

 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0114767 (43) 공개일자 2012년10월17일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) A63F 13/00 (2006.01) A63F 9/02 (2006.01) (21) 출원번호 10-2011-0032508 (22) 출원일자 2011년04월08일 심사청구일자 2011년04월08일	(71) 출원인 동서대학교산학협력단 부산광역시 사상구 주례동 산 69-1 동서대학교 (72) 발명자 이동훈 부산광역시 사상구 주례로 57, 뉴밀레니엄관 NM230호 (주례동, 동서대학교) 김철민 부산광역시 동래구 석미로 72, 102동 1404호 (사직동, 사직 삼환 나우빌) (74) 대리인 김정훈

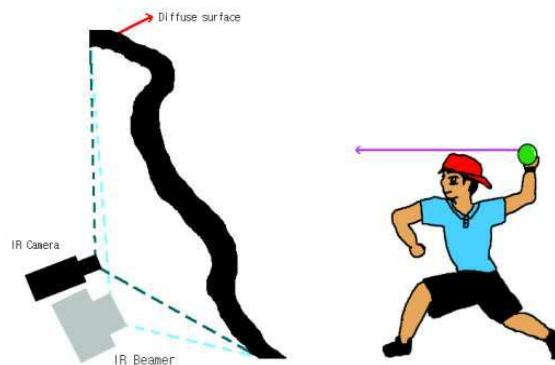
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **사물 투척형 게임 디스플레이 시스템 및 그 방법**

(57) 요약

본 발명은 탄환을 발사하는 장난감 권총, 또는 아동용 볼 등의 물체를 디스플레이 화면에 투척하여 맞은 탄착점을 게임의 이벤트로 간주하는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템을 제안한다. 이를 위하여 평면형 디스플레이와 비평면형 디스플레이 상에서 이러한 기술이 가능하도록 하는 시스템 구성을 설명하고, 디스플레이 표면과 물체가 접촉했을 때 그 접촉점을 인지하기 위한 센싱 방법과 탄착지점 계산을 위한 영상보정 방법 및 이벤트 발생시 동작하는 게임 시스템의 구성도를 제안한다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20080340
부처명	한국산업기술진흥원
연구사업명	지역혁신인력양성사업
연구과제명	첨단 아케이드 게임 디바이스 및 콘텐츠 개발
주관기관	동서대학교산학협력단
연구기간	2010.05.01 ~ 2011.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

전면투사를 위한 평면형 디스플레이(100) 혹은 비평면 디스플레이(110), 혹은 후면투사를 위한 비평면 디스플레이(120)와;

상기 디스플레이 전면에 투척되는 물체의 적외선 빛의 반사정보를 인식하는 IR 카메라와(130);

상기 디스플레이 전면 혹은 후면 전체에 영상을 투사하는 IR Beamer(150)과;

상기 디스플레이 전면에 투척할 수 있는 사물(150); 및

상기 IR 카메라(130)에 인식된 적외선 빛의 정보를 수신하여 위치 정보를 획득하는 컴퓨터;

를 포함하는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 평면 혹은 비평면 디스플레이는 설치 환경에 따라 구분지어 사용할 수 있으며,

상기 IR 카메라(130)는 카메라 렌즈 전방에 특정 영역대의 파장을 검출할 수 있는 IR Band-Pass Filter를 장착하고,

상기 프로젝터(140)은 설치 환경에 따라 디스플레이의 전면 혹은 후면에서 영상을 투과하는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 컴퓨터는:

상기 적외선 카메라(130)에서 인식한 영상을 수신하여 이진화 과정을 수행하고 잡음을 제거한 후 블랍 레이블링(Blob-Labeling) 과정을 통해 영역 후보를 추출하고, 검출된 후보 영역으로부터 평균값을 통한 위치 정보를 추출한 후 3D 좌표로 변환하는 영상 분석 모듈과;

상기 영상 분석 모듈에서 변환된 3D 좌표를 인터랙션 메타포 생성 및 분석한 후 콘텐츠 갱신하고 디스플레이에 반영하는 디스플레이 모듈;

을 포함하는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템.

