



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월12일
(11) 등록번호 10-2055231
(24) 등록일자 2019년12월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/00 (2017.01) G01N 33/36 (2006.01)
G07D 7/06 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7027276
- (22) 출원일자(국제) 2013년03월19일
심사청구일자 2017년03월17일
- (85) 번역문제출일자 2013년10월16일
- (65) 공개번호 10-2014-0018296
- (43) 공개일자 2014년02월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/029692
- (87) 국제공개번호 WO 2012/126008
국제공개일자 2012년09월20일
- (30) 우선권주장
61/453,916 2011년03월17일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2000149087 A*
JP2008256684 A*
W02009149408 A2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
뉴욕 유니버시티
미국 뉴욕주 10012 뉴욕 워싱턴 스퀘어 사우스70
- (72) 발명자
샤르마, 애슬레쉬
미국 워싱턴 98052 레드몬드 아파트 디215, 엔이
4티에이치 스트리트 15606
서브라마니안, 락쉬미나라야난
미국 뉴욕 10003 뉴욕 아파트 22에이 워싱턴 스퀘
어 노쓰 7-13
브루어, 에릭
미국 캘리포니아 94941 밀 밸리 이 스트로베리 드
라이브 283
- (74) 대리인
특허법인(유한) 다래

전체 청구항 수 : 총 99 항

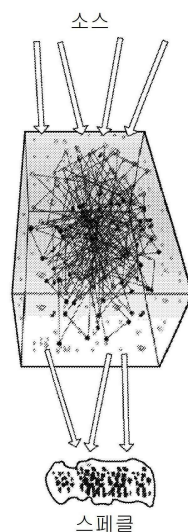
심사관 : 신재철

(54) 발명의 명칭 물리적 객체의 인증 및 확인을 위한 시스템, 방법 및 컴퓨터-접근가능 매체

(57) 요약

적어도 하나의 표시된 또는 표시되지 않은 영역의 비디오의 적어도 하나의 이미지를 수신하는 것과, 제1 및 제2 미세 이미지 또는 비디오 사이의 유사성이 설정된 값과 정합 또는 초과되는지를 결정하기 위하여, 적어도 하나의 표시된 또는 표시되지 않은 영역의 제1 미세 이미지 또는 비디오와, 비-디지털 매체와 연관된 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 비디오를 비교하는 것으로써 물리적 객체의 비-디지털 매체를 인증하기 위한 전형적인 방법론, 절차, 시스템, 방법 및 컴퓨터 접근가능 매체가 제공될 수 있다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

물리적 객체의 적어도 한 부분을 확인하고 인증하기 위한 방법으로서,

코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나에 기초하여 물리적 객체의 적어도 하나의 제1 미세 표면 텍스처 패턴의 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 수신하는 것과;

코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나에 기초하여 물리적 객체의 적어도 한 부분의 적어도 하나의 제2 미세 표면 텍스처 패턴의 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 수신하는 것과;

컴퓨팅 장치를 가지고, 적어도 하나의 디스크립터에 근거한 유사성 기준이 설정된 범위 또는 문턱치 안에 있는지를 결정하기 위하여 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나와 비교하는 것;을 포함하는 물리적 객체의 적어도 한 부분을 확인하고 인증하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 물리적 객체는 직물, 플라스틱, 종이, 캔버스, 유리, 금속, 금속복합체 또는 합금 중 적어도 하나의 타입(type)인 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 물리적 객체가 고유한 표면 거칠기 또는 광 산란특성을 가진 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 물리적 객체는 등고선 또는 곡면을 가진 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는 현미경 장치에 부착된 휴대용 컴퓨팅 디바이스 또는 휴대폰의 일부인 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 텍스처 패턴 및 상기 적어도 하나의 제2 미세 표면 텍스처 패턴은 텍스처 스펙클(speckle)패턴을 포함하거나 또는 상기 물리적 객체의 영역의 비디오의 한 부분인 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

객체 불변 GaborPCA 절차를 사용하여,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 제1 저차원 표현으로, 그리고 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나

나를 제2 저차원 표현으로 변환하는 것; 및

상기 제1 저차원 표현과 상기 제2 저차원 표현 사이의 물리적 거리가 설정 값 안에 있는지를 비교함으로써 상기 유사성 기준을 결정하는 것;을 더 포함하되, 여기서 설정 값은 수학적함수를 사용하여 결정되는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

객체 불변, 스케일 및 회전 불변 그래디언트 히스토그램 특징 검출기를 사용하여,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 제1 데이터로 그리고 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 제2 데이터로 변환하는 것; 및

상기 제1 데이터와 상기 제2 데이터 사이의 특정 물리적 거리가 설정 값 안에 있는지를 결정하여 상기 유사성 기준을 결정하는 것;을 더 포함하되, 여기서 설정 값은 수학적함수를 사용하여 결정되는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 표시된 영역으로부터 추출되되, 여기서 표시된 영역은 상기 물리적 객체의 내용물인 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 표시된 영역은 사용자 또는 객체의 신분에 대응되는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 랜드마크 근처의 미리 정의된 영역으로부터 추출되되, 여기서 상기 랜드마크는 상기 물리적 객체의 내용물인 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 표식이 없는 영역으로부터 추출되는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 적어도 한 부분은 수동추적에 근거하거나 또는 상기 컴퓨팅 장치를 사용하여 기준좌표시스템 내에서 자동 추적에 의하여 선정되는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는 고정 디바이스 또는 휴대용 디바이스에서 제공되는 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치가 미리 정의된 영역 안으로 이동하면 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나가 추출되되, 여기서 상기 미리 정의된 영역은 좌표기준 프레임 추적 시

스텝 또는 수동작업에 기초하여 계산되는 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 상기 물리적 객체의 표면을 접촉하지 않고 비-침습적 방법으로 추출되는 방법.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나와 협동하며, 여기서 상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나의 각도와 거리는 설정 값에 근거하여 고정되고, 여기서 상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나와 협동하는 캡처 스크린 또는 현미경의 렌즈의 각도와 거리는 상기 설정 값에 근거하여 고정되며, 여기서 설정 값은 수학함수에 근거하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 다중파장 전자기 방사를 제공하는 가시광, 적외선, 자외선 또는 이들의 조합 중 하나인 방법.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 편광자와 협동하는 방법.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 현미경에 부착된 모바일 폰에 제공되며, 여기서 상기 현미경은 휴대용 현미경 또는 휴대용 USB 현미경인 방법.

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 로봇 암 또는 컴퓨터 수치 제어기에 부착된 현미경에 제공되는 방법.

청구항 22

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 열화되고, 조작되고, 구겨지거나 또는 흠뻑 젖은 상기 물리적 객체로부터 수신되는 방법.

청구항 23

제1항에 있어서,

상기 물리적 객체 상에 인쇄되고, 기록되고, 내장되거나 각인될 수 있는 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나의, 상기 적어도 하나의 디스크립터로부터 제1 저차원 표현을 생성하는 것;

상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나의, 상기 적어도 하나의 디스크립터로부터 제2 저차원 표현을 생성하는 것; 및

상기 유사성 기준이 설정된 값 안에 있는지 확인하기 위하여 상기 제1 저차원 표현을 상기 물리적 객체 상에 인쇄되고, 기록되고, 내장되거나 또는 각인된 상기 제2 저차원 표현과 비교함으로써, 물리적 객체의 인증을 확립하는 것;을 더 포함하는 방법.

청구항 24

제1항에 있어서,

비밀키 암호화 기법 또는 공개키 암호화 기법을 사용하여 상기 물리적 객체가 진품인 것으로 인증되는 방법.

청구항 25

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나와, 상기 적어도 하나의 디스크립터가 온라인 저장소에 저장되는 방법.

청구항 26

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 상기 제1 미세 비디오 중 적어도 하나가 상기 물리적 객체의 표면을 따라서 제1 곡선으로부터 추출되고, 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 상기 제2 미세 비디오 중 적어도 하나가 상기 물리적 객체의 표면을 따라서 제2 곡선으로부터 추출되고, 상기 제2 곡선은 상기 제1 곡선과 유사하며, 수학함수 또는 수동작업을 사용하여 설정되는 방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 제2 곡선은 수학함수 또는 사용자 지정 모션 또는 서명으로부터 유도되는 방법.

청구항 28

제1항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치를 사용하여, 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 포함하는 복수의 미세 이미지 또는 미세 비디오를 추출하는 것을 더 포함하되, 여기서 복수의 미세 이미지는 상기 물리적 객체의 표면의 전체영역을 포함하는 방법.

청구항 29

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나의, 상기 적어도 하나의 디스크립터의 계산된 셋에 근거하여 상기 적어도 하나의 디스크립터의 정합(matching)을 행하는 것을 더 포함하는 방법.

청구항 30

제1항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치가 설정된 영역을 향하게 하는 것과, (i)상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나, 또는 (ii) 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나 중, 하나 이상을 추출하는 것; 및

물리적 거리를 사용하여 저장된 디스크립터와 계산된 적어도 하나의 디스크립터를 비교하도록, 상기 적어도 하나의 디스크립터를 계산하기 위하여 (i)상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나, 또는 (ii) 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나 중, 하나 이상을 처리하는 것에 의하여 물리적 객체의 인증 및 확인을 수행하는 것을 더 포함한 방법.

청구항 31

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나 및 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나 각각이 정지 이미지와 비디오 중 적어도 하나를 포함하는 방법.

청구항 32

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 디스크립터가 적어도 하나의 로컬 디스크립터 또는 하나의 로컬 디스크립터를 포함하는 방법.

청구항 33

물리적 객체의 일부를 확인하고 인증하기 위한 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 비밀시적 컴퓨터-접근가능 매체로서,

처리장치에 의해 실행가능 명령어가 실행되면:

코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나에 기초하여 물리적 객체의 적어도 하나의 제1 미세 표면 텍스처 패턴의 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 수신하는 것;

코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나에 기초하여 물리적 객체의 적어도 하나의 제2 미세 표면 텍스처 패턴의 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 수신하는 것; 및

적어도 하나의 디스크립터에 근거한 유사성 기준이 설정된 범위 또는 문턱치 내에 있는지를 결정하기 위하여 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나와 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 비교하는 것;을 포함한 절차를 수행하도록 상기 처리장치를 구성하는, 물리적 객체의 일부를 확인하고 인증하기 위한 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 비밀시적 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 물리적 객체는 식물, 플라스틱, 종이, 캔버스, 유리, 금속, 금속복합체 또는 합금 중 적어도 하나의 형태(type)인 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 35

제33항에 있어서,

상기 물리적 객체는 고유한 표면 거칠기 또는 광 산란특성을 가진 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 36

제33항에 있어서,

상기 물리적 객체는 등고선 또는 곡면을 가진 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 37

제33항에 있어서,

상기 처리장치는 현미경 장치에 부착된 휴대용 컴퓨팅 디바이스 또는 휴대폰의 일부인 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 38

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 텍스처 패턴 및 상기 적어도 하나의 제2 미세 텍스처 패턴 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오는 텍스처 스펙클패턴을 포함하거나 또는 상기 물리적 객체의 영역의 비디오의 한 부분인 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 39

제33항에 있어서,

상기 처리장치는, 객체 불변 GaborPCA 절차를 사용하여,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 제1 저차원 표현으로, 그리고 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 제2 저차원 표현으로 변환하고; 그리고

상기 제1 저차원 표현과 제2 저차원 표현 사이의 물리적 거리가 설정 값 안에 있는지를 비교함으로써 상기 유사성 기준을 결정하도록 더 구성되며, 여기서 설정 값은 수학적함수를 사용하여 결정되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 40

제33항에 있어서,

상기 처리장치는, 객체 불변, 스케일 및 회전 불변 그래디언트 히스토그램 특징 검출기를 사용하여,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 제1 데이터로, 그리고 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 제2 데이터로 변환하고; 그리고

상기 제1 데이터와 제2 데이터 사이의 특정 물리적 거리가 설정 값 안에 있는지를 결정하여 상기 유사성 기준을 결정하도록 더 구성되며, 여기서 설정 값은 수학적함수를 사용하여 결정되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 41

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 표시된 영역으로부터 추출되되, 여기서 표시된 영역은 상기 물리적 객체의 내용물인 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 42

제41항에 있어서,

상기 표시된 영역은 사용자 또는 객체의 신분에 대응되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 43

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 랜드마크 근처의 미리 정의된 영역으로부터 추출되되, 여기서 랜드마크는 상기 물리적 객체의 내용물인 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 44

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 표식이 없는 영역으로부터 추출되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 45

제33항에 있어서,

상기 적어도 한 부분은 수동추적에 근거하거나 또는 상기 처리장치를 사용하여 기준좌표시스템 내에서 자동추적에 의하여 선정되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 46

제45항에 있어서,

상기 처리장치는 고정 디바이스 또는 휴대용 디바이스에 제공되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 47

제33항에 있어서,

상기 처리장치가 미리 정의된 영역 안으로 이동하면 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나가 추출되되, 여기서 미리 정의된 영역은 좌표기준 프레임 추적 시스템 또는 수동작업에 기초하여 계산되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 48

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 상기 물리적 객체의 표면을 접촉하지 않고 비-침습적 방법으로 추출되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 49

제33항에 있어서,

상기 처리장치는 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나와 협동하며, 여기서 상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나의 각도와 거리는 설정 값에 근거하여 고정되고, 여기서 상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나와 협동하는 캡처 스크린 또는 현미경의 렌즈의 각도와 거리는 상기 설정 값에 근거하여 고정되며, 여기서 설정 값은 수학함수에 근거하는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 50

제49항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 다중파장 전자기 방사를 제공하는 가시광, 적외선, 자외선 또는 이들의 조합 중 하나인 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 51

제33항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 편광자와 협동하는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 52

제33항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 현미경에 부착된 휴대폰에 제공되며, 여기서 현미경은 휴대용 현미경 또는 휴대용 USB 현미경인 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 53

제33항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 로봇 암 또는 컴퓨터 수치 제어기에 부착된 현미경에 제공되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 54

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 열화되고, 조작되고, 구겨지거나 또는 흠뻑 젖은 물리적 객체로부터 수신되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 55

제33항에 있어서,

상기 처리장치는,

상기 물리적 객체 상에 인쇄되고, 기록되고, 내장되거나 각인될 수 있는 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나의, 상기 적어도 하나의 디스크립터로부터 제1 저차원 표현을 생성하고;

상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나의, 상기 적어도 하나의 디스크립터로부터 제2 저차원 표현을 생성하고; 그리고

상기 유사성 기준이 설정된 값 안에 있는지 확인하기 위하여 상기 제1 저차원 표현을 상기 물리적 객체 상에 인쇄되고, 기록되고, 내장되거나 또는 각인된 상기 제2 저차원 표현과 비교함으로써, 물리적 객체의 인증을 확립하도록 더 구성된 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 56

제33항에 있어서,

비밀키 암호화 기법 또는 공개키 암호화 기법을 사용하여 상기 물리적 객체가 진품인 것으로 인증되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 57

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나와, 상기 적어도 하나의 디스크립터가 온라인 저장소에 저장되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 58

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나가 상기 물리적 객체의 표면을 따라서 제1 곡선으로부터 추출되고, 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나가 상기 물리적 객체의 표면을 따라서 제2 곡선으로부터 추출되고, 상기 제2 곡선은 상기 제1 곡선과 유사하며, 수학함수 또는 수동작업을 사용하여 설정되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 59

제58항에 있어서,

상기 제2 곡선은 수학함수 또는 사용자 지정 모션 또는 서명으로부터 유도되는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 60

제33항에 있어서,

상기 처리장치는,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 포함하는 복수의 미세 이미지를 추출하도록 더 구성되며, 여기서 복수의 미세 이미지는 상기 물리적 객체의 표면의 전체 영역을 포함하는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 61

제33항에 있어서,

상기 처리장치는, 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나의, 상기 적어도 하나의 디스크립터의 계산된 셋에 근거하여 상기 적어도 하나의 디스크립터의 정합을 행하도록 더 구성된 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 62

제33항에 있어서,

상기 처리장치는,

상기 처리장치가 설정된 영역을 향하게 하는 것과, (i)상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나, 또는 (ii)상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나 중, 하나 이상을 추출하는 것; 및

물리적 거리를 사용하여 저장된 디스크립터와 계산된 적어도 하나의 디스크립터를 비교하도록, 상기 적어도 하나의 디스크립터를 계산하기 위하여 (i)상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나, 또는 (ii)상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나 중, 하나 이상을 처리하는 것;에 의하여 물리적 객체의 인증 및 확인을 수행하도록 더 구성된 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 63

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나 및 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나 각각이 정지 이미지와 비디오 중 적어도 하나를 포함하는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 64

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 디스크립터가 적어도 하나의 로컬 디스크립터 또는 하나의 로컬 디스크립터를 포함하는 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 65

물리적 객체의 일부를 확인하고 인증하기 위한 시스템으로서,

코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나에 기초하여 물리적 객체의 적어도 하나의 제1 미세 표면 텍스처 패턴의 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 수신하는 것;

코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나에 기초하여 물리적 객체의 적어도 하나의 제2 미세 표면 텍스처 패턴의 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 수신하는 것; 및

적어도 하나의 디스크립터에 근거한 유사성 기준이 설정된 범위 또는 문턱치 내에 있는지를 결정하기 위하여 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나와 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 비교하는 것;을 포함한 절차를 수행하도록 구성된 컴퓨팅 장치를 구비하는, 물리적 객체의 일부를 확인하고 인증하기 위한 시스템.

청구항 66

제65항에 있어서,

상기 물리적 객체는 식물, 플라스틱, 종이, 캔버스, 유리, 금속, 금속복합체 또는 합금 중 적어도 하나의 형태

인 시스템.

청구항 67

제65항에 있어서,
상기 물리적 객체는 고유한 표면 거칠기 또는 광 산란특성을 가진 시스템.

청구항 68

제65항에 있어서,
상기 물리적 객체는 등고선 또는 곡면을 가진 시스템.

청구항 69

제65항에 있어서,
상기 컴퓨팅 장치는 현미경 장치에 부착된 휴대용 컴퓨팅 디바이스 또는 휴대폰의 일부인 시스템.

청구항 70

제65항에 있어서,
상기 적어도 하나의 제1 미세 텍스처 패턴 및 상기 적어도 하나의 제2 미세 표면 텍스처 패턴은 텍스처 스펙클 패턴을 포함하거나 또는 상기 물리적 객체의 영역의 비디오의 한 부분인 시스템.

청구항 71

제65항에 있어서,
상기 컴퓨팅 장치는:
객체 불변 GaborPCA 절차를 사용하여,
상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 제1 저차원 표현으로, 그리고 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 제2 저차원 표현으로 변환하고; 그리고
상기 제1 저차원 표현과 제2 저차원 표현 사이의 물리적 거리가 설정 값 안에 있는지를 비교함으로써 상기 유사성 기준을 결정하도록 추가하여 구성되되, 여기서 설정 값은 수학적함수를 사용하여 결정되는 시스템.

청구항 72

제65항에 있어서,
상기 컴퓨팅 장치는:
객체 불변, 스케일 및 회전 불변 그래디언트 히스토그램 특징 검출기를 사용하여,
상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 제1 데이터로, 그리고 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나를 제2 데이터로 변환하고; 그리고
상기 제1 데이터와 제2 데이터 사이의 특정 물리적 거리가 설정 값 안에 있는지를 결정하여 상기 유사성 기준을 결정하도록 추가하여 구성되되, 여기서 설정 값은 수학적함수를 사용하여 결정되는 시스템.

청구항 73

제65항에 있어서,
상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 표시된 영역으로부터 추출되되, 여기서 표시된 영역은 상기 물리적 객체의 내용물인 시스템.

청구항 74

제73항에 있어서,
 상기 표시된 영역은 사용자 또는 객체의 신분에 대응되는 시스템.

청구항 75

제65항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 랜드마크 근처의 미리 정의된 영역으로부터 추출되되, 여기서 랜드마크는 상기 물리적 객체의 내용물인 시스템.

청구항 76

제65항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 표식이 없는 영역으로부터 추출되는 시스템.

청구항 77

제65항에 있어서,
 상기 적어도 한 부분은 수동추적에 근거하거나 또는 상기 컴퓨팅 장치를 사용하여 기준좌표시스템 내에서 자동추적에 의하여 선정되는 시스템.

청구항 78

제77항에 있어서,
 상기 컴퓨팅 장치는 고정 디바이스 또는 휴대용 디바이스에 제공되는 시스템.

청구항 79

제65항에 있어서,
 상기 컴퓨팅 장치가 미리 정의된 영역 안으로 이동하면 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나가 추출되되, 여기서 미리 정의된 영역은 좌표기준 프레임 추적 시스템 또는 수동작업에 기초하여 계산되는 시스템.

청구항 80

제65항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 상기 물리적 객체의 표면을 접촉하지 않고 비-침습적 방법으로 추출되는 시스템.

청구항 81

제65항에 있어서,
 상기 컴퓨팅 장치는 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나와 협동하며, 여기서 상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나의 각도와 거리는 설정 값에 근거하여 고정되고, 여기서 상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나와 협동하는 캡처 스크린 또는 현미경의 렌즈의 각도와 거리는 상기 설정 값에 근거하여 고정되고, 여기서 설정 값은 수학함수에 근거하는 시스템.

청구항 82

제81항에 있어서,
 상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 다중파장 전자기 방사를 제공하

는 가시광, 적외선, 자외선 또는 이들의 조합 중 하나인 시스템.

청구항 83

제65항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 편광자와 협동하는 시스템.

청구항 84

제65항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 현미경에 부착된 휴대폰에 제공되며, 여기서 현미경은 휴대용 현미경 또는 휴대용 USB 현미경인 시스템.

청구항 85

제65항에 있어서,

상기 코히어런트한 광원 또는 부분적으로 코히어런트한 광원 중 적어도 하나는 로봇 암 또는 컴퓨터 수치 제어기에 부착된 현미경에 제공되는 시스템.

청구항 86

제65항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나는 열화되고, 조작되고, 구겨지거나 또는 흠뻑 젖은 물리적 객체로부터 수신되는 시스템.

청구항 87

제65항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는:

상기 물리적 객체 상에 인쇄되고, 기록되고, 내장되거나 각인될 수 있는 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나의, 상기 적어도 하나의 디스크립터로부터 제1 저장원 표현을 생성하고;

상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나의, 상기 적어도 하나의 디스크립터로부터 제2 저장원 표현을 생성하며; 그리고

상기 유사성 기준이 설정된 값 안에 있는지 확인하기 위하여 상기 제1 저장원 표현을 상기 물리적 객체 상에 인쇄되고, 기록되고, 내장되거나 또는 각인된 상기 제2 저장원 표현과 비교함으로써, 물리적 객체의 인증을 확립하도록 추가하여 구성된 시스템.

청구항 88

제65항에 있어서,

비밀키 암호화 기법 또는 공개키 암호화 기법을 사용하여 상기 물리적 객체가 진품인 것으로 인증되는 시스템.

청구항 89

제65항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나와, 상기 적어도 하나의 디스크립터가 온라인 저장소에 저장되는 시스템.

청구항 90

제65항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나가 상기 물리적

객체의 표면을 따라서 제1 곡선으로부터 추출되고, 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나가 상기 물리적 객체의 표면을 따라서 제2 곡선으로부터 추출되고, 상기 제2 곡선은 상기 제1 곡선과 유사하며, 수학함수 또는 수동작업을 사용하여 설정되는 시스템.

청구항 91

제90항에 있어서,

상기 제2 곡선은 수학함수 또는 사용자 지정 모션 또는 서명으로부터 유도되는 시스템.

청구항 92

제65항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나를 포함하는 복수의 미세 이미지를 추출하도록 추가하여 구성되되, 여기서 복수의 미세 이미지는 상기 물리적 객체의 표면의 전체영역을 포함하는 시스템.

