



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월16일

(11) 등록번호 10-2511490

(24) 등록일자 2023년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 19/00 (2011.01) **G02B 27/01** (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01) **G06T 7/579** (2017.01)
G09G 3/00 (2006.01) **H04N 13/344** (2018.01)
H04N 13/395 (2018.01)

(52) CPC특허분류
G06T 19/006 (2013.01)
G02B 27/0179 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7007629

(22) 출원일자(국제) 2016년08월17일

심사청구일자 2021년08월13일

(85) 번역문제출일자 2018년03월16일

(65) 공개번호 10-2018-0038552

(43) 공개일자 2018년04월16일

(86) 국제출원번호 PCT/US2016/047425

(87) 국제공개번호 WO 2017/031246

국제공개일자 2017년02월23일

(30) 우선권주장

62/206,765 2015년08월18일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130095655 A*

KR1020150071595 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

매직 립, 인코포레이티드

미국 플로리다 플랜타티온 웨스트 선라이즈 블러바드 7500 (우: 33322)

(72) 발명자

로드리게즈, 요세 펠릭스

미국 33322 플로리다 플랜타티온 웨스트 선라이즈 블러바드 7500

페레츠, 리카르도 마르티네즈

미국 33322 플로리다 플랜타티온 웨스트 선라이즈 블러바드 7500

(74) 대리인

특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 13 항

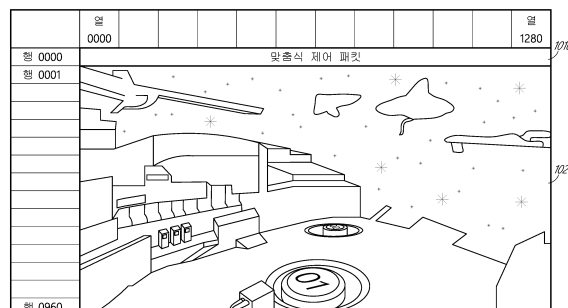
심사관 : 옥윤철

(54) 발명의 명칭 **가상 및 증강 현실 시스템들 및 방법들**

(57) 요약

디스플레이 상에 보여지도록 의도되는 가상 또는 증강 현실 이미저리에 포함된 제어 정보를 사용하여 디스플레이를 제어하는 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템. 제어 정보는 다수의 가능한 디스플레이 심도 평면들 중 하나를 특정하기 위해 사용될 수 있다. 제어 정보는 또한 주어진 심도 평면 내의 또는 심도 평면들 사이의 픽셀 시프트들을 특정할 수 있다. 시스템은 또한 생리학적 움직임 범위 내의 사용자의 머리 포즈 포지션에 기반하여 변화하는 이득 팩터들을 사용함으로써 센서로부터 머리 포즈 측정들을 강화시킬 수 있다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

G06F 3/011 (2022.02)

G06T 7/579 (2017.01)

G09G 3/003 (2013.01)

H04N 13/344 (2018.05)

H04N 13/395 (2021.08)

G02B 2027/014 (2013.01)

G09G 2320/0261 (2013.01)

G09G 2340/0407 (2013.01)

G09G 2340/0464 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템으로서,

복수의 심도 평면들에 대한 이미저리(imagery)를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이;

그래픽 프로세서로부터 렌더링된 가상 또는 증강 현실 이미저리 데이터를 수신하고, 그리고 렌더링된 이미저리에 임베딩된(embedded) 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 상기 디스플레이를 제어하도록 구성된 디스플레이 제어기

를 포함하고,

상기 임베딩된 제어 정보는, 상기 이미저리를 디스플레이할 때 상기 렌더링된 이미저리의 적어도 일부분에 적용할 시프트(shift)를 표시하고, 상기 시프트는 하나의 심도 평면으로부터 다른 심도 평면으로 상기 이미저리의 적어도 일부분의 종방향 시프트를 포함하는,

가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 시프트는 상기 렌더링된 이미저리에서의 하나 이상의 객체들의 포지션과 비교하여 하나 이상의 가상 또는 증강 현실 객체들의 디스플레이된 포지션을 변경하는,

가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 시프트는 동일한 심도 평면 내의 특정 수의 픽셀들만큼 상기 이미저리의 적어도 일부분의 측방향 시프트를 포함하는,

가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 디스플레이 제어기는 하나의 심도 평면으로부터 다른 심도 평면으로 종방향 시프트와 함께 상기 이미저리의 적어도 일부분을 스케일링(scale)하도록 추가로 구성되는,

가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 시프트는 하나의 심도 평면으로부터 가상 심도 평면으로 상기 이미저리의 적어도 일부분의 종방향 시프트를 포함하고, 상기 가상 심도 평면은 적어도 2개의 심도 평면들의 가중된 조합을 포함하는,

가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 시프트는 사용자의 머리 포즈에 관한 정보에 기반하는,
가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 시프트는 상기 이미지리를 재-렌더링하지 않고 상기 디스플레이 제어기에 의해 수행되는,
가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템.

청구항 9

가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법으로서,
그래픽 프로세서로부터 렌더링된 가상 또는 증강 현실 이미지리 데이터를 수신하는 단계;
렌더링된 이미지리에 임베딩된 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 하나의 심도 평면으로부터 다른 심도 평면으로 상기 렌더링된 이미지리의 적어도 일부분을 종방향으로 시프팅하는 단계; 및
복수의 심도 평면들에 대해 상기 이미지리를 디스플레이하는 단계
를 포함하고,
상기 임베딩된 제어 정보는, 상기 이미지리를 디스플레이할 때 상기 렌더링된 이미지리의 상기 일부분에 적용할 시프트를 표시하는,
가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서,
상기 디스플레이된 포지션을 시프팅하는 단계는 상기 제어 정보에 기반하여 동일한 심도 평면 내의 특정 수의 픽셀들만큼 상기 이미지리의 적어도 일부분을 측방향으로 시프팅하는 단계를 더 포함하는,
가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제9항에 있어서,
하나의 심도 평면으로부터 다른 심도 평면으로 상기 이미지리를 종방향으로 시프팅하는 단계와 함께 상기 이미지리의 적어도 일부분을 스케일링하는 단계를 더 포함하는,
가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,
상기 디스플레이된 포지션을 시프팅하는 단계는 하나의 심도 평면으로부터 가상 심도 평면으로 상기 이미지리의 적어도 일부분을 종방향으로 시프팅하는 단계를 포함하고, 상기 가상 심도 평면은 적어도 2개의 심도 평면들의

가중된 조합을 포함하는,
가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법.

청구항 15

제9항에 있어서,
상기 시프트는 사용자의 머리 포즈에 관한 정보에 기반하는,
가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법.

청구항 16

제9항에 있어서,
상기 이미저리를 재-렌더링하지 않고 상기 이미저리를 시프팅하는 단계를 더 포함하는,
가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 35 USC § 119(e) 하에서, 2015년 8월 18일에 출원되고 발명의 명칭이 "VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY SYSTEMS AND METHODS"인 미국 가 출원 번호 제 62/206,765호의 우선권을 주장하고, 이 가 출원은 그 전체가 본원에 인용에 의해 통합된다.

[0002] 본 개시내용은 가상 및 증강 현실 이미징 및 시각화 시스템들에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 현대 컴퓨팅 및 디스플레이 기술들은 가상 현실 및 증강 현실 시스템들의 개발을 촉진하였다. 가상 현실, 또는 "VR" 시스템들은 사용자가 경험하는 시물레이팅된 환경을 생성한다. 이것은 디스플레이를 통해 사용자에게 컴퓨터-생성 이미저리(imagery)를 제시함으로써 행해질 수 있다. 이 이미저리는 시물레이팅된 환경에서 사용자를 몰두하게 하는 감각적인 경험을 생성한다. 가상 현실 시나리오는 통상적으로, 실제 실세계 이미저리를 또한 포함하기보다 오히려 단지 컴퓨터-생성 이미저리만의 프리젠테이션(presentation)을 수반한다.

[0004] 증강 현실 시스템들은 일반적으로 시물레이팅된 엘리먼트들로 실세계 환경을 보충한다. 예컨대, 증강 현실, 또는 "AR" 시스템들은 디스플레이를 통해 주변 실세계 환경의 뷰(view)를 사용자에게 제공할 수 있다.

그러나, 컴퓨터-생성 이미저리는 또한 실세계 환경을 강화시키기 위해 디스플레이상에 제시될 수 있다. 이런 컴퓨터-생성 이미저리는 실세계 환경에 맥락적으로 관련된(contextually-related) 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 그런 엘리먼트들은 시뮬레이팅된 텍스트, 이미지들, 객체들 등을 포함할 수 있다. 시뮬레이팅된 엘리먼트들은 종종 실시간으로 상호작용할 수 있다. 도 1은 예시적인 증강 현실 장면(1)을 도시하고, 여기서 AR 기술의 사용자는 배경 내의 사람들, 나무들, 빌딩들, 및 콘크리트 플랫폼(1120)을 특징으로 하는 실세계 공원형 세팅(6)을 본다. 이들 아이템들 외에, 컴퓨터-생성 이미저리가 또한 사용자에게 제시된다. 컴퓨터-생성 이미저리는 예컨대 실세계 플랫폼(1120) 상에 서 있는 로봇 동상(1110), 및 호박벌의 의인화인 것으로 보이는 날고 있는 만화-형 아바타 캐릭터(2)를 포함할 수 있지만, 이들 엘리먼트들(2, 1110)은 실제로 실세계 환경에 존재하지 않는다.

[0005] [0005] 인간 시각 인식 시스템은 복잡하기 때문에, 다른 가상 또는 실세계 이미저리 엘리먼트들 사이에서 가상 이미지 엘리먼트들의 편안하고, 자연스럽고, 풍부한 프리젠테이션(presentation)을 가능하게 하는 VR 또는 AR 기술을 생성하는 것은 난제이다.

발명의 내용

[0006] [0006] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 복수의 심도(depth) 평면들에 대한 이미저리를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이; 그래픽 프로세서로부터 렌더링된 가상 또는 증강 현실 이미저리 데이터를 수신하고, 그리고 렌더링된 이미저리에 임베딩된(embedded) 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 디스플레이를 제어하도록 구성된 디스플레이 제어기를 포함하고, 임베딩된 제어 정보는, 이미저리를 디스플레이할 때, 렌더링된 이미저리의 적어도 일부에 적용할 시프트(shift)를 표시한다.

[0007] [0007] 일부 실시예들에서, 시프트는 렌더링된 이미저리에서의 하나 이상의 객체들의 포지션과 비교하여 하나 이상의 가상 또는 증강 현실 객체들의 디스플레이된 포지션을 변경한다.

[0008] [0008] 일부 실시예들에서, 시프트는 동일한 심도 평면 내의 특정 수의 픽셀들만큼 이미저리의 적어도 일부의 측방향 시프트를 포함한다.

[0009] [0009] 일부 실시예들에서, 시프트는 하나의 심도 평면으로부터 다른 심도 평면으로 이미저리의 적어도 일부의 종방향 시프트를 포함한다.

[0010] [0010] 일부 실시예들에서, 디스플레이 제어기는 하나의 심도 평면으로부터 다른 심도 평면으로 종방향 시프트와 함께 이미저리의 적어도 일부를 스케일링(scale)하도록 추가로 구성된다.

[0011] [0011] 일부 실시예들에서, 시프트는 하나의 심도 평면으로부터 가상 심도 평면으로 이미저리의 적어도 일부의 종방향 시프트를 포함하고, 가상 심도 평면은 적어도 2개의 심도 평면들의 가중된 조합을 포함한다.

[0012] [0012] 일부 실시예들에서, 시프트는 사용자의 머리 포즈에 관한 정보에 기반한다.

[0013] [0013] 일부 실시예들에서, 시프트는 이미저리를 재-렌더링하지 않고 디스플레이 제어기에 의해 수행된다.

[0014] [0014] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법은: 그래픽 프로세서로부터 렌더링된 가상 또는 증강 현실 이미저리 데이터를 수신하는 단계; 및 렌더링된 이미저리에 임베딩된 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 복수의 심도 평면들에 대한 이미저리를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 임베딩된 제어 정보는, 이미저리를 디스플레이할 때, 렌더링된 이미저리의 적어도 일부에 적용할 시프트를 표시한다.

[0015] [0015] 일부 실시예들에서, 방법은 렌더링된 이미저리에서의 하나 이상의 객체들의 포지션과 비교하여 하나 이상의 가상 또는 증강 현실 객체들의 디스플레이된 포지션을 시프팅하는 단계를 더 포함한다.

[0016] [0016] 일부 실시예들에서, 방법은 제어 정보에 기반하여 동일한 심도 평면 내의 특정 수의 픽셀들만큼 이미저리의 적어도 일부를 측방향으로 시프팅하는 단계를 더 포함한다.

[0017] [0017] 일부 실시예들에서, 방법은 제어 정보에 기반하여 하나의 심도 평면으로부터 다른 심도 평면으로 이미저리의 적어도 일부를 종방향으로 시프팅하는 단계를 더 포함한다.

[0018] [0018] 일부 실시예들에서, 방법은 하나의 심도 평면으로부터 다른 심도 평면으로 이미저리를 측방향으로 시프팅하는 단계와 함께 이미저리의 적어도 일부를 스케일링하는 단계를 더 포함한다.

[0019] [0019] 일부 실시예들에서, 방법은 하나의 심도 평면으로부터 가상 심도 평면으로 이미저리의 적어도 일부를 종방향으로 시프팅하는 단계를 더 포함하고, 가상 심도 평면은 적어도 2개의 심도 평면들의 가중된 조합을 포함

한다.

- [0020] [0020] 일부 실시예들에서, 시프트는 사용자의 머리 포즈에 관한 정보에 기반한다.
- [0021] [0021] 일부 실시예들에서, 방법은 이미저리를 재-렌더링하지 않고 이미저리를 시프팅하는 단계를 더 포함한다.
- [0022] [0022] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 복수의 심도 평면들에 대한 가상 또는 증강 현실 이미저리를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이 - 이미저리는 픽셀 데이터의 행들 및 열들로 구성된 일련의 이미지들을 포함함 -; 그래픽 프로세서로부터 이미저리를 수신하고 그리고 이미저리에 임베딩된 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 디스플레이를 제어하도록 구성된 디스플레이 제어기를 포함하고, 임베딩된 제어 정보는, 복수의 심도 평면들 중 어느 것에서 이미저리의 적어도 일부를 디스플레이하는지를 표시하는 심도 평면 표시자 데이터를 포함한다.
- [0023] [0023] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 일련의 이미지들에서 픽셀 데이터의 행들 및 열들의 수를 변경하지 않는다.
- [0024] [0024] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 일련의 이미지들 중 하나 이상의 이미지들에서의 픽셀 데이터의 행 또는 열로 대체되는 정보의 행 또는 열을 포함한다.
- [0025] [0025] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 일련의 이미지들 중 하나 이상의 이미지들에 대한 픽셀 데이터에 첨부된 정보의 행 또는 열을 포함한다.
- [0026] [0026] 일부 실시예들에서, 픽셀 데이터는 복수의 컬러 값들을 포함하고, 심도 평면 표시자 데이터는 컬러 값들 중 적어도 하나의 컬러 값의 하나 이상의 비트들로 대체된다.
- [0027] [0027] 일부 실시예들에서, 심도 평면 표시자 데이터는 컬러 값들 중 적어도 하나의 컬러 값의 하나 이상의 최하위 비트들로 대체된다.
- [0028] [0028] 일부 실시예들에서, 심도 평면 표시자 데이터는 청색 컬러 값의 하나 이상의 비트들로 대체된다.
- [0029] [0029] 일부 실시예들에서, 각각의 픽셀은 심도 평면 표시자 데이터를 포함한다.
- [0030] [0030] 일부 실시예들에서, 디스플레이 제어기는 심도 평면 표시자 데이터에 적어도 부분적으로 기반하여 일련의 이미지들을 정렬하도록 구성된다.
- [0031] [0031] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법은: 그래픽 프로세서로부터 가상 또는 증강 현실 이미저리를 수신하는 단계 - 이미저리는 복수의 심도 평면들에 대한 픽셀 데이터의 행들 및 열들로 구성된 일련의 이미지들을 포함함 -; 이미저리에 임베딩된 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 이미저리를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 임베딩된 제어 정보는, 복수의 심도 평면들 중 어느 것에서 이미저리의 적어도 일부를 디스플레이하는지를 표시하는 심도 평면 표시자 데이터를 포함한다.
- [0032] [0032] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 일련의 이미지들에서 픽셀 데이터의 행들 및 열들의 수를 변경하지 않는다.
- [0033] [0033] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 일련의 이미지들 중 하나 이상의 이미지들에서의 픽셀 데이터의 행 또는 열로 대체되는 정보의 행 또는 열을 포함한다.
- [0034] [0034] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 일련의 이미지들 중 하나 이상의 이미지들에 대한 픽셀 데이터에 첨부된 정보의 행 또는 열을 포함한다.
- [0035] [0035] 일부 실시예들에서, 픽셀 데이터는 복수의 컬러 값들을 포함하고, 심도 평면 표시자 데이터는 컬러 값들 중 적어도 하나의 컬러 값의 하나 이상의 비트들로 대체된다.
- [0036] [0036] 일부 실시예들에서, 심도 평면 표시자 데이터는 컬러 값들 중 적어도 하나의 컬러 값의 하나 이상의 최하위 비트들로 대체된다.
- [0037] [0037] 일부 실시예들에서, 심도 평면 표시자 데이터는 청색 컬러 값의 하나 이상의 비트들로 대체된다.
- [0038] [0038] 일부 실시예들에서, 각각의 픽셀은 심도 평면 표시자 데이터를 포함한다.
- [0039] [0039] 일부 실시예들에서, 방법은 심도 평면 표시자 데이터에 적어도 부분적으로 기반하여 일련의 이미지들을

정렬하는 단계를 더 포함한다.

- [0040] [0040] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 시간에 걸쳐 사용자의 머리 포즈의 측정들을 제공하도록 구성된 제1 센서; 및 적어도 하나의 머리 포즈 측정과 적어도 하나의 계산되어 예측된 머리 포즈에 기반하여 사용자의 머리 포즈를 추정하도록 구성된 프로세서를 포함하고, 프로세서는 하나 이상의 이득 팩터(factor)들을 사용하여 머리 포즈 측정과 예측된 머리 포즈를 결합하도록 구성되고, 그리고 하나 이상의 이득 팩터들은 생리적인 움직임 범위 내의 사용자의 머리 포즈 포지션에 기반하여 변화한다.
- [0041] [0041] 일부 실시예들에서, 제1 센서는 머리-장착되도록 구성된다.
- [0042] [0042] 일부 실시예들에서, 제1 센서는 관성 측정 유닛을 포함한다.
- [0043] [0043] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 이득 팩터들은, 사용자의 머리 포즈가 생리적인 움직임 범위의 중앙 부분에 있을 때, 머리 포즈 측정에 비해 예측된 머리 포즈를 강조한다.
- [0044] [0044] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 이득 팩터들은, 사용자의 머리 포즈가 사용자의 생리적인 움직임 범위의 한계보다 생리적인 움직임 범위의 중간에 더 가까울 때, 머리 포즈 측정에 비해 예측된 머리 포즈를 강조한다.
- [0045] [0045] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 이득 팩터들은, 사용자의 머리 포즈가 생리적인 움직임 범위의 한계에 접근할 때, 예측된 머리 포즈에 비해 머리 포즈 측정을 강조한다.
- [0046] [0046] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 이득 팩터들은, 사용자의 머리 포즈가 생리적인 움직임 범위의 중간보다 생리적인 움직임 범위의 한계에 더 가까울 때, 예측된 머리 포즈에 비해 머리 포즈 측정을 강조한다.
- [0047] [0047] 일부 실시예들에서, 제1 센서는 머리-장착되도록 구성되고, 시스템은 몸체-장착되도록 구성된 제2 센서를 더 포함하고, 적어도 하나의 머리 포즈 측정은 제1 센서 및 제2 센서 둘 모두로부터의 측정들에 기반하여 결정된다.
- [0048] [0048] 일부 실시예들에서, 머리 포즈 측정은 제1 센서 및 제2 센서로부터의 측정들 사이의 차이에 기반하여 결정된다.
- [0049] [0049] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서 머리 포즈를 추정하는 방법은: 제1 센서로부터 시간에 걸쳐 사용자의 머리 포즈의 측정들을 수신하는 단계; 및 프로세서를 사용하여, 적어도 하나의 머리 포즈 측정과 적어도 하나의 계산되어 예측된 머리 포즈에 기반하여 사용자의 머리 포즈를 추정하는 단계를 포함하고, 사용자의 머리 포즈를 추정하는 단계는 하나 이상의 이득 팩터들을 사용하여 머리 포즈 측정과 예측된 머리 포즈를 결합하는 단계를 포함하고, 그리고 하나 이상의 이득 팩터들은 생리적인 움직임 범위 내의 사용자의 머리 포즈 포지션에 기반하여 변화한다.
- [0050] [0050] 일부 실시예들에서, 제1 센서는 머리-장착되도록 구성되고 방법은: 몸체-장착되도록 구성된 제2 센서로부터 몸체 배향 측정들을 수신하는 단계; 및 적어도 하나의 머리 포즈 측정 및 적어도 하나의 계산되어 예측된 머리 포즈에 기반하여 사용자의 머리 포즈를 추정하는 단계를 더 포함하고, 적어도 하나의 머리 포즈 측정은 제1 센서 및 제2 센서 둘 모두로부터의 측정들에 기반하여 결정된다.
- [0051] [0051] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 주변 조명의 하나 이상의 특징들을 결정하도록 구성된 센서; 주변 조명의 하나 이상의 특징들에 기반하여 가상 객체의 하나 이상의 특징들을 조정하도록 구성된 프로세서; 및 가상 객체를 사용자에게 디스플레이하도록 구성된 디스플레이를 포함한다.
- [0052] [0052] 일부 실시예들에서, 주변 조명의 하나 이상의 특징들은 주변 조명의 휘도를 포함한다.
- [0053] [0053] 일부 실시예들에서, 주변 조명의 하나 이상의 특징들은 주변 조명의 색조를 포함한다.
- [0054] [0054] 일부 실시예들에서, 가상 객체의 하나 이상의 특징들은 가상 객체의 휘도를 포함한다.
- [0055] [0055] 일부 실시예들에서, 가상 객체의 하나 이상의 특징들은 가상 객체의 색조를 포함한다.
- [0056] [0056] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법은: 센서로부터 주변 조명의 하나 이상의 특징들을 수신하는 단계; 프로세서를 사용하여, 주변 조명의 하나 이상의 특징들에 기반하여 가상 객체의 하나 이상의 특징들을 조정하는 단계; 및 가상 객체를 사용자에게 디스플레이하는 단계를 포함한다.
- [0057] [0057] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 가상 또는 증강 현실 이미지리 데이터

를 압축하도록 구성된 프로세서 - 이미저리는 다수의 심도 평면들에 대한 이미저리를 포함하고, 프로세서는 이미저리의 심도 평면들 사이의 리던던트(redundant) 정보를 감소시킴으로써 이미저리 데이터를 압축하도록 구성됨 -; 복수의 심도 평면들에 대한 이미저리를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이를 포함한다.

