



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월16일
(11) 등록번호 10-2101512
(24) 등록일자 2020년04월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01P 13/04 (2006.01) A63B 45/02 (2006.01)
G01P 3/44 (2006.01) G06T 5/00 (2019.01)
G06T 7/11 (2017.01) G06T 7/66 (2017.01)

(52) CPC특허분류
G01P 13/04 (2013.01)
A63B 45/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0128139

(22) 출원일자 2018년10월25일

심사청구일자 2018년10월25일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001304830 A*

KR1020160146266 A*

JP4723876 B2*

JP07286837 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 뷰웍스

경기도 안양시 동안구 부림로170번길 41-3 (관양동)

(72) 발명자

최기룡

경기도 군포시 금정로39번길 10-2(금정동) 301호

(74) 대리인

특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 김기환

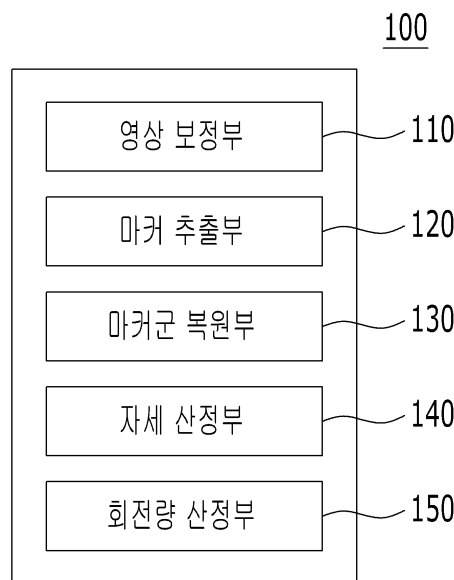
(54) 발명의 명칭 회전체의 회전량 산정 장치 및 서버

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치는 표면에 2개 이상의 마커(Marker)를 포함하는 마커군(Group)이 표시된 골프공의 영상을 촬영하는 영상 취득 장치로부터 상기 골프공의 제1 영상을 수신하고 노이즈를 제거하여 상기 골프공에 대한 제1 정규화된 영상을 생성하는 영상 보정부, 상기 영상 보정부로부터 상기 골프공

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



에 대한 제1 정규화된 영상을 수신하고 상기 수신한 제1 정규화된 영상 내에서 상기 골프공에 표시된 마커를 추출하는 마커 추출부, 상기 마커 추출부가 추출한 마커의 위치를 이용하여 상기 마커군에 포함되되 상기 마커 추출부에 의해 추출되지 않은 나머지 마커가 속하는 평면을 산정하여 상기 마커군을 복원하는 마커군 복원부, 상기 마커군 복원부가 복원한 상기 마커군의 중심점을 산정하고, 상기 산정한 마커군의 중심점을 이용하여 상기 골프공의 상대적인 자세의 방향을 산정하는 자세 산정부 및 상기 자세 산정부가 산정한 상기 골프공의 상대적인 자세의 방향을 이용하여 상기 골프공의 회전량을 산정하는 회전량 산정부를 포함한다.

(52) CPC특허분류

- G01P 3/44* (2013.01)
 - G06T 5/001* (2013.01)
 - G06T 7/11* (2017.01)
 - G06T 7/66* (2017.01)
-

명세서

청구범위

청구항 1

표면에 복수의 마커(Marker)를 포함하는 마커군(Group)이 표시된 회전체의 영상을 촬영하는 영상 취득 장치로부터 상기 회전체의 제1 영상을 수신하고 노이즈를 제거하여 상기 회전체에 대한 제1 정규화된 영상을 생성하는 영상 보정부;

상기 영상 보정부로부터 상기 회전체에 대한 제1 정규화된 영상을 수신하고 상기 수신한 제1 정규화된 영상 내에서 상기 회전체에 표시된 마커를 추출하는 마커 추출부;

상기 마커 추출부가 추출한 적어도 2개의 마커의 위치를 이용하여 상기 마커군에 포함되되 상기 마커 추출부에 의해 추출되지 않은 나머지 마커가 속하는 평면을 산정하여 상기 마커군을 복원하는 마커군 복원부;

상기 마커군 복원부가 복원한 상기 마커군의 중심점을 산정하고, 상기 산정한 마커군의 중심점을 이용하여 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향을 산정하는 자세 산정부; 및

상기 자세 산정부가 산정한 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향을 이용하여 상기 회전체의 회전량을 산정하는 회전량 산정부;

를 포함하는 회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 마커군이 포함하는 상기 복수의 마커는,

상기 마커군의 중심점의 접평면으로부터 소정 각도를 이루며 표시된,

회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 마커군은,

제1 마커, 제2 마커 및 제3 마커를 포함하는,

회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 마커 추출부가 추출한 마커가 제1 마커, 제2 마커 및 제3 마커인 경우,

상기 마커군 복원부는,

상기 제1 마커, 제2 마커 및 제3 마커가 만드는 평면의 법선 벡터를 산정하고,

상기 자세 산정부는,

상기 산정한 법선 벡터를 상기 회전체의 반지름에 맞게 정규화하여 상기 마커군의 중심점으로 산정하는,

회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 마커 추출부가 추출한 마커가 제1 마커 및 제2 마커인 경우,
 상기 마커군 복원부는,
 상기 제1 마커 및 제2 마커의 중점을 산정하고,
 상기 자세 산정부는,
 상기 회전체의 중심에서 상기 제1 마커 및 제2 마커의 중점에 이르는 선을 상기 제1 마커 및 제2 마커를 연결하는 선을 중심으로 소정 각도 회전시켜 상기 마커군의 중심점을 산정하는,
 회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,
 상기 소정 각도는,
 다음과 같은 수학적식에 따라 산정되는,
 회전체의 회전량 산정 장치.

소정 각도: $\cos^{-1} \frac{2h}{|제1\ 마커 + 제2\ 마커|}$

(여기서 r은 회전체의 반지름, h는 회전체의 중심에서 제1 마커 및 제 2 마커의 중점에 이르는 선)

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 마커군은,
 제1 마커, 제2 마커, 제3 마커 및 제4 마커를 포함하는,
 회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 마커 추출부가 추출한 마커가 제1 마커, 제2 마커 및 제3 마커인 경우,
 상기 마커군 복원부는,
 상기 제1 마커, 제3 마커 및 상기 회전체의 중심이 만드는 제1 평면, 상기 제1 평면의 법선 벡터와 상기 제2 마커 및 상기 회전체의 중심이 만드는 제2 평면을 산정하며,
 상기 자세 산정부는,
 상기 제1 평면과 상기 제2 평면의 교선이 상기 회전체의 표면과 맞닿는 점을 상기 마커군의 중심점으로 산정하는,
 회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,
 상기 마커 추출부가 추출한 마커가 제1 마커 및 제2 마커인 경우,
 상기 마커군 복원부는,
 상기 회전체 표면상의 임의의 점을 설정하고, 상기 회전체의 중심으로부터 상기 설정한 임의의 점에 이르는 벡터가 상기 설정한 임의의 점으로부터 상기 제1 마커의 좌표에 이르는 벡터 및 상기 설정한 임의의 점으로부터

상기 제2 마커의 좌표에 이르는 벡터와 수직이고, 상기 설정한 임의의 점으로부터 상기 제1 마커의 좌표에 이르는 벡터와 상기 설정한 임의의 점으로부터 상기 제2 마커의 좌표에 이르는 벡터가 수직인 상기 임의의 점의 좌표를 산정하고,

상기 자세 산정부는

상기 회전체의 중심으로부터 상기 산정한 임의의 점의 좌표에 이르는 벡터가 상기 회전체의 표면과 맞는 점을 상기 마커군의 중심점으로 산정하는,

회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 10

제4항, 제5항, 제8항 및 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자세 산정부는,

상기 산정한 마커군의 중심점을 제1 기준 마커로 설정하고, 상기 제1 기준 마커, 상기 제1 마커 및 상기 회전체의 중심이 만드는 평면의 법선 벡터의 방향을 상기 제1 정규화된 영상 내에서 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향으로 산정하는,

회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 회전량 산정부는,

상기 제1 정규화된 영상 내에서 상기 설정한 제1 기준 마커를 기준으로 상기 산정한 회전체의 상대적인 자세의 방향으로 소정 각도 이내의 임의의 지점을 제2 기준 마커로 설정하며,

제2 정규화된 영상 내에서 산정한 마커군의 중심과 상기 회전체의 상대적인 방향을 이용하여 상기 제1 기준 마커를 기준으로 소정 각도 이내에 위치하는 제1' 기준 마커 및 상기 제2 기준 마커를 기준으로 소정 각도 이내에 위치하는 제2' 기준 마커를 설정하고,

상기 제1 기준 마커, 제1' 기준 마커, 제2 기준 마커 및 제2' 기준 마커를 이용하여 상기 회전체의 회전축의 좌표를 산정하는,

회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 회전축의 좌표의 산정은,

다음과 같은 수학적식에 따라 산정되는,

회전체의 회전량 산정 장치.

