



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2023-0010714  
(43) 공개일자 2023년01월19일

<p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G06T 15/50 (2006.01) G06T 19/00 (2011.01) G06T 19/20 (2011.01)</p> <p>(52) CPC특허분류 G06T 15/506 (2013.01) G06T 19/006 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-7043710</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2020년06월22일 심사청구일자 2022년12월13일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2022년12월13일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2020/070163</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2021/262243 국제공개일자 2021년12월30일</p>	<p>(71) 출원인 구글 엘엘씨 미국 캘리포니아 마운틴 뷰 엠피시어터 파크웨이 1600 (우:94043)</p> <p>(72) 발명자 두 루오페이 미국 캘리포니아 마운틴 뷰 엠피시어터 파크웨이 1600 (우:94043) 김 데이비드 미국 캘리포니아 마운틴 뷰 엠피시어터 파크웨이 1600 (우:94043)</p> <p>(74) 대리인 박장원</p>
--	---

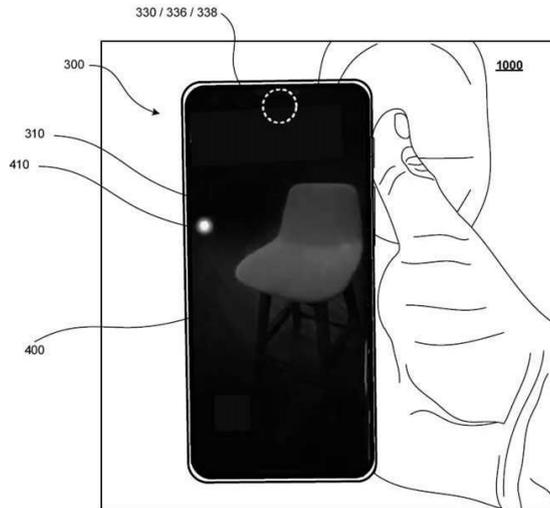
전체 청구항 수 : 총 18 항

**(54) 발명의 명칭 증강 현실의 깊이 기반 재조명**

**(57) 요약**

증강 현실 장면을 재조명하기 위한 시스템 및 방법이 제공된다. 물리적 환경에 대응하는 이미지 데이터 및 깊이 데이터는 컴퓨팅 디바이스에 의해 생성된 증강 현실(AR) 장면에서 디스플레이하기 위해 컴퓨팅 디바이스의 이미지 센서에 의해 캡처될 수 있다. 시스템은 이미지 데이터 및 깊이 데이터를 사용하여 물리적 환경의 실시간 깊이 맵을 생성할 수 있다. 가상 광원은 사용자 입력에 응답하여 물리적 환경의 AR 장면에서 배치될 수 있다. 시스템은 이미지 데이터 및 깊이 맵에 기초한 가상 광원의 배치에 응답하여 AR 장면을 재조명할 수 있다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

**G06T 19/20** (2013.01)

G06T 2210/04 (2013.01)

G06T 2219/2012 (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

컴퓨터 구현 방법으로서,

컴퓨팅 디바이스의 이미지 센서에 의해, 물리적 환경의 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 캡처하는 단계;

컴퓨팅 디바이스의 깊이 센서에 의해, 물리적 환경에 대응하는 깊이 데이터를 검출하는 단계;

컴퓨팅 디바이스의 프로세서에 의해, 물리적 환경의 이미지에 대응하는 이미지 데이터로부터 증강 현실(AR) 장면을 생성하는 단계;

컴퓨팅 디바이스의 입력 디바이스에서, AR 장면에서 가상 광원을 배치하는 입력을 수신하는 단계; 및

AR 장면의 가상 광원의 배치 위치 및 물리적 환경에 해당하는 깊이 데이터에 기초하여 AR 장면을 재조명(relighting)하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 깊이 데이터를 검출하는 단계는,

물리적 환경에 대응하는 깊이 맵을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

이미지 센서에 의해, 물리적 환경의 이미지에 대응하는 컬러 데이터를 검출하는 단계; 및

물리적 환경의 이미지에 대응하는 컬러 맵을 생성하는 단계를 더 포함하고, 상기 컬러 맵은 물리적 환경의 AR 장면의 복수의 픽셀의 각 픽셀의 색상 특성 또는 반사율 특성 중 적어도 하나를 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 AR 장면을 재조명하는 단계는,

AR 장면 내의 가상 광원의 배치 위치에 대응하는 물리적 환경에서 가상 광원의 3차원 좌표 위치를 검출하는 단계; 및

AR 장면의 복수의 픽셀의 각 픽셀에 대해:

AR 장면 내의 가상 광원의 강도 및 가상 광원으로부터의 픽셀의 거리에 기초하여 픽셀의 강도 레벨을 설정하는 단계와;

AR 장면 내의 가상 광원의 색상, 가상 광원으로부터의 픽셀의 거리 및 픽셀의 색상에 기초하여 픽셀의 색상을 설정하는 단계와; 그리고

가상 광원의 색상과 AR 장면의 픽셀 색상에 기초하여 픽셀의 반사율을 설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 AR 장면을 재조명하는 단계는,

AR 장면의 복수의 픽셀의 각 픽셀에 대해:

깊이 맵에 기초하여 가상 광원의 배치 위치와 픽셀 사이의 장애물을 검출하는 단계; 및

검출된 장애물에 기초하여 픽셀의 설정된 강도 레벨, 설정된 색상 및 설정된 반사율을 조정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 AR 장면을 생성하는 단계는,

어두운 물리적 환경을 시뮬레이션하기 위해 물리적 환경의 이미지를 어둡게 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 AR 장면을 재조명하는 단계는,

복수의 픽셀의 각 픽셀에 대해, 조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율로 픽셀을 재조명하는 것을 포함하도록 어두운 AR 장면을 재조명하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 8

제5항에 있어서,

상기 AR 장면을 재조명하는 단계는,

조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사도를 AR 장면에 적용하는 단계;

조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율을 포함하는 AR 장면에서 물리적 환경의 합성 렌더링을 생성하는 단계; 및

컴퓨팅 디바이스의 디스플레이 디바이스에 AR 장면의 합성 렌더링을 디스플레이하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 9

제4항에 있어서,

상기 AR 장면을 재조명하는 단계는,

복수의 픽셀의 각각의 픽셀에 대해:

AR 장면에서 가상 광원의 배치 위치로부터 픽셀의 거리를 검출하는 단계; 및

AR 장면에서 가상 광원의 배치 위치에 대응하는 위치에서의 픽셀 검출에 응답하여, 픽셀의 강도, 색상 및 반사율을 가상 광원의 강도, 색상 및 반사율로 설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 픽셀의 강도는 가상 광원과 픽셀 사이의 거리의 제곱에 반비례하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 구현 방법.

#### 청구항 11

시스템으로서,

카메라 어셈블리;

디스플레이 디바이스;

적어도 하나의 프로세서; 및

명령들을 저장하는 메모리를 포함하고, 상기 명령들은 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때 시스템으로 하여금:

물리적 환경의 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 캡처하고;

물리적 환경에 대응하는 깊이 데이터를 검출하고;

물리적 환경의 이미지에 대응하는 이미지 데이터로부터 증강 현실(AR) 장면을 생성하고;

AR 장면에서 가상 광원의 배치에 대응하는 입력을 수신하고; 그리고

AR 장면의 가상 광원의 배치 위치와 물리적 환경에 해당하는 깊이 데이터에 기초하여 AR 장면을 재조명하게 하는 것을 특징으로 하는 시스템.

### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 카메라 어셈블리는,

깊이 센서 및 이미지 센서를 포함하고,

상기 명령들은 시스템으로 하여금:

깊이 센서에 의해 수집된 깊이 데이터에 기초하여 물리적 환경의 깊이 맵을 생성하고; 및/또는

이미지 센서에 의해 수집된 이미지 데이터에 기초하여 물리적 환경의 컬러 맵을 생성하게 하고, 상기 컬러 맵은 물리적 환경의 AR 장면의 복수의 픽셀의 각 픽셀의 색상 특성 또는 반사율 특성 중 적어도 하나를 제공하는 것을 특징으로 하는 시스템.

### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 명령들은,

시스템으로 하여금:

AR 장면 내의 가상 광원의 배치 위치에 대응하는 물리적 환경에서 가상 광원의 3차원 좌표 위치를 검출하고; 그리고

AR 장면의 복수의 픽셀 중 각 픽셀에 대해:

AR 장면 내의 가상 광원의 강도 및 가상 광원으로부터의 픽셀의 거리에 기초하여 픽셀의 강도 레벨을 설정하고;

가상 광원의 색상, 가상 광원으로부터의 픽셀의 거리, 및 AR 장면 내의 픽셀의 색상에 기초하여 픽셀의 색상을 설정하고; 그리고

가상 광원의 색상과 AR 장면의 픽셀 색상에 기초하여 픽셀의 반사율을 설정하게 하는 것을 특징으로 하는 시스템.

### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 명령들은,

시스템으로 하여금:

깊이 맵에 기초하여 AR 장면에서 가상 광원의 배치 위치와 픽셀 사이의 장애물을 검출하고; 그리고

검출된 장애물에 기초하여 설정된 강도 레벨, 설정된 색상 및 픽셀의 설정된 반사율을 조정하게 하는 것을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 명령들은,

시스템으로 하여금:

어두운 물리적 환경을 시뮬레이션하기 위해 AR 장면에서 물리적 환경의 이미지를 어둡게 하고; 그리고

어두운 AR 장면을 조명하게 하되,

복수의 픽셀의 각각의 픽셀에 대해, 조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율로 재조명하게 하는 것을 포함하는 시스템.

**청구항 16**

제14항에 있어서,

상기 명령들은,

시스템으로 하여금:

조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율을 AR 장면에서 적용하고;

조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율을 포함하는 AR 장면에서 물리적 환경의 합성 렌더링을 생성하고; 그리고

디스플레이 디바이스에 AR 장면의 합성 렌더링을 표시하게 하는 것을 특징으로 하는 시스템.

**청구항 17**

제13항에 있어서,

상기 명령들은,

시스템으로 하여금 복수의 픽셀의 각각의 픽셀에 대해:

AR 장면 내의 가상 광원의 배치 위치로부터 픽셀의 거리를 검출하고; 그리고

AR 장면 내의 가상 광원의 배치 위치에 대응하는 위치에서의 픽셀 검출에 응답하여, 픽셀의 강도, 색상 및 반사율을 가상 광원의 강도, 색상 및 반사율로 설정하게 하는 시스템.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 픽셀의 강도는,

가상 광원과 픽셀 사이의 거리의 제곱에 반비례하는 것을 특징으로 하는 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 설명은 증강 현실(AR), 특히 AR을 위한 조명에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 증강 현실(AR) 환경은 가상 엘리먼트를 물리적 엘리먼트와 융합하여 AR 장면을 생성할 수 있다. 일부 상황에서, AR 장면은 다양한 시각적 효과를 추가함으로써 향상될 수 있다. 예를 들어, 일부 상황에서, AR 장면은 애니메이션, 조명 등에 의해 향상될 수 있다. AR의 조명은 가상 엘리먼트를 AR 장면의 물리적 엘리먼트와 융합할 때, 특히 AR 장면 내의 엘리먼트가 이동하거나 변경될 때 문제를 일으킬 수 있다. AR 장면의 실질적인 실시간 재조명은 더 매력적인 및/또는 더 현실적인 사용자 경험을 제공할 수 있다. 그러나, AR 장면의 실질적인 실시간 재조

명은 AR 장면의 동적 특성 및 기타 요인으로 인해 어려운 일이다.

**발명의 내용**

- [0003] 하나의 일반적인 양태에서, 컴퓨터 구현 방법은 컴퓨팅 디바이스의 이미지 센서에 의해, 물리적 환경의 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 캡처하는 단계와, 컴퓨팅 디바이스의 깊이 센서에 의해, 물리적 환경에 대응하는 깊이 데이터를 검출하는 단계와, 컴퓨팅 디바이스의 프로세서에 의해, 물리적 환경의 이미지에 대응하는 이미지 데이터로부터 증강 현실(AR) 장면을 생성하는 단계와, 컴퓨팅 디바이스에서, AR 장면에 가상 광원을 배치하는 입력을 수신하는 단계와, 그리고 AR 장면의 가상 광원의 배치 위치 및 물리적 환경에 해당하는 깊이 데이터에 기초하여 AR 장면을 재조명(relighting)하는 단계를 포함한다.
- [0004] 일부 구현에서, 깊이 데이터를 검출하는 단계는 물리적 환경에 대응하는 깊이 맵을 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 방법은 또한 이미지 센서에 의해, 물리적 환경의 이미지에 대응하는 컬러 데이터를 검출하는 단계와, 그리고 물리적 환경의 이미지에 대응하는 컬러 맵을 생성하는 단계를 포함할 수 있으며, 컬러 맵은 물리적 환경의 AR 장면의 복수의 픽셀의 각 픽셀의 색상 특성 또는 반사율 특성 중 적어도 하나를 제공한다.
- [0005] 일부 구현에서, AR 장면을 재조명하는 단계는 AR 장면 내의 가상 광원의 배치 위치에 대응하는 물리적 환경에서 가상 광원의 3차원 좌표 위치를 검출하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, AR 장면의 복수의 픽셀의 각 픽셀에 대해, 방법은 AR 장면 내의 가상 광원의 강도 및 가상 광원으로부터의 픽셀의 거리에 기초하여 픽셀의 강도 레벨을 설정하는 단계와, AR 장면 내의 가상 광원의 색상, 가상 광원으로부터의 픽셀의 거리 및 픽셀의 색상에 기초하여 픽셀의 색상을 설정하는 단계와, 그리고 가상 광원의 색상과 AR 장면의 픽셀 색상에 기초하여 픽셀의 반사율을 설정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0006] 일부 구현에서, AR 장면을 재조명하는 단계는 AR 장면의 복수의 픽셀의 각 픽셀에 대해, 깊이 맵에 기초하여 가상 광원의 배치 위치와 픽셀 사이의 장애물을 검출하는 단계와, 그리고 검출된 장애물에 기초하여 픽셀의 설정된 강도 레벨, 설정된 색상 및 설정된 반사율을 조정하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, AR 장면을 생성하는 단계는 어두운 물리적 환경을 시뮬레이션하기 위해 물리적 환경의 이미지를 어둡게 하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, AR 장면을 재조명하는 단계는 복수의 픽셀의 각 픽셀에 대해, 조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율로 픽셀을 재조명하는 것을 포함하도록 상기 어두운 AR 장면을 재조명하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0007] 일부 구현에서, AR 장면을 재조명하는 단계는 조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사도를 AR 장면에 적용하는 단계와, 조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율을 포함하는 AR 장면에서 물리적 환경의 합성 렌더링을 생성하는 단계와, 그리고 컴퓨팅 디바이스의 디스플레이 디바이스에 AR 장면의 합성 렌더링을 디스플레이하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, AR 장면을 재조명하는 단계는 복수의 픽셀의 각각의 픽셀에 대해, AR 장면에서 가상 광원의 배치 위치로부터 픽셀의 거리를 검출하는 단계와; 그리고 AR 장면에서 가상 광원의 배치 위치에 대응하는 위치에서의 픽셀 검출에 응답하여, 픽셀의 강도, 색상 및 반사율을 가상 광원의 강도, 색상 및 반사율로 설정하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 픽셀의 강도는 가상 광원과 픽셀 사이의 거리의 제곱에 반비례할 수 있다.
- [0008] 다른 일반적인 양태에서, 시스템은 카메라 어셈블리, 디스플레이 디바이스, 적어도 하나의 프로세서, 및 명령들을 저장하는 메모리를 포함할 수 있으며, 상기 명령들은 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때 시스템으로 하여금 물리적 환경의 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 캡처하고, 물리적 환경에 대응하는 깊이 데이터를 검출하고, 물리적 환경의 이미지에 대응하는 이미지 데이터로부터 증강 현실(AR) 장면을 생성하고, AR 장면에서 가상 광원의 배치에 대응하는 입력을 수신하고, 그리고 AR 장면의 가상 광원의 배치 위치와 물리적 환경에 해당하는 깊이 데이터에 기초하여 AR 장면을 재조명하게 한다.
- [0009] 일부 구현에서, 카메라 어셈블리는 깊이 센서 및 이미지 센서를 포함하고, 상기 명령들은 시스템으로 하여금 깊이 센서에 의해 수집된 깊이 데이터에 기초하여 물리적 환경의 깊이 맵을 생성하고, 및/또는 이미지 센서에 의해 수집된 이미지 데이터에 기초하여 물리적 환경의 컬러 맵을 생성하게 하고, 상기 컬러 맵은 물리적 환경의 AR 장면의 복수의 픽셀의 각 픽셀의 색상 특성 또는 반사율 특성 중 적어도 하나를 제공한다.
- [0010] 일부 구현에서, 상기 명령들은 시스템으로 하여금 AR 장면 내의 가상 광원의 배치 위치에 대응하는 물리적 환경에서 가상 광원의 3차원 좌표 위치를 검출하고, 그리고 AR 장면의 복수의 픽셀 중 각 픽셀에 대해, AR 장면 내의 가상 광원의 강도 및 가상 광원으로부터의 픽셀의 거리에 기초하여 픽셀의 강도 레벨을 설정하고, 가상 광원의 색상, 가상 광원으로부터의 픽셀의 거리, 및 AR 장면 내의 픽셀의 색상에 기초하여 픽셀의 색상을 설정하고,

그리고 가상 광원의 색상과 AR 장면의 픽셀 색상에 기초하여 픽셀의 반사율을 설정하게 한다.