- [0058] [0058] 일부 실시예들에서, 심도 평면에 대한 이미저리는 인접한 심도 평면에 대한 차이들의 측면에서 표현된다.
- [0059] [0059] 일부 실시예들에서, 프로세서는 심도 평면들 사이의 객체의 모션을 인코딩한다.
- [0060] [0060] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법은: 프로세서를 사용하여 가상 또는 증강 현실 이미저리 데이터를 압축하는 단계 - 이미저리는 다수의 심도 평면들에 대한 이미저리를 포함하고, 프로세서는 이미저리의 심도 평면들 사이의 리던던트 정보를 감소시킴으로써 이미저리 데이터를 압축하도록 구성됨 -; 복수의 심도 평면들에 대한 이미저리를 디스플레이하는 단계를 포함한다.
- [0061] [0061] 일부 실시예들에서, 심도 평면에 대한 이미저리는 인접한 심도 평면에 대한 차이들의 측면에서 표현된다.
- [0062] [0062] 일부 실시예들에서, 방법은 심도 평면들 사이의 객체의 모션을 인코딩하는 단계를 더 포함한다.
- [0063] [0063] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 복수의 심도 평면들에 대한 가상 또는 증강 현실 이미저리를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이; 디스플레이를 제어하도록 구성된 디스플레이 제어기를 포함하고, 디스플레이 제어기는 디스플레이의 서브부분을 디스플레이 사이클마다 리프레시(refresh)하도록 동적으로 구성한다.
- [0064] [0064] 일부 실시예들에서, 디스플레이는 스캐닝 디스플레이를 포함하고 디스플레이 제어기는, 이미저리가 리프레시될 필요가 없는 디스플레이의 영역들을 스킵하도록 스캐닝 패턴을 동적으로 구성한다.
- [0065] [0065] 일부 실시예들에서, 디스플레이 사이클은 비디오 이미저리의 프레임을 포함한다.
- [0066] [0066] 일부 실시예들에서, 디스플레이 제어기는, 리프레시될 디스플레이의 서브부분의 사이즈가 감소하면, 비디오 프레임 레이트를 증가시킨다.
- [0067] [0067] 일부 실시예들에서, 디스플레이 제어기는, 리프레시될 디스플레이의 서브부분의 사이즈가 증가하면, 비디오 프레임 레이트를 감소시킨다.
- [0068] [0068] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법은: 디스플레이를 사용하여 복수의 심도 평면들에 대한 가상 또는 증강 현실 이미저리를 디스플레이하는 단계; 디스플레이의 서브부분을 디스플레이 사이클마다 리프레시하도록 동적으로 구성하는 단계를 포함한다.
- [0069] [0069] 일부 실시예들에서, 디스플레이는 스캐닝 디스플레이를 포함하고, 방법은, 이미저리가 리프레시될 필요가 없는 디스플레이의 영역들을 스킵하도록 스캐닝 패턴을 동적으로 구성하는 단계를 더 포함한다.
- [0070] [0070] 일부 실시예들에서, 디스플레이 사이클은 비디오 이미저리의 프레임을 포함한다.
- [0071] [0071] 일부 실시예들에서, 방법은, 리프레시될 디스플레이의 서브부분의 사이즈가 감소하면, 비디오 프레임 레이트를 증가시키는 단계를 더 포함한다.
- [0072] [0072] 일부 실시예들에서, 방법은, 리프레시될 디스플레이의 서브부분의 사이즈가 증가하면, 비디오 프레임 레이트를 감소시키는 단계를 더 포함한다.
- [0073] [0073] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 공간적으로 변화하는 전기 또는 자기장을 송신하는 송신기; 사용자가 가상 객체 또는 장면과 상호작용하는 것을 허용하는 유형의 객체를 포함하고, 유형의 객체는 송신기로부터 전기 또는 자기장을 검출하는 센서를 포함하고, 센서로부터의 측정들은 송신기에 대해 유형의 객체의 포지션 또는 배향을 결정하기 위해 사용된다.
- [0074] [0074] 일부 실시예들에서, 송신기는 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템의 머리-장착 부분과 통합된다.
- [0075] [0075] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법은: 송신기를 사용하여 공간적으로 변화하는 전기 또는 자기장을 송신하는 단계; 센서를 사용하여 전기 또는 자기장을 검출하는 단계; 송신기에 대해 센서의 포지션 또는 배향을 결정하기 위해 센서로부터의 측정들을 사용하는 단계를 포함한다.
- [0076] [0076] 일부 실시예들에서, 송신기는 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템의 머리-장착 부분과 통합된다.

- [0077] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 복수의 심도 평면들에 대한 이미저리를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이; 그래픽 프로세서로부터 렌더링된 가상 또는 증강 현실 이미저리 데이터를 수신하고, 그리고 렌더링된 이미저리에 임베딩된 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 디스플레이를 제어하도록 구성된 디스플레이 제어기를 포함하고, 임베딩된 제어 정보는, 이미저리를 디스플레이할 때, 렌더링된 이미저리의 적어도 일부에 적용할 원하는 휘도 또는 컬러를 표시한다. 원하는 휘도 또는 컬러는, 렌더링된 이미저리에서의 하나 이상의 객체들의 포지션과 비교하여 하나 이상의 가상 또는 증강 현실 객체들의 디스플레이된 포지션을 변경할 수 있다. 원하는 휘도 또는 컬러는 하나의 심도 평면으로부터 가상 심도 평면으로 이미저리의 적어도 일부를 종방향으로 시프팅할 수 있고, 가상 심도 평면은 적어도 2개의 심도 평면들의 가중된 조합을 포함한다.
- [0078] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 복수의 심도 평면들에 대한 이미저리를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이; 렌더링된 가상 또는 증강 현실 이미저리 데이터를 수신하고, 그리고 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 디스플레이를 제어하도록 구성된 디스플레이 제어기를 포함하고, 제어 정보는, 적어도 하나의 심도 평면이 비활성인 것을 표시하고 디스플레이 제어기는, 적어도 하나의 심도 평면이 비활성이라는 표시에 기반하여 디스플레이를 제어하도록 구성되고, 이에 의해 전력 소비가 감소된다.
- [0079] 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 심도 평면이 비활성이라는 표시는 이미저리를 디스플레이하기 위한 복수의 활성 심도 평면들을 특징하는 심도 평면 표시자 데이터를 포함하는 제어 정보를 포함한다.
- [0080] 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 심도 평면이 비활성이라는 표시는, 적어도 하나의 심도 평면이 비활성인 것을 특징하는 심도 평면 표시자 데이터를 포함하는 제어 정보를 포함한다.
- [0081] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 렌더링된 이미저리에 임베딩된다.
- [0082] 일부 실시예들에서, 디스플레이 제어기는 적어도 하나의 심도 평면이 비활성인 것을 표시하는 상기 제어 정보의 결과로서, 하나 이상의 광 소스들의 전력이 감소되게 하고, 이에 의해 전력 소비가 감소된다.
- [0083] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법은: 복수의 심도 평면들 상에 이미저리를 디스플레이하기 위한 렌더링된 가상 또는 증강 현실 이미저리 데이터를 수신하는 단계; 적어도 하나의 심도 평면이 비활성인 것을 표시하는 제어 정보를 수신하는 단계; 및 적어도 하나의 심도 평면이 비활성인 것을 표시하는 상기 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 복수의 심도 평면들에 대한 이미저리를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 이에 의해 전력 소비가 감소된다.
- [0084] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 이미저리를 디스플레이하기 위한 복수의 활성 심도 평면들을 특징하는 심도 평면 표시자 데이터를 포함한다.
- [0085] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 비활성인 적어도 하나의 심도 평면을 특징하는 심도 평면 표시자 데이터를 포함한다.
- [0086] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 렌더링된 이미저리에 임베딩된다.
- [0087] 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 심도 평면이 비활성인 것을 표시하는 상기 제어 정보의 결과로서, 하나 이상의 광 소스들의 전력이 감소되고, 이에 의해 전력 소비가 감소된다.
- [0088] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템은: 복수의 컬러 필드들을 가진 복수의 심도 평면들에 대한 이미저리를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이; 렌더링된 가상 또는 증강 현실 이미저리 데이터를 수신하고, 그리고 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 디스플레이를 제어하도록 구성된 디스플레이 제어기를 포함하고, 제어 정보는, 적어도 하나의 컬러 필드가 비활성인 것을 표시하고 디스플레이 제어기는, 적어도 하나의 컬러 필드가 비활성이라는 표시에 기반하여 디스플레이를 제어하도록 구성되고, 이에 의해 전력 소비가 감소된다.
- [0089] 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 컬러 필드가 비활성이라는 표시는 이미저리를 디스플레이하기 위한 복수의 활성 컬러 필드들을 특징하는 컬러 필드 표시자 데이터를 포함하는 제어 정보를 포함한다.
- [0090] 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 컬러 필드가 비활성이라는 표시는, 적어도 하나의 컬러 필드가 비활성인 것을 특징하는 컬러 필드 표시자 데이터를 포함하는 제어 정보를 포함한다.
- [0091] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 렌더링된 이미저리에 임베딩된다.

- [0092] 일부 실시예들에서, 디스플레이 제어기는 적어도 하나의 컬러 필드가 비활성인 것을 표시하는 상기 제어 정보의 결과로서, 하나 이상의 광 소스들의 전력이 감소되게 하고, 이에 의해 전력 소비가 감소된다.
- [0093] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 디스플레이 시스템에서의 방법은: 복수의 컬러 필드들을 가진 복수의 심도 평면들 상에 이미저리를 디스플레이하기 위한 렌더링된 가상 또는 증강 현실 이미저리 데이터를 수신하는 단계; 적어도 하나의 컬러 필드가 비활성인 것을 표시하는 제어 정보를 수신하는 단계; 및 적어도 하나의 컬러 필드가 비활성인 것을 표시하는 상기 제어 정보에 적어도 부분적으로 기반하여 복수의 심도 평면들에 복수의 컬러 필드들에 대한 이미저리를 디스플레이하는 단계를 포함하고, 이에 의해 전력 소비가 감소된다.
- [0094] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 이미저리를 디스플레이하기 위한 복수의 활성 컬러 필드들을 특정하는 컬러 필드 표시자 데이터를 포함한다.
- [0095] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 비활성인 적어도 하나의 컬러 필드를 특정하는 컬러 필드 표시자 데이터를 포함한다.
- [0096] 일부 실시예들에서, 제어 정보는 렌더링된 이미저리에 임베딩된다.
- [0097] 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 컬러 필드가 비활성인 것을 표시하는 상기 제어 정보의 결과로서, 하나 이상의 광 소스들의 전력이 감소되고, 이에 의해 전력 소비가 감소된다.

도면의 간단한 설명

- [0098] 도 1은 예시적 AR(augmented reality) 시스템을 사용한 AR 장면의 사용자의 뷰를 예시한다.
- [0099] 도 2는 착용가능 디스플레이 시스템의 예를 예시한다.
- [0100] 도 3은 사용자에게 3차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다.
- [0101] 도 4는 다수의 심도 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다.
- [0102] 도 5a-도 5c는 곡률의 반경과 초점 반경 사이의 관계들을 예시한다.
- [0103] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택(stack)의 예를 예시한다.
- [0104] 도 7은 도파관에 의해 출력된 탈출(exit) 빔들의 예를 도시한다.
- [0105] 도 8은, 각각의 심도 평면이 상이한 컬러의 광을 각각 출력하는 3개의 연관된 도파관들을 가지는 도파관 스택의 예시적 설계를 예시한다.
- [0106] 도 9는 광 필드 이미저리를 디스플레이하는 가상 또는 증강 현실 시스템에 대한 예시적 타이밍 방식을 예시한다.
- [0107] 도 10은 첨부된 제어 데이터를 포함하는 비디오 데이터의 프레임에 대한 예시적 포맷을 예시한다.
- [0108] 도 11은 제어 데이터를 포함하는 비디오 데이터의 프레임에 대한 다른 예시적 포맷을 예시한다.
- [0109] 도 12는 임베딩된 제어 데이터를 포함하는 비디오 데이터의 픽셀에 대한 예시적 포맷을 예시한다.
- [0110] 도 13은, 비디오 프레임을 연속으로 디스플레이될 수 있는 컬러 컴포넌트들로 분리할 수 있는 방법을 예시한다.
- [0111] 도 14는 심도 평면 표시자 데이터를 사용하여, 광 필드 비디오 데이터의 프레임을, 디스플레이용 컬러 컴포넌트 서브-프레임들로 각각 분할할 수 있는 다수의 심도 평면들로 분리할 수 있는 방법을 예시한다.
- [0112] 도 15는, 도 12의 심도 평면 표시자 데이터가, 광 필드 비디오 데이터의 프레임의 하나 이상의 심도 평면들이 비활성인 것을 표시하는 예를 예시한다.
- [0113] 도 16은 증강 현실 시스템에서 컴퓨터-생성 이미저리의 프레임에 대한 예시적 드로잉(drawing) 영역들을 예시한다.
- [0114] 도 17은 2개의 회전 축들을 중심으로 사용자의 머리의 가능한 모션을 개략적으로 예시한다.
- [0115] 도 18은, 사용자의 머리 포즈가 3 차원 표면에 맵핑될 수 있는 방법을 예시한다.

[0116] 도 19는 머리 포즈 추적을 개선하기 위한 이득 팩터들을 정의하기 위해 사용될 수 있는 다양한 머리 포즈 지역들을 개략적으로 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0099] [0117] 본원에 개시된 가상 및 증강 현실 시스템들은 컴퓨터-생성 이미저리를 사용자에게 제시하는 디스플레이를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템들은 착용가능하고, 이는 유리하게 더 실감형 VR 또는 AR 경험을 제공할 수 있다. 도 2는 착용가능 디스플레이 시스템(80)의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(80)은 디스플레이(62), 및 그 디스플레이(62)의 기능을 지원하기 위한 다양한 기계적 및 전자적 모듈들 및 시스템들을 포함한다. 디스플레이(62)는 디스플레이 시스템 사용자 또는 뷰어(60)에 의해 착용가능하고 그리고 사용자(60)의 눈들의 전면에 디스플레이(62)를 포지셔닝하도록 구성된 프레임(64)에 커플링될 수 있다. 일부 실시예들에서, 스피커(66)는 프레임(64)에 커플링되고 사용자의 외이도(ear canal)에 인접하게 포지셔닝된다(일부 실시예들에서, 도시되지 않은 다른 스피커가 사용자의 다른 외이도에 인접하게 포지셔닝되어 스테레오/형상화가능 사운드 제어를 제공함). 디스플레이(62)는 다양한 구성들로 장착될 수 있는, 이를테면 프레임(64)에 고정되게 부착되거나, 사용자에게 의해 착용된 헬멧 또는 모자에 고정되게 부착되거나, 헤드폰들에 임베딩되거나, 그렇지 않으면 사용자(60)에게 제거가능하게 부착되는(예컨대, 백팩(backpack)-스타일 구성으로, 벨트-커플링 스타일 구성 등으로) 로컬 데이터 프로세싱 모듈(70)에 이를테면 유선 또는 무선 연결성(68)에 의해, 동작가능하게 커플링된다.
- [0100] [0118] 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)은 프로세서뿐 아니라, 디지털 메모리 이를테면 비-휘발성 메모리(예컨대, 플래시 메모리)를 포함할 수 있고, 이 둘 모두는 데이터의 프로세싱 및 저장을 돕기 위해 활용될 수 있다. 이것은 센서들, 이를테면 이미지 캡처 디바이스들(예컨대, 카메라들), 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴파스들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들, 및/또는 자이로(gyro)들로부터 캡처된 데이터를 포함한다. 센서들은 예컨대 프레임(64)에 동작가능하게 커플링되거나 그렇지 않으면 사용자(60)에게 부착될 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 센서 데이터는 원격 프로세싱 모듈(72) 및/또는 원격 데이터 저장소(74)를 사용하여 획득되고 그리고/또는 프로세싱될 수 있고, 센서 데이터는 가능한 경우 그런 프로세싱 또는 리트리벌(retrieval) 이후 디스플레이(62)에 전달될 수 있다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)은 통신 링크들(76, 78), 이를테면 유선 또는 무선 통신 링크들을 통하여 원격 프로세싱 모듈(72) 및 원격 데이터 저장소(74)에 동작가능하게 커플링될 수 있어서, 이들 원격 모듈들(72, 74)은 서로 동작가능하게 커플링되고 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)에 대한 리소스들로서 이용가능하다.
- [0101] [0119] 일부 실시예들에서, 원격 프로세싱 모듈(72)은 데이터(예컨대, 센서 데이터 및/또는 이미지 정보)를 분석 및 프로세싱하도록 구성된 하나 이상의 프로세서들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 원격 데이터 저장소(74)는 "클라우드" 리소스 구성에서 인터넷 또는 다른 네트워킹 구성을 통하여 이용가능할 수 있는 디지털 데이터 저장 설비를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 모든 데이터는 저장되고 모든 컴퓨테이션(computation)들은 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈에서 수행되고, 이는 원격 모듈들로부터 완전히 자율적인 사용을 허용한다.
- [0102] [0120] 일부 실시예들에서, 디스플레이(62)를 통해 제공된 컴퓨터-생성 이미저리는 3차원인 인상(impression)을 생성할 수 있다. 이것은 예컨대 사용자에게 입체적 이미저리를 제시함으로써 행해질 수 있다. 일부 종래의 시스템들에서, 그런 이미저리는 약간 상이한 관점들의 장면 또는 객체의 개별적인 이미지들을 포함할 수 있다. 개별적인 이미지들은 사용자의 우측 눈 및 좌측 눈에 각각 제시될 수 있고, 따라서 양안시 및 이의 연관된 심도 인식이 시뮬레이팅된다.
- [0103] [0121] 도 3은 사용자에게 대한 3차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 종래의 디스플레이 시스템을 예시한다. 2개의 별개의 이미지들(74 및 76)(각각의 눈(4 및 6)에 대한 것임)은 사용자에게 출력된다. 이미지들(74 및 76)은 뷰어의 시선과 평행한 광학 또는 z-축을 따라 거리(10) 만큼 눈들(4 및 6)로부터 이격된다. 이미지들(74 및 76)은 편평하고 눈들(4 및 6)은 단일 원근조절된 상태를 가정함으로써 이미지들 상에 포커싱할 수 있다. 그런 시스템들은 이미지들(74 및 76)을 결합하여 결합된 이미지에 대한 심도의 인식을 제공하기 위하여 인간 시각 시스템에 의존한다.
- [0104] [0122] 그러나, 인간 시각 시스템이 더 복잡하고 심도의 현실적인 인식을 제공하는 것이 더 어렵다는 것이 인지될 것이다. 예컨대, 종래의 3D 디스플레이 시스템들의 많은 뷰어들은 그런 시스템들이 불편하거나 심도감을 전혀 인식하지 못할 수 있는 것을 발견했다. 이론에 의해 제한됨이 없이, 객체의 뷰어들이 이접 운동

(vergence) 및 원근조절의 결합으로 인해 객체를 "3-차원"인 것으로 인식할 수 있다는 것으로 여겨진다. 서로에 대한 2개의 눈들의 이접 운동 움직임들(즉, 객체 상에 시선을 고정시키기 위해(fixate) 눈들의 시선들이 수렴되도록 서로를 향하는 또는 서로 멀어지는 동공들의 롤링(rolling) 움직임들)은 눈들의 렌즈들의 포커싱(또는 "원근조절")과 밀접하게 연관된다. 정상 조건들하에서, 상이한 거리에 있는 하나의 객체로부터 다른 객체로 포커스를 변화시키기 위하여, 눈들의 렌즈들의 포커스를 변화시키거나, 또는 눈들의 원근을 조절하는 것은 "원근조절-이접 운동 반사(accommodation-vergence reflex)"로서 알려진 관계하에서, 동일한 거리에 대한 이접 운동 시 매칭 변화를 자동으로 유발할 것이다. 마찬가지로, 이접 운동의 변화는 정상 조건들하에서, 원근조절의 매칭 변화를 트리거할 것이다. 본원에서 주목된 바와 같이, 많은 입체적 디스플레이 시스템들은, 3-차원 시각이 인간 시각 시스템에 의해 인식되도록 각각의 눈에 약간 상이한 프리젠테이션들(및, 따라서, 약간 상이한 이미지들)을 사용하여 장면을 디스플레이한다. 그러나, 이러한 시스템들은 많은 뷰어들에게 불편할 수 있는데, 왜냐하면 이 시스템들은 단순히 장면의 다양한 프리젠테이션들을 제공하나, 눈들은 단일의 원근조절된 상태에서 모든 이미지 정보를 보게 되고, 이에 따라 원근조절-이접 운동 반사에 불리하게 작용하기 때문이다. 원근조절과 이접 운동 사이의 더 나은 매칭을 제공하는 디스플레이 시스템들은 3차원 이미지의 더 현실적이고 편안한 시뮬레이션들을 형성할 수 있다.

