학 시스템의 오브젝트 공간 내의 카메라(도 2에는 도시되지 않음)의 광학 시스템(11)의 동공 및 카메라의 센서의 픽셀의 공역을 동공의 표면에 수직한 방향으로 통과하는 광선들의 세트에 의해 점유되는 볼륨을 나타내는 파라미터들을 계산하고, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지와 함께 이 파라미터들을 인코딩할 수 있는 프로그램을 실행한다.
- [0128] 따라서, 프로세서(701)는, 단계(801) 동안, 적어도, 저장 유닛(702)에 저장된 파라미터들에 기초하여 픽셀 빔들(10, 20, 30, 40, 50, 60)을 나타내는 파라미터를 계산한다. 계산된 파라미터들은, 제조자가 선택한 픽셀 빔들(10, 20, 30, 40, 50, 60)의 표현의 유형, 즉 쌍곡선의 파라메트릭 방정식에 의해 픽셀 빔을 표현하는 것, 또는 주 광선 및 생성 광선들의 패밀리에 의해 픽셀 빔을 표현하는 것에 의존한다.
- [0129] 단계(802) 동안, 프로세서(701)는 단계(801) 동안 계산된 파라미터들을 상기 광학 취득 시스템의 동공을 통해 빛을 감지할 수 있는 광학 취득 시스템의 센서의 픽셀에 연관시킨다. 단계(802)는 광학 취득 시스템의 동공을

통해 빛을 감지할 수 있는 센서의 각각의 픽셀에 대해 실행된다.

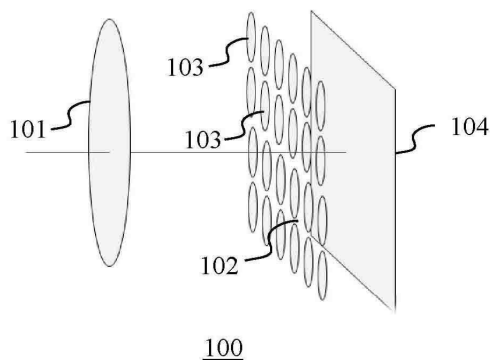
- [0130] 단계(803) 동안, 프로세서(701)는 광학 취득 시스템의 센서의 상이한 픽셀과 연관된 픽셀 빔들을 나타내는 계산된 파라미터들을 포함하는 데이터 파일을 생성한다. 생성된 데이터 파일은 예를 들어 광학 취득 시스템과 함께 제공된 CD-ROM 또는 플래시 드라이브 상에, 또는 광학 취득 시스템의 제조자에 속하는 서버 상에 저장된다.
- [0131] 발명의 다른 실시예에서, 단계(804) 동안, 프로세서(701)는 광학 취득 시스템의 센서의 상이한 픽셀들과 연관된 픽셀 빔들을 나타내는 계산된 파라미터들을 포함하는 데이터 파일을 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지에 연관시킨다. 데이터 파일은 예를 들어 캡처된 이미지들의 헤더의 특정 필드에 저장된다.
- [0132] 단계(805) 동안, 프로세서(701)는 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리할 수 있는 장치에 전송될 메시지를 생성한다. 발명의 제1 실시예에서, 메시지는 광학 취득 시스템의 센서의 상이한 픽셀들과 연관된 픽셀 빔들을 나타내는 계산된 파라미터들을 포함하는 데이터 파일을 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지에 포함한다. 발명의 제2 실시예에서, 메시지는 헤더의 필드에 데이터 파일을 내장하는 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지로 구성된다.
- [0133] 단계(806) 동안, 이 메시지는 그 다음에 인터페이스 유닛(705)을 통해 외부 장치로 송신된다. 인터페이스 유닛(705)은 파라미터들을 포함하는 메시지를 운반하는 케이블 또는 무선 통신을 통해 외부 장치로 신호를 송신한다. 외부 장치는 장치(700)에 의해 송신된 메시지에서 수신된 파라미터들을 사용하여 광학 시스템(21)에 의해 캡처된 이미지를 처리할 수 있다.
- [0134] 도 9는 본 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 장치의 예를 예시하는 개략적인 블록도이다.
- [0135] 장치(900)는 버스(906)에 의해 연결된 프로세서(901), 저장 유닛(902), 입력 디바이스(903), 디스플레이 디바이스(904), 및 인터페이스 유닛(905)을 포함한다. 물론, 컴퓨터 장치(900)의 구성 요소들은 버스 연결 이외의 연결에 의해 연결될 수 있다.
- [0136] 프로세서(901)는 장치(900)의 동작을 제어한다. 저장 유닛(902)은 프로세서(901)에 의해 실행될 광학 취득 시스템에 의해 취득된 이미지를 처리할 수 있는 적어도 하나의 프로그램, 및 센서(23) 상의 픽셀(22)의 위치와 관련된 파라미터들 또는 광학 취득 시스템의 광학 시스템(21)과 관련된 파라미터들, 프로세서(901)에 의해 수행되는 계산들에 의해 사용되는 파라미터들, 프로세서(901)에 의해 수행되는 계산의 중간 데이터 등을 포함하는 다양한 데이터를 저장한다. 프로세서(901)는 임의의 공지되고 적합한 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(901)는 처리 회로와 같은 전용 하드웨어에 의해, 또는 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 CPU(Central Processing Unit)와 같은 프로그래밍 가능 처리 유닛에 의해 형성될 수 있다.
- [0137] 저장 유닛(902)은 프로그램, 데이터 등을 컴퓨터 판독가능 방식으로 저장할 수 있는 임의의 적절한 저장 또는 수단에 의해 형성될 수 있다. 저장 유닛(902)의 예들은 반도체 메모리 디바이스와 같은 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체, 및 판독 및 기록 유닛에 로딩된 자기, 광학 또는 광 자기 기록 매체를 포함한다. 프로그램은 프로세서(901)로 하여금, 도 10을 참조하여 후술되는 바와 같은 본 개시내용의 실시예에 따라, 처리될 이미지와 함께 제공된 픽셀 빔들의 파라미터들에 기초하여 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위한 프로세스를 수행하게 한다.
- [0138] 입력 디바이스(903)는 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하기 위해 사용되는 파라미터들의 사용자의 선택들을 행하도록, 커맨드들을 입력하기 위해 사용자에게 의해 사용하기 위한 키보드, 마우스와 같은 포인팅 디바이스 등에 의해 형성될 수 있다. 출력 디바이스(904)는, 본 개시내용의 실시예에 따라 생성된 이미지들을 디스플레이하기 위한 디스플레이 디바이스, 예를 들어, 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)에 의해 형성될 수 있다. 입력 디바이스(903) 및 출력 디바이스(904)는 예를 들어 터치스크린 패널에 의해 일체형으로 형성될 수 있다.
- [0139] 인터페이스 유닛(905)은 장치(900)와 외부 장치 사이의 인터페이스를 제공한다. 인터페이스 유닛(905)은 케이블 또는 무선 통신을 통해 외부 장치와 통신 가능할 수 있다. 일 실시예에서, 외부 장치는 광학 취득 시스템 또는 장치(700)일 수 있다.
- [0140] 도 10은 개시내용의 실시예에 따라 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리하는 프로세스를 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0141] 장치(900)의 프로세서(901)는 처리될 이미지와 연관된 픽셀 빔을 나타내는 파라미터들에 기초하여 광학 취득 시