회전축의 좌표:
$$\pm(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1) \times (x_4 - x_3, y_4 - y_3, z_4 - z_3)$$

(여기서, (x1, y1, z1)은 제1 기준 마커의 좌표, (x2, y2, z2)는 제1' 기준 마커의 좌표, (x3, y3, z3)은 제2 기준 마커의 좌표, (x4, y4, z4)는 제2' 기준 마커의 좌표)

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 회전량 산정부는,

상기 산정한 회전축의 좌표로부터 상기 제1 기준 마커의 좌표에 이르는 제1 벡터, 상기 제1' 기준 마커의 좌표에 이르는 제2 벡터 및 상기 제1 벡터 또는 제2 벡터 중 어느 하나를 상기 회전축에 사영시킨 제3 벡터를 이용

하여 상기 회전체의 회전각을 산정하는,
회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,
상기 회전체의 회전각 산정은,
다음과 같은 수학식에 따라 산정되는,
회전체의 회전량 산정 장치.

$$\cos^{-1}\left(\frac{(s-r)\cdot(t-r)}{\|s-r\|\|t-r\|}\right)$$

회전체의 회전각:

(여기서, s는 제1 벡터, t는 제2 벡터, r은 제3 벡터)

청구항 15

제1항에 있어서,
상기 마커군은,
상기 회전체 표면에 2개 이상 표시된,
회전체의 회전량 산정 장치.

청구항 16

하나 이상의 프로세서;
네트워크 인터페이스;
상기 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램을 로드(Load)하는 메모리; 및
대용량 네트워크 데이터 및 상기 컴퓨터 프로그램을 저장하는 스토리지를 포함하되,
상기 컴퓨터 프로그램은,
표면에 복수의 마커(Marker)를 포함하는 마커군(Group)이 표시된 회전체의 영상을 촬영하는 영상 취득 장치로부터 상기 회전체의 제1 영상을 수신하고 노이즈를 제거하여 상기 회전체에 대한 제1 정규화된 영상을 생성하는 오퍼레이션;
상기 생성한 제1 정규화된 영상 내에서 상기 회전체에 표시된 마커를 추출하는 오퍼레이션;
상기 추출한 적어도 2개의 마커의 위치를 이용하여 상기 마커군에 포함되지 않은 상기 마커를 추출하는 오퍼레이션에서 추출되지 않은 나머지 마커가 속하는 평면을 산정하여 상기 마커군을 복원하는 오퍼레이션;
상기 복원한 상기 마커군의 중심점을 산정하고, 상기 산정한 마커군의 중심점을 이용하여 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향을 산정하는 오퍼레이션; 및
상기 산정한 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향을 이용하여 상기 회전체의 회전량을 산정하는 오퍼레이션;
을 포함하는,
회전체의 회전량 산정 서버.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 회전체의 회전량 산정 장치 및 서버에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 골프공에 표시된 마커군을 촬영하고 이를 분석하여 회전량을 산정하는 장치 및 서버에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 고급 스포츠인 골프(Golf)가 보편화됨에 따라 남녀노소를 불문하고 모든 사람들이 애용하는 국민 스포츠가 되었으며, 최근에는 필드(Field)라 불리는 야외 골프장에서뿐만 아니라 실내 골프장에서도 골프를 손쉽게 즐길 수 있게 되었다.
- [0003] 이러한 실내 골프장은 또 다른 말로 스크린 골프장이라고도 불리며, 스크린 골프장에는 야외 골프장의 모습을 3D 환경으로 구현하여 스크린에 출력하고, 사용자가 스크린을 향하여 골프공을 타격함으로써 실제 야외 골프장에서 골프를 즐기는 느낌과 유사한 느낌을 주는 스크린 골프 장치가 대부분 설치되어 있다.
- [0004] 스크린 골프 장치는 단순히 야외 골프장의 모습을 3D 환경으로 구현한 것뿐만 아니라, 일종의 연습용 장치로서의 기능도 수행할 수 있는바, 스크린 골프 장치는 사용자가 타격하는 골프공의 속도, 방향, 회전량 등과 같은 운동량을 실시간으로 산정하여 제공하며, 사용자는 이를 확인하여 자신의 문제점을 개선해나갈 수 있다.
- [0005] 이렇듯 스크린 골프 장치는 연습용 장치로서의 기능을 수행하기 때문에 사용자가 타격하는 골프공의 운동량을 정확하게 산정하여 제공하는 것이 매우 중요하며, 초보 사용자의 경우 골프공이 한쪽 방향으로 치우쳐 나아가는 것이 일반적이지만, 골프공이 나아가는 방향을 정확하게 산정하여 제공하는 것이 무엇보다 중요하다.
- [0006] 여기서 골프공이 나아가는 방향은 회전량과 밀접한 관계가 있는바, 특정 방향으로의 회전량이 강하면 골프공은 해당 특정 방향으로 더 크게 휘어져 나아가고, 특정 방향으로의 회전량이 약하면 골프공은 해당 특정 방향으로 더 작게 휘어져 나아가기 때문이다.
- [0007] 종래의 스크린 골프 장치는 골프공의 회전량을 산정하기 위해 복수 개의 마커(Marker)를 표시한 골프공을 연속적으로 촬영하고, 복수 개의 마커 중 어느 하나의 마커를 기준 마커로 설정하여, 촬영한 영상 내에서 기준 마커의 좌표가 이동하는 것을 기준으로 골프공의 회전량을 산정하였다. 그러나 이러한 방식은 기준 마커가 표시되지 않은 골프공의 특정 부분이 촬영된 영상의 경우 그 이후의 영상에서 기준 마커가 표시된 부분이 탐색될 때까지 회전량 산정을 건너 뛴 수밖에 없으며, 골프공의 회전은 매우 빠르기 때문에 기준 마커가 표시된 골프공이 촬영된 이후 연속하는 다음 영상에서도 골프공의 같은 위치에 기준 마커가 표시된 영상이 촬영되는 경우가 빈번한바, 그에 따라 산정한 골프공의 회전량은 오차가 발생하여 정확도가 떨어진다는 문제점이 있다. 예를 들어, 촬영된 영상 내의 제1 시간에서 기준 마커가 표시된 골프공이 촬영되었고, 그 이후의 제5 시간에서 기준 마커가 표시된 골프공이 촬영되었다면, 그 사이의 시간인 제2 시간 내지 제4 시간에서의 골프공의 회전량 산정에 있어서 고려의 대상이 되지 못하는 것이며, 촬영된 영상 내의 제1 시간에서 마커가 표시된 골프공이 촬영되었고, 그 이후 연속하는 제2 시간에서 동일한 위치에 마커가 표시된 골프공이 촬영되었다면 골프공의 회전량 산정은 그 이후의 영상에 의존할 수밖에 없다.
- [0008] 또한, 종래의 스크린 골프 장치는 골프공의 회전량을 산정함에 있어서 기준 마커의 위치를 이용하는바, 골프공이 촬영된 영상 내에서 기준 마커가 골프공의 외곽으로 향하면서 이에 대한 정확한 위치를 산정하기 어려워지므로, 골프공의 회전량 산정의 정확도가 떨어지는 현상을 야기할 수밖에 없다.
- [0009] 이러한 종래 스크린 골프 장치의 문제점들은 연습용 장치로서의 기능을 수행함에 있어서 매우 치명적인 단점에 해당할 수 있다.
- [0010] 따라서, 종래의 스크린 골프 장치가 골프공의 회전량을 산정하는 방식의 문제점, 보다 구체적으로 촬영된 영상 내에서 기준 마커가 표시된 골프공이 촬영되지 않은 경우의 시간 및 연속하는 영상 내에서 마커가 동일한 위치에 촬영되는 경우, 그리고 촬영된 영상 내에서 기준 마커가 골프공의 외곽으로 향하면서 골프공의 회전량 산정의 정확도가 떨어지는 현상까지 고려하여 골프공의 회전량을 오차의 발생 없이 정확하게 산정하는 방법이 요구된다. 본 발명은 이와 관련된 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-0881452호(2009.01.23)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 골프공을 촬영한 영상 내에서 기준 마커가 촬영되지 않은 경우의 시간까지 고려하여 골프공의 회전량을 오차의 발생 없이 정확하게 산정하는 회전체의 회전량 산정 장치 및 서버를 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 연속하는 영상 내에서 마커가 동일한 위치에 촬영되는 경우에도 골프공의 회전량을 오차의 발생 없이 정확하게 산정하는 회전체의 회전량 산정 장치 및 서버를 제공하는 것이다.
- [0014] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 촬영된 영상 내에서 기준 마커가 골프공의 외곽으로 향하면서 골프공의 회전량 산정의 정확도가 떨어지는 현상을 방지하여 골프공의 회전량을 오차의 발생 없이 정확하게 산정하는 회전체의 회전량 산정 장치 및 서버를 제공하는 것이다.
- [0015] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체회전체의 회전량 산정 장치는 표면에 2개 이상의 마커(Marker)를 포함하는 마커군(Group)이 표시된 회전체의 영상을 촬영하는 영상 취득 장치로부터 상기 회전체의 제1 영상을 수신하고 노이즈를 제거하여 상기 회전체에 대한 제1 정규화된 영상을 생성하는 영상 보정부, 상기 영상 보정부로부터 상기 회전체에 대한 제1 정규화된 영상을 수신하고 상기 수신한 제1 정규화된 영상 내에서 상기 회전체에 표시된 마커를 추출하는 마커 추출부, 상기 마커 추출부가 추출한 마커의 위치를 이용하여 상기 마커군에 포함되되 상기 마커 추출부에 의해 추출되지 않은 나머지 마커가 속하는 평면을 산정하여 상기 마커군을 복원하는 마커군 복원부, 상기마커군 복원부가 복원한 상기 마커군의 중심점을 산정하고, 상기 산정한 마커군의 중심점을 이용하여 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향을 산정하는 자세 산정부 및 상기 자세 산정부가 산정한 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향을 이용하여 상기 회전체의 회전량을 산정하는 회전량 산정부를 포함한다.
- [0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 마커군이 포함하는 2개 이상의 마커는, 상기 마커군의 중심점의 접평면으로부터 소정 각도를 이루며 대칭으로 표시될 수 있다.
- [0018] 일 실시 예에 따르면, 상기 마커군은, 1 마커, 제2 마커 및 제3 마커를 포함할 수 있다.
- [0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 마커 추출부가 추출한 마커가 제1 마커, 제2 마커 및 제3 마커인 경우, 상기 마커군 복원부는, 상기 제1 마커, 제2 마커 및 제3 마커가 만드는 평면의 법선 벡터를 산정하고, 상기 자세 산정부는, 상기 산정한 법선 벡터를 상기 회전체의 반지름에 맞게 정규화하여 상기 마커군의 중심점으로 산정할 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 따르면, 상기 마커 추출부가 추출한 마커가 제1 마커 및 제2 마커인 경우, 상기 마커군 복원부는, 상기 제1 마커 및 제2 마커의 중점을 산정하고, 상기 자세 산정부는, 상기 회전체의 중심에서 상기 제1 마커 및 제2 마커의 중점에 이르는 선을 상기 제1 마커 및 제2 마커를 연결하는 선을 중심으로 소정 각도 회전시켜 상기 마커군의 중심점을 산정할 수 있다.
- [0021] 일 실시 예에 따르면, 상기 소정 각도는, 다음과 같은 수학적식에 따라 산정될 수 있다.