청구항 4

상기 디스플레이 전체에 영상을 투사하는 단계와;

상기 영상이 투사된 디스플레이 전면에 게임과의 인터랙션을 위한 사물이 투척될 때, 적외선 빛의 반사가 일어나는 탄착점의 위치를 IR 카메라가 인식하는 단계와;

상기 IR 카메라(130)가 인식한 탄착점의 위치를 컴퓨터로 전송하는 단계와;

상기 IR 카메라(130)으로부터 수신 받은 정보를 통해 적외선 빛의 위치 정보를 획득하여 콘텐츠로 피드백하는 단계;

를 포함하는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 컴퓨터에서 적외선 빛의 위치정보를 획득하는 방법은;

상기 IR 카메라(130)로부터 영상을 입력받는 단계와;

상기 영상을 이진화 과정을 거쳐 잡음을 제거하는 단계와;
 상기 잡음이 제거된 영상을 블랍 레이블링 과정을 통해 영역 후보를 검출하는 단계와;
 상기 검출된 후보 영역의 평균값을 산출하여 위치 정보를 추출하여 3D 좌표로 변환하는 단계; 및
 상기 변환된 3D 좌표를 인터랙션 메타포 생성 및 분석한 후 콘텐츠에 갱신하여 디스플레이에 반영하는 단계;
 를 포함하는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 IR 카메라(130)와 상기 영상을 투사하는 프로젝터와의 위치 보정은 모션 캡처 과정을 통해 추출한 디스플레이면을 보정물체로 간주하여 보정하는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 탄환을 발사하는 장난감 구너총, 또는 아동용 볼 등의 물체를 디스플레이 화면에 투척하여 맞은 탄착점을 게임의 이벤트로 간주하는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 평면형 디스플레이와 비평면형 디스플레이 상에서 이러한 기술을 가능하도록 하는 시스템 구성과 디스플레이 표면에 물체가 접촉했을 때 그 접촉점을 인지하기 위한 센싱 방법과 탄착지점 계산을 위한 영상보정 방법 및 이벤트 발생시 동작하는 게임 시스템의 구성도에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 멀티터치 기술

[0003] 프로젝터를 활용한 적외선 방식 멀티터치 인터페이스 관련 연구는 오랜 시간 방대한 연구가 수행되었다. 대표적인 방식으로는 FTIR(Frustrated Total Internal Reflection) 방식과 DI(Diffused Illumination) 방식이 존재한다. FTIR 방식은 1960년대 이래로 지문 추출을 위하여 생물 측정학 커뮤니티에서 주로 사용하였으며, 로봇 센서 기술에 이용되어 온 전반사 장애 현상으로 Jafferson Y. Han에 의해 개량된 방식이 다양한 응용 분야에서 널리 활용되고 있다. 일반적으로 투명 아크릴의 윗면과 아랫면에 적외선 LED를 일정 간격으로 나열하여 설치한 후 아크릴 내부에 적외선을 투영시킨다. 이러한 스크린에 손가락이나 물체를 올리게 되면 적외선 빛은 이곳에서 전반사 장애가 일어나 빛이 확산된다. 이 전반사 장애로 인해 새어 나오는 빛을 밴드 패스 필터를 부착한 적외선 카메라를 사용하여 빛의 위치를 획득 할 수 있다. 이에 반해 DI 방식은 스크린의 외부에서 적외선 LED를 고르게 방출하여 접촉 지점의 반사를 적외선 카메라로 포착하는 방식으로 센싱 방식의 처리는 FTIR 방식과 유사하다고 볼 수 있다. 본 기술은 현재는 비교적 안정화된 기술로 상용화되어 전시관 등을 중심으로 다양한 제품이 선보이고 있다.