시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리할 수 있는 프로그램을 실행한다.

- [0142] 따라서, 프로세서(901)는, 단계(1001) 동안, 광학 취득 시스템과 함께 제공된 플래시 드라이브 또는 CD-ROM으로부터, 또는 광학 취득 시스템의 제조자에 속하는 서버로부터 파라미터들을 포함하는 데이터 파일을 다운로드함으로써, 캡처된 이미지를 처리하는 데 사용될 픽셀 빔들을 나타내는 상기 파라미터들을 검색한다. 발명의 실시예에서, 프로세서(901)는 처리될 이미지의 헤더에서 이들 파라미터들을 검색한다.
- [0143] 그 다음에, 단계(1002) 동안, 단계(1001) 동안 검색된 픽셀 빔들(10, 20, 30, 40, 50, 60)을 나타내는 파라미터들에 기초하여, 단계(1001) 동안, 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 이미지를 처리한다.
- [0144] 캡처된 이미지의 처리는 역 멀티플렉싱, 역 모자이킹, 리포커싱, 상기 캡처된 이미지를 상이한 광학 취득 시스템에 의해 캡처된 적어도 또 다른 이미지와 혼합하는 것, 또는 이들 액션들 중 임의의 조합으로 이루어질 수 있다.
- [0145] 본 발명이 특정 실시예들에 관해 위에서 기술되었지만, 본 발명은 특정 실시예들에 제한되지 않으며, 본 발명의 범위 내에 있는 수정들이 본 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다.
- [0146] 많은 추가적인 수정들 및 변형들이, 단지 예로서 주어지며 오직 첨부되는 청구항들에 의해서만 결정되는 본 발명의 범위를 제한하도록 의도되지 않는, 이전의 예시적인 실시예들을 참조할 시에, 본 기술 분야의 통상의 기술자에게 떠오를 것이다. 특히, 상이한 실시예들로부터의 상이한 특징들은, 적절한 경우 교환될 수 있다.

