



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0116325
(43) 공개일자 2015년10월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A63B 69/36 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0041442
(22) 출원일자 2014년04월07일
심사청구일자 2014년04월07일

(71) 출원인
동의대학교 산학협력단
부산광역시 부산진구 엄광로 176(가야동)

(72) 발명자
권순각
부산광역시 부산진구 백양관문로 115, 107동 150
7호(당감3동, 동일스위트아파트)

(74) 대리인
오위환, 정기택

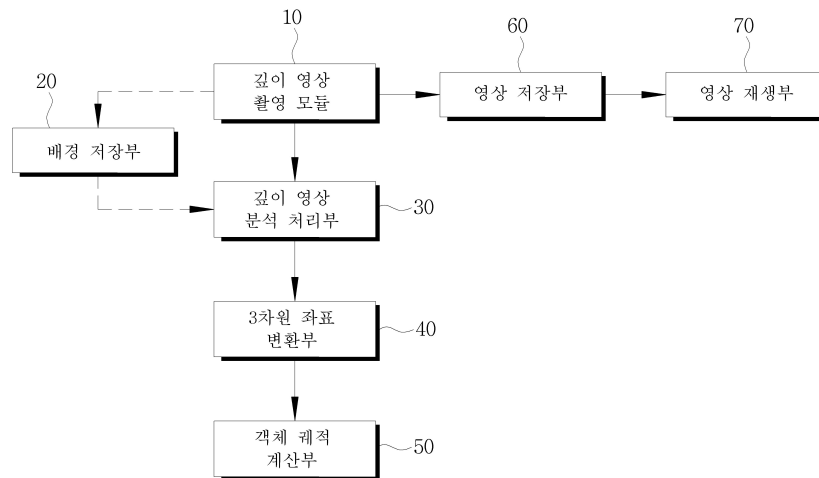
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 깊이 촬영 모듈을 통하여 구해진 깊이 정보를 이용하여 골프공과 골프 클럽을 인식하고, 골프 클럽이 골프공을 타격하였을 때 일정시간 동안의 골프공의 움직임을 읽어 시뮬레이션을 할 수 있도록 한 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법에 관한 것으로, 골프 공의 타격이 이루어지는 영역에 대한 깊이 영상을 얻는 깊이 영상 촬영 모듈;객체를 판단하기 위한 배경 영상을 저장하는 배경 저장부;객체를 검출하고 검출된 객체로부터 포인터를 추출하는 깊이 영상 분석 처리부;추출된 객체 포인터로부터 실세계 좌표로 변환을 하는 3차원 좌표 변환부;객체의 궤적을 분석하여 최종적인 공의 위치를 계산하는 객체 궤적 계산부;스윙 영상을 저장하는 영상 저장부;저장된 영상을 재생하는 영상 재생부;를 포함하는 것이다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

골프 공의 타격이 이루어지는 영역에 대한 깊이 영상을 얻는 깊이 영상 촬영 모듈;
객체를 판단하기 위한 배경 영상을 저장하는 배경 저장부;
객체를 검출하고 검출된 객체로부터 포인터를 추출하는 깊이 영상 분석 처리부;
추출된 객체 포인터로부터 실세계 좌표로 변환을 하는 3차원 좌표 변환부;
객체의 궤적을 분석하여 최종적인 공의 위치를 계산하는 객체 궤적 계산부;
스윙 영상을 저장하는 영상 저장부;
저장된 영상을 재생하는 영상 재생부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 배경 저장부는,
골프 공의 타격이 이루어지는 영역에 골프 매트를 제외하고는 어떠한 물체도 놓지 않은 상태에서 깊이 영상 촬영 모듈을 통하여 골프 매트에 해당하는 배경 깊이 값을 얻어서 저장하고,
배경 값을 저장하기 위해 여러 개의 깊이 영상을 읽어서 그 중에서 최빈값 또는 중간값을 선택하여 배경 영상으로 저장하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 깊이 영상 분석 처리부는,
골프 매트에 골프 공이 놓이면 배경 영상과 깊이 영상을 비교하여 그 결과 공을 쥔 손의 객체를 검출하고,
원하는 객체인 골프 공을 판단하기 위하여 원형도를 판단하는 방법 또는 미리 공의 모양을 저장하여 객체와 그 모양을 비교하여 판단하는 방법으로 객체를 판단하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 깊이 영상 분석 처리부는,
깊이 영상에서 손과 골프 공의 두 객체가 검출되어 있는 상태에서 손의 객체가 사라지고 공의 객체만 남을 때까지 계속 검사하여 촬영하는 깊이 영상에 골프 공의 객체만 남게 된다면 골프 매트에 골프 공이 있는 배경 영상이 저장되도록 하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 깊이 영상 분석 처리부는,
스윙을 하게 되어 골프 클럽의 헤드가 영상에 들어오면 깊이 영상에서 골프 공이 포함된 배경 영상의 깊이 값을 빼서 골프 클럽의 헤드 객체를 추출하고,
골프 클럽 헤드의 모양의 특징을 미리 입력하여 특징과 일치한 객체를 추출하고 추출된 헤드의 중심점을 계속 추적하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 헤드의 중심점을 추적하는 과정에서,

헤드의 중심점을 추적한 결과 공 방향과 반대 방향이면 백스윙을 하기 위한 동작으로 판단하여 이때까지 추적한 값을 제거하고,

헤드가 공하고 충돌하지 않고 멈춘다면 연습스윙을 하기 위한 행동으로 판단하여 추적을 정지하고 추적한 값을 제거하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 깊이 영상 분석 처리부는,

헤드가 골프 공하고 충돌하게 된다면 골프 공의 움직임을 추적하여 공이 영상에서 사라질 때까지 공의 중심점을 저장하고, 골프공의 이동 거리 계산을 위하여 저장된 공의 중심점을 분석하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 객체 궤적 계산부는 골프 공의 중심점이 갖는 수평 방향, 수직 방향, 높이의 값 및 각 영상의 시간차를 이용하여 일정 시간 동안 공이 이동한 거리를 계산하고,

골프 공이 깊이 영상에서 사라질 때까지 공 중심점의 수평, 수직 방향의 거리와 높이를 저장하여 축적된 값을 가지고 공이 떨어진 거리를 계산하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템.

