



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0086128  
(43) 공개일자 2010년07월30일

(51) Int. Cl.

G09B 5/06 (2006.01) G09B 3/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0005323

(22) 출원일자 2009년01월22일

심사청구일자 2009년01월22일

(71) 출원인

서경대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 정릉동 16-1 서경대학교내

(72) 발명자

김대영

서울특별시 성북구 돈암2동 한진아파트 203동 1104호

임철수

서울특별시 강남구 도곡동 91-5 삼성래미안APT 110동 401호

(74) 대리인

안광석, 박영일, 김합곤

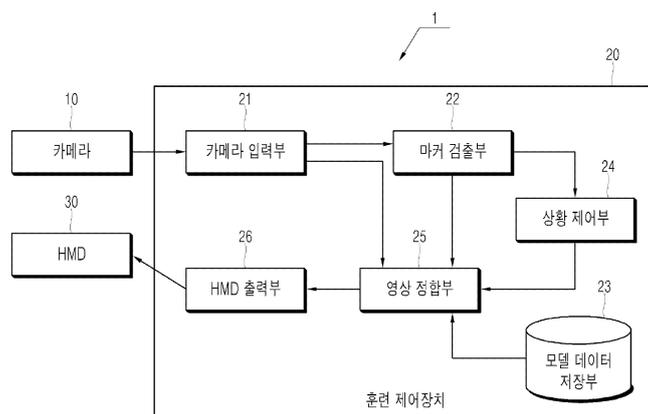
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 혼합 현실 상황 훈련 시스템

(57) 요약

본 발명은 실제 훈련 환경에 마커를 두고 실제 공간에서는 사용하기 어려운 물체들을 가상 물체로 대체한 혼합 현실 공간을 구성하여 발달 장애인이 안전하고 주변 환경의 제약 없이 반복 훈련할 수 있도록 하는 상황 훈련 시스템에 관한 것으로, 본 발명에 의한 혼합 현실 상황 훈련 시스템은, 하나 이상의 마커를 포함한 실제 현실의 영상을 촬영하는 카메라; 카메라에 의해 촬영된 영상을 입력하는 카메라 입력부와, 카메라 입력부에 의해 입력된 영상에 포함된 모든 마커들을 검출하여 각각 위치좌표와 회전정보를 포함하는 마커 매트릭스를 생성하는 마커 검출부와, 3차원 모델 데이터를 저장하는 모델 데이터 저장부와, 마커 검출부로부터 전달되는 마커 매트릭스를 이용하여 특정 마커의 가시성, 마커와 마커의 거리 및 카메라의 시점과 마커 간의 거리를 생성하고 조합하여 훈련자의 행동 정보를 생성하고, 미리 정의된 시나리오에 따른 장면 정보에 훈련자의 행동 정보를 적용하여 훈련자에게 제공하는 장면 정보와 다음 장면으로의 이전 여부를 결정하는 상황 제어부와, 카메라 입력부에 의해 입력된 영상을 백그라운드 이미지로 하고 마커 검출부로부터 전달되는 마커 매트릭스를 이용하여 마커 위치에 모델 데이터 저장부에서 대응하는 3차원 모델을 인출하여 정합하는 영상 정합부와, 영상 정합부에 의해 정합된 영상을 출력하는 HMD 출력부를 구비한 훈련제어장치; 및 카메라와 일체로 결합되고, HMD 출력부에 의해 출력되는 영상을 디스플레이하는 두부장착형 디스플레이;를 포함하여 구성된다.

대표도



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

하나 이상의 마커를 포함한 실제 현실의 영상을 촬영하는 카메라;

상기 카메라에 의해 촬영된 영상을 입력하는 카메라 입력부와, 상기 카메라 입력부에 의해 입력된 영상에 포함된 모든 마커들을 검출하여 각각 위치좌표와 회전정보를 포함하는 마커 매트릭스를 생성하는 마커 검출부와, 3차원 모델 데이터를 저장하는 모델 데이터 저장부와, 상기 마커 검출부로부터 전달되는 마커 매트릭스를 이용하여 특정 마커의 가시성, 마커와 마커의 거리 및 상기 카메라의 시점과 마커 간의 거리를 생성하고 조합하여 훈련자의 행동 정보를 생성하고, 미리 정의된 시나리오에 따른 장면 정보에 상기 훈련자의 행동 정보를 적용하여 훈련자에게 제공하는 장면 정보와 다음 장면으로의 이전 여부를 결정하는 상황 제어부와, 상기 카메라 입력부에 의해 입력된 영상을 백그라운드 이미지로 하고 상기 마커 검출부로부터 전달되는 마커 매트릭스를 이용하여 마커 위치에 상기 모델 데이터 저장부에서 대응하는 3차원 모델을 인출하여 정합하는 영상 정합부와, 상기 영상 정합부에 의해 정합된 영상을 출력하는 HMD 출력부를 구비한 훈련제어장치; 및

상기 카메라와 일체로 결합되고, 상기 HMD 출력부에 의해 출력되는 영상을 디스플레이하는 두부장착형 디스플레이;를 포함함을 특징으로 하는 혼합 현실 상황 훈련 시스템.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 마커 검출부는

카메라 입력부에 의해 입력된 영상의 이미지를 이진화하고, 레이블링하고, 마커의 윤곽선을 검출한 후, 미리 정의된 마커들과 패턴을 비교하여 검출된 마커의 패턴을 결정하고, 검출된 마커 이미지의 크기와 모양을 통해 카메라를 원점으로 하였을 때의 마커의 위치좌표와 회전정보를 포함하는 마커 매트릭스를 생성하는 것을 특징으로 하는 혼합 현실 상황 훈련 시스템.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 마커 검출부는

마커의 위치좌표에 변형된 칼만 필터 알고리즘을 적용하는 것을 특징으로 하는 혼합 현실 상황 훈련 시스템.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 상황 제어부에 의해 제공되는 장면 정보에는

애니메이션, 동영상, 음성, 텍스트 중 적어도 하나 이상을 포함됨을 특징으로 하는 혼합 현실 상황 훈련 시스템.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 상황 제어부에서 시나리오에 따른 장면 정보는

