



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월01일

(11) 등록번호 10-2494742

(24) 등록일자 2023년01월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06K 19/06 (2006.01) G06K 7/14 (2006.01)(52) CPC특허분류  
G06K 19/06056 (2013.01)  
G06K 19/06037 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-7011868

(22) 출원일자(국제) 2017년09월27일

심사청구일자 2020년09월28일

(85) 번역문제출일자 2019년04월24일

(65) 공개번호 10-2019-0060798

(43) 공개일자 2019년06월03일

(86) 국제출원번호 PCT/US2017/053777

(87) 국제공개번호 WO 2018/064198

국제공개일자 2018년04월05일

(30) 우선권주장

62/400,865 2016년09월28일 미국(US)

62/485,449 2017년04월14일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090033438 A\*

US05223701 A\*

WO2016109620 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 캄파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

하워드 제임스 더블유

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

존슨 저스틴 엠

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 15 항

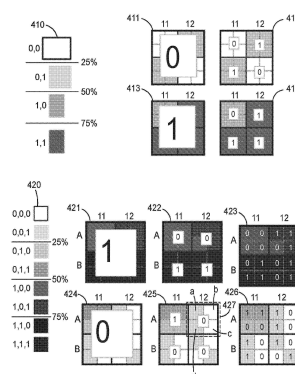
심사관 : 하은주

(54) 발명의 명칭 머신-판독 물품을 위한 계층적 광학 요소 세트

## (57) 요약

일부 예에서, 물품은 기재 - 기재는 물리적 표면을 포함함 -; 물리적 표면 상에 구현된 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조를 포함하며, 부모 광학 요소 세트에 의해 표현되는 제1 인코딩된 값은 자식 광학 요소 세트 내의 특정 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 특정 광학 요소에 의해 표현되는 제2 인코딩된 값은 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 제1 인코딩된 값과 제2 인코딩된 값은 상이하고, 제2 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 제1 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 거리로부터 디코딩 가능하다.

대표도 - 도4b



(52) CPC특허분류

**G06K 7/1417** (2013.01)

**G06K 7/1434** (2013.01)

(72) 발명자

**포츠 트레이비스 엘**

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**파차우리 디프티**

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**스나이더 제임스 비**

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**소마순다람 구루프라사드**

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

물품으로서,

물리적 표면을 포함하는 기재(substrate)와,

상기 물리적 표면 상에 구현된 광학 코드 - 상기 광학 코드는 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조를 포함하고, 상기 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 복수의 부모 광학 요소를 포함하고, 상기 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기인 복수의 자식 광학 요소를 포함함 - 를 포함하며,

상기 부모 광학 요소 세트의 각각의 부모 광학 요소는 제각기의 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 자식 광학 요소 세트의 대응하는 자식 광학 요소의 서브 세트의 누적 시각적 외관(cumulative visual appearance)에 적어도 부분적으로 기초하며, 각각의 부모 광학 요소의 누적 시각적 외관은 상이한 휘도 정도(degree of luminance)를 갖는 그래디언트 값(gradient value)의 범위 내의 휘도 정도를 나타내는 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 제1 임계치에 대한 상기 제각기의 부모 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 자식 광학 요소 세트의 각각의 자식 광학 요소는 제각기의 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 자식 광학 요소 세트의 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제각기의 자식 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하며, 각각의 자식 광학 요소의 시각적 외관은 상기 그래디언트 값의 범위 내의 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제1 임계치와 다른 제2 임계치에 대한 상기 제각기의 자식 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 임계 거리보다 더 큰 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 임계 거리보다 더 큰 상기 거리로부터 디코딩 가능한,

물품.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자식 광학 요소 세트의 각각의 광학 요소는 상기 부모 광학 요소 세트의 하나의 부모 광학 요소 내에 포함되는,

물품.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

특정 부모 광학 요소에 대응하는 상기 시각적 그래디언트 값이 상기 제1 임계치보다 더 작은 경우 특정 자식 광학 요소에 대한 상기 제2 임계치는 상기 제1 임계치보다 더 작고, 상기 특정 부모 광학 요소에 대응하는 상기 시각적 그래디언트 값은 상기 특정 자식 광학 요소를 포함하는 상기 자식 광학 요소의 서브 세트의 누적 시각적 외관에 기초하며,

상기 특정 부모 광학 요소에 대응하는 상기 시각적 그래디언트 값이 상기 제1 임계치보다 더 큰 경우 상기 특정 자식 광학 요소에 대한 상기 제2 임계치는 상기 제1 임계치보다 더 큰,

물품.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 제각기의 광학 요소는 인코딩된 비트 세트 내의 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 인코딩된 비트 세트는 상기 제각기의 광학 요소의 시각적 구별가능성에 기초하여 구별가능한,

물품.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트는 QR 코드에 포함되지 않는,

물품.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 거리는 제1 거리이고, 상기 제1 거리는 이미지 포착 디바이스에 의해 포착된 이미지의 해상도가, 구별가능성 임계치 위에서, 서로 시각적으로 상이한 상기 자식 광학 요소 세트의 하나 이상의 자식 광학 요소 간을 시각적으로 구별하지 못하는 거리인,

물품.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 복수의 부모 광학 요소는 상기 물품을 기술하는 컨텍스트 정보(context information)를 표현하고,

상기 복수의 자식 광학 요소는 상기 컨텍스트 정보를 기술하는 콘텐츠 정보(content information)를 표현하는,

물품.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 광학 코드는 복수의 파인더 광학 요소(finder optical element)를 포함하고, 상기 파인더 광학 요소는 머신 비전 시스템(machine vision system)이 이미지 내의 상기 부모 광학 요소 세트 또는 상기 자식 광학 요소 세트 중 하나 이상의 위치를 파악하는 것을 가능하게 하며, 상기 복수의 파인더 광학 요소는 상기 제1 크기인,

물품.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 물품은 교통 표지판(traffic sign), 번호판(license plate), 의복(garment), 또는 데칼(decals) 중 적어도 하나를 포함하는

물품.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 광학 코드는 배향 독립적인(orientation independent),

물품.

## 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 광학 코드를 상기 물리적 표면의 다른 영역으로부터 시각적으로 분리시키기 위해 상기 광학 코드를 둘러싸는 콰이어트 존(quiet zone)을 더 포함하고, 상기 광학 코드는 파인더 코드를 더 포함하며,

상기 파인더 코드는 어두운 색(dark color)이고 상기 콰이어트 존은 밝은 색(light color)이거나, 또는

상기 파인더 코드는 밝은 색이고, 상기 콰이어트 존은 어두운 색인.

물품.

## 청구항 12

방법으로서,

컴퓨팅 디바이스에 의해, 물리적 표면을 포함하는 기재를 갖는 물품의 이미지를 수신하는 단계 - 상기 이미지는, 상기 물리적 표면 상에 구현된 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조를 포함하는, 상기 물품 상에 구현된 광학 코드의 표현을 포함하고, 상기 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 복수의 부모 광학 요소를 포함하고, 상기 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기인 복수의 자식 광학 요소를 포함하며,

상기 부모 광학 요소 세트의 각각의 부모 광학 요소는 제각기의 제1 비트를 표현하고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 인코딩된 비트는 상기 자식 광학 요소 세트의 대응하는 자식 광학 요소의 서브세트의 누적 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 각각의 부모 광학 요소의 누적 시각적 외관은 상이한 휘도 정도를 갖는 그래디언트 값의 범위 내의 휘도 정도를 나타내는 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 제1 임계치에 대한 상기 제각기의 부모 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 자식 광학 요소 세트의 각각의 자식 광학 요소는 제각기의 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 자식 광학 요소 세트의 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제각기의 자식 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하며, 각각의 자식 광학 요소의 시각적 외관은 상기 그래디언트 값의 범위 내의 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제1 임계치와 다른 제2 임계치에 대한 상기 제각기의 자식 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 임계 거리보다 더 큰 제1 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 임계 거리보다 더 큰 상기 제1 거리로부터 디코딩 가능함 - 와,

상기 임계 거리보다 더 큰 상기 제1 거리에서 포착된 상기 이미지를 사용하여, 상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트를 디코딩하지 않고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트를 디코딩하는 단계와,

상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 동작을 수행하는 단계를 포함하는,

방법.

## 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트를 디코딩하는 단계는,

상기 이미지 내의 제각기의 광학 요소 세트의 제각기의 사전 정의된 위치를 나타내는 광학 요소 세트 위치 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 부모 광학 요소 세트를 결정하는 단계와,

상기 광학 요소 세트 내의 제각기의 광학 요소의 제각기의 사전 정의된 위치를 나타내는 광학 요소 위치 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 부모 광학 요소 세트의 상기 제각기의 부모 광학 요소 각각에 대한 제각기의 그래디언트 값을 결정하는 단계와,

상기 제각기의 그래디언트 값과 인코딩된 비트 사이의 매핑(mapping)에 적어도 부분적으로 기초하여, 메시지의 적어도 일부를 결정하는 단계를 포함하는

방법.

#### 청구항 14

시스템으로서,

이미지 포착 디바이스와,

상기 이미지 포착 디바이스에 통신가능하게 결합된 컴퓨팅 디바이스를 포함하되,

상기 컴퓨팅 디바이스는 하나 이상의 컴퓨터 프로세서 및 명령어를 포함하는 메모리를 포함하며,

상기 명령어는, 상기 하나 이상의 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 하나 이상의 컴퓨터 프로세서로 하여금,

물리적 표면을 포함하는 기재를 갖는 물품의 이미지를 수신하고

- 상기 이미지는 상기 물리적 표면 상에 구현된 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조를 포함하는 상기 물품 상에 구현된 광학 코드의 표현을 포함하고, 상기 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 복수의 부모 광학 요소를 포함하고, 상기 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기인 복수의 자식 광학 요소를 포함하며,

상기 부모 광학 요소 세트의 각각의 부모 광학 요소는 인코딩된 비트를 표현하고, 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 자식 광학 요소 세트의 대응하는 자식 광학 요소의 서브세트의 누적 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 각각의 부모 광학 요소의 누적 시각적 외관은 상이한 휘도 정도를 갖는 그래디언트 값의 범위 내의 휘도 정도를 나타내는 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 제1 임계치에 대한 상기 제각기의 부모 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 자식 광학 요소 세트의 각각의 자식 광학 요소는 제각기의 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 자식 광학 요소 세트의 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제각기의 자식 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하며, 각각의 자식 광학 요소의 시각적 외관은 상기 그래디언트 값의 범위 내의 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제1 임계치와 다른 제2 임계치에 대한 상기 제각기의 자식 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 임계 거리보다 더 큰 제1 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 임계 거리보다 더 큰 상기 제1 거리로부터 디코딩 가능함 - ,

상기 임계 거리보다 더 큰 상기 제1 거리에서 포착된 상기 이미지를 사용하여, 제2 인코딩된 값을 디코딩하지 않고, 제1 인코딩된 값을 디코딩하며,

상기 제1 인코딩된 값에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 동작을 수행하게 하는,

시스템.

#### 청구항 15

물리적 표면을 포함하는 기재를 갖는 물품을 구성하는 방법으로서,

부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조를 포함하는 광학 코드를 규정하는 프린팅 사양을 수신하는 단계 - 상기 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 복수의 부모 광학 요소를 포함하고, 상기 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기인 복수의 자식 광학 요소를 포함함 -

와,

상기 프린팅 사양에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 부모 광학 요소 및 상기 자식 광학 요소가 상기 물리적 표면 상에 구현되는 상기 물품을 구성하는 단계를 포함하되,

상기 부모 광학 요소 세트의 각각의 부모 광학 요소는 제각기의 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 자식 광학 요소 세트의 대응하는 자식 광학 요소의 서브 세트의 누적 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하며, 각각의 자식 광학 요소 세트의 각각의 자식 광학 요소는 제각기의 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 자식 광학 요소 세트의 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제각기의 자식 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하며, 상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 임계 거리보다 더 큰 제1 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 임계 거리보다 더 큰 상기 제1 거리로부터 디코딩가능하며,

각각의 부모 광학 요소의 누적 시각적 외관은 상이한 휘도 정도를 갖는 그래디언트 값의 범위 내의 휘도 정도를 나타내는 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 제1 임계치에 대한 상기 제각기의 부모 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

각각의 자식 광학 요소의 시각적 외관은 상기 그래디언트 값의 범위 내의 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제1 임계치와 다른 제2 임계치에 대한 상기 제각기의 자식 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하는,

방법.

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

#### 청구항 21

삭제

#### 청구항 22

삭제

#### 청구항 23

삭제

#### 청구항 24

삭제

#### 청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시는 물품의 물리적 표면 상에 정보를 인코딩하는 것 및 그러한 정보를 인코딩 및 디코딩하기 위한 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 바코드는 일반적으로 데이터 또는 정보의 광학 머신-판독가능 표현이다. 일부 바코드는 평행선들의 폭과 간격을 체계적으로 다르게 함으로써 데이터를 표현하였다. 이들 유형의 바코드는 일반적으로 선형 또는 1차원(1D) 바코드로 지칭된다. 바코드에 인코딩된 데이터 또는 정보는 바코드가 부착되는 물체와 관련될 수 있다.

[0003] 나중예, 2차원(2D) 바코드가 개발되었다. 이들 바코드는 데이터를 인코딩하기 위해 2차원의 기하학적 패턴을 사용하였다. 일반적인 유형의 2D 바코드는 QR(quick response) 코드이며, 이는 정사각형 형상의 매트릭스 유형 코드이다. QR 코드는 종종 코드의 경계 및 배향을 정의하는 그것의 모서리들에 있는 3개의 독특한 정사각형과, 크기, 배향, 및 시야각에 대해 이미지를 정규화하는 데 사용되는 제4 모서리 부근에 있는 더 작은 정사각형을 포함한다.

[0004] 정보는 8 비트 코드워드 또는 블록을 사용하여 QR 코드에 인코딩되며, 여기서 각각의 비트는 백색 또는 흑색 정사각형에 의해 표현된다. 비트들은 기본 매트릭스 또는 그리드 패턴으로 배열되며, 여기서 각각의 비트는 동일한 크기의 정사각형이다. 매트릭스가 생성될 때, 코드워드는 오른쪽 아래 모서리로부터 코드에서 오른쪽에서 왼쪽으로 위아래로 지그재그로 나아가고 코드들의 다른 요소들 주위로 내비게이션하는 2 픽셀 폭 스트립들을 따른다. QR 코드에서, 인코딩된 정보는 전형적으로 디코딩 디바이스가 인코딩된 정보를 신뢰성 있게 검색할 수 있게 하기 위해 표준화된 레이아웃 스킴(standardized layout scheme)을 따른다. QR 코드에 인코딩될 수 있는 문자의 수는 각각의 비트의 크기, QR 코드 자체의 크기, 문자의 알파벳의 크기, 및 사용된 오류 정정의 레벨에 의존한다. 일반적으로, 오류 정정 레벨이 높을수록, 저장 용량이 적다. 바코드와 관련된 기존 기술을 고려하더라도, 바코드 및 그러한 바코드를 포함하는 표지판 또는 다른 물품에 다양한 결점이 존재한다.

### 발명의 내용

[0005] 본 개시의 물품, 기법, 및 시스템은 광학 요소 세트들의 계층 구조에 인코딩된 하나 이상의 값을 포함하는 머신-판독가능 코드에 관한 것이며, 여기서 머신-판독가능 코드는 물품 상에 구현되고 코드의 이미지를 수신하는 컴퓨팅 디바이스에 의해 디코딩 가능하다. 광학 요소 세트들의 계층 구조는 부모 및 자식 레벨 광학 요소 세트들의 N개 레벨로 구조화될 수 있으며, 여기서 자식 광학 요소 세트의 광학 요소들은 부모 광학 요소 세트의 광학 요소들보다 작다. 일부 경우에, 부모 광학 요소에 대한 인코딩된 값과 자식 광학 요소에 대한 인코딩된 값은 자식 및 부모 광학 요소들 내의 동일한 광학 요소 위치에 기초할 수 있다 - 비록 각자의 인코딩된 값들이 상이



하지만 -. 동일한 자식 광학 요소에 대한 이미지의 해상도가 물품과 이미지 포착 디바이스 사이의 상이한 거리에 기초하여 상이한 그래디언트 값(gradient value)들을 제공할 수 있기 때문에, 상이한 그래디언트 값들은 상이한 인코딩된 값들로 매핑될 수 있다. 부모 광학 요소는 (그의 크기로 인해) 자식 광학 요소보다, 물품과 이미지 포착 디바이스 사이의 더 큰 거리로부터 디코딩 가능할 수 있기 때문에, 동일한 광학 요소가 광학 요소들의 계층 구조의 상이한 레벨들에서 상이한 정보를 표현하는 데 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, 머신-판독 가능 코드의 계층 구조는 더 많은 정보가 물품의 유한 표면 공간에 인코딩될 수 있게 할 수 있다. 그렇기 때문에, 계층 구조 내의 상이한 광학 요소 세트들로부터의 상이한 정보가 이미지 포착 디바이스와 물품 사이의 거리가 감소함에 따라 머신-판독가능 코드로부터 디코딩될 수 있다.

[0006] 일부 예에서, 물품은 물리적 표면을 갖는 기재(substrate)와; 물리적 표면 상에 구현된 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조 - 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 제1 복수의 광학 요소를 포함하고, 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기보다 작은 제2 크기인 제2 복수의 광학 요소를 포함함 - 를 포함하며, 여기서 부모 광학 요소 세트에 의해 표현되는 제1 인코딩된 값은 자식 광학 요소 세트 내의 특정 광학 요소의 시각적 외관(visual appearance)에 적어도 부분적으로 기초하고, 특정 광학 요소에 의해 표현되는 제2 인코딩된 값은 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 제1 인코딩된 값과 제2 인코딩된 값은 상이하고, 제2 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 제1 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 거리로부터 디코딩 가능하다.

[0007] 일부 예에서, 물리적 표면을 포함하는 기재와; 물리적 표면 상에 구현된 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조 - 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 제1 복수의 광학 요소를 포함하고, 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기보다 작은 제2 크기인 제2 복수의 광학 요소를 포함함 - 를 포함하며, 부모 광학 요소 세트에 의해 표현되는 제1 인코딩된 값은 자식 광학 요소 세트 내의 특정 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 특정 광학 요소에 의해 표현되는 제2 인코딩된 값은 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 제1 인코딩된 값과 제2 인코딩된 값은 상이하고, 제2 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 제1 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 거리로부터 디코딩 가능한, 물품.

[0008] 일부 예에서, 방법은 컴퓨팅 디바이스에 의해, 물리적 표면을 포함하는 기재를 갖는 물품의 이미지를 수신하는 단계 - 물리적 표면 상에 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조가 구현되고, 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 제1 복수의 광학 요소를 포함하고, 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기보다 작은 제2 크기인 제2 복수의 광학 요소를 포함하고, 부모 광학 요소 세트에 의해 표현되는 제1 인코딩된 값은 자식 광학 요소 세트 내의 특정 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 특정 광학 요소에 의해 표현되는 제2 인코딩된 값은 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 제1 인코딩된 값과 제2 인코딩된 값은 상이하고, 제2 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 제1 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 제1 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 제1 거리로부터 디코딩 가능함 - 와, 임계 거리보다 큰 제1 거리에서 포착된 이미지를 사용하여, 제2 인코딩된 값을 디코딩함이 없이 제1 인코딩된 값을 디코딩하는 단계와; 제1 인코딩된 값에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 동작을 수행하는 단계를 포함한다.

[0009] 일부 예에서, 시스템은 이미지 포착 디바이스와; 이미지 포착 디바이스에 통신가능하게 결합된 컴퓨팅 디바이스를 포함하며, 컴퓨팅 디바이스는 하나 이상의 컴퓨터 프로세서 및 명령어를 포함하는 메모리를 포함하며, 명령어는, 하나 이상의 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 하나 이상의 컴퓨터 프로세서로 하여금 물리적 표면을 포함하는 기재를 갖는 물품의 이미지를 수신하고 - 물리적 표면 상에 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조가 구현되고, 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 제1 복수의 광학 요소를 포함하고, 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기보다 작은 제2 크기인 제2 복수의 광학 요소를 포함하고, 부모 광학 요소 세트에 의해 표현되는 제1 인코딩된 값은 자식 광학 요소 세트 내의 특정 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 특정 광학 요소에 의해 표현되는 제2 인코딩된 값은 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 제1 인코딩된 값과 제2 인코딩된 값은 상이하고, 제2 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 제1 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 제1 인코딩된 값은 임계 거리보다 큰 제1 거리로부터 디코딩 가능함 -, 임계 거리보다 큰 제1 거리에서 포착된 이미지를 사용하여, 제2 인코딩된 값을 디코딩함이 없이 제1 인코딩된 값을 디코딩하고; 제1 인코딩된 값에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 동작을 수행하게 한다.

[0010] 하나 이상의 예의 세부 사항들이 첨부 도면 및 아래의 설명에 기술된다. 본 개시의 다른 특징, 목적 및 이점이 설명 및 도면으로부터, 그리고 청구범위로부터 명백할 것이다.

## 도면의 간단한 설명

[0011]

도 1은 예시적인 콘텐츠 광학 요소(content optical element) 및 컨텍스트 광학 요소(context optical element)를 갖는 머신-판독가능 광학 코드이다.

도 2a는 표지판 상의 머신-판독가능 광학 코드의 예시적인 도면이다.

도 2b는 적외선 스펙트럼에서 보여지는 표지판 상의 머신-판독가능 광학 코드의 예시적인 도면이다.

도 3은 본 개시와 부합하는 예시적인 표지판 구성이다.

도 4a는 내포된 콘텐츠 광학 요소들을 갖는 예시적인 머신-판독가능 광학 코드이다.

도 4b는 내포된 콘텐츠 광학 요소들을 갖는 머신-판독가능 광학 코드의 섹션들을 도시한다.

도 5는 다차원 머신-판독가능 광학 코드를 판독하기 위한 시스템의 예이다.

도 6은 다차원 머신-판독가능 광학 코드를 판독하기 위한 시스템에서 사용하기 위한 컴퓨팅 디바이스의 예이다.

도 7은 본 개시의 하나 이상의 기법에 따른, 컴퓨팅 디바이스에 의해 수행되는 예시적인 동작들을 포함하는 흐름도를 예시한다.

도 8은 본 개시의 기법들에 따른, 재귀반사성 물품 및 예시적인 요, 피치, 및 롤 축들을 예시한다.

도 9는 본 개시의 기법들에 따른, 광학 코드의 예시적인 구조를 예시한다.

도 10은 본 개시의 기법들에 따른 단일 해상도 광학 코드를 예시한다.

도 11은 본 개시의 기법들에 따른 다중 해상도 광학 코드를 예시한다.

도 12 및 도 13은 본 개시의 기법들에 따른, 상이한 클로킹 패턴들을 예시한다.

도 14는 본 개시의 하나 이상의 기법에 따른, 광학 코드에 포함될 수 있는 반복하는 또는 반복 비트들을 예시한다.

도 15는 본 개시의 기법들에 따른, 기준 디코드 알고리즘을 예시한다.

도 16 및 도 17은 본 개시의 기법들에 따른, 물품 상에 구현된 광학 코드들에 대한 모듈 클리어런스를 예시한다.

도 18은 본 개시의 기법들에 따른, 고정된 패턴 정보를 갖는 광학 코드를 예시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

도 1은 예시적인 콘텐츠 및 컨텍스트 광학 요소들을 갖는 머신-판독가능 광학 코드(100)(또는 "코드(100)")를 예시한다. 본 개시의 일부 예에서, 머신-판독가능 코드(100)는 이진 또는  $n$ -진 정보를 표현하고 인간에게 판독 가능하지 않고/않거나 인간에게 의미 있는 정보를 포함하지 않을 수 있는 광학 요소들을 포함한다. 예를 들어,  $n$ -진 정보는 base- $n$  문자 또는 숫자 시스템을 사용하여 표현될 수 있다. 도 1에서, 코드(100)는 행들 및 열들을 포함하는 구성으로 배향된 정사각형들 또는 광학 요소들로 구성된 다차원 데이터 매트릭스이다. 일부 예에서, 용어 "광학 요소들" 및 "모듈들"은 상호 교환가능하게 사용될 수 있다. 본 개시의 머신-판독가능 광학 코드는 QR 코드가 아니며, 본 개시로부터 명백할 바와 같이 QR 코드에 비해 하나 이상의 이점을 제공할 수 있다. 비록 본 개시의 물품, 시스템 및 기법이 교통 표지판(traffic sign)에 관하여 설명되지만, 다른 물품은 번호판(license plate), 의복(garment), 또는 데칼(decals)을 포함할 수 있다.

[0013]

도 1에 도시된 바와 같이, 코드(100)는 일부 광학 요소가 데이터의 비트들을 나타내고, 백색 또는 흑색이며, 백색 및 흑색의 색들이 코드에 머신-판독가능 정보를 인코딩하기 위한 "0" 및 "1"에 각각 대응한다는 점에서 이진 코드를 나타낼 수 있다. 진술한 예에서의 이진과 같은 임의의 가능한 인코딩 스킴이 사용될 수 있다. 더 일반적으로, 광학 요소는, 그의 시각적 외관(예컨대, 그래디언트 값)에 기초하여, 인코딩된 값들의 세트 내의 인코딩된 값을 나타낼 수 있으며, 여기서 인코딩된 값들의 세트의 크기는 특정 광학 요소에 할당될 수 있는 다수의 상이한 가능한 그래디언트 값들에 대응한다. 알파벳 문자, 숫자 문자, 또는 임의의 다른 기호와 같은, 임의의 수의 상이한 인코딩된 값들의 세트들이 사용될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 인코딩된 값들은 각자의 광학 요소들의 시각적 구별가능성에 기초하여 구별가능하다. 예시 목적으로, 도 1에 도시된 정사각형들은  $n$ -진 인코딩된 요소들로서 코드(100) 내의 상이한 인코딩된 값들을 예시하기 위한 음영의  $n$ -진 그래디언트들을 포함한다.