청구항 9

깊이 카메라에서 골프 매트에 해당하는 배경 깊이 값을 얻어서 저장하고, 깊이 영상의 좌표로부터 실세계의 좌표로 변환하는 인자를 획득하는 단계;

배경 영상과 깊이 영상을 비교하여 공을 쥔 손의 객체 검출하고, 손의 객체가 사라지고 골프 공의 객체만 남게 된다면 배경 영상을 저장 및 공 객체의 중심점을 실세계의 좌표로 변환하는 단계;

스윙을 하게 되면 골프 클럽의 헤드 객체를 추출하고, 추출된 헤드의 중심점을 계속 추적하는 단계;

헤드가 공하고 충돌하면 헤드의 움직임을 저장하고, 공의 움직임을 추적하여 공이 영상에서 사라질 때까지 공의 중심점을 저장하는 단계;

저장된 공의 중심점을 분석하여 공 중심점의 깊이 영상의 수평, 수직 방향과 깊이 값을 실세계의 좌표값으로 변환하는 단계;

골프 공이 깊이 영상에서 사라질 때까지 공 중심점의 수평, 수직 방향의 거리와 높이를 저장하고, 공이 사라지게 되면 축적된 값을 가지고 공이 떨어진 거리를 계산하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 공이 떨어진 거리를 계산하는 단계에서,

추적된 공의 위치에서 공의 높이를 분석하여 공이 떠 있는 동안의 시간을 알아내고, 골프공이 중력의 영향을 받아 포물선 운동을 하는 것을 이용하여 측정된 깊이 값들을 분석하여 공이 활강한 시간을,

공이 충돌될 때부터 n번째 영상에서의 공의 높이를 h_n 이라 하고, Δh_n 을 현재 높이와 이전 프레임 영상에서의 높이의 차이라 하면 측정된 값에서부터 Δh_n 이 0일 때의 n을 계산하고, 이 때의 n을 이용하여 구하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 공이 떨어진 거리를 계산하는 단계에서,

공이 수평방향으로 움직인 거리를 x, 수직방향으로 움직인 거리를 y로 하면,공의 초기 위치로부터 최종 공의 위치까지의 거리(d)는,

$$d = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ 으로 계산하고,}$$

공의 각도는 $\theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$ 으로 계산하는 것을 특징으로 하는 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 골프 시뮬레이션에 관한 것으로, 구체적으로 깊이 촬영 모듈을 통하여 구해진 깊이 정보를 이용하여 골프공과 골프 클럽을 인식하고, 골프 클럽이 골프공을 타격하였을 때 일정시간 동안의 골프공의 움직임을 읽어 시뮬레이션을 할 수 있도록 한 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 골프는 일정한 거리만큼 떨어진 곳에 홀컵을 마련하고 드라이버 등 골프채로 골프공을 타격하여 홀컵에 골프공을 넣되 각 코스 마다 정해진 타수가 있고 가장 적은 타수로 18개의 코스를 완주한 골퍼가 이기는 경기를 말한다.

[0003] 골프는 채의 재질, 길이, 헤드의 형상, 헤드의 재질, 헤드의 무게 및 클럽헤드의 로프트 등이 다른 다양한 골프 클럽이 있으며, 각 코스의 형상 등에 따라 다양한 골프 클럽 중 가장 적합한 클럽을 선택하여 티 그라운드에 홀컵까지 플레이를 하게 된다.

[0004] 골프 클럽에는 크게 우드(Wood)와 아이언(Iron) 및 퍼터(Putter)로 이루어지며 우드와 아이언에는 각 클럽의 길이 및 클럽 페이스면의 수직 기울기(로프트)에 따라 번호가 매겨져 있다.

[0005] 그리고 골프 시뮬레이션은 실내에서 가상의 골프장을 표시하도록 하는 스크린과 골프공을 스크린을 향해 타격을 하면 골프공의 이동 속도 및 방향을 감지하는 장치를 구비하여, 스크린상에 골프공이 이동하는 장면을 나타냄으로써, 골프 연습 및 가상의 골프 경기를 한정된 공간에서 이용할 수 있도록 해주는 시스템이다.

[0006] 이러한 가상 골프 시뮬레이션 시스템은, 골프공이 비행하는 경우, 비행하는 골프공에 대한 물리적인 특성 즉, 골프공의 이동 속도, 방향 및 회전을 측정하기 위하여 다양한 측정 시스템들이 이용되고 있다.

[0007] 골프공의 움직임에 대한 물리적 정보를 정확하게 센싱하기 위한 각종 센싱 시스템에 대한 연구 개발이 매우 활발하게 진행되고 있는 실정이다.

[0008] 예를 들어, 적외선 센서를 이용한 센싱 시스템, 레이저 센서를 이용한 센싱 시스템, 음향 센서를 이용한 센싱 시스템, 그리고 카메라 센서를 이용한 센싱 시스템 등 다양한 센싱 시스템이 등장하고 있다.

