



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2020-0080562  
(43) 공개일자 2020년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A63B 71/06 (2006.01) A63B 67/18 (2016.01)  
A63B 69/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
A63B 71/0605 (2013.01)  
A63B 67/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0170151  
(22) 출원일자 2018년12월27일  
심사청구일자 2018년12월27일

(71) 출원인  
주식회사 디아이블  
경기도 용인시 기흥구 흥덕1로 13, 제컴플렉스  
동10층B1008호(영덕동, 흥덕IT밸리)

(72) 발명자  
박창만  
경기도 용인시 수지구 진산로 90 진산마을 삼성래  
미안 5차 505동 505호

연기원  
경상남도 양산시 외함4길 11-1 지성빌 301호  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
배형상, 김경환

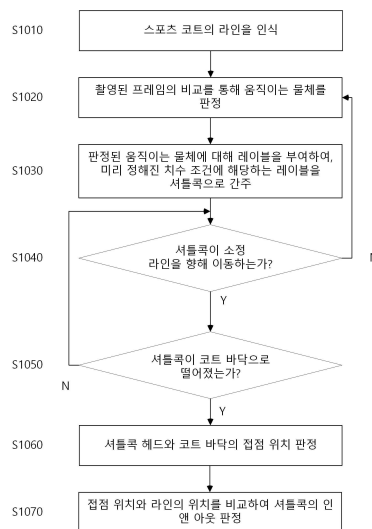
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **스포츠 코트에서의 인아웃 판정 방법 및 장치**

**(57) 요약**

본 발명에서는, 구기 종목에서 볼의 인아웃을 판정하기 위한 방법으로서, 상기 구기 종목의 코트 상에서 움직이는 물체를 판정하는 단계; 움직이는 것으로 판정된 물체 중에서 해당 구기 종목에 사용되는 볼을 검출하는 단계; 상기 볼이 상기 코트의 인아웃 판정용 라인을 향해 이동하는지 여부를 판정하는 단계; 상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 단계; 상기 볼이 상기 코트 바닥에 떨어진 것으로 판정된 경우, 상기 볼과 상기 코트 바닥의 접촉지점을 판정하는 단계를 포함하는, 인아웃 판정 방법을 제공한다.

**대표도** - 도10



(52) CPC특허분류

**A63B 69/0017** (2013.01)

**A63B 2220/807** (2013.01)

(72) 발명자

**류정현**

경기도 성남시 분당구 동판교로 156 봇들마을9단지  
금호어울림아파트 906동 1604호

**정덕신**

경기도 용인시 기흥구 흥덕1로 13 흥덕IT밸리, 제  
컴플렉스동(B동) 1008호

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

구기 종목에서 볼의 인아웃을 판정하기 위한 방법으로서,

상기 구기 종목의 코트 상에서 움직이는 물체를 판정하는 단계;

움직이는 것으로 판정된 물체 중에서 해당 구기 종목에 사용되는 볼을 검출하는 단계;

상기 볼이 상기 코트의 인아웃 판정용 라인을 향해 이동하는지 여부를 판정하는 단계;

상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 단계;

상기 볼이 상기 코트 바닥에 떨어진 것으로 판정된 경우, 상기 볼과 상기 코트 바닥의 접촉지점을 판정하는 단계를 포함하는,

인아웃 판정 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

움직이는 물체를 판정하는 단계는,

촬영 장비를 통해 촬영된 프레임을 비교하는 단계;

비교된 프레임 상에서 차이가 있는 물체를 움직이는 물체로 판정하는 단계를 포함하는,

인아웃 판정 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 볼이 상기 코트의 인아웃 판정용 라인을 향해 이동하는지 여부를 판정하는 단계는, 상기 인아웃 판정용 라인과 상기 볼 간의 거리를 비교하는 단계를 포함하는,

인아웃 판정 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 단계는,

상기 볼의 운동 궤적을 생성하는 단계;

상기 운동 궤적 상에서 순간 기울기를 순차적으로 생성하는 단계;

순차적으로 생성되는 순간 기울기를 비교하는 단계를 포함하는,

인아웃 판정 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 단계는, k번째 순간 기울기와 k+1번째 순간 기울기에서 미리 설정한 값을 넘어서는 변화가 발생한 경우, k번째 순간 기울기를 가지는 볼 위치에서 볼과 코트 바닥이 접촉한 것으로 판정하는 단계를 더 포함하는,

인아웃 판정 방법.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 볼이 셔틀콕이고,

상기 셔틀콕과 상기 코트 바닥의 접촉지점을 판정하는 단계는, k번째 순간 기울기를 이용하여 코트 바닥에 접촉한 셔틀콕의 헤드 위치를 결정하는 단계를 포함하는,

인아웃 판정 방법.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 방법이, 상기 코트 상에서 움직이는 것으로 판정된 물체에 레이블을 부여하는 단계를 더 포함하고,

해당 구기 종목에 사용되는 볼을 검출하는 단계는 미리 설정된 범위 내의 레이블 크기를 가진 물체를 검출하는 단계를 포함하는,

인아웃 판정 방법.

#### 청구항 8

컴퓨터 판독 가능한 명령어들을 포함하는 컴퓨터 판독 가능한 매체로서,

상기 명령어들은, 컴퓨터 상에서 실행될 때, 상기 컴퓨터로 하여금,

구기 종목의 코트 상에서 움직이는 물체를 판정하는 동작;

움직이는 것으로 판정된 물체 중에서 해당 구기 종목에 사용되는 볼을 검출하는 동작;

상기 볼이 상기 코트의 인아웃 판정용 라인을 향해 이동하는지 여부를 판정하는 동작;

상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 동작;

상기 볼이 상기 코트 바닥에 떨어진 것으로 판정된 경우, 상기 볼과 상기 코트 바닥의 접촉지점을 판정하는 동작;를 포함하는 동작들을 수행하도록 하는 것인,

컴퓨터 판독 가능 매체.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

움직이는 물체를 판정하는 동작은,

촬영 장비를 통해 촬영된 프레임을 비교하는 동작;

비교된 프레임 상에서 차이가 있는 물체를 움직이는 물체로 판정하는 동작을 포함하는,

컴퓨터 판독 가능 매체.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 볼이 상기 코트의 인아웃 판정용 라인을 향해 이동하는지 여부를 판정하는 동작은, 상기 인아웃 판정용 라인과 상기 볼 간의 거리를 비교하는 동작을 더 포함하는,

컴퓨터 판독 가능 매체.

#### 청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 동작은,  
 상기 볼의 운동 궤적을 생성하는 동작;  
 상기 운동 궤적 상에서 순간 기울기를 순차적으로 생성하는 동작;  
 순차적으로 생성되는 순간 기울기를 비교하는 동작을 포함하는,  
 컴퓨터 판독 가능 매체.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,  
 상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 동작은, k번째 순간 기울기와 k+1번째 순간 기울기  
 에서 미리 설정한 값을 넘어서는 변화가 발생한 경우, k번째 순간 기울기를 가지는 볼 위치에서 볼과 코트 바닥  
 이 접촉한 것으로 판정하는 동작을 더 포함하는,  
 컴퓨터 판독 가능 매체.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,  
 상기 볼이 셔틀콕이고,  
 상기 셔틀콕과 상기 코트 바닥의 접촉지점을 판정하는 동작은, k번째 순간 기울기를 이용하여 코트 바닥에 접촉  
 한 셔틀콕의 헤드 위치를 결정하는 동작을 포함하는,  
 컴퓨터 판독 가능 매체.

**청구항 14**

제 8 항에 있어서,  
 상기 코트 상에서 움직이는 것으로 판정된 물체에 레이블을 부여하는 동작을 더 포함하고,  
 해당 구기 종목에 사용되는 볼을 검출하는 동작은 미리 설정된 범위 내의 레이블을 가진 물체를 검출하는 동작  
 을 포함하는,  
 컴퓨터 판독 가능 매체.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 스포츠 코트에서 볼의 인아웃(In/Out)을 자동화된 방식으로 판정하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이  
 다. 더욱 상세하게는 스포츠, 특히 구기 종목의 코트에서 볼이 코트의 라인을 벗어났는지 여부, 즉 인아웃을 촬  
 영 장비 및 관련 제어 수단을 통해 자동화된 방식으로 판정하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 스포츠 경기에서 오심 또는 편파 판정의 우려는 항상 존재하여 왔다. 이러한 우려를 기술적으로 극복하기 위한  
 노력이 계속되어 왔는데, 영구 옥스퍼드대 마틴스쿨이 2016년 스위스 다보스 세계경제포럼에서 발표한 바에 따  
 르면, 앞으로 10년 내 로봇이 대체할 직업군으로 스포츠 심판의 경우 로봇 대체 확률이 90% 이상으로 매우 높다  
 고 보고된 바 있다.

