



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0052365
(43) 공개일자 2012년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. C1.)
HO4N 13/00 (2006.01) *HO4N 5/74* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7005297
(22) 출원일자(국제) 2010년07월29일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2012년02월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/043768
(87) 국제공개번호 WO 2011/014692
국제공개일자 2011년02월03일
(30) 우선권주장
61/229,276 2009년07월29일 미국(US)
61/261,732 2009년11월16일 미국(US)

(71) 출원인
톰슨 라이센싱
프랑스 이씨레물리노 뤼 잔 다르크 1-5 (우: 92130)
(72) 발명자
레드맨, 윌리엄, 기본스
미국 캘리포니아주 91205 글렌데일 프린스턴 드 라이브 1202
후버, 마크, 제이.
미국 캘리포니아주 91504 버뱅크 노스 패리쉬 플레이스 2427
파인스, 조슈아
미국 캘리포니아주 94117 샌프란시스코 #2 파내스 애비뉴 144

(74) 대리인
특허법인 아주양현

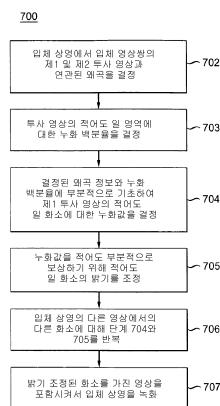
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 3차원(3D) 프로젝션의 누화 보정 방법

(57) 요 약

3차원 프로젝션에서 입체 영상의 누화를 보상하는 방법이 개시된다. 이 방법은 차별적 왜곡을 나타내는 영상들로부터의 누화 기여를 적어도 부분적으로 보상하는 밀도 또는 밝기 조정을 포함하는 입체 영상쌍을 포함하는 입체 상영를 생성하는데 이용될 수 있다.

대 표 도 - 도7



특허청구의 범위

청구항 1

프로젝션 시스템에 의해 투사될 복수의 입체 영상쌍을 포함하는 입체 상영(stereoscopic presentation)을 생성하는 방법으로서,

- (a) 입체 영상쌍의 제1 및 제2 투사 영상과 연관된 왜곡 정보를 결정하는 단계;
 - (b) 상기 입체 영상쌍의 상기 투사 영상들의 적어도 하나의 영역에 대한 누화 백분율(crosstalk percentage)을 결정하는 단계;
 - (c) 상기 결정된 왜곡 정보와 상기 누화 백분율에 부분적으로 기초하여 상기 입체 영상쌍의 상기 제1 투사 영상의 적어도 하나의 화소에 대한 누화값을 결정하는 단계;
 - (d) 상기 누화값을 적어도 부분적으로 보상하기 위해 상기 적어도 하나의 화소의 밝기를 조정하는 단계;
 - (e) 상기 입체 상영에서 다른 영상의 다른 화소에 대해 상기 단계 (c)와 (d)를 반복하는 단계; 및
 - (f) 밝기 조정된 화소를 가진 영상을 포함시켜 상기 입체 상영을 녹화하는 단계
- 를 포함하는 입체 상영 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계(a)에서의 왜곡 정보 결정 단계는 상기 입체쌍의 투사 영상들과 연관된 차별적 왜곡(differential distortion)을 결정하는 단계를 포함하는, 입체 상영 생성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 단계(a)에서의 왜곡 정보 결정 단계는 측정, 추정 및 모델링 중 적어도 한 가지를 수행하는 단계를 포함하는, 입체 상영 생성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단계(b)에서의 상기 누화 백분율 결정 단계는 측정과 계산 중 적어도 한 가지를 포함하는, 입체 상영 생성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 단계(c)에서의 상기 누화값 결정 단계는

- (c1) 상기 입체쌍의 상기 제1 투사 영상의 특정 화소에 대해, 상기 제1 투사 영상의 상기 특정 화소에 근접한, 제2 투사 영상의 복수의 화소를 식별하는 단계;
- (c2) 상기 제2 투사 영상의 상기 복수의 화소로부터의 상기 제1 투사 영상의 상기 특정 화소에의 누화 기여(crosstalk contributions)를 결정하는 단계; 및

(c3) 적어도 상기 제2 투사 영상의 복수의 화소의 화소값, 상기 단계(c2)에서 결정된 누화 기여, 및 상기 단계(b)에서 결정된 누화 백분율에 기초하여, 상기 특정 화소에 대한 누화값을 결정하는 단계를 포함하는 입체 상영 생성 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 단계(c3)에서 이용된 화소값은 상기 복수의 화소의 밝기(brightness), 휘도(luminance) 및 색상 중 적어도 하나의 표현을 포함하는, 입체 상영 생성 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 단계(c1)는 상기 단계(a)에서 결정된 왜곡 정보에 기초하여 상기 제1 투사 영상의 상기 특정 화소에 근접한 상기 제2 투사 영상 내 상기 복수의 화소를 식별하는 단계를 더 포함하는, 입체 상영 생성 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 단계(d)에서의 적어도 하나의 화소의 밝기에 영향을 미치는 상기 조정 단계는, 네가티브 필름(film negative)의 밀도를 조정하는 단계와 디지털 파일의 화소의 휘도를 감소시키는 단계 중 적어도 하나를 포함하는, 입체 상영 생성 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 단계(b)에서의 누화 백분율 결정 단계는 필름 프린트를 제작하는 데 이용된 염료에 대응하는 여러 가지 색에 대한 누화 백분율을 결정하는 단계를 포함하는, 입체 상영 생성 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 단계(f)는 필름 매체와 디지털 파일 중 적어도 하나에 상기 입체 상영을 녹화하는 단계를 포함하는, 입체 상영 생성 방법.

청구항 11

입체 프로젝션 시스템에서 이용되는 복수의 입체 영상으로서,

제1 영상 세트와 제2 영상 세트를 포함하고, 상기 2개의 영상 세트 중 하나로부터의 각 영상은 상기 2개의 영상 세트 중 다른 하나로부터의 관련 영상과 입체 영상쌍을 구성하고,

상기 제1 영상 세트의 적어도 일부 영상은 상기 제2 영상 세트의 관련 영상들로부터의 누화 기여를 적어도 부분적으로 보상하기 위한 밝기 관련 조정(brightness-related adjustments)을 포함하고,

상기 제2 영상 세트의 적어도 일부 영상은 상기 제1 영상 세트의 관련 영상들로부터의 누화 기여를 적어도 부분적으로 보상하기 위한 밝기 관련 조정을 포함하고,

상기 제1 및 제2 영상 세트의 각자의 영상으로부터의 상기 누화 기여는 상기 입체 영상의 투사와 연관된 왜곡 정보에 부분적으로 기초하여 결정되는,
복수의 입체 영상.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 영상 세트의 영상으로부터 상기 제2 영상 세트의 관련 영상에의 누화 기여는, 상기 제1 영상 세트의 투사 영상의 화소와 상기 제2 영상 세트의 관련 투사 영상의 화소 간의 공간적 관계에 부분적으로 기초하는 화소 방식(pixel-wise) 누화 기여를 포함하는, 복수의 입체 영상.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 화소 방식 누화 기여는, 상기 제2 영상 세트의 관련 투사 영상의 화소에 근접한 상기 제1 영상 세트의 투사 영상의 복수의 화소를 식별하고, 상기 제1 영상 세트의 상기 영상의 상기 복수의 화소로부터의 각자의 누화 기여를 결정함으로써 결정되는, 복수의 입체 영상.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1 영상 세트의 상기 영상의 상기 복수의 근접 화소는 상기 입체 영상의 투사와 연관된 상기 왜곡 정보에 기초하여 식별되는, 복수의 입체 영상.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 3차원(3D) 프로젝션에 이용되는 누화 보정 방법 및 누화 보정된 입체 상영에 관한 것이다.

[0002] 본 출원은 미국 임시 특허출원 S/N 61/229,276(출원일: 2009년 7월 29일, 발명의 명칭: "Method and System for Crosstalk Correction for 3D Projection") 및 미국 임시 특허출원 S/N 61/261,732(출원일: 2009년 11월 16일, 발명의 명칭: "Method and System for Crosstalk Correction for Three-Dimensional(3D) Projection")의 우선권을 주장하며, 그 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함된다.

배경 기술

[0003] 현재, 3D 디지털 프로젝션 시스템 덕분에 입체(3D) 영화가 인기를 끌고 있다. 하지만 이 영상기의 롤아웃(rollout) 속도는 비용 문제 같은 것 때문에 수요를 따라가지 못하고 있다. 초창기의 3D 필름 시스템은 오구성(mis-configuration), 저밝기 및 영상 변색을 비롯한 여러 가지 기술적 어려움을 겪기는 했지만 디지털 시네마 방식보다는 비용이 상당히 저렴하였다. 1980년대에 미국이나 그 밖의 나라에서는 크리스 콘돈(미국특허 제4,464,028호)이 설계한 렌즈와 필터를 이용한 3D 필름이 성행하였다. 립톤(미국특허 제5,481,321호)은 콘돈의 기술을 개량한 것으로 내놓았다. 이들 특허의 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함된다.

[0004] 종래의 단일 프로젝터 3D 필름 시스템은 이중 렌즈를 이용하여 동일 필름 스트립 상에서 위아래에 배치된 좌안 영상과 우안 영상을 동시에 투사한다. 이를 좌안 영상과 우안 영상은 (예컨대 별개의 편광 또는 색 필터를 이용하여) 각자 인코딩되어 스크린 상에 함께 투사되고, 디코더로서 기능하는 필터 안경을 착용한 관객에게 보이게 되는데, 이 때, 관객의 좌안은 주로 그 투사된 좌안 영상을 보게 되고 우안은 주로 그 투사된 우안

영상을 보게 된다. 그러나, 프로젝션 및 관람 시스템의 하나 이상의 컴포넌트(예컨대, 인코딩 필터, 디코딩 필터, 또는 프로젝션 스크린과 같은 다른 요소)가 완전하지 못하기 때문에. 우안 영상을 투사하는 광량이 어느 정도 관객의 좌안에 보이게 되게 될 수 있고, 마찬가지로 좌안 영상을 투사하는 광량이 어느 정도 관객의 우안에 보이게 되게 될 수 있어 누화(crosstalk)가 생기게 된다. 일반적으로 "누화"는 입체 프로젝션 시스템에서 광누설에 의해 투사 영상이 잘못된 눈에 보이는 현상 또는 거동을 말한다. 여러 가지 누화 관련 파라미터를 기술하는데 사용된 용어들로는 예컨대 "누화 퍼센트"와 "누화값"이 있는데, 누화 퍼센트는 한 쪽 눈의 영상에서 다른 쪽 눈의 영상으로의 광누설에 관련된, 예컨대 백분율이나 분수로 표현되는 측정가능한 량을 나타내며, 이는 디스플레이 또는 프로젝션 시스템의 특성이다. 누화값은 시스템에 의해 표시된 한 쌍의 영상에 특정된 누화의 일례로서, 적당한 밝기 관련 단위로 표현된 누화량을 말한다. 누화 관련 파라미터들은 일반적으로 누화 정보로 생각될 수 있다.

[0005] 입체 영상의 특성인 양안 불일치로 인해, 물체가 스크린 상의 수평적으로 여러 위치에서 좌안과 우안에 보이게 된다. (그리고 수평적 분리의 정도가 거리 인식을 결정한다.) 누화의 효과는 양안 불일치와 결합될 때에 각 눈이 스크린 상의 올바른 위치에서 물체의 밝은 영상을 보고 약간 벗어난 위치에서 이 물체의 어두운 영상(또는 다른 영상보다 더 어두운 영상)을 보게 되어, 결과적으로 밝은 영상의 시각적 "에코(echo)" 또는 "고스트(ghost)"가 나타난다는 것이다.

[0006] 더욱이, 종래의 "상하(over-and-under)" 3D 프로젝션 시스템은 좌안과 우안 간의 차별적 키스토닝(keystoming) 왜곡(이것은 스크린의 상단과 하단에서 특히 현저함)을 나타낸다. 이에 의해서 단순히 양안 불일치에 의한 것 이상으로 누화 영상의 위치가 변하게 된다.

[0007] 이러한 결합 효과는 관객의 집중을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 관객의 눈을 피로하게 하고 3D 상영 효과를 떨어뜨린다. 이러한 누화가 생기는 원인은 인코딩 또는 디코딩 필터와 기타 다른 요소(예컨대 스크린)가 이상적인 특성을 갖고 있지 않기 때문이다. 예컨대 수직 배향된 선형 편광기는 수평 편광된 광을 어느 정도 통과시킬 수 있으며, 또는 스크린이 이로부터 산란되는 광자의 일부를 소극(depolarize)할 수 있다.

[0008] 오늘날의 입체 디지털 프로젝션 시스템에서는 투사된 좌안 영상의 화소는 투사된 우안 영상의 화소와 정밀하게 정렬되는데, 그 이유는 이를 투사 영상들이, 플리커 인식을 최소화하도록 충분히 빠른 속도로 좌안 영상과 우안 영상 간에 시간 영역 멀티플렉싱되는 동일한 디지털 이미저 상에 형성되기 때문이다. 제1 영상이 제2 영상에 기여하는 누화는 제1 영상의 동일 화소로부터의 예상되는 누화에 의한 제2 영상의 화소의 휘도 감소에 의해 보상될 수 있다. 또, 이 화소 보정은 예컨대 영상기의 청색이 녹색 또는 적색과는 누화량이 다른 상황을 보정하도록 색상이 변하거나, 예컨대 스크린의 중앙이 가장자리 쪽보다 누화가 더 적은 상황을 보정하도록 공간적으로 변할 수 있다.

[0009] 예컨대, 디지털 프로젝션 시스템의 누화 보상 기술은 코원(Cowan)의 미국 특허 출원 공개 US2007/0188602에 개시되어 있으며, 이 공개문에는 한 쪽 눈에 대한 영상에서 다른 쪽 눈에 대한 영상의 일부(이것은 예상되는 누화(즉, 누화 퍼센트)에 대응함)를 감산하는 기술이 개시되어 있다. 이 기술은, 이 시스템이 차별적 키스톤 왜곡을 보이지 않고 또 좌안 영상과 우안 영상이 서로 정확하게 중첩되기 때문에, 디지털 시네마에는 잘 맞는다.