[0009] 그러나 이와 같은 종래 기술의 골프 시뮬레이션 시스템은 시스템 구축 비용 및 복잡도 측면에서 개선이 필요하고, 골프공의 이동 속도, 골프공의 크기, 골프공의 회전을 등의 골프공에 대한 물리적 특성이 정확하게 반영된 시뮬레이션이 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허번호 제10-2013-0047081호
- (특허문헌 0002) 한국등록번호 제10-1019902호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 골프 시뮬레이션 시스템의 문제를 해결하기 위한 것으로, 깊이 촬영 모듈을 통하여 구해진 깊이 정보를 이용하여 골프공과 골프 클럽을 인식하고, 골프 클럽이 골프공을 타격하였을 때 일정시간 동안의 골프공의 움직임을 읽어 시뮬레이션을 할 수 있도록 한 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0012] 본 발명은 타석판 영역에 인접하여 깊이 촬영 모듈을 설치하고, 구해진 깊이 정보를 이용하여 골프공과 골프 클럽을 인식하고, 골프 클럽이 골프공을 타격하였을 때 일정시간 동안의 골프 공의 움직임을 읽고, 이를 토대로 골프공의 움직임을 시뮬레이션하여 공이 도달한 거리와 공의 진행 방향을 알아낼 수 있도록 한 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0013] 본 발명은 골프 시뮬레이션 과정을 깊이 영상뿐만 아니라 색 영상으로 동영상을 녹화하여 스윙 장면을 리플레이할 수 있도록 한 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0014] 본 발명은 헤드의 중심부를 알 수 있도록 객체를 검출하는 단계에서 헤드를 표시하고 저장하여 재생할 때 표시된 영역에 대해 알아보기 쉽게 나타냄으로써 자신의 스윙에 대하여 문제점을 찾아낼 수 있도록 한 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0015] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템은 골프 공의 타격이 이루어지는 영역에 대한 깊이 영상을 얻는 깊이 영상 촬영 모듈;객체를 판단하기 위한 배경 영상을 저장하는 배경 저장부;객체를 검출하고 검출된 객체로부터 포인터를 추출하는 깊이 영상 분석 처리부;추출된 객체 포인터로부터 실세계 좌표로 변환을 하는 3차원 좌표 변환부;객체의 궤적을 분석하여 최종적인 공의 위치를 계산하는 객체 궤적 계산부;스윙 영상을 저장하는 영상 저장부;저장된 영상을 재생하는 영상 재생부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 여기서, 상기 배경 저장부는, 골프 공의 타격이 이루어지는 영역에 골프 매트를 제외하고는 어떠한 물체도 놓지 않은 상태에서 깊이 영상 촬영 모듈을 통하여 골프 매트에 해당하는 배경 깊이 값을 얻어서 저장하고, 배경 값을 저장하기 위해 여러 개의 깊이 영상을 읽어서 그 중에서 최빈값 또는 중간값을 선택하여 배경 영상으로 저장하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 그리고 상기 깊이 영상 분석 처리부는, 골프 매트에 골프 공이 놓이면 배경 영상과 깊이 영상을 비교하여 그 결과 공을 낀 손의 객체를 검출하고, 원하는 객체인 골프 공을 판단하기 위하여 원형도를 판단하는 방법 또는 미리 공의 모양을 저장하여 객체와 그 모양을 비교하여 판단하는 방법으로 객체를 판단하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 그리고 상기 깊이 영상 분석 처리부는, 깊이 영상에서 손과 골프 공의 두 객체가 검출되어 있는 상태에서 손의 객체가 사라지고 공의 객체만 남을 때까지 계속 검사하여 촬영하는 깊이 영상에 골프 공의 객체만 남게 된다면 골프 매트에 골프 공이 있는 배경 영상이 저장되도록 하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 그리고 상기 깊이 영상 분석 처리부는, 스윙을 하게 되어 골프 클럽의 헤드가 영상에 들어오면 깊이 영상에서 골프 공이 포함된 배경 영상의 깊이 값을 빼서 골프 클럽의 헤드 객체를 추출하고, 골프 클럽 헤드의 모양의 특징을 미리 입력하여 특징과 일치한 객체를 추출하고 추출된 헤드의 중심점을 계속 추적하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 그리고 헤드의 중심점을 추적하는 과정에서, 헤드의 중심점을 추적한 결과 공 방향과 반대 방향이면 백스윙을 하기 위한 동작으로 판단하여 이때까지 추적한 값을 제거하고, 헤드가 공하고 충돌하지 않고 멈춘다면 연습스윙을 하기 위한 행동으로 판단하여 추적을 정지하고 추적한 값을 제거하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 그리고 상기 깊이 영상 분석 처리부는, 헤드가 골프 공하고 충돌하게 된다면 골프 공의 움직임을 추적하여 공이 영상에서 사라질 때까지 공의 중심점을 저장하고, 골프공의 이동 거리 계산을 위하여 저장된 공의 중심점을 분석하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 그리고 상기 객체 궤적 계산부는 골프 공의 중심점이 갖는 수평 방향, 수직 방향, 높이의 값 및 각 영상의 시간차를 이용하여 일정 시간 동안 공이 이동한 거리를 계산하고, 골프 공이 깊이 영상에서 사라질 때까지 공 중심점의 수평, 수직 방향의 거리와 높이를 저장하여 축적된 값을 가지고 공이 떨어진 거리를 계산하는 것을 특징

으로 한다.