- [0014] 일부 예에서, 인코딩된 값들의 세트는  $N$ 개의 인코딩된 값들을 포함한다. 광학 요소 세트는  $M$ 개의 광학 요소를 포함할 수 있으며, 여기서 광학 요소 세트는 광학 요소 세트의 각자의 광학 요소들에 할당된 각자의 시각적 그라디언트 값들에 적어도 부분적으로 기초하는 인코딩된 값들의  $N^M$ 개의 조합들의 세트의 인코딩된 값들의 조합을 나타낸다. 일부 예에서, 각자의 그라디언트 값들은 각각  $M$ 개의 시각적으로 구별가능한 그라디언트 값들의 세트에 포함된다. 도 1에서 광학 요소들은 정사각형들로서 도시되어 있지만, 본 개시와 부합하는 광학 요소들은 임의의 형상을 가질 수 있다.
- [0015] 일부 예에서, 코드(100)는 다음의 3가지 유형의 광학 요소들을 포함할 수 있다: 파인더 광학 요소(finder optical element)들, 컨텍스트 광학 요소들 및 콘텐츠 광학 요소들. 도 1에서 파인더 광학 요소들은 행  $D$  및 열  $4$  내의 광학 요소들이다(총 13개의 광학 요소). 구체적으로, 광학 요소들  $A4$ ,  $D1$ ,  $D4$ ,  $D7$  및  $G4$ 는 "0"이고 파인더 광학 요소들 중 나머지는 "1"이다. 파인더 광학 요소들은 머신 비전 시스템(machine vision system)이 이미지 내의 2D 바코드를 인식하거나, 코드(100)의 외측 에지들을 비롯해, 이미지 내의 광학 코드의 위치를 파악하는 것을 가능하게 할 수 있다.
- [0016] 파인더 코드들 또는 광학 요소들은 머신 또는 머신 비전 시스템이 광학 코드가 공간적으로 시작되고 끝나는 곳을 결정하기 위해 이미지에 나타나는 다양한 라인들 및 다른 시각적 특징들을 자세히 살펴보는 것을 가능하게 한다. 파인더 코드들 또는 광학 요소들은 전형적으로 위치가 고정되고 그들이 보통은 자연에서 발생하지 않도록 충분히 시각적으로 독특하거나 복잡하다. 이러한 방식으로 파인더 코드들 또는 광학 요소들을 설계하는 것은 머신 비전이 그것이 디코딩해야 하는 2D 코드를 그것이 식별했다는 합리적인 확실성을 가질 수 있게 한다. 더 복잡한 파인더 코드는 머신 비전 시스템이 2D 코드를 찾아 디코딩할 가능성을 증가시킨다. 더 시각적으로 복잡한 파인더 코드들은 코드를 구현하는 데 필요한 파인더 광학 요소들의 수에 있어서의 증가를 요구할 수 있고, 광학 요소 크기가 더 작아지고(이는 광학 요소 차폐 및 오판독의 가능성을 증가시킬 수 있음), 데이터 또는 정보를 인코딩하는 데 사용할 나머지 광학 요소들이 더 적어지는 결과를 초래할 수 있다.
- [0017] 일부 구성에서, 파인더 광학 요소들은 머신 비전 시스템이 2D 바코드의 배향을 결정할 수 있게 한다. 그러나, 다른 응용들에서, 2D 바코드의 배향은 2D 바코드의 이미지를 처리하는 컴퓨팅 디바이스에 의해 가정될 수 있다(예를 들어 2D 바코드가 표지판 또는 정지된 물체 상에 있을 때). 이들 응용에서는, 배향 정보가 인코딩되도록 컴퓨팅 디바이스에 의해 요구되지 않기 때문에 더 적은 파인더 광학 요소들(및 정보의 비트들)이 요구된다. 코드(100)에 도시된 바와 같은 파인더 광학 요소는 래스터 스캔을 통해 신속하게 식별될 수 있다. 일 예에서, 본 개시와 부합하는 광학 코드는 36개보다 더 적은 파인더 광학 요소들을 포함한다. 다른 예들에서, 본 개시와 부합하는 광학 코드는, 예를 들어, 25개, 23개, 21개, 19개, 17개, 15개 또는 13개보다 더 적은 파인더 광학 요소들을 포함한다.
- [0018] 아래의 표는 본 개시와 부합하는 다양한 크기의 광학 코드들에 인코딩될 수 있는 파인더 광학 요소들, 컨텍스트 광학 요소들, 콘텐츠 광학 요소들, 총 광학 요소들 및 데이터의 비트들의 수를 나타낸다. 이들은 코드 크기들의 예들이지만, 아래의 광학 요소 정보를 외삽하여 본 개시와 부합하는 다양한 크기의 다른 코드가 생성될 수 있다. 아래의 표에서, 파인더 광학 요소들의 수는 파인더 광학 요소들에 대한 교차 중심 패턴에 기초한다. 사용되는 패턴에 따라 더 많은 또는 더 적은 파인더 광학 요소가 있을 수 있다. 또한, 열거된 콘텐츠 광학 요소들의 수는 콘텐츠 광학 요소들이 표준 또는 컨텍스트 광학 요소의 구역의 25%라고 가정한다. 코드는 원하는 응용의 필요에 따라 더 많은 또는 더 적은 컨텍스트 또는 콘텐츠 광학 요소로 설계될 수 있다. 인코딩된 데이터 비트들의 수는 콘텐츠 광학 요소와 컨텍스트 광학 요소 사이의 가변성을 보상하고 각각의 표준 비트 크기가 1비트의 데이터를 인코딩한다고 가정한다(파인더 광학 요소들을 제외함).

표 1

예시적인 코드 크기들 및 광학 요소 분포

파인더 광학 요소들	컨텍스트 광학 요소들	콘텐츠 광학 요소들	총 광학 요소들	인코딩된 데이터 비트들
13	24	36	76	63
17	48	48	117	100
21	80	60	166	145
25	120	72	223	198
29	168	84	288	259
33	224	96	361	328
37	288	108	442	405
41	360	120	531	490

[0019]

[0020]

파인더 광학 요소들은 광학 코드(100)에서 다양한 방식으로 배열될 수 있다. 파인더 광학 요소들은 코드(100)에서 중심 교차 패턴으로 배열되지만, 파인더 광학 요소들에 대한 다른 배치들 또는 구성들은 각각의 모서리에 3개의 백색 광학 요소를 배치하는 것을 포함한다. 추가의 변형은 인접한 모서리 광학 요소들 사이의 하나 이상의 에지를 따른 교변하는 클로킹 픽셀들(백색, 흑색)을 포함한다. 본 개시와 부합하는 코드 내의 파인더 광학 요소들에 대한 다른 위치들이 본 개시를 읽을 때 당업자에게 명백할 것이다.

[0021]

컨텍스트 광학 요소들은 일반적으로 코드(100)가 그 상에 있는, 물품 또는 물체, 또는 물품 또는 물체의 위치 또는 환경과 관련된 머신-판독가능 데이터 또는 정보를 인코딩하는 비트들 또는 광학 요소들이다. 일 예에서, 컨텍스트 광학 요소들은 파인더 광학 요소들과 동일한 크기이고, 제1 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출 가능한데, 동일한 거리에서 파인더 광학 요소들이 검출가능하다. 그러한 거리는 2D 코드의 크기, 2D 코드 내의 광학 요소들의 수, 각각의 광학 요소의 크기, 및 2D 코드를 검출하는 머신 비전 시스템의 해상도에 의존한다. 컨텍스트 광학 요소들에 인코딩된 데이터의 예들은 다음을 포함한다: 물품 또는 물체의 위치, 물품 또는 물체와 관련된 제조 정보, 코드가 그 상에 있는 교통 표지판의 분류, 특정 구역, 시간, 날짜, 또는 날씨 조건에 적용 가능한 법 또는 다른 운전 규제, 표지판이 적용되는 차선. 다른 유형의 정보가 본 개시를 읽을 때 당업자에게 명백할 것이다. 도 1에서, 광학 요소들 A2, A3, B2, B3, B5, B6, B7, C2, C3, C5, C6, C7, E1, E2, E3, E5, E6, F1, F2, F3, F5, F6, G5 및 G6은 모두 컨텍스트 광학 요소들이다. 이들 광학 요소 중에서, 단지 예시의 목적으로, 광학 요소들 A2, B2, B5, B6, B7, C2, E6, F1, F2, F3, F6, 및 G6은 "1"에 대응하고 컨텍스트 광학 요소들 중 나머지는 "0"에 대응하는데, 그 이유는 "1"에 대한 그라디언트 색 또는 음영 간의 매핑이 광학 요소들 A2, B2, B5, B6, B7, C2, E6, F1, F2, F3, F6, 및 G6에 대한 그라디언트 색 또는 음영에 대응하기 때문이다.

[0022]

다양한 코딩 기법들이 정보를 코드(100)에 인코딩하는 데 사용될 수 있다. 하나의 그러한 예시적인 기법은 당업자에 의해 이해될 바와 같은, 그리고 본 명세서에 참고로 포함되는, <http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP031.pdf>에서 입수가 가능한, 문헌["Reed-Solomon Error Correction by C.K.P. Clarke, R&D White Paper WHP031, July 2002]에 기술된 바와 같은 리드-솔로몬 코드(Reed-Solomon code)이다. 본 개시와 부합하여 사용될 수 있는 다른 유형의 오류 정정 코드는 골레이 코드(Golay code), 저밀도 패리티 체크 코드(Low Density Parity Check code), 및 터보 코드(Turbo code)를 포함한다. 다른 유형의 코드가 당업자에게 명백할 것이다. 코드(100)에서, base 3 확장된 리드-솔로몬 코드를 사용하여, 컨텍스트 광학 요소들은 24개의 총 컨텍스트 광학 요소들에 12 비트의 정보를 임베딩할 수 있다. 최대 2개의 광학 요소가 차폐되거나 손실될 수 있으며, 컨텍스트 광학 요소들에 인코딩된 데이터는 여전히 복구가능하다. 본 명세서에 설명된 코드(100)에 대한 인코딩을 사용하여, 컨텍스트 광학 요소들이 표지판의 유형을 나타내는 경우, 최대 4096개의 고유 표지판이 분류될 수 있다.

[0023]

코드(100)는 또한 36개의 콘텐츠 광학 요소를 포함하며, 각각 4개는 더 큰 광학 요소들 A1, B1, C1, E7, F7, G1, G2, G3 및 G7에 있다. 콘텐츠 광학 요소들은 제2 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하고(그러나 제1 거리에서는 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하지 않음), 제2 거리는 제1 거리보다 작다. 콘텐츠 광학 요소들은 일반적으로 코드(100)가 그 상에 있는, 물품 또는 물체, 또는 물품 또는 물체의 위치 및 환경과 관련된 머신-판독가능 데이터 또는 정보를 인코딩하는 비트들 또는 광학 요소들이다. 콘텐츠 광학 요소들은 컨텍스트



트 광학 요소들에 인코딩된 정보를 확장하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 컨텍스트 광학 요소가 물품이 속도 제한 표지판임을 나타내는 경우, 콘텐츠 광학 요소들은 표지판이 위치하는 존에서 속도 제한이 시속 55 마일임을 나타내는 데 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, 콘텐츠 정보는 컨텍스트 정보를 기술할 수 있다. 콘텐츠 광학 요소들이 머신 비전 시스템에 의해 판독될 수 있는 거리는 코드(100)의 크기, 코드(100) 내의 광학 요소들의 수, 각각의 광학 요소의 크기, 및 머신 비전 시스템의 해상도에 의존한다.

[0024] A1, B1, C1, E7, F7, G1, G2, G3 및 G7 내의 콘텐츠 광학 요소들은 속도 제한, 지시 정보, GPS 좌표, 또는 자산 번호와 같은, 표지판에 특유한 정보를 포함한, 다양한 유형의 정보를 인코딩할 수 있다. 콘텐츠 광학 요소들은 또한 컨텍스트 광학 요소들에 대한 추가 오류 정정으로서 동작하도록 사용될 수 있다.

[0025] 데이터는 다양한 방식으로 또는 다양한 알고리즘을 사용하여 콘텐츠 광학 요소들에 인코딩될 수 있다. 하나의 그러한 알고리즘은 12 비트의 데이터가 콘텐츠 광학 요소들에 인코딩될 수 있게 하는 base-6 리드-솔로몬 코드이다. 콘텐츠 코드들은 일반적으로 컨텍스트 코드들보다 작기 때문에, 콘텐츠 광학 요소가 오판독되거나 머신 비전 시스템의 시야로부터 차폐될 가능성이 증가된다. base-6 리드-솔로몬 인코딩 스킴을 사용하는 것은 컨텍스트 광학 요소들에 대한 base-3 리드-솔로몬 코드와 비교하여 추가의 중복성 또는 오류 검사를 제공할 수 있다. 인접한 콘텐츠 광학 요소들 중 최대 12개가 이 특정 구성에서 차폐될 수 있고, 콘텐츠 광학 요소들로부터의 데이터가 정확하게 판독될 수 있다.

[0026] 광학 요소들 A5, A6 및 A7은 설치시 표지판에 커스텀 데이터를 추가하는 데 사용될 수 있다. 일 예에서, 그것들은 모두 백색으로 보일 수 있으며, 표지판이 적용되는 차선과 같은 정보는 원하는 광학 요소들 위에 IR 흑색 재료를 추가함으로써 설치자에 의해 표시될 수 있다.

[0027] 코드(100)는 파인더 광학 요소들의 크기에 의해 결정된 바와 같이  $7 \times 7$  매트릭스로서 도시되어 있지만, 다른 코드들이 본 개시의 범위 내에 있다. 예를 들어, 코드는  $8 \times 8$ ,  $9 \times 9$ ,  $10 \times 10$ ,  $11 \times 11$ ,  $12 \times 12$ ,  $13 \times 13$ ,  $N \times N$ , 또는  $N \times M$  일 수 있다. 일부 구성에서, 본 개시와 부합하는 코드는 정사각형 매트릭스가 아닐 수 있다. 광학 코드는 원형, 삼각형, 다각형, 직사각형, 또는 임의의 원하는 불규칙 형상일 수 있다. 그러한 광학 코드의 크기는 단일 광학 요소의 표준 크기를 결정하기 위해 파인더 광학 요소의 크기를 사용하여, 표준 광학 요소들의 총 수를 계산함으로써 결정될 수 있다.

[0028] 도 2a는 본 개시에 따른, 머신-판독가능 광학 코드를 포함할 수 있는 표지판(20)의 예시적인 도면이다. 표지판(20)은 미국 전역의 많은 도로들에 배치된 교통 표지판의 예이다. 본 개시와 부합하는 광학 코드는, 예로서, 임의의 표지판에, 또는 임의의 다른 물품에 적용될 수 있다. 도 2a와 같은, 일 예에서, 광학 코드는 적외선 스펙트럼에서만 가시적하도록 생성될 수 있어, 그것이 가시광에서는 운전자에 의해 또는 인간의 눈에 의해 보이지 않지만, IR 광에서는 머신 비전 시스템에 의해 판독될 수 있게 할 수 있다. 본 개시와 부합하는 광학 코드를 구현하기 위한 다른 방법들이 전체에 걸쳐 논의되며, 본 개시를 읽을 때 당업자에게 명백할 것이다.

[0029] 도 2b는 적외선 스펙트럼에서 보여지는 표지판(예컨대, 도 2a의 표지판(20)) 상의 머신-판독가능 광학 코드(22)의 예시적인 도면이다. 광학 코드(22)는 광학 코드(22)가 시작되고 끝나는 곳을 검출함에 있어서 머신 비전 시스템을 보조하는 전이 예지들(23)을 갖는다. 전이 예지들은 본 명세서에서 논의된 바와 같이 재귀반사성 표면 또는 표지판 상에 다양한 방식으로 생성될 수 있다. 광학 코드(22)가 표지판(20)과는 상이한 형상이기 때문에 표지판(20)의 부분들(24)이 광학 코드(22)를 둘러싼다. 광학 코드(22)는 크기 계산을 위한 1차(또는 컨텍스트 광학 요소들)의 크기를 사용하여,  $7 \times 7$  매트릭스 크기를 갖는다. 광학 코드(22)는 파인더, 콘텐츠, 클로킹, 타이밍 및 컨텍스트 광학 요소들을 포함하는 "1"(25) 및 "0"(26) 둘 모두를 나타내는 광학 요소들을 포함한다.

[0030] 도 3은 본 개시에 따른, 예시적인 표지판 구성(300)이다. 본 개시와 부합하는 광학 코드는, 이동식이든지 또는 고정형이든지 간에, 임의의 물품에 적용될 수 있지만, 도 4는 재귀반사성 시트가 그 상에 구현된 표지판에 광학 코드가 적용되는 실시예를 예시한다. 도 3은 다수의 층, 재귀반사성 시트 및 본 명세서에 설명된 바와 같은 광학 코드를 갖는 그러한 표지판의 단면을 예시한다. 층(310)은 기재이다. 전형적으로, 기재(310)은 금속과 같은, 강성 또는 비가요성이고 내구성 있는 재료이다. 하나의 그러한 적합한 금속은 알루미늄이다. 다른 실시예에서, 기재(310)은 임의의 강성, 반강성(semi-rigid) 또는 가요성 표면이거나 이를 포함할 수 있다.

[0031] 재귀반사성 시트(320)는 본 개시에서 설명된 바와 같은 재귀반사성 시트일 수 있다. 재귀반사성 시트(320)를 기재(310)에 접촉하기 위해 접착제의 층(도시되지 않음)이 재귀반사성 시트(320)와 기재(310) 사이에 배치될 수 있다. 본 개시와 부합하여 사용될 수 있는 재귀반사성 시트의 일 예는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 입수가 가능한 쓰리엠 다이아몬드 그레이드(3M Diamond Grade)<sup>TM</sup> DG<sup>3</sup> 재귀반사성 시

트 시리즈 4000이다.

- [0032] 층(330)은, 전형적으로 층(320) 상에 프린팅되는 메시지 또는 이미지를 포함한다. 층(330)은 도 2a에 도시된 정지 표지판과 같은 교통 표지판 이미지일 수 있다. 층(330)은 가시광 스펙트럼 내의 임의의 메시지 또는 이미지, 또는 층(340) 내의 광학 코드 이외의 파장에서 가시적인 메시지 또는 이미지를 포함할 수 있다. 상이한 파장들에서 가시적인 정보 또는 이미지를 단일 표지판, 번호판 또는 다른 기재에 포함시키는 예들이, 명백히 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함되는, 미국 특허 제8,865,293호에 더 상세히 기술되어 있다.
- [0033] 층(340)은 도 2b에 도시된 광학 코드들과 같은, 본 개시와 부합하는 광학 코드를 포함한다. 층(340) 내의 광학 코드는 다양한 방식으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 광학 코드(340)가 가시 스펙트럼에서 가시적일도록 설계되는 경우, 그것은 밝은(또는 백색) 기재 상에 어두운 색(예를 들어, 흑색)으로 프린팅될 수 있다. 층(340) 내의 광학 코드가 IR 스펙트럼(전형적으로 700 내지 1000 nm의 범위이지만, 일부 경우에, 850 nm 또는 900 nm와 같은 파장이 사용될 수 있음)에서 가시적일도록 설계되는 경우, 층(340) 내의 광학 코드는 다양한 방식으로 생성될 수 있다. 구체적으로, 재귀반사성 층(320)이 층(340) 아래에 있는 상태에서, 적외선 스펙트럼에서 재귀반사를 흡수하거나, 산란시키거나, 달리 억제하는 재료 또는 물질로 덮이지 않은 층(320)의 임의의 부분이 백색으로 또는 밝게 보일 것이다. 따라서, 적외선 스펙트럼에서 재귀반사를 흡수하거나, 산란시키거나, 달리 소멸시키는 재료를 적용하는 것이 층(340) 내의 광학 코드 주위에 경계 및 흑색 광학 요소를 생성하기 위해 사용될 수 있다.
- [0034] 사용될 수 있는 재료들의 예들은 IR 흡수 흑색 잉크를 사용하여 흑색일도록 또는 어둡도록 요망되는 표지판의 부분들을 프린팅하는 것을 포함한다. 다른 예에서, IR 흡수 다층 광학 필름(multi-layer optical film, MOF)이 백색일도록 요망되는 표지판의 임의의 부분들이 제거되도록 선택적으로 절단될 수 있으며, 필름이 층(330) 상에 오버레이된다. 적외선 스펙트럼에서 볼 때, 필름은 백색일도록 의도된 광학 코드의 구역들에서만 재귀반사를 허용할 것이다. 적외선(IR) 스펙트럼이 본 명세서에서 논의되지만, 근적외선 스펙트럼(대략 950 nm의 파장을 갖는 광)과 같은 다른 스펙트럼들이 사용될 수 있다. 층(340) 내의 광학 코드가 950 nm 광 흡수 필름으로 생성될 때, 950 nm의 광이 광학 코드를 조명할 때, 흑색 프린팅된 섹션들은 광을 흡수하여 머신 비전 시스템에게 흑색으로 보일 것이고, 프린팅되지 않은 섹션들은 밝게 또는 백색으로 보일 것이다.
- [0035] 표지판(300)은 선택적으로, 층(340) 위에 형성되거나 접착된 오버라미네이트(overlamine)(350)를 포함할 수 있다. 오버라미네이트(350)는 다층 광학 필름과 같은, 그러나 이로 제한되지 않는, 가시-투과성, 적외선 투과성 재료로 구성될 수 있다.
- [0036] 표지판(300)의 구성에 재귀반사성 층을 사용하는 것은 몇 가지 이점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 정보가 주로 적외선 스펙트럼에서 포착되고, 이미지 내의 유일한 가시 구역들이 재귀반사성 시트(320)로부터 반사되는 광에 의해 생성된 밝은 또는 백색 광학 요소들인 경우, 카메라로 복귀된 조명 조건들은 이미지 포착 디바이스 및/또는 컴퓨팅 디바이스가 이미지에서 IR 재귀반사성이 아닌 임의의 물체들을 식별하는 데 어려움을 생성할 수 있다. 이는 표지판 또는 광학 코드 주위의 배경, 및 개인의 얼굴, 이미지, 또는 다른 식별 정보와 같은 다른 개인 정보를 포함한다.
- [0037] 또한, 광학 코드의 백색 또는 밝은 부분들을 생성하는 층(340)으로부터의 재귀반사된 광은 광학 코드와 주위 이미지 사이의 자연적인 경계 또는 전이를 비롯한, 이미지 내의 흑색 구역들 사이의 매우 극명한 콘트라스트를 갖는 이미지를 유발할 수 있다. 그러한 전이가 도 2b에서 아이템(23)으로서 도시되어 있다. 일부 기존 QR 코드들에서, QR 코드가 시작되고 끝나는 곳을 머신 비전 시스템을 위해 기술하기 위해서 코드의 경계의 일부 또는 전체 주위에 흑색 광학 요소들이 필요할 수 있다. 대조적으로, 표지판(300) 상의 광학 코드를 둘러싸는 구역이 IR 스펙트럼에서 흑색으로 보이기 때문에, 일부 예에서, 추가적인 경계 광학 요소들이 필요하지 않아, 더 큰 인코딩 효율성을 허용한다.
- [0038] 도 4a는 내포된 콘텐츠 광학 요소들을 갖는 머신-판독가능 광학 코드(400)를 예시한다. 일부 예에서, 내포된 또는 "자식" 광학 요소는 부모 광학 요소 내에 포함될 수 있다. 예를 들어, 부모 광학 요소 세트(402)는 적어도 하나의 부모 광학 요소(406)를 포함할 수 있으며, 여기서 부모 광학 요소(406)는 자식 광학 요소 세트를 더 포함하고(예컨대, 도 4a의 셀 [A, 1]에서 4개의 광학 요소를 포함함), 자식 광학 요소 세트는 자식 광학 요소(406)와 같은 광학 요소들의 각자의 세트를 포함한다.
- [0039] 일부 예에서, 부모 광학 요소의 적어도 하나의 광학 요소에 대응하는 제1 인코딩된 값은 임계 거리 이상인 이미지 포착 디바이스와 물품 사이의 특정 거리에서 디코딩 가능하다. 자식 광학 요소 세트 내의 광학 요소들의 세

트에 각각 대응하는 자식 인코딩된 값들은 이미지 포착 디바이스와 물품 사이의 특정 거리에서 디코딩 가능하지 않을 수 있다. 일부 예에서, 특정 거리는 제1 거리이며, 여기서 자식 광학 요소 세트 내의 광학 요소들의 세트에 각각 대응하는 자식 인코딩된 값들은 이미지 포착 디바이스와 물품 사이의 제2 거리에서 디코딩 가능하고, 제2 거리는 제1 거리보다 작다. 일부 예에서, 임계 거리는 이미지 포착 디바이스에 의해 포착된 이미지의 해상도가, 구별가능성 임계치 위에서, 시각적으로 상이한 자식 광학 요소 세트의 하나 이상의 광학 요소 간을 시각적으로 구별하지 못하는 거리이다. 일부 예에서, 구별가능성 임계치는 사용자에게 의해 정의되거나, 하드 코딩되거나, 머신에 의해 생성될 수 있다.

[0040] 일부 예에서, 광학 코드는 콘텐츠 및 컨텍스트 광학 요소들 둘 모두를 포함할 수 있다. 내포된 콘텐츠 광학 요소들은 데이터의 비트로서 개별적으로 각각 판독될 수 있거나, 단일 컨텍스트 광학 요소로서 함께 판독될 수 있는 4개의 콘텐츠 광학 요소들의 블록이다. 제1 거리로부터, 광학 코드(400)는 행 A-B, C-D, E-F, G-H, I-J, K-L 및 M-N과 열 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10, 11-12, 및 13-14를 갖는 7x7 코드로 보인다. 도 1에 도시된 이미지와 유사하게, 행 G-H 및 열 7-8 내의 광학 요소들은 파인더 광학 요소들이다. 도 4a의 머신-판독가능 광학 코드는 그것이 내포된 콘텐츠 광학 요소들을 허용하기 위해 광학 요소들 내에서의 그라디언트들의 사용을 보여준다는 점에서 도 1과는 상이하다.

[0041] 도 4b는 내포된 콘텐츠 광학 요소들을 갖는 머신-판독가능 광학 코드의 섹션들을 예시한다. 많은 머신 비전 시스템들에서, 시스템은 이미지에서 가장 밝은 톤과 이미지에서 가장 어두운 톤을 검출함으로써 광학 요소가 "백색"인지 또는 "흑색"인지를 결정한다. 이어서 머신은 검출된 백색과 흑색 사이의 중간인 톤보다 어두운 것은 무엇이든 흑색인 것으로 결정되는 것으로 결정함으로써 이미지를 "이진화"한다. 중간(또는 50%) 톤보다 밝은 것은 무엇이든 백색인 것으로 결정된다. 콘텐츠 광학 요소들의 다수의 층이 내포될 때 이러한 동일한 원리가 적용될 수 있다.

[0042] 도 4b는 물리적 표면 상에 구현된 부모 및 자식 광학 요소 세트들의 계층 구조를 더 예시한다. 예를 들어, 광학 요소 세트(424)(상이한 상세 레벨들에서 425 및 426으로서 또한 도시됨)는 4개의 자식 광학 요소(A11, A12, B11, B12)를 갖는 부모 광학 요소 세트일 수 있다. 부모 광학 요소 세트는, 각각의 크기가 제1 크기인 제1 복수의 광학 요소(예컨대, A11, A12, B11, B12)를 포함한다. 자식 광학 요소 세트(427)는, 각각의 크기가 제1 크기보다 작은 제2 크기인 제2 복수의 광학 요소(A12a, A12b, A12c, 및 A12d)를 포함한다. 도 4b의 예에서, 부모 광학 요소 세트(424)에 의해 표현된 제1 인코딩된 값("0")은 자식 광학 요소 세트 내의 특정 광학 요소(A12d)(예로서 A12d를 사용함)의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 특정 광학 요소(A12d)에 의해 부분적으로 표현된 제2 인코딩된 값("1")은 특정 광학 요소(A12d)의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하며, 제1 인코딩된 값과 제2 인코딩된 값은 상이하다. 광학 요소(A12)에 대한 제2 인코딩된 값("1")은 임계 거리보다 큰 거리로부터 디코딩 가능하지 않을 수 있으며, 제1 인코딩된 값("0")은 임계 거리보다 큰 거리로부터 디코딩 가능하다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 자식 광학 요소 세트의 각각의 광학 요소는 부모 광학 요소 세트의 하나의 광학 요소 내에 포함될 수 있다. 다른 예들에서, 자식 광학 요소 세트는 부모 광학 요소 세트와 중첩되거나 그것 내에 포함되지 않을 수 있다.

