



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0146716
(43) 공개일자 2016년12월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/041 (2006.01) G06F 3/01 (2006.01)
G06F 3/0354 (2013.01) G06F 3/042 (2006.01)
G06T 7/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/0418 (2013.01)
G06F 3/017 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7029188
(22) 출원일자(국제) 2015년04월01일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2016년10월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/023920
(87) 국제공개번호 WO 2015/167742
국제공개일자 2015년11월05일
(30) 우선권주장
61/985,423 2014년04월28일 미국(US)
14/546,303 2014년11월18일 미국(US)

(71) 출원인
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
서, 혜정
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
와이워스, 존 마이클
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

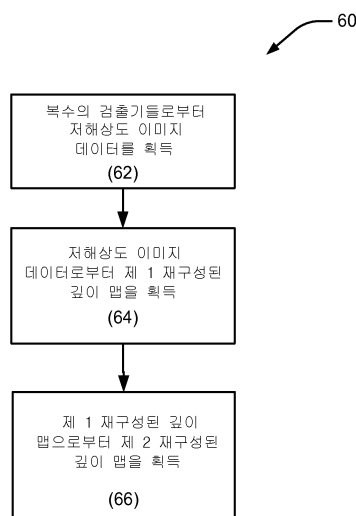
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 모바일 플랫폼에서의 공중 및 표면 다중-터치 검출

(57) 요약

전자 디바이스와 사용자 상호작용들을 인식하기 위한 시스템들, 방법들 및 장치가 제공된다. 시스템들, 방법들 및 장치의 구현들은 손가락 끝들 또는 다른 물체들의 표면 및 공중 제스처 인식 및 식별을 포함한다. 일부 구현들에서, 저해상도 이미지가 신호들로부터 생성될 수 있도록 하는, 검출 영역에서 또는 그 위에서 디바이스와 물체의 상호작용을 표시하는 신호들을 수신하도록 구성된 복수의 검출기들을 포함하는 디바이스가 제공된다. 디바이스는 신호들로부터 저해상도 이미지 데이터를 획득하고, 저해상도 이미지 데이터로부터 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하도록 구성된다. 제 1 재구성된 깊이 맵은 저해상도 이미지보다 더 높은 해상도를 가질 수 있다. 디바이스는 또한 제 1 재구성된 깊이 맵으로부터 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하도록 구성된다. 제 2 재구성된 깊이 맵은 개선된 경계들 및 물체 내의 더 적은 잡음을 제공할 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G06F 3/03545 (2013.01)

G06F 3/0421 (2013.01)

G06T 7/0051 (2013.01)

G06F 2203/04101 (2013.01)

G06F 2203/04108 (2013.01)

G06F 2203/04109 (2013.01)

(72) 발명자

마이탄, 야체크

미국 94041 캘리포니아 마운틴 뷰 모라가 드라이브
807

고우제브, 예브게니 페트로비치

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스
스 드라이브 5775

아리아인, 바벡

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스
스 드라이브 5775

쿠이, 시쿠안

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스
스 드라이브 5775

명세서

청구범위

청구항 1

장치로서,

검출 영역을 포함하는 전방 표면을 갖는 전자 디바이스의 사용자를 위한 인터페이스,

상기 검출 영역에서 또는 그 위에서 상기 디바이스와 물체의 상호작용(interaction)을 검출하고, 상기 상호작용을 표시하는 신호들을 출력하도록 구성된 복수의 검출기들 - 이미지는 상기 신호들로부터 생성될 수 있음 - , 및

프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는,

상기 신호들로부터 이미지 데이터를 획득하고,

제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위해 선형 회귀 모델(linear regression model)을 상기 이미지 데이터에 적용하고 - 상기 제 1 재구성된 깊이 맵은 상기 이미지보다 더 높은 해상도를 가짐 - , 그리고

제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위해 트레이닝된 비선형 회귀 모델(trained non-linear regression model)을 상기 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하도록 구성되는,

장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 장치는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 발광 소스들을 더 포함하고,

상기 복수의 검출기들은 광 검출기들이고, 상기 신호들은 상기 하나 이상의 발광 소스들로부터 방출된 광과 상기 물체의 상호작용을 표시하는,

장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 장치는 상기 인터페이스의 전방 표면에 실질적으로 평행하게 배치된 평면 광 가이드(planar light guide)를 더 포함하고, 상기 평면 광 가이드는,

하나 이상의 발광 소스들로부터 수신된 방출된 광을 반사함으로써, 상기 전방 표면에 직교하는 상당한 컴포넌트(substantial component)를 갖는 방향으로, 반사된 광을 출력하도록 구성된 제 1 광-터닝 배열(light-turning arrangement), 및

상기 상호작용으로부터 발생한 광을 상기 복수의 검출기들을 향해 재지향하는 제 2 광-터닝 배열을 포함하는,

장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 재구성된 깊이 맵은 상기 이미지의 해상도보다 적어도 3 배 더 큰 해상도를 갖는,

장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 재구성된 깊이 맵은 상기 제 1 재구성된 깊이 맵과 동일한 해상도를 갖는,
장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 제 2 재구성된 깊이 맵으로부터 사용자 제스처의 인스턴스(instance)를 인식하도록 구성되는,
장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 인터페이스는 대화형 디스플레이(interactive display)이고,

상기 프로세서는 상기 사용자 제스처에 응답하여 상기 대화형 디스플레이 및 상기 전자 디바이스 중 하나 또는 둘 모두를 제어하도록 구성되는,
장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 장치는 타임-오브-플라이트 깊이 카메라(time-of-flight depth camera)를 갖지 않는,
장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

이미지 데이터를 획득하는 것은 상기 이미지의 벡터화(vectorization)를 포함하는,
장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하는 것은 제 1 재구성된 깊이 맵 행렬을 획득하기 위해 학습된 가중 행렬(learned weight matrix)을 벡터화된 이미지 데이터를 적용하는 것을 포함하는,
장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

비선형 회귀 모델을 상기 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하는 것은 각각의 픽셀에 대한 깊이 맵 값을 결정하기 위해 상기 제 1 재구성된 깊이 맵의 각각의 픽셀에 대한 다중-픽셀 패치 특징(multi-pixel patch feature)을 추출하는 것을 포함하는,
장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 물체는 손인,

장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 손의 손가락 끝들(fingertips)의 위치들을 결정하기 위해 트레이닝된 분류 모델을 상기 제 2 재구성된 깊이 맵에 적용하도록 구성된,

장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 위치들은 병진(translation) 및 깊이 위치 정보를 포함하는,

장치.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 물체는 스타일러스(stylus)인,

장치.

청구항 16

장치로서,

검출 영역을 포함하는 전방 표면을 갖는 전자 디바이스의 사용자를 위한 인터페이스,

상기 검출 영역에서 또는 그 위에서 상기 디바이스와 물체의 상호작용을 표시하는 신호들을 수신하도록 구성된 복수의 검출기들 - 이미지는 상기 신호들로부터 생성될 수 있음 - , 및

프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는,

상기 신호들로부터 이미지 데이터를 획득하고,

상기 이미지 데이터로부터 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하고 - 상기 제 1 재구성된 깊이 맵은 상기 이미지보다 더 높은 해상도를 가짐 - , 그리고

제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위해 트레이닝된 비선형 회귀 모델을 상기 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하도록 구성되는,

장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 장치는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 발광 소스들을 더 포함하고,

상기 복수의 검출기들은 광 검출기들이고, 상기 신호들은 상기 하나 이상의 발광 소스들로부터 방출된 광과 상기 물체의 상호작용을 표시하는,

장치.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 장치는 상기 인터페이스의 전방 표면에 실질적으로 평행하게 배치된 평면 광 가이드를 더 포함하고, 상기 평면 광 가이드는,

하나 이상의 발광 소스들로부터 수신된 방출된 광을 반사함으로써, 상기 전방 표면에 직교하는 상당한 컴포넌트를 갖는 방향으로, 반사된 광을 출력하도록 구성된 제 1 광-터닝 배열, 및

상기 상호작용으로부터 발생한 광을 상기 복수의 검출기들을 향해 재지향하는 제 2 광-터닝 배열을 포함하는, 장치.

청구항 19

방법으로서,

검출 영역을 포함하는 전방 표면을 갖는 전자 디바이스의 프로세서에 의해, 상기 디바이스의 검출 영역의 주변을 따라 배열된 복수의 검출기들로부터 이미지 데이터를 획득하는 단계 - 상기 이미지 데이터는 상기 검출 영역에서 또는 그 위에서 상기 디바이스와 물체의 상호작용을 표시함 - ,

상기 디바이스의 프로세서에 의해, 상기 이미지 데이터로부터 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하는 단계 - 상기 제 1 재구성된 깊이 맵은 상기 이미지보다 더 높은 해상도를 가짐 - , 및

상기 디바이스의 프로세서에 의해, 상기 제 1 재구성된 깊이 맵으로부터 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위해 트레이닝된 비선형 회귀 모델을 상기 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하는 단계는 학습된 가중 행렬을 벡터화된 이미지 데이터에 적용하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 가중 행렬을 학습하는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 가중 행렬을 학습하는 단계는 다수의 물체 제스처들 및 위치들에 대한 이미지들 및 깊이 맵들의 쌍들의 트레이닝 세트 데이터를 획득하는 단계를 포함하고,

상기 깊이 맵들의 해상도는 상기 이미지들의 해상도보다 더 높은,

방법.

청구항 23

제 19 항에 있어서,

상기 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하는 단계는 비선형 회귀 모델을 상기 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 비선형 회귀 모델을 상기 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하는 단계는 각각의 픽셀에 대한 깊이 맵 값을 결

정하기 위해 상기 제 1 재구성된 깊이 맵의 각각의 픽셀에 대한 다중-픽셀 패치 특징을 추출하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 비선형 회귀 모델을 학습하는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 26

제 19 항에 있어서,

상기 제 2 재구성된 깊이 맵은 상기 이미지의 해상도보다 적어도 3 배 더 큰 해상도를 갖는,

방법.

청구항 27

제 19 항에 있어서,

상기 물체는 손인,

방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 손의 손가락 끝들의 위치들을 결정하기 위해 트레이닝된 분류 모델을 상기 제 2 재구성된 깊이 맵에 적용하는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 위치들은 병진 및 깊이 위치 정보를 포함하는,

방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2014년 4월 28일에 출원된 미국 가특허 출원 제 61/985,423 호 및 2014년 11월 18일에 출원된 미국 특허 출원 제 14/546,303 호에 대한 우선권의 이점을 주장하고, 상기 출원들은 모든 목적들에 대해 전체 내용이 인용에 의해 본원에 통합된다.

[0002] 본 개시는 일반적으로 디스플레이 디바이스들을 비롯하여 전자 디바이스들에서 사용하기에 적합한 입력 시스템들에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 개시는 표면 및 공중 제스처들 및 손가락 끝들을 인식할 수 있는 입력 시스템들에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] PCT(projected capacitive)는 높은 이미지 선명도(clarity) 및 입력 정확성을 갖는 모바일 디스플레이들에서 현재 가장 널리 사용되는 터치 기술이다. 그러나, PCT는 전력 소비, 응답 시간 및 생산비의 제한들로 인해 스케일링 업의 도전과제들을 갖는다. 또한, 이러한 기술은 일반적으로 시스템이 즉각 반응하게 하기 위해 스크린을 터치하도록 사용자에게 요구한다. 카메라-기반 제스처 인식 기술은, 스마트폰들 및 태블릿들을 위

한 터치 스크린들을 넘어서는 더 자연적인 사용자 인터페이스들을 생성하기 위한 노력들로 최근 몇 해에 발전하고 있다. 그러나, 제스처 인식 기술은 전력, 성능, 비용 및 빠른 응답, 인식 정확성 및 잡음에 관련한 강인성을 포함하는 유용성 도전과제들의 제약들로 인해 모바일 디바이스들에서 주류가 되지 않고 있다. 또한, 카메라들은 스크린 근처에서 데드 존들로 인해 제한된 시야를 갖는다. 결과적으로, 카메라-기반 제스처 인식 성능은 제스처들이 스크린에 더 가까워질 때 악화된다.

