



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0084904
(43) 공개일자 2018년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03H 1/08 (2006.01) G03H 1/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03H 1/0841 (2013.01)
G03H 1/2202 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7016790
(22) 출원일자(국제) 2016년11월16일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2018년06월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/062357
(87) 국제공개번호 WO 2017/087573
국제공개일자 2017년05월26일
(30) 우선권주장
62/255,744 2015년11월16일 미국(US)
15/352,226 2016년11월15일 미국(US)

(71) 출원인
오스텐도 테크놀로지스 인코포레이티드
미국 캘리포니아 92011 칼스배드 스위트 200 파
세오 델 노르트 6185
(72) 발명자
그라지오시 다닐로 브라코
미국 캘리포니아 92011 칼스배드 스위트 200 파세
오 델 노르트 6185
알파슬란 자히르 와이
미국 캘리포니아 92011 칼스배드 스위트 200 파세
오 델 노르트 6185
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인신성

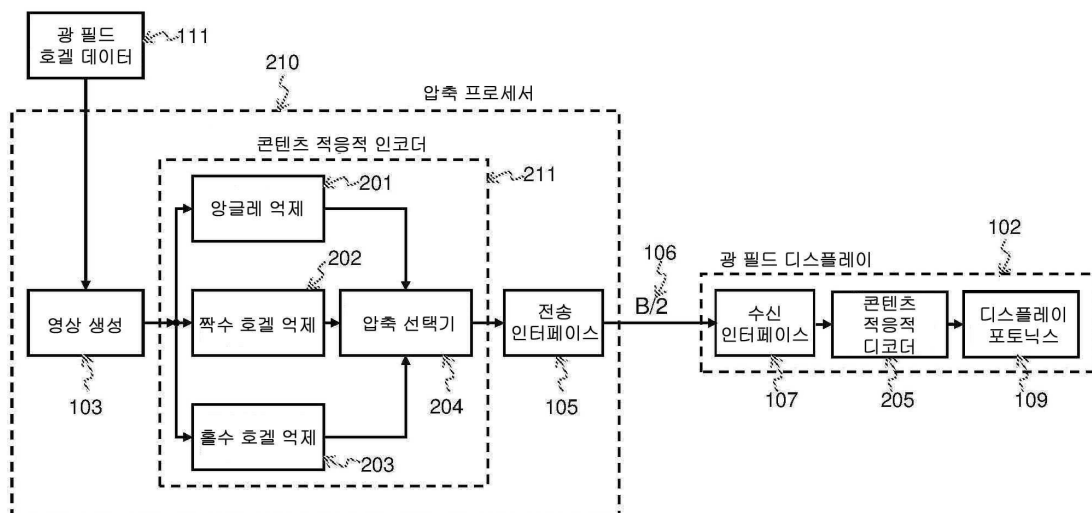
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 콘텐츠 적응적 광 필드 압축

(57) 요약

컴퓨터 메모리 제약 및 대기 시간이 중요한 애플리케이션을 위해 고 해상도 광 필드 디스플레이를 위한 압축 방법이 개시된다. 개시된 압축 알고리즘은 고정된 압축율과 간단한 디코딩 명령을 가진 원시 광 필드 정보를 압축하기 위하여 광 필드의 3D 구조를 이용한다. 압축된 고해상도 광 필드는 허용 가능한 품질을 가진 감소된 대역폭을 달성하며, 공통 인터페이스를 이용하여 전송될 수 있는 방식으로 패킹된다. 바람직한 실시 예에 있어서, 광 필드 정보 획득후 또는 렌더링 후에 후-프로세싱 단계로서 압축 알고리즘이 이용된다. 추가 바람직한 실시 예에 있어서, 압축 알고리즘이 획득 또는 렌더링 절차에 포함되어, 메모리 및 렌더링 프로세싱이 감소된다. 이들 및 추가적인 실시 예들은 직접 디스플레이를 위해 모든 정보가 요구되는 압축된 광 필드를 생성한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G03H 1/268 (2013.01)

H04N 19/103 (2015.01)

(72) 발명자

맥닐 데일 에이

미국 캘리포니아 92011 칼스배드 스위트 200 파세
오 텔 노르트 6185

엘-고루리 허쎄인 에스

미국 캘리포니아 92011 칼스배드 스위트 200 파세
오 텔 노르트 6185

명세서

청구범위

청구항 1

유선 또는 무선 전송 시스템에 의해 제한된 대역폭으로 압축된 고 해상도 광 필드 호겔 데이터(high-resolution light field hogel data)를 전송하기 위해 고화질 광 필드 호겔 데이터(hogh-definition light field hogel data)를 압축하는 방법으로서:

다수의 압축 방법 - 각 압축 방법은 각 압축 방법이 제공할 광 필드 재구성 품질을 나타내는 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭(light field hogel data dependent metric)을 가짐 -을 수립하고;

각 압축 방법마다, 압축될 고화질 광 필드 호겔 데이터에 대한 광 필드 호겔 데이터 의존형 메트릭의 값을 결정하고;

가장 양호한 광 필드 재구성 품질을 나타내는 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭을 산출하는 압축 방법을 선택하고;

선택된 압축 방법에 따라 고화질 광 필드 호겔 데이터를 압축하고;

압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터로 선택된 압축 방법을 나타내는 압축 모드와 디스패리티 값들을 패키징하는 고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

압축 방법들은 한 쌍의 인접 호겔들을 단일 호겔로 압축하는 고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

압축 방법들은

한 쌍의 인접 호겔보다 많은 쌍들을 단일 호겔로 압축하는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

고화질 광 필드 호겔 데이터는 호겔 앙글레 데이터(hogel anglet data)를 구비하며, 선택된 압축 방법에 따라 고화질 광 필드 호겔 데이터를 압축하는데 있어서 겹삼차(bicubic) 앙글레 간삽이 이용되는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

고화질 광 필드 호겔 데이터는 멀티컬러(multicolor) 고화질 광 필드 호겔 데이터를 구비하고, 고화질 광 필드 호겔 데이터는 멀티컬러 고화질 광 필드 호겔 데이터에 있어서의 각 컬러 또는 각 원색에 대한 고화질 광 필드 호겔 데이터이며, 고화질 광 필드 호겔 데이터를 압축하는 방법은 컬러 호겔 단위로 실행되는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

압축 모드들 중 하나(Mode_{ANGLET})는 동일 컬러의 인접 컬러 호겔들의 대응하는 앙글레들을 압축하는 방법인

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

하나의 컬러 호겔의 한 쌍의 인접 앙글레들과, 동일 컬러의 인접 컬러 호겔의 대응하는 쌍의 인접 앙글레들은, 인접 쌍의 컬러 호겔들 중 첫 번째의 하나의 컬러 앙글레를, 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터로서의 인접 쌍의 컬러 호겔들 중 두 번째의 대응하는 컬러 앙글레로 패킹함에 의해 압축되는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

압축 모드(Mode_{ANGLET})에 대한 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭은,

각 컬러 호겔에 대해,

a) 홀수 및 짝수 호겔들 - 홀수 및 짝수 호겔들은 인접 호겔들임 - 을 분리하고;

b) 홀수 및 짝수 호겔들의 각각에 있어서의 홀수 및 짝수 앙글레들 - 홀수 및 짝수 앙글레들은 각 호겔에 있어서의 인접 앙글레들이고, 각 앙글레는 세기를 가짐 - 에 대해,

1) 홀수 호겔의 짝수 앙글레의 세기와 홀수 호겔의 홀수 앙글레의 세기에 있어서의 절대 차를 결정하고,

2) 짝수 호겔의 짝수 앙글레의 세기와 짝수 호겔의 홀수 앙글레의 세기에 있어서의 절대 차를 결정하고,

3) 1)과 2)의 절대 차들을 합산함에 의해

계산되는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

압축 모드들 중 제 2 압축 모드와 제 3 압축 모드는 동일 컬러의 인접 컬러 호겔들을 압축하는 방법들이고,

동일 컬러의 인접 컬러 호겔들을 압축하는 방법에 대한 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭은,

각 컬러 호겔에 대해,

a) 홀수 및 짝수 호겔들 - 홀수 및 짝수 호겔들은 인접 호겔들임 - 을 분리하고;

b) 홀수 및 짝수 호겔들의 각각에 있어서의 홀수 및 짝수 앙글레들 - 홀수 및 짝수 앙글레들은 각 호겔에 있어서의 대응하는 인접 앙글레들이고, 각 앙글레는 세기를 가짐 - 에 대해,

1) 변위된 홀수 호겔 앙글레들의 세기와 짝수 호겔 앙글레들의 세기에 있어서의 절대 차를, 인접 컬러 호겔들을 압축하는 압축 모드($\text{Mode}_{\text{ODD HOGE}}L$)에 대한 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭($\text{SAD}_{\text{ODD HOGE}}L$)으로서 결정하고,

2) 변위된 짝수 호겔 앙글레들의 세기와 홀수 호겔 앙글레들의 세기에 있어서의 절대 차를, 인접 컬러 호겔들을 압축하는 압축 모드($\text{Mode}_{\text{EVEN HOGE}}L$)에 대한 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭($\text{SAD}_{\text{EVEN HOGE}}L$)으로서 결정하고,