XML 스키마로 표현됨을 특징으로 하는 혼합 현실 상황 훈련 시스템.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 혼합 현실을 기반으로 한 상황 훈련 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 실제 훈련 환경에 마커를 두고 실제 공간에서는 사용하기 어려운 물체들을 가상 물체로 대체한 혼합 현실 공간을 구성하여 발달 장애인이 안전하고 주변 환경의 제약 없이 반복 훈련할 수 있도록 하는 상황 훈련 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 일반적으로 발달 장애인은 신체 및 정신이 해당 연령의 정상 기대치보다 25%이상 뒤져 있어 일상생활 혹은 사회생활을 영위하기 위한 기능 수행에 제한을 받아 도움이 필요한 사람을 말한다. 이들은 지적 기능이 제한되어 있고 적응 능력이 부족하기 때문에, 일상생활에 적응하고 직장생활을 영위하는 데는 많은 어려움이 있다. 발달 장애인들이 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 다양한 훈련을 해야 한다. 위험한 도구를 다루는 훈련, 상점이나 음식점을 이용하는 훈련, 도로 교통안전 훈련 등이 그 예가 될 수 있다. 하지만, 실제 도구를 가지고 훈련을 하거나 현장에서 훈련을 행하는 것은 안전사고 발생의 가능성이 일반인에 비해 월등히 높기 때문에 어려움이 있다.

[0003] 혼합현실 기술의 활용은 앞서 언급한 발달 장애인들이 훈련을 수행하는데 있어서 어려운 점을 해소시켜 줄 수 있다. 교사의 도움 없이 직접 다루기 어려운 도구들을 다루는 법을 습득하거나 현장에서 경험해보기 어려운 장소들을 혼합 현실을 기반으로 한 훈련을 통해 겪어볼 수 있다.

[0004] 혼합 현실 기술을 교육에 활용하는 연구는 국내외적으로 활발히 진행되고 있다. 국내에서는 한국전자통신연구원에서 상용화를 목적으로 실감형 e-러닝 기반 개인맞춤형 학습 시스템을 개발하였다. 이 시스템에 의하면 카메라를 사용하여 마커가 부착된 교재를 보게 되면, 사용자는 모니터를 통해 교재 내용과 함께 가상 콘텐츠를 볼 수 있다.

[0005] 국외에서는 싱가포르의 난양기술대학교의 HIT lab에서 독자적인 마커인식 기술을 이용하여 3D 매직 큐브(magic cube), 3D 매직 랜드 등 AR기술을 적용한 에듀테인먼트용 콘텐츠를 개발하였다. 3D 매직 큐브는 실제 사용자가 카메라가 부착된 HMD(Head Mounted Display)를 착용하고 마커 기반의 큐브를 보면, 음성이 들리면서 가상 콘텐츠를 볼 수 있다. 오스트리아의 Vienna University of Technology에서는 최초로 PDA를 이용하여 혼합현실을 구현하였다. Invisible train이라는 이 콘텐츠는 2명의 사용자가 PDA를 들고 주변에 마커가 부착된 레일을 보게 되면, 레일 위로 가상의 기차가 움직이고 사용자가 이를 조작할 수 있다.

[0006] 이 같은 연구들은 혼합 현실 기반의 사용자 체험 중심 교육 및 훈련 시스템을 제공하고 있으며, 미리 정의된 마커를 사용하여 영상을 기반으로 특정 위치를 추적하는 기술을 사용한다. 영상의 정보로 위치를 추적하기 때문에 카메라 이외에 특수 장비를 사용하지 않음으로써 적은 비용으로 쉽게 활용이 가능하며 미리 정의된 패턴의 마커를 사용함으로써 위치 추적의 성능과 정확도를 향상시킨다.

[0007] 반면, 장애인들을 위한 교육 및 훈련 시스템에서는 이러한 활용성, 성능 및 정확도 문제뿐 아니라 장애인의 예측할 수 없는 돌발 상황에 대한 대응도 필요하며, 조작 복잡한 기기를 사용하는 것은 인지 능력이 부족한 장애인들에게는 어려운 일이기 때문에 단순한 조작을 통해 장비를 사용할 수 있어야 한다. 또한, 마커가 훈련 화면 상에서 장애인들에게 보여 지게 될 경우 집중력을 흐트러뜨리거나 혼란을 유도할 수 있기 때문에 이에 대한 고려도 필요하다.

### 발명의 내용

#### 해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은 상기의 문제점들을 해결하기 위하여 창안된 것으로, 훈련자가 카메라가 부착된 HMD를 착용하고 혼합 현실 공간을 움직이면서 미리 설정된 상황에 대해 훈련을 할 때, 마커를 통해 획득된 정보를 기반으로 삽입된 가상의 물체들을 현실상의 물체와 동일하게 인지할 수 있으며, 실제 물체를 이동시키는 것처럼 가상의 물체들을 움직일 수 있도록 함으로써 발달장애인들의 부족한 인지 능력과 상황 대처 능력 향상에 도움을 주는 혼합 현실 상황 훈련 시스템을 제공함을 그 목적으로 한다.

#### 과제 해결수단

[0009] 상기의 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 혼합 현실 상황 훈련 시스템은, 하나 이상의 마커를 포함한 실제 현실의 영상을 촬영하는 카메라; 상기 카메라에 의해 촬영된 영상을 입력하는 카메라 입력부와, 상기 카메라 입력부에 의해 입력된 영상에 포함된 모든 마커들을 검출하여 각각 위치좌표와 회전정보를 포함하는 마커 매

트릭스를 생성하는 마커 검출부와, 3차원 모델 데이터를 저장하는 모델 데이터 저장부와, 상기 마커 검출부로부터 전달되는 마커 매트릭스를 이용하여 특정 마커의 가시성, 마커와 마커의 거리 및 상기 카메라의 시점과 마커 간의 거리를 생성하고 조합하여 훈련자의 행동 정보를 생성하고, 미리 정의된 시나리오에 따른 장면 정보에 상기 훈련자의 행동 정보를 적용하여 훈련자에게 제공하는 장면 정보와 다음 장면으로의 이전 여부를 결정하는 상황 제어부와, 상기 카메라 입력부에 의해 입력된 영상을 백그라운드 이미지로 하고 상기 마커 검출부로부터 전달되는 마커 매트릭스를 이용하여 마커 위치에 상기 모델 데이터 저장부에서 대응하는 3차원 모델을 인출하여 정합하는 영상 정합부와, 상기 영상 정합부에 의해 정합된 영상을 출력하는 HMD 출력부를 구비한 훈련제어장치; 및 상기 카메라와 일체로 결합되고, 상기 HMD 출력부에 의해 출력되는 영상을 디스플레이하는 두부장착형 디스플레이;를 포함하여 구성된다.