[0003] 특히, 전통적 구기종목인 축구와 야구, 테니스, 배드민턴 등에서도 심판 판정에 매우 민감하기 때문에 비디오  
 판독 기술의 적용이 확대되고 있다. 2006년 세계 4대 메이저 대회인 US오픈에서 테니스 비디오 판독 시스템인  
 호크-아이(Hawk-Eye)가 처음 도입되었고, 2014년에는 피파(FIFA)도 브라질 월드컵에서 호크-아이와 유사한 비디  
 오 판독 시스템의 활용을 시작하였다.

[0004] 나아가, 2020년 도쿄 올림픽을 겨냥하여 일본은 대대적인 로봇심판의 등장을 예고하기도 하여, 로봇 심판 또는

자동 심판 시스템은 많은 다국적 기업들이 관심을 두고 있는 분야이기도 하다.

- [0005] 자동 심판 시스템에 있어, 현재까지는 카메라의 해상도를 더 높이고 카메라의 설치 대수를 늘리는 것으로 비디오 관독의 정확도를 높이는 데에 그치고 있다. 그러나 이러한 개발 방향에 의하면 카메라의 단가는 계속 높아질 것이고 그 설치 대수의 증가에 따른 비용 상승으로 이어지게 될 것이다.
- [0006] 더욱이, 생활 체육 단위에는 위에 언급한 고가의 장비를 설치할 엄두를 내기 어려움은 물론, 경기마다 복잡한 설치 과정을 반복해야 하는 것도 부담인데 반해, 프로 게임보다 판정 시비가 더 잦고 첨예하기 때문에, 설치가 간단하고 휴대 가능하며 비용이 높지 않은 자동 판정 시스템에 대한 요구가 높다.
- [0007] 등록특허 10-17990747에는 코트 감지 수단과 셔틀록 감지 수단을 이용하여 원격의 상대방과 공정한 배드민턴 게임 진행할 수 있는 시스템이 개시되어 있다. 여기에서는 코트 감지 수단으로서 배드민턴 코트 형태로 바닥에 부착되어 있는 테이프 타입의 감지 센서 또는 적외선이나 레이저와 같은 광 감지 센서를 이용하였다. 셔틀록 감지 수단으로는 셔틀록의 방향, 속도, 스핀 등에 대한 정보를 이용하여 산출된 예상 궤적에 의해 셔틀록이 코트 영역 내/외 영역에 낙하하였는지를 판별하도록 하고 있다.
- [0008] 스포츠 코트의 인식과 그에 따른 인아웃 판정을 위해서는, 설치가 간단하고 심지어 별도의 설치를 요하지 않는 이동식 시스템을 제공하는 것이 가장 효율적인 방법임에도 기존 종래기술에서는 그런 방법을 제시하지 못하였다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0009] 본 발명에서는 구기 종목에 있어서, 설치가 간단하고 이동이 가능하면서도 높은 정확도로 인아웃 판정을 할 수 있는 방법 및 장치를 제공하고자 한다.
- [0010] 또한, 본 발명에서는 기존의 스포츠 라인 인식 방법 및 장치에 관한 종래 기술에 용이하게 적용할 수 있는 개량된 인아웃 판정 방법 및 장치를 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 본 발명의 일 태양에서는, 구기 종목에서 볼의 인아웃을 판정하기 위한 방법으로서, 상기 구기 종목의 코트 상에서 움직이는 물체를 판정하는 단계; 움직이는 것으로 판정된 물체 중에서 해당 구기 종목에 사용되는 볼을 검출하는 단계; 상기 볼이 상기 코트의 인아웃 판정용 라인을 향해 이동하는지 여부를 판정하는 단계; 상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 단계; 상기 볼이 상기 코트 바닥에 떨어진 것으로 판정된 경우, 상기 볼과 상기 코트 바닥의 접촉지점을 판정하는 단계를 포함하는, 인아웃 판정 방법을 제공한다.
- [0012] 본 발명의 다른 태양에서는, 움직이는 물체를 판정하는 단계가, 촬영 장비를 통해 촬영된 프레임을 비교하는 단계; 비교된 프레임 상에서 차이가 있는 물체를 움직이는 물체로 판정하는 단계를 포함한다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 볼이 상기 코트의 인아웃 판정용 라인을 향해 이동하는지 여부를 판정하는 단계가, 상기 인아웃 판정용 라인과 상기 볼 간의 거리를 비교하는 단계를 더 포함한다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 단계가, 상기 볼의 운동 궤적을 생성하는 단계; 상기 운동 궤적 상에서 순간 기울기를 순차적으로 생성하는 단계; 순차적으로 생성되는 순간 기울기를 비교하는 단계를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 단계가, k번째 순간 기울기와 k+1번째 순간 기울기에서 미리 설정한 값을 넘어서는 변화가 발생한 경우, k번째 순간 기울기를 가지는 볼 위치에서 볼과 코트 바닥이 접촉한 것으로 판정하는 단계를 더 포함한다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 볼이 셔틀록이고, 상기 셔틀록과 상기 코트 바닥의 접촉지점을 판정하는 단계가, k번째 순간 기울기를 이용하여 코트 바닥에 접촉한 셔틀록의 헤드 위치를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 코트 상에서 움직이는 것으로 판정된 물체에 레이블을 부여하는 단계를 더 포함하고, 해당 구기 종목에 사용되는 볼을 검출하는 단계가 미리 설정된 범위 내의 레이블을 가진 물체를 검출하는 단계를 포함한다.
- [0018] 본 발명의 다른 일 태양에서는, 컴퓨터 판독 가능한 명령어들을 포함하는 컴퓨터 판독 가능한 메모리로서, 상기

명령어들은, 컴퓨터 상에서 실행될 때, 상기 컴퓨터로 하여금, 구기 종목의 코트 상에서 움직이는 물체를 판정하는 동작; 움직이는 것으로 판정된 물체 중에서 해당 구기 종목에 사용되는 볼을 검출하는 동작; 상기 볼이 상기 코트의 인아웃 판정용 라인을 향해 이동하는지 여부를 판정하는 동작; 상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 동작; 상기 볼이 상기 코트 바닥에 떨어진 것으로 판정된 경우, 상기 볼과 상기 코트 바닥의 접촉지점을 판정하는 동작;을 포함하는 동작들을 수행하도록 하는 것인 컴퓨터 판독 가능 메모리를 제공한다.

- [0019] 본 발명의 다른 태양에서는, 움직이는 물체를 판정하는 동작이, 촬영 장비를 통해 촬영된 프레임을 비교하는 동작; 비교된 프레임 상에서 차이가 있는 물체를 움직이는 물체로 판정하는 동작을 포함한다.
- [0020] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 볼이 상기 코트의 인아웃 판정용 라인을 향해 이동하는지 여부를 판정하는 동작이, 상기 인아웃 판정용 라인과 상기 볼 간의 거리를 비교하는 동작을 더 포함한다.
- [0021] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 동작이, 상기 볼의 운동 궤적을 생성하는 동작; 상기 운동 궤적 상에서 순간 기울기를 순차적으로 생성하는 동작; 순차적으로 생성되는 순간 기울기를 비교하는 동작을 포함한다.
- [0022] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 볼이 상기 코트의 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정하는 동작이, k번째 순간 기울기와 k+1번째 순간 기울기에서 미리 설정한 값을 넘어서는 변화가 발생한 경우, k번째 순간 기울기를 가지는 볼 위치에서 볼과 코트 바닥이 접촉한 것으로 판정하는 동작을 더 포함한다.
- [0023] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 볼이 셔틀콕이고, 상기 셔틀콕과 상기 코트 바닥의 접촉지점을 판정하는 동작이, k번째 순간 기울기를 이용하여 코트 바닥에 접촉한 셔틀콕의 헤드 위치를 결정하는 동작을 포함한다.
- [0024] 본 발명의 또 다른 태양에서는, 상기 코트 상에서 움직이는 것으로 판정된 물체에 레이블을 부여하는 동작을 더 포함하고, 해당 구기 종목에 사용되는 볼을 검출하는 동작이 미리 설정된 범위 내의 레이블을 가진 물체를 검출하는 동작을 포함한다.