청구항 93

제65항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는, 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나의, 상기 적어도 하나의 디스크립터의 계산된 셋에 근거하여 상기 적어도 하나의 디스크립터의 정합을 행하도록 추가하여 구성된 시스템.

청구항 94

제65항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는,

상기 컴퓨팅 장치가 설정된 영역을 향하게 하는 것과, (i)상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나, 또는 (ii) 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나 중, 하나 이상을 추출하는 것; 및

물리적 거리를 사용하여 저장된 디스크립터와 계산된 적어도 하나의 디스크립터를 비교하도록, 상기 적어도 하나의 디스크립터를 계산하기 위하여 (i)상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나, 또는 (ii)상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나 중, 하나 이상을 처리하는 것에 의하여 물리적 객체의 인증 및 확인을 수행하도록 추가하여 구성된 시스템.

청구항 95

제65항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제1 미세 비디오 중 적어도 하나 및 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지 또는 상기 적어도 하나의 제2 미세 비디오 중 적어도 하나 각각이 정지 이미지와 비디오 중 적어도 하나를 포함하는 시스템.

청구항 96

제65항에 있어서,

상기 적어도 하나의 디스크립터가 적어도 하나의 로컬 디스크립터 또는 하나의 로컬 디스크립터를 포함하는 시스템.

청구항 97

물리적 객체의 적어도 한 부분을 확인하고 인증하기 위한 방법으로서,

물리적 객체의 적어도 한 부분의 적어도 하나의 제1 미세 이미지를 수신하는 것과;
 물리적 객체의 적어도 한 부분의 적어도 하나의 제2 미세 이미지를 수신하는 것과; 및
 컴퓨팅 장치를 가지고:

적어도 하나의 디스크립터에 근거한 유사성 기준이 설정된 범위 또는 문턱치 안에 있는지를 결정하기 위하여 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지를 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지와 비교하며,

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지의 상기 적어도 하나의 디스크립터의 계산된 셋에 근거하여 상기 적어도 하나의 디스크립터의 정합(matching)을 행하는 것을 포함하는, 물리적 객체의 적어도 한 부분을 확인하고 인증하기 위한 방법.

청구항 98

물리적 객체의 일부를 확인하고 인증하기 위한 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 비밀시적 컴퓨터-접근가능 매체로서,

처리장치에 의해 실행가능 명령어가 실행되면:

물리적 객체의 적어도 한 부분의 적어도 하나의 제1 미세 이미지를 수신;

물리적 객체의 적어도 한 부분의 적어도 하나의 제2 미세 이미지를 수신; 및

적어도 하나의 디스크립터에 근거한 유사성 기준이 설정된 범위 또는 문턱치 내에 있는지를 결정하기 위하여 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지와 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지를 비교; 및

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지의 적어도 하나의 디스크립터의 계산된 셋에 근거하여 상기 적어도 하나의 디스크립터의 정합을 포함한 절차를 수행하도록 처리장치를 구성하는, 물리적 객체의 일부를 확인하고 인증하기 위한 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 비밀시적 컴퓨터-접근가능 매체.

청구항 99

물리적 객체의 일부를 확인하고 인증하기 위한 시스템으로서,

물리적 객체의 적어도 한 부분의 적어도 하나의 제1 미세 이미지를 수신;

물리적 객체의 적어도 한 부분의 적어도 하나의 제2 미세 이미지를 수신;

적어도 하나의 디스크립터에 근거한 유사성 기준이 설정된 범위 또는 문턱치 내에 있는지를 결정하기 위하여 상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지와 상기 적어도 하나의 제2 미세 이미지를 비교; 및

상기 적어도 하나의 제1 미세 이미지의 상기 적어도 하나의 디스크립터의 계산된 셋에 근거하여 상기 적어도 하나의 디스크립터의 정합을 행하는 것을 포함한 절차를 수행하도록 구성된 컴퓨팅 장치를 구비하는, 물리적 객체의 일부를 확인하고 인증하기 위한 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 전부가 본 명세서에 참고된 2011년 3월 17일 출원된 미국 출원특허 번호 61/453,916과 관련된 것으로 그 우선권을 주장한다.

[0002] 본 발명의 개시는 미시적 이미지와 비디오를 사용하여 물리적 객체의 인증 및 확인을 위한 시스템, 방법 및 컴퓨터-접근가능 매체의 실시예에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 텍스처의 식별 및 분류는 컴퓨터 그래픽에서 오랜 기간에 걸친 연구영역이 되어왔다. CURT 데이터베이스는 60개가 넘는 텍스처 샘플을 수록하고 있으며 방사조도, 조명방향을 추론하기 위한 시도를 하며, 보다 효율적인 방법으로 텍스처를 사실적으로 묘사하고, 식별하고 분류할 수 있도록 텍스처의 특성을 정확하게 판단하기 위한 목적을 가지고 텍스처의 정확한 BRDF 측정을 제공한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 양방향 텍스처 기능, 표면아래의 산란 및 물질 내에서의 복사전송 등과 같은 텍스처의 산란특성 연구에 대해 논의한 몇몇 문헌들이 있다. 몇몇 연구는 산란매체 내의 광 전송에 대해 연구하고 사진으로부터 장면을 재구성하려고 하였다. 미세 3차원('3D') CT 스캔으로 천과 직물의 볼륨렌더링을 성취하였으며 쉘 기반 디바이스를 사용하여 미세 3D 구조 렌더링을 수행하고 있다. 주사전자현미경은 서브 마이크론 수준에서 물질의 구조연구에 사용되며 물체의 정반사로부터 메조구조체로부터 3D 재구성을 성취했다. 최근에, 연구원들은 물리적 특성의 저-차원 표현을 이용하여 종이를 식별하는 기법을 제안했다. 그러나, 그 기법은 종이에 국한해서 적용될 뿐 다른 소재로 확대하지 못한다.
- [0005] 모조 상품과 문서들은 전세계의 몇몇 나라에서 중요한 문제이다. 모조 예술품, 종이, 문서, 의류, 플라스틱 카드 (예, 신용카드, 직불카드, 신분증) 및 자동차부품 분야의 예상 시장 손실은 천억 달러가 넘는다. 그러나, 위에 언급한 문헌들 중에 어떤 것도, 예를 들어 미세수준에서, 텍스처를 개별적으로 식별하는 방법이나 텍스처의 각 부분(들)을 독특하게 식별하는 저비용의 기법, 시스템 및 디바이스를 설명하지 못한다.
- [0006] 이에 따라, 본 개시의 목적 중 적어도 하나는 이들 결함 및 문제점 중 적어도 몇 개를 다루는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 개시의 실시예들은 미세 텍스처를 측정할 수 있는 지문확인 메커니즘 및/또는 절차를 사용할 수 있는 시스템, 방법 및 컴퓨터-접근가능 매체에 관한 것으로, 예를 들면, 간섭광이 물체에 주사되면 스크린에 투영된 산란광은 밝고 어두운 영역을 생성하는데 이는 하부에 있는 매체의 조직에 의존하는 패턴을 나타낸다. 이와 같이, 본 개시의 임의의 실시예에 따라, 예를 들면, 각각의 텍스처를 그들의 물리적 특성에 근거하여 독특하게 식별하는 것이 가능하다.
- [0008] 본 개시의 실시예들은 물리적 객체의 부분 중 적어도 하나의 제1 미세 이미지를 수신하는 것 물리적 객체의 부분 중 적어도 하나의 제2 미세 이미지를 수신하는 것 및 적어도 하나의 디스크립터에 근거한 유사성 기준(similarity measure)이 설정된 범위나 문턱 내에 있는지 판단하기 위하여 적어도 하나의 제1 미세 이미지와 적어도 하나의 제2 미세 이미지를 비교하는 것을 포함하는 본 개시에 따른 전형적인 방법, 절차, 컴퓨터-접근가능 매체 및 시스템을 포함할 수 있다.
- [0009] 특정 실시예에서, 물리적 객체는 직물, 플라스틱, 종이, 캔버스, 유리, 금속, 금속복합체 또는 합금 중 적어도 하나의 형태일 수 있다. 특정 실시예에서, 물리적 객체는 특별한 표면 거칠기 또는 광 산란 특성을 갖는다. 특정 실시예에서, 물리적 객체는 등고선(윤곽) 또는 곡률을 갖는다. 특정 실시예에서, 프로세싱 과정은 현미경 구성에 부착된 휴대용 컴퓨팅 디바이스 또는 휴대폰의 일부분이다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 제1 미세 이미지는 텍스처 스펙클(speckle)패턴을 포함하거나 또는 물리적 객체의 영역의 영상의 일부분이다.
- [0010] 특정 실시예는 적어도 하나의 제1 미세 이미지를 제1 저-차원 표현으로, 적어도 하나의 제2 미세 이미지를 제2 저-차원 표현으로 변환하는 것 및 제1 저-차원 표현 및 제2 저-차원 표현 사이의 특정 물리적 거리가 설정된 값 안에 있는지를 비교함으로써 유사성 기준을 결정하는 객체 불변 GaborPCA 절차를 사용하는 것을 더 포함할 수 있으며, 여기서 설정된 값은 수학함수를 사용하여 결정된다.
- [0011] 특정 실시예는 적어도 하나의 제1 미세 이미지를 제1 저-차원 표현으로, 적어도 하나의 제2 미세 이미지를 제2 저-차원 표현으로 변환하는, 객체 불변, 스케일 및 회전 불변 그래디언트 히스토그램 특징검출기를 사용하는 것 및 제1 데이터와 제2 데이터 간의 특정 물리적 거리가 설정된 값 안에 있는지를 결정함으로써 유사성 기준을 결정하는 것을 더 포함할 수 있으며, 여기서 설정된 값은 수학함수를 사용하여 결정된다.
- [0012] 특정 실시예에서, 적어도 하나의 제1 미세 이미지는 표시된 영역으로부터 추출되며, 여기서 표시된 영역은 물리적 객체의 내용물이다. 특정 실시예에서, 표시된 영역은 사용자 또는 객체의 신원에 해당된다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 제1 미세 이미지는 랜드마크에 인접한 영역으로부터 추출되며, 여기서 랜드마크는 물리적 객체의 내용물이다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 제1 미세 이미지는 표시가 없는 영역으로부터 추출된다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 부분은 수동추적에 근거하거나 또는 컴퓨팅 장치를 사용하여 기준 좌표 시스템 내에서 자동화된 추적에 의하여 선정된다.
- [0013] 특정 실시예에서, 컴퓨팅 장치는 고정 디바이스 또는 휴대용 디바이스에 제공된다. 특정 실시예에서, 적어도 하

나의 제1 미세 이미지는 컴퓨팅 장치가 미리 정의된 영역 내로 이동되었을 때 추출되며, 여기서 미리 정의된 영역은 좌표 기준프레임 추적시스템에 근거하거나 또는 수동 작업으로 계산된다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 제1 미세 이미지는 물리적 객체의 표면을 접촉함이 없이 비침습식 방법으로 추출된다. 특정 실시예에서, 컴퓨팅 장치는 특정 구성을 가지며, 여기서 컴퓨팅 장치와 협력하는 입사광원의 각도와 거리는 설정된 값에 근거하여 고정되며, 여기서 캡처링 스크린 또는 렌즈의 각도와 거리는 설정된 값에 근거하여 고정되며, 여기서 설정된 값은 수학 함수에 근거한다.

[0014] 특정 실시예에서, 광원은 다중 스펙트럼 전자기 방사선을 제공하는, 가시광, 적외선, 자외선 또는 이들의 조합 중 하나이다. 특정 실시예에서, 입사광원 장치는 편광기와 협력한다. 특정 실시예에서, 입사광원 장치는 현미경이 부착된 휴대폰에 제공되며, 여기서 현미경은 소형 현미경 또는 소형 USB 현미경이다. 특정 실시예에서, 입사광원 장치는 로봇 팔 또는 컴퓨터 수치제어기에 부착된 현미경에 제공된다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 제1 미세 이미지는 열화되고, 조작되고, 구겨지고 또는 흠뻑 젖은 물리적 객체로부터 수신된다.

[0015] 특정 실시예는 물리적 객체에 인쇄되고, 쓰여지고, 내장되고 또는 각인될 수 있는 적어도 하나의 제1 미세 이미지의 적어도 하나의 디스크립터로부터 저-차원 표현을 생성하는 것 적어도 하나의 제1 미세 이미지의 적어도 하나의 디스크립터로부터 저-차원 표현을 생성하는 것 및 유사성이 설정된 값 안에 있는지 확인하고 물리적 객체를 인증하기 위하여 저-차원 표현을 물리적 객체에 인쇄되고, 쓰여지고, 내장되고 또는 각인될 수 있는 저-차원 표현과 비교하는 것을 더 포함할 수 있다.

[0016] 특정 실시예에서, 물리적 객체는 비밀키 암호화 기법이나 또는 공개키 암호화 기법을 사용하여 인증 소스로 인증된다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 제1 미세 이미지 및 적어도 하나의 디스크립터는 온라인 저장소에 저장된다. 특정 실시예에서, 하나 또는 그 이상의 미세 이미지는 물리적 객체의 표면을 따르는 제1 곡선으로부터 추출되며, 여기서 컴퓨팅 장치의 이동은 제2 곡선을 따라 제공되며, 제2 곡선은 제1 곡선과 유사하며 수학함수 또는 수동작업을 사용하여 설정된다. 특정 실시예에서, 제2 곡선은 수학함수로부터 또는 사용자 특유의 움직임 또는 서명으로부터 유도된다.

[0017] 특정 실시예는 컴퓨팅 장치를 사용하는 것, 복수의 미세 이미지를 추출하는 것, 적어도 하나의 제1 미세 이미지를 포함하는 것을 더 포함할 수 있으며, 여기서 다수의 미세 이미지는 물리적 객체 표면의 실질적인 전체 영역에 대한 것이다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 제1 미세 이미지의 적어도 하나의 디스크립터의 계산된 셋에 근거하여 적어도 하나의 디스크립터를 정합하는 것을 더 포함할 수 있다.

[0018] 특정 실시예는 컴퓨팅 장치를 설정된 영역으로 지향시키고 특정 미세 이미지를 추출하는 것 및 거리측량을 이용하여 저장된 디스크립터와 계산된 적어도 하나의 디스크립터를 비교할 수 있도록, 적어도 하나의 디스크립터를 계산하기 위하여 적어도 하나의 제1 미세 이미지의 하나 또는 그 이상을 처리하는 것으로 물리적 객체의 인증 및 확인을 수행하는 것을 포함할 수 있다.

[0019] 특정 실시예에서, 적어도 하나의 제1 미세 이미지 및 적어도 하나의 제2 미세 이미지 각각은 정지 이미지 및 동영상 중 적어도 하나를 포함한다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 디스크립터는 적어도 하나의 로컬 디스크립터 또는 하나의 로컬 디스크립터를 포함한다.

[0020] 이들 및 기타 목적, 특징 및 본 개시의 이점은, 이하 본 개시의 실시예의 세부 설명을 첨부된 특허청구범위와 연계하여 읽음으로써 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0021] 전술한 것과 본 개시의 기타 예시된 목적은 첨부된 예시 도면 및 특허청구범위와 연계하여 이하 세부 설명을 고려함으로써 분명해질 것이며, 여기서 동일한 참조 문자는 처음부터 끝까지 동일한 부분을 지칭하며, 여기에서:

- 도 1은 본 개시의 특정 실시예에 사용할 수 있는 휴대폰에 부착된 소형 현미경 도면이며,
- 도 2(a) 및 2(b)는 본 개시의 특정 실시예에 따라서 바닥이 기준 표식으로 작용하는 지워지지 않는 잉크를 사용하여 표시된, 미세 텍스처 이미지의 도면들이며,
- 도 3(a)는 예시된 미세 텍스처 이미지의 정합에 대한 도면으로, 짙은 선들은 정합된 디스크립터들을 나타내며,
- 도 3(b)는 미세 이미지들의 부정합에 대한 도면으로, 기울기 차이의 약 80%는 적어도 p 이며,
- 도 4(a)는 캔버스의 다수 미세 텍스처에 대한 로컬 디스크립터 절차에 대한 평가 그래프 도표이며, x-축은 정합

점 또는 디스크립터의 수를 제공하며 y-축은 정확한 정합의 퍼센트를 제공하며,

도 4(b)는 종이의 다수 미세 텍스처에 대한 로컬 디스크립터 절차에 대한 평가 그래프 도표이며,

도 4(c)는 천의 다수 미세 텍스처에 대한 로컬 디스크립터 절차에 대한 평가 그래프 도표이며,

도 4(d)는 유리의 다수 미세 텍스처에 대한 로컬 디스크립터 절차에 대한 평가 그래프 도표이며,

도 4(e)는 금속의 다수 미세 텍스처에 대한 로컬 디스크립터 절차에 대한 평가 그래프 도표이며,

도 4(f)는 플라스틱의 다수 미세 텍스처에 대한 로컬 디스크립터 절차에 대한 평가 그래프 도표이며,

도 5는 확대된 예시의 1616 인접구역에 대한 미세 텍스처 이미지의 도면이며,

도 6은 어떤 표면의 3D 단면을 나타낼 수 있는 예시의 정육면체에 대한 도면이며,

도 7은 리넨 스펙클의 단편적인 해밍거리에 대한 전형적인 도표이며,

도 8은 여러 수준에 대하여 자체의 다른 인스턴스를 가진 리넨 스펙클의 단편적인 해밍거리의 전형적인 도표이며,

도 9(a)는 휴대폰에서 획득한 스펙클 이미지에 대한 도면이며,

도 9(b)는 우측에 보이는 콤팩트 코드의 QR 코드에 대한 도면이며,

도 10(a) 내지 10(f)는 본 개시에 따른 시스템의 실시예를 사용하여 캡처된 스펙클들의 도면이며,

도 11(a) 내지 11(1)은 상이한 소재들의 전형적인 단편적 해밍거리에 대한 그래프의 도면이며,

도 12(a) 내지 12(1)은 소재들에 대한 스펙클 이미지들 사이의 전형적인 쌍별 유클리드 거리에 대한 그래프 도면이며,

도 13은 본 개시의 특정 실시예에 따른 수직 (x,y) 및 수평 (x,z)의 2 방향 모션을 가지며, 그 원편에 보이는 끼워 맞춘 현미경이 제공된 회전 헤드를 가진 전형적인 관찰형 압에 대한 도면이며,

도 14는 본 개시의 방법에 대한 실시예에 따른 흐름도이며,

도 15는 본 개시에 따른 시스템의 실시예에 대한 블록다이어그램이며,

도 16은 배율 400에서 전형적인 Veho 디지털 현미경의 시계에 대한 도면으로 100개의 분할된 눈금을 가진 광학 마이크로미터 스테이지로 zoomed 되었으며, 여기서 각 분할된 눈금 간의 거리는 10 μm 이고 각 분할 표시의 크기는 3 μm 이며,

도 17은 본 개시의 시스템, 방법 및 컴퓨터-접근가능 매체의 실시예를 사용한 특정 실험에 사용된 Veho 디지털 현미경의 전형적인 모습에 대한 도면이며,

도 18은 본 개시의 시스템, 방법 및 컴퓨터-접근가능 매체의 실시예에 사용될 수 있는 현미경을 끼워 맞춘 전형적인 4 자유도 로봇 암의 도면이며 및,

도 19는 본 개시의 시스템, 방법 및 컴퓨터-접근가능 매체의 실시예에 사용될 수 있는, 현미경이 헤드에 장착된 전형적인 주사 스캔 장치에 대한 도면이다.

도면의 처음부터 끝까지, 특별히 명시되지 않는 한 동일한 참조 번호와 문자들이 특징, 요소, 부품 또는 실시예의 부분을 나타내기 위하여 사용된다. 더욱이, 지금부터 대상 발명이 도면을 참조하여 세부적으로 설명될 것이며, 이는 도식적인 실시예와 첨부된 특허청구범위와 연계하여 실시된다. 대상 개시의 범위와 정신을 벗어나지 않고 개시된 실시예에 대한 변경과 개조가 이루어질 수 있도록 의도되었다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 개시에 따른 시스템, 방법 및 컴퓨터-접근가능 매체에 의해 구현될 수 있는 방법론과 절차의 실시예가 지금부터 도면을 참조하여, 적어도 어느 정도는, 설명될 것이다.

[0023] 전형적인 미세 텍스처 캡처 이미지는 매체의 물리적 특성에 내재된 기능과 매체를 통과하는 광 산란특성의 함수일 수 있다. 광 산란은 그것이 매체의 밀도(예, 광밀도), 균질성(예, 등방성 또는 비등방성 산란), 표면조도(거칠기), 방사 및 조명 방향(예, 입사광의 방향)과 같은 다양한 요인들에 의존하기 때문에 미세 수준에서 복잡할

수 있다.

[0024] 예시의 미세 텍스처는 다양한 요인들로 인해서 일반적인 거시적 이미지 또는 사진과 다를 수 있는데, 예를 들면:

[0025] i) 매체 내에서 복잡한 다중 산란은 매체 스펙클, 그림자 및/또는 상호반사에 존재하지 않는 인공물(아티팩트)을 생성하며

[0026] ii) 이미지는 매체의 반사 또는 확산 특성에 근거하여 변하며 및

[0027] iii) 그들의 미세한 크기(예, 1 ~ 2 μ m 부근)로 인하여 동일 텍스처를 반복적으로 획득하고 등록하는 것이 어려울 수 있다.

[0028] 텍스처의 CURET 데이터베이스는 현실세계의 텍스처의 대량 셋을 제공할 수 있지만, 이들은 거시적 수준에서 가능하며 그들의 특성(예, 그레이 레벨 히스토그램)은 방사 및 조명 방향에 의존될 수 있다. 거시적 수준에서 텍스처는, 주어진 방사 및 조명 방향에서 텍스처를 결정 및/또는 계산 및 모사하는 방법을 제공할 수 있는, 양방향텍스처함수(BDF)에 의해 몇몇 형태로 특징지을 수 있다. 이미지로부터 그림자, 상호반사 및 기타 차폐현상을 제거하기 위해, 그리고 거울반사에 근거하여 거시구조를 재구성하기 위하여 역방향 광 전송을 시도할 수 있다. 본 개시의 실시예는 광이 다중반사를 겪을 수 있으며 이미지가 그림자, 스펙클 또는 상호반사와 같은 인공물을 포함할 수 있는 미세수준에서 고유한 텍스처를 분석하고, 식별하며 비교할 수 있다.

[0029] **전형적인 미세 텍스처 추출하기**

[0030] 전형적인 텍스처 패턴은 조명 방향에 민감할 수 있으므로 광원은 모든 시도에 대해 반복 가능한 텍스처 패턴을 얻기 위하여 동일 위치에 두도록 요구될 수 있다. 이를 달성하기 위하여, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 도 17에 보인 바와 같이 소비자급 현미경(예, 고정된 위치에 내장된 LED을 가진 400 배율의 예시의 Veho Discovery 휴대형 현미경)을 사용하는 것이 가능하다. 광원은 현미경 렌즈에 인접한 원형 형태로 고정된 8개의 동일간격으로 배치된 LED로 구성할 수 있다. 광이 매체에 부딪힐 때 광은 산란을 겪게 되며 산란된 광은 현미경에 의해 관측될 수 있다. 텍스처 이미지는 광원의 각도와 방향에 의존할 수 있으므로 어떤 시도 또는 실험을 수행하기 전에 교정이 수행될 수 있다. 도 2(a) 및 2(b)는 고정된 방향에서 이미지를 추출하기 위한 전형적인 마커-기반 접근방법을 묘사하고 있다. 이미지의 바닥부분에 보이는 잉크는 이미지를 추출하기 위하여 기준으로 사용될 수 있다. 400에서 현미경의 시계는 0.95mm 부근 일 수 있으므로, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 예로서 도 16에 있는 바와 같은 대물마이크로미터 스테이지를 사용하는 것이 가능하다. 스테이지는 최소 카운트를 0.01mm 또는 10 μ m로 줄 수 있는 약 1mm 범위에서 즉 100개의 분할눈금을 포함할 수 있다. (예를 들면, 각 분할눈금은 10 μ m일 수 있다). 현미경 CMOS 또는 이 한 실시예의 원래 이미지 해상도가 640픽셀 × 480픽셀로 주어졌다면 각 픽셀은 약 1.4 μ m에 대응할 수 있다. 스케일에 대한 감각을 준다면, 사람의 적혈구 세포의 크기는 약 6 내지 8 μ m 이다. 이와 같은 해상도로 동작할 때에는, 교정이 중요할 수 있으며 본 개시의 특정 실시예를 사용하여 어떤 실험을 수행하기 전에 현미경의 초점을 예를 들어 400에 맞추기 위해 마이크로미터 스테이지를 사용하는 것이 가능하다.