- [0010] 상기 혼합 현실 상황 훈련 시스템에서 상기 마커 검출부는, 카메라 입력부에 의해 입력된 영상의 이미지를 이진화하고, 레이블링하고, 마커의 윤곽선을 검출한 후, 미리 정의된 마커들과 패턴을 비교하여 검출된 마커의 패턴을 결정하고, 검출된 마커 이미지의 크기와 모양을 통해 카메라를 원점으로 하였을 때의 마커의 위치좌표와 회전정보를 포함하는 마커 매트릭스를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 혼합 현실 상황 훈련 시스템에서 상기 마커 검출부는, 마커의 위치좌표에 칼만 필터를 적용하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 혼합 현실 상황 훈련 시스템에서 상기 상황 제어부에 의해 제공되는 장면 정보에는, 애니메이션, 동영상, 음성 및 텍스트 중 적어도 하나 이상을 포함됨을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 혼합 현실 상황 훈련 시스템에서 상기 상황 제어부에서 시나리오에 따른 장면 정보는, XML 스키마로 표현됨을 특징으로 한다.

**효과**

- [0014] 이상 설명한 바와 같이 본 발명에 따르면, 일상생활에서 훈련하기 어려운 특정 상황을 근거로 하여 시나리오를 구성하고 이러한 시나리오에 체험감을 증폭시키기 위하여 훈련 공간을 현실과 같이 느낄 수 있는 혼합 현실 환경을 구성함으로써, 발달장애인들이 간편한 장비로 안전하게 훈련에 임할 수 있고, 다양한 가상 모델들을 사용함으로써 흥미유발이 가능하고, 반복 훈련을 통하여 훈련 결과를 개선할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0015] 이하에서는 첨부도면을 참조하여 본 발명에 대해 상세히 설명한다.
- [0016] 도 1에 의하면, 본 발명에 의한 혼합 현실 상황 훈련 시스템(1)은 카메라(10), 훈련제어장치(20) 및 카메라(10)와 일체로 결합된 두부장착형 디스플레이(이하 HMD라 한다)(30)를 포함하여 구성된다.
- [0017] 카메라(10)는 실제 현실 세계의 영상을 촬영하여 훈련제어장치(20)로 제공하는데, 카메라(10)가 촬영하는 현실 세계에는 하나 이상의 마커들이 부착되고, 카메라(10)가 촬영한 영상에는 이 마커들의 이미지가 함께 포함된다.
- [0018] 훈련제어장치(20)는 대응하는 기능을 포함하는 소프트웨어를 장착한 정보처리장치에 의해 구현될 수 있는데, 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 정보처리장치로 개인용 컴퓨터(PC)가 사용된다. 개인용 컴퓨터에 구현된 훈련제어장치(20)는 기능적으로 카메라 입력부(21), 마커 검출부(22), 모델 데이터 저장부(23), 상황 제어부(24), 영상 정합부(25) 및 HMD 출력부(26)를 구비한다.
- [0019] 카메라 입력부(21)는 카메라(10)에 의해 촬영된 영상을 훈련제어장치(20)로 입력하는데, USB(Universal Serial Bus) 포트와 이를 제어하는 드라이버로 구성된다.
- [0020] 마커 검출부(22)는 카메라 입력부(21)에 의해 입력된 영상에 포함된 모든 마커들을 검출하여 각각 위치좌표와 회전정보를 포함하는 마커 매트릭스를 생성한다.
- [0021] 마커 검출부(22)가 마커를 검출하는 과정을 도 2를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 도 2에서 좌측은 마커 검출 과정을 단계별로 도식화한 것이고, 우측은 각 단계에 대응하는 영상을 표현한 것이다.
- [0022] 먼저 기본 영상은 카메라 입력부에 의해 입력된 영상으로 RGB의 칼라 영상이다.
- [0023] 이진화 단계에서는 기본 칼라 영상을 흑백 영상으로 전환한다. 이때, R(적색), G(녹색), B(청색)의 각 값을 합

한 값이 소정의 임계값 (T)보다 작으면 흑색이고, 크면 백색으로 결정한다.

[0024] 레이블링 단계에서는 주변의 색상이 동일한 경우 확장해 나가면서 구역을 정하고, 독립적으로 정해진 구역에 대해서는 별도의 구역별 식별자(ID)를 부여하고, 마커일 가능성이 높은 구역을 추려낸다.

[0025] 윤곽선 검출 단계에서는 마커일 가능성이 높은 구역에 대하여 영상의 x 축 또는 y 축으로 편미분하여 그 변화량을 기준으로 하여 윤곽선을 검출하여 사각형의 정점을 알아낸다.

[0026] 패턴 비교 단계에서는 윤곽선 검출에 의해 검출된 마커를 미리 정의된 마커들(패턴 파일)과 패턴을 비교하여 검출된 마커의 패턴을 결정한다. 패턴 파일에는 마커의 내부의 모양이 그레이 영상값으로 표현되어 있다. 4방향으로 회전된 패턴 정보와 영상에서 검출한 사각형 비교하여 일치도를 산출하고, 일치도 값이 가장 높은 것을 해당 패턴으로 확정하게 된다. 또한, 이와 같이 결정된 마커의 패턴에 의해 마커마다 부여된 마커 식별자를 결정할 수 있다.

[0027] 좌표 정규화 단계에서는 검출된 마커 이미지의 크기와 모양을 통해 카메라를 원점으로 하였을 때의 마커의 위치 좌표와 회전정보를 포함하는 마커 매트릭스를 생성한다.

[0028] 마커 매트릭스는 4x4 매트릭스로서, 다음과 같은 의미로 구성되어 있다.