[0043] 도 4b에 도시된 바와 같이 계층적 방식으로 인코딩된 값들을 배열함으로써, 더 중요한 정보(예를 들어, 정지 표지판의 존재)가 계층 구조의 상위 레벨들의 광학 요소들(예컨대, 부모 광학 요소 세트들)에 인코딩될 수 있으며, 이는 이미지 포착 디바이스와 광학 요소들을 포함하는 물품 사이의 더 멀리 떨어진 거리들로부터 디코딩될 수 있다. 덜 중요한 정보(예컨대, 물품의 제조 일자)가 계층 구조의 하위 레벨들의 광학 요소들(예컨대, 자식 광학 요소 세트들)에 인코딩될 수 있으며, 이는 이미지 포착 디바이스가 광학 요소들을 포함하는 물품에 더 가까이 있을 때만 디코딩될 수 있다. 도 4b에서의 3개의 레벨과 같은, 임의의 N개의 계층 레벨의 광학 요소 세트들이 사용될 수 있다.

[0044] 계층화된 콘텐츠 광학 요소의 다른 예가 블록 11-12, 열 C-D에 도시되어 있다. 코드(400)를 생성할 때, 블록 11-12, 행 C-D로 구성된 블록(411)은 단일 블록으로서(컨텍스트 광학 요소로서) 함께 판독될 때 "0"으로서 누적적으로 디코딩된다. 머신 비전 시스템은 스케일(410)에 도시된 음영(0,0)을 영역 내의 가장 밝은 색으로서 그리고 스케일(410) 상에 도시된 음영(1,1)을 가장 어두운 색으로서 검출하기 때문에, 광학 요소 C-D, 11-12 내의 모든 블록들이 "0"으로 판독되기 위해서는, 411 내의 4개의 블록 각각에서의 음영은 스케일(410) 상의 50% 라인 아래에 있어야 한다.

[0045] 블록(411) 내의 4개의 콘텐츠 광학 요소 각각에 내포된 정보를 판독하거나 달리 디코딩하기 위해, 머신 비전 시스템은 블록(411)을 격리시키고 블록(411) 내의 음영들에만 그의 이진화기를 캘리브레이트할 수 있다. 음영들

이 스케일(410)의 50% 라인 아래에 있기 때문에, 이어서 이진화기는 25% 라인 아래의 흑색 레벨(예컨대, 휘도에 기초한)을 갖는 임의의 영역은 "0"이고 25% 라인 위의 것은 무엇이든 "1"이라고 결정한다. 따라서, 411 및 412 내의 4개의 블록이 단일 광학 요소로서 함께 판독될 때 "0"으로 판독될지라도, 콘텐츠 광학 요소들로서, 개별적으로 판독될 때, C11 및 D12는 "0"인 반면 C12 및 D11은 "1"이다.

[0046] 유사하게, 블록(413)은, 컨텍스트 광학 요소로서 제1 거리로부터 판독될 때, "1"로 판독될 필요가 있다. 이를 달성하기 위해, 스케일(410) 상의 50% 라인보다 큰 음영들만이 사용되고, 따라서 컨텍스트 광학 요소(413)가 제1 거리로부터 판독될 때, 머신 비전 시스템은 4개의 블록 모두가 "어두운" 또는 "흑색"인 것으로 결정하는데 그 이유는 그것들이 그래디언트 스케일 상의 50% 라인 위에 있기 때문이다. 블록(414) 내의 콘텐츠 광학 요소들이 개별적으로 판독될 때, 블록(414)을 격리된 상태로 판독할 때 50% 라인 위의 그래디언트 범위만을 보는 머신 비전 시스템에 기초하여, E11은 "0"이고 E12, F11, 및 F12는 "1"이다. 일부 예에서, 시각적 외관은 상이한 휘도 정도들을 갖는 그래디언트 값들의 범위에서 휘도 정도를 나타내는 시각적 그래디언트 값에 의해 표현되거나 표현될 수 있다.

[0047] 블록들 또는 광학 요소들(421 내지 426)은 3개의 레벨의 내포된 데이터를 사용한 구현을 보여준다. 블록(421)은, 제1 거리로부터 판독될 때, "1"인데, 그 이유는 모든 음영이 스케일(420) 상의 50% 라인보다 크기 때문이다. 그러나, 제2의 더 가까운 거리로부터 판독될 때, (블록(422) 상에 도시된 바와 같이) 광학 요소 A11 및 A12는 "0"으로 판독되는데 그 이유는 이들 광학 요소 각각 내의 음영들이 블록(422)을 이진화하는 데 사용되는 분할 포인트가 된, 75% 라인 아래에 있기 때문이다. 광학 요소 B11 및 B12는 1로 판독된다. 블록(423)이 제3(및 가장 가까운 거리)로부터 판독될 때, 머신 비전 시스템은 광학 요소 A11, A12, B11 및 B12 각각이 4개의 내포된 광학 요소들로 이루어짐을 검출할 수 있다. 광학 요소 A11 및 A12에서, 색 스펙트럼은 범위가 단지 스케일(420) 상에서 1,0,0과 1,0,1 사이일 뿐이며, 따라서 A11 내의 4개의 내포된 광학 요소는 0,0,0,0으로 판독되고 A12 내의 4개의 내포된 광학 요소는 1,1,0,1로 판독된다.

[0048] 광학 요소(424)는 제1 거리에서 단일 컨텍스트 광학 요소로 판독될 때 "0"으로 인코딩되며, 따라서 광학 요소(424) 내에 사용된 모든 음영은 스케일(420) 상의 50% 흑색 레벨 라인 아래에 있다. 블록(425)이 제2 거리에서 4개의 별개의 콘텐츠 광학 요소로 판독될 때, 광학 요소 A11은 "1"이고 A12, B11 및 B12는 각각 "0"이다. 블록(426)은 제1 또는 제2 거리 중 어느 하나보다 더 가까운 제3 거리에서 판독될 수 있으며, 여기서 블록(425)에 관하여 언급된 각각의 콘텐츠 광학 요소는 이제 4개의 별개의 콘텐츠 광학 요소로 판독될 수 있다. 블록 A11 내의 콘텐츠 광학 요소들은 1,1,0,0이다. 블록 A12 내의 콘텐츠 광학 요소들은 1,0,1,0이다. 블록 B11 내의 콘텐츠 광학 요소들은 1,0,1,0이고 블록 B12 내의 콘텐츠 광학 요소들은 1,0,0,1이다. 비록 50% 흑색 레벨 라인이 일 예로서 제공되지만, 100% 내지 1%의 임의의 값이 가능하다.

[0049] 콘텐츠 및 컨텍스트 광학 요소들을 내포시키기 위한 특정 방법이 본 명세서에 설명되지만, 본 개시의 범위 내의 다른 방법들이 본 개시를 읽을 때 당업자에게 명백할 것이다. 본 개시는 구체적으로 2-레벨 내포, 및 3-레벨 내포를 기술하고 있지만, 이미지 포착 및 처리 기술의 한계들에 기초하여 임의의 원하는 레벨의 내포가 달성될 수 있다. 예를 들어, 5-레벨 내포를 갖는 코드를 구현하기 위해, 그래디언트 스케일은  $2^5$  또는 32개 색(또는 그레이) 그래디언트들로 나누어질 필요가 있을 것이다.

[0050] 도 5는 다차원 머신-판독가능 광학 코드를 판독하기 위한 시스템(500)의 예이다. 시스템(500)은 표지판(520)을 포함한다. 표지판 면(522)은 가시광 스펙트럼에서 보일 수 있는 이미지인 'stop' 이미지(522), 및 가시광 스펙트럼 밖의 가시광 스펙트럼에서 가시적인 있는 머신-판독가능 광학 코드(530)를 포함한다. 표지판(500)은 기재를 가지며, 또한 광학 코드(530) 뒤에 재귀반사성 시트의 층을 포함할 수 있다.

[0051] 광학 코드(530)는 패턴으로 배열되고 제1 거리로부터 차량(510) 상에 장착된 머신 비전 시스템(512)에 의해 검출가능한 복수의 파인더 광학 요소를 포함한다. 광학 코드(530)는 또한 컨텍스트 정보를 나타내는 복수의 컨텍스트 광학 요소를 포함하며, 여기서 컨텍스트 광학 요소들은 제1 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하다. 광학 코드(530)는 또한 콘텐츠 정보를 나타내는 복수의 콘텐츠 광학 요소를 포함하며, 여기서 콘텐츠 광학 요소들은 제1 거리에서 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하지 않지만, 제2 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하며, 제2 거리는 제1 거리보다 작다.

[0052] 차량(510)이 표지판(520)에 접근함에 따라, 머신 비전 시스템(512)은 머신-판독가능 광학 코드를 검출하고 처리한다. 머신 비전 시스템(512)은 도 5에서 이동적인 것으로 그리고 차량(510)에 장착되어 도시되지만, 머신 비전 시스템은 정지형일 수 있거나 다른 장비 또는 디바이스들에 장착될 수 있다. 머신 비전 시스템(512)은 이미지 센서 및 광원을 포함하는 적외선 카메라일 수 있다. 일부 경우에, 머신 비전 시스템은 IR 스펙트럼에 대한



이미지 센서의 감도를 증가시키기 위한 필터를 포함할 것이다. 다른 유형의 머신 비전 시스템이 본 개시를 읽을 때 당업자에게 명백할 것이다.

[0053] 머신 비전 시스템(512)은 그것이 네트워크를 필요로 하지 않는 유선 또는 무선 접속을 통해 컴퓨팅 디바이스(540)와 직접 접속되도록 컴퓨팅 디바이스(540)를 포함할 수 있다. 다른 예들에서, 머신 비전 시스템(512)은 하나 이상의 통신 링크(550A, 550B)를 사용하여 컴퓨팅 디바이스(540)와 통신가능하게 연결될 수 있다. 비록 컴퓨팅 디바이스(540)는 네트워크(552)에 의해 차량(510)에 접속되는 것으로서 예시되어 있지만, 다른 예들에서 컴퓨팅 디바이스(540)는 차량(510) 내에 또는 그것에 직접 포함되고 차량의 내부 네트워크 또는 직접 통신을 통해 차량 컴포넌트들과 통신할 수 있다.

[0054] 머신 비전 시스템(512)은 광학 코드들의 이미지들을 컴퓨팅 디바이스(540)에 전송할 수 있다. 통신 링크(550A 및 550B)는 유선 또는 무선 접속을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 통신 링크(550A 및 550B)는 WiFi 프로토콜을 이용하는 무선 이더넷 접속일 수 있고/있거나, 카테고리 5 또는 카테고리 6 케이블을 이용하는 유선 이더넷 접속일 수 있다. 임의의 적합한 통신 링크가 가능하다. 일부 예에서, 머신 비전 시스템(512)은 네트워크(552)에 의해 컴퓨팅 디바이스(540)에 통신가능하게 연결된다. 네트워크(552)는 패킷 및/또는 프레임 기반 데이터의 전달을 제공하는 라우터, 스위치, 허브, 및 상호접속 통신 링크를 포함하지만 이로 제한되지 않는 임의의 수의 하나 이상의 네트워크 접속된 디바이스를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 네트워크(552)는 인터넷, 서비스 제공자 네트워크, 고객 네트워크, 또는 임의의 다른 적합한 네트워크를 나타낼 수 있다. 다른 예들에서, 머신 비전 시스템(512)은 범용 직렬 버스(USB) 링크와 같은 직접 접속에 의해 컴퓨팅 디바이스(540)에 통신가능하게 연결된다.

[0055] 컴퓨팅 디바이스(540)는 머신 비전 시스템(512)과 정보를 전송 및 수신할 수 있는 하나 이상의 데스크톱 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 메인프레임, 서버, 클라우드 컴퓨팅 시스템 등과 같은, 머신 비전 시스템(512)을 갖거나 그로부터 원격에 있는 단일 디바이스일 수 있는 임의의 적합한 컴퓨팅 시스템을 나타낸다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스(540)는 본 개시의 기법들을 구현한다.

[0056] 도 5의 예에서, 컴퓨팅 디바이스(540)는 코딩 컴포넌트(542), 데이터 계층(626), 서비스 컴포넌트(546) 및 사용자 인터페이스(UI) 컴포넌트(548)를 포함한다. 코딩 컴포넌트(542)는 요구되는 데이터 인코딩 스킴 또는 알고리즘을 광학 코드(530) 상의 데이터에 적용함으로써 광학 코드(530)에 인코딩된 데이터를 검출할 수 있다. 코딩 컴포넌트(542)는 광학 코드(530)로부터의 검출된 이진 코드를 머신-판독가능 정보로 변환하기 위해 데이터 계층(626)을 조회할 수 있다.

[0057] 서비스 컴포넌트(546)는 하나 이상의 동작을 수행함으로써 임의의 수의 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들어, 서비스 컴포넌트(546)는, 광학 코드로부터 판독된 데이터를 수신하면, 차량(510) 상의 오토-드라이브 컴포넌트를 포함한 하나 이상의 다른 컴퓨팅 디바이스로 전송되는 하나 이상의 경고, 보고, 또는 다른 통신을 생성할 수 있다. 그러한 경고는 전자 메일, 문자 메시지, 목록, 전화 통화, 또는 임의의 다른 적합한 통신을 포함할 수 있지만 이로 제한되지 않는다. 일부 예에서, 사용자 인터페이스(UI) 컴포넌트(548)는 컴퓨팅 디바이스(540)의 다양한 컴포넌트와 광학 요소 사이의 중개자로서의 역할을 하여 입력 디바이스에 의해 검출된 입력을 처리하여 다른 컴포넌트 및 광학 요소로 전송하고, 하나 이상의 출력 디바이스에서 제시될 수 있는 다른 컴포넌트 및 광학 요소로부터의 출력을 생성할 수 있다. 예를 들어, UI 컴포넌트(548)는 경고, 보고, 또는 다른 통신의 데이터 및/또는 그래픽 표현을 포함할 수 있는, 디스플레이를 위한 하나 이상의 사용자 인터페이스를 생성할 수 있다.

[0058] 컴포넌트(542, 626, 546, 및 548)는 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어, 또는 컴퓨팅 디바이스(540) 상에 및/또는 하나 이상의 다른 원격 컴퓨팅 디바이스에 상주하고 실행되는 하드웨어, 소프트웨어, 및 펌웨어 모두의 혼합을 이용하여 본 명세서에 설명된 동작들을 수행할 수 있다. 일부 예에서, 컴포넌트(542, 626 및 546)는 하드웨어, 소프트웨어, 및/또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로서 구현될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(540)는 하나 이상의 프로세서로 컴포넌트(626, 546 및 548)를 실행할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(540)는 하부의 하드웨어 상에서 실행되는 가상 머신으로서 또는 그것 내에서 컴포넌트(542, 626, 546 또는 548) 중 임의의 것을 실행할 수 있다. 컴포넌트(542, 626, 546, 548)는 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 컴포넌트(542, 626, 546 또는 548) 중 임의의 것이 다운로드 가능하거나 사전 설치된 애플리케이션 또는 "앱(app)"으로서 구현될 수 있다. 다른 예에서, 컴포넌트(542, 626, 546 또는 548) 중 임의의 것이 컴퓨팅 디바이스(540)의 운영 체제의 일부로서 구현될 수 있다.

[0059] 예시 목적으로, 도 5에서, 머신 비전 시스템이 차량(510)의 부분으로서 또는 그에 장착되어 예시된다. 차량

(510)은 자동차, 오토바이, 비행기, 수상 선박, 군사 장비, 자전거, 기차, 또는 임의의 다른 수송 차량일 수 있다. 다른 예들에서, 머신 비전 시스템(512)은 단지 몇 개의 예를 들자면 문서, 의류, 착용가능 장비, 건물, 정지형 장비, 또는 임의의 다른 물체에 부착, 포함, 또는 임베딩되거나, 달리 이들을 포함할 수 있다.

[0060] 광학 코드(530)는 도 5에서 표지판으로서 통합된 것으로 도시되어 있지만, 광학 코드는 단지 몇 개의 예를 들자면 문서, 의류, 착용가능 장비, 건물, 정지형 장비, 또는 임의의 다른 물체에 장착, 부착, 포함, 또는 임베딩될 수 있다.

[0061] 일부 예들에서, 광학 코드(530), 또는 광학 코드(530)가 부착되는 물품은 베이스 표면(base surface)에 적용된 반사성, 비-반사성, 및/또는 재귀반사성 시트를 포함할 수 있다. 문자, 이미지, 및/또는 임의의 다른 정보와 같은, 그러나 이로 제한되지 않는 가시적 메시지가 광학 코드(530) 물품 상에 프린팅되거나, 형성되거나, 달리 구현될 수 있다. 반사성, 비-반사성, 및/또는 재귀반사성 시트는 기계적 접합, 열 접합, 화학적 접합, 또는 재귀반사성 시트를 베이스 표면에 부착하기 위한 임의의 다른 적합한 기법을 포함하지만 이로 제한되지 않는 하나 이상의 기법 및/또는 재료를 이용하여 베이스 표면에 적용될 수 있다. 베이스 표면은 반사성, 비-반사성, 및/또는 재귀반사성 시트가 부착될 수 있는 물체(위에 설명된 바와 같은, 예컨대 알루미늄 판)의 임의의 표면을 포함할 수 있다. 물품 메시지는 잉크, 염료, 열전사 리본, 착색제, 안료, 및/또는 접착제 코팅된 필름 중 임의의 하나 이상을 이용하여 시트 상에 프린팅되거나, 형성되거나, 달리 구현될 수 있다. 일부 예에서, 콘텐츠는 다층 광학 필름, 광학 활성 안료 또는 염료를 포함하는 재료, 또는 광학 활성 안료 또는 염료로부터 형성되거나 이들을 포함한다.

[0062] 광학 코드(530)를 처음에 제조하거나 달리 생성하기 위해, 구성 디바이스(570)가, 구성 디바이스(570)의 동작을 제어하는 컴퓨팅 디바이스(560)와 함께 이용될 수 있다. 일부 예에서, 구성 디바이스(570)는 광학 코드(530) 및/또는 표지판(520)을 프린팅, 배치, 또는 달리 형성하는 임의의 디바이스일 수 있다. 구성 디바이스(570)의 예는 니들 다이, 그라비아 프린터, 스크린 프린터, 열 물질 이동 프린터, 레이저 프린터/조각기, 라미네이터(laminator), 플렉소그래픽 프린터, 잉크젯 프린터, 적외선 잉크 프린터를 포함하지만 이로 제한되지 않는다. 일부 예에서, 광학 코드(530)는 구성 디바이스(570)에 의해 구성된 재귀반사성 시트 또는 적외선 흡수 또는 산란 필름에 의해 가능하게 될 수 있고, 일부 경우에 컴퓨팅 디바이스(560)와는 상이한 조작자 또는 엔티티(entity)에 의해 동작되는 별개의 구성 프로세스 또는 디바이스가 물품 메시지를 시트에 그리고/또는 시트를 베이스 층(예컨대, 알루미늄 판)에 적용할 수 있다.

[0063] 구성 디바이스(570)는 통신 링크(550D)에 의해 컴퓨팅 디바이스(560)에 통신가능하게 연결될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(560)는 구성 디바이스(570)의 동작을 제어할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(560)는 하나 이상의 프린팅 사양을 포함할 수 있다. 프린팅 사양은 가시적 표지판 면(522) 및 광학 코드(530)의 속성들(예컨대, 위치, 형상, 크기, 패턴, 구성 또는 다른 공간적 특성)을 정의하는 데이터를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 프린팅 사양은 인간 조작자에 의해 또는 머신에 의해 생성될 수 있다. 어떤 경우에도, 구성 컴포넌트(562)는 구성 디바이스(570)로 하여금 프린터 사양에 따라 가시적 이미지 또는 메시지 및 광학 코드를 프린팅하게 하는 데이터를 구성 디바이스(570)에 전송할 수 있다.

[0064] 일부 예에서, 구성 컴포넌트(562)는 시각적으로 차폐될 가능성이 있는 표지판의 하나 이상의 가능한 영역 또는 구역을 결정할 수 있다. 그러한 영역들 또는 구역들은 적어도 잠재적인 시각적 차폐 또는 차폐의 표현을 포함하는 하나 이상의 이미지에 기초하여 구성 컴포넌트(562)에 의해 결정되거나, 하드 코딩되거나, 사용자에게 의해 정의될 수 있다. 일부 예에서, 구성 컴포넌트(562)는 사용자가 시각적으로 차폐될 수 있는 특정 표지판의 상이한 영역들 또는 구역들을 규정할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스를 출력할 수 있다. 시각적으로 차폐될 수 있는 영역들 또는 구역들을 결정하는 것에 기초하여, 구성 컴포넌트(562)는, 잠재적인 시각적 차폐의 하나 이상의 영역 또는 구역이 차폐되는 경우, 광학 요소 세트들에 인코딩된 메시지가 여전히 컴퓨팅 디바이스에 의해 디코딩 가능할 가능성을 개선하도록 물품 상의 블록 형상들, 크기들 및/또는 위치들을 구성할 수 있다. 예로서, 광학 코드의 오른쪽 상부 사분면 내의 영역 또는 구역이 시각적으로 차폐될 가능성이 있는 경우, 구성 컴포넌트(562)는 메시지를 나타내는 광학 요소 세트들을 오른쪽 상부 모서리 이외의 위치들에 위치시킬 수 있지만, 오른쪽 상부 사분면의 영역 또는 구역 내에 위치한 광학 요소 세트들에 오류 정정 데이터를 여전히 포함할 수 있다. 머신-판독가능 코드에 대한 시각적 차폐의 알려진 또는 가능성 있는 구역들에 기초하여 광학 요소들의 크기, 형상, 및 위치의 임의의 수의 다른 가능한 분포들이 가능하다.

[0065] 일부 예에서, 머신-판독가능 코드 내의 메시지를 디코딩하기 위해, 코딩 컴포넌트(542)는, 이미지 내의 각자의 광학 요소 세트들의 각자의 사전 정의된 위치들을 나타내는 광학 요소 세트 위치 데이터에 적어도 부분적으로

기초하여, 광학 요소 세트를 결정할 수 있다. 즉, 광학 요소 세트 위치 데이터는 상이한 광학 요소 세트들 및/또는 개별 광학 요소들에 매핑되는 좌표들 또는 다른 위치 값들을 나타낼 수 있다. 코딩 컴포넌트(542)는, 광학 요소 세트 내의 각자의 광학 요소들의 각자의 사전 정의된 위치들을 나타내는 광학 요소 위치 데이터에 적어도 부분적으로 기초하여, 각자의 광학 요소들 각각에 대한 각자의 그래디언트 값들을 결정할 수 있다. 예를 들어, 이미지의 사전 정의된 위치와 광학 요소 사이의 알려진 매핑이 주어지면, 코딩 컴포넌트는 그 사전 정의된 위치(일부 예에서 단일 포인트 또는 픽셀들에 대응하는 포인트들의 세트일 수 있음)에 대한 그래디언트 값을 측정하거나 달리 결정할 수 있다. 코딩 컴포넌트(542)는, 그래디언트 값들과 인코딩된 값들 사이의 매핑들에 적어도 부분적으로 기초하여, 메시지의 적어도 일부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 코딩 컴포넌트(542)는 그래디언트 값들과 인코딩된 값들 사이의 하나 이상의 저장된 매핑에 액세스하고, 광학 요소들에 대한 검출된 그래디언트 값들에 기초하여, 메시지의 일부를 나타내는 디코딩된 값들의 스트링을 재구성한다.

[0066] 일부 예에서, 차량의 컴퓨팅 디바이스는, 그에 의해 GPS 정밀도의 드리프트 및 불확실성을 제거하기 위한 기점(fiducial)들(또는 내비게이션 마커들)의 세트를 필요로 할 수 있다. 본 개시의 머신-판독가능 코드들 및 코드들을 포함하는 물품에 근접한 물체들 또는 위험 요소들에 관한 데이터에 매핑되는 고유 또는 준고유(예컨대, 특정 강(class) 또는 속(genus)을 나타냄) ID가 그러한 기점들을 제공할 수 있다. 일부 예에서, 본 개시의 머신-판독가능 코드들은 또한 콘텐츠 광학 요소와 컨텍스트 광학 요소 간에 분포된 중복성을 포함할 수 있으며, 따라서 차량의 컴퓨팅 디바이스는 (예를 들어, 임계치 위의) 충분한 신뢰를 갖고서 데이터베이스로부터 참조된 데이터가 그 특정 교통 표지판 또는 물품에 적용되는 것, 및 물품에 관하여 발생하는 오류나 위조가 없었다는 것을 결정할 수 있다. 그러한 기법들 및 머신-판독가능 코드들은 보안으로 확장될 수 있으며, 그에 의해 중복 정보로컬로 그리고 데이터베이스에 저장되고, 그것은 이러한 사용 사례에서 추가적인 보안 조치로서 컴퓨팅 디바이스에 의해 비교되거나 입증될 수 있다.

[0067] 일부 예에서, 차량 또는 다른 것의 컴퓨팅 디바이스는 표지판이 진짜이고/이거나 머신-판독가능 코드에 인코딩된 메시지가 올바른 것을 입증할 수 있다. 이러한 방식으로, 그러한 입증은 표지판이 그것이 있어야 하는 곳에 배치되어 있고 그것이 유효한 인코딩을 갖고 있다는 더 높은 신뢰를 제공할 수 있다. 예를 들어, 머신-판독가능 코드에 인코딩된 GPS 위치는 표지판이 판독될 때 차량에 의해 결정된 GPS 위치와 비교될 수 있다. 다른 그러한 비교들이 가능하며 본 개시의 범위 및 사상 내에 있다.

[0068] 도 6은 다차원 머신-판독가능 광학 코드를 판독하기 위한 시스템에서 사용하기 위한 컴퓨팅 디바이스의 예이다. 도 6은 도 5에 도시된 바와 같은, 컴퓨팅 디바이스(540)의 단지 하나의 특정 예를 예시한다. 컴퓨팅 디바이스(540)의 많은 다른 예가 다른 경우들에서 사용될 수 있고 예시적인 컴퓨팅 디바이스(540)에 포함된 컴포넌트들의 서브세트를 포함할 수 있거나 도 6의 예시적인 컴퓨팅 디바이스(540)에 도시되지 않은 추가 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스(540)는 서버, 태블릿 컴퓨팅 디바이스, 스마트폰, 손목 또는 머리 착용 컴퓨팅 디바이스, 랩톱, 데스크톱 컴퓨팅 디바이스, 또는 애플리케이션(628)에 포함된 기능의 세트, 서브세트 또는 슈퍼세트를 실행할 수 있는 임의의 다른 컴퓨팅 디바이스일 수 있다.

[0069] 도 6의 예에 도시된 바와 같이, 컴퓨팅 디바이스(540)는 사용자 공간(602), 커널 공간(604), 및 하드웨어(606)로 논리적으로 분할될 수 있다. 하드웨어(606)는 사용자 공간(602) 및 커널 공간(604)에서 실행 중인 컴포넌트에 대한 동작 환경을 제공하는 하나 이상의 하드웨어 컴포넌트를 포함할 수 있다. 사용자 공간(602) 및 커널 공간(604)은 메모리의 상이한 섹션 또는 세그먼테이션을 나타낼 수 있으며, 여기서 커널 공간(604)은 사용자 공간(602)보다 더 높은 특권을 프로세스 및 스레드에 제공한다. 예를 들어, 커널 공간(604)은 사용자 공간(602)에서 실행 중인 컴포넌트보다 더 높은 특권으로 동작하는 운영 체제(620)를 포함할 수 있다.