발명의 내용

- [0004] 본 발명의 시스템들, 방법들 및 디바이스들 각각은 몇몇의 혁신적인 양상들을 갖고, 그 양상들 중 어떠한 단일의 양상도 본원에 개시된 바람직한 특성들을 단독으로 담당하지 않는다.
- [0005] 본 개시에 설명된 요지의 하나의 혁신적인 양상은 장치에서 구현될 수 있고, 상기 장치는 전자 디바이스의 사용자를 위한 인터페이스 - 인터페이스는 검출 영역을 포함하는 전방 표면을 가진 - , 검출 영역에서 또는 그 위에서 디바이스와 물체의 상호작용(interaction)을 검출하고, 이미지가 신호들로부터 생성될 수 있도록 상호작용을 표시하는 신호들을 출력하도록 구성된 복수의 검출기들, 및 프로세서를 포함하고, 프로세서는 신호들로부터 이미지 데이터를 획득하고, 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위해 선형 회귀 모델(linear regression model)을 이미지 데이터에 적용하고, 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위해 트레이닝된 비선형 회귀 모델(trained non-linear regression model)을 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하도록 구성된다. 일부 구현들에서, 제 1 재구성된 깊이 맵은 이미지의 해상도보다 더 높은 해상도를 갖는다.
- [0006] 일부 구현들에서, 상기 장치는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 발광 소스들을 포함할 수 있다. 복수의 검출기들은, 신호들이 하나 이상의 발광 소스들로부터 방출된 광과 물체의 상호작용을 표시하도록 하는 광 검출기들일 수 있다. 일부 구현들에서, 상기 장치는 인터페이스의 전방 표면에 실질적으로 평행하게 배치된 평면 광 가이드(planar light guide)를 포함할 수 있고, 평면 광 가이드는, 하나 이상의 발광 소스들로부터 수신된 방출된 광을 반사함으로써, 전방 표면에 직교하는 상당한 컴포넌트(substantial component)를 갖는 방향으로, 반사된 광을 출력하도록 구성된 제 1 광-터닝 배열(light-turning arrangement), 및 상호작용으로부터 발생한 광을 복수의 검출기들을 향해 재지향하는 제 2 광-터닝 배열을 포함한다.
- [0007] 제 2 재구성된 깊이 맵은 이미지의 해상도보다 적어도 3 배 더 큰 해상도를 가질 수 있다. 일부 구현들에서, 제 2 재구성된 깊이 맵은 제 1 재구성된 깊이 맵과 동일한 해상도를 갖는다. 프로세서는 제 2 재구성된 깊이 맵으로부터 사용자 제스처의 인스턴스(instance)를 인식하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 인터페이스는 대화형 디스플레이(interactive display)이고, 프로세서는 사용자 제스처에 응답하여 대화형 디스플레이 및 전자 디바이스 중 하나 또는 둘 모두를 제어하도록 구성된다. 본원에 개시된 장치의 다양한 구현들은 타임-오브-플라이트 깊이 카메라(time-of-flight depth camera)를 포함하지 않는다.
- [0008] 일부 구현들에서, 이미지 데이터를 획득하는 것은 이미지의 벡터화(vectorization)를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하는 것은 제 1 재구성된 깊이 맵 행렬을 획득하기 위해 학습된 가중 행렬(learned weight matrix)을 벡터화된 이미지 데이터를 적용하는 것을 포함한다. 일부 구현들에서, 비선형 회귀 모델을 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하는 것은 각각의 픽셀에 대한 깊이 맵 값을 결정하기 위해 제 1 재구성된 깊이 맵의 각각의 픽셀에 대한 다중-픽셀 패치 특징(multi-pixel patch feature)을 추출하는 것을 포함한다.
- [0009] 일부 구현들에서, 물체는 손이다. 그러한 구현들에서, 프로세서는 손의 손가락 끝들(fingertips)의 위치들을 결정하기 위해 트레이닝된 분류 모델을 제 2 재구성된 깊이 맵에 적용하도록 구성될 수 있다. 위치들은 병진(translation) 및 깊이 위치 정보를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 물체는 스타일러스일 수 있다.
- [0010] 본 개시에 설명된 요지의 다른 혁신적인 양상은 장치에서 구현될 수 있고, 상기 장치는 검출 영역을 포함하는 전방 표면을 갖는 전자 디바이스의 사용자를 위한 인터페이스, 검출 영역에서 또는 그 위에서 디바이스와 물체의 상호작용을 표시하는 신호들을 수신하도록 구성된 복수의 검출기들 - 이미지는 신호들로부터 생성될 수 있음 - , 및 프로세서를 포함하고, 프로세서는 신호들로부터 이미지 데이터를 획득하고, 이미지 데이터로부터 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하고 - 제 1 재구성된 깊이 맵은 이미지보다 더 높은 해상도를 가짐 - , 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위해 트레이닝된 비선형 회귀 모델을 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하도록 구성된다.
- [0011] 본 개시에 설명된 요지의 다른 혁신적인 양상은 방법에서 구현될 수 있고, 상기 방법은 디바이스의 검출 영역의 주변을 따라 배열된 복수의 검출기들로부터 이미지 데이터를 획득하는 단계 - 이미지 데이터는 검출 영

역에서 또는 그 위에서 디바이스와 물체의 상호작용을 표시함 — , 이미지 데이터로부터 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하는 단계, 및 제 1 재구성된 깊이 맵으로부터 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하는 단계를 포함한다. 제 1 재구성된 깊이 맵은 복수의 검출기들로부터 획득된 이미지 데이터보다 더 높은 해상도를 가질 수 있다.

[0012] 일부 구현들에서, 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하는 단계는 학습된 가중 행렬을 벡터화된 이미지 데이터에 적용하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 가중 행렬을 학습하는 단계를 더 포함할 수 있다. 가중 행렬을 학습하는 단계는 다수의 물체 제스처들 및 위치들에 대한 고해상도 깊이 맵들 및 저해상도 이미지들의 쌍들의 트레이닝 세트 데이터를 획득하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하는 단계는 비선형 회귀 모델을 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 비선형 회귀 모델을 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하는 단계는 각각의 픽셀에 대한 깊이 맵 값을 결정하기 위해 제 1 재구성된 깊이 맵의 각각의 픽셀에 대한 다중-픽셀 패치 특징을 추출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 일부 구현들에서, 물체는 손일 수 있다. 상기 방법은 손의 손가락 끝들의 위치들을 결정하기 위해 트레이닝된 분류 모델을 제 2 재구성된 깊이 맵에 적용하는 단계를 더 포함할 수 있다. 그러한 위치들은 병진 및 깊이 위치 정보를 포함할 수 있다.

[0014] 본 명세서에 설명된 요지의 하나 이상의 구현들의 세부사항들은 첨부한 도면들 및 아래의 설명에서 기재된다. 다른 특성들, 양상들, 및 이점들은 설명, 도면들, 및 청구항들로부터 명백해질 것이다. 다음의 도면들의 상대적인 치수들이 축적에 맞게 도시되지는 않을 수 있음을 유의한다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 공중 및 표면 제스처 검출을 위해 구성된 모바일 전자 디바이스의 개략적인 예시의 예를 도시한다.

[0016] 도 2a-2d는 저해상도 이미지 데이터를 생성하도록 구성된 디바이스의 예의 다양한 뷰들을 도시한다.

[0017] 도 3은 저해상도 이미지 데이터를 생성하도록 구성된 디바이스의 예를 도시한다.

[0018] 도 4는 저해상도 이미지 데이터로부터 고해상도 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다.

[0019] 도 5는 저해상도 이미지 데이터로부터 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다.

[0020] 도 6은 제 1 재구성된 깊이 맵으로부터 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다.

[0021] 도 7은 디바이스의 표면으로부터 다양한 거리들(0 mm, 20 mm, 40 mm, 60 mm, 80 mm 및 100 mm)에서 3-손가락 제스처의 저해상도 이미지들의 예를 도시한다.

[0022] 도 8은 선형 회귀 모델을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다.

[0023] 도 9는 비선형 회귀 모델을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다.

[0024] 도 10은 재구성된 깊이 맵 및 다수의 픽셀 패치들의 개략적인 예시의 예를 도시한다.

[0025] 도 11은 저해상도 이미지 데이터로부터 손가락 끝 위치 정보를 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다.

[0026] 도 12는 손가락 끝 검출의 상이한 스테이지들로부터의 이미지들의 예를 도시한다.

[0027] 도 13은 비선형 분류 모델을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다.

[0028] 도 14는 구현에 따른 대화형 디스플레이를 갖는 전자 디바이스의 블록도의 예를 도시한다.

[0029] 다양한 도면들에서 동일한 참조 번호들 및 지정들은 동일한 엘리먼트들을 표시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 후속하는 설명은 본 발명의 혁신적인 양상들을 기술하는 목적들을 위한 특정한 구현들에 관한 것이다. 그러나, 당업자는 본원의 교시가 복수의 상이한 방식으로 적용될 수 있다는 것을 용이하게 인식할 것이다. 기

술된 구현들은 (디스플레이에 대한 터치 입력 이외의 목적들로 터치 입력을 사용하는 디바이스를 포함하여) 터치 입력 인터페이스를 사용하는 임의의 디바이스, 장치 또는 시스템에서 구현될 수 있다. 또한, 설명된 구현들이 다양한 전자 디바이스들에 포함되거나 또는 이들과 연관될 수 있는데, 다양한 전자 디바이스들은 가령, 모바일 전화기들, 멀티미디어 인터넷 인에이블 셀룰러 전화기들, 모바일 텔레비전 수신기들, 무선 디바이스들, 스마트폰들, 블루투스® 디바이스들, 개인용 휴대정보 단말기들(PDA들), 무선 전자 메일 수신기들, 핸드-헬드 또는 휴대용 컴퓨터들, 넷북들, 노트북들, 스마트북들, 태블릿들, 프린터들, 복사기들, 스캐너들, 팩시밀리 디바이스들, GPS(global positioning system) 수신기들/네비게이터들, 카메라들, 디지털 미디어 플레이어들(가령, MP3 플레이어들), 캠코더들, 게임 콘솔들, 손목 시계들, 클록들, 계산기들, 텔레비전 모니터들, 평판 패널 디스플레이들, 전자 리딩 디바이스들(즉, e-리더기들), 컴퓨터 모니터들, 자동차 디스플레이들(오도미터(odometer) 및 속도계 디스플레이들 등을 포함함), 콕핏(cockpit) 제어들 및/또는 디스플레이들, 카메라 뷰 디스플레이들(가령, 차량의 후방 뷰 카메라의 디스플레이), 전자 포토그래프들, 전자 빌보드들 또는 표지판들(signs), 프로젝터들, 건축 구조들, 전자레인지들(microwaves), 냉장고들, 스테레오 시스템들, 카세트 리코더들 또는 플레이어들, DVD 플레이어들, CD 플레이어들, VCR들, 라디오들, 휴대용 메모리 칩들, 세척기들, 건조기들, 세척기/건조기들, 주차요금 계산기들(parking meters) 및 장식(aesthetic) 구조들(가령, 한 조각의 보석류 또는 의류 상의 이미지들의 디스플레이)이지만, 이에 한정되는 것은 아니라는 것이 고찰된다. 따라서, 본 교시들은 도면들 내에 단독으로 도시된 구현들로만 한정되도록 의도되지 않고, 그 대신에 당업자에게 용이하게 명백해질 바와 같이 넓은 적용 가능성을 가진다.

[0017] [0031] 본원에 설명된 구현들은 디바이스의 인터페이스에서 또는 그 위에서 물체들을 감지하도록 구성된, 터치 입력 디바이스와 같은 장치들에 관한 것이다. 상기 장치는 검출 영역에서 또는 그 위에서 디바이스와 물체의 상호작용을 검출하고 상호작용을 표시하는 신호들을 출력하도록 구성된 검출기들을 포함한다. 상기 장치들은 신호들로부터 저해상도 이미지 데이터를 획득하고, 저해상도 이미지 데이터로부터 정확한 고해상도 재구성된 깊이 맵을 획득하도록 구성된 프로세서를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 손가락 끝과 같은 물체들이 식별될 수 있다. 프로세서는 또한 고해상도 깊이 맵들 및 물체 식별로부터 사용자 제스처들의 인스턴스들을 인식하도록 구성될 수 있다.

[0018] [0032] 본 개시에 설명된 요지의 특정 구현들은 다음의 잠재적인 이점들 중 하나 이상을 실현하도록 구현될 수 있다. 일부 구현들에서, 사용자 상호작용들의 깊이 맵 정보는 부피가 크고 비싼 하드웨어를 디바이스에 통합하지 않고서 전자 디바이스에 의해 획득될 수 있다. 높은 정확성을 갖는 깊이 맵들이 생성되어, 다수의 손가락 끝 검출 및 제스처 인식을 가능하게 할 수 있다. 정확한 손가락 끝 또는 다른 물체 검출은 낮은 전력 소비를 통해 수행될 수 있다. 일부 구현들에서, 상기 장치들은 대안적인 제스처 인식 기술들에 대해 액세스 불가능한 영역들을 비롯하여 검출 영역의 임의의 부분에서 또는 그 위에서 손가락 끝들 또는 제스처들을 검출할 수 있다. 예를 들면, 상기 장치들은 카메라들의 원뿔 모양의 뷰로 인한 카메라-기반 제스처 인식 기술들에 대한 데드 존들인 영역들에서 제스처들을 검출할 수 있다. 또한, 본 개시에 설명된 요지의 구현들은 전자 디바이스의 표면에서만 아니라 전자 디바이스 위에서 손가락 끝들 또는 제스처들을 검출할 수 있다.

[0019] [0033] 도 1은 공중 및 표면 제스처 검출을 위해 구성된 모바일 전자 디바이스의 개략적인 예시의 예를 도시한다. 모바일 전자 디바이스(1)는 검출 영역(3)을 포함하는 제 1 표면(2)을 포함한다. 도 1의 예에서, 검출 영역(3)은 모바일 전자 디바이스(1)의 대화형 디스플레이이다. 프로세서(미도시)는 사용자 입력들에 적어도 부분적으로 응답하여 대화형 디스플레이의 출력을 제어하도록 구성될 수 있다. 사용자 입력들 중 적어도 일부는 손 또는 손가락, 핸드헬드 물체의 스타일러스 등과 같이 사용자의 부속물(appendage)의 전체 모션을 포함하는 제스처들에 의해 이루어질 수 있다. 도 1의 예에서, 손(7)이 도시된다.

[0020] [0034] 모바일 전자 디바이스(1)는 표면(터치) 및 공중(비접촉) 양자의 제스처 인식을 위해 구성될 수 있다. 도 1의 예에서 영역(5)(부피를 나타냄)은 제스처들을 인식하도록 구성된 모바일 전자 디바이스(1)의 제 1 표면(2) 위에서 z-방향으로 일정 거리를 연장시킨다. 영역(5)은 카메라-기반 제스처 인식에 대한 데드 존인 영역(6)을 포함한다. 따라서, 모바일 전자 디바이스(1)는 현재 카메라-기반 제스처 인식 시스템들이 제스처들을 인식하지 않는 영역(6)에서 제스처들을 인식할 수 있다. 손 또는 다른 물체의 형상 및 깊이 정보는 제스처들을 인식하기 위해 표현 어휘(expression vocabulary)와 비교될 수 있다.