**발명의 효과**

- [0025] 본 발명에 따라, 구기 종목의 코트에 설치가 간단하고 이동이 가능하면서도 높은 정확도로 인아웃 판정을 할 수 있는 방법 및 장치를 제공할 수 있어서, 생활 체육의 저변 인구 확대에 기여할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 기존의 스포츠 라인 인식 방법 및 장치에 쉽게 적용하여 인아웃을 판정할 수 있어서 많은 비용을 들이지 않고도 종래 기술에서의 문제점을 개량할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0027] 도 1은 배드민턴 경기의 타구를 설명하는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 촬영 장비가 설치된 배드민턴 코트의 개략적인 사시도이다.
- 도 3은 배드민턴 코트에서 운동 중에 있는 셔틀콕을 도시하는 부분 사시도이다.
- 도 4는 셔틀콕이 떨어지는 모습을 촬영한 이미지를 프레임별로 나타내는 도면이다.
- 도 5는 셔틀콕의 운동 궤적 곡선을 도시하는 도면이다.
- 도 6은 배드민턴 코트에 떨어지기 전후의 셔틀콕의 운동 궤적 곡선을 도시하는 도면이다.
- 도 7은 셔틀콕이 배드민턴 코트에 접촉하는 순간의 프레임을 보여준다.
- 도 8은 도 7에 도시된 셔틀콕의 헤드 부분의 확대도이다.
- 도 9는 좌표 평면 상에서 직선과 점의 거리 계산을 설명하는 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 방법의 흐름도이다.
- 도 11은 본 발명의 추가적인 실시예에 따른 방법의 흐름도이다.
- 도 12는 본 발명의 다른 추가적인 실시예에 따른 방법의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 각 실시예에 따른 인아웃 판정 방법 및 장치에 대하여 설명하기로 한다.
- [0029] 이하의 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 상세한 설명이며, 본 발명의 권리 범위를 제한하는 것이 아님을 밝혀둔다. 따라서, 본 발명과 동일한 기능을 수행하는 균등한 발명 역시 본 발명의 권리 범위에 속할 것이다.
- [0030] 또한, 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0031] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "-사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0032] 또한, 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0033] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0034] 본 발명에서 용어 "볼"은 구기 종목에서 선수가 타격하거나 던지고 받는 모든 형태의 운동기구를 포함하는 것으로서, 특히 배드민턴의 셔틀콕도 여기에 포함된다.
- [0035] 본 발명에서 용어 "운동 궤적 곡선"은, 볼이 날아간 궤적을 연속적으로 추적한 선, 또는 일정한 시간 또는 프레임 간격으로 이산적으로 기록된 위치를 연결한 선, 또는 이 선을 커브 피팅 등의 방식을 통해 평활화시킨 선을 모두 포함하는 개념으로써, 반드시 모든 지점에서 미분 가능한 상태(즉, 매끄러운 상태)가 아닐 수 있음에 유의한다.
- [0036] 본 발명에서 용어 "순간 기울기"는 운동 궤적 곡선 상의 어느 특정 지점에서의 미분값(편미분값) 또는, 볼의 운동 궤적이 이산적으로 기록된 경우에는, 해당 특정 지점과 이웃하는 지점을 연결한 선이 이루는 기울기를 모두 포함하는 개념이다.
- [0037] 도 1은 구기종목, 특히 배드민턴에서의 셔틀콕의 궤적을 도시하고 있다. 궤적(120)은 예를 들어 하이클리어와 같은 형태의 타구에 대한 궤적이고, 궤적(130)은 예를 들어 스매시와 같은 형태의 타구에 대한 궤적이다.
- [0038] 도 1을 통해 알 수 있듯이, 예로 든 배드민턴을 포함하여, 일반적으로 모든 구기 종목에서 선수가 타격한 볼은, 어떤 형태의 타구인지 관계없이, 매끄러운 곡선을 그리며 날아가며, 코트 바닥으로 떨어짐에 따라 해당 곡선의 순간 기울기가 (도 1에 도시된 좌표계를 기준으로 할 때) 감소하는 경향을 가진다.
- [0039] 한편, 셔틀콕은 그 구성의 특성상, 낙하시 셔틀콕의 헤드 부분이 지면을 향하면서 낙하한다. 즉 셔틀콕의 경우 착지시 그 날개 부분이 지면에 먼저 닿는 경우는 없으며, 항상 헤드 부분이 지면에 먼저 닿게 된다. 따라서, 셔틀콕의 경우에도 다른 구기종목에 사용되는 볼과 마찬가지로 취급하여 인아웃 판정을 하는 것이 가능하게 된다. 이하에서는 이러한 방법에 대해 설명한다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인아웃 판정 방법이 구현될 수 있는 구기 종목의 스포츠 코트, 특히 배드민턴 코트(100)를 도시하고 있다. 배드민턴 코트(100)는, 좌측 복식용 사이드라인(222a), 좌측 단식용 사이드라인

(224a), 센터 라인(226), 숏 서비스 라인(short service line)(228), 롱 서비스 라인(long service line)(232) 후방 경계 라인(back boundary line)(234) 등을 포함하며, 이들 라인들은 중앙의 네트(110)를 기준으로 코트 양 측에 대칭되게 마련된다.

- [0041] 이하에서는 배드민턴의 경우에 대해서, 도 10 내지 도 12를 참조하여, 본 발명의 인아웃 판정 방법에 대해 설명한다.
- [0042] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 인아웃 판정 방법의 순서도를 도시한다.
- [0043] 코트에 이동식으로 설치 가능한 카메라 등의 촬영장비(252, 254)가 스포츠 코트의 라인을 촬영하여 인식한다(S1010). 바람직한 실시예에서는, 도 2에 도시된 바와 같이, 촬영장비는 적어도 사이드라인 측과 후방 경계 라인 측에 각각 설치된다. 도 2에서는 한쪽 코트에만 설치되는 것으로 도시되었으나, 반대편 코트에도 동일하게 설치될 수 있을 것이다. 촬영을 통해 얻은 이미지로부터 라인을 선별하여 인식하기 위한 방법에 대해서는 다양한 종래 기술들이 공지되어 있으므로, 이에 대한 자세한 설명은 생략한다. 일 실시예로서, 본 출원인의 다른 특허출원인, 대한민국 특허출원 제10-2018-0025967호에 개시된 라인 인식 방법이 사용될 수 있다.
- [0044] 단계(S1020)에서는 촬영된 프레임의 비교를 통해 움직이는 물체를 판정한다. 예를 들어, 기준 영상 프레임과 그 다음 소정 시간 이후 취득된 영상 프레임에서 같은 위치의 화소값에서 일정한 임계치 이상의 변화가 생기는 경우 움직이는 물체로 인식할 수 있다. 이에 대해서도 역시 다양한 종래 기술이 사용될 수 있을 것이다.
- [0045] 단계(S1020)를 통해 움직이는 물체로 판정된 모든 물체(예를 들어, 플레이어, 라켓, 셔틀콕 등등)에 대해 레이블을 부여하고, 부여된 레이블의 크기가 일정 범위 내에 있는 경우에 이를 셔틀콕으로 간주한다(S1030). 이러한 범위는, 예를 들면, 화소를 기준으로 하여 13×8 픽셀 내지 15×10 픽셀의 범위와 같이 미리 설정될 수 있다. 구체적인 레이블의 크기 범위는 해당 구기 종목에서 사용되는 볼의 크기에 따라 다르며, 미리 결정될 수 있을 것이다.
- [0046] 셔틀콕에 부여된 레이블 상에서 일정한 지점의 좌표, 바람직하게는 레이블의 중점의 좌표를 산출하여, 셔틀콕이 인아웃 판정을 위해 미리 지정된 라인을 향해서 이동하는지를 판정한다(S1040). 예를 들어 배드민턴 복식 경기인 경우, 인아웃 판정을 위해 미리 지정된 라인은 좌측 복식용 사이드라인(222a), 우측 복식용 사이드라인(222b), 후방 경계 라인(234)을 포함할 수 있다.
- [0047] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 레이블 상의 좌표는 직교 좌표계(cartesian coordinates)를 이용하여 결정된다. 바람직하게는, 이러한 직교 좌표계의 원점을 도 2의 지점(A)과 같이 코트의 사이드라인 중앙에 배치한다. 본 발명에서는 별도의 언급이 없는 한, 이와 같이 원점이 위치한 직교 좌표계를 기준으로 설명한다.
- [0048] 판정 결과, 셔틀콕이 미리 지정된 라인을 향해 이동하지 않는다면, 단계(S1020)부터의 과정이 반복하여 다시 진행된다. 대안적으로 셔틀콕이 라인을 향해 이동하는 것으로 판정될 때까지 계속 이러한 판단 과정이 반복될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 일정 시간이 경과할 때까지만 판단 과정이 반복되고, 일정 시간이 경과하면 단계(S1020)으로 되돌아갈 수도 있다.
- [0049] 셔틀콕이 미리 지정된 라인을 향해 이동하는 것으로 판정된 경우, 다음 단계로서, 셔틀콕이 코트 바닥에 접촉하였는지, 즉 셔틀콕이 코트 바닥에 떨어졌는지 여부를 판정한다(S1050).
- [0050] 셔틀콕이 코트 바닥에 떨어진 것으로 판정되지 않은 경우, 단계(S1040)로부터의 과정이 반복될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로 일정 시간이 경과한 이후에는 단계(S1020)로 되돌아갈 수도 있다. 다른 대안으로서, 셔틀콕이 바닥에 떨어질 때까지 단계(S1050)의 판단 과정이 반복될 수 있다.
- [0051] 셔틀콕이 코트 바닥에 떨어진 것으로 판정된 경우에는, 셔틀콕의 헤드와 코트 바닥의 접촉 위치를 판정한다(S1060). 셔틀콕의 위치를 셔틀콕에 부여된 레이블 상의 특정 점의 좌표를 이용하여 추적하는 실시예에서는, 셔틀콕 헤드와 상기 특정 점의 좌표의 상대적인 위치 관계를 이용하여 셔틀콕의 헤드와 코트 바닥이 접촉한 지점의 위치를 계산할 수 있다. 일례로서, 셔틀콕에 부여된 레이블 상의 특정 점이 레이블의 중심점인 경우, 중점과 셔틀콕 헤드의 상단부를 잇는 선과 코트 바닥이 이루는 각도로부터 코트 바닥과 접촉한 셔틀콕의 헤드 위치를 계산할 수 있다(도 8 참조).
- [0052] 원형 볼을 사용하는 구기 종목(예를 들어 축구, 야구, 농구 등등)에서는 레이블의 중심점이 볼의 중심점이 되도록 레이블을 설정함으로써, 접촉지점의 x좌표와 y좌표는 레이블 중심점의 x좌표, y좌표와 동일할 것이다. 또한, 필요하다면, z 좌표는 볼의 반지름을 사용하여 얻을 수 있다.