[0011] 일부 구현에서, 상기 명령들은 시스템으로 하여금 깊이 맵에 기초하여 AR 장면에서 가상 광원의 배치 위치와 픽셀 사이의 장애물을 검출하고, 그리고 검출된 장애물에 기초하여 설정된 강도 레벨, 설정된 색상 및 픽셀의 설정된 반사율을 조정하게 한다. 일부 구현에서, 상기 명령들은 시스템으로 하여금 어두운 물리적 환경을 시뮬레이션하기 위해 AR 장면에서 물리적 환경의 이미지를 어둡게 하고, 그리고 어두운 AR 장면을 조명하게 하되, 복수의 픽셀의 각각의 픽셀에 대해, 조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율로 재조명하게 한다. 일부 구현에서, 상기 명령들은 시스템으로 하여금 조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율을 AR 장면에 적용하고, 조정된 강도 레벨, 조정된 색상 및 조정된 반사율을 포함하는 AR 장면에서 물리적 환경의 합성 렌더링을 생성하고, 그리고 디스플레이 디바이스에 AR 장면의 합성 렌더링을 표시하게 한다.

[0012] 일부 구현에서, 상기 명령들은 시스템으로 하여금 복수의 픽셀의 각각의 픽셀에 대해, AR 장면 내의 가상 광원의 배치 위치로부터 픽셀의 거리를 검출하고, 그리고 AR 장면 내의 가상 광원의 배치 위치에 대응하는 위치에서의 픽셀 검출에 응답하여, 픽셀의 강도, 색상 및 반사율을 가상 광원의 강도, 색상 및 반사율로 설정하게 한다. 일부 구현에서, 픽셀의 강도는 가상 광원과 픽셀 사이의 거리의 제곱에 반비례할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 예시적인 구현에 따른 AR 장면의 깊이 기반 재조명을 위한 데이터 시스템의 블록도를 도시한다.  
 도 2는 예시적인 구현에 따른 물리적 환경에서 예시적인 컴퓨팅 디바이스의 사용자 동작의 3인칭 뷰이다.  
 도 3a-3f는 예시적인 구현에 따른 사용자 입력에 응답하여 예시적인 AR 장면의 조명 및 재조명을 도시한다.  
 도 4는 예시적인 구현에 따른 AR 장면을 재조명하는 예시적인 방법의 흐름도이다.  
 도 5는 예시적인 구현에 따른 레이 마칭의 예시적인 방법의 흐름도이다.  
 도 6은 예시적인 구현에 따른, AR 장면에서 레이 마칭을 위한 예시적인 알고리즘이다.  
 도 7a-7d는 예시적인 구현에 따라 사용자 입력에 응답하여 예시적인 AR 장면의 조명 및 재조명을 도시한다.  
 도 8a-8f는 예시적인 구현에 따른 얼굴 재조명의 예를 도시한다.  
 도 9는 본 명세서에 설명된 기술과 함께 사용될 수 있는 컴퓨팅 디바이스 및 모바일 컴퓨팅 디바이스의 예를 도시한다.

이들 도면은 특정한 예시적 구현에서 사용되는 방법, 구조 또는 재료의 일반적인 특성을 예시하고 아래에 제공된 설명을 보충하기 위한 것임을 주목해야 한다. 그러나 이러한 도면은 축척이 아니며 주어진 구현의 정확한 구조 또는 성능 특성을 정확하게 반영하지 않을 수 있으며 예시적인 구현에 포함된 값 또는 속성의 범위를 정의하거나 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 다양한 도면에서 유사하거나 동일한 참조 번호를 사용하는 것은 유사하거나 동일한 엘리먼트 또는 특징의 존재를 나타내기 위한 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 개시는 가상 현실(VR) 및/또는 증강 현실(AR) 경험 및 사용자들이 예를 들어 AR 장면에서 가상 콘텐츠를 보고 경험할 수 있게 하는 기술과 관련된다. 본 명세서에 기술된 구현에 따른 시스템 및 방법은 보다 사실적인 효과를 제공하고 AR 장면으로 사용자 경험을 향상시키기 위해, 실질적으로 또는 거의 실시간으로 컴퓨팅 디바이스에 의해 생성되고 컴퓨팅 디바이스의 카메라 보기에 디스플레이되는 AR 장면의 재조명을 제공할 수 있다. 예를 들어, 일부 구현에서, 이러한 실시간 장면 재조명은 가상 광원이 컴퓨팅 디바이스의 카메라 뷰에서 AR 장면의 물리적 세계를 비추게 할 수 있다. 일부 구현에서, 이러한 실시간 장면 재조명은 가상 광원(들)이 이동(shift)하고 및/또는 AR 장면에 있는 물리적 세계의 뷰잉 관점이 이동할 때 AR 장면의 동적 재조명을 제공할 수 있다. 일부 구현에서, 가상 광원(들)은 예를 들어 컴퓨팅 디바이스의 깊이 센서에 의해 수집된 깊이 데이터와 같은 깊이 데이터에 기초하여 AR 경험에서 물리적 세계를 비출 수 있다.

[0015] 도 1은 예시적인 구현에 따른 깊이 기반의 실질적 실시간 AR 장면 재조명을 제공하기 위한 예시적인 시스템(100)의 블록도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 예시적인 시스템(100)은 네트워크(108)를 통해 외부 소스(106)로부터 콘텐츠를 수신할 수 있는 예시적인 컴퓨팅 디바이스(102)를 포함할 수 있다. 예시적인 컴퓨팅 디바이스(102)는 메모리(110), 프로세서 어셈블리(112), 통신 모듈(114), 감지 시스템(116) 및 디스플레이 디바이스

(118)를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 컴퓨팅 디바이스(102)는 예를 들어 촉각적 사용자 입력을 수신할 수 있는 터치 입력 디바이스, 청각적 사용자 입력을 수신할 수 있는 마이크로폰 등과 같은 다양한 사용자 입력 디바이스(132)를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 다른 외부/주변 디바이스는 입력 디바이스로서 통신하고 기능할 수 있다. 일부 구현에서, 컴퓨팅 디바이스(102)는 예를 들어 시각적 출력을 위한 디스플레이, 오디오 출력을 위한 스피커 등과 같은 하나 이상의 출력 디바이스(134)를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 메모리(110)는 AR 애플리케이션(120), 이미지 버퍼(124), 이미지 분석기(126), 컴퓨터 비전 시스템(128) 및 렌더링 엔진(130) 등을 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 컴퓨터 비전 시스템(128)은 컴퓨팅 디바이스(102)에 의해 디스플레이되는 AR 콘텐츠에 대한 적절한 조명을 추정하고, AR 장면 등으로부터 조명 정보를 추출하는 조명 추정기를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 감지 시스템(116)은 예를 들어 카메라 시스템(136), 예를 들어 관성 측정 유닛 센서(즉, 가속도계, 자이로스코프, 자력계 등), 이미지 센서, 거리/근접 센서, 오디오 센서 및 기타 유형의 센서를 포함하는 위치 추적 시스템(136)을 포함할 수 있다.

[0016] 일부 구현에서, 컴퓨팅 디바이스(102)는 예를 들어 사용자에게 AR 콘텐츠를 제공하거나 출력하도록 구성될 수 있는 스마트폰, 스마트 안경 또는 다른 유형의 머리 장착형 디스플레이 디바이스, 스마트 워치, 태블릿 컴퓨팅 디바이스, 랩탑 컴퓨팅 디바이스 등과 같은 모바일 컴퓨팅 디바이스일 수 있다.

[0017] 메모리(110)는 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체를 포함할 수 있다. 메모리(110)는 사용자를 위한 증강 현실 환경을 생성하기 위해 사용 가능한 명령 및 데이터를 저장할 수 있다.

[0018] 프로세서 어셈블리(112)는 본 명세서에 설명된 시스템 및 방법과 관련된 다양한 태스크를 수행하기 위해 메모리(110)에 의해 저장된 명령들과 같은 명령을 실행할 수 있는 하나 이상의 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 프로세서 어셈블리(112)는 중앙 처리 장치(CPU) 및/또는 그래픽 프로세서 유닛(GPU)을 포함할 수 있다. 예를 들어 GPU가 있는 경우, 일부 이미지/비디오 렌더링 태스크가 CPU로부터 GPU로 오프로드될 수 있다.

[0019] 통신 모듈(114)은 예를 들어 외부 컴퓨팅 디바이스, 외부 콘텐츠 소스(106) 등과 같은 다른 컴퓨팅 디바이스와 통신하기 위한 하나 이상의 디바이스를 포함할 수 있다. 통신 모듈(114)은 네트워크(108)와 같은 무선 또는 유선 네트워크를 통해 통신할 수 있다.

[0020] 카메라 어셈블리(136)는 컴퓨팅 디바이스(102) 주변의 물리적 환경 또는 공간의 이미지, 예를 들어 정지 및/또는 동영상 이미지 또는 비디오를 캡처할 수 있다. 일부 구현에서, 카메라 어셈블리(136)는 하나 이상의 카메라를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 카메라 어셈블리(136)는 하나 이상의 깊이 센서, 적외선 카메라 등을 포함할 수 있다.

[0021] 도 2는 컴퓨팅 디바이스(300)를 사용하는 예시적인 물리적 환경(1000) 또는 방(1000) 내의 사용자를 도시한다. 도 2에 도시된 예에서, 예시적인 컴퓨팅 디바이스(300)는 단순히 논의 및 예시의 목적으로 사용자가 들고 있는 스마트폰과 같은 핸드헬드 모바일 컴퓨팅 디바이스의 형태이다. 위에서 언급한 바와 같이, 본 명세서에 설명된 원리는 다른 유형의 컴퓨팅 디바이스에 적용될 수 있으므로, 본 명세서에 설명된 구현에 따른 시스템은 가상 광원을 제공하여 모바일 AR 경험에서 현실 세계의 물리적 엔티티를 비출 수 있다. 도 2에 도시된 예시적인 컴퓨팅 디바이스(300)는 카메라 어셈블리(330)를 포함한다. 일부 구현에서, 카메라 어셈블리(330)의 시야 또는 라이브 뷰포인트 내의 객체들은 컴퓨팅 디바이스(300)의 디스플레이 디바이스(310)에서 사용자에게 가시적일 수 있다. 일부 구현에서, 카메라 어셈블리(330)는 예를 들어 정지 및/또는 동영상 이미지를 캡처하는 전면 카메라 및/또는 후면 카메라, 다른 유형의 이미지 센서(들), 하나 이상의 깊이 센서(들), 하나 이상의 광 센서(들) 및 기타 그러한 구성 엘리먼트와 같은 하나 이상의 카메라를 포함할 수 있다.

[0022] AR 장면을 개발(예를 들어, 생성, 정의)하기 위해 가상 엘리먼트(예를 들어, 가상 객체 또는 AR 객체)를 물리적(실제) 세계와 융합하는 것은 AR 장면의 엘리먼트(즉, 가상/AR 엘리먼트와 물리적 엘리먼트 모두)에 대한 시뮬레이션(의미론적), 인스턴스 수준의 이해뿐만 아니라 엘리먼트가 움직일 때, AR 장면의 카메라 뷰가 관점을 변경할 때(예를 들어, 컴퓨팅 디바이스의 움직임으로 인해) AR 장면의 조명 및 재조명에 의존할 수 있다. 본 명세서에 기술된 구현에 따른 시스템 및 방법에서, 가상 광원에 의해 생성된 가상 광은 광의 수학적 근사와 전파를 사용하여 실시간으로 또는 실질적으로 실시간으로 AR 장면에 위치된다. 본 명세서에 기술된 구현에 따른 시스템 및 방법은 AR 장면의 조명 및 재조명에서 폐색, 가상 광원의 위치 변경, AR 장면의 (가상 및 물리적) 엘리먼트의 관점 변경 및 기타 이러한 요인을 설명할 수 있다.

[0023] 도 3a 내지 도 3f는 물리적 환경(1000)의 대응 부분의 카메라 뷰에 배치된 예시적인 가상 광원을 포함하는 하나 이상의 AR 엘리먼트를 포함하는 AR 장면의 전개를 도시한다. 카메라 뷰는 컴퓨팅 디바이스(300)의 카메라 어셈

블리(330)의 뷰파인더 또는 시야 내에서 캡처될 수 있고 컴퓨팅 디바이스(300)의 디스플레이 디바이스(310)에서 볼 수 있다.

[0024] 도 3a에 도시된 바와 같이, 카메라 어셈블리(330)의 전방 카메라(336)의 시야 내에서 캡처된 물리적 환경(1000) 또는 방(1000)의 일부는 사용자가 디스플레이 디바이스(310)에서 볼 수 있는 AR 장면(400)을 개발하기 위해 컴퓨팅 디바이스(300)의 디스플레이 디바이스(310)에 디스플레이될 수 있다. AR 장면(400)을 생성할 때, 사용자는 물리적 환경(1000)을 포함하는 AR 장면(400) 내에 가상 광원(410)을 배치하거나 AR 장면(400)을 재조명하기를 원할 수 있다. 사용자는 디스플레이 디바이스(310)상에 디스플레이된 메뉴 바(312)에서 조명 모드 또는 재조명 모드를 선택할 수 있다. 조명 모드 또는 재조명 모드의 사용자 선택에 응답하여, 도 3a에서, AR 장면(400)에 대한 배이스는 도 3b에 도시된 바와 같이 디스플레이 디바이스(310)에서 볼 수 있다. 이 특정 예에서, 카메라 어셈블리(330)의 뷰파인더 또는 시야 내의 물리적 환경(1000)의 일부는 조명 모드 또는 재조명 모드의 선택에 응답하여 어두운 상태로, 즉 주변 조명이 없는 상태로 디스플레이된다. 디스플레이 디바이스(310)가 터치 입력을 수신할 수 있는 터치 입력 디스플레이 디바이스(310)인 구성에서, 사용자는 도 3c에 도시된 바와 같이 사용자가 광원을 배치하고자 하는 위치에 대응하는 AR 장면(400)내의 위치에서 디스플레이 디바이스(310)에 터치입력을 가할 수 있다. 이것은 도 3d에 도시된 바와 같이, 사용자에 의해 선택되고 이 예에서 물리적 환경(1000)의 위치에 해당하는 AR 장면(400) 내의 위치에, AR 장면(400) 내의 가상 광원(410)의 배치를 허용할 수 있다.

[0025] 진술한 바와 같은 가상 광원(410)의 배치는 도 3b에 도시된 상대적으로 어두운(darkened) 상태에서부터 도 3d에 도시된 상대적으로 조명된(illuminated) 상태로 AR 장면(400)의 조명을 야기할 수 있다. 일부 구현에서, 사용자는 가상 광원(410)의 속성 또는 특성을 선택 및/또는 조정할 수 있다. 예를 들어, 일부 구현에서 사용자는 가상 광원(410)의 위치를 조정하거나 이동할 수 있다. 일부 구현에서, 사용자는 가상 광원(410)에 의해 방출되는 빛의 색상을 선택 및/또는 변경할 수 있다. 일부 구현에서, 사용자는 가상 광원(410)에 의해 방출되는 빛의 강도를 선택 및/또는 변경할 수 있다.

[0026] 도 3e는 물리적 환경(1000)의 물리적 엘리먼트에 대한 컴퓨팅 디바이스(300)의 위치 또는 관점이 도 3d에 도시된 배열에 비해 시프트된 예시적인 배열을 도시한다.

[0027] 도 3f는 다수의 가상 광원(410A, 410B 및 410C)이 물리적 환경(1000)의 3개의 상이한 위치에 각각 대응하는 AR 장면(400) 내의 상이한 위치에 배치되는 예시적인 배열을 도시한다. 다수의 가상 광원(410)을 물리적 환경(1000)의 AR 장면(400)에 통합하는 것은 다수의 광원(410)으로부터의 빛 전파에 의해 제공되는 조명이 간섭하거나 충돌하거나 교차할 수 있다는 점에서 렌더링에 문제를 제기한다. 이 상황에서, 다수의 광원(410) 각각에 의해 제공되는 조명은 선형의 2D 공간에서 개별적으로 선형 성분으로 변환되고, 그런 다음 조명은 AR 장면(400)의 3D 조명을 위해 혼합 및 변환될 수 있다.

[0028] 본 명세서에 설명된 구현에 따른 시스템 및 방법은 AR 장면에서의 가상 광원의 배치 및/또는 조정에 응답하여 사실적인 조명 효과를 제공할 수 있다. 즉, 가상 광원에서 방출되는 빛의 위치, 색상, 강도 및 기타 특성이 조정됨에 따라 음영/그림자, 색상, 강도, 및 AR 장면의 조명과 관련된 기타 요인이 조정될 수 있다. 도 3a 내지 도 3d와 관련하여 진술되고 본 명세서에서 추가로 설명되는 AR 장면(400)의 조명 및 재조명에 대한 예시적인 접근법은 사실적인 효과를 위해 가상 조명이 적용 및/또는 조정되는 다양한 상황에 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 설명된 원리는 AR 장면을 생성할 때 얼굴 재조명 또는 기타 특수 효과를 위해 사용자가 일광(daylight) 조건에서 방의 이미지를 캡처하면서 어두운 방에서 램프에 의해 생성될 수 있는 조명 효과를 시뮬레이션하기 원하는 상황에 적용될 수 있다.