[0105] [0123] 예컨대, 광 필드 이미저리는 사용자에게 제시되어 3차원 뷰를 시뮬레이팅할 수 있다. 우측 필드 이미저리는 실세계 환경의 뷰어의 눈들에 진입하는 광선을 모방할 수 있다. 예컨대, 광 필드 이미저리를 디스플레이할 때, 먼 곳에서 인식되도록 시뮬레이팅된 객체들로부터의 광선들은 뷰어의 눈들에 진입할 때 더 시준되도록 이루어지는 반면, 인근에서 인식되도록 시뮬레이팅된 객체들로부터의 광선들은 더 발산되게 이루어진다. 따라서, 장면에서의 객체들로부터의 광선들이 뷰어의 눈들에 진입하는 각도들은 뷰어로부터 이들 객체들의 시뮬레이팅된 거리에 따른다. 가상 또는 증강 현실 시스템에서 광 필드 이미저리는 상이한 심도 평면들로부터의 장면 또는 객체의 다수의 이미지들을 포함할 수 있다. 이미지들은 각각의 심도 평면에 대해 상이할 수 있고(예컨대, 장면 또는 객체의 약간 상이한 프리젠테이션들을 제공함) 뷰어의 눈들에 의해 별도로 포커싱될 수 있고, 이에 의해 사용자에게 심도의 편안한 인식을 제공하는 것을 돕는다.

[0106] [0124] 이들 다수의 심도 평면 이미지들이 뷰어에게 동시에 또는 빠르게 연속으로 제시될 때, 결과는 뷰어에 의해 3차원 이미저리로서 해석된다. 뷰어가 이런 타입의 광 필드 이미저리를 경험할 때, 눈들은, 실세계 장면을 경험할 때 눈들이 행하는 것과 대체로 동일한 방식으로 상이한 심도 평면들을 포커싱하도록 원근조절한다. 이들 초점 단서들은 더 현실적인 시뮬레이팅된 3차원 환경을 제공할 수 있다.

[0107] [0125] 일부 구성들에서, 각각의 심도 평면에서, 풀(full) 컬러 이미지는 특정 컴포넌트 컬러를 각각 가지는 컴포넌트 이미지들을 오버레이(overlaying)함으로써 형성될 수 있다. 예컨대, 적색, 녹색 및 청색 이미지들은 각각의 풀 컬러 심도 평면 이미지를 형성하기 위해 각각 별도로 출력될 수 있다. 결과로서, 각각의 심도 평면은 자신과 연관된 다수의 컴포넌트 컬러 이미지들을 가질 수 있다.

[0108] [0126] 도 4는 다수의 심도 평면들을 사용하여 3차원 이미저리를 시뮬레이팅하기 위한 접근법의 양상들을 예시한다. 도 4a를 참조하면, z-축 상에서 눈들(4 및 6)로부터 다양한 거리들에 있는 객체들은, 이들 객체들이 포커스가 맞도록(in focus) 눈들(4, 6)에 의해 원근조절된다. 눈들(4 및 6)은 z-축을 따라 상이한 거리들에 있는 객체들의 포커스를 맞추기 위해 특정 원근조절된 상태들을 취한다(assume). 결과적으로, 특정 원근조절된 상태는 심도 평면들(14) 중 특정 하나의 심도 평면과 연관되는 것으로 말할 수 있어서, 특정 심도 평면의 객체들 또는 객체들의 부분들은, 눈이 그 심도 평면에 대해 원근조절된 상태에 있을 때 포커스가 맞는다. 일부 실시예들에서, 3-차원 이미저리는 눈들(4, 6)의 각각에 대해 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써, 그리고 또한 심도 평면들 각각에 대응하는 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 시뮬레이팅될 수 있다.

[0109] [0127] 객체와 눈(4 또는 6) 사이의 거리는, 그 눈이 볼 때, 그 객체로부터의 광의 발산량을 변화시킬 수 있다. 도 5a-도 5c는 광선들의 거리와 발산 사이의 관계를 예시한다. 객체와 눈(4) 사이의 거리는 감소하는 거리의 순서로 R1, R2 및 R3에 의해 표현된다. 도 5a-도 5c에 도시된 바와 같이, 광선들은, 객체에 대한 거리가 감소함에 따라 더 많이 발산하게 된다. 거리가 증가함에 따라, 광선들은 더 시준된다. 다른 말로하면, 포인트(객체 또는 객체의 일부)에 의해 생성된 광 필드가 구체 파면 곡물을 갖는다고 말할 수 있고, 구체 파면 곡물은, 포인트가 사용자의 눈으로부터 얼마나 멀리 떨어져 있는지의 함수이다. 곡물은 객체와 눈(4) 사이의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 결과적으로, 상이한 심도 평면들에서, 광선들의 발산 정도는 또한 상이하고, 발산 정도는, 심도 평면들과 뷰어의 눈(4) 사이의 거리가 감소함에 따라 증가한다. 도 5a-도 5c 및 본원의 다른 도면들에서 예시의 명확성을 위해 단지 단일 눈(4)이 예시되지만, 눈(4)에 대한 논의들이 뷰어의 양쪽 눈들(4

및 6)에 적용될 수 있다는 것이 인지될 것이다.

- [0110] [0128] 이론에 의해 제한되지 않고, 인간 눈이 통상적으로 심도 인식을 제공하기 위해 유한의 수의 심도 평면들을 해석할 수 있다는 것으로 여겨진다. 결과적으로, 인식된 심도의 매우 믿을만한 시뮬레이션은, 눈에, 이들 제한된 수의 심도 평면들 각각에 대응하는 이미지의 상이한 프리젠테이션들을 제공함으로써 달성될 수 있다.
- [0111] [0129] 도 6은 이미지 정보를 사용자에게 출력하기 위한 도파관 스택(stack)의 예를 예시한다. 디스플레이 시스템(1000)은 복수의 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)을 사용하여 3-차원 인식을 눈/뇌에 제공하기 위해 활용될 수 있는 도파관들의 스택, 또는 스택된 도파관 어셈블리(178)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 디스플레이 시스템(1000)은 도 2의 시스템(80)이고, 도 6은 그 시스템(80)의 일부 부분들을 더 상세히 개략적으로 보여준다. 예컨대, 도파관 어셈블리(178)는 도 2의 디스플레이(62)에 통합될 수 있다.
- [0112] [0130] 도 6을 계속 참조하면, 도파관 어셈블리(178)는 또한 도파관들 사이에 복수의 피쳐들(198, 196, 194, 192)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 피쳐들(198, 196, 194, 192)은 렌즈들일 수 있다. 도파관들(182, 184, 186, 188, 190) 및/또는 복수의 렌즈들(198, 196, 194, 192)은 다양한 레벨들의 파면 곡률 또는 광선 발산으로 이미지 정보를 눈에 전송하도록 구성될 수 있다. 각각의 도파관 레벨은 특정 심도 평면과 연관될 수 있고 그 심도 평면에 대응하는 이미지 정보를 출력하도록 구성될 수 있다. 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)은 이미지 정보를 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)에 주입하기 위하여 활용될 수 있고, 도파관들 각각은, 본원에 설명된 바와 같이, 눈(4)을 향하여 출력하도록, 각각의 개별 도파관을 가로질러 인입 광을 분산시키도록 구성될 수 있다. 광은 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)의 출력 표면(300, 302, 304, 306, 308)을 나가고 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 대응하는 입력 예지(382, 384, 386, 388, 390)에 주입된다. 일부 실시예들에서, 광의 단일 빔(예컨대, 시준된 빔)은 특정 도파관과 연관된 심도 평면에 대응하는 특정 각도들(및 발산량들)로 눈(4)을 향하여 지향되는 복제되고 시준된 빔들의 전체 필드를 출력하기 위해 각각의 도파관으로 주입될 수 있다.
- [0113] [0131] 일부 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)은 대응하는 도파관(각각, 182, 184, 186, 188, 190)으로의 주입을 위한 이미지 정보를 각각 생성하는 이산 디스플레이들이다. 일부 다른 실시예들에서, 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)은 예컨대 이미지 정보를 하나 이상의 광학 도관들(이를테면 광섬유 케이블들)을 통하여 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)의 각각에 파이핑(pipe)할 수 있는 단일 멀티플렉싱된 디스플레이의 출력 단부들이다.
- [0114] [0132] 제어기(210)는 스택된 도파관 어셈블리(178) 및 이미지 주입 디바이스들(200, 202, 204, 206, 208)의 동작을 제어한다. 일부 실시예들에서, 제어기(210)는 예컨대 본원에 개시된 다양한 방식들 중 임의의 방식에 따라 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)로의 이미지 정보의 타이밍 및 프로비전(provision)을 조절하는 프로그래밍(예컨대, 비-일시적 컴퓨터-관독가능 매체의 명령들)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제어기는 단일 통합 디바이스, 또는 유선 또는 무선 통신 채널들에 의해 연결되는 분산 시스템일 수 있다. 제어기(210)는 일부 실시예들에서 프로세싱 모듈들(70 또는 72)(도 2)의 부분일 수 있다.
- [0115] [0133] 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 TIR(total internal reflection: 내부 전반사)에 의해 각각의 개별 도파관 내에서 광을 전파시키도록 구성될 수 있다. 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 각각 주 최상부 표면 및 최하부 표면, 그리고 이들 주 최상부 표면과 최하부 표면 사이에서 연장되는 예지들을 가진 평면일 수 있거나 곡선형일 수 있다. 예시된 구성에서, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 각각의 개별 도파관 내에서 전파되는 광을 도파관 밖으로 재지향시켜 이미지 정보를 눈(4)에 출력하도록 구성된 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)을 각각 포함할 수 있다. 광 빔은, 도파관 내에서 전파되는 광이 광 재지향 엘리먼트를 가격하는 위치들에서 도파관에 의해 출력된다. 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 반사성 및/또는 회절성 광학 피쳐들일 수 있다. 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은, 설명의 용이함 및 도면 명확성을 위해 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 최하부 주 표면들에 배치된 것으로 예시되지만, 일부 실시예들에서는, 최상부 및/또는 최하부 주 표면들에 배치될 수 있고, 그리고/또는 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)의 볼륨 내에 직접 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)을 형성하기 위해 투명 기관에 부착된 재료 층에 형성될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 도파관들(182, 184, 186, 188, 190)은 모놀리식 재료 피스(piece)일 수 있고 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 그 재료의 피스의 표면에 및/또는 내부에 형성될 수 있다.
- [0116] [0134] 도 6을 계속 참조하면, 본원에 논의된 바와 같이, 각각의 도파관(182, 184, 186, 188, 190)은 특정 심도 평면에 대응하는 이미지를 형성하게 광을 출력하도록 구성된다. 예컨대, 눈에 가장 가까운 도파관(182)은,

그런 도파관(182)에 주입된 시준된 광을 눈(4)에 전달하도록 구성될 수 있다. 시준된 광은 광학 무한대 초점 평면을 나타낼 수 있다. 위쪽(up) 다음 도파관(184)은, 시준된 광이 눈(4)에 도달할 수 있기 전에 제1 렌즈(192; 예컨대, 네거티브 렌즈)를 통과하는 시준된 광을 전송하도록 구성될 수 있고; 그런 제1 렌즈(192)는 약간 볼록한 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 위쪽 다음 도파관(184)으로부터 오는 광을, 광학적 무한대로부터 눈(4)을 향하여 안쪽으로 더 가까운 제1 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다. 유사하게, 위쪽 제3 도파관(186)은 자신의 출력 광이 눈(4)에 도달하기 전에 제1 렌즈(192) 및 제2 렌즈(194) 둘 모두를 통하여 자신의 출력 광을 통과시키고; 제1 렌즈(192) 및 제2 렌즈(194)의 결합된 광학 파워(power)는 다른 증분 양의 파면 곡률을 생성하도록 구성될 수 있어서, 눈/뇌는 제3 도파관(186)으로부터 오는 광을, 위쪽 다음 도파관(184)으로부터의 광보다 광학적 무한대로부터 사람을 향하여 안쪽으로 보다 더 가까운 제2 초점 평면으로부터 오는 것으로 해석한다.

[0117] [0135] 다른 도파관 층들(188, 190) 및 렌즈들(196, 198)은 유사하게 구성되고, 스택 내 가장 높은 도파관(190)은, 자신의 출력을, 사람과 가장 가까운 초점 평면을 나타내는 총(aggregate) 초점 파워에 대해 자신과 눈 사이의 렌즈들 모두를 통하여 전송한다. 스택된 도파관 어셈블리(178)의 다른 층 상에서 세계(144)로부터 오는 광을 보고/해석할 때 렌즈들(198, 196, 194, 192)의 스택을 보상하기 위하여, 보상 렌즈 층(180)이 아래의 렌즈 스택(198, 196, 194, 192)의 총 파워를 보상하기 위해 스택의 최상부에 배치될 수 있다. 그런 구성은 이용가능한 도파관/렌즈 쌍들이 있을 때만큼 많은 인식된 초점 평면들을 제공한다. 도파관들의 광 재지향 엘리먼트들과 렌즈들의 포커싱 양상들 둘 모두는 정적(즉, 동적이거나 전자-활성이지 않음)일 수 있다. 일부 대안적인 실시예들에서, 이들은 전자-활성 피쳐들을 사용하여 동적일 수 있다.

[0118] [0136] 도 6을 계속 참조하면, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 자신의 개별 도파관들로부터 광을 재지향하고 그리고 도파관과 연관된 특정 심도 평면에 대해 적절한 양의 발산 또는 시준으로 이 광을 출력하도록 구성될 수 있다. 결과로서, 상이한 연관된 심도 평면들을 가진 도파관들은 상이한 구성들의 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)을 가질 수 있고, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 연관된 심도 평면에 따라 상이한 발산량으로 광을 출력한다. 일부 실시예들에서, 본원에 논의된 바와 같이, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 특정 각도들에서 광을 출력하도록 구성될 수 있는 볼륨메트릭(volumetric) 또는 표면 피쳐들일 수 있다. 예컨대, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 볼륨 홀로그램들, 표면 홀로그램들, 및/또는 회절 격자들일 수 있다. 광 재지향 엘리먼트들, 이를테면 회절 격자들은, 그 전체가 인용에 의해 본원에 포함되는 2015년 3월 7일에 출원된 미국 특허 출원 번호 제 14/641,376호에 설명된다. 일부 실시예들에서, 피쳐들(198, 196, 194, 192)은 렌즈들이 아닐 수 있고; 오히려, 이들은 단순히 스페이서들(예컨대, 공기 갭들을 형성하기 위한 클래딩(cladding) 층들 및/또는 구조들)일 수 있다.

[0119] [0137] 일부 실시예들에서, 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290)은 회절 패턴, 또는 "회절 광학 엘리먼트"(또한 본원에서 "DOE"로서 지칭됨)를 형성하는 회절 피쳐들이다. 바람직하게, DOE들은 비교적 낮은 회절 효율성을 가져서, DOE의 각각의 교차를 통해 빔의 광의 일부만이 눈(4)을 향하여 편향되지만, 나머지는 내부 전반사를 통하여 도파관을 통해 계속 이동한다. 따라서, 이미지 정보를 반송하는 광은 다수의 위치들에서 도파관을 떠나는 다수의 관련된 탈출 빔들로 분할되고, 그 결과는 도파관 내에서 이리저리 반사되는 이런 특정 시준된 빔에 대한 눈(4)을 향하는 상당히 균일한 탈출 방출 패턴이다.

[0120] [0138] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 DOE들은, 이들을 활발하게 회절시키는 "온" 상태들과, 이들을 크게 회절시키지 않는 "오프" 상태들 간에 스위칭가능할 수 있다. 예컨대, 스위칭가능 DOE는, 마이크로액적(microdroplet)들이 호스트 매질에서 회절 패턴을 포함하는 폴리머 분산형 액정 층을 포함할 수 있고, 마이크로액적들의 굴절률은 호스트 매질의 굴절률에 실질적으로 매칭하도록 스위칭될 수 있거나(이 경우에 패턴은 입사 광을 현저하게 회절시키지 않음) 또는 마이크로액적은 호스트 매질의 굴절률에 매칭하지 않는 인덱스로 스위칭될 수 있다(이 경우 패턴은 입사 광을 활발하게 회절시킴).

[0121] [0139] 도 7은 도파관에 의해 출력된 탈출(exit) 빔들의 예를 도시한다. 하나의 도파관이 예시되지만, 도파관들(178)의 스택 내 다른 도파관들이 유사하게 기능할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 광(400)은 도파관(182)의 입력 예지(382)에서 도파관(182)으로 주입되고 TIR에 의해 도파관(182) 내에서 전파된다. 광(400)이 DOE(282) 상에 충돌하는 포인트들에서, 광의 일부는 탈출 빔들(402)로서 도파관을 떠난다. 탈출 빔들(402)은 실질적으로 평행한 것으로 예시되지만, 본원에 논의된 바와 같이, 이들 탈출 빔들(402)은 또한 도파관(182)과 연관된 심도 평면에 따라, (예컨대, 발산하는 탈출 빔들을 형성하는) 일정 각도로 눈(4)으로 전파되도록 재지향될 수 있다. 실질적으로 평행한 탈출 빔들이 눈(4)으로부터 먼 시플레이팅된 거리(예컨대, 광학적 무한대)에 있는 심도 평면에 대응하는 도파관을 가리킬 수 있다는 것이 인지될 것이다. 다른 도파관들은 더 발산하는 탈출 빔 패턴을 출

력할 수 있고, 이것은 눈(4)이 더 가까운 시물레이팅된 거리에 포커싱하도록 원근 조절되는 것을 요구할 것이고 광학적 무한대보다 눈(4)에 더 가까운 거리로부터의 광으로서 눈에 의해 해석될 것이다.

[0122] [0140] 도 8은, 각각의 심도 평면이 상이한 컬러의 광을 각각 출력하는 3개의 연관된 도파관들을 가지는 스택된 도파관 어셈블리의 예시적 설계를 개략적으로 예시한다. 풀 컬러 이미지는 다수의 컴포넌트 컬러들, 예컨대 3개 이상의 컴포넌트 컬러들 각각에 이미지들을 오버레이함으로써 각각의 심도 평면에 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 컴포넌트 컬러들은 적색, 녹색 및 청색을 포함한다. 일부 다른 실시예들에서, 자홍색, 황색, 및 청록색을 포함하는 다른 컬러들은 적색, 녹색 또는 청색 중 하나와 함께 사용될 수 있거나 적색, 녹색 또는 청색 중 하나를 대체할 수 있다. 각각의 도파관은 특정 컴포넌트 컬러를 출력하도록 구성될 수 있고, 결과적으로 각각의 심도 평면은 자신과 연관된 다수의 도파관들을 가질 수 있다. 각각의 심도 평면은 예컨대 자신과 연관된 3개의 도파관들을 가질 수 있다: 제1 도파관은 적색 광을 출력하고, 제2 도파관은 녹색 광을 출력하고, 제3 광은 청색 광을 출력함.