[0004] 프로젝터를 이용한 직접 투사형 디스플레이

[0005] 프로젝터를 이용하여 사물에 영상을 투사하여 다양한 효과를 연출하는 방식은 학계보다 엔터테인먼트 산업에서 먼저 선보인 것으로 알려져 있다. 월트 디즈니 월드의 "Haunted Mansion"의 노래하는 머리(singing heads)와 가상의 점술가 "Madame Leotark"가 대표적인 예이다. 노래하는 머리의 경우 기술적으로는 단순하지만 4장의 노래하는 사람의 사진을 순차적으로 투사하여 새로운 시각 효과를 표현하였고, Madame Leotark의 경우 프로젝터와 광섬유를 활용하여 실제 크리스탈 볼 내부에서 애니메이션되는 가상 캐릭터를 만들었다. 최근 개발된 시스템은 애니메이션 Buzz Lightyear가 있는데 월트 디즈니 월드의 매직 킹덤에 관객이 들어오면 애니메이션 기법을 활용하여 동적인 객체에 대한 프로젝터 투사 기법을 적용하였다. Son et Lumiere는 구조물에 프로젝터를 투사하여 공연 장치의 효과를 구현한 시스템으로 대형의 구조물에 매우 밝은 프로젝터를 투사하여 실제 라이브 퍼포먼스의 시각효과를 극대화 하였다. 이러한 개념을 바탕으로 전세계 다양한 박물관에 유사한 시스템이 있다. 위의 열거한 시스템의 경우 시각효과에 초점을 맞추어 기술적으로는 대부분 수작업에 의지하여 프로젝트와 실구조간의 영상정합을 시도하였다. 학계의 연구 결과로 Naimark는 집안에 거실의 구조물을 회전이 가능한 카메라로 촬영하고, 그 후 전체 구조물을 흰색으로 칠한 후 프로젝터를 사용하여 미리 찍어놓은 사진을 다시 벽면에 투사하

는 개념의 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 공간증간현실의 개념을 최초로 시도한 연구 결과로 그 의의가 높다. Raskar의 Shader lamps는 실제 물체에 텍스처와 조명을 프로젝터를 활용하여 표현하는 시스템으로 텍스처 정보와 스펙큘러 반사광, 변화하는 다이나믹 광원 조건 등을 물체의 표면에 표현했다. 이 컨셉은 Dynamic Shader lamps라는 논문에서 확장되는데 사용자의 인터랙션에 의해 물체의 표현을 동적으로 변화시킬 수 있고 참여자가 물체 표면에 그림을 그릴 수 있도록 고안되었다. 이에 대한 응용으로 Lincoln는 얼굴 애니메이션에 대해 shader lamp 기술을 응용하여 원격의 실제 인간의 얼굴 표정을 포착하여 이를 미리 만들어놓은 모델에 적용함으로써 인간친화적인 로봇 기술에 응용하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명을 통해 이루고자 하는 과제는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템에서 스크린의 형태를 평면형 또는 비평면형으로 구성하고 이러한 스크린 상에서 투척되는 사물의 단착점을 계산하기 위한 영상보정 방법과 센싱 방법, 그리고 이벤트 발생 시 동작하는 게임 시스템을 구현하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템은 평면 디스플레이에서의 센싱 기법; 비평면 디스플레이에서의 센싱 기법; 디스플레이 표면 기하정보 추출단계; 프로젝터 및 카메라 보정단계; 프로젝터 보정 정보를 이용한 영상 투사 방법; 영상 상의 접촉점 영역 검출; 카메라 보정 정보를 이용한 투척지점 계산 방법을 포함한다.
- [0008] 상기 평면 디스플레이에서의 센싱 기법은 소규모 공간의 경우 광학 센서 방식을, 중대형 공간에서는 IR Beamer와 IR 카메라의 혼합 방식을 적용하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 상기 비평면 디스플레이에서의 센싱 기법은 IR Beamer와 IR 카메라를 활용하여 전면 투사방식 혹은 후면 투사방식을 적용하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 상기 디스플레이 표면 기하정보 추출단계에서는 디스플레이 표면의 실측량을 통해 기하정보를 추출하는 방법, 3차원 기하정보 추출을 위한 3D 스캐너나 모션캡처 장치를 사용하여 추출하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 프로젝터 및 카메라 보정단계는 상술한 바와 같이 모션캡처를 통해 추출한 구조물을 보정물체로 간주하여 3차원 좌표와 2차원 좌표 간의 투영 행렬로서 투영행렬로부터 카메라의 내부 파라미터와 외부 파라미터 추출 기법을 활용하여 카메라 보정에 필요한 파라미터를 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 프로젝터 보정 정보를 이용한 영상 투사 방법은 상기 프로젝터 및 카메라 보정 단계에서 구해진 프로젝터 파라미터인 투영행렬을 프로젝터 내부와 외부 파라미터로 분해하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 영상 상의 접촉점 영역 검출은 이진화(Threshold) 과정을 거쳐 잡음을 제거한 후 블랍 레이블링(Blob-Labelling)과정을 통해 영역 후보를 추출하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 카메라 보정 정보를 이용한 투척지점 계산 방법은 상기 카메라 보정을 통해 구해진 카메라 내부 및 외부 파라미터를 통해 카메라 시점으로부터 2차원에 투영된 접촉점 간의 3D 벡터를 산출하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따르면, 종래의 평면형 디스플레이에서의 멀티 터치 시스템의 확장으로 스크린과 떨어진 채로 사물을 투척하여 게임을 진행할 수 있어 공간상의 제약을 해소하고, 사용자가 투척되는 사물을 직접 만짐으로 인해 종래에 가질 수 없었던 게임에서의 촉각적인 재미를 유발 할 수 있다. 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들을 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도1 종래의 평면 디스플레이에 손이나 물건 투척에 대해 센싱하는 방법으로 IR 센서를 이용하는 방법에 대한 개념도
- 도2 종래의 광학센서를 이용하여 반사재질의 물체에 대한 가려짐을 통해 측정하는 방법에 대한 개념도