[0029] 물리적 환경의 비교적 사실적인 조명 및 실질적으로 실시간 재조명은 물리적 환경, 특히 예를 들어 경계, 물리적 경계 내의 물리적 객체를 포함하는 물리적 환경의 물리적 측면에 대한 이해에 의존할 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 방(1000)과 같은 물리적 환경의 조명 및 재조명은 예를 들어 벽에 의해 정의된 경계의 위치 지정에 대한 이해에 의존할 수 있다. 이것은 또한 방(1000) 내의 가구, 장식품, 창문, 문 등과 같은 물리적 엘리먼트의 특성에 대한 이해에 의존할 수 있다. 일부 구현에서, 이러한 특성은 예를 들어 물리적 엘리먼트의 위치 지정, 모양, 윤곽 등을 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 이러한 특성은 방(1000)의 물리적 엘리먼트의 반사율, 컴퓨팅 디바이스(300)의 카메라 어셈블리(330)로부터 방(1000)의 물리적 엘리먼트까지의 거리 매핑 등을 포함할 수 있다.

[0030] 일부 구현에서, 컴퓨팅 디바이스(300)는 깊이 센서(338)를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 깊이 센서(338)는 카메라 어셈블리(330)로부터 분리될 수 있다. 일부 구현에서, 깊이 센서(338)는 카메라 어셈블리(330)에 포함될 수 있고 및/또는 카메라(336)와 함께 작동할 수 있다. 진술한 바와 같이, 카메라 어셈블리(330)는 물리적 환경

(1000)의 이미지 정보, 예를 들어 컴퓨팅 디바이스(300)의 디스플레이 디바이스(310) 상에서 사용자에게 보이는, 카메라 어셈블리(330)의 시야 또는 뷰파인더 내의 물리적 환경(1000)의 일부를 캡처할 수 있다. 카메라 어셈블리(330)가 이 이미지 정보를 캡처함에 따라, 깊이 센서(338)는 깊이 데이터를 검출하거나 수집할 수 있다. 깊이 센서(338)에 의해 검출된 깊이 데이터는 물리적 환경(1000)의 깊이 맵을 개발하는데 사용될 수 있다. 깊이 맵은 컴퓨팅 디바이스(300)에 대한 물리적 환경(1000) 내의 물리적 엘리먼트의 위치에 대한 이해를 제공할 수 있다. 예를 들어, 깊이 맵은 물리적 환경(1000) 및 그 안에 있는 물리적 엘리먼트의 3차원(3D) 좌표 매핑을 제공할 수 있다. 깊이 맵, 특히, 사용자가 컴퓨팅 디바이스(300)의 카메라 어셈블리(330)/깊이 센서(338)의 시야 내에서 물리적 환경(1000)의 일부를 캡처할 때 실질적으로 실시간으로 개발될 수 있는 실시간(live) 깊이 맵은 (가상 광원과 같은) 가상 객체(들)를 정확하게 합성하고, 적절한 조명, 음영 등을 제공하기 위해 물리적 장애물, 장벽 등 뒤에 위치한 영역을 폐색하는데 사용될 수 있다.

[0031] 일부 구현에서, 시스템은 이러한 방식으로 생성된 깊이 맵을 활용하여 입력, 예를 들어 도 3c에 도시된 터치 입력을 처리하여, (예를 들어, 가상 광원(410)의 위치 지정을 위해) AR 장면(400)에서 터치 입력 위치를 물리적 환경(1000)의 3D 세계 공간 좌표와 연관시킬 수 있다. 시스템은 물리적 환경(1000)의 물리적 엘리먼트(또한 깊이 맵으로부터 획득됨)의 이해와 함께 가상 광원(410)의 배치와 연관된 3D 세계 공간 좌표를 사용하여 가상 광원(410)으로부터의 빛을 AR 장면(400)을 구성하는 이미지의 각 픽셀로 진행(march)진시킬 수 있다. 이것은 가상 광원(410)의 배치에 기초하여 물리적 환경(1000)의 AR 장면(400)의 비교적 사실적인 조명 및 재조명을 허용할 수 있다.

[0032] 도 4는 본 명세서에 설명된 구현에 따른 예시적인 AR 장면(400)의 픽셀을 재조명하는 예시적인 방법(500)의 흐름도이다. 도 5는 본 명세서에 설명된 구현에 따른 예시적인 AR 장면(400)의 픽셀의 재조명을 달성하기 위한 레이 마칭(ray marching)의 예시적인 방법(550)의 흐름도이다.

[0033] 도 4에 도시된 바와 같이, 도 3a 내지 도 3f와 관련하여 전술한 물리적 환경(1000)과 같은 물리적 환경의 이미지 또는 일련의 이미지는 컴퓨팅 디바이스(300)의 카메라 어셈블리(330)에 의해 캡처될 수 있다(블록 510). 물리적 환경(1000)의 이미지는 도 3a-3f에 도시된 바와 같이 컴퓨팅 디바이스(310)의 디스플레이 디바이스(310)에서 볼 수 있다. 예를 들어, 도 3c에 도시된 터치스크린 디스플레이 디바이스(310) 상의 터치 입력과 같은, AR 장면(400)에서 가상 광원(410)의 배치를 위한 사용자 입력의 검출에 응답하여(블록 520), 시스템은 물리적 환경(1000)의 깊이 맵 및/또는 컬러 맵을 개발(예를 들어, 생성, 정의)할 수 있다(블록 530). 전술한 바와 같이, 일부 구현에서, 컴퓨팅 디바이스(300)는 카메라 어셈블리(330)와 별개이거나 카메라 어셈블리와 함께 포함된 깊이 센서(338)를 포함할 수 있다. 카메라 어셈블리가 물리적 환경(1000)의 이미지 정보를 캡처함에 따라, 깊이 센서(338)는 물리적 환경의 깊이 맵을 개발하기 위해 물리적 환경(1000)의 물리적 엘리먼트를 특징짓는 깊이 데이터를 검출 및/또는 수집할 수 있다(블록 530). 일부 구현에서, 카메라 어셈블리(330)의 이미지 센서(336) 또는 카메라(336)는 캡처된 이미지의 색상 정보를 분석하여 물리적 환경(1000)의 컬러 맵을 생성할 수 있다(블록 530). 컬러 맵은 예를 들어 물리적 환경(1000) 내의 물리적 엘리먼트와 관련된 반사율에 대한 이해를 제공할 수 있다. AR 장면(400)에 디스플레이되는 물리적 환경(1000)의 픽셀 단위 이해는 깊이 맵으로부터 도출된 깊이 데이터 및 컬러 맵으로부터 도출된 색상/반사율 특성에 기초하여 도출될 수 있다.

[0034] 예를 들어, 도 3c에 도시된 터치스크린 디스플레이 디바이스(310) 상의 터치 입력과 같이, AR 장면(400)에서 가상 광원(410)의 배치를 위한 사용자 입력의 검출에 응답하여, 시스템은 터치 입력과 관련된 2차원(2D) 좌표를 획득(예를 들어, 수신)할 수 있다(블록 540). 디스플레이 디바이스(310) 상에 디스플레이된 AR 장면(400)에서의 터치 입력의 2D 좌표는 물리적 환경(1000)(연관된 3D 좌표를 가짐)에서의 위치와 상관될 수 있다(블록 550). 가상 광원(410)은 도 3d에 도시된 바와 같이 디스플레이 디바이스(310)의 터치 입력 위치 및 물리적 환경(1000)의 3D 위치에 대응하는 AR 장면(400)에 배치될 수 있다.

[0035] 가상 광원(410)은 깊이 맵으로부터 도출된 깊이 데이터 및/또는 컬러 맵으로부터 도출된 색상/반사율 데이터에 기초하여 AR 장면(400)을 조명할 수 있다. 즉, 가상 광원(410)으로부터 AR 장면(400)의 각 픽셀(물리적 환경(1000)의 물리적 엘리먼트에 해당)의 거리에 대한 픽셀 단위 이해는 깊이 맵으로부터 도출될 수 있다. 유사하게, (물리적 환경(1000)의 물리적 엘리먼트에 해당하는) AR 장면(400)의 각 픽셀의 반사율의 픽셀 단위 이해는 컬러 맵으로부터 유도될 수 있다. AR 장면(400)의 각 픽셀의 조명 및/또는 재조명은 가상 광원(410)의 배치 위치에 기초한 AR 장면(400)의 사실적인 조명, 및 예를 들어, 뷰 관점, 광도, 광 색상 및 기타 이러한 특성과 같은 특성의 변화에 응답하여 실질적으로 실시간으로 AR 장면(400)의 재조명을 허용하기 위해 깊이 및 반사율/색상 정보에 기초하여 수행될 수 있다.

- [0036] 전술한 바와 같이 AR 장면(400)을 조명 및/또는 재조명함에 있어서, 시스템은 깊이 맵 및 컬러 맵을 GPU에 복사할 수 있고 AR 장면의 픽셀에 대한 초기 현재 누적 강도 값을 설정할 수 있다(블록 550). 일부 구현에서, 시스템은 AR 장면의 픽셀 각각에 대한 초기 현재 누적 강도 값을 설정할 수 있다. 일부 구현에서, 시스템은 AR 장면에서 픽셀의 서브세트에 대한 초기 현재 누적 강도 값을 설정할 수 있다. 일부 구현에서, 시스템은 초기 현재 누적 강도 값을 0으로 설정할 수 있다. 일부 구현에서 시스템은 초기 현재 강도 값을 다른 값으로 설정할 수 있다. 그런 다음 시스템은 AR 장면(400)의 픽셀별 분석을 수행하여 광선을 AR 장면(400)으로 진행시켜 각 픽셀에 적용될 조명 강도를 결정할 수 있다(블록 560). 일부 구현에서, 픽셀별 분석을 수행할 때, 시스템은 AR 장면(400)의 각각의 픽셀에 대해, 그 픽셀이 가상 광원(410)과 중첩되는지 여부를 결정할 수 있다(블록 570). 일부 구현에서, 픽셀별 분석을 수행할 때, 시스템은 가상 광원(410)의 깊이 값이 픽셀의 깊이 값보다 큰지 여부를 결정할 수 있다(블록 570). 픽셀이 가상 광원(410)과 중첩되고 가상 광원(410)의 깊이 값이 픽셀의 깊이 값보다 크다는 결정은, 픽셀이 가상 광원(410) 및/또는 (AR 장면(400)에 포함된) 물리적 환경(1000) 내의 엘리먼트와 동일 입사 또는 동일 위치에 있음을 나타낼 수 있으며, 배치된 가상 광원(410)에 의해 가려질 수 있음을 나타낼 수 있다. 이 경우, 픽셀은 가상 광원(410)의 고유 색상 및/또는 강도를 누적하거나 그 값으로 설정된다(블록 575).
- [0037] 픽셀이 가상 광원(410)과 중첩되지 않는다는 결정 및/또는 가상 광원(410)의 깊이 값이 픽셀의 깊이 값보다 작다는 결정은 알고리즘에 기초한 깊이 맵 및/또는 컬러 맵에 따라 픽셀의 조명을 트리거할 수 있다(블록 580A). 일부 구현에서, 픽셀의 조명은 가상 광원(410)으로부터의 픽셀 거리에 기초할 수 있다(블록 580B). 일부 구현에서, 픽셀의 조명은 가상 장면과 AR 장면(400)의 대응하는 픽셀 사이에서 물리적 환경(1000)의 물리적 엘리먼트가 빛을 가리거나 어떤 식으로든 차단할지 여부에 대한 결정에 기초할 수 있다(블록 580C). 일부 구현에서, 하나 이상의 광선은 가상 광원(410)으로부터 AR 장면(400)으로 바깥쪽으로 전파될 수 있으며, 이는 가상 광원(410)으로부터의 거리가 변환에 따라 빛의 강도가 변한다(예를 들어, 가상 광원(410)으로부터의 거리가 증가함에 따라 빛의 강도가 감소함)(블록 580D 및 580E). 프로세스는 모든 픽셀이 분석되었다고 결정될 때까지 각각의 픽셀에 대해 반복될 수 있다(블록 590).
- [0038] 도 5는 도 4(특히, 도 4의 블록 580)와 관련하여 전술된 레이 마칭 알고리즘의 예시적인 방법의 흐름도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 시스템은 가상 광원(410)의 배치 위치에 기초하여 AR 장면(400)에서 광선(ray)을 픽셀 단위로 진행(march)하도록 초기화될 수 있다(블록 581). 시스템을 초기화하는 것은 예를 들어 레이 마칭(ray marching, 광선 진행) 위치 또는 광자 위치를 현재 픽셀의 물리적 환경(1000)에서 대응하는 실제 위치/위치로 초기화하는 것을 포함할 수 있다. 시스템을 초기화하는 것은 또한 가상 광원과 현재 픽셀 사이에서 연장되는 광선 또는 벡터로서 레이 마칭 방향을 초기화하는 것을 포함할 수 있다. 시스템을 초기화하는 것은 또한 현재 픽셀의 초기 누적 강도를 0으로 설정하는 것을 포함할 수 있다.
- [0039] 현재 픽셀에 대한 광자 위치가 가상 광원의 위치와 동일하지 않거나 가상 광원의 위치 내에 있지 않다고 결정되고(블록 582), 진행될 빛/광선이 부채살 광선(crepuscular ray)이 아니라고 결정되면(블록 583), 현재 픽셀의 광자 에너지는 결정된 거리, 및 가상 광원의 위치에 대한 현재 픽셀의 광자 위치와 관련된 임의의 폐색 인자에 기초하여 평가될 수 있다(블록 585). 예를 들어, 일부 구현에서, 광자 에너지는 가상 광원(410)의 배치 위치로부터 물리적 환경(1000)으로의 빛의 전파가 예를 들어 물리적 환경의 물리적 엘리먼트에 의해 현재 픽셀이 가려지거나 차단되는 경우 비교적 상당히 감소될 수 있다. 추가적으로, 일반적으로, 가상 광원(410)으로부터 현재 픽셀의 광자 위치의 거리가 멀수록, 강도는 더 작아지거나 더 약해질 것이다. 즉, 일반적으로 가상 광원(410)으로부터 전파되는 광선의 강도는 가상 광원(410)으로부터의 거리가 증가함에 따라 감소할 것이다. 예를 들어, 일부 구현에서, 강도는 가상 광원(410)으로부터의 거리에 반비례할 수 있다. 예를 들어, 일부 구현에서, 이 관계는 역제곱 법칙인 강도( $\alpha_1$ )/(거리<sup>2</sup>)를 따를 수 있으며, 여기서 강도(이 예에서는 픽셀에서)는 광원(이 예에서는 가상 광원(410))으로부터의 거리의 제곱에 반비례한다. 강도는 가상 광원(410)으로부터의 각 픽셀의 거리에 기초하여 AR 장면(400)의 각 픽셀에 대해 누적될 수 있고, 대응하는 광선이 진행될 수 있으며, AR 장면(400)은 AR 장면(400)의 각각의 픽셀의 누적 강도를 사용하여 조명(lit)되거나 재조명될 수 있다(블록 568 및 587).
- [0040] 진행할 광선이 부채살 광선인 것으로 결정되면(블록 583), 3D 지터는 가상 광원으로부터의 거리 및 현재 픽셀과 관련된 임의의 폐색 인자에 기초하여 현재 픽셀의 광자 에너지를 평가하기 전에(블록 584) 광선 방향으로 도입될 수 있다(블록 585). 일부 구현에서, 부채살 광선은 본질적으로 빛의 직접적인 전파보다는 예를 들어 먼지, 안개 및 빛으로 인한 빛의 왜곡, 분산 또는 산란을 나타낼 수 있다.
- [0041] 전술한 바와 같이, 레이 마칭 기반 알고리즘은 예를 들어 전술한 AR 장면(400) 또는 다른 AR 장면과 같은 AR 장

면의 실질적 실시간 조명 및 재조명을 제공할 수 있다. 일부 구현에서, 이러한 유형의 알고리즘에 대한 예시적인 입력은 예를 들어 전술한 바와 같이 카메라 어셈블리(330), 이미지 센서(336) 및 깊이 센서(338)에 의해 제공되는 깊이 맵, 컬러 맵 및 이미지(들)로부터의 데이터를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 이러한 유형의 알고리즘에 대한 예시적인 입력은 또한 예를 들어, 전술한 가상 광원(410)과 같은 하나 이상의 가상 광원, 각 가상 광원에 대한 관련 위치, 각 가상 광원에 대한 관련 강도, 각 가상 광원에 대한 관련 색상, 및 기타 특성을 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 이러한 유형의 알고리즘의 예시적인 출력은 물리적 환경 및 하나 이상의 가상 광원을 포함하는 AR 장면의 재조명(reLit) 이미지일 수 있다. 예시적인 알고리즘은 도 6에 도시되어 있다.