[0123] [0141] 도 8을 계속 참조하면, 심도 평면들(14a-14f)이 도시된다. 예시된 실시예에서, 각각의 심도 평면은 자신과 연관된 3개의 컴포넌트 컬러 이미지들을 가진다: 3개의 컴포넌트 컬러 이미지들은 제1 컬러(G)의 제1 이미지; 제2 컬러(R)의 제2 이미지; 및 제3 컬러(B)의 제3 이미지임. 본원의 관습으로서, 이들 문자들 각각 다음의 숫자들은 디오퍼들(1/m), 또는 뷰어로부터 심도 평면의 시거리(apparent distance)의 역수를 표시하고, 도면들에서 각각의 박스는 개별 컴포넌트 컬러 이미지를 표현한다. 일부 실시예들에서, G는 녹색이고, R은 적색이고, 그리고 B는 청색이다. 위에서 논의된 바와 같이, 뷰어로부터 심도 평면의 인식된 거리는 광 재지향 엘리먼트들(282, 284, 286, 288, 290), 예컨대 DOE(diffractive optical element)에 의해, 그리고/또는 렌즈들(198, 196, 194, 192)에 의해 설정될 수 있고, 이는 광이 시거리와 연관된 각도로 발산되게 한다.

[0124] [0142] 일부 어레이먼트들에서, 각각의 컴포넌트 컬러 이미지는 도파관들의 스택 중 상이한 도파관에 의해 출력될 수 있다. 예컨대, 각각의 심도 평면은 자신과 연관된 3개의 컴포넌트 컬러 이미지들을 가질 수 있다: 3개의 컴포넌트 컬러 이미지들은 제1 컬러(G)를 출력하기 위한 제1 도파관; 제2 컬러(R)를 출력하기 위한 제2 도파관; 및 제3 컬러(B)를 출력하기 위한 제3 도파관임. 도파관들이 컴포넌트 컬러 이미지들을 출력하기 위해 사용되는 어레이먼트들에서, 도면의 각각의 박스는 개별 도파관을 표현하는 것으로 이해될 수 있다.

[0125] [0143] 각각의 심도 평면과 연관된 도파관들이 설명의 용이함을 위해 이 개략적인 도면에서 서로 인접하게 도시되지만, 물리적 디바이스에서, 도파관들 모두가 레벨당 하나의 도파관을 가진 스택으로 배열될 수 있다는 것이 인지될 것이다. 상이한 심도 평면들은 문자들(G, R 및 B)을 뒤따르는 디오퍼들에 대한 상이한 번호들에 의해 도면에 표시된다.

[0126] 디스플레이 타이밍 방식들

[0127] [0144] 일부 실시예들에서, 가상 또는 증강 현실 시스템은 비디오 데이터의 주어진 프레임에 대해 다수의 상이한 심도 평면들을 연속으로 디스플레이함으로써 광 필드 이미지리를 제공한다. 이어서, 시스템은 비디오 데이터의 다음 프레임으로 업데이트되고 그 프레임에 대해 다수의 상이한 심도 평면들을 연속으로 디스플레이한다. 예컨대, 비디오 데이터의 제1 프레임은 실제로 데이터의 3개의 개별적인 서브-프레임들을 포함할 수 있다: 3개의 별도의 서브-프레임들은 파 필드(far field) 프레임(D0), 중간필드 프레임(D1), 및 니어 필드(near field) 프레임(D2)임. D0, D1 및 D2는 연속으로 디스플레이될 수 있다. 이후에, 비디오 데이터의 제2 프레임이 디스플레이될 수 있다. 비디오 데이터의 제2 프레임은 마찬가지로 연속으로 디스플레이되는 파 필드 프레임, 중간 필드 프레임, 및 니어 필드 프레임 등을 포함할 수 있다. 이 예가 3개의 심도 평면들을 사용하지만, 광 필드 이미지리는 그렇게-제한되지 않는다. 오히려, 임의의 복수의 심도 평면들은 예컨대 원하는 비디오 프레임 레이트(rate)들 및 시스템의 성능들에 따라 사용될 수 있다.

[0128] [0145] 광 필드 비디오 데이터의 각각의 프레임이 상이한 심도 평면들에 대한 다수의 서브-프레임들을 포함하기 때문에, 광 필드 이미지리를 제공하는 시스템들은 높은 리프레시 레이트들이 가능할 수 있는 디스플레이 패널들로부터 이익을 얻을 수 있다. 예컨대, 시스템이 120 Hz의 프레임 레이트로 비디오를 디스플레이하지만 다수의 상이한 심도 평면들로부터의 이미지리를 포함하면, 디스플레이는 비디오의 각각의 프레임에 대해 다수의 심도 평면 이미지들을 수용하기 위해 120 Hz보다 더 큰 리프레시 레이트가 가능할 필요가 있을 것이다. 일부 실시예들에서, (컬러 순차적 디스플레이들 및 비-컬러(non-color) 순차적 디스플레이들을 포함하는) 다른 타입들의 디스플레이 패널들이 또한 사용될 수 있지만, LCOS(Liquid Crystal Over Silicon) 디스플레이 패널들이 사용된다.

- [0129] [0146] 도 9는 광 필드 이미저리를 디스플레이하는 가상 또는 증강 현실 시스템에 대한 예시적 타이밍 방식을 예시한다. 이 예에서, 비디오 프레임 레이트는 120 Hz이고 광 필드 이미저리는 3개의 심도 평면들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 각각의 프레임의 녹색, 적색 및 청색 컴포넌트들은 동시보다는 연속으로 디스플레이된다.
- [0130] [0147] 120 Hz의 비디오 프레임 레이트는 비디오의 단일 프레임에 대해 심도 평면들 모두를 디스플레이하도록 8.333 ms를 허용한다. 도 9에 예시된 바와 같이, 비디오 데이터의 각각의 프레임은 3개의 심도 평면들을 포함하고 각각의 심도 평면은 녹색, 적색 및 청색 컴포넌트들을 포함한다. 예컨대, 심도 평면(D0)은 녹색 서브-프레임(G0), 적색 서브-프레임(R0) 및 청색 서브-프레임(B0)을 포함한다. 유사하게, 심도 평면(D1)은 각각 녹색, 적색 및 청색 서브-프레임들(G1, R1 및 B1)을 포함하고, 심도 평면(D2)은 각각 녹색, 적색 및 청색 서브-프레임들(G2, R2 및 B2)을 포함한다. 각각의 비디오 프레임이 3개의 심도 평면들을 포함하고, 그리고 각각의 심도 평면이 3개의 컬러 컴포넌트들을 갖는 것을 고려하면, 배정된 8.333 ms는 각각 0.926 ms의 9개의 세그먼트들로 분할된다. 도 9에 예시된 바와 같이, 제1 심도 평면에 대한 녹색 서브-프레임(G0)은 제1 시간 세그먼트 동안 디스플레이되고, 제1 심도 평면에 대한 적색 서브-프레임(R0)은 제2 시간 세그먼트 동안 디스플레이되는 식이다. 비디오의 각각의 프레임에 대한 총 녹색 온-시간(on-time)은 2.778 ms이다. 각각의 비디오 프레임에 대해 총 적색 온-시간 및 청색 온-시간에서도 마찬가지이다. 그러나, 다른 비디오 프레임 레이트들이 또한 사용될 수 있고, 이 경우 도 9에 예시된 특정 시간 간격들이 이에 따라 조정될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 개별 컬러 컴포넌트들이 동일한 디스플레이 시간들을 가지는 것으로 예시되지만, 이것은 필수적인 것은 아니고, 컬러 컴포넌트들 사이의 디스플레이 시간들의 비율들은 변화될 수 있다. 게다가, 심도 평면들 및 컬러 컴포넌트 서브-프레임들에 대해 도 9에 예시된 플래싱(flicking) 순서는 단지 하나의 예이다. 다른 플래싱 순서들이 또한 사용될 수 있다. 게다가, 도 9가 컬러 순차적 디스플레이 기술을 사용하는 실시예를 예시하지만, 본원에 설명된 기법들은 컬러 순차적 디스플레이들로 제한되지 않는다.
- [0131] [0148] 다른 디스플레이 타이밍 방식들이 또한 가능하다. 예컨대, 프레임 레이트, 심도 평면들의 수, 및 컬러 컴포넌트들은 변화할 수 있다. 일부 실시예들에서, 본원에 설명된 바와 같은 가상 또는 증강 현실 시스템의 프레임 레이트는 80 Hz이고 3개의 심도 평면들이 있다. 일부 실시예들에서, 상이한 심도 평면들은 상이한 프레임들에 디스플레이될 수 있다. 예컨대, 4개의 심도 평면들을 가진 광 필드 비디오는 120 Hz의 프레임 레이트로 프레임당 2개의 심도 평면들을 디스플레이함으로써 60 Hz의 유효 프레임 레이트로 디스플레이될 수 있다(심도 평면들(D0 및 D1)은 처음에 8.33 ms에서 디스플레이될 수 있고 심도 평면들(D2 및 D3)은 다음 8.33 ms에서 디스플레이될 수 있고 - 60 Hz의 유효 프레임 레이트에 대해, 풀 심도 정보는 16.7 ms로 제공됨). 일부 실시예들에서, 도시된 심도 평면들의 수는 디스플레이상에서 공간적으로 변화할 수 있다. 예컨대, 사용자의 시선에 있는 디스플레이의 서브-부분에 더 많은 수의 심도 평면들이 도시될 수 있고, 사용자의 주변 시야에 위치한 디스플레이의 서브-부분들에 더 적은 수의 심도 평면들이 도시될 수 있다. 그런 실시예들에서, 눈 추적기(예컨대, 카메라 및 눈 추적 소프트웨어)는, 사용자가 디스플레이의 어느 부분을 보고 있는지를 결정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0132] 비디오 데이터에 대한 제어 데이터
- [0133] [0149] 도 10은 첨부된 제어 데이터를 포함하는 비디오 데이터의 프레임에 대한 예시적 포맷을 예시한다. 도 10에 예시된 바와 같이, 비디오 데이터의 각각의 프레임은 행들 및 열들로 포맷화된 픽셀 데이터의 어레이를 포함할 수 있다. 예시된 예에서, 이미지를 형성하는 1280개의 열들 및 960개의 행들의 픽셀 데이터가 있다. 도 10은 또한, 제어 데이터(1010)가 비디오 데이터의 프레임에 첨부될 수 있는 것을 예시한다. 이 예에서, 제어 패킷(1010)은 예컨대 여분의 행으로서 비디오 데이터의 프레임에 첨부될 수 있다. 제1 행(행 000)은 제어 정보를 포함하는 반면, 행들(1-960)은 실제 이미지를 포함한다. 따라서, 이 실시예에서, 호스트는 1280x961의 해상도를 디스플레이 제어기에 송신한다.
- [0134] [0150] 디스플레이 제어기는 첨부된 제어 정보를 판독하고 이를 사용하여, 예컨대 하나 이상의 디스플레이 패널들(예컨대, 좌측-눈 및 우측-눈 디스플레이 패널)로 전송되는 이미지 정보(1020)를 구성한다. 이 예에서, 제어 정보(1010)의 행은 디스플레이 패널들에 전송되지 않는다. 따라서, 호스트는 정보를 1280x961의 해상도로 디스플레이 제어기로 송신하는 반면, 디스플레이 제어기는 데이터의 스트림으로부터 제어 정보(1010)를 제거하고 비디오 정보(1020)만을 1280x960의 해상도로 디스플레이 패널(들)에 송신한다. 이미저리 데이터는 예컨대 DSI(Display Serial Interface) 포맷으로 디스플레이 패널(예컨대, LCOS 디스플레이 패널)에 송신될 수 있다. 도 10이, 첨부된 제어 정보(1010)가 비디오 데이터의 각각의 프레임의 시작부에 첨부된 단일 행을 포함하는 것을 예시하지만, 다른 양들의 제어 정보가 대안적으로 첨부될 수 있다. 추가로, 제어 정보(1010)는 반드시 비디오 데이터의 각각의 프레임의 시작부에 첨부되어야 할 필요는 없지만, 대신 다른 위치들에서 비디오 데이터에

삽입될 수 있다. 그러나, 프레임의 시작부에 제어 정보를 첨부하는 것은 이미지 데이터를 디스플레이하기 이전에 제어기가 렌더링된 이미지의 프레임의 시작부에 있는 제어 정보에 더 쉽게 작용하는 것을 허용할 수 있다.

[0135] [0151] 도 11은 제어 데이터를 포함하는 비디오 데이터의 프레임에 대한 다른 예시적 포맷을 예시한다. 도 11은, 제어 정보(1110)가 제1 행 이전의 비디오 데이터의 프레임에 첨부되기보다 오히려 비디오 데이터의 제1 행 대신 삽입되는 것을 제외하면 도 10과 유사하다. 따라서, 프레임의 제1 행(행 000)이 제어 정보를 포함하는 반면, 나머지(959) 행들은 실제 이미지 데이터(1120)를 포함한다.

[0136] [0152] 이 예에서, 호스트는 정보를 1280x960의 해상도로 디스플레이 제어기에 송신한다. 디스플레이 제어기는 제어 데이터(1110)를 사용하여 디스플레이 패널(들)에 전송되는 이미지 정보를 구성할 수 있다. 이어서, 디스플레이 제어기는 도 11에 예시된 비디오 데이터의 프레임을 디스플레이 패널(들)에 송신한다. 그러나, 일부 실시예들에서, 도 11에 예시된 비디오 데이터의 프레임을 디스플레이 패널(들)에 송신하기 전에, 디스플레이 제어기는 예컨대 비디오 데이터의 그 행을 제로들로 세팅함으로써 제어 정보(1110)를 제거할 수 있다. 이것은 비디오 데이터의 각각의 프레임의 제1 행이 디스플레이상에 암흑선(dark line)으로 보이게 한다.

[0137] [0153] 도 11에 예시된 방식을 사용하면, 제어 정보(1110)는 디스플레이 제어기에 전송된 정보의 해상도를 변경하지 않고 비디오 데이터의 프레임에 포함될 수 있다. 그러나, 이 예에서 트레이드-오프(trade-off)는, 일부 이미지 데이터가 제어 데이터에 의해 대체된다는 사실로 인해 유효 디스플레이 해상도가 감소된다는 것이다. 도 11이, 제어 데이터(1110)가 이미지 데이터의 제1 행 대신 삽입되는 것을 예시하지만, 제어 데이터는 대안적으로 프레임의 다른 행 대신 삽입될 수 있다.

[0138] [0154] 예컨대 도 10 및 도 11(및 이후의 도 12)에 예시된 제어 데이터는 다수의 상이한 목적들을 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 제어 데이터는, 비디오 데이터의 프레임이 좌측-눈 비디오 패널 상에 디스플레이되어야 하는지, 아니면 우측-눈 비디오 패널 상에 디스플레이되어야 하는지를 표시할 수 있다. 제어 데이터는, 비디오 데이터의 프레임이 복수의 심도 평면들 중 어느 평면에 대응하는지를 표시할 수 있다. 제어 데이터는 광 필드 비디오 데이터에 대한 플래싱 순서를 표시할 수 있다. 예컨대, 제어 데이터는, 각각의 심도 평면을 디스플레이할 순서뿐 아니라, 각각의 심도 평면에 대해 컬러 컴포넌트 서브-프레임들을 디스플레이할 순서를 표시할 수 있다. 게다가, 디스플레이에 대한 콘텐츠가 호스트에 의해 이미 생성된 이후에 픽셀들을 좌/우 또는 위/아래로 시프트할 필요가 있을 수 있다. 이미지 데이터를 조정하고 재-렌더링하기보다 오히려, 제어 데이터는 디스플레이 제어기에 의해 수행되어야 하는 픽셀 시프트의 방향 및 크기를 특정하는 픽셀 시프트 정보를 포함할 수 있다.

[0139] [0155] 그런 픽셀 시프트들은 다수의 이유로 인해 수행될 수 있다. 픽셀 시프트들은, 예컨대 사용자의 머리 움직임으로 인해 이미지 콘텐츠가 디스플레이상에서 이동될 필요가 있는 경우들에서 수행될 수 있다. 그런 경우들에서, 콘텐츠는 동일할 수 있지만 디스플레이상의 뷰잉 영역 내의 콘텐츠의 위치는 시프트될 필요가 있을 수 있다. GPU에서 이미지 콘텐츠를 재-렌더링하고 픽셀들의 전체 세트를 디스플레이 제어기에 다시 전송하기보다 오히려, 픽셀 시프트는 픽셀 시프트 제어 정보를 사용하여 이미지 데이터에 적용될 수 있다. 도 10 및 도 11에 예시된 바와 같이, 픽셀 시프트 제어 정보는 프레임의 시작부에 포함될 수 있다. 대안적으로, 그리고/또는 부가적으로, 늦은 업데이트 제어 데이터 패킷은 업데이트된 머리 포즈 중간 프레임에 기반하여 적합한 픽셀 시프트를 수행하기 위해 프레임 내에서(예컨대, 제1 행 이후에) 전송될 수 있다. 이것은 예컨대 MIPI(Mobile Industry Processor Interface) DSI(Display Serial Interface) 가상 채널을 사용하여 행해질 수 있다.

[0140] [0156] 픽셀 시프트들은 또한, 사용자가 자신의 머리를 움직이고 픽셀들의 더 정확한 표현이 원해지는 경우들에서 수행될 수 있다. GPU가 이미지를 재렌더링하기보다 오히려, 디스플레이상에서 늦은 시프트는 픽셀 시프트 접근법을 사용하여 적용될 수 있다. 본원에서 설명된 임의의 픽셀 시프트는 단일 심도 평면 또는 다수의 심도 평면들에 영향을 줄 수 있다. 본원에서 이미 논의된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 다양한 심도 평면들이 디스플레이되는 시간 사이에 시간 차이들이 있다. 이들 시간 차이들 동안, 사용자는, 자신의 눈들을 시프트할 수 있어서, 뷰잉 절두체(frustum)가 시프트될 필요가 있을 수 있다. 이것은 심도 평면들 중 임의의 심도 평면에 대해 픽셀 시프트를 사용하여 달성될 수 있다.

[0141] [0157] 픽셀 시프트 제어 정보는 단일 심도 평면의 프레임 내에서 X-Y 방향으로의 픽셀 시프트를 표시할 수 있다. 대안적으로, 그리고/또는 부가적으로, 픽셀 시프트 제어 정보는 심도 평면 버퍼들 사이에서 Z 방향으로의 시프트를 표시할 수 있다. 예컨대, 하나 이상의 심도 평면들에 이미 디스플레이된 객체는 Z-픽셀 시프트를 사용하여 다른 심도 평면 세트로 이동할 수 있다. 이런 타입의 시프트는 또한 각각의 심도에 대해 부분 이미지를 확대하거나 축소하기 위한 스케일러 scaler를 포함할 수 있다. 예컨대, 디스플레이된 캐릭터가 2개의 심도 평면들 사이에서 플로팅(floating)하고 다른 객체에 의해 그 캐릭터가 가려지지 않는 것을 가정하자. 심도 방향

으로 캐릭터의 명백한 움직임은 Z-픽셀 시프트 및 스케일러를 사용하여 캐릭터를 전방 또는 후방의 하나 이상의 심도 평면들을 다시 드로잉함으로써 달성될 수 있다. 이것은 디스플레이 제어기를 업데이트하기 위해 캐릭터를 재-렌더링하지 않고 그리고 프레임을 전송하지 않고 달성될 수 있고, 그 결과, 훨씬 더 낮은 컴퓨테이션(computational) 비용으로 더 부드러운 모션 성능을 초래한다.

[0142] [0158] 스케일러는 또한, 예컨대 렌즈들(192, 194, 196, 198)의 결과로서 디스플레이 내에서 발생하는 확대 효과들을 보상하기 위해 사용될 수 있다. 그런 렌즈들은 사용자에게 의해 관찰가능한 가상 이미지들을 생성할 수 있다. 가상 객체가 하나의 심도 평면으로부터 다른 심도 평면으로 이동할 때, 가상 이미지의 광학 배율은 물리적 세계에서 예상되는 것과 실제로 반대일 수 있다. 예컨대, 물리적 세계에서 객체가 뷰어로부터 더 먼 심도 평면에 위치될 때, 객체는 더 가까운 심도 평면에 위치되는 경우보다 더 작게 보인다. 그러나, 가상 객체가 디스플레이의 더 가까운 심도 평면으로부터 더 먼 심도 평면으로 이동할 때, 렌즈들은 객체의 가상 이미지를 실제로 확대할 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 스케일러는 디스플레이에서의 광학 배율 효과들을 보상하기 위해 사용된다. 광학기기에 의해 유발된 배율 효과들을 수정하기 위해 각각의 심도 평면에 대해 스케일러가 제공될 수 있다. 게다가, 컬러 단위로 처리될 임의의 스케일링 문제들이 있는 경우 각각의 컬러에 대해 스케일러가 제공될 수 있다.