[0010] 그러나, 이중(dual) 영사기 시스템(2개의 영사기가 각각 좌안 영상과 우안 영상을 투사하는 시스템)이나 단일 영사기 이중 렌즈 시스템과 같은 입체 필름 방식 또는 디지털 프로젝션 시스템에서는 입체쌍의 2개 영상 간의 차별적 왜곡을 고려한 누화 보상을 위해서는 다른 방식을 이용해야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 종래의 문제점을 개선하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 양상은 이중 렌즈 단일 영사기 시스템 또는 이중 영사기 시스템을 구비한 입체 또는 3차원(3D) 프로젝션에 적합한 방법을 제공한다. 본 방법은 입체 영상쌍의 투사 영상들 간의 차별적 왜곡을 고려하여 누

화 보상된 입체 상영을 생성하는데 이용될 수 있다.

[0013] 일 실시예는 프로젝션 시스템에 의해 투사될 복수의 입체 영상쌍을 포함하는 입체 상영을 생성하는 방법을 제 공한다. 이 방법은 (a) 입체 영상쌍의 제1 및 제2 투사 영상과 연관된 왜곡 정보를 결정하는 단계; (b) 상기 입체 영상쌍의 상기 투사 영상들의 적어도 하나의 영역에 대한 누화 백분율을 결정하는 단계; (c) 상기 결정된 왜곡 정보와 상기 누화 백분율에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 입체 영상쌍의 상기 제1 투사 영상의 적어도 하나의 화소에 대한 누화값을 결정하는 단계; (d) 상기 누화값을 적어도 부분적으로 보상하기 위해 상 기 적어도 하나의 화소의 밝기를 조정하는 단계; (e) 상기 입체 상영에서 다른 영상의 다른 화소에 대해 상기 단계 (c)와 (d)를 반복하는 단계; 및 (f) 밝기 조정된 화소를 가진 영상을 포함시켜 상기 입체 상영을 녹화하는 단계를 포함한다.

[0014] 다른 실시예는 입체 프로젝션 시스템에서 이용되는 복수의 입체 영상을 제공한다. 이 복수의 입체 영상은 제 1 영상 세트와 제2 영상 세트를 포함하며, 상기 2개의 영상 세트 중 하나의 각 영상은 상기 2개의 영상 세트 중 다른 하나의 관련 영상과 입체 영상쌍을 구성하고, 상기 제1 영상 세트의 적어도 일부 영상은 상기 제2 영 상 세트의 관련 영상들로부터의 누화 기여를 적어도 부분적으로 보상하기 위한 밝기 관련 조정을 포함하고, 상기 제2 영상 세트의 적어도 일부 영상은 상기 제1 영상 세트의 관련 영상들로부터의 누화 기여를 적어도 부 분적으로 보상하기 위한 밝기 관련 조정을 포함한다. 상기 제1 및 제2 영상 세트의 각자의 영상으로부터의 누화 기여는 상기 입체 영상의 투사와 연관된 왜곡 정보에 적어도 부분적으로 기초하여 결정된다.

발명의 효과

[0015] 본 발명은 종래의 문제점을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 본 발명의 교시는 하기의 상세한 설명과 첨부 도면을 참조하면 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

도 1은 이중(상하) 렌즈를 이용한 입체 필름 프로젝션 시스템을 도시한 도.

도 2는 도 1의 입체 필름 프로젝션 시스템으로부터 투사된 좌안 영상과 우안 영상의 투사를 도시한 도.

도 3A는 입체 필름 투사에서의 누화 보상 방법을 보여주는 도.

도 3B는 투사 입체 영상쌍의 화소들 간의 공간적 관계를 보여주는 도.

도 4는 누화 계산에 이용하기 위한, 한 입체 영상의 투사 화소와 다른 입체 영상의 근접 화소들 간의 공간적 관계의 예를 보여주는 도.

도 5는 누화 계산에 이용하기 위한, 한 입체 영상의 투사 화소와 다른 입체 영상의 근접 화소들 간의 공간적 관계의 다른 예를 보여주는 도.

도 6은 입체 상영에 적합한 디지털 프로젝션 시스템을 도시한 도.

도 7은 입체 프로젝션에서의 누화 보상 방법을 보여주는 도.

도면 전체에 걸쳐, 이해를 쉽게 하기 위해 동일 구성 요소에 대해서는 동일도면부호를 병기한다. 도면은 일정한 비율에 따라 그려진 것은 아니며, 일부는 명료하게 하기 위해 확대 또는 축소되어 있을 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명의 일 양상은 투사된 입체 영상의 차별적 왜곡을 발생시키는 프로젝션 시스템과 연관된 누화를 특징화하고, 필름 또는 디지털 파일의 입체 영상의 밀도 또는 밝기를 조정함으로써 누화 효과를 적어도 부분적으로 보상하여 누화 효과를 최소화하거나 감소시키는 방법을 제공한다. 본 발명의 다른 양상은 차별적 왜곡을 나타내는 입체 영상의 투사와 연관된 누화를 실질적으로 전부는 아니더라도 적어도 부분적으로 보상하는데 효과적인 밀도 또는 밝기 조정을 내포한 복수의 영상을 포함하는 입체 상영을 제공한다.

[0018] 도 1은 이중 렌즈 3D 필름 프로젝션 시스템이라고도 불리는 상하 렌즈 3D 필름 프로젝션 시스템(100)을 도시 한 것이다. 상하 3D 필름(110) 상의 직사각형 좌안 영상(112)과 직사각형 우안 영상(111)은 필름 뒤에 있는

광원과 콘텐츠 광학 장치(집합적으로 "조명기"라 부름, 미도시)에 의해 동시에 조명되며, 애피처 플레이트(120)(그 안쪽 에지만이 도시되어 있음)에 의해 그 틀이 짜여져 있으며, 따라서, 필름(110) 상의 다른 모든 영상은 불투명한 애피처 플레이트 부분에 의해 가려져 있으므로 보이지 않게 된다. 애피처 플레이트(120)를 통해 보이는 좌안 영상과 우안 영상(이 둘은 하나의 입체 영상쌍을 구성함)은 상하 렌즈 시스템(130)에 의해, 일반적으로 투사 영상들의 상단들은 스크린 가시(viewing) 영역의 상단 가장자리(142)에서 정렬되고 투사 영상들의 하단들은 스크린 시각 영역의 하단 가장자리(143)에서 정렬되도록 정렬되고 중첩되어 있는 스크린(140) 상으로 투사된다.

[0019]

상하 렌즈 시스템(130)은 본체(131), 입사단(132) 및 출사단(133)을 포함한다. 렌즈 시스템(130)의 상부 절반부와 하부 절반부(2 렌즈 조립체라고도 할 수 있음)는 미광(stray light)이 이들 절반부들 간에 넘어가지 못하도록 하는 격막(138)으로 분리되어 있다. 상부 렌즈 조립체는 통상적으로 우안 영상과 관련이 있으며(즉, 영상(111)과 같은 우안 영상을 투사하는데 이용되며), 입사 렌즈(134)와 출사 렌즈(135)를 갖고 있다. 하부 렌즈 조립체는 통상적으로 좌안 영상과 관련이 있으며(즉, 영상(112)과 같은 좌안 영상을 투사하는데 이용되며), 입사 렌즈(136)와 출사 렌즈(137)를 갖고 있다. 이중 렌즈 시스템(130)의 각 절반부 내부의 다른 렌즈 요소와 애피처 스톱은 명료하게 하기 위해 도시하지 않았다. 프로젝션 시스템(100)의 적절한 조정에 적합하다면, 예컨대 이중 렌즈(130)의 출사단 뒤에 확대경 같은 부가 렌즈 요소(도 1에는 미도시)가 추가될 수도 있다. 프로젝션 스크린(140)은 2개의 필름 영상(111, 112) 중 투사 영상들이 집중되어야 하는 가시 영역 중점(141)을 갖고 있다.

[0020]

좌안 영상(112)과 우안 영상(111)은 각각 좌안 인코딩 필터(152)와 우안 인코딩 필터(151)(투사 필터라고도 할 수 있음)를 통해 투사된다. 관객(160)은 입체 영상을 보기 위해서, 관객의 우안(161)은 우안 디코딩 필터(171)를 통해 보고 좌안(162)은 좌안 디코딩 필터(172)를 통해 보게끔하는 적당한 디코딩 또는 뷰잉(viewing) 필터 또는 셔터를 가진 안경을 착용한다. 좌안 인코딩 필터(152)와 좌안 디코딩 필터(172)는 좌안(162)이 스크린(140) 상의 투사 좌안 영상만을 보고 투사 우안 영상을 볼 수 없도록 선택되어 배향된다. 마찬가지로 우안 인코딩 필터(151)와 우안 디코딩 필터(171)는 우안(161)이 스크린(140) 상의 투사 우안 영상만을 보고 투사 좌안 영상을 볼 수 없도록 선택되어 배향된다.

[0021]

이에 적합한 필터의 예로는 특히 선형 편광기, 원형 편광기, 아나글리픽(anaglyphic)(적색과 청색) 및 비월(interlaced) 간섭 콤브 필터가 있다. 예컨대, 해당 필름 영상들의 투사를 구별하도록 동작하는 유사 타이밍(similarly-timed) 셔터와 동기하여 좌안 차단과 우안 차단을 교대로 실시하는 액정 표시(LCD) 셔터를 이용하는 액티브 셔터 안경도 가능하다.

[0022]

그러나, 필터(151, 152, 171, 172)의 물리적 또는 성능 관련 제약으로 인해, 그리고 어떤 경우에는 스크린(140)과 프로젝션 시스템(100)의 형태로 인해, 투사 좌안 영상이 우안(161)에 약간 보이고, 즉 희미하게 보이거나 세기가 비교적 약하고 투사 우안 영상이 좌안(162)에 약간 보이는 누화가 어느 정도 존재할 수 있다.

[0023]

이 누화(누설이라고도 함)에 의해 투사 영상의 물체들은 약간 이중 영상(double image)으로 나타나게 된다. 이 이중 영상은 잘 해야 정신을 산만하게 하는 정도이고, 최악의 경우에는 3D 인식을 못하게 할 수 있다. 그러므로 이 이중 영상은 없애는 것이 바람직하다.

[0024]

일 실시예에서 필터(151, 152)는 선형 편광기, 예컨대 출사 렌즈(135) 다음에 배치된 수직 배향의 흡수 선형 편광기(151)와 출사 렌즈(137) 다음에 배치된 수평 배향의 흡수 선형 편광기(152)이다. 스크린(140)은 편광 보존 프로젝션 스크린, 예컨대 실버(silver) 스크린이다. 관객의 관람 안경은 수직 편광축을 가진 선형 편광기인 우안 뷰잉 필터(171)와 수평 편광축을 가진 선형 편광기인 좌안 뷰잉 필터(172)를 포함한다(즉, 이 안경의 각 뷰잉 필터는 각자의 입체 영상과 연관된 그 대응 필터 또는 편광기(151 또는 152)와 동일한 편광 배향을 갖는다). 따라서 이중 렌즈(130)의 상부 절반부를 통해 투사된 우안 영상(111)은 필터(151)를 통과한 후에 수직으로 편광되고, 이 수직 편광은 투사 영상이 스크린(140)에 의해 반사되어도 보존된다. 수직 편광 뷰잉 필터(171)는 우안 영상용 투사 필터(151)와 동일한 편광을 갖고 있기 때문에 투사 우안 영상(111)은 관객의 우안(161)에 보일 수가 있다. 그러나, 투사 우안 영상(111)은 수평 편광 좌안 필터(172)에 의해서는 거의 차단되어 관객의 좌안(162)은 투사 우안 영상(111)을 보지 못할 것이다. 그러나, 그와 같은 필터의 성능 특성은 항상 이상적인 것은 아니며, 누화는 필터의 비이상적인(non-ideal) 특성 때문에 생길 수 있다.

[0025]

이 예에서 투사 우안 영상의 관객(160)의 좌안(12)으로의 누화 백분율(누설)은 3가지 1차 인자(first-order factor): 첫째, (주로 수직 편광을 투과시키도록 배향된) 우안 인코딩 필터(151)가 수평 편광을 투과시키는 량; 둘째, 스크린(140)이 그 반사 광의 편광을 보존할 수 없는 정도; 셋째, (주로 수평 편광을 투과시키도록

배향된) 좌안 디코딩 필터(172)가 우안 영상을 투사하는데 이용되는 수직 편광을 투과시키는 량의 함수이다.

[0026] 이를 인자들은 전체 영상에 똑같이 영향을 미치는 측정가능한 물리적 값 또는 량이다. 그러나, 스크린에서 측정될 수 있는 변화량(예컨대 편광이 유지되는 정도는 입사각 또는 시야각 또는 이 둘 다에 따라 달라질 수 있음), 또는 서로 다른 주파수에서 측정될 수 있는 변화량(예컨대 편광기는스펙트럼의 적색 부분에서보다 청색 부분에서 원치 않는 편광이 더 많이 투과할 수 있음)이 있다. 누화는 프로젝션 시스템의 한 가지 이상의 컴포넌트로부터 생기기 때문에 프로젝션 시스템과 또는 입체 영상의 투사와 연관된다고 말할 수 있다.

[0027] 오늘날의 어떤 입체 디지털 프로젝션 시스템(미도시)에서는 투사 좌안 영상의 화소들은 투사 우안 영상의 화소들과 정확하게 정렬되는데, 그 이유는, 이를 투사 영상들이 플리커 인식을 최소화하도록 충분히 빠른 속도로 좌안 영상과 우안 영상 간에 시간 영역 멀티플렉싱되는 동일한 디지털 이미저 상에 형성되기 때문이다. 제1 영상의 제2 영상으로의 누화는 제1 영상의 동일 화소로부터의 예상되는 누화에 의한 제2 영상의 화소의 휘도 감소에 의해 보상될 수 있다고 알려져 있다(코원, op.cit. 참조). 누화가 예상값을 가지고 발생하면, 틀린 투사 눈 화상(예컨대 제1 영상)으로부터 누설되는 광량은 실질적으로 올바른 투사 눈 영상(예컨대 제2 영상)의 휘도 감소량을 복원시킨다. 더욱이 이 화소 보정은 색상이 변하거나(예컨대, 영상기의 청색이 녹색 또는 적색과는 누화량이 다른 상황을 보정하거나), (예컨대, 스크린의 중앙이 가장자리 쪽보다 누화가 더 적은 상황을 보정하도록) 공간적으로 변할 수 있다고 알려져 있다. 그러나, 이러한 공지의 누화 보정법들은 좌안 영상과 우안 영상 간이 완벽하게 정렬되어 있는 것을 전제로 하는데, 이는 본 발명에서 다른 것과 같이 차별적 왜곡이 존재하는 다른 프로젝션 시스템에는 맞지 않다. 실제로, 특정 상황에서는, 영상 오정렬을 고려하지 않고 이 공지의 누화 보정법을 투사 입체 영상에 적용하게 되면 이 영상을 더욱 더 눈에 잘 띄게 되어 누화의 악영향을 심화시킨다.

