(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
G06T 15/70 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년03월02일
(11) 등록번호 10-0688398
(24) 등록일자 2007년02월22일

(21) 출원번호 10-2005-7016985
(22) 출원일자 2005년09월12일
심사청구일자 2005년10월25일
번역문 제출일자 2005년09월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/003606
국제출원일자 2004년02월05일
(65) 공개번호 10-2005-0109552
(43) 공개일자 2005년11월21일
(87) 국제공개번호 WO 2004/083773
국제공개일자 2004년09월30일

(30) 우선권주장 10/427,114 2003년05월01일 미국(US)
60/454,872 2003년03월13일 미국(US)

(73) 특허권자 소니 픽쳐스 엔터테인먼트, 인크.
미국 90232 캘리포니아주 컬버 시티 웨스트 워싱턴 불러바드 10202

(72) 발명자 고돈, 데미안
미국 90291 캘리포니아주 베니스 아파트먼트 에이 마켓 스트리트245

첸, 제로메
미국 90277 캘리포니아주 레돈도 비치 노쓰 루시아 애비뉴 824

하스팅스, 알버트, 로버트
미국 92314 캘리포니아주 빅 베어 우드사이드 드라이브 454

에치가라이, 조디
미국 90035 캘리포니아주 로쓰앤젤레스 넘버 101 사우스 우스타1537

(74) 대리인 주성민
백만기
이중희

심사관 : 김주식

전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 얼굴 움직임과 몸체 움직임을 캡쳐하는 시스템 및 방법

(57) 요약

움직임을 캡쳐하는 시스템 및 방법은, 복수의 몸체 포인트를 정의하는 몸체 마커들 및 복수의 얼굴 포인트를 정의하는 얼굴 마커들을 갖는 적어도 한 명 이상의 연기자를 포함하도록 알맞게 변경된 모션 캡쳐 볼륨을 구비한다. 복수의 몸체 움직임 카메라 및 복수의 얼굴 움직임 카메라가 상기 모션 캡쳐 볼륨의 주변부 주위에 배열되어 있다. 얼굴 움직임 카메라 각각

은 대응하는 몸체 움직임 카메라의 시야보다 좁은 개별 시야를 갖는다. 얼굴 움직임 카메라는, 상기 모션 캡쳐 볼륨 내에서 움직이고 있는 연기자의 측면으로 노출된 모든 표면이 거의 항상 복수의 얼굴 움직임 카메라 중 적어도 하나의 얼굴 움직임 카메라의 시야내에 있도록 배열되어 있다. 상기 연기자의 몸체 움직임과 얼굴 움직임의 조합을 반영하는 디지털 모델을 생성하도록 모션 캡쳐 프로세서가 복수의 얼굴 움직임 카메라와 복수의 몸체 움직임 카메라에 결합되어 있다. 상기 모션 캡쳐 볼륨으로부터의 오디오를 픽업하도록 적어도 하나의 마이크로폰이 방위 결정될 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

복수의 몸체 포인트를 정의하는 몸체 마커들, 및 복수의 얼굴 포인트를 정의하는 얼굴 마커들을 갖는 적어도 한 명의 연기자를 수용하도록 적용된 모션 캡쳐 볼륨;

상기 모션 캡쳐 볼륨의 주변부 주위에 배열되어 있으며, 상기 모션 캡쳐 볼륨 내에서 움직이는 동안 상기 적어도 한 명의 연기자의 측면으로 노출된 모든 표면이 항상 복수의 얼굴 움직임 카메라 중 적어도 하나 및 몸체 움직임 카메라의 적어도 하나의 카메라의 시야 내에 있도록 배열되어 있는 복수의 얼굴 움직임 카메라및 몸체 움직임 카메라;

상기 모션 캡쳐 볼륨으로부터 오디오를 픽업하도록 방위 맞춤된 마이크로폰; 및

상기 적어도 한 명의 연기자의 조합된 얼굴 및 몸체 움직임을 반영하는 디지털 표현을 생성하도록 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라에 결합되어 있는 모션 캡쳐 프로세서

를 포함하는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 얼굴 움직임 카메라 각각은 대응하는 상기 몸체 움직임 카메라의 시야보다 좁은 개별 시야를 갖는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 모션 캡쳐 볼륨은 복수의 사분면으로 세분된 장방형 영역을 더 포함하며,

상기 복수의 사분면 각각은 상기 모션 캡쳐 볼륨의 상기 주변부와 일치하는 복수의 에지를 더 포함하며, 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라는 상기 에지들의 개별 에지를 향해 방위 맞춤된 제1 서브그룹의 카메라들을 포함하는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라는, 상기 에지들의 개별 에지를 향하여 방위 맞춤되고 상기 제1 서브그룹의 카메라들로부터 공간적으로 분리되어 있는 제2 서브그룹의 카메라들을 포함하는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 5.

제4항에 있어서,

상기 제1 서브그룹의 카메라들은 상기 제2 서브그룹의 카메라들에 대하여 그들의 개별 시야가 실질적으로 중첩되도록 방위 맞춤되어 있는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 6.

제3항에 있어서,

상기 제1 및 제2 서브그룹의 카메라들 각각은 적어도 3 대의 카메라를 더 포함하는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 7.

제3항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라는, 상기 모션 캡쳐 볼륨의 코너에 개별적으로 배치되고 전반적으로 상기 모션 캡쳐 볼륨의 중심을 향하여 방위 맞춤되어 있는 제3 서브그룹의 카메라들을 더 포함하는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 8.

제1항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 적어도 제1 부분은 그라운드 상방으로 제1 높이에 배치되어 있고,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 적어도 제2 부분은 그라운드 상방으로 상기 제1 높이보다 높은 제2 높이에 배치되어 있는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 상기 제1 부분은, 상기 모션 캡쳐 볼륨을 실질적으로 가로질러 배치된 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 상기 제1 부분 중의 다른 카메라들을 개별 시야 내에서 포위하지 않도록 상방으로 방위 맞춤되어 있는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 10.

제1항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라는 고정되어 있는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 11.

제1항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 일부분 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라의 일부분은 상기 모션 캡쳐 볼륨 내의 움직임을 추적하도록 이동가능한 모션 캡쳐 시스템.

청구항 12.

제1항에 있어서,

상기 모션 캡쳐 볼륨은 적어도 백 제곱 피트의 면적을 더 포함하는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 13.

제2항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라 각각은, 상기 모션 캡쳐 볼륨을 조명하도록 방위 맞춤된 편광 광원 및 상기 모션 캡쳐 볼륨을 가로질러 배치된 다른 카메라들로부터의 편광 광을 차단하는 편광 필터를 더 포함하는 모션 캡쳐 시스템.

청구항 14.

삭제

청구항 15.

얼굴 움직임과 몸체 움직임의 조합 움직임을 캡쳐하는 시스템으로서,

복수의 몸체 포인트를 정의하는 몸체 마커들 및 복수의 얼굴 포인트를 정의하는 얼굴 마커들을 갖는 적어도 한 명의 연기자를 수용하도록 적용된 모션 캡쳐 볼륨;

상기 모션 캡쳐 볼륨의 주변부 주위에 배열된 복수의 몸체 움직임 카메라;

상기 모션 캡쳐 볼륨의 주변부 주위에 배열되며, 각각이 대응하는 상기 몸체 움직임 카메라들의 시야보다 좁은 개별 시야를 가지며, 상기 모션 캡쳐 볼륨 내에서 움직이는 동안 상기 적어도 한 명의 연기자의 측면으로 노출된 모든 표면이 항상 복수의 얼굴 움직임 카메라 중 적어도 하나의 카메라의 시야 내에 있도록 배열되어 있는 복수의 얼굴 움직임 카메라; 및

상기 적어도 한 명의 연기자의 얼굴 움직임과 몸체 움직임의 조합 움직임을 반영하는 디지털 표현을 생성하도록 상기 복수의 몸체 움직임 카메라 및 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라에 결합되어 있는 모션 캡쳐 프로세서

를 포함하는 캡쳐 시스템.

청구항 16.