[0143] [0159] 일부 실시예들에서, 최대 수평 픽셀 시프트는 전체 패널 폭에 대응할 수 있는 한편, 최대 수직 픽셀 시프트는 전체 패널 높이에 대응할 수 있다. 포지티브 및 네거티브 시프트들 둘 모두는 제어 데이터에 의해 표시될 수 있다. 이런 픽셀 시프트 정보를 사용하여, 디스플레이 제어기는 비디오 데이터의 프레임을 심도 평면들 사이에서 좌 또는 우, 위 또는 아래, 및 전방 또는 후방으로 시프트할 수 있다. 픽셀 시프트 정보는 또한, 비디오 데이터의 프레임이 좌측-눈 디스플레이 패널로부터 우측-눈 디스플레이 패널로 완전히 또는 부분적으로 시프트되게 할 수 있거나, 그 반대도 가능하다. 광 필드 비디오 데이터의 심도 평면들의 각각에 대한 픽셀 시프트 정보가 포함될 수 있다.

[0144] [0160] 스캐닝-기반 디스플레이들이 사용되는 경우들 같은 일부 실시예들에서, 증분 분산 픽셀 시프트들이 제공될 수 있다. 예컨대, 비디오의 프레임에 대한 이미지들은, 이미지의 말단(예컨대, 최하부)에 도달할 때까지 하나 이상의 심도 평면들에서 증분적으로 시프트될 수 있다. 먼저 디스플레이된 픽셀들은 머리 움직임을 보상하기 위해 또는 객체의 모션을 시뮬레이팅하기 위해 프레임 내의 나중에-디스플레이된 픽셀들보다 많이 또는 덜 시프트될 수 있다. 추가로, 평면 단위로 증분 픽셀 시프트가 있을 수 있다. 예컨대, 하나의 심도 평면에서의 픽셀들은 다른 심도 평면에서의 픽셀들보다 많이 또는 덜 시프트될 수 있다. 일부 실시예들에서, 눈 추적 기술은, 사용자가 디스플레이 스크린의 어느 부분을 응시하는지를 결정하기 위해 사용된다. 상이한 심도 평면들, 또는 단일 심도 평면 내의 심지어 상이한 위치들에서의 객체들은, 사용자가 보고 있는 장소에 따라 픽셀 시프트될 수 있다(또는 시프트되지 않을 수 있음). 사용자가 응시하고 있지 않은 객체들이 있다면, 이들 객체들에 대한 픽셀 시프트 정보는, 사용자가 응시하고 있는 이미지리의 픽셀 시프트들에 대한 성능을 개선하기 위해 무시될 수 있다. 다시, 눈 추적기는, 사용자가 디스플레이 상에서 보고 있는 장소를 결정하기 위해 사용될 수 있다.

[0145] [0161] 제어 정보는 또한 하나 이상의 가상 심도 평면들을 특정하고 그리고/또는 조절하기 위해 사용될 수 있다. 가상 심도 평면은 이미지리의 원하는 휘도를 유지하기 위해 적합한 가중치들로 2개의 심도 평면 이미지들을 블렌딩(blending)함으로써 가상 또는 증강 현실 시스템에서 2개의 정의된 심도 평면들 사이에 원하는 간격으로 제공될 수 있다. 예컨대, 가상 심도 평면이 심도 평면(D0)과 심도 평면(D1) 사이에 원해지면, 블렌딩 유닛은 D0 이미지 데이터의 픽셀 값들을 50%만큼 가중하면서 또한 D1 이미지 데이터의 픽셀 값들을 50%만큼 가중할 수 있다. (가중치 합이 100%이지만 하면, 이미지리의 뚜렷한 휘도가 유지될 수 있다). 그 결과는 가상 심도 평면이 D0과 D1 사이의 중간에 위치되는 것으로 보인다. 상이한 블렌딩 가중치들을 사용함으로써 가상 심도 평면의 겉보기 심도가 제어될 수 있다. 예컨대, 가상 심도 평면이 D0보다 D1에 더 가깝게 보이는 것이 원해지면, D1 이미지는 더 많이 가중될 수 있다. 하나 이상의 스케일러들은 블렌딩 동작 동안 가상 객체의 유사한 부분들이 결합되도록 블렌딩되는 심도 평면들 모두에서 가상 객체가 실질적으로 동일한 사이즈임을 보장하기 위해 사용될 수 있다. 제어 데이터는, 가상 심도 평면 이미지리가 언제 계산되는지를 특정할 수 있고 제어 정보는 또한 가상 심도 평면들에 대한 블렌딩 가중치들을 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 가중치들은 프로그램가능 LUT(look up table)에 저장될 수 있다. 제어 정보는 원하는 가상 심도 평면을 제공할 적합한 가중치들을 LUT로부터 선택하기 위해 사용될 수 있다.

[0146] [0162] 제어 정보는 또한, 2개의 스테레오 디스플레이들 중 하나에 대한 이미지 프레임이 나머지 하나의 스테레오 디스플레이들에 카피되어야 하는지를 표시할 수 있다. 예컨대, 가장 먼 시뮬레이팅된 심도 평면(예컨대,

배경 이미저리)의 경우에, 우측 눈 이미지와 좌측 눈 이미지 사이에 (예컨대, 시차 시프트로 인해) 비교적 작은 차이가 있을 수 있다. 그런 경우들에서, 제어 정보는, 스테레오 디스플레이들 중 하나에 대한 이미저리가 하나 이상의 심도 평면들에 대한 나머지 하나의 디스플레이에 카피되는 것을 표시할 수 있다. 이것은 우측 및 좌측 눈 디스플레이들 둘 모두에 대해 GPU에서 이미지 데이터를 재-렌더링하지 않거나 디스플레이 제어기에 데이터를 다시 전달하지 않고 달성될 수 있다. 우측 눈 이미지와 좌측 눈 이미지 사이에 비교적 작은 차이들이 있다면, 픽셀 시프트들은 또한 양쪽 눈들에 대한 이미지 데이터를 재-렌더링하거나 다시 전달하지 않고 보상하기 위해 사용될 수 있다.

[0147] [0163] 도 10 및 도 11에 예시된 제어 데이터는 또한 여기서 특정하게 열거된 것들 외에 다른 목적들을 위해 사용될 수 있다.

[0148] [0164] 도 10 및 도 11이, 제어 데이터의 행들이 비디오 데이터와 함께 포함될 수 있다는 것을 예시하지만, 제어 데이터는 또한(또는 대안적으로) 비디오 데이터의 개별 픽셀들에 임베딩될 수 있다. 이것은 도 12에 예시되고, 도 12는 임베딩된 제어 데이터(1240)를 포함하는 비디오 데이터의 픽셀(1200)에 대한 예시적 포맷을 예시한다. 도 12는, 비디오 데이터의 픽셀이 청색 값(1230)(바이트 0), 녹색 값(1220)(바이트 1), 및 적색 값(1210)(바이트 2)을 포함하는 것을 예시한다. 이 실시예에서, 컬러 값들 각각은 8 비트들의 컬러 심도를 가진다. 일부 실시예들에서, 컬러 값들 중 하나 이상의 컬러 값에 대응하는 비트들 중 하나 이상의 비트는 컬러 값(들)의 비트 심도를 희생하면서 제어 데이터(1240)에 의해 대체될 수 있다. 따라서, 제어 데이터는 픽셀에 대한 제어 값(들)의 동적 범위를 희생하면서 비디오 데이터의 픽셀들에 직접 임베딩될 수 있다. 예컨대, 도 12에 예시된 바와 같이, 청색 값의 하이라이팅된(highlighted) 2개의 최하위 비트들은 제어 데이터(1240)로서 전용될 수 있다. 예시되지 않았지만, 다른 컬러 값들의 비트들은 또한 제어 데이터로서 전용될 수 있다. 게다가, 상이한 수들의 픽셀 비트들이 제어 데이터로서 전용될 수 있다.

[0149] [0165] 일부 실시예들에서, (픽셀들에 임베딩된 제어 데이터가 또한, 본원에 설명된 다른 타입들을 포함하는 임의의 다른 타입의 제어 데이터일 수 있지만) 비디오 데이터의 픽셀들에 임베딩된 제어 데이터(1240)는 심도 평면 표시자 데이터일 수 있다. 본원에 논의된 바와 같이, 광 필드 비디오 데이터는 다수의 심도 평면들을 포함할 수 있다. 비디오 프레임에서 하나 이상의 픽셀들에 대한 비트 심도는 감소될 수 있고 결과적인 이용가능한 비트(들)는 픽셀이 대응하는 심도 평면을 표시하기 위해 사용될 수 있다.

[0150] [0166] 구체적인 예로서, 도 12에 예시된 24-비트 RGB 픽셀 데이터를 고려하자. 적색, 녹색 및 청색 컬러 값들 각각은 8 비트들의 비트 심도를 가진다. 이미 논의된 바와 같이, 컬러 컴포넌트들 중 하나 이상의 컬러 컴포넌트의 비트 심도는 희생되고 심도 평면 표시자 데이터로 대체될 수 있다. 예컨대, 눈이 청색에 덜 민감하기 때문에, 청색 컴포넌트는 8 비트들 대신 6 비트들(도 12에서 비트들(B3-B8))에 의해 표현될 수 있다. 결과적인 여분의 2개의 비트들(비트들(B1 및 B2))은 픽셀이 대응하는 심도 평면들을 최대 4개까지 특징하는데 사용될 수 있다. 더 많거나 더 적은 심도 평면들이 있다면, 더 크거나 더 작은 수의 컬러 비트들이 희생될 수 있다. 예컨대, 비트 심도가 1 비트만큼 감소되면, 최대 2개의 심도 평면들이 특정될 수 있다. 비트 심도가 3개의 비트들만큼 감소되면, 최대 8개의 심도 평면들이 특정될 수 있는 식이다. 이런 방식으로, 컬러 값의 동적 범위는 이미저리 데이터 자체 내에서 심도 평면 표시자 데이터를 직접 인코딩하기 위한 능력 때문에 트레이드 오프될 수 있다.

[0151] [0167] 일부 실시예들에서, 심도 평면 표시자 데이터(1240)는 비디오 데이터의 모든 각각의 픽셀에서 인코딩된다. 다른 실시예들에서, 심도 평면 표시자 데이터(1240)는 프레임당 1개의 픽셀, 또는 라인당 1개의 픽셀, 가상 또는 증강 현실 객체당 1개의 픽셀 등으로 인코딩될 수 있다. 게다가, 심도 평면 표시자 데이터(1240)는 단지 단일 컬러 컴포넌트, 또는 다수의 컬러 컴포넌트들로 인코딩될 수 있다. 유사하게, 이미저리 데이터 내에서 심도 평면 표시자 데이터(1240)를 직접 인코딩하는 기법은 컬러 이미저리로만 제한되지 않는다. 그 기법은 그레이스케일(grayscale) 이미지들 등에 대해 동일한 방식으로 실시될 수 있다.

[0152] [0168] 도 12는 이미지 데이터 내의 심도 평면 표시자 데이터를 인코딩하기 위한 하나의 기법을 예시한다. 다른 기법은 크로마(chroma) 서브샘플링을 이용하고 그 결과 이용가능한 비트들을 심도 평면 표시자 데이터로서 사용하는 것이다. 예컨대, 이미지 데이터는 YCbCr 포맷으로 표현될 수 있고, 여기서 Y는 루미넌스(luminance) 컴포넌트(감마 보정될 수 있거나 되지 않을 수 있음)를 표현하고, Cb는 청색-차분 크로마 컴포넌트를 표현하고, 그리고 Cr은 적색-차분 크로마 컴포넌트를 표현한다. 눈이 루미넌스 해상도보다 크로마 해상도에 덜 민감하기 때문에, 크로마 정보에는 이미지 품질을 과도하게 떨어뜨리지 않고 루미넌스 정보보다 더 적은 해상도가 제공될 수 있다. 일부 실시예들에서, Y 값이 각각의 픽셀에 제공되지만 Cb 및 Cr 값들 각각이 단지 교번하는 방식으로

모든 각각의 다른 픽셀에 제공되는 YCbCr 4:2:2 포맷이 사용된다. (크로마 서브샘플링의 부재시) 픽셀이 보통 24 비트의 정보(8-비트 Y 값, 8-비트 Cb 값 및 8-비트 Cr 값)로 이루어지면, 크로마 서브샘플링을 이용한 이후, 각각의 픽셀은 단지 16 비트의 정보(8-비트 Y 값 및 8-비트 Cb 또는 Cr 값)만을 요구할 것이다. 나머지 8 비트들은 심도 평면 표시자 데이터로서 사용될 수 있다. 심도 평면 표시자 데이터는 픽셀들을, 적합한 시간들에 디스플레이될 적합한 심도 평면들로 분리하기 위해 사용될 수 있다.

[0153] [0169] 도 12에 예시된 실시예 및 크로마 서브샘플링 실시예 둘 모두에서, 심도 평면 표시자 데이터는 본원에서 논의된 바와 같이 가상 또는 증강 현실 시스템 및/또는 가상 심도 평면들에 의해 지원되는 실제 심도 평면들을 특정할 수 있다. 심도 평면 표시자 데이터가 가상 심도 평면을 특정하면, 이는 본원에서 논의된 바와 같이, 블렌딩될 심도 평면의 가중치들을 또한 특정할 수 있다.

[0154] [0170] 디스플레이 제어기에서 임베딩된 심도 평면 표시자 데이터의 용도는 도 14에 예시된다. 그러나 먼저, 도 13은, 단일 심도 평면만이 존재할 때 디스플레이 제어기의 동작을 도시하기 위한 배경으로써 제공된다. 도 13은, 비디오 프레임을 연속으로 디스플레이될 수 있는 컬러 컴포넌트들로 분리할 수 있는 방법을 예시한다. 도 13의 좌측 패널(1310)은 초당 120 프레임 비디오 중 하나의 프레임을 포함하는 이미지를 도시한다. 도 13의 우측 패널(1330)에 의해 표시된 바와 같이, 이미지는 1/120 초(8.33 ms) 동안 디스플레이 제어기에 의해 디스플레이 상에 플래싱되는 적색, 녹색 및 청색 컬러 컴포넌트들로 분리된다. 간략성을 위해, 도 13은, 컬러 컴포넌트들의 각각이 1회 플래싱되고 컬러 컴포넌트들의 각각이 동일한 시간 양 동안 활성화된 것을 도시한다. 이어서, 인간 시력 시스템은 개별 컬러 컴포넌트 서브-프레임들을 도 13의 좌측 패널에 도시된 오리지널의 컬러 이미지로 융합한다. 도 14는, 비디오 데이터의 각각의 프레임이 다수의 심도 평면들을 포함할 때 이 프로세스가 적용될 수 있는 방법을 도시한다.

[0155] [0171] 도 14는 심도 평면 표시자 데이터를 사용하여, 광 필드 비디오 데이터의 프레임을, 디스플레이용 컬러 컴포넌트 서브프레임들로 각각 분할할 수 있는 다수의 심도 평면들로 분리할 수 있는 방법을 예시한다. 일부 실시예들에서, 호스트는 광 필드 비디오 데이터의 스트림을 디스플레이 제어기에 송신한다. 비디오 데이터의 이런 스트림은 도 14의 좌측 패널(1410)의 이미지에 의해 표현된다. 디스플레이 제어기는 비디오 데이터의 스트림을 복수의 RxGxBx 시퀀스들로 분리하기 위해, 임베딩된 심도 평면 표시자 데이터(1240)를 사용할 수 있고, 여기서 ROGOB0 시퀀스는 제1 심도 평면에 대응하고, R1G1B1 시퀀스는 제2 심도 평면에 대응하고, 그리고 R2G2B2 시퀀스는 제3 심도 평면에 대응한다. 도 13에 예시된 바와 같이, 이런 심도 평면 분리는 각각의 픽셀의 2개의 최하위 청색 비트들에 기반하여 수행될 수 있다. 그 결과는 도 14의 중간 패널(1420)에 도시되고, 중간 패널(1420)은 3개의 개별적인 심도 평면 이미지들을 도시한다. 마지막으로, 도 14의 중간 패널(1420)에 도시된 3개의 개별적인 심도 평면 이미지들의 각각은 자신의 구성 컬러 컴포넌트 서브-프레임들로 분리될 수 있다. 이어서, 각각의 심도 평면의 컬러 컴포넌트 서브-프레임들은 도 14의 우측 패널(1430)에 의해 예시된 바와 같이, 디스플레이에 순차적으로 플래싱될 수 있다. 시퀀스 순서는 예컨대 도 14에 예시된 바와 같이 ROGOBOR1G1B1R2G2B2, 또는 도 9에 예시된 바와 같이 GOROB0G1R1B1G2R2B2일 수 있다.

[0156] [0172] 심도 평면 표시자 데이터(1240)는 사용할 RxGxBx 시퀀스들의 수 및 어느 픽셀들이 어느 시퀀스에 대응하는지를 결정하기 위해 디스플레이 제어기에 의해 사용될 수 있다. 제어 데이터는 디스플레이에 플래싱되는 RxGxBx 컬러 시퀀스들의 순서를 특정하기 위해 또한 제공될 수 있다. 예컨대, 3개의 심도 평면들(D0, D1, D2)을 포함하는 비디오 데이터의 경우에, 개별 RxGxBx 시퀀스들이 디스플레이 패널에 플래싱될 수 있는 6개의 가능한 순서들(D0, D1, D2; D0, D2, D1; D1, D0, D2; D1, D2, D0; D2, D0, D1; 및 D2, D1, D0)이 있다. 제어 데이터에 의해 특정된 순서가 D0, D1, D2이면, 제1 심도 평면(D0)에 대응하는 청색 LSB 비트들(0b00)을 가진 픽셀들은 출력되는 제1 RxGxBx 컬러 시퀀스 이미지로서 선택될 수 있다. 제2 심도 평면(D1)에 대응하는 청색 LSB 비트들(0b01)을 가진 픽셀들은 출력되는 제2 RxGxBx 컬러 시퀀스 이미지로서 선택될 수 있는 식이다.

[0157] [0173] 도 15는, 광 필드 비디오 데이터의 프레임의 하나 이상의 심도 평면들이 비활성인 것을 도 12의 심도 평면 표시자 데이터가 표시하는 예를 예시한다. 도 15는, 비디오 데이터의 스트림(도 15의 좌측 패널(1510)에 의해 표현됨)이 심도 평면들(도 15의 중간 패널(1520)에 의해 표현됨)로 분리되고, 이어서 심도 평면들이 각각 컬러 컴포넌트 서브-프레임들(도 15의 우측 패널(1530)에 의해 표현됨)로 분리되는 것을 도시한다는 점에서 도 14와 유사하다. 그러나, 도 15는, 단지 단일 심도 평면만이 활성화된 것으로 도시된다는 점에서 도 14와 별개이다.