**수학식 1**

$$\begin{pmatrix} ux & uy & uz & 0 \\ vx & vy & vz & 0 \\ wx & wy & wz & 0 \\ tx & ty & tz & 1 \end{pmatrix}$$

[0029]

[0030] 수학식 1에서의 좌측 상단 3x3 매트릭스가 3차원에서의 회전 정보를 나타내며, 각각 한 행씩 3차원에서의 축을 나타내는 방향 벡터로 사용된다.

**수학식 2**

$$\begin{pmatrix} ux & uy & uz & 0 \\ vx & vy & vz & 0 \\ wx & wy & wz & 0 \\ tx & ty & tz & 1 \end{pmatrix}$$

[0031]

[0032] 다음으로 수학식 2의 마지막 행은 회전 변환이 적용된 후, 원점으로부터의 이동좌표 tx, ty, tz 를 의미한다. 이 매트릭스는 카메라를 원점으로 하기에 카메라와 마커 간의 거리는 수학식 3과 같이 구할 수 있다.

**수학식 3**

$$D = \sqrt{(tx)^2 + (ty)^2 + (tz)^2}$$

[0033]

[0034] 또한 마커 비교에서 자주 사용하는 두 마커 간의 거리는 수학식 4와 같다.

**수학식 4**

$$D = \sqrt{(tx2-tx1)^2 + (ty2-ty1)^2 + (tz2-tz1)^2}$$

[0035]

[0036] 카메라 영상으로부터 마커를 검출하여 카메라의 위치좌표를 생성해 내므로 그 결과가 영상에 매우 종속적이다. 카메라 파라미터나 주변광 등 몇몇 요인에 의해 카메라 영상에서의 마커의 위치좌표는 때때로 카메라가 고정된 상태에서도 인접 프레임 간에 비교적 큰 차이를 보이게 된다. 다시 말하면, 카메라 영상의 마커로부터 위치좌표 값을 계산해 내는 과정에서 미세한 변화에 대해서도 그 위치좌표 값은 상당한 차이를 갖게 되고, 그러한 원인에 의해서 생성된 위치좌표 값을 연속으로 관측하게 되면 불안정한 형태, 즉 떨림 현상이 발생하게 된다. 따라서 생성된 위치좌표 값의 신뢰도를 높이고자 본 발명에서는 칼만 필터를 적용하여 그 문제를 해결한다.

[0037] 칼만 필터란 오차 보정 알고리즘으로서 공학 전반에 걸쳐 사용되어지는 알고리즘이다. 칼만 필터에서는 연속적인 입력 데이터들의 평균을 구하는데 있어서, 기존의 평균과 표준편차(일반적인 오류정도)와 새로운 입력데이터와 표준편차(일반적인 오류정도)를 사용하여 평균을 구한다.

**수학식 5**

$$\text{평균} = \frac{\text{기존의평균} \times \text{새로운표준편차}^2 + \text{새로운데이터} \times \text{기존의표준편차}^2}{\text{기존의표준편차}^2 + \text{새로운표준편차}^2}$$

[0038]

[0039] 위 방법은 가장 기본적인 방법을 의미하고, 실제로 사용되는 방정식은 이를 응용한 다양한 변형식을 사용한다.

[0040] 변형된 칼만 필터 알고리즘은 다음과 같다.

[0041] <Time update equations>

**수학식 6**

$$\hat{x}_k' = A \hat{x}_{k-1} + B_k$$

[0042] ( 예측 입력 데이터 )

**수학식 7**

$$P_k' = A P_{k-1} A^T + Q$$

[0043] ( 예측 오차 )

[0044] <Measurement update equations>

**수학식 8**

$$K_k = P_k' H^T (H P_k' H^T + R)^{-1}$$

( 칼만 게인 : 에러를 최소화하기 위해 사용하는 값 )

[0046] 오차와 오차의 표준편차를 사용하여 계산한다. 본 발명에서는 H를 사용하지 않기에 1로 정하고 식을 간단히 표시한다면,  $K = P' / (P' + R)$  로 나타낼 수 있다.

**수학식 9**

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k' + K_k (z_k - H \hat{x}_k')$$

[0047] ( 보정된 데이터를 얻기 위해 예측 데이터와 관측 데이터의 차이에 칼만 게인 값(K)만큼 예측 데이터와 합한다. )

수학식 10

$$d = |mx_{k-1} - mx_k| + |my_{k-1} - my_k| + \frac{|mz_{k-1} - mz_k|}{I_1}$$

$$f = \left| I_2 \times \frac{mz_{k-1} - mz_k}{2} \right|^{-1}$$

$$s = \frac{d}{I_3} + f \quad (1 \leq s \leq 5)$$

[0048]

[0049] 민감도(s)를 정하는데 두 가지 요소를 사용한다. 이전 데이터와 현재 데이터 간의 거리차(d)와는 비례하고, 카메라로부터 물체와의 거리(f)와는 반비례한다.

[0050] 이는 데이터를 보정시키는데 카메라로부터 가까이 있을 경우나 움직임이 큰 경우, 민감도를 높여 반응속도를 빠르게 표현하기 위해서이다.

[0051] 여기까지의 과정이 데이터 보정 단계이며, 다음 수학식 11 단계는 보정 단계에서 사용하는 오차 값을 재설정하는 단계이다.

수학식 11

$$P_k = (s - K_k H) P_k' \quad (\text{민감도와 계인값에 따른 오차 재설정})$$

[0052]

[0053] 알고리즘에서  $\hat{x}$  은 최적화 전의 상태변수이고,  $\hat{x}$  는 우리가 얻고자 하는 최적화된 상태변수이다.  $P'$  는  $k-1$  단계의 오차를 이용해 갱신한 새로운 오차 값이고,  $Q$  와  $R$  은 각각 참값과 오차에 대한 분산, 그리고  $K$  는 칼만 계인 값으로 예측된 오차  $P'$  과  $R$  을 이용해 계산해 낸다.

[0054]

$I_1, I_2, I_3$  은 구축된 3D 공간의 깊이에 비례하는 계수이다.  $mx, my, mz$  는 각각 마커의 움직임에 대한 3차원 공간 좌표이고, 이러한 좌표들을 이용해 기본 칼만 필터 식에 추가적인 입력 s를 계산해 낸다. s는 입력 값의 민감도와 관련이 있는 계수로써 기존 식에서 고정 상수 1 이었으나 본 시스템에서는 마커의 움직임에 비례, 거리에 반비례하는 관계를 가지고 값이 변하게 되며 그 범위가 1 ~ 5 로 정해진다. s가 1에 가까울수록 상태변수  $\hat{x}$  의 값은 안정적이고 잡음에 강하게 되며, 반대로 1과 멀어질수록 반응성이 올라가게 된다.