[0024] 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 방법은 깊이 카메라에서 골프 매트에 해당하는 배경 깊이 값을 얻어서 저장하고, 깊이 영상의 좌표로부터 실세계의 좌표로 변환하는 인자를 획득하는 단계; 배경 영상과 깊이 영상을 비교하여 공을 낀 손의 객체 검출하고, 손의 객체가 사라지고 골프 공의 객체만 남게 된다면 배경 영상을 저장 및 공 객체의 중심점을 실세계의 좌표로 변환하는 단계; 스윙을 하게 되면 골프 클럽의 헤드 객체를 추출하고, 추출된 헤드의 중심점을 계속 추적하는 단계; 헤드가 공하고 충돌하면 헤드의 움직임을 저장하고, 공의 움직임을 추적하여 공이 영상에서 사라질 때까지 공의 중심점을 저장하는 단계; 저장된 공의 중심점을 분석하여 공 중심점의 깊이 영상의 수평, 수직 방향과 깊이 값을 실세계의 좌표값으로 변환하는 단계; 골프 공이 깊이 영상에서 사라질 때까지 공 중심점의 수평, 수직 방향의 거리와 높이를 저장하고, 공이 사라지게 되면 추적된 값을 가지고 공이 떨어진 거리를 계산하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 여기서, 공이 떨어진 거리를 계산하는 단계에서, 추적된 공의 위치에서 공의 높이를 분석하여 공이 떠 있는 동안의 시간을 알아내고, 골프공이 중력의 영향을 받아 포물선 운동을 하는 것을 이용하여 측정된 깊이 값들을 분석하여 공이 활강한 시간을, 공이 충돌될 때부터 n번째 영상에서의 공의 높이를 h_n 이라 하고, Δh_n 을 현재 높이와 이전 프레임 영상에서의 높이의 차이, 즉 $\Delta h_n = h_n - h_{n-1}$ 라 하면 측정된 골프 공의 높이에서 각각의 Δh_n 를 구할 수 있으며, n이 커질수록 Δh_n 값은 선형적으로 줄어들어 결국 0에 가까워지는 것을 이용하여 Δh_n 값이 0이 되는 n을 계산하고 이를 이용하여 구하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 그리고 공이 떨어진 거리를 계산하는 단계에서, 공이 수평방향으로 움직인 거리를 x, 수직방향으로 움직인 거리를 y로 하면, 공의 초기 위치로부터 최종 공의 위치까지의 거리(d)는, $d = \sqrt{x^2 + y^2}$ 으로 계산하고, 공의 각도 $\theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$ 으로 계산하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0027] 이와 같은 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.

[0028] 첫째, 깊이 정보를 이용하여 골프공과 골프 클럽을 인식하고, 골프 클럽이 골프공을 타격하였을 때 일정시간 동안의 골프공의 움직임을 읽어 시뮬레이션을 할 수 있다.

[0029] 둘째, 깊이 정보를 이용하여 골프공의 움직임을 시뮬레이션하여 공이 도달한 거리와 공의 진행 방향을 알아낼 수 있어 정밀한 시뮬레이션이 가능하다.

[0030] 셋째, 골프 시뮬레이션 과정을 깊이 영상뿐만 아니라 색 영상으로 동영상을 녹화하여 스윙 장면을 리플레이 할 수 있다.

[0031] 넷째, 객체를 검출하는 단계에서 헤드를 표시하고 저장하여 재생할 때 표시된 영역에 대해 알아보기 쉽게 나타냄으로써 자신의 스윙 자세에 대하여 문제점을 효율적으로 찾아낼 수 있다.

[0032] 다섯째, 깊이 정보를 이용하여 골프공이 바닥의 임의의 위치에 있어도 정밀한 측정이 가능하여 골프공의 궤적을 실제와 같이 시뮬레이션할 수 있다.

[0033] 여섯째, 깊이 정보를 이용하여 골프공의 움직임을 시뮬레이션하여 골프공의 발사 각도에 대한 제한이 없이 정밀하게 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템의 구성도
- 도 2는 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 방법을 나타낸 플로우 차트
- 도 3a와 도 3b는 깊이 영상 촬영 모듈의 설치 구조 및 골프 매트의 배경 영상 구성도

도 4와 도 5는 손과 골프공의 객체검출 구성도

도 6 내지 도 9는 스윙 동작시의 골프 클럽 헤드 움직임 추적하는 과정을 나타낸 구성도

도 10과 도 11은 골프공의 중심점 검출 및 골프공의 이동 거리 계산 방법을 나타낸 구성도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하, 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법의 바람직한 실시 예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0036] 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시 예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.
- [0037] 도 1은 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템의 구성도이고, 도 2는 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 방법을 나타낸 플로우 차트이다.
- [0038] 본 발명은 타석판 영역에 인접하여 깊이 촬영 모듈을 설치하고, 구해진 깊이 정보를 이용하여 골프공과 골프 클럽을 인식하고, 골프 클럽이 골프 공을 타격하였을 때 일정시간 동안의 골프 공의 움직임을 읽고, 이를 토대로 골프 공의 움직임을 시뮬레이션하여 공이 도달한 거리와 공의 진행 방향을 알아내는 것이다.
- [0039] 이를 위한 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템은 도 1에서와 같이, 터치 센서 영역에 대한 깊이 영상을 얻는 깊이 영상 촬영 모듈(10)과, 객체를 판단하기 위한 배경 영상을 저장하는 배경 저장부(20)와, 객체를 검출하고 검출된 객체로부터 포인터를 추출하는 깊이 영상 분석 처리부(30)와, 추출된 객체 포인터로부터 실세계 좌표로 변환을 하는 3차원 좌표 변환부(40)와, 객체의 궤적을 분석하여 최종적인 공의 위치를 계산하는 객체 궤적 계산부(50)와, 스윙 영상을 저장하는 영상 저장부(60)와, 저장된 영상을 다시 재생하는 영상 재생부(70)를 포함하는 것이다.
- [0040] 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 방법을 설명하면 다음과 같다.
- [0041] 도 2에서와 같이, 깊이 카메라에서 골프 매트에 해당하는 배경 깊이 값을 얻어서 저장하고(S201), 깊이 영상의 좌표로부터 실세계의 좌표로 변환하는 인자를 획득한다.(S202)
- [0042] 이어, 매트에 공을 두기 시작하면 배경 영상과 깊이 영상을 비교하여 공을 권 손의 객체 검출한다.(S203)
- [0043] 그리고 공의 객체를 파악하여 손의 객체가 사라지고 공의 객체만 남을 때까지 계속 검사하여(S204), 공의 객체만 남게 된다면 배경 영상을 저장 및 공 객체의 중심점을 실세계의 좌표로 변환한다.(S205)
- [0044] 이어, 스윙을 하게 되면 골프 클럽의 헤드 객체를 추출하고(S206), 추출된 헤드의 중심점을 계속 추적한다.(S207)
- [0045] 그리고 헤드가 공하고 충돌하면 헤드의 움직임을 저장하고(S208), 공의 움직임을 추적하여 공이 영상에서 사라질 때까지 공의 중심점을 저장한다.(S209)
- [0046] 이어, 저장된 공의 중심점을 분석하여 공 중심점의 깊이 영상의 수평, 수직 방향과 깊이 값을 실세계의 좌표값으로 변환한다.(S210)
- [0047] 그리고 공이 깊이 영상에서 사라질 때까지 공 중심점의 수평, 수직 방향의 거리와 높이를 저장하고(S211), 공이 사라지게 되면 축적된 값을 가지고 공이 떨어진 거리를 계산한다.(S212)
- [0048] 이와 같은 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법을 더 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0049] 도 3a와 도 3b는 깊이 영상 촬영 모듈의 설치 구조 및 골프 매트와 배경 영상 구성도이고, 도 4와 도 5는 손과 골프공의 객체검출 구성도이다.
- [0050] 먼저, 도 3a에서와 같이, 타석판 영역이 촬영될 수 있는 곳에 깊이 카메라를 설치한다. 이때 카메라에 비치는 영상은 매트와 제외하고는 어떠한 물체도 놓지 않는다.
- [0051] 그리고 깊이 카메라에서 골프 매트에 해당하는 배경 깊이 값을 얻어서 저장한다. 이때 정확한 배경 값을 저장하기 위해 여러 개의 깊이 영상을 읽어서 그 중에서 최빈값 또는 중간 값 등의 값을 취하여 배경영상으로 할 수 있다.