[0053] 다음으로, 이렇게 얻어진 셔틀록 헤드와 코트 바닥의 접점 위치와, 판정을 필요로 하는 코트 라인의 위치를 비교하여 셔틀록의 인아웃을 판정한다(S1070). 예를 들어, 사용된 좌표계의 원점이 도 2의 지점 A에 위치하고, 후방 경계 라인(234)의 직선의 방정식이  $a_2x + b_2y + c_2 = 0$  이고, 단계(S1060)에서 결정된 셔틀록 헤드 위치가  $(x_2, y_2, 0)$ 이라고 할 때,  $b_2y_2 > -(a_2x_2 + c_2)$ 이면 아웃으로 판정된다. 인아웃 판정은, 예를 들어 부저가 울리거나 경고등을 켜거나, 또는 별도의 디스플레이 장치에 인 또는 아웃을 표시하는 등의 방식에 의해 이루어질 수 있다.

[0054] 셔틀록으로 간주된 물체가 소정 라인을 향해 이동하는지를 판단하는 단계(S1040)를 구성하는 일 실시예가 도 11에 도시되어 있다.

[0055] 먼저 단계(S1110)에서 촬영장비를 통해 인식된 라인을 일정 좌표계 상에서 수식으로 모델링하여, 라인에 상응하는 직선의 방정식을 도출한다. 일례로서, 배드민턴 코트에서 좌표계의 원점을 도 2의 점 A에 일치시키는 경우, 배드민턴 코트 규격에 따라(가로 6.1 m, 세로 6.72 m), 좌측 복식용 사이드라인(222a)의 직선의 방정식은  $x = 0$ , 우측 복식용 사이드라인(222b)의 직선의 방정식은  $x = 6.1$ , 후방 경계 라인(234)의 직선의 방정식은  $y = 6.72$  로 도출될 수 있다.

[0056] 다음으로 셔틀록으로 간주된 레이블 상의 특정 점, 바람직하게는 레이블의 중심점에 대해서, 상기 좌표계 상의 좌표를 생성한다(S1120). 이렇게 생성된 레이블 상의 특정 점의 좌표와 앞서 도출된 직선의 방정식 간의 거리를 계산한다(S1130). 레이블 상의 특정 점의 좌표가 공간 상의 좌표로 생성된 경우, 도 3에서와같이 직각 삼각형에 대한 피타고라스 정리( $PQ^2 = P'Q'^2 + PP'^2$ )를 이용하여 거리를 계산할 수 있을 것이다. 도 9에 도시한 바와 같이, 평면 좌표계에서 직선( $L: ax + by + c = 0$ )과 어느 한 점( $S(x_s, y_s)$ ) 간의 거리  $d$ 는, 다음 공식을 사용하여 계산될 수 있다:

$$d = \frac{|ax_s + by_s + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (1)$$

[0058] 이제 각각의 프레임에 대해 계산된 거리를 비교한다. 일례로서,  $k$  번째 프레임에서 계산된 거리  $d_k$ 와  $k+1$  번째 프레임에서 계산된 거리  $d_{k+1}$  을 비교하여, 계산된 거리가 시간에 따라 감소하는지 판단한다(S1140). 필요에 따라 3개 이상의 프레임에 대해 실행될 수도 있고, 일정 시간 동안에 걸쳐 실행될 수도 있을 것이다.

[0059] 계산된 거리가 시간에 따라(프레임에 따라) 감소하는 경우에는 셔틀록이 해당 라인을 향해 이동 중인 것으로 판정하고(S1150), 그렇지 않은 경우에는 해당 라인을 향해 이동 중이 아닌 것으로 판정한다(S1160).

[0060] 다음으로, 셔틀록이 코트 바닥으로 떨어졌는지를 판단하는 단계(S1050)의 일 실시예가 도 12에 도시되어 있다.

[0061] 촬영된 영상의 프레임에서, 셔틀록에 부여된 레이블 상의 특정 점의 좌표를 추출한다(S1210). 바람직하게는 특정 점이 레이블의 중심점이다.

[0062] 추출된 좌표점에 대해 커브 피팅 등의 기술을 이용하여, 셔틀록에 대한 운동 궤적 곡선  $z = F(x, y)$ 를 생성한다(S1220). 다른 실시예로서, 셔틀록의 운동을  $xz$  평면에 투사시킨  $z = f(x)$  곡선과  $yz$  평면에 투사시킨  $z = g(y)$  곡선 중 하나 또는 모두를 생성할 수도 있다.

[0063] 이렇게 생성된 운동 궤적 곡선 상에서 순차적으로 순간 기울기를 계산한다(S1230). 바람직하게는 각각의 프레임에서, 상기 레이블 상의 특정 점의 좌표에서의 순간 기울기를 계산한다. 일 실시예로서, 셔틀록에 대한 운동 궤적 곡선으로  $z = F(x, y)$ 를 생성한 경우에는 각각  $x$  및  $y$  에 대해 편미분을 실행하여,  $x$  축 및  $y$  축에 대한 각각의 기울기를 구할 수 있다.

[0064] 대안적인 실시예로서, 균일한 간격의 프레임 사이에서, 바람직하게는 각각의 프레임 사이에서, 레이블 상의 특정 점을 잇는 직선의 기울기를 구할 수 있다(도 5의 점선 참조). 이러한 실시예에서는 운동 궤적 곡선을 구하는 과정을 생략할 수 있을 것이다.

[0065] 다음으로, 단계(S1240)에서는 이렇게 얻어진 기울기 값을 추적하여 미리 설정된 임계값 이상으로 변화가 발생하는지를 판정한다. 도 5를 참조하면, 셔틀록은 그 특성상 항상 헤드가 먼저 바닥에 떨어지게 된다. 또한, 7에 도시된 바와 같이, 셔틀록이 일단 바닥에 떨어지게 되면, 셔틀록 헤드의 탄성으로 인해 코트 바닥으로부터 최소 1회 이상 반등하게 되며, 이후 소정의 불규칙한 운동을 거쳐 정지하게 된다. 따라서 셔틀록이 바닥에 떨어지기

직선과 셔틀콕이 바닥에 떨어지고 난 직후에 있어서, 셔틀콕 운동 궤적 곡선의 순간 기울기에는 큰 차이가 발생하게 된다.

[0066] 도 7을 다시 참조하면, 도시된 좌표계를 기준으로, 셔틀콕 운동 궤적 곡선은 셔틀콕이 코트 바닥에 다가감에 따라 기울기가 점점 더 큰 음의 값을 가지게 되다가, 셔틀콕이 코트 바닥에 충돌한 후에는 큰 양의 값을 가지게 될 것이다. 이러한 특성을 고려하여 미리 기울기 변화에 대한 임계값을 설정하고, 이러한 임계값을 넘어서는 기울기 변화가 발생하는지를 모니터링함으로써 셔틀콕이 바닥에 충돌하였는지 여부를 판정할 수 있다. 따라서, 단계(S1240)에서 기울기가 임계값 이상으로 변화하는 것으로 확인되면, 셔틀콕이 코트 바닥에 떨어진 것으로 판정하고(S1250), 그렇지 않은 경우에는, 셔틀콕이 아직 코트 바닥에 떨어지지 않은 것으로 판정한다(S1260). 한편, 기울기 변화에 대한 모니터링은, 일 실시예에서 x 축 및 y 축 모두에 대해 실행될 수도 있고, 대안적으로 단계(S1040)에서 이동하는 것으로 판정된 라인 방향에 대해서만 실행될 수도 있다.