[0031] 현미경을 특정 위치로 이동시키기 위해 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 예로서 도 13에 보인 바와 같이 관절형 암 131을 사용하는 것이 가능하다. 관절형 암 131은 그 헤드에 부착된 현미경 132를 포함할 수 있다. 관절형 암은 설정된 위치로 조정되거나 다양한 위치로부터 텍스처를 추출하기 위하여 매체에 가까이 위치시킬 수 있다. 추출 위치는 마커 펜을 사용하여 설정될 수 있다. 이 마커는 중요할 수 있는데 왜냐하면, 특정 실시예에 의하면, 미세수준에서 동작하는 것이 가능하며, 관절형 암의 위치의 작은 이동으로 현미경을 다른 곳에 위치시킬 수 있기 때문이다. 따라서, 본 개시의 특정 실시예에 근거하여, 정확한 위치를 획득하기 위하여 마커-기반 접근방법을 활용하는 것이 가능하다. 이미지의 바닥 부분에 보이는 잉크는 이미지를 추출하기 위한 기준으로 사용될 수 있다. 일단 위치가 고정되면, 현미경은 예를 들어, 400에 고정될 수 있으며 이미지가 추출될 수 있다. 관절형 암 131은 실시예로 하여금 평면/수평 표면으로부터 뿐 아니라, 적어도 일부분은 회전헤드로 인하여, 조각물, 도자기, 골동품 등과 같은 3D(3차원) 표면으로부터도 이미지를 추출할 수 있게 한다.

[0032] 다른 실시예에서, 다양한 객체로부터 미세 텍스처를 스캔 및 관측하기 위하여 회전 헤드에 끼워 맞춘 현미경 132를 가진, 도 18에 예시된 바와 같이, 예시의 4 DoF 로봇 암을 사용하는 것이 가능하다. 전형적인 로봇 암은 표면의 영역을 관측하기 위하여 마커의 유무와 무관하게 동작할 수 있으며 좌표시스템은 고정 또는 기계를 측정하는 좌표와 유사한 상대적 기준프레임 기법에 근거할 수 있다.

[0033] 특정 실시예에 의하면, 예를 들어, 텍스처 스펙클패턴을 식별하기 위하여, 도 19와 같이, 객체 표면의 미세 텍

스처를 선형적으로 판독하기 위한 주사스캐닝장치 134를 사용하는 것이 가능하다. 도 19에 있는 CNC 라우터 또는 조각장치와 같은 주사스캐닝장치 134의 헤드 상부에 끼워 맞춘 전형적인 현미경 131은 소재 표면의 미세 이미지를 판독하는 데 사용될 수 있다. 로봇 암 133과 유사하게, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 원하는 영역을 스캐닝하기 위한 어떤 마크의 유무와 상관없이 실행될 수 있는 데, 이는 CNC장치의 재현성 및 정확성으로 인하여 표면의 설정된 영역에 자체를 정확하게 위치시킬 수 있기 때문이다.

[0034] 본 개시의 다른 실시예에서, 모바일 방식으로 미세 텍스처를 추출하기 위하여 모바일 디바이스 및 모바일 디바이스 부착물을 포함하는 것이 가능하다. 예를 들면, 한 실시예에 따라 현미경(예, 100x의 저배율을 가진 PC 소형현미경)에 휴대폰 부착물을 포함하는 것이 가능하다. 현미경은 현미경 아이피스에 예를 들어 도 1과 같이 휴대폰 카메라와 정렬되게 휴대폰 카메라의 뒤에 부착할 수 있도록 맞춤 제작한 플라스틱 프레임에 자체를 부착할 수 있다. 텍스처 이미지 추출 프로세스는 관절형 암 버전과 동일할 수 있지만, 이미지의 추출은 관절형 암 접근 방식보다 더 많은 시간을 요구할 수 있는데, 이는 고정된 기기(관절형 암과 같은) 없이 특정 위치로 이동하고 초점을 맞추는 것이 더 오래 걸리기 때문이다.

[0035] 본 개시의 더 세부적인 실시예에 의하면, 어떤 수의 조명방법의 사용도 가능하다. 예를 들면, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 전방향 조명, 또는 소스(예, 광원)와 렌즈가 같은 평면에 있는 조명에 근거하여 텍스처를 추출하는 것이 가능하다. 또한 투과조명(예를 들면, 광이 구조를 통과하고 광원과 렌즈가 다른 평면에 있을 때)에 근거하여 기타 소재 예를 들어 종이로부터 텍스처를 평가하는 것이 가능하다. 본 개시의 특정 실시예에 따라서, 즉 다음과 같은 방법으로, 다양한 전형적인 소재들로부터 텍스처를 추출하는 것이 가능하다. 캔버스, 종이, 플라스틱, 금속 및 천의 다른 형태에 대해서, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 특정 지점에 줌-인 및 초점을 맞추기 위해 마커를 사용하는 것이 가능하다. 유리에 대해서, 로고는 식각 될 수 있으므로, 제조사의 로고를 사용하는 것이 가능하며, 그것은 마커와 텍스처 추출을 위한 장소의 두 가지 역할을 수행할 수 있다. 대안으로, 여기에 서술된 실시예는 다른 전형적인 소재에 대해 사용될 수 있으며, 또는 특유한 방법으로 전형적인 소재를 식별하기 위하여 본 개시의 실시예와 연계하여 다른 방법들이 사용될 수 있다.

[0036] **예시의 로컬 디스크립터와 정합**

[0037] 본 개시의 실시예에 따른 로컬 디스크립터 절차는 고정스케일, 스케일불변 특징변환절차의 위치고정 형태일 수 있다. 미세 텍스처 이미지는 예를 들면, 5개의 연속적 이미지에 대한 블러팩터(blur factor) σ 를 가진 가우스 블러(blur)함수를 사용하여 매끄럽게 할 수 있다. ‘가우시안 차(DoG)’ 는 이들 이미지들 간에 수행될 수 있으며, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 그러면 4 DoG 이미지를 얻는 것이 가능하다. 특정 실시예에서, 매번 동일한 현미경 구성(예, 해상도, 배율 등)을 사용하여 텍스처를 추출하는 것이 가능하기 때문에 텍스처의 스케일-공간 표현을 계산할 필요가 없다. 일단 DoG 이미지를 획득하면, 최대점/최소점(예, 4개의 DoG 이미지에 대한 각 픽셀의 8개 네이버(neighbors)를 비교하여)을 찾아냄으로써 키포인트를 검출할 수 있다.

[0038] 초도 키포인트들을 확인할 수 있으며, 콘트라스가 낮은 키포인트와 불량하게 로컬라이즈 된 키포인트는 제거할 수 있다. 양호한 키포인트 셋이 확인되면, 키포인트 주변의 그라디언트 방향 히스토그램을 결정할 수 있다. 지배적인 방향을 계산할 수 있는 ‘스케일-불변 특징변환(SIFT)’ 과 달리, 특정 실시예에서, 이 단계를 건너 뛰는 것이 가능하며 바로 키포인트 주변의 방향 그라디언트 히스토그램을 계산할 수 있다. 이 전형적인 접근방법의 근거는 다음을 포함한다. 텍스처의 초도 등록기간에, 텍스처 추출을 위한 특정 방향이 (예, 마커에 근거하여) 결정될 수 있다. 특별한 텍스처에 대한 방향이 고정된 다음, 정보는 그 다음 시도를 위해 사용될 수 있다. 그러므로, 키포인트에 대한 지배적인 방향을 계산할 필요가 없을 수 있다. 그라디언트 히스토그램은 키포인트 부근의 1616 영역에 대해 계산될 수 있으며, 각 히스토그램은 8개의 빈으로 구성될 수 있고 128개의 히스토그램 값은 디스크립터 벡터이다.

[0039] **전형적인 이미지 정합**

[0040] 두 개의 미세 텍스처 이미지가 주어진 경우, 두 개의 미세 텍스처의 동일표면 대응여부를 결정하기 위한 전반적인 정합 프로세스는 특정단계를 포함할 수 있다.

[0041] **디스크립터 정합:**

[0042] 특정 실시예에 따라, 각 이미지에 대한 디스크립터 목록을 결정 및/또는 계산하는 것과 정합 디스크립터를 결정하기 위해 두 이미지의 디스크립터를 철저하게 비교하는 것이 가능하다.

[0043] 예를 들면, 디스크립터 사이의 유클리드 거리가 문턱 t 안에 있으면 두 디스크립터는 정합된 것으로 정의될 수

있다. $D_1 = d_1, d_2, \dots, d_n$ 을 하나의 이미지의 디스크립터 셋이라 하고, $D_2 = \delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ 을 다른 이미지의 디스크립터 셋이라 한다 (예, 각 이미지는 동일한 수의 디스크립터를 갖는 것으로 가정).

[0044] D_1 과 D_2 를 정합하기 위해, 각 디스크립터 쌍 d_i, δ_j 사이의 유클리드(Euclidean) 거리를 결정하며, 만약 쌍들 사이의 유클리드 거리가 고정문턱 t 보다 적다면 디스크립터는 정합될 수 있다.

[0045] **기울기 정합:**

[0046] 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 두 개의 대응되는 정합 디스크립터의 기울기 및 각 정합 디스크립터 쌍 간의 기울기 차이를 계산하는 것이 가능하다. 만약, 예를 들어, 기울기 차이의 80%가 문턱 p 안에 있으면, 텍스처 이미지는 정합으로 간주될 수 있으며, 그렇지 않으면 정합되지 않은 것으로 정의할 수 있다. $K = (k_1, k_2, \dots, k_n)$ 를 n 개의 정합 디스크립터의 모든 기울기 셋으로 하되, 여기서 각 k_i 는 두 정합 디스크립터의 기울기이다. 본 개시의 특정 실시예에 따라, 모든 기울기에 대한 차이, $Diff = (k_1 - k_2), (k_1 - k_3), \dots, (k_{n-1} - k_n)$ 를 계산하는 것이 가능하며, $Diff$ 의 최소 퍼센트(예, 80%)가 $< \pm p$ 인지 확인하며, 여기서 p 는 문턱이다. 만약 그렇다면, 본 개시의 특정 실시예에 따라, 그 이미지는 정합된 것으로 고려할 수 있으며, 그렇지 않으면 그것은 정합되지 않은 것으로 고려할 수 있다. 도 3(a)에 묘사된 사례를 참조하면, 선들은 정합된 디스크립터의 쌍에 대응될 수 있다. 이 예시 선들의 기울기의 80%가 $< \pm p$ 안에 있으므로 그들은 정합된 것이다. 도 3(b)에서, 80% 보다 적은 선들의 기울기가 $\pm p$ 안에 있으므로 그들은 정합되지 않은 것이다.

[0047] 특정 실시예에서, 기울기 검출에 근거한 텍스처의 정합이 가능한 이유는, i) 특정 실시예에서, 하드웨어 디바이스(예, 현미경, 관절식 압)의 설정을 선형적으로 아는 것이 가능하며, 본 실시예로 하여금 발생했을 수 있는 변환의 형태를 결정할 수 있게 하며, ii) 특정 실시예는, 최근 이미지를 추출하는 동안, 초도 이미지를 기준으로 획득하기 때문이다. 이 전형적인 정보 덕분에, 이들 본 개시의 실시예를 따라, 이미지를 정확한 위치와 방향에 등록하기 위하여 디바이스를 조정하는 것이 가능하다. 디스크립터 간의 가장 가까운 네이버(neighbor) 통신은 디스크립터 위치에 근거한 기울기 검출과 결합하여 두 개의 미세 텍스처를 정합하는 건설한 방법이 될 수 있다. 이 기법은 또한, 예를 들어, 매체가 조작되는 경우처럼 비-이상적인 조건에서 도움이 될 수 있다.

[0048] **전형적인 평가**

[0049] 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 캔버스, 종이, 및 천으로부터 유리, 플라스틱, 나무 및 금속에 이르는 소재의 미세 텍스처의, 예를 들어, 2500개 이종 형태를 평가하는 것이 가능하다. 캔버스, 종이 및 천은 이상적인, 흠뻑 젖은, 구겨진, 및 열화된 4가지 전형적인 조건 하에서 평가될 수 있다. 유리, 플라스틱, 나무 및 금속은 이상적, 흠뻑 젖은, 굽힌, 및 열화된 4가지 전형적인 조건 하에서 평가될 수 있다. 본 개시의 특정 실시예에 따라, 캔버스의 50개 이종형태를 검사하는 것이 가능하다. 각 캔버스에 대해, 본 개시의 특정 실시예에서, 합하여 750개 텍스처 이미지가 되는 15개의 텍스처를 추출하는 것이 가능하다. 종이에 대해서, 본 개시의 특정 실시예에 따라, 예를 들어, 4가지 종이 형태를 검사하고, 예를 들어, 각각으로부터 합하여 800개 텍스처 이미지가 되는 200개의 텍스처를 취할 수 있다. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 15개의 이종 천 소재를 검사하고 450개의 텍스처 이미지를 추출하는 것이 가능하다. 본 개시의 특정 실시예에 따라서, 3개의 금속 형태를 검사하고 각각으로부터 합하여 150개 이미지가 되는 50개의 이미지를 추출하는 것이 가능하다. 유사하게, 본 개시의 특정 실시예에서, 3개의 플라스틱 소재를 검사하고 150개의 이미지를 추출하는 것이 가능하다. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 2개의 유리소재 형태(예, 각 형태로부터 5개)를 검사하고 그들로부터 100개의 이미지를 추출하는 것이 가능하다. 마지막으로, 본 개시의 특정 실시예에 따라서, 나무의 7개 형태를 검사하고 그들로부터 100개의 미세 텍스처를 추출하는 것이 가능하다. 위에 요약된 전형적인 검사 각각에서, 본 개시의 특정 실시예에 따라, (예, 동일 표면으로부터) 2개의 이미지를 추출하는 것이 가능하다. 이들 전형적인 검사의 전체는 각 시도에서 2개의 이미지를 가지며 2500개까지 상이한 미세 텍스처를 추가한다. 결과는 도 4(a) 내지 4(f)에 도시되어 있다.

[0050] 전형적인 정합범주는, 예를 들어, 위에 기술한 바와 같이, 기울기 정합 기술에 근거할 수 있다. 키포인트는 그것과 다른 키포인트와의 유클리드 거리가 모든 키포인트의 셋 중에서 적어도 t 이면 정합으로 간주될 수 있다. 위에 기술된 본 개시의 실시예를 가지고, 전형적인 검사에서 $t=0.8$ 을 사용하는 것이 가능하다. 이미지는 만약 정합된 키포인트들의 기울기 차이의 최소 퍼센트(예, 80%)가 p 안에 있으면 정합(예, 바른 정합)으로 간주될 수

있다. 여기에서 $p=\pm 0.2$ 를 취한다. 평가를 위해서, 각 텍스처 이미지는 데이터 셋 안에 있는 모든 다른 텍스처 이미지와 비교될 수 있다. 기술기 검출 정합은 50에서 100개의 정합 키포인트의 범위에 대하여 수행될 수 있다. 다음, 전 데이터 셋에 대한 바른 정합 퍼센트를 도표화 하고 대응되는 정합 키포인트 값에 대해 그래프를 그릴 수 있다.

[0051] 구겨짐, 흠뻑 젖음, 긁힘 및 열화와 같은 비-이상적 조건을 모사하기 위하여, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 소재를 가지고 다음의 실험을 수행하는 것이 가능하다. 종이에 대해서, 텍스처에 인접한 영역을 번지게 할 수 있는데, 미세 텍스처 패턴을, 예를 들어, 약 10% 정도 변화시킬 수 있다. 플라스틱 카드에 대해서, 예를 들어, 미세 텍스처 영역을 여러 번 접촉함으로써, 현실세계의 조건이 적용될 수 있다. 전형적인 미세 텍스처 패턴의 변화는 약 5-8%일 수 있다. 캔버스와 직물에 대해서, 예를 들어, 텍스처가 추출된 영역을 늘리고, 접는 등, 직물이 현실세계 환경에서 어떻게 취급되는지 모사될 수 있다. 이는 원래 텍스처를 예를 들어, 약 10-12% 변화시킨다. 유리 표면에 대해서, 물을 그 위에 퍼 부을 수 있으며, 및/또는 그 영역을 세척할 수 있으며, 제조사의 로고로부터 미세 텍스처 패턴을 추출할 수 있다. 텍스처 패턴은, 예를 들어, 약 5% 변화될 수 있다. 나무 표면에 대해서, 미세 텍스처 패턴에 인접한 영역을 번지게 할 수 있다. 미세 텍스처 패턴의 변화는 약 10% 정도 일 수 있다. 금속 및 합금에 대해서, 금속은 현실세계 환경에서 취급될 수 있으며 그 다음 텍스처를 추출할 수 있다. 텍스처에 대한 변화는, 예를 들어, 5-10%일 수 있다. 한 실시예에서, 두 개의 다른 현미경으로부터 추가적인 100개의 텍스처 이미지를, 휴대폰 어셈블리를 사용하여 500개의 텍스처를 얻을 수 있다.

[0052] 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 평직, 중간질감 및 고운질감의 면 및 리넨 캔버스의 50가지 이종형태를 고려하는 것이 가능하다. ArtFixTM로부터 9가지 형태의 캔버스, ClaessensTM로부터 13가지 형태의 캔버스, CarvaggioTM로부터 28가지 형태의 캔버스. 이들 전형적인 캔버스들은 예술가들에 의해 오일, 아크릴 및 기타 유화 그림을 위하여 주로 사용될 수 있다. 캔버스 각 형태에 대해 최대 750개의 텍스처 이미지를 추가할 수 있는 15개의 이미지를 추출한다. 흠뻑 젖음에 대해, 예를 들어, 50 이상의 정합 키포인트에 대한 정합 퍼센트는 더 악화될 수 있다. 이는 캔버스의 섬유모양의 특성에 기인할 수 있으며 흠뻑 젖은 후에, 섬유의 몇몇 가닥이 그들의 원래 위치로부터 이동될 수 있다. 구김에 대해서, 정합 퍼센트는 전형적으로 감소할 수 있지만, 심각성은, 예를 들어, 흠뻑 젖음에 비해 덜할 수 있다. 미세 수준에서 캔버스를 구긴다는 것은 어려울 수 있다. 전형적인 캔버스를 구긴 다음에 그것은 늘어져/그것의 이전 형상으로 돌아갈 수 있다. 열화에 대해서, 정합 퍼센트의 감소는 이상에 근접할 수 있다. 이들 전형적인 실험의 결과와 실시예가 도 4(a)에 도시되어 있다.

[0053] 본 개시의 실시예는 전형적인 분석에 있어서 종이의 4가지 범주를 고려한다: (a) A4 크기의 인쇄용지 (b) 얇은 공책 스타일 종이 (눈금이 있는 공책); (c) 두꺼운 인쇄 포스터 스타일 종이 (d) 갈색 바인딩 종이. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 예를 들어, 이들 범주의 종이 80장을 평가하는 것이 가능하다. 이상적인 조건 하에서, 정합 퍼센트는 100에서 80 키포인트일 수 있으며 곧 그것은 약간 감소할 수 있다. 흠뻑 젖음, 구겨짐 및 열화 하에서 결과에 있어 약간의 변동이 있을 수 있다. 전형적인 종이 영역이 구겨졌을 때, 만약 영역이 종이 판독이 이루어진 표면을 손상시키면, 다음 시도에서 판독은 실패할 수 있다. 그러므로, 구겨짐 하에서, 전형적인 정합 퍼센트 결과는 더 낮을 수 있다. 특정 실시예에서, 흠뻑 젖음은 종이 영역의 구조를 변화시키지 않았지만, 조명의 변화가 관측되었다. 전형적인 열화 시험에 대해, 전형적인 종이는 자연 태양광에 약 1개월 두었으며, 종이 구조에 있어서 변화는 관측되지 않았다. 전형적인 결과들이 도 4(b)에 도시되어 있다.

[0054] 실시예 및 전형적인 평가는 모직, 나일론, 폴리에스터, 데님, 면, 테리천(terrycloth), 아크릴과 같은 것과, 예를 들어, 49% 나일론 51% 메탈릭, 87% 나일론 및 13% 스판덱스, 35% 모직 및 65% 레이온과 같은 다양한 혼합물과 같은 이종의 직물을 포함할 수 있다. 이상적 조건 하에서, 본 개시의 특정 실시예와 함께, 예를 들어, 50개의 키포인트에 대해 100% 또는 이에 근접한 결과를 얻을 수도 있지만 그 후엔, 전형적인 결과는 100개의 키포인트에 대하여 재빠르게 80% 밑으로 떨어질 수 있다. 천 형태의 소재는 흠뻑 젖음 하에서 가장 영향을 많이 받는데, 이는 섬유-기반 소재에서 통상적일 수 있다. 50개 키포인트에 대한 정합 퍼센트는 80일 수 있으나, 그것은, 예를 들어, 100개의 키포인트에 대해서 40 이하에서 마감한다. 구겨짐 하에서 퍼센트 정합은 90 부근이며 100개의 키포인트에 대해서 50 이하로 종료할 수 있다. 전형적인 열화에서는, 변화는 최소일 수 있다. 정합 퍼센트는 50개의 키포인트에 대해 약 95 정도이며 100개의 키포인트에 대해서 70 이하로 떨어질 수 있다. 전형적인 결과는 도 4(c)에 도시되어 있다.

[0055] 실시예 및 전형적인 평가는, 예를 들어, 소비자등급 유리소재의 두 가지 형태를 포함할 수 있다. 둘 다 유리에 제조사의 로고가 식각된 유리 컵일 수 있다. 전형적인 평가는 각 형태의 5개 유리잔(예, 총 10개)을 포함할 수 있으며 각 유리잔으로부터 도합 100개의 텍스처 이미지가 되는 10개의 측정값을 추출할 수 있다. 이들 로고들은

특별한 영역으로부터 텍스처 패턴을 추출하기 위한 기준점 역할을 할 수 있다. 50개의 키포인트에 대한 정합 퍼센트는 100일 수 있으며 그 다음에 100개의 키포인트에 대해서는 90으로 떨어질 수 있다. 흠뻑 젖음 및 굽힘 경우 하에서, 정합 퍼센트는 100에서 시작해서 100개의 키포인트에 대해 약 85로 떨어진다. 전형적인 결과는 도 4(d)에 도시되어 있다.

[0056] 실시예 및 전형적인 평가는 브러시-금속, 강철 및 알루미늄 합금의 3가지 형태를 포함할 수 있다. 전형적인 평가는 그들로부터, 예를 들어, 150 미세 텍스처를 추출할 수 있다. 전형적인 이상적 및 열화 경우 하에서 변화는 적을 수 있다. 두 경우 모두에서 50 내지 70개의 키포인트에 대해서, 정합 퍼센트는 100일 수 있으며 그 다음에 그것은 100개의 키포인트에 대해 90 부근으로 떨어질 수 있다. 흠뻑 젖음 및 굽힘 하에서, 50개의 키포인트에 대한 퍼센트 정합은 100 부근일 수 있으며 그 다음에 그것은 100개의 키포인트에 대해 75 내지 80 부근으로 감소될 수 있다. 전형적인 결과는 도 4(e)에 도시되어 있다.