[0042] 전술한 바와 같이, 본 명세서에 기술된 구현에 따른 시스템 및 방법은 사용자가 가상 광원을 3D 물리적 환경 또는 실제 세계에 실시간으로 고정하여 사실적인 조명을 제공하고 3D, 물리적, 실제 세계 및 그 안의 엘리먼트의 재조명을 제공할 수 있다. 본 명세서에 설명된 구현에 따른 시스템 및 방법은 생성된 특정 AR 장면에 대해 실질적으로 실시간으로 개발된 라이브 깊이 맵에 기초하여 실질적으로 실시간 조명 및 재조명을 제공할 수 있다. 일부 구현에서, AR 장면(400)에 통합될 가상 조명의 하나 이상의 특성은 바뀌거나 변경될 수 있다. 예를 들어, 일부 구현에서, 하나 이상의 가상 광원이 AR 장면(400)에 배치될 수 있다. 일부 구현에서, 컴퓨팅 디바이스에서 볼 때 물리적 환경의 관점은 예를 들어 가상 광원(들)에 의한 물리적 환경의 조명 변화 및 AR 장면에 나타난 물리적 환경의 대응하는 재조명을 유도하는, 컴퓨팅 장치의 움직임에 기초하여 변경될 수 있다.

[0043] 위에서 설명된 예는 논의 및 설명을 위해 점 광원에 대해 설명되었다. 본 명세서에 설명된 원리는 예를 들어 표면 광원, 반구 광원 등과 같은 물리적 환경의 AR 장면에 통합될 수 있는 다른 유형의 가상 광원에 적용될 수 있다. 유사하게, 본 명세서에 기술된 원리는 AR 장면에서 표현된 공간에서 다양한 유형의 조명을 시뮬레이션하기 위해 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 설명된 구현에 따른 시스템 및 방법은 AR 장면에서 가상 광원의 강도와 색온도를 변경함으로써 예를 들어 주간 또는 야간 조명 조건, 이른 아침, 정오, 저녁 조명 조건 등과 같은 다양한 자연 조명 조건을 시뮬레이션할 수 있다. 또한, 위에서 설명된 예는 단순히 논의 및 설명의 목적으로 물리적 엘리먼트를 포함하는 물리적 환경의 가상 조명의 적용에 대해 설명되었다. 본 명세서에 설명된 원리는 다른 유형의 AR 장면, 인물/얼굴 조명 등의 조명에 적용될 수 있다.

[0044] 도 7a-7d는 본 명세서에 설명된 구현에 따라 컴퓨팅 디바이스(300)의 디스플레이 디바이스(310)에서 보여지는 물리적 환경(1000)(도 3a-3f에 도시됨)을 포함하는 AR 장면(400)의 조명 또는 재조명을 도시한다. 일 예에서, 사용자는 조명 디바이스가 물리적 환경(1000)에서 어떻게 보이는지 뿐만 아니라 특히 어두운 조건에서 조명 디바이스가 물리적 환경(1000)을 어떻게 비추는지에 대한 이해를 얻기 위해, (예를 들어, 하나 이상의 상점과 같은 온라인/네트워크 액세스 가능한 외부 소스로부터의) 상이한 조명 대안들(?lighting alternatives)을 비교하고 싶을 수 있다.

[0045] 도 7a에 도시된 바와 같이, 카메라 어셈블리(330)의 라이브 뷰파인더 내에 캡처된 물리적 환경(1000)의 일부는 컴퓨팅 디바이스(300)의 디스플레이 디바이스(310)에서 볼 수 있다. 이 뷰에서, 상이한 조명 대안(314A, 314B, 314C, 314D 및 314E)을 나타내는 아이콘들(314)을 포함하는 메뉴 바(312)가 또한 디스플레이 디바이스(310)상에 표시된다. 일부 상황에서, 사용자는 예를 들어 하나 이상의 웹사이트 브라우저를 통해 이러한 대안들을 선택할 수 있다. 일부 상황에서, 시스템은 예를 들어 물리적 환경(1000)의 깊이 매핑 및/또는 색상 매핑으로부터 획득한 물리적 환경(100)의 이해에 기초하여 제안들을 제공할 수 있다.

[0046] 도 7a에서, 물리적 환경(1000)은 자연광에 의해 조명되는 일광 조건에 있다. 물리적 환경(1000)에 대한 조명 디바이스를 선택할 때, 사용자는 메뉴 바(312)의 아이콘(314)으로 표시되는 상이한 조명 대안이 어떻게 어두운 조건에서 물리적 환경(1000)을 비출 수 있는지를 결정하기를 원할 수 있다. 도 7b 및 도 7c에서, 사용자는 AR 장면(400)에 배치하기 위해(예를 들어, 도 3a 내지 도 3f에 대해 전술한 바와 같이 터치 입력으로) 아이콘(314E)으로 표시된 조명 디바이스를 선택했다. 도 7B 및 7C에서, AR 장면(400)은 물리적 환경(1000)의 이미지가 일광 조건에서 캡처되고 있음에도 불구하고 어두운 상태로 물리적 환경을 디스플레이하여, 어두운 조건에서 선택된 조명 디바이스에 의한 물리적 환경(1000)의 조명이 사용자에게 의해 평가될 수 있도록 한다. 도 7d는 AR 장면(400)에서 상기 선택된 조명 디바이스에 의한 (어두운) 물리적 환경(1000)의 조명을 도시한다. AR 장면(400)의 재조명은 도 4, 5 및 6에 기술된 프로세스 및 알고리즘에 따라 전술한 바와 같이 수행될 수 있다.

[0047] 도 8a 내지 도 8f는 본 명세서에 설명된 구현에 따른 얼굴 재조명(facial relighting)의 예를 도시한다. 도 8a 내지 도 8f와 관련하여 설명될 얼굴 재조명 효과는 기본적으로 예시일 뿐이다. 다른 조명 효과는 얼굴 이미지를 포함하는 가상 장면 내의 가상 조명의 다양한 유형 및/또는 배치로 달성될 수 있다.

[0048] 도 8a에서, 사용자 얼굴의 이미지가 컴퓨팅 디바이스(300)의 디스플레이 디바이스(310)상에 디스플레이된다. 일

부 상황에서, 사용자는 예를 들어 얼굴 특징 등을 향상시키기 위해 이미지에 대한 하나 이상의 위치에서 가상 장면(400)의 이미지에 조명을 추가하도록 선택할 수 있다. 예를 들어, 도 8b에서, 사용자는 저면 조명(downlighting) 효과를 생성하기 위해 가상 장면(400)의 얼굴 이미지에 대한 제1 위치에 가상 광원(410)을 배치할 수 있다. 가상 광원(410)은 예를 들어 도 3a 내지 도 3f와 관련하여 전술한 방식으로 가상 장면(400)에 위치 지정될 수 있다. 일부 구현에서, 가상 광원(410)은 예를 들어 발광 엘리먼트로서 디스플레이 디바이스(310)에서 보일 수도 있다. 일부 구현에서, 가상 광원(410)은 디스플레이 디바이스(310)에 디스플레이된 가상 장면(400)에서는 보이지 않지만, 가상 광원(410)의 효과는 가상 장면(400)에 디스플레이된 얼굴 이미지에서는 볼 수 있다. 가상 광원(410)에 의해 생성된 조명 및 가상 장면(400)에 포함된 엘리먼트(이 예에서는 얼굴 이미지)에 대한 해당 조명의 효과는 도 4, 5 및 6과 관련하여 전술한 바와 같이 생성될 수 있다. .

[0049] 도 8c에 도시된 예에서, 사용자는 상면 조명(uplighting) 효과를 생성하기 위해 가상 장면(400)에서 얼굴 이미지에 대한 위치에 가상 광원(410)을 배치했다. 가상 광원(410)은 예를 들어 도 3a 내지 도 3f와 관련하여 전술한 방식으로 가상 장면(400)에 위치될 수 있다. 일부 구현에서, 가상 광원(410)은 또한 예를 들어 발광 엘리먼트로서 디스플레이 디바이스(310)에서 보일 수 있다. 일부 구현에서, 가상 광원(410)은 디스플레이 디바이스(310)에 디스플레이된 가상 장면(400)에서는 보이지 않지만, 가상 광원(410)의 효과는 가상 장면(400)에 디스플레이된 얼굴 이미지에서는 볼 수 있다. 가상 광원(410)에 의해 생성된 조명 및 가상 장면(400)에 포함된 엘리먼트(이 예에서는 얼굴 이미지)에 대한 해당 조명의 효과는 도 4, 5 및 6과 관련하여 전술한 바와 같이 생성될 수 있다. .

[0050] 유사하게, 도 8d에 도시된 예에서, 사용자는 후면 조명(backlighting) 효과를 생성하기 위해 가상 장면(400)에서 얼굴 이미지에 대한 위치에 가상 광원(410)을 배치했다. 도 8e에 도시된 예에서, 사용자는 측면 조명(sidelight) 효과를 생성하기 위해 가상 장면(400)의 얼굴 이미지에 대한 위치에 가상 광원(410)을 배치했다. 도 8f에 도시된 예에서, 사용자는 이중 측면 조명 효과를 생성하기 위해 제1 위치에 제1 가상 광원(410A)을 배치하고 제2 위치에 제2 가상 광원(410B)을 배치했다. 가상 광원(410)은 예를 들어 도 3a 내지 도 3f와 관련하여 전술한 방식으로 가상 장면(400)에 위치 지정될 수 있다. 일부 구현에서, 가상 광원(410)은 또한 예를 들어 발광 엘리먼트로서 디스플레이 디바이스(310)에서 보일 수 있다. 일부 구현에서, 가상 광원(410)은 디스플레이 디바이스(310)에 디스플레이된 가상 장면(400)에서는 보이지 않지만, 가상 광원(410)의 효과는 가상 장면(400)에 디스플레이된 얼굴 이미지에서는 볼 수 있다. 가상 광원(410)에 의해 생성된 조명 및 가상 장면(400)에 포함된 엘리먼트(이 예에서는 얼굴 이미지)에 대한 해당 조명의 효과는 도 4, 5 및 6과 관련하여 전술한 바와 같이 생성될 수 있다.

[0051] 시스템 및 방법은 단순히 논의 및 예시를 위해 스마트폰과 같은 핸드헬드 컴퓨팅 디바이스와 관련하여 본 명세서에서 설명되었다. 본 명세서에 설명된 원리는 설명을 위해 본 명세서에 사용된 예시적인 핸드헬드 컴퓨팅 디바이스 외에도 카메라 어셈블리 및 디스플레이 기능을 포함하는 다양한 유형의 모바일 컴퓨팅 디바이스에 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 설명된 원리는 머리 장착형 디스플레이 디바이스, 스마트 안경, 손목 착용형 컴퓨팅 디바이스 등과 같은 웨어러블 컴퓨팅 디바이스뿐만 아니라 태블릿 컴퓨팅 디바이스, 랩탑 컴퓨팅 디바이스 및 기타 이러한 컴퓨팅 디바이스에 적용될 수 있다.

[0052] 도 9는 본 명세서에 설명된 기술과 함께 사용될 수 있는 컴퓨터 디바이스(700) 및 모바일 컴퓨터 디바이스(750)의 예를 도시한다. 컴퓨팅 디바이스(700)는 랩탑, 데스크탑, 워크스테이션, PDA, 서버, 블레이드 서버, 메인 프레임 및 기타 적절한 컴퓨터와 같은 다양한 형태의 디지털 컴퓨터를 나타내도록 의도된다. 컴퓨팅 디바이스(750)는 PDA, 셀룰러 전화기, 스마트폰 및 기타 유사한 컴퓨팅 디바이스와 같은 다양한 형태의 모바일 디바이스를 나타내기 위한 것이다. 본 명세서에 표시된 엘리먼트, 연결 및 관계, 기능은 예시일 뿐이며 본 문서에서 설명 및/또는 청구된 발명의 구현을 제한하지 않는다.

[0053] 컴퓨팅 디바이스(700)는 프로세서(702), 메모리(704), 저장 디바이스(706), 메모리(704)에 연결되는 고속 인터페이스(708) 및 고속 확장 포트(710), 저속 버스(714) 및 저장 디바이스(706)에 연결되는 저속 인터페이스(712)를 포함한다. 각각의 컴포넌트(702, 704, 706, 708, 710, 712)는 다양한 버스를 사용하여 상호 연결되며, 공통 마더보드 또는 적절한 다른 방식으로 장착될 수 있다. 프로세서(702)는 고속 인터페이스(708)에 연결된 디스플레이(716)와 같은 외부 입/출력 디바이스상의 GUI에 대한 그래픽 정보를 표시하기 위해, 메모리(704) 또는 저장 디바이스(706)에 저장된 명령을 포함하여 컴퓨팅 디바이스(700) 내에서 실행을 위한 명령을 처리할 수 있다. 일부 구현에서, 다수의 프로세서 및/또는 다수의 버스는 다수의 메모리 및 메모리 유형과 함께 적절하게 사용될 수 있다. 또한, 다수의 컴퓨팅 디바이스(700)는 필요한 동작들의 일부를 제공하는 각 디바이스(예를 들어, 서버

뱅크, 블레이드 서버 그룹 또는 다중 프로세서 시스템)와 연결될 수 있다.

- [0054] 메모리(704)는 컴퓨팅 디바이스(700) 내에 정보를 저장한다. 일부 구현에서, 메모리(704)는 휘발성 메모리 유닛 또는 유닛들이다. 일부 구현에서, 메모리(704)는 비-휘발성 메모리 유닛 또는 유닛들이다. 메모리(704)는 또한 자기 또는 광학 디스크와 같은 다른 형태의 컴퓨터 판독 가능 매체일 수 있다.
- [0055] 저장 디바이스(706)는 컴퓨팅 디바이스(700)를 위한 대용량 저장 디바이스를 제공할 수 있다. 일부 구현에서, 저장 디바이스(706)는 플로피 디스크 디바이스, 하드 디스크 디바이스, 광학 디스크 디바이스 또는 테이프 디바이스, 플래시 메모리 또는 기타 유사한 솔리드 스테이트 메모리 또는 저장 영역 네트워크(SAN) 또는 기타 구성의 디바이스들을 포함하는 디바이스 어레이와 같은, 컴퓨터 판독 가능 매체일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 정보 매체에 유형적으로 구현될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 또한 실행될 때 위에서 설명한 것과 같은 하나 이상의 방법을 수행하는 명령들을 포함할 수 있다. 정보 매체는 메모리(704), 저장 디바이스(706) 또는 프로세서(702) 상의 메모리와 같은 컴퓨터 또는 기계 판독 가능 매체이다.
- [0056] 고속 컨트롤러(708)는 컴퓨팅 디바이스(700)에 대한 대역폭 집중 동작을 관리하는 반면, 저속 컨트롤러(712)는 낮은 대역폭 집중 동작을 관리한다. 이러한 기능의 할당은 단지 예시일 뿐이다. 일부 구현에서, 고속 컨트롤러(708)는 메모리(704), 디스플레이(716)(예를 들어, 그래픽 프로세서 또는 가속기를 통해) 및 다양한 확장 카드(미도시)를 수용할 수 있는 고속 확장 포트(710)에 결합된다. 구현에서, 저속 컨트롤러(712)는 저장 디바이스(706) 및 저속 확장 포트(714)에 결합된다. 다양한 통신 포트(예를 들어, USB, 블루투스, 이더넷, 무선 이더넷)를 포함할 수 있는 저속 확장 포트는 예를 들어 네트워크 어댑터를 통해 키보드, 포인팅 디바이스, 스캐너 또는 스위치나 라우터와 같은 네트워킹 디바이스와 같은 하나 이상의 입력/출력 디바이스에 연결될 수 있다.
- [0057] 컴퓨팅 디바이스(700)는 도면에 도시된 바와 같이 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 표준 서버(720)로 구현되거나 이러한 서버 그룹에서 여러 번 구현될 수 있다. 이것은 랙 서버 시스템(724)의 일부로서 구현될 수도 있다. 또한, 이것은 랩톱 컴퓨터(722)와 같은 개인용 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 대안적으로, 컴퓨팅 디바이스(700)로부터의 컴포넌트는 디바이스(750)와 같은 모바일 디바이스(미도시)의 다른 컴포넌트와 결합될 수 있다. 이러한 디바이스 각각은 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스(700, 750)를 포함할 수 있고, 전체 시스템은 서로 통신하는 다수의 컴퓨팅 디바이스(700, 750)로 구성될 수 있다.
- [0058] 컴퓨팅 디바이스(750)는 다른 엘리먼트 중에서도 프로세서(752), 메모리(764), 디스플레이(754)와 같은 입력/출력 디바이스, 통신 인터페이스(766) 및 트랜시버(768)를 포함한다. 디바이스(750)에는 추가 저장소를 제공하기 위해 마이크로드라이브 또는 기타 디바이스와 같은 저장 디바이스가 제공될 수도 있다. 컴포넌트(752, 754, 764, 766 및 768) 각각은 다양한 버스를 사용하여 상호 연결되며, 일부 컴포넌트는 공통 마더보드 또는 적절한 다른 방식으로 장착될 수 있다.
- [0059] 프로세서(752)는 메모리(764)에 저장된 명령을 포함하여 컴퓨팅 디바이스(750) 내의 명령을 실행할 수 있다. 프로세서는 별도의 다수의 아날로그 및 디지털 프로세서를 포함하는 칩 세트로 구현될 수 있다. 프로세서는 예를 들어 사용자 인터페이스의 제어, 디바이스(750)에 의해 실행되는 애플리케이션 및 디바이스(750)에 의한 무선 통신과 같은 디바이스(750)의 다른 컴포넌트의 조정을 제공할 수 있다.
- [0060] 프로세서(752)는 제어 인터페이스(758) 및 디스플레이(754)에 연결된 디스플레이 인터페이스(756)를 통해 사용자와 통신할 수 있다. 디스플레이(754)는 예를 들어 TFT LCD(Thin-Film-Transistor Liquid Crystal Display) 또는 OLED(Organic Light Emitting Diode) 디스플레이 또는 다른 적절한 디스플레이 기술일 수 있다. 디스플레이 인터페이스(756)는 디스플레이(754)를 구동하여 그래픽 및 기타 정보를 사용자에게 제시하기 위한 적절한 회로를 포함할 수 있다. 제어 인터페이스(758)는 사용자로부터 명령을 수신하고 프로세서(752)에 제출하기 위해 명령을 변환할 수 있다. 또한, 외부 인터페이스(762)는 다른 디바이스들과 디바이스(750)의 근거리 통신을 가능하게 하기 위해 프로세서(752)와 통신하도록 제공될 수 있다. 외부 인터페이스(762)는 예를 들어 일부 구현에서는 유선 통신을 위해 제공하고, 또는 일부 구현에서는 무선 통신을 위해 제공할 수 있으며, 다수의 인터페이스도 사용될 수 있다.
- [0061] 메모리(764)는 컴퓨팅 디바이스(750) 내에 정보를 저장한다. 메모리(764)는 컴퓨터 판독 가능 매체 또는 미디어, 휘발성 메모리 디바이스 또는 비-휘발성 메모리 디바이스 또는 디바이스들 중 하나 이상으로 구현될 수 있다. 확장 메모리(774)는 또한 예를 들어, SIMM(Single In Line Memory Module) 카드 인터페이스를 포함할 수 있는 확장 인터페이스(772)를 통해 디바이스(750)에 제공되고 연결될 수 있다. 이러한 확장 메모리(774)는 디바이스(750)에 추가 저장 공간을 제공하거나 디바이스(750)에 대한 애플리케이션 또는 기타 정보를 저장할 수도