- [0052] 이때 골프 매트와 공의 깊이 영상은 도 3b에서와 같다.
- [0053] 이때 배경은 평평한 매트이므로 배경의 깊이 값을 읽어서 매트와 카메라간의 거리를 알아낼 수 있다. 이를 통해 깊이 영상의 좌표로부터 실세계의 좌표로 변환하는 인자를 얻어낸다.
- [0054] 도 4에서와 같이, 매트에 공을 놓는다. 매트에 공을 두기 시작하면 배경 영상과 깊이 영상을 비교하여 그 결과 공을 쥔 손의 객체가 검출된다.
- [0055] 하지만 그 값은 분리된 객체가 아니기 때문에 공이 아니라는 것을 판단할 수 있다.
- [0056] 여기서, 공 객체를 판단하는 방법은 도 5에서와 같이, 원형도를 판단하는 방법이나 미리 공의 모양을 저장하여 객체와 그 모양을 비교하여 판단하는 방법 등을 쓸 수 있다.
- [0057] 그리고 매트에 공을 두고 손이 빠져나가게 되면 이제 공의 객체를 파악할 수 있다. 하지만 깊이 영상에서는 손과 골프 공의 두 객체가 검출되어 있는 상태이다.
- [0058] 이 상태에서 손의 객체가 사라지고 공의 객체만 남을 때까지 계속 검사한다.
- [0059] 그 후 촬영하는 깊이 영상에 공의 객체만 남게 된다면 매트와 배경 영상을 저장하는 방법과 같이 배경 영상을 저장한다.
- [0060] 그 후 공 객체의 중심점을 실세계의 좌표로 변환한다.
- [0061] 그리고 스윙 동작시의 골프 클럽 헤드 움직임을 추적하는 과정은 다음과 같다.
- [0062] 도 6 내지 도 9는 스윙 동작시의 골프 클럽 헤드 움직임을 추적하는 과정을 나타낸 구성도이다.
- [0063] 스윙을 하게 되면 골프 클럽의 헤드가 영상에 들어오기 시작할 것이다.
- [0064] 이때 도 6에서와 같이, 깊이 영상에서 공이 포함된 배경 영상의 깊이 값을 빼면 골프 클럽의 헤드 객체를 추출할 수 있다.
- [0065] 여기서 도 7에서와 같이, 영상에 사람의 발 등의 다른 객체가 포함되어 여러 객체들이 추출될 수도 있다. 이때는 골프 클럽 헤드의 모양의 특징을 미리 입력하여 특징과 일치한 객체를 추출한다.
- [0066] 그 후 추출된 헤드의 중심점을 계속 추적한다.
- [0067] 여기서 도 8에서와 같이, 사용자가 연습 스윙을 몇 번 해볼 수도 있고 본격적인 스윙을 하기 위해 백스윙을 할 수도 있다.
- [0068] 이때 헤드의 중심점을 추적한 결과 공 방향과 반대 방향이면 백스윙을 하기 위한 동작이므로 이때까지 추적한 값을 제거한다.
- [0069] 반대로 공 방향으로 헤드가 접근하게 된다면 연습스윙을 위한 스윙이거나 본격적인 스윙을 하는 것이다.
- [0070] 이때는 우선 헤드의 움직임을 추적한 다음 헤드가 공하고 충돌하게 된다면 본격적인 스윙이 되므로 헤드의 움직임을 저장한다.
- [0071] 반대로 헤드가 공하고 충돌하지 않고 멈춘다면 연습스윙을 하기 위한 행동이므로 추적을 정지하고 추적한 값을 제거한다.
- [0072] 그리고 도 9에서와 같이, 헤드가 공하고 충돌하게 된다면 추출된 클럽 헤드와 공의 객체가 서로 충돌하게 된다. 이때부터 공의 움직임을 추적하여 공이 영상에서 사라질 때까지 공의 중심점을 저장한다.
- [0073] 그리고 골프공의 중심점 검출 및 골프공의 이동 거리 계산을 위하여 저장된 공의 중심점을 분석한다.
- [0074] 이때 공 중심점의 깊이 영상의 수평, 수직 방향과 깊이 값을 실세계의 좌표 값으로 변환한다.
- [0075] 그러면 공 중심점은 실세계에서의 수평 방향, 수직 방향, 높이의 값을 가지게 된다.
- [0076] 또한 각 영상의 시간차는 카메라의 초당 프레임을 통해 구할 수 있으므로 이를 통해 일정 시간 동안 공이 이동한 거리를 알 수 있다.
- [0077] 그 후 공이 깊이 영상에서 사라질 때까지 공 중심점의 수평, 수직 방향의 거리와 높이를 저장한다. 공이 사라지게 되면 축적된 값을 가지고 공이 떨어진 거리를 계산한다.