[0067] 이하에서는 도 2 내지 도 9를 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 인아웃 판정 방법에 대해서 설명한다.

[0068] 도 2에 도시된 바와 같이 좌측 복식용 사이드라인(222a)과 후방 경계 라인(234) 측에 각각 배치된 촬영장비(252, 254)가 배드민턴 코트를 촬영하고, 이를 통해 코트를 구성하는 라인을 인식한다.

[0069] 이렇게 인식된 라인들에 대해서 수학적 모델링을 통해 직선의 방정식을 산출한다. 본 실시예에서는 원점을 도 2의 점 A에 둔 직각 좌표계를 기준으로 한다. 일 실시예로서, (z축 좌표는 0이 되도록 설정함으로써) 직교 좌표계에서 직선의 방정식은 임의의 두 점으로부터 구할 수 있으므로, 인식된 라인 상의 임의의 두 점의 좌표를 통해 상기 직선의 방정식을 구할 수 있을 것이다.

[0070] 한편, 촬영장비(252, 254)에 의해 촬영된 프레임을 비교하여 화면상에서 움직이는 물체를 판정한다. 예를 들어, 플레이어, 라켓, 셔틀콕 등이 움직이는 물체로 판정될 것이다.

[0071] 이렇게 움직이는 것으로 판정된 모든 물체에 대해 레이블(310)을 부여한다. 그 다음, 일정 수준의 픽셀 사각형 크기, 예를 들어 13 × 8 픽셀 ~ 15 × 10 픽셀 크기를 가지는 레이블을 셔틀콕으로 간주한다.

[0072] 다음으로 셔틀콕으로 간주된 물체가 판정을 원하는 라인의 방향으로 움직이는지 판정한다. 예를 들어 복식 경기인 경우에, 복식용 사이드라인(222a, 222b), 후방 경계선(234)이 비교의 대상이 될 수 있다.

[0073] 앞서 설명한 바와 같이, 비교는 대상 라인과 셔틀콕으로 간주된 물체와의 거리를 측정함으로써 이루어질 수 있다. 본 실시예에서는, 대상 라인에 대한 직선의 방정식과 셔틀콕으로 간주된 물체에 부여된 레이블(310)의 중심점(이하 레이블 중심점)(P)의 좌표를 이용하여 거리를 구한다.

[0074] 도 3을 참조하면, 레이블 중심점(P)은 좌표 (x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>, z<sub>1</sub>)을 가지며, 좌측 복식용 사이드라인(222a)은 직선의 방정식 a<sub>1</sub>x + b<sub>1</sub>y + c<sub>1</sub> = 0 을 가지며, 후방 경계 라인(234)은 직선의 방정식 a<sub>2</sub>x + b<sub>2</sub>y + c<sub>2</sub> = 0 을 가진다. 그러면, 레이블 중심점(P)으로부터 좌측 복식용 사이드라인(222a)까지의 거리(D<sub>s1</sub>)은 다음과 같다:

$$D_{s1} = \sqrt{PP'^2 + QP'^2} \quad (2)$$

[0076] 여기서 QP'는 위 식 (1)로부터 다음과 같이 구할 수 있다:

$$QP' = \frac{|a_1 x_1 + b_1 y_1 + c_1|}{\sqrt{a_1^2 + b_1^2}} \quad (3)$$

[0078] 따라서,

$$D_{s1} = \sqrt{\left(\frac{|a_1 x_1 + b_1 y_1 + c_1|}{\sqrt{a_1^2 + b_1^2}}\right)^2 + z_1^2} \quad (4)$$

[0080] 마찬가지로 레이블 중심점(P)으로부터 후방 경계 라인(234)까지의 거리(D<sub>b1</sub>)은 다음과 같다:

$$D_{bl} = \sqrt{\left(\frac{|a_2 x_1 + b_2 y_1 + c_2|}{\sqrt{a_2^2 + b_2^2}}\right)^2 + z_1^2} \quad (5)$$

[0081]

[0082]

만약, 거리( $D_{s1}$ )이 일정한 기간 이상으로 감소한다면, 즉, 미리 지정된 프레임 수에 대해서 프레임 k 에서 획득한  $D_{s1\_k}$  값과 프레임 k+1에서 획득한  $D_{s1\_k+1}$  간에  $D_{s1\_k} > D_{s1\_k+1}$ 이 모두 성립한다면, 셔틀록이 좌측 복식용 사이드라인(222a)을 향해 이동하는 것으로 판정된다. 마찬가지로,  $D_{b1}$ 이 일정한 기간 이상으로 감소한다면, 즉, 미리 지정된 프레임 수에 대해서 프레임 k 에서 획득한  $D_{b1\_k}$  값과 프레임 k+1에서 획득한  $D_{b1\_k+1}$  간에서  $D_{b1\_k} > D_{b1\_k+1}$ 이 모두성립한다면, 셔틀록은 후방 경계 라인(234)을 향해 이동하는 것으로 판정된다.

[0083]

셔틀록이 지정된 라인을 향해 이동하는 것으로 판정되면, 이제 바람직하게는 각각의 프레임에 대해서 레이블 중심점들의 좌표를 추출하여 선으로 연결한다. 도 4를 참조하면, 프레임 k 에서의 레이블 중심점( $P_k$ )과 프레임 k+1에서의 레이블 중심점( $P_{k+1}$ )이 연결 직선(410)으로 연결되며, 프레임 k+1 에서의 레이블 중심점( $P_{k+1}$ )과 프레임 k+2에서의 레이블 중심점( $P_{k+2}$ )이 연결 직선(411)으로 연결되며, 프레임 k+2 에서의 레이블 중심점( $P_{k+2}$ )과 프레임 k+3에서의 레이블 중심점( $P_{k+3}$ )이 연결 직선(412)으로 연결되며, 프레임 k+3 에서의 레이블 중심점( $P_{k+3}$ )과 프레임 k+4에서의 레이블 중심점( $P_{k+4}$ )이 연결 직선(413)으로 연결되는 것을 알 수 있다.

[0084]

이렇게 연결된 직선들에 대해, 예를 들어, 커브 피팅을 실행하여, 매끄러운 운동 궤적 곡선(510)을 생성한다(도 5 참조). 대안적으로, 레이블 중심점들을 직선으로 연결하는 과정을 거치지 않고, 레이블 중심점들 자체로부터 운동 궤적 곡선(510)을 생성하는 것도 가능하다.

[0085]

한편, 셔틀록은 지면에 닿는 순간, 셔틀록 헤드의 탄성 및 지면으로부터 충격에 의한 반발력으로 인해서 튀어 오르게 된다. 즉, 도 6에 도시한 바와 같이, 셔틀록은 지면에 충돌한 이후 1회 이상 튀어오르는 등의 불규칙한 움직임을 보이게 된다. 따라서, 앞서와 같이 얻은 운동 궤적 곡선(510)을  $z = F(x,y)$ 라고 하고, 충돌 전 프레임에서의 레이블 중심점의 좌표를  $P_i(x_i, y_i, z_i)$ , 충돌 후 프레임에서의 레이블 중심점의 좌표를  $P_{i+1}(x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$ 라고 하면, 다음 식 (6)과 (7) 중 하나 이상을 만족시키게 된다.

[0086]

$$\left[\frac{\partial z}{\partial x}\right]_{x=x_i} \gg \left[\frac{\partial z}{\partial x}\right]_{x=x_{i+1}} \quad (6)$$

[0087]

$$\left[\frac{\partial z}{\partial y}\right]_{y=y_i} \gg \left[\frac{\partial z}{\partial y}\right]_{y=y_{i+1}} \quad (7)$$

[0088]

따라서 이들 편미분값에서 사전에 설정된 값 이상의 변화가 생기는 프레임을 기준으로 하여 셔틀록이 지면에 충돌하였는지 여부를 결정할 수 있다. 특히, 도 6에서 충돌 직전 프레임에서 얻은 기울기(610)는 음의 기울기를 가지는 반면 충돌 직후 프레임에서 얻은 기울기(620)는 양의 기울기를 가지게 되므로, 바람직하게는 기울기 값이 (-)에서 (+)로 전환되는 것을 확인함으로써 셔틀록이 지면에 충돌하였는지 여부를 결정할 수 있다.

[0089]

대안적으로, 셔틀록의 운동을 xz 좌표 평면에 투사시켜 xz 좌표 평면에 대한 운동 궤적 곡선  $z = f(x)$ 와, 셔틀록의 운동을 yz 좌표 평면에 투사시켜 yz 좌표 평면에 대한 운동 궤적 곡선  $z = g(y)$ 를 각각 생성하고, 이들 곡선에 대한 미분을 통해서 xz 평면에서의 기울기와 yz 평면에서의 기울기를 얻어서, 기울기를 비교하는 것도 가능하다.