있다. 구체적으로, 확장 메모리(774)는 위에서 설명한 프로세스를 수행하거나 보완하기 위한 명령을 포함할 수 있으며 보안 정보도 포함할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 확장 메모리(774)는 디바이스(750)를 위한 보안 모듈로서 제공될 수 있고 디바이스(750)의 안전한 사용을 허용하는 명령어로 프로그램될 수 있다. 또한, 보안 애플리케이션은 SIMM 카드를 통해 해킹 불가능한 방식으로 SIMM 카드에 식별 정보를 배치하는 것과 같은 추가 정보와 함께 제공될 수 있다.

[0062] 메모리는 예를 들어 후술하는 바와 같이 플래시 메모리 및/또는 NVRAM 메모리를 포함할 수 있다. 일부 구현에서, 컴퓨터 프로그램 제품은 정보 매체에 유형적으로 구현된다. 컴퓨터 프로그램 제품은 실행될 때 위에서 설명한 것과 같은 하나 이상의 방법을 수행하는 명령을 포함한다. 정보 캐리어는 예를 들어 트랜시버(768) 또는 외부 인터페이스(762)를 통해 수신될 수 있는 메모리(764), 확장 메모리(774) 또는 프로세서(752) 상의 메모리와 같은 컴퓨터 또는 기계 판독 가능 매체이다.

[0063] 디바이스(750)는 필요한 경우 디지털 신호 처리 회로를 포함할 수 있는 통신 인터페이스(766)를 통해 무선으로 통신할 수 있다. 통신 인터페이스(766)는 GSM 음성 통화, SMS, EMS 또는 MMS 메시징, CDMA, TDMA, PDC, WCDMA, CDMA2000 또는 GPRS 등과 같은 다양한 모드 또는 프로토콜 하에서 통신을 제공할 수 있다. 이러한 통신은 예를 들어 무선 주파수 트랜시버(768)를 통해 발생할 수 있다. 또한, 블루투스, Wi-Fi 또는 기타 트랜시버(미도시)를 사용하는 것과 같은 근거리 통신이 발생할 수 있다. 또한, GPS 수신기 모듈(770)은 디바이스(750)에서 실행되는 애플리케이션에 의해 적절하게 사용될 수 있는 추가적인 내비게이션 및 위치 관련 무선 데이터를 디바이스(750)에 제공할 수 있다.

[0064] 디바이스(750)는 또한 오디오 코덱(760)을 사용하여 청각적으로 통신할 수 있으며, 오디오 코덱은 사용자로부터 음성 정보를 수신하고 이를 사용 가능한 디지털 정보로 변환할 수 있다. 마찬가지로 오디오 코덱(760)은 예를 들어 디바이스(750)의 핸드셋에서와 같이 스피커를 통해 사용자를 위한 가청 사운드를 생성할 수 있다. 그러한 사운드는 음성 전화 통화로부터의 사운드를 포함할 수 있고, 녹음된 사운드(예를 들어, 음성 메시지, 음악 파일 등)를 포함할 수 있으며, 또한 디바이스(750)에서 작동하는 애플리케이션에 의해 생성된 사운드를 포함할 수 있다.

[0065] 컴퓨팅 디바이스(750)는 도면에 도시된 바와 같이 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 이것은 셀룰러 전화(780)로 구현될 수 있다. 또한 이것은 스마트폰(782), PDA 또는 기타 유사한 모바일 디바이스의 일부로 구현될 수 있다.

[0066] 본 명세서에 설명된 시스템 및 기술의 다양한 구현은 디지털 전자 회로, 집적 회로, 특별히 설계된 주문형 집적 회로(ASIC), 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어 및/또는 이들의 조합으로 실현될 수 있다. 이러한 다양한 구현은 저장 시스템, 적어도 하나의 입력 디바이스 및 적어도 하나의 출력 디바이스로부터 데이터 및 명령을 수신하고 이들로 데이터 및 명령을 전송하도록 결합된, 특수 또는 범용일 수 있는 적어도 하나의 프로그래밍 가능한 프로세서를 포함하여, 프로그래밍 가능한 시스템에서 실행 가능 및/또는 해석 가능한 일부 이상의 컴퓨터 프로그램에서의 구현을 포함할 수 있다. 본 명세서에 설명된 시스템 및 기술의 다양한 구현은 회로, 모듈, 블록 또는 소프트웨어 및 하드웨어 측면을 결합할 수 있는 시스템으로 여기에서 실현될 수 있고 및/또는 일반적으로 언급될 수 있다. 예를 들어, 모듈은 프로세서(예를 들어, 실리콘 기관, GaAs 기관 등에 형성된 프로세서) 또는 일부 다른 프로그래밍 가능한 데이터 처리 디바이스에서 실행되는 기능/동작/컴퓨터 프로그램 명령을 포함할 수 있다.

[0067] 위의 예시적인 구현 중 일부는 순서도로 묘사된 프로세스 또는 방법으로 설명된다. 순서도는 동작들을 순차적 프로세스로 설명하지만 많은 동작들은 병렬로, 동시에 또는 동시에 수행될 수 있다. 또한 동작들의 순서는 다시 정렬될 수 있다. 동작들이 완료되면 프로세스가 종료될 수 있지만 도면에 포함되지 않은 추가 단계가 있을 수도 있다. 프로세스는 방법, 기능, 절차, 서브루틴, 서브프로그램 등에 해당할 수 있다.

[0068] 위에서 논의된 방법들 중 일부는 흐름도에 의해 예시되며, 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로 코드, 하드웨어 기술 언어, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어 또는 마이크로코드로 구현되는 경우, 필요한 태스크를 수행하기 위한 프로그램 코드 또는 코드 세그먼트는 저장 매체와 같은 기계 판독 가능 매체 또는 컴퓨터 판독 가능 매체에 저장될 수 있다. 프로세서는 필요한 태스크를 수행할 수 있다.

[0069] 본 명세서에 개시된 특정한 구조적 및 기능적 세부 사항은 예시적인 구현을 설명하기 위한 목적으로만 대표된다. 그러나 예시적인 구현은 많은 대체 형태로 구현될 수 있으며 본 명세서에 설명된 구현에만 제한되는

것으로 해석되어서는 안 된다.

- [0070] 제1, 제2 등의 용어가 본 명세서에서 다양한 엘리먼트를 설명하기 위해 사용될 수 있지만, 이러한 엘리먼트는 이러한 용어로 제한되어서는 안된다는 것이 이해될 것이다. 이 용어는 한 엘리먼트를 다른 엘리먼트와 구별하는 데에만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 엘리먼트는 제2 엘리먼트로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 엘리먼트도 제1 엘리먼트로 명명될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 및/또는이라는 용어는 연관된 나열된 항목 중 하나 이상의 임의의 및 모든 조합을 포함한다.
- [0071] 어떤 엘리먼트가 다른 엘리먼트에 연결되거나 결합되는 것으로 언급될 때, 그것은 다른 엘리먼트에 직접 연결되거나 결합될 수 있거나 개입 엘리먼트가 존재할 수 있다. 반대로 어떤 엘리먼트가 다른 엘리먼트와 직접 연결되어 있거나 직접 결합되어 있다고 할 때는 개입 엘리먼트가 존재하지 않는다. 엘리먼트 간의 관계를 설명하는데 사용되는 다른 단어는 유사한 방식으로 해석되어야 한다(예를 들어, 사이 대 직접 사이, 인접 대 직접 인접 등).
- [0072] 본 명세서에서 사용된 용어는 단지 특정 구현을 설명하기 위한 것이며 예시적인 구현을 제한하려는 의도가 아니다. 본 명세서에서 사용되는 단수형 a, an 및 the는 문맥상 명백하게 다르게 나타내지 않는 한 복수형도 포함하는 것으로 의도된다. 본 명세서에서 사용되는 comprises, comprising, includes 및/또는 including이라는 용어는 본 명세서에서 사용될 때, 명시된 특징, 정수, 단계, 동작, 엘리먼트 및/또는 컴포넌트의 존재를 지정하지만 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 동작, 엘리먼트, 컴포넌트 및/또는 그의 그룹의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다는 것이 또한 이해될 것이다. 일부 대안적인 구현에서, 언급된 기능/동작은 또한 도면에 언급된 순서와 다르게 발생할 수 있음에 유의해야 한다. 예를 들어 연속으로 표시된 두 도면은 관련된 기능/동작에 따라 사실상 동시에 실행되거나 때때로 반대 순서로 실행될 수 있다.
- [0073] 다르게 정의되지 않는 한, 본 명세서에 사용되는 모든 용어(기술 및 과학 용어를 포함)는 예시적인 구현이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 용어는 예를 들어 일반적으로 사용되는 사전에 정의된 용어는 관련 기술의 맥락에서 그 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며 이상화되거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는 한, 명시적으로 본 명세서에 정의되어 있다.
- [0074] 위의 예시적인 구현의 일부 및 대응하는 상세한 설명은 소프트웨어, 또는 알고리즘 및 컴퓨터 메모리 내의 데이터 비트에 대한 동작의 상징적 표현의 관점에서 제시된다. 이들 설명 및 표현은 당업자가 그들의 작업의 내용을 다른 당업자에게 효과적으로 전달하는 것이다. 본 명세서에서 사용되는 용어와 일반적으로 사용되는 알고리즘은 원하는 결과로 이어지는 일련의 자체 일관성 있는 단계로 간주된다. 단계는 물리량의 물리적 조작이 필요한 단계이다. 반드시 그런 것은 아니지만 일반적으로 이러한 양은 저장, 전송, 결합, 비교 및 기타 조작이 가능한 광학적, 전기적 또는 자기적 신호의 형태를 취한다. 이러한 신호를 비트, 값, 엘리먼트, 기호, 문자, 용어, 숫자 등으로 지칭하는 것이 주로 일반적으로 사용한다는 이유로 종종 편리한 것으로 입증되었다.
- [0075] 위의 예시적인 구현에서, 프로그램 모듈 또는 기능적 프로세스로 구현될 수 있는 동작들의 기호적 표현 및 동작에 대한 참조는 특정 태스크를 수행하거나 특정 추상 데이터 유형을 구현하고 기존 구조 엘리먼트에서 기존 하드웨어를 사용하여 설명 및/또는 구현될 수 있는 루틴, 프로그램, 객체, 컴포넌트, 데이터 구조 등을 포함한다. 이러한 기존 하드웨어는 하나 이상의 CPU, DSP, 주문형 집적 회로(ASIC), FPGA 컴퓨터 등이 포함될 수 있다.
- [0076] 그러나 이러한 모든 용어와 유사한 용어는 적절한 물리량과 연관되어야 하며 이러한 양에 적용되는 편리한 레이블일 뿐이라는 점을 염두에 두어야 한다. 달리 구체적으로 언급되지 않는 한, 또는 논의에서 명백한 바와 같이, 처리 또는 컴퓨팅 또는 계산 또는 디스플레이 결정 등과 같은 용어는, 컴퓨터 시스템의 레지스터 및 메모리 내에서 물리적, 전자적 양으로 표현된 데이터를 컴퓨터 시스템 메모리 또는 레지스터 또는 기타 정보 저장, 전송 또는 디스플레이 디바이스 내에서 물리적 양으로 유사하게 표현된 다른 데이터로 조작하고 변환하는, 컴퓨터 시스템 또는 유사한 전자 컴퓨팅 디바이스 또는 모바일 전자 컴퓨팅 디바이스의 동작 및 프로세스를 지칭한다.
- [0077] 또한 예시적인 구현의 소프트웨어 구현 양태는 일반적으로 어떤 형태의 비-일시적 프로그램 저장 매체에 인코딩되거나 어떤 유형의 전송 매체를 통해 구현된다는 점에 유의한다. 프로그램 저장 매체는 자기적(예를 들어, 플로피 디스크 또는 하드 드라이브)이거나 광학적(예를 들어, 콤팩트 디스크 판독 전용 메모리 또는 CD ROM)일 수 있으며 판독 전용 또는 랜덤 액세스일 수 있다. 유사하게, 전송 매체는 트위스트된 와이어 쌍, 동축 케이블, 광섬유, 또는 당업계에 공지된 일부 다른 적절한 전송 매체일 수 있다. 예시적인 구현은 주어진 구현의 이러한 측면에 의해 제한되지 않는다.
- [0078] 마지막으로, 첨부된 청구범위는 본 명세서에 기재된 특징의 특정 조합을 제시하지만, 본 발명의 범위는 이후에

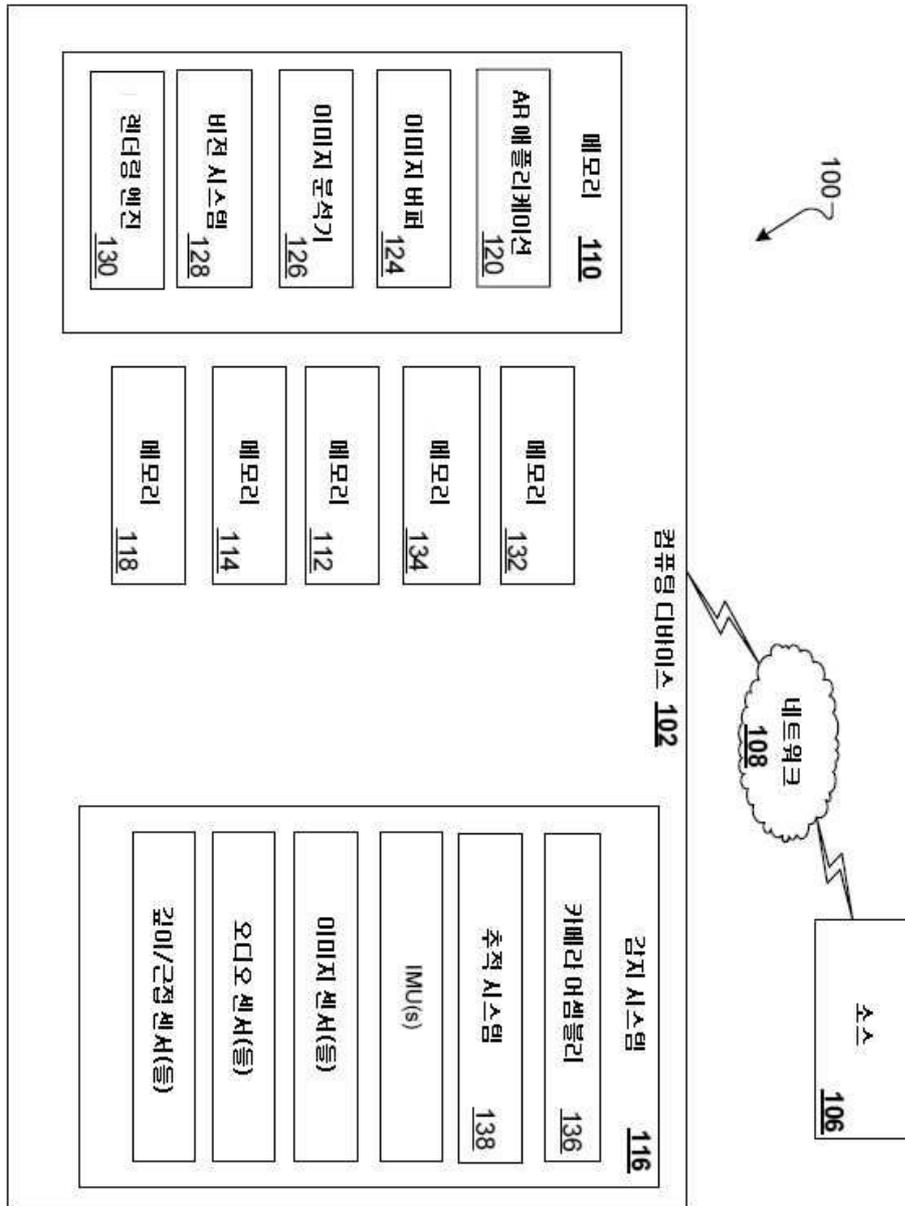
청구되는 특정 조합으로 제한되지 않고, 대신에 특정 조합이 이때 첨부된 청구범위에 구체적으로 열거되었는지 여부에 관계없이 본 명세서에 개시된 특징 또는 구현의 임의의 조합을 포함하도록 확장된다.