[0158] [0174] 이미 논의된 바와 같이, 도 12의 심도 평면 표시자 데이터(1240)는 각각의 픽셀의 청색 값의 2개의 최하위 비트들을 포함한다. 이들 2개의 비트들은 최대 4개의 심도 평면들을 특정할 수 있다. 그러나, 광 필드

비디오 데이터는 4개보다 더 적은 심도 평면들을 포함할 수 있다. 예컨대, 이전 예에서, 광 필드 비디오 데이터는 단지 3개의 심도 평면들만을 포함한다. 비디오 데이터가 특정가능한 심도 평면들의 최대 수보다 더 적은 수를 포함하는 그런 경우들에서, 심도 평면 표시자 데이터는, 하나 이상의 심도 평면들이 비활성인 것을 특정할 수 있다. 예컨대, 이전 예를 계속하면, 픽셀의 2개의 청색 LSB 비트들이 0b11로 세팅되면, 픽셀은 비활성 제4 심도 평면(D3)에 할당될 수 있다. 도 15에 도시된 바와 같이, 3개의 RxGxBx 컬러 시퀀스들 중 단지 하나만이 출력 시퀀스에서 활성화되고; 비활성 심도 평면들은 흑색 프레임들로서 도시된다. 이전과 같이, 제어 데이터는, 심도 평면들이 디스플레이되는 순서를 특정하기 위해 제공될 수 있다. 도 15의 중간 패널(1520)에 도시된 바와 같이, 예시된 예에서, 제어 데이터는, 비활성 심도 평면(D3)이 시퀀스의 처음과 마지막에 도시된다는 것을 특정하였다. 따라서, 시퀀스의 중간 프레임만이 디스플레이에 플래싱되는 실제 이미지 데이터를 포함한다. (다른 시퀀스들이 또한 사용될 수 있다. 예컨대, 활성 심도 평면은 시퀀스의 처음 또는 마지막으로 순서가 결정될 수 있거나, 또는 1회보다 많이 시퀀스에서 반복될 수 있다). 픽셀이 비활성 심도 평면에 할당된 것을 디스플레이 제어기가 알 때, 디스플레이 제어기는 단순히 그 픽셀을 무시하고 이를 디스플레이에 플래싱하지 않을 수 있다. 예컨대, 심도 평면이 비활성인 것을 제어 데이터가 표시할 때, 그 특정 심도 평면에 대한 광을 디스플레이에 제공하는 광 소스(들)에 대한 전력이 감소될 수 있고(예컨대, 셧 오프됨), 이에 의해 전력 소비가 감소된다. 이것은 디스플레이 구동기에서 스위칭 전력을 절약할 수 있다. 따라서, 전력-절약 모드는 비디오 데이터의 하나 이상의 심도 평면들을 비활성으로서 특정함으로써 구현될 수 있다. 마찬가지로, 일부 실시예들에서, 제어 데이터는, 하나 이상의 컬러 필드들이 심도 평면 내에서 비활성이지만, 심도 평면의 하나 이상의 다른 컬러 필드들이 활성인 것을 표시할 수 있다. 이런 제어 데이터에 기반하여, 디스플레이 제어기는 비활성인 컬러 필드 또는 필드들을 무시하고 비활성 컬러 필드(들) 없이 하나 이상의 활성 컬러 필드들로부터 이미저리를 디스플레이하도록 디스플레이를 제어할 수 있다. 예컨대, 컬러 필드가 비활성인 것을 제어 데이터가 표시할 때, 그 특정 컬러 필드에 대한 광을 디스플레이에 제공하는 광 소스(들)에 대한 전력이 감소될 수 있고(예컨대, 셧 오프됨), 이에 의해 전력 소비가 감소된다. 따라서, 디스플레이에 조명을 제공하는 광 소스들, 이를테면 LED(light emitting diode)들, 레이저들 등은 비활성 심도 평면들 및/또는 비활성 컬러 필드들에 대해 셧 오프될 수 있거나 자신들의 감소된 전력을 가질 수 있다.

[0159] 다중-심도 평면 이미지 압축

[0175] 일부 실시예들에서, 이미지 압축 기법들은 심도 평면들 사이의 정보의 리던던시를 제거함으로써 비디오 이미지 데이터의 양을 감소시키기 위해 다수의 심도 평면들에 걸쳐 적용된다. 예컨대, 각각의 심도 평면에 대한 이미지 데이터의 전체 프레임을 송신하기보다 오히려, 심도 평면들 중 일부 또는 모두가 인접한 심도 평면에 관한 변화들의 측면에서 대신 표현될 수 있다. (이것은 또한 시간적으로 인접한 인스턴트(instant)들에서 프레임들 사이에서 시간 기반으로 행해질 수 있다). 압축 기법은 손실이 없거나 손실이 있을 수 있어서, 주어진 임계치 미만인, 인접한 심도 평면 프레임들 사이 또는 시간적으로-인접한 프레임들 사이의 변화들은 무시될 수 있고, 따라서 이미지 정보의 감소가 초래된다. 게다가, 압축 알고리즘들은 모션 벡터들을 사용하여 단일 심도 평면 내에서 객체들의 모션(X-Y 모션) 및/또는 심도 평면들 사이에서 객체들의 모션(Z 모션)을 인코딩할 수 있다. 이동중인 객체에 대한 이미지 데이터가 시간에 따라 반복적으로 송신되는 것을 요구하기보다 오히려, 본원에서 논의된 바와 같이, 객체의 모션은 픽셀 시프트 제어 정보로 전체적으로 또는 부분적으로 달성될 수 있다.

[0161] 동적 구성가능 디스플레이 드로잉 영역들

[0176] 광 필드 이미저리를 디스플레이하는 시스템들에서, 각각의 비디오 프레임에 포함된 비교적 큰 양의 정보(예컨대, 다수의 심도 평면들, 각각의 심도 평면은 다수의 컬러 컴포넌트들을 가짐)로 인해 높은 비디오 프레임 레이트들을 달성하는 것이 어려울 수 있다. 그러나, 도 16에 도시된 바와 같이, 비디오 프레임 레이트들은, 특히 증강 현실 모드에서, 컴퓨터-생성 광 필드 이미저리가 한 번에 디스플레이의 일부만을 차지할 수 있다는 것을 인식함으로써 개선될 수 있다.

[0177] 도 16은 증강 현실 시스템에서 컴퓨터-생성 이미저리의 프레임에 대한 예시적 드로잉(drawing) 영역들을 예시한다. 도 16은, 증강 현실 이미저리가 드로잉되는 디스플레이의 부분들만을 도시하는 것을 제외하고 도 1과 유사하다. 이 경우에, 증강 현실 이미저리는 로봇 동상(1110) 및 호박벌 캐릭터(2)를 포함한다. 증강 현실 모드에서 디스플레이의 나머지 영역은 단순히 사용자를 둘러싸는 실세계 환경의 뷰일 수 있다. 따라서, 디스플레이의 이들 영역들에 컴퓨터-생성 이미저리를 드로잉할 필요가 없을 수 있다. 컴퓨터-생성 이미저리가 한 번에 디스플레이 영역의 비교적 작은 부분만을 차지하는 것은 흔히 있는 경우일 수 있다. 컴퓨터-생성 이미저리가 도시될 필요가 없는 영역들을 배제하기 위해 프레임 단위로 리프레시되는 특정 드로잉 영역(들)을 동적으

로 재구성함으로써, 비디오 프레임 레이트들이 개선될 수 있다.

- [0164] [0178] 컴퓨터-생성 증강 현실 이미저리는 예컨대 연관된 휘도 및 컬러를 각각 가지는 복수의 픽셀들로서 표현될 수 있다. 비디오 데이터의 프레임은 $m \times n$ 어레이의 그런 픽셀들을 포함할 수 있고, m 은 행들의 수를 나타내고 n 은 열들의 수를 나타낸다. 일부 실시예들에서, 증강 현실 시스템의 디스플레이는 컴퓨터-생성 이미저리를 보여주는 것 외에 사용자의 실세계 환경의 뷰를 제공할 수 있도록 적어도 부분적으로 투명하다. 컴퓨터-생성 이미저리에 주어진 픽셀의 휘도가 제로 또는 비교적 낮은 값으로 세팅되면, 뷰어는 그 픽셀 위치에서 실세계 환경을 볼 것이다. 대안적으로, 주어진 픽셀의 휘도가 더 높은 값으로 세팅되면, 뷰어는 그 픽셀 위치에서 컴퓨터-생성 이미저리를 볼 것이다. 증강 현실 이미저리의 임의의 주어진 프레임에 대해, 많은 픽셀들의 휘도는, 이들이 디스플레이 상에 보여질 필요가 없도록 특정 임계치 아래로 떨어질 수 있다. 이들 임계치 미만 픽셀들의 각각에 대한 디스플레이를 리프레시하기 보다, 디스플레이는 이들 픽셀들을 리프레시하지 않도록 동적으로 구성될 수 있다.
- [0165] [0179] 일부 실시예들에서, 증강 현실 시스템은 디스플레이를 제어하기 위한 디스플레이 제어기를 포함한다. 제어기는 디스플레이에 대한 드로잉 영역을 동적으로 구성할 수 있다. 예컨대, 제어기는, 임의의 주어진 리프레시 사이클 동안 비디오 데이터의 프레임의 픽셀들 중 어느 픽셀이 리프레시되는지를 동적으로 구성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어기는 비디오의 제1 프레임에 대응하는 컴퓨터-생성 이미저리 데이터를 수신할 수 있다. 본원에 논의된 바와 같이, 컴퓨터-생성 이미저리는 몇몇 심도 평면들을 포함할 수 있다. 비디오의 제1 프레임에 대한 이미저리 데이터에 기반하여, 제어기는 심도 평면들의 각각에 대해 디스플레이 픽셀들 중 어느 픽셀을 리프레시할지를 동적으로 결정할 수 있다. 예컨대, 디스플레이가 스캐닝-타입 디스플레이 기술을 활용하면, 제어기는, 증강 현실 이미저리가 리프레시될 필요가 없는 영역들(예컨대, 증강 현실 이미저리가 없거나 증강 현실 이미저리의 휘도가 특정 임계치 아래로 떨어지는 영역들)을 스킵하기 위해 스캐닝 패턴을 동적으로 조정할 수 있다.
- [0166] [0180] 이런 방식으로, 수신된 비디오 데이터의 각각의 프레임에 기반하여, 제어기는, 증강 현실 이미저리가 도시되어야 하는 디스플레이의 서브-부분을 식별할 수 있다. 각각의 그런 서브-부분은 디스플레이상의 단일 인접한 영역 또는 다수의 인접하지 않은 영역들(도 16에 도시됨)을 포함할 수 있다. 디스플레이의 그런 서브-부분들은 광 필드 이미저리 데이터의 심도 평면들의 각각에 대해 결정될 수 있다. 이어서, 디스플레이 제어기는 디스플레이가 비디오의 그 특정 프레임에 대한 디스플레이의 식별된 서브-부분(들)만을 리프레시하게 할 수 있다. 이 프로세스는 비디오의 각각의 프레임에 대해 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어기는 비디오 데이터의 각각의 프레임의 시작시 리프레시될 디스플레이의 영역들을 동적으로 조정한다.
- [0167] [0181] 리프레시되어야 하는 디스플레이의 영역이 시간에 따라 더 작아지고 있다는 것을 제어기가 결정하면, 제어기는 비디오 프레임 레이트를 증가시킬 수 있는데, 그 이유는 증강 현실 데이터의 각각의 프레임을 드로잉하기 위해 더 적은 시간이 필요해질 것이기 때문이다. 대안적으로, 리프레시되어야 하는 디스플레이의 영역이 시간에 따라 더 커지고 있다는 것을 제어기가 결정하면, 제어기는 증강 현실 데이터의 각각의 프레임을 드로잉하는데 충분한 시간을 허용하도록 비디오 프레임 레이트를 감소시킬 수 있다. 비디오 프레임 레이트의 변화는 이미저리로 채워질 필요가 있는 디스플레이의 부분에 반비례할 수 있다. 예컨대, 제어기는, 디스플레이의 1/10만이 채워질 필요가 있으면 10배만큼 프레임 레이트를 증가시킬 수 있다.
- [0168] [0182] 그런 비디오 프레임 레이트 조정들은 프레임 단위로 수행될 수 있다. 대안적으로, 그런 비디오 프레임 레이트 조정들은 특정 시간 간격들에서 또는 리프레시될 디스플레이의 서브-부분의 사이즈가 특정 양만큼 증가하거나 감소할 때 수행될 수 있다. 일부 경우들에서, 특정 디스플레이 기술에 따라, 제어기는 또한 디스플레이 상에 도시되는 증강 현실 이미저리의 해상도를 조정할 수 있다. 예컨대, 디스플레이상의 증강 현실 이미저리의 사이즈가 비교적 작으면, 제어기는 이미저리가 증가된 해상도로 디스플레이되게 할 수 있다. 반대로, 디스플레이상의 증강 현실 이미저리의 사이즈가 비교적 크면, 제어기는 이미저리가 감소된 해상도로 디스플레이되게 할 수 있다.
- [0169] 강화된 머리 포즈 추정
- [0170] [0183] 본원에서 논의된 바와 같이, 가상 및 증강 현실 시스템들은 몸체-장착 디스플레이들, 이를테면 헬멧, 안경, 고글들 등을 포함할 수 있다. 게다가, 가상 증강 현실 시스템들은 3차원들에서 사용자의 머리의 포지션, 배향, 속도, 및/또는 가속도를 추정 및 추적하기 위해 사용될 수 있는 측정들을 수행하는 센서들, 이를테면 자이로스코프들, 가속도계들 등을 포함할 수 있다. 센서들은 사용자의 머리 상에 사용자가 착용한 관성 측정 유닛에 제공될 수 있다. 이런 방식으로, 사용자의 머리 포즈가 추정될 수 있다. 머리 포즈 추정들은, 사용자가

가상 또는 증강 현실 장면과 상호작용하는 것을 허용하는 수단으로서 사용될 수 있다. 예컨대, 사용자가 자신의 머리를 돌리거나 기울이면, 가상 또는 증강 현실 장면은 대응하는 방식으로 조정될 수 있다(예컨대, 장면의 시야는 시프트되거나 기울어질 수 있다).

[0171] [0184] 도 17은 2개의 회전 축들을 중심으로 사용자의 머리의 가능한 모션을 개략적으로 예시한다. 예시된 바와 같이, 사용자는 수직 축 및 페이지에 수직인 수평 축을 중심으로 자신의 머리를 회전시킬 수 있다. 예시되지 않았지만, 사용자는 또한 페이지의 평면에 놓이는 수평 축을 중심으로 자신의 머리를 회전시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 머리 포즈 방향으로 사용자의 시선 방향을 정의하는 것이 유용할 수 있다. (비록 머리 포즈의 그런 정의가 반드시 머리의 측방향 기울기를 설명하지는 않지만, 머리 포즈의 다른 정의들이 이루어질 수 있다). 도 18은, 사용자의 머리 포즈가 3-차원 표면(1810) 상에 맵핑될 수 있는 방법을 예시한다. 도 18은 사용자의 머리 포즈를 표시하는 표면 법선 벡터(normal vector)(1820)를 포함한다. 3-차원 표면상의 각각의 가능한 표면 법선 벡터(1820)는 별개의 머리 포즈에 대응한다. 도 18에서, 바로 위를 지향하는 표면 법선 벡터는, 사용자가 직접 앞을 보고 있을 때 사용자의 중간 머리 포즈에 대응할 것이다.

[0172] [0185] 다양한 알고리즘들은 머리-장착 관성 측정 유닛으로부터의 센서 측정들에 기반하여 사용자의 머리 포즈를 추정하고 추적하기 위해 사용될 수 있다. 이들은 예컨대 칼만 필터(Kalman filter)들 및 다른 유사한 알고리즘들을 포함한다. 이들 타입들의 알고리즘들은 통상적으로 단지 임의의 단일 인스턴트에서보다 오히려 시간에 따른 센서 측정들에 기반하는 추정들을 생성한다. 칼만 필터는 예컨대, 필터가 이전 인스턴트에서의 머리 포즈 추정에 기반하여 머리 포즈의 예측된 추정을 출력하는 예측 단계를 포함한다. 다음으로, 업데이트 단계 동안, 필터는 현재 센서 측정들에 기반하여 머리 포즈 추정을 업데이트한다. 그런 알고리즘들은 머리 포즈 추정들의 정확도를 개선할 수 있고, 이는 머리 움직임들에 대한 응답으로 가상 또는 증강 현실 이미지를 적당하게 디스플레이하는데 있어서 에러를 감소시킨다. 정확한 머리 포즈 추정들은 또한 시스템의 레이턴시(latency)를 감소시킬 수 있다.

[0173] [0186] 통상적으로, 칼만 필터 또는 유사한 알고리즘은 사용자의 중간 머리 포즈(도 18의 수직 표면 법선 벡터(1820)에 대응함)에 가까운 머리 포즈들에 대한 가장 정확한 머리 포즈 추정들을 생성한다. 바람직하지 않게, 그런 알고리즘들은, 인간 생리학 또는 몸체에 관련하여 사용자의 머리의 움직임에 의해 부과되는 움직임 제한들을 고려하지 않기 때문에, 머리 포즈가 중간 머리 포즈로부터 더 벗어남에 따라 머리 포즈 움직임을 적절하게 추정하는 것을 실패할 수 있다. 그러나, 머리 포즈 추적에 대한 이들 약점들의 영향들을 감소시키기 위해 다양한 적응들이 이루어질 수 있다.

[0174] [0187] 일부 실시예들에서, 칼만 필터들 또는 유사한 알고리즘들을 사용한 머리 포즈 추정 및 추적은 생리학적-가능한 머리 포즈들의 포락선 내에서 현재 머리 포즈 위치에 따라 상이한 가변 이득 팩터들을 사용함으로써 개선될 수 있다. 도 18은 생리학적-가능한 머리 포즈들의 그런 포락선에 대응하는 3-차원 표면(1810)을 예시한다. 도 18은, 사용자의 머리가 약 180° 이하의 임의의 방향(예컨대, 좌우 또는 상하)으로의 모션 범위를 가지는 것을 도시한다. 생리학적 포락선 내의 현재 머리 포즈는 칼만 필터 추정 가변 이득 팩터들을 조정하기 위해 사용될 수 있다. 포락선의 중앙에 가까운 영역들(즉, 중간 머리 포즈)에서, 칼만 필터 예측 에러들이 이 지역에서 머리 움직임의 더 높은 선형성으로 인해 더 낮을 수 있기 때문에, 이득 팩터들은 측정된 머리 포즈에 비해 예측된 머리 포즈를 강조하도록 세팅될 수 있다. 이것은 머리 포즈 추정 정확도에 과도하게 영향을 주지 않고 시스템의 레이턴시를 감소시킬 수 있다. 머리 포즈가 생리학적 머리 움직임 포락선 경계들에 접근할 때, 알고리즘은 에러를 감소시키기 위해 예측된 머리 포즈에 대한 필터의 의존성을 감소시키거나 예측된 머리 포즈에 비해 측정된 머리 포즈를 강조하도록 세팅된 이득 팩터들을 사용할 수 있다.

[0175] [0188] 일부 실시예들에서, 도 18에 예시된 생리학적 머리 포즈 포락선 상의 각각의 위치는 상이한 이득들에 대응할 수 있다. 다른 실시예들에서, 생리학적 머리 포즈 포락선은 개별적인 지역들로 분할될 수 있고 상이한 이득 값들은 상이한 지역들 각각과 연관될 수 있다. 이것은 도 19에 예시된다.

[0176] [0189] 도 19는 머리 포즈 추적을 개선하기 위한 이득 팩터들을 정의하기 위해 사용될 수 있는 다양한 머리 포즈 지역들을 개략적으로 예시한다. 도 19는 비교적 중간 머리 포즈들에 대응하는 중앙 지역(1910)을 도시한다. 이는 또한 생리학적 경계에 가까운 머리 포즈들에 대응하는 외부 지역(1930) 및 중앙 지역과 외부 지역 사이의 중간 지역(1920)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 이득 팩터들의 상이한 세트는 각각의 머리 포즈 지역에 대해 특정될 수 있다. 중앙 지역(1910)은 칼만 필터 알고리즘에 의해 생성된 더 높은 정확도의 예측 값들을 가질 더 높은 선형성의 움직임을 가진 영역들을 도시한다. 머리 포즈가 중앙 지역(1910) 내에 있을 때, 칼만 필터의 이득 팩터들은 측정된 머리 포즈에 비해 예측된 머리 포즈를 강조하거나 그렇지 않으면 측정된 머리 포즈에 대한

의존성을 감소시키도록 세팅될 수 있다. 머리 포즈가 중앙 지역에서 떠나고 중간 또는 외부 지역들(각각, 1920, 1930)에 진입함에 따라, 알고리즘에 의해 고려되지 않으면, 생리학적 팩터들에 의해 움직임이 더 제한될 수 있으며, 이는 칼만 예측 머리 포즈에 악영향을 줄 것이다. 따라서, 이들 지역들(특히 외부 지역(1930))에서, 칼만 필터 이득 값들은 예측된 머리 포즈에 대한 필터의 의존성을 감소시키고 측정된 머리 포즈에 대한 필터의 의존성을 증가시키도록 세팅될 수 있다. 예컨대, 머리의 가속도가 포락선 경계들에 가깝게 정지할 것이 알려지면 너무 먼 미래에 예측된 머리 포즈에 크게 의존하는 것은 부정확할 것이다. 비록 3개의 머리 포즈 지역들이 도 19에 예시되지만, 상이한 수의 머리 포즈 지역들이 다른 실시예들에서 사용될 수 있다.

[0177] [0190] 일부 실시예들에서, 머리 포즈 추정 및 추적은 또한 절대적 의미로 머리의 움직임을 감지하기보다 오히려 사용자의 몸체에 관하여 사용자의 머리의 포지션, 배향, 속도 및/또는 가속도를 감지함으로써 개선될 수 있다. 이것은 사용자의 몸체(예컨대, 몸통 또는 허리) 상에 사용자에게 의해 착용되는 부가적인 관성 측정 유닛을 제공함으로써 행해질 수 있다. 머리 포즈가 머리 및 몸체 움직임 둘 모두의 함수인 것을 주목하는 것은 중요하다. 생리학적으로-가능한 머리 포즈들의 포락선은 공간적으로 고정되지 않고; 이는 예컨대 몸체 회전과 함께 이동한다. 사용자가 몸체를 고정되게 유지하면서 자신의 머리를 움직이는 의자에 앉아 있으면, 생리학적 포락선은, 비교적 우수한 머리 포즈 추정들이 단지 머리 움직임만을 고려함으로써 달성될 수 있도록, 상대적으로 제한될 것이다. 그러나, 사용자가 가상 또는 증강 현실 머리-장착 디스플레이를 실제로 착용하고 이러저리 이동할 때, 가능한 머리 포즈들의 생리학적 포락선은 몸체 움직임에 따라 변화한다.