도3 종래의 IR beamer와 IR 카메라를 활용한 시스템에 대한 개념도

도4 본 발명의 사물 투척형 평면 디스플레이 시스템 구성도

도5 본 발명의 사물 투척형 비평면 디스플레이의 전면투사방식 시스템 구성도

도6 본 발명의 사물 투척형 비평면 디스플레이의 후면투사방식 시스템 구성도

도7 본 발명의 탄착점 인식을 위한 시스템 흐름도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명되는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙여 설명하기로 한다. 이하, 본 발명에서 실시하고자 하는 구체적인 기술내용에 대해 첨부도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.
- [0018] **영상 투사 방법 및 센싱 기법**
- [0019] 도 1은 일반적인 평면 디스플레이에 손이나 물건 투척에 대해 센싱하는 방법으로 IR 센서를 이용하는 방법이고, 도 2는 광학센서를 이용하여 반사재질의 물체에 대한 가려짐을 통해 측정하는 방법에 대한 개념도 이다.
- [0020] IR 센서 방식은 소규모의 디스플레이 상에서의 센싱에 적합하나 적외선 발생부(Transmitter)와 센싱부(Receiver)의 완벽한 일치가 필요하므로 미세한 시스템 설치가 필요하고, 시스템 노후 시 뒤출림 등의 문제로 안정성에 문제가 있다.
- [0021] 광학센서 방식은 현재 전자철판, 착용형 멀티터치 디스플레이 시스템 등에 많이 쓰이고 있으며 소규모 시스템의 경우 안정적인 성능을 보이나, 중대규모로 확장하기에는 한계를 지니고 있다.
- [0022] 도 3은 확장 가능한 대형 시스템의 경우에 IR beamer와 IR 카메라를 활용한 시스템에 대한 개념도 이다. 상기 IR Beamer와 IR 카메라를 활용한 시스템은 대형 멀티터치 디스플레이 제품에 많이 사용된다. 이 경우 센싱부는 광학식 방식으로 사용자에게 의한 가려짐 문제를 해결하기 위해 일반적으로 후면 주사 방식으로 개발이 필요하며, 설치를 위한 추가적인 공간이 필요하다.
- [0023] 도 4를 참조하면, 본 발명의 경우 사용자가 디스플레이 평면에 직접 접촉하는 방식이 아니므로 전면 주사 방식으로의 설치에 문제가 없으며, 공간 이용 측면에도 사용자와 디스플레이 간의 거리가 기본적으로 확보되는 상환이므로 별다른 문제를 발생시키지 않는다
- [0024] 따라서 평면 디스플레이에서 센싱을 위한 방법으로 소규모 공간의 경우 광학센서 방식을, 중대형 공간에서는 IR beamer와 IR 카메라의 혼합 방식을 활용할 수 있다.
- [0025] 도 5 와 도 6은 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 비평면 디스플레이의 게임에서의 개념도이다.