[0070] 도 6에 도시된 바와 같이, 하드웨어(606)는 하나 이상의 프로세서(608), 입력 컴포넌트(610), 저장 디바이스(612), 통신 유닛(614) 및 출력 컴포넌트(616)를 포함한다. 프로세서(608), 입력 컴포넌트(610), 저장 디바이스(612), 통신 유닛(614), 및 출력 컴포넌트(616)는 각각 하나 이상의 통신 채널(618)에 의해 상호 접속될 수 있다. 통신 채널(618)은 컴포넌트 간 통신을 위해 컴포넌트들(608, 610, 612, 614, 및 616) 각각을 상호 접속시킬 수 있다(물리적으로, 통신가능하게, 및/또는 동작가능하게). 일부 예에서, 통신 채널(618)은 하드웨어 버스, 네트워크 접속, 하나 이상의 프로세스 간 통신 데이터 구조, 또는 하드웨어 및/또는 소프트웨어 간의 데이터 통신을 위한 임의의 다른 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[0071] 하나 이상의 프로세서(608)는 컴퓨팅 디바이스(540) 내에서 기능을 구현하고/하거나 명령어들을 실행할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(540) 상의 프로세서(608)는 커널 공간(604) 및 사용자 공간(602)에 포함된 컴포넌트들의 기능을 제공하는 저장 디바이스(612)에 의해 저장된 명령어들을 수신하고 실행할 수 있다. 프로



세서(608)에 의해 실행되는 이들 명령어는 컴퓨팅 디바이스(616)로 하여금 프로그램 실행 동안 저장 디바이스(612) 내에 정보를 저장 및/또는 수정하게 할 수 있다. 프로세서(608)는 본 개시의 기법들에 따라 하나 이상의 동작을 수행하기 위해 커널 공간(604) 및 사용자 공간(602) 내의 컴포넌트들의 명령어들을 실행할 수 있다. 즉, 사용자 공간(602) 및 커널 공간(604)에 포함된 컴포넌트들은 본 명세서에 설명된 다양한 기능을 수행하기 위해 프로세서(608)에 의해 동작가능할 수 있다.

[0072] 컴퓨팅 디바이스(540)의 하나 이상의 입력 컴포넌트(642)는 입력을 수신할 수 있다. 입력의 예는, 단지 몇 개의 예를 들자면, 촉각, 오디오, 운동, 및 광학 입력이다. 컴퓨팅 디바이스(616)의 입력 컴포넌트(642)는, 일 예에서, 마우스, 키보드, 음성 응답 시스템, 비디오 카메라, 버튼, 제어 패드, 마이크로폰, 또는 인간 또는 머신으로부터의 입력을 검출하기 위한 임의의 다른 유형의 디바이스를 포함한다. 일부 예에서, 입력 컴포넌트(642)는 존재 감지 스크린, 터치 감지 스크린 등을 포함할 수 있는 존재 감지 입력 컴포넌트일 수 있다.

[0073] 컴퓨팅 디바이스(616)의 하나 이상의 출력 컴포넌트(616)는 출력을 생성할 수 있다. 출력의 예는 촉각, 오디오, 및 비디오 출력이다. 컴퓨팅 디바이스(540)의 출력 컴포넌트(616)는, 일부 예에서, 존재 감지 스크린, 사운드 카드, 비디오 그래픽 어댑터 카드, 스피커, 음극선관(CRT) 모니터, 액정 디스플레이(LCD), 인간 또는 머신에 대해 출력을 생성하기 위한 임의의 다른 유형의 디바이스를 포함한다. 출력 컴포넌트는 음극선관(CRT) 모니터, 액정 디스플레이(LCD), 발광 다이오드(LED), 또는 촉각, 오디오 및/또는 시각 출력을 생성하기 위한 임의의 다른 유형의 디바이스와 같은 디스플레이 컴포넌트를 포함할 수 있다. 출력 컴포넌트(616)는 일부 예에서 컴퓨팅 디바이스(540)와 통합될 수 있다. 다른 예들에서, 출력 컴포넌트(616)는 컴퓨팅 디바이스(540)에 대해 물리적으로 외부에 있고 그로부터 분리될 수 있지만, 유선 또는 무선 통신을 통해 컴퓨팅 디바이스(540)에 동작 가능하게 연결될 수 있다. 출력 컴포넌트는 컴퓨팅 디바이스(540)의 외부 패키징 내에 위치하고 그것에 물리적으로 접속된 컴퓨팅 디바이스(540)의 빌트인 컴포넌트(예컨대, 모바일 폰 상의 스크린)일 수 있다. 다른 예에서, 존재 감지 디스플레이(602)는 컴퓨팅 디바이스(540)의 패키징 밖에 위치하고 그로부터 물리적으로 분리된 컴퓨팅 디바이스(540)의 외부 컴포넌트(예컨대, 태블릿 컴퓨터와 유선 및/또는 무선 데이터 경로를 공유하는 모니터, 프로젝터 등)일 수 있다.

[0074] 컴퓨팅 디바이스(540)의 하나 이상의 통신 유닛(614)은 데이터를 송신 및/또는 수신함으로써 외부 디바이스와 통신할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스(540)는 통신 유닛(614)을 이용하여 셀룰러 라디오 네트워크와 같은 라디오 네트워크 상에서 라디오 신호를 송신 및/또는 수신할 수 있다. 일부 예들에서, 통신 유닛(614)은 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS) 네트워크와 같은 위성 네트워크 상에서 위성 신호들을 송신 및/또는 수신할 수 있다. 통신 유닛(614)의 예는 네트워크 인터페이스 카드(예컨대, 이더넷 카드), 광학 트랜시버, 무선 주파수 트랜시버, GPS 수신기, 또는 정보를 전송 및/또는 수신할 수 있는 임의의 다른 유형의 디바이스를 포함한다. 통신 유닛(614)의 다른 예는 모바일 디바이스에서 발견되는 블루투스(등록상표), GPS, 3G, 4G, 및 Wi-Fi(등록상표) 무선뿐만 아니라 범용 직렬 버스(USB) 제어기 등을 포함할 수 있다.

[0075] 컴퓨팅 디바이스(540) 내의 하나 이상의 저장 디바이스(612)는 컴퓨팅 디바이스(540)의 동작 동안 처리하기 위한 정보를 저장할 수 있다. 일부 예들에서, 저장 디바이스(612)는 일시적 메모리이며, 이는 저장 디바이스(612)의 주요 목적이 장기 저장이 아니라는 것을 의미한다. 컴퓨팅 디바이스(540) 상의 저장 디바이스(612)는 휘발성 메모리로서 정보의 단기 저장을 위해 구성되고 이에 따라 비활성화되면 저장된 콘텐츠를 보유하지 않을 수 있다. 휘발성 메모리의 예는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 동적 랜덤 액세스 메모리(DRAM), 정적 랜덤 액세스 메모리(SRAM), 및 당업계에 공지된 다른 형태의 휘발성 메모리를 포함한다.

[0076] 저장 디바이스(612)는, 일부 예에서, 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 저장 매체를 또한 포함한다. 저장 디바이스(612)는 휘발성 메모리보다 더 많은 양의 정보를 저장하도록 구성될 수 있다. 저장 디바이스(612)는 또한 비휘발성 메모리 공간으로서의 정보의 장기 저장을 위해 구성되고 활성화/오프 사이클 후에 정보를 보유할 수 있다. 비휘발성 메모리의 예는 자기 하드 디스크, 광 디스크, 플로피 디스크, 플래시 메모리, 또는 전기적으로 프로그램 가능한 메모리(EPROM) 또는 전기적으로 소거 및 프로그램 가능한 메모리(EEPROM)의 형태를 포함한다. 저장 디바이스(212)는 사용자 공간(602) 및/또는 커널 공간(604)에 포함된 컴포넌트들과 관련된 프로그램 명령어들 및/또는 데이터를 저장할 수 있다.

[0077] 도 6에 도시된 바와 같이, 애플리케이션(628)은 컴퓨팅 디바이스(540)의 사용자 공간(602)에서 실행된다. 애플리케이션(628)은 프레젠테이션 계층(622), 애플리케이션 계층(624), 및 데이터 계층(626)으로 논리적으로 분할될 수 있다. 프레젠테이션 계층(622)은 애플리케이션(628)의 사용자 인터페이스를 생성하고 렌더링하는 사용자 인터페이스(UI) 컴포넌트(548)를 포함할 수 있다. 애플리케이션(628)은 UI 컴포넌트(548), 코딩 컴포넌트

(542), 데이터 계층(626), 및 하나 이상의 서비스 컴포넌트(546)를 포함할 수 있지만, 이로 제한되지 않는다. 프레젠테이션 계층(622)은 UI 컴포넌트(548)를 포함할 수 있다.

[0078] 데이터 계층(626)은 하나 이상의 데이터 저장소를 포함할 수 있다. 데이터 저장소는 데이터를 구조 또는 비구조화 형식으로 저장할 수 있다. 예시적인 데이터 저장소는 관계형 데이터베이스 관리 시스템, 온라인 분석 처리 데이터베이스, 테이블, 또는 데이터를 저장하기 위한 임의의 다른 적합한 구조 중 임의의 하나 이상일 수 있다. 콘텐츠 데이터 저장소(634)는 콘텐츠 광학 요소들로부터의 페이로드로 구성된 일련의 비트들 및 그 일련의 비트들과 관련된 정보를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 콘텐츠 데이터 저장소(634)는 인코딩된 또는 디코딩된 형태의 메시지들을 포함할 수 있다. 컨텍스트 데이터 저장소(636)는 컨텍스트 광학 요소들로부터의 페이로드로 구성된 일련의 비트들 및 그 일련의 비트들과 관련된 정보를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 컨텍스트 데이터 저장소(634)는 인코딩된 또는 디코딩된 형태의 메시지들을 포함할 수 있다. 오류 정정 데이터(632)는 콘텐츠 광학 요소들 및 컨텍스트 광학 요소들에서 발견된 페이로드 데이터의 재구성 및 검증을 돕는 오류 정정 알고리즘에 의해 구성된 코드워드들을 형성하는 일련의 비트들을 포함할 수 있다. 서비스 데이터(638)는 서비스 컴포넌트(546)의 서비스를 제공하는 및/또는 제공한 결과로부터 생기는 임의의 데이터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 서비스 데이터는 광학 활성 물품에 대한 정보(예컨대, 차량 등록 정보), 사용자 정보, 또는 임의의 다른 정보를 포함할 수 있다.

[0079] 머신 비전 시스템(510)은 광학 코드(530)를 포함하는 이미지를 포착하고, 파인더 광학 요소들을 사용하여 광학 코드(530)가 이미지 내에 존재하는 것으로 결정하고, 이를 UI 컴포넌트(548) 또는 통신 채널들(550A, 및 550B)을 통해 컴퓨팅 디바이스(540)에 전달할 수 있다. 이미지의 수신에 응답하여, 코딩 컴포넌트(542)는 이미지의 특정 이미지 영역이 광학 코드를 나타내는 것으로 결정할 수 있다. 리드-솔로몬 디코딩 또는 오류 검출 기법과 같은 하나 이상의 디코딩 기법을 적용함으로써, 코딩 컴포넌트(542)는, 콘텐츠 데이터 저장소(636) 및 컨텍스트 데이터 저장소(634)와의 통신을 통해, 이미지 내의 광학 코드가 속도 제한 표지판이 앞에 있고, 표지판 상의 속도 제한이 시속 50 킬로미터인 것을 지시하는 일련의 데이터를 나타내는 것으로 결정할 수 있다.

[0080] 서비스 컴포넌트(546)는 코딩 컴포넌트(542)에 의해 생성된 데이터에 기초하여 하나 이상의 동작을 수행할 수 있는데, 이를테면 UI 컴포넌트(548)로 하여금 출력을 위한 경고 또는 보고를 생성하게 하는 데이터를 UI 컴포넌트(548)에 전송할 수 있다. 일부 예에서, 하나 이상의 컴포넌트가 디코딩된 결과를 나타내는 메시지 또는 그 결과에 기초하여 처리된 다른 데이터를 저장할 수 있다. 일부 예에서, 서비스 컴포넌트(546)는 차량의 동작을 수정할 수 있다. 예를 들어, 서비스 컴포넌트(546)는 차량의 속도, 가속도, 방향, 서스펜션, 브레이크, 또는 임의의 다른 기능을 변경할 수 있다. UI 컴포넌트(548)는 출력 컴포넌트로 하여금 경고를 디스플레이하게 하는 데이터를 출력 컴포넌트(616)의 출력 컴포넌트에 전송할 수 있다. 컴퓨팅 시스템의 하나의 특정 구현이 본 명세서에 설명되지만, 본 개시와 부합하는 그리고 본 개시의 범위 내에 있는 컴퓨팅 시스템의 다른 구성들 및 실시예들이 본 개시를 읽을 때 당업자에게 명백할 것이다.

[0081] 도 7은 본 개시의 하나 이상의 기법에 따른, 컴퓨팅 디바이스에 의해 수행되는 예시적인 동작들을 포함하는 흐름도(700)를 예시한다. 단지 예시의 목적으로, 예시적인 동작들은 아래에서 도 5 및 도 6의 컴퓨팅 디바이스(540)에 의해 수행되는 것으로 설명된다. 도 7의 일부 기법들은 하나 이상의 이미지 포착 디바이스, 컴퓨팅 디바이스 또는 다른 하드웨어에 의해 수행될 수 있다.

[0082] 도 7에서, 컴퓨팅 디바이스(540)가 제1 거리에서 포착된 물품의 이미지를 수신하며, 여기서 부모 및 자식 광학 요소 세트들의 계층 구조가 물품의 물리적 표면 상에 구현되고, 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 제1 복수의 광학 요소를 포함하고 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제2 크기인 제2 복수의 광학 요소를 포함한다(702). 컴퓨팅 디바이스(540)는, 임계 거리보다 큰 제1 거리에서 포착된 이미지를 사용하여, 제2 인코딩된 값을 디코딩함이 없이 제1 인코딩된 값을 디코딩할 수 있다(704). 컴퓨팅 디바이스(540)는 제1 인코딩된 값에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 동작을 수행할 수 있다(706).

[0083] 컴퓨팅 디바이스(540)는 제1 거리보다 작은 제2 거리에서 포착된 물품의 제2 이미지를 수신할 수 있다(708). 컴퓨팅 디바이스(540)는, 제2 거리에서 포착된 이미지를 사용하여, 제2 인코딩된 값을 디코딩할 수 있다(710). 컴퓨팅 디바이스(540)는 제2 인코딩된 값에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 동작을 수행할 수 있다(712).

[0084] 도 8은 본 개시의 기법들에 따른, 재귀반사성 물품 및 예시적인 요, 피치, 및 롤 축들을 예시한다. 일부 예에서, 재귀반사성 물품(예컨대, 속도 제한 표지판)은 본 개시의 기법들에 따른 광학 코드를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 본 개시의 광학 코드는, 이를테면 도로 응용들에서, 인프라 식별 및 컨텍스트 통신을 위해 사용될

수 있다. 일부 예에서, 광학 코드는 포즈 정규화의 컨텍스트에서 그것이 배치되어 있는 2차원 바코드의 약간의 회전을 고려할 수 있다. 따라서 차폐 강건성이 다른 가능한 구현들 중에서 인프라 응용들에서 그러한 광학 코드들을 구현하는 이점 또는 이익일 수 있다. 일부 예에서, 광학 코드는 사전결정된 메시지에 매핑된, 가변 비트 페이로드를 허용한다.

- [0085] 일부 예에서, 본 개시의 광학 코드들은 도로 인프라에서 이점들을 제공할 수 있는 다수의 최적화를 포함함으로써 많은 다른 블록 매트릭스 코드들과는 구별된다. 본 개시의 광학 코드들은 정확한 검출, 판독 거리, 및 코드의 파괴의 일반적인 메커니즘들로부터의 오류 복구 간에 최적화할 수 있다.
- [0086] 인프라의 환경으로 인해, 표지판들 및 인프라 재료들은 일반적인 차폐들 및 변형들의 특정 세트들을 갖는다. 본 개시의 광학 코드들은 이들 유형의 차폐들에 대한 오류 정정 및 데이터 레이아웃을 최적화하거나 개선할 수 있다. 광학 코드는 다른 차폐 스타일들보다 더 많이 에지 차폐들로부터 데이터를 복구할 수 있다. 에지 차폐들은 전형적인 인프라 운전 시나리오들에서 일반적일 수 있다.
- [0087] 일부 예에서, 본 개시의 광학 코드들의 판독 거리를 증가시키기 위해, 이들 광학 코드는 코드 발견 및 포즈 추정에 전용된 더 적은 수의 모듈들을 가질 수 있다. 이 파인더의 세부 사항이 본 개시에서 더 논의된다.
- [0088] 일부 예에서, 본 개시의 광학 코드들은 메타 데이터 정보를 갖지 않고, 소정 경우에는 콰이어트 존(quiet zone)을 갖지 않을 수 있다. 이는 광학 코드들을 데이터 매트릭스 및 QR 코드들과 같은 다른 대중적인 코드들과 구별시킨다. 메타 데이터 모듈들에 있어서의 이러한 감소는 본 개시의 광학 코드들이 데이터 전송에서 더 공간 효율적일 수 있게 할 수 있다. 물리적 코드 치수들이 표지판의 크기에 의해 제한되는 표지판의 경우에, 공간 효율성이 중요할 수 있다. 요구되는 모듈들의 수에 있어서의 감소는 코드가 더 커질 수 있기 때문에 더 멀리 떨어진 곳으로부터 데이터가 디코딩될 수 있다는 것, 또는 유사한 크기 코드 상에 더 많은 오류 정정이 두어질 수 있다는 것을 의미한다.
- [0089] 일부 예에서, 본 개시의 광학 코드들은 하나의 인프라의 전형적인 가정된 배향을 이용한다. 도 8은, 비록 임의의 물품이 사용될 수 있지만, 표지판에 대한 축들을 예시한다. 일부 예에서, 차량은, 최대로, 적은 양의 물 회전, 적은 양의 피치 회전, 및 잠재적으로 상당한 요 회전을 갖는 광학 코드를 가진 표지판을 만날 것이다.
- [0090] 일부 예에서, 다음과 같은 다양한 용어들이 참조될 수 있다.
- [0091] 일부 예에서, "정렬 패턴"은 매트릭스 기호론에서 정의된 위치들에 있는 고정된 기준 패턴일 수 있으며, 이는 이미지의 적절한 양의 왜곡의 경우에 디코드 소프트웨어가 이미지 모듈들의 좌표 매핑을 재동기화하는 것을 가능하게 한다.
- [0092] 일부 예에서, "블롭(blob)"은 쿼드(quad) 내에 포함된 추출된 이미지일 수 있다.
- [0093] 일부 예에서, "클로킹 에지(clocking edge)"는 타이밍 정보가 인코딩되는 광학 코드의 에지를 지칭할 수 있다.
- [0094] 일부 예에서, "클로킹 패턴"은 타이밍 또는 클로킹 모듈들을 지칭할 수 있다.
- [0095] 일부 예에서, "윤곽 추출"은 가능한 한 적은 왜곡 또는 임계 레벨의 왜곡 아래의 왜곡을 갖는 적절한 또는 유효한 모듈/코드 퍼스펙티브를 유지하도록 작용하면서, 만곡된 또는 굽은 표면을 평탄화하고 그것을 2차원-플랫-이미지로 해상하는 프로세스일 수 있다.
- [0096] 일부 예에서, "인코딩 영역"은 오버헤드 패턴들에 의해 점유되지 않고 데이터 및 오류 정정 코드워드들의 인코딩에 이용가능한 기호의 영역일 수 있다. 일부 구현들에서, 인코딩 영역은 버전 및 포맷 정보를 포함할 수 있다.
- [0097] 일부 예에서, "파인더 패턴"은 광학 코드 기호의 존재를 식별/인식하는 데 사용되는 모듈들의 패턴일 수 있다. 다중 해상도 코드들에서, 파인더 및 클로킹 패턴은 가장 큰 모듈들로부터 만들어질 수 있다.
- [0098] 일부 예에서, "고정된 패턴"은 위치가 고정된 광학 코드 기호의 파트들, 부분들 또는 섹션들일 수 있다. 이것은 파인더 패턴, 타이밍 패턴 및 인근의 콰이어트 존 모듈들을 포함한다.
- [0099] 일부 예에서, "커널 크기"는 픽셀들의 수 또는 다른 측정치의 관점에서 정의된 샘플 윈도우의 크기일 수 있다. 이 커널은 수학적 형태학 동작들을 수행하는 데 이용될 수 있다.
- [0100] 일부 예에서, "모듈 클리어런스"는 코드 주위의 공간을 지칭할 수 있다. 모듈 클리어런스는 코드가 존재할 수 없는 요구되는 콰이어트 존을 정의할 수 있다. 일부 사이니지 구현(밝을 때 어두움)에서, 모듈 클리어런스는

밝은 픽셀들의 공간일 수 있다.

- [0101] 일부 예에서, 구조화 요소 B에 의한 세트 A의 침식의 "형태학적 개방" 확장,  $A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$ 이며 여기서  $\ominus$  및  $\oplus$ 는 각각 침식 및 확장을 나타낸다. 개방은 이미지의 (보통 밝은 픽셀들로 간주되는) 전경으로부터 작은 물체들을 제거하여, 그것들을 배경에 배치할 수 있다.
- [0102] 일부 예에서, "형태학적 폐쇄"는 구조화 요소 B에 의한 세트(이진 이미지) A의 폐쇄이고, 그 세트의 확장의 침식,  $A \cdot B = (A \ominus B) \oplus B$ 이며 여기서  $\ominus$  및  $\oplus$ 는 각각 확장 및 침식을 나타낸다. 폐쇄는 전경에서 작은 구멍들을 제거하여, 배경의 작은 아일랜드들을 전경으로 변경할 수 있다.
- [0103] 일부 예에서, "다중 해상도"는 단일 해상도 광학 코드들과는 상이할 수 있는, 단일 코드 내의 다수의 모듈 크기 클래스들을 갖는 광학 코드 기호들을 의미할 수 있다.
- [0104] 일부 예에서, "차폐"는 장애물로 인해 표지판의 섹션을 관독할 수 없음을 의미할 수 있다. 이것은 부분 또는 전체일 수 있다.
- [0105] 일부 예에서, "오버헤드 패턴"은 기호의 위치 및 크기 특성에 요구되는 파인더 패턴들 및 타이밍 패턴들을 포함하는 기호의 오버헤드 컴포넌트들일 수 있다.
- [0106] 일부 예에서, "쿼드"는 광학 코드의 위치를 정의하는 평행 사변형의 4개의 모서리일 수 있다.
- [0107] 일부 예에서, "쿼이어트 존"은 광학 코드를 배경으로부터 분리하는 데 사용되는 버퍼 구역일 수 있다. 쿼이어트 존 크기는 버퍼 또는 모듈 클리어런스를 구성하는 데 요구되는 공간의 모듈들의 수로 규정될 수 있다.
- [0108] 일부 예에서, "라머-더글라스-푸커(Ramer-Douglas-Peucker) 알고리즘"은, 라인 세그먼트들로 구성된 곡선(폴리라인)이 주어지면, 더 적은 포인트들을 갖는 유사한 곡선을 찾기 위한 하나 이상의 동작을 규정할 수 있다. 이 알고리즘은 원래의 곡선과 단순화된 곡선 간의 최대 거리에 기초하여 '유사하지 않음'을 정의한다. 단순화된 곡선은 원래의 곡선을 정의한 포인트들의 서브세트로 구성된다.
- [0109] 일부 예에서, "반복 비트"는 블록들 내의 섹션들을 중복적으로 나타내어서, 차폐 복구를 허용하는 배치된 또는 위치된 비트들일 수 있다.
- [0110] 일부 예에서, "재귀반사성"은 최소량의 산란으로, 그리고 광범위한 입사각들로부터 광의 소스에서 증가된 양의 광을 다시 반사하도록 설계된 표면 또는 재료를 지칭할 수 있다.
- [0111] 일부 예에서, "단일 해상도"는 다중 해상도 광학 코드와는 상이할 수 있는, 하나의 모듈 크기만을 갖는 광학 코드의 구현을 지칭할 수 있다.
- [0112] 일부 예에서, "타이밍 패턴"은 기호 내의 모듈 좌표들이 결정되는 것을 가능하게 하는 어두운 모듈과 밝은 모듈의 교번하는 시퀀스일 수 있다.
- [0113] 일부 예에서, 공식 및 방정식에 사용된 수학적 기호들은 그것들이 나타나는 공식 또는 방정식 뒤에 정의된다. 이 문서의 목적을 위해, 다음의 수학적 조작들이 적용된다:
- [0114]  $\circ$  = 형태학적 개방
- [0115]  $\cdot$  = 형태학적 폐쇄
- [0116]  $\ominus$  = 확장
- [0117]  $\oplus$  = 침식
- [0118] 도 9는 본 개시의 기법들에 따른, 광학 코드의 예시적인 구조를 예시한다. 참조의 용이함을 위해, 모듈 위치들은 기호에서의 그들의 행 및 열 좌표들에 의해 형태 (i, j)로 정의되며, 여기서 i는 모듈이 위치하는 행을 지정하고(위로부터 아래로 카운트함) j는 모듈이 위치하는 열을 지정하며(왼쪽으로부터 오른쪽으로 카운트함), 카운트는 0에서 시작된다. 따라서 모듈 (0, 0)은 기호의 왼쪽 상부 모서리에 위치한다. 일부 예에서, 다중 해상도 광학 코드에서, 하나 초과와 모듈 크기가 존재한다. 크기들은 모듈 크기에 의해 분류되고 참조될 수 있다. 따라서, 가장 큰 모듈 클래스는 1로 표지될 수 있다. 크기 1은 크기 2보다 큰 모듈들을 가질 것이고, 크기 2는



크기 3보다 큰 모듈들을 가질 것이고, 기타 등등이다.