[0055]

기본적인 칼만 필터의 알고리즘에서 수학식 10의 s에 대한 식을 추가하였고, 수학식 6 내지 11이 반복적으로 수행되며, 예측된 입력 값과 실제 입력 값, 오차 값 그리고 참값과 오차 값의 표준 편차를 이용하여 최적화된 상태변수  $\hat{x}$  을 구해낸다.

[0056]

다시 도 1에서 모델 데이터 저장부(23)는 3차원 모델 데이터를 저장하는데, 하드디스크, 플래시 메모리 등과 같은 비휘발성 저장수단이 사용된다.

[0057]

상황 제어부(24)는 마커 검출부(22)로부터 전달되는 마커 매트릭스를 이용하여 특정 마커의 가시성, 마커와 마커의 거리 및 카메라의 시점과 마커 간의 거리를 생성하고 조합하여 훈련자의 행동 정보를 생성한다. 또한, 상황 제어부(24)는 미리 정의된 시나리오에 따른 장면 정보에 훈련자의 행동 정보를 적용하여 훈련자에게 제공하는 장면 정보와 다음 장면으로의 이전 여부를 결정한다.

[0058]

영상 정합부(25)는 카메라 입력부(21)에 의해 입력된 영상을 백그라운드 이미지로 하고, 마커 검출부(22)로부터 전달되는 마커 매트릭스를 이용하여 마커 위치에 모델 데이터 저장부(23)에서 대응하는 3D 모델을 인출하여 정

합한다. 이때, 백그라운드 이미지는 직교 투영을 이용한 텍스처 매핑을 수행하고, 3D 모델은 원근 투영을 하여 마커 매트릭스를 기준으로 렌더링한다.

[0059] HMD 출력부(26)는 영상 정합부(25)에 의해 정합된 영상을 HMD(30)로 출력하는데, D-SUB 출력 단자, USB 포트와 이를 제어하는 드라이버로 구성된다.

[0060] HMD(30)는 카메라(10)와 일체로 결합되고, HMD 출력부(26)에 의해 출력되는 영상을 디스플레이한다.

[0061] 발달장애인들의 인지 능력을 향상시키고, 처한 상황에 맞는 적절한 대응 행동을 하는데 도움을 주기위한 훈련에는 교통안전훈련, 위험한 도구 사용법 학습, 상점이나 음식점 이용 훈련 등이 있다. 이러한 훈련 중 음식점의 종업원이 되어 직접 음식 서빙을 해보는 상황을 기반으로 한 기본적인 훈련 시나리오는 표 1과 같다. 훈련은 현재 단계를 성공하여야 다음 단계로 진행되며, 현재 단계를 실패하였을 시에는 반복적인 훈련을 취하게 된다.

표 1

활 동	훈련자 동작	추가사항
훈련 설명 손님 입장		손님 입장 동영상
인사하기	손님께 인사	인사하는 애니메이션
주문받기	물컵과 메뉴판을 손님에게 서빙	요구 행동에 대한 유도 효과 표현
	손님 주문 받음	
음식 서빙	쟁반에 주문한 음식을 담아 손님에게 서빙	
추가주문	메뉴판을 들고 손님에게 이동	훈련자의 수준에 따라 수행 여부 결정
	손님 주문 받음	
인사하기	손님께 인사	손님 퇴장 동영상
빈 그릇 가져오기	쟁반에 빈 그릇을 담아옴	
훈련종료		훈련 종료

[0062]

[0063] 상황훈련 시나리오에서 장애인의 잘못된 행동에 대한 처리가 필요하다. 다만, 모든 상황을 예측할 수 있는 것이 아니므로, 예측가능하며 시나리오 흐름에 영향을 미치는 돌발 상황을 정의하고, 이에 대한 피드백 처리를 한다. 본 발명에서 정의한 돌발 상황은 벽면에 마커를 두고, 벽면 마커의 거리가 가까워지는 것을 돌발 상황으로 정의한다. 시나리오 진행 중 돌발 상황 조건을 만족하였을 경우 돌발 상황으로 진입하여 사용자에게 잘못된 행동이라는 음성 멘트를 제공한다.

[0064] 혼합 현실 상황 훈련 시스템(1)은 카메라(10)를 기반으로 하는 혼합 현실 환경에서 훈련을 수행하도록 지원한다. 혼합 현실 상황 훈련 시스템(1)을 이용한 훈련은 훈련자가 HMD(30)를 쓰고 실제 공간에서 훈련을 수행하면, HMD(30)에 부착된 카메라(10)가 훈련자의 정면을 촬영하여 획득된 실세계 영상과 가상의 3D 모델들을 정합한 혼합된 현실을 훈련자의 HMD(30)와 훈련제어장치(20)의 모니터(도시되지 않음) 상에 보여주어 상호작용을 하도록 이루어져 있다.

[0065] 이러한 훈련 환경을 개략적으로 보이면 도 3과 같다.

[0066] 주방 테이블(50)에는 가상의 음식 모델(도시되지 않음)들이 보여 지고, 손님 테이블(70)에는 가상의 손님 모델(80)이 보여 진다. 훈련자(60)는 주방 테이블(50)과 손님 테이블(70) 사이를 이동하면서 시나리오에 정의된 훈련 과정에 따라 가상의 음식들을 서빙하는 것을 훈련한다.

[0067] 본 발명에서는 사람의 시야를 카메라 영상으로 대체하기 위하여 HMD(30)와 카메라(10)를 붙여서 사용한다. 따라서 사용자 행동 파악도 카메라(10)에 들어오는 영상 기반의 마커 매트릭스로 파악한다. 본 발명에서 사용하

는 마커의 정보는 다음과 같다.