제15항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라는 고정되어 있는 캡쳐 시스템.

청구항 17.

제15항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 일부분 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라의 일부분은 상기 모션 캡쳐 볼륨 내의 움직임을 추적하도록 이동가능한 캡쳐 시스템.

청구항 18.

제15항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라 각각은, 상기 모션 캡쳐 볼륨을 조명하도록 방위 맞춤된 편광 광원 및 상기 모션 캡쳐 볼륨을 가로질러 배치된 다른 카메라들로부터의 편광 광을 차단하는 편광 필터를 더 포함하는 캡쳐 시스템.

청구항 19.

복수의 몸체 포인트를 정의하는 몸체 마커들 및 복수의 얼굴 포인트를 정의하는 얼굴 마커들을 갖는 적어도 한 명의 연기자를 수용하도록 적용된 모션 캡쳐 볼륨을 정의하는 단계;

상기 모션 캡쳐 볼륨의 주변부 주위에 복수의 몸체 움직임 카메라를 배열하는 단계;

상기 모션 캡쳐 볼륨의 상기 주변부 주위에 복수의 얼굴 움직임 카메라를 배열하는 단계로서, 상기 얼굴 움직임 카메라 각각은 대응하는 상기 몸체 움직임 카메라들의 시야보다 좁은 개별 시야를 가지며, 상기 모션 캡쳐 볼륨 내에서 움직이는 동안 상기 적어도 한 명의 연기자의 측면으로 노출된 모든 표면이 항상 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라 중 적어도 하나의 카메라의 상기 시야 내에 있도록 상기 얼굴 움직임 카메라들이 배열되어 있는, 상기 배열 단계; 및

상기 적어도 한 명의 연기자의 얼굴 움직임과 몸체 움직임의 조합 움직임을 반영하는 디지털 표현을 생성하도록 상기 복수의 몸체 움직임 카메라 및 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라로부터의 데이터를 처리하는 단계

를 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 20.

제19항에 있어서,

상기 모션 캡쳐 볼륨을 복수의 사분면으로 세분하는 단계로서, 상기 복수의 사분면 각각이 추가로 상기 모션 캡쳐 볼륨의 상기 주변부와 일치하는 복수의 에지를 구비하는, 상기 세분 단계; 및

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 제1 서브그룹을 상기 에지들의 개별 에지를 향하여 방위 맞춤하는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 21.

제20항에 있어서,

상기 제1 서브그룹의 카메라들로부터 공간적으로 분리되어 있는 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 제2 서브그룹을 상기 에지들의 개별 에지를 향하여 방위 맞춤하는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 22.

제21항에 있어서,

상기 제2 서브그룹의 카메라들에 대하여 상기 제1 서브그룹의 카메라들을 그들의 개별 시야가 실질적으로 중첩되도록 방위 맞춤하는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 23.

제21항에 있어서,

상기 제1 및 제2 서브그룹의 카메라들 각각은 적어도 3 대의 카메라를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 24.

제19항에 있어서,

전반적으로 상기 모션 캡쳐 볼륨의 중심을 향하여 방위 맞춤된 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라들의 제3 서브그룹을 상기 모션 캡쳐 볼륨의 개별 코너에 위치 맞춤하는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 25.

제19항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 적어도 제1 부분을 그라운드 상방으로 제1 높이에 배치하는 단계; 및

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 적어도 제2 부분을 상기 제1 높이보다 높은 그라운드 상방으로 제2 높이에 배치하는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 26.

제25항에 있어서,

상기 모션 캡쳐 볼륨을 실질적으로 가로질러 배치된 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 상기 제1 부분 중의 다른 카메라들을 개별 시야 내에서 포위하지 않도록 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 상기 제1 부분을 상방으로 방위 맞춤하는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 27.

제19항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라를 고정하는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 28.

제19항에 있어서,

상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 적어도 일부분 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라의 적어도 일부분을 상기 모션 캡쳐 볼륨 내의 움직임을 추적하도록 이동시키는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 29.

제19항에 있어서,

상기 모션 캡쳐 볼륨을 편광 광으로 조명하는 단계; 및

상기 모션 캡쳐 볼륨을 실질적으로 가로질러 배치된 상기 카메라들의 다른 카메라들로부터의 상기 편광 광을 차단하도록 상기 복수의 얼굴 움직임 카메라의 적어도 일부분 및 상기 복수의 몸체 움직임 카메라의 적어도 일부분에 편광 필터를 제공하는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

청구항 30.

제19항에 있어서,

상기 모션 캡쳐 볼륨 내부로부터의 오디오를 기록하는 단계를 더 포함하는 모션 캡쳐 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 3차원 그래픽과 애니메이션에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 복수의 연기자를 수용할 수 있는 볼륨 내에서 얼굴 움직임과 몸체 움직임을 동시에 캡쳐할 수 있는 모션 캡쳐 시스템에 관한 것이다.

배경기술

모션 캡쳐 시스템은 실물의 움직임을 캡쳐하여 그것을 컴퓨터에 의해 생성되는 물체로 매핑하는데 사용된다. 그러한 시스템들은 컴퓨터 그래픽(CG) 애니메이션을 만드는 소스 데이터로서 사용되고 있는 인물(person)의 디지털 표현을 생성하는 비디오 게임 및 동영상의 제작에 종종 사용된다. 통상적인 시스템에 있어서, 연기자는 다양한 위치에 마커들이 부착된(예를 들어, 조그만 반사성 마커들이 몸체와 팔다리에 부착된) 옷을 입고 상기 마커들을 조명하는 동안 디지털 카메라들이 상이한 각도들로부터 연기자의 움직임을 기록한다. 그 다음으로, 시스템은 이미지들을 분석하여 각 프레임에서 연기자의 옷(suit) 상의 (예를 들어, 공간 좌표들로서) 마커들의 위치 및 방위를 결정한다. 마커들의 위치를 추적함으로써, 시스템은 시간에 따른 마커들의 공간 표현을 생성하고 움직이는 연기자의 디지털 표현을 만든다. 움직임이 디지털 모델에 적용되고, 상기 디지털 모델이 연기자 및/또는 퍼포먼스(performance)의 완전한 CG 표현을 제작하기 위해 텍스처링되고 렌더링될 수 있다. 이러한 기술은 많은 대중 영화에서 대단히 실제적인 애니메이션들을 제작하기 위해 특수 효과 회사들에 의해 사용되고 있다.

모션 캡쳐 시스템들은 또한 연기자의 얼굴 움직임과 얼굴 표정(예를 들어, 웃음, 울음, 미소, 등)의 표현을 생성하기 위해 연기자의 얼굴 모습들의 움직임을 추적하는데도 사용된다. 몸체 움직임 캡쳐에서와 같이, 마커들이 연기자의 얼굴에 부착되고 카메라들이 연기자의 표정을 기록한다. 얼굴 움직임은 몸체 움직임에 관련된 보다 큰 근육들에 비하여 상대적으로 작은 근육들에 관련되어 있기 때문에, 얼굴 마커들은 통상적으로 대응하는 몸체 마커들보다 훨씬 작고, 카메라들은 통상적으로 몸체 움직임 캡쳐에 보통 사용되는 카메라보다 높은 해상도를 갖는다. 카메라들은, 연기자의 얼굴에 초점 맞춤된 카메라들을 유지하도록 제한된 연기자의 물리적인 움직임과의 공통 평면에 통상적으로 정렬되어 있다. 얼굴 움직임 캡쳐 시스템은, 얼굴 마커들을 균일하게 조명하고 카메라와 얼굴 사이의 상대적인 움직임의 정도를 최소화하도록 연기자에 물리적으로 부착되어 있는 헬멧 또는 다른 도구(implement)에 포함될 수 있다. 이러한 이유로, 얼굴 움직임과 몸체 움직임은 보통 별개의 단계에서 캡쳐된다. 캡쳐된 얼굴 움직임 데이터는 그 다음에 후속 애니메이션 프로세스의 일부분으로서 나중에 캡쳐된 몸체 움직임과 조합된다.