[0028] 이제 도 2를 참조로 설명하면, 중점(141), 수직 중심선(201) 및 수평 중심선(202)을 가진 프로젝션 스크린(140)의 가시 부분 상에 투사 상영(200)이 나타나 있다. 좌안 및 우안 투사 영상은, 적절하게 정렬되면, 수직 중심선(201) 상에는 수평적으로 집중되고, 수평 중심선(202) 상에는 수직적으로 집중된다. 투사 좌안 및 우안 영상의 상단은 가시 스크린 영역의 상단(142) 가까이에 있고, 이 투사 영상의 하단은 가시 스크린 영역의 하단(143) 가까이에 있다. 이 상황에서, 최종 투사 좌안 및 우안 영상(112, 111)의 경계들은 실질적으로 각각 좌안 투사 영상 경계(212)와 우안 투사 영상 경계(211)이다(도 2에는 하기의 설명을 명확하게 하기 위해 차별적 왜곡이 과장되어 표시되어 있음).

[0029] 렌즈(130) 특성 때문에 영상(111, 112)은 스크린(140)에 투사된 후에 도립된다. 따라서, (애퍼처 플레이트(120)의 개구 중심 가까이에 위치한) 좌안 영상(112)의 하단(112B)은 프로젝션 스크린(140)의 가시부의 하단에지(143)쪽으로 투사된다. 마찬가지로, (애퍼처 플레이트(120)의 개구 중심 가까이에 위치한) 우안 영상(111)의 상단(111T)은 프로젝션 스크린(140)의 가시부의 상단에지(142)쪽으로 투사된다. 반면에, 좌안 영상(112)의 상단(112T)은 프로젝션 스크린(140)의 가시부의 상단에지(142) 근처로 투사되고, 우안 영상(111)의 하단(111B)은 프로젝션 스크린(140)의 가시부의 하단에지(143) 근처로 투사된다.

[0030] 도 2는 이 2개의 투사 우안 영상과 좌안 영상 간의 차별적 왜곡, 즉, 서로 다른 형태적 왜곡이 존재하고 있는 것도 보여준다. 차별적 왜곡은 우안 영상과 좌안 영상의 투사 형태가 서로 달라서 생긴다. 이 예에서는 투사 우안 영상은 경계(211)와 코너(A_R , B_R , C_R , D_R)를 가진 약간 왜곡된 직사각형으로 나타내며, 좌안 영상은 경계(212)와 코너(A_L , B_L , C_L , D_L)를 가진 약간 왜곡된 직사각형으로 나타낸다.

[0031] 우안 영상 경계(211)와 좌안 영상 경계(212)는 투사 입체 영상이 수직 중심선(201)에 대해 수평 대칭이고 좌안의 차별적 키스톤 왜곡이 수평 중심선(202)에 대해 우안의 차별적 키스톤 왜곡과 수직 대칭인 시스템 정렬을 예시하고 있다. 키스토닝 왜곡이 생기는 주요 원인은 우안 영상(111)이 이중 렌즈(130)의 하부 절반부보다 시각 영역(또는 투사 영상 영역)의 하단에지(143)로부터 더 멀리 떨어져 있는 이중 렌즈(130)의 상부 절반부에 의해 투사되기 때문이다. 렌즈(130)의 하부 절반부에 비해 스크린 쪽으로 렌즈(130)의 상부 절반부의 거리가 약간 증가하게 되어 좌안 영상에 비해 투사 우안 영상의 배율이 약간 증가하게 되는데, 이는 투사 좌안 영상(212)의 하단에지($D_L C_L$)에 비해 투사 우안 영상(211)의 하단에지($D_R C_R$)가 더 긴 것으로부터 명백히 알 수 있다. 반면에, 이중 렌즈(130)의 상부 절반부는 렌즈(130)의 하부 절반부보다 시각 영역의 상단에지(142)에 더 가까이 있다. 따라서 투사 우안 영상(211)의 상단에지($A_R B_R$)는 투사 좌안 영상(212)의 상단에지($A_L B_L$)보다 짧다.

[0032] 스크린(140)의 상단 좌측 코너 부근에서 좌안 투사 양상 경계(212)는 수평 확대 키스톤 에러(233)(코너(A_L)와

코너(A) 간의 수평 거리를 나타내며, 여기서 A_L 은 키스톤 왜곡이 없는 경우일 수 있음)와 수직 확대 키스톤 에러(231)를 갖고 있다. 대칭적으로 정렬되면 스크린(140)의 상단 우측 코너에 유사한 에러가 생긴다. 스크린(140)의 하단 좌측 코너 부근에서는 좌안 투사 양상 경계(212)는 수평 축소 키스톤 에러(234)와 수직 축소 키스톤 에러(232)를 갖고 있다.

[0033] 꼭 차별적 키스토닝 뿐만 아니라, 예컨대, 스크린(140)의 상단(142)에 대한 투사 우안 영상(212)의 중심 상단에서의 수직 확대 에러(221)가 그 코너에서의 수직 확대 키스톤 에러(231)과 같지 않을 수 있는 차별적 핀쿠션(pincushion) 왜곡과 같은 추가적인 차별적 왜곡이 존재할 수 있다. 마찬가지로, 투사 우안 영상(212)의 중심 하단에서의 수직 축소 에러(222)가 수직 축소 에러(232)와 같지 않을 수 있다(이 예에서는 추가적인 수평 왜곡은 간단하게 하기 위해 도시되어 있지 않다).

[0034] 후술하는 바와 같이, 우안 영상과 좌안 영상 간의 차별적 왜곡은 제1 눈의 영상의 화소로부터 제2 눈의 영상의 화소로의 누화 기여를 결정하는데 고려될 필요가 있을 것이다.

[0035] 도 3A는 좌안 투사 영상과 우안 투사 영상 간의 예상된 누화를 보정한 복수의 입체 영상을 가진 입체 필름 또는 상영을 생성하는 프로세스(300)를 보여준다. 예상된 누화는 주어진 프로젝션 시스템에서 투사 시에 입체 쌍의 좌안 영상과 우안 영상 간에 관찰되는 누화값을 말한다. 단계(301)에서, 예컨대 시스템(100) 또는 이중 영상기 시스템과 같은 이중 프로젝션 시스템을 이용하여 최종적인 필름이 투사될 극장이 선택된다. 이 필름이 유사한 프로젝션 시스템을 가진 많은 극장용으로 준비되고 있는 것이라면 이 극장들은 후술하는 바와 같은 왜곡 및/또는 누화 결정을 위해 선택된 확인된 또는 대표적인 것일 수 있다.

[0036] 단계 302

[0037] 단계(302)에서, 선택된 극장 또는 시스템에서 투사될 입체쌍의 좌안 영상과 우안 영상 간의 예상되는 차별적 왜곡이 측정, 모델링 또는 추정에 의해 결정된다. 이 차별적 왜곡은 프로젝션 시스템으로부터의 한 가지 이상의 왜곡, 특히 예컨대 키스토닝이나 핀쿠션으로부터 생기는, 입체 영상쌍의 제1 투사 영상과 제2 투사 영상 간에 관찰되는 왜곡 차이를 말하며, 이것이 투사 좌안과 투사 우안에 나타날 때에는 화소의 위치 차이로 표현될 수 있다. 이 차별적 왜곡은 입체 영상의 투사와 연관되는 것이라고도 말할 수 있다. 단계(302)에서, 좌안 및 우안 영상의 차별적 왜곡을 서로에 대해 측정하는 대신에, 양 영상의 왜곡은 공통의 기준, 예컨대 스크린에 대해 측정될 수도 있다. 왜곡 측정을 위한 영상은 필름 루프로서 제공될 수 있으며, 이 영상은 입체 필름 또는 영화 상영 시의 실제 영상일 필요는 없다.

[0038] 일례에서, 좌안 및 우안 투사 영상(212, 211) 각각에서의 좌표를 위한 기준 표지(fiducial markings)를 가진 검사 패턴(미도시)을 이용하여, 예컨대 프로젝션을 조사함으로써 한 쪽 눈의 영상의 좌표와 다른 쪽 눈의 영상의 좌표 간의 상호 참조를 제공할 수 있고, 스크린 상의 공통 지점은 좌안 영상과 우안 영상 모두에 대한 좌표에 위치될 수 있다. 이런 식으로, 좌안 영상의 화소와 이 좌안 영상 화소의 누화에 기여하는 것으로(즉, 누화 기여분을 만들어 내는 것으로) 예상되는 우안 영상의 하나 이상의 화소 간의 대응 관계가 설정된다. 이 대응 관계에 대해서는 도 4 및 5를 참조로 더 자세히 설명한다.

[0039] 단계(302)의 다른 실시예에서, 투사 좌안 및 우안 영상(211, 212)의 대응 코너들의 불일치 량을 추정함으로써 왜곡이 얻어질 수 있다. 예컨대, 투사 영상(212)의 상단 좌측 코너(A_L)는 투사 영상(211)의 상단 좌측 코너(A_R)보다 수평적으로 2 인치 수직적으로 1인치(이는, 40 피트 스크린의 경우에, 투사 영상의 폭이 약 2000 화소이고 아나모픽 프로젝션을 이용되지 않는다고 가정하면, 수평적으로 약 8 화소이고 수직적으로 약 4 화소일 수 있음)만큼 더 좌측에 있고 더 높다. 차별적 왜곡이 거의 대칭인 경우, 예컨대 수직 중심선(201)에 대해 대칭인 경우에는 이 단일의 코너는, 한 영상의 좌표가 다른 영상의 좌표로 변환되거나 이와 상관될 수 있도록 하기 위해 투사 영상(211, 212)의 2개의 사다리꼴 경계의 형태를 기술하기에 충분할 수 있다. 예컨대 차별적 왜곡들이 수직 중심선(201)에 대해 대칭이라면, 주어진 눈의 영상에 대해 주어진 높이에 있으면서 중심선(201)의 좌측으로 치우친 화소는 중심선(201)의 우측으로 동일량 치우친 (동일 높이에 있는) 화소와 왜곡의 크기가 같을 것이다. 이 경우에(도 1 및 2에 도시된 간단한 축상(on-axis) 경우에), 핀쿠션 또는 통형(barrel) 왜곡을 무시하면 투사 좌안 및 우안 영상의 차별적 왜곡은 수평 중심선(202)에 대해 서로의 거울 영상이 될 것이다. 즉, 좌안 영상이 수평 중심선(202)에 대해 수직적으로 뒤집혀지면 투사 우안 영상과 중첩될 것이다.

[0040] 예컨대 투사 우안 영상(211)의 상단 좌측 코너(A_R)가 우안 영상 좌표 $\{0,0\}$ 를 갖고 하단 우측 코너(C_R)가 $\{2000,1000\}$ 이라면, 코너들(A_R , A_L) 간의 관찰된 불일치(즉, 8 화소의 수평적 이격과 4 화소의 수직적 이격)는 투사 우안 영상(211)의 상단 좌측 코너(A_R)가 좌안 영상(212)의 좌표 공간에서의 $\{8,4\}$ 의 좌표에 대응하고 우안 영상(211)의 하단 우측 코너(C_R)가 좌안 영상(212)의 좌표 공간에서의 $\{2008,1004\}$ 의 좌표에 대응한다(이들 좌표가 투사 영상(212)의 범위 밖에 있다 하더라도)는 것을 나타낼 것이다.

[0041] 마찬가지로, 좌안 영상(212)의 하단 우측 코너(C_L)는 우안 영상에서 약 $\{1992,996\}$ 의 좌표에 대응하고, 투사 좌안 영상(212)의 상단 좌측 코너(A_L)는 우안 영상의 좌표에서 약 $\{-8,-4\}$ 의 좌표에 대응할(이 좌표가 투사 우안 영상(211)의 범위 밖에 있다 하더라도) 것이다. 프로젝션 시스템(100)이 대칭적으로 정렬된다면, 스크린(140)의 중심(141)은 투사 좌안 및 우안 영상(212, 211) 모두의 좌표 공간에서 좌표 $\{1000,500\}$ 에 대응할 것이다. 좌안 영상에서의 몇 개의 위치와 좌안 및 우안 좌표 공간에서의 대응 좌표의 예가 표 1에 나타나 있다 (이 표에서 "중심"은 상단과 하단 사이의 중점을 말하고 "중간"은 좌측과 우측 사이의 중점을 말한다).

표 1

좌안 영상의 위치	좌안 좌표	우안 좌표
상단 좌측 코너	$\{0,0\}$	$\{-8,-4\}$
상단 중간	$\{1000,0\}$	$\{1000,-4\}$
상단 우측 코너	$\{2000,0\}$	$\{2008,-4\}$
중심 좌측	$\{0,500\}$	$\{0,500\}$
중심 중간	$\{1000,500\}$	$\{1000,500\}$
중심 우측	$\{2000,500\}$	$\{2000,500\}$
하단 좌측 코너	$\{0,1000\}$	$\{8,996\}$
하단 중간	$\{1000,1000\}$	$\{1000,996\}$
하단 우측 코너	$\{2000,1000\}$	$\{1992,996\}$

[0043] 이들 좌표값에 기초하여, 예컨대 왜곡의 특성에 가장 잘 맞는 공식을 이용하여 보간을 통해 좌안 영상에서의 다른 위치들의 좌표를 구할 수 있다. 예컨대 전술한 간단한 전망(perspective) (사다리꼴) 왜곡에 대해서는 하기의 수학식을 이용하여 좌안 영상 좌표 $\{x_L, y_L\}$ 를 우안 영상 좌표 $\{x_R, y_R\}$ 로 변환할 수 있다.