- [0068] - 특정 마커의 가시성 : 현재 프레임에서 마커를 찾을 수 있는지 여부
- [0069] - 마커 간의 거리 계산 : 현재 프레임에서 찾을 수 있는 마커 두 개 사이의 거리
- [0070] - 시점과 마커 간의 거리 : 마커 매트릭스의 z 축 방향 이동 좌표
- [0071] 위에서 나타내어진 정보를 조합하여 훈련자(60)가 현재 시나리오에서 어떠한 행동을 하는지 유추할 수 있다. 예를 들어 훈련자(60)가 특정한 위치로 이동해야 하는 행동을 훈련한다고 가정한다면, 주변에 배치한 마커의 정보와 카메라 영상에서의 마커의 좌표를 통하여 훈련자가 현재 어디쯤에 위치하였는지를 알 수 있다. 또 물건을 이용하는 훈련의 경우, 마커 간의 거리 계산은 물건의 이동이나 움직임 유추할 수 있는 정보로 사용되어지며, 더 나아가 마커의 매트릭스 비교를 통하여 단순히 물체간 거리 추정이 아니라 물체들의 기울기나 방향 등을 구하는데 사용될 수 있다.
- [0072] 훈련이 준비된 공간에서 훈련자(60)는 HMD(30)를 착용하고 대기한다. 훈련이 시작되면 시나리오별로 정의된 데이터에 따라 음성멘트와, 동영상, 애니메이션 등을 통하여 훈련자(60)가 현재 단계에서 취해야하는 행동을 알려주게 된다. 도 4는 상황 제어부(24)에 의한 상황 제어 과정을 예를 들어 도시한 것이다. 상황 제어 과정은 시나리오 체크 단계(S10), 조건 검사 단계(S20), 조건 및 예외검사 단계(S30) 및 예외 처리 단계(S40)를 포함한다. 훈련자(60)는 장면별로 정의되어 있는 훈련 성공 조건을 충족해야 하며, 성공 조건을 충족시키면 다음 장면을 수행하도록 진행된다. 만약 성공 조건을 정해진 시간 내에 충족시키지 못했을 경우 반복하여 훈련하도록 한다.
- [0073] 본 발명에서는 시나리오를 표현하는 공통된 형식을 정하고 이를 수용하는 프로그램을 제작함으로써, 새로운 시나리오를 추가할 때 데이터 파일만 추가함으로써 쉽게 시나리오를 제작할 수 있다. 즉 프로그램과는 독립적으로 시나리오 콘텐츠 제작이 가능하며 프로그래밍을 모르는 시나리오 제작자들이 시나리오를 추가하는데 용이해진다.
- [0074] 본 발명에서 시나리오는 장면과 장면의 흐름을 기술함으로써 정의하는데, 각각의 장면에는 다음과 같은 특징들을 찾을 수 있다.
- [0075] - 교육 콘텐츠이므로 사용자에게 장면 설명이 필요하며 음성 또는 문자로 표현된다.
- [0076] - 훈련 콘텐츠이므로 사용자에게 특정 행동을 요구한다.
- [0077] - 훈련 효과를 높이기 위하여 많은 특수 효과들을 사용하며, 그 중에는 증강 현실 구현, 3D 모델 애니메이션 사용, 동영상, 효과음 사용 등이 있다.
- [0078] 이러한 시나리오 특징들을 표 2와 같이 데이터 구조로 나타낸다.

**표 2**

<b>장 면</b>	<b>장면 구성</b>	<b>애니메이션 표현 여부</b>		
		<b>동영상 재생 여부</b>		
	<b>장면 설명</b>	<b>음성 안내</b>		
		<b>텍스트 안내</b>		
	<b>요구 행동</b>	<b>타임 아웃 조건</b>	<b>조건 충족시 이동할 장면 ID</b>	
		<b>성공 조건</b>		
		<b>기타 조건 (ex:예외조건)</b>		

- [0079]
- [0080] 이러한 구조의 데이터를 정의하기 위하여 본 발명에서는 XML(Extensible Markup Language) 형식을 사용한다.

W3C(World Wide Web Consortium) 표준인 XML을 사용할 경우 다음과 같은 장점이 주어진다.

- [0081] - XML의 특징인 뛰어난 확장성과 플랫폼 독립성, 그리고 호환성을 이어 받을 수 있으며, 기존에 존재하는 파서를 재사용함으로써 개발기간을 단축시킬 수 있다.
- [0082] - XML은 정해진 스키마에 유효한 문서인지를 검증하는 방법을 제공하기에 프로그램 코드에서 데이터가 유효한지 검증하는 부분을 제거하여 많은 코드를 절약 할 수 있다.
- [0083] - 내부 프로그램 구조를 모르거나 추가적인 스크립트 언어를 배우지 않아도, 단지 XML 문서에 익숙한 사용자라면 정의된 스키마(Schema) 형식에 맞게 쉽게 시나리오 문서를 작성할 수 있다.
- [0084] 본 발명에서 제시하는 스키마(Schema)는 장면을 정의하는 <SCENE> 태그와 장면에서 사용할 리소스들을 정의한 <MODEL>, <SOUND>, <SENSORS> 태그를 추가적으로 기술한다. <SCENE> 태그 안에 리소스를 사용하여 장면을 연출하고, 조건에 따른 "goto" 속성을 참조하여 다음 장면의 ID로 이동할 수 있다. 이 때 사용자의 편의를 위하여 자주 사용되는 경우에 해당하는 문자열 (self, next, exit)을 정의하였다.
- [0085] 아래 표 3은 이러한 구조를 사용한 실제 시나리오의 일부를 예시적으로 표시한다.