[0021] [0035] 본원에 설명된 장치 및 방법들은, 예를 들면, 채용된 센서 시스템에 의존하여 그리고 인식 또는 추적되는 특징에 의존하여 (예를 들면, 모바일 전자 디바이스의 대화형 디스플레이의) 표면으로부터 최대 약 20-40 cm 또는 심지어 그보다 더 큰 z-방향 인식 거리 또는 깊이를 가질 수 있다. 예를 들면, 손가락 끝 검출 및 (손가락 끝-기반 제스처들에 대한) 추적에서, 최대 약 10-15 cm 또는 심지어 그보다 더 큰 z-방향 인식 거리들 또는

깊이들이 가능하다. 예를 들면, 손-스와이프 제스처에 대한 전체 손바닥 또는 손의 검출 및 추적에 대해, 최대 30 cm 또는 심지어 그보다 더 큰 z-방향 인식 거리들 또는 깊이들이 가능하다. 도 1을 참조하여 앞서 설명된 바와 같이, 장치 및 방법들은 0 cm(표면에서)로부터 인식 거리까지 디바이스 위에서 전체 볼륨의 임의의 물체를 인식할 수 있다.

[0022] [0036] 그러나, 장치 및 방법들이, 예를 들면, PCT 시스템들을 비롯하여, 임의의 z-방향 능력들을 갖는 센서 시스템들에서 채용될 수 있다는 것이 주목되어야 한다. 또한, 구현들은 표면-전용 센서 시스템들에서 채용될 수 있다.

[0023] [0037] 본원에 개시된 장치 및 방법들은 저해상도 이미지 데이터터를 사용한다. 저해상도 이미지 데이터터는 임의의 특정 센서 데이터터로 제한되지 않지만, 포토다이오드들, 포토트랜지스터들, CCD(charge coupled device) 어레이들, CMOS(complementary metal oxide semiconductor) 어레이 또는 검출된 가시선, 적외선(IR) 및/또는 자외선(UV) 광의 특성을 나타내는 신호를 출력하도록 동작 가능한 임의의 적절한 디바이스들로부터 생성된 이미지 데이터터를 포함할 수 있다. 또한, 저해상도 이미지 데이터터는 일부 구현들에서 커패시턴스 감지 메커니즘들을 비롯하여 비-광 센서들로부터 생성될 수 있다. 일부 구현들에서, 센서 시스템은 검출 영역의 하나 이상의 예지들을 따른 센서들을 갖는 평면 검출 영역을 포함한다. 그러한 시스템들의 예들이 도 2a-2d 및 3에 관련하여 아래에 설명된다.

[0024] [0038] 깊이 맵들을 재구성될 수 있는 저해상도 이미지 데이터터는 깊이 맵 이미지 데이터터가 아니라는 것이 주목되어야 한다. 일부 깊이 정보가 데이터터에서 암시적일 수 있지만(예를 들면, 신호 강도가 표면으로부터의 거리와 상관될 수 있음), 저해상도 이미지 데이터터는 거리 정보 자체를 포함하지는 않는다. 이로써, 본원에 개시된 방법들은, 깊이 맵 데이터(예를 들면, 단안(monocular) 이미지로부터 생성된 초기 깊이 맵)가 양방향 필터링(bilateral filtering)과 같은 기술들을 사용하여 개선되는 다양한 방법들과 별개이다. 또한, 일부 구현들에서, 저해상도 이미지 데이터터의 해상도는, 양방향 필터링 기술이 사용할 수 있는 것보다 상당히 더 낮을 수 있다. 그러한 기술은, 예를 들면, 적어도 100 x 100의 해상도를 갖는 이미지를 채용할 수 있다. 본원에 개시된 방법들 및 장치가 100 x 100 또는 그보다 더 높은 해상도 이미지로부터 재구성된 깊이 맵을 획득하도록 구현될 수 있지만, 일부 구현들에서, 본원에 설명된 장치 및 방법들에서 사용되는 저해상도 이미지 데이터터는 50 x 50 미만 또는 심지어 30 x 30 미만일 수 있다.

[0025] [0039] 획득된 이미지의 해상도는 디바이스의 크기 및 종횡비에 의존할 수 있다. 예를 들면, 약 1.8의 종횡비를 갖는 디바이스에서, 저해상도 이미지의 해상도는 일부 구현들에서 100 x 100 미만, 100 x 55 미만, 60 x 33 미만 또는 40 x 22 미만일 수 있다.

[0026] [0040] 해상도는 또한 피치, 즉, 픽셀들 사이의 중심 대 중심 거리에 관련하여 특징화될 수 있고, 더 큰 피치는 더 작은 해상도에 대응한다. 예를 들면, 111 mm x 51 mm의 치수들을 갖는 모바일 폰과 같은 디바이스에 대해, 3 mm의 피치는 37 x 17의 해상도에 대응한다. 적절한 피치는 인식될 물체의 크기에 기초하여 선택될 수 있다. 예를 들면, 손가락 인식에서, 5 mm의 피치가 적절할 수 있다. 3 mm, 1 mm, 0.5 mm 또는 그 미만의 피치는, 예를 들면, 스타일러스의 검출을 위해 적절할 수 있다.

[0027] [0041] 본원에 개시된 방법들 및 장치가 앞서 설명된 것보다 더 높은 해상도들 및 더 작은 피치들을 갖는 저해상도 데이터터를 사용하여 구현될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들면, 더 큰 스크린들을 갖는 디바이스들은 200 x 200 또는 그 초과 해상도들을 가질 수 있다. 임의의 해상도 또는 피치에 대해, 본원에 개시된 방법들 및 장치는 더 높은 해상도 재구성된 깊이 맵들을 획득하도록 구현될 수 있다.

[0028] [0042] 도 2a-2d는 저해상도 이미지 데이터터를 생성하도록 구성된 디바이스의 예를 도시한다. 도 2a 및 도 2b는 구현에 따른 광 가이드(35), 발광 소스(31) 및 광 센서들(33)을 포함하는 배열(30)의 정면도 및 사시도를 각각 도시한다. 광 가이드(35)의 측면 또는 예지의 일부분을 따라서만 예시되지만, 소스가 광 가이드(35)의 예지를 따라 배치된 발광 소스들(31)의 어레이를 포함할 수 있다는 것이 이해된다. 도 2c는 도 2b의 C-C에 평행하는 라인으로부터 보이는 광 가이드의 단면의 예를 도시하고, 도 2d는 도 2b의 D-D에 평행하는 라인으로부터 보이는 광 가이드의 단면의 예를 도시한다. 도 2a 및 2b를 참조하면, 광 가이드(35)는 대화형 디스플레이(12)의 전방 표면 위에 배치되고 실질적으로 이에 평행할 수 있다. 예시된 구현에서, 광 가이드(35)의 둘레는 대화형 디스플레이(12)의 둘레와 실질적으로 같은 공간을 차지한다. 다양한 구현들에 따라, 광 가이드(35)의 둘레는 대화형 디스플레이(12)의 둘레와 동일한 공간을 차지하거나 그보다 더 크고 완전히 둘러쌀 수 있다. 발광 소스(31) 및 광 센서들(33)은 광 가이드(35)의 주변에 근접하게 그리고 외부에 배치될 수 있다. 발광 소스(31)는 광 가이드(35)의 입력과 광학적으로 커플링될 수 있고, 대화형 디스플레이(12)의 전방 표면과 평행하는 상당한 컴포

넌트를 갖는 방향으로 광 가이드(35)를 향해 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 다른 구현들에서, 복수의 발광 소스들(31)은 광 가이드(35)의 에지를 따라 배치되고, 이들 각각은 짧은 듀레이션 동안에 광 가이드에서 열형(column-like) 또는 행형(row-like) 영역을 순차적으로 조명한다. 광 센서들(33)은 광 가이드(35)의 출력과 광학적으로 커플링될 수 있고, 대화형 디스플레이(12)의 전방 표면과 평행하는 상당한 컴포넌트를 갖는 방향으로 광 가이드(35)로부터 광 출력을 검출하도록 구성될 수 있다.

[0029] [0043] 예시된 구현에서, 2 개의 광 센서들(33)이 제공되지만, 다른 구현들에서, 도 3을 참조하여 아래에 추가로 논의되는 바와 같이 더 많은 광 센서들이 제공될 수 있다. 광 센서들(33)은 포토다이오드들, 포토트랜지스터들, CCD(charge coupled device) 어레이들, CMOS(complementary metal oxide semiconductor) 어레이 또는 검출된 가시선, 적외선(IR) 및/또는 자외선(UV) 광의 특성을 나타내는 신호를 출력하도록 동작 가능한 임의의 적절한 디바이스들과 같은 감광성 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 광 센서들(33)은 검출된 광의 하나 이상의 특성들을 나타내는 신호들을 출력할 수 있다. 예를 들면, 특성들은 강도, 방향성, 주파수, 진폭, 진폭 변조 및/또는 다른 속성들을 포함할 수 있다.

[0030] [0044] 예시된 구현에서, 광 센서들(33)은 광 가이드(35)의 주변에 배치된다. 그러나, 대안적인 구성들은 본 개시의 고차 내에 있다. 예를 들면, 광 센서들(33)은 광 가이드(35)보다 원격에 있을 수 있고, 이 경우에 광 센서들(33)에 의해 검출된 광은, 예를 들면, 하나 이상의 광섬유들과 같은 부가적인 광학 엘리먼트들에 의해 광 가이드(35)로부터 송신될 수 있다.

[0031] [0045] 구현에서, 발광 소스(31)는 주로 적외선 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 발광 다이오드들(LED)일 수 있다. 그러나, 임의의 타입의 광원이 사용될 수 있다. 예를 들면, 발광 소스(31)는 하나 이상의 OLED들(organic light emitting devices), 레이저들(예를 들면, 다이오드 레이저들 또는 다른 레이저 소스들), 핫 또는 콜드 캐소드 형광 램프들, 백열 또는 할로겐 광 소스들을 포함할 수 있다. 예시된 구현에서, 발광 소스(31)는 광 가이드(35) 주변에 배치된다. 그러나, 대안적인 구성들은 본 개시의 고차 내에 있다. 예를 들면, 발광 소스(31)는 광 가이드(35)로부터 원격에 있을 수 있고, 발광 소스(31)에 의해 생성된 광은, 예를 들면, 하나 이상의 광 섬유들, 반사기들 등과 같은 부가적인 광학 엘리먼트들에 의해 광 가이드(35)로 전송될 수 있다. 예시된 구현에서, 하나의 발광 소스(31)가 제공되지만, 다른 구현들에서 2 개 이상의 발광 소스들이 제공될 수 있다.

[0032] [0046] 도 2c는 도 2b의 C-C에 평행하는 라인으로부터 보이는 광 가이드(35)의 단면의 예를 도시한다. 예시의 명확성을 위해, 대화형 디스플레이(12)가 도 2c로부터 생략된다. 광 가이드(35)는 대화형 디스플레이(12)의 전방 표면 상에 또는 위에 그리고 근접하게 배치된 실질적으로 투명하고, 비교적 얇은 오버레이를 포함할 수 있다. 일 구현에서, 예를 들면, 광 가이드(35)는, 수십 또는 수백의 평방 센티미터의 근사치 범위의 평면 영역을 가지면서, 대략 0.5 mm 두께일 수 있다. 광 가이드(35)는 실질적으로 평평하고 평행한 표면들일 수 있는 전방 표면(37) 및 후방 표면(39)을 갖는, 유리 또는 플라스틱과 같은 투명한 재료로 구성된 얇은 플레이트를 포함할 수 있다.

[0033] [0047] 투명한 재료는 1보다 더 큰 굴절률을 가질 수 있다. 예를 들면, 굴절률은 약 1.4 내지 1.6 범위에 있을 수 있다. 투명한 재료의 굴절률은, ' α '미만의 각도로 전방 표면(37)을 교차하는 광선이 전방 표면(37)을 통과하지만 ' α '를 초과하는 전방 표면(37)에 관련된 입사각을 갖는 광선이 TIR(total internal reflection)을 겪도록 하는, 전방 표면(37)의 법선(normal)에 관련하여 임계각 ' α '을 결정한다.

[0034] [0048] 예시된 구현에서, 광 가이드(35)는 발광 소스(31)로부터 수신된 방출된 광(41)을 전방 표면(37)에 직교하는 상당한 컴포넌트를 갖는 방향으로 반사하는 광 터닝 배열을 포함한다. 더 구체적으로, 반사된 광(42)의 적어도 상당한 부분은 임계각 ' α ' 미만인 법선에 대한 각도로 전방 표면(37)을 교차한다. 결과적으로, 그러한 반사된 광(42)은 TIR을 겪지 않지만, 대신에 전방 표면(37)을 통해 투과될 수 있다. 반사된 광(42)이 매우 다양한 각도들로 전방 표면(37)을 통해 투과될 수 있다는 것이 인지될 것이다.

[0035] [0049] 구현에서, 광 가이드는 다수의 반사성 미세구조들(36)을 포함하는 광-터닝 배열을 가질 수 있다. 미세구조들(36) 모두는 동일하거나, 다양한 구현들에서 상이한 형상들, 크기들, 구조들 등을 가질 수 있다. 미세구조들(36)은, 반사된 광(42)의 적어도 상당한 부분이 임계각 ' α ' 미만인 법선에 대한 각도로 전방 표면(37)을 교차하도록 방출된 광(41)을 재지향할 수 있다.