[0057] 실시예와 전형적인 평가는, 예를 들어, 3가지 형태의 플라스틱 카드, 두 개의 PVC카드와 한 개의 고운 입자 표면의 플라스틱 케이스를 포함할 수 있다. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 그들로부터, 예를 들어, 150개의 텍스처 이미지를 추출하는 것이 가능하다. 플라스틱 카드의 전형적인 표면 거칠은 비-이상적 조건 하에서 모든 시도(trials)에 대하여 일관되게 빛을 산란시킬 수 있다. 이상적, 흠뻑 젖음 및 열화 조건 사이에 변화는 적을 수 있다. 전형적인 굽힘 하에서, 정합 퍼센트는 50개의 키포인트에 대해 100에서 출발할 수 있지만 100개의 키포인트에 대해 75 부근으로 감소될 수 있다. 전형적인 결과가 도 4(f)에 도시되어 있다.

[0058] 실시예와 전형적인 평가는 또한, 예를 들어, 100개의 텍스처 이미지를 도출하는 단풍나무, 참나무, 향나무, 소나무, 마호가니, 티크 및 전나무와 같은 7개의 상이한 나무형태를 포함할 수 있다. 이상적, 열화 및 굽힘 하에서 값들은 비슷하다. 흠뻑 젖음 하에서 감소가 심하다. 50개 키포인트에 대한 정합 퍼센트는 80 부근이며 그 다음 100개의 키포인트에 대해 60 부근으로 떨어진다.

[0059] **전형적인 엔트로피 분석**

[0060] 미세 텍스처의 엔트로피를 정량화하는 것은 복잡한 문제일 수 있으며, 특별히 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 각 미세 텍스처가 표현될 수 있는 N-차원 공간의 크기와 비교한 제한된 데이터 셋을 갖는 것이 가능하다.

[0061] 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 전형적인 분석 전략은 다음을 포함할 수 있다. 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 128-차원 벡터를 나타내며 각 키포인트의 엔트로피의 하부 경계를 계산하는 각 키포인트 디스크립터를 고려하는 것이 가능하다. 다음, 미세 텍스처로부터 추출된 키포인트들은 본 개시의 특정 실시예에 따른 미세 이미지 수준에서 충분히 간격을 넓힐 수 있으며, 각 키포인트 디스크립터를 독립적으로 취급하는 것이 가능하다. 각 키포인트는 또한 두 개의 다른 미세 텍스처 이미지(예, 다른 표면의)에 대한 두 개의 특정 키포인트가 정합되고 그들의 위치가 정합되지 않더라도 미세 텍스처 내의 특정 위치와 연계될 수 있다. 그러므로, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 키포인트들의 개별 엔트로피를 합산함으로써 텍스처의 엔트로피를 계산하는 것이 가능하다.

[0062] 이 전형적인 키포인트의 엔트로피 계산을 쉽지 않게 하는 세 가지 전형적인 양상이 있을 수 있다. 첫 번째, 동일 미세 텍스처의 복수 측정은, 엔트로피 계산에 고려해야 할 필요가 있는, 다소 변동이 있는 128-차원 벡터를 초래할 수 있다. 두 번째, 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 예를 들어, 128-차원 공간에서 키포인트의 엔트로피를 특징짓기 위한 충분한 데이터포인트가 부족할 가능성이 있다. 추가적으로, 전형적인 128-차원 공간 내에서, 실시예는 차원들에 대한 상관관계를 분명히 이해하지 못할 수도 있다.

[0063] 첫 번째 문제를 언급하면, 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 양자화 단계/절차를 사용하는 것이 가능하며, 여기서 각 128-차원 키포인트는, 동일 표면에 대한 복수의 미세 텍스처 측정이 동일 벡터로 매핑될 수 있는, 양자화된 128-차원 벡터로 변환될 수 있다. 두 번째 문제를 언급하면, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 각 키포인트를 16개의 8-차원 벡터(예, 44 정방형 표현에 대응)로 서브-분할하는 것이 가능하며, 여기서 각 8-차원 벡터는 텍스처 측정 내에서 더 작은 영역에 대응될 수 있다. 세 번째 문제를 언급하면, 본 개시의 특정 실시예에 따라서, 그들을 키포인트의 네 코너로 제한하는 것과, 네 코너에 대응하는 8-차원 벡터들이 그들 사이에 가장 관련성이 적다는 것을 보여주기 위해 네 코너의 결합 엔트로피를 계산하는 것이 가능하다. 이 전형적인 절차는, 이하 논의된 전형적인 단계/서브-절차를 포함하는, 수많은 개별적이고 전형적인 단계/서브-절차를 포함할 수 있다.

[0064] **전형적인 양자화**

[0065] 예를 들면, 동일 표면에 대한 복수의 텍스처 측정은 약간 변할 수 있다. 전형적인 정합 절차는 두 개의 키포인트의 정합 여부를 결정하기 위하여 유클리드 거리 t 를 사용할 수 있다. 이 정합 알고리즘의 엄격한 형태는 각

차원에 대해 $\frac{t}{\sqrt{128}}$ 의 경계를 설정하는 것일 수 있다. 부가하여, 128차원 공간은 엔트로피 계산을 위해 너무 클 수 있으므로, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 키포인트에 대응하는 각 4×4 영역의 8-차원 벡터로 제한하는 것이 가능하다. 예를 들어, v_i 를 8-차원 벡터라 하자. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 벡터 v_i

및 $q_i = v_i / \frac{t}{\sqrt{128}}$ 를 양자화 하고 값들을 가장 가까운 정수로 반올림/반내림 하는 것이 가능하다.

[0066] **양자화된 벡터의 전형적인 엔트로피**

[0067] 일단, 특정 실시예에서, 양자화된 벡터 q_i 가 제공되며, 이 양자화된 벡터의 엔트로피 계산이 가능하다. 이 양자화된 벡터의 상태공간은 8-차원 벡터에 대해, 예를 들어, s^8 이며, 여기서 s 는 모든 q_i 에 대해 최대 양자화 값일 수 있다. 전형적인 데이터 셋의 부분으로, 각각이 도합 2천 만개의 8-차원 벡터가 되는 적어도 100개의 키포인트를 가진, 약, 예를 들어, 2500개의 이미지가 있을 수 있다. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 이 데이터 셋에 대한 벡터 q_i 의 확률을 계산하고 그것의 엔트로피를 계산하는 것이 다음과 같이 가능하다: 8-차원 벡터 q_i 의 확률은 $P_i(q_i) = F(q_i) / QF(q_1, q_2, 1/4, q_n)$ 로 주어지며, 여기서 $F(q_i)$ 는 q_i 의 주파수이며, $QF(q_1, q_2, 1/4, q_n)$ 은 모든 q_i 의 주파수의 합이다. 그러면 q_i 의 엔트로피는 다음과 같이 계산될 수 있다;

$$H_i = - \sum_{i=1}^{s^8} P_i \log_2(P_i)$$

[0068]

[0069] 전형적인 로컬 디스크립터 절차는 로컬 영역으로부터 고유한 특징을 추출할 수 있다. 이와 같은 전형적인 절차는 히스토그램 그래디언트를 계산하기 위하여 키포인트 부근의 16×16 인접영역을 사용할 수 있다. 이들 전형적인 16×16 영역의 각 4×4 영역은 하나의 8-차원 벡터에 대응할 수 있다. 그래디언트 히스토그램을 계산하는 동안, 인접 픽셀들은 그래디언트와 방향을 계산하기 위해 사용될 수 있다. 이 계산에 의하여, 인접 4×4 영역은 서로 의존적일 수 있는데, 이는 인접영역의 8-차원 벡터들이 서로 심하게 연관될 수 있다는 것을 의미한다. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이, 4×4 영역에 대응하는 8-차원 벡터를 고려하는 것이 가능하다.

[0070]

도 5는 8-차원 벡터들이 엔트로피 계산에 사용될 수 있는 4개의 코너 4×4 영역을 보여주기 위해 확대된 전형적인 16×16 구역과 함께, 중첩된 로컬 16×16 구역을 가진 전형적인 미세 텍스처 이미지의 도면이다. 이 벡터들은 그들 간에 최소 관련성을 보여야 한다. 전형적인 4×4영역은, 예를 들어, 네 영역들의 각각의 사이에서, 예를 들어, 11 μ m의 최소 이격을 가진 물리적 수준에서 6×6 영역에 대응할 수 있다. 이 전형적인 영역들은 μ m 수준에서 공간적으로 분리될 수 있다. 그래서, 이 영역들이 물리적 수준에서 연관되지 않았다는 가정에 의해, 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 코너 8-차원 벡터들에서 아주 낮은 연관성을 보이는 것이 가능하다. 그러므로, 본 개시의 특정 실시예에 따라, 이들 코너 벡터들의 엔트로피를 계산하는 것과 전체 키포인트의 엔트로피 상에 하부 경계를 설정하는 것이 가능하다. 16×16 구역들의 몇몇은 또한 서로로부터 공간적으로 분리가 가능하다. 이 공간적으로 분리된 16×16 영역들은 미세 수준에서 영역들을 물리적으로 분리시킬 수 있다. 또한, 로컬 디스크립터 알고리즘은 고정 스케일, 고정 방향 알고리즘일 수 있으므로, 스케일 또는 주도적 방향 사이에 의존성이 없을 수 있다. 이미지의 엔트로피를 계산하기 위해서, 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 공간적으로 분리된 개별 키포인트들의 엔트로피를 추가하는 것이 가능하다.

[0071] **전형적인 엔트로피 계산/결정**

[0072] 전형적인 단일 키포인트의 엔트로피 상의 하부 경계를 계산하거나 아니면 결정하기 위해, 본 개시의 특정 실시

예를 따라서, 4×4 영역의 4개의 코너 8-차원 벡터를 고려하는 것이 가능하다. 전형적인 데이터 셋은 2500 이미지들로 구성될 수 있으며, 각각은 도합 2천 만개의 8-차원 벡터가 되는 적어도 1000개의 키포인트 디스크립터를 가진다.

[0073] 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, $q_i = \frac{v_i}{\sqrt{128}}$ 로부터 양자화된 공간을 얻는 것이 가능하며, 여기서 $t = 0.8$ 이며, 이 t 는 알고리즘에서 가장 인접한 주변(neighbor) 정합 단계에 대한 문턱일 수 있다.

[0074] 양자화된 7^8 공간에 대하여, 결과는 다음을 포함할 수 있다. 첫 번째의 4×4 8-차원 벡터(1)의 엔트로피는 8.73일 수 있으며, 네 번째의 4×4 8-차원 벡터(4)는 8.83일 수 있으며, (13)은 8.73일 수 있고 (16)은 8.82일 수 있다. 다음, 본 개시의 특정 실시예에 따라, 16-차원 벡터(1,4), (1,13), (1,16), (4,13), (4,16), (13,16)의 결합 엔트로피를 계산하고 그들의 결합 엔트로피가 각 8-차원 벡터의 개별 엔트로피의 합이 될 수 있는지를 확인하는 것이 가능하다.

[0075] 양자화된 7^{16} 공간에 대해서, 결과는 다음을 포함할 수 있다. (1,4)의 엔트로피는 15.7255일 수 있으며, (1,3)은 15.7163일 수 있으며, (1,16)은 15.7848일 수 있으며, (4,13)은 15.8004일 수 있으며, (4,16)은 15.3001일 수 있으며, (13,16)은 15.7216일 수 있다.

[0076] 이들 전형적인 결과는 4개의 코너 8-차원 벡터의 각각은 그들 간에 최소 연관성을 갖는다는 것을 나타내며 예를 들어, 결합 엔트로피는 개별 엔트로피의 합과 거의 동일할 수 있다. 7^8 공간 내에서 엔트로피를 계산하기 위한 충분한 데이터 포인트가 있을 수 있는 반면, 7^{16} 공간 내에서 결합 엔트로피를 정확하게 계산하기 위한 데이터 포인트는 충분하지 않을 수도 있다. 이는 키포인트의 4개의 코너들에 대한 8-차원 벡터들이 최소 연관성을 나타낸다는 것을 보여준다. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 키포인트의 4개의 코너들에 걸친 엔트로피가 적어도 30비트(예, (1,4) 및 (13,16)의 결합 엔트로피의 합에 비교할만한)가 된다는 개략적으로 추정하는 것이 가능하다.

[0077] 따라서, 단일 키포인트로부터 추출된 최소 엔트로피는 30비트일 수 있다. 이미지 별로 50개의 공간적으로 분리된 디스크립터를 가정하면, 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 미세 텍스처의 엔트로피가 약 $30 \times 50 = 1500$ 이 된다고 계산하는 것이 가능하다. 이는 미세 텍스처의 엔트로피가, 그들을 상이한 물리적 표면을 지문인식하기 위한 선택후보로 보충하기 위해, 상당히 높을 수 있다는 것을 주로 묘사하기 위한 엔트로피 값의 하부 경계의 개략적인 계산일 수 있다.

[0078] 전형적 응용:

[0079] 물리적 지문인식의 효율성은 어떠한 물리적 표면도 입증될 수 있다는 사실을 포함한다. 전형적인 응용의 몇몇은, 몇 가지 예를 들면, 예술산업분야, 재정분야, 호화리뷰산업, 제약산업 및 자동차 부품에 있을 수 있다.

[0080] 전형적인 미세 텍스처는 여러 위치에서 전형적인 캔버스(예, 그림의 뒷부분)로부터 추출될 수 있다. 캔버스의 지문인 디스크립터는 데이터베이스에 저장될 수 있다. 이 지문은 향후 예술작품의 인증을 위해 예술가의 정보, 그림정보 및 기타 전형적인 업무 데이터와 결합 또는 연계될 수 있다.

[0081] 미세 텍스처는 은행수표로부터 추출될 수 있으며 디스크립터/지문은 중앙서버에 저장될 수 있다. 은행수표는 사용자 또는 고객이, 예를 들어, 은행의 직원에게 그것을 제시할 때 요구에 따라 현재 인증될 수 있다. 전형적인 사용자는 미세 텍스처를 판독하고 지문을 계산하며 그것이 수표상의 지문과 일치하는지 확인하기 위해 전형적인 휴대용 휴대폰 현미경 어셈블리를 사용할 수 있다. 만약 일치한다면, 수표는 복제되거나 혹은 복사된 것이 아니다. 이러한 메커니즘은 어떤 형태의 종이문서에도 적용될 수 있다. 유사하게, 화폐도 지문인식 할 수 있다. 미리 정의된 영역이 주어지면, 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 그 영역으로부터 미세 텍스처를 추출하고 그것을 저장하는 것이 가능하다. 사용자의 디바이스 또는 전화기에 전형적인 지문인식 어플리케이션을 가진 사용자는, 예를 들어, 미리 정의된 영역에서 텍스처 패턴을 추출하고 지문을 계산함으로써 화폐의 진위를 인증할 수 있다. 이 지문은 화폐의 진위를 확인하기 위하여 데이터베이스에 있는 지문과 비교될 수 있다.

[0082] 모조 의류는 세계적으로 수십억 달러의 손실과 함께 또 다른 응용분야가 될 수 있다. 미세 텍스처는 특정위치(예, 제조사의 로고)에서 의복소재로부터 추출되고 그 다음 소매상점으로 전달될 수 있다. 휴대폰 현미경 어셈

블리를 가진 누구든지 그 직물조각을 인증할 수 있다.

- [0083] 모조 신용카드, 직불카드, 신분증 또는 다른 종류의 플라스틱 카드들은 현재 여기에 개시된 실시예를 통하여 인증될 수 있다. 약품개발(제약)산업 또한 모조 약품들을 식별하기 위해 실시예를 사용할 수 있다. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 약병, 플라스틱 용기 및 기타 제약 및 의료분야에서 사용되는 소재를 인증하는 것이 가능하며, 그렇게 함으로써 모조행위를 줄일 수 있다. 여러 영역에서, 자동차 예비부품 분야에서 큰 모조품 시장이 있을 수 있다. 본 개시의 특정 실시예는 모든 예비 자동차 부품을 인증하기 위해 사용될 수 있으며, 부품의 진위는 여러분이 예비부품을 구입하기 전에 자동차 정비소에서 확인할 수 있다.
- [0084] 도 9(a) 및 9(b)는 스펙클 이미지의 구현, 그것의 콤팩트 코드, 메뉴 옵션 및 대응되는 콤팩트 코드의 2D QR 바코드 표현의 전형적인 스냅사진을 묘사한다. 전형적인 2D QR 코드는 콤팩트 코드를 시현하기 위한 휴대폰 상에서 어떠한 표준 바코드 스캐너 어플리케이션을 사용하더라도 스캐닝할 수 있다. 이 콤팩트 코드는 스펙클패턴을 판독한 후에 계산된 후보콤팩트 코드와 정합을 위하여 비교될 수 있다. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, (a) 새로운 스펙클 이미지의 바코드 표현을 생성하고 (b) 새로운 스펙클패턴을 스펙클패턴의 데이터베이스와 비교하며 및/또는 (c) 새로운 스펙클패턴과 바코드를 따로 판독하고 그들이 모두 정합하는지 알아보기 위해 비교하는데 사용하는 것이 가능하다.
- [0085] 가보(Gabor)변환을 스펙클에 적용, 가보변환의 복소수 부분을 0으로 만들기 위한 문턱을 설정함으로써, 바이너리 이미지를 얻을 수 있다. 단편적 해밍거리 (FHD)를 사용하여 스펙클패턴의 쌍을 비교할 경우, 만약 FHD가 거의 0이면, 스펙클은 유사하며, 또는 만약 FHD가 거의 0.5이면, 그 스펙클들은 상이하다.
- [0086] 가보변환을 스펙클 이미지에 적용하는 것은, 수준이 상이한 방향(\ominus)들로 구성되는, 각 수준에서 스케일 팩터 s 로 주파수 (f)를 증가시키는 것을 포함한다. 예를 들면, 수준 5 방향 6개 이미지는, 플라스틱 내의 스펙클들에 대한 바이너리 이미지로서, 가보필터뱅크에서 선택될 수 있다. 본 개시의 특정 실시예에 따라, 플라스틱의 동일 영역의 반복적인 시도를 수행하고, 스펙클을 추출하며, 가보변환을 적용하며 및 필터뱅크에서 수준 5 방향 6개 이미지를 선택하는 것이 가능한데, 왜냐하면 만약 FHD가, 다른 시도로부터의 바이너리 이미지를 가진, 바이너리 이미지에 수행되면, 값은 0에 근접해야 하기 때문이다. 만약 스펙클들이 동일영역으로부터 온 것이라면, 그들의 FHD는 0에 근접해야 한다.
- [0087] 소재의 하부구조에 있는 변화에 기인하여, 스펙클들은 소재에 대하여 변화한다. 예를 들면, 의류로부터 스펙클을 추출하는 것과 올바른 가보 바이너리 이미지를 획득하는 것은 사소하지 않을 수 있다. 예를 들면, 직물을 취급하는 동안 가벼운 섬유 파손이 생길 수 있으므로, 추출된 각 스펙클은 스펙클뿐 아니라 흐릿한 의사섬유도 포함할 수 있다. 효과를 최소화하는 한 방법은 흐릿한 픽셀을 제거하기 위한 스톱 컴퓨터 비전 알고리즘을 사용하는 것일 수 있다. 그러나, 만약 휴대폰 상에서 지문을 계산한다면 데스크톱과 비교하여 제한된 처리능력을 가질 수 있다. 이와 같은 문제를 우회하는 한 방법은 소재에 대한 스케일 s 를 변화시키고 특정한 수준과 방향, 동일 스펙클의 한 쌍에 대한 FHD가 0에 근접하는지를 확인하는 것이다. 스케일 s 를 증가시킴으로써 작은 변동과 오류 (예, 의사섬유)들은 (아류로서)포함될 수 있다.
- [0088] 예를 들면, 리넨(예, 도 10(f))에서 추출된 스펙클들은 그 안에 의사섬유들을 가질 수 있다. 이와 같은 결함을 극복하기 위해, 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 스케일을 팩터 1만큼 증가시키고, 가보 이미지를 계산하고 그것을 원래 가보 이미지(예, 수준 5 방향 6, 스케일에 변화없이)와 비교하는 것이 가능하다. 도 7 및 도 8은 FHD에 대해 s 를 변화시킨 전형적인 효과를 보여준다. 전형적인 평가에 따라, 가보 스케일은 소재들의 서브-셋, 예를 들어, 두 개의소재인 리넨 및 데님에 대해서만 변화시킬 필요가 있을 수 있다.
- [0089] 예를 들면, 도 7은 다양한 수준에 대해 자체의 상이한 인스턴스를 가진 리넨 스펙클의 단편적 해밍거리의 전형적인 표를 보여주며, 각 인스턴스는 동일 스펙클패턴의 새로운 측정일 수 있다. 수준 5에서도, 두 개의 인스턴스는 정합이 아닐 수도 있는데 값들이 0.5에 가깝기 때문이다. 도 8은 다양한 수준에 걸쳐 자체적으로 상이한 인스턴스를 가진 리넨 스펙클의 단편적 해밍거리의 전형적인 도표를 제공한다. 각 인스턴스는, 예를 들어, 동일한 스펙클패턴의 새로운 측정을 포함할 수 있으며 가보변환의 스케일은 변화(예, 증가)될 수 있다. 수준 5에서, FHD의 정합은, 그들이 0에 가까우므로, 묘사된 바와 같다.
- [0090] 기타 전형적인 스펙클들은 도 10(a) 내지 도 10(t)에서 보여질 수 있으며, 이들은 다음과 같은 전형적인 시스템을 사용하여 캡처한 스펙클들의 전형적인 도면들이다: 도 10(a) - 종이, 도 10(b) - 투명한 PVC 플라스틱 카드, 도 10(c) - 불투명한 PVC 플라스틱 카드, 도 10(d) - 면, 도 10(e) - 폴리에스터, 도 10(f) - 리넨, 도 10(g)

- 레이온, 도 10(h) - 49% 나일론 51% 메탈릭 천, 도 10(i) - 아크릴, 도 10(j) - 87% 나일론 13% 스판덱스, 도 10(k) - 나일론, 도 10(l) - 양모, 도 10(m) - 35% 양모 65% 레이온, 도 10(n) - 황마, 도 10(o) - 데님, 도 10(p) 테리 천, 도 10(q) - 나무, 도 10(r) 제1 형태의 유리, 도 10(s) 제2 형태의 유리, 및 도 10(t) - 97.5% 아연 2.5% 구리.

[0091] **전형적인 통계적 특성**

[0092] 스펙클의 고유성은 22개 소재에 대한 가보 비트의 단편적 해밍거리(FHD)의 히스토그램을 표현함으로써 나타낼 수 있다. 도 11(a) 내지 11(i)은 FHD가 스펙클패턴의 가보 비트의 각각의 분포를 제공하며 비교된 각 쌍이 고유하다는 것을 보여주는 그래프들을 보여준다.