- [0078] 골프공의 중심점 검출 및 골프공의 이동 거리 계산은 다음과 같이 이루어진다.
- [0079] 도 10과 도 11은 골프공의 중심점 검출 및 골프공의 이동 거리 계산 방법을 나타낸 구성도이다.
- [0080] 먼저 추적된 공의 위치에서 공의 높이를 분석하면 공이 떠 있는 동안의 시간을 알아낼 수 있다.
- [0081] 골프공은 중력의 영향을 받아 포물선 운동을 하게 되므로 측정된 깊이 값들을 분석하여 공이 활강한 시간을 알 수 있다.
- [0082] 예를 들어 공이 충돌될 때부터 n번째 영상에서의 공의 높이를 h_n 이라 하고, Δh_n 을 현재 높이와 이전 프레임 영상에서의 높이의 차이, 즉 $\Delta h_n = h_n - h_{n-1}$ 라 하면 Δh_n 값이 0이 되는 n을 계산하고 구한 값을 이용하여 구할 수도 있다.
- [0083] 또한 추적된 공의 위치의 수직, 수평 방향을 분석한다.
- [0084] 공은 떠 있는 동안에는 공기저항과 회전에만 영향을 받으므로 거리가 시간에 대해 선형적인 운동을 하게 되므로 각 영상마다 공의 중심점의 수직, 수평의 거리는 일정하게 줄어든다.
- [0085] 따라서 줄어드는 정도와 활강 시간을 통하여 공이 떠 있는 동안의 수직, 수평으로 움직인 거리를 계산할 수 있다.
- [0086] 그 후 스윙의 결과로 공이 도달한 곳을 거리와 각도로 보여준다.
- [0087] 이때 거리는 공의 초기 위치로부터 최종 공의 위치까지의 거리이다.
- [0088] 여기서, 공이 수평방향으로 움직인 거리를 x, 수직방향으로 움직인 거리를 y로 하면, 공의 초기 위치로부터 최종 공의 위치까지의 거리(d)는 다음과 같이 계산된다.

수학식 1

[0089]
$$d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

[0090] 그리고 공의 각도는 공이 의도한 방향으로부터 얼마나 오차가 생겼는지를 보여주는 값이다. 이때 공의 의도한 방향은 도 11에서와 같이, X축이 되므로 수학식 2에서와 같이 계산된다.

수학식 2

[0091]
$$\theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

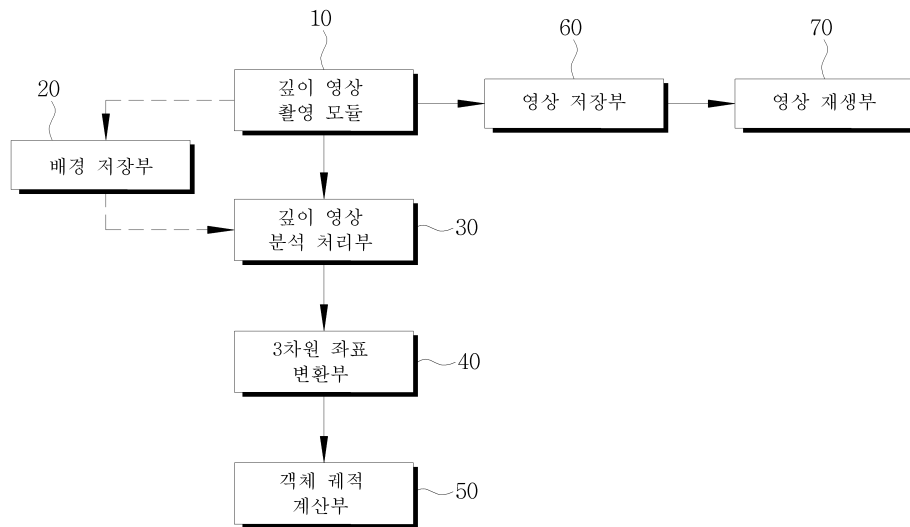
- [0092] 이 과정을 깊이 영상뿐만 아니라 색 영상으로 동영상을 녹화하여 스윙 장면을 리플레이할 수 있다.
- [0093] 이때 헤드의 중심부는 객체를 검출하는 단계에서 헤드를 표시하고 저장하여 재생할 때 표시된 영역에 대해 알아 보기 쉽게 나타냄으로써 자신의 스윙에 대하여 문제점을 찾아낼 수 있다.
- [0094] 이와 같은 본 발명에 따른 깊이 정보를 이용한 골프 시뮬레이션 시스템 및 방법은 타석관 영역에 인접하여 깊이 촬영 모듈을 설치하고, 구해진 깊이 정보를 이용하여 골프공과 골프 클럽을 인식하고, 골프 클럽이 골프공을 타격하였을 때 일정시간 동안의 골프 공의 움직임을 읽고, 이를 토대로 골프공의 움직임을 시뮬레이션하여 공이 도달한 거리와 공의 진행 방향을 알아낼 수 있도록 한 것이다.
- [0095] 이상에서의 설명에서와 같이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명이 구현되어 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0096] 그러므로 명시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구 범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