3) 각 압축 모드에 대한 각각의 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭이 최소 값에 도달할 때까지, 변위량 또는 변위량들을 가변시킴으로써, 변위된 짝수 호겔 앙글레들과 변위된 홀수 호겔 앙글레들의 변위 또는 변위들의 각각을 추정함에 의해

계산되고,

$\text{SAD}_{\text{ODD HOGE}}L$ 로서 지칭되는 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭을 가진 압축 모드에 대해, 상기 패킹은 모드($\text{Mode}_{\text{ODD HOGE}}L$)와, 홀수 호겔의 앙글레들의 변위 또는 변위들과 동일한 디스패리티 또는 디스패리티들과, 홀수 호겔의 앙글레들의 세기의 패킹이고,

$\text{SAD}_{\text{EVEN HOGE}}L$ 로 지칭되는 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭을 가진 압축 모드에 대해, 상기 패킹은 모드($\text{Mode}_{\text{EVEN HOGE}}L$)와, 홀수 호겔의 앙글레들의 변위 또는 변위들과 동일한 디스패리티 또는 디스패리티들과, 짝수 호겔의 앙글레들의 세기의 패킹이며,

상기 방법은,

i) 패킹된 압축 모드, 디스패리티 값 또는 값들과, 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터의 패킹을 해제하고,

ii) 패킹 해제된 압축 모드가 $\text{Mode}_{\text{ANGLET}}$ 이면, 홀수 앙글레들을 복제하고,

iii) 패킹 해제된 압축 모드가 $\text{Mode}_{\text{EVEN HOGE}}L$ 이면, 변위된 짝수 호겔 앙글레들을 생성하고,

iv) 패킹 해제된 압축 모드가 $\text{Mode}_{\text{ODD HOGE}}L$ 이면, 변위된 홀수 호겔 앙글레들을 생성하고,

각 프레임이 끝날 때까지 ii) 내지 iv)를 반복함에 의해,

압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터를 디코딩하는 것을 추가로 구비하는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 10

제 5 항에 있어서,

압축 모드들 중 2개는 동일 컬러의 인접 컬러 호겔들을 압축하는 방법들인

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

동일 컬러의 인접 컬러 호겔들을 압축하는 방법에 대한 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭은,

각 컬러 호겔에 대해,

a) 홀수 및 짝수 호겔들 - 홀수 및 짝수 호겔들은 인접 호겔들임 - 을 분리하고;

b) 홀수 및 짝수 호겔들의 각각에 있어서의 홀수 및 짝수 앙글레들 - 홀수 및 짝수 앙글레들은 각 호겔에 있어서의 인접 앙글레들이고, 각 앙글레는 세기를 가짐 - 에 대해,

1) 변위된 홀수 호겔 앙글레들의 세기와 짝수 호겔 앙글레들의 세기에 있어서의 절대 차를, 인접 컬러 호겔들을 압축하는 압축 모드($\text{Mode}_{\text{ODD HOGEL}}$)에 대한 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭($\text{SAD}_{\text{ODD HOGEL}}$)으로서 결정하고,

2) 변위된 짝수 호겔 앙글레들의 세기와 홀수 호겔 앙글레들의 세기에 있어서의 절대 차를, 인접 컬러 호겔들을 압축하는 압축 모드($\text{Mode}_{\text{EVEN HOGEL}}$)에 대한 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭($\text{SAD}_{\text{EVEN HOGEL}}$)으로서 결정하고,

3) 각 압축 모드에 대한 각각의 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭이 최소 값에 도달할 때까지, 변위량 또는 변위량들을 가변시킴으로써, 변위된 짝수 호겔 앙글레들과 변위된 홀수 호겔 앙글레들의 변위 또는 변위들의 각각을 추정함에 의해,

계산되는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

$\text{SAD}_{\text{ODD HOGEL}}$ 로서 지칭되는 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭을 가진 압축 모드에 대해, 상기 패킹은 모드($\text{Mode}_{\text{ODD HOGEL}}$)와, 홀수 호겔의 앙글레의 변위 또는 변위들과 동일한 디스패리티 또는 디스패리티들과, 홀수 호겔의 앙글레의 세기의 패킹이고,

$\text{SAD}_{\text{EVEN HOGEL}}$ 로 지칭되는 고화질 광 필드 호겔 데이터 종속 메트릭에 대해, 상기 패킹은 모드($\text{Mode}_{\text{EVEN HOGEL}}$)와, 홀수 호겔의 앙글레들의 변위 또는 변위들과 동일한 디스패리티 또는 디스패리티들과, 짝수 호겔의 앙글레들의 세기의 패킹인

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 방법은 호겔의 세그먼트들에 적용되는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

고정된 디스패리티 값이 앙글레들의 블록에 적용되는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

a) 패킹된 압축 모드, 디스패리티 값들 및 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터를 패킹 해제하여, 패킹된 압축 모드, 디스패리티 값들 및 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터를 추출하고;

b) 다수의 재구성 방법들로부터 재구성 방법을 선택하기 위해 압축 모드를 이용하여 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터로부터 고화질 광 필드 호겔 데이터를 재구성함에 의해

압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터의 프레임을 디코딩하고 재구성하는 것을 더 구비하되,

각각의 재구성 방법은 다수의 압축 방법들의 각각의 압축 방법에 대응하는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

고화질 광 필드 호겔 데이터는 앙글레 데이터이고, 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터로부터의 고화질 광 필드 호겔 데이터의 재구성은 앙글레마다의 디스패리티 값(per anglet disparity values)을 이용하는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

가시성 테스트를 이용하여 재구성에 이용될 디스패리티 값과 압축될 호겔들을 선택하고;

청구항 1의 압축 방법을 이용하여 선택된 호겔들을 압축하고,

추가 전송을 위해 압축된 고화질 광 필드 호겔 데이터로 압축 모드 및 디스패리티 값들을 패키징하는 것을 더 구비하는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

장면에 있어서의 객체의 바운딩 박스(bounding box)를 추출하는 것을 더 구비하는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

선택되는 호겔은 바운딩 박스의 정렬 표면에 최선의 앙글레가 도달하는 한 쌍의 호겔들 중의 호겔인

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

바운딩 박스의 깊이 또는 압축된 호겔의 가장 전형적인 깊이 값으로부터 디스패리티 값을 계산하는 것을 더 구비하는

고화질 광 필드 호겔 데이터 압축 방법.

발명의 설명

기술분야

- [0001] 본 출원은 2015년 11월 16일자 출원된 미국 가특허출원번호 제62/255,744호의 우선권을 주장한다.
- [0002] 본 발명은 홀로그래피(holography), 집적 촬상(integral imaging), 스테레오스코피(stereoscopy), 다시점 촬상(multi-view imaging), 비디오 등과 같은 기술을 이용하는 초고해상도 3D 영상의 디스플레이를 위한 광 필드 전자 디스플레이에 의해 이용되는 광 필드 촬상 정보의 데이터 압축에 관한 것이다. 본 발명은 광 필드 디스플레이로의 촬상 정보의 데이터 전송 대역폭이 어려운 것으로 알려진 HDMI, Displayport, MIPI 등과 같은 공통의, 산업 표준 인터페이스를 가진 광 필드 디스플레이들에 대한 고유한 애플리케이션을 가진다.