[0093] 예를 들어, 가보변환을 사용하여 많은 수의 스펙클을 비교하고 그들의 랜덤성을 통계적으로 예측함으로써 스펙클들의 고유함을 보여준다. 스펙클들의 엔트로피의 실험적인 예측은, 예를 들어, 도 11(j) 내지 11(k)에 도시된 바와 같이, 소재들에 대해(across) 가보 변환된 수많은 스펙클들의 비트단위의 평균을 비교함으로써 이를 수 있다. 도 11(j) 내지 11(k)는 다음의 전형적인 그래프를 도시한다: 도 11(a) 반투명 PVC 플라스틱 카드의 FHD 도 11(b) - 불투명 PVC 플라스틱 카드의 FHD 도 11(c) 양모 소재의 FHD; 도 11(d) 나일론 소재의 FHD; 도 11(e) 폴리에스터 소재의 FHD; 도 11(f) 데님 소재의 FHD; 도 11(g) 면 소재의 FHD; 도 11(h) 테리 천 소재의 FHD; 도 11(i) 제1 형태의 유리의 FHD; 도 11(j) - 4950개의 상이한 종이 스펙클 비트와 100개의 동일한 종이 스펙클 비트의 단편적 해밍거리 도 11(k) - 모든 소재에 대한 200개의 스펙클 이미지의 가보 비트 시퀀스에 설정될 비트의 확률 및 도 11(l) - 가보 변환된 종이 스펙클들의 고유값들의 쌍 단위 유클리드 거리.

[0094] 도 12(a) 내지 12(i)는 모든 소재에 대한 스펙클이미지 사이의 쌍 단위의 유클리드 거리의 전형적인 그래프를 도시하며, 다음을 포함한다: 도 12(a) - 반투명 PVC 플라스틱 카드 도 12(b) - 불투명 PVC 플라스틱 카드 도 - 12(c) 양모 소재 도 12(d) - 나일론 소재 도 12(e) - 폴리에스터 소재 도 12(f) - 데님 소재 도 12(g) 면 소재 도 12(h) 테리 천 소재 및 도 12(i) - 제1 형태의 유리.

[0095] 본 개시의 추가적 실시예에 따라, 예를 들어, (a) A4 크기의 인쇄용지, (b) 얇은 공책 스타일 종이, (c) 두꺼운 인쇄 포스터 스타일 종이, (d) 갈색 바인딩 종이를 포함하여 전형적인 분석에 있어서 종이의 특정한 전형적인 범주를 고려하는 것이 가능하다. 예를 들어, 종이의 각 형태에 대해 25개 스펙클들이 생성될 수 있다. 각 형태에서 스펙클들은 25개의 다른 종이들의 동일영역으로부터 취할 수 있다. 가보변환은 100개의 스펙클 이미지들에 적용될 수 있으며 그들의 비트 시퀀스들이 추출될 수 있다. FHD의 평균 μ 는 0.4869일 수 있으며 표준편차 σ 는 0.0055일 수 있다. "얇은" 스펙클들 또는 동일 영역의 스펙클들의 100개의 가보 비트 시퀀스들에 대한 FHD는 평균=0.158 및 표준편차=0.0534를 가질 수 있다. 동일한 또는 상이한 스펙클들 사이에는 분명한 경계선이 있을 수 있는데, 상이한 스펙클들의 FHD는 0.5에 근접하여 있으며, 동일한 스펙클들은 0에 근접하여 있음을 보여줄 수 있다.

[0096] 동일한 스펙클들에 대해서는, 이들의 스펙클패턴이 동일하므로 FHD 분포는 완벽하게 0이어야 한다. 그러나, 스펙클의 추출이 민감할 수 있기 때문에, FHD는 반드시 0은 아니다. 동일한 방향과 조명조건을 가지고 추출된 스펙클패턴은, 물리적인 환경에서 미세한 변화에 대한 스펙클들의 민감성에 기인하여, 동일한 가보 비트 시퀀스들을 결코 생성하지 못할지도 모른다.

[0097] 플라스틱 경우에서, 특정 실시예에 따라, 예를 들어, 20개의 반투명 PVC 플라스틱 카드로부터(각 카드로부터 하나씩) 약 20개의 스펙클들을 추출하고 가보 비트를 얻기 위해 그들에게 가보변환을 적용하는 것이 가능하다. 동일한 또는 유사한 수의 스펙클들은 PVC 플라스틱 카드들로부터 두 번째 시도에서 추출될 수 있다. FHD를 사용하여, 동일 영역(예, 동일 스펙클들)으로부터 추출된 스펙클들은 비교될 수 있으며 다른 영역(예, 다른 스펙클들)으로부터 추출된 스펙클 쌍들은 비교될 수 있다.

[0098] 동일한 스펙클들에 대한 평균 μ 와 표준편차 σ 는 각각 0.1004와 0.0541일 수 있으며, 이는 동일 영역의 스펙클들은 정합이라는 것을 시사할 수 있다. 상이한 스펙클들에 대한 μ 와 σ 는 각각 0.4755와 0.0142일 수 있으며, 이는 상이한 스펙클들의 FHD가 부-정합이라는 것을 시사한다. 유사하게, 불투명 PVC 플라스틱 카드들을 평가하였으며 그 결과는 가보 변환된 스펙클들의 FHD가 통계적으로 고유함을 보여준다. 전형적인 결과들이 도 11(a) 및 11(b)의 그래프들에 도시되어 있다.

- [0099] 양모, 나일론, 폴리에스터, 데님, 면, 아크릴, 나일론과 메탈릭 혼직 등과 같은 직물의 다른 형태들도 평가될 수 있다. 시도들이 실행될 수 있으며, 각 시도에서, 30종의 상이한 직물들의 각각으로 부터 20개 스펙클들이 추출될 수 있다(예, 소재당 20개 스펙클, 여기서 각 스펙클은 동일 직물의 다른 인스턴스로부터 취한 것일 수 있다). 스펙클패턴들은 이들 각 소재들의 동일 영역으로부터 추출될 수 있다. 가보변환이 적용되며 가보 비트를 얻을 수 있다. 두 번째 시도(예, 두 시도 중의)에서 스펙클패턴들은 각 소재들의 동일 영역으로부터 추출될 수 있다. FHD를 사용하여 동일 스펙클들(예, 한 소재의 동일영역으로부터 추출된 스펙클들)과 상이한 스펙클들(예, 상이한 소재의 동일영역으로부터 추출된 스펙클들)을 비교할 수 있다. 양모, 나일론, 폴리에스터, 데님 및 면에 대한 전형적인 결과들이 도 11(c) 내지 11(h)의 전형적인 그래프에 도시되어 있다.
- [0100] 적어도 2가지 형태의 소비자등급 유리소재가 전형적인 평가에서 본 실시예에 의해 평가된다. 두 가지 모두 유리 에 제조사의 로고가 식각된 유리컵일 수 있다. 이 로고들은 특정 영역으로부터 스펙클패턴을 추출하기 위한 기준점으로 사용될 수 있다. 제1 형태의 유리에 대해, 각 시도에서 20개의 상이한 유리 소재(소재당 한 개의 스펙클)로부터 20개 스펙클을 추출하는, 두 번의 시도를 수행할 수 있다. 전형적인 결과들이 도 11(i)에서 그래프 형태로 표현되어 있다.
- [0101] 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 합판(예, 참나무 마감처리) 테이블을 평가하는 것이 가능하다. 두 번의 시도들이 수행될 수 있으며 각 시도에서 20개의 스펙클패턴들이 나무 테이블에 있는 20개 영역으로부터 추출될 수 있다. FHD의 μ 와 σ 값들은 이 소재에 대한스펙클들이 고유할 수 있다는 것을 묘사하고 있다.
- [0102] 다른 실시예는 사람 피부 위의 20개의 상이한 영역으로부터 20개의 스펙클패턴들을 추출하는 것을 포함할 수 있다. 적어도 두 번의 시도는 사람 피부로부터의 스펙클들의 μ 와 σ 값들을 보여주며, 사람 피부로부터 추출된 스펙클들이 통계적으로 고유하다는 것이 그래프로부터 분명해진다.
- [0103] 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 22개 소재들에 대하여 지문인식의 통계적 특성을 평가하는 것과 동일하고 상이한 쌍들의 스펙클들 사이의 유클리드 거리의 히스토그램을 보여주는 것이 가능하다. 예를 들어, 모든 소재들은 이상적 및 비-이상적 환경에서 평가될 수 있다. 정합 범주는, 만약 유클리드 거리 한 쌍의 지문들 간의 거리가 특정 문턱 값 이하이면 그 스펙클들은 유사한 것으로 간주될 수 있으며, 그렇지 않으면 그들은 상이한 것으로 간주된다는 것을 포함할 수 있다.
- [0104] 도 11(a) 내지 11(1)의 전형적인 그래프로부터 동일 지문들과 상이한 지문들 간에 분명한 경계선이 있다는 것이 명백해 질 수 있다. 이는 지문들이 물리적 표면에 대해 고유하며 그들은 본 개시의 특정 실시예를 가지고 인증될 수 있다. 바람직하게는, 약 2.5의 문턱이 설정될 수 있으며, 만약 어떤 지문 쌍의 유클리드 거리가 2.5 이하이면, 그것은 정합일 수 있고, 그렇지 않으면 그것은 부-정합으로 간주될 수 있다. 그러나, 비-이상적 조건들 하에서, 동일 지문에 대한 유클리드 거리는 2.5 이상으로 이동할 수 있다. 그러므로, 보수적인 문턱(값)으로 4가 동일 지문을 식별하기 위해 설정될 수 있다. 이문턱은 모든 소재들에 대해 이상적 및 비-이상적 조건들 하에서 유효할 수 있다.
- [0105] **전형적인 비-이상적 조건들**
- [0106] 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 전형적인 절차들은 또한 스펙클 지문인식의 건실성을 확인하기 위하여 비-이상적 환경에서 적용될 수 있다. 종이에 대해서, 스펙클에 인접한 영역을 번지게 할 수 있으며, 이는 스펙클패턴을 약10% 변화할 수 있다. 플라스틱 카드는, 예를 들어, 스펙클 영역을 여러 번 접촉함으로써, 전형적인 현실 세계 조건들에서와 같이 취급될 수 있다. 스펙클패턴에 대한 변화는 약 5-8%일 수 있다. 직물에 대해서, 스펙클이 추출된 영역을 스트레칭함으로써, 그것을 접으려 하는 등 핸들링을 시뮬레이션 할 수 있다. 이는 원래의 스펙클을 약 10-12% 변화시킬 수 있다. 유리 표면에 대해서, 물을 그 표면에 퍼부을 수 있으며, 그 영역은 세척될 수 있으며 제조사의 로고로부터 스펙클패턴이 추출될 수 있다. 스펙클패턴은 약 5% 변화된다. 나무 표면에 대해서, 스펙클패턴에 인접한 부분을 번지게 할 수 있다. 스펙클패턴에 대한 변화는 약 10%일 수 있다. 피부에 대해서, 손(예, 손가락 관절)을 물로 씻을 수 있으며, 건조시킨 후에 스펙클이 추출된다. 스펙클에 대한 변화는 약 5-10%일 수 있다. 금속과 합금에 대해서, 소재(예, 동전)들은 현실세계 환경에서 취급될 수 있으며 그 다음 스펙클들이 추출될 수 있다. 스펙클에 대한 변화는 약 5-10%일 수 있다.
- [0107] **전형적인 물리적 표면의 재구성 문제**
- [0108] 주어진 스펙클패턴과 광원에서, 애드버서리 리컨스트럭션(adversary reconstruction)(모조품을 생성하기 위하여

동일하거나 또는 유사한 스펙클패턴을 생성하는 물리적 표면)을 제공하는 것이 가능하다. 주어진 스펙클에서 물리적 표면을 복원하는데 수반되는 어려움을 이해하고 정의하기 위해서, 광의 다중산란의 복합모델이 개발될 수 있으며, 그 다음 특정 가정들에 기초하여 주어진 스펙클패턴에서 물리적 표면을 복원하는 문제가 근사화 하기가 #P-하드(hard)임을 증명한다.

[0109] 스펙클패턴은, 예를 들어, 거친 물리적 구조(도 6에 묘사된 바와 같은) 위로 입사하는 코히어런트한 또는 부분적으로 코히어런트한 광원의 다중산란 효과의 2-차원 표현일 수 있다. 도 6은 어떤 표면의 3D 단면을 나타낼 수 있는 전형적인 정육면체를 보여주며, 여기서 소스는 부분적으로 코히어런트한 광원, 우측의 스펙클패턴, 및 불규칙적인 형상의 입자들/객체들과 연관이 있는 모서리들을 보여주는 전형적인 정육면체 속의 어두운(예, 검은) 모서리들과 관련이 있을 수 있다. 구조의 크기가 구조 내의 산란파의 평균경로길이 보다 훨씬 클 경우에 물리적 구조는 조밀하다고 정의될 수 있다. 현실적인 목적으로 구조 내에서 산란입자들의 수에 근거하여 밀도를 가시화할 수 있다.

[0110] 그리하여, 예를 들어, 조밀한 물리적 구조를 통한 광(코히어런트 또는 부분적으로 코히어런트)의 다중산란의 효과에 기인하여 초래된 스펙클패턴을 D 라 하자. 주어진 스펙클패턴 D 와 입력광원의 특성들에서, 동일한 스펙클패

$D(D'(\|D-D'\|_2=O(\epsilon)))$

턴 $D'=D$ 또는 개략적 스펙클패턴, 여기서 $\epsilon > 0$ 는 작은 임의의 상수)을 생성하기 위하여 물리적 구조와 또한 다중산란의 물리적 현상을 효과적으로 재구성(정확하게 또는 개략적으로) 하는 것이 가능하다.

[0111] 이 문제점 정의는 기본적으로 위협모델을 요약하는데, 여기서 애드버서리(adversary)에게는 스펙클패턴 D 와 입력광원 및 스펙클패턴 D 와 개략적으로 정합되는 물리적 표면을 복원하기 위해 필요한 것들이 주어진다.

[0112] 두 가지 기본 가정은 이 문제점 정의에 설정될 수 있다:

[0113] * 애드버서리는 물리적 객체의 미세 구조에 대한 어떤 정보도 갖지 않는다. 애드버서리는 애드버서리가 복원하고자 하는 물리적 표면에 대한 접근수단을 갖고 있지 않다.

[0114] * 애드버서리는 표면의 스펙클을 얻기 위해서 어떤다른 물리적 표면의 다중 관독을 수행할 수 있다. 그러나, 그렇게 하는 것은 원래의 물리적 표면을 복원하는데 있어서 어떤 정보도 제공하지 않는다.

[0115] 가정들에 근거하여, 애드버서리는 동일한 스펙클패턴을 생성하고 객체를 복원하기 위하여 다중산란효과를 바람직하게 시뮬레이션할 수 있다. 애드버서리는 불규칙한 표면을 구성하고 그것이 동일한 스펙클패턴을 생성하기를 바라지만, 이것은 분명히 최적의 전략은 아니다. 다음, 어떤 배경이미지는 산란에 제공될 수 있으며, 이러한 배경이미지에 근거하여, 본 개시의 추가 실시예에 따른 다중산란의 전형적인 혼합모델을 설명하는 것이 가능하다.

[0116] **전형적인 산란이론**

[0117] 폴디-랙스(Foldy-Lax) 방정식은 각 입자에서 광 산란효과의 개별 특성화를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 이 절에서는 폴디-랙스 방정식의 기초를 제공하며 그 다음에는, 다중산란효과를 특징짓기 위해 폴디-랙스 방정식에 영향력을 주는 그래프 기반 모델이 개시된다.

[0118] 폴디-랙스 방정식:

$$E^{inc}(\mathbf{r}, t) + \sum_{i=1}^N Q_i E_i^{sca}(\mathbf{r}, t)$$

[0119] 한 지점에서 총전계는 로 주어진다.

[0120] 산란파의 부분합은 폴디-랙스 방정식을 수치적으로 풀어냄으로써 계산될 수 있다. 만약 전형적인 매체가 비균질성, 임의로 위치된 객체들을 포함하고 있다면, 해법은 증가하는 클러스터 성분들의 수와 그들의 구조들로 점점 더 악화되다 될 수있다.

[0121] 따라서, 특정 근사화는, 해를 구할 수 있으며 훨씬 더 다루기 쉽고 분석적인 방정식을 제공하기 위하여 실시될 수 있다. N 이 매체 내의 전체 입자 수이면, 원거리장 버전의 폴디-랙스 방정식은 다음과 같이 다시 쓸 수 있

며,
$$B_{ri0} = G(\mathbf{r}_1)A_i(\mathbf{r}_i, s), B_{rij} = G(\mathbf{r}_i)A_j(\mathbf{r}_j, R_{ij}, B_{ij0}) = G(R_{ij})A_j(R_{ij}, s)$$

$B_{ijl} = G(R_{ij})A_j(R_{ij}, R_{jl})$, 여기서 $G(r) = e^{\frac{ikr}{r}}$ 이다. 이로부터 산란전개의 차수가 결정될 수 있다.

[0122] 방정식의 제1 항은 입사필드일 수 있으며, 제2 항은 모든 단일산란 기여분의 합일 수 있으며, 제3 항은 모든 이중산란 기여분의 합 등등일 수 있다. 따라서, 관측점 r 에서의 전체 필드는 입사필드 f 와 두 그룹으로 나눌 수 있는 단일 및 다중산란 기여분으로 구성될 수 있다. 제1 그룹은 자체-회피 산란 경로에 대응하는 모든 기여분을 포함할 수 있으며, 제2 그룹은 한 번 이상 객체/입자를 통과하는 경로들에 대응하는 모든 기여분을 포함할 수 있다. 이 방정식들로부터 산란수식을 더 근사화하기 위해 잘 알려진 래더(ladder) 다이어그램을 생성할 수 있으며 궁극적으로 행성간의 먼지로부터 의료영상분야의 인체조직의 특성에 이르는 물리적인 현상을 예측하는 다양한 모델에 사용될 수 있는 복사전달방정식(RTE)을 얻는다.

[0123] **전형적인 모델**

[0124] 본 개시의 실시예에 따른 산란이론의 분석적 아이디어를 기반으로 한 다중 광산란에 대한 복합적 모델은 다음과 같다. 각 입자들의 구성에 대해, 예를 들어, 객체 내에서 입사광의 산란을 표현하는 산란도표 $G(V,E)$ 가 있을 수 있다.

[0125] $G(V,E)$ 를 그래프라고 하자, 여기서 에지 무게(edge weight) W 는 부분적으로 산란된 두 꼭지점 $(u,v) \in V$ 사이의 전개의 방사조도(또는 강도)를 나타낸다. 방사조도 I 는 $\frac{e_0rc}{2}|E|^2$ 로 정의될 수 있으며, 여기서 E 는 전자계 벡터이며, e_0 는 진공의 유전율이며, r 은 매체의 굴절율이며 c 는 진공에서의 빛의 속도이다. 그래서, 각 에지 무게

는 $W_i = \frac{e_0rc}{2}|E_{sca}|^2$ 이며, 여기서 E_{sca} 는 두 입자(또는 꼭지점) 사이의 산란된 전계이다. 그것은 직관적으로 두 꼭지점 또는 입자들 사이의 강도로 생각할 수 있다. 꼭지점들은 특정한 구조가 없는 비-균질성 입자들이다: 각 $u \in V$ 의 모양, 크기, 형태는 각 $u \in V$ 에 독립적이다. 에지는 부분적으로 산란된 광 강도를 모델로 하며, 광이 꼭지점 또는 입자들과 충돌하면, 추가적 산란(예, 다중산란)이 발생한다. 이 산란은 빔(들) 또는 광이 매체 밖으로 나갈 때까지 발생할 수 있다. 매체는 3차원 공간에서 표현될 수 있으며, 결과로 초래되는 매체 밖의 방사

조도 패턴은 실수 값 D 의 2D 매트릭스일 수 있다. 각 엔트리 D_{ij} 는 그 지점에서 전체 방사 조도를 나타낼 수 있다. 각 부분산란을 취합할 수 있도록 원거리장 폴다-랙스 방정식을 따르면, 한 지점 D_{ij} 에서 전체 전계는 에지 무게 $\sum_m QW_i$ 의 합이 될 수 있으며, 여기서 m 은 꼭지점들 $V \in V$ 에 걸친 에지들의 수이다. 다음, 이 전형적인 모델이 정식으로 정의될 것이다.

[0126] **전형적 정의 1:**

[0127] 각 입자들의 구성에 대해, 산란 그래프 $G(V,E)$ 가 있을 수 있다. $G(V,E)$ 를 다음 특성들을 가진 그래프로 한다:

(i) 에지 무게 $W = \frac{e_0rc}{2}|E_{sca}|^2$ 인 실수 양수 값이며, 여기서 E_{sca} 는 꼭지점 $u,v \in V$ 사이의 부분산란 전계이다.

(ii) 꼭지점 $u,v \in V$ 는 임의의 형태를 가진 비-균질성 입자이다. (iii) D 는, 산란효과 후에 초래된 데이터

의 2D 매트릭스인, 스펙클패턴으로 여기에서 각 엔트리 $E(or D_{ij})$ 는 지점 $EHD: V_i f V C \sum_i^m QW_i$

에서 총 방사조도를 나타내며, 여기에서 m 은 꼭지점 V_i 에 걸친 에지들의 수이다.

[0128] 이 전형적인 모델에 있는 몇몇 가정들은 계산학적 복잡성 문제들을 분석하는 것을 돕기 위하여 만들 수 있다. 이들은 다음과 같이 설명될 수 있다:

[0129] a) 마치 그래프 $G(V, E)$ 가 스펙트럼패턴 D 에 영향을 주는 것처럼, 한 지점 D_{ij} 또는 E 에서의 방사조도가 G 에 있는 서브그래프에 의하여 영향을 받는다는 것을 가정할 수 있다. 한 지점에서 방사조도 E 에 영향을 주는 서브그래프(G 에 있는 복수의 서브그래프)의 분해된 셋이 있을 수 있다. 이는 이 전형적인 모델에서의 고려에서 배제될 수 있다.

[0130] b) 두 꼭지점 사이의 방사조도로 표현된 에지 무게 W 는 실수값으로 표현될 수 있다. 이것을 이항연산자 또는 진폭산란매트릭스 S 로 보존시킬 수 있다, 그러나 이를 숫자로 표현하는 것이 계산학적 복잡성 문제의 측면에서 분석하기에 더 쉬울 수 있다. W 를 이항연산자로 바꾸는 것은 전형적인 결과들을 변화시키지 않는다, 왜냐하면 폴디-랙스 방정식들은 아직도 단일지점 E 에서 방사조도를 계산하는데 사용되기 때문이다.

[0131] 전형적인 모델은 다항 시간으로 에지의 일부분에 의해 가로지르는 꼭지점들의 수를 결정하는 유계(bounded) 오라클을 도입할 수 있다. 오라클은, 한 지점 E 에서 방사조도와 기타 물리적 파라미터가 주어지면, 에드버서리는 이론적으로는 그 특정 E 에 영향을 준 입자들의 수에 경계를 부여한다는 의미에서 현실적으로 만들어졌다.

[0132] **특정 정의 2 (유계 오라클):**

[0133] 만약 입자의 수가 n 이고, D 의 어떤 지점 f 에서 방사조도가 E 이면, 다항 시간으로 표현된 유계 오라클은 m 개의 에지에 의해 가로지르는 꼭지점 k 의 수에 경계를 주어 $V_k \subseteq V, k \leq q$ 이 되도록 하며, 여기서 q 는 양의 정수이다.

[0134] **전형적인 원리 1:**

[0135] 두 가지(균질성 또는 비균질성) 매체 중 어느 하나와 \mathbb{R}^m 에서 임의로 분포된 입자/객체의 전체 수를 n 이라 한다. 다중산란 후 초래된 2차원 스펙트럼패턴(또는 방사조도 매트릭스)을 D 라 하고, D 에 있는 점 (i, j) 에서 방사조도를 E 라 한다. 입자를 통한 다중산란효과에 기인하여 존재하는 그래프일 수 있는, 전형적인 그래프 $G(V, E)$ 가 제공될 수 있다. 두 입자(또는 꼭지점) 사이의 부분적 산란전계의 방사조도로 정의된 에지 무게를 W_i 라 하면, $\frac{e_0 r c}{2} |E_{sca}|^2$ (여기서 E_{sca} 는 산란전계, e_0 는 진공 유전률, r 은 매체의 굴절률, 및 c 는 진공에서의 광속이다)로 주어진다.