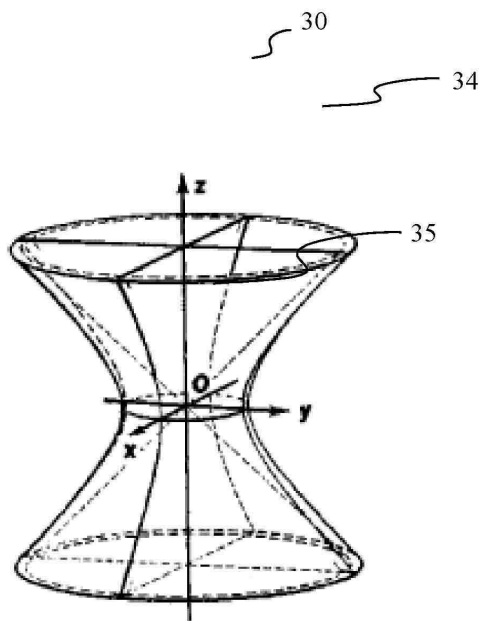
도면

도면1a

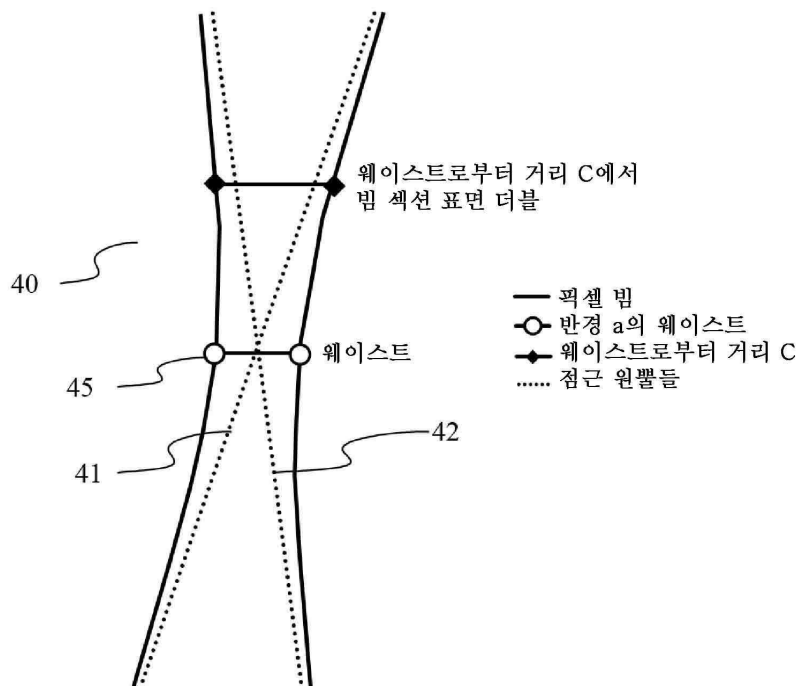


(종래 기술)