[0036] [0050] 도 2d는 도 2b의 D-D에 평행하는 라인으로부터 보이는 광 가이드의 단면의 예를 도시한다. 예시의 명확성을 위해, 대화형 디스플레이(12)가 도 2d로부터 생략된다. 도 2d에 예시된 바와 같이, 물체(50)가 반사된 광

(42)과 상호작용할 때, 상호작용으로부터 발생한 산란된 광(44)은 광 가이드(35)를 향해 지향될 수 있다. 광 가이드(35)는, 예시된 바와 같이, 다수의 반사성 미세구조들(66)을 포함하는 광-터닝 배열을 포함할 수 있다. 반사성 미세구조들(66)은 반사성 미세구조들(36)과 유사하게 구성되거나 동일한 물리적 엘리먼트들일 수 있지만, 이것이 반드시 그렇지 않다. 일부 구현들에서, 반사성 미세구조들(66)은 광 센서들(33)을 향해 광을 반사하도록 구성되고, 한편 반사성 미세구조들(36)은 광원(31)으로부터 광을 반사하고 광 가이드 밖으로 반사된 광을 배출하도록 구성된다. 반사성 미세구조들(66) 및 반사성 미세구조들(36)이 특정 배향을 갖는다면, 반사성 미세구조들(66) 및 반사성 미세구조들(36)이 일부 구현들에서 일반적으로 서로 수직할 수 있다는 것이 이해된다.

[0037] [0051] 도 2d에 예시된 바와 같이, 물체(50)가 반사된 광(42)과 상호작용할 때, 상호작용으로부터 발생한 산란된 광(44)은 광 가이드(35)를 향해 지향될 수 있다. 광 가이드(35)는 산란된 광(44)을 수집하도록 구성될 수 있다. 광 가이드(35)는 광 가이드(35)에 의해 수집된 산란된 광(44)을 광 센서들(33) 중 하나 이상을 향해 재지향하는 광-터닝 배열을 포함한다. 재지향된 수집된 산란된 광(46)은 대화형 디스플레이(12)의 전방 표면에 평행하는 상당한 컴포넌트를 갖는 방향으로 터닝될 수 있다. 더 구체적으로, 재지향된 수집된 산란된 광(46)의 적어도 상당한 부분은 임계각 ' α '보다 큰 법선에 대한 각도로부터 전방 표면(37) 및 후방 표면(39)을 교차하고, 따라서 TIR을 겪는다. 결과적으로, 그러한 재지향된 수집된 산란된 광(46)은 전방 표면(37) 또는 후방 표면(39)을 통과하지 않고, 대신에 광 센서들(33) 중 하나 이상에 도달한다. 광 센서들(33) 각각은 재지향된 수집된 산란된 광(46)의 하나 이상의 특성들을 검출하고, 검출된 특성들을 나타내는 신호를 프로세서로 출력하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 특성들은 강도, 방향성, 주파수, 진폭, 진폭 변조 및/또는 다른 속성들을 포함할 수 있다.

[0038] [0052] 도 3은 저해상도 이미지 데이터를 생성하도록 구성된 디바이스의 다른 예를 도시한다. 도 3의 예에서 디바이스는 광 가이드(35), 광 가이드(35)의 대향 예지들(55 및 57)을 따라 분포된 복수의 광 센서들(33), 및 예지들(55 및 57)에 직교하는 광 가이드의 예지(59)를 따라 분포된 복수의 광원들(31)을 포함한다. 방출 트로프들(emission troughs)(51) 및 수집 트로프들(53)이 또한 도 3의 예에 도시된다. 방출 트로프들(51)은, 광원들(31)로부터의 광을 광 가이드(35)의 전방 표면을 통해 지향할 수 있는 도 2c에 도시된 반사성 미세구조들(36)과 같은 광-터닝 특징부들이다. 수집 트로프들(53)은, 광을 물체로부터 광 센서들(33)로 지향할 수 있는 도 2d에 도시된 반사성 미세구조들(66)과 같은 광 터닝 특징부들이다. 도 3의 예에서, 방출 트로프들(51)은, 광원들(51)에 의해 방출된 광이 감쇠를 처리하기 위해 감쇠할 때 트로프들의 간격이 더 가깝도록 이격된다. 일부 구현들에서, 광원들(31)은 x-좌표 정보를 순차적으로 제공하도록 순차적으로 턴 온될 수 있고, 대응하는 y-좌표 정보는 각각의 y-좌표에서 광 센서들(33)의 쌍에 의해 제공된다. 본원에 제공된 본 개시를 통해 구현될 수 있는 시간-순차적인 측정들을 채용하는 장치 및 방법들은 2013년 10월 10일에 출원되고 인용에 의해 본원에 통합된 미국 특허 출원 제 14/051,044 호, "Infrared Touch And Hover System Using Time-Sequential Measurements"에 기재된다. 도 3의 예에서, 21 x 11의 해상도를 제공하기 위해 예지들(55 및 57) 각각을 따른 21 개의 광 센서들(33) 및 예지(59)를 따른 11 개의 광원들(31)이 존재한다.

[0039] [0053] 도 4는 저해상도 이미지 데이터로부터 고해상도 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다. 일부 구현들에 따른 프로세스의 개요가 도 4에 주어지고, 특정 구현들의 예들이 또한 도 5 및 6을 참조하여 아래에 설명된다. 프로세스(60)는 복수의 검출기들로부터 저해상도 이미지 데이터를 획득하는 블록(62)에서 시작한다. 본원에 설명된 장치 및 방법들은 저해상도 이미지 데이터를 생성할 수 있는 임의의 시스템에서 구현될 수 있다. 도 2a-2d 및 3을 참조하여 위에 설명된 디바이스들은 그러한 시스템들의 예들이다. 2012년 5월 23일에 출원된 미국 특허 출원 제 13/480,377 호, "Full Range Gesture System", 2013년 10월 10일에 출원된 미국 특허 출원 제 14/051044 호, "Infrared Touch And Hover System Using Time-Sequential Measurements"에 추가의 예들이 제공되고, 상기 출원들 둘 모두는 전체 내용이 인용에 의해 본원에 통합된다.

[0040] [0054] 일부 구현들에서, 저해상도 이미지 데이터는 이미지 내의 x-y 위치들에서 이미지 특성들을 식별하는 정보를 포함할 수 있다. 도 7은 디바이스의 표면으로부터 다양한 거리들(0 mm, 20 mm, 40 mm, 60 mm, 80 mm 및 100 mm)에서 3-손가락 제스처의 저해상도 이미지들(92)의 예를 도시한다. 물체 깊이는 컬러(그레이 스케일 이미지에서 더 어두운 그리고 더 밝은 톤들로서 보여짐)에 의해 표현된다. 도 7의 예에서, 저해상도 이미지들은 21 x 11의 해상도를 갖는다.

[0041] [0055] 프로세스(60)는 저해상도 이미지 데이터로부터 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하는 블록(64)에서 계속된다. 재구성된 깊이 맵은 디바이스의 표면으로부터 물체의 표면들의 거리에 관련된 정보를 포함한다. 블록(6

4)은 저해상도 이미지 데이터로부터 주목할 만한 물체 구조를 업스케일링 및 리트리브할 수 있고, 제 1 재구성된 깊이 맵은 저해상도 이미지 데이터에 대응하는 저해상도 이미지보다 더 높은 해상도를 갖는다. 일부 구현들에서, 제 1 재구성된 깊이 맵은 최종 원하는 해상도에 대응하는 해상도를 갖는다. 다양한 구현들에 따라, 제 1 재구성된 깊이 맵은 저해상도 이미지보다 적어도 약 1.5 배 내지 적어도 약 6 배 더 높은 해상도를 가질 수 있다. 예를 들면, 제 1 재구성된 깊이 맵은 저해상도 이미지보다 적어도 약 3 또는 4배보다 더 높은 해상도를 가질 수 있다. 블록(64)은 순차적인 저해상도 이미지들에 대응하는 재구성된 깊이 맵들의 세트를 획득하는 것을 수반할 수 있다.

[0042] [0056] 블록(64)은 블록(62)에서 획득된 저해상도 이미지 데이터에 학습된 회귀 모델을 적용하는 것을 수반할 수 있다. 도 5를 참조하여 아래에 추가로 설명되는 바와 같이, 일부 구현들에서, 학습된 선형 회귀 모델이 적용된다. 아래에 추가로 또한 설명되는 도 8은 블록(64)에서 적용될 수 있는 선형 회귀 모델을 학습하는 것의 예를 제공한다. 도 7은 저해상도 이미지들(92)에 대응하는 제 1 재구성된 깊이 맵들(94)의 예를 도시한다. 저해상도 이미지들(92)을 생성하는데 사용되는 저해상도 이미지 데이터로부터 재구성된 제 1 재구성된 깊이 맵들(94)은 131 x 61의 해상도를 갖는다.

[0043] [0057] 도 4로 복귀하면, 프로세스는 제 1 재구성된 깊이 맵으로부터 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득함으로써 블록(66)에서 계속된다. 제 2 재구성된 깊이 맵은 개선된 경계들 및 물체 내의 더 적은 잡음을 제공할 수 있다. 블록(66)은 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위해 트레이닝된 비선형 회귀 모델을 제 1 재구성된 깊이 맵에 적용하는 것을 수반할 수 있다. 예를 들면, 랜덤 포레스트 모델, 뉴럴 네트워크 모델, 딥 러닝 모델, 서포트 벡터 머신 모델 또는 다른 적절한 모델이 적용될 수 있다. 도 6은 트레이닝된 비선형 회귀 모델을 적용하는 것의 예를 제공하고, 도 9는 블록(66)에 적용될 수 있는 비선형 회귀 모델을 트레이닝하는 것의 예를 제공한다. 블록(64)에서와 같이, 블록(66)은 순차적인 저해상도 이미지들에 대응하는 재구성된 깊이 맵들의 세트를 획득하는 것을 수반할 수 있다.

[0044] [0058] 일부 구현들에서, 비교적 간단한 트레이닝된 비선형 회귀 모델이 적용될 수 있다. 일 예에서, 뉴럴 네트워크 회귀의 입력 계층은, 입력 계층의 크기가 25 이도록 제 1 재구성된 깊이 맵으로부터 5 x 5 패치를 포함할 수 있다. 크기 5의 은닉된 계층은 단일 깊이 맵 값을 출력하는데 사용될 수 있다.

[0045] [0059] 도 7은 제 1 재구성된 깊이 맵들(94)로부터 재구성된, 디바이스의 표면으로부터 다양한 거리들의 제 2 재구성된 깊이 맵들(96)의 예를 도시한다. 제 1 재구성된 깊이 맵들(96)은 제 1 재구성된 깊이 맵들(94)과 동일한 131 x 61의 해상도를 갖지만 개선된 정확성을 갖는다. 이것은 제 1 재구성된 깊이 맵들(94) 및 제 2 재구성된 깊이 맵들(96)과 타임 오브 플라이 카메라로부터 생성된 지상 검증 자료(ground truth) 깊이 맵들(98)을 비교함으로써 보여질 수 있다. 제 1 재구성된 깊이 맵들(94)은 관측된 손 내의 깊이 값들에서 약간의 부정확한 변동으로 제 2 재구성된 깊이 맵들(96)보다 덜 균일하다. 비교로부터 볼 수 있듯이, 제 2 재구성된 깊이 맵들(96)은 제 1 재구성된 깊이 맵들(94)보다 지상 검증 자료 깊이 맵들(98)과 더 유사하다. 프로세스(60)는 정확한 재구성된 깊이 맵들을 생성하기 위해 비싸고, 부피가 크고 전력 소비 하드웨어 없이 저품질 이미지들의 결점들을 효율적으로 극복할 수 있다. 도 5는 저해상도 이미지 데이터로부터 제 1 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다. 프로세스(70)는 입력으로서 저해상도 이미지를 획득하는 블록(72)에서 시작한다. 저해상도 이미지들의 예들이 앞서 설명된 도 7에 도시된다. 프로세스(70)는 이미지 벡터를 획득하기 위해 저해상도 이미지(74)를 벡터화하는 블록(74)에서 계속될 수 있다. 이미지 벡터는 입력 이미지에 대한 검출기로부터 수신된 신호들을 나타내는 값들(예를 들면, 포토다이오드들로부터의 전류)을 포함한다. 일부 구현들에서, 예를 들면, 저해상도 이미지 데이터가 벡터 형태로 제공되면, 블록들(72 및 74)이 수행되지 않을 수 있다. 프로세스(70)는 스케일링 가중 행렬 W 을 이미지 벡터에 적용하는 블록(76)에서 계속된다. 스케일링 가중 행렬 W 은, 아래에 설명되는 트레이닝으로부터 획득된 타임-오브-플라이 카메라 데이터로부터 생성된 고해상도 깊이 맵들과 저해상도 이미지들 사이의 학습된 선형 관계를 나타낸다. 결과는 스케일링된 이미지 벡터이다. 스케일링된 이미지 벡터는 그레이 스케일 깊이 맵 값들을 나타내는 0 내지 1의 값들을 포함할 수 있다. 프로세스(70)는 제 1 재구성된 깊이 맵(R1)을 획득하기 위해 스케일링된 이미지 벡터를 역벡터화함으로써 블록(78)에서 계속될 수 있다. 블록(78)은 순차적인 저해상도 이미지들에 대응하는 제 1 재구성된 깊이 맵들의 세트를 획득하는 것을 수반할 수 있다. 제 1 재구성된 깊이 맵들의 예들은 앞서 설명된 바와 같이 도 7에 도시된다.