배경기술

- [0003] 종래 기술의 광 필드에 있어서, 이웃하는 호젤들은 유사한 앵글레 데이터(anglet data)를 나타낸다. 호젤들은, Ref[29]에 설명된 바와 같이, 뷰어(viewer)에게 광 필드 디스플레이 픽셀들 위에 마이크로-렌즈 어레이의 단일 렌즈로서 구현될 수 있는 단일 포인트 소스로서 나타난다. 광 필드 프레임으로서 알려진, 재생된 3D 영상은 광 필드 디스플레이에 의해 생성된 완전한 호젤들의 세트에 구성된다. 광 필드 비디오는 광 필드 프레임들의 시간-시퀀스(time-sequence)로 구성된다. 전형적으로, 애플리케이션 프로세서는 카메라에 의해 획득된 실제 영상 및/또는 렌더링된 컴퓨터 생성 영상들과 같은 입력 광 필드 영상 데이터를 전치-프로세싱하고, 그 데이터를 광 필드 디스플레이들에게 전달한다. HDMI, Displayport, MIPI 등과 같은 현재 이용 가능한 공통 인터페이스를 가진 광 필드 디스플레이들과 애플리케이션 프로세서간의 필요한 대역폭을 제공하기 위하여, 입력 신호는 데이터 크기 제한으로 인해 실행 불가능하지 않는다면 크고 무거운 여러개의 인터페이스들에게 분할된다.
- [0004] 광 필드 디스플레이에 의해 이용되는 광 필드 영상 데이터의 대용량 볼륨에 대처하도록 전송된 데이터 압축이 채용된다. Magnor, M. 및 Girod, B. "Data Compression for Light-Field Rendering," IEEE Trans, on Circuits and Systems for Video Technology, 10(3), 338-343 (2000)와, Conti, C; Lino, J.; Nunes, P.; Soares, L.D.; Lobato Correia, P., "Spatial prediction based on self-similarity compensation for 3D holoscopic image and video coding," in Image Processing (ICIP), 2011 18th IEEE International Conference on , vol., no., pp. 961 -964, 11 -14 Sept. 2011 중 하나와 같은, 최근에 공개된 방법들은 종래 기술의 3D 비디오 코딩 표준들에 의해 채택된 방법(Ohm, J.-R., Overview of 3D video coding standardization," In International Conference on 3D Systems and Applications, Osaka, 2013)들과 유사한 예측, 변환 및 잔차 양자화의 통상적인 방식을 따른다. 이들 압축 방식들의 단점은, 그들이, 고해상도(및 높은 볼륨) 데이터의 압축시에 대용량으로 되고 실시간 디스플레이 애플리케이션의 경우 원치 않는 비디오 대기 시간(latency)을 필수적으로 도입하는 프레임 버퍼내의 입력 데이터를 프로세싱한다는 것이다.
- [0005] 광 필드 데이터 압축에 대한 또 다른 종래 기술의 해법은, 영상 생성 절차에 있어서 뷰(view)들을 "서브-샘플링"하고, 광 필드 디스플레이에서 직접 억제된 뷰들(suppressed views)을 재구성하는 것이다. 예를 들어, Yan, P.; Xianyuan, Y., "Integral image compression based on optical characteristic," Computer Vision, IET , vol. 5, no. 3, pp. 164, 168, May 2011 및 Yan Piao; Xiaoyuan Yan, "Sub-sampling elemental images for integral imaging compression," Audio Language and Image Processing (ICALIP), 2010 International Conference on, vol., no., pp. 1164, 1168, 23-25 Nov. 2010에 있어서, 광 필드는 디스플레이 시스템의 광학적 특성에 기초하여 서브-샘플링된다. 광 필드 샘플링에 대한 형식적인 방식은 Jin-Xiang Chai, Xin Tong, Shing-Chow Chan, and Heung-Yeung Shum. 2000에 설명되어 있다. 플레노틱 샘플링(plenoptic sampling)은, Proceedings of the 27th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH 04) 및 Gilliam, C; Dragotti, P.L.; Brookes, M., "Adaptive plenoptic sampling," Image Processing (ICIP), 2011 18th IEEE International Conference on , vol., no., pp. 2581 , 2584, 11 -14 Sept. 2011에 설명되어 있다. 이러한 종래 기술의 방법들이 비트 레이트에 있어서 상당한 감소를 제공하지만, 압축율은 바람직하지 않게 콘텐츠-의존성이 높다. 또한, 이 방법들은 매우 큰 프레임 버퍼, 부동점 로직 유닛들 및 여러 메모리 전달을 필요로 하는, 복잡한 뷰 합성 알고리즘(complicated view synthesis algorithm)(예를 들어, 저술 Graziosi et al, "Methods For Full Parallax Compressed Light Field 3D Imaging Systems", United States Provisional Patent Application No. 20150201 176 A1 , published 07/16/2015, "View Synthesis Reference Software (VSRS) 3.5," wgl1 .sc29.org, March 2010, C. Fehn, "3D-TV Using Depth-Image-Based Rendering (DIBR)," in Proceedings of Picture Coding Symposium, San Francisco, CA, USA, Dec. 2004, Mori Y, Fukushima N, Yendo T, Fujii T, Tanimoto M (2009) View generation with 3D warping

using depth information for FTV. Sig Processing: Image Commun 24(1-2):65-72 및 Tian D, Lai P, Lopez P, Gomila C (2009) View synthesis techniques for 3D video. In: Proceedings applications of digital image processing XXXII, Vol. 7443, pp 74430T-1 -11 참조)에 통상적으로 의존한다. 따라서, 서브 샘플링 해법은 상당한 디스플레이 디바이스 계산 리소스들을 필요로 한다(Bhaskaran, V. "65.1 : invited Paper: Image/Video Compression - A Display Centric Viewpoint," SID Symposium Digest of Technical Papers, vol. 39, no. 1 , 2008 참조).

[0006] 입체 비디오 디스플레이에 대해 일부 압축 방법들이 특정하게 구현되었다. 예를 들어, 좌측 및 우측 뷰들에 대한 프레임-호환 가능 인코딩 방법은 Vetro, A.; Wiegand, T.; Sullivan, G.J., "Overview of the Stereo and Multiview Video Coding Extensions of the H.264/MPEG-4 AVC Standard," in Proceedings of the IEEE, vol. 99, no. 4, pp. 626-642, April 2011 에 설명되어 있다. 이들 방법들은 2개의 연속하는 프레임들을 하나의 새로운 프레임으로 시간적으로 또는 공간적으로(수평적으로 또는 수직적으로) 번들링(bundling)함에 의해 비디오를 다운 샘플링함으로서 3D 입체 비디오를 인코딩한다. 예를 들어, 프레임-패킹(frame-packing)은 병렬 프레임 패킹(side-by-side frame packing)(2개의 프레임들이 수평적으로 다운 샘플링되고 서로 옆에 배열됨)과 상부-하부 프레임 패킹(top-bottom frame packing)(2개의 프레임들이 수직적으로 다운 샘플링되고 서로의 상부에 배열됨)을 포함한다. 2개의 프레임들을 하나로 번들링함에 의해, 레이트가 반으로 감소된다. 이 방식의 다른 장점은, 디코딩 방법이 입체 디스플레이에 직접 구현될 수 있는 매우 간단한 뷰 재구성이라는 점이다. 그러나, 이들 인코딩 방법들은, 영상 콘텐츠와 무관하게 동일 데이터 서브-샘플링을 수행함으로써, 최적의 영상 품질을 달성하지는 못한다.

[0007] Graziosi, D. B., Alpaslan, Z. Y. And El-Ghoroury, H. S., "Compression for full-parallax light field displays", Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, 9011 , (2014), Graziosi, D. B., Alpaslan, Z. Y. 및 El-Ghoroury, H. S., "Depth assisted compression of full parallax light fields", Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, 9011 , (2015)와, Graziosi et al, "Methods For Full Parallax Compressed Light Field 3D Imaging Systems", United States Patent Application Publication No. 2015/0201 176 A1에, 광 필드 압축에 대한 보다 입체적인 방법이 설명된다. 종래 기술의 압축 방법은 전체 광 필드 장면의 구성 요소 (composition)를 분석하고, 광 필드 디스플레이로의 전송을 위한 광 필드와 연관된 모든 호겔들로부터 호겔들의 세트를 선택하는데, 여기에서는 억제된 호겔들이 수신된 호겔들로부터 생성된다. 보다 높은 압축율을 달성하기 위하여, 종래 기술의 압축 방법들은 변환 및 엔트로피 인코딩을 채택한다. Graziosi, D. B., Alpaslan, Z. Y.과 El-Ghoroury, H. S., "Compression for full-parallax light field displays", Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, 9011, (2014), Graziosi, D. B., Alpaslan, Z. Y.과 El-Ghoroury, H. S., "Depth assisted compression of full parallax light fields", Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, 9011, (2015) 및 Graziosi et al, "Methods For Full Parallax Compressed Light Field 3D Imaging Systems", United States Patent Application Publication No. 2015/0201 176 A1은 장면의 구간적 분석(piece-wise analysis)을 실행하고, 변환 및 엔트로피 인코딩 단계를 생략함에 의해 요구된 디코딩 프로세싱을 감소시키는 개선된 압축 방법으로부터 이득을 본다. 디코딩 시간과 프로세싱에 있어서의 감소는 바람직하게 보다 적은 메모리 풋프린트(footprint) 및 감소된 대기 시간으로 결과하며, 이는 공통으로 이용 가능한 프로세서 및 메모리를 이용하는 디스플레이 인터페이스에 이상적이다.

[0008] 종래 기술에 알려진 바와 같이, 소스 영상 데이터를 수신하기 위해 다수의 인터페이스의 이용을 요구하는 초고 해상도 디스플레이가 있다. Alpaslan, Z. Y., El-Ghoroury, H. S., "Small form factor full parallax tiled light field display," in SPIE Conference on Stereoscopic Displays and Applications XXVI, 2015에, 다수의 작은 픽셀-피치 디바이스들을 타일링함에 의해 형성된 고해상도 광 필드 디스플레이(U.S. Patent Nos. 7,623,560, 7,767,479, 7,829,902, 8,049,231 , 8,243,770 및 8,567,960)가 설명되어 있다. 여기에서 설명된 광 필드 디스플레이는 공통으로 이용되는 개별적인 디스플레이 인터페이스들의 대역폭 제한을 보상하기 위해 다수의 입력 인터페이스들을 포함한다. 높은 대역폭 인터페이스의 부족은 압축 알고리즘의 후속적인 개발 동기를 유발하였다. 도 1의 종래 기술에 있어서, 애플리케이션 프로세서(101)는 광 필드 디스플레이(102)로의 전달을 위해 광 필드(호겔) 데이터를 프로세싱하고 포맷한다. 영상 생성(103)은 하나 이상의 광 필드 카메라에 의해 획득된 광 필드(호겔) 데이터(111)를 디지털화하고, 요구된 임의 컴퓨터 생성된 장면을 렌더링한다. 인코더(104)는 유선 또는 무선 전송을 위해 데이터 전송(TX) 인터페이스(105)의 대역폭 제한에 맞는 크기로 입력 영상을 압축한다. 애플리케이션 프로세서(101)와 광 필드 디스플레이(102)간의 링크(106)는 요구된 링크 대역폭을 식별하는 수 B를 나타낸다. 광 필드 디스플레이(102)에서, 수신기 인터페이스(107)에 의해 수신된, 압축된 데이터는 압축된 앵글레의 재구성을 위해 디코더(108)로 전달된다. 재구성된 광 필드 영상은 디스플레이 포토닉스

(photonics, 109)에 의해 변조된다.