키프레이밍(keyframing)과 같은 전통적인 애니메이션 기술에 대한 모션 캡쳐 시스템의 장점은 실시간 가시화(visualization)의 능력이다. 제작팀은 연기자의 움직임의 공간적인 표현을 실시간 또는 실시간에 가깝게 리뷰하여 최적의 데이터를 캡쳐하기 위해 연기자가 물리적인 행동을 변경하게 할 수 있다. 또한, 모션 캡쳐 시스템은 다른 애니메이션 기술을 사용하여 용이하게 재생될 수 없는 물리적인 움직임의 미묘한 뉘앙스를 검출하고, 그럼으로써 데이터에 자연스런 움직임을 보다 정확하게 반영한다. 그 결과, 모션 캡쳐 시스템을 사용하여 수집되었던 소스 재료를 사용하여 만들어진 애니메이션은 보다 살아있는 모습을 나타낼 것이다.

이러한 모션 캡쳐 시스템의 장점에도 불구하고, 얼굴 움직임과 몸체 움직임을 분리하여 캡쳐하는 것은 종종 진정으로 살아있는 것 같지 않은 애니메이션 데이터를 초래한다. 얼굴 움직임과 몸체 움직임은 얼굴 표정이 종종 대응하는 몸체 움직임에 의해 강화되도록 풀리지 않게 연결되어 있다. 예를 들어, 연기자는 감정을 전달하기 위해 어떤 몸체 움직임(즉, 바디 랭귀지)을 사용할 수 있고, 흥분하여 이야기할 때 손을 퍼덕거리거나 또는 험상궂은 얼굴을 할 때 어깨를 들썩거리는 것과 같이, 대응하는 얼굴 표정을 강조할 수 있다. 얼굴 움직임과 몸체 움직임 사이의 이러한 연결은 움직임들이 별개로 캡쳐되는 경우에 소실(losted)되고, 이들 별개로 캡쳐된 움직임들을 동기화하는 것은 곤란하다. 이 얼굴 움직임과 몸체 움직임이 조합되면, 최종 얻어지는 애니메이션은 종종 눈에 띄게 비정상적으로 보일 것이다. 매우 실제적인 애니메이션을 만드는 것이 모션 캡쳐의 목적이므로, 얼굴 움직임과 몸체 움직임의 분리는 종래의 모션 캡쳐 시스템의 상당한 비효율을 나타낸다.

종래의 모션 캡쳐 시스템의 다른 결점은, 연기자의 움직임 데이터가 소품 또는 다른 연기자와 같은 다른 물체와의 간섭에 의해 폐색될 수 있다는 것이다. 구체적으로는, 만일 물체 마커들 또는 얼굴 마커들의 일부분이 디지털 카메라들의 시야로부터 차단되면, 그 몸체 또는 얼굴 부분과 관계되는 데이터가 수집되지 않는다. 이것이 움직임 데이터에서의 폐색 또는 구멍을 초래한다. 종래의 컴퓨터 그래픽 기술을 사용하는 나중의 후반-제작(post-production) 동안에 폐색이 채워질 수 있지만, 채워진 데이터에는 실제 움직임 데이터의 품질이 부족하여, 시청자에게 인식될 수 있는 애니메이션의 결함을 초래한다. 이런 문제점을 회피하기 위해, 종래의 모션 캡쳐 시스템에서는 한 번에 캡쳐될 수 있는 물체의 개수를, 예를 들어 단일 연기자로 제한한다. 연기자의 퍼포먼스의 품질은 종종 다른 연기자들 및 물체들과 상호작용에 의존하기 때문에, 이것은 또한 움직임 데이터를 덜 실제적으로 보이게 한다. 또한, 이들 별개의 퍼포먼스를 자연스럽게 보이도록 조합하는 것은 곤란하다.

종래의 모션 캡쳐 시스템의 또 다른 결점은 오디오가 움직임 캡쳐와 동시에 기록되지 않는다는 것이다. 애니메이션에 있어서, 오디오 트랙을 먼저 기록하고, 그 다음으로 오디오 트랙과 매치하도록 캐릭터를 애니메이트하는 것이 공통적이다. 얼굴 움직임 캡쳐 동안, 연기자는 기록된 오디오 트랙에 맞추어 립 싱크할 것이다. 연기자가 오디오 트랙에 얼굴 움직임을 완벽하게 동기화하는 것이 곤란하기 때문에, 이것은 필연적으로 움직임 데이터의 가시적인 품질의 추가적인 저하를 초래한다. 또한, 몸체 움직임은 종종 말(speech)이 전달되는 경로에 영향을 주고, 몸체 움직임과 얼굴 움직임을 개별적으로 캡쳐하는 것은 점착력이 있는 최종물을 제작하기 위해 오디오 트랙을 동기화하는 곤란성을 증대시킨다.

따라서, 종래 기술의 이러한 결점 및 다른 결점들을 극복하는 모션 캡쳐 시스템을 제공하는 것이 소망될 것이다. 보다 구체적으로는, 복수의 연기자를 수용할 수 있는 볼륨 내에서 몸체 움직임과 얼굴 움직임을 동시에 캡쳐할 수 있는 모션 캡쳐 시스템을 제공하는 것이 소망될 것이다. 몸체와 얼굴 움직임 캡쳐와 동시에 오디오를 기록할 수 있는 모션 캡쳐 시스템을 제공하는 것이 소망될 것이다.

발명의 개요

본 발명의 개시에 따르면, 복수의 연기자를 수용할 수 있는 볼륨 내에서 몸체 움직임과 얼굴 움직임을 동시에 캡쳐할 수 있는 모션 캡쳐 시스템 및 방법이 제공된다. 모션 캡쳐 시스템 및 방법은 또한 몸체와 얼굴 움직임 캡쳐와 동시에 오디오를 기록할 수 있다.

보다 구체적으로, 움직임을 캡쳐하는 시스템 및 방법은 복수의 몸체 포인트를 정의하는 몸체 마커들 및 복수의 얼굴 포인트를 정의하는 얼굴 마커들을 갖는 적어도 한 명의 연기자를 수용하도록 알맞게 변경된 모션 캡쳐 볼륨을 구비한다. 이 모션 캡쳐 볼륨은 달걀형, 원형, 장방형, 다각형 등의 임의의 기하적인 형상을 가질 수 있다. 복수의 몸체 움직임 카메라와 복수의 얼굴 움직임 카메라가 상기 모션 캡쳐 볼륨의 주변부 주위에 배열되어 있다. 얼굴 움직임 카메라 각각은 대응하는 몸체 움직임 카메라들의 시야보다 좁은 개별 시야를 갖는다. 얼굴 움직임 카메라들은 모션 캡쳐 볼륨 내에서 움직이는 동안 적어도 한 명의 연기자의 측면으로 노출된 모든 표면이 거의 항상 복수의 얼굴 움직임 카메라 중 적어도 하나의 카메라의 시야 내에 있도록 배열되어 있다. 연기자의 얼굴 움직임과 몸체 움직임의 조합을 반영하는 디지털 모델을 제작하도록 모션 캡쳐 프로세서가 복수의 몸체 움직임 카메라 및 복수의 얼굴 움직임 카메라에 결합되어 있다. 적어도 하나의 마이크로폰이 모션 캡쳐 볼륨으로부터의 오디오를 픽업하도록 방위 맞춤될 수 있다.