[0079]

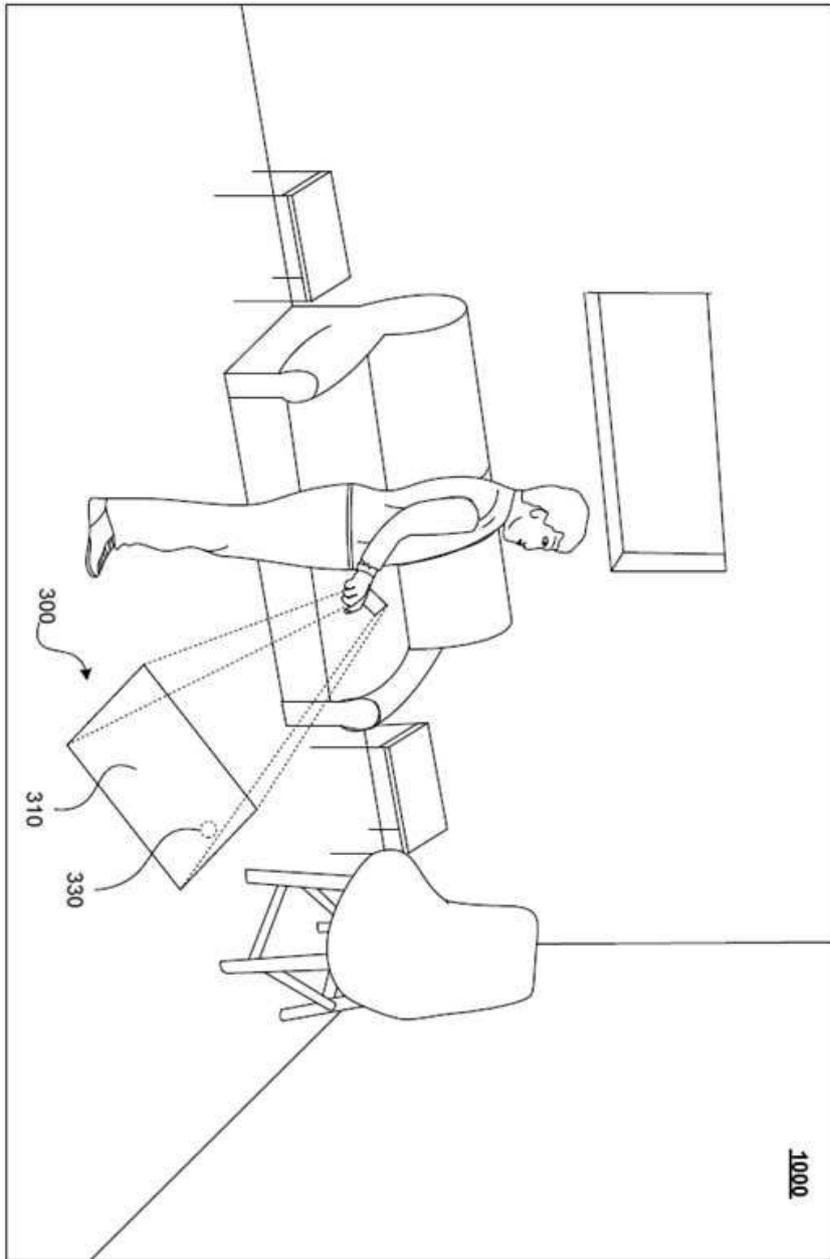
예시적인 구현은 다양한 수정 및 대안적 형태를 포함할 수 있지만, 이러한 구현은 도면에서 예로 도시되고 본 명세서에서 상세히 설명될 것이다. 그러나 예시적인 구현을 개시된 특정 형태로 제한하려는 의도가 없고, 반대로 예시적인 구현은 청구범위의 범위내에 있는 모든 수정, 등가물 및 대안을 포괄하는 것임을 이해해야 한다. 도면의 설명 전체에 걸쳐 유사한 번호는 유사한 엘리먼트를 지칭한다.