$$\cos^{-1} \frac{2h}{|제1 마커 + 제2 마커|}$$

[0022] 소정 각도:

[0023] (여기서 r은 회전체의 반지름, h는 회전체의 중심에서 제1 마커 및 제 2 마커의 중점에 이르는 선)

[0024] 일 실시 예에 따르면, 상기 마커군은, 제1 마커, 제2 마커, 제3 마커 및 제4 마커를 포함하는 마커군일 수 있다.

[0025] 일 실시 예에 따르면, 상기 마커 추출부가 추출한 마커가 제1 마커, 제2 마커 및 제3 마커인 경우, 상기 마커군 복원부는, 상기 제1 마커, 제3 마커 및 상기 회전체의 중심이 만드는 제1 평면, 상기 제1 평면의 법선 벡터와 상기 제2 마커 및 상기 회전체의 중심이 만드는 제2 평면을 산정하며, 상기 자세 산정부는, 상기 제1 평면과 상기 제2 평면의 교선이 상기 회전체의 표면과 맞닿는 점을 상기 마커군의 중심점으로 산정할 수 있다.

[0026] 일 실시 예에 따르면, 상기 마커 추출부가 추출한 마커가 제1 마커 및 제2 마커인 경우, 상기 마커군 복원부는, 상기 회전체 표면상의 임의의 점을 설정하고, 상기 회전체의 중심으로부터 상기 설정한 임의의 점에 이르는 벡터가 상기 설정한 임의의 점으로부터 상기 제1 마커의 좌표에 이르는 벡터 및 상기 설정한 임의의 점으로부터 상기 제2 마커의 좌표에 이르는 벡터와 수직이고, 상기 설정한 임의의 점으로부터 상기 제1 마커의 좌표에 이르는 벡터와 상기 설정한 임의의 점으로부터 상기 제2 마커의 좌표에 이르는 벡터가 수직인 상기 임의의 점의 좌표를 산정하고, 상기 자세 산정부는, 상기 회전체의 중심으로부터 상기 산정한 임의의 점의 좌표에 이르는 벡터가 상기 회전체의 표면과 맞닿는 점을 상기 마커군의 중심점으로 산정할 수 있다.

[0027] 일 실시 예에 따르면, 상기 자세 산정부는, 상기 산정한 마커군의 중심점을 제1 기준 마커로 설정하고, 상기 제1 기준 마커, 상기 제1 마커 및 상기 회전체의 중심이 만드는 평면의 법선 벡터의 방향을 상기 제1 정규화된 영상 내에서 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향으로 산정할 수 있다.

[0028] 일 실시 예에 따르면, 상기 회전량 산정부는, 상기 제1 정규화된 영상 내에서 상기 설정한 제1 기준 마커를 기준으로 상기 산정한 회전체의 상대적인 자세의 방향으로 소정 각도 이내의 임의의 지점을 제2 기준 마커로 설정하며, 제2 정규화된 영상 내에서 산정한 마커군의 중심과 상기 회전체의 상대적인 방향을 이용하여 상기 제1 기준 마커를 기준으로 소정 각도 이내에 위치하는 제1' 기준 마커 및 상기 제2 기준 마커를 기준으로 소정 각도 이내에 위치하는 제2' 기준 마커를 설정하고, 상기 제1 기준 마커, 제1' 기준 마커, 제2 기준 마커 및 제2' 기준 마커를 이용하여 상기 회전체의 회전축의 좌표를 산정할 수 있다.

[0029] 일 실시 예에 따르면, 상기 회전축의 좌표의 산정은, 다음과 같은 수학식에 따라 산정될 수 있다.

[0030] 회전축의 좌표:
$$\pm(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1) \times (x_4 - x_3, y_4 - y_3, z_4 - z_3)$$
 (여기서, (x1, y1, z1)은 제1 기준 마커의 좌표, (x2, y2, z2)는 제1' 기준 마커의 좌표, (x3, y3, z3)은 제2 기준 마커의 좌표, (x4, y4, z4)는 제2' 기준 마커의 좌표)

[0031] 일 실시 예에 따르면, 상기 회전량 산정부는, 상기 산정한 회전축의 좌표로부터 상기 제1 기준 마커의 좌표에 이르는 제1 벡터, 상기 제1' 기준 마커의 좌표에 이르는 제2 벡터 및 상기 제1 벡터 또는 제2 벡터 중 어느 하나를 상기 회전축에 사영시킨 제3 벡터를 이용하여 상기 회전체의 회전각을 산정할 수 있다.

[0032] 일 실시 예에 따르면, 상기 회전체의 회전각 산정은, 다음과 같은 수학식에 따라 산정될 수 있다.

[0033] 회전체의 회전각:
$$\cos^{-1}\left(\frac{(s-r) \cdot (t-r)}{\|s-r\| \|t-r\|}\right)$$

[0034] (여기서, s는 제1 벡터, t는 제2 벡터, r은 제3 벡터)

[0035] 일 실시 예에 따르면, 상기 마커군은, 상기 회전체 표면에 2개 이상 표시될 수 있다.

[0036] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 서버는, 하나 이상의 프로세서, 네트워크 인터페이스, 상기 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램을 로드(Load)하는 메모리 및 대용량 네트워크 데이터 및 상기 컴퓨터 프로그램을 저장하는 스토리지를 포함하되, 상기 컴퓨터 프로그램은, 표면에 2개 이상의 마커(Marker)를 포함하는 마커군(Group)이 표시된 회전체의 영상을 촬영하는 영상 취득 장치로부터 상기 회전체의 제1 영상을 수신하고 노이즈를 제거하여 상기 회전체에 대한 제1 정규화된 영상을 생성하는 오퍼레이션, 상기 생성한 제1 정규화된 영상 내에서 상기 회전체에 표시된 마커를 추출하는 오퍼레이션, 상기 추출한 마커의 위치를 이용하여 상기 마커군에 포함되지 않은 나머지 마커가 속하는 평면을 산정하여 상기 마커군을 복원하는 오퍼레이션, 상기 복원한 상기 마커군의 중심점을 산정하고, 상기 산정한 마커군의 중심점을 이용하여 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향을 산정하는 오퍼레이션 및 상기 산정한 상기 회전체의 상대적인 자세의 방향을 이용하여 상기 회전체의 회전량을 산정하는 오퍼레이션을 포함한다.

발명의 효과

[0038] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 1개의 마커가 아닌 2개 이상의 마커를 포함하는 마커군이 표시된 골프공의 영상에서 기준 마커가 아닌, 마커의 일부가 촬영되지 않은 경우까지 고려하여 산정한 마커군의 중심점 및 골프공의 상대적인 방향을 이용하여 골프공의 회전량을 산정하므로, 골프공의 회전량을 오차의 발생 없이 정확하게 산정할 수 있다는 효과가 있다.