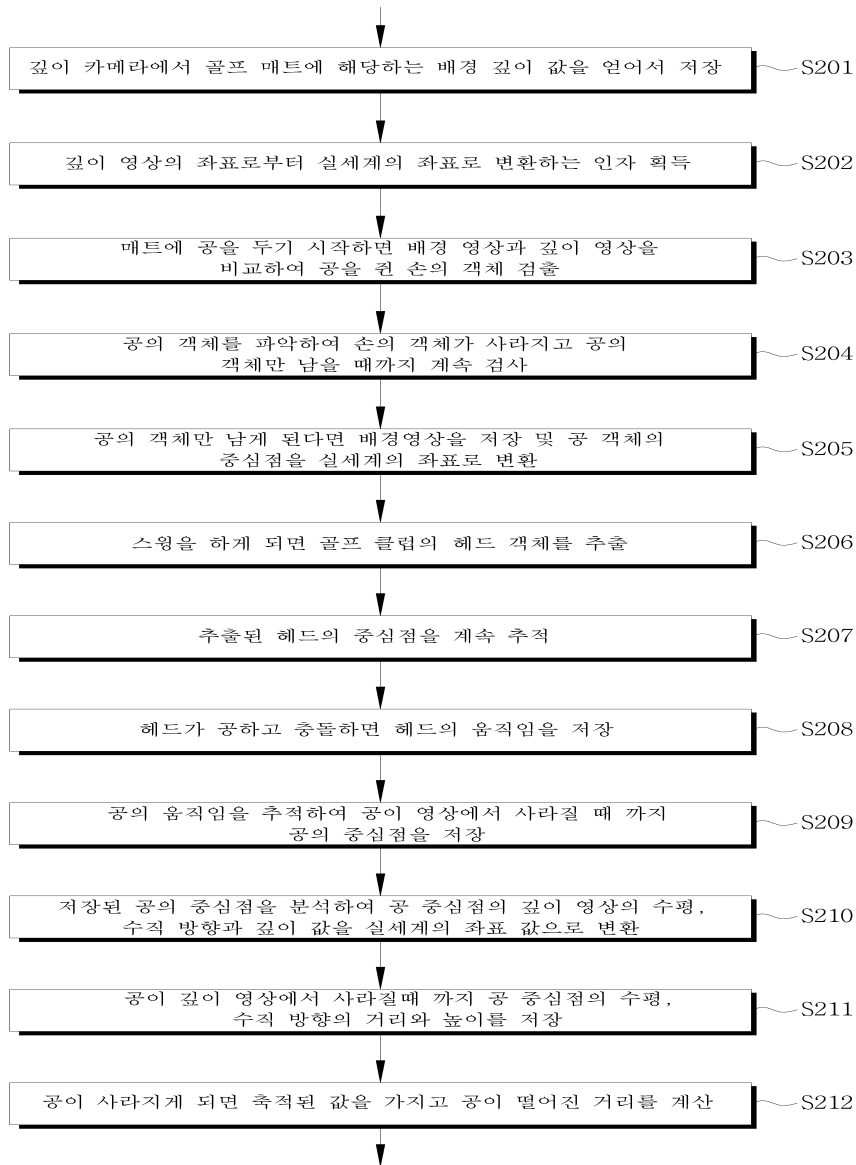
- [0097]
- | | |
|------------------|----------------|
| 10. 깊이 영상 촬영 모듈 | 20. 배경 저장부 |
| 30. 깊이 영상 분석 처리부 | 40. 3차원 좌표 변환부 |
| 50. 객체 궤적 계산부 | 60. 영상 저장부 |
| 70. 영상 재생부 | |