수학식 1

$$x_R = x_L - 8 [(y_L - y_C) / y_C] * [(x_L - x_C) / x_C]$$

$$y_R = y_L - 4 (y_L - y_C)^2 / y_C^2$$

[0045] 여기서, $\{x_C, y_C\}$ 는 중점 $\{1000,500\}$ 이다.

[0046] $\{x_R, y_R\}$ 에서 $\{x_L, y_L\}$ 로의 역변환은 화소의 작은 부분 이내 까지는 수학식 2로 주어진다.

수학식 2

$$x_L = x_R + 8 [(y_R - y_C) / y_C] * [(x_R - x_C) / x_C]$$

$$y_L = y_R + 4 (y_R - y_C)^2 / y_C^2$$

[0048] 단계 303

[0049] 단계(303)에서, 선택된 극장에서 시스템에 의해 투사된 입체상의 좌안 및 우안 영상에 대해 예상된 누화 백분율은 (투사 영상 공간에 대응하는) 스크린의 하나 이상의 영역에서 직접적으로 측정 또는 추정될 수 있다.

누화가 프로젝션 시스템에서 크게 변하지 않는 것으로 예상되거나 알려져 있다면, 한 영역에서의 누화 결정만으로도 충분할 것이다. 그러지 않으면 그와 같은 결정은 추가 영역에서도 이루어져야 할 것이다. 중요한 변화량으로서 고려되는 것은 사업상 결정이나 정책에 따른 특정의 성능 요건에 따른 것이다.

[0050] 일 실시예에서 누화 백분율은 안경의 뷔잉 필터를 통해 한 입체 영상(즉, 그 영상을 투사하는 광)이 다른 입체 영상으로 누설되는 량을 결정함으로써 측정된다. 이는, 예컨대 프로젝션 시스템(100)을 통해 블랭크(투명) 필름을 실행하고, 한 출력 렌즈를 차단하고(예컨대 좌안 출력 렌즈(137)를 불투명 재료로 덮고), 그리고 우안 필터(171)를 통해 관객(160)의 위치로부터 보여지는 스크린(140)의 제1 위치 또는 영역(예컨대 중심(141))에서의 광량을 측정함으로써 달성될 수 있다. 이 제1 측정은 밝은 영상 측정이라고 말할 수 있다. 오픈 프레임(즉, 필름이 아님)을 투명 필름 대신 이용할 수는 있지만, 이는 특정 필터 성분(예컨대 편광기)이 높은 조명이나 방사속에 취약할 수 있기 때문에 바람직하지 않다. 좌안 출력 렌즈를 그대로 차단한 상태로 좌안 필터(172)를 통해 유사한 측정이 수행되며, 이 측정은 어두운 영상 측정이라고 말할 수 있다.

[0051] 이들 2가지 측정은 뷔잉 필터(171, 172) 각각을 통해 지점(141)에서 지시된 스폷 광도계를 이용하여 실시될 수 있다. 약 한 두 단계의 통상적인 측정 필드가 달성될 수 있다. 이들 측정에 있어서, 각 필터(171, 172)는 광도계의 광축을 따라 정렬되고, 뷔잉 안경 필터와 관객의 좌안 및 우안(162, 161) 간의 관계와 유사한 공간 관계로 광도계에 대해 배치되어야 한다. 밝은 영상 측정에 대한 어두운 영상 측정의 비는 누설, 즉 누화 백분율이다. 선택적으로, 다른 관객 위치에서 추가적인 측정이 실시될 수 있고, 특정 스크린 영역의 결과(구해진 비)는 평균(필요하다면 가중 평균)될 수 있다.

[0052] 원한다면, 이들 지점들에서 광도계를 지시함으로써 스크린 상의 다른 위치 또는 영역에 대해 유사한 측정이 실시될 수 있다. 후술하겠지만, 서로 다른 여러 위치에 대한 이들 측정은 스크린의 서로 다른 영역에서의 화소와 연관된 누화값을 결정하는데 이용될 수 있다. 더욱이, 광도계가 스펙트럼 감도를 갖고 있다면, 즉, 밝기를 과장 함수로서 측정할 수 있다면, 누화는 변색(discoloration)(예컨대, 누화가 스펙트럼의 녹색 또는 적색보다 청색에서 더 높은지 여부)에 대해 평가될 수 있으며, 이에 따라 프린트 필름에서 각 색 염료에 대해 독립적인 누화 백분율을 결정할 수 있다.

[0053] 다른 실시예에서, 누화 백분율은 예컨대 좌안 및 우안 영상에 각자의 검사 내용 또는 패턴을 제공함으로써 직접적으로 관찰될 수 있다. 일례로서, 0% 투명도부터 20% 투명도에 이르는(즉, 최대 밀도부터, 적어도 누화의 최악 예상 상황을 나타내는 광을 허용하는 더 낮은 밀도에 이르는) 값을 가진 밀도 기울기(미도시)를 가진 패턴이 좌안 영상(112)에 제공될 수 있고, 우안 영상(111)에서의 패턴(미도시)은 100% 투명도로, 즉 최소 밀도로 제공된다. 우안 영상에서 좌안 영상으로 누화 백분율을 결정하기 위해서, 관찰자는 좌안 필터(172)를 통해 좌안(162) 만을 가지고 검사 내용을 봄으로써, 어떤 기울기 값이 좌안 필터(172)를 통해 누설되는 우안 패턴의 겉보기 세기와 가장 잘 맞는지를 시각적으로 결정할 수 있다.

[0054] 좌안 패턴은 스크린의 상부 절반부에서 투사된 입체 또는 체크보드 패턴일 수 있으며, 이 패턴은 좌측에서의 0% 투명도(즉, 흑색) 내지 우측에서의 20% 투명도를 제공하는 밀도 기울기를 갖고 있다(예컨대, 체크보드의 흑색 칸은 항상 흑색이지만 '밝은' 또는 비흑색 칸은 0% 내지 20% 투명도에 이른다). 우안 패턴도 스크린의 하부 절반부에서 투사된 입체 또는 체크보드 패턴(예컨대, 체크보드의 밝은 칸은 최소 밀도, 즉 완전 100% 밝기를 가짐)일 수 있다. 좌안 필터만을 통해 보고 있는 관찰자는 좌측에서 우측으로 스크린 상의 하부 절반부에서의 패턴(좌안 영상)이 스크린의 상부 절반부에서의 패턴(우안 영상)과 세기가 잘 맞는 곳을(즉, 하단 패턴의 누설이 스크린의 상단에서의 기울기와 가장 잘 맞는지 곳을) 알 수 있다.

[0055] 별도의 색 검사 패턴을 이용하여 프린트 필름(110)의 시안, 황색 및 마젠타 염료 각각에 대해 독립적인 누화 백분율을 구할 수 있다.

[0056] 단계(303)의 또 다른 실시예에서, 재료 또는 성분(예컨대 필터와 스크린)의 사양으로부터 누화 백분율을 추정할 수 있다. 예컨대, 우안 필터(151)가 수직 편광의 95%, 수평 편광의 2%를 통과시키는 것이라면, 이는 좌안(12)으로의 약 2.1%(0.02/0.95) 누설을 나타낼 것이다. 스크린(140)이 실버 스크린이고 반사광의 94%에 대해서는 편광을 보존하고 나머지 5%에 대해서는 편광을 보존하지 않는다면, 이는 각 눈으로의 추가적인 5.3%(0.05/0.94) 누설을 나타낼 것이다. 좌안 수평 편광 필터(172)가 수평 편광의 95%를 통과시키고 수직 편광의 2%만을 통과시킨다면, 이는 다른 2.1%의 누설이다. 전체적으로 볼 때, 이들 서로 다른 누설 기여분들은 (1차적으로) 합쳐져서 약 9.5%의 누설이 되며, 이는 총 누화 백분율, 즉, 좌안이 관찰하는 우안 영상으로부터의 광 비율이 된다.

[0057] CALC1:

$$\frac{0.02}{0.95} + \frac{0.05}{0.94} + \frac{0.02}{0.95} = 0.0953$$

[0058]

[0059] 더 높은 정밀도가 필요하다면, 광로 중의 각 요소에서의 광누설 또는 편광 변화, 예컨대, 편광 필터 요소를 통한 잘못된 편광의 통과 또는 스크린에 의한 편광 변화를 고려하여 더 자세한 고차의 계산을 이용할 수 있다. 일례에서, 우안 영상에서 좌안 영상으로의 누화 백분율의 완전한 고차 계산은 다음과 같다.

[0060]

CALC2:

[0061]

$$\frac{(0.95 * 0.94 * 0.02) + (0.95 * 0.05 * 0.95) + (0.02 * 0.94 * 0.95) + (0.02 * 0.05 * 0.02)}{(0.95 * 0.94 * 0.95) + (0.95 * 0.05 * 0.02) + (0.02 * 0.94 * 0.02) + (0.02 * 0.05 * 0.95)} = 9.484\%$$

[0062]

상기 계산식에서, 분자에서 괄호로 표기된 각 항은 광로 중의 요소, 예컨대 트로젝션 필터, 스크린 및 뷰잉 필터로부터 생기는, 틀린 영상에 대한 누설항 또는 누설 기여량(즉, 제2 영상의 뷰잉 필터를 통과하여 틀린 눈에 보이게 되는 입체쌍의 제1 영상으로부터의 광)을 나타낸다. 분모에서 괄호로 표기된 각 항은 올바른 영상에 실제 기여하는 광 누설을 나타낸다.

[0063]

여기서, 각 누설은 입체 영상과 연관된 광이 어떤 요소(예컨대, 소량의 수평 편광을 통과시키는 수직 편광기로 설계된 필터, 또는 소량의 편광 변화를 나타내는 편광 보존 스크린)의 비이상적인 성능 특성으로 인해 "틀린"(또는 의도하지 않은) 편광 방향을 갖고서 투과 또는 반사되는 것을 말한다.

[0064]

상기 계산식 CALC2에서, 홀수(1 또는 3) 누설을 나타내는 항은 분자에서 누설 기여량으로서 나타나고, 반면에 짝수(0 또는 2) '누설'을 나타내는 항은 분모에서 올바른 영상에의 기여량으로서 나타난다. 후자의 올바른 영상에의 기여량은, 예컨대, (예컨대 불완전한 편광 필터에 의해 통과된) 틀리게 편광된 광의 일부가 (편광을 보존했어야 하는) 스크린으로부터 반사될 때에 편광을 변화시킬 때에 발생하며, 이에 따라 누설은 올바른 눈에 보이게 된다.

[0065]

예컨대, CALC2의 분자에서 세 번째 항은 우안 영상 프로젝션 필터(151)에 의해 유발된 누설의 일부(2%)가 스크린(140)에 의해서 변치 않고(94%) 좌안 뷰잉 필터(172)에 의해 통과된다는(95%) 것을 나타낸다. 분모에서 네 번째 항은 필터(151)에 의해 누설된 수평 편광이 스크린(140)에 의해 그 편광이 변화되어 다시 수직 편광이 될 때의 올바른 영상에의 누설 기여량을 나타내며, 결과적으로 수직 편광 필터(171)에 의해 통과될 때의 올바른 영상에의 누설 기여량을 나타낸다.

[0066]

그러나, CALC2의 더 구체적인 계산의 결과 값은 1차 계산(CALC1)으로부터의 더 간단한 추정치와는 약간 다를 뿐이며, 따라서, 대부분의 경우에 이 더 간단한 계산이 적절하다.

[0067]

전술한 바로 부터, 누화 백분율을 측정, 계산 또는 추정하는 다른 기술은 당업자에게 자명할 것이다.

[0068]

단계 304

[0069]

단계(304)에서, 필름 또는 영화 상영의 일 프레임에 대한 입체쌍의 투사 영상, 예컨대 도 1에서의 영상(111, 112)의 복수의 화소에 대한 누화값이 결정된다(이것은 "화소 방식" 누화값 결정이라고 할 수 있다). 후술하는 바와 같이, 제1 눈 영상의 주어진 화소에 대한 누화값은 제1 눈 영상의 근접 화소(이 화소는 단계(302)로부터의 왜곡 정보에 기초하여 식별됨)로부터 예상되는 누화 기여량으로부터 결정된다. 필름의 누화 보정 상황에서는, 용어 "화소"는, 당업자라면 잘 알고 있는 바와 같이, 요즘에는 통상적으로 촬영 후 필름 편집을 의미하는 디지털 보정 처리(digital intermediate), 즉, 필름의 디지털 버전의 화소를 말한다. 대안으로서, 화소는 예컨대 스크린 상의 위치에 대응하는 투사 영상 공간과 관련하여 이용될 수도 있다.

[0070]

일 실시예에서, 누화값 결정 또는 보정은 좌안 및 우안 영상의 모든 화소에 대해 바라는 또는 필요한 것이라고 가정한다. 따라서, 누화값은 좌안 영상과 우안 영상 양자의 모든 화소에 대해 결정될 것이다. 그러나, 다른 실시예에서는, 누화값 결정은, 예컨대, 누화 보상이 입체 영상 각각의 특정 화소 또는 부분에 대해서는 필요하지 않다고 하면, 그 입체 영상 각각의 일부 화소에 대해서만 실시될 수 있다.

[0071]

고려 중인 제1 눈 영상의 특정 화소에 대해서, 그 특정 화소의 투사에 근접하여 투사된 제2 눈 영상의 하나 이상의 화소가 식별되고, (다른 눈 영상의) 그 근접 화소들 각각으로부터의 그 특정 화소의 총 누화값에의 기여량이 결정된다. 예컨대, (입체 영상쌍의 영상들 간의 차별적 왜곡을 결정하는) 단계(302)로부터의 결과에

기초하여, 좌안 및 우안 영상으로부터의 화소는 일반적인 좌표계로 변환, 예컨대, 수학식 1을 이용하여 일 영상의 좌표계를 타 영상의 좌표계로 변환할 수 있으며, 이에 따라서, 이 2개의 영상으로부터의 화소들 간에 대응 관계가 설정될 수 있고, 제1 눈 영상의 그 특정 화소와 연관된 (제2 눈 영상으로부터의) 누화 기여 또는 근접 화소가 식별될 수 있다.