본 발명의 일실시예에 있어서, 모션 캡쳐 볼륨은 복수의 사분면으로 세분된 장방형 영역을 추가로 구비한다. 사분면 각각은 모션 캡쳐 볼륨의 주변부와 일치하는 복수의 에지를 추가로 구비한다. 복수의 얼굴 움직임 카메라는 에지들의 개별 에지를 향해 방위 맞춤된 제1 서브그룹의 카메라들을 추가로 포함한다. 복수의 얼굴 움직임 카메라는, 에지들의 개별 에지를 향하여 방위 맞춤되고 제1 서브그룹의 카메라들로부터 공간적으로 분리되어 있는 제2 서브그룹의 카메라들을 추가로 포함한다. 제1 서브그룹의 카메라들은 제2 서브그룹의 카메라들에 대해 그들의 개별 시야가 실질적으로 중첩되도록 방위 맞춤되어 있다. 제1 및 제2 서브그룹의 카메라들은 각각이 적어도 3 대의 카메라를 추가로 구비한다. 복수의 얼굴 움직임 카메라는, 모션 캡쳐 볼륨의 코너에 개별 배치되고 전반적으로 상기 모션 캡쳐 볼륨의 중심을 향하여 방위 맞춤되어 있는 제3 서브그룹의 카메라들을 추가로 구비할 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에 있어서, 복수의 얼굴 움직임 카메라들의 적어도 제1 부분은 그라운드 상방으로 제1 높이에 배치되어 있고, 복수의 얼굴 움직임 카메라들의 적어도 제2 부분은 그라운드 상방으로 제1 높이보다 높은 제2 높이에 배치되어 있다. 복수의 얼굴 움직임 카메라의 제1 부분은, 모션 캡쳐 볼륨을 실질적으로 가로질러 배치된 복수의 얼굴 움직임 카메라의 제1 부분 중 다른 카메라들을 그들의 개별 시야 내에서 포위하지 않도록 상방으로 근소하게 방위 맞춤될 수 있다.

본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, 복수의 얼굴 움직임 카메라 및 복수의 몸체 움직임 카메라 각각은, 모션 캡쳐 볼륨을 조명하도록 방위 맞춤된 편광 광원 및 모션 캡쳐 볼륨을 가로질러 배치된 다른 카메라들의 유사 광원들로부터의 편광 광을 차단하는 편광 필터를 추가로 구비한다.

몸체 움직임 및 얼굴 움직임을 캡쳐하는 시스템 및 방법에 대한 보다 완전한 이해는 당업계의 당업자에게 제공될 것이고, 또한 바람직한 실시예에 대한 다음의 상세한 설명을 고려함으로써 부가적인 장점 및 목적들이 실현될 것이다. 아래에 간단하게 설명될 첨부된 도면을 참조할 것이다.

실시예

아래에 추가로 설명되는 바와 같이, 본 발명은 복수의 연기자를 수용할 수 있는 볼륨 내에서 몸체 움직임과 얼굴 움직임 양쪽을 동시에 캡쳐할 수 있는 모션 캡쳐 시스템에 대한 요구를 만족시킨다. 또한, 본 발명은 또한 몸체 움직임과 얼굴 움직임의 캡쳐와 동시에 오디오를 기록할 수 있는 모션 캡쳐 시스템에 대한 요구를 만족시킨다. 다음의 상세한 설명에서는, 하나 이상의 도면에 예시된 유사 구성요소를 설명하기 위해 유사 구성요소 번호들이 사용된다.

먼저 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모션 캡쳐 시스템(10)의 블록도를 예시한다. 모션 캡쳐 시스템(10)은 복수의 얼굴 움직임 카메라(14_1-14_N) 및 복수의 몸체 움직임 카메라(16_1-16_N)와 통신하도록 알맞게 변경된 모션 캡쳐 프로세서(12)를 포함한다. 모션 캡쳐 프로세서(12)는 관련 데이터 파일을 저장할 수 있도록 알맞게 변경된 데이터 저장 디바이스(20)를 갖는 프로그램가능 컴퓨터를 추가로 구비할 수 있다. 컴퓨터 그래픽 애니메이션을 제작하는 프로세스에서 여러 명의 그래픽 아티스트들이 저장된 데이터 파일들을 가지고 작업할 수 있도록 하나 이상의 컴퓨터 워크스테이션(18_1-18_N)이 네트워크를 사용하여 모션 캡쳐 프로세서(12)에 결합될 수 있다. 얼굴 움직임 카메라(14_1-14_N) 및 몸체 움직임 카메라(16_1-16_N)는 모션 캡쳐 볼륨(아래에 설명됨)에 대하여 상기 모션 캡쳐 볼륨 내에서 수행되는 한 명 이상의 연기자들의 조합된 움직임을 캡쳐하도록 배열되어 있다.

모션 캡쳐 볼륨 내에서의 연기자가 연기하는 동안 얼굴 움직임 카메라(14_1-14_N) 및 몸체 움직임 카메라(16_1-16_N)에 의해 검출되는 마커들이 각 연기자의 얼굴 및 몸체에 마커되어 있다. 마커들은 반사 소자 또는 조명 소자일 수 있다. 구체적으로, 복수의 반사성 마커들이 머리, 다리, 팔 및 몸통을 포함하는 다양한 몸체 위치에 배치되어 각 연기자의 몸체에 마커될 수 있다. 연기자는 마커들이 부착되어 있는 비-반사 재료로 형성된 몸체 옷(body suit)을 입고 있을 수 있다. 연기자의 얼굴에도 또한 복수의 마커가 마커될 것이다. 얼굴 마커들은 일반적으로 몸체 마커들보다 작고 몸체 마커들보다 많은 개수의 얼굴 마커들이 사용된다. 충분한 해상도로 얼굴 움직임을 캡쳐하기 위해, 많은 개수의 얼굴 마커들(예를 들어, 100 개 이상)이 사용될 것이 예상된다. 하나의 모범적인 구현예에서는, 152개의 작은 얼굴 마커들 및 64 개의 보다 큰 몸체 마커들이 연기자에게 부착된다. 몸체 마커들은 5 내지 9 밀리미터 범위의 폭 또는 직경을 가질 수 있는 반면, 얼굴 마커들은 2 내지 4 밀리미터 범위의 폭 또는 직경을 가질 수 있다.

얼굴 마커들의 배치의 일관성을 보장하기 위해, 소망의 마커 위치에 대응하는 적절한 위치에 구멍이 뚫린 마스크가 각 연기자의 얼굴에 형성될 수 있다. 마스크가 연기자의 얼굴 위에 놓이고, 구멍 위치들이 적당한 펜을 사용하여 얼굴 위에 직접 마커될 수 있다. 그 다음에, 얼굴 마커들이 연기자의 얼굴에 마커된 위치에서 부착될 수 있다. 얼굴 마커들은 메이크-업 접

착제와 같은 연극 분야에 알려져 있는 적당한 재료를 사용하여 연기자의 얼굴에 부착될 수 있다. 이런 식으로, 긴 시간(예를 들어, 달)에 걸친 모션 캡쳐 제작에 있어서도 마커들이 매일 부착되고 제거될지라도 연기자에 대한 합리적으로 일관성 있는 움직임 데이터를 얻을 수 있다.

모션 캡쳐 프로세서(12)는 얼굴 움직임 카메라(14_1-14_N) 및 몸체 움직임 카메라(16_1-16_N)로부터 수신된 2-차원 이미지를 처리하여 캡쳐된 움직임의 3-차원 디지털 표현을 제작한다. 특히, 모션 캡쳐 프로세서(12)는 각 카메라로부터 2-차원 데이터를 수신하고 이 데이터를 다중 데이터 파일의 형태로 데이터 저장 디바이스(20) 내부에 이미지 캡쳐 프로세스의 일부로서 저장한다. 그 다음에, 2-차원 데이터 파일들은 개별 마크들의 움직임을 표현하는 궤적(trajectory) 파일들의 형태로 연결되어 있는 단일 세트의 3-차원 좌표들로 이미지 처리 프로세스의 일부로서 분해된다. 이미지 처리 프로세스에서는 각 마커의 위치를 결정하기 위해 하나 이상의 카메라로부터의 이미지들을 사용한다. 예를 들어, 마커는 얼굴 모습에 의한 폐색에 의해 카메라들의 서브세트에만 또는 모션 캡쳐 볼륨 내의 연기자들의 몸체부에만 가시적일 수 있다. 그 경우에, 이미지 처리에서는 공간 상에서의 마커의 위치를 결정하기 위해 그 마커의 차단되지 않은 시각(view)을 갖는 다른 카메라로부터의 이미지들을 사용한다.