[0009] VESA(Video Electronics Standard Association) 디스플레이 스트림 압축(Display Stream Compression: DSC) 알고리즘은 고해상도 디스플레이로 전송되는 원시 비디오 데이터의 압축을 위한 제안된 표준이다. VESA DSC 인코더는 시각적으로 충실하다. 즉, 압축에 의해 도입된 아티팩트가 뷰어에 의해 거의 인지되지 않는다. VESA DSC 알고리즘은 매우 간단한 엔트로피 인코딩 방법들과 혼합된, 정교한 예측 기술을 이용하며, 디스플레이 인터페이스를 염두에 두고 고안되었다. 따라서, 그것은 라인 단위에 기초하여 그의 프로세싱 모드를 실행하고, 공통 디스플레이 인터페이스의 제한된 대역폭 아래로 비트레이트를 유지하도록 매우 정밀한 레이트 제어 절차를 가진다. 그러나, VESA DSC 알고리즘은 통상적인 비디오 압축 방법들에 이용되는 블록 코딩 구조 방식을 이용하지 않으며, 광 필드에 존재하는 상관성이 높은 영상 구조를 이용하지도 않는데, 이 둘은 상당한 압축 이득을 제공할 수 있다.

[0010] 광선이 전파됨에 따라 그 광선의 세기가 인지적으로 변경되지 않는 애플리케이션에 있어서, 광 필드는 2개의 평행 평면을 이용하여 또는 등가적으로 4개의 변수를 이용하여 파라메타화될 수 있다(Levoy, M. and Hanrahan, P., "Light Field Rendering," Proceedings of the 23rd annual conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 96). 이 파라메타화는 광선 간섭을 이용하여 광 필드를 포착하고 광 필드의 신규한 뷰 포인트를 재구성하도록, Levoy, M. and Hanrahan, P., "Light Field Rendering," Proceedings of the 23rd annual conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 96에 이용되었다. 높은 품질 및 실감있는 결과를 가진 재구성 뷰들을 획득하기 위하여, 변수들의 오버 샘플링(oversampling)이 요구되었다. 이것은 포착 및 전송 절차에 높은 부담을 부과하며, 그에 따라 거대한 량의 데이터를 생성 및 전송해야만 한다. VESA DSC와 같은 압축 방법의 이용은 전송 인터페이스에 대한 데이터 요건을 감소시킬 수 있다. 그럼에도, 이 절차는 아직도 디스플레이 디바이스에서의 계산 리소스를 증가시키는 예측 및 엔트로피 코딩에 기초한다. 또한, 그 절차는 호젤들간의 상관도가 높은 광 필드 영상들의 구조를 이용하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 상술한 종래 기술은 완전 시차 광 필드 디스플레이의 실질적인 구현을 위해 요구되는 높은 품질, 낮은 계산적 부하의 고 해상도 광 필드 전송 방법을 도모하지 못하고 있다. 호젤들간의 상관을 고려하고 종래 기술의 압축 방법과 연관된 계산적 부하 및 대기 시간을 피할 수 있는 압축 방법이 필요하다.

도면의 간단한 설명

[0012] 이하의 설명에 있어서, 유사 도면 참조 번호는 다른 도면에서도 유사한 소자에 대해 이용된다. 예시적인 실시예의 이해를 돕기 위하여 상세한 구성 및 소자와 같은 설명에 정의된 것들이 제공된다. 그러나, 본 발명은 이들 특정하게 정의된 것들 없이도 실시될 수 있다. 또한, 잘 알려진 기능 및 구성은 세부적으로 설명하지 않을 것인데, 이는 그것들이 불필요한 세부 사항으로 본 발명을 모호하게 하기 때문이다. 본 발명을 이해하고 그것이 실제로 실행되는 방법을 알기 위하여, 약간의 실시 예들이 첨부 도면을 참조하여 비 제한적 예시로서 설명될 것이다.

도 1은 고해상도 디스플레이를 위한 광 필드 압축의 종래 기술의 전반적인 블록도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예의 블록도로서, 고해상도 광 필드 디스플레이 상호 접속을 위한 개시된 압축 방법에 대한 세부 사항을 제시한다.

도 3은 본 발명의 앙글레 억제 방법(anglet suppression method)의 실시 예를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 짝수 호젤 억제의 실시 예를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 압축 선택 방법을 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 콘텐츠 적응적 압축 해제 실시 예를 도시한 도면이다.

도 7은 예시적인 호젤 재구성을 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 압축된 렌더링 방법의 블록도이다.

도 9는 본 발명의 가시성 테스트 방법에 대한 결과를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 가시성 테스트 방법으로부터 획득한 호겔들의 선택의 추가적인 예시를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] "광 필드"는 방향, 크기, 주파수 및 위상을 포함하는 공간에 있어서의 모든 포인트를 통해 모든 방향으로 흐르는 광량을 완벽하게 설명하는 벡터 함수이다. 특히, 3D 객체로 구성된 장면으로부터 방출된 광선의 집합이 광 필드인 것으로 간주된다. 변조된 컬러, 세기 및 방향을 가진 광을 방출함에 의해, 광 필드 디스플레이는 안경 필요없이 및 감소된 VAC(Vergence Accommodation Conflict)를 가진 3D 객체를 디스플레이하도록 장면들의 광 필드를 재생할 수 있다.
- [0014] 3D 영상을 재생하기 위하여, 광 필드 디스플레이는 충분한 개수의 픽셀들을 포함하는데, 각 픽셀들은, "앙글레"로서 지정되고 지칭되는, 고유 방향으로의 광 필드 뷰의 컬러 및 세기를 변조하는 시준된 광 번들(light bundle)을 생성한다. 홀로그램 소자 또는 "호겔"은 디스플레이에 의해 재생성 가능한 모든 뷰잉 방향으로 포인팅하는 이웃하는 앙글레들의 그룹으로 구성된다. 3가지 유형의 변조, 즉, 컬러 원색을 혼합함에 의한 변조 컬러, 픽셀들의 구동 시간 또는 구동 전류를 조정함에 의한 세기의 변조 및 픽셀 위치에 기반한 방향의 변조가 있다. 전형적으로, 디스플레이들은 삼원색(적색, 녹색 및 청색)을 가지지만, 일부 디스플레이들은 3원색보다 많거나 적게 가질 수 있다. 컬러를 포함하는 광 필드의 경우, 각 호겔들은, 각각이 광 필드의 특정 컬러 또는 원색에 대한 호겔인, 다수의 호겔인 것으로 간주될 수 있다.
- [0015] 본 발명은 상수 비트-레이트 코딩과 결합된 직접적인 압축 이득을 달성하는 콘텐츠-기반 광 필드 코딩 방법(content-aware light field coding method)을 개시한다. 특히, 본 발명은 고정된 압축율을 달성하도록 광 필드 정보의 구분적 추림(piece-wise decimation)에 대한 동적 결정을 하기 위한 광 필드 장면들의 콘텐츠를 이용한다. 이러한 고정된 레이트의 압축 방식에서는 최소 대기 시간을 가진 간단한 인코딩 및 디코딩을 제공함으로써, 공통으로 이용할 수 있는 인터페이스 및 프로세서의 이용이 가능하게 된다. 그 압축 방법은, 억제된 데이터가 메모리 저장되지 않도록 하는 획득 절차와, 억제된 데이터가 렌더링되지 않도록 하는 렌더링 절차 모두에 포함될 수 있다. 그 압축 방법은 획득 및 렌더링 모두에 포함될 수 있으며, 또는 그것은 그들 중 어느 하나내에 포함될 수 있다. 둘 모두에 포함되면, 압축량이 증가될 수 있다. 따라서, 메모리 및 렌더링 프로세싱 요건들이 크게 줄어든다.
- [0016] 개시된 광 필드 압축 방법은 공통 인터페이스를 이용하는 여러 광 필드 촬상 시스템에 대한 고 해상도 완전 시차 광 필드를 전송할 수 있게 함으로써, 종래 기술의 광 필드 디바이스 및 방법들의 기능들을 확장시킨다. 본 발명의 추가적인 목적과 장점은 첨부된 도면을 참조하여 진행하는 바람직한 실시 예의 이하의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.
- [0017] 개시된 발명은 다른 방식들로 획득되었던 광 필드에 쉽게 적용될 수 있다. 예를 들어, 광 필드는 균일 그리드상에 배열된 2D 카메라들의 어레이를 이용하여 획득될 수 있다. 이러한 형태의 카메라 어레이 배열은 참조 [32]에 설명된 바와 같이, 영상 센서 전면에 마이크로렌즈 어레이를 배치함에 의해 모방될 수 있으며, 또는 상업적 광 필드 카메라에 구현될 수 있다. 그러한 어레이의 카메라들은 단지 수평 및 수직 변위만을 가진 뷰잉 방향에 수직인 평면에 배열되거나 Light란 회사가 제안한 L16 카메라와 같이 비 균일 배열로 배치될 수 있다. 비 균일 카메라 배열이 이용될 수 있지만, 이것은 보다 복잡한 뷰 프로젝션으로 결과한다. 균일 그리드의 장점은, 호겔로부터의 앙글레들이 단지 수평 및 수직 시프트에 의해서만 서로 관련됨으로써, 호겔 재구성을 위한 관련된 프로세서 부하를 감소시킨다는 것이다.
- [0018] 광 필드를 디스플레이하기 위하여, 관련된 디스플레이 장치는 광선의 방향성 변조를 위해 픽셀 그리드의 상부상의 마이크로렌즈를 빈번하게 이용한다. 마이크로렌즈 어레이는 바람직하게 픽셀 그리드를 균일하게 배열된 동일 호겔에 대응하는 균일한 사각 영역으로 분할한다. 디스플레이의 마이크로렌즈 어레이와 동일한 광학적 성질을 가진 카메라 어레이로 입력 신호가 획득되지 않으면, 광 필드 데이터 재포맷이 요구된다.
- [0019] 본 발명은 콘텐츠 적응적 인코딩 및 장면 분석 기반 광 필드 서브 샘플링 방법들을 조합한다. 장면 콘텐츠와 무관하게, 결과적인 다운 샘플링된 광 필드는 고정된 압축율을 달성한다. 본 발명의 설명된 실시 예에 있어서, 인접하는 호겔들의 쌍들이 단일 호겔의 크기로 압축되도록 광 필드를 재 배열함에 의해 고정된 2:1 압축이 달성된다. 유사하게, 2×2 호겔들, 4×1 호겔들 또는 1×4 호겔들을 단일 호겔의 크기로 조합함으로써, 본 명세서에 안출된 방법들의 자연적 확장에 의해 고정된 4:1 압축이 달성된다. 호겔들의 보다 높은 조합은 본 발명의 범주 내에 있는 것으로 고려되며, 그에 비례하여 보다 높은 압축율로 결과한다. 명확성을 위해, 도 2 내지 도 10에는