[0178] [0191] (예컨대, 가상 또는 증강 현실 시스템에 대한 배터리 팩 및/또는 프로세서와 함께 장착된) 몸체 상에 착용된 제2 관성 측정 유닛은 머리 포즈들의 생리학적 포락선의 움직임을 추적하기 위한 부가적인 정보를 제공하는 것을 도울 수 있다. 포락선을 공간적으로 고정하는 대신, 제2 관성 측정 유닛은 머리의 움직임이 몸체에 관하여 결정되는 것을 허용할 수 있다. 예컨대, 몸체가 우측으로 회전하면, 생리학적 포락선은 대응하여 우측으로 회전되어 생리학적 포락선 내에서 머리 포즈를 더 정확하게 결정하고 칼만 필터의 동작을 과도하게 제한하는 것을 회피할 수 있다.

[0179] [0192] 일부 실시예들에서, 머리-장착 관성 측정 유닛을 사용하여 결정된 머리의 움직임은 몸체-장착 관성 측정 유닛을 사용하여 결정된 몸체의 움직임으로부터 감소될 수 있다. 예컨대, 몸체의 절대 포지션, 배향, 속도 및/또는 가속도는 몸체에 관하여 머리의 포지션, 배향, 속도 및/또는 가속도를 추정하기 위해 머리의 절대적 포지션, 배향, 속도 및/또는 가속도로부터 감소될 수 있다. 몸체에 관하여 머리의 배향 또는 움직임이 알려지면, 생리학적 포락선 내에서 실제 머리 포즈 위치는 더 정확하게 추정될 수 있다. 본원에서 논의된 바와 같이, 이것은 머리 포즈의 추정 및 추적을 개선하도록 칼만 필터 이득 팩터들이 결정되는 것을 허용한다.

[0180] 강화된 "토텐(Totem)" 포지션 추정

[0181] [0193] 일부 가상 또는 증강 현실 시스템들에서, 특정된 유형의 객체는, 사용자가 가상 객체 또는 장면과 상호 작용하는 것을 허용하는 "토텐"으로서 사용될 수 있다. 예컨대, 사용자가 자신의 손에 홀당하는 유형의 블록은 시스템에 의해 상호작용 디바이스, 이를테면 컴퓨터 마우스로서 인식될 수 있다. 시스템은, 사용자의 손안의 유형의 블록의 움직임을 추적하고 이에 따라 가상 포인트를 조정하는 예컨대 카메라를 포함할 수 있다. 공간에서 토텐들을 추적하기 위한 컴퓨터 비전(vision)을 사용하는 것의 가능한 단점은, 토텐들이 가끔 카메라의 시야 외측에 있을 수 있거나 그렇지 않으면 가려질 수 있다는 것이다. 따라서, 6개의 자유도들을 가진 3차원들 토텐의 포지션 및 움직임을 견고하게 추적하기 위한 시스템을 제공하는 것은 유익할 것이다.

[0182] [0194] 일부 실시예들에서, 토텐의 포지션과 움직임을 추적하기 위한 시스템은 토텐에 하나 이상의 센서들을 포함한다. 이들 하나 이상의 센서들은 공간에서 토텐의 포지션과 움직임을 독립적으로 결정하는 가속도계들 및/또는 자이로스코프들일 수 있다. 이어서, 이 데이터는 가상 또는 증강 현실 시스템으로 송신될 수 있다.

[0183] [0195] 대안적으로, 토텐의 하나 이상의 센서들은 토텐의 포지션 및 움직임과 공간을 결정하기 위해 송신기와 함께 작동할 수 있다. 예컨대, 송신기는 공간에 공간적-가변 전기장 및/또는 자기장을 생성할 수 있고, 토텐은 토텐의 위치에서 필드를 반복적으로 측정하는 하나 이상의 센서들을 포함할 수 있고, 이에 의해 토텐의 포지션과 움직임이 결정되는 것을 허용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 그런 송신기는 유리하게 가상 또는 증강 현실 시스템의 머리-장착 디스플레이에 통합될 수 있다. 대안적으로, 송신기는 몸체-장착 팩에 통합될 수 있다. 이런 방식으로, 사용자의 머리 또는 몸체 각각에 대해 토텐의 위치 및/또는 움직임이 결정될 수 있다. 이것은, 토텐의 위치 및/또는 움직임이 사용자의 머리 또는 몸체에 관하여 결정될 수 있기 때문에, 송신기가 단순히 고정된 위치(예컨대, 가까운 테이블)에 위치되는 것보다 더 유용한 정보일 수 있다.

[0184] 주변 조명에 기반한 이미저리 컬러들의 조정

[0185] [0196] 일부 실시예들에서, 본원에 설명된 가상 및 증강 현실 시스템들은 주변 조명의 휘도 및/또는 색조를 검출하기 위한 하나 이상의 센서들(예컨대, 카메라)을 포함한다. 그런 센서들은 예컨대 가상 또는 증강 현실 시스템의 디스플레이 헬멧에 포함될 수 있다. 이어서, 주변 광에 관한 감지된 정보는 가상 객체들에 대해 생성된 픽셀들의 휘도 또는 색조를 조정하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 주변 조명이 노르스름한 빛을 가지면, 컴퓨터-생성 가상 객체들은 룬의 실제 객체들의 컬러 톤들과 더 밀접하게 매칭하는 노르스름한 컬러 톤들을 가지도록 변경될 수 있다. 그런 픽셀 조정들은, 이미지가 GPU에 의해 렌더링되는 시간에 이루어질 수 있다. 대안적으로, 그리고/또는 부가적으로, 그런 픽셀 조정들은, 본원에서 논의된 제어 정보를 사용함으로써 렌더링한 이후 이루어질 수 있다.

[0186] [0197] 본 개시내용의 요약의 목적들을 위해, 본 발명의 특정 양상들, 장점들 및 특징들이 본원에 설명되었다. 반드시 모든 그런 장점들이 본 발명의 임의의 특정 실시예에 따라 달성될 수 있는 것은 아님이 이해될 것이다. 따라서, 본 발명은, 본원에 교시되거나 제안될 수 있는 다른 장점들을 반드시 달성하지 않고 본원에 교시된 하나의 장점 또는 장점들의 그룹을 달성하거나 최적화하는 방식으로 구현되거나 수행될 수 있다.

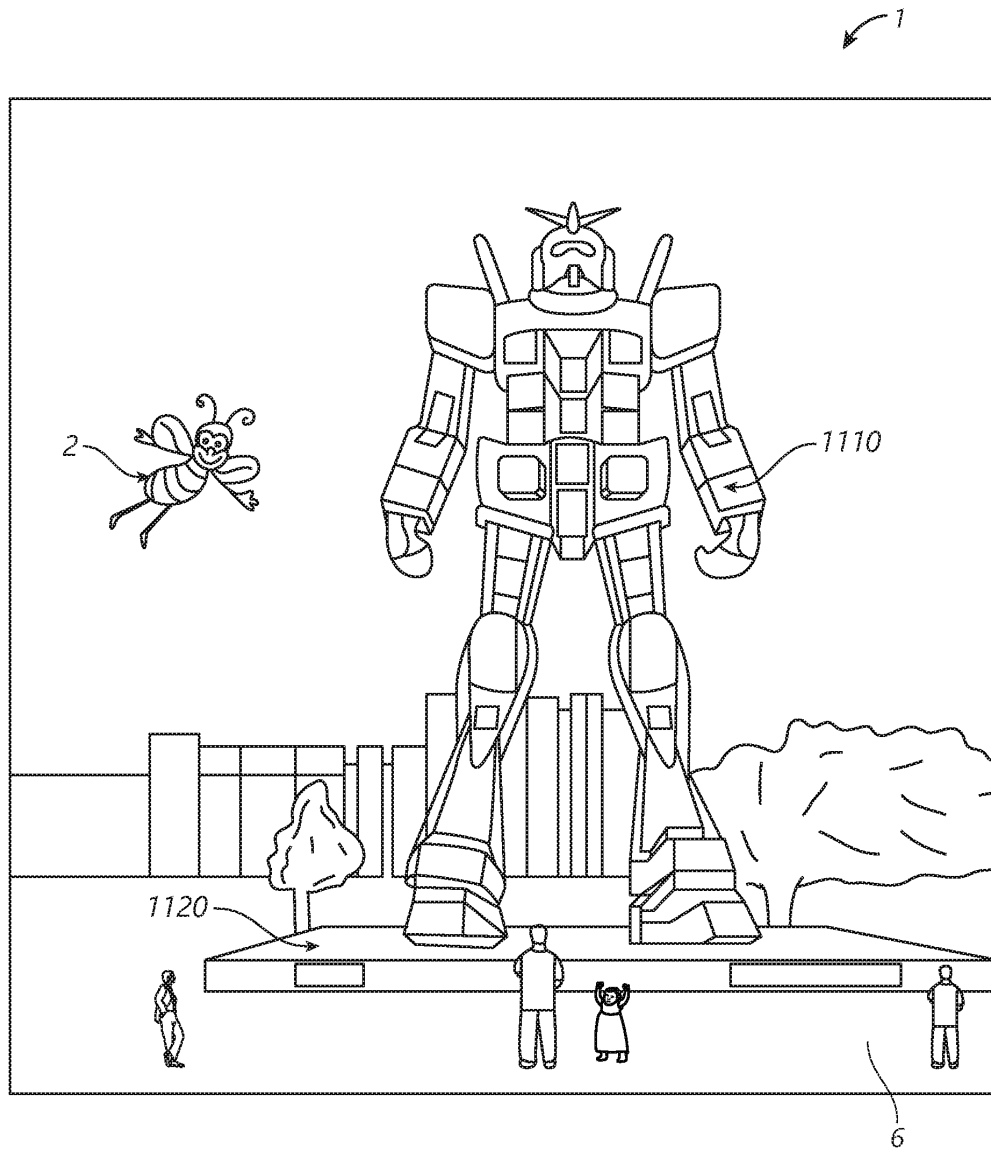
[0187] [0198] 실시예들은 첨부 도면들과 관련하여 설명되었다. 그러나, 도면들이 실척대로 도시되지 않는 것이 이해되어야 한다. 거리들, 각도들 등은 단지 예시이고, 예시된 디바이스들의 실제 치수들 및 레이아웃과 정확한 관계를 반드시 가질 필요가 없다. 게다가, 전술한 실시예들은 당업자가 본원에 설명된 디바이스들, 시스템들, 방법들 등을 실시하거나 사용하는 것을 허용하도록 상세 레벨로 설명되었다. 다양한 변형이 가능하다. 컴포넌트들, 엘리먼트들 및/또는 단계들은 변경되거나, 부가되거나, 제거되거나 또는 재배열될 수 있다.

[0188] [0199] 본원에 설명된 디바이스들 및 방법들은 유리하게, 예컨대 컴퓨터 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어 또는 소프트웨어, 하드웨어 및 펌웨어의 임의의 조합을 사용하여 적어도 부분적으로 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈들은 본원에 설명된 기능들을 수행하기 위한, 컴퓨터의 메모리에 저장된 컴퓨터 실행가능 코드를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컴퓨터-실행가능 코드는 하나 이상의 범용 컴퓨터들에 의해 실행된다. 그러나, 당업자는, 본 개시내용을 고려하여, 범용 컴퓨터상에서 실행될 소프트웨어를 사용하여 구현될 수 있는 임의의 모듈이 또한 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어의 상이한 조합을 사용하여 구현될 수 있다는 것을 인지할 것이다. 예컨대, 그런 모듈은 집적 회로들의 조합을 사용하여 완전히 하드웨어로 구현될 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 그런 모듈은 범용 컴퓨터들보다 오히려 본원에 설명된 특정 기능들을 수행하도록 설계된 전문화된 컴퓨터들을 사용하여 완전히 또는 부분적으로 구현될 수 있다. 게다가, 컴퓨터 소프트웨어에 의해 적어도 부분적으로 수행되거나 수행될 수 있는 방법들이 설명되는 경우, 그런 방법들이, 컴퓨터 또는 다른 프로세싱 디바이스에 의해 관독될 때, 상기 방법을 수행하게 하도록 하는 비-일시적 컴퓨터-관독가능 매체들(예컨대, 광학 디스크들, 이블테면 CD들 또는 DVD들, 하드 디스크 드라이브들, 플래시 메모리들, 디스켓들 등) 상에 제공될 수 있는 것이 이해되어야 한다.

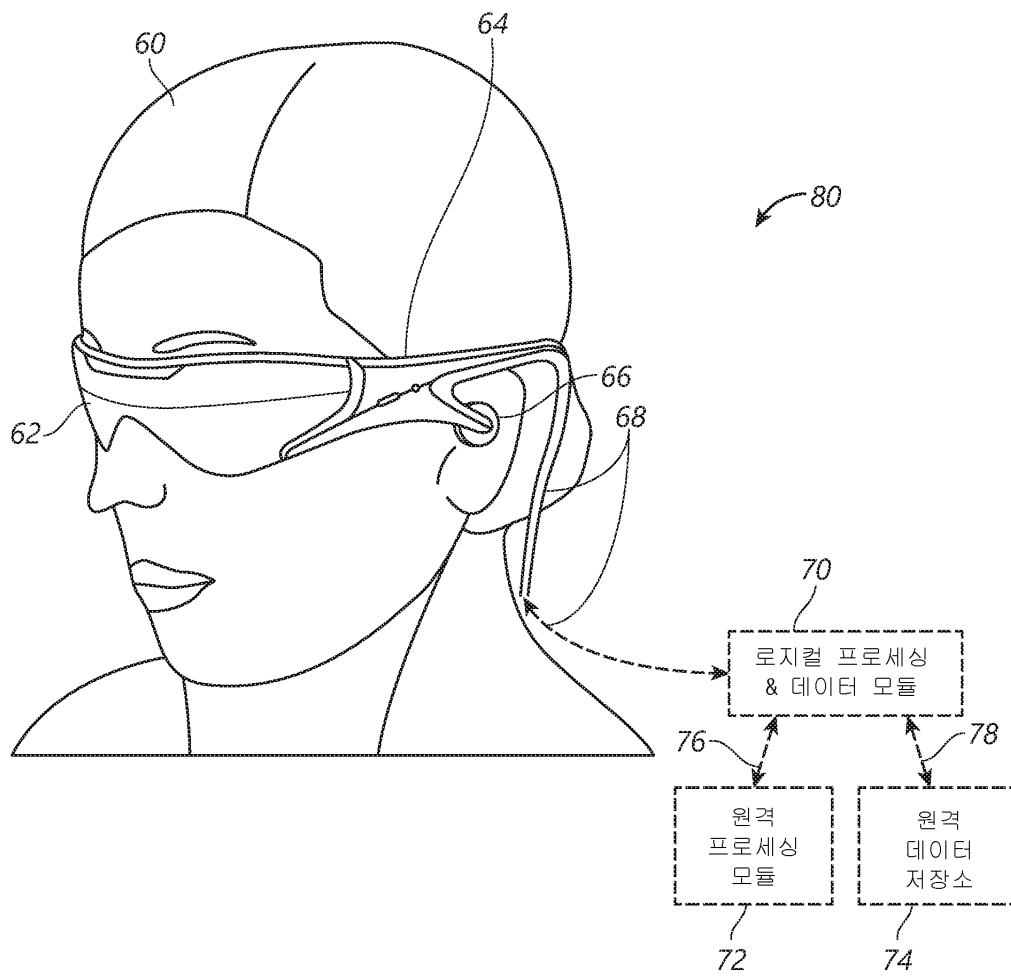
[0189] [0200] 특정 실시예들이 명시적으로 설명되었지만, 다른 실시예들은 본 개시내용에 기반하여 당업자들에게 자명하게 될 것이다.