[0136] $E = \sum_i^m Q W_i$ (여기서 m 은 꼭지점 V_i 에 걸친 에지의 수이다)를 만족시키는 유도된 서브그래프를 계산(또는 찾아내는 것)하는 것은 $\#P$ -하드(hard)이며 $NP = RP$ 가 아니면 근사화가 불가능할 수 있다.

[0137] 이는, 주어진 스펙트럼패턴에서, 물리적인 구조 또는 표면 안에서 과거의 다중산란 경로를 복원하는 것은 근사화하기가 $\#P$ -하드(hard)하다는 것을 의미할 수 있는데, (이론적인 가정들의 표준 복잡성 하에서), 이는 근사화하기가 $\#P$ -하드인 $\#CLIQUE$ 문제로 간략화시키는 $\#DKs$ 문제를 풀어야 할 필요가 있기 때문이다.

[0138] 전형적인 모델은 일반적이며 또한 산란효과의 계산에 사용되는 다양한 컴퓨터 모델에 관련이 있을 수 있다. 전형적인 이론 1에서, 입자에 대한 어떠한 특정 구조(예, 모양, 부피 등)도 가정되지 않는다. 그러나, 비-구형 입자의 산란효과를 계산하기 위해 인기 있는 방법 중 하나인, 전형적인 T-매트릭스 방법에서, 전이매트릭스는 입사 및 산란 장(필드)에 무관하며 산란입자의 크기, 방향, 및 굴절률에만 의존할 수 있다. 그래서, T-매트릭스는 하나의 입자에 대해 한 번 계산될 수 있으며, 그 다음 그것은 모든 가능한 방향에 대한 그 입자의 산란효과를 계산하기 위해 사용될 수 있다.

[0139] 폴디-랙스 방정식이 여타의 광산란모델(예, 양방향 표면산란반사 분포함수, 방사전달, 역방향 광전송, T-매트릭스)들 대신에 선택되었는데, 이는 폴디-랙스 방정식 내의 몇몇 항들을 무시하는 것과 같은 근사화나 혹은 미세 수준에서 스펙트럼패턴을 시뮬레이션하기 위해 산란 자의 수를 제한하지 못하며 비주류 표면의 변경이 미세 입상

에서 스펙클패턴을 현저하게 변화시킬 수 있기 때문이다. 이곳의 분석은 단지 특정 공격시나리오를 표현하며, 여기서는 단지 스펙클패턴만 주어진 물리적 표면의 복원능력이 분석된다.

[0140] 물리적인 지문인식의 특징은, 표면의 콤팩트코드가 그것이 자체-확인이 가능하도록 동일 표면상에 각인될 수 있기 때문에, 어떠한 물리적 표면도 완전히 오프라인 상태에서 인증될 수 있다는 사실에 내재되어 있다. 스펙클을 가진 은행수표는 데이터 연결의 어떤 필요도 없이 오프라인 방식으로 인증될 수 있다. 은행은 또한 비밀키로서 지문에 서명할 수 있다. 사용자는 휴대용 휴대폰 현미경 어셈블리를 스펙클을 판독하고, 지문을 계산하며 그것이 수표상의 지문과 일치하는지 확인하는데 사용할 수 있다. 만약 일치한다면, 그 수표는 복제 또는 복사된 것이 아니다. 사용자는 또한 만약 문서가 콤팩트코드에 대응하는 추가적인 서명을 포함하고 있다면 지문이 정말 은행에 의해 서명이 되었는지 확인하기 위하여 은행의 공개키를 활용할 수 있다. 이 메커니즘은 현금과 같은 종이서류의 어떤 형태에도 적용될 수 있다. 본 개시의 실시예에 적용하기 위해서는, 제조사는 직물에 있는 지문을 가진 스펙클을 부착할 수 있으며 지문에 서명을 하고 의복을 소매업자에게 배송한다. 휴대폰 현미경 어셈블리를 가진 누구든지 본 개시의 실시예를 사용하여 완전히 오프라인 방법으로 그 직물조각을 인증할 수 있다. 위조 신용카드, 직물카드, 신분증 또는 어떤 종류의 플라스틱 카드든지 이제 휴대방식으로 오프라인에서 인증될 수 있다. 본 개시의 특정 실시예를 사용하여, 제약 및 의료 분야에서 사용되는 약병, 플라스틱 용기 및 기타 소재의 인증이 가능하며, 그리하여 위조행위가 줄어든다. 본 개시의 특정 실시예를 가지고, 자동차 예비부품들을 인증하는 것이 가능하다. 만약 제조사가 각 예비부품에 스펙클 지문을 내장시키면, 부품의 진위가 예비부품을 구매할 경우에 자동차정비소에서 확인될 수 있다.

[0141] 지문의 소형 특성은 객체상에 지문을 쓰는 것이 가능하도록 한다. 이 특성은 무-지점(점포) 은행업무 계획들이 가속되는 지역을 개발하는데 유용할 수 있다. 점원은 은행의 대리인으로 행동하며, 영역을 표시하고, 스펙클을 판독하며, 지문을 계산하고 그 종이 위에 지문을 기록함으로써, 고객들에게 안전한 영수증을 제공할 수 있다. 이제 종이는 자체-확인이 가능하며 그것은 오프라인 방식으로 인증될 수 있다. 본 개시의 특정 실시예에 따른 다양한 방법들이 있으며, 전형적인 시스템, 방법 및 컴퓨터-접근가능 매체는 소액금융에 사용될 수 있는데, 그것은 완전히 오프라인 방식으로 물리적 표면을 인증하기 위한 능력을 제공할 수 있기 때문이다. 전형적인 시스템, 방법 및 컴퓨터-접근가능 매체는 또한 다양한 소재를 위한 온라인 인증을 제공하기 위하여 안전한 스케치와 더불어 사용될 수 있다.

[0142] **특별한 실시예**

[0143] 도 14는 물리적 객체 또는 물리적 객체의 일부분과 같은 비-디지털 매체를 인증하기 위한 전형적인 방법에 따른 흐름도를 도시하고 있다. 처음, 예를 들어, 810에서, 물리적 객체 표면의 표시된 또는 표시되지 않은 부분과 같은 비-디지털 매체로부터 이미지를 캡처/수신될 수 있다. 이 이미지가 수신되면, 820에서 제1 미세 이미지 또는 비디오가 저장될 수 있으며 로컬/글로벌 디스크립터는 가보변환 및 주요 구성요소 분석절차의 복잡과 같은 객체 불변 그래디언트 알고리즘을 사용하여 계산될 수 있다.

[0144] 이후에, 물리적 객체의 확인 및 인증을 위해, 설정된 영역을 선택할 수 있으며, 830에서 처리 디바이스는 (이것을) 판독한다. 이미지 또는 비디오는 USB 현미경 또는 어떤 다른 현미경과 같은 현미경을 이용하여 캡처할 수 있는 물리적 객체에 대해 수신될 수 있다. 현미경은 휴대용 디바이스 현미경이 집적된 휴대폰 또는 현미경이 집적된 디지털 카메라와 같은 휴대용 디바이스일 수 있다.

[0145] 제2 미세 이미지 또는 비디오는 저장될 수 있으며 저차원 표현은 840에서 주요 성분분석 절차를 사용하는 로컬/글로벌 디스크립터 알고리즘과 가보변환을 사용함으로써 계산될 수 있다. 이미지의 저차원 표현은 불변 GaborPCA 절차를 사용하여 바람직하게 생성되지만, 예를 들어, 이미지 데이터의 차원성을 줄이기 위한, 어떠한 기타 절차들을 사용하여 생성될 수도 있다.

[0146] 다음, 850에서 비디오의 제1 미세 이미지 및 제2 미세 이미지 또는 영상이 비교될 수 있다. 비교는 로컬/글로벌 디스크립터에 의해 수행될 수 있으며 객체 불변 그래디언트 히스토그램 절차 또는 가보변환 및 주요 구성요소 분석절차의 복잡 같은 방법을 사용하여 계산된다.

[0147] 만약 제1 및 제2 스펙클패턴 사이의 유사성이 설정된 양과 같거나 초과하면, 860에서 그 물리적 객체 또는 비-디지털 매체는 진품으로 결정될 수 있다. 그렇지 않으면, 그 물리적 객체는 진품이 아니다.

[0148] 도 15는 본 개시에 따른 시스템의 실시예의 블록다이어그램을 묘사한다. 이 시스템은 오프라인일 수 있다. 이 시스템은 디바이스의 기억장치에 저장된 설정된 데이터를 사용하는 차단된 인증을 포함할 수 있다. 차단된 인증은 종이(문서)의 유효일자를 탐지할 수 있으며, 어떠한 중앙 인증시스템과도 독립적일 수 있다. 전형적인 시스

템에서, 컴퓨터 100은 위에 기술한 기법의 실시예의 전형적 단계 및/또는 절차를 수행하기 위하여 구성되거나 프로그램 될 수 있는 프로세서 130을 가질 수 있다. 예를 들어, 문서 110의 비-디지털 매체는 이미지 캡처 디바이스 120이 비-디지털 매체 110의 표시된 부분의 이미지를 캡처할 수 있도록 위치될 수 있다. 비-디지털 매체 110은 그 진위가 확인될 필요가 있는 종이일 수 있다. 이미지 캡처 디바이스는 USB 현미경, 또는 현미경이 집적된 휴대폰과 같은 현미경일 수 있으며, 표준 USB 포트를 통해 컴퓨터 100에 연결될 수 있다. 이미지 캡처 디바이스는 또한 현미경을 집적시킬 수 있는 디지털 카메라일 수 있다. 비-디지털 매체 110의 이미지는 이미지 캡처 디바이스 120에 의하여 데이터로 컴퓨터 100에 제공될 수 있으며, 이는 프로세서 130 및/또는 저장장치 140으로 전송될 수 있다.

[0149] 본 개시의 한 실시예에 따라, 데이터는 저장장치 140(예, 하드드라이브, 메모리 디바이스, RAM, ROM, 메모리 스틱, 플로피 드라이브 등과 같은 것)에 저장될 수 있다. 저장장치 140은 그 안에 비-문서의 다양한 비-디지털 매체의 진위를 인증하기 위해 저장된 다양한 스펙클패턴을 가질 수 있다. 프로세서 130은 본 개시의 실시예에 따른 절차를 수행하는 컴퓨터 프로그램 또는 (저장장치 630 상부 또는 내부에 저장된) 명령의 셋을 실행하기 위해 저장장치 140에 접근할 수 있다.

[0150] 그리하여, 예를 들어, 프로세서 130이 그와 같은 명령 및/또는 컴퓨터 프로그램을 수행할 경우에, 프로세서 130은, 이전 및 이하에 개시된 바와 같이, 본 개시에 따른 절차의 실시예를 수행하기 위하여 구성 또는 프로그램 될 수 있다. 예를 들어, 프로세서 130은 이미지 캡처 디바이스 120 및/또는 저장장치 140으로부터 이미지를 수신할 수 있다. 그것은 이미지로부터 제1 스펙클패턴을 추출할 수 있다. 이 스펙클패턴은 제1 및 제2 스펙클패턴 간의 유사성이 설정된 값과 동일 또는 초과하는 지를 결정하기 위하여 비-디지털 매체와 관련된 저장장치 140에 저장된 제2 스펙클패턴과 비교될 수 있다. 이 설정 문턱의 초과 여부에 따라서, 프로세서는 문서의 비-디지털 매체 110이 진품인지 또는 아닌지를 결정할 수 있다.

[0151] 디스플레이 150은 또한 도 15의 전형적인 시스템에 제공될 수 있다. 저장장치 140과 디스플레이 150은 컴퓨터 100의 내부 또는 컴퓨터 100으로부터 외부에 제공될 수 있다. 프로세서 130에 의해 수신된 정보, 프로세서 130에 의해 결정된 정보는 저장장치 140에 저장된 정보와 마찬가지로 사용자-판독가능 포맷으로 디스플레이 150 상에 디스플레이될 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 150은 문서 110의 비-디지털 매체가 진품인지 또는 아닌지를 디스플레이할 수 있다.

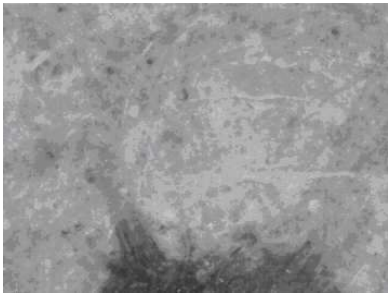
[0152] 앞서 말한 내용은 본 개시의 발명의 원리를 단지 묘사할 뿐이다. 개시된 실시예에 대한 다양한 수정과 변경은 이곳의 학습관점에서 이 기술분야의 당업자에게는 자명할 것이다. 따라서 이 기술분야의 당업자는, 비록 이곳에서 명쾌하게 보여주거나 개시되지 않았지만, 본 개시의 발명의 정신과 범위 안에서, 수많은 시스템과, 장치와 방법들을 고안하며, 본 개시의 발명의 원리를 구현할 수 있다는 것이 이해가 될 것이다. 부가하여, 이상 이곳에서 분명하게 참조 되지 않은 선행기술의 범위까지 이곳에 전체가 분명하게 포함된다. 이상 이곳에 참조된 모든 참고문헌들은 전체가 이곳에 포함된다.

도면

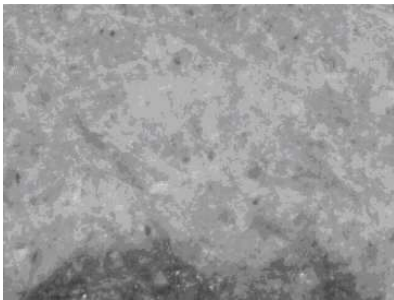
도면1



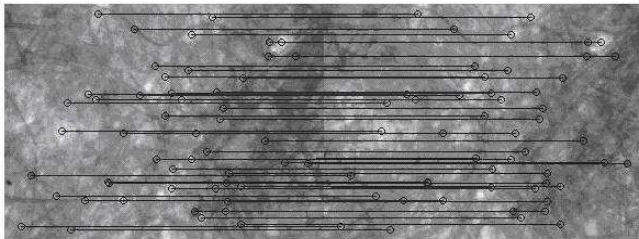
도면2a



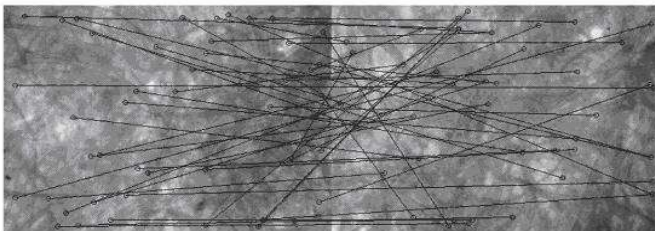
도면2b



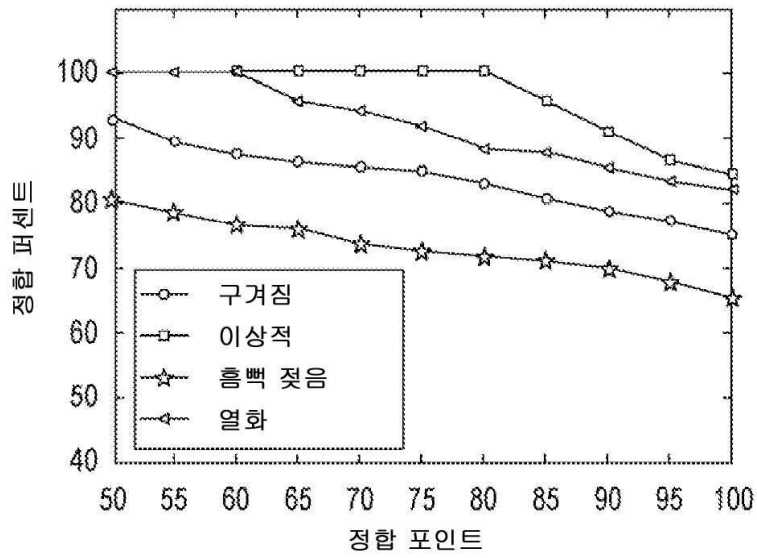
도면3a



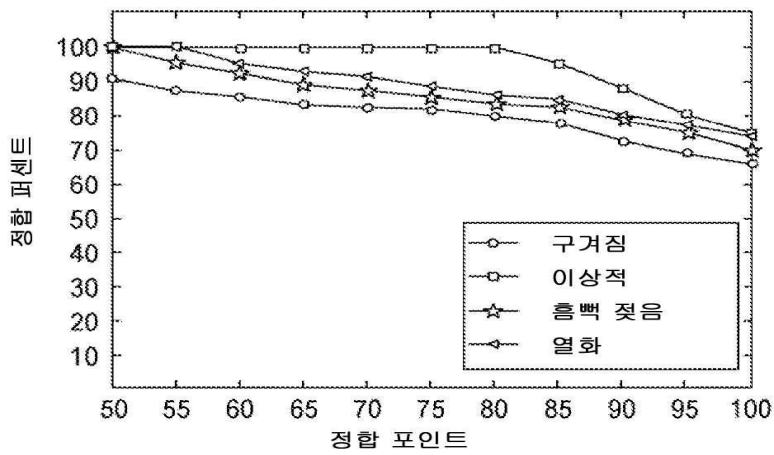
도면3b



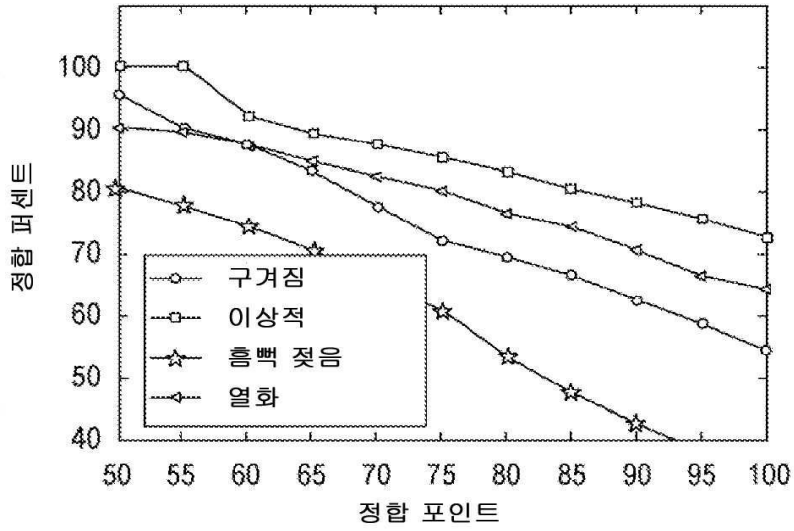
도면4a



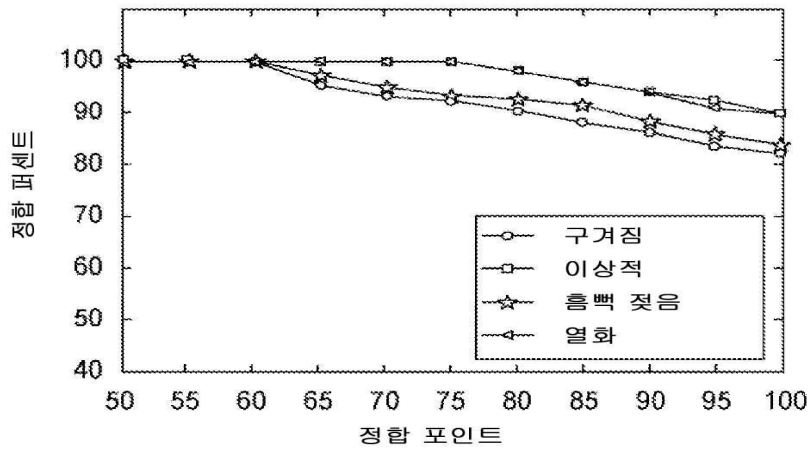
도면4b



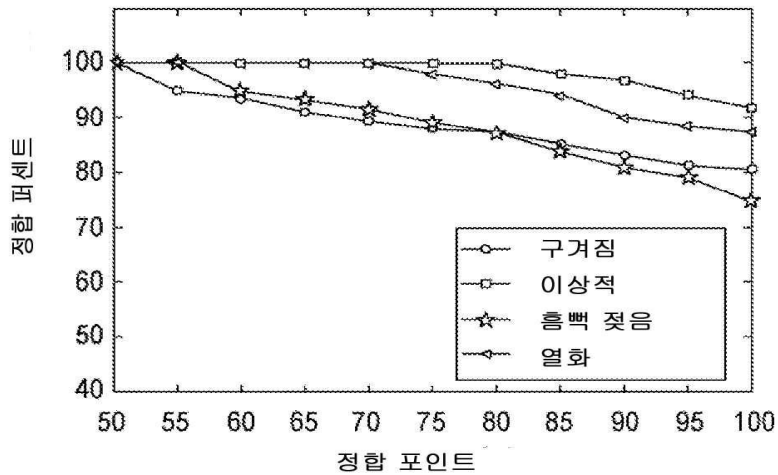
도면4c



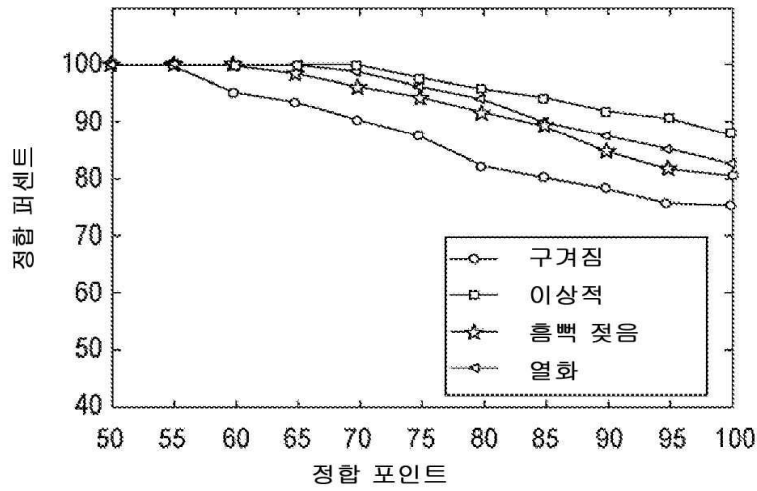
도면4d



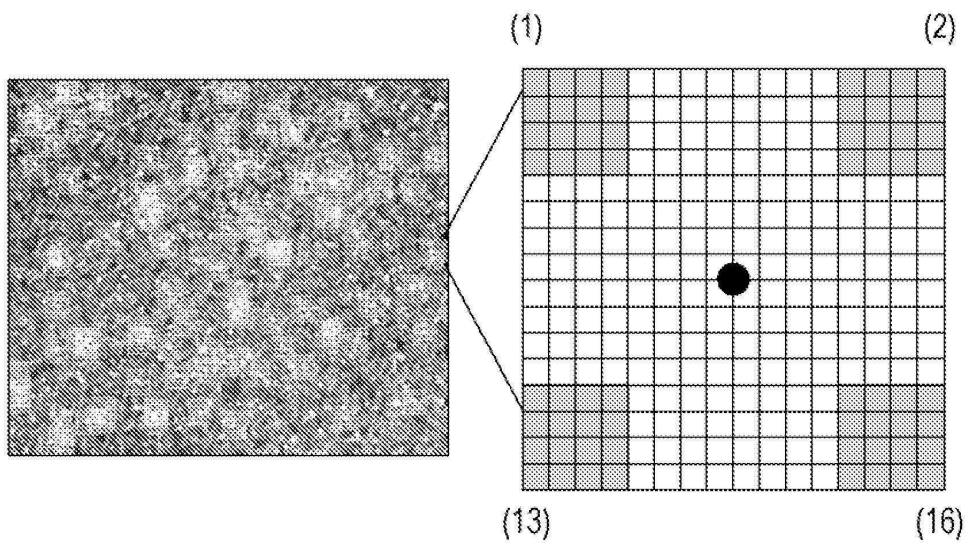
도면4e



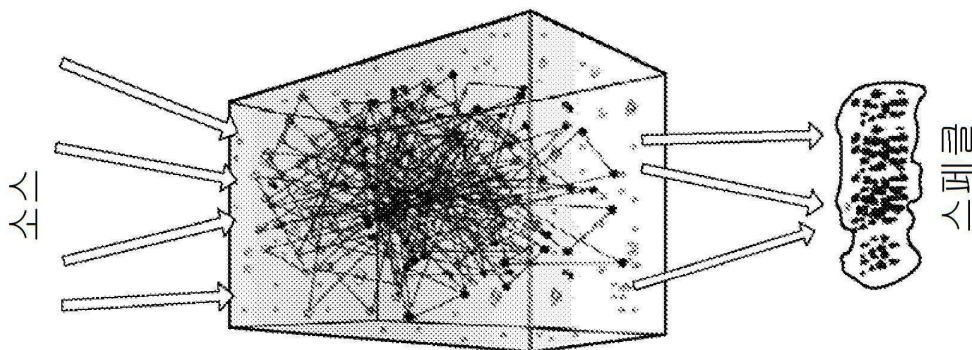
도면4f



도면5



도면6



도면7


	수준 1	수준 2	수준 3	수준 4	수준 5
스펙클 1	0.4742	0.4651	0.4781	0.4132	0.3982
스펙클 2	0.4892	0.4745	0.4622	0.4323	0.4120
스펙클 3	0.4782	0.4612	0.4209	0.4329	0.4293
스펙클 4	0.4901	0.4816	0.4778	0.4512	0.4377