본 발명의 예시적인 2:1 압축이 도시되며, 본 명세서의 끝에 설명된 것을 제외하고 본 발명의 의해 지원되고 인에이블되는 보다 높은 압축은 도시하지 않았지만, 보다 높은 압축율은 명백히 본 발명의 범주내인 것으로 간주된다.

[0020] 간단한 프레임 호환 가능 인코딩과 본 발명의 방법간의 구별은, 전자는 단지 픽셀 서브 샘플링만을 이용하는 반면, 본 발명의 방법은 3개의 서로 다른 서브 샘플링 방법들간의 광 필드의 콘텐츠에 따라 프레임 단위에 기초한 동적 결정을 포함한다. 따라서, 본 발명은 고정된 압축율을 유지하면서 콘텐츠에 대해 동적으로 적응적인 압축과 간단한 디코딩 방법을 제공한다.

[0021] 도 2에는 예시적인 2:1 압축에 대한 본 발명의 인코더(104)의 구조가 도시된다. 인코더(104)는 3개의 개별적인 압축 방법, 즉, 지정된 앙글레 억제(201), 짝수 호겔 억제(202) 및 홀수 호겔 억제(203)를 채용한다. 압축 선택기(204)는 전송 인터페이스(105)에 어느 데이터를 전송할지를 선택하기 위하여 그들과 관련된 충실도 메트릭들의 최소를 이용한다. 광 필드 디스플레이(102)에서, 수신 인터페이스(107)에 의해 수신된 데이터는 억제된 앙글레의 재구성을 위해 콘텐츠 적응적 디코더(205)에 의해 프로세싱된다. 재구성된 앙글레는 전송된 앙글레들과 함께 디스플레이 포토닉스(109)에 대한 고해상도 광 필드 영상을 생성한다. 예를 들어, 2:1 압축의 경우, 압축 방법은 요구된 링크(106) 대역폭(B)을 1/2 만큼, 즉, B/2로 감소시킨다. 보다 높은 압축율이 구현되면, 대역폭(B)은 그에 비례하여 감소된다. 즉, N:1 압축은 대역폭을 B/N으로 감소시킨다.

[0022] 도 3에는 앙글레 억제(201)를 도시한 블록도이다. 영상 생성(103)은 입력을 인접 호겔들의 쌍들로 변환하고, 이들 호겔들은 2개의 데이터 버퍼내에 저장한다. 카메라가 픽셀 그리드를 균일한 사각형 영역으로 분할한다고 가정할 때, 광 필드 프레임에 있어서의 각 인접 호겔들의 쌍은, 체커보드(checkerboard) 레이아웃 패턴과 유사하게 하나가 홀수 호겔(310)이고 다른 하나가 짝수 호겔(320)임을 특징으로 하지만, 이것이 본 발명을 제한하는 것은 아니다. 앙글레 압축 방법은, 바람직하게, 각 호겔이 단지 한 쌍의 부재라는 제약, 즉, 단지 1회 포함된다라는 제약을 받는 인접 호겔들의 쌍들로서 광 필드 프레임 호겔들을 프로세싱한다. 유사하게 모든 광 필드 프레임 호겔에 있어서의 인접 앙글레들의 모든 쌍들은, 호겔 배열의 체커보드 레이아웃 패턴과 유사한 방식으로, 하나가 홀수 앙글레이고 다른 하나가 짝수 앙글레임을 특징으로 한다. 각 호겔 쌍의 앙글레들은 홀수 호겔들의 모든 홀수 앙글레들(311), 홀수 호겔들의 모든 짝수 앙글레들(312), 짝수 호겔들의 모든 짝수 앙글레들(322) 및 짝수 호겔들의 모든 홀수 앙글레들을 위한 4개의 데이터 버퍼내에 소팅된다. 홀수 호겔들과 짝수 호겔들의 홀수 앙글레(311, 321)는 광 필드 디스플레이(102)로 전송되도록 선택되고, 함께 데이터 버퍼(330)내로 패킹된다(302)(홀수 앙글레들의 선택은 임의적이며, 짝수 앙글레들은 사용자에게 의해 선택될 수 있다) 충실도 메트릭 $SAD_{\text{ANGLT}}(325)$ 은 (1) 홀수 호겔 홀수 앙글레(311)의 세기와, 대응하는 홀수 호겔 짝수 앙글레(312)의 세기들의 절대 차와, (2) 짝수 호겔 짝수 앙글레(322)의 세기와, 대응하는 짝수 호겔 홀수 앙글레(321)의 세기들의 절대 차의 합이다. 체커보드 패턴과 다른 앙글레 레이아웃 패턴이 본 발명의 문맥내에 적용될 수 있음을 알아야 한다. 예를 들어, 모든 짝수 앙글레 및 모든 홀수 앙글레는 교번하는 컬럼(alternating column) 또는 교번하는 로우(alternating row)로 라인-업(line-up)될 수 있고, 그 결과 코더/디코더 프로세싱 부하가 얼마간 감소될 수 있다. 유사하게, 체커보드 패턴이 아닌 6각형 패턴이 이용될 수 있다.

[0023] 도 4는 각각 짝수 호겔 및 홀수 호겔 억제(202, 203)가 도시된 블록도이다. 앙글레 억제(201)와 유사하게, 영상 생성(103)은 입력을 인접 호겔들의 쌍으로 변환하고, 그 호겔들은 홀수 호겔(310) 및 짝수 호겔(320)을 위한 2개의 데이터 버퍼에 저장된다. 인접 호겔들의 쌍의 각 호겔에 대하여, 그들 각자의 앙글레 데이터는 새로운 위치로 전위되며, 그에 따라 변위된 앙글레를 가진 원래 호겔로부터 형성된 호겔이 그 쌍의 상대적 호겔과 충분히 유사하게 되어, 그에 대한 대체로서 기능할 수 있게 된다. 인접 호겔들의 쌍의 각 호겔들의 앙글레들은 원래 호겔 앙글레들(411, 421)과 원래 호겔 변위 앙글레들(412, 422)을 위한 개별적인 데이터 버퍼내에 배치된다. 이들 2개의 압축 방법들에 대한 충실도 메트릭 $SAD_{\text{ODD HOGL}}(415)$ 와 $SAD_{\text{EVEN HOGL}}(425)$ 는 원래 호겔의 앙글레와 그 쌍의 상대 호겔의 대응하는 변위된 앙글레의 세기들의 절대차의 합이다. 이 압축 방법에 대한 충실도 메트릭이 최소값에 도달할 때까지, 변위량을 가변시킴에 의해 디스패리티로 지정된 변위량(displace amount, designated the disparity)이 추정될 수 있다(401). 이것은 디스패리티 추정 알고리즘(예를 들어, 스테레오 매칭)을 적용함에 의해, 또는 슬라이딩 윈도우 유형 동작(sliding window type operation)으로 상기에서 정의한 SAD 충실도 메트릭을 최소화시킴에 의해 실행될 수 있다. 전 해상도를 가진 원래 호겔은 그의 추정된 디스패리티 값과 함께 데이터 버퍼(430, 440)에 패킹된다. 본 발명의 실시 예에 있어서, 추정된 디스패리티 값은 전체 호겔에 대해 유효한 고유 값이다. 이것은 디코딩 절차에 유익한데, 그 이유는 그것이 호겔 재구성 절차를 단순화시키기 때문이다. 그럼에도, 본 발명은 호겔 영상의 세그먼트에 적용될 수 있으며, 앙글레들의 블록 또는 단일 앙글레에 대해 디스패리티 값이 결정될 수 있다. 선택된 호겔들과 함께 수신된 추가적인 디스패리티 값들은 수신된 디