- [0039] 또한, 1개의 마커가 아닌 2개 이상의 마커를 포함하는 마커군이 표시된 골프공의 영상에서 기준 마커가 아닌, 마커군의 중심점 및 골프공의 상대적인 방향을 이용하여 골프공의 회전량을 산정하므로, 기준 마커가 표시된 골프공이 촬영된 이후 연속하는 다음 영상에서도 골프공의 같은 위치에 기준 마커가 표시된 영상이 촬영되는 경우라도 마커군의 중심점의 위치나 상대적인 자세의 방향은 상이해지기 때문에, 골프공의 회전량을 오차의 발생 없이 정확하게 산정할 수 있다는 효과가 있다.
- [0040] 또한, 1개의 마커가 아닌 2개 이상의 마커를 포함하는 마커군이 골프공에 2개 이상 표시될 수 있는바, 촬영된 영상 내에서 마커를 추출할 수 있는 확률이 높아지므로, 골프공의 회전량 산정에 있어서 정확성을 기할 수 있다는 효과가 있다.
- [0041] 또한, 골프공의 회전량을 산정함에 있어서 골프공의 중심에 근접한 마커군의 중심점을 이용하므로, 골프공이 촬영된 영상 내에서 기준 마커가 골프공의 외곽으로 향하면서 회전량 산정의 정확도가 떨어지는 현상을 방지할 수 있다는 효과가 있다.
- [0042] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해 될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치의 전체 구성을 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 마커군이 표시된 골프공의 모습을 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 3은 영상 취득 장치가 사용자가 타격하는 골프공의 영상을 촬영하는 모습을 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 4는 마커군이 포함하는 마커가 4개인 경우 마커 추출부가 추출한 마커를, 보다 구체적으로 4개의 마커를 추출한 경우를 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 5는 마커군이 포함하는 마커가 4개인 경우 마커 추출부가 추출한 마커를, 보다 구체적으로 3개의 마커를 추출한 경우를 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 6은 마커군이 포함하는 마커가 4개인 경우 마커 추출부가 추출한 마커를, 보다 구체적으로 2개의 마커를 추출한 경우를 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 7은 골프공의 회전축을 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 8은 회전량 산정부가 골프공의 회전량을 산정함에 있어서 요구되는 항목들을 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 9는 마커군이 포함하는 마커가 3개인 경우 마커 추출부가 추출한 마커를, 보다 구체적으로 3개의 마커를 추출한 경우를 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 10은 마커군이 포함하는 마커가 3개인 경우 마커 추출부가 추출한 마커를, 보다 구체적으로 2개의 마커를 추출한 경우를 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 골프공의 회전량 산정 서버의 전체 구성을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0045] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다.
- [0046] 예를 들어, 회전체는 회전 운동을 수행하는 오브젝트(Object)라면 그 형상에 관계 없이 모두 오브젝트를 포함하는 개념으로 볼 수 있을 것이다. 그러나 설명의 편의상, 이하의 명세서에서 사용하는 회전체는 "골프공"을 예시로 하여 설명하는 것으로 한다.

- [0047] 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다. 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다.
- [0048] 한편, 명세서에서 사용되는 "포함한다 (comprises)" 및/또는 "포함하는 (comprising)"은 언급된 구성 요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성 요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0049] 이하, 본 발명에 대하여 첨부된 도면에 따라 보다 상세히 설명한다.
- [0050] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(100)의 전체 구성을 예시적으로 도시한 도면이다.
- [0051] 그러나 이는 본 발명의 목적을 달성하기 위한 바람직한 실시 예일 뿐이며, 필요에 따라 일부 구성이 추가되거나 삭제될 수 있고, 어느 한 구성이 수행하는 역할을 다른 구성이 함께 수행할 수도 있음은 물론이다.
- [0052] 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(100)는 영상 보정부(110), 마커 추출부(120), 마커군 복원부(130), 자세 산정부(140) 및 회전량 산정부(150)를 포함할 수 있으며, 기타 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(100)의 구동을 위해 필요한 부가적인 구성들 역시 더 포함할 수 있다.
- [0053] 영상 보정부(110)는 표면에 2개 이상의 마커(Marker, 205)를 포함하는 마커군(Group, 210)이 표시된 골프공(200)의 영상을 촬영하는 영상 취득 장치(300)로부터 골프공(200)의 제1 영상을 수신하고 노이즈를 제거하여 골프공(200)에 대한 제1 정규화된 영상을 생성한다.
- [0054] 도 2는 마커군(210)이 표시된 골프공(200)의 모습을 예시적으로 도시하고 있는바, 마커군(210)은 정사각형 형태로 배치된 원 형상의 4개의 마커(205)를 포함하며, 골프공(200)의 표면에 2개 이상의 마커군(210)이 표시될 수 있다.
- [0055] 여기서 마커(205) 자체의 형상은 도 2에 도시된 원 형상뿐만 아니라, 다양한 형상, 예를 들어 별 형상, 삼각형 형상 및 사각형 형상 등으로 표시할 수 있음은 물론이며, 마커군(210)이 포함하는 2개 이상의 마커(205) 역시 정사각형 형태뿐만 아니라 다양한 도형의 형태로 배치될 수 있음은 물론이다. 단, 어느 경우에도 마커군(210)이 포함하는 2개 이상의 마커(205)는 마커군(210)의 중심점의 접평면으로부터 소정 각도를 이루며 배치되는 것이 바람직하며, 이 경우 2개 이상의 마커(205)는 대칭 형상으로 배치되는 것이 일반적일 것이나, 이는 필수적인 것은 아니라 할 것이다.
- [0056] 한편, 골프공(200)의 표면에 2개 이상의 마커군(210)이 표시될 수 있는바, 표시되는 마커군(210)의 수는 제한이 없으나 후술할 골프공(200)의 회전량 산정의 정확성 기여 및 골프공(200) 자체의 심미적인 외관을 유지하기 위해 4개 내지 8개가 표시되는 것이 바람직하다 할 것이다.
- [0057] 도 3은 영상 취득 장치(300)가 사용자가 타격하는 골프공(200)의 영상을 촬영하는 모습을 예시적으로 도시하고 있는바, 영상 취득 장치(300)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(200)가 포함하는 일 구성 또는 외부에 구현되고 별도의 유/무선 통신 수단을 통해 연결 가능한 외부 구성일 수도 있다.
- [0058] 한편, 영상 취득 장치(300)가 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(200)가 포함하는 일 구성 또는 외부 구성인지 여부와는 별개로, 영상 취득 장치(300)는 어느 경우에도 골프공(200)의 영상을 촬영하기 때문에 카메라와 같은 촬영 수단을 반드시 포함해야 하며, 촬영 수단은 사용자가 타격하는 골프공(200)을 촬영함에 있어서 적합한 위치에 배치되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 촬영 수단은 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(100)를 포함하는 스크린 골프 장치가 설치된 스크린 골프장의 천장에 배치되어 해당 스크린 골프 장치에서 사용자가 타격하는 골프공(200)의 이동 궤적에 따른 영상을 모두 촬영할 수 있도록 함이 바람직할 것이다.
- [0059] 영상 보정부(110)는 영상 취득 장치(300)로부터 골프공(200)의 제1 영상을 수신하고 노이즈를 제거하여 골프공(200)에 대한 제1 정규화된 영상을 생성하는바, 제1 정규화된 영상 생성을 위한 노이즈 제거는 기 공지된 어떠한 알고리즘을 이용하여도 무방하며, 제1 영상은 사용자가 골프공(200)을 타격한 시점부터 타격한 골프공(200)이 스크린에 부딪히는 시점까지 중 어느 한 시점을 포함하는 영상일 수 있으나, 골프공(200)의 회전량을 산정하기 위한 본 발명의 목적상, 제1 영상은 사용자가 골프공(200)을 타격한 시점을 포함하는 영상임이 바람직하다 할 것이다.