마커의 위치를 결정하기 위해 다수의 카메라들로부터의 이미지들을 사용함으로써, 이미지 처리 프로세스에서는 다수의 각도로부터의 이미지 정보를 평가하고 공간적인 위치를 결정하기 위해 3각 측량법을 사용한다. 그 다음으로, 연기자의 퍼포먼스에 대응하는 몸체 움직임 및 얼굴 움직임을 반영하는 디지털 표현을 생성하기 위해 궤적 파일들에 대한 운동학적(kinetic) 계산이 수행된다. 시간에 따른 공간 정보를 사용하여, 상기 계산에 의해 공간속에서 움직이는 각 마커의 추이(progress)가 결정된다. 적절한 데이터 관리 프로세스를 사용하여, 전체 프로세스와 관련된 다수의 파일들의 데이터 저장 디바이스(20)로의 저장 및 데이터 저장 디바이스로부터의 복원을 제어할 수 있다. 모션 캡쳐 프로세서(12) 및 워크스테이션(18_1-18_N)은 이들 및 다른 데이터 처리 기능을 수행하기 위해 Vicon Motion Systems 또는 Motion Analysis Corp.으로부터 입수할 수 있는 상업적인 소프트웨어 패키지를 사용할 수 있다.

모션 캡쳐 시스템(10)은 또한 움직임에 부가하여 오디오를 기록하는 능력을 포함한다. 복수의 마이크로폰(24_1-24_N)이 모션 캡쳐 볼륨 주위에 배치되어 연기자의 퍼포먼스 동안 오디오(예를 들어, 대화)가 픽업될 수 있다. 모션 캡쳐 프로세서(12)는 마이크로폰(24_1-24_N)에 직접 또는 오디오 인터페이스(22)를 통해 결합될 수 있다. 마이크로폰(24_1-24_N)은 적소에 고정될 수도 있고, 또는 움직임을 추종하도록 걸침대(boom) 상에서 움직일 수도 있고, 또는 연기자에 의해 휴대될 수도 있고 모션 캡쳐 프로세서(12) 또는 오디오 인터페이스(22)와 무선으로 통신할 수도 있다. 모션 캡쳐 프로세서(12)는 기록된 오디오를 디지털 파일의 형태로 수신하여 데이터 저장 디바이스(20)에 타임 트랙 또는 움직임 데이터와 동기할 수 있는 다른 데이터와 함께 저장한다.

도 2 및 도 3은 복수의 모션 캡쳐 카메라에 의해 포위된 모범적인 모션 캡쳐 볼륨(30)을 예시한다. 모션 캡쳐 볼륨(30)은 주변 에지(32)를 포함한다. 모션 캡쳐 볼륨(30)은 그리드 라인으로 세분된 장방형 영역으로서 예시되어 있다. 모션 캡쳐 볼륨(30)은 모션 캡쳐 볼륨을 위한 바닥을 정의하는 그리드를 갖는 3-차원 공간을 구비한다. 움직임은 바닥 위의 3-차원 공간 내에 캡쳐될 것이다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 모션 캡쳐 볼륨(30)은 바닥 상방으로 대략 6 피트의 높이를 갖는 대략 10 피트×10 피트의 바닥 면적을 구비한다. 달걀형, 원형, 장방형, 다각형 등과 같은 다른 사이즈 및 형상의 모션 캡쳐 볼륨들이 또한 제작의 특정한 요구에 맞추어 편리하게 사용될 수 있다.

도 2는 복수의 모션 캡쳐 카메라가 주변 에지(32) 주위에 전반적으로 원형 패턴으로 배열된 모션 캡쳐 볼륨(30)의 상면도를 예시한다. 개별 카메라들은 카메라의 렌즈의 방향을 가리키는 예각(acute angle)을 갖는 삼각형으로 표현되어 있고, 복수의 카메라가 복수의 개별 방향으로부터 모션 캡쳐 볼륨(30)을 향하고 있다. 보다 구체적으로, 복수의 모션 캡쳐 카메라는 복수의 몸체 움직임 카메라(16_1-16_8) 및 복수의 얼굴 움직임 카메라(14_1-14_N)를 추가로 포함한다. 도 2의 다수의 얼굴 움직임 카메라를 살펴보면, 많은 카메라에 라벨이 붙어있지 않음을 알 수 있다. 본 발명의 본 실시예에서는, 몸체 움직임 카메라보다 더 많은 얼굴 움직임 카메라가 있다. 몸체 움직임 카메라(16_1-16_8)는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 측면 당 대략 2 대가 배열되어 있고, 얼굴 움직임 카메라(14_1-14_N)는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 측면 당 대략 12 대가 배열되어 있다. 얼굴 움직임 카메라(14_1-14_N) 및 몸체 움직임 카메라(16_1-16_N)는, 얼굴 움직임 카메라의 초점 렌즈가 몸체 움직임 카메라의 초점 렌즈보다 좁은 시야를 제공하도록 선택되어 있다는 점을 제외하고 실질적으로 동일하다.

도 3은 복수의 모션 캡쳐 카메라가 모션 캡쳐 볼륨의 바닥 상방으로 대략 3개의 계층(tier)으로 배열되어 있는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 측면도를 예시한다. 하부 계층은 모션 캡쳐 볼륨(30)의 측면 당 대략 8 대가 배열된 복수의 얼굴 움직임 카메라(14_1-14_{32})를 포함한다. 본 발명의 일 실시예에서, 하부 계층 얼굴 움직임 카메라(14_1-14_{32}) 각각은, 시야 내에 포함되고

있는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 대략 반대측의 카메라를 포함하지 않도록 근소하게 상방으로 향하고 있다. 모션 캡쳐 카메라들은 일반적으로, 모션 캡쳐 볼륨(30)을 조명하는데 사용되는 광원(예를 들어, 발광 다이오드의 어레이)을 포함한다. 모션 캡쳐 카메라가 다른 모션 캡쳐 카메라의 광원을 "바라보지 않는" 것이 바람직한데, 그 이유는 상기 광원이 반사 마커들로부터의 데이터를 압도하는 밝은 반사체로서 모션 캡쳐 카메라에게 보여질 것이기 때문이다. 중간 계층은 모션 캡쳐 볼륨(30)의 측면 당 대략 2 대가 배열된 복수의 몸체 움직임 카메라(16_3-16_7)를 포함한다. 상술한 바와 같이, 몸체 움직임 카메라는 얼굴 움직임 카메라보다 넓은 시야를 가지며, 각 카메라가 그것의 개별 시야 내에 보다 많은 양의 모션 캡쳐 볼륨(30)을 포함하게 할 수 있다.

상부 계층은 모션 캡쳐 볼륨(30)의 측면 당 대략 5 대가 배열된 복수의 얼굴 움직임 카메라(예를 들어, 14_{33}-14_{52})를 포함한다. 본 발명의 일실시예에서, 상부 계층 얼굴 움직임 카메라(14_{33}-14_{52}) 각각은, 시야 내에 포함되고 있는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 대략 반대측의 카메라를 포함하지 않도록 근소하게 하방으로 향하고 있다. 도 2의 좌측에 도시된 바와 같이, 다수의 얼굴 움직임 카메라(예를 들어, 14_{53}-14_{60})는 또한 모션 캡쳐 볼륨(30)의 전방 에지에 초점 맞춤된 중간 계층에 포함되어 있다. 연기자의 퍼포먼스는 일반적으로 모션 캡쳐 볼륨(30)의 전방 에지를 향할 것이므로, 그 영역에서의 카메라의 개수는 폐색에 의해 소실되는 데이터량을 줄이도록 증가된다. 부가적으로 다수의 얼굴 움직임 카메라(예를 들어, 14_{61}-14_{64})는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 코너에 초점 맞춤된 중간 계층에 포함된다. 이들 카메라는 또한 폐색에 의해 소실되는 데이터량을 줄이도록 작용한다.