스패리티 값을 정제하고 국부 디스패리티 추정을 실행하는데 이용될 수 있다. 그러므로, 수신된 선택된 호겔들을 가진 추가적인 디스패리티 값들은 보다 양호한 재구성 품질을 산출하지만, 광 필드 디스플레이로의 전송을 위해 보다 높은 링크 대역폭(106)을 필요로 한다.

[0024] 도 5에 도시된 바와 같이, 압축 선택기 제어(501)는 325, 415 및 425 중에서 최소 충실도 메트릭을 선택함에 의해 압축된 데이터 버퍼들(330, 430, 44) 중에서 결정하고, 선택된 압축된 데이터 버퍼를 전송 인터페이스(105)에 전달하도록 압축 선택기 스위치(502)를 조정한다. $SAD_{ODD\ HOGEL}$ 가 최소 충실도 메트릭이면, 압축 모드는 $Mode_{ODD\ HOGEL}$ 로 설정되고, 홀수 & 짝수 호겔의 홀수 앙글레와 압축 모드가 전송된다. $SAD_{ODD\ HOGEL}$ 가 최소 충실도 메트릭이면, 압축 모드는 $Mode_{ODD\ HOGEL}$ 로 설정되며 홀수 호겔의 디스패리티, 홀수 호겔의 앙글레 및 압축 모드가 전송된다. $SAD_{EVEN\ HOGEL}$ 가 최소 충실도 메트릭이면, 압축 모드는 $Mode_{EVEN\ HOGEL}$ 로 설정되며, 짝수 호겔의 디스패리티, 짝수 호겔의 앙글레 및 압축 모드가 전송된다.

[0025] 도 6에는 콘텐츠 적응적 디코더(205)가 세부적으로 도시된다. 수신된 데이터는 우선 패킹 해제되는데(601), 거기에서는 압축 모드 및 디스패리티 값이 압축된 데이터로부터 추출된다. 억제된 앙글레들의 재구성에 있어서 홀수 앙글레를 복제할지(602) 또는 변위된 홀수 호겔 앙글레를 생성할지(603) 또는 변위된 짝수 호겔 앙글레를 생성할지(604)를 나타내기 위하여 압축 모드가 체크된다(605, 606). 이러한 절차는, 입력 프레임이 완전히 재구성될 때까지(607) 반복된다. 디코딩 단순성으로 인해, 본 발명에 개시된 방법은 특히 낮은 대기 시간, 계산적으로 제한된 광 필드 디스플레이에 적합하다. 겹침사(bicubic) 간삽과 같은 보다 복잡한 앙글레 간삽 기법과 앙글레마다의 디스패리티 값(per anglet disparity value)을 이용하는 것들과 같은 보다 복잡한 호겔 재구성 기법은 본 발명의 범주내에 있다. 간삽의 보다 복잡한 방법들은, 압축량이 2:1를 초과하여 증가할 때 보다 유용한데, 그 이유는, 이 방법들이 디코딩된 광 필드 데이터의 보다 충실한 재구성을 가능하게 하기 때문이다.

[0026] 도 7에는 호겔 재구성에 의해 생성된 영상들이 도시된다. 도 7(a)에는 원래 호겔의 앙글레에 의해 생성된 영상이 도시된다. 도 7(b)에는 새로운 위치로 디스패리티 만큼 변위된 원래 호겔의 앙글레에 의해 생성된 영상과, 원래 호겔의 앙글레에 의해 생성된 영상이 도시된다. 변위 후, 앙글레들의 일부는 변위된 호겔 위치의 경계 밖에 있게 되며, 다른 앙글레 위치들은 충진되지 않는다. 도 7(c)에는 호겔 경계 밖에 있는 이들 앙글레들을 제거하기 위한 경계 크로핑 동작(boundary cropping operation) 이후에 생성된 영상이 도시된다. 도 7(d)에는 충진되지 않고 홀로서 지정되었던 앙글레 위치가 충진된 후에 생성된 영상이 도시된다. 충진 방법은 홀 위치에 가장 가까운 앙글레의 세기 값을 복제하는 것으로서, 그것은 본 발명의 방법들의 문맥내에서 이용될 수 있는 홀을 충진하기 위해 이용할 수 있는 여러개의 서로 다른 방법들 중 하나이다.

[0027] 미국특허출원공개번호 제2015/0201176 A1에 있어서, 압축 랜더링의 개념이 소개되었는데, 거기에서는 압축이 랜더링 프로세싱에 적용되어 소스에서 제거될 수 있고 간단히 생성되거나 랜더링될 수 없는 데이터를 억제한다. 본 발명의 실시 예에 있어서, 랜더링기(renderer)는, 전체 광 필드 데이터의 절반만이 랜더링되고 그에 비례하여 프로세싱 부하가 감소되도록, 광 필드 데이터를 억제한다. 광 필드 데이터가 완전히 랜더링되지 않으면, 먼저, 어느 호겔들이 랜더링되어야 하는지를 선택하고, 그들이 랜더링된 후 또는 그들이 랜더링됨에 따라(랜더링과 압축 동작은 조합될 수 있음) 이들 호겔들에 압축을 적용함에 의해 추가적인 데이터 압축, 계산적 절약 및 전력 절약을 달성할 수 있다. 도 8에는 압축된 랜더링(801) 절차가 세부적으로 도시된다. 광 필드 데이터(111)에 의해 지정된 장면의 객체들에 기초하여, 3개의 서로 다른 랜더링 모드들인, 지정된 앙글레 랜더링(804), 홀수 호겔 랜더링(805) 또는 짝수 호겔 랜더링(806)간에 가시성 테스트(803)가 선택된다. 선택기 스위치(802)는 앙글레 랜더링(804), 홀수 호겔 랜더링(805) 또는 짝수 호겔 랜더링(806) 중으로부터 선택된 광 필드 랜더링을 할 수 있도록 랜더링 모드를 이용한다. 앙글레 랜더링(804)의 경우, 양 호겔들이 랜더링되지만, 단지 홀수 앙글레만이 유지되며, 홀수 호겔 랜더링(805) 또는 짝수 호겔 랜더링(806)의 경우에는, 단지 그 쌍중 한 호겔만이 랜더링된다. 또한, 가시성 테스트는 객체들의 위치로부터 디스패리티 값을 계산한다. 그 다음, 랜더링 모드들, 디스패리티 값들 및 랜더링된 광 필드 데이터 앙글레는 함께 패킹되며(808) 콘텐츠 적응적 디코더(205)에 의해 디코딩되도록 전송 인터페이스(105)로 전송된다.

[0028] 도 9에는 가시성 테스트에 있어서 랜더링 모드 선택 프로세스의 예시가 도시된다. 도 9에 있어서, 각 호겔은 마이크로 렌즈 어레이의 단일 렌즈로서 나타나고, 호겔로부터 방출된 앙글레들은 호겔의 FOV(Field Of VIEW)(904)를 집합적으로 결정한다. 호겔의 FOV와 장면에 있어서의 객체들의 위치에 의거하여, 가시성 테스트는 랜더링될(902) 감소된 개수의 호겔들을 선택하고 잔여 호겔들을 억제한다. 본 발명의 일 실시 예에 있어서, 각 객체에 대해, 가시성 테스트는 디스플레이 표면에 맞게 정렬된 바운딩 박스(bounding box)(906)를 수립한다. 랜더링을 위해 선택된 호겔은 바운딩 박스의 정렬된 표면에 최고의 앙글레들이 도달하는 그 쌍 중의 하나이다. 디스패리티

티 값은 바운딩 박스의 깊이 또는 렌더링된 호겔의 가장 전형적인 깊이 값으로부터 계산된다.