- [0060] 마커 추출부(120)은 영상 보정부(110)로부터 골프공(200)에 대한 제1 정규화된 영상을 수신하고, 수신한 제1 정규화된 영상 내에서 골프공(200)에 표시된 마커(205)를 추출한다.
- [0061] 여기서 마커(205)의 추출은 기 공지된 영상 식별 알고리즘 중 어떠한 알고리즘을 이용하여도 무방한바, 예를 들어, 제1 정규화된 영상 내에서 골프공(200)과 배경을 1차적으로 식별한 후, 식별한 골프공(200) 내에서 골프공(200)과 색상이 상이한 마커(205)를 추출하는 영상 식별 알고리즘을 이용할 수 있다.
- [0062] 도 4 내지 도 6에는 마커 추출부(120)가 추출한 마커(205)를 실선으로, 그 이외의 것을 점선으로 예시적으로 도시하고 있는바, 정사각형 형상으로 배치된 4개의 마커(205)를 포함하는 마커군(210) 중, 도 4에서는 4개의 마커(205)가, 도 5에는 3개의 마커(205)가, 도 6에는 2개의 마커(205)가 추출된 것을 확인할 수 있으며, 마커군(210)이 포함하는 4개의 마커(205)를 각각 제1 마커(205-1) 내지 제4 마커(205-4)로, 보다 구체적으로 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2), 제2 마커(205-2)와 마주보는 마커를 제3 마커(205-3), 제1 마커(205-1)와 마주보는 마커를 제4 마커(205-4)로 명명하여 이하의 설명을 이어가도록 한다. 이 경우 도 4에서는 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2), 제3 마커(205-3) 및 제4 마커(205-4)가 추출된 것으로, 도 5에서는 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2) 및 제3 마커(205-3)가 추출된 것으로, 도 6에서는 제1 마커(205-1) 및 제2 마커(205-2)가 추출된 것으로 볼 수 있을 것이다.
- [0063] 다시 도 1에 대한 설명으로 돌아가도록 한다.
- [0064] 마커군 복원부(130)는 마커 추출부(120)가 추출한 마커(205)의 위치를 이용하여 마커군(210)에 포함되되, 마커 추출부(120)에 의해 추출되지 않은 나머지 마커(205)가 속하는 평면을 산정하여 마커군(210)을 복원하며, 자세 산정부(140)는 마커군 복원부(130)가 복원한 마커군(210)의 중심점(C)을 산정하고, 산정한 마커군(210)의 중심점(C)을 이용하여 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향을 산정한다.
- [0065] 이 경우, 도 4에 도시된 바와 같이 마커 추출부(120)가 4개의 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2), 제3 마커(205-3) 및 제4 마커(205-4)를 모두 추출하였다면, 마커군 복원부(130)는 추출한 마커(205) 전부를 그대로 마커군(210)으로 설정할 수 있으며, 별도의 마커군(210) 복원은 요구되지 않는다.
- [0066] 그러나 골프공(200)의 회전량을 산정하기 위해 마커군(210)의 중심점(C)을 산정해야 하는바, 산정에 있어서 평면의 교선을 이용할 수 있다. 보다 구체적으로, 마커군 복원부(130)는 골프공(200)의 중심(O)과 제1 마커(205-1) 및 제3 마커(205-3)이 만드는 제1 평면(K1)과 골프공(200)의 중심(O)과 제2 마커(205-2) 및 제4 마커(205-4)가 만드는 제2 평면(K2)의 교선을 산정하며, 자세 산정부(140)는 해당 교선이 골프공(200)의 표면과 맞닿는 점을 마커군(210)의 중심점(C)으로 산정할 수 있다.
- [0067] 한편, 도 5에 도시된 바와 같이 마커 추출부(120)가 3개의 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2) 및 제3 마커(205-3)를 추출하였다면, 마커군(210)의 중심점(C) 산정은 4개의 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2), 제3 마커(205-3) 및 제4 마커(205-4)를 모두 추출한 경우와 상이해질 수밖에 없다.
- [0068] 보다 구체적으로, 마커군 복원부(130)는 골프공의 중심(O), 제1 마커(205-1) 및 제3 마커(205-3)가 만드는 제1 평면(K1), 제1 평면(K1)의 법선 벡터와 제2 마커(205-2) 및 골프공(200)의 중심(O)이 만드는 제2 평면(K2)을 산정하며, 자세 산정부(140)는 제1 평면(K1)과 제2 평면(K2)의 교선이 골프공(200)의 표면과 맞닿는 점을 마커군(210)의 중심점(C)으로 산정한다.
- [0069] 여기서 4개의 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2), 제3 마커(205-3) 및 제4 마커(205-4)를 모두 추출한 경우와 의 차이점을 확인할 수 있는바, 3개의 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2) 및 제3 마커(205-3)만 추출되었으므로 평면상의 한 점을 포함하고 법선 벡터와 직교하는 모든 직선은 그 평면상의 직선이며, 골프공의 중심(O)에서 시작하고 법선 벡터와 수직하는 벡터들은 모두 골프공의 중심(O)을 포함하는 평면 상에 위치한다는 수학적 개념을 이용하는 것이다.
- [0070] 한편, 도 6에 도시된 바와 같이 마커 추출부(120)가 2개의 제1 마커(205-1) 및 제2 마커(205-2)를 추출하였다면, 마커군(210)의 중심점(C) 산정은 4개의 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2), 제3 마커(205-3) 및 제4 마커(205-4)를 모두 추출한 경우 및 3개의 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2) 및 제3 마커(205-3)를 추출한 경우와 상이해질 수밖에 없다.
- [0071] 보다 구체적으로, 마커군 복원부(130)는 골프공(200) 표면상의 임의의 점(M)을 설정하고, 골프공(200)의 중심(O)으로부터 설정한 임의의 점(M)에 이르는 벡터가 설정한 임의의 점(m)으로부터 제2 마커(205-2)의 좌표에 이르는 벡터와 수직이고, 설정한 임의의 점(m)으로부터 제1 마커(205-1)에 이르는 벡터와 설정한 임의의 점(m)으

로부터 제2 마커(205-2)의 좌표에 이르는 벡터가 수직인 임의의 점(m)의 좌표를 산정하며, 자세 산정부(140)는 골프공(200)의 중심(0)으로부터 산정한 임의의 점(m)의 좌표에 이르는 벡터가 골프공(200)의 표면과 맞닿는 점을 마커군(210)의 중심점(C)으로 산정한다.

- [0072] 여기서 4개의 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2), 제3 마커(205-3) 및 제4 마커(205-4)를 모두 추출한 경우 및 3개의 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2) 및 제3 마커(205-3)를 추출한 경우와의 차이점을 확인할 수 있는바, 2개의 제1 마커(205-1) 및 제2 마커(205-2)만 추출되었으므로 추출된 제1 마커(205-1) 및 제2 마커(205-2)와 골프공(200)의 중심(0)만을 이용하여 정사각형을 완벽하게 복원할 수 없으며, 추출되지 않은 2개의 제3 마커(205-3) 및 제4 마커(205-4)의 위치를 예측할 때, 가능한 가장 멀리 떨어져 있다는 가정을 추가해야 하는바, 임의의 점(m)을 설정하고 해당 임의의 점(m)의 좌표를 산정함으로써 이를 해결하는 것이다.
- [0073] 지금까지 마커군 복원부(130) 및 자세 산정부(140)에 의해 제1 정규화된 영상 내에서 마커(205)가 4개, 3개 및 2개 추출된 경우에 마커군(210)의 중심점(C)을 산정하는 것에 대하여 설명하였다. 이하, 이를 기초로 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향 및 회전량을 산정하는 것에 대하여 설명하도록 한다.
- [0074] 자세 산정부(140)는 마커군(210)의 중심점(C)을 산정할 뿐만 아니라, 산정한 마커군(210)의 중심점(C)을 제1 기준 마커(P1)로 설정하고, 설정한 제1 기준 마커, 제1 마커(205-1) 및 골프공(200)의 중심(0)이 만드는 평면의 법선 벡터의 방향을 제1 정규화된 영상 내에서 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향으로 산정한다.
- [0075] 여기서 골프공(200)의 상대적인 자세의 의미는 마커군(210)의 중심점(C)과 각 마커들(205) 사이의 각도(θ_n , 방향도 포함)를 의미하는바, 타격에 의해 실시간으로 회전하는 골프공(200)에 있어서 절대적인 기준에 의해 마커들(205)의 위치 관계를 파악하는 것은 매우 어렵고, 그에 따라 골프공(200)의 회전량 산정의 정확도 역시 떨어지게 되므로, 골프공(200)의 회전량을 산정함에 있어서 하나의 마커인 제1 기준 마커(P1)를 선정하고 이와 각 마커들 사이의 각도(θ_n)의 변화 정보를 이용하는 것이 바람직하며, 각도(θ_n)는 골프공(200)이 어느 방향으로 회전하는지 판단하는 기준, 보다 구체적으로 이전 자세에 대한 현재 자세의 상대적인 자세가 되는 것이므로 골프공(200)의 상대적인 자세라고 명명한 것이다.
- [0076] 산정한 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향은 회전량 산정부(150)가 골프공(200)의 회전축의 좌표를 산정하는데 이용되며, 산정한 회전축의 좌표는 골프공(200)의 회전각(θ)을 산정하는데 이용된다. 이는 모두 회전량 산정부(150)에 관한 것인바, 이하 자세히 설명하도록 한다.
- [0077] 회전량 산정부(150)는 자세 산정부(140)가 산정한 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향을 이용하여 골프공(200)의 회전량을 산정한다.
- [0078] 여기서 골프공(200)의 회전량은 앞서 간단히 언급하였지만 골프공(200)의 회전각, 보다 구체적으로 어느 방향으로 몇 도 회전하였는지에 대한 구체적인 수치를 의미하며, 회전량을 산정하기에 앞서 골프공(200)의 회전축(q)의 좌표를 산정해야 한다.
- [0079] 골프공(200)의 회전축(q)의 좌표를 산정함에 있어서 제1 정규화된 영상뿐만 아니라, 제1 정규화된 영상 이후에 촬영된 제2 영상의 노이즈를 제거하여 생성한 제2 정규화된 영상이 함께 요구되며, 앞서 설명한 영상 보정부(110), 마커 추출부(120), 마커군 복원부(130) 및 자세 산정부(140)는 제2 정규화된 영상에 대해서 제1 정규화된 영상과 마찬가지로 해당 영상 내에서 마커군(210)의 중심(C') 및 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향을 산정할 수 있음은 물론이나, 중복 서술을 방지하기 위해 자세한 설명은 생략하며, 이하의 설명에서는 제2 정규화된 영상 내에서 마커군(210)의 중심(C') 및 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향을 산정해 놓은 것을 전제로 설명을 이어가도록 한다.
- [0080] 회전량 산정부(150)는 제1 정규화된 영상 내에서 제1 기준 마커(P1)를 기준으로 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향으로 소정 각도 이내의 임의의 지점을 제2 기준 마커(P2)로 설정하며, 제2 정규화된 영상 내에서 산정한 마커군의 중심(C')과 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향을 이용하여 제1 기준 마커(P1)를 기준으로 소정 각도 이내에 위치하는 제1' 기준 마커(P1') 및 제2 기준 마커(P2)를 기준으로 소정 각도 이내에 위치하는 제2' 기준 마커(P2')를 설정하고, 제1 기준 마커(P1), 제1' 기준 마커(P1'), 제2 기준 마커(P2) 및 제2' 기준 마커(P2')를 이용하여 골프공(200)의 회전축(q)의 좌표를 산정한다.
- [0081] 한편, 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향은 벡터의 방향이라고 앞서 설명한바 제2 기준 마커(P2), 제1' 기준 마커(P1') 및 제2' 기준 마커(P2')를 설정함에 있어서 요구되는 소정 각도는 구체적으로 어떻게 되는지가 문제된다. 여기서 소정 각도는 본 실시 예가 마커군(210)이 1개인 경우의 실시 예이기 때문에 범위의 제한은 없으며,

단순히 골프공(200)의 상대적인 자세의 방향을 따라가면 무방하므로, 0° 내지 360° 또는 0° 내지 180° 및 -180° 내지 0° 라 할 수 있을 것이다.