- [0119] 일부 예에서, 버전 정보는 광학 코드로 인코딩되지 않는다; 대신에 모든 파인더 템플릿이 후보 이미지와 대조하여 검사된다. 다른 예들에서 버전 정보는 광학 코드로 인코딩될 수 있다.
- [0120] 일부 예에서, 본 개시에 따라 구현된 광학 코드는 다음의 특성들을 포함할 수 있다:
- [0121] a) 포맷:
- [0122] 1) 차폐 복구 능력과 데이터 용량의 사전 결정된 균형을 가진 단일 해상도 코드.
- [0123] 2) 인코딩된 정보의 다수의 계층 및 각각의 계층에 대한 차폐 복구 능력과 데이터 용량의 균형을 가진 다중 해상도 코드.
- [0124] b) 인코딩 가능 데이터:
- [0125] 1) 단일 해상도: 숫자 데이터만. 유효한 숫자들의 범위는 1 내지  $2^{(\text{데이터 비트 수})}$  일 수 있다.
- [0126] 2) 다중 해상도 코드: 각각의 계층에 하나씩 숫자 데이터. 유효한 숫자들의 범위는 그 계층에 대해 1 내지  $2^{(\text{데이터 비트 수})}$  일 수 있다. 2-계층 다중 해상도 광학 코드의 일 구현에서, 제1 계층은 미국 표지판에 대한 MUTCD: Manual on Uniform Traffic Control Devices(연방 고속도로 관리국에 의해 발행됨) 번호를 나타낸다.
- [0127] c) 데이터의 표현:
- [0128] 어두운 모듈은 명목상 이진 "0"이고 밝은 모듈은 명목상 이진 "1"이다. 이러한 표현은 소정 응용들에 대해 반전될 수 있다.
- [0129] d) 기호 크기(콤팩트 존을 포함하지 않음):
- [0130] 1) 단일 해상도 코드: 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만, 적어도 폭이 5개 모듈이고 높이가 5개 모듈. 일부 예에서, 코드에 대한 상한이 없지만, 예시적인 최대 크기는 높이 또는 폭이 21개 모듈이다. 일부 예에서 그러한 치수들에 사용된 최대 크기는 0보다 큰 임의의 수일 수 있다.
- [0131] 2) 다중 해상도 코드: 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만, 계층 1 모듈들에 의해 정의된 바와 같이 적어도 폭이 7개 모듈이고 높이가 7개 모듈. 일부 예에서, 정의된 상한이 없다. 일부 예에서 그러한 치수들에 사용된 최대 크기는 0보다 큰 임의의 수일 수 있다.
- [0132] e) 코드 유형: 매트릭스
- [0133] f) 배향 독립성:
- [0134] 예. 일부 예에서, 광학 코드는 배향 독립성을 갖는다. 다른 예들에서 광학 코드는 배향 의존적일 수 있다. 일부 예에서, 고정된 배향은 코드 설계 및 디코딩 알고리즘에서 소정 이점들을 허용할 수 있다.
- [0135] 일부 예에서, 광학 코드들은 반사율 반전을 사용할 수 있다. 기호들은 이미지가 밝을 때 어둡거나 어두울 때 밝도록 마킹될 때 관측되도록 의도될 수 있다. 일부 예에서, 사양은 밝은 배경에서 어두운 이미지들에 기초하지만, 이것이 사실이 아닌 경우에는, 밝은 모듈들이 어두운 모듈들로 그리고 어두운 모듈들이 밝은 모듈들로 간주될 수 있다. 일부 디코딩 기법은 표준 코드들 및 반사율 반전 코드들 둘 모두를 디코딩하려고 하지 않을 수 있다; 그러나, 다른 예들에서는 둘 모두를 동시에 디코딩하는 것이 또한 수행될 수 있다.
- [0136] 일부 예에서, 반복된 비트들이 광학 코드들과 함께 사용될 수 있다. 예를 들어, 차폐 복구에 대한 가능성을 더욱 증가시키기 위해, 광학 코드들이 반복된 비트들을 이용할 수 있다.
- [0137] 도 9에 도시된 바와 같이, 광학 코드들은 코드 스타일 및 데이터 페이로드에 의해 기술된 규칙들에 따라 배치되거나 레이아웃된 정사각형 모듈들의 세트로 구성된 직사각형 매트릭스들일 수 있다.
- [0138] 도 10은 본 개시의 기법들에 따른 단일 해상도 광학 코드를 예시한다. 단일 해상도 광학 코드는, 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만, 콤팩트 존을 포함함이 없이 적어도 폭이 5개 모듈이고 높이가 5개 모듈일 수 있다. 일부 예에서, 코드의 크기에 대한 절대적인 상한이 없다.
- [0139] 도 11은 본 개시의 기법들에 따른 다중 해상도 광학 코드를 예시한다. 다중 해상도 광학 코드는 다양한 크기의 모듈들로 구성될 수 있다. 모듈은 여전히 형상이 정사각형일 수 있고, 소정 해상도 데이터 페이로드의 모든 모



들이 동일한 크기를 갖도록 생성될 수 있다. 일부 예에서, 크기에 대한 기준 모듈들은 가장 큰 모듈에 관한 것이다. 일부 예에서, 데이터 페이로드들은 모듈 크기에 의해 분류되고 참조된다. 일부 예에서, 데이터 페이로드 1은 데이터 페이로드 2보다 큰 모듈들을 가질 수 있고, 데이터 페이로드 2는 데이터 페이로드 3보다 큰 모듈들을 가질 것이고, 기타 등등이다.

[0140] 일부 예에서, 다중 해상도 광학 코드에 대한 최소 크기는, 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만, 적어도 폭이 7개 모듈이고 높이가 7개 모듈이다. 일부 예에서, 다중 해상도 광학 코드에 대한 최대 크기가 없다. 일부 예에서, 데이터 페이로드의 최대 수가 없다. 일부 예에서, 코드들은 크기에서 15개 모듈보다 크지 않을 수 있고 2개의 데이터 페이로드가 전형적으로 사용된다.

[0141] 도 11은 2개의 페이로드를 갖는 다중 해상도 코드에 대한 예시적인 레이아웃을 예시한다. 도 11에서, 가장 큰 모듈들 및 이에 따라 최대 거리로부터 관측될 수 있는 것들은 번호가 매겨진 블록들에 의해 표시된다. 제2 해상도의 모듈들은 소문자 글자가 있는 블록들에 의해 표시된다. 이 코드에서 데이터 페이로드 1 및 데이터 페이로드 2 둘 모두는 크기가 8 비트이지만, 이것은 필요 조건은 아니다. 각각의 페이로드의 블록 크기는 다른 페이로드의 블록 크기와는 독립적일 수 있다. 실제로, 데이터 페이로드 1 블록 크기들은 임의의 다른 데이터 페이로드 블록 크기와 동일하거나 그보다 작을 수 있다.

[0142] 일부 예에서, 광학 코드에 대한 파인더 및 클로킹 패턴은 코드를 찾는 것 및 물체 포즈를 정규화하는 것 둘 모두에 요구되는 모듈들을 최소화하거나 임계치 아래로 감소시키도록 선택될 수 있다. 일부 예에서, 이러한 파인더 및 클로킹 패턴은 데이터 및 오류 정정에 대한 코드 공간의 더 큰 백분율을 산출하기 위해 크기가 감소될 수 있다.

[0143] 도 12 및 도 13은 광학 코드에 대한 파인더 및 클로킹 패턴들을 예시한다. 광학 코드의 파인더 패턴 모서리들은 콰이어트 존의 반대 색일 수 있거나 항상 반대 색이다. 클로킹 패턴은 상부 에지를 따라 배치될 수 있으며 백색 모듈과 어두운 모듈 간에 교번한다. 이 동작의 예외는 광학 코드의 폭이 모듈의 수에서 짝수인 경우일 수 있다. 이 경우에, 중앙의 2개의 모듈은 둘 모두 동일한 색이다. 일부 예에서, 파인더 및 클로킹 패턴 규칙은 단일 해상도 및 다중 해상도 광학 코드들 둘 모두에 대해 적용된다. 다중 해상도 코드들에서, 파인더 및 클로킹 패턴은 가장 큰 모듈들로부터 만들어질 수 있다.

[0144] 일부 예에서, 콰이어트 존에는 광학 코드의 모든 4개의 측에 모든 다른 마킹이 없어야 한다. 파인더 패턴의 폭은, 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만, 적어도 1개 모듈일 수 있다. 다중 해상도 코드들에 대해, 폭은 적어도 광학 코드에 포함된 가장 큰 모듈 크기의 폭일 수 있다. 반전된 코드 스타일에 대해, 코드 주위에 밝은 대역이 되고 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만 폭이 적어도 2개 모듈로 증가하는 콰이어트 존을 포함한 코드의 모든 모듈이 반전될 수 있다.

[0145] 광학 코드가 재귀반사성 물품(예컨대, 교통 표지판)에 부착되면, 배경은 충분한 파인더 패턴으로서 작용할 수 있다. 그러한 예들에서, 추가의 파인더 패턴이 필요하지 않을 수 있다. 광학 코드는 재귀반사성 물품의 외측 에지 상에 파인더 및 클로킹 패턴을 갖고서 생성될 수 있다.

[0146] 일부 예에서 광학 코드에 대한 반복된 비트 패턴은 블록들에 중복성을 추가함으로써 차폐들의 효과를 최소화하거나, 임계치 아래로 감소시키도록 구현될 수 있다. 일부 예에서, 반복된 비트들은 특정 블록들에서 더 큰 레벨의 차폐를 가능하게 하도록 배치될 수 있다.

[0147] 도 12 및 도 13은 본 개시의 기법들에 따른, 상이한 클로킹 패턴들을 예시한다. 도 12는 짝수 크기 클로킹 패턴을 예시한다. 도 13은 홀수 크기 클로킹 패턴을 예시한다.

[0148] 도 14는 본 개시의 하나 이상의 기법에 따른, 광학 코드에 포함될 수 있는 반복하는 또는 반복 비트들을 예시한다. 예를 들어, 도 14는 반복된 비트들을 사용하는 예를 나타낸다. 도 14에서, 데이터 및 오류 정정 블록들로부터의 소정 비트들이 반복되고 패딩 비트들에서 사용된다. 이는, 디코딩에서, 더 큰 잠재적 차폐 복구를 허용하는 효과를 갖는다.

[0149] 일부 예에서 인코딩 절차가 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 인코딩 절차는 데이터를 광학 코드에 포함된 패턴 또는 다른 시각적 표시로 변환할 수 있다. 다음의 동작들은 단일 해상도 광학 코드에 대한 인코딩의 예를 제공하고, 각각의 데이터의 계층에 대해 동작들을 반복함으로써 다중 해상도가 생성될 수 있다.

[0150] 동작 1: 코드 선택. 컴퓨팅 디바이스는, 예를 들어, 데이터 블록 및 오류 정정 블록의 수와 같은 파라미터들

또는 임의의 다른 적합한 파라미터들에 기초하여 광학 코드를 선택한다.

- [0151] 동작 2: 데이터 인코딩. 컴퓨팅 디바이스는 숫자 또는 다른 값을 이진 비트 스트림으로 변환하고 비트 스트림을 선택된 블록 크기로 나눈다.
- [0152] 동작 3: 컴퓨팅 디바이스는 오류 정정 코드를 계산할 수 있으며, 이는 인코딩된 데이터에 대한 오류 정정 데이터 블록들을 계산하는 것을 포함할 수 있다.
- [0153] 동작 4: 컴퓨팅 디바이스는 각각의 블록으로부터의 데이터 및 오류 정정 코드들을 부가하고 반복 또는 패딩 비트들을 추가함으로써 최종 메시지를 구조화할 수 있다.
- [0154] 동작 5: 컴퓨팅 디바이스는 구성 디바이스와 함께 최종 메시지에 기초하여 매트릭스에 모듈들을 배치할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 구성 디바이스로 하여금 파인더 및 클로킹 패턴과 함께 매트릭스에 코드워드 모듈들을 배치하게 할 수 있다. 다중 해상도 광학 코드들에 대해, 파인더 및 클로킹 패턴은 일부 예에서 가장 큰 모듈 상에만 배치될 수 있다.
- [0155] 일부 예에서, 인코딩 절차들은 하나 이상의 동작을 포함할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스는 주어진 광학 코드 레이아웃에 대한 의도된 데이터 페이로드를 결정할 수 있다. 인코딩될 숫자는 빅 엔디언 이진수로 변환될 수 있다. 그 후 컴퓨팅 디바이스는 전체 데이터 비트 공간이 소비될 때까지 그 숫자를 선행하는 0들로 패딩할 수 있다.
- [0156] 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 결과적인 비트 스트림을 가변 비트 코드워드들로 분할할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 버전에 요구되는 다수의 데이터 코드워드를 채우도록 문자들을 패딩할 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 입력 데이터 스트림을 분석하여 그의 콘텐츠를 결정하고 디폴트 또는 다른 적절한 ECI(Extended Channel Interpretation) 및 적절한 모드를 선택하여 본 개시에서 설명된 바와 같이 각각의 시퀀스를 인코딩할 수 있다.
- [0157] 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 오류 정정 코드워드들로 인코딩을 수행할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 단일 및 다중 해상도 광학 코드 둘 모두에 대해 데이터 및 오류 정정 코드워드들을 생성하기 위한 하나 이상의 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스는 주어진 광학 코드 레이아웃에 대한 의도된 데이터 페이로드를 결정할 수 있다. 인코딩될 숫자 또는 값은 컴퓨팅 디바이스에 의해 빅 엔디언 이진수로 변환될 수 있다. 그 숫자는 전체 데이터 비트 공간이 소비될 때까지 컴퓨팅 디바이스에 의해 선행하는 0들로 패딩될 수 있다.
- [0158] 기호 프린팅 및 마킹을 위한 다양한 기법들이 본 명세서에 설명되어 있다. 단일 해상도 광학 코드에 대해, X 치수, 예를 들어, 모듈의 폭은 다음의 것들을 포함하지만 이로 제한되지 않는 파라미터들을 규정하는 사용자 또는 머신 생성된 입력에 의해 규정될 수 있다: 관독될 거리, 고정된 물리적 크기 기호에 요구되는 데이터 페이로드, 사용된 스캐닝 기술, 및 기호를 생성하는 데 사용된 기술, 또는 임의의 다른 적합한 파라미터들. Y 치수에 대해, 모듈의 높이는 일부 예에서 X 치수와 동일할 수 있는 반면, 다른 예들에서 X 치수와 Y 치수는 상이할 수 있다. 일부 예에서, 최소 쿼이어트 존에 대해, 컴퓨팅 디바이스는 쿼이어트 존(어두울 때 백색, 비가시광 스펙트럼으로)을 정의하지 않을 수 있지만, 다른 경우에 최소 1개 모듈 쿼이어트 존이 사용될 수 있거나, 최소 2개 모듈의 쿼이어트 존이 사용될 수 있거나, 1보다 큰 임의의 다른 수가 사용될 수 있다.
- [0159] 다중 해상도 광학 코드에 대해, X 치수, 예를 들어, 가장 작은 모듈의 폭은 다음의 것들을 포함하지만 이로 제한되지 않는 파라미터들을 규정하는 사용자 또는 머신 생성된 입력에 의해 규정될 수 있다: 관독될 거리, 고정된 물리적 크기 기호에 요구되는 데이터 페이로드, 사용된 스캐닝 기술, 기호를 생성하는 데 사용된 기술, 또는 임의의 다른 적합한 파라미터들.
- [0160] 일부 예에서, 각각의 더 큰 모듈 크기 클래스는 가장 작은 모듈 크기의 배수일 수 있다. 이용된 모듈 크기 클래스의 수는 광학 코드에 인코딩될 데이터의 양에 기초할 수 있고, 더 큰 거리에서 디코딩될 수 있는 더 큰 모듈 클래스들과 더 높은 데이터 밀도를 포함할 수 있는 더 작은 모듈 클래스들의 균형이 생성될 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는, 비록 임의의 정의된 클래스 크기들이 가능하지만, 2개 모듈 클래스 크기를 결정할 수 있다. Y 치수에 대해, 모듈의 높이는 일부 예에서 주어진 모듈 클래스에 대한 X 치수와 동일할 수 있는 반면, 다른 예들에서 X 치수와 Y 치수는 상이할 수 있다.
- [0161] 일부 예에서, 쿼이어트 존 크기는, 파인더, 타이밍 및 다른 오버헤드 모듈들이 그러하듯이, 광학 코드를 위해 컴퓨팅 디바이스에 의해 이용되는 가장 큰 모듈 크기에 기초한다. 최소 쿼이어트 존은 하나의 클래스 1(가장 큰) 모듈일 수 있고 일부 예에서, 2개 모듈의 쿼이어트 존 버퍼가 있을 수 있다. 다른 예들에서 최소 쿼이어트

존 및 콰이어트 존 버퍼 크기들은 0보다 큰 임의의 수일 수 있다.

- [0162] 일부 예에서, 인간-판독가능한 또는 인간 해석가능한 설명들이 사용될 수 있다. 인간이 해석가능한 인간의 이해를 위해 의도된 형식적으론 의미할 수 있다. 일부 예에서, 첨부된 인간 판독가능한 설명은 광학 코드와 동반할 수 있다. 그러나, 다른 예들에서, 데이터 문자들의 인간 판독가능한 해석은 실용적이지 않을 수 있다. 대안으로서, 문자 그대로의 텍스트보다는 설명 텍스트가 광학 코드와 동반할 수 있다. 문자 크기 및 폰트는 규정되지 않을 수 있고, 메시지는 광학 코드 주위의 구역에 어디든지 프린팅될 수 있다. 일부 예에서, 인간 판독가능한 해석은 광학 코드 자체와도 콰이어트 존과도 간섭하지 않을 수 있지만, 기능과 간섭하지 않는 방식으로 그렇게 한다면 광학 코드 또는 그의 콰이어트 존 위에 또는 아래에 프린팅될 수 있다.
- [0163] 일부 예에서, 기호 품질 파라미터들이 정의되고 사용될 수 있다. 그리드 비균일성에 대해, 그리드는 본 개시에 제공된 바와 같은 기준 디코드 알고리즘의 사용에 의해 밝혀지는 바와 같이, 파인더 패턴들 및 정렬 패턴들을 앵커 포인트들로서 사용함으로써 계산될 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 그리드의 균일성을 평가하기 위해 코드가 만족된 표면 상에 래핑되는 경우 이미지를 평탄화할 수 있다. 광학 코드가 만족된 표면 상에 구현되는 경우, 그리드 비균일성 측정은 이미 평탄화된 이미지에 대해 컴퓨팅 디바이스에 의해 수행될 수 있다.
- [0164] 스캔 등급에 대해, 스캔 등급은 기호의 개별 이미지에서 기호 콘트라스트, 변조, 고정된 패턴 손상, 디코드, 축 비균일성, 그리드 비균일성 및 사용되지 않은 오류 정정에 대한 등급들 중 가장 낮은 것(또는 임계치 아래)일 것이다. 하나 초과와 이미지가 분석되는 경우 전체 기호 등급은 개별 스캔들의 평균일 수 있다.
- [0165] 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 본 명세서에 설명된 바와 같은 하나 이상의 디코딩 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스는 광학 코드의 이미지를 획득할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 이미지 내의 광학 코드의 위치를 파악(예컨대, 식별)하고 밝은 모듈 및 어두운 모듈을 1들(밝음) 0들(어두움)(또는 반전된 코드들의 경우 반대)로 변환할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 후보 코드 스타일들에 대한 파인더를 검색함으로써 코드 크기/스타일을 식별할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 코드 레이아웃 맵을 사용하여 리드-솔로몬 코드워드들을 추출할 수 있다. 다수의 해상도를 포함하는 스타일들에 대해, 컴퓨팅 디바이스는 하나 이상의 정의된 해상도로 코드를 리샘플링하고 하나 이상의 정의된 레이아웃을 사용하여 추가의 코드워드들을 추출할 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 각각의 추출된 코드 해상도에 대한 적절한 코드워드 크기들 및 오류 정정 레벨들에 대해 리드-솔로몬 디코더를 구성할 수 있고, 그 후 컴퓨팅 디바이스는 각각에 대한 오류들을 검출하고 정정할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 본 개시에 설명된 하나 이상의 동작에서 추가 처리를 위해 정정가능하였던 또는 정정을 필요로 하지 않았던 페이로드들을 생성하거나 달리 제공할 수 있다.
- [0166] 도 15는 본 개시의 기법들에 따른, 기준 디코드 알고리즘을 예시한다. 기준 디코드 알고리즘은 인식되는 광학 코드가 코드를 주위 환경보다 밝게 만들기에 충분한 광 강도로 이미징 센서와 함께 배치된 광원에 의해 조명될 수 있는 재귀반사성 패러다임을 구현할 수 있다.
- [0167] 도 15에 예시된 바와 같이, 기준 디코드는 쿼드 추출을 포함하는 하나 이상의 동작을 포함할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스는 이미지 내의 비-재귀반사성 요소들(태양 또는 다른 광원들로부터의 주위 조명)보다 더 밝은 이미지에 대해 하나 또는 다수의 임계치(예컨대: 8-비트 이미지들에 대해 80, 50, 33)를 결정할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 이 임계치를 사용하여 이미지를 임계 픽셀들 위 및 아래의 이진 이미지(또는 이미지들)로 변환할 수 있다. 반전된 코드들의 제2 패스에 대해, 컴퓨팅 디바이스는 8 비트 이미지들에 대해 210, 230의 픽셀 값 임계치들을 사용할 수 있다.
- [0168] 컴퓨팅 디바이스는 이미지에서 포인트 반사성 요소들 및 다른 밝은 아티팩트들을 제거하기 위해 작은 커널 크기(예컨대: 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만, 3x3 px 직사각형)로 형태학적 개방을 수행할 수 있다. 일부 예에서, 이 동작은 반전된 코드 검색을 갖는 제1 패스에 대해 생략될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 광학 코드 모듈들을 단일 블롭들로 연결하기 위해, 또는 주위의 밝은 콰이어트 존 내의 구멍들/결함들을 채우기 위해 반전된 코드들에 대해 형태학적 폐쇄 동작을 수행할 수 있다. 반전된 코드에 대해, 이 커널 크기는 (비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만) 9x9 px와 같이 작을 수 있는데, 그 이유는 이미지가 광학 코드가 그 상에 구현된 물품 주위에 밝은 거의 연속된 콰이어트 존들을 가질 수 있기 때문이다. 비-반전된 코드들에 대해, 컴퓨팅 디바이스는 다수의 형태학적 개방 커널들을 사용하여 상이한 크기들/스케일들(예컨대, 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만, 15x15, 45x45, 90x90)의 코드들을 처리할 수 있다.
- [0169] 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 라머-더글라스-푸커 알고리즘을 사용하여 윤곽을 사변형으로 재근사화할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 긴 에지들을 단일 세그먼트들(예컨대, 윤곽 둘레의 0.2%)로 감소시킬 수 있는 근사 정

밀도(엡실론)를 사용할 수 있다. 일부 예에서, 4개 초과인 세그먼트가 남아 있는 경우(만곡된 모서리들을 갖는 표지판들, 쿼드로서 잘 표현되지 않는 형상들 등), 컴퓨팅 디바이스는 그들의 교차 포인트들의 계산과 함께 가장 긴 4개를 사용하여 경계 쿼드를 추출할 수 있다. 대안적으로(또는 부가적으로), 컴퓨팅 디바이스는 4개의 세그먼트만이 남아 있을 때까지 엡실론을 조정할 수 있다(경계 박스 완료 없이 단독으로 사용되면 더 많은 가변 쿼드 모서리 선택을 유발하는 경향이 있다). 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 결과적인 사변형의 중형비(예컨대: 0.3 내지 3) 및 모서리 각도들(예컨대: 표준(각도들) < 10도)을 체크하여 직사각형과는 상당히 상이한(예를 들어, 임계치보다 큰) 후보들을 폐기할 수 있다.

[0170] 일부 예에서, 기준 디코드 알고리즘은 블록 추출을 수행할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스는 표준화된 크기로 사변형의 사변형 영역에 대해 퍼스펙티브 변환을 수행할 수 있다(예컨대: 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만, 다양한 코드 크기 예지 길이들의 공배수, 11x11 및 9x9 → 99x99). 반전된 코드들을 검색하는 경우, 물품 상의 모듈들에 대해 2 ppm보다 상당히 더 큰 것을 보장하기 위해 초과 해상도가 제공될 수 있다(예컨대: 비록 0보다 큰 임의의 수가 가능할 수 있지만, 297x297). 8x8 이웃에 대한 Lanczos 보간법과 같은 고차 보간법의 사용은 코드 예지들이 보존할 수 있다.

[0171] 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 제2 또는 다수의 추가 패스를 수행할 수 있고, 이는 반전된 코드들을 검색하는 경우 사용될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 왼쪽 에지로부터 폭의 5%, 오른쪽 에지로부터 폭의 5%, 상부로부터 높이의 5%, 하부로부터 높이의 5%를 잘라낼 수 있다. 현재 경우에, 비록 1%보다 큰 임의의 다른 백분율이 사용될 수 있지만(예컨대, 1% 내지 25%의 범위), 5%가 예이다. 컴퓨팅 디바이스는 이미지로부터 5% 백분위수 값을 감할 수 있다(코드를 어렵게 한다). 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 최대 및 최소 값들을 0 - 255로 정규화할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 1 및 4×4 그리드의 클립 한계를 갖는 콘트라스트 제한된 적응 히스토그램 동등화를 적용할 수 있다. 다른 예들에서, 클립 한계 및 그리드 크기는 1보다 큰 임의의 수일 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 이미지를 반전시킬 수 있다(예컨대, 255-(픽셀 값들)). 컴퓨팅 디바이스는 평균 값(나중에 형태학적 닫힘을 위해 사용되는 가장 큰 커널보다 큼)으로 각각의 에지에서 55개의 픽셀(또는 0보다 큰 임의의 다른 적합한 수)을 패딩할 수 있다.

[0172] 컴퓨팅 디바이스는 쿼드 및 블록 추출을 반복하고 파인더 검색의 다음 단계로 진행할 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는, 블록 추출을 위해, 쿼드 추출에서의 임계치들을 210 및 230의 픽셀 값들로 대체할 수 있다 - 비록 0보다 큰 다른 예시적인 임계치들이 가능하지만 -. 컴퓨팅 디바이스는 3x3 형태학적 개방 커널을 사용할 수 있다 - 비록 각각의 치수에서 0보다 큰 다른 치수들이 가능하지만 -. 컴퓨팅 디바이스는 형태학적 폐쇄를 위한 커널 크기들을 25x25, 35x24, 45x45로 대체할 수 있다 - 비록 각각의 크기가 0보다 큰 임의의 다른 치수들이 가능하지만 -. 컴퓨팅 디바이스는 블록 추출을 위해 108x108의 출력 블록 크기를 사용할 수 있다 - 비록 각각의 크기가 1보다 큰 임의의 다른 치수들이 가능하지만 -. 컴퓨팅 디바이스는 직경이 3 - 비록 0보다 큰 임의의 직경이 가능하지만 - 이고 공간 및 색 둘 모두에 대한 시그마가 40 - 비록 0보다 큰 임의의 시그마가 가능할 수 있지만 - 인 양방향 필터를 적용할 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 최대 및 최소 값들을 0 - 255로 정규화할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 이미지를 반전시킬 수 있다(255-(픽셀 값들)). 컴퓨팅 디바이스는, 반전된 코드들만을 검색하는 경우, 제1 패스로부터 소스 블록들을 드롭할 수 있다.

[0173] 일부 예에서, 기준 디코드 알고리즘은 파인더 검색을 수행할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스에 의해 구현되는 파인더 검색은 쿼드를 검색되는 광학 코드 형상들(예컨대: 11x11, 9x9, NxN, 또는 NxM)로 보간하고, 임계화하고, 이진화하고, 다양한 회전들에서 파인더 모듈 구성과 비교할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 얼마나 많은 모듈들이 파인더 영역과 매칭하는지에 의해 후보들을 스코어링할 수 있다.

[0174] 일부 예에서, 기준 디코드 알고리즘은 광학 코드로부터의 데이터를 디코딩할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 디바이스는 파인더 검색으로부터 가장 높은 또는 높은 스코어링 후보(들)로부터의 이진화된 이미지를 사용하고 대응하는 코드 레이아웃에 따라 코드워드들을 추출할 수 있다. 일부 예에서, 밝은 색선들은 이진수 1들을 반영하고, 어두운 색선들은 0들을 반영한다(반전된 코드들에 대해 이것은 원래 이미지 포착에서 반대이다). 컴퓨팅 디바이스는 원래 이미지를 보간하고 존재하는 코드들의 임의의 추가 해상도들에 대해 이진화하고 적절한 레이아웃 맵을 사용하여 코드워드들을 추출할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 대응하는 코드 스타일의 블록 크기(들), 정정가능한 블록(들)에 대해 리드-솔로몬 오류 정정을 구성하고 본 개시에서 설명된 바와 같은 오류 정정을 수행할 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 본 개시에서 설명된 하나 이상의 동작에서 사용하기 위한 오류 정정을 사용하여 정정되거나 정정가능한 코드들에 대한 페이로드(들)를 생성 또는 제공할 수 있다.