**표 3**

```

[0086] <SCENE id="7">
    <ANIMATE>0</ANIMATE>
    <VIDEO>0</VIDEO>
    <SOUNDMENT>7</SOUNDMENT>
    <TEXTMENT>7</TEXTMENT>
    <TIMEOUT sec="20" goto="self"/>
    <SUCCESS goto="next">
        <DIST marker1="9" marker2="6">60</DIST>
        <DIST marker1="9">400</Dist>
        <VISB marker1="6" marker2="7"/>
    </SUCCESS>
    <EXCEPTION goto="27">
        <DIST marker1="16">200</DIST>
    </EXCEPTION>
</SCENE>
    
```

- [0087] 본 발명의 일실시예에서 사용된 XML 스키마는 다음과 같다.
- [0088] <?xml version="1.0" encoding="ks\_c\_5601-1987"?>
- [0089] <xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns="Schema.xsd" elementFormDefault="qualified" targetNamespace="Schema.xsd">
- [0090] <xsd:element name="SCENARIO">
- [0091] <xsd:complexType>
- [0092] <xsd:sequence>
- [0093] <xsd:element name="SCENE" maxOccurs="unbounded" type="ctScene" />
- [0094] </xsd:sequence>
- [0095] </xsd:complexType>
- [0096] </xsd:element>
- [0097] <xsd:complexType name="ctScene">
- [0098] <xsd:sequence>
- [0099] <xsd:element name="ANIMATE" type="xsd:integer" />

[0100] <xsd:element name="VIDEO" type="xsd:integer" />  
 [0101] <xsd:element name="SOUNDMENT" type="xsd:integer" />  
 [0102] <xsd:element name="TEXTMENT" type="xsd:integer" />  
 [0103] <xsd:element name="TIMEOUT">  
 [0104] <xsd:complexType>  
 [0105] <xsd:attribute name="minute" use="required" type="xsd:integer" />  
 [0106] <xsd:attribute name="sec" type="xsd:integer" />  
 [0107] <xsd:attribute name="goto" type="xsd:integer" />  
 [0108] </xsd:complexType>  
 [0109] </xsd:element>  
 [0110] <xsd:element name="SUCCESS" type="ctCompare" />  
 [0111] <xsd:element name="EXCEPTION" type="ctCompare" />  
 [0112] </xsd:sequence>  
 [0113] <xsd:attribute name="id" use="required" type="xsd:integer" />  
 [0114] </xsd:complexType>  
 [0115] <xsd:complexType name="ctCondition">  
 [0116] <xsd:sequence>  
 [0117] <xsd:element name="DIST">  
 [0118] <xsd:complexType>  
 [0119] <xsd:attribute name="marker1" use="required" type="xsd:integer" />  
 [0120] <xsd:attribute name="marker2" use="optional" type="xsd:integer" />  
 [0121] <xsd:attribute name="marker3" type="xsd:integer" />  
 [0122] </xsd:complexType>  
 [0123] </xsd:element>  
 [0124] <xsd:element name="VISB" type="xsd:integer" />  
 [0125] </xsd:sequence>  
 [0126] <xsd:attribute name="goto" type="xsd:integer" />  
 [0127] </xsd:complexType>  
 [0128] <xsd:complexType name="ctCompare">  
 [0129] <xsd:sequence>  
 [0130] <xsd:element name="condition" type="ctCondition" />  
 [0131] <xsd:element name="success">  
 [0132] <xsd:complexType>  
 [0133] <xsd:attribute name="goto" type="xsd:integer" />  
 [0134] </xsd:complexType>  
 [0135] </xsd:element>

```

[0136]     <xsd:element name="failed">
[0137]         <xsd:complexType>
[0138]             <xsd:attribute name="goto" type="xsd:integer" />
[0139]         </xsd:complexType>
[0140]     </xsd:element>
[0141] </xsd:sequence>
[0142] </xsd:complexType>
[0143] <xsd:element name="SOUNDS">
[0144]     <xsd:complexType>
[0145]         <xsd:sequence>
[0146]             <xsd:element name="MENT">
[0147]                 <xsd:complexType>
[0148]                     <xsd:attribute name="id" type="xsd:integer" />
[0149]                     <xsd:attribute name="path" type="xsd:string" />
[0150]                 </xsd:complexType>
[0151]             </xsd:element>
[0152]         </xsd:sequence>
[0153]         <xsd:attribute name="base_path" type="xsd:string" />
[0154]     </xsd:complexType>
[0155] </xsd:element>
[0156] <xsd:element name="MODELS">
[0157]     <xsd:complexType>
[0158]         <xsd:sequence>
[0159]             <xsd:element name="MODEL" type="ctModel">
[0160]                 </xsd:element>
[0161]             </xsd:sequence>
[0162]             <xsd:attribute name="base_path" type="xsd:string" />
[0163]         </xsd:complexType>
[0164]     </xsd:element>
[0165] <xsd:complexType name="ctModel">
[0166]     <xsd:sequence>
[0167]         <xsd:element name="TRANS">
[0168]             <xsd:complexType>
[0169]                 <xsd:attribute name="x" type="xsd:float" />
[0170]                 <xsd:attribute name="y" type="xsd:float" />
[0171]                 <xsd:attribute name="z" type="xsd:float" />