[0046] [0060] 도 6은 제 1 재구성된 깊이 맵으로부터 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다. 앞서 설명된 바와 같이, 이것은 비선형 회귀 모델을 제 1 재구성된 깊이 맵을 적용하는 것을 수반할 수 있다. 비선형 회귀 모델은 앞서 설명된 바와 같이 획득될 수 있다. 프로세스(80)는 제 1 재구

성된 깊이 맵의 픽셀 n 에 대한 특징을 추출함으로써 블록(82)에서 시작된다. 일부 구현들에서, 비선형 회귀 모델의 특징들은 다중-픽셀 패치들일 수 있다. 예를 들면, 특징들은 7×7 픽셀 패치들일 수 있다. 다중-픽셀 패치는 픽셀 n 에 대해 중앙화될 수 있다. 프로세스(80)는 픽셀 n 에 대한 회귀값을 결정하기 위해 트레이닝된 비선형 모델을 픽셀 n 에 적용하는 블록(84)에서 계속된다. 프로세스(80)는 제 1 재구성된 깊이 맵의 모든 픽셀들에 걸쳐 블록(82 및 84)을 수행함으로써 블록(86)에서 계속된다. 일부 구현들에서, 블록(86)은, 다른 기술들이 또한 적용될 수 있다고 이해될 것이지만, 슬라이딩 윈도우 또는 래스터 스캐닝 기술을 수반할 수 있다. 제 1 재구성된 깊이 맵의 모든 픽셀들에 걸쳐 블록들(82 및 84)을 픽셀마다 적용하는 것은 제 1 재구성된 깊이 맵과 동일한 해상도의 개선된 깊이 맵을 발생시킬 수 있다. 프로세스(80)는 블록(84)에서 획득된 회귀 값들로부터 제 2 재구성된 깊이 맵을 획득함으로써 블록(88)에서 계속된다. 블록(88)은 순차적인 저해상도 이미지들에 대응하는 제 2 재구성된 깊이 맵들의 세트를 획득하는 것을 수반할 수 있다. 제 2 재구성된 깊이 맵들의 예들은 앞서 설명된 바와 같이 도 7에 도시된다.

[0047] [0061] 도 4-6을 참조하여 앞서 설명된 프로세스들은 학습 또는 트레이닝된 선형 및 비선형 회귀 모델들을 적용하는 것을 수반한다. 일부 구현들에서, 모델들은 물체 및 물체의 대응하는 센서 이미지들의 깊이 맵들의 쌍들을 포함하는 트레이닝 세트를 사용하여 학습 또는 트레이닝될 수 있다. 트레이닝 세트 데이터는, 병진 위치들, 회전 배향들 및 깊이들(센서 표면으로부터의 거리들)을 비롯하여, 다양한 제스처들 및 위치들의 물체에 대한 저해상도 센서 이미지들 및 깊이 맵들을 획득함으로써 획득될 수 있다. 예를 들면, 트레이닝 세트 데이터는 손들의 깊이 맵들 및 다양한 제스처들, 병진들, 회전들 및 깊이들의 손의 대응하는 센서 이미지들을 포함할 수 있다.

[0048] [0062] 도 8은 선형 회귀 모델을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다. 획득된 선형 회귀 모델은 본원에 설명된 장치의 동작에 적용될 수 있다. 프로세스(100)는 다수의 물체 제스처들 및 위치들에 대한 고해상도 깊이 맵들(지상 검증 자료) 및 저해상도 이미지들의 쌍들의 (크기 m 의) 트레이닝 세트 데이터를 획득함으로써 블록(102)에서 시작된다. 깊이 맵들은 타임-오브-플라이트 카메라, 광학 모델링 또는 이들의 조합과 같은 임의의 적절한 방법에 의해 획득될 수 있다. 센서 이미지들은 디바이스 자체(가령, 도 3의 디바이스, 여기서 각각의 저해상도 이미지는 값들의 행렬이고, 그러한 값들은, 예를 들면, 주어진 x -좌표에서의 광원이 순차적으로 플래싱될 때, 특정 y -좌표에 대응하는 전류 - 주어진 광 센서(33)에서의 산란된 광 강도를 표시함 - 임), 광학 모델링 또는 이들의 조합으로부터 획득될 수 있다. 큰 트레이닝 세트들을 효율적으로 획득하기 위해, 광학 시뮬레이터가 채용될 수 있다. 일 예에서, 다양한 손 제스처들의 깊이 맵들의 제 1 세트는 타임-오브-플라이트 카메라로부터 획득될 수 있다. 제 1 세트의 깊이 맵들의 표면까지의 거리(깊이 값)를 회전, 병진 및 변경하고, 광학 시뮬레이션을 사용하여 결과적인 깊이 맵들을 결정함으로써 수만 개의 깊이 맵들이 부가적으로 획득될 수 있다. 마찬가지로, 광학 시뮬레이션은 문제의 시스템 구성에 의해 획득된 센서 이미지들을 시뮬레이션하는 수만개의 저해상도 센서 이미지들을 생성하는데 채용될 수 있다. 지맥스 광학 설계 프로그램과 같은 다양한 상업적으로 이용 가능한 광학 시뮬레이터들이 사용될 수 있다. 트레이닝 세트 데이터를 생성하는데 있어서, 데이터가 데이터를 수집하는데 사용되는 카메라 또는 다른 디바이스에 액세스 불가능한 임의의 영역들 외부에서만 수집되도록, 시스템이 교정될 수 있다. 예를 들면, 타임-오브-플라이트 카메라로부터 정확한 깊이 정보를 획득하는 것은 카메라로부터 15 cm 미만의 거리들에서 어렵거나 불가능할 수 있다. 이로써, 카메라는 다양한 손 제스처들의 정확한 깊이 맵들을 획득하기 위해 디바이스 표면으로서 지정된 평면으로부터 15 cm보다 더 큰 거리에 위치될 수 있다.

[0049] [0063] 프로세스(100)는 저해상도 행렬 C 및 고해상도 행렬 D 를 획득하기 위해 트레이닝 세트 데이터를 벡터화함으로써 블록(104)에서 계속된다. 행렬 C 는 m 개의 벡터들을 포함하고, 각각의 벡터는 트레이닝 저해상도 이미지들 중 하나의 벡터화이고, 이것은 트레이닝 세트 데이터 내의 저해상도 이미지들 모두(또는 서브세트)에 대한 센서 시스템으로부터 수신 또는 시뮬레이팅된 신호들을 나타내는 값들을 포함할 수 있다. 행렬 D 는 또한 m 개의 벡터들을 포함하고, 각각의 벡터는 트레이닝 저해상도 이미지들 중 하나의 벡터화이고, 이것은 트레이닝 세트 데이터 내의 고해상도 깊이 맵 이미지들 모두(또는 서브세트)에 대한 0 내지 1 그레이 스케일 깊이 맵 값들을 포함할 수 있다. 프로세스(100)는 스케일링 가중 행렬 $W(D = W \times C)$ 를 학습하기로 결정하기 위해 선형 회귀를 수행함으로써 블록(106)에서 계속된다. W 는, 도 4 및 5에 관련하여 앞서 설명된 장치의 동작 동안에 적용될 수 있는 저해상도 이미지들 및 고해상도 깊이 맵들 사이의 선형 관계를 나타낸다.

[0050] [0064] 도 9는 비선형 회귀 모델을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다. 획득된 비선형 회귀는 본원에 설명된 장치의 동작에서 적용될 수 있다. 프로세스(110)는 트레이닝 세트 데이터로부터 제 1 재구성된 깊이 맵들을 획득함으로써 블록(112)에서 시작한다. 트레이닝 세트 데이터는 도 8의 블록(102)에 관련

하여 앞서 설명된 바와 같이 획득될 수 있다. 일부 구현들에서, 블록(112)은 $R1 = W \times C$ 로부터 제 1 재구성된 깊이 맵 행렬 $R1$ 을 획득하는 것을 포함하고, 행렬 C 및 행렬 W 는 도 8의 블록들(106 및 108)에 관련하여 앞서 논의된 바와 같이 결정된다. 이어서, $R1$ 행렬은 m 개의 저해상도 이미지들에 대응하는 m 개의 제 1 재구성된 깊이 맵들($R1_{1-m}$)을 획득하도록 역벡터화될 수 있다. 일부 구현들에서, 제 1 재구성된 깊이 맵들은 저해상도 이미지들보다 더 높은 해상도를 갖는다. 결과적으로, 저해상도 센서 이미지들의 전체 데이터세트가 업스케일링된다.

[0051] [0065] 프로세스(110)는 제 1 재구성된 깊이 맵들로부터 특징들을 추출함으로써 블록(114)에서 계속된다. 일부 구현들에서, 다수의 다중-픽셀 패치들은 제 1 재구성된 깊이 맵들 각각으로부터 랜덤하게 선택된다. 도 10은 재구성된 깊이 맵(120) 및 다수의 픽셀 패치들(122)의 개략적인 예의 예를 도시한다. 각각의 픽셀 패치(122)는 백색 박스에 의해 표현된다. 다양한 구현들에 따라, 패치들은 오버랩하도록 허용될 수 있거나 허용되지 않을 수 있다. 특징들은, 트레이닝 세트 데이터 깊이 맵들로부터 결정된 바와 같이, 패치의 중심 위치에 대응하는 픽셀의 지상 검증 자료 깊이 맵 값으로 라벨링될 수 있다. 도 10은 트레이닝 세트 깊이 맵(124)의 중심점들(126)의 개략적인 예의 예를 도시한다. 트레이닝 세트 깊이 맵(124)은 재구성된 깊이 맵(120)의 지상 검증 자료 이미지이고, 중심점들(126)은 다중-픽셀 패치들(122)에 대응한다.

[0052] [0066] 사용되면, 다중-픽셀 패치들은 다중-치수 특징 벡터를 형성하도록 벡터화될 수 있다. 예를 들면, 7×7 패치는 49-치수 특징 벡터를 형성한다. 이어서, 주어진 $R1_i$ 행렬로부터의 패치 특징 벡터들 모두는 트레이닝을 수행하도록 연쇄될 수 있다. 이것은 모든 m 개의 제 1 재구성된 깊이 맵들($R1_{1-m}$)에 대해 수행될 수 있다.

[0053] [0067] 도 9로 복귀하면, 프로세스는 재구성된 깊이 맵 특징들과 지상 검증 자료 라벨들 사이의 상관관계를 결정하도록 비선형 회귀 모델을 학습하기 위해 기계 학습을 수행함으로써 블록(116)에서 계속된다. 다양한 구현들에 따라, 랜덤 포레스트 모델링, 뉴럴 네트워크 모델링 또는 다른 비선형 회귀 기술이 채용될 수 있다. 일부 구현들에서, 예를 들면, 랜덤 결정 트리들은 정보 계인을 최대화하는 기준을 통해 구성된다. 모델이 트레이닝되는 특징들의 수는 각각의 제 1 재구성된 깊이 맵으로부터 추출된 패치들의 수 및 제 1 재구성된 깊이 맵들의 수에 의존한다. 예를 들면, 트레이닝 세트가 20,000 개의 제 1 재구성된 깊이 맵들에 대응하는 20,000 개의 저해상도 이미지들을 포함하고, 200 개의 다중-픽셀 패치들이 각각의 제 1 재구성된 깊이 맵으로부터 랜덤하게 추출되면, 모델은 4 백만($20,000 \times 200$) 개의 특징들에 대해 트레이닝될 수 있다. 일단 모델이 학습되면, 이것은 도 4 및 6을 참조하여 앞서 논의된 바와 같이 적용될 수 있다.

[0054] [0068] 본원에 설명된 요지의 다른 양상은 손가락 끝 위치들을 식별하도록 구성된 장치이다. 위치 정보는 병진(x, y) 및 깊이(z) 정보를 포함할 수 있다. 도 11은 저해상도 이미지 데이터로부터 손가락 끝 위치 정보를 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다. 프로세스(130)는 저해상도 이미지 데이터로부터 재구성된 깊이 맵을 획득하는 블록(132)에서 시작한다. 블록(132)에서 사용될 수 있는 재구성된 깊이 맵을 획득하는 방법들은 도 4-10을 참조하여 앞서 설명된다. 예를 들면, 일부 구현들에서, 도 4의 블록(66)에서 획득된 제 2 재구성된 깊이 맵은 블록(132)에서 사용될 수 있다. 일부 다른 구현들에서, 예를 들면, 블록(66)이 수행되지 않는다면, 블록(64)에서 획득된 제 1 재구성된 깊이 맵이 사용될 수 있다.

[0055] [0069] 프로세스(130)는, 손바닥 영역을 식별하기 위해 재구성된 깊이 맵에 대해 세그먼트화(segmentation)를 선택적으로 수행하여, 탐색 공간을 감소시킴으로써 블록(134)에서 계속된다. 프로세스는 탐색 공간 내의 픽셀들을 손가락 끝 또는 손가락 끝이 아닌 것으로서 분류하기 위해 트레이닝된 비선형 분류 모델을 적용함으로써 블록(136)에서 계속된다. 채용될 수 있는 분류 모델들의 예들은 랜덤 포레스트 및 뉴럴 네트워크 분류 모델들을 포함한다. 일부 구현들에서, 분류 모델의 특징들은 도 10에 관련하여 앞서 설명된 바와 같은 다중-픽셀 패치들일 수 있다. 블록(136)에서 적용될 수 있는 트레이닝된 비선형 분류 모델을 획득하는 것은 도 13을 참조하여 아래에 설명된다.

[0056] [0070] 일 예에서, 뉴럴 네트워크 분류의 입력 계층은 제 2 재구성된 깊이 맵으로부터 15×15 패치를 포함할 수 있어서, 입력 계층의 크기가 225이다. 크기 5의 은닉된 계층이 사용될 수 있고, 출력 계층은 2 개의 출력들: 손가락 끝 또는 손가락 끝이 아님을 갖는다.

[0057] [0071] 프로세스(130)는 손가락 끝들로서 분류된 것으로 식별된 픽셀들의 경계들을 정의함으로써 블록(138)에서 계속된다. 경계들을 적절히 정의하기 위해 임의의 적절한 기술이 수행될 수 있다. 일부 구현들에서, 예를 들면, 손가락 끝-분류된 픽셀들의 블롭들(blobs)의 중심(centroid)을 결정하고 바운딩 박스들을 그리기 위해 블롭 분석이 수행된다. 프로세스(130)는 손가락 끝들을 식별함으로써 블록(140)에서 계속된다. 일부 구현들에서,

예를 들면, 일련의 프레임들은 프레임들에 걸쳐 매칭되는 유사성들을 통해, 앞서 설명된 바와 같이, 분석될 수 있다.