도면

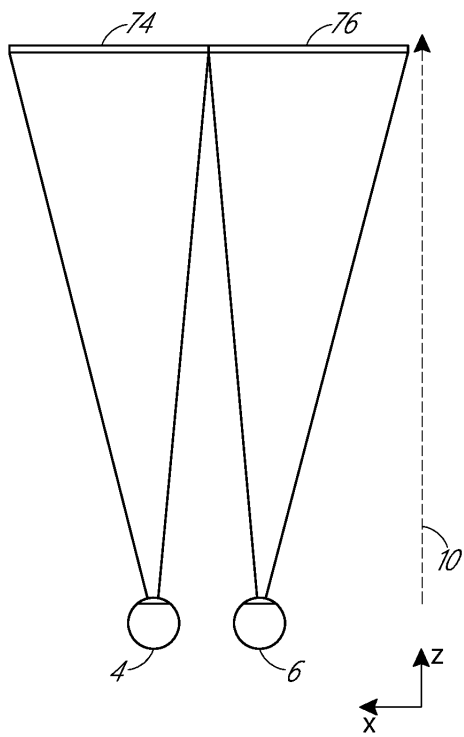
도면1



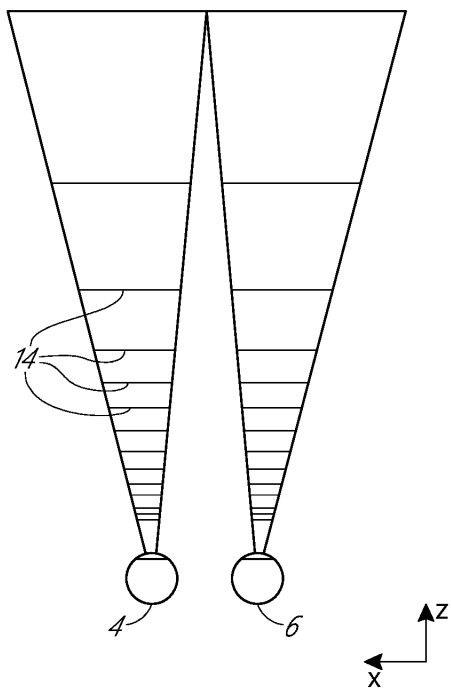
도면2



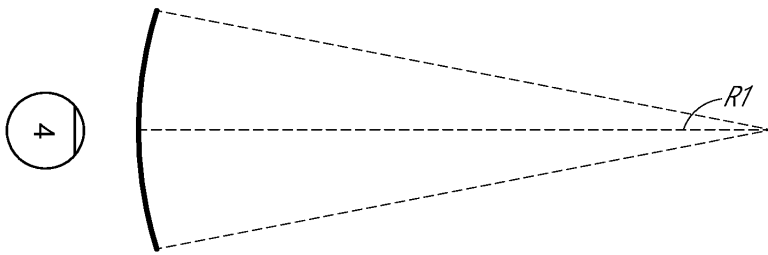
도면3



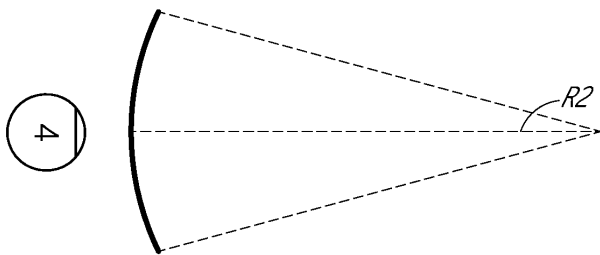
도면4



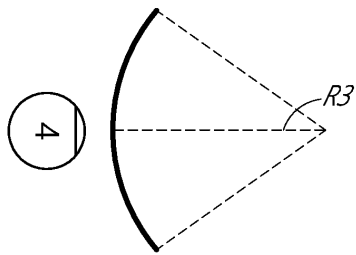
도면5a



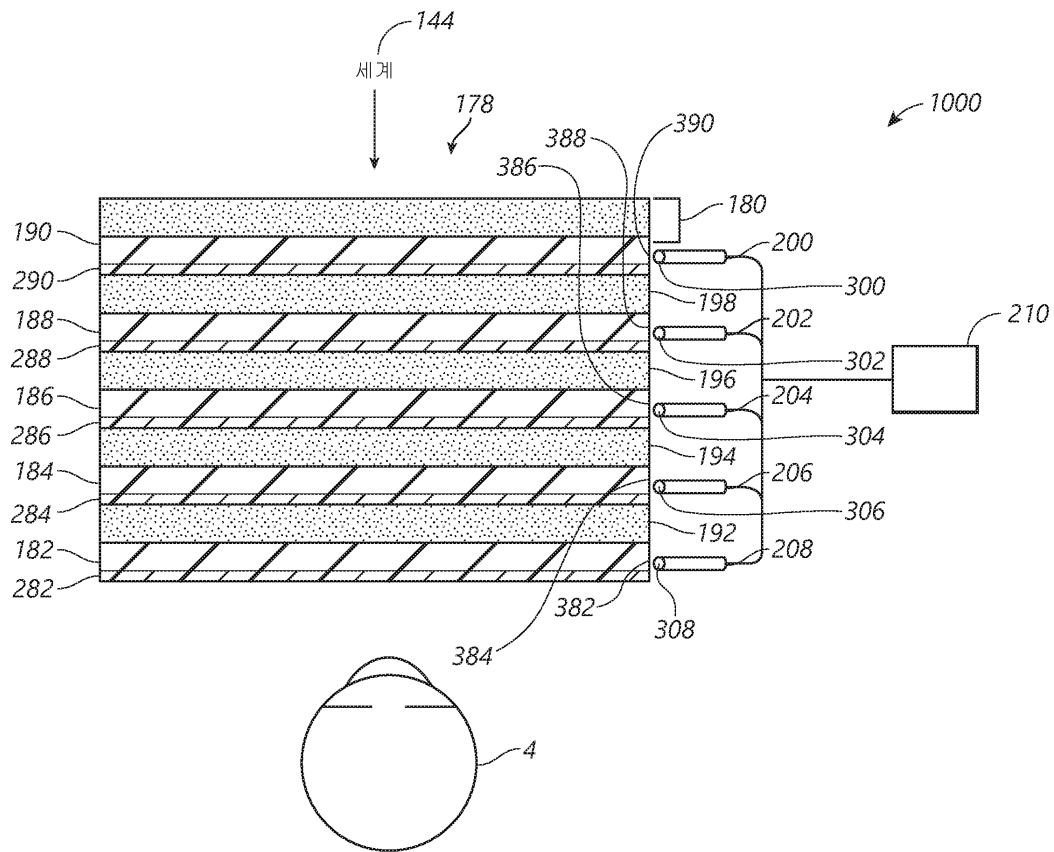
도면5b



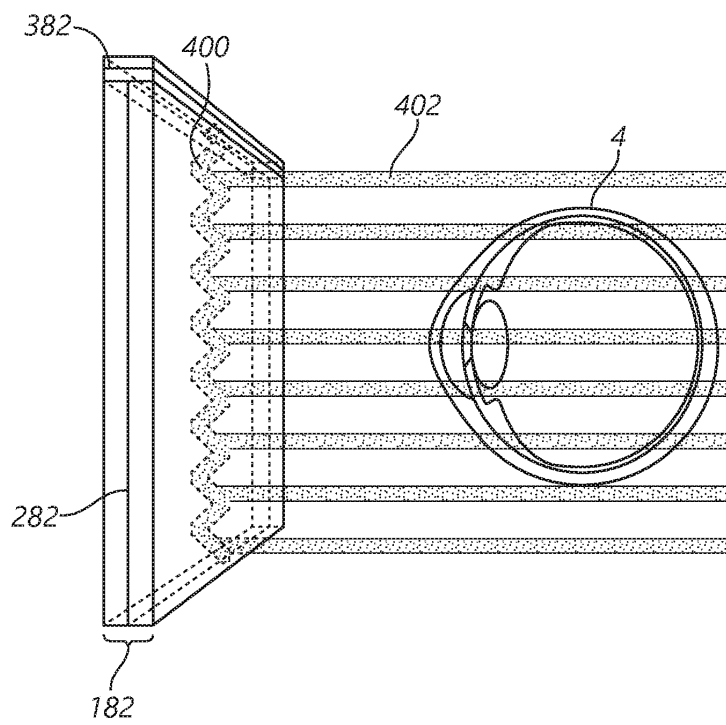
도면5c



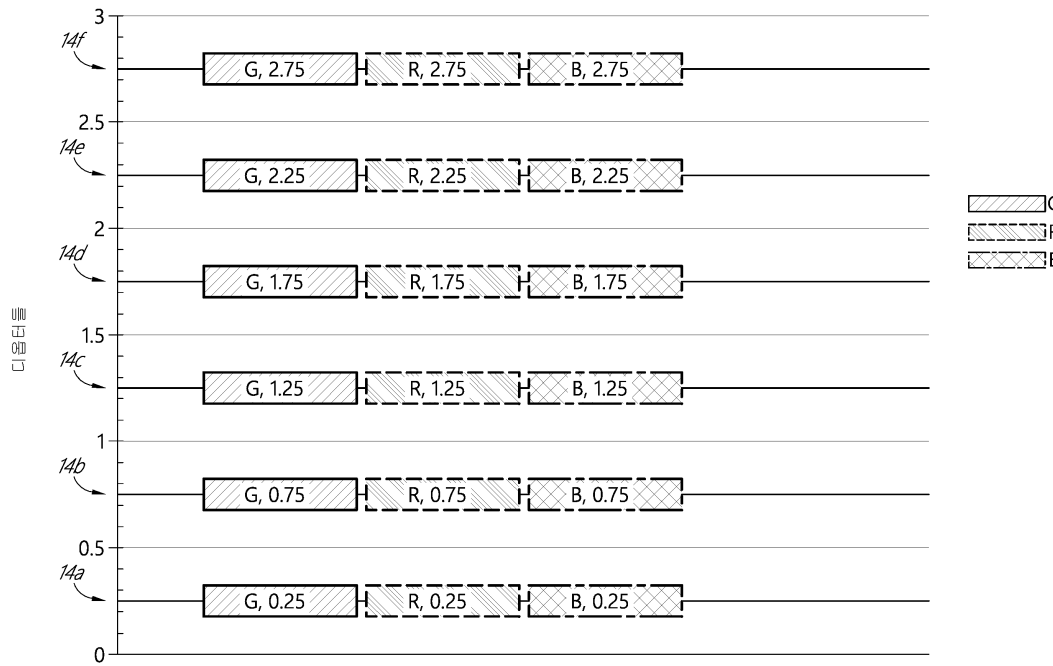
도면6



도면7



도면8

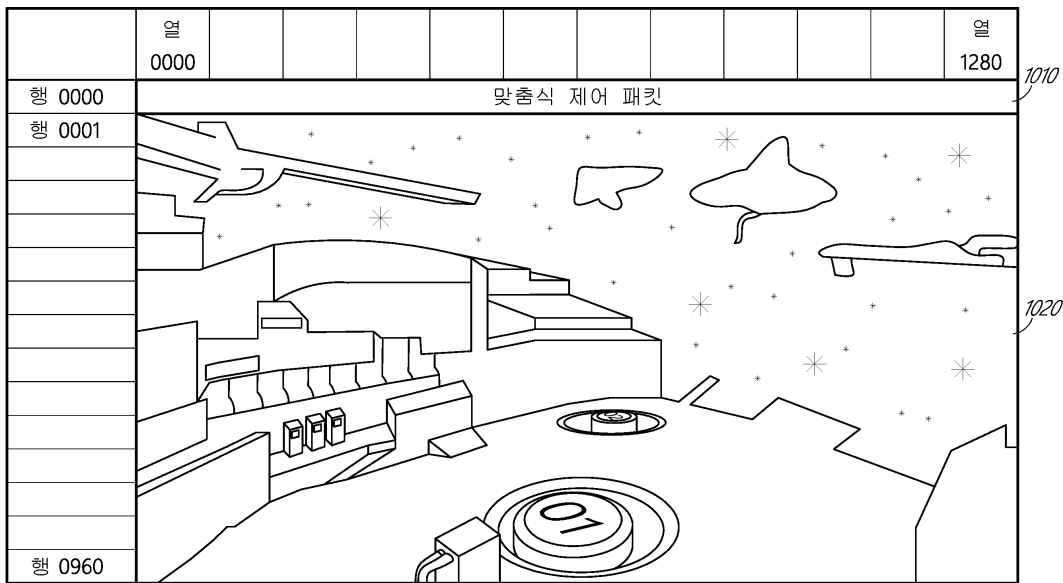


도면9

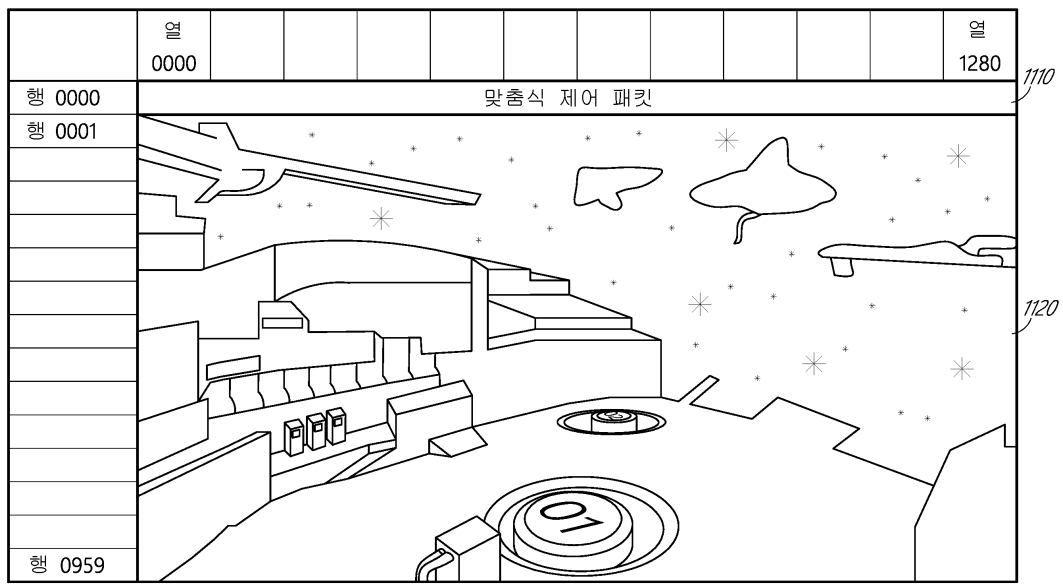
G0	R0	B0	G1	R1	B1	G2	R2	B2
0.926	0.926	0.926	0.926	0.926	0.926	0.926	0.926	0.926

프레임 레이트	120Hz
ms	8.333
컬러 온 시간	0.926
청색 온 시간	2.778
녹색 온 시간	2.778
적색 온 시간	2.778
총	8.333

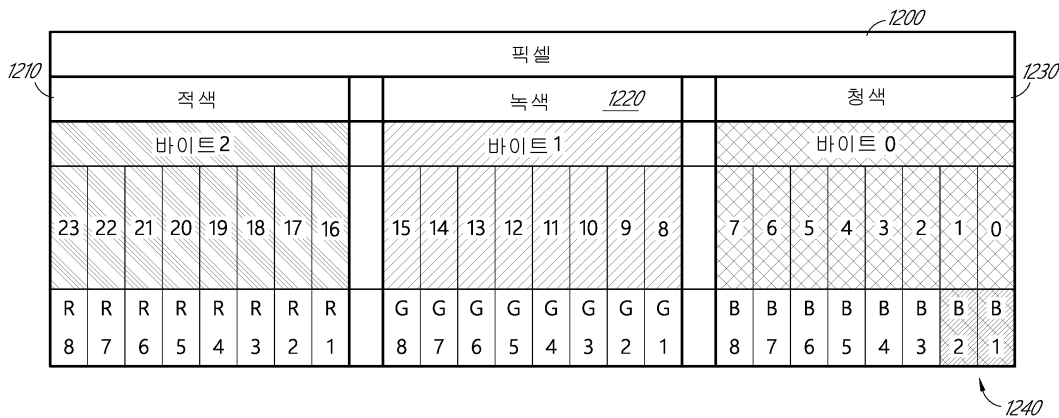
도면10



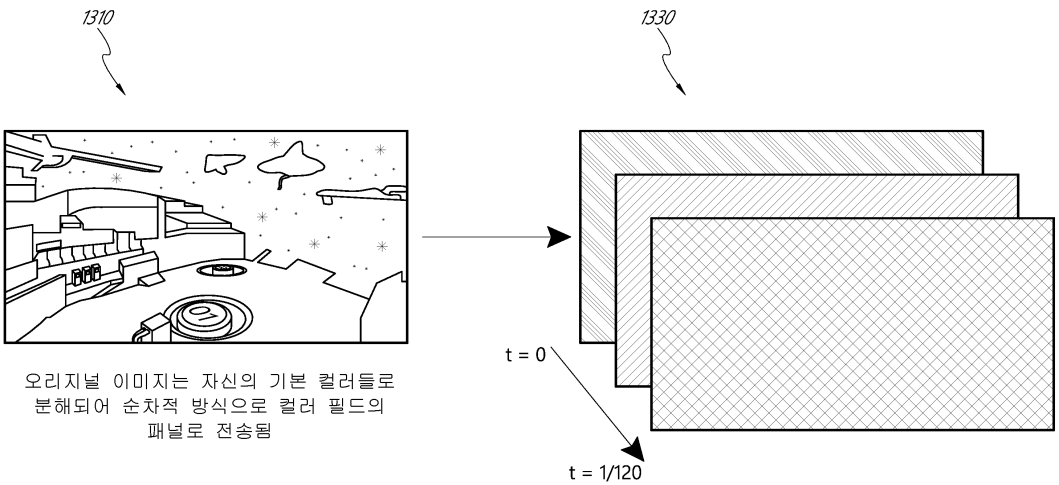
도면11



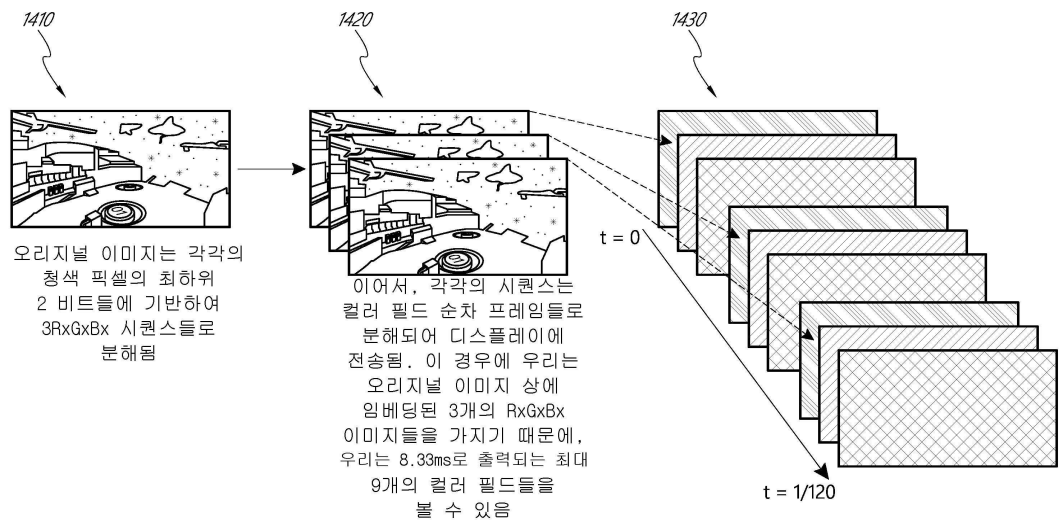
도면12



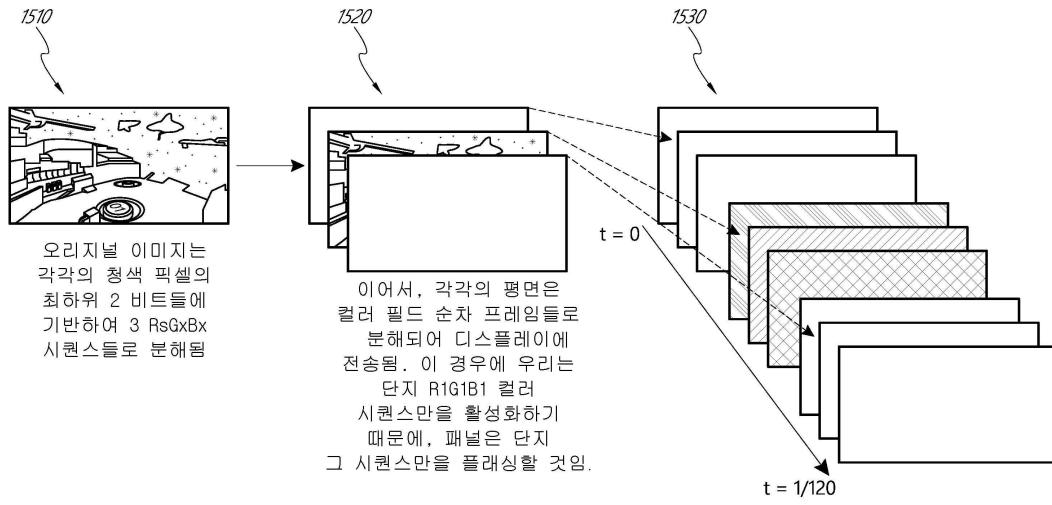
도면13



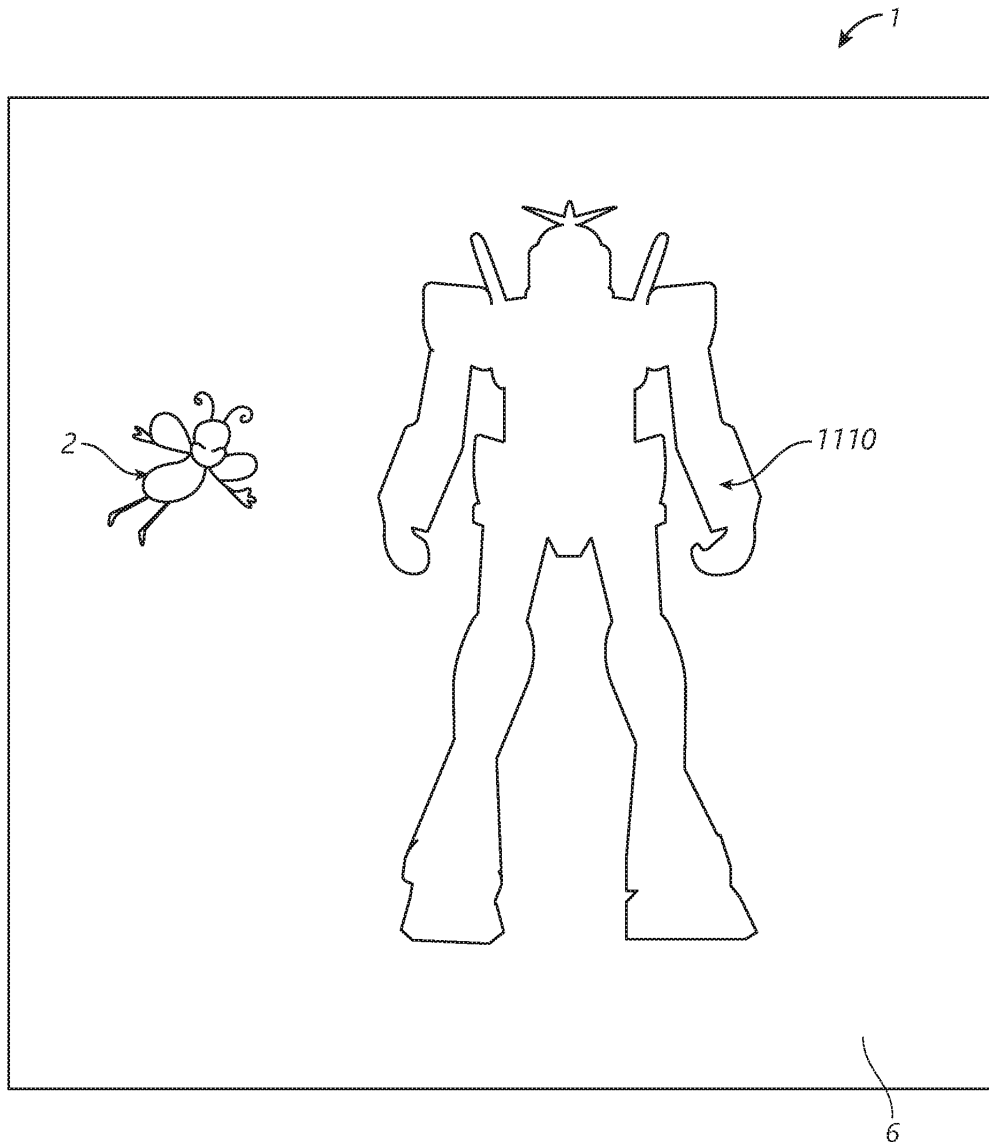
도면14



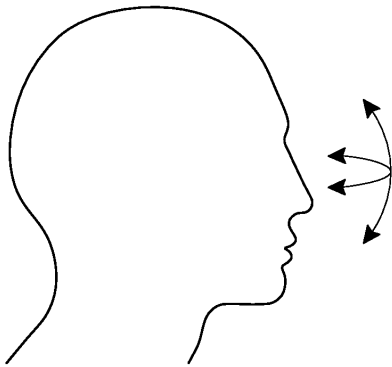
도면15



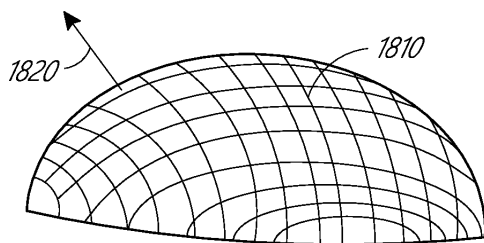
도면16



도면17



도면18



도면19