[0072] 이것은 도 3B에 나타나 있다. 도 3B는 제1 영상에서 고려 중인 화소와 다른 눈의 영상으로부터의 몇 개의 화소 간의 공간적 관계를 보여준다(여기서는, 다른 눈 영상으로부터의 고려 중인 화소에의 누화 기여량이 결정되어야 함). 이 예에서, 우안 영상의 투사 화소(P_R)는 좌안 영상의 투사 화소(P_{1L} , P_{2L} , P_{3L} , P_{4L})(점선 표시된 직사각형)에 근접해 있고, 좌안 영상의 이들 근접 화소는 화소(P_R)에서의 누화값에 기여하는 것으로 예상된다. 좌안 영상의 이들 근접 화소 각각은 화소(P_R)에서의 누화값에의 그 상대적인 기여에 의해 특징지워진다. 차별적 왜곡이 없는 경우에는 우안 및 좌안 영상의 화소들은 1 대 1 대응 관계를 가지며 서로 중첩할 것임에 유의한다. 차별적 왜곡이 있는 경우에는 일반적으로 한 영상의 특정 화소에 비영 누화 기여하는 다른 영상으로부터의 복수의 (예컨대 2개의) 근접 화소가 있을 것이다.

[0073] 이 예에서는 제1 눈 영상의 화소에 근접한 것으로 생각되는 제2 눈 영상으로부터의 4개 영상이 있으며, 이들 영상은 제1 눈 영상의 누화에 똑 같은 비율로 기여하며, 따라서 각각의 기여도는 25%가 될 것이다. 단계(303)에서 영상의 이 영역에 대해 결정된 누화 백분율을 X_T (백분율 또는 분수로 표현되는 백분율)라 하면, 고려 중인 화소(예컨대 우안 영상의 화소(P_R))에 대한 누화값(P_{RX})은 수학식 3에 나타낸 바와 같이 X_T 곱하기 (P_{iL})과 $c(P_{iL}, P_R)$ 의 곱의 합이다. 여기서, P_{iL} 는 각각의 근접한 다른 눈 화소, 예컨대 좌안 영상 화소(P_{iL}) (여기서 i 는 각 근접한 좌안 화소에 대한 지수로서, 예컨대 도 3B에서 $i=1$ 내지 4임)의 값이고, $c(P_{iL}, P_R)$ 은 화소(P_{iL})로부터의 화소(P_R)에 대한 누화 기여량이다(이 예에서 각각 25%이다).

수학식 3

$$P_{RX} = X_T \sum_i (P_{iL} * c(P_{iL}, P_R))$$

[0074] 이 수학식에서,

$$P_{RX} = \text{crosstalk}(P_R)$$

$$P_{iL} = \text{value}(P_{iL})$$

$$c(P_{iL}, P_R) = \text{contribution}(P_{iL}, P_R)$$

[0075] 이 설명에서 사용된 화소의 "값"은, 예컨대 밝기 또는 휘도 그리고 색일 수도 있는 화소의 특성들 하나 이상의 표현을 말한다. $c(P_{iL}, P_R)$ 은 근접 화소(P_{iL})와 중첩되는 화소(P_R)의 일부를 나타내는데, 0 내지 100%의 범위를 갖고 있다. P_{iL} 과 $c(P_{iL}, P_R)$ 의 곱은 근접 화소(P_{iL})로부터의 "누화 기여값"이라고 할 수 있다. 예컨대, 50 밝기 단위(선형 단위)의 근접 화소(P_{iL})가 목적 화소(P_R)의 20%와 중첩한다면, $20\% \times 50 = 10$ 밝기 단위가 근접 화소(P_{iL})가 다른 눈 영상의 화소(P_R)에 기여하는 누화값이 될 것이다.

[0076] 모든 근접 화소(P_{iL})로부터의 누화 기여값들의 합에 (예컨대 단계(303)에서 측정 또는 추정된) 이 영역에서의 누화 백분율인 X_T 가 곱해지면, P_{RX} 의 결과는 화소(P_R)에 대한 총 누화값인데, 이것은, 예컨대, 다른 눈 영상으로부터의 누화 또는 광누설로 인해 생기는 화소(P_R)에 대해 관찰된 총 임여 밝기에 해당한다. 이것이 바로, 화소(P_R)에서 관찰될 수 있는 임여 밝기를 감소시키기 위해서, 화소(P_R)에 대해서 필요한 보상을 위한 누화값이다.

[0077] 누화 백분율 X_T 가 영상의 일 영역에 대해서만 결정된다면, 예컨대 스크린에서 공간적 변화가 없는 것으로 예상된다면, 수학식 3의 등식을 이용하여 그 영상의 모든 화소에 대한 누화값을 계산할 수 있다.

[0080] 그러나, 단계(303)에서 결정된 누화 백분율이 스크린(140)에서 변한다면(즉, 영역마다 측정치가 달라진다면), 단계(304)에서 이러한 변화가 고려된다. 예컨대, 고려 중인 화소가 누화 백분율이 서로 다른 2개의 영역 사이에 위치하면, 보간에 의해 X_T 의 값이 구해질 수 있다. 단계(303)에서 결정된 누화 백분율이 시안, 황색 및 마젠타 프린트 염료 각각에 따라 변하면, 이러한 변화도 이 단계에서 고려된다. 예컨대 독립적인 누화 백분율 X_C , X_Y , X_M (백분율로 표시됨)이 각자의 프린트 염료 색에 적용된다.

[0081] 이들 계산에 있어서 다른 눈 화소 값은 선형값이어야 함에 유의한다. 따라서, 화소값이 로그값을 나타낸다면 이는 먼저 상기 계산에서 조작하기 전에 먼저 선형적인 표현으로 변환되어야 한다. 그런 다음에, 상기 수학식 3에서 곱들의 척도 변환된 합으로부터 생긴 누화값은 다시 로그값으로 변환될 수 있다. 누화가 개별적인 색에 대해 개별적으로 고려된다면, 전술한 화소값은 이들 색, 예컨대, 적색, 청색, 녹색 각각에서의 밝기(이것은 시안, 황색 및 마젠타 염료의 값을 분석할 때 측정된 것임)를 말한다.

[0082] 단계 305

[0083] 단계(305)에서, 단계(304)에서 고려된 각 화소(즉, 누화 정보, 예컨대 누화값이 결정된 투사 영상의 복수의 화소 각각)가 투사 좌안 영상과 투사 우안 영상 사이에 존재하는 것으로 예상되는 누화값을 적어도 부분적으로 보상하도록 밀도 조정된 상태로 네가티브 필름에 녹화된다. 구체적으로, 디지털 보정 처리 시에 영상으로부터 출력된 각 화소의 밀도는 각 화소에 대해 단계(304)에서 구해진 누화 정보에 기초하여 결정되고, 그에 따라서 필름 매체에 밀도 조정이 적용되어, 누화로부터 증가된 밝기가 네가티브 필름으로부터 만들어진 필름 프린트에서 효과적으로 보정된다(또는 적어도 부분적으로 감소된다).

[0084] 예컨대, 단계(304)로부터의 특정 화소에 대한 누화값이 C_T 인 것으로 예상되면, 네가티브 필름을 위해 출력된 화소의 밀도는 C_T 함수인 어떤 량만큼 감소되어야 하며(즉, 네가티브 필름을 더 밝게하거나 더 투명하게 하여야 함), 이에 따라서, (하기의 단계(307)에서) 이 네가티브 필름으로부터 만든 필름 프린트는 이 화소에서 출력된 광을 누화값 C_T 로부터의 광 증가와 거의 같은 량만큼 감소시킬 것이다. 다른 실시예에서, 네가티브 필름에서 제1 영상의 영상에 대한 감소된 밀도는 제2 영상의 하나 이상의 화소로부터의 누화 기여값을 소정량 만큼 적어도 부분적으로 보상하기에 충분하다.

[0085] 따라서, 필름 프린트는 대응 밀도가 증가할 것이며, 이러한 밀도 증가는 그 특정 화소에 대해 투사된 광량을 감소시켜 적어도 부분적으로 보상하게 될 것이다. 즉, 단계(304)에서 계산된 대응 누화값과 거의 같게 될 것이다. 네가티브 필름에 화소를 녹화하기 위한 밀도 또는 세기 조정량은 네가티브 필름과 프린트 필름에 대한 공개된 감광(sensiometric) 곡선으로부터 결정될 수 있다.

[0086] 그와 같은 곡선은 제한된 영역에서만 거의 선형적이다. 이 때문에 당업계에 잘 알려져 있는, 그와 같은 보정을 수행하는 알고리즘은 일반적으로 특정 필름 녹화기, 네가티브 필름 재료(negative film stock) 및 프린트 필름 재료에 대해 경험적으로 생성된 탐색표(LUT)를 채용한다. 그와 같은 LUT에 대한 설명은 American Cinematographer 잡지(미국 촬영감독 협회(캘리포니아주 헬리웃 소재) 발간)의 2005년 4월판에서 "The Color-Space Conundrum, Part Two: Digital Workflow"라는 제목의 논문에 나와 있다. 다른 LUT로서, 예컨대 뉴욕주 Rochester 소재의 Eastman-Kodak은 Kodak Display Manager and Look Management System products에서 제조하는 필름 재료에 대한 LUT를 공개하고 있다. 이들 문헌의 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함된다.

[0087] 단계 306 내지 309

[0088] 단계(306)에서, 필름 상영의 다른 입체 영상, 예컨대 필름의 다른 프레임에 대해 단계들(304, 305)이 반복된다. 어떤 상황에서는 필름의 모든 프레임의 모든 영상에 대해 밀도 조정을 수행하는 것이 바람직할 수 있지만 반드시 그런 것은 아니다. 그러면, 밀도 결정 결과에 기초하여 네가티브 필름(또는 다른 대체물, 예컨대 원한다면, 필름 영상의 디지털 버전)이 제작될 수 있다.

[0089] 단계(307)에서, 단계(306)에서 제작된 네가티브 필름으로부터 필름 프린트가 만들어 진다.

[0090] 단계(308)에서, 단계(307)에서 만들어진 필름 프린트가 시스템(100) 또는 이와 유사한 것으로 투사되어 관객(160)에게 보이게 될 때에, 누화 보정이 없는 필름 프린트에 비해 누화의 인식이 거의 없다.

- [0091] 프린트에서 한쪽 눈에 대해 조정될 화소가 이미 고밀도일(즉 어두울) 수 있고, 따라서 그 최대 밀도(즉 가장 어두움)에서 조차 다른 쪽 눈 영상의 투사로부터의 누화를 완전히 오프셋시킬 수 있을 정도로 광을 충분히 저감시킬 수 있는 예외적인 상황이 일어날 수 있다. 그러나, 그런 상황은 자주 생기는 것은 아니며 보통은 지속 기간이 짧다.
- [0092] 프로세스(300)는 단계(309)에서 종료한다.
- [0093] 제2 입체 영상에서의 근접 화소의 기여로부터 생기는 제1 입체 영상의 특정 화소에서의 누화값을 결정하기 위한 단계(304)의 과정은 도 4 및 도 5의 예에서 더 자세히 설명된다.
- [0094] 도 4는 좌표 $\{x', y'\}$ 가 $L_{(x', y')}$ 로 지정된 투사 좌안 영상 화소(410)(두꺼운 사각형으로 나타냄)를 중심으로 한 영역(400)을 보여준다. 도 4에서, 좌안 화소(410) 부근에는 각각이 좌안 화소(410)와 부분적으로 겹치는 (우안 화소(423)는 제외) 우안 영상 화소들(421-426)이 투사되어 있다.
- [0095] 좌안 화소(410)는 그리드 라인(411, 412)에 의해 좌측과 우측이, 그리드 라인(413, 414)에 의해 위쪽과 아래 쪽이 제한되어 있다. 이 예에서, 그리드 라인(411, 413)은 각각 x' 와 y' 의 좌표값을 갖는 것으로 생각할 수 있고, 따라서, 좌안 화소(410)의 상부 좌측 코너는 $L_{(x', y')}$ 로 지정된다. 이 4개의 그리드 라인(411-414)은 투사 좌안 영상(212) 전체에 걸쳐서는 직선이 아니어도 됨에 유의한다. 그러나, 고배율에서는 그 곡률은 보통은 무시될 수 있고, 이 스케일에서는 이들 그리드 라인은 직선으로 취급될 것이다. 이 $\{x', y'\}$ 값은 상기 변환 수학식 1과 2에서 x_L, y_L 좌표 공간에서의 값들에 대응함에 유의한다.
- [0096] 우안 화소들(421-426)은 이런 스케일에서 고려될 때에 무시할 수 있는 곡률을 가진 유사한 에지를 갖고 있다. 그 상단 좌측 코너들은 화소(410)의 좌표계와는 다른 좌표계에서 지정된다. 예컨대, 우안 화소(421)는 좌표 $\{i, j\}$ 를 갖고 있으며 $R_{(i, j)}$ 로 지정되고, 우안 화소(422-426)는 각각 좌표 $\{i+1, j\}, \{i+2, j\}, \{i, j+1\}$ 및 $\{i+1, j+1\}, \{i+2, j+1\}$ 을 갖고 있다. 이들 $\{i, j\}$ 좌표들은 상기 변환 수학식들에서 x_R, y_R 좌표 공간에서의 값들에 대응하며, 수학식 2를 이용하여 전술한 바와 같이 x_L, y_L 좌표로 변환될 수 있다.
- [0097] 투사 시에 우안 화소(421, 422, 424, 425, 426)는, 대응하는 교차 또는 중첩 영역(431, 432, 434, 435, 436) (각 중첩 영역은 각자의 우안 화소와 좌안 화소(410)의 대응 경계들에 의해 정해짐)을 갖고서 좌안 화소(410)와 겹친다. 우안 화소(423)는 좌안 화소(410)와 겹치지 않으며, 따라서 대응 교차 영역이 없다.
- [0098] 투사 중첩 영역들(431, 432, 434, 435, 436)의 면적의 합은 투사 좌안 화소(410)의 면적과 같다. 좌안 화소(410)에 대한 투사 우안 화소(421)의 기여는 좌안 화소(410)의 투사 면적으로 나눈 중첩 영역(431)의 면적이 될 것이다. 즉, 좌안 화소(410)에 대한 우안 화소(421)의 기여는 비 A_{431}/A_{410} 으로 주어진다. 여기서, A_{431} 은 중첩 영역(431)의 면적이고, A_{410} 은 좌안 화소(410)의 면적이다.
- [0099] 화소(421)의 이러한 누화 기여량에 화소(421)의 값이 곱해지고(여기서, 화소(421)의 "값"은 관객(160)이 보는 화소(421)의 밝기에 선형적으로 대응함), 이어서 영역(400)에 대해 단계(303)에서 결정된 예상 누화 백분율이 곱해지면, 그 결과로서, 우안 화소(421)으로부터의 누화 또는 누설로 인해 좌안 화소(410)의 밝기가 겉보기에 증가한다. 키스토닝 각도가 작은 경우에는 좌안 화소(410)의 면적은 거의 1로 취급될 것임에 유의한다. (이 예에서, 영역(400)은 고려 중인 화소(예컨대 화소(410))와 다른 쪽 눈 영상으로부터의 근접 화소(예컨대 화소(421-426))를 둘러싸는 스크린 부분에 대응한다.)
- [0100] 당업자에게 잘 알려져 있는 바와 같이, 각 중첩 영역(431, 432, 434, 435, 436)의 면적은, n 개의 꼭지점을 가진 다각형에 대해서 그 X_R, Y_R 좌표가 X_L, Y_L 좌표로 변환된 후에 (최종 변환된 좌표는 정수(integer)가 되는 일은 드물 것임) 면적 A 를 산출하는 Surveyor 공식에 따라 하기 수학식 4에 나타낸 바와 같이 결정될 수 있다.