도면8



	수준 1	수준 2	수준 3	수준 4	수준 5
인스턴스 1	0.4656	0.4793	0.4123	0.3128	0.1254
인스턴스 2	0.4755	0.4432	0.3754	0.2322	0.0994
인스턴스 3	0.4601	0.4212	0.2947	0.2102	0.0864
인스턴스 4	0.4777	0.4233	0.2942	0.1904	0.1023

도면9a

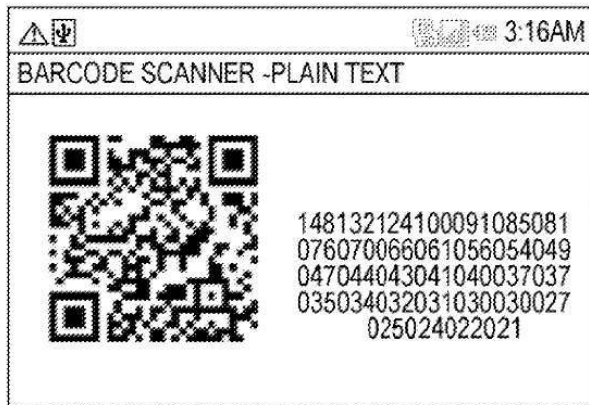
Captured image:



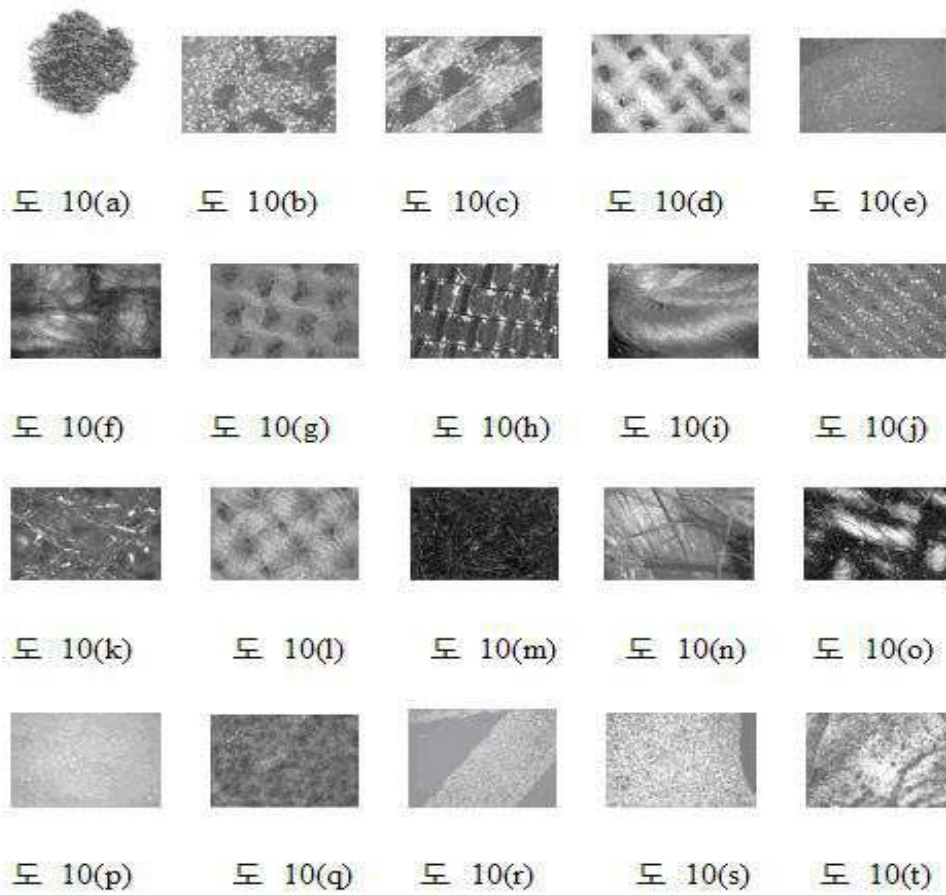
Code:
 1.48604931.32678781.2464551.00205670.91815690
 857710240.819829640.76998520.701166750.66253
 370.61931140.56784790.548402250.494962280.473
 384140.449577750.434376980.402614950.3786647
 30.371561830.359913