[0090]

이러한 방식으로 셔틀록의 지면 도달이 결정된 후에는, 셔틀록이 실제 지면과 접촉한 지점의 좌표를 구한다. 다만, 이러한 과정은 배드민턴 종목에 한해서 특유하게 진행되는 것이고, 기타 구형 볼을 사용하는 구기 종목에서는 볼이 경기장 바닥에 접촉한 순간의 레이블 중심점 좌표의 x 좌표 y 좌표가 곧 실제 접촉 지점의 x 와 y 좌표에 해당할 것이다.

[0091]

도 7은 셔틀록이 코트 바닥에 접촉한 것으로 판정된 순간의 프레임을 도시하고 있다. 레이블 중심점  $P_i$ 로 부터 셔틀록의 단부까지의 거리는, 사전에 설정 가능한 값으로서, 이 경우 레이블의 길이의 절반에 해당한다. 또한 각  $\theta$ 는 셔틀록이 코트 바닥에 충돌하기 직전의 기울기 값을 이용하여 다음 식으로부터 구할 수 있다.

[0092] 
$$\theta_x = \left| \tan^{-1} \left[ \frac{\partial z}{\partial x} \right]_{x=x_i} \right| \quad (8)$$

[0093] 
$$\theta_y = \left| \tan^{-1} \left[ \frac{\partial z}{\partial y} \right]_{y=y_i} \right| \quad (9)$$

[0094] 따라서 레이블의 길이를 L이라 할 때, 접촉 지점(Pi')의 좌표는 다음과 같다:

[0095] 
$$Pi' \left( x_i + \frac{L}{2} \cos \theta_x, y_i + \frac{L}{2} \cos \theta_y, 0 \right) \quad (10)$$

[0096] 마지막으로, 이렇게 계산된 접촉지점(Pi')과 판정을 요하는 라인에 대한 직선의 방정식을 비교하여 셔틀록의 인아웃을 판정하게 된다.

[0097] 간단한 예로서, 후방 경계 라인의 직선의 방정식이 y = 6.72, 좌측 복식용 사이드라인의 직선의 방정식이 x = 0, 우측 복식용 사이드라인의 직선의 방정식이 x = 6.1 인 경우에, 셔틀록의 접촉지점(Pi')의 좌표가 (6.0, 6.73, 0)이라면, 해당 셔틀록은 좌우측 복식용 사이드라인에 대해서는 인 상태이지만, 후방 경계 라인에 대해서는 아웃 상태인 것으로 판정된다.

[0098] 추가적 또는 대안적인 실시예에서는, 도 8의 방식을 사용하여 보다 정확한 셔틀록 접촉지점을 판별한다. 도 8은 코트 바닥에 접촉한 셔틀록 헤드 부분을 확대하여 도시한 것으로서, 도면번호 820은 셔틀록 헤드를 나타낸다. 셔틀록 헤드는 반구형으로 근사될 수 있고, 이 경우 보정된 접촉지점(Pi'')으로부터 반구의 중심(S0)까지의 거리는 반구의 반지름(r)에 해당한다. 따라서 보정된 접촉지점(Pi'')의 좌표는 다음과 같다:

[0099] 
$$Pi'' \left( x_i + \frac{L}{2} \cos \theta_x - r \cot \theta_x, y_i + \frac{L}{2} \cos \theta_y - r \cot \theta_y, 0 \right) \quad (11)$$

[0100] 한편, 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체, 즉 컴퓨터 판독 가능 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 이러한 컴퓨터 판독 가능 매체는 앞서 설명한 인아웃 판정 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록할 수 있다.

[0101] 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다.

[0102] 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 이러한 매체의 예에는 하드디스크, 플로피디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 자기-광 매체, 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 구성된 하드웨어 장치 등이 있다.

[0103] 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

[0104] 컴퓨터 판독가능 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0105] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

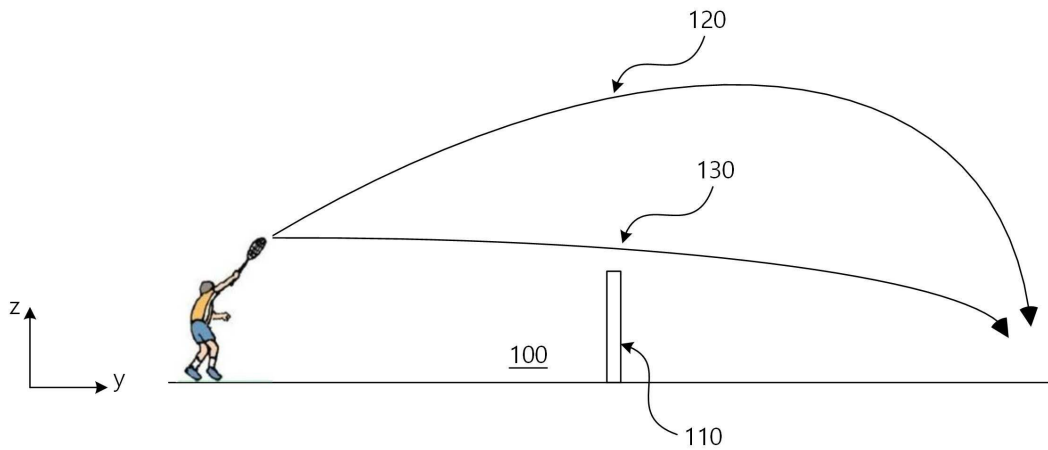
**부호의 설명**

[0106]

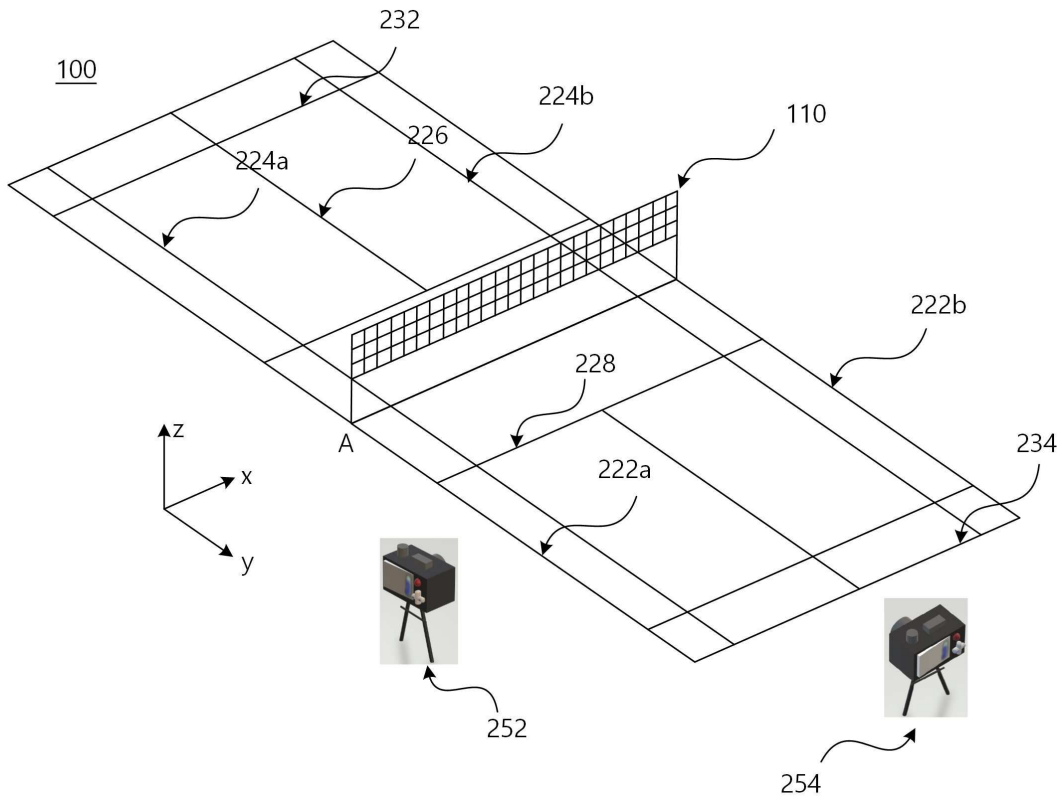
- 100: 코트
- 110: 네트
- 120; 130: 궤적
- 222a; 222b: 복식용 사이드라인
- 224a; 224b: 단식용 사이드라인
- 226: 센터라인
- 228: 쇼트 서비스라인
- 232: 롱 서비스라인
- 234: 후방 경계 라인
- 252; 254: 촬영 장비
- 310: 레이블
- 410; 411; 412; 413; 414: 연결 직선
- 510: 운동 궤적 곡선
- 610; 620: 기울기
- 820: 셔틀콕 헤드