- [0026] 비평면 디스플레이(non-flat display)란 3차원공간 상의 평면이 아닌 불규칙 표면을 디스플레이로 활용하는 방식을 말한다. 실제 건물 상에 프로젝터를 투사하는 Facade 기법처럼 게임에 활용할 특정 지형 정보를 디오라마 형태로 제작하여 디스플레이로 활용, 이 디스플레이 상에서의 사용자와의 인터랙션을 사물의 투척을 통해 발생시키는 방식이다. 이때, 센싱 방법으로는 IR Beamer와 IR 카메라를 활용한다.
- [0027] 본 발명에 의한 비평면 디스플레이에서의 게임 시스템은 영상의 투영 방법에서 도 5와 같은 전면 투사방식과, 도 6과 같은 후면 투사방식으로 활용할 수 있다. 도시된 바와 같이 전면투사방식(도 5)은 IR 카메라(130)과 IR Beamer(140)이 비평면 디스플레이(110)의 전면에 영상을 투영하는 방식으로 사물(150) 투척 방식에서는 전면 투사방식이 여러모로 장점이 많으나, 설치 시스템의 직접 터치 방식까지 고려할 경우 후면 투사방식으로의 설치가 적절하다. 후면투사방식(도 6)은 비평면 디스플레이(120)의 후면으로 영상을 투영하는 방식으로, 전면투사 방식의 경우 비평면 디스플레이(110)는 흰색 계열의 디퓨즈 표면으로 도색을 하거나 제작을 해야하는 반면, 후면투사 방식의 경우에는 비평면 디스플레이(120)의 후면이 투사가 가능한 재질을 사용해서 제작하고 내부는 비어진 상태로 제작되어야 한다.

[0028] **멀티 터치 인터랙션 시스템의 흐름도**

[0029] 본 발명에서 제안하는 사물 투척형 게임 디스플레이 시스템에 대한 전체적인 흐름은 도 7과 같다.

[0030] 먼저, IR 카메라(130)를 이용하여 영상을 획득한다(단계 S101). 이때, 카메라(130)의 위치와 프로젝터(140)의 위치 차이로 발생하는 영상의 왜곡은 우선적인 카메라 보정 단계를 거친다. 카메라의 보정은 디스플레이로 사용하는 평면 혹은 비평면 디스플레이(100 내지 120)을 보정물체(Calibration object)로 간주하고 전통적인 카메라 파라미터 추출방법(E. Trucco, A. Verri, Introductory Techniques for 3-D Computer Vision, Prentice Hall, 1998.)을 통해 획득한다. 그 후, 획득한 영상 상의 표면과 참여자 간의 접촉에 의한 영역 검출을 위하여 일반적인 영상처리 과정인 이진화(Threshold) 과정을 거쳐 잡음을 제거한 후(단계 S102) 블랍 레이블링(Blob-Labeling) 과정을 통해 영역 후보를 추출한다(단계 S103?S104). 검출된 후보 영역으로부터 평균값을 통한 위치 정보를 추출하고 이 과정에서 트래킹을 통한 잡음 영역 제거를 동시에 수행한다. 그 후, 추출한 위치 정보를 3D 좌표로 변환(단계 S105)한 다음 인터랙션 메타포 생성 및 분석(단계 S106) 후 콘텐츠 갱신(단계 S107)하여 디스플레이에 반영한다(단계 S108).