수학식 4

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

[0101]

- [0102] 더 정밀한 결과가 필요하다면, 영역(400)의 투사 화소가 스크린 중심 좌표계(미도시)로 변환될 수 있다. 이 변환은 프로젝션 시스템(100)의 형태, 프로젝션 시스템이 설치되는 극장, 및 렌즈(130) 조정에 많이 의존할 것이다. 이 경우에 우안 화소(410)의 면적이 거의 1인 것으로 생각해서는 않되고, 상기 Surveyor 공식에 따라 계산되어야 한다.
- [0103] 단계(302)로부터의 예상되는 차별적 키스토닝 및 다른 왜곡의 결정에 불확실성이 있다면, 그 불확실성은 좌안 화소(410)의 크기를 스케일링 업(scaling up)함으로써 적용되거나 고려될 수 있다. 예컨대, 플러스 또는 마이너스 반화소(half pixel)의 불확실성이 있다면, 이 계산을 위해서는 화소(410)에 포함된 면적은 그리드 라인(413)에 수직인 방향으로 반화소만큼 위로, 그리드 라인(412)에 수직인 방향으로 반화소만큼 우측으로, 그리드 라인(414)에 수직인 방향으로 반화소만큼 좌측으로 확장되는 것으로 생각해야 한다. 화소(410)의 크기를 증가시키는 것은 근접 우안 화소와의 중첩 영역(들)의 크기 및/또는 수를 증가시키는 효과가 있고, 그 결과, 중첩 또는 근접 화소로부터의 누화 기여의 상대적 량이 변할 수 있다. 특정 화소(예컨대 화소(410))의 누화에 기여하는 더 많은 근접 화소를 고려함으로써, 그 기여는 효과적으로 블러링(blurring)되거나 완만화(smoothing)되는데, 이는 화소 왜곡과 연관된 불확실성의 존재와도 일관되는 것이다.
- [0104] 도 5는 영역(500) 내의 특정 화소에서의 누화값을 결정하는 다른 예를 보여준다. 투사 좌안 영상 화소(510) (두꺼운 사각형으로 나타냄)는 $L_{(x',y')}$ 로 지정된 좌표 $\{x',y'\}$ 를 갖고 있다. 좌안 화소(510) 부근에는 각각이 좌안 화소(510)와 부분적으로 겹치는 (우안 화소(523, 526)는 제외) 우안 영상 화소들(521-526)이 투사되어 있다.
- [0105] 좌안 화소(510)는 그리드 라인(511)에 의해 좌측이, 그리드 라인(513)에 의해 위쪽이 제한되어 있다. 이 예에서, 그리드 라인(511, 513)은 각각 x' 와 y' 의 좌표값을 갖는 것으로 생각할 수 있고, 따라서, 좌안 화소(510)의 상부 좌측 코너는 $L_{(x',y')}$ 로 지정된다. 그리드 라인(511, 513)은 투사 좌안 영상(212) 전체에 걸쳐서는 직교 직선이 아니어도 됨에 유의한다. 그러나, 고배율에서는 그 곡률과 수직 및 수평 슬로프 오프 트루(slope off true vertical and horizontal)는 보통은 무시될 수 있고, 이 스케일에서는 이들 그리드 라인은 직선적이고 수직적 또는 수평적 라인으로 취급될 것이다. 이 $\{x',y'\}$ 값은 예컨대 상기 변환 수학식 1과 2에서 x_L, y_L 좌표 공간에서의 값들에 대응한다.
- [0106] 우안 화소들(521-526)은 이런 스케일에서 고려될 때에 무시할 수 있는 곡률을 가진 유사한 에지를 갖고 있다. 그 상단 좌측 코너들은 좌안 화소(510)의 좌표계와는 다른 좌표계에서 지정된다. 예컨대, 우안 화소(521)는 좌표 $\{i, j\}$ 를 갖고 있으며 $R_{(i,j)}$ 로 지정되고, 우안 화소(522-526)는 각각 좌표 $\{i+1, j\}, \{i+2, j\}, \{i, j+1\}$ 및 $\{i+1, j+1\}, \{i+2, j+1\}$ 을 갖고 있다. 이들 $\{i, j\}$ 좌표들은 예컨대 상기 변환 수학식들 1 및 2에서 x_R, y_R 좌표 공간에서의 값들에 대응하며, 전술한 바와 같이 x_L, y_L 좌표로 변환될 수 있다.
- [0107] 도 5에 도시된 바와 같이, 투사 우안 화소(521, 522, 524, 525)는, 대응하는 교차 또는 중첩 영역(531, 532, 534, 535) (각각은 각자의 우안 화소와 좌안 화소(510)의 대응 경계들에 의해 정해짐)을 갖고서 좌안 화소(510)와 겹친다. 우안 화소(523, 526)는 좌안 화소(510)와 겹치지 않으며, 따라서 대응 교차 영역이 없다.
- [0108] 투사 중첩 영역들(531, 532, 534, 535)의 면적의 합은 투사 좌안 화소(510)의 면적과 같다. 좌안 화소(510)에 대한 투사 우안 화소(521)의 기여는 좌안 화소(510)의 투사 면적으로 나눈 중첩 영역(531)의 면적으로 주어진다.
- [0109] 이러한 기여량에 화소(521)의 값이 곱해지고(여기서, 화소(521)의 "값"은 관객(160)이 보는 화소(521)의 밝기에 선형적으로 대응함), 이어서 영역(500)에 대해 (예컨대 단계(303)에서 결정된) 예상 누화 백분율이 곱해지면, 그 결과로서, 우안 화소(521)으로부터의 누화 기여로 인해 좌안 화소(510)의 밝기가 겉보기에 증가한다. 도 5는 키스토닝 각도가 작은 경우를 가정하며, 따라서 좌안 화소(510)의 면적은 거의 1로 취급될 것임에 유의한다.
- [0110] 그리드 라인(511, 513)의 기울기와 우안 화소(521-526)의 변이 거의 수직이고 수평이라고(즉, 수직과 수평으로부터의 편차는 무시할 수 있다고) 가정하면, 중첩하는 우안 화소에 의한 누화 기여의 계산을 상당히 더 간단하게 하게 할 수 있다. 따라서, 우안 화소(521)의 기여량은 $(1-\text{선분}(EI)\text{의 수평 성분}) \times (1-\text{선분}(EI)\text{의 수직 성분})$ 의 곱인 교차(531)의 면적에 비례한다. 화소의 수평 및 수직 치수는 1로 취급된다. 마찬가지로, 우안 화소(522)의 기여량은 교차(531)의 면적에 비례하며, $(1-\text{선분}(FI)\text{의 수평 성분}) \times (1-\text{선분}(FI)\text{의 수직 성분})$ 의 곱이다. 마찬가지로, 선분(HI, GI)은 각각 우안 화소(524, 525)에 대한 각자의 교차(534, 535)의 면

적을 계산하는데 이용될 수 있다.

[0111] 단계(302)로부터 예상된 차별적 키스토닝 및/또는 다른 왜곡을 결정하는데 불확실성이 있다면, 그 불확실성의 크기, 예컨대 플러스 또는 마이너스 일 화소는 로우패스 필터를 다른 형태의 영상에 적용함으로써 누화 계산에 이용될 수 있다. 이는 도 4를 참조로 전술한 "화소 확장" 방식에 대한 대안 방식이다. 예컨대, 로우패스 필터 알고리즘에 대한 기초로서 가우시안 블러(blur)가 선택될 수 있고, 단계(302)로부터의 불확실성의 크기를 하기 수학식에서 표준 편차 σ (시그마) 성분으로 이용하여 컨볼루션 행렬을 구축한다.

수학식 5

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

[0112] [0113] 이 수학식에서, 좌표 $\{x, y\}$ 는 계산되는 컨볼루션 행렬에서의 오프셋을 나타내며, 적당한 크기의 행렬을 얻기 위해서는 제로에 대해 플러스 마이너스 방향에서 각 화소에서 적어도 3σ (불확실성 크기의 3배)만큼 대칭적으로 확장되어야 하며, (이득이 급격히 감소하더라도) 정확도를 개선하기 위해서는 훨씬 더 큰 행렬을 이용할 수 있다. 예컨대, 불확실성(시그마)이 플러스 또는 마이너스 1/2 화소라면, 그 행렬을 $3 \times 1/2$ 로 확장시키는 것이(이때, 중심 셀을 넘어 각 방향(상, 하, 좌, 우)에서의 반올림=2셀) 좋으며, 이 경우에는 5×5 행렬을 만든다. 이 컨볼루션 행렬에서, 중심 셀은 그 $\{x, y\}$ 좌표가 $\{0, 0\}$ 이며, (수학식 5에 보여진) 가우시안 블러에 대해서는 최대 계수를 가질 것이다. 영상 처리 분야의 당업자라면 이 방식을 적용하여, $\{x, y\}$ 에 있는 "블러드(blurred)" 화소(즉, 그 왜곡에 불확실성이 있는 화소)에 대한 누화 기여를 이 화소의 언블러드 영상 인접 화소로부터의 누화 기여에 기초하여 결정하고, 더 멀리 떨어진 인접 화소로부터의 기여를 감소시키는 방법을 잘 알 것이다.

[0114] 컨볼루션 행렬이 구축되고 나면, 이 컨볼루션 행렬을 적용하여 다른 쪽 눈 영상 화소들 각각에 대한 로우패스 필터링값이 결정되는데, 이 때에, 그 필터링값은 그 다른 쪽 눈 영상 화소의 인접 화소들의 가중 평균치가 되며, 그 다른 쪽 눈 영상 화소는 (컨볼루션 행렬에서 수학식 4에서의 $\{x, y\} = \{0, 0\}$ 에 대응하는 중심값이 최대이므로) 최대 가중에 기여한다. 전처럼, 다른 쪽 눈 영상 화소의 값들이 로그값을 나타낸다면, 이 동작이 수행되기 전에 먼저 이 값들은 선형적 표현으로 변환되어야 한다. 다른 쪽 눈 영상 화소 각각에 대한 로우패스 필터링값이 결정되고 나면, 이 값들은 단계(304)에서의 누화값 계산에 이용될 수 있으며, 그 다른 쪽 눈 화소 값 대신 이용된다. 이런 식으로 많은 근접 화소로부터의 기여는 단일 값으로 표현된다.

[0115] 당업자는, 상기 설명에 기초하여, 예컨대, Newman과 Spoul의 "Principles of Interactive Computer Graphics: Second Edition"(NY, New York의 McGraw-Hill College 출판, 1978)에 개시된 바와 같이, 안티얼라이어싱 알고리즘에 관련된 것으로 생각되는 화소에서의 누화값에 기여하는 다른 쪽 눈 화소가 어느 것인지를 결정하는 이들 알고리즘에 대해 잘 알 것이다. 이 참조 문헌의 전체 내용은 본 명세서에 인용으로 포함된다. 상기 설명에 기초하여 다른 많은 구현이 도출될 수 있다.

[0116] 이중 렌즈 프로젝션 시스템이외에, 본 발명의 여러 가지 양상은 동기화된 이중 필름 영사기(미도시)(여기서는 보통의 투사 렌즈(즉, 이중 렌즈(130)와 같은 이중 렌즈가 아님)를 통해 한 영사기는 좌안 영상을 투사하고, 타 영사기는 우안 영상을 투사함)에도 적용가능하다. 그와 같은 이중 영사기 구성에서 이중 렌즈 간 거리(150)는 이중 렌즈 단일 영상기 시스템보다 훨씬 더 클 것이며, 따라서 상당히 더 큰 왜곡이 발생하게 될 것이다.

디지털 프로젝션 시스템

[0118] 상기 설명과 예들은 필름 방식 3D 프로젝션에 대한 누화 보상에 초점을 맞춘 것이지만, 입체쌍의 한 영상으로부터 다른 영상에의 누화 기여에 관한 원리는 디지털 3D 프로젝션의 특정 구현에 똑같이 적용될 수 있다. 따라서, 누화 보상 또는 보정에 대한 본 발명의 특징들은 차별적 왜곡이 존재할 가능성이 있는 입체 영상쌍의 우안 영상과 좌안 영상을 투사하는데 별도의 렌즈 또는 광학 성분을 이용하는 특정의 디지털 3D 프로젝션 시스템에도 적용될 수 있다. 그와 같은 시스템은 단일 영사기 또는 이중 영사기 시스템, 예컨대 Christie

Digital Systems USA, Inc.(U.S.A., CA, Cypress 소재)에서 시판하는 Christie 3D2P 이중 영사기 시스템, 또는 Sony Electronics, Inc.(U.S.A., CA, San Diego 소재)에서 시판하는 LKRL-A002와 같은 이중 렌즈 3D 어댑터를 구비한 Sony SRX-R220 4K 단일 영사기 시스템을 포함할 수 있다. 단일 영사기 시스템에서는 공통의 이미저의 여러 물리적인 부분들은 별도의 투사 렌즈에 의해 스크린 상에 투사된다.