[0175] 도 16 및 도 17은 본 개시의 기법들에 따른, 물품 상에 구현된 광학 코드들에 대한 모듈 클리어런스를



예시한다. 도 16은 예지에서 1 모듈 클리어런스를 갖는 샘플 광학 코드 레이아웃을 예시한다. 도 17은 다이아몬드 물품 형상(예컨대, 인프라 물품) 상의 대안적인 45도 반시계 방향 회전된 레이아웃을 예시한다.

[0176] 광학 코드들은 도 16 및 도 17에 도시된 바와 같은 코드의 클로킹 예지가 표지판(예컨대, 도 16)의 상부를 향해 배향되도록 물품 또는 사이니지 상에 구현될 수 있다. 일부 예에서, 이는 컴퓨팅 디바이스가 장면 내의 코드들을 발견하여 디코딩할 때 추가의 가정들이 이루어질 수 있도록 행해진다. 일부 예에서, 광학 코드들은 표지판 예지로부터 최대 1 모듈까지 확장되어 콰이어트 존을 남길 뿐만 아니라 코드 내의 모듈 크기들을 최대화할 수 있다. 일부 예에서, 최대 및/또는 최소 콰이어트 존이 없다.

[0177] 반전된 코드 스타일에 대해, 콰이어트 존/예지 클리어런스는 크기가 최소 2개 모듈까지 증가할 수 있다. 이 구성에서는 최대 콰이어트 존이 없을 수 있지만, 제1 패스 동안 블롭 추출은 디코딩을 위해 코드 모듈들 상에 충분한 해상도를 남길 수 있다(적어도 2 ppm이지만 잠재적으로 더 크다).

[0178] 클로킹 예지가 표지판의 왼쪽 상부 예지와 평행하게 배향될 수 있는 다이아몬드 형상의 표지판들(45도 반시계 방향으로 회전됨, 도 17)에서와 같이, 표지판 크기에 대해 코드의 최대 크기를 가능하게 하도록 일부 변형들이 허용된다. 그러나, 회전되지 않은 레이아웃(상부 예지를 따른 클로킹)에서 적어도 하나의 모듈 클리어런스를 갖는 표지판 상에 광학 코드가 배치될 수 있다면, 이는 이미징 성능을 개선 및/또는 최대화할 수 있다.

[0179] 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는 오류 검출을 수행하고/하거나 정정 원시 다항식들을 사용할 수 있다. 리드 솔로몬 오류 정정은 갈루아 필드(Galois Field, gf)하에서 동작하도록 컴퓨팅 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 광학 코드는 이 필드를 타입  $gf(2^m)$ 의 것이도록 강제할 수 있다. 일부 예에서,  $m$ 의 값들은 6 또는 8이다. 비록  $m$ 은 0보다 큰 임의의 값일 수 있지만, 코드 밀도/코드 크기와 디코드 거짓 양성률 사이의 트레이드-오프로서 6 또는 8과 같은 값들이 선택될 수 있다. 일부 예에서,  $m$ 의 값이 증가함에 따라, 광학 코드는 크기가 더 클 것이고 더 낮은 디코드 거짓 양성률을 가질 것이다.

[0180] 표 2는 최대  $gf(2^{16})$ 의 필드 크기에 대한 원시 다항식들을 제공한다.

## 표 2

주어진 갈루아 필드에 대한 원시 다항식들

m	디폴트 원시 다항식	정수 표현
3	$D^3 + D + 1$	11
4	$D^4 + D + 1$	19
5	$D^5 + D^2 + 1$	37
6	$D^6 + D + 1$	67
7	$D^7 + D^3 + 1$	137
8	$D^8 + D^4 + D^3 + D^2 + 1$	285
9	$D^9 + D^4 + 1$	529
10	$D^{10} + D^3 + 1$	1033
11	$D^{11} + D^2 + 1$	2053
12	$D^{12} + D^6 + D^4 + D + 1$	4179
13	$D^{13} + D^4 + D^3 + D + 1$	8219
14	$D^{14} + D^{10} + D^6 + D + 1$	17475
15	$D^{15} + D + 1$	32771
16	$D^{16} + D^{12} + D^3 + D + 1$	69643

[0181]

[0182] 일부 예에서, 컴퓨팅 디바이스는  $gf(2^m)$ 하에서 리드 솔로몬 오류 정정 알고리즘을 사용하여 본 개시의 광학 코드를 인코딩 및/또는 디코딩할 수 있다. 리드 솔로몬 코드를 디코딩하기 위한 다수의 잠재적인 알고리즘이 있다. 다음의 동작들은 본 개시에 따라 컴퓨팅 디바이스에 의해 사용되는 것들이다 - 비록 많은 다른 동작들이 가능하지만 -. 컴퓨팅 디바이스는 수신된 코드워드 메시지 및 오류 정정 기호의 수를 고려하여 신드롬 다항식을 계산

할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 삭제들이 처리되지 않은 것으로 가정하고 원래 신드롬들로부터 포니(Forney) 신드롬들을 계산할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 버레캄프-매시(Berlekamp-Massey) 알고리즘을 사용하여 오류 로케이터 다항식을 계산할 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 오류 위치들을 계산하기 위해 오류 로케이터 다항식과 함께 치엔(Chien) 검색 알고리즘을 사용할 수 있다. 오류 위치들이 주어지면, 컴퓨팅 디바이스는 오류를 해결하고 결과적인 데이터를 반환할 수 있다.

[0183] 도 18은 본 개시의 기법들에 따른, 고정된 패턴 정보를 갖는 광학 코드를 예시한다. 광학 코드에 대한 고정된 패턴 손상에 대해, 다음의 것들을 포함하지만 이로 제한되지 않는 특징들이 평가될 수 있다: (a) 2개 모듈 및 4개 콰이어트 존 모듈의 왼쪽 상부 파인더 패턴(파인더 1L), 2개 모듈 및 4개 콰이어트 존 모듈의 오른쪽 상부 파인더 패턴(파인더 1R), 왼쪽 하부 3-모듈 파인더 패턴 및 5개 콰이어트 존 모듈(파인더 2L), 오른쪽 하부 3-모듈 파인더 패턴 및 5개 콰이어트 존 모듈(파인더 2R)을 포함하는 파인더 패턴들; 및 (b) 왼쪽 파인더와 오른쪽 파인더 사이의 패턴화된 행의 모듈들을 포함하는 타이밍 정보(클로킹).

[0184] 고정된 패턴 손상 등급에 대해, 고정된 패턴의 각각의 세그먼트에 대한 손상은 그 세그먼트 내에서 부정확하게 스코어링된 모듈의 수에 기초하여 컴퓨팅 디바이스에 의해 등급이 매겨질 수 있다. 이어서 전체 고정된 패턴 손상 등급이 임의의 개별 세그먼트의 가장 낮은 스코어에 기초하여 컴퓨팅 디바이스에 의해 할당될 수 있다.

[0185] 컴퓨팅 디바이스는 후보 그레이-스케일 이미지에 대해 이미지 이진화를 수행할 수 있다. (최소 그레이-스케일 값과 최대 그레이-스케일 값 사이의 중간점에 기초하여 임계치를 계산한다. 컴퓨팅 디바이스는 중간점 위의 임의의 것에 대해 1을, 그리고 중간점 아래의 임의의 것에 대해 0을 스코어링할 수 있다).

[0186] 스코어링하기 위해 아래의 절차를 따르는 각각의 세그먼트에 대해, 컴퓨팅 디바이스는 (a) 주어진 세그먼트에 대해 각각의 모듈에 대한 예상 값들과 결과적인 이진화된 모듈들을 비교하고, (b) 불일치의 수를 카운트하고, (c) 아래의 표 3에 스코어링된 바와 같은 오류의 수에 기초하여 세그먼트 등급을 적용할 수 있다.

표 3

고정된 패턴 세그먼트들에 대한 스코어링 차트

세그먼트 파인더 L1, L2, R1, R2	클로킹	스코어
0	0	4
1		3
2	1	2
3		1
>3	>1	0

[0187]

[0188] 일부 예에서, 스캔 등급은 ISO/IEC 15415에 따라 평가된 표준 파라미터들에 대한 등급들과 본 개시에 따라 평가된 고정된 패턴 손상에 대한 등급들 중 가장 낮은 것일 수 있다.

[0189] 일부 예에서, 작업 존들과 같은 동적 환경들은 자율 또는 반자율 차량들에 대해 더 많은 어려움을 제공할 수 있다. 예를 들어, 위험 요소들 또는 작업자들이 분 단위 또는 시간 단위로 동적으로 재배치될 수 있기 때문에 향상된 맵들과 GPS에 의존하는 것은 한계가 있을 수 있다. 컴퓨팅 디바이스(540)는, 자율, 반자율 또는 비전-보조 차량과 같은 차량에 구현될 때, 그러한 차량들이 사람들과 디바이스들을 신뢰성 있게 찾아내고 그러한 구역들을 내비게이션할 수 있게 하는 본 개시에 설명된 바와 같은 코드들을 갖는 실시간 내비게이션 마커들을 제공할 수 있다 - 코드의 부분들이 구역들 내의 다른 물체들 또는 차폐물들에 의해 시각적으로 차폐될지라도 -. 일부 예에서, 본 개시에서 설명된 바와 같이, 코드들은 인간의 눈에는 비가시적이지만 구매가능한 머신 센서에는 특정 파장의 광에서 가시적이다. 작업 존 디바이스들에 부착될 수 있는 이들 고유한 머신-판독가능 코드는 정

밀한 물체 검출 및 신속한 처리를 제공하여 자율, 반자율, 또는 비전-보조 내비게이션을 가능하게 할 수 있다. 그렇기 때문에, 본 개시에 설명된 것과 같은 컴퓨팅 디바이스 및 이미지 포착 디바이스를 포함하는 차량은 하나 이상의 코드에 인코딩된 정보를 결정하는 것에 응답하여 그의 동작을 변경할 수 있다.

[0190] 일부 예에서, 본 개시의 머신-판독가능 광학 코드들 및 그러한 코드들을 판독하기 위한 시스템들은 기존의 MUTCD(Manual on Uniform Traffic Control Devices) 규칙들 및/또는 종래의 작업 존 재료들과 호환가능하다. 일부 예에서, 본 개시의 머신-판독가능 광학 코드들은 차량들을 내비게이션하기 위한 다른 양상들(예컨대, GPS, 맵들 등)보다 차량들에 의한 더 빠른 그리고/또는 더 정확한 검출 및 처리를 위한 정보를 제공할 수 있다. 일부 예에서, 범용 머신-판독가능 광학 코드들은 코드가 구현되는 물품의 각각의 특정 유형에 대해 표준화되거나 일정할 수 있다. 일부 예에서, 특정 작업 존들 또는 다른 경계 영역들 또는 구역들에서 상이한 유형의 물품들에 대해 별개의 머신-판독가능 코드들이 사용될 수 있다. 일부 예에서, 머신-판독가능 코드는 고유한 공간적 구성의 광학 요소들 및/또는 인간 또는 작업자를 나타내는 그것에 인코딩된 정보를 포함할 수 있다.

[0191] 일부 예에서, 위치 파악 데이터가 머신-판독가능 코드에 인코딩될 수 있으며, 여기서 그러한 위치 파악 정보는 물품 또는 물품의 주위 구역에 관한 장소 특정 정보를 나타내며, 일부 예에서는, 코드가 위치하는 동적으로 변화하는 환경 때문에 GPS 또는 맵들에서 이용가능하지 않을 수 있다. 표지판들의 분류 및 데이터 품질을 개선하는 것에 더하여, 인프라 물품들은 고화질 매핑에 의해 제공되는 위치 데이터를 보완하는 기회를 제공할 수 있다. 매핑 회사들은 운전자들과 자동화된 차량들이 노선을 계획하고 차량을 도로 상에 적절하게 위치시키는 것을 돕기 위해 극히 상세하고 동적인 맵들을 생성하고 있다. 현재의 고화질(HD) 매핑은 위치 파악을 제공하기 위해 SIFT(Scale Invariant Feature Transform) 특징들의 지속적인 분석에 의존한다. 신뢰할 수 있는 특징들을 개발하기 위해, 데이터 밀도가 높은 매핑이 발생할 수 있고 참조할 차량에 의해 액세스 가능한 방식으로 저장될 수 있다. 일부 경우에, 이것은 (경제적인 관점 및 계산 관점 둘 모두에서) 시간이 많이 걸릴 뿐만 아니라 비용이 많이 든다. 일부 경우에 SIFT 특징들로서 사용되는 랜드마크들이 변화하여, 차량이 그의 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)을 수행하려고 시도하는 동안 차량에 도전하는 것이 또한 가능하다.

[0192] 본 개시의 기법들은 정확한 GPS 정보를 제공할 수 있는 사이니지에 정보를 임베딩함으로써 계산 비용을 경감할 수 있을 뿐만 아니라, SIFT 특징들을 포인트 클라우드 데이터와 매칭시키는 모호성 또는 오류가 발생하기 쉬운 액션을 감소시킬 수 있다.

[0193] 일부 광학 코드들은 고정밀 GPS 좌표뿐만 아니라 표지판에 고유한 식별자를 포함할 수 있다. 광학 코드 상의 파인더 및 타이밍 모듈들은 평면 포즈 추정 기법들을 사용하여 정확한 판독 거리 벡터 결정을 허용할 수 있다. 이러한 거리 벡터와 디코딩된 GPS 좌표들을 결합하는 컴퓨팅 디바이스는, GPS 데이터가 신뢰할 수 없을 수 있는 어떤 캐니언(urban canyon)(예를 들어)에서도, 현재의 GPS 좌표들과 비교할 기준 위치를 규정하여, 오프셋/드리프트/오류 정정 및 이에 따라 위치 파악을 제공한다.

[0194] 예로서, 차량 머신 비전 시스템은 그의 임베딩된 광학 코드를 노출시키는 적외선 광에서 표지판의 이미지를 포착한다. 파인더 모듈 크기 및 비틀어짐(skew)은 그 이미지의 다시 정사각형으로의, 컴퓨팅 디바이스에 의한 정규화를 허용한다. 모듈의 크기는 2개의 분리된 파인더 모듈들 간에 분포된 픽셀들의 수에 의해 측정될 수 있다. 이러한 픽셀 카운트는 거리에 비례하는 픽셀 크기와 상관관계가 있어서, 이미지의 비틀어짐의 양, 및 표지판에 대한 특정 거리 및 방향을 말하는 픽셀 크기에 기초한 컴퓨팅 디바이스에 의한 벡터 결정을 허용한다. 표지판 위치의 고정밀 GPS 좌표, 및 카메라가 있는 곳의 정확한 투영에 의해, 차량이 카메라가 차량의 어디에 위치하는지를 알고 있는 한, 이제 차량의 GPS 위치가 제공된 표지판 GPS 및 적절한 병진 벡터로부터 컴퓨팅 디바이스에 의해 결정될 수 있다.

[0195] 위치 파악을 위해 고유하게 식별된 도로 표지판들 또는 다른 물품들을 사용하는 것은 SIFT 특징들에 의존하는 것에 비해 선호될 수 있는데, 그 이유는 표지판이 좌표 위치와 표지판 ID를 능동적으로 확인할 수 있어, 부정확하거나 잘못된 매칭이 발생할 가능성이 적어지기 때문이다. 포인트 클라우드 데이터 또는 스케일 불변 특징 목록들은 실제로 형상들 자체 이외에 어떠한 고유 식별자들도 갖지 않을 수 있다. 이는 종종 차량이 지구 상의 특정 장소와 상관시킬 특징 또는 포인트들의 세트를 선택했다는 것을, 확실하지는 않지만, 상당히 확신하게 한다. 이는 차량이 아마 그의 식별에서는 정확했지만 부정확할 수 있다는 것을 의미하고, 차량은 그것이 부정확하게 위치 파악한 바와 같은 예상된 특징들을 이제 놓치기 시작할 때까지는 알지 못할 것이다. 위치 파악을 위해 광학 코드들을 사용하는 본 개시의 기법들은 개선된 신뢰성 및/또는 확실성을 제공할 수 있다.

[0196] 고정밀 위치뿐만 아니라 고유 ID를 갖는 표지판 또는 다른 물품들을 사용하는 것은 정확한 표지판이 식별되었고

그의 위치가 검증된다는 확인 또는 추가적인 신뢰성 정보를 제공할 수 있다. 차량이 표지판의 저장된 GPS 좌표를 사용할 필요가 없을지라도, 차량은 GPS 좌표를 예상된 SIFT 특징과 매칭시킬 수 있다. 이는 그 SIFT 특징에 긍정 ID를 제공할 수 있으며, 이는 그 관련에서 증가된 레벨의 신뢰를 가능하게 할 수 있다. 일부 예에서, 특정 표지판이 그것이 말하는 정확한 표지판이고, 스푸핑되거나 달리 무효하지 않은 것을 증명하기 위해 보안 요소가 도입될 수 있다.

[0197] 일부 예에서, 광학 코드들이 다른 시스템들 또는 모델들을 훈련시키기 위한 그라운드 트루스(ground truth)의 소스로서 사용될 수 있다. 예시적인 모델들은 신경망, SVM 분류기, 또는 임의의 다른 지도식 학습 모델을 포함할 수 있다. 광학 코드에 인코딩된 데이터는 그러한 모델들을 트랜스하기 위한 그라운드 트루스 정보로서 사용될 수 있다. 예로서, 위치 파악 데이터와 같은, 광학 코드로부터의 데이터는 임의의 다른 특징들과 함께 특징 벡터로 구조화되고 예를 들어 이미지 데이터를 분류하는 데 사용될 수 있다. 예시적인 분류는 이미지 데이터가 특정 도로 표지판을 나타내는지 여부를 분류하는 것을 포함할 수 있다. 모델에 적용되는 특징 벡터에 그라운드 트루스 정보를 포함시킴으로써, 모델은 이미지 데이터를 특정 도로 표지판을 포함하는 것으로 더 정확하게 분류할 수 있다. 디지털적으로 확실하지 않은 데이터(예를 들어, 해상도가 좋지 않은 이미지 데이터)와 관련하여 사용되는 디지털적으로 확실한 데이터(예컨대, 어떤 ECC를 갖는 광학 코드 데이터)는 디지털적으로 확실하지 않은 데이터의 분류를 개선할 수 있다. 비록 도로 표지판에 대한 이미지 데이터를 분류하는 컨텍스트에서 설명되었지만, 광학 코드로부터의 그라운드 트루스를 사용하는 기법들은 디지털적으로 불확실한 데이터에 대한 분류기를 더 정확하게 만들기 위해 디지털적으로 확실한 데이터를 사용하는 임의의 시나리오에 더 일반적으로 적용될 수 있다. 그러한 기법들은 분류기에 대한 추가 신호를 제공하거나, 분류기의 결과가 정확한 것을 입증하기 위한 검사로서 동작할 수 있다.

[0198] 일부 예에서, 본 개시의 머신-판독가능 코드들은 레이더, LIDAR(Light Detection and Ranging), 근적외선 및 원적외선, 또는 임의의 다른 적합한 기술들과 같은 하나 이상의 센서와 호환가능할 수 있다. 일부 예에서, 본 개시의 기법들을 구현하는 하나 이상의 차량은 V2X 또는 다른 적합한 무선 기술들을 사용하여 본 개시의 머신-판독가능 코드들로부터 디코딩된 정보를 교환할 수 있다. 일부 예에서, 본 개시의 머신-판독가능 코드들은 물품 구성 동안 물품 상에 직접 구현될 수 있거나, 기존 물품에 나중에 적용되는 데칼 또는 다른 층으로 나중에 개장될 수 있다.

[0199] 본 개시는 기존의 바코드 기술에 비해 다양한 이점을 제공할 수 있다. 예를 들어, 본 개시는 바코드로부터 상이한 거리들에서 머신 비전 시스템에 의해 상이한 정보가 판독되는 것을 제공할 수 있다. 본 개시는 전통적인 바코드에서 인코딩될 수 있는 것보다 더 많은 정보가 콘텐츠 및 컨텍스트 광학 요소들의 사용을 통해 2D 바코드에 인코딩되는 것을 제공할 수 있다. 본 개시는 재귀반사성 기재의 사용을 통해 더 간단하고 더 높은 밀도의 정보 인코딩을 제공할 수 있다. 본 개시의 일부 실시예는 거짓 코드 발견들의 현저한 증가 없이, 그리고 동일한 코드 구역에 대해 더 큰 데이터 페이로드를 허용하면서, 감소된 수의 파인더 광학 요소들을 제공할 수 있다. 본 개시는 또한 더 적은 데이터, 덜 효과적인 데이터 복구 또는 증가된 거짓 양성 코드 식별과 같은 설계상의 선택들의 비용을 의도적으로 가중하면서 파인더 광학 요소들의 복잡성, 코드워드 크기, 코드의 물리적 면적, 및 인코딩될 데이터의 양을 포함한, 2D 코드 설계의 다양한 측면들을 우선순위화하기 위해 의도적인 결정이 이루어질 수 있도록 코드 설계의 융통성을 제공할 수 있다. 본 개시는 적용의 구역에 대한 크기를 최대화하기 위해 1:1 이외의 중형비(직사각형)를 포함한, 다양한 형상들을 갖는 코드들의 생성을 제공할 수 있다.

[0200] 본 개시는 일 예에서 다차원 머신-판독가능 광학 코드를 포함한다. 광학 코드는 복수의 파인더 광학 요소, 복수의 컨텍스트 광학 요소 및 복수의 콘텐츠 광학 요소를 포함한다. 파인더 광학 요소들은 패턴으로 배열되고 제1 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하다. 컨텍스트 광학 요소들은 컨텍스트 정보를 나타내고, 제1 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하다. 콘텐츠 광학 요소들은 콘텐츠 정보를 나타내고, 제1 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하지 않지만 제2 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하며, 여기서 제2 거리는 제1 거리보다 작다.

[0201] 일부 경우에, 광학 코드는 행들 및 열들을 포함하는 매트릭스 구성으로 배열된 복수의 광학 요소를 포함한다.

[0202] 일부 경우에, 파인더 광학 요소들은 머신 비전 시스템이 이미지 내의 광학 코드의 위치를 파악하는 것을 가능하게 한다.

[0203] 일부 경우에, 광학 코드는 36개보다 적은 파인더 광학 요소들을 포함한다.

[0204] 일부 경우에, 파인더 광학 요소들은 중심 교차 패턴으로 배열된다.



- [0205] 일부 경우에, 컨텍스트 광학 요소들 및 콘텐츠 광학 요소들은 리드-솔로몬 오류 정정을 허용하는 방식으로 배열된다.
- [0206] 일부 경우에, 광학 코드는 적어도 756 비트의 데이터를 나타낸다.
- [0207] 일부 경우에, 콘텐츠 광학 요소들은 지시 정보를 포함한다.
- [0208] 일부 경우에, 컨텍스트 광학 요소들은 설치, 위치 또는 제조업체 정보를 포함한다.
- [0209] 일부 경우에, 본 개시는 기재, 필름 층, 및 본 명세서에 설명된 2차원 머신-판독가능 광학 코드를 포함하는 표지판을 포함한다. 일부 경우에, 표지판은 재귀반사성 층을 포함한다.
- [0210] 본 개시는 2차원 머신-판독가능 광학 코드를 판독하기 위한 시스템을 더 포함한다. 이 시스템은 기재 및 2차원 머신-판독가능 광학 코드를 포함하는 표지판을 포함한다. 광학 코드는 패턴으로 배열되고 제1 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능한 복수의 파인더 광학 요소를 포함한다. 광학 코드는 또한 컨텍스트 정보를 나타내는 복수의 컨텍스트 광학 요소를 포함하며, 여기서 컨텍스트 광학 요소들은 제1 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하다. 광학 코드는 또한 콘텐츠 정보를 나타내는 복수의 콘텐츠 광학 요소를 포함하며, 여기서 콘텐츠 광학 요소들은 제1 거리에서 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하지 않지만 제2 거리로부터 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하고, 제2 거리는 제1 거리보다 작다. 이 시스템은 2차원 머신-판독가능 광학 코드를 검출 및 처리하기 위한 머신 비전 시스템을 더 포함한다.
- [0211] 본 개시는 또한 2차원 머신-판독가능 광학 코드를 판독하는 방법을 포함한다. 이 방법은 제1 거리로부터, 머신 비전 시스템을 사용하여, 패턴으로 배열된 복수의 파인더 광학 요소를 검출하는 단계를 포함한다. 이 방법은 제1 거리로부터, 머신 비전 시스템을 사용하여, 컨텍스트 정보를 나타내는 복수의 컨텍스트 광학 요소를 검출하는 단계를 더 포함한다. 이 방법은 제2 거리로부터, 머신 비전 시스템을 사용하여, 콘텐츠 정보를 나타내는 복수의 콘텐츠 광학 요소를 검출하는 단계를 더 포함하며, 여기서 콘텐츠 광학 요소들은 제1 거리에서 머신 비전 시스템에 의해 검출가능하지 않고, 제2 거리는 제1 거리보다 작다.
- [0212] 일부 경우에, 광학 코드는 행들 및 열들을 포함하는 매트릭스 구성으로 배열된 복수의 광학 요소를 포함한다.
- [0213] 일부 경우에, 파인더 광학 요소들은 머신 비전 시스템이 이미지 내의 광학 코드의 위치를 파악하는 것을 가능하게 한다.
- [0214] 일부 경우에, 광학 코드는 36개보다 적은 파인더 광학 요소들을 포함한다.
- [0215] 일부 경우에, 파인더 광학 요소들은 중심 교차 패턴으로 배열된다.
- [0216] 일부 경우에, 컨텍스트 광학 요소들 및 콘텐츠 광학 요소들은 리드-솔로몬 오류 정정을 허용하는 방식으로 배열된다.
- [0217] 일부 경우에, 광학 코드는 7x7의 크기를 갖고 적어도 63 비트의 데이터를 나타낸다.
- [0218] 일부 경우에, 콘텐츠 광학 요소들은 지시 정보를 포함한다.
- [0219] 일부 경우에, 컨텍스트 광학 요소들은 설치, 위치 또는 제조업체 정보를 포함한다.
- [0220] 바코드는 다양한 차량 응용에 사용되어 왔다. 차량 응용에 사용되는 경우, 바코드는 번호판 또는 표지판 상에 있을 수 있다. 바코드는 일부 경우에 자동 차량 인식(AVR) 시스템일 수 있는, 머신 비전 시스템을 사용하여 판독될 수 있다. 그러한 시스템들의 예시적인 용도는, 예를 들어, 자동 통행료 징수(예컨대, 전자 통행료 징수 시스템), 교통 법규 단속(예컨대, 적색등 주행 단속 시스템, 속도 단속 시스템), 교통 표지판 또는 교통 인프라의 다른 요소들 상의 정보의 검출, 범죄와 관련된 차량의 검색, 액세스 제어 시스템, 및 시설 액세스 제어이다. 이상적인 머신 비전 시스템은 고도로 정확한(즉, 100% 정확한) 결과를 제공하며 높은 정확도로 소정 거리로부터 바코드를 판독할 수 있다.
- [0221] 번호판, 표지판 또는 임의의 다른 제어되지 않는 환경 상의 바코드를 판독하는 것은 다음을 포함한 다양한 문제를 제기한다: (1) 번호판 또는 표지판 재료의 다양한 반사 특성; (2) 머신 비전 시스템의 다양한 해상도; (3) 바코드를 가진 물체에 비한, 머신 비전 시스템이 장착된 물체의 상대 속도; (4) 주위 조명의 광범위한 변동; (5) 번호판 또는 표지판 장착 위치 및/또는 기울기; (6) 예를 들어 다른 차량, 먼지, 눈, 도로 위의 물품, 자연적 장벽에 의한 번호판 또는 표지판의 차폐, (7) 도로의 수직 또는 수평 곡률 등.