도면

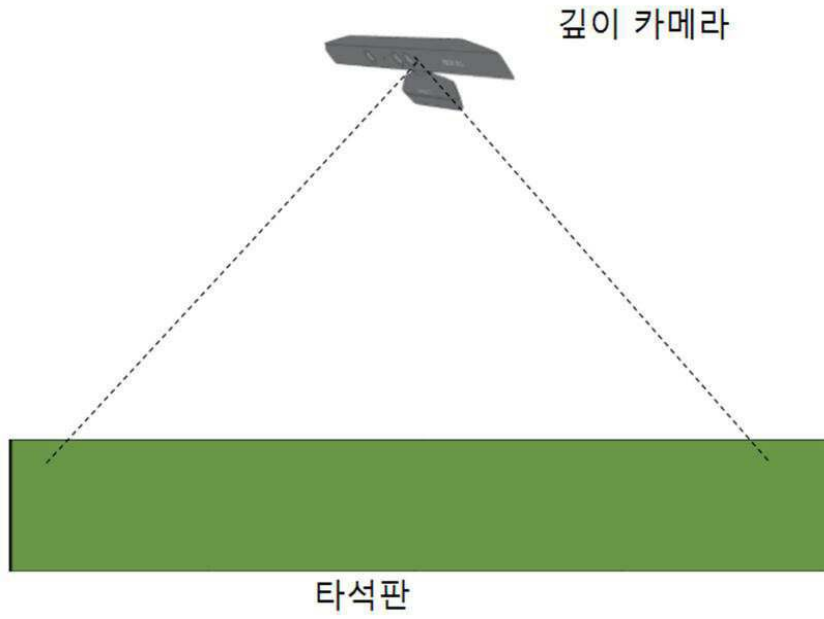
도면1



도면2



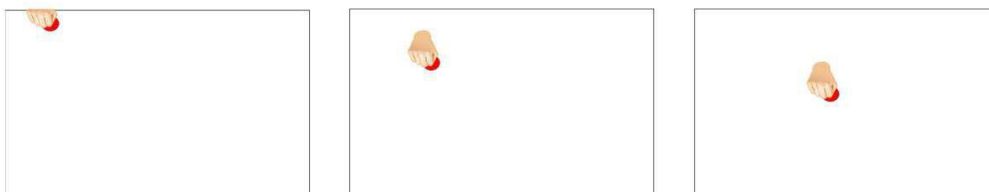
도면3a



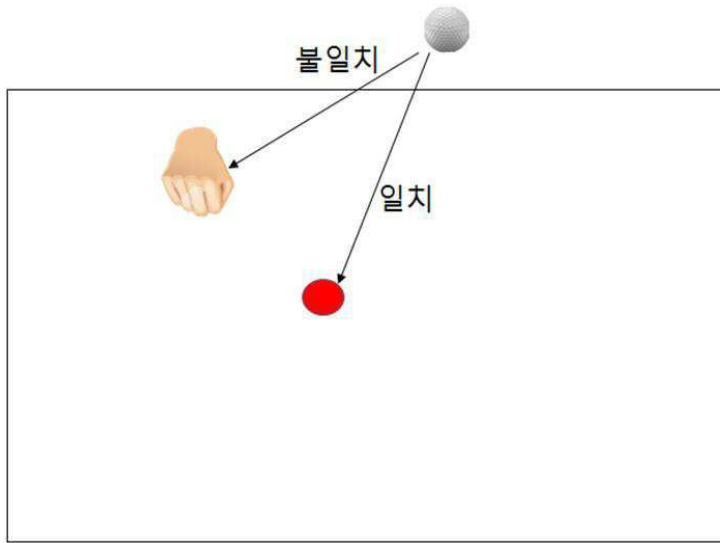
도면3b



도면4



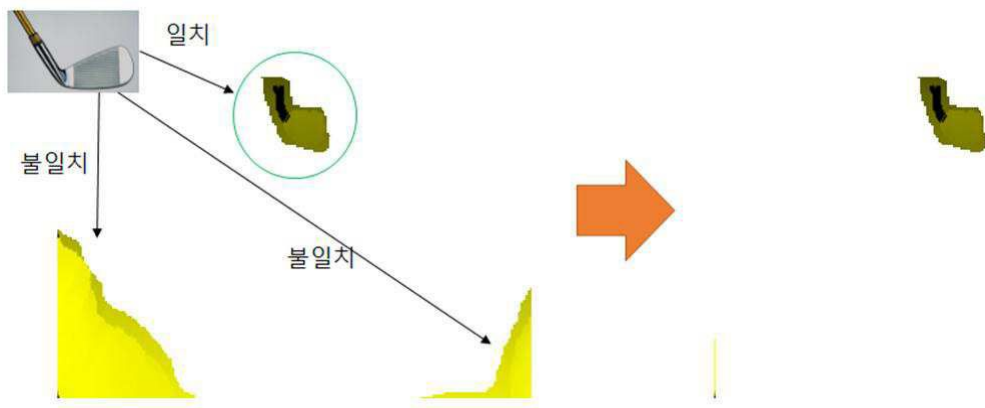
도면5



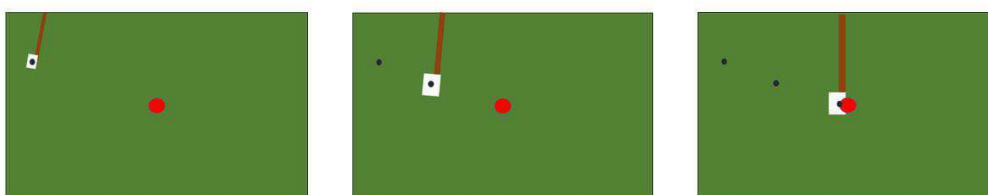
도면6



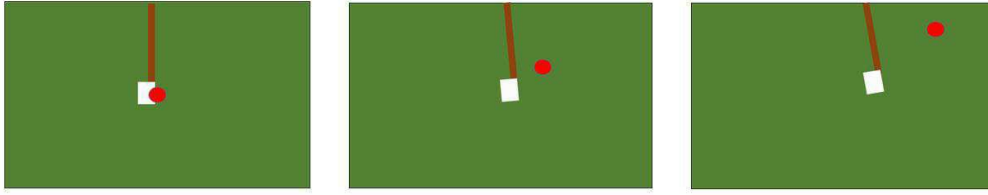
도면7



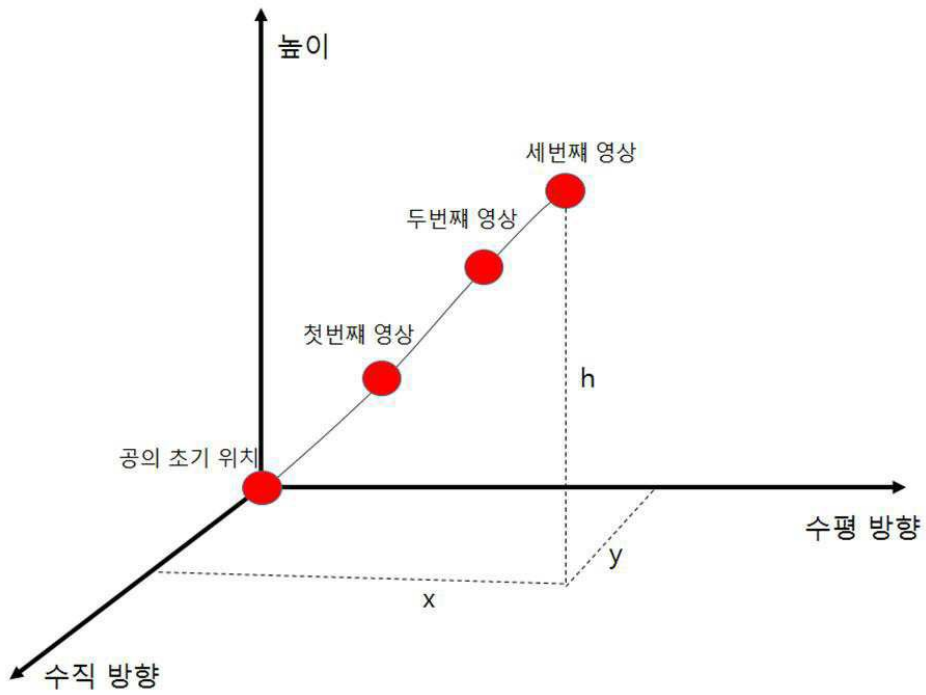
도면8



도면9



도면10



도면11