**도면**

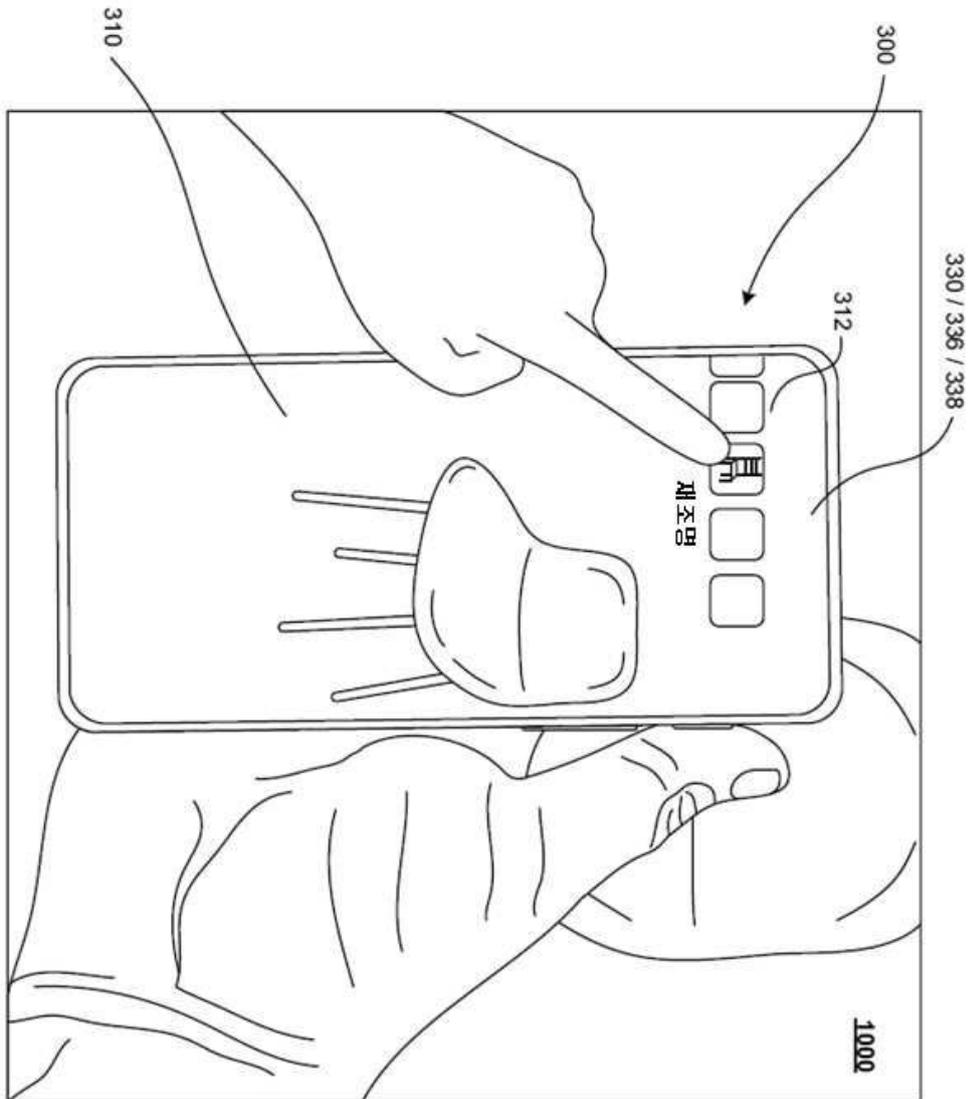
**도면1**



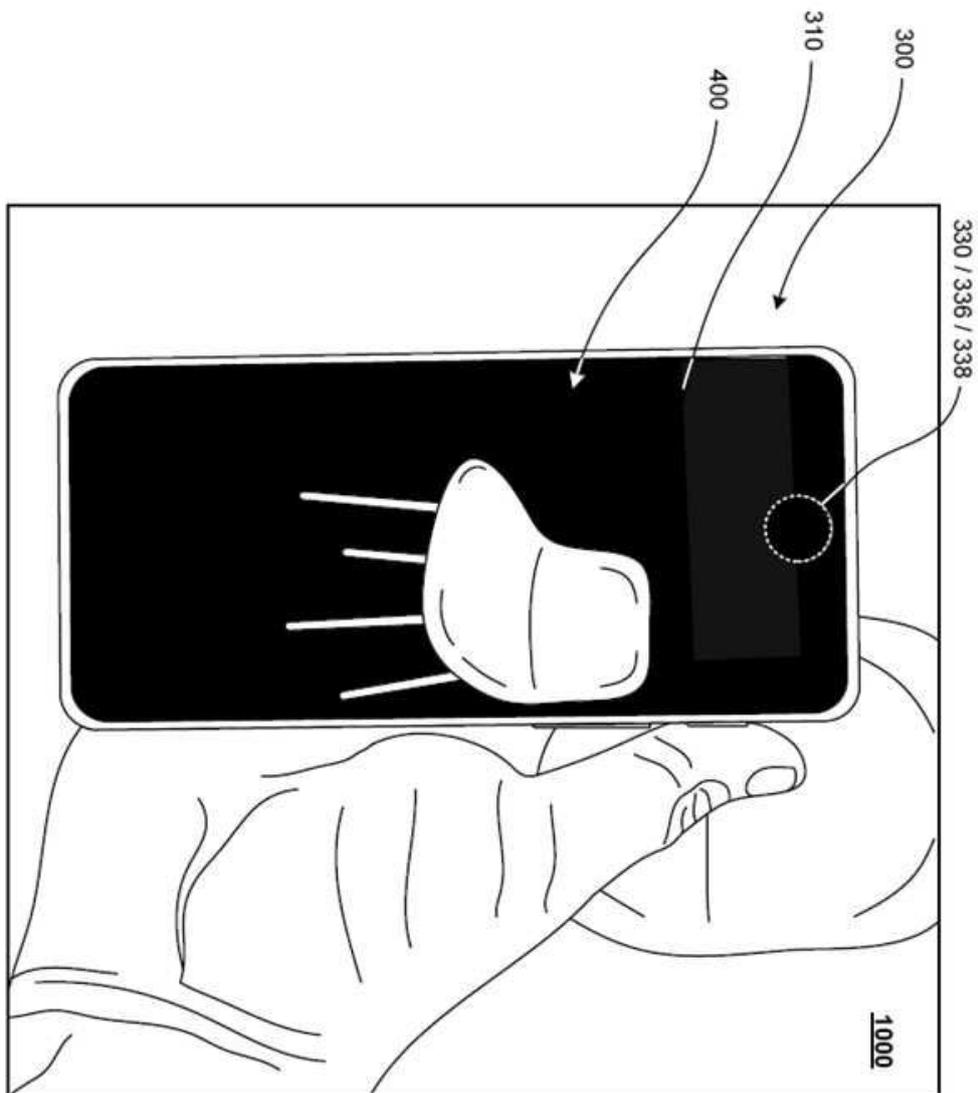
도면2



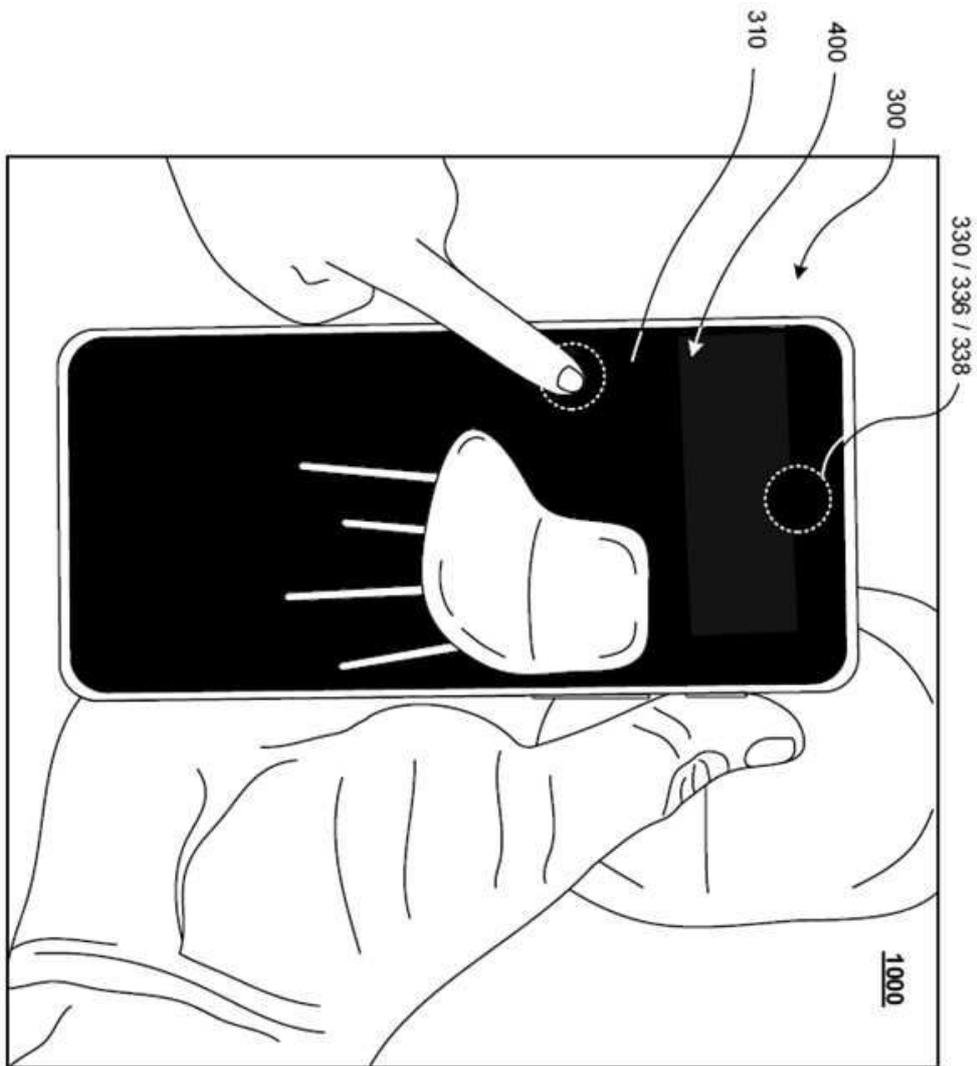
도면3a



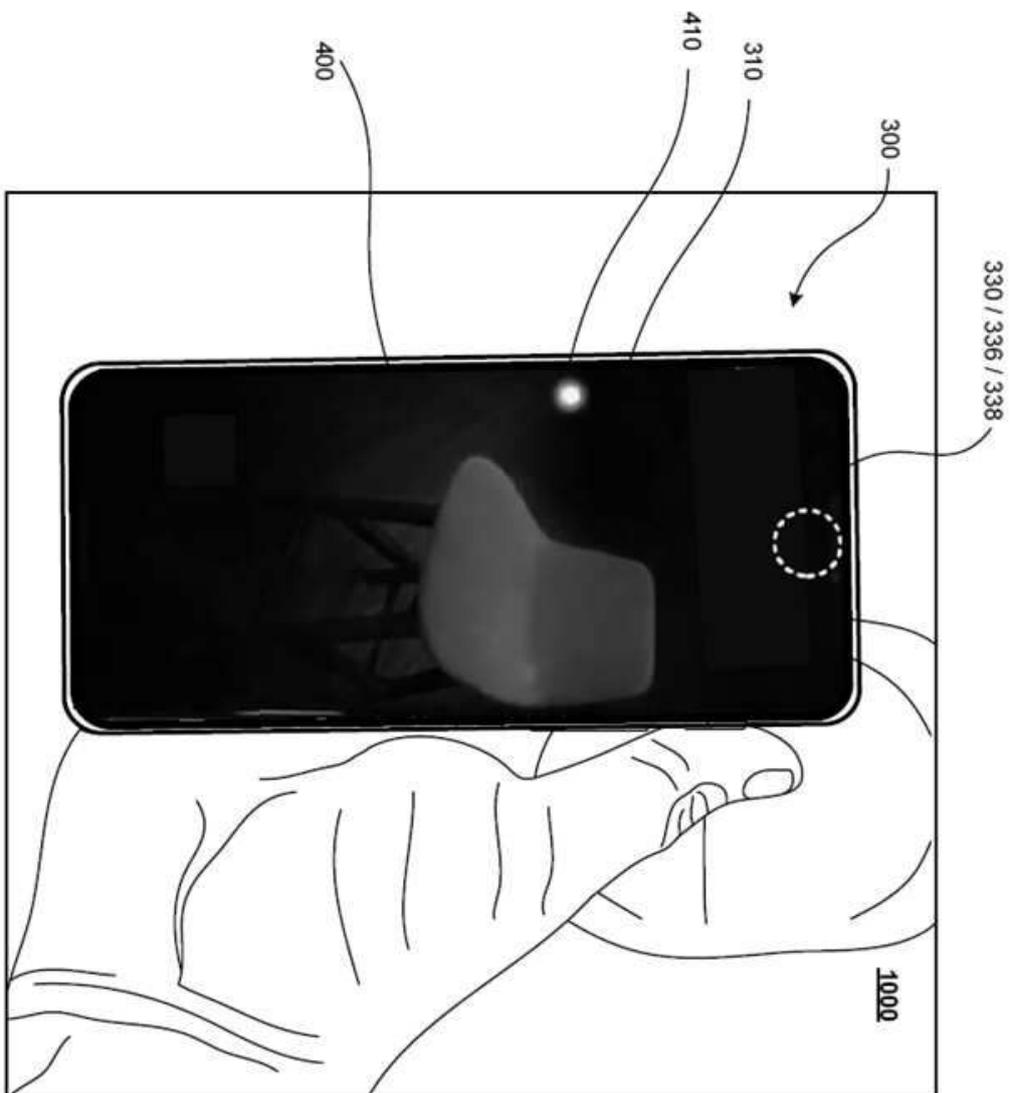
도면3b



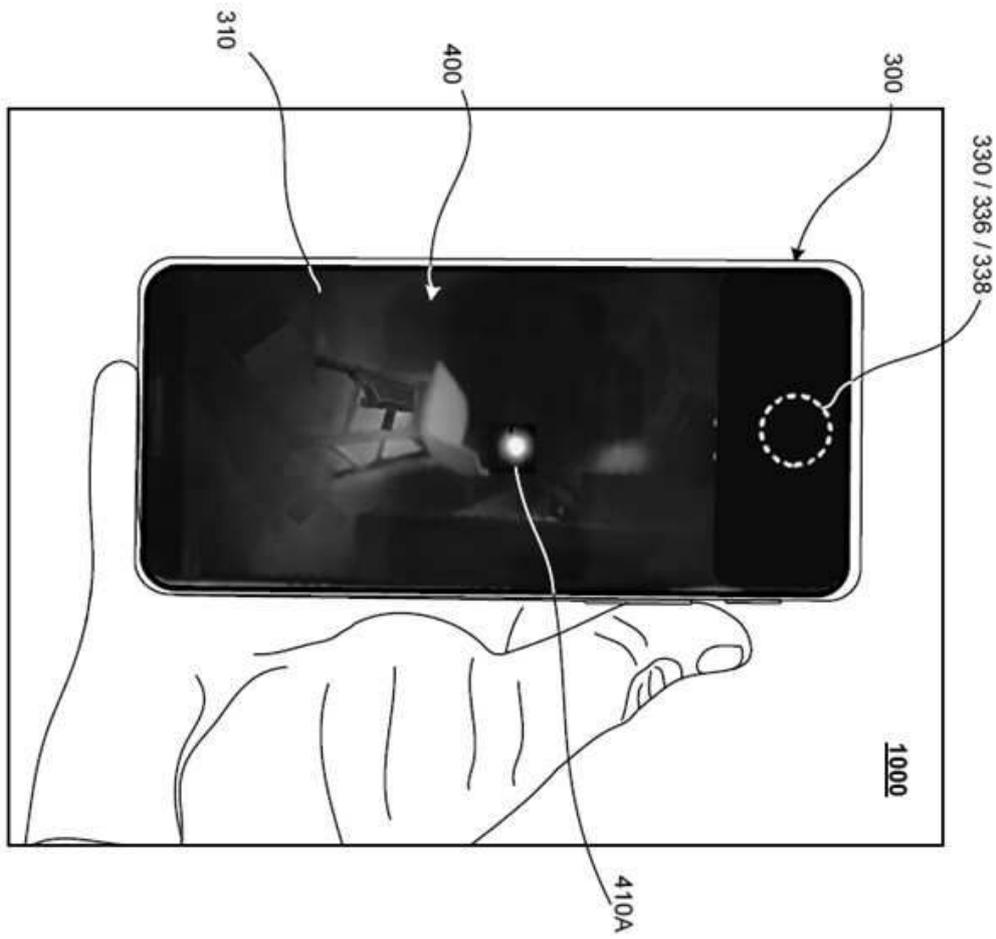
도면3c



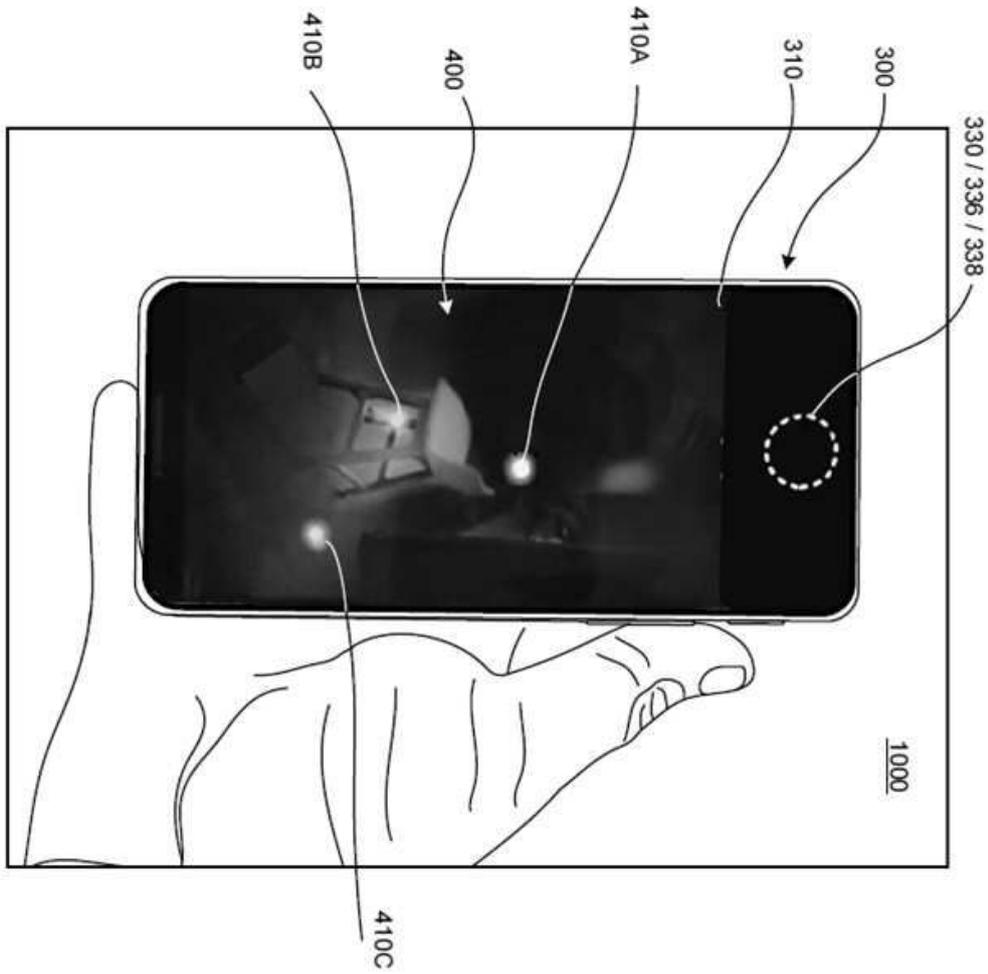
도면3d



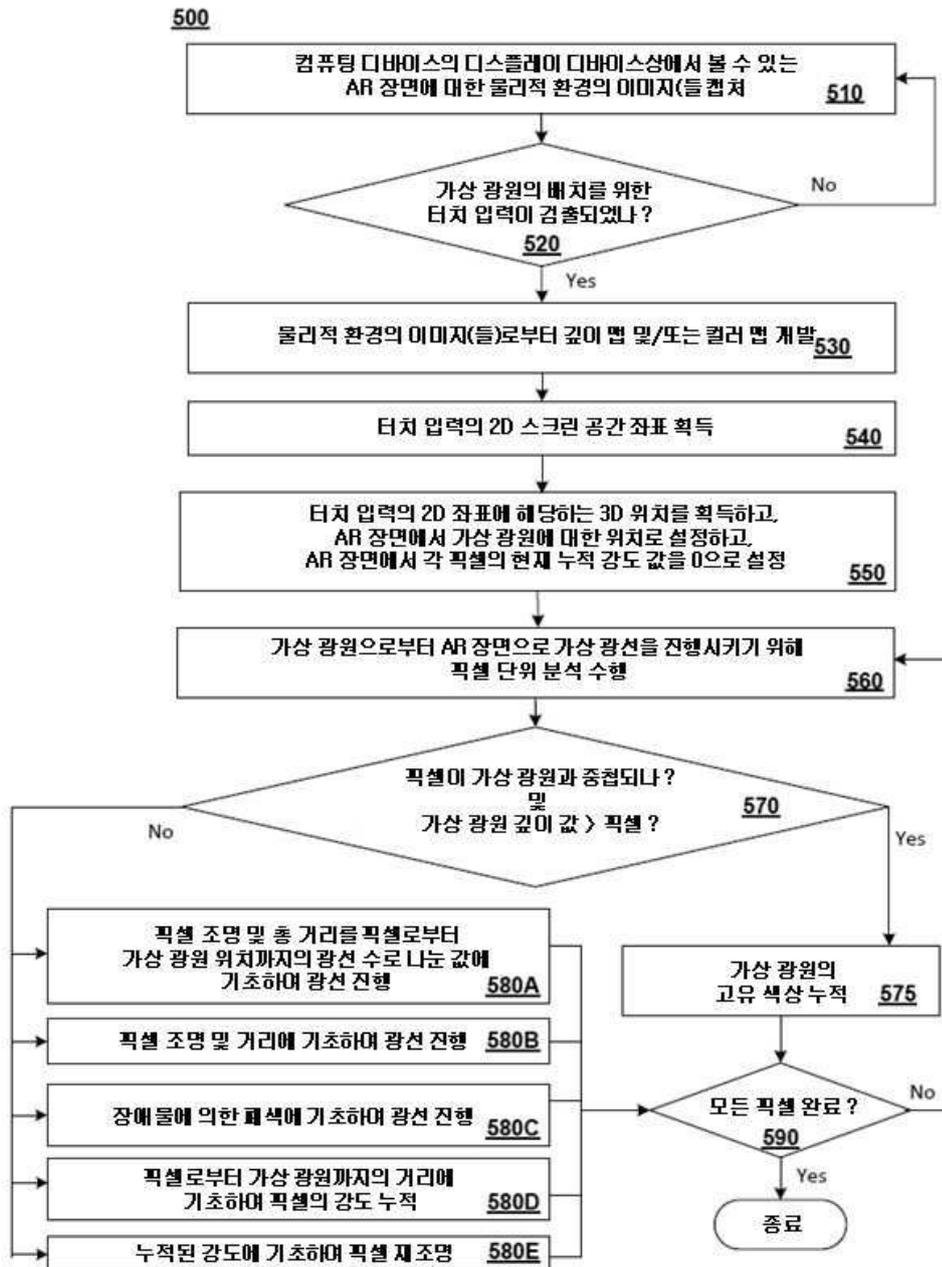
도면3e



도면3f

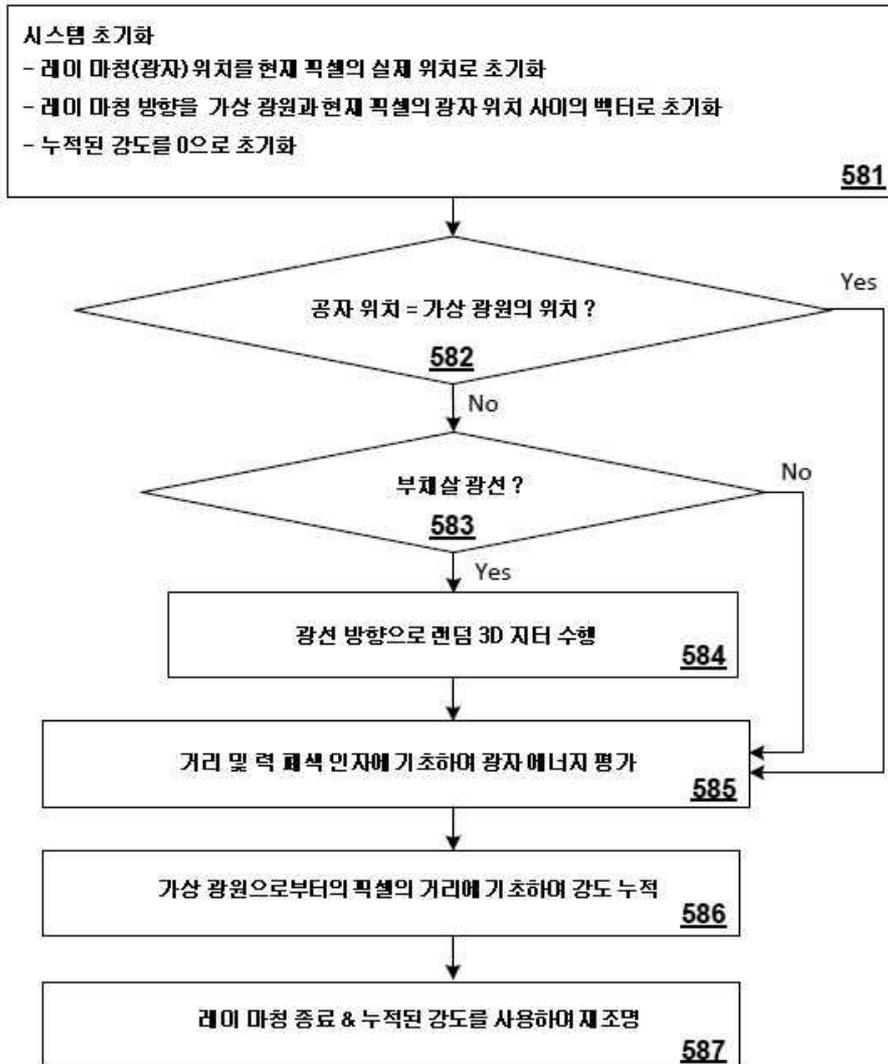


도면4



도면5

580

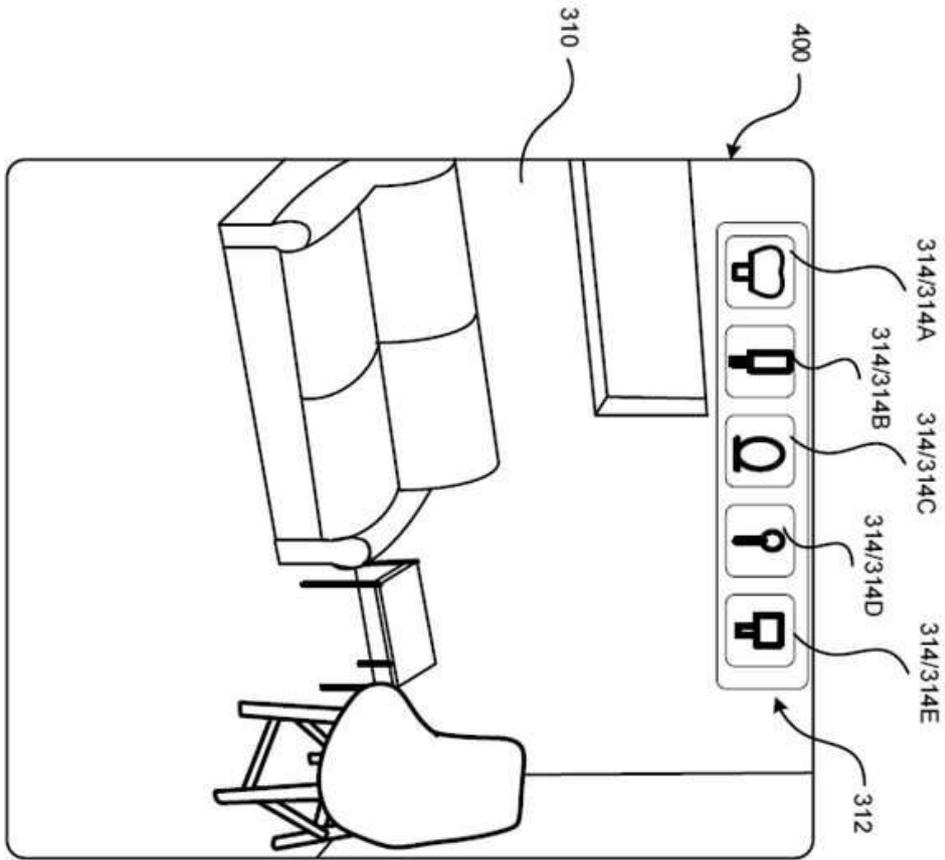


도면6

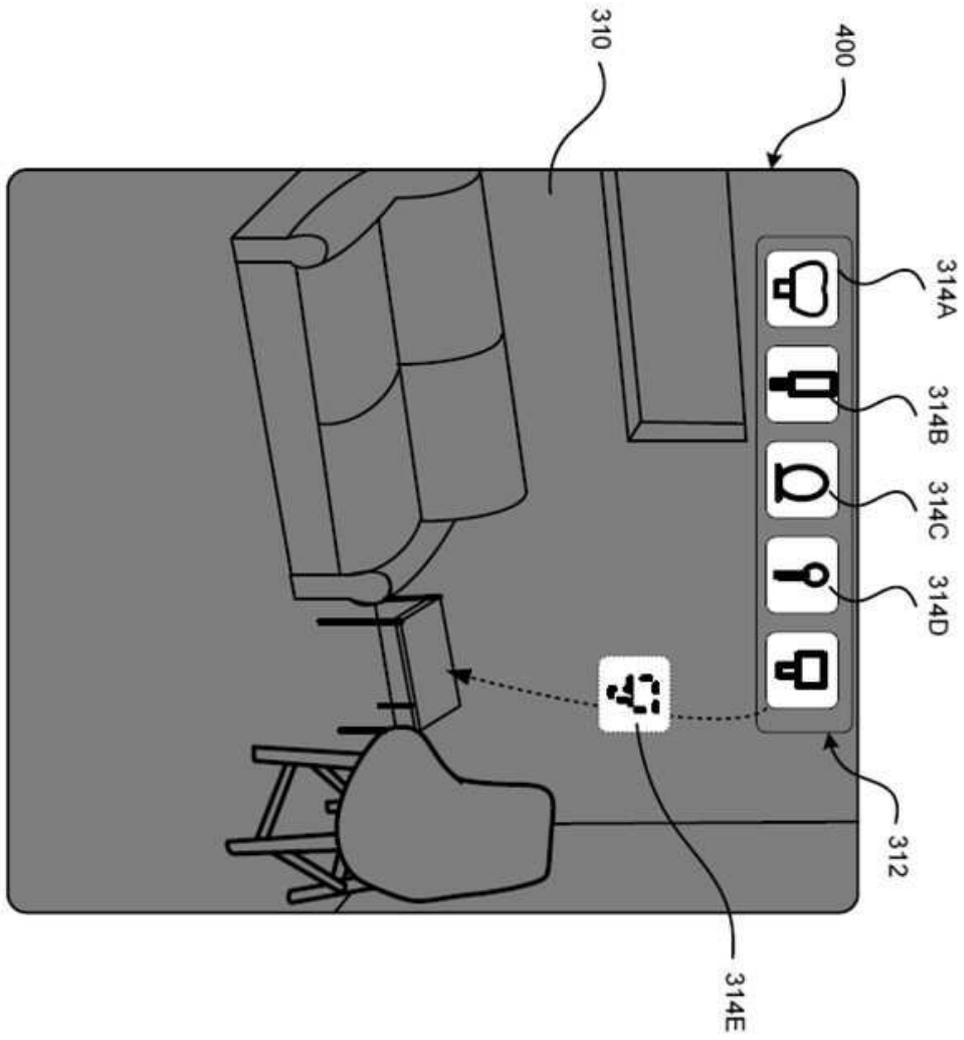
**Input** : A screen point  $\mathbf{p} \leftarrow (x, y)$  and focal length  $f$ .  
**Output** : The estimated normal vector  $\mathbf{n}$ .

- 1 Set the sample radius:  $r \leftarrow 2$  pixels.
- 2 Initialize the counts along two axes:  $c_X \leftarrow 0, c_Y \leftarrow 0$ .
- 3 Initialize the correlation along two axes:  $\rho_X \leftarrow 0, \rho_Y \leftarrow 0$ .
- 4 **for**  $\Delta x \in [-r, r]$  **do**
- 5     **for**  $\Delta y \in [-r, r]$  **do**
- 6         **Continue if**  $\Delta x = 0$  **and**  $\Delta y = 0$ .
- 7         Set neighbor's coordinates:  $\mathbf{q} \leftarrow [x + \Delta x, y + \Delta y]$ .