- [0222] 다수의 특허 및 출원에서 논의되는 바와 같이 표지판 및 번호판 상의 바코드가 알려져 있다. 일부 공보(예컨대, 유럽 특허 공개 제0416742호 및 미국 특허 제6,832,728호)는 번호판의 머신-판독가능 부분에 소유자 정보, 일련 번호, 차량 유형, 차량 중량, 차량 번호, 주(state), 번호판 유형, 및 카운티(county) 중 하나 이상을 포함하는 것을 논의한다. PCT 특허 공개 WO 2013-149142호는 프레이밍 및 가변 정보가 2개의 상이한 조건하에 획득되는 바코드를 기술한다. 일부 실시예에서, 프레이밍 정보는 인간-판독가능 정보에 의해 제공되고, 가변 정보는 머신-판독가능 정보에 의해 제공된다. 유럽 특허 공개 제0416742호, 미국 특허 제6,832,728호, 및 PCT 특허 공개 WO 2013-149142호는 모두 전체적으로 본 명세서에 포함된다.
- [0223] 고 콘트라스트 번호판 및 표지판을 생성하는 일부 종래 기술의 방법은 적외선 파장 범위에서 흡수하고 가시 파장 범위에서 투과시키는 재료를 포함하는 것을 수반한다. 예를 들어, 미국 특허 제6,832,728호는 가시 투과성, 적외선 불투과성 표시(indicia)를 포함하는 번호판을 기술한다. 미국 특허 제7,387,393호는 번호판 상에 콘트라스트를 생성하는 적외선 차단 재료를 포함하는 번호판을 기술한다. 미국 특허 제3,758,193호는 재귀반사성 시트 상에 사용하기 위한 적외선 투과성, 가시 흡수성 재료를 기술한다. 미국 특허 제3,758,193호 및 제7,387,393호의 전체가 본 명세서에 참고로 포함된다.
- [0224] 각각 2017년 4월 14일자로 출원된, 대리인 문서 번호 76355US003 및 78874US003에 의해 식별되는 미국 가출원의 전체가 본 명세서에 참고로 포함된다.
- [0225] ALPR 시스템에서 사용하기 위한 고 콘트라스트 번호판을 생성하는 다른 방법이 미국 특허 공개 제2010-0151213호에 기술되며, 적외선 반사 재료를 광학 활성(예컨대, 반사성 또는 재귀반사성) 기재에 인접하게 위치시켜, 광학 활성 기재가 적외 방사전 소스에 의해 조명될 때 적외선 반사 재료가 적외선 센서에 의해 판독될 수 있는 패턴을 형성하게 하는 것을 포함한다. 미국 특허 공개 제2010-0151213의 전체가 본 명세서에 참고로 포함된다.
- [0226] 전술된 실시예들 중 임의의 것에 관하여 설명된 특징들이 상이한 실시예들 사이에서 상호 교환가능하게 적용가능할 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 전술된 실시예들은 본 개시의 다양한 특징을 예시하는 예들이다.
- [0227] 본 명세서의 설명 및 청구범위 전체에 걸쳐, 단어 "포함하다" 및 "함유하다"와 이들의 변형들은 "포함하지만 이로 제한되지 않는"을 의미하며, 이들은 다른 모이어티(moiety), 첨가제, 성분, 정수 또는 단계를 배제하도록 의도되지 않는다(그리고 배제하지 않는다). 본 명세서의 설명 및 청구범위 전체에 걸쳐, 문맥이 달리 요구하지 않는 한 단수는 복수를 포함한다. 특히, 부정 관사가 사용되는 경우, 문맥이 달리 요구하지 않는 한, 본 명세서는 단수뿐만 아니라 복수를 고려하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0228] 본 개시의 특정 태양, 실시예 또는 예와 관련하여 기술된 특징, 정수, 특성 또는 그룹은 그것과 양립 불가능하지 않는 한, 본 명세서에 기술된 임의의 다른 태양, 실시예 또는 예에 적용가능한 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서(임의의 첨부된 청구범위, 요약서 및 도면을 포함함)에 개시된 모든 특징들, 및/또는 그렇게 개시된 임의의 방법 또는 프로세스의 모든 단계들은, 그러한 특징들 및/또는 단계들 중 적어도 일부가 상호 배타적인 조합을 제외하고는, 임의의 조합으로 조합될 수 있다. 본 개시는 임의의 전술한 실시예들의 세부 사항들로 제한되지 않는다. 본 개시는 본 명세서(임의의 첨부된 청구범위, 요약서 및 도면을 포함함)에 개시된 특징들 중 임의의 신규한 하나 또는 임의의 신규한 조합으로, 또는 그렇게 개시된 임의의 방법 또는 프로세스의 단계들 중 임의의 신규한 하나 또는 임의의 신규한 조합으로 확장된다.
- [0229] 하나 이상의 예에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 기능들은, 하나 이상의 명령어 또는 코드로서, 컴퓨터 판독 가능 매체 상에 저장되거나 이를 통해 송신되고 하드웨어 기반 처리 유닛에 의해 실행될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체들은 데이터 저장 매체와 같은 유형 매체에 대응하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체, 또는 예컨대 통신 프로토콜에 따라 한 장소로부터 다른 장소로의 컴퓨터 프로그램의 전송을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 컴퓨터 판독 가능 매체는 일반적으로 (1) 비일시적, 유형의 컴퓨터 판독 가능 저장 매체 또는 (2) 신호 또는 반송파와 같은 통신 매체에 대응할 수 있다. 데이터 저장 매체는 본 개시에서 설명된 기법들의 구현을 위해 명령어들, 코드 및/또는 데이터 구조들을 검색하기 위해 하나 이상의 컴퓨터 또는 하나 이상의 프로세서에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용 가능한 매체일 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있다.
- [0230] 제한이 아니라 예로서, 그러한 컴퓨터 판독 가능 저장 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광 디스크

저장, 자기 디스크 저장, 또는 다른 자기 저장 디바이스, 플래시 메모리, 또는 명령어들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하는 데 사용될 수 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속이 적절히 컴퓨터 판독 가능 매체로 지칭된다. 예를 들어, 명령어들이 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선(twisted pair), 디지털 가입자 회선(DSL), 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로파와 같은 무선 기술을 이용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 전송되는 경우, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로파와 같은 무선 기술은 매체의 정의에 포함된다. 그러나, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체 및 데이터 저장 매체는 접속, 반송파, 신호, 또는 다른 일시적 매체를 포함하는 것이 아니라, 대신에 비일시적, 유형의 저장 매체를 대상으로 한다는 것을 이해해야 한다. 사용되는 바와 같은 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(compact disc, CD), 레이저 디스크(laser disc), 광 디스크(optical disc), 디지털 다기능 디스크(digital versatile disc, DVD), 플로피 디스크(floppy disk) 및 블루레이 디스크(Blu-ray disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)는 통상적으로 자기적으로 데이터를 재생하는 반면, 디스크(disc)는 레이저로 광학적으로 데이터를 재생한다. 위의 것들의 조합들이 또한 컴퓨터 판독 가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.

[0231] 명령어들은 하나 이상의 디지털 신호 프로세서(DSP), 범용 마이크로프로세서, 주문형 집적 회로(ASIC), 필드 프로그래머블 로직 어레이(FPGA), 또는 다른 동등한 집적 또는 개별 로직 회로와 같은 하나 이상의 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 따라서, 사용되는 바와 같은 용어 "프로세서"는 설명된 기법들의 구현에 적합한 전술한 구조 또는 임의의 다른 구조 중 임의의 것을 지칭할 수 있다. 또한, 일부 태양에서, 설명된 기능은 전용 하드웨어 및/또는 소프트웨어 모듈들 내에 제공될 수 있다. 또한, 기법들은 하나 이상의 회로 또는 로직 요소로 완전히 구현될 수 있다.

[0232] 본 개시의 기법들은 무선 핸드세트, 집적 회로(IC) 또는 IC들의 세트(예컨대, 칩 세트)를 포함한 매우 다양한 디바이스 또는 장치에서 구현될 수 있다. 다양한 컴포넌트, 모듈, 또는 유닛이 개시된 기법들을 수행하도록 구성된 디바이스들의 기능적 태양들을 강조하기 위해 본 개시에서 설명되지만, 반드시 상이한 하드웨어 유닛들에 의한 실현을 요구하는 것은 아니다. 오히려, 위에 설명된 바와 같이, 다양한 유닛들이 하드웨어 유닛에서 조합되거나, 적합한 소프트웨어 및/또는 펌웨어와 관련하여, 위에 설명된 바와 같은 하나 이상의 프로세서를 포함한 상호작용적 하드웨어 유닛들의 집합에 의해 제공될 수 있다.

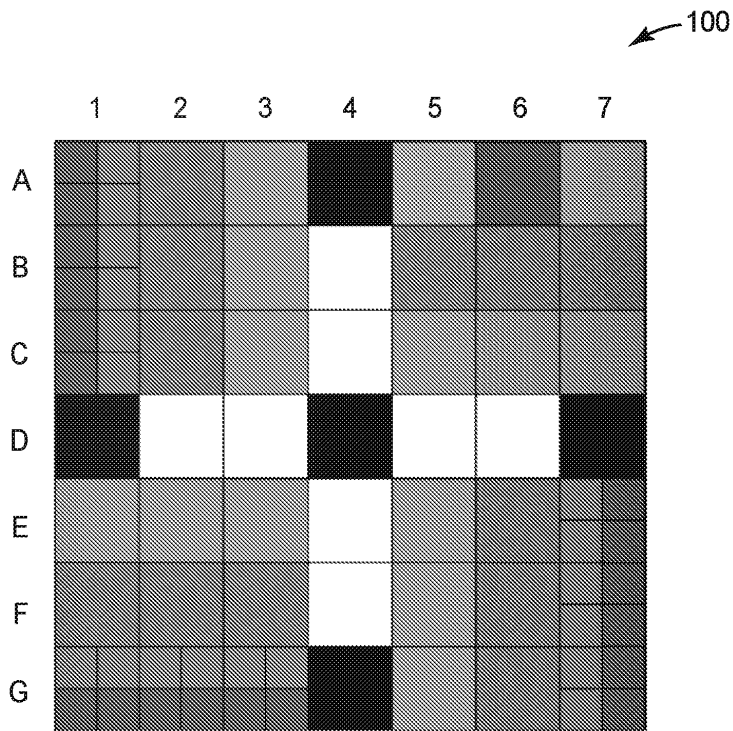
[0233] 예에 따라서는, 본 명세서에 설명된 방법들 중 임의의 것의 소정 행위들 또는 이벤트들이 상이한 순서로 수행될 수 있거나, 추가, 병합, 또는 모두 함께 생략될 수 있다(예컨대, 설명된 모든 행위들 또는 이벤트들이 방법의 실시예에 필요한 것은 아니다)는 것을 인식해야 한다. 게다가, 소정 예들에서, 행위들 또는 이벤트들은 순차적으로보다는, 예컨대 멀티스레드 처리, 인터럽트 처리, 또는 다수의 프로세서를 통해 동시에 수행될 수 있다.

[0234] 일부 예들에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체는 비일시적 매체를 포함한다. 용어 "비일시적"은, 일부 예들에서, 저장 매체가 반송파 또는 전파된 신호로 구현되지 않는 것을 나타낸다. 소정 예들에서, 비일시적 저장 매체는 시간 경과에 따라 변할 수 있는 데이터를 (예컨대, RAM 또는 캐시)에 저장한다.

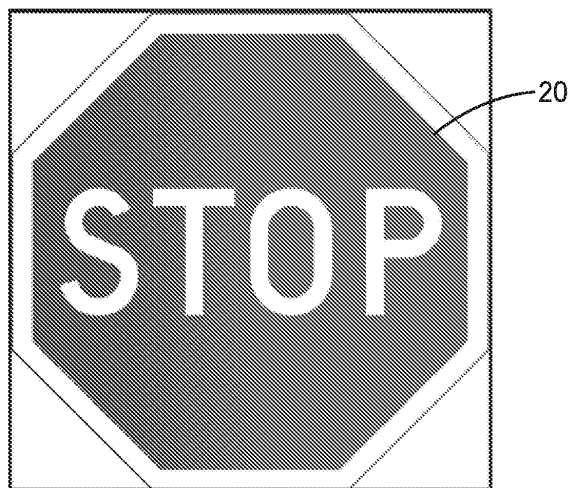
[0235] 다양한 예가 설명되었다. 이들 및 다른 예들은 하기 청구범위의 범위 내에 있다.