 Compute code	 Build barcode
--	---

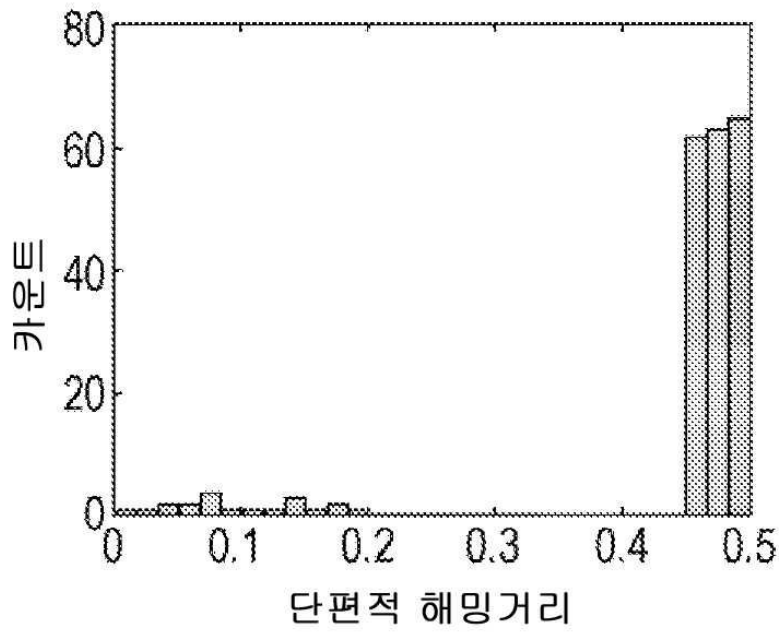
도면9b



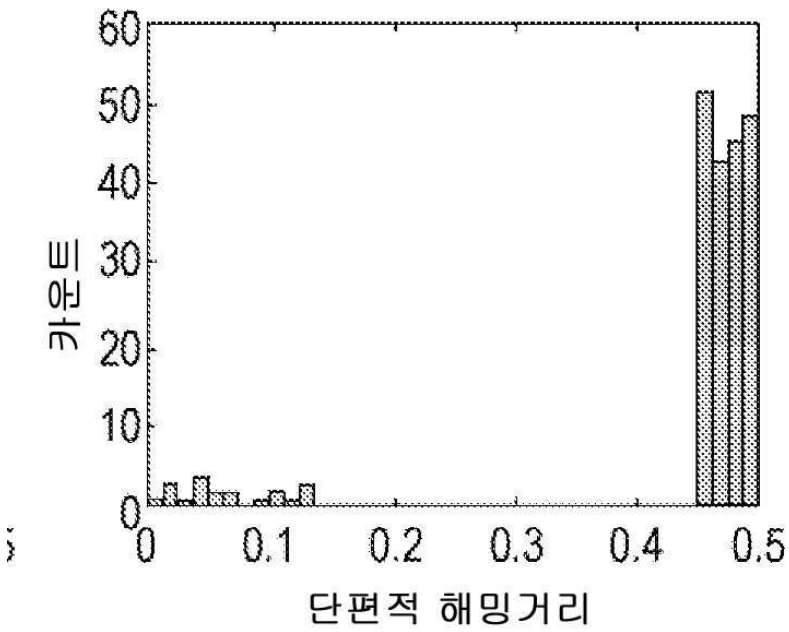
도면10



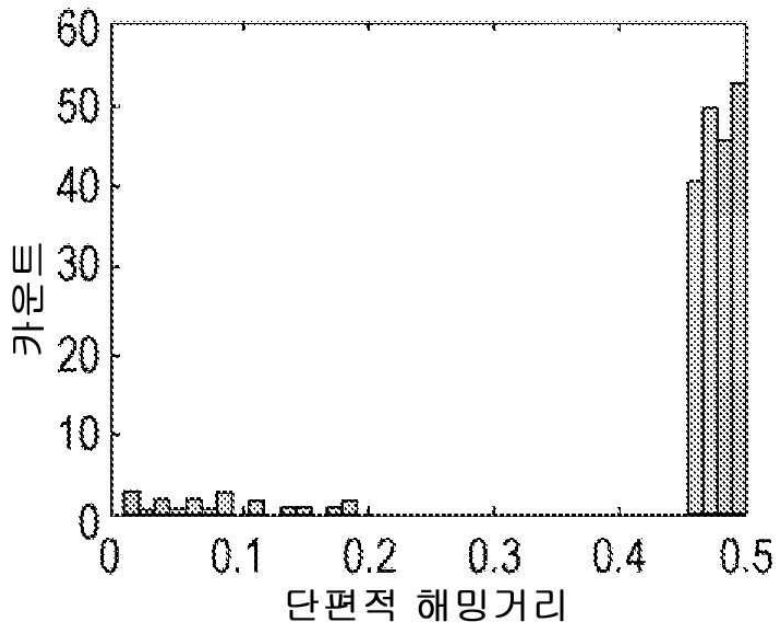
도면11a



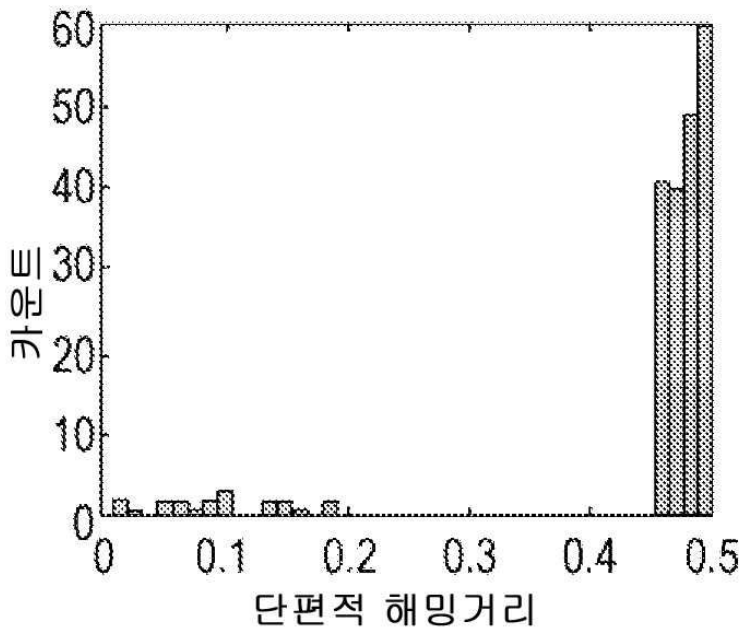
도면11b



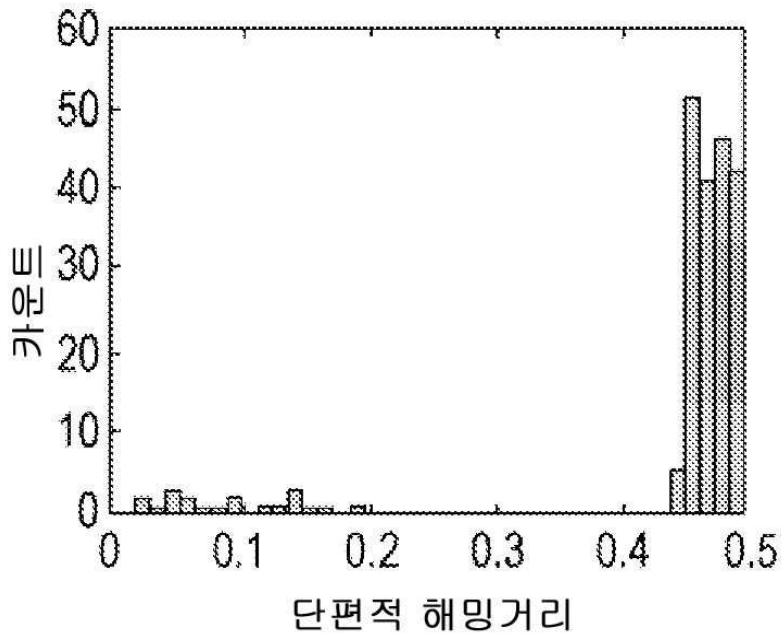
도면11c



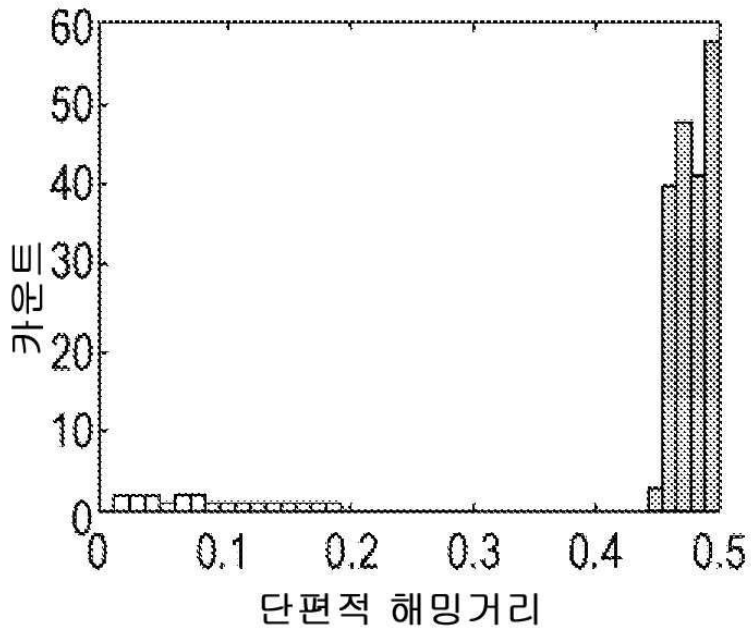
도면11d



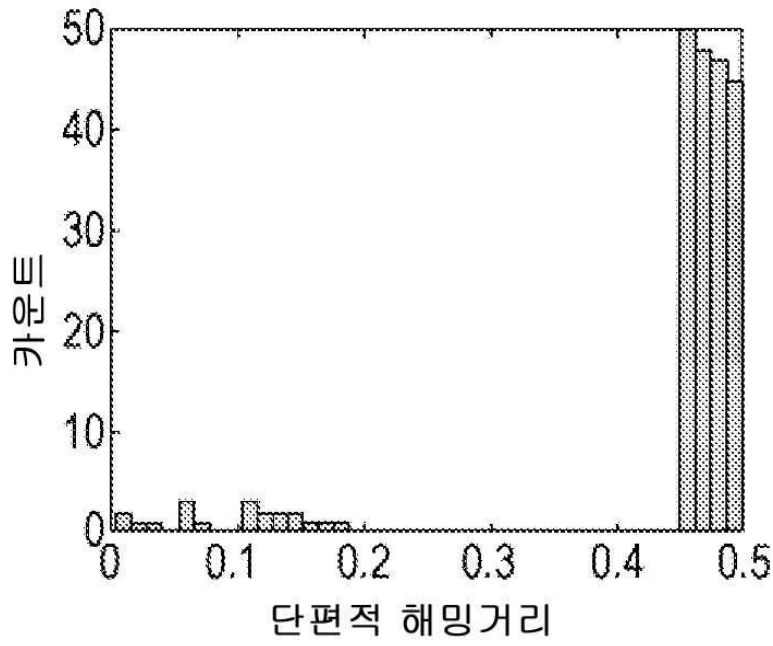
도면11e



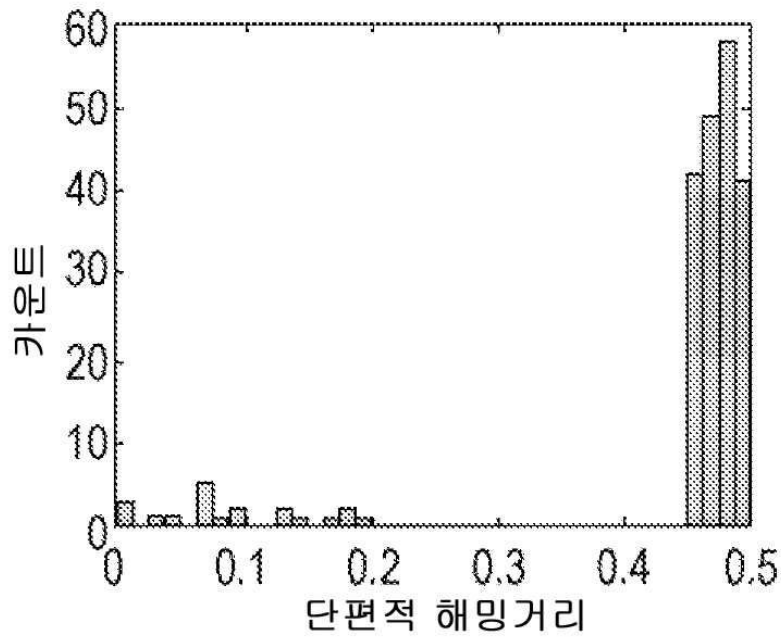
도면11f



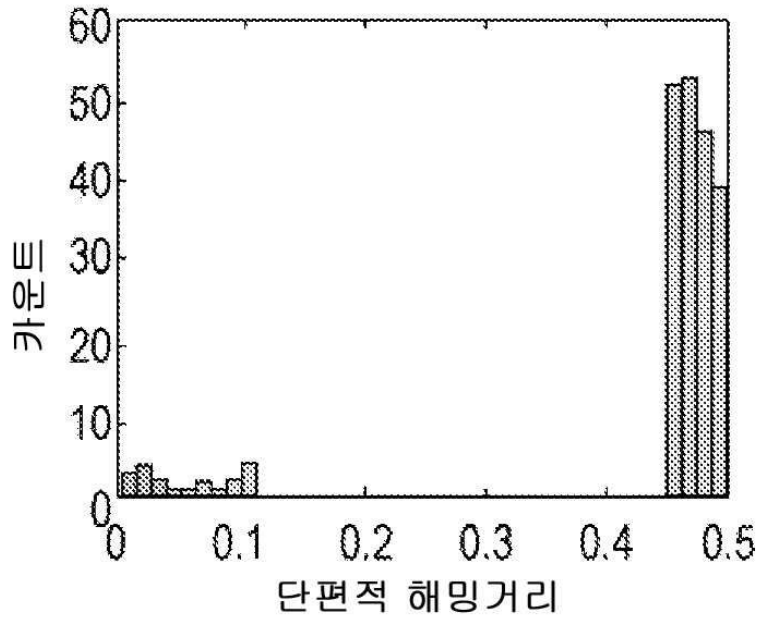
도면11g



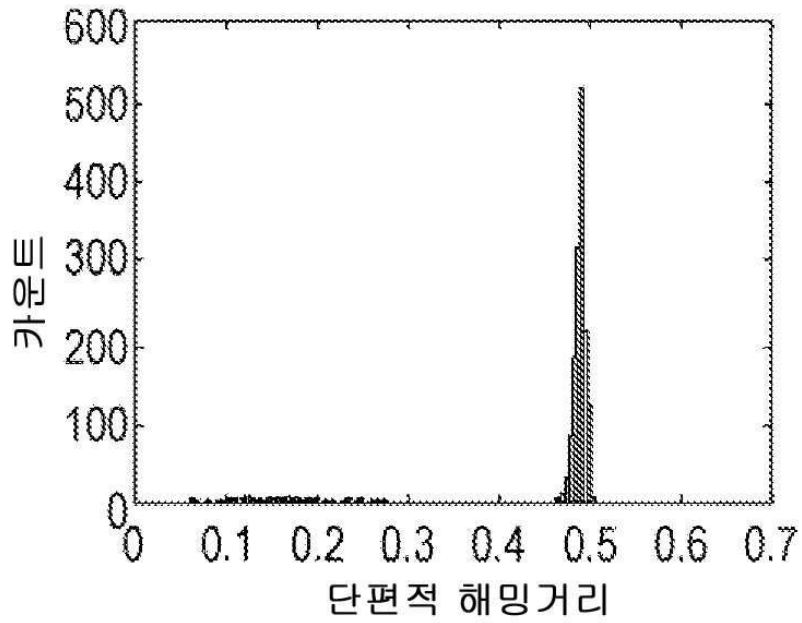
도면11h



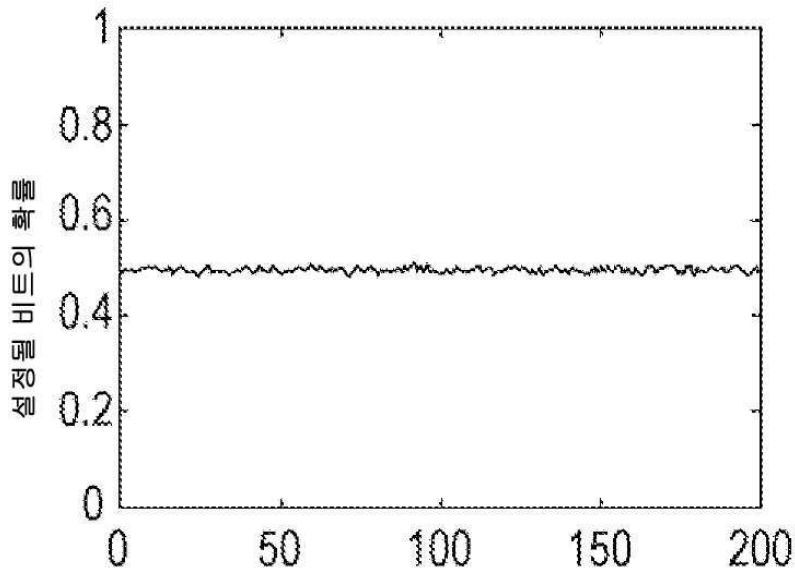
도면11i



도면11j

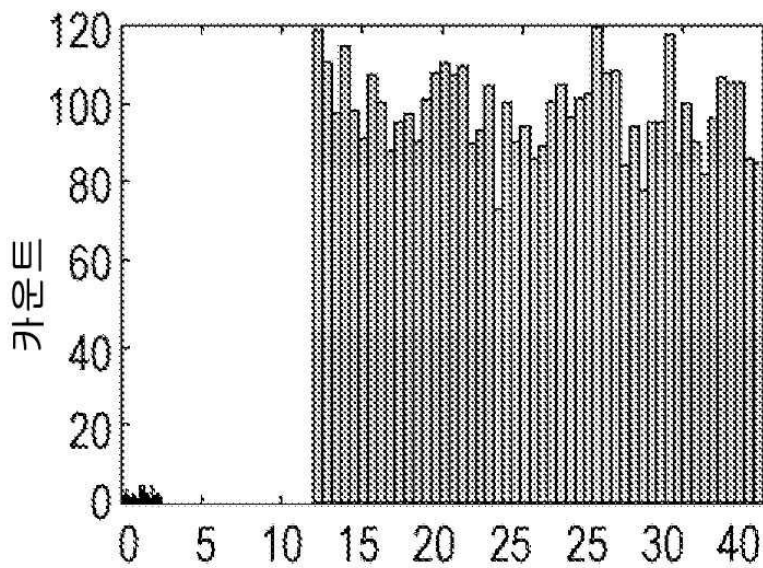


도면11k



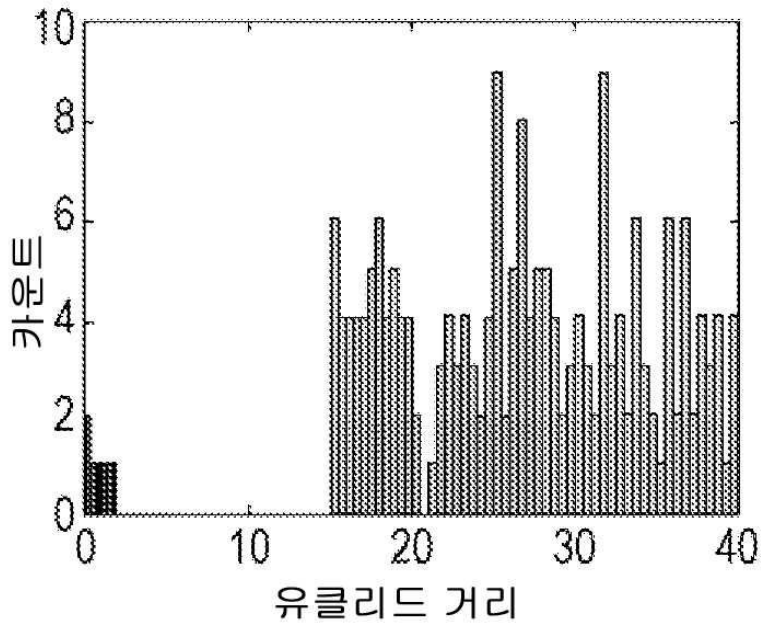
스펙클 이미지에서의 비트위치

도면11l

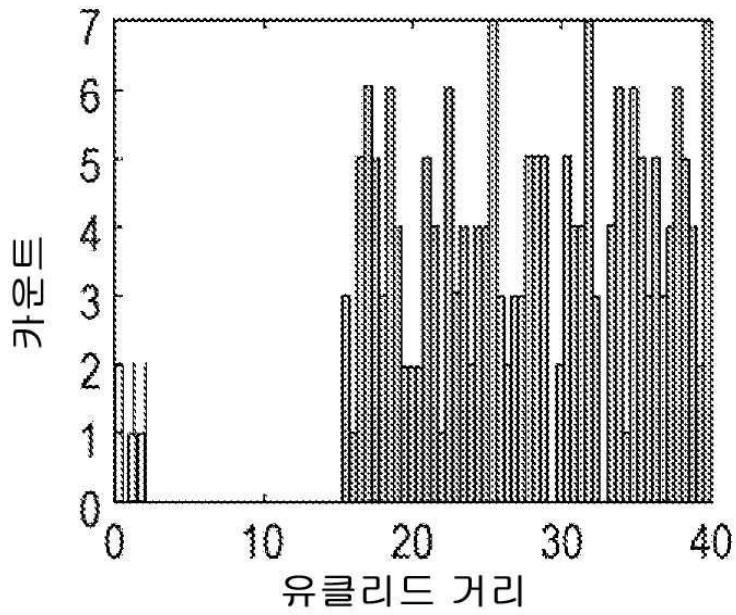


유클리드 거리

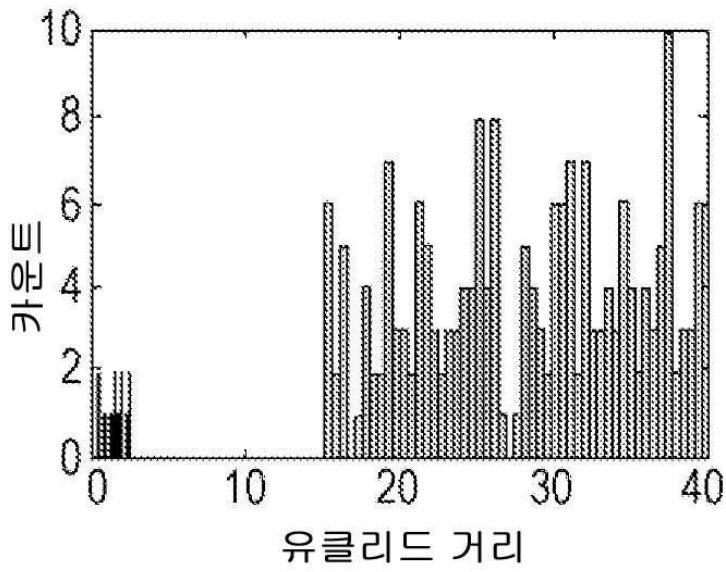
도면12a



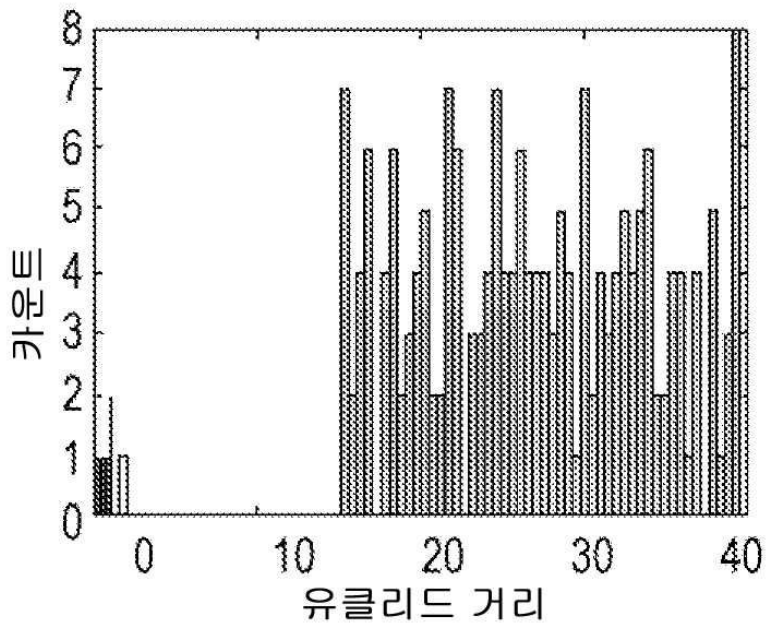
도면12b



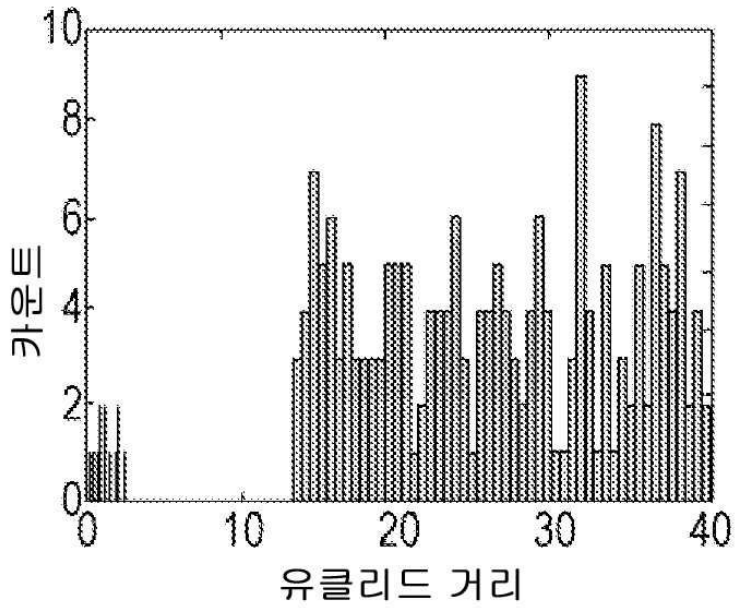
도면12c



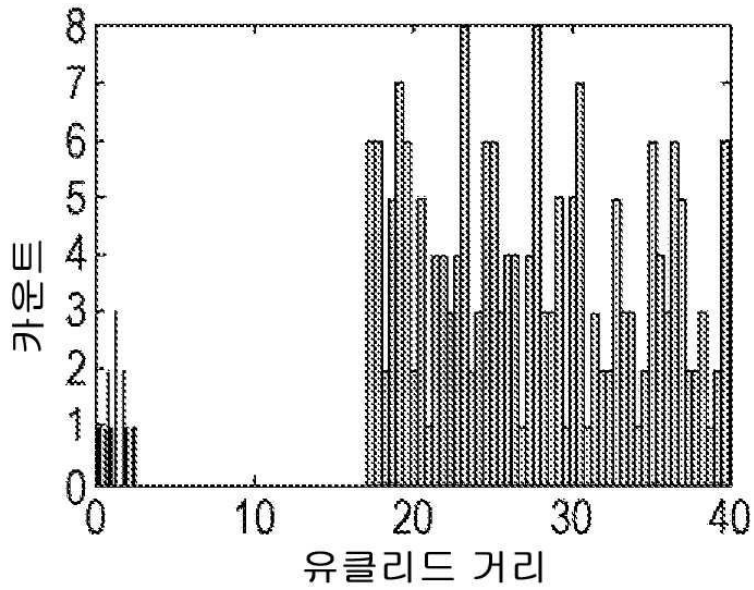
도면12d



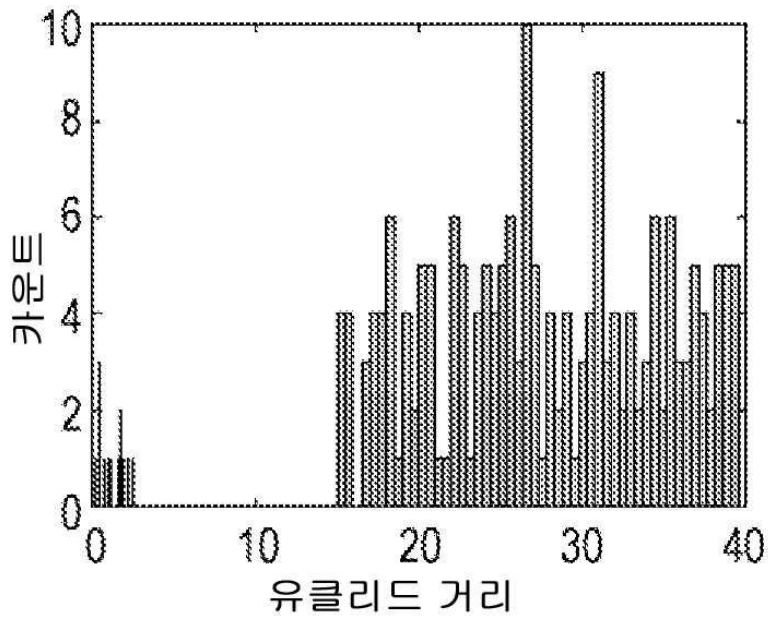
도면12e



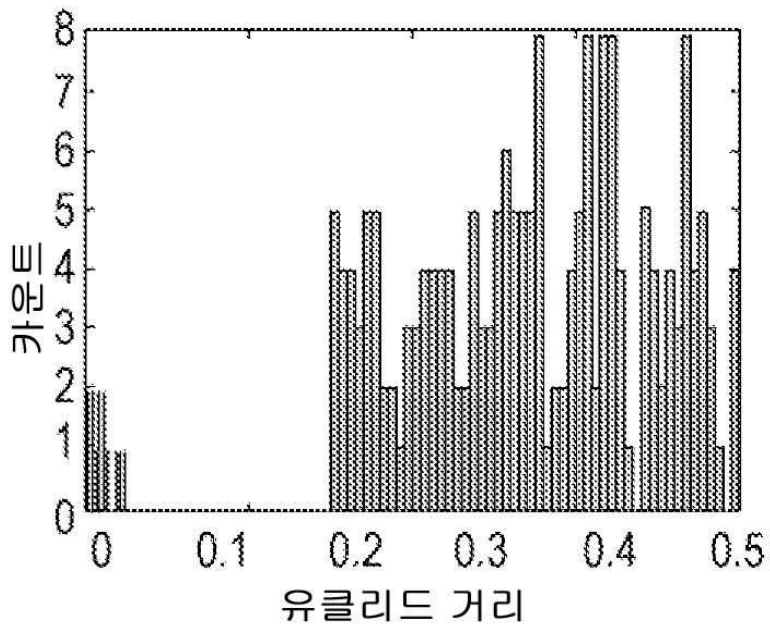
도면12f



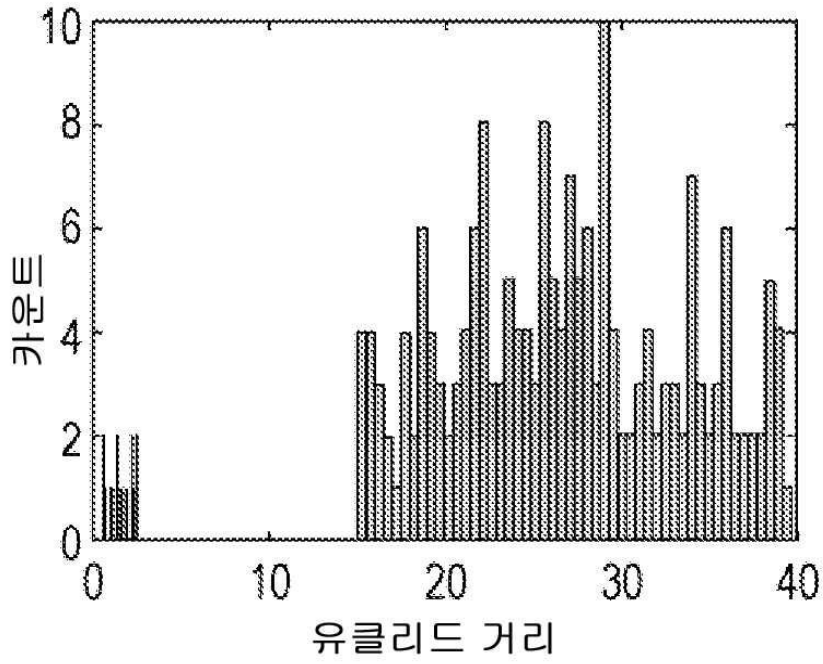
도면12g



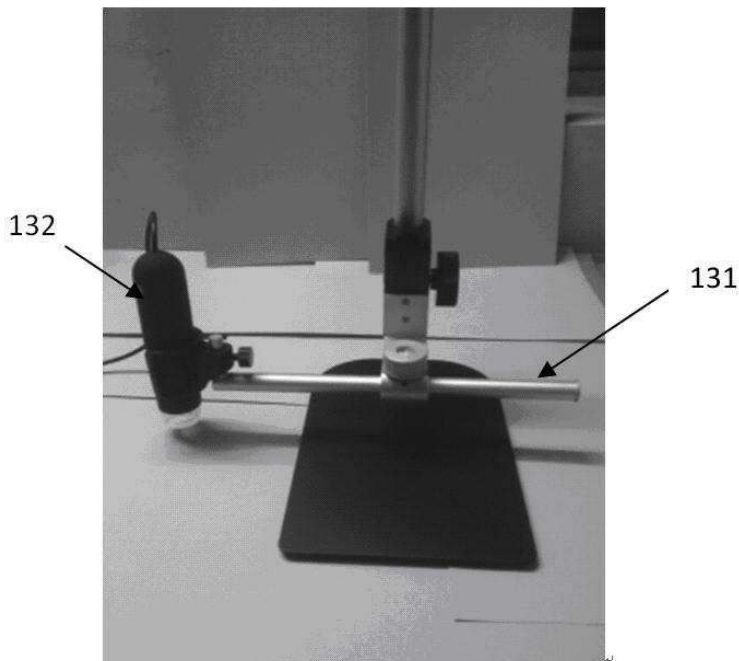
도면12h



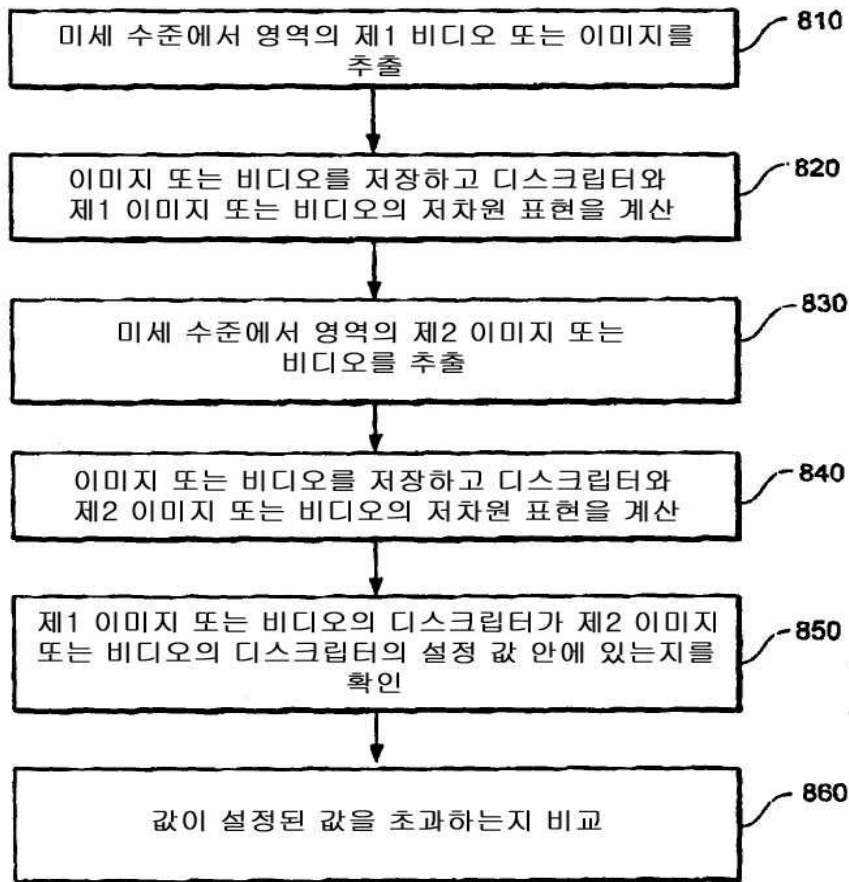
도면12i



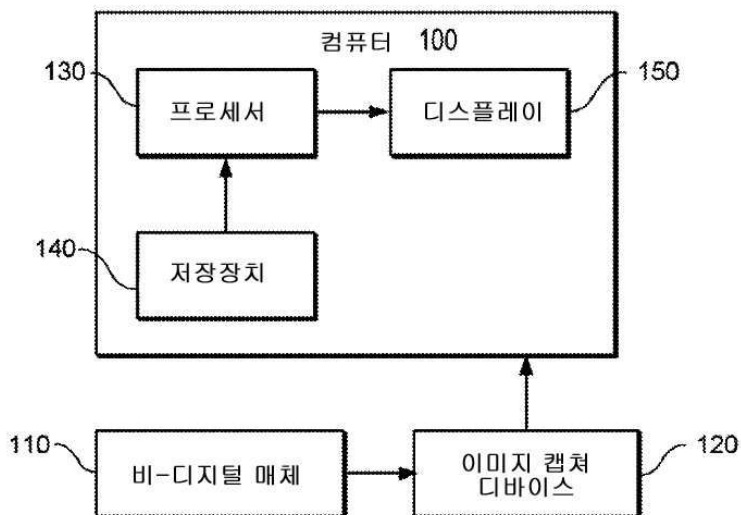
도면13



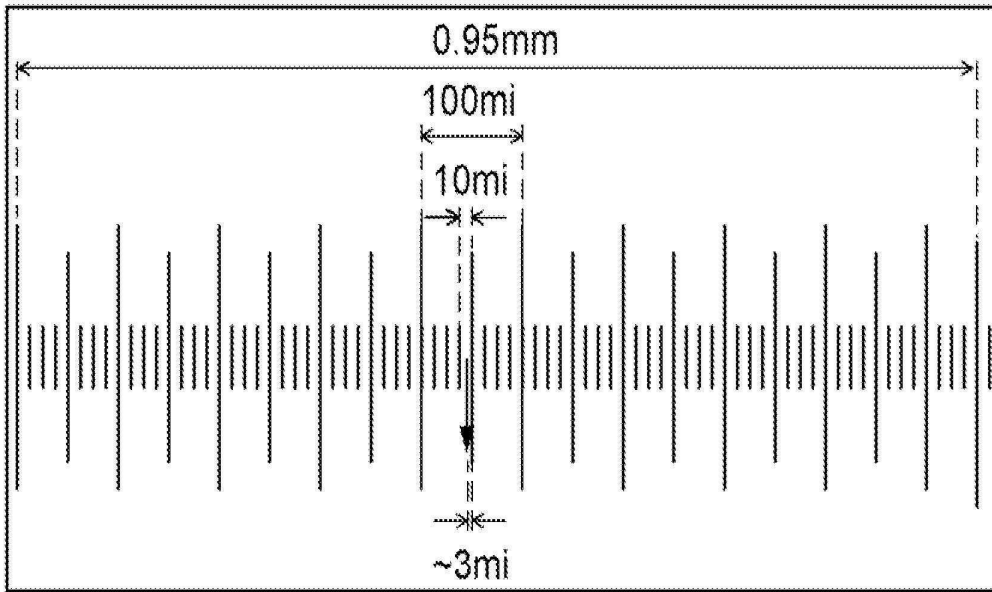
도면14



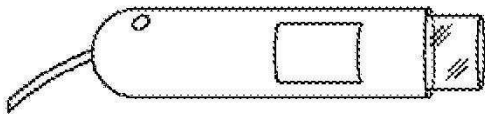
도면15



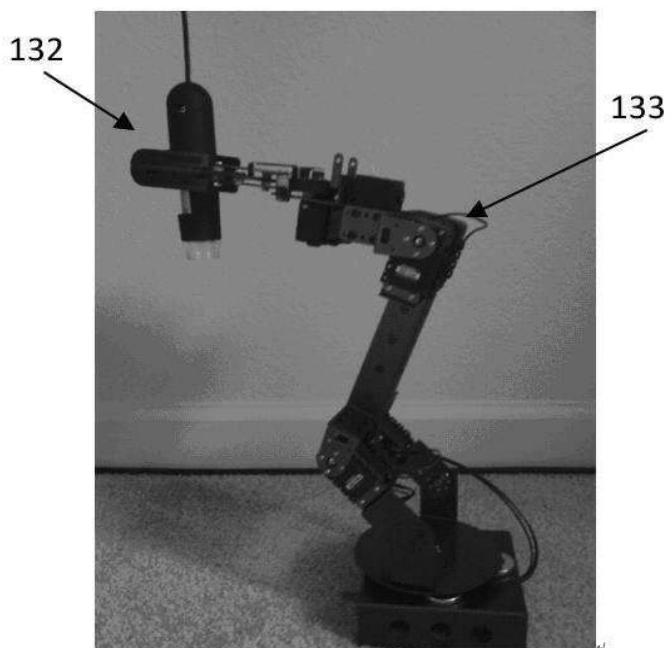
도면16



도면17



도면18



도면19