[0119] 예컨대, 디지털 영사기는 제1 영역이 우안 영상에 이용되고 제2 영역이 좌안 영상에 이용되는 이미저를 포함할 수 있다. 그와 같은 실시예에서 입체쌍의 표시는 각자의 입체 영상을 투사하기 위한 광이 직면하는 하나 이상의 성분의 물리적 또는 성능 관련 한계로 인해 필름에 대한 전술한 것과 동일한 누화 문제를 겪게 될 것이다.

[0120] 그와 같은 실시예에서 유사한 보상이 입체 영상쌍에 적용될 수 있다. 이 보상은, 영사기를 구동할 플레이어에게 배분할 준비가 됨에 따라, 또는 플레이어 자신이 (미리 또는 실시간으로) 구동하기 전에, 또는, 영상이 영사기에 전송됨에 따라 실시간 연산에 의해, 영사기 자체의 실시간 연산에 의해, 또는 활상 전자 장치에서 실시간으로, 또는 그 조합으로 각 영상 데이터에 적용될 수 있다. 서버에서의 또는 실시간 처리로의 보정의 연산은 필름 방식 시스템에 대해 전술한 것과 거의 유사한 프로세스를 이용하여 거의 유사한 결과를 얻을 수 있다.

[0121] 도 6은 도 1의 필름 영사기에서 이용된 것과 같은 디지털 영사기(610)와 이중 렌즈 조립체(130)를 포함하는 디지털 영사기 시스템(600)의 일례를 개략적으로 도시한 것이다. 이 경우에, 시스템(600)은 단일 이미저 시스템이며, 이미저(620) 만이 도시되어 있다(예컨대 컬러 훈과 조명기는 생략되어 있다). 다른 시스템, 특히 상업적 디지털 영화 전람회에서 사용되는 시스템은 (각각 삼원색인 적색, 녹색 및 청색에 대한) 3개의 이미저를 포함할 수 있으며, 이들을 광학적으로 중첩시키는 결합기를 가질 것이다. 따라서, 이 시스템은 단일의 3색 이미저 또는 3개의 독립된 단색 이미저를 갖는 것으로 생각될 수 있다. 여기서, "이미저"라는 용어는 DMD(Deformable Mirror Display), LCOS(Liquid Crystal On Silicon), LED(Light Emitting Diode) 매트릭스 디스플레이 등을 지칭하는 일반적인 용어로서 사용될 수 있다. 즉, 이미저는 투사를 위해 전자 장치에 의해 영상이 형성되는 유닛, 컴포넌트, 어셈블리 또는 서브시스템을 말한다. 대부분의 경우에 광원 또는 조명기는 이미저와 분리되어 있거나 다른 것이지만, 어떤 경우에는 이미저는 (광원을 포함해서) 방사적(emissive)일 수, 예컨대, LED 매트릭스일 수 있다. 널리 이용되는 이미저 기술은 Texas Instruments(TX, Dallas 소재) 제품과 같은 마이크로 미러 어레이와, Sony Electronics가 제조한 LOCOS(Liquid Crystal On Silicon) 이미저와 같은 액정 변조기를 포함한다.

[0122] 이미저(620)는 동적으로 변경가능한 우안 영상(611)과 그에 대응하는 좌안 영상(612)을 생성한다. 도 1의 구성과 유사하게, 우안 영상(611)은 인코딩 필터(151)를 가진 렌즈 조립체(130)의 상단부에 의해 투사되고, 좌안 영상(612)은 인코딩 필터(152)를 가진 렌즈 조립체(130)의 하단부에 의해 투사된다. 영상들(611, 612)을 분리시키는 간극(613)은 이미저(620)의 미사용 부분일 수 있다. 간극(613)은 3D 필름에서의 대응 간극(예컨대 도 1에서의 프레임내 간극(113))보다 상당히 작을 수 있는데, 그 이유는 이미저(620)가 필름 프린트의 물리적 진전과는 달리) 전체로서 이동 또는 병진하지 않고 안정 상태를 유지하기(DMD에서의 미러의 여러 방향에서 경사지는 것은 제외) 때문이다. 따라서, 영상(611, 612)은 더 안정해질 수 있다.

[0123] 또한, 렌즈 또는 렌즈 시스템(130)은 (예컨대 필름이 장착되거나 제거되는 필름 영사기와는 달리) 영사기에서 제거될 가능성이 적기 때문에, 렌즈(130)로부터 이미저(620)쪽으로 돌출하고 격막(138)과 동일평면 상에 있는 시준판(vane) 같은 것을 이용하여 더욱 정밀한 정렬을 이를 수 있다.

[0124] 이 예에서는 하나의 이미저만(620) 도시됨에 유의한다. 어떤 컬러 영사기는 단일 이미저 앞에서 자전하여 이 이미저가 하나 이상의 색을 동적으로 표시할 수 있도록 해주는 컬러 훈 또는 기타 다른 동적으로 전환가능한 컬러 필터(미도시)를 가진 단일 이미저만을 갖고 있다. 컬러 훈의 적색 부분이 이미저와 렌즈 사이에 있는 동안에는 이미저는 백색광을 변조하여 영상 내용의 적색 성분을 표시한다. 이 훈 또는 컬러 필터가 녹색으로 진행함에 따라서 이미저는 영상 내용의 녹색 성분을 표시하며, 이런 식으로 영상의 RGB 원색(적색, 녹색, 청색)이 표시된다.

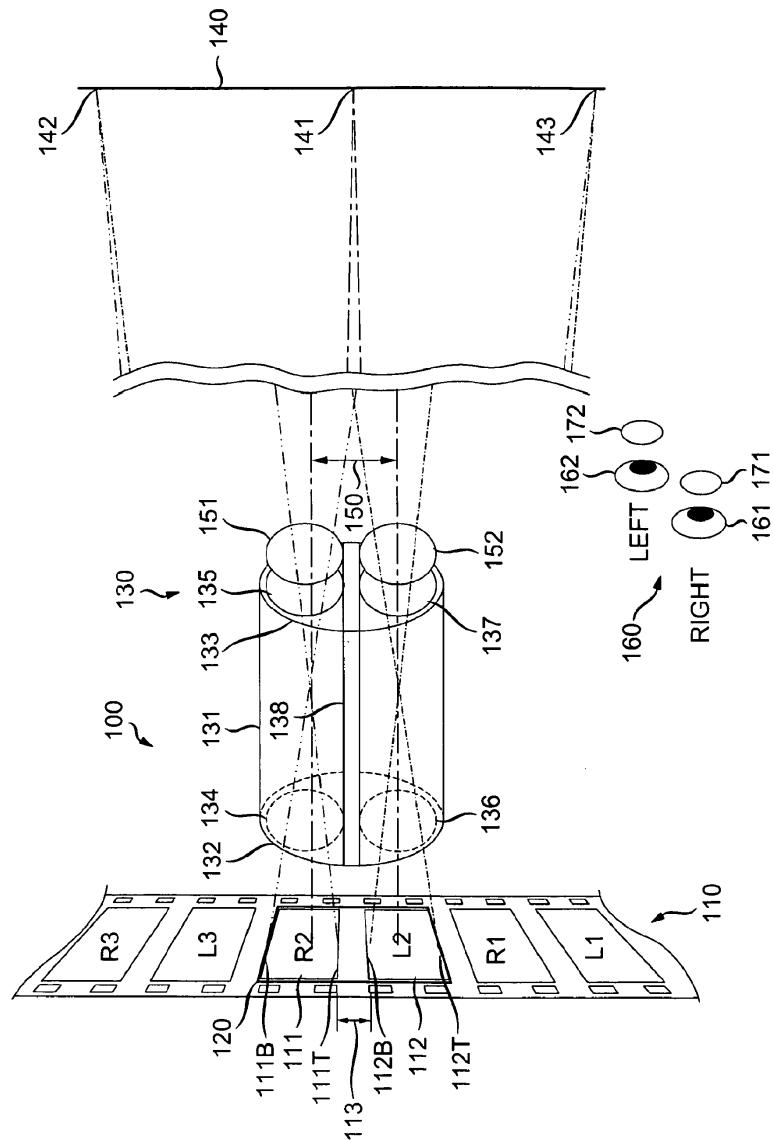
[0125] 도 6은 투과 모드에서 동작하는 이미저, 즉, 조명기(미도시)로부터의 광이 필름을 통해 이미저를 통과하는 것을 보여준다. 그러나, 널리 보급된 많은 이미저는 반사 모드에서 동작하며, 조명기로부터의 광은 이미저 정면에 부딪히고 이미저에서 반사되어 나온다. 어떤 경우에는(예컨대 마이크로 미러 어레이가 많이 있는 경우에는), 이 반사는 이미저 평면에 수직이 아니라 축에서 벗어나고, 다른 어떤 경우에는(예컨대 대부분의 액정 방식 이미저의 경우에는), 조명축과 반사광은 이미저 평면에 거의 수직이다.

- [0126] 대부분의 비투과 실시예에서 이미저(620)가 조명을 수신하고 렌즈(130)가 영상(611, 612)를 스크린(140) 상에 투사할 수 있도록 하기 위해서는 추가적인 폴딩 광학 장치, 틸레이 렌즈, 빔스플리터, 기타 다른 컴포넌트(도 6에는 명료하게 하기 위해 도시되지 않음)가 필요하다.
- [0127] 도 7은 투사 좌안 및 우안 영상에 차별적 왜곡을 일으키는 필름 방식 또는 디지털 프로젝션 시스템, 예컨대, 이중 렌즈 시스템이나 이중 영사기 시스템을 이용하여 3D 상영을 위해 복수의 입체 영상쌍을 포함하는 필름 또는 디지털 파일에서의 누화 보정을 실시하는데 적합한 다른 방법(700)을 보여준다. 도 1의 상하 렌즈 시스템과 같은 프로젝션 시스템에서는 입체 상영에 대응하는 필름 또는 디지털 파일의 일 프레임 내에 입체 영상쌍이 제공된다. 대안으로서, 도 6의 디지털 시스템에서는 입체쌍의 2개 영상이 독립적으로 저장되고, 상영 시에 동일 이미저(예컨대 620) 상의 상영을 위해 동적으로 조립될 수 있다.
- [0128] 단계(702)에서, 입체 영상쌍의 투사 제1 및 제2 영상과 연관된 왜곡(또는 이 2개 영상 간의 차별적 왜곡)이, 예컨대, 도 3의 단계(302)와 관련하여 전술한 바와 같이, 측정, 추정 또는 모델링을 통해 구해진다.
- [0129] 단계(703)에서, 입체 영상쌍의 투사 제1 및 제2 영상의 적어도 하나의 영역에 대한 누화 백분율이, 예컨대, 도 3의 단계(303)와 관련하여 전술한 바와 같이, 측정 또는 추정을 통해 결정된다. 디지털 프로젝션 시스템에 있어서는, 필름 방식 시스템에 대해 전술한 것과 유사한 절차가 채택될 수 있다. 대부분의 경우에, 입체쌍의 한 영상에 대한 영역에서 측정된 누화 백분율은 단 하나의 측정된 누화 백분율이 필요한 다른 영상에 대한 것과 충분히 같을 것이다(예컨대, 수학식 3에서 X_t 는 좌안 영상과 우안 영상 각각에 대해 거의 동일할 것이다).
- [0130] 단계(704)에서, 제1 투사 영상의 적어도 하나의 화소에 대한 누화값이 결정된다. 일례에서, 누화값은 수학식 3을 이용하여 결정된다. 따라서, (스크린 상의 하나 이상의 선택된 영역에 대응하는) 제1 영상의 특정 화소에 대해서, 적용가능한 영역에 대해 단계(703)에서 결정된 누화 백분율은 물론, 총 누화 기여량과 제2 투사 영상의 복수의 근접 화소의 화소값에 기초하여 누화값이 결정될 수 있다.
- [0131] 일례에서, 제2 투사 영상으로부터의 이들 누화 기여 화소는 이들이 제1 영상의 그 특정 화소와 각자의 중첩 영역을 (불확실성 존재 시에) 공유 또는 공유할 수 있는 투사 영상 공간 내에서 제1 영상의 특정 화소에 충분히 가까이 또는 근접한다. 단계(304)에서 전술한 것과 유사하게, 단계(702)로부터의 결과(즉, 입체 영상의 왜곡)는, 예컨대 이 2개 영상의 화소에 공통의 좌표계를 제공하고 한 영상의 특정 화소에 비영 누화 기여하는 다른 영상의 화소의 식별을 가능하게 함으로써, 이 2개 화상의 화소들 간의 대응 관계를 구축하는데 이용될 수 있다. 누화값 결정은, 도 3의 단계(304)에 대해 설명한 것과 유사하게, 제2 영상의 하나 이상의 화소(예컨대, 제1 영상의 특정 화소에 근접한 화소)로부터 누화 가여량의 가중합을 구하고, 이것에 그 영역에 적당한 누화 백분율을 곱함으로써 수행될 수 있다.
- [0132] 단계(705)에서, 제1 영상의 적어도 하나의 화소에 대해 결정된 누화값에 기초하여, 제1 투사 영상의 그 특정 화소에 대해 밀도 또는 밝기 조정(예컨대 필름 프린트의 밀도 변화나 디지털 파일의 화소의 밝기 변화를 유발하는 변경)이 결정된다. 이 밀도 또는 밝기 조정은 밝기 관련 조정이라고도 할 수 있는데, 제2 영상의 화소로부터 생기는 누화값으로부터 생기는 밝기 증가를 적어도 부분적으로 보상하는데 이용된다. 예컨대, 밀도 조정을 이용하여 네가티브 필름에 대한 디지털 보정 처리 시에 그 화소에 대응하는 위치에서 그 네가티브 필름을 녹화할 수 있으며, 이에 따라서, 그 네가티브 필름으로부터 만든 필름 프린트는 그 투사 영상에서 대응하는 광 또는 밝기가 감소하게 되어 그 누설로부터의 밝기 증가를 적어도 부분적으로 보상하게 된다. 일 실시예에서, 밀도 조정량은 누화로부터 예상되는 밝기 증가와 거의 같은 네가티브 필름에 대한 감소된 밀도량이다. 단계(705)에 대한 절차는 도 3의 단계(305)와 관련하여 설명한 것과 유사하다.
- [0133] 디지털 영상 파일이 3D 프로젝션용으로 이용되는 디지털 프로젝션 시스템의 경우에는, 입체쌍의 제1 영상의 화소에 대해서, 그 입체쌍의 제2 영상으로부터 예상된 누화값을 보상하기 위하여, 밀도 또는 밝기 조정 또는 변경은 투사 제2 영상으로부터 예상된 누화값(즉, 밝기 증가)과 거의 같은 량만큼 그 화소의 밝기를 감소시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0134] 단계(706)에 나타낸 바와 같이, 영화 상영을 위한 필름 또는 디지털 파일의 다른 영상 내의 추가적인 화소 또는 화소 전부(원하는 경우)에 대해 단계(704, 705)가 반복된다. 단계(707)에서, 밀도 조정의 결과에 기초하여 네가티브 필름 및/또는 필름 프린트가 만들어지거나 녹화될 수 있다. 대안으로서, 디지털 프로젝션용 데이터 파일, 또는 누화 보상된 입체 영상을 포함하는 필름 또는 영화 상영용 데이터 파일이 나중 사용을 위해 만들어지거나 녹화될 수 있다.