본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 몸체 및 얼굴 움직임 카메라는 많은 상이한 각도로부터 마커된 연기자들의 이미지를 기록하여 연기자들의 거의 모든 측면들이 항상 적어도 한 대의 카메라에 노출된다. 보다 구체적으로는, 연기자들의 거의 모든 측면들이 항상 적어도 3 대의 카메라에 노출되도록 카메라들을 배치하는 것이 바람직하다. 카메라들을 복수의 높이에 배치함으로써, 연기자가 모션 캡쳐 볼륨(30) 내에서 움직임에 따라 불규칙한 표면들이 모델링될 수 있다. 본 모션 캡쳐 시스템(10)은 그럼으로써 연기자의 얼굴 움직임(즉, 표정)과 동시에 연기자의 몸체 움직임을 기록한다. 상술한 바와 같이, 오디오 기록도 또한 움직임 캡쳐와 동시에 수행될 수 있다.

도 4는 얼굴 움직임 카메라들의 모범적인 배열을 예시하는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 상면도이다. 모션 캡쳐 볼륨(30)은 a, b, c 및 d로 라벨 붙여진 사분면들로 분할되어 있다. 얼굴 움직임 카메라들은 클러스터(36, 38)로 그룹화되어 있으며, 각 카메라 클러스터는 복수의 카메라를 나타낸다. 예를 들어, 이와 같은 카메라 클러스터 중 하나는 하부 계층에 위치된 2 대의 얼굴 움직임 카메라 및 상부 계층에 위치된 하나의 얼굴 움직임 카메라를 포함할 수 있다. 클러스터 내의 카메라들의 다른 배열도 또한 편리하게 사용될 수 있다. 2 대의 카메라 클러스터(36, 38)는 서로 인접하게 물리적으로 배치되어 있고, 식별할 수 있는 거리만큼 서로로부터 수평방향으로 오프셋되어 있다. 2 대의 카메라 클러스터(36, 38)는 각각 대략 45의 각도로 사분면 d의 전방 에지에 초점 맞춤되어 있다. 제1 카메라 클러스터(36)는 사분면 c의 전방 에지의 일부로부터 사분면 d의 전방 에지의 우측단까지 연장하는 시야를 갖는다. 제2 카메라 클러스터(38)는 사분면 d의 전방 에지의 좌측단으로부터 사분면 d의 우측 에지의 일부까지 연장하는 시야를 갖는다. 따라서, 제1 및 제2 카메라 클러스터(36,38)의 개별 시야는 사분면 d의 전방 에지의 실질적인 길이에 걸쳐 중첩된다. 카메라 클러스트들의 유사한 배열은 사분면 a, b, c 및 d의 다른 외측 에지(주변 에지(32)와 일치) 각각에 대해 포함된다.

도 5는 얼굴 움직임 카메라들의 다른 모범적인 배열을 예시하는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 상면도이다. 도 4에서와 같이, 모션 캡쳐 볼륨(30)은 사분면 a, b, c 및 d로 분할되어 있다. 얼굴 움직임 카메라들은 클러스터(42, 44)로 그룹화되어 있고, 각각의 카메라 클러스터는 복수의 카메라를 나타낸다. 도 4의 실시예에서와 같이, 클러스터들은 다양한 높이에 위치되는 하나 이상의 카메라를 구비할 수 있다. 이러한 배열에 있어서, 카메라 클러스터(42,44)는 모션 캡쳐 볼륨 내부로 향하는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 코너에 위치되어 있다. 이들 코너 카메라 클러스터들(42, 44)은, 폐색에 의한 것과 같은 다른 카메라에 의해 픽업되지 않는 연기자들의 이미지를 기록할 것이다. 다른 유사 카메라 클러스터들도 또한 모션 캡쳐 볼륨(30)의 다른 코너에 위치될 것이다.

모션 캡쳐 볼륨(30)에 대하여 카메라 높이와 각도를 다양하게 함으로써 모션 캡쳐 볼륨 내의 연기자들로부터 캡쳐되는 활용가능한 데이터를 증가시키고 데이터 폐색의 가능성을 저감시킨다. 복수의 연기자도 또한 모션 캡쳐 볼륨(30)내에서 동시에 캡쳐할 수 있다. 또한, 다수의 다양한 카메라에 의해 모션 캡쳐 볼륨(30)이 종래의 것보다 실질적으로 커질 수 있고, 그럼으로써 모션 캡쳐 볼륨 내의 보다 큰 범위의 움직임이 가능해지고 따라서 보다 복잡한 퍼포먼스가 가능해진다. 몸체 및 얼굴 움직임 카메라들의 수 많은 대안적인 배열도 또한 편리하게 사용될 수 있음을 이해해야 한다. 예를 들어, 보다 크거나 또는 보다 적은 개수의 별도의 계층들이 사용될 수 있고, 개별 계층 내의 각 카메라의 높이도 변화될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 대한 상술에서는, 몸체와 얼굴 움직임 카메라가 적소에 고정되어 있다. 이런 식으로, 모션 캡쳐 프로세서(12)는 고정된 기준점을 가지며, 상기 기준점에 대해 몸체 마커들과 얼굴 마커들의 움직임이 측정될 수 있다. 이러한 배열의 결점은 모션 캡쳐 볼륨(30)의 사이즈를 제한하는 것이다. 보다 큰 공간 볼륨을 요구하는 퍼포먼스의 움직임(예를 들어, 캐릭터가 긴 거리에 걸쳐 달리고 있는 중인 장면)을 캡쳐하기를 바란다면, 퍼포먼스가 별도로 모션 캡쳐되는 복수의 세그먼트로 분할되어야 할 것이다. 본 발명의 대안 실시예에서는, 카메라들의 일부가 고정될 것이고 그 외의 카메라들은 액션을 추종하여 움직일 것이다. 이동가능 카메라들은 컴퓨터 제어 서보모터를 사용하여 움직일 수 있고, 또는 인간 카메라 오퍼레이터에 의해 수동으로 움직일 수 있다. 모션 캡쳐 프로세서(12)는 카메라들의 움직임을 추적할 것이고, 이러한 움직임을 캡쳐된 데이터의 후속 처리에서 제거하여 연기자의 퍼포먼스에 대응하는 몸체 움직임 및 얼굴 움직임을 반영하는 3-차원 디지털 표현을 생성할 것이다.

도 6은 모션 캡쳐 볼륨 내의 2 명의 연기자(52, 54)를 반영하는 모션 캡쳐 데이터를 예시하는 모션 캡쳐 볼륨(30)의 사시도이다. 도 6의 관점은 도 1에 대해 상술된 바와 같이 모션 캡쳐 데이터가 워크스테이션(18)의 오퍼레이터에 의해 어떻게 보여질 것인가를 반영한다. 도 2 및 도 3과 유사하게, 도 6은 하부 계층에 위치된 카메라들(14_1-14_{12}), 상부 계층에 위치된 카메라들(14_{33}-14_{40}), 및 모션 캡쳐 볼륨(30)의 코너에 위치된 카메라들(14_{60}, 14_{62})을 포함하는 복수의 얼굴 움직임 카메라를 추가로 예시한다. 2 명의 연기자(52, 54)는 그들의 몸체 및 얼굴 위의 반사 마커들에 대응하는 점들의 구름(cloud)으로서 나타난다. 위에 도시되고 설명된 바와 같이, 연기자의 몸체보다 연기자의 얼굴에 위치되는 마커들의 개수가 훨씬 많다. 연기자의 몸체 및 얼굴의 움직임은, 거의 상술된 바와 같이, 모션 캡쳐 시스템(10)에 의해 추적된다.

이제 도 7 및 도 8을 참조하면, 모션 캡션 데이터는 워크스테이션(18)의 오퍼레이터에 의해 보여지는 대로 도시되어 있다. 도 6에서와 같이, 모션 캡쳐 데이터는 2명의 연기자(52, 54)를 반영하고, 여기에서 고농도의 점들은 연기자들의 얼굴을 반영하고 다른 점들은 몸체 포인트들을 반영한다. 모션 캡쳐 데이터는 달걀 형상으로 예시된 3개의 폐색 영역(62, 64, 66)을 추가로 포함한다. 폐색 영역(62, 64, 66)은 다른 카메라들의 시야 내에 놓이는 카메라들 중 하나의 카메라로부터의 광에 의해 신뢰할 수 있는 움직임 데이터가 캡쳐되지 않았던 장소들을 나타낸다. 이 광은 반사 마커들로부터의 조명을 압도하고, 모션 캡쳐 프로세서(12)에 의해 몸체 마커 또는 얼굴 마커로서 해석된다. 모션 캡쳐 프로세서(12)에 의해 실행되는 이미지 처리 프로세스는 도 7 및 도 8에 예시된 폐색 영역(62, 64, 66)을 정의함으로써 카메라 조명을 필터링하는 가상 마스크를 발생시킨다. 제작 회사는, 폐색 영역들에 의해 불명료해진 움직임을 물리적으로 회피하기 위해 연기자의 퍼포먼스를 제어하려고 시도할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 연기자(54)의 얼굴이 폐색 영역(64) 내부로의 물리적인 움직임에 의해 거의 완전히 불명료해진 도 8에 도시된 바와 같이, 데이터 캡쳐의 일부 손실은 필연적으로 발생한다.