도면

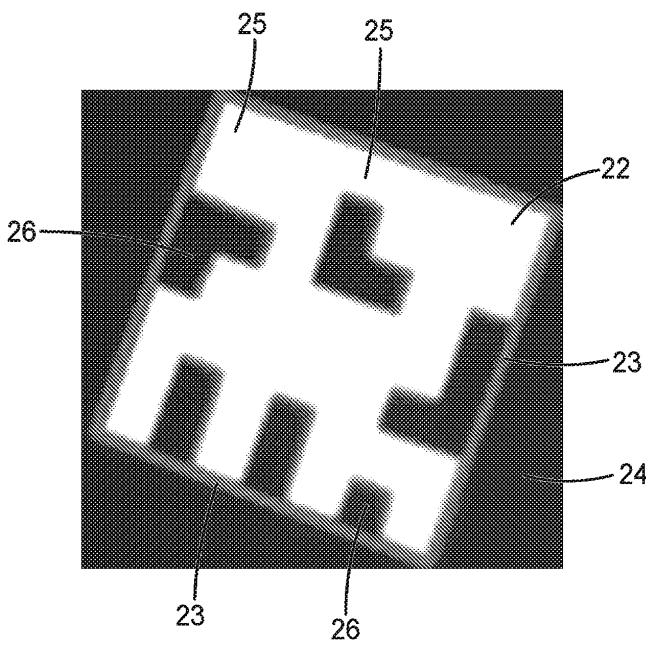
도면1



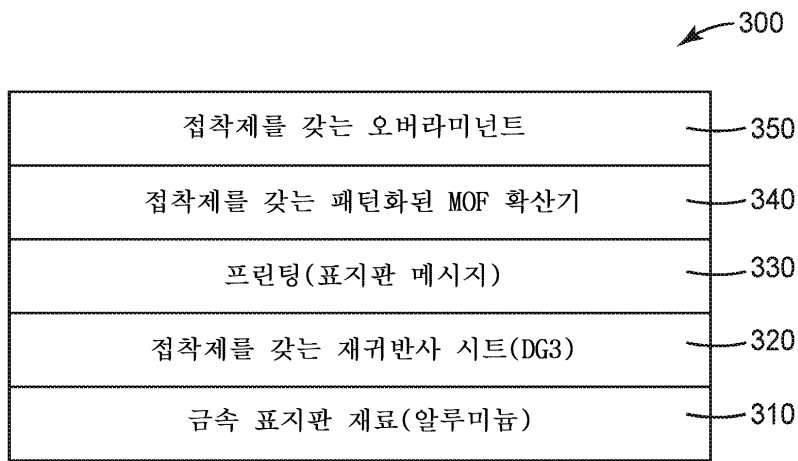
도면2a



도면2b

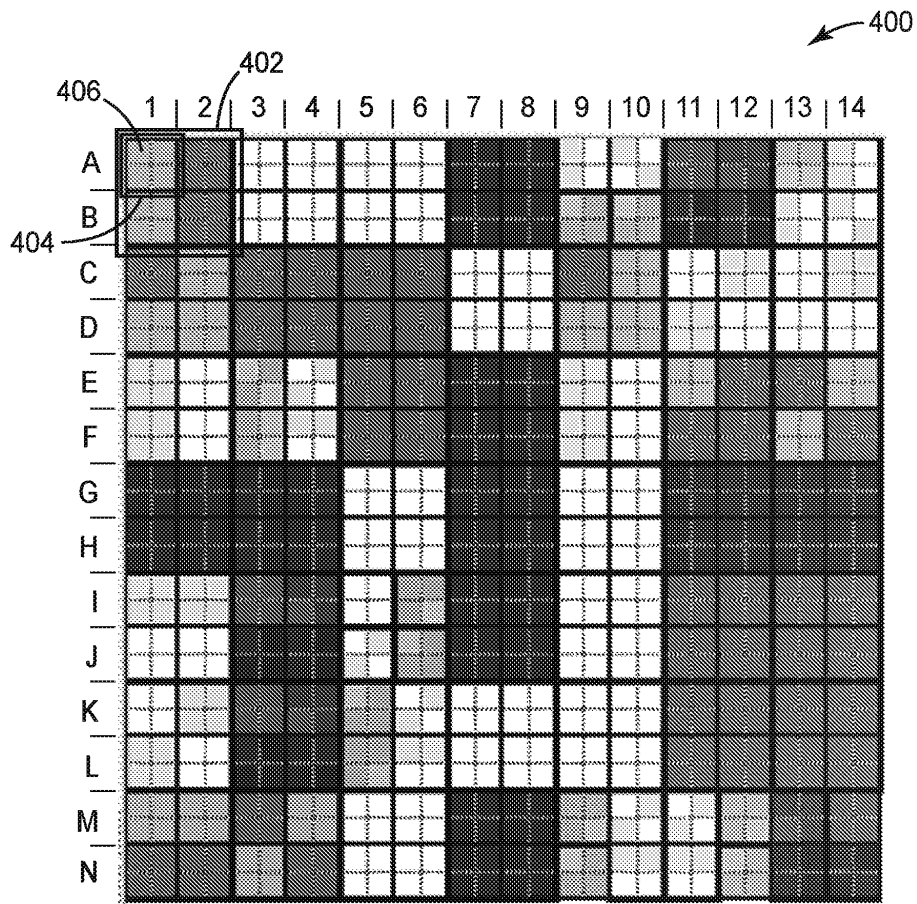


도면3

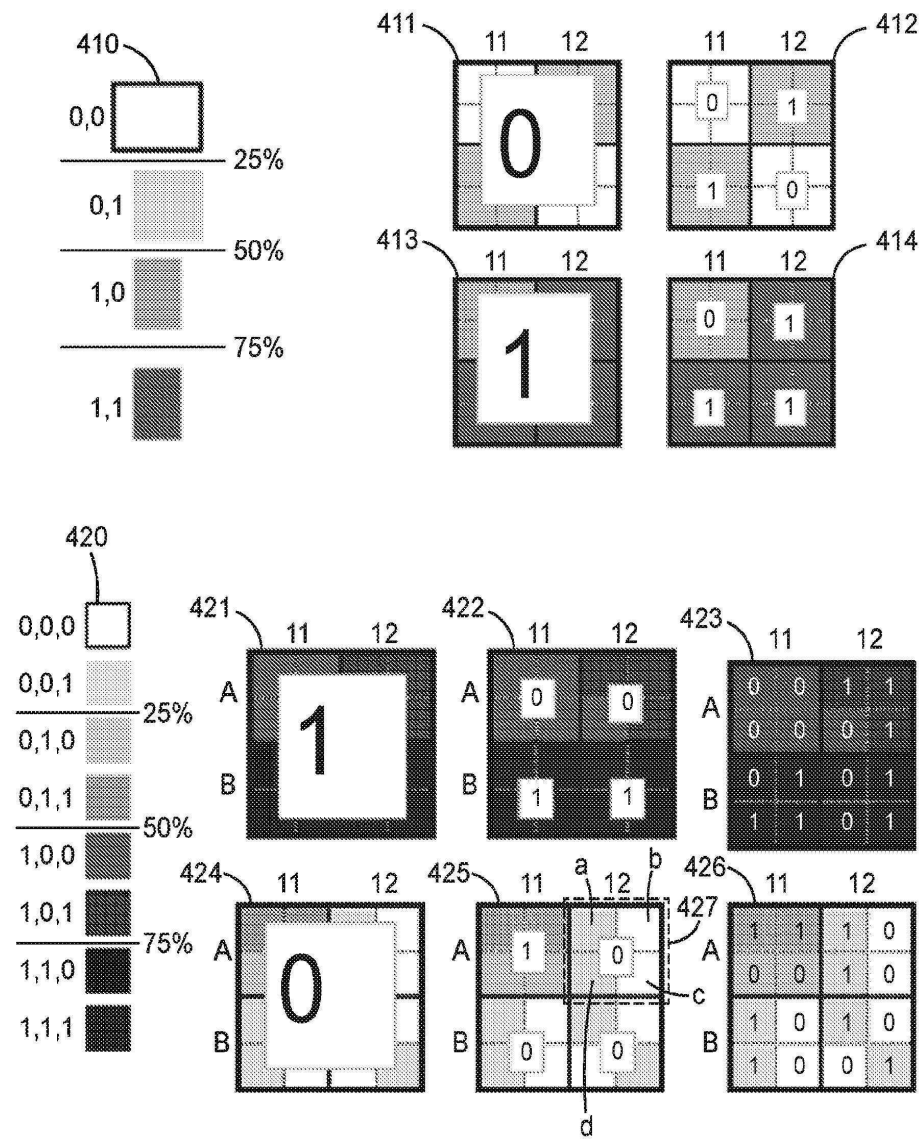




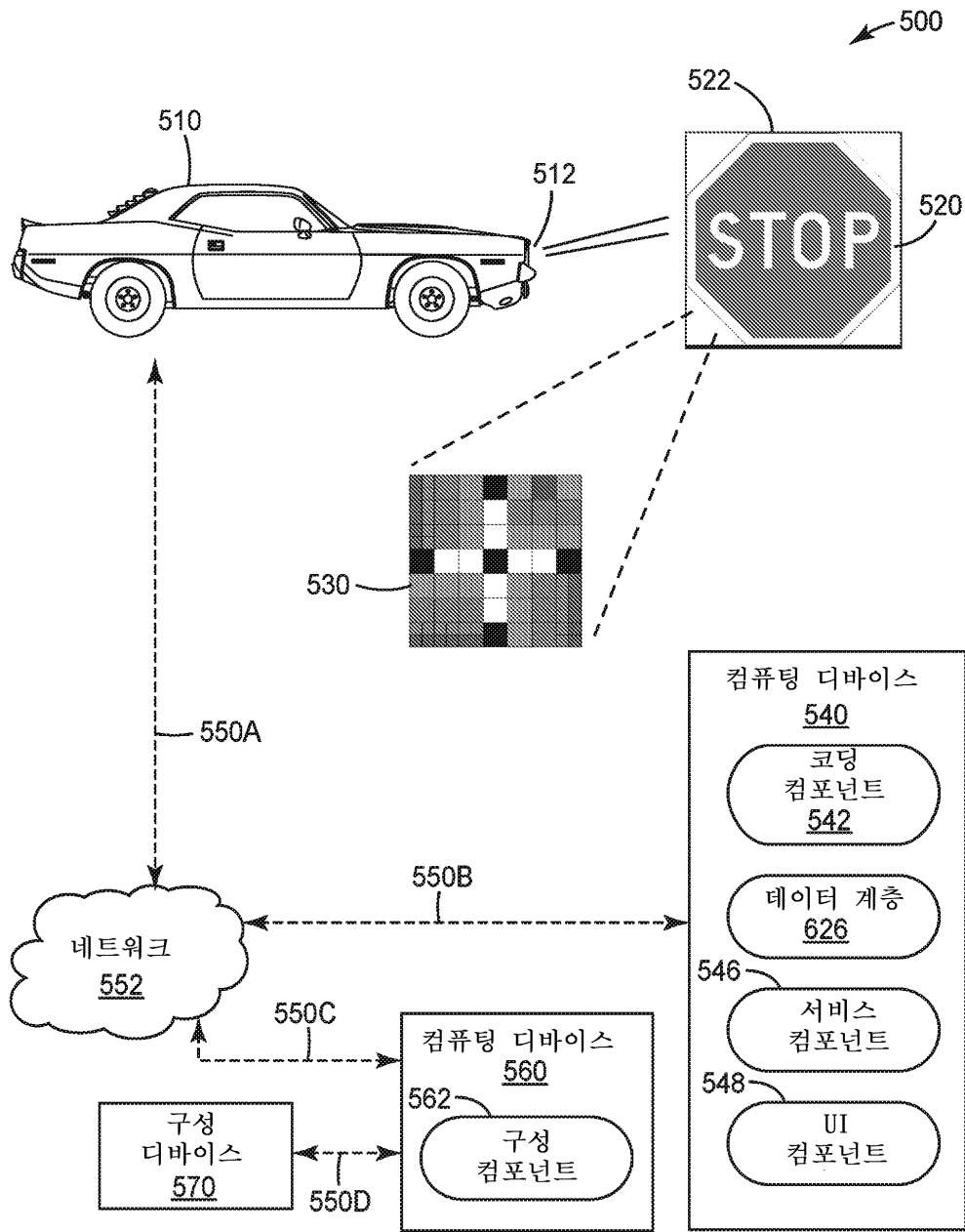
도면4a



도면4b

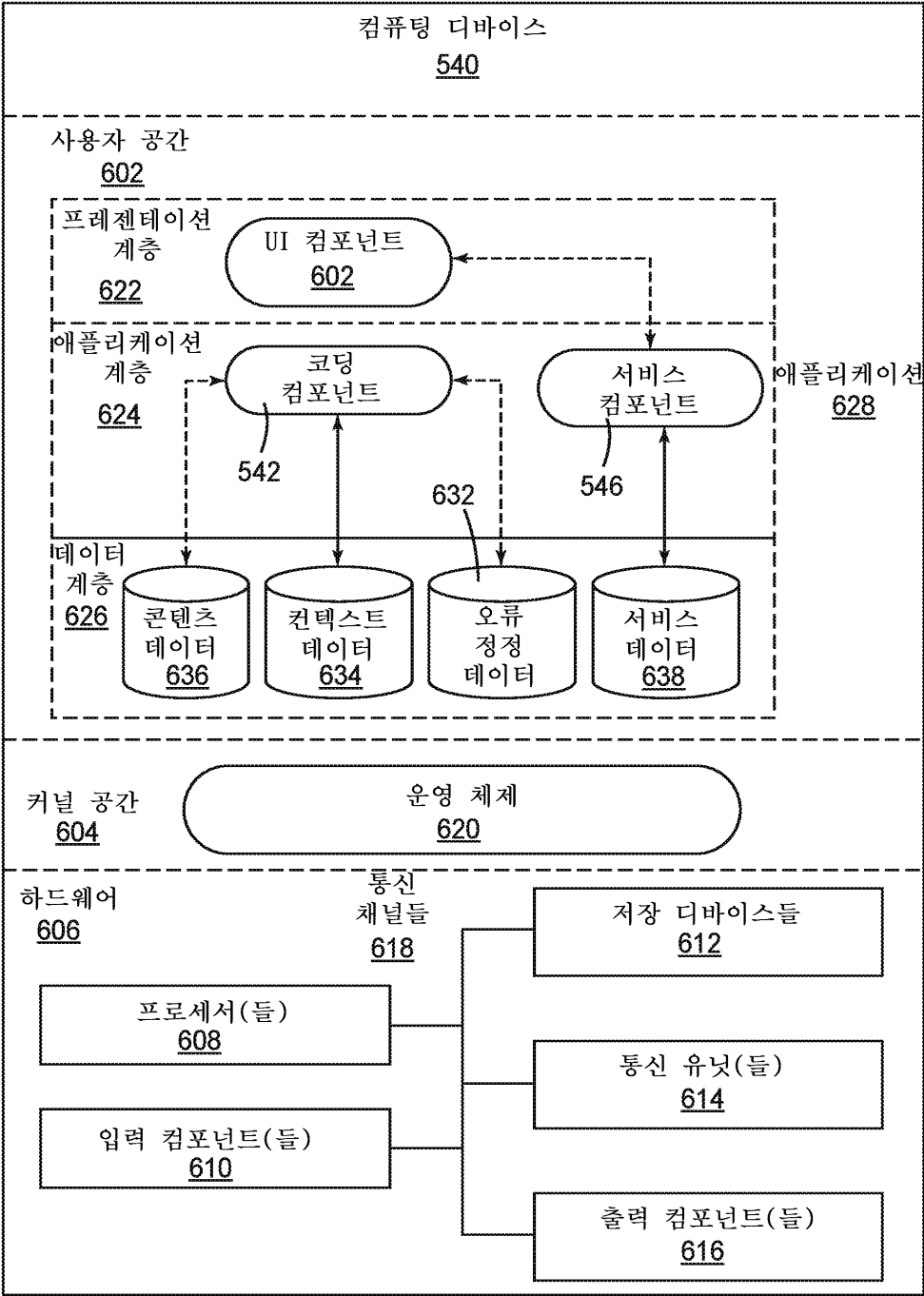


도면5

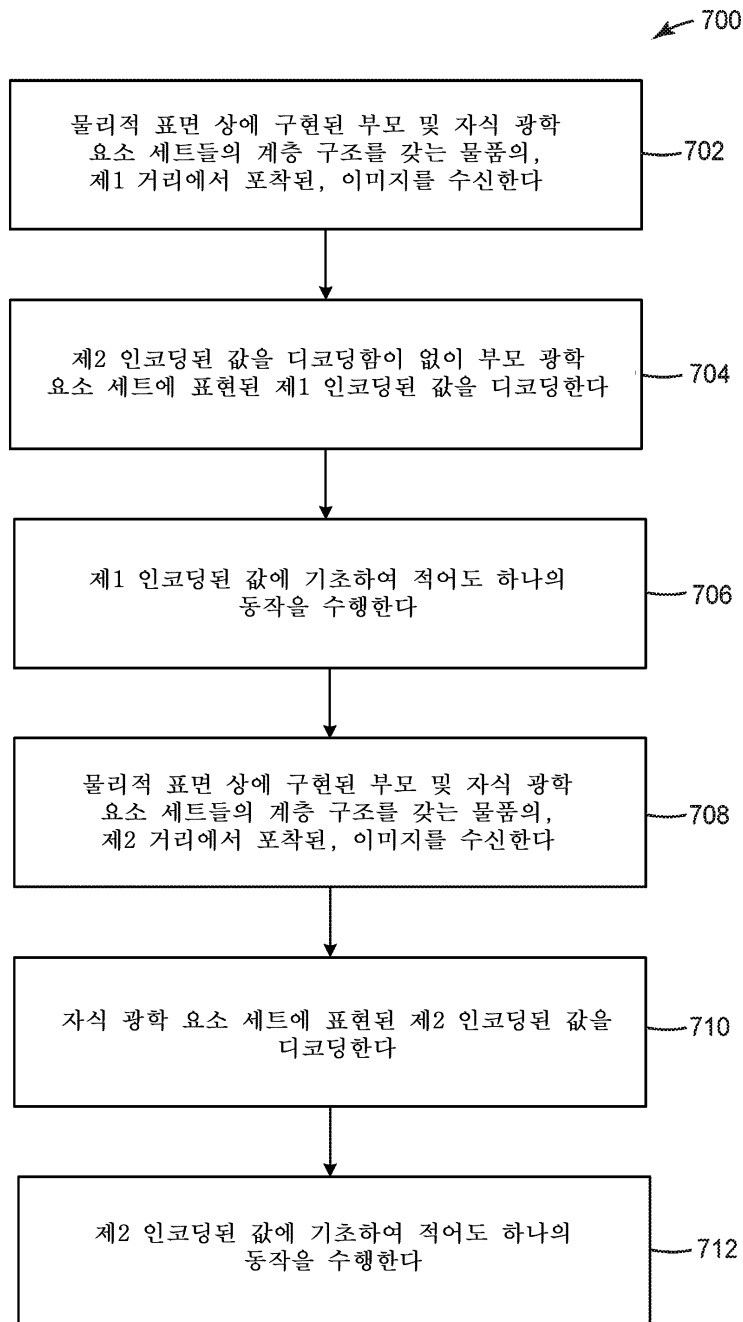




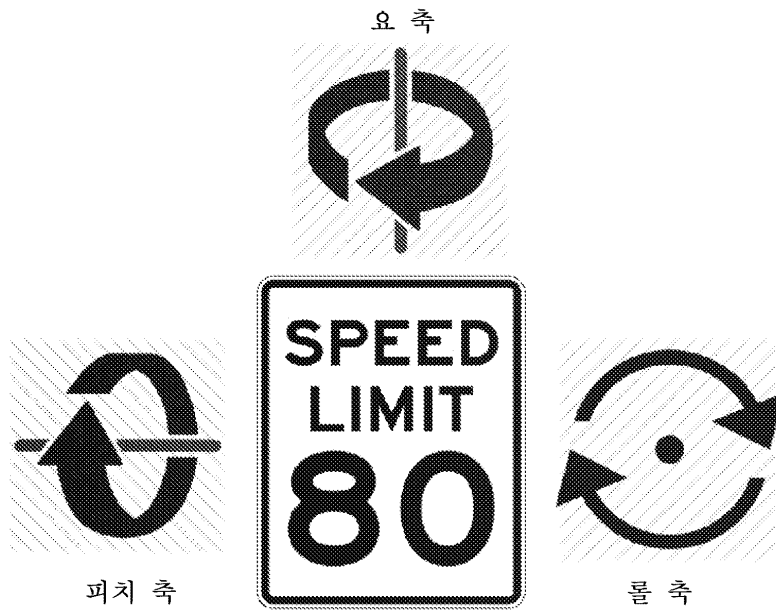
도면6



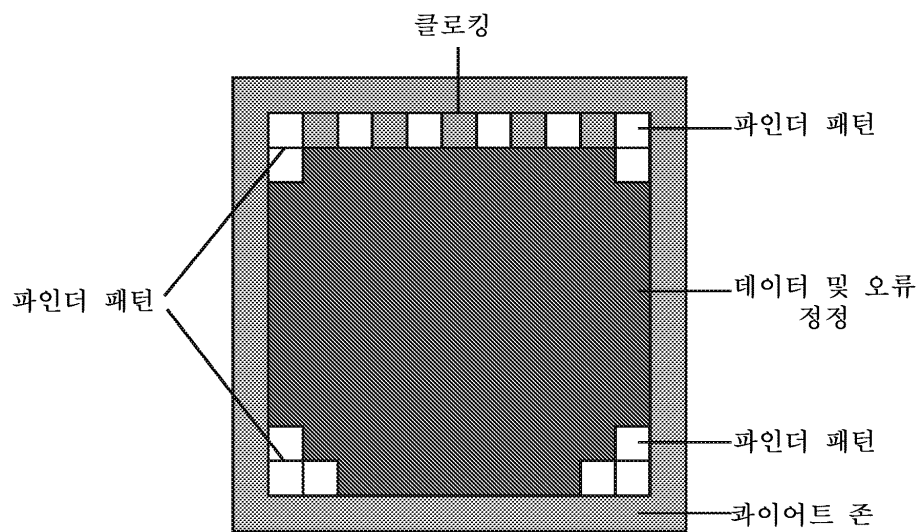
도면7



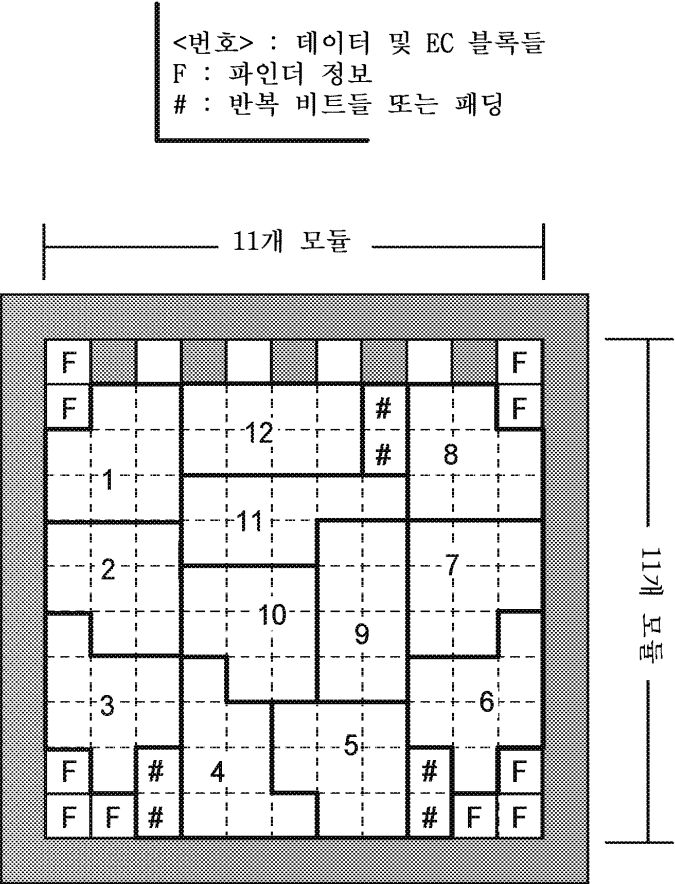
도면8



도면9

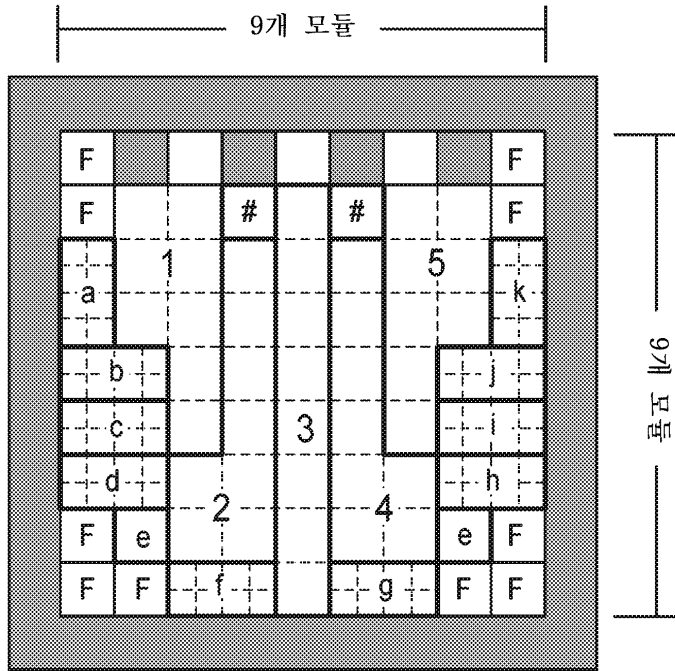


도면10

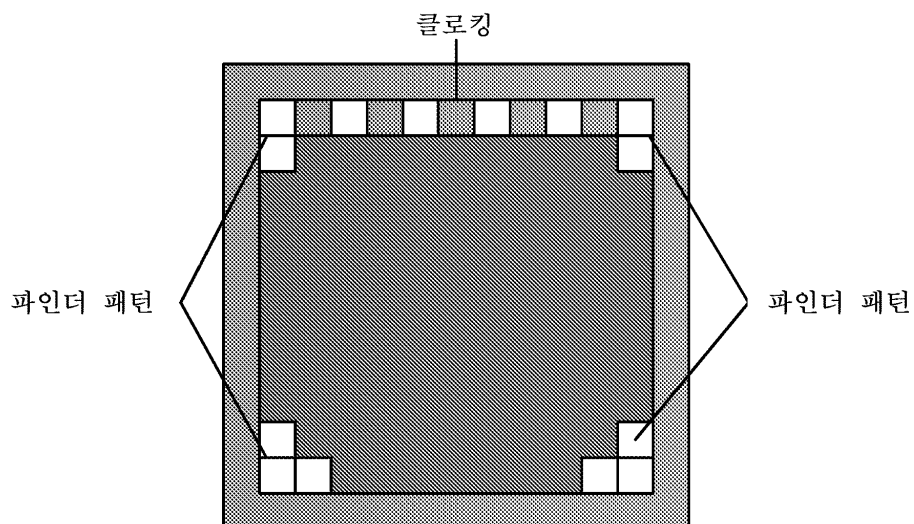


도면11

<번호> : 데이터 페이로드 1 및 EC 블록들  
 <소문자> : 데이터 페이로드 2 및 EC 블록들  
 F : 파인더 정보  
 # : 반복 비트들 또는 패딩

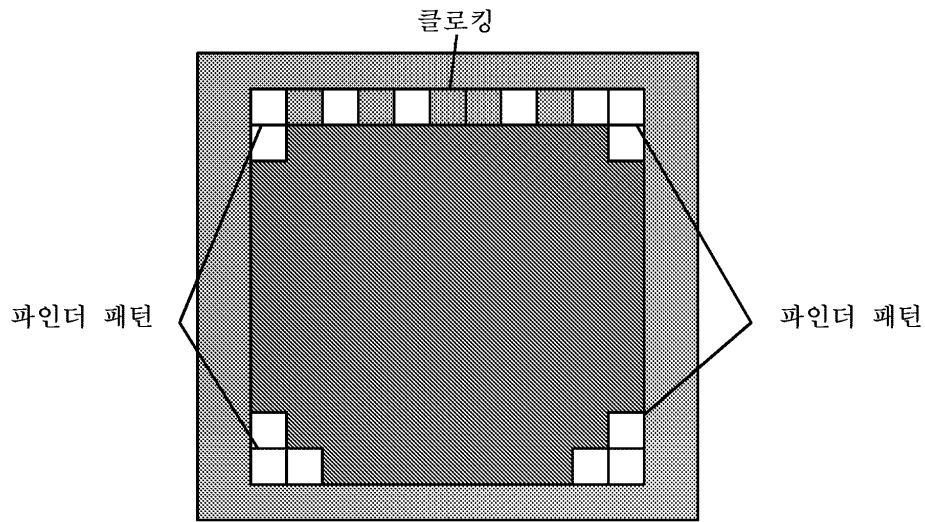


도면12

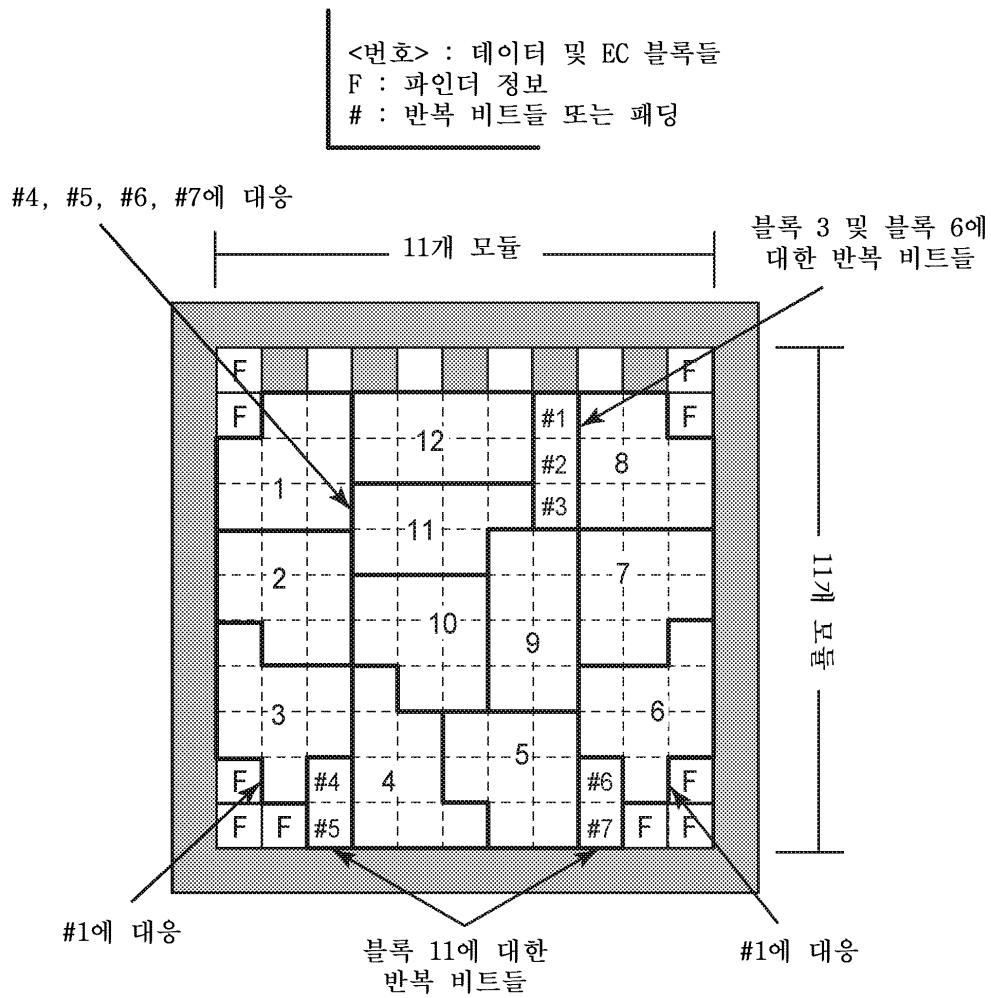




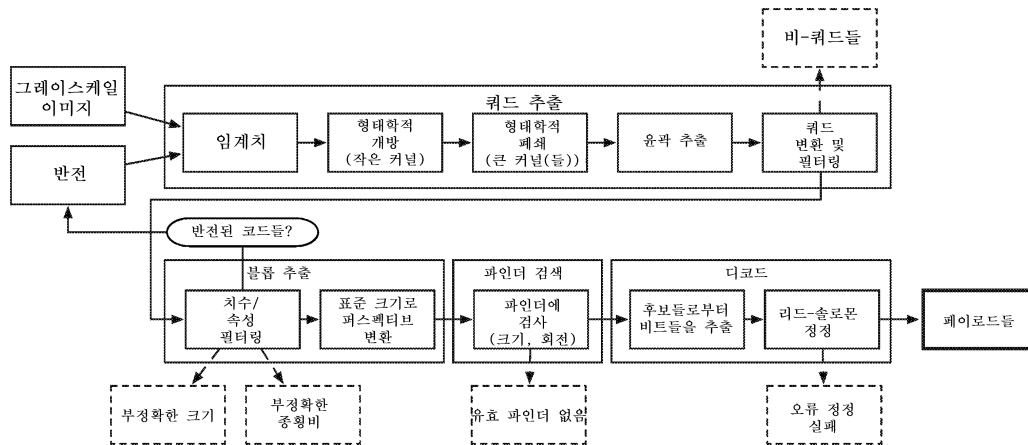
도면13



도면14

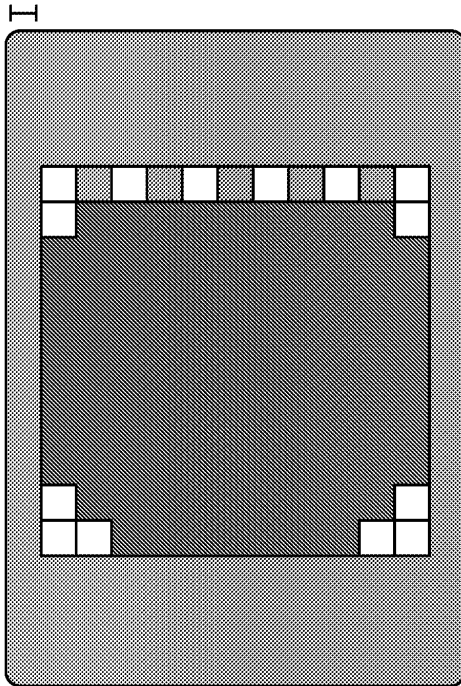


도면15

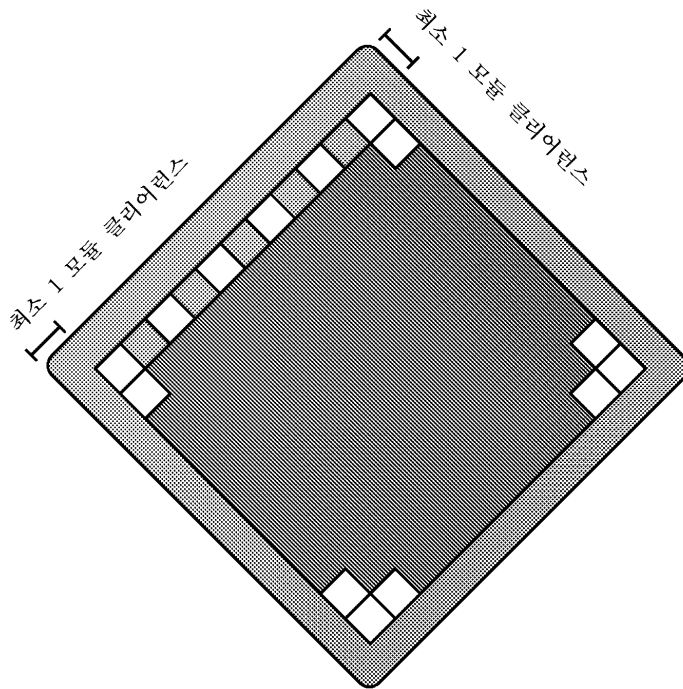


도면16

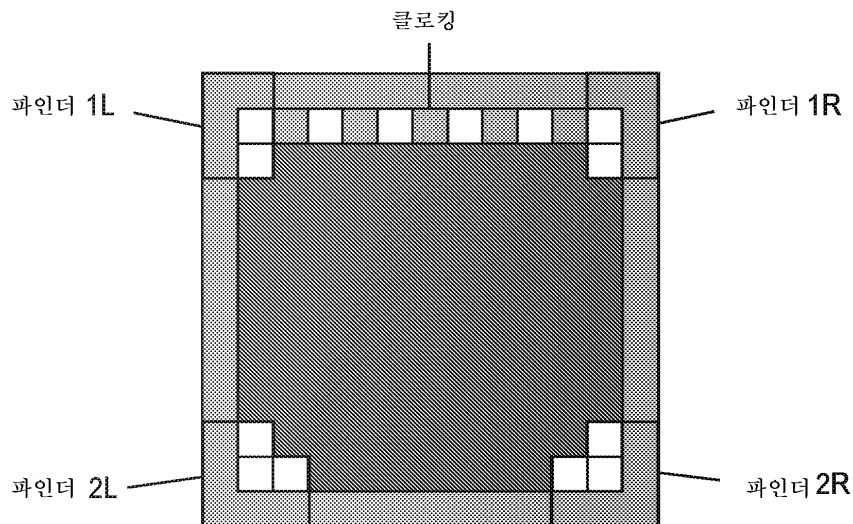
최소 1 모듈 클리어런스



도면17



도면18



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 14

【변경전】

시스템으로서,

이미지 포착 디바이스와,

상기 이미지 포착 디바이스에 통신가능하게 결합된 컴퓨팅 디바이스를 포함하되,

상기 컴퓨팅 디바이스는 하나 이상의 컴퓨터 프로세서 및 명령어를 포함하는 메모리를 포함하며,

상기 명령어는, 상기 하나 이상의 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 하나 이상의 컴퓨터 프로세서로 하

여금,

물리적 표면을 포함하는 기재를 갖는 물품의 이미지를 수신하고

- 상기 이미지는 상기 물리적 표면 상에 구현된 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조를 포함하는 상기 물품 상에 구현된 광학 코드의 표현을 포함하고, 상기 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 복수의 부모 광학 요소를 포함하고, 상기 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기인 복수의 자식 광학 요소를 포함하며,

상기 부모 광학 요소 세트의 각각의 부모 광학 요소는 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 자식 광학 요소 세트의 대응하는 자식 광학 요소의 서브세트의 누적 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 각각의 부모 광학 요소의 누적 시각적 외관은 상이한 휘도 정도를 갖는 그래디언트 값의 범위 내의 휘도 정도를 나타내는 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 제1 임계치에 대한 상기 제각기의 부모 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 자식 광학 요소 세트의 각각의 자식 광학 요소는 제각기의 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 자식 광학 요소 세트의 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제각기의 자식 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하며, 각각의 자식 광학 요소의 시각적 외관은 상기 그래디언트 값의 범위 내의 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제1 임계치와 다른 제2 임계치에 대한 상기 제각기의 자식 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 임계 거리보다 더 큰 제1 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 임계 거리보다 더 큰 상기 제1 거리로부터 디코딩 가능함 - ,

상기 임계 거리보다 더 큰 상기 제1 거리에서 포착된 상기 이미지를 사용하여, 제2 인코딩된 값을 디코딩하지 않고, 제1 인코딩된 값을 디코딩하며,

상기 제1 인코딩된 값에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 동작을 수행하게 하는,

시스템.

#### 【변경후】

시스템으로서,

이미지 포착 디바이스와,

상기 이미지 포착 디바이스에 통신가능하게 결합된 컴퓨팅 디바이스를 포함하되,

상기 컴퓨팅 디바이스는 하나 이상의 컴퓨터 프로세서 및 명령어를 포함하는 메모리를 포함하며,

상기 명령어는, 상기 하나 이상의 컴퓨터 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 하나 이상의 컴퓨터 프로세서로 하여금,

물리적 표면을 포함하는 기재를 갖는 물품의 이미지를 수신하고

- 상기 이미지는 상기 물리적 표면 상에 구현된 부모 광학 요소 세트 및 자식 광학 요소 세트의 계층 구조를 포함하는 상기 물품 상에 구현된 광학 코드의 표현을 포함하고, 상기 부모 광학 요소 세트는 각각의 크기가 제1 크기인 복수의 부모 광학 요소를 포함하고, 상기 자식 광학 요소 세트는 각각의 크기가 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기인 복수의 자식 광학 요소를 포함하며,

상기 부모 광학 요소 세트의 각각의 부모 광학 요소는 인코딩된 비트를 표현하고, 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 자식 광학 요소 세트의 대응하는 자식 광학 요소의 서브세트의 누적 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하고, 각각의 부모 광학 요소의 누적 시각적 외관은 상이한 휘도 정도를 갖는 그래디언트 값의 범위 내의 휘도 정도를 나타내는 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 제1 임계치에 대한 상기 제각기의 부모 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 자식 광학 요소 세트의 각각의 자식 광학 요소는 제각기의 인코딩된 비트를 표현하고, 상기 자식 광학 요

소 세트의 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제각기의 자식 광학 요소의 시각적 외관에 적어도 부분적으로 기초하며, 각각의 자식 광학 요소의 시각적 외관은 상기 그래디언트 값의 범위 내의 제각기의 시각적 그래디언트 값이고, 상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 제1 임계치와 다른 제2 임계치에 대한 상기 제각기의 자식 광학 요소의 상기 시각적 그래디언트 값에 기초하며,

상기 제각기의 자식 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 임계 거리보다 더 큰 제1 거리로부터 디코딩 가능하지 않고, 상기 제각기의 부모 광학 요소에 의해 표현되는 상기 인코딩된 비트는 상기 임계 거리보다 더 큰 상기 제1 거리로부터 디코딩 가능함 - ,

상기 임계 거리보다 더 큰 상기 제1 거리에서 포착된 상기 이미지를 사용하여, 제2 인코딩된 값을 디코딩하지 않고, 제1 인코딩된 값을 디코딩하며,

상기 제1 인코딩된 값에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 동작을 수행하게 하는,

시스템.