[0082] 제1 기준 마커(P1), 제1' 기준 마커(P1'), 제2 기준 마커(P2) 및 제2' 기준 마커(P2')를 이용하여 골프공(200)의 회전축(q)의 좌표를 산정함에 있어서 설명의 편의를 위해 각각의 좌표를 제1 기준 마커(P1)는 (x1, y1, z1)으로, 제1' 기준 마커(P1')는 (x2, y2, z2)로, 제2 기준 마커(P2)는 (x3, y3, z3)으로, 제2' 기준 마커(P2')는 (x4, y4, z4)로 설정하도록 한다.

[0083] 골프공(200)의 회전축(q)의 좌표는 다음과 같은 수학적 식 1에 따라 산정된다.

[0084] 수학적 식 1:
$$\pm(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1) \times (x_4 - x_3, y_4 - y_3, z_4 - z_3)$$

[0085] 수학적 식 1은 골프공(200)은 회전축(q)을 중심으로 원운동하며, 각 점은 원운동의 결과로 이동하고, 이동 후 회전축(q)까지의 거리는 이동 전 회전축(q)까지의 거리와 동일한바, 이동 전 위치와 이동 후 위치가 같은 지점들이 회전축(q)의 후보군이 될 수 있음을 고려한 것이다.

[0086] 즉, 제1 기준 마커(P1) 및 제2 기준 마커(P2)는 제1 정규화된 영상 내에서 산정된 것이기 때문에 이동 전 위치로 볼 수 있으며, 제1' 기준 마커(P1') 및 제2' 기준 마커(P2')는 제2 정규화된 영상 내에서 산정된 것이기 때문에 이동 후 위치로 볼 수 있고, 제1 기준 마커(P1)의 좌표 (x1, y1, z1)과 제1' 기준 마커(P1')의 좌표 (x2, y2, z2)를 기준으로 보면 회전축(q)의 후보군을 (a, b, c)라고 할 때, (a, b, c) ⊥ (x2-x1, y2-y1, z2-z1)인바, (x2-x1, y2-y1, z2-z1)을 법선 벡터로 하는 평면을 생성할 수 있고, 제1' 기준 마커(P1)의 좌표 (x3, y3, z3)과 제2' 기준 마커(P2')의 좌표 (x4, y4, z4)를 기준으로 보면 회전축(q)의 후보군 역시 (a, b, c)라고 할 때, (a, b, c) ⊥ (x4-x3, y4-y3, z4-z3)인바, (x4-x3, y4-y3, z4-z3)를 법선 벡터로 하는 평면을 생성할 수 있으므로, 이들 생성된 2개의 평면의 교선을 회전축으로 추정 가능하다.

[0087] 제1 기준 마커(P1), 제1' 기준 마커(P1'), 제2 기준 마커(P2) 및 제2' 기준 마커(P2')의 좌표를 수학적 식 1에 따라 산정한 골프공(200)의 회전축(q)에 대하여 도 7에 예시적으로 도시해 놓았다.

[0088] 한편, 수학적 식 1의 ±는 골프공(200)의 회전 방향, 보다 구체적으로 시계 방향 또는 반시계 방향을 의미하는바, 회전축(q)의 ±는 이들 방향을 의미하며, 회전축(q)의 회전 방향이 더 짧게 회전한 방향을 가리킬 수 있도록 회전축(q)의 ±를 설정할 수 있을 것이다. 회전량 산정부(150)는 산정한 회전축(q)의 좌표로부터 제1 기준 마커(P1)의 좌표에 이르는 제1 벡터(s), 제1' 기준 마커(P1')의 좌표에 이르는 제2 벡터(t) 및 제1 벡터(s) 또는 제2 벡터(t) 중 어느 하나를 회전축(q)에 사영시킨 제3 벡터(r)를 이용하여 골프공(200)의 회전각(θ)을 산정하며, 이들 모두를 도 8에 예시적으로 도시해 놓았다.

[0089] 골프공(200)의 회전각(θ)은 다음과 같은 수학적 식 2에 따라 산정된다.

[0090] 수학적 식 2:
$$\cos^{-1} \left(\frac{(s-r) \cdot (t-r)}{\|s-r\| \|t-r\|} \right)$$

[0091] 수학적 식 2를 도출함에 있어서 제3 벡터(r)는 제1 벡터(s) 또는 제2 벡터(t) 중 어느 하나를 회전축(q)에 사영시킨 벡터이므로, 회전축(q) ⊥ 제3 벡터(r) - (제1 벡터(s) 또는 제2 벡터(t))이며, ||제3 벡터(r) - (제1 벡터(s) 또는 제2 벡터(t))||는 회전축(q)를 지나는 직선과 제1 벡터(s) 또는 제2 벡터(t) 사이의 최단 거리이며, 이를 사잇각 공식에 대입하면 수학적 식 2를 도출할 수 있으며, 그에 따라 골프공(200)의 회전각(θ)을 산정할 수 있다.

[0092] 지금까지 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(100)에 대하여 설명하였다. 본 발명에 따르면, 1개의 마커(205)가 아닌 2개 이상의 마커(205)를 포함하는 마커군(210)이 표시된 골프공(200)의 영상에서 기준 마커가 아닌, 마커의 일부가 촬영되지 않은 경우까지 고려하여 산정한 마커군의 중심점(C) 및 골프공의 상대적인 방향을 이용하여 골프공(200)의 회전량을 산정하므로, 골프공(200)의 회전량을 오차의 발생 없이 정확하게 산정할 수 있으며, 기준 마커가 표시된 골프공(200)이 촬영된 이후 연속하는 다음 영상에서도 골프공(200)의 같은 위치에 기준 마커가 표시된 영상이 촬영되는 경우라도 마커군의 중심점(C)의 위치나 상대적인 자세의 방향은 상이해지기 때문에, 골프공(200)의 회전량을 오차의 발생 없이 정확하게 산정할 수 있다. 또한, 1개의 마커(205)가 아닌 2개 이상의 마커(205)를 포함하는 마커군(210)이 골프공(200)에 2개 이상 표시될 수 있는바, 촬영된 영상 내에서 마커(205)를 추출할 수 있는 확률이 높아지므로, 골프공(200)의 회전량 산정에 있어서 정확성을 기할 수 있다는 효과가 있으며, 골프공(200)의 회전량을 산정함에 있어서 골프공(200)의 중심(O)에 근접한 마커

군(210)의 중심점(C)을 이용하므로, 골프공(200)이 촬영된 영상 내에서 기준 마커가 골프공(200)의 외곽으로 향하면서 회전량 산정의 정확도가 떨어지는 현상을 방지할 수 있다.

[0093] 아울러, 골프공(200)에 정사각형 형상으로 배치된 4개의 마커(205)를 포함하는 마커군(210)을 이용함은 예시적인 것에 해당하며, 이는 마커군(210)이 포함하는 마커(205)의 개수가 상이한 경우, 더 나아가 마커(205)가 배치된 마커군(210)의 형상이 상이한 경우에도 동일하게 적용될 수 있다.

[0094] 예를 들어, 마커군(210)이 3개의 마커(205)를 포함하는 경우에도 적용될 수 있는바, 이 경우 골프공(200)의 회전량을 산정하기 위해서는 최소한 2개 이상의 마커(205)가 표시되어야 한다. 이 경우, 마커군(210)의 중심(C)은 골프공(200)의 중심(O)에서 마커군(210)의 외접원의 중심을 연결했을 때 골프공(200)의 표면에 닿은 점이라 할 것이다.