[0029]

도 10에는 가시성 테스트에 있어서 렌더링 모드 선택 프로세스의 예시가 도시된다. 도 10에 도시된 바와 같이, 바운딩 박스(1002)를 가진 버니 객체(bunny object, 1003)와 같이, 광 필드 디스플레이에 객체가 너무 가까우면, 호겔들의 쌍의 호겔들 중 한 호겔의 바운딩 박스의 정렬된 표면에 도달하는 앵글레의 세기들은 그 쌍의 다른 호겔과 매우 다를 수 있다. 그 경우, 앵글레 압축이 호겔 압축보다 효율적이다. 따라서, 양 호겔들이 렌더링되도록 선택되고 앵글레 압축(1001)이 이용된다.

[0030]

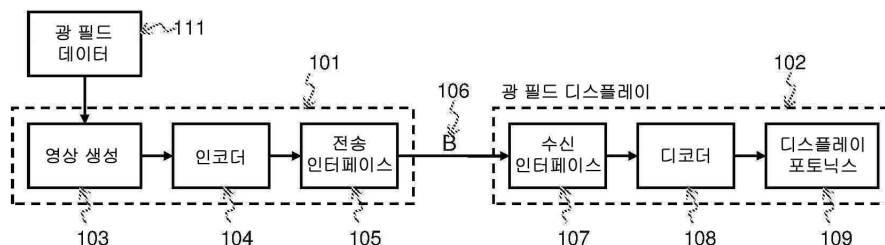
상술한 개시는 2:1 압축 방법을 상세하게 설명하였는데, 그 방법들은 하드웨어, 펌웨어 또는 소프트웨어로 실현될 수 있다. 또한, 이전에 언급한 바와 같이, 본 발명의 방법들은 보다 높은 압축 비율로 확장될 수 있다. 예를 들어, 그 방법을 4:1 압축으로 확장하기 위해, 전형적으로 2×2 호겔 패턴에 2쌍의 인접 호겔들에 대해 설명한 방법을 적용할 수 있지만 전형적으로 2×2 호겔 패턴에 필수적인 것은 아니며, 그 다음, 최선의 충실도 메트릭을 가진 2×2 호겔 패턴의 호겔을 선택한다. 따라서, 본 실시 예에 대한 도 6에 있어서, 그 선택은, 도시된 3중 하나의 선택이 아니라 5 중 하나의 선택일 수 있다. 이러한 5개의 모드들은, 호겔-1 모드, 호겔-2 모드, 호겔-3 모드 또는 호겔-4 모드로 된 앵글레 모드(4 앵글레들 중 3개가 추려짐)일 수 있다. 유사하게, 개시된 실시 예는 도 2의 압축 프로세서(210)에 있어서 3개의 개별적인 압축 방법들을 채용하지만, 보다 소수의 또는 보다 많은 수의 압축 방법들이 이용될 수 있다. 그러나, 이용된 압축 방법들의 결과하는 충실도 메트릭은 그에 필적할만한 스케일이어야 하고, 따라서, 충실도 메트릭의 비교는 전송 인터페이스로 전달하기 위한 데이터 선택에 있어서 의미가 있다. 또한 원하는 경우 4:1 압축 및 그 이상의 압축을 위해 다른 또는 추가적인 정교한 방법이 이용될 수 있다.

[0031]

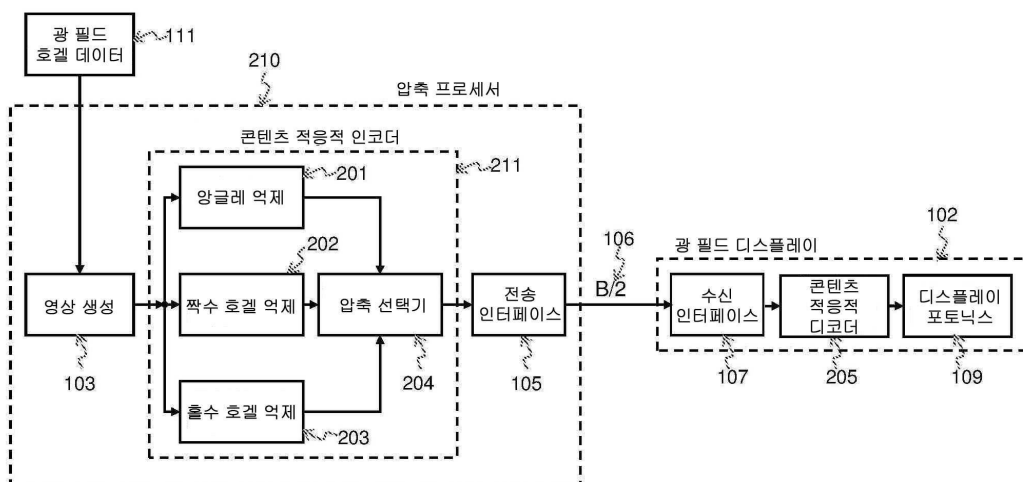
당업자라면 첨부된 특허청구범위에 정의되고 그에 의해 정의된 범주를 벗어나지 않고도 본 발명의 실시 예에 다양한 수정 및 변경이 적용될 수 있음을 알 것이다. 본 발명의 상술한 예시는 단지 예시적인 것이며, 본 발명이 그의 사상 또는 필수적인 특성을 벗어나지 않고도 다른 특징의 형태로 구현될 수 있음을 알아야 한다.