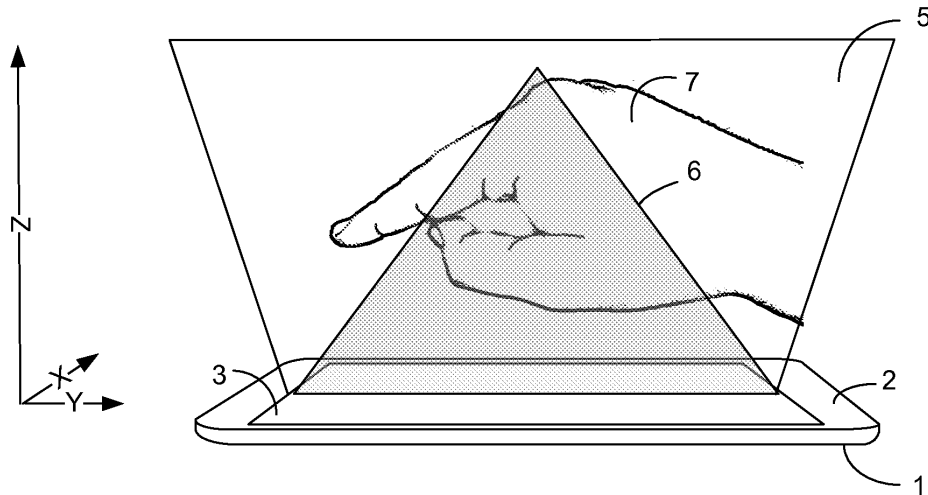
- [0058] [0072] 도 11의 프로세스에 의해 획득될 수 있는 정보는 x , y 및 z 좌표들을 포함하는 손가락 끝 위치들뿐만 아니라 손가락 끝들의 크기 및 아이덴티티를 포함한다.
- [0059] [0073] 도 12는 손가락 끝 검출의 상이한 스테이지들로부터 이미지들의 예를 도시한다. 이미지(160)는 본원에 개시된 센서 시스템을 사용하여 생성될 수 있는 손 제스처의 저해상도 이미지의 예이다. 이미지들(161 및 162)은 트레이닝된 랜덤 포레스트 회귀 모델을 사용하여 앞서 설명된 바와 같이 획득된 저해상도 센서 이미지(160)의 제 1 및 제 2 재구성된 깊이 맵들을 각각 도시한다. 이미지(166)는 트레이닝된 랜덤 포레스트 분류 모델을 사용하여 앞서 설명된 바와 같이 획득된 손가락 끝들로부터 분류된 픽셀들을 도시한다. 이미지(168)는 경계 박스들에서 도출된 바와 같이 검출된 손가락 끝들을 도시한다.
- [0060] [0074] 도 13은 비선형 분류 모델을 획득하기 위한 프로세스를 예시한 흐름도의 예를 도시한다. 획득된 비선형 분류 모델은 본원에 설명된 장치의 동작에서 적용될 수 있다. 프로세스(150)는 트레이닝 세트 데이터로부터 재구성된 깊이 맵들을 획득함으로써 블록(152)에서 시작한다. 트레이닝 세트 데이터는 도 8의 블록(102)에 관련하여 앞서 설명된 바와 같이 획득될 수 있고, 타임-오브-플라이트 카메라로부터 촬영된 다양한 제스처들 및 위치들의 손의 깊이 맵들을 포함할 수 있다. 각각의 깊이 맵의 손가락 끝들은 적절히 라벨링된다. 트레이닝 세트를 효율적으로 생성하기 위해 제스처들의 세트의 깊이 맵들의 손가락 끝들은 손가락 끝 라벨링을 포함하는 깊이 맵 정보로 라벨링될 수 있다. 이어서, 손가락 끝 라벨들을 포함하는 추가의 깊이 맵들은 제스처들의 상이한 병진들 및 회전들에 대해 시뮬레이터로부터 획득될 수 있다.
- [0061] [0075] 일부 구현들에서, 블록(152)은 학습된 비선형 회귀 모델을 도 8에 관련하여 설명된 트레이닝 세트 데이터로부터 획득된 제 1 재구성된 깊이 맵들에 적용함으로써 제 2 재구성된 깊이 맵들을 획득하는 것을 포함한다. 학습된 비선형 회귀 모델은 도 9에 관련하여 설명된 바와 같이 획득될 수 있다.
- [0062] [0076] 프로세스(150)는 재구성된 깊이 맵들로부터 특징들을 추출함으로써 블록(154)에서 계속된다. 일부 구현들에서, 다수의 다중-픽셀 패치들은 포지티브 예들에서 손가락 끝 위치들에서 그리고 네거티브 예들에서 손가락 끝 위치들에 대해 배타적인 랜덤한 위치들에서 추출된다. 특징들은 대응하는 지상 검증 자료 깊이 맵에 기초하여 손가락 끝/손가락 끝이 아님으로서 적절히 라벨링된다. 프로세스(150)는 비선형 분류 모델을 학습하기 위해 기계 학습을 수행함으로써 블록(156)에서 계속된다.
- [0063] [0077] 도 14는 구현에 따른 대화형 디스플레이를 갖는 전자 디바이스의 블록도의 예를 도시한다. 예를 들면, PED(personal electronic device)일 수 있는 장치(200)는 대화형 디스플레이(202) 및 프로세서(204)를 포함할 수 있다. 대화형 디스플레이(202)는 터치 스크린 디스플레이를 포함할 수 있지만, 이것이 반드시 그렇지는 않다. 프로세서(204)는 사용자 입력들에 적어도 부분적으로 응답하여 대화형 디스플레이(202)의 출력을 제어하도록 구성될 수 있다. 사용자 입력들 중 적어도 일부는, 손 또는 손가락 또는 핸드헬드 물체 등과 같은 사용자의 부속물의 전체 모션들을 포함하는 제스처들에 의해 이루어질 수 있다. 제스처들은, 대화형 디스플레이(202)에 관련하여, 광범위한 거리들에서 위치될 수 있다. 예를 들면, 제스처는 대화형 디스플레이(202)에 근접하게 또는 심지어 대화형 디스플레이(202)와 직접적으로 물리적 접촉하여 이루어질 수 있다. 대안적으로, 제스처는 대화형 디스플레이(202)로부터 상당한 거리, 최대 대략 500 mm에서 이루어질 수 있다.
- [0064] [0078] 배열(230)(이것의 예들은 본원의 위에서 설명 및 예시됨)은 대화형 디스플레이(202)의 전방 표면 위에 그리고 그에 실질적으로 평행하게 배치될 수 있다. 구현에서, 배열(230)은 실질적으로 투명할 수 있다. 배열(230)은 사용자 제스처에 응답하여 하나 이상의 신호들을 출력할 수 있다. 신호 경로(211)를 통해 배열(230)에 의해 출력된 신호들은 재구성된 깊이 맵들을 획득하고, 손가락 끝 위치들을 식별하고, 사용자 제스처들의 인스턴스들을 인식하기 위해 본원에 설명된 바와 같이 프로세서(204)에 의해 분석될 수 있다. 일부 구현들에서, 이어서 프로세서(204)는 사용자 제스처에 응답하여 신호 경로(213)를 통해 대화형 디스플레이(202)로 전송되는 신호들에 의해 대화형 디스플레이(202)를 제어할 수 있다.
- [0065] [0079] 본원에 개시된 구현들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직들, 로직 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 프로세스들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이 둘의 결합들로서 구현될 수 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 상호교환가능성은 기능의 관점들에서 일반적으로 설명되었으며, 위에서 설명된 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 프로세스들에서 예시된다. 그러한 기능이 하드웨어로 구현되는지 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 특정 애플리케이션, 및 전체 시스템에 부과된 설계 제약들에 의존한다.

- [0066] [0080] 본원에 개시된 양상들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직들, 로직 블록들, 모듈들 및 회로들을 구현하는데 사용된 하드웨어 및 데이터 프로세싱 장치는, 범용 단일-칩 또는 멀티-칩 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 주문형 집적회로(ASIC), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이(FPGA) 또는 다른 프로그래밍가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 결합으로 구현 또는 수행될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서, 또는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수 있다. 또한, 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 결합, 예를 들어 DSP와 마이크로프로세서의 결합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 그러한 구성으로서 구현될 수 있다. 몇몇 구현들에서, 특정한 프로세스들 및 방법들은, 주어진 기능에 특정한 회로에 의해 수행될 수 있다.
- [0067] [0081] 하나 이상의 양상들에서, 설명된 기능들은, 본 명세서에 개시된 구조들 및 그들의 구조적 등가물들을 포함하는, 하드웨어, 디지털 전자 회로, 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 결합으로 구현될 수 있다. 본 명세서에 설명된 요지의 구현들은 또한, 데이터 프로세싱 장치에 의한 실행을 위해, 또는 데이터 프로세싱 장치의 동작을 제어하기 위해 컴퓨터 저장 매체들 상에서 인코딩된 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들, 즉 컴퓨터 프로그램 명령들의 하나 이상의 모듈들로서 구현될 수 있다.
- [0068] [0082] 소프트웨어로 구현되면, 기능들은, 비-일시적인 매체와 같은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 저장되거나 이들을 통해 송신될 수 있다. 본원에 개시된 방법 또는 알고리즘의 프로세스들은, 컴퓨터-판독가능 매체 상에 상주할 수 있는 프로세서-실행가능 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은, 일 장소에서 다른 장소로 컴퓨터 프로그램을 전달하도록 인에이블링될 수 있는 임의의 매체들을 포함한 통신 매체들 및 컴퓨터 저장 매체들 둘 모두를 포함한다. 저장 매체들은 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체들일 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 비-일시적인 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하는데 사용될 수 있고, 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속수단(connection)이 컴퓨터-판독가능 매체로 적절히 지칭될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(disc)(CD), 레이저 디스크(disc), 광학 디스크(disc), 디지털 다기능 디스크(digital versatile disc)(DVD), 플로피 디스크(disk) 및 블루-레이 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만, 디스크(disc)들은 레이저를 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기한 것들의 결합들이 또한 컴퓨터-판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다. 부가적으로, 방법 또는 알고리즘의 동작들은, 컴퓨터 프로그램 물건으로 통합될 수 있는 머신 판독가능 매체 및/또는 컴퓨터 판독가능 매체 상의 코드들 및/또는 명령들 중 하나 또는 그들의 임의의 결합 또는 세트로서 상주할 수 있다.
- [0069] [0083] 본 개시에 설명된 구현들에 대한 다양한 변형들은 당업자들에게 용이하게 명백할 수 있으며, 본원에 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 사상 또는 범위를 벗어나지 않으면서 다른 구현들에 적용될 수 있다. 따라서, 청구항들은 본원에 도식된 구현들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 본원에 개시된 본 개시, 원리들 및 신규한 특성들과 일치하는 가장 넓은 범위에 부합할 것이다. 부가적으로, 당업자는, 용어들 "상부" 및 "하부"가 종종 도면들을 설명하려는 용이함을 위해 사용되고, 적절히 배향된 페이지 상의 도면들의 배향에 대응하는 상대적인 위치들을 표시하며, 구현된 바와 같이 디바이스의 적절한 배향을 반영하지는 않을 수 있음을 용이하게 인식할 것이다.
- [0070] [0084] 별도의 구현들의 맥락에서 본 명세서에 설명된 특정한 특성들은 또한, 단일 구현의 결합으로 구현될 수 있다. 대조적으로, 단일 구현의 맥락에서 설명된 다양한 특성들은 또한, 다수의 구현들에서 별개로 또는 임의의 적절한 서브결합으로 구현될 수 있다. 또한, 특성들이 특정한 결합들에서 동작하는 것으로 위에서 설명되고 심지어 초기에는 그와 같이 청구될 수 있지만, 청구된 결합으로부터의 하나 이상의 특성들은 몇몇 경우들에서, 그 결합으로부터 삭제될 수 있으며, 청구된 결합은 서브결합 또는 서브결합의 변경으로 안내될 수 있다.
- [0071] [0085] 유사하게, 동작들이 특정한 순서로 도면들에 도시되지만, 이것은, 바람직한 결과들을 달성하기 위해, 그러한 동작들이 도시된 특정한 순서 또는 순차적인 순서로 수행되거나, 모든 도시된 동작들이 수행된다는 것을 요구하는 것으로서 이해되지는 않아야 한다. 추가적으로, 도면들은 흐름도의 형태로 하나 이상의 예시적인 프로세스들을 개략적으로 도시한다. 그러나, 도시되지 않은 다른 동작들이, 개략적으로 도시된 예시적인 프로세스들에 포함될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 부가적인 동작들은, 도시된 동작들 중 임의의 동작 이전, 이후, 그들과 동시에, 또는 그들 사이에서 수행될 수 있다. 특정한 환경들에서, 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 위에서 설명된 구현들에서의 다양한 시스템 컴포넌트들의 분리는 모든 구현들에서 그러

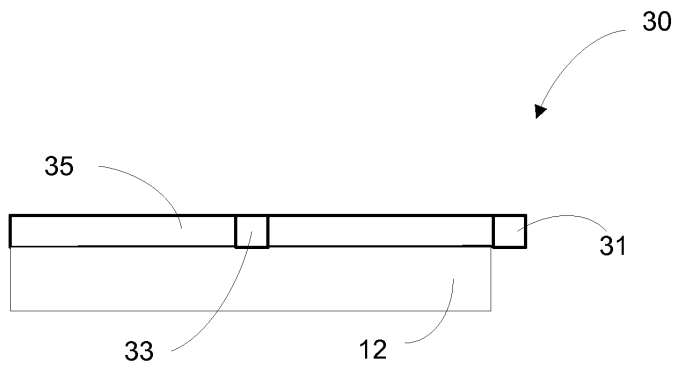
한 분리를 요구하는 것으로서 이해되지는 않아야 하며, 설명된 프로그램 컴포넌트들 및 시스템들이 일반적으로, 단일 소프트웨어 제품에 함께 통합되거나 다수의 소프트웨어 제품들로 패키징될 수 있음을 이해해야 한다. 부가적으로, 다른 구현들은 다음의 청구항들의 범위 내에 존재한다. 일부 경우들에서, 청구항들에서 인용된 동작들은, 상이한 순서로 수행될 수 있으며, 여전히 바람직한 결과들을 달성할 수 있다.