[0095] 도 9에는 마커군(210)이 3개의 마커(205)를 포함하는 경우에서 3개의 마커(205-1, 205-2, 205-3)가 표시된 경우, 도 10에는 마커군(210)이 3개의 마커(205)를 포함하는 경우에서 2개의 마커(205-1, 205-2)가 표시된 경우를 도시하고 있는바, 도 9의 경우, 마커군(210)의 외접원은 평면상의 원이므로, 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2) 및 제3 마커(205-3)가 만드는 평면(K1)은 (제1 마커-제2 마커)X(제2 마커-제3 마커)를 법선 벡터로 갖고, 마커군(210)의 외접원의 중심은 골프공(200)을 절단한 면이므로, 마커군(210)의 중심점(C)은 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2) 및 제3 마커(205-3)가 이루는 평면과 직교하며, 결국 (제1 마커-제2 마커)X(제2 마커-제3 마커)인 법선 벡터의 스칼라 곱과 같으므로, 법선 벡터를 골프공(200)의 반지름에 맞게 정규화하면 마커군(210)의 중심점(C)을 산정할 수 있으며, 여기서 정규화는 (제1 마커-제2 마커)X(제2 마커-제3 마커) = n벡터라 하였을 경우, 마커군(210)의 중심점(C) = r*n벡터// |n벡터| 를 이용하여 정규화할 수 있다(r은 골프공의 반지름). 즉, 마커군 복원부(130)가 제1 마커(205-1), 제2 마커(205-2) 및 제3 마커(205-3)가 만드는 평면(K1)의 법선 벡터를 산정하고, 자세 산정부(140)가 법선 벡터를 골프공(200)의 반지름에 맞게 정규화하여 마커군(210)의 중심점(C)으로 산정한다.

[0096] 한편, 도 10의 경우, 마커군(210)이 동일할 때, 마커군(210)의 외접원은 언제나 크기가 동일하므로, 마커군(210)의 외접원의 중심과 골프공(200)의 중심(O)간의 거리는 언제나 동일한바, 이를 h라 하고, 마커군(210)의 외접원의 중심은 제1 마커(205-1) 및 제2 마커(205-2)의 중점과 직교하는바, 골프공(200)의 중심(O)에서 제1 마커(205-1) 및 제2 마커(205-2)의 중점에 이르는 선을 (제1 마커-제2 마커)를 중심으로 소정 각도(θ) 회전시키

$$\cos^{-1} \frac{2h}{|제1\ 마커+제2\ 마커|}$$

면 마커군(210)의 중심점(C)을 산정할 수 있으며, 소정 각도(θ)는 $\cos^{-1} \frac{2h}{|제1\ 마커+제2\ 마커|}$ 에 따라 산정할 수 있다. 이상 설명한 바와 같이 도 9 및 도 10에 따라 마커군(210)이 3개의 마커(205)를 포함하는 경우에서 마커군(210)의 중심점(C)을 산정하였다면, 이후에는 앞서 설명한 회전축(q)의 좌표 및 그에 따른 골프공(200)의 회전각을 동일한 과정으로 산정하면 된다.

[0097] 더 나아가, 이상의 설명은 마커군(210)이 골프공(200)에 복수 개 표시된 경우에도 동일하게 적용될 수 있는바, 이 경우 제2 기준 마커(P2), 제1' 기준 마커(P1') 및 제2' 기준 마커(P2')를 설정함에 있어서 요구되는 소정 각도는 마커(205)의 정확한 분별을 위해 마커군(210)이 1개 표시된 경우와 다르게 마커군(210)과 마커군(210)이 이루는 최저각의 1/2을 넘지 않아야 할 것이며, 여기서 최저각은 마커군(210)과 골프공(200)의 중심(O)과 또 다른 마커군(미도시)를 연결하여 생성된 각도로 볼 수 있을 것이다.

[0098] 한편, 지금까지 설명한 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(100)는 동일한 기술적 특징을 모두 포함하는 골프공의 회전량 산정 서버(1000)로 구현할 수 있다. 이 경우 골프공의 회전량 산정 서버(1000)는 도11에 도시된 바와 같이, 프로세서(10), 네트워크 인터페이스(20), 메모리(30), 스토리지(40) 및 이들을 연결하는 데이터 버스(50)를 포함할 수 있다.

[0099] 프로세서(10)는 각 구성의 전반적인 동작을 제어한다. 프로세서(10)는 CPU(Central Processing Unit), MPU(Micro Processor Unit), MCU(Micro Controller Unit) 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 널리 알려져 있는 형태의 프로세서 중 어느 하나일 수 있다. 아울러, 프로세서(10)는 본 발명의 목적인 골프공(200)의 회전량 산정을 수행하기 위한 적어도 하나의 애플리케이션 또는 프로그램에 대한 연산을 수행할 수 있다.

[0100] 네트워크 인터페이스(20)는 골프공의 회전량 산정 서버(1000)의 유무선 인터넷 통신을 지원하며, 그 밖의 공지의 통신 방식을 지원할 수도 있다. 따라서 네트워크 인터페이스(20)는 그에 따른 통신 모듈을 포함하여 구성될 수 있다.

- [0101] 메모리(30)는 각종 데이터, 명령 및/또는 정보를 저장하며, 본 발명의 목적인 골프공(200)의 회전량 산정을 수행하기 위해 스토리지(40)로부터 하나 이상의 컴퓨터 프로그램(41)을 로드할 수 있다. 도 9에서는 메모리(30)의 하나로 RAM을 도시하였으나 이와 더불어 다양한 저장 매체를 메모리(30)로 이용할 수 있음은 물론이다.
- [0102] 스토리지(40)는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램(41) 및 대용량 네트워크 데이터(42)를 비임시적으로 저장할 수 있다. 이러한 스토리지(40)는 ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시메모리등과같은비휘발성메모리, 하드디스크, 착탈형 디스크, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 널리 알려져 있는 임의의 형태의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체 중 어느 하나일 수 있다.
- [0103] 컴퓨터 프로그램(41)은 메모리(30)에 로드되어, 하나 이상의 프로세서(10)에 의해 표면에 2개 이상의 마커(Marker)를 포함하는 마커군(Group)이 표시된 골프공의 영상을 촬영하는 영상 취득 장치로부터 상기 골프공의 제1 영상을 수신하고 노이즈를 제거하여 상기 골프공에 대한 제1 정규화된 영상을 생성하는 오퍼레이션, 상기 생성한 제1 정규화된 영상 내에서 상기 골프공에 표시된 마커를 추출하는 오퍼레이션, 상기 추출한 마커의 위치를 이용하여 상기 마커군에 포함되되 상기 마커 추출부에 의해 추출되지 않은 나머지 마커가 속하는 평면을 산정하여 상기 마커군을 복원하는 오퍼레이션, 상기 복원한 상기 마커군의 중심점을 산정하고, 상기 산정한 마커군의 중심점을 이용하여 상기 골프공의 상대적인 자세의 방향을 산정하는 오퍼레이션 및상기 산정한 상기 골프공의 상대적인 자세의 방향을 이용하여 상기 골프공의 회전량을 산정하는 오퍼레이션을 수행할 수 있다.
- [0104] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(100)는 동일한 기술적 특징을 모두 포함하는 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현할 수도 있다. 중복 서술을 방지하기 위해 자세히 기재하지는 않았지만, 앞서 설명한 본 발명의 일 실시 예에 따른 회전체의 회전량 산정 장치(100)의 모든 기술적 특징은 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램에 모두 동일하게 적용될 수 있으며, 그에 따라 동일한 효과를 도출할 수 있다.
- [0105] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

- [0106] 10: 프로세서
- 20: 네트워크 인터페이스
- 30: 메모리
- 40: 스토리지
- 41: 컴퓨터 프로그램
- 50: 데이터 버스
- 100: 회전체의 회전량 산정 장치
- 110: 영상 보정부
- 120: 마커 추출부
- 130: 마커군 복원부
- 140: 자세 산정부
- 150: 회전량 산정부
- 200: 골프공
- 205: 마커
- 205-1: 제1 마커 205-2: 제2 마커
- 205-3: 제3 마커 205-4: 제4 마커