[0031] **디스플레이 표면 기하정보 추출**

[0032] 본 발명의 시스템을 가동하기 위해서는 먼저 구조물에 대한 정확한 3차원 기하정보 추출의 전처리 단계가 필요하다. 구조물에 대한 정확한 3차원 기하정보 추출은 일반적인 공간증간현실 시스템을 구성하기 위한 기본 절차로 구조물이 지닌 3차원 기하와 동일한 텍스처 처리, 광원 처리 등을 표현하기 위해 필수적이다. 디스플레이 표면의 기하정보를 추출하는 방법은 제작된 디스플레이 표면의 실측량을 통해 기하 정보를 추출하는 방법, 3차원 기하정보 추출을 위한 3D 스캐너나 모션캡처 등의 장치를 활용하여 구조물의 기하 정보를 추출하는 것이다. 가장 손쉬운 방법으로는 3차원 기하정보 추출을 위한 3D 스캐너 등의 장치를 활용하여 구조물의 기하 정보를 추출하는 것이다.

[0033] 본 발명에서는 획득한 기하 정보를 활용하여 3D 그래픽 소프트웨어를 활용하여 3D 메쉬구조를 구성하고, 텍스처 매핑 및 광원 설치를 통해 투사할 그래픽 데이터를 제작한다.

[0034] **프로젝터 및 카메라 보정**

[0035] 프로젝터와 카메라가 동일한 위상 구조를 가지고 있지 않기 때문에 투영될 영상의 위치 및 방향 정보 추출을 위해 프로젝터와 구조물 간의 관계를 표현하는 프로젝터 보정이 필요하며, 사용자의 접촉에 의해 형성된 접촉점의 위치를 3차원 좌표로 복원할 목적으로 카메라 보정이 별도로 필요하다.

[0036] 본 발명에서 프로젝트와 카메라의 보정은 알려진 3차원 좌표와 프로젝트 및 카메라에 비친 2차원 좌표 간의 대응관계를 통해 카메라의 내부와 외부 파라미터를 추출하는 전통적인 컴퓨터 비전 알고리즘을 사용한다. 일반적으로 알려진 3차원 좌표는 보정물체(Calibration object)를 활용하나, 본 발명에서는 앞에서 기술한 바와 같이 모션 캡처 과정을 통해 추출한 디스플레이면을 보정물체로 간주하여 보정을 수행하였다. 알려진 3차원 좌표와 대응하는 2차원 좌표 간의 카메라 보정 방법은 다음과 같다.

[0037] 3차원 공간상의 한점 (X_i^w, Y_i^w, Z_i^w)이 2차원 영상에 투영된 경우(x, y), 두 좌표계 간의 관계는 3 x 4 투영 행렬 M에 의해 표현된다.

수학식 1

$$\begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ w_i \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} X_i^w \\ Y_i^w \\ Z_i^w \\ 1 \end{pmatrix}$$

[0038]

수학식 2

$$x = \frac{u_i}{w_i} = \frac{m_{11}X_i^w + m_{12}Y_i^w + m_{13}Z_i^w + m_{14}}{m_{31}X_i^w + m_{32}Y_i^w + m_{33}Z_i^w + m_{34}}$$

$$y = \frac{u_i}{w_i} = \frac{m_{21}X_i^w + m_{22}Y_i^w + m_{23}Z_i^w + m_{24}}{m_{31}X_i^w + m_{32}Y_i^w + m_{33}Z_i^w + m_{34}}$$

[0039]

[0040]

행렬 M은 11개의 자유도를 지니고 있으므로 6개의 3차원과 2차원 좌표 간의 대응 관계만 알면 동차 선형 시스템에 의해 결정될 수 있다. 일반적으로 좌표 측정에서 발생하는 오차 등의 이유로 보다 많은 대응관계를 측정값으로 사용하여 최소자승법(least square method)을 통해 정확한 투영관계를 산출한다. N개의 3차원과 2차원 좌표의 대응관계를 알고 있다고 가정할 경우 동차선형 시스템은 다음과 같이 구성된다.