도 9는 폐색 문제점을 저감하는 모션 캡쳐 시스템의 구체예를 예시한다. 구체적으로, 도 9는 모션 캡쳐 볼륨(도시되지 않음)을 가로질러 서로 마주보도록 물리적으로 배치되어 있는 카메라들(84 와 74)을 예시한다. 카메라들(84 및 74)은 카메라들의 시야를 조명하도록 알맞게 변경된 개별 광원(88, 78)을 포함한다. 카메라들(84 및 74)에는 카메라 렌즈의 전방에 배치된 편광 필터들(86, 76)이 추가로 제공된다. 다음의 설명으로부터 분명해지듯이, 편광 필터들(86, 76)은 서로에 대해 이상(out of phase)으로 배열(즉, 회전)되어 있다. 광원(88)은 편광 필터(86)에 의해 편광되어 있는 광을 방출한다. 편광 광은 카메라(74)의 편광 필터(76)에 도달하지만, 카메라(74)까지 통과하기 보다는, 이 편광 광은 편광 필터(76)에 의해 반사되거나 혹은 흡수된다. 그 결과, 카메라(84)는 카메라(74)로부터의 조명을 "보지 않을" 것이고, 그럼으로써 폐색 영역의 형성을 회피하고 가상 마스킹에 대한 필요성을 제거한다.

이전의 설명에서는 움직임을 추적하기 위해 몸체와 얼굴에 부착된 물리적인 마커들을 광학적으로 감지하는 것을 언급했지만, 움직임을 추적하는 대안적인 방법들이 또한 편리하게 사용될 수 있음을 당업자라면 이해할 것이다. 예를 들어, 마커들을 부착하는 대신, 연기자들의 신체적인 모습(예를 들어, 코 또는 눈의 형상)이 움직임을 추적하는 자연스러운 마커들로서 사용될 수 있다. 이와 같은 모습-기반 모션 캡쳐 시스템은 각각의 퍼포먼스에 앞서 연기자들에게 마커들을 부착하는 작업을 제거할 것이다. 또한, 광학적 매질 이외의 대안 매질이 대응하는 마커들을 검출하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 마커들은 모션 캡쳐 볼륨 주위에 배치된 수신기들에 의해 검출되는 초음파 방출기 또는 전자기 방출기를 구비할 수 있다. 이에 대해, 상술된 카메라들은 단지 광학적인 센서일 뿐이고, 다른 종류의 센서들이 또한 편리하게 사용될 수 있음을 이해해야 한다.

몸체 움직임 및 얼굴 움직임을 캡쳐하는 시스템 및 방법의 바람직한 실시예를 설명했으므로, 본 발명의 장점들이 달성되었음은 당업자에게 명백할 것이다. 또한, 다양한 변형들, 변경들 및 그들의 대안 실시예가 본 발명의 범위와 정신 내에서 만들어질 수 있음을 이해해야 한다. 본 발명은 다음의 특허청구범위에 의해 추가로 정의된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모션 캡쳐 시스템을 예시하는 블록도.

도 2는 모션 캡쳐 볼륨의 주변부 주위에 배열된 복수의 모션 캡쳐 카메라를 갖는 모션 캡쳐 볼륨의 상면도.

도 3은 모션 캡쳐 볼륨의 주변부 주위에 배열된 복수의 모션 캡쳐 카메라를 갖는 모션 캡쳐 볼륨의 측면도.

도 4는 모션 캡쳐 볼륨의 사분면에 대한 얼굴 움직임 카메라들의 모범적인 배열을 예시하는 모션 캡쳐 볼륨의 상면도.

도 5는 모션 캡쳐 볼륨의 코너에 대한 얼굴 움직임 카메라들의 모범적인 배열을 예시하는 모션 캡쳐 볼륨의 상면도.

도 6은 모션 캡쳐 볼륨 내의 2명의 연기자를 반영하는 모션 캡쳐 데이터를 예시하는 모션 캡쳐 볼륨의 사시도.

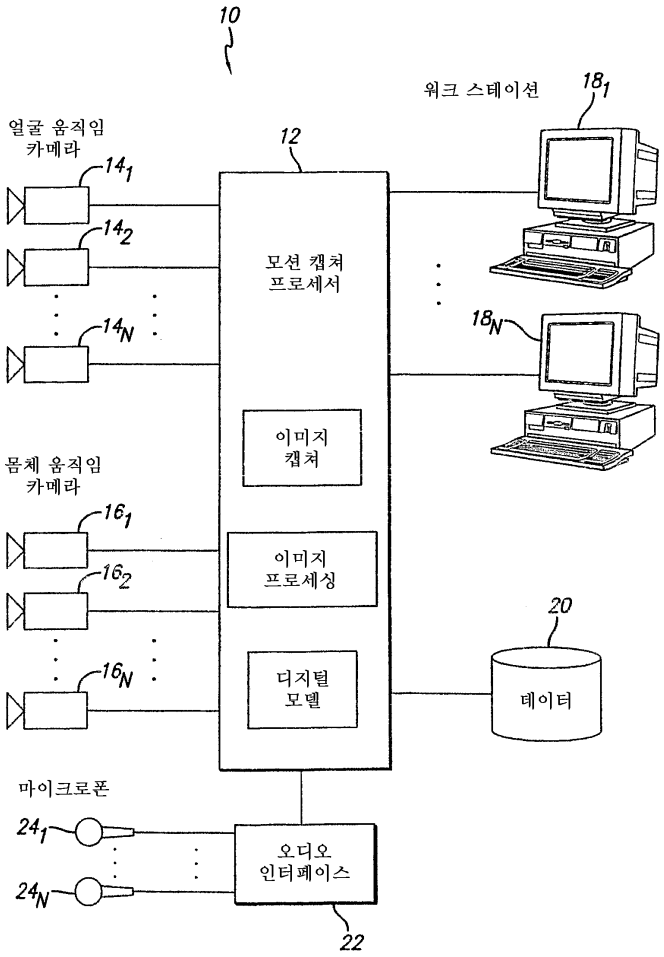
도 7은 모션 캡쳐 볼륨 내의 2명의 연기자를 반영하는 모션 캡쳐 데이터를 예시하고 상기 데이터의 폐색(occlusion) 영역을 도시한 도면.

도 8은 2명의 연기자 중 일방이 폐색 영역에 의해 불명료하게 되어 버린, 도 7에서와 같은 모션 캡쳐 데이터를 예시한 도면.

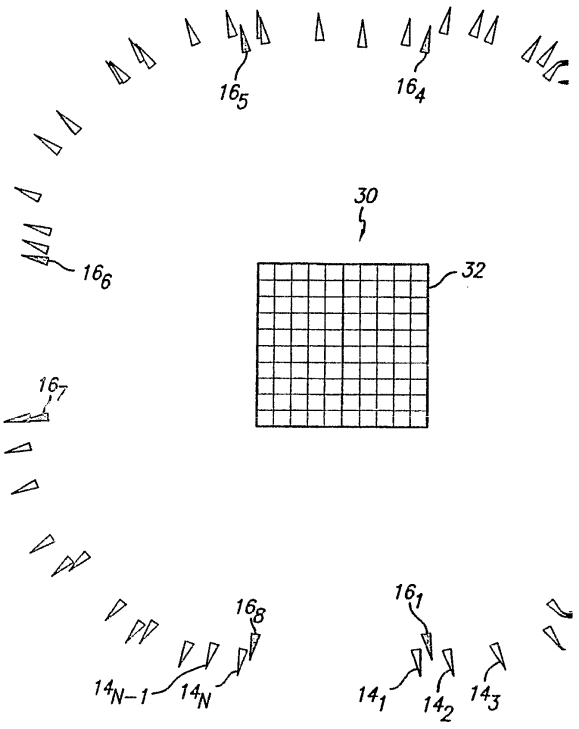
도 9는 모션 캡쳐 시스템에서 사용된 모션 캡쳐 카메라들의 대안 실시예를 예시하는 블록도.