210: 마커군

C: 마커군의 중심점

O: 골프공의 중심

P1: 제1 기준 마커 P1': 제1' 기준 마커

P2: 제2 기준 마커 P2': 제2' 기준 마커

K1: 제1 평면 K2: 제2 평면

q: 회전축

s: 제1 벡터 t: 제2 벡터 r: 제3 벡터

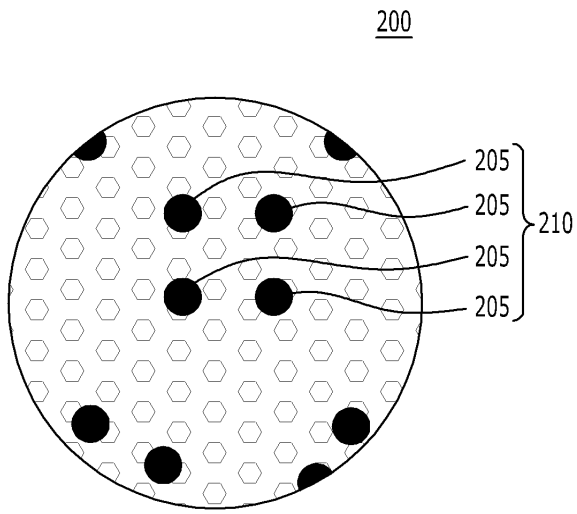
1000: 골프공의 회전량 산정 서버

도면

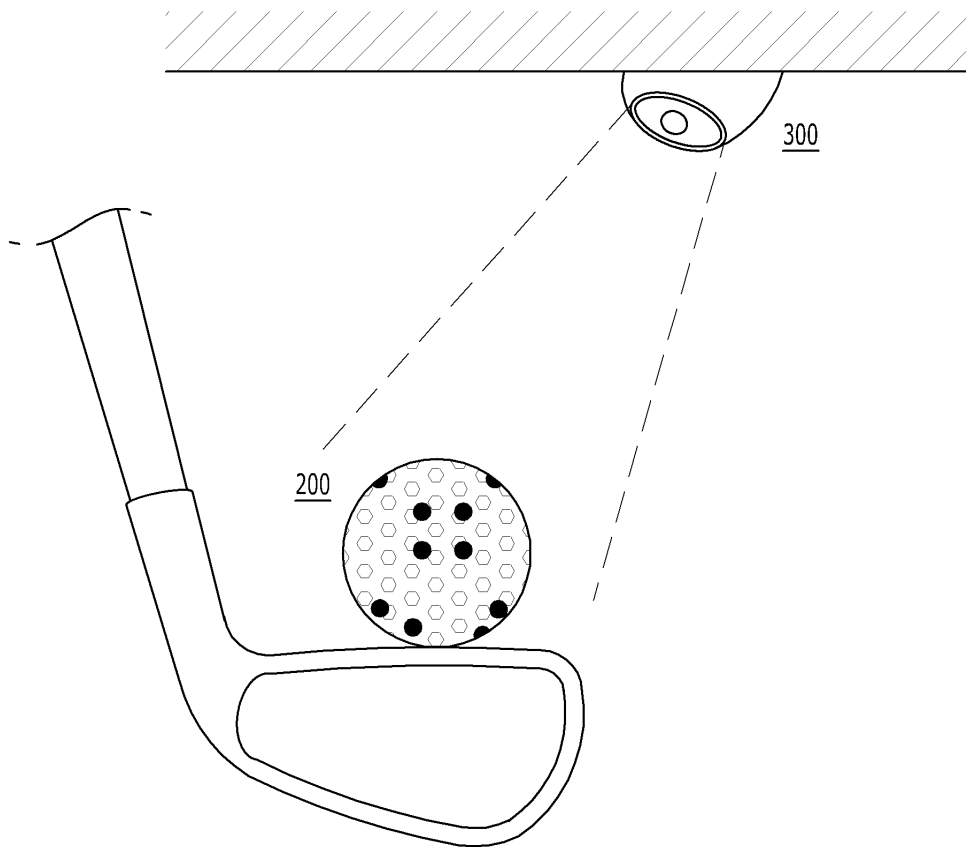
도면1



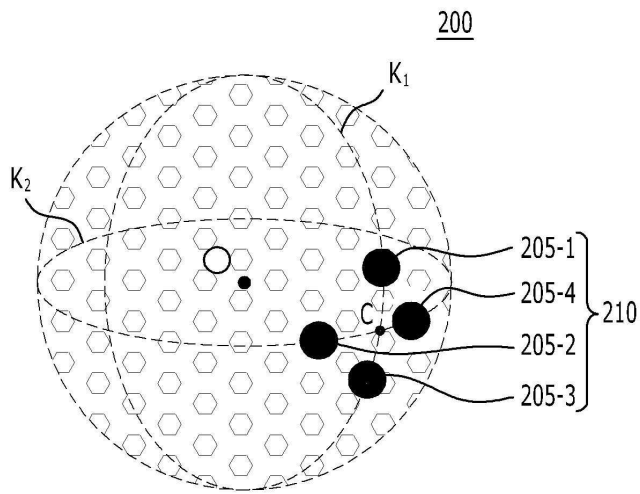
도면2



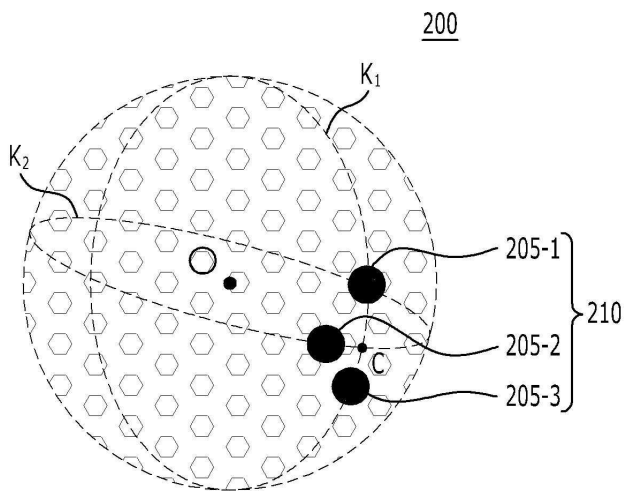
도면3



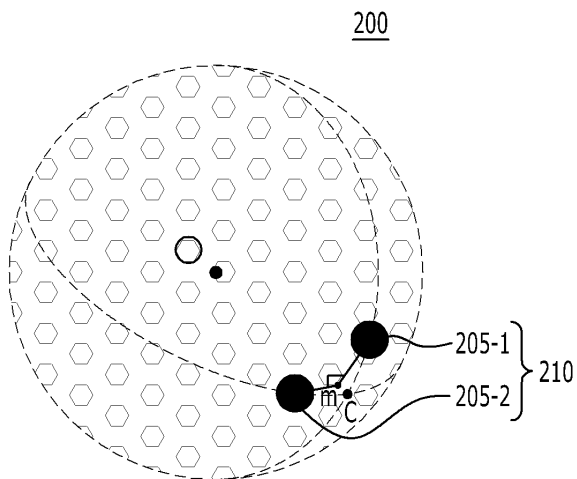
도면4



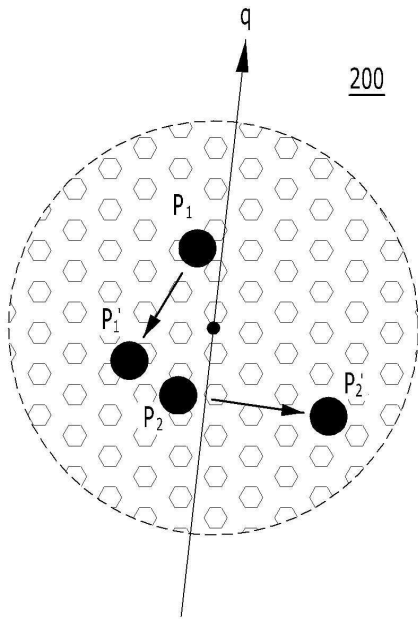
도면5



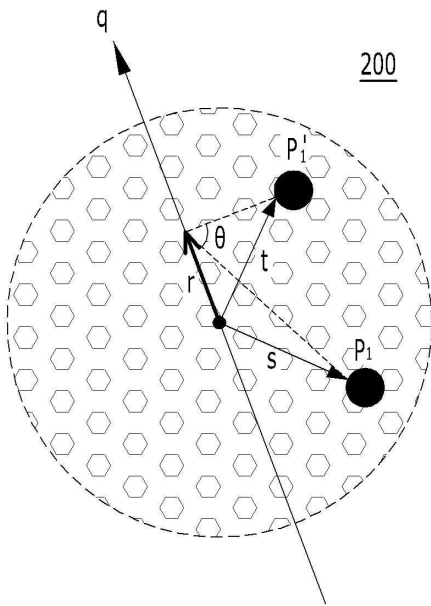
도면6



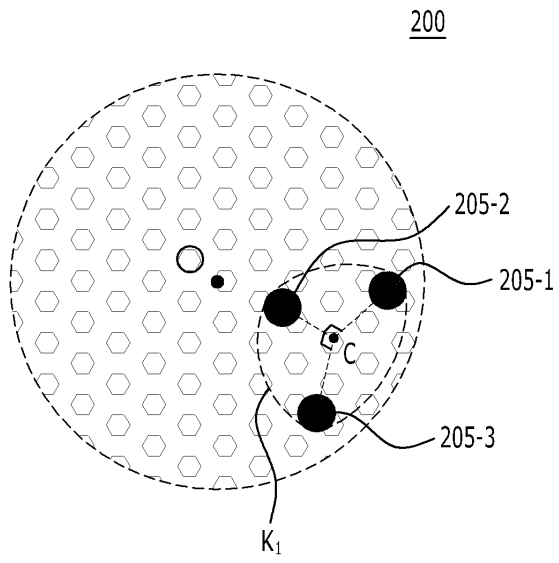
도면7



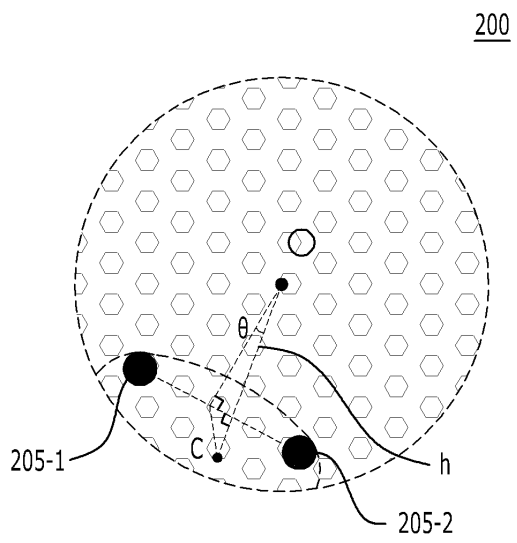
도면8



도면9



도면10



도면11