도면

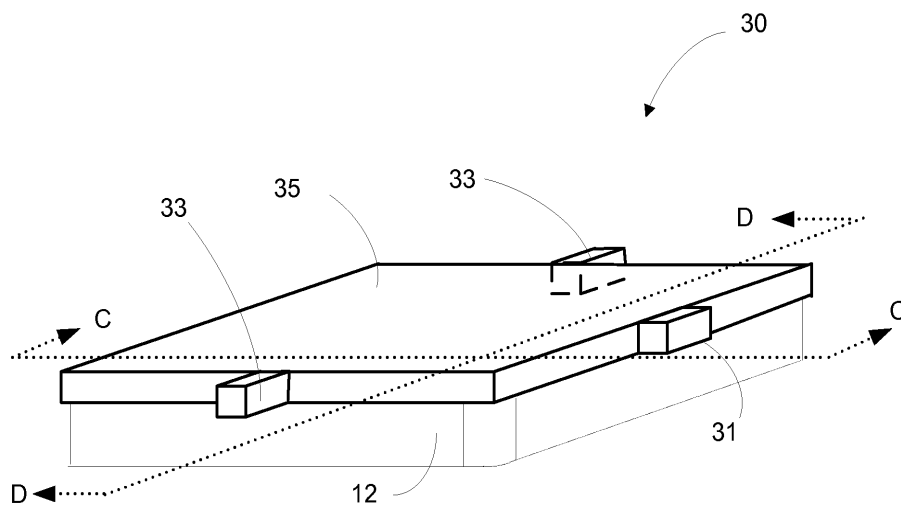
도면1



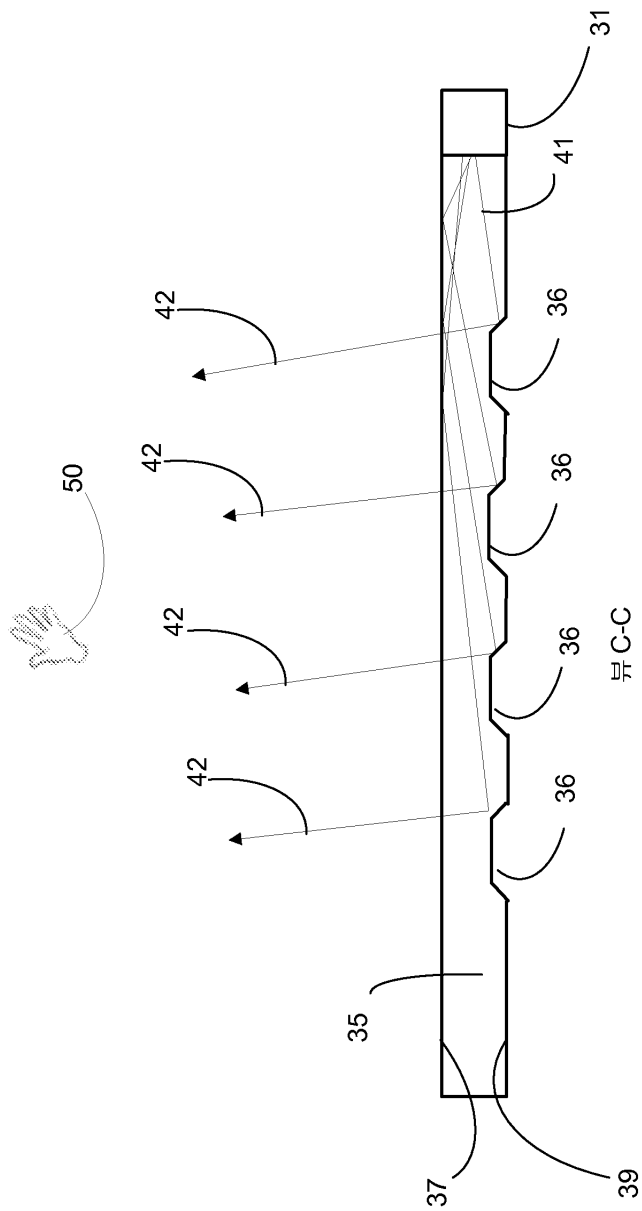
도면2a



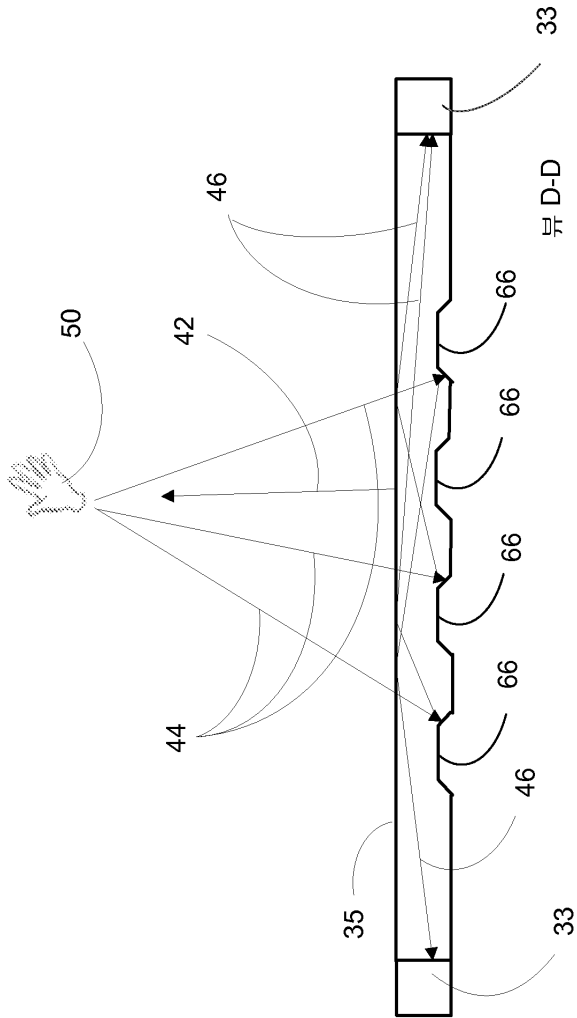
도면2b



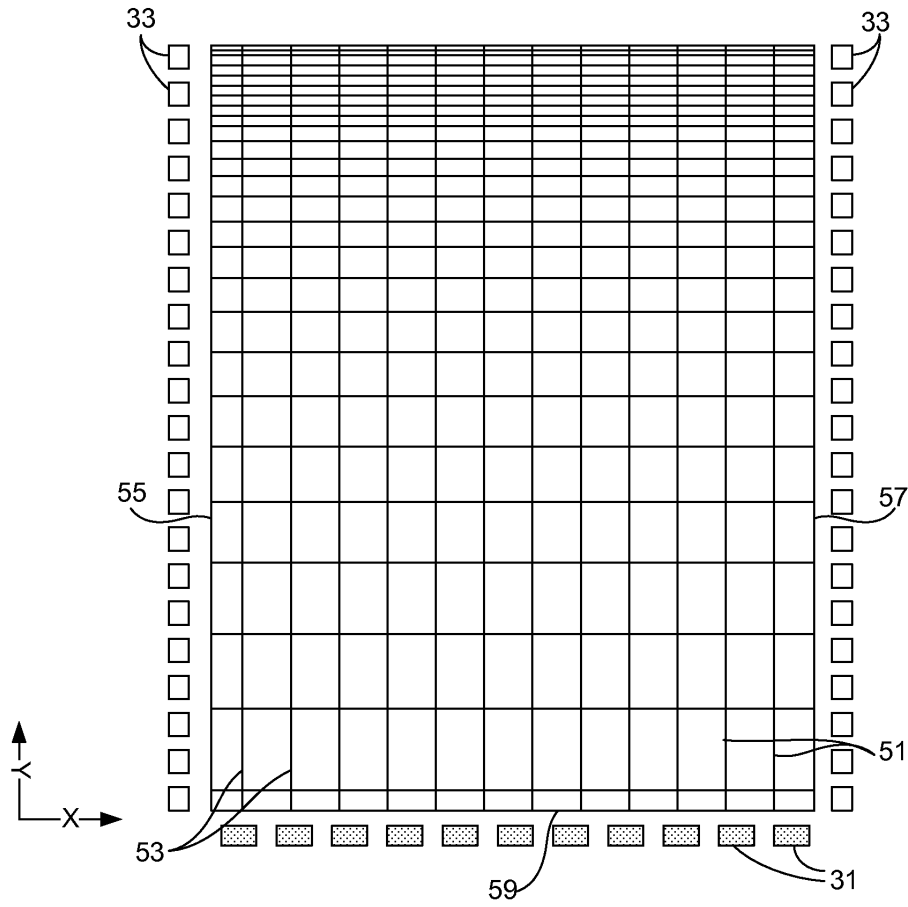
도면2c



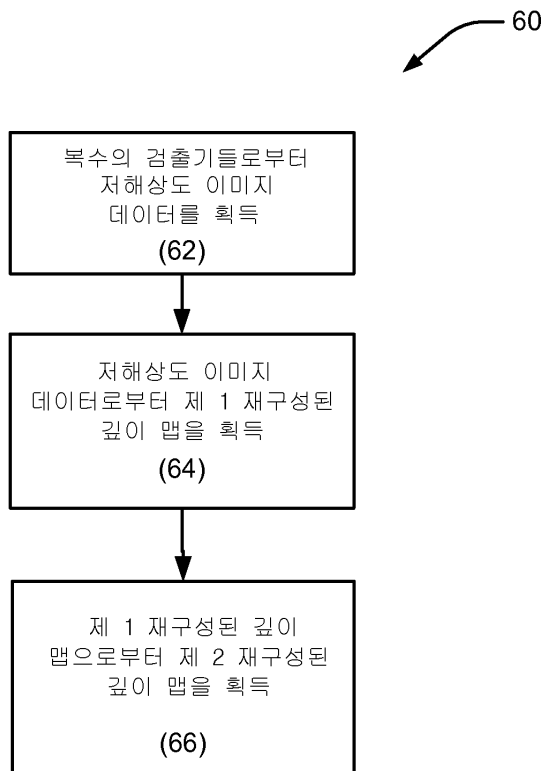
도면2d



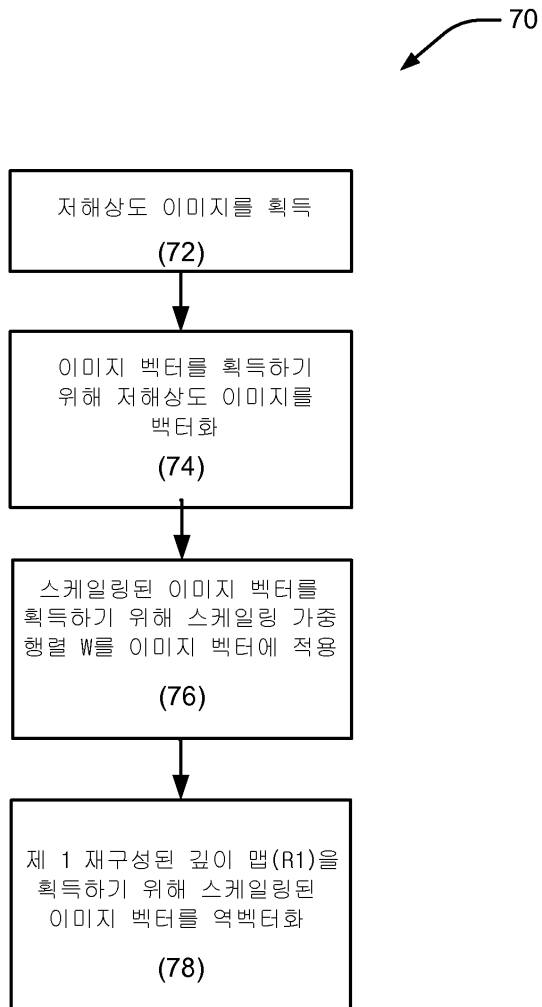
도면3



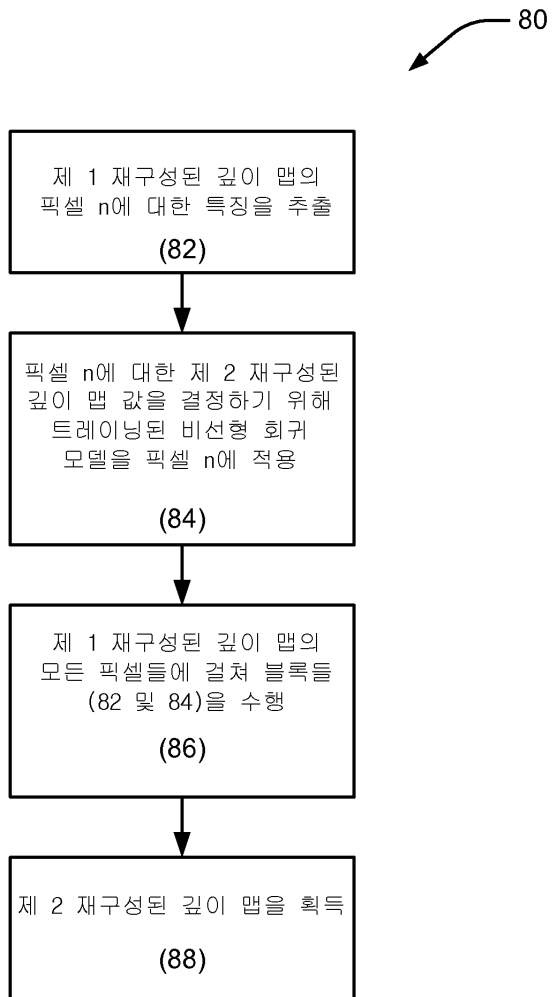
도면4



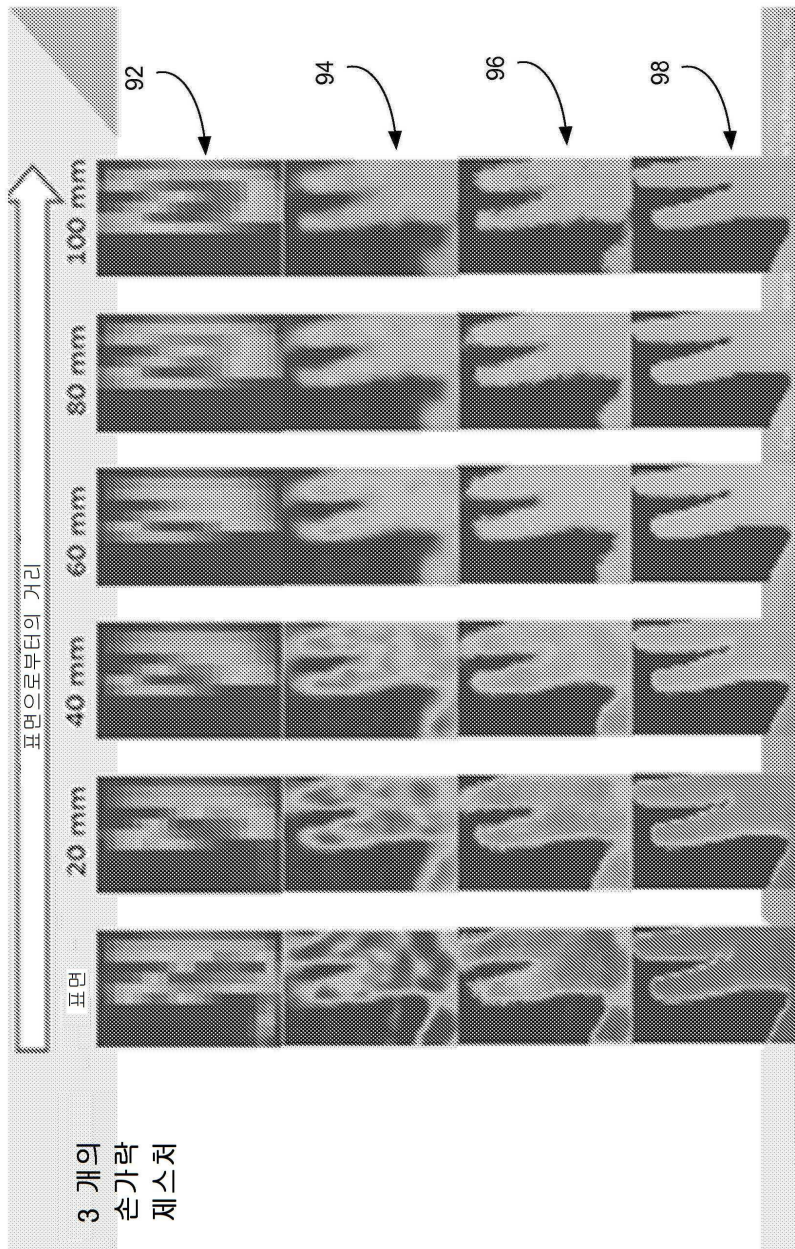