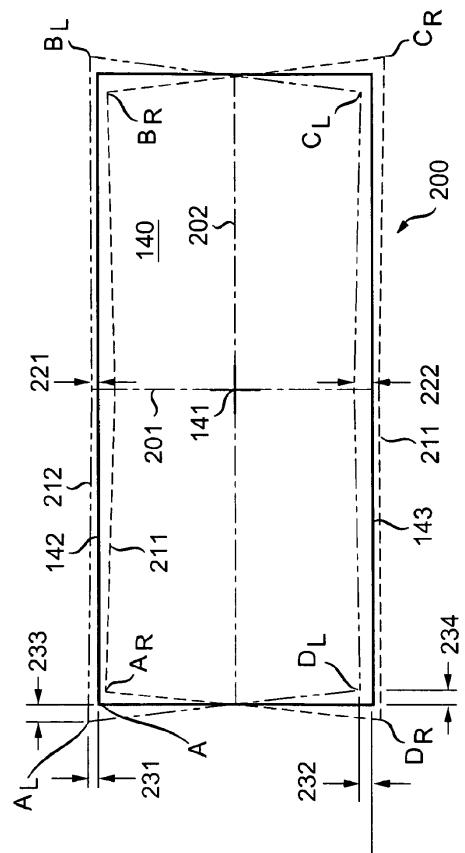
- [0135] 따라서, 그와 같은 방법에 의해 입체 상영에 적합한 누화 보상된 필름 또는 디지털 파일을 제작할 수 있다. 일 실시예에서, 상하 프로젝션 시스템에 적합하게 사용가능하며, 이 프로젝션 시스템에 의해 투사될 때에 차별적 왜곡을 가진 입체쌍의 투사 영상들 간의 예상되는 누화를 적어도 부분적으로 보상하기 위해 밀도 또는 밝기 조정된 복수의 입체 영상을 가진 필름 또는 디지털 파일이 제작된다.
- [0136] 필름 방식과 디지털 프로젝션 시스템에 적용될 수 있는 다른 실시예는 도 3과 도 7에 나타낸 한 가지 이상의 방법의 변형을 포함할 수도 있다. 따라서, 단계(303, 703)에서 스크린 상에 투사된 좌안 및 우안 영상의 예상된 누화 백분율을 결정하는 대신에, 더 복잡한 영상을 포함하는 필름이 아니라 '투명 필름'을 이용하거나 필름을 전혀 이용하지 않는 프로젝션에 의해 누화 백분율이 측정될 수 있다. 예컨대, 디지털 또는 비디오 영사기를 위한 적당한 대응 프로젝션은 올 화이트(all-white) 검사 패턴, 또는 화이트 필드(white field)를 포함하는 영상을 이용할 수 있다.
- [0137] 편광 필터를 가진 필름 방식 또는 디지털 프로젝션 시스템과 같은 시스템에서는 입체쌍의 일 영상에서 타 영상으로의 누화는 거의 대칭적인 것으로 예상된다. 즉, 좌안 영상으로부터 우안 영상으로의 누화는 우안 영상으로부터 좌안 영상으로의 누화와 거의 같다. 그러나, 예컨대 (적색/청색 또는 녹색/마젠타 관찰 안경을 구비한) 아나글리픽(anaglyphic) 디스플레이에서 입체쌍의 2개 영상 간에 비대칭적 누화를 가질 수 있는 다른 시스템이 있으며, 그 경우에는, 입체 영상 각각에 대해 동일 영역에서 측정된 누화는 서로 다를 수 있다.
- [0138] 더욱이, 입체쌍의 제1 투사 영상과 연관된 왜곡에 대해 사전에 알고 있다면, 단계(302 또는 702)에서 다른 (즉, 제2) 영상에 대한 왜곡 측정만으로도 (예컨대 왜곡 측정이나 결정을 위해 스크린 상에 반드시 양 영상 모두를 투사할 필요없이) 그 차별적 왜곡을 결정하는데 충분할 수 있다. 물론, 그 다른 영상에 대한 왜곡 측정은, 한 영상의 특정 화소와 다른 영상의 관련 누화 기여 화소 간의 대응 관계를 알아내는데 이용되는 차별적 왜곡을 결정하는데 유용하기 위해서는, 제1 영상의 이미 알고 있는 왜곡에 대해서 실시되어야 한다. 그와 같은 왜곡에 대한 사전 지식은 경험으로 얻거나, 프로젝션 시스템의 특정 파라미터, 예컨대, 특히 전도 거리 (throw distance)(651)나 축간 거리(650)에 기초하여 계산될 수 있다. 그러나, 그와 같은 사전 지식이 없으면, 차별적 왜곡을 결정하려면 대개는 양 입체 영상에 대한 측정이 필요할 것이다.
- [0139] 본 발명의 여러 가지 양상을 특정 예들을 들어 설명하였지만, 본 발명에서 이용된 한 가지 이상의 특징은 필름 방식 또는 디지털 3D 상영용의 여러 가지 프로젝션 시스템에서 여러 가지 조합에 적합하게 이용될 수 있음은 물론이다.
- [0140] 지금까지 본 발명의 실시예들에 대해 설명하였지만, 본 발명의 기본 범위로부터 벗어남이 없이 본 발명의 다른 추가적인 실시예들이 도출될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 범위는 하기의 청구범위에 따라서 정해진다고 할 것이다.

도면

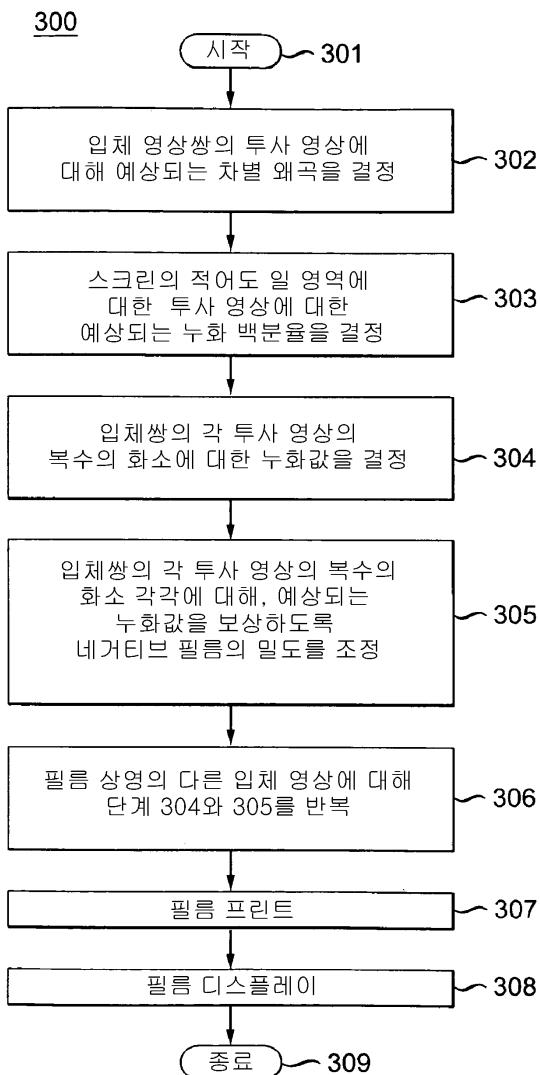
도면1



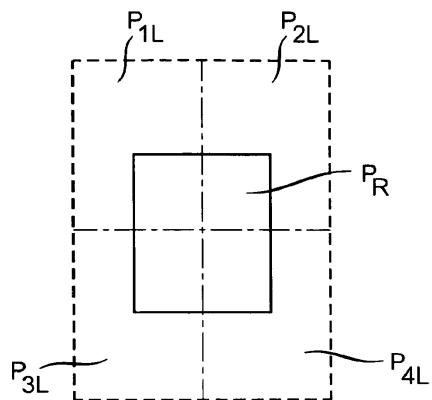
도면2



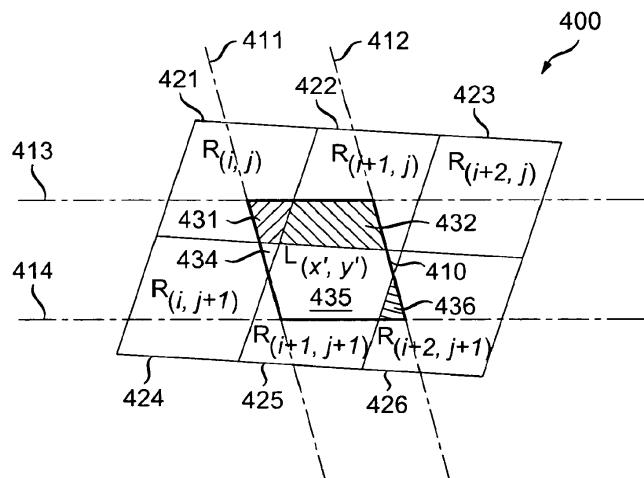
도면3a



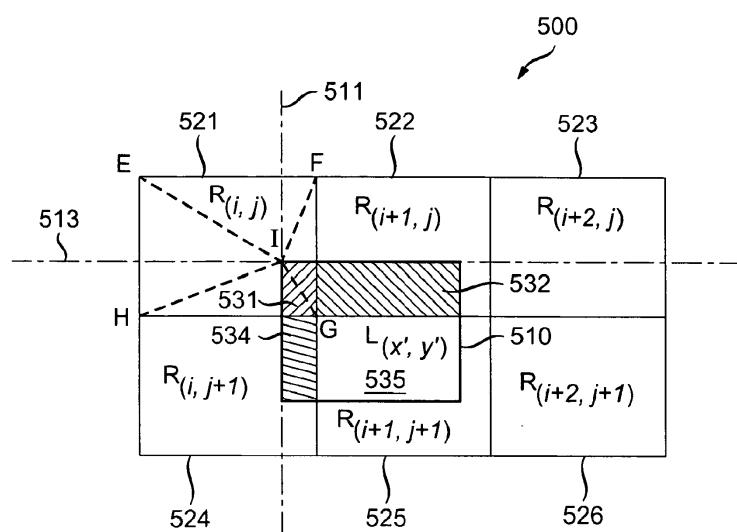
도면3b



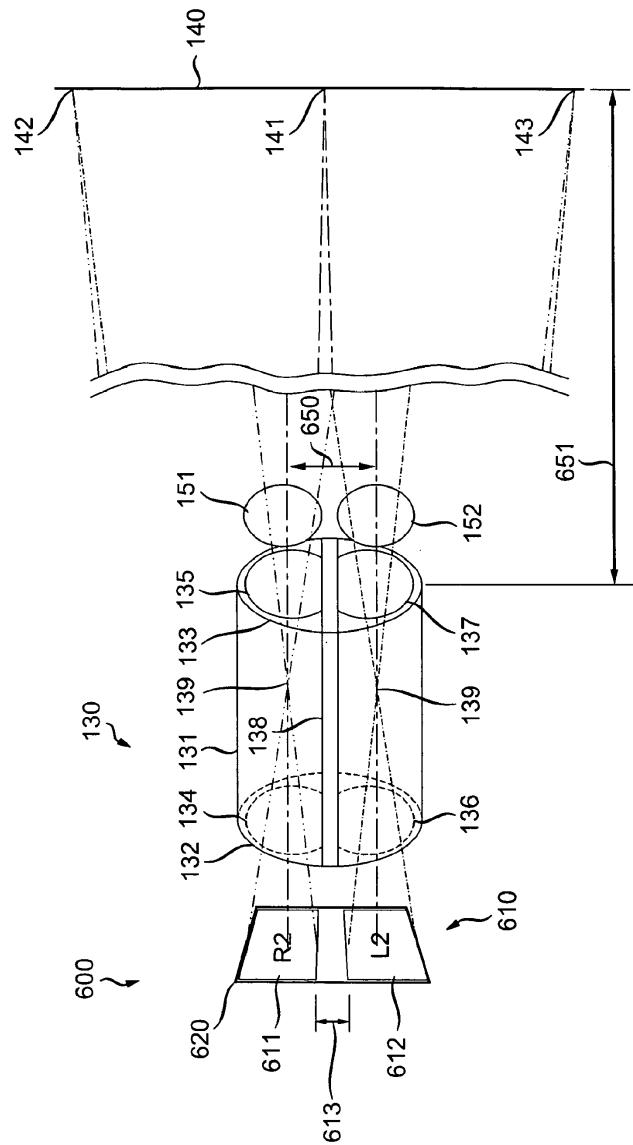
도면4



도면5



도면6



도면7

700