**도면**

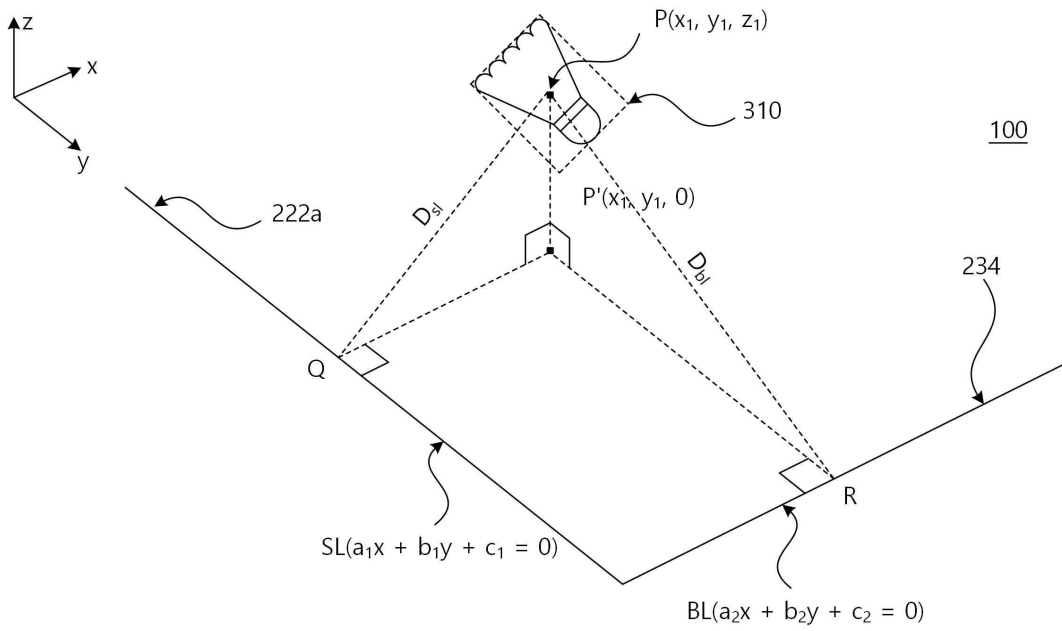
**도면1**



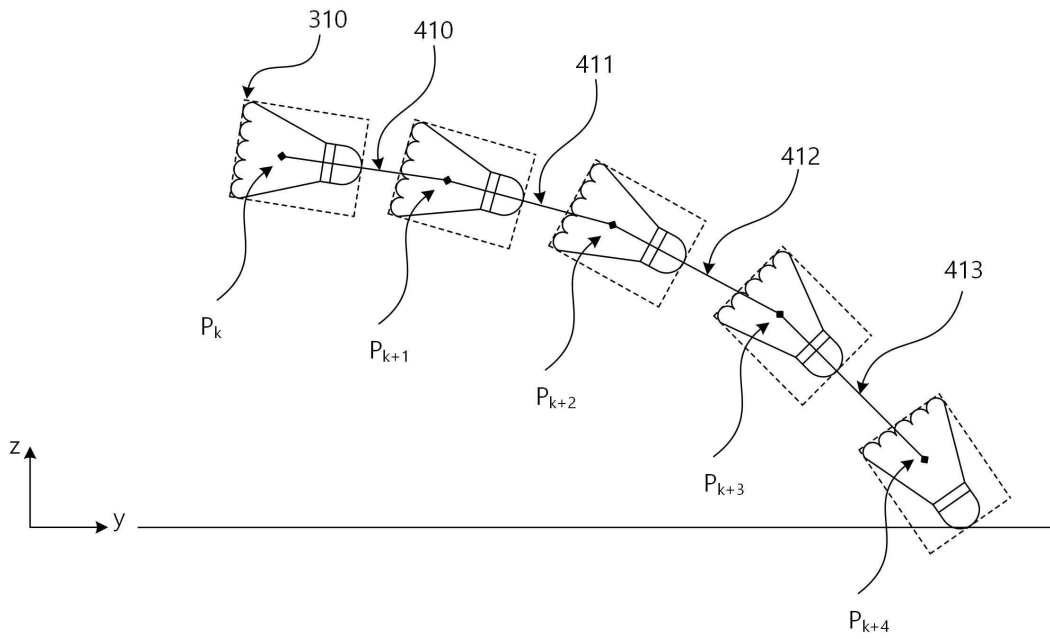
도면2



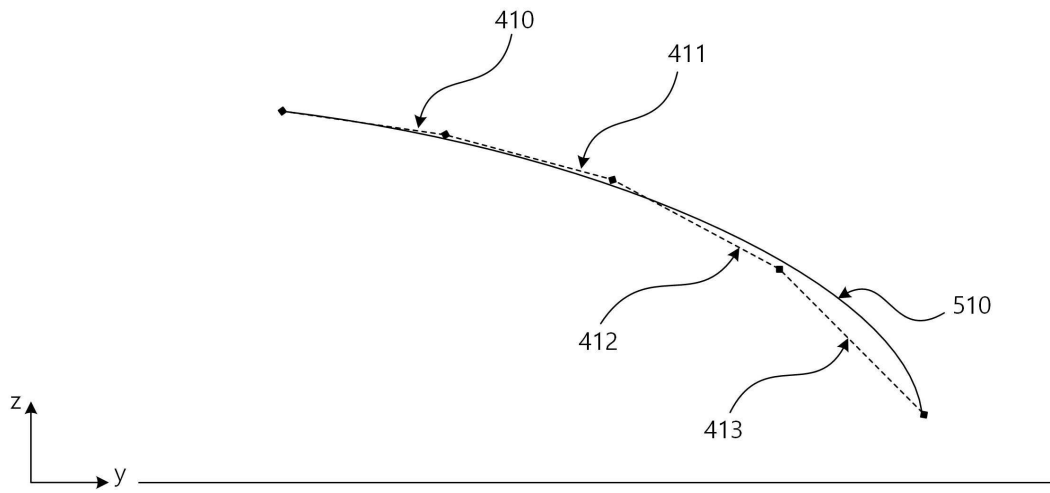
도면3



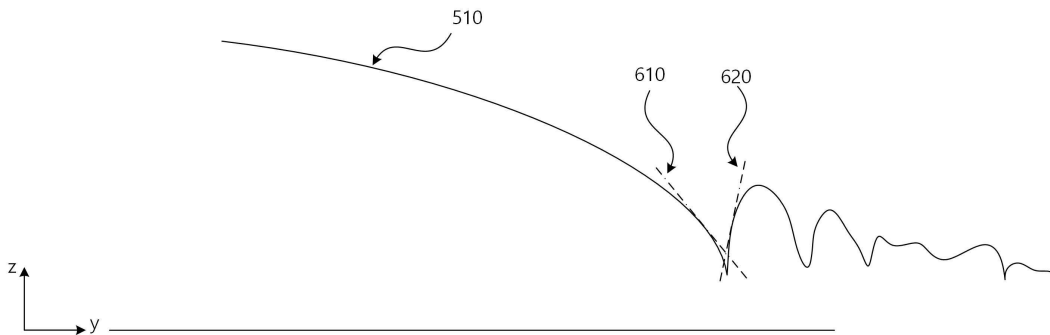
도면4



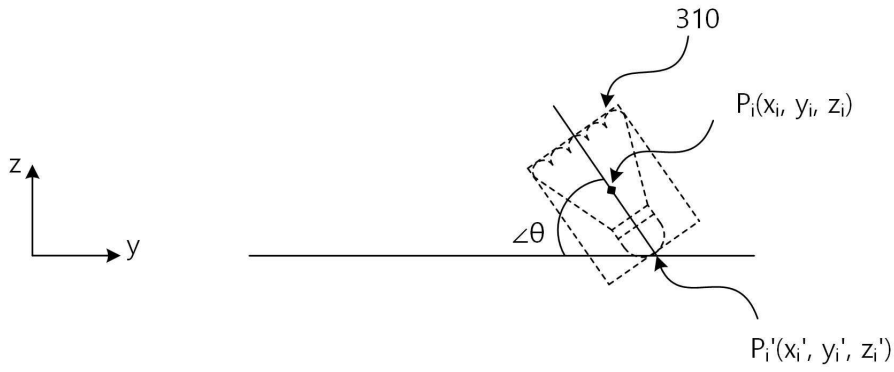