수학식 3

$$Am = 0$$

[0041]

수학식 4

$$\begin{bmatrix} X_1 & X_1 & Z_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -x_1X_1 & -x_1Y_1 & -x_1Z_1 & -x_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X_1 & Y_1 & Z_1 & 1 & -y_1X_1 & -y_1Y_1 & -y_1Z_1 & -y_1 \\ X_2 & X_2 & Z_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -x_2X_2 & -x_2Y_2 & -x_2Z_2 & -x_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X_2 & Y_2 & Z_2 & 1 & -y_2X_2 & -y_2Y_2 & -y_2Z_2 & -y_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_N & X_N & Z_N & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -x_NX_N & -x_NY_N & -x_NZ_N & -x_N \\ 0 & 0 & 0 & 0 & X_N & Y_N & Z_N & 1 & -y_NX_N & -y_NY_N & -y_NZ_N & -y_N \end{bmatrix}$$

[0042]

수학식 5

$$m = [m_{11}, m_{12}, \dots, m_{33}, m_{34}]^T$$

[0043]

[0044]

이때, A는 11개의 자유도를 가지므로 특이값분해(SVD, Singular Value Decomposition)를 활용하여 m을 구할 수 있다.

[0045]

산출된 정보는 3차원 좌표와 2차원 좌표 간의 투영 행렬로서 투영행렬로부터 카메라의 내부 파라미터와 외부 파라미터 추출 기법(E. Trucco, A. Verri, Introductory Techniques for 3-D Computer Vision, Prentice Hall, 1998.)을 활용하여 카메라 보정에 필요한 파라미터를 산출한다.

[0046]

프로젝터 보정 정보를 이용한 영상 투사 방법

[0047]

구해진 프로젝트 파라미터인 투영행렬을 프로젝트 내부와 외부 파라미터로 분해할 수 있다. 이를 통해 프로젝트의 모델뷰 행렬과 프로젝션 행렬이 구해지며 이를 미리 제작한 3D 표면 데이터에 적용하면 프로젝트에 의해 투사된 영상이 기하학적으로 어긋남 없이 실제 불규칙 표면에 적용된다.

[0048]

영상 상의 접촉점 영역 검출

[0049]

영상 상에 인터랙션 표면과 참여자 간의 접촉에 의한 영역 검출을 위하여 일반적인 영상처리 과정인 이진화

(Threshold) 과정을 거쳐 잡음을 제거한 후 블랍 레이블링(Blob-Labeling) 과정을 통해 영역 후보를 추출한다. 검출된 후보 영역으로부터 평균값을 통한 위치 정보를 추출하고 이 과정에서 트래킹을 통한 잡음 영역 제거를 동시에 수행한다.

[0050] **카메라 보정 정보를 이용한 투척지점 계산 방법**

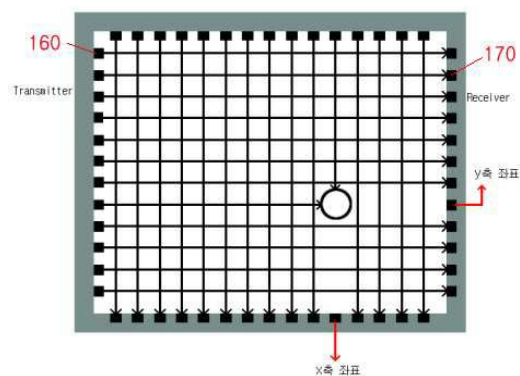
[0051] 카메라 보정을 통해 구해진 카메라 내부 및 외부 파라미터를 통해 카메라 시점으로부터 2차원에 투영된 접촉점 간의 3D 벡터를 산출할 수 있다. 산출된 3D 벡터와 모델의 3차원 좌표 간의 교차점 검출 알고리즘을 활용하면 어떤 메쉬가 3D 벡터와 교차하는지 판별이 되며 이를 통해 접촉점 계산을 수행한다.