도면

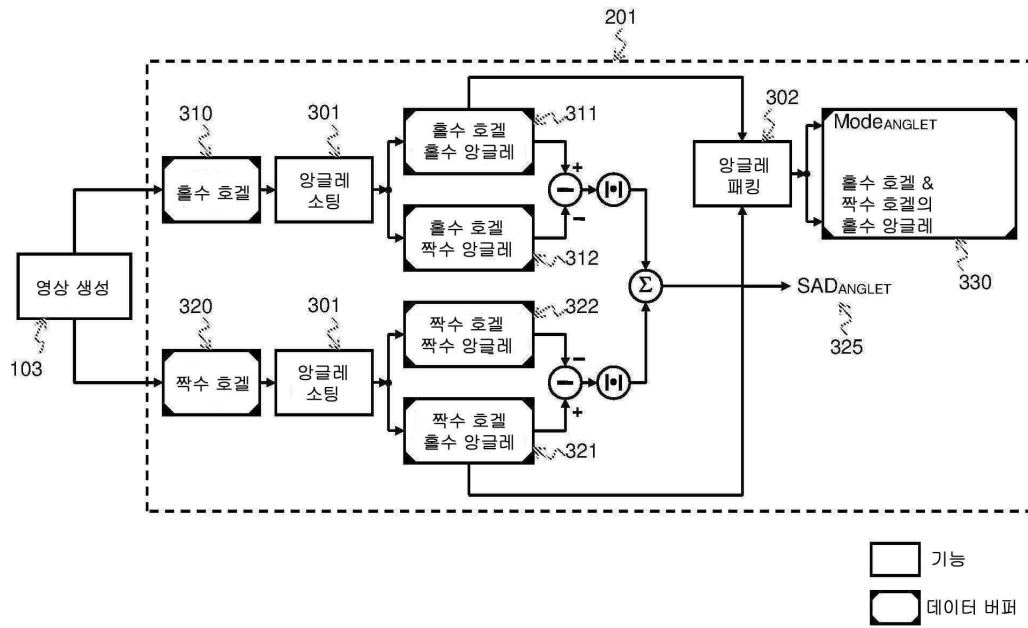
도면1



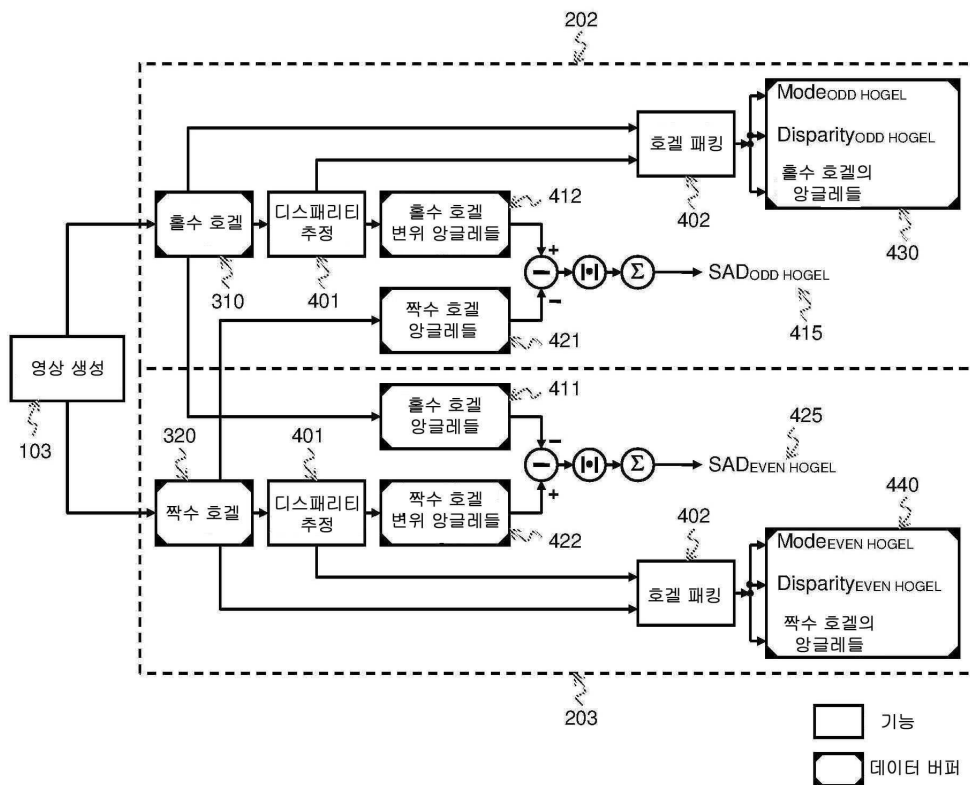
도면2



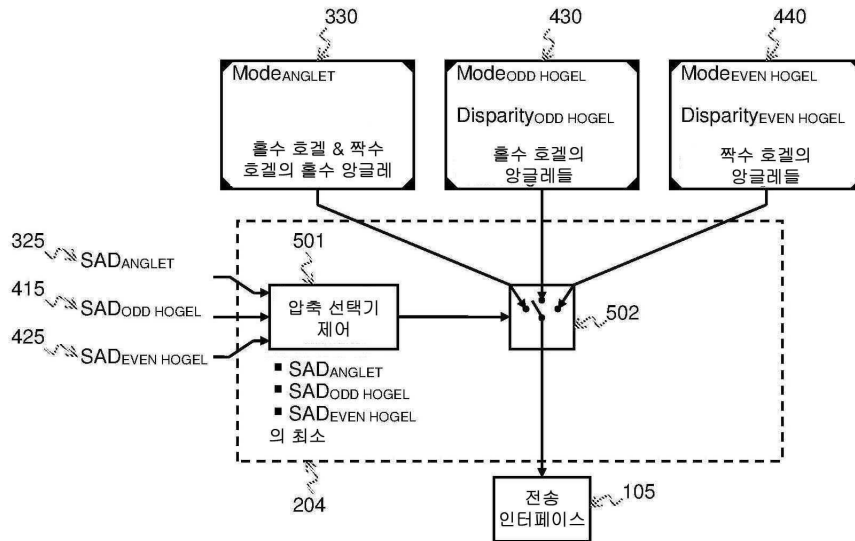
도면3



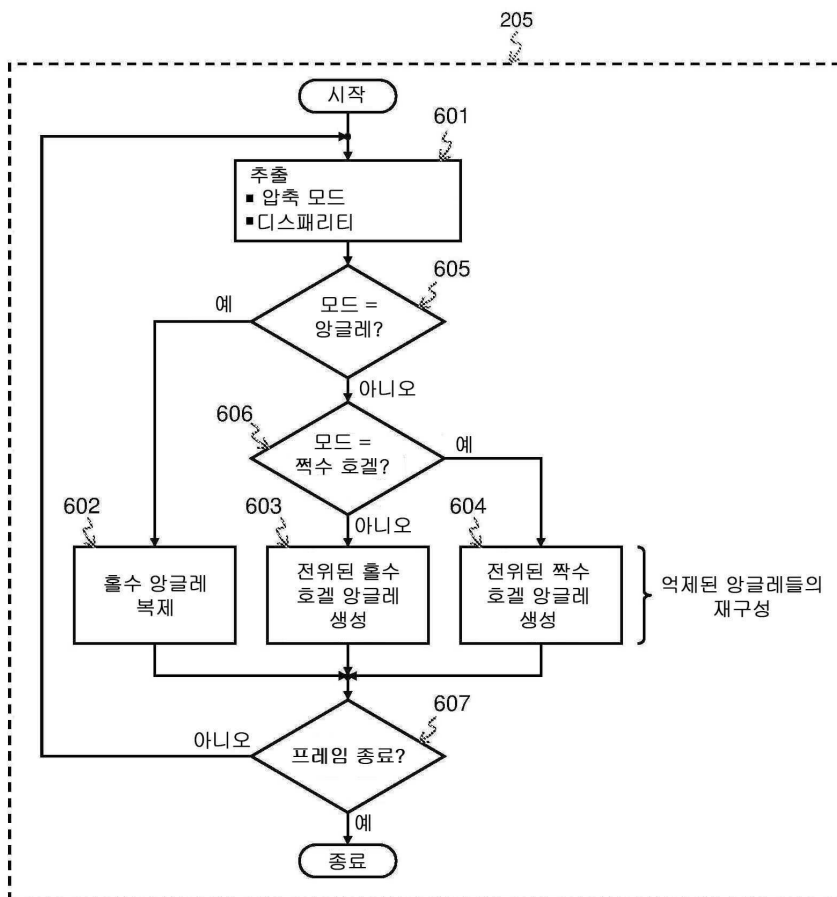
도면4



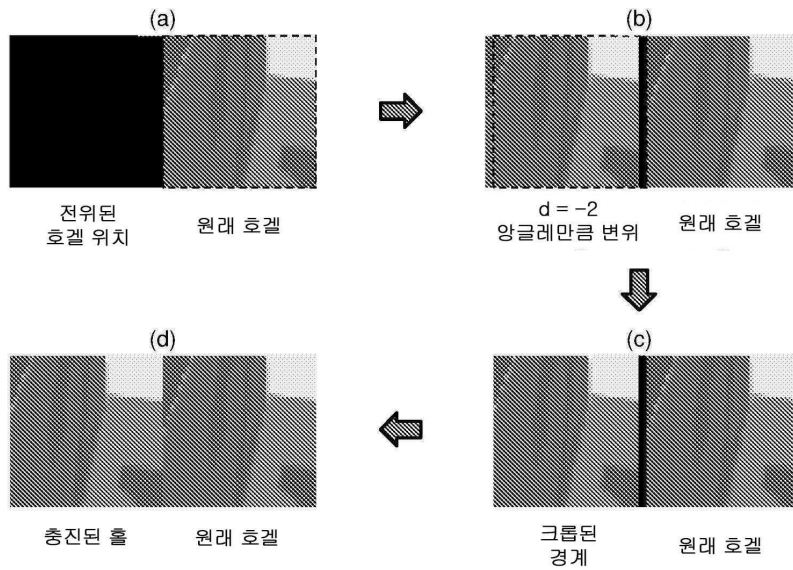
도면5



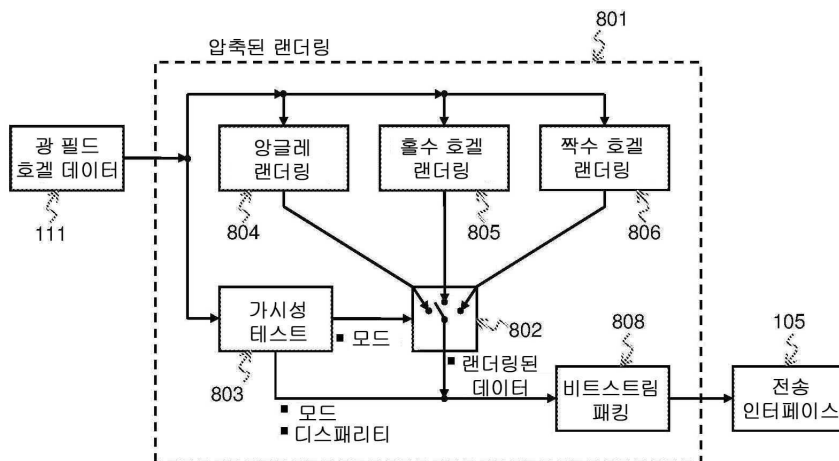
도면6



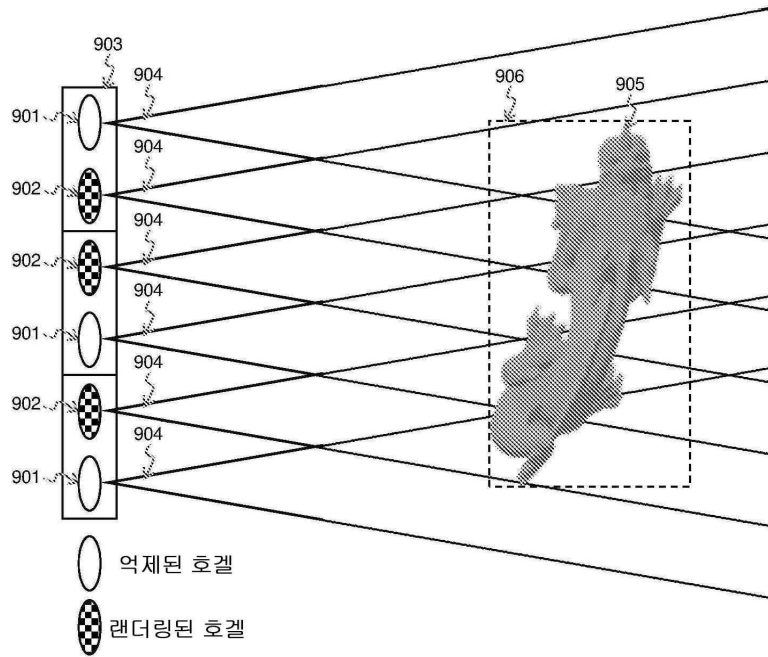
도면7



도면8



도면9



도면10