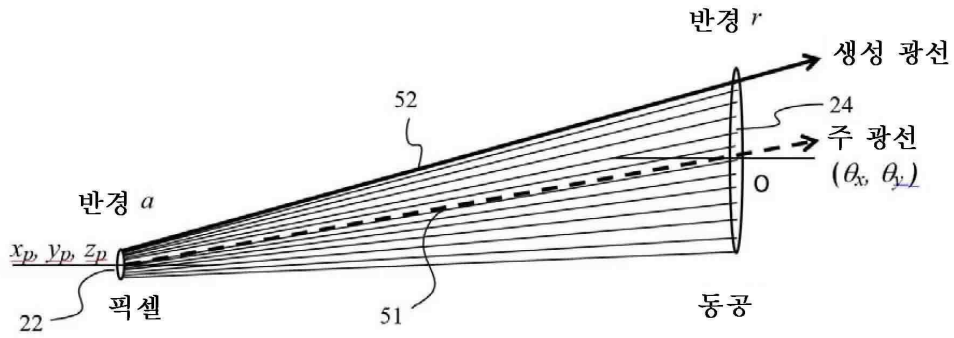
도면3



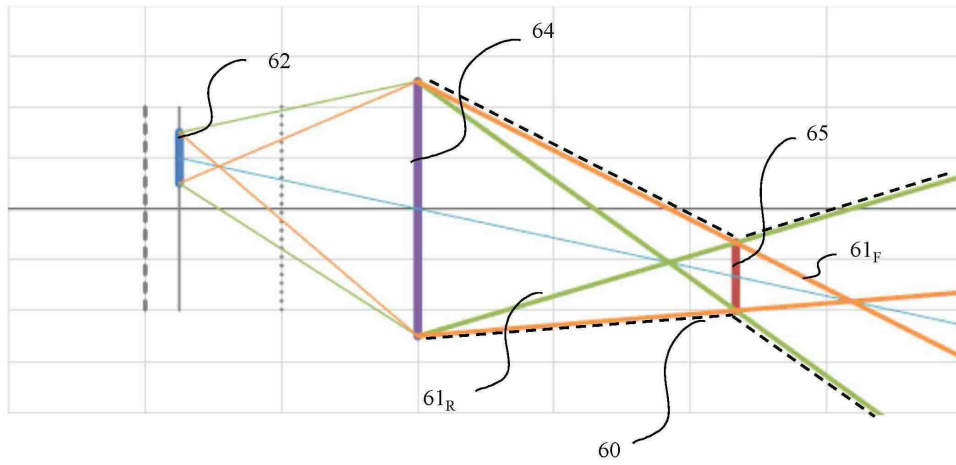
도면4



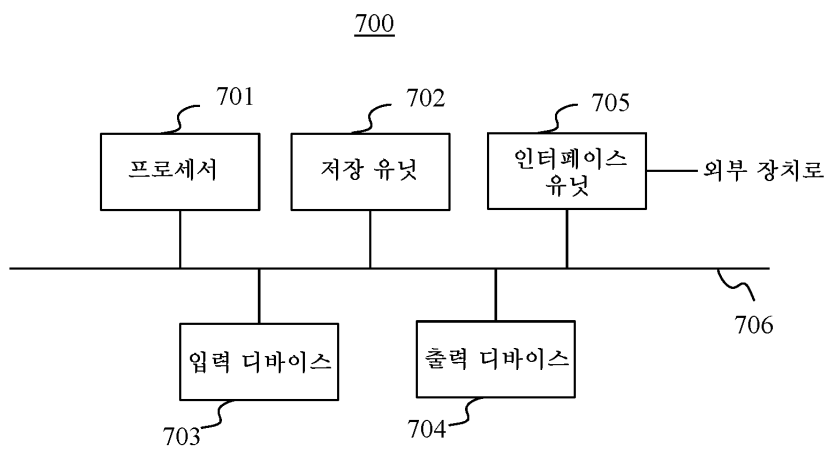
도면5



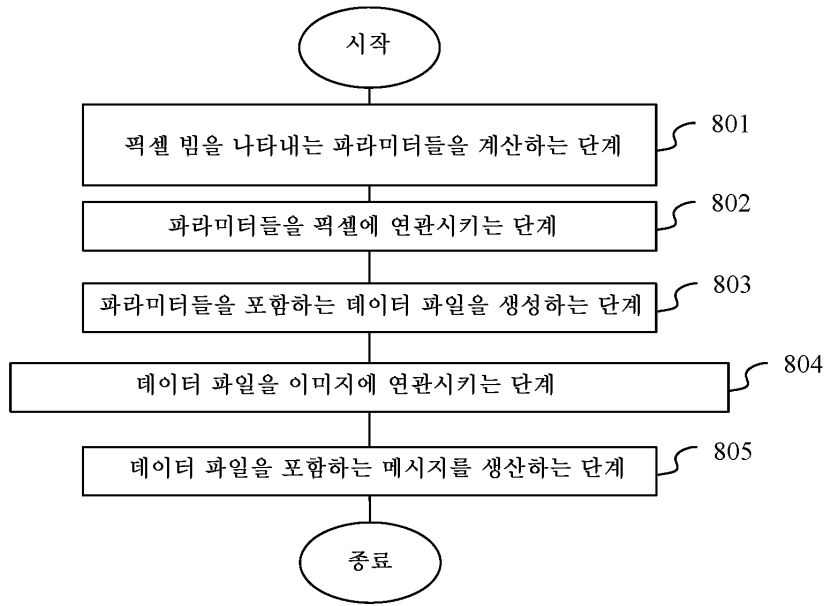
도면6



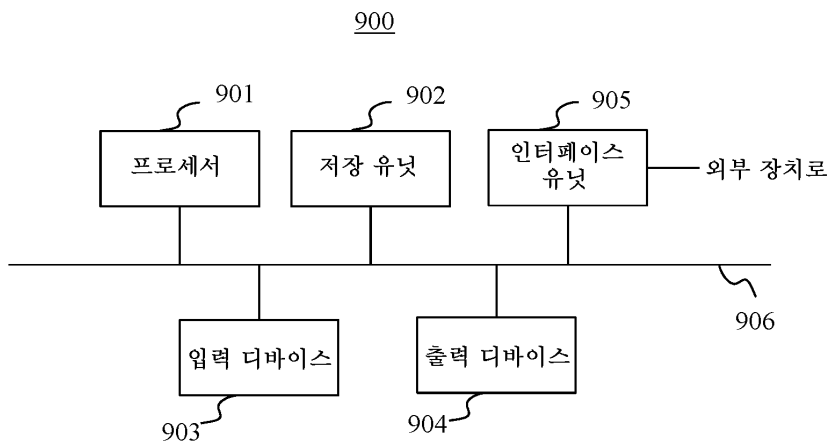
도면7



도면8



도면9



도면10