도면5



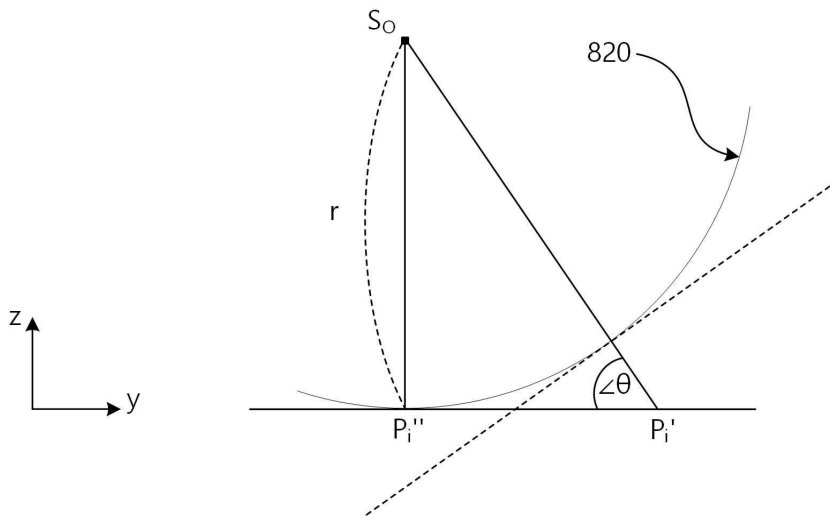
도면6



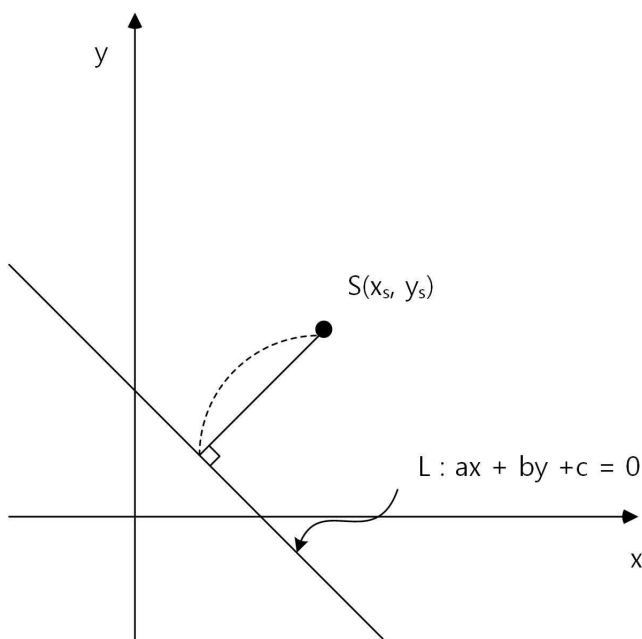
도면7



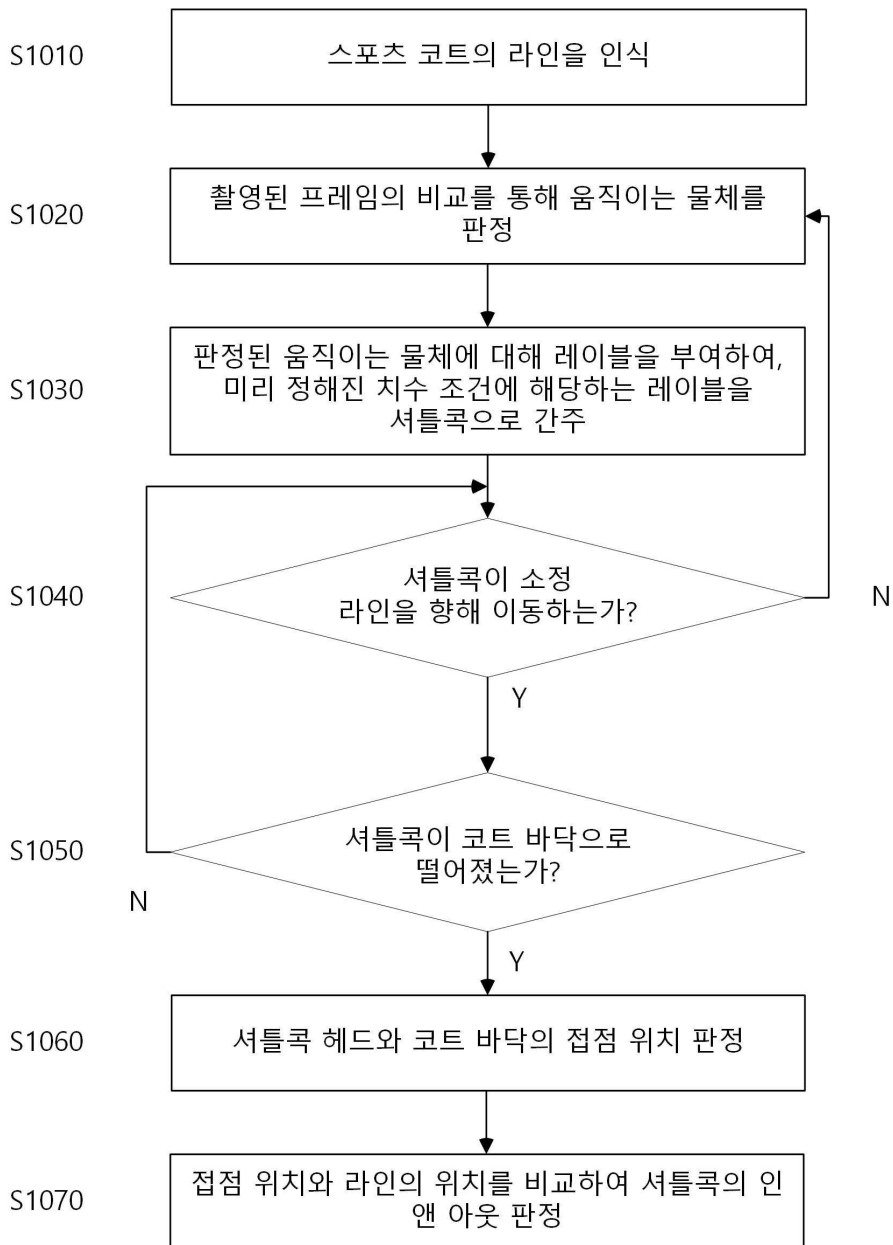
도면8



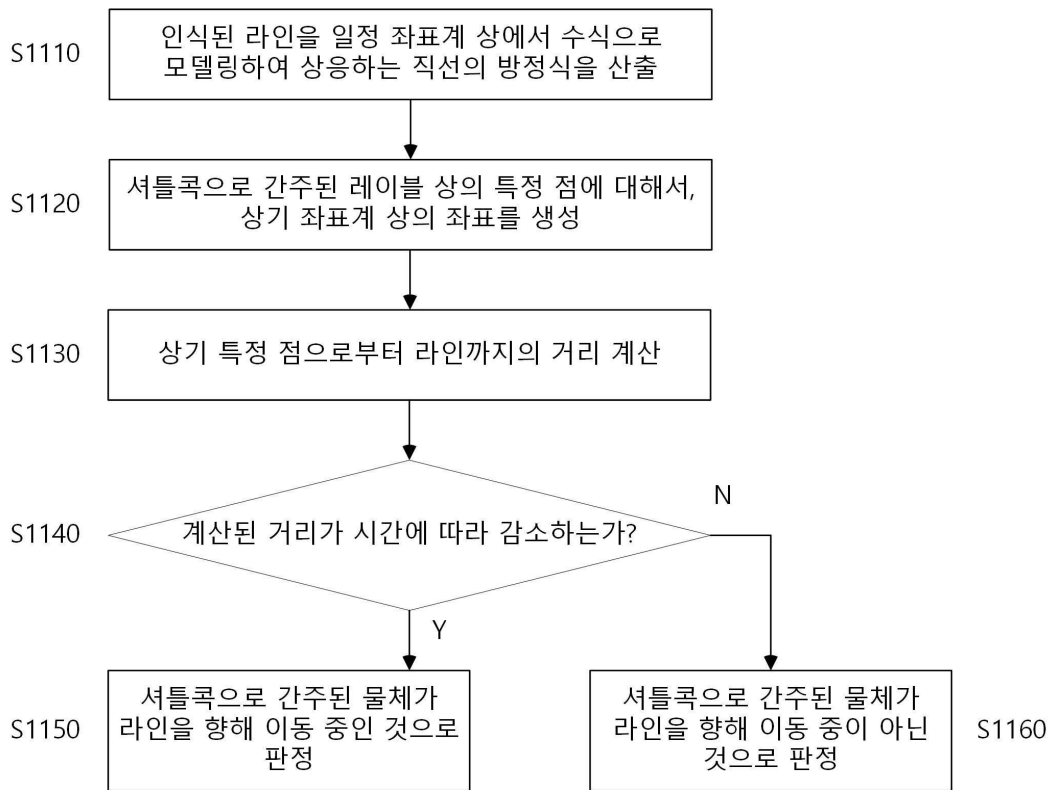
도면9



도면10



도면11



도면12