부호의 설명

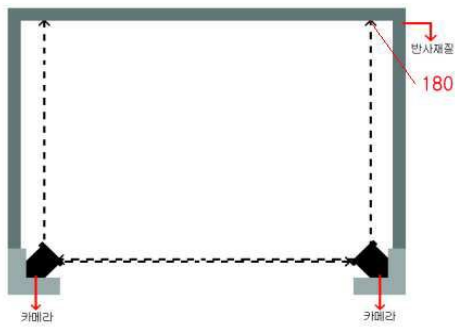
- [0052]
- 100 : 평면형 디스플레이
 - 110 : 비평면형 디스플레이(전면투사)
 - 120 : 비평면형 디스플레이(후면투사)
 - 130 : IR 카메라
 - 140 : IR Beamer
 - 150 : 투척용 사물
 - 160 : IR 센서방식의 IR Transmitter
 - 170 : IR 센서방식의 IR Receiver
 - 180 : DI에서의 반자재질 스크린

도면

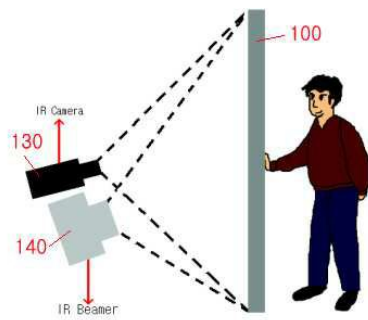
도면1



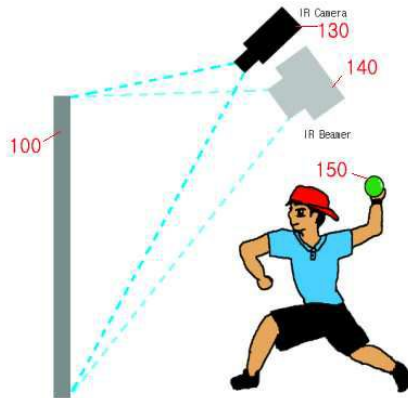
도면2



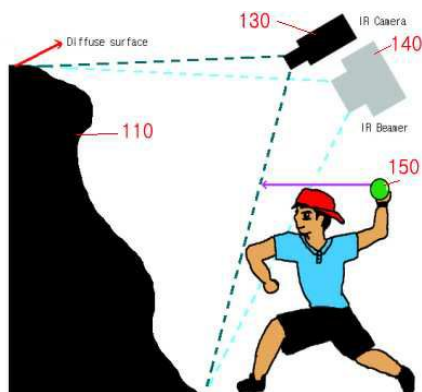
도면3



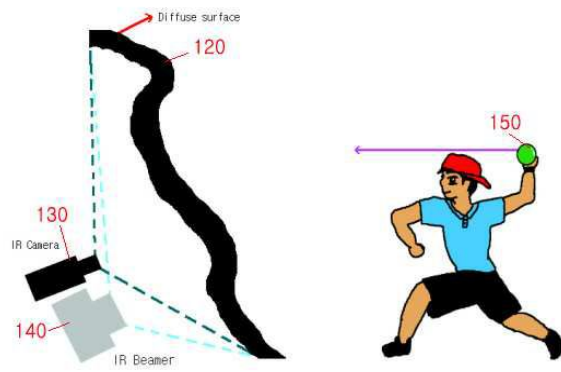
도면4



도면5



도면6



도면7