```

[0172] </xsd:complexType>

[0173] </xsd:element>

[0174] <xsd:element name="ROTATE">

[0175] <xsd:complexType>

[0176] <xsd:attribute name="x" type="xsd:float" />

[0177] <xsd:attribute name="y" type="xsd:float" />

[0178] <xsd:attribute name="z" type="xsd:float" />

[0179] </xsd:complexType>

[0180] </xsd:element>

[0181] <xsd:element name="SCALE">

[0182] <xsd:complexType>

[0183] <xsd:attribute name="x" type="xsd:float" />

[0184] <xsd:attribute name="y" type="xsd:float" />

[0185] <xsd:attribute name="z" type="xsd:float" />

[0186] </xsd:complexType>

[0187] </xsd:element>

[0188] <xsd:element name="Visibility">

[0189] <xsd:complexType>

[0190] <xsd:attribute name="id" type="xsd:integer" />

[0191] <xsd:attribute name="path" type="xsd:string" />

[0192] </xsd:complexType>

[0193] </xsd:element>

[0194] </xsd:sequence>

[0195] </xsd:complexType>

[0196] <xsd:element name="SENSORS">

[0197] <xsd:complexType>

[0198] <xsd:sequence>

[0199] <xsd:element name="MARKER" type="ctSensor" />

[0200] </xsd:sequence>

[0201] </xsd:complexType>

[0202] </xsd:element>

[0203] <xsd:complexType name="ctSensor">

[0204] <xsd:sequence>

[0205] <xsd:element name="MODEL" type="xsd:integer" />

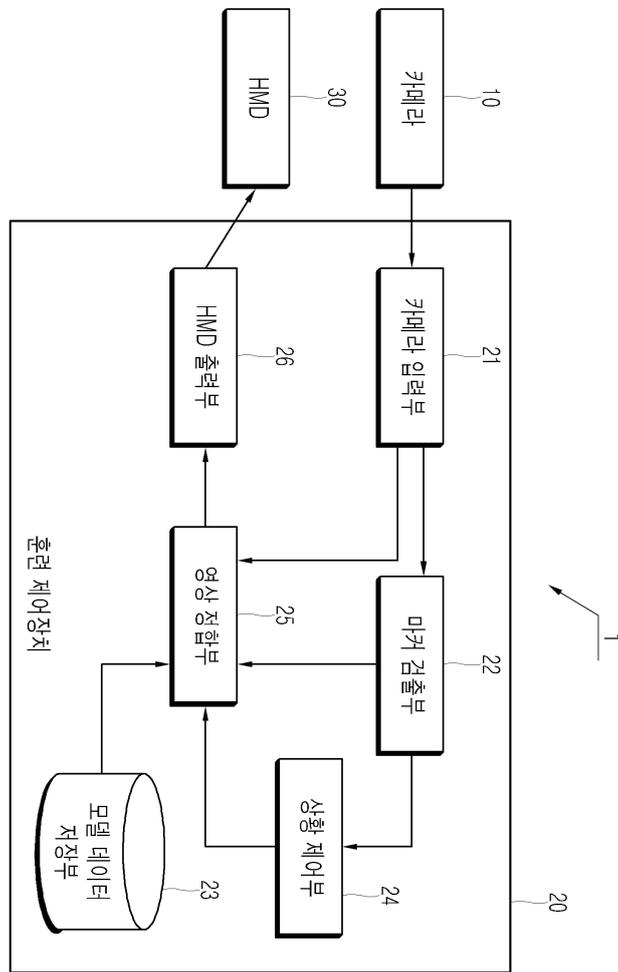
[0206] </xsd:sequence>

[0207] <xsd:attribute name="id" type="xsd:integer" />

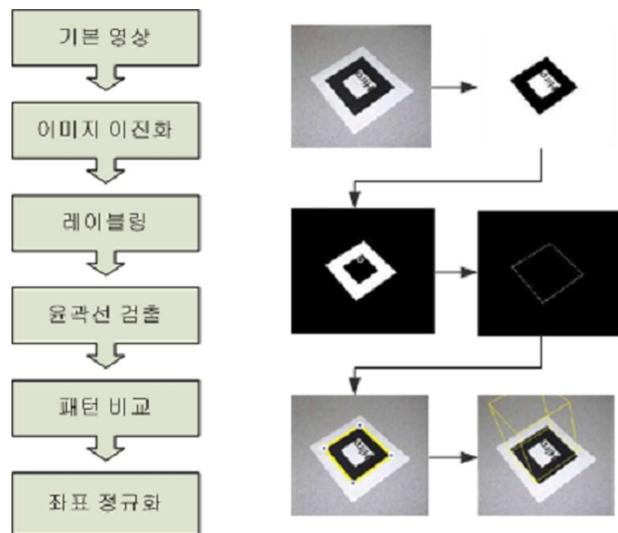


도면

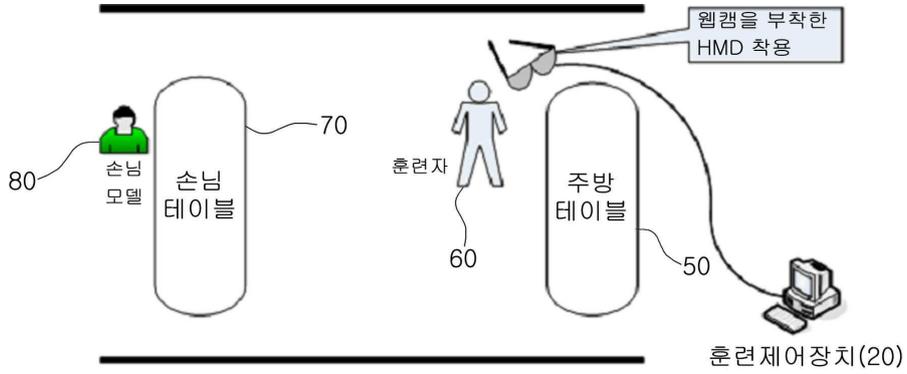
도면1



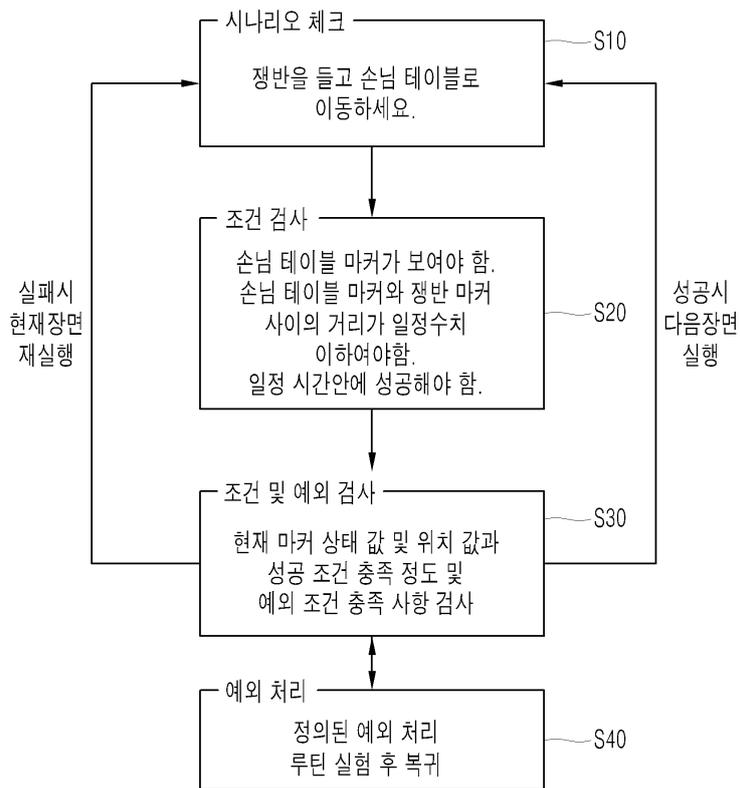
도면2



도면3



도면4



도면5



도면6



도면7