- 8         Set  $\mathbf{q}$ 's distance in depth:  $d_{\mathbf{p}\mathbf{q}} \leftarrow \|\mathbf{D}(\mathbf{p}), \mathbf{D}(\mathbf{q})\|$ .
- 9         **Continue if**  $d_{\mathbf{p}\mathbf{q}} = 0$ .
- 10        **if**  $\Delta x \neq 0$  **then**
- 11             $c_X \leftarrow c_X + 1$ .
- 12             $\rho_X \leftarrow \rho_X + d_{\mathbf{p}\mathbf{q}}/\Delta x$ .
- 13        **end**
- 14        **if**  $\Delta y \neq 0$  **then**
- 15             $c_Y \leftarrow c_Y + 1$ .
- 16             $\rho_Y \leftarrow \rho_Y + d_{\mathbf{p}\mathbf{q}}/\Delta y$ .
- 17        **end**
- 18     **end**
- 19 **end**
- 20 Set pixel size:  $\lambda \leftarrow \frac{\mathbf{D}(\mathbf{p})}{f}$ .
- 21 **return** the normal vector  $\mathbf{n}$ :  $\left(-\frac{\rho_Y}{\lambda c_Y}, -\frac{\rho_X}{\lambda c_X}, -1\right)$ .

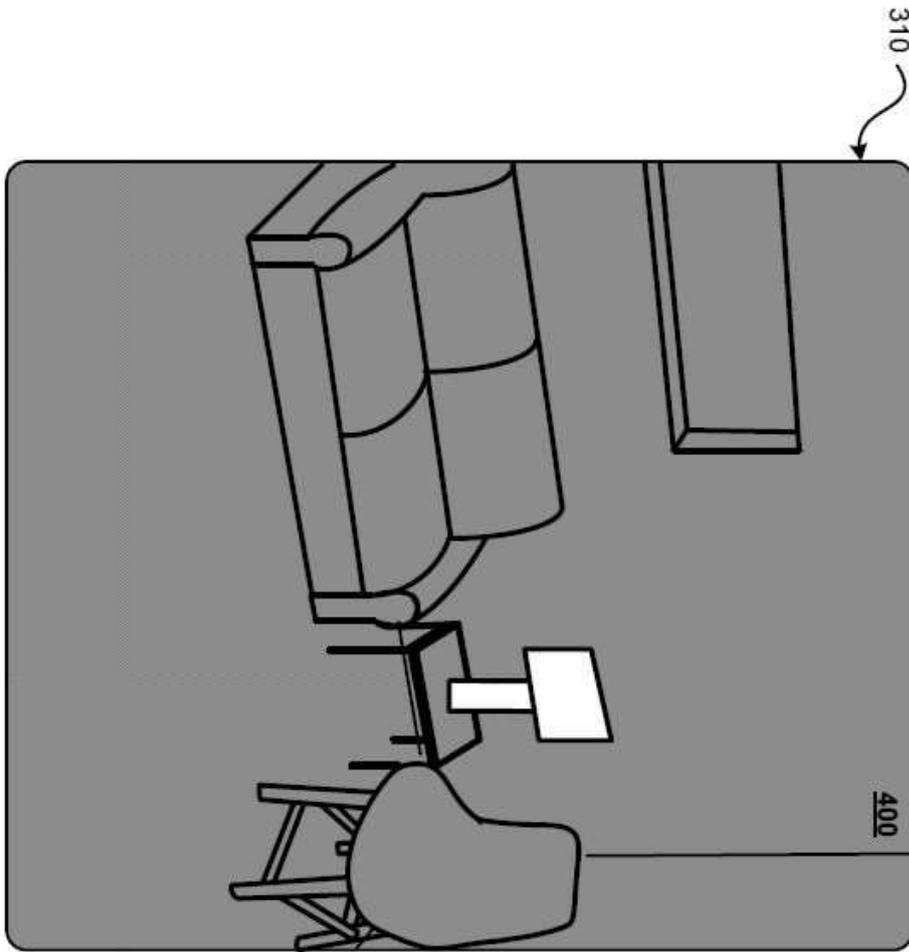
도면7a



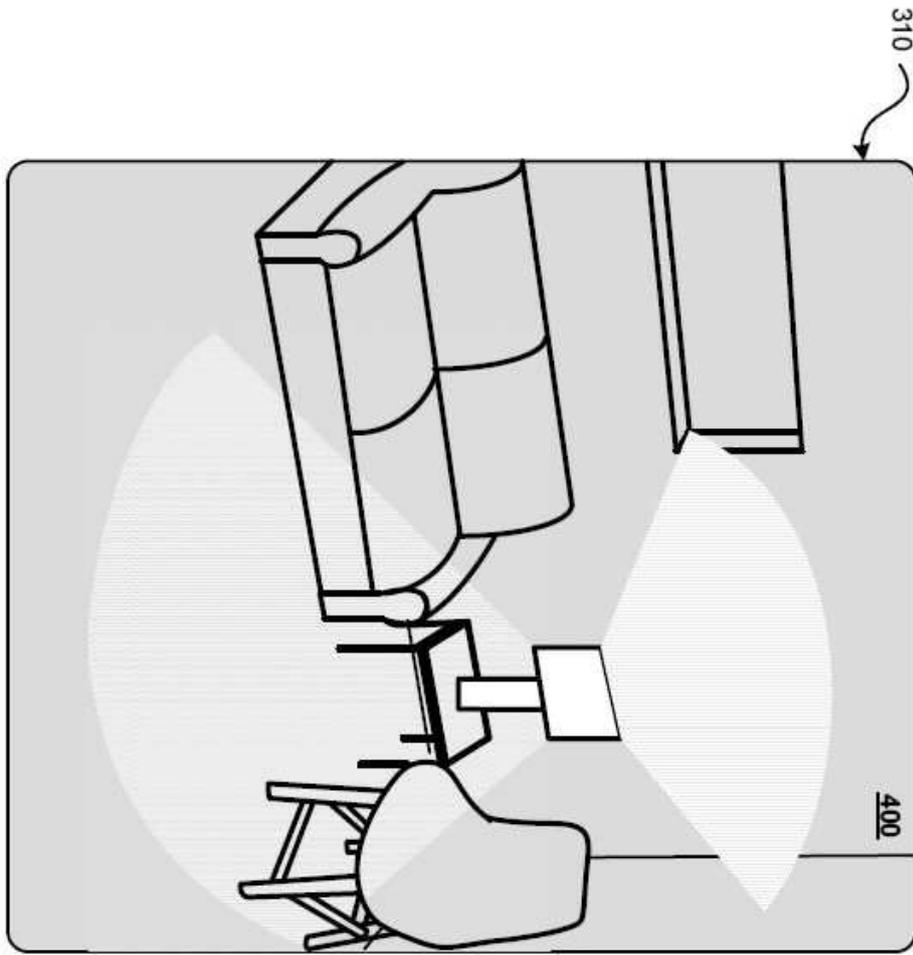
도면7b



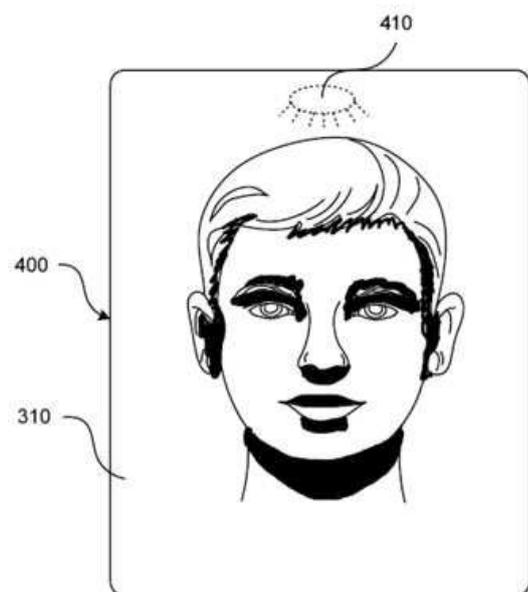
도면7c



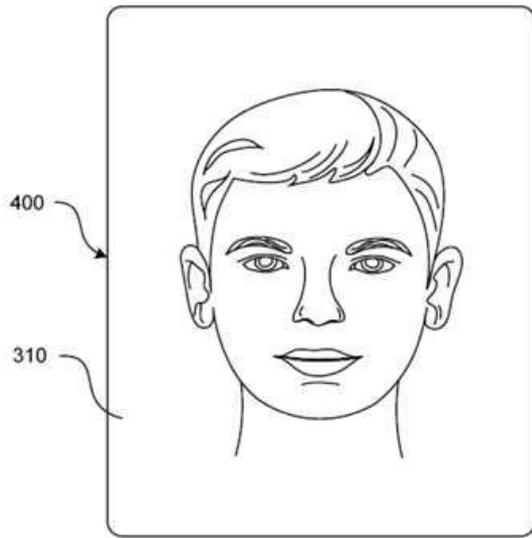
도면7d



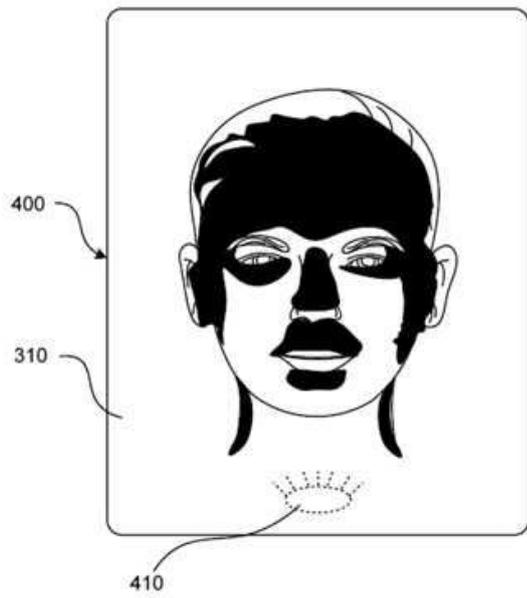
도면8a



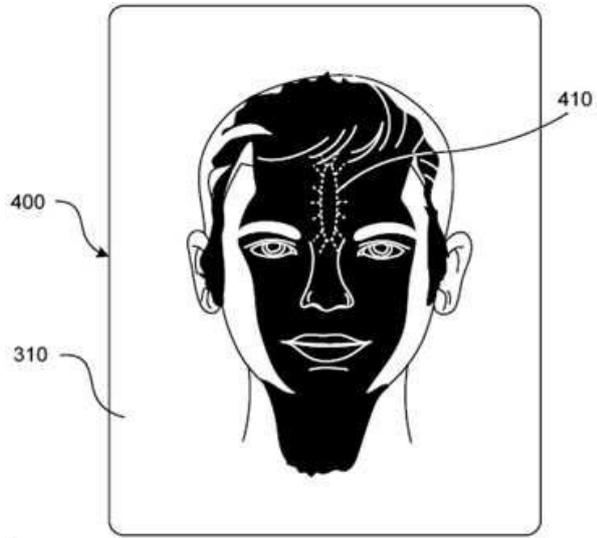
도면8b



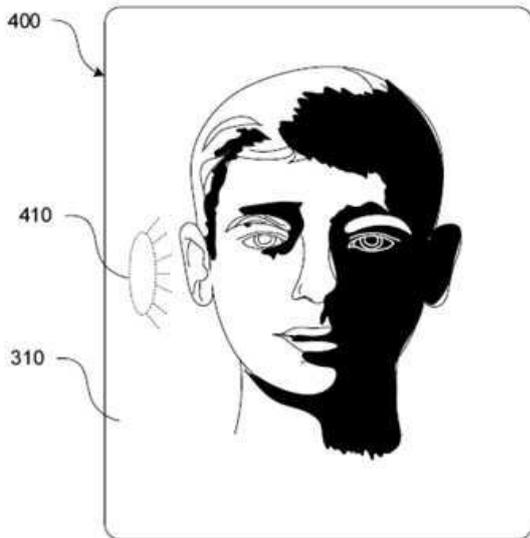
도면8c



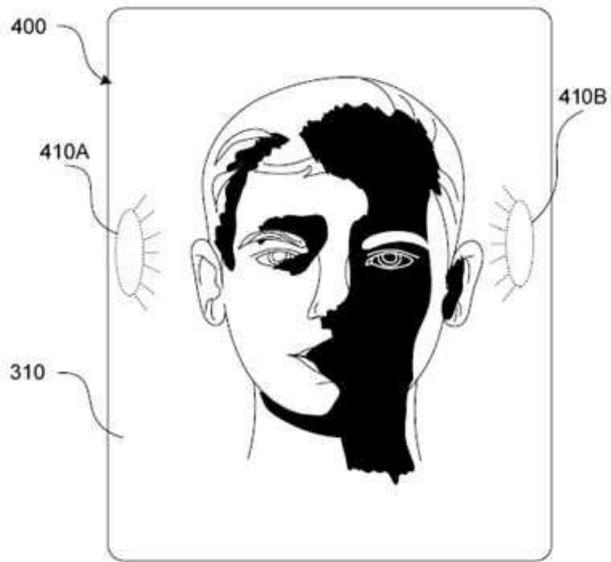
도면8d



도면8e



도면8f



도면9