도면

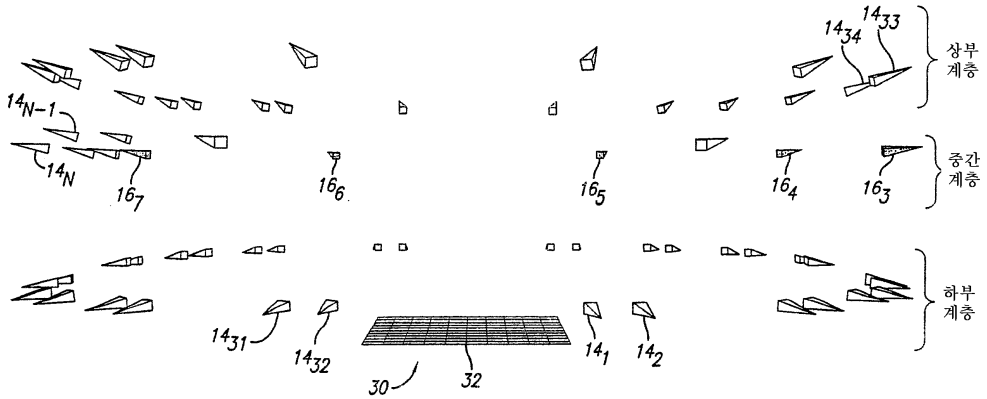
도면1



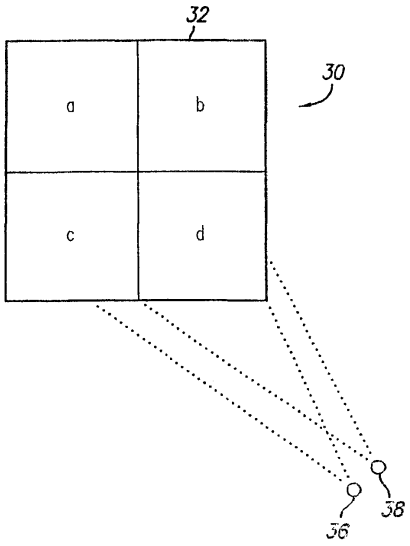
도면2


16_5
16_4
30
32
16_6
16_7
16_8
16_1
14_{N-1}
14_N
14_1
14_2
14_3

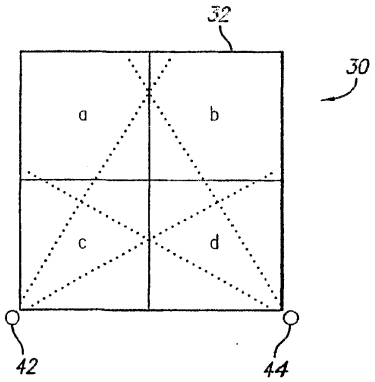
도면3


14_{33}
14_{34}
상부 계층
14_{N-1}
14_N
16_7
16_6
16_5
16_4
16_3
중간 계층
14_{31}
14_{32}
30
32
14_1
14_2
하부 계층

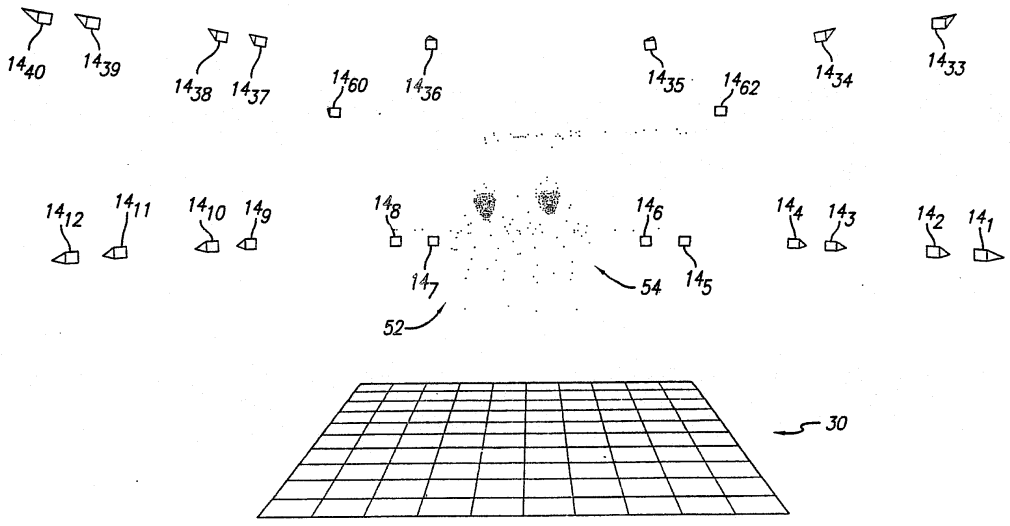
도면4


32
30
a
b
c
d
36
38

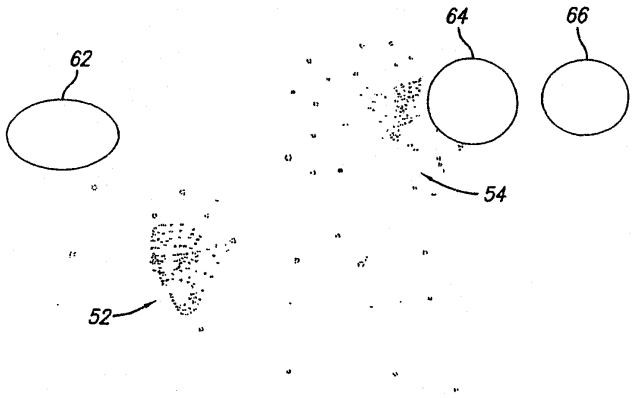
도면5


32
30
a
b
c
d
42
44

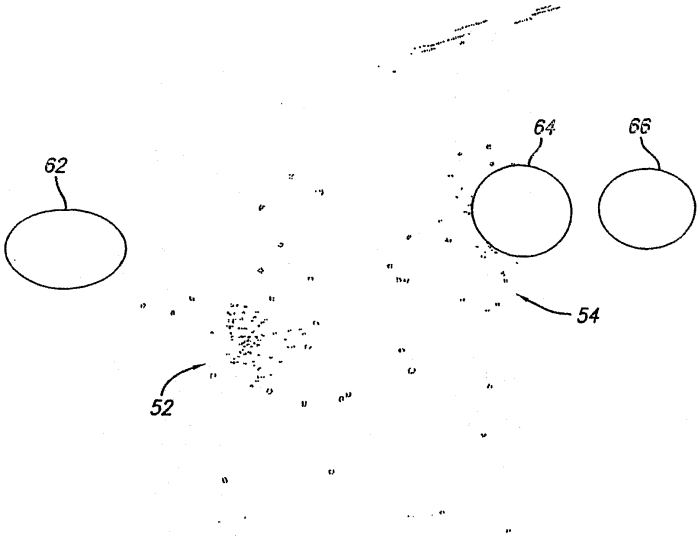
도면6


14_{40}
14_{39}
14_{38}
14_{37}
14_{60}
14_{36}
14_{35}
14_{62}
14_{34}
14_{33}
14_{12}
14_{11}
14_{10}
14_{9}
14_{8}
14_{7}
14_{6}
14_{5}
14_{4}
14_{3}
14_{2}
14_{1}
52
54
30

도면7



도면8



도면9