도면5



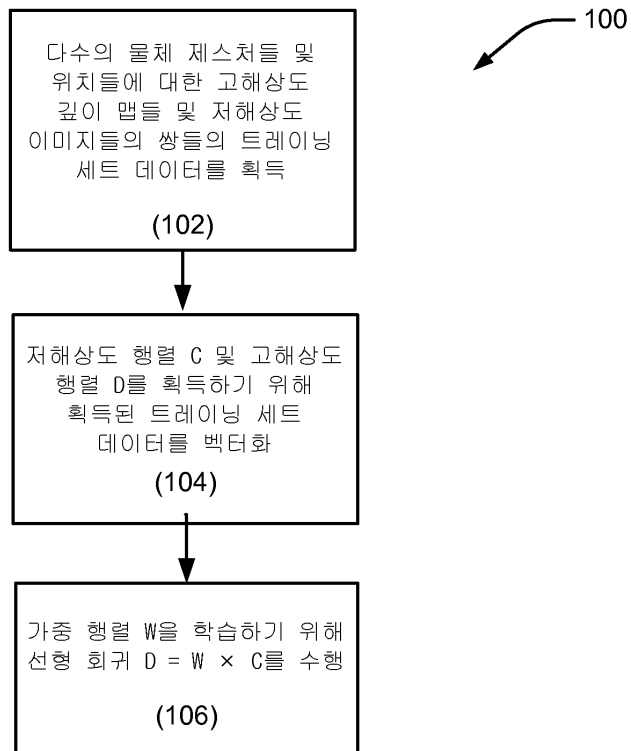
도면6



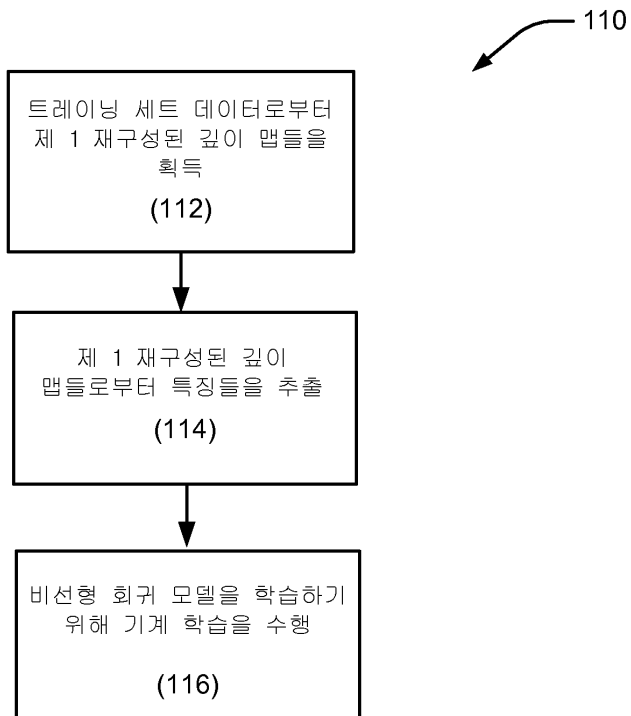
도면7



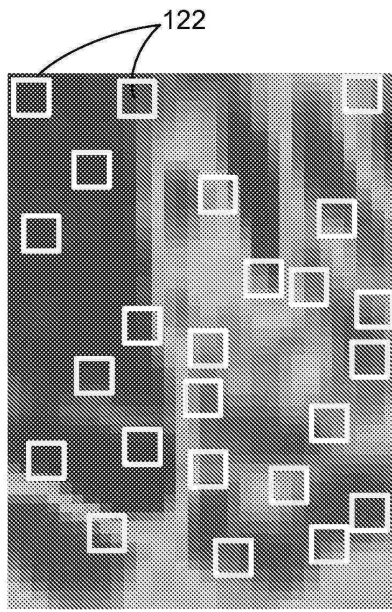
도면8



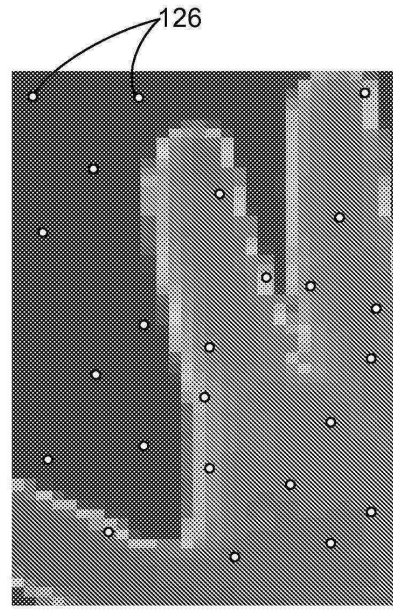
도면9



도면10

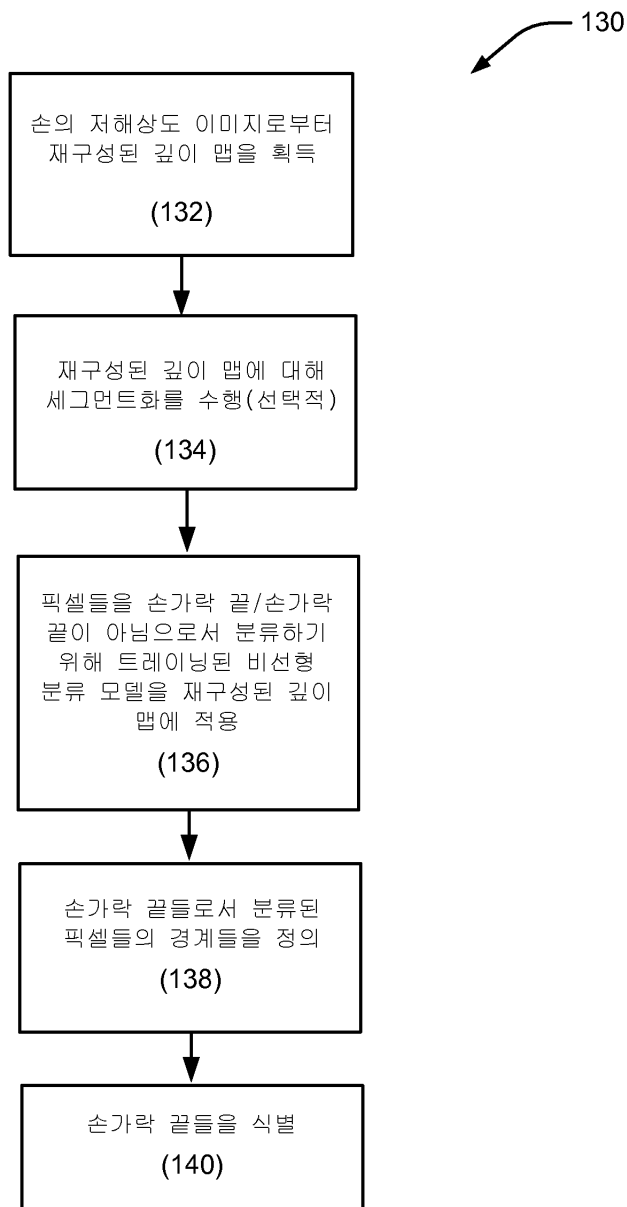


120

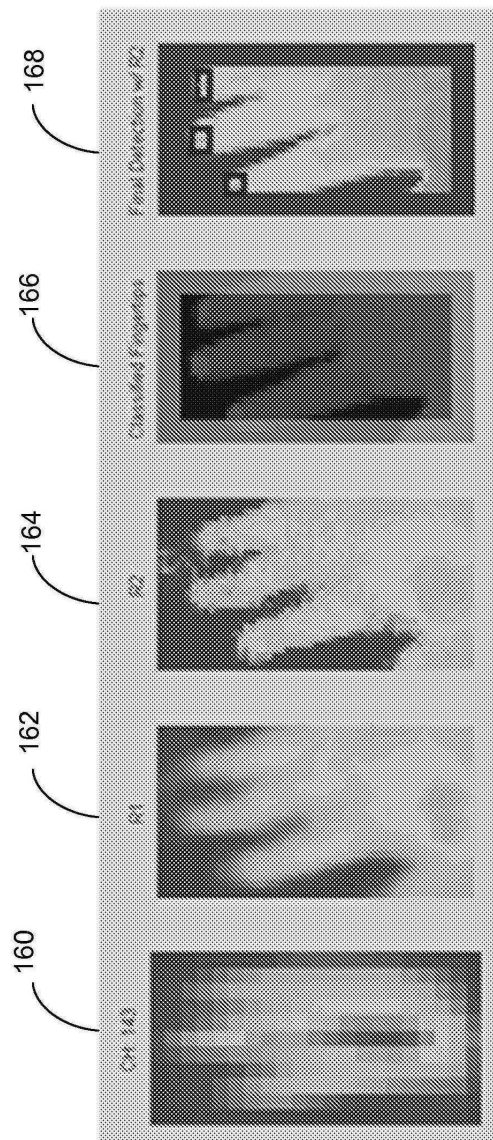


124

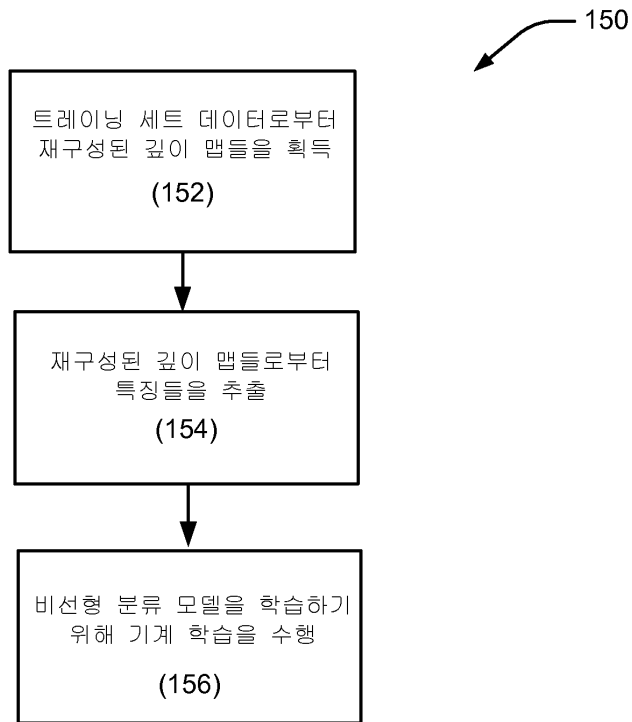
도면11



도면12



도면13



도면14

