



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년07월09일
(11) 등록번호 10-1136386
(24) 등록일자 2012년04월06일

(51) 국제특허분류(Int. C1.)
A63B 69/36 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0060352
(22) 출원일자 2009년07월02일
심사청구일자 2009년07월02일
(65) 공개번호 10-2011-0002733
(43) 공개일자 2011년01월10일

(56) 선행기술조사문현

논문1*

KR100749827 B1

KR1020030085766 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김선웅
경기도 성남시 분당구 내정로 185, 202동 1002호
(수내동, 양지마을)
(74) 대리인
김인한, 김희곤

전체 청구항 수 : 총 23 항

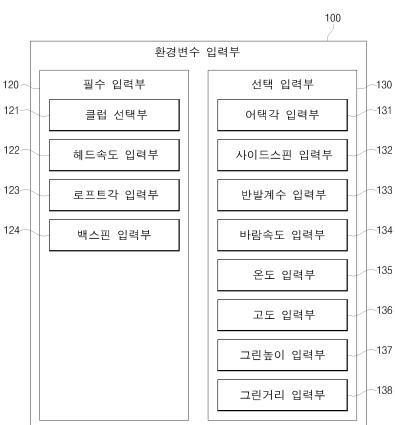
심사관 : 고재범

(54) 발명의 명칭 2차원 골프볼 궤적 표시 장치 및 방법 및 기록매체

(57) 요 약

본 발명은 2차원 골프볼 궤적 표시 장치 및 방법을 제공하기 위한 것으로, 골프 클럽을 선택하도록 하고, 골프 볼을 임팩트 하였을 때의 헤드 속도, 로프트각, 백스핀을 포함한 환경변수를 입력받는 환경변수 입력부; 상기 환경변수 입력부에서 입력받은 환경변수에 대해 골프볼의 지연계수와 상승계수를 포함한 물리예측모델로 골프볼의 궤적을 예측하는 궤적 예측부와; 상기 궤적 예측부에서 예측한 결과를 종합결과로 표시시키는 종합결과 표시부와; 상기 궤적 예측부에서 예측한 결과를 2차원 또는 3차원의 그래프로 표시시키는 그래프 표시부; 를 포함하여 구성함으로써, 골프볼의 공기와의 마찰에 의한 속도와 골프볼의 회전에 의한 지연계수(C_d)와 상승계수(C_L)를 포함한 골프볼의 입력조건을 이용하여 골프볼의 비거리 등을 정확하게 예측하고 표시할 수 있게 되는 것이다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

골프 클럽을 선택하도록 하고, 골프볼을 임팩트 하였을 때의 헤드 속도, 로프트각, 백스핀을 포함한 환경변수를 입력받는 환경변수 입력부와;

상기 환경변수 입력부에서 입력받은 환경변수에 대해 골프볼이 날아가는 속도와 회전량의 변화에 따라서 상기 골프볼의 표면에 딥플로 인하여, 상기 골프볼이 지연됨을 나타내는 지연계수와 상기 골프볼이 상승됨을 상승계수를 포함하는 미분 방정식으로 구성되는 물리예측모델로 상기 골프볼의 궤적을 예측하고, 상기 예측한 궤적이 최종 그린 거리 및 그린 높이에 도달하지 않았으면 뉴튼 탐색법에 의한 반복 계산으로 상기 골프볼의 최종 궤적을 예측하는 궤적 예측부와;

상기 궤적 예측부에서 예측한 결과를 종합결과로 표시시키는 종합결과 표시부와;

상기 궤적 예측부에서 예측한 결과를 2차원 또는 3차원의 그래프로 표시시키는 그래프 표시부;

를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 환경변수 입력부는,

"일반", "탐색", "수동" 중에서 하나 이상의 운용방법을 선택하도록 하는 운영방법 선택부; 클럽, 헤드 속도, 로프트각, 어택각, 사이드스핀, 반발계수 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 하는 클럽헤드 임팩트 값 입력부; 백스핀, 볼의 속도, 런치각 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 하는 볼 런치 값 입력부; 그린 높이, 그린 거리 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 하는 그린 상태 입력부; 바람속도, 온도, 고도 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 하는 환경 입력부; 중에서 하나 이상의 입력부를 포함하고;

상기 환경변수 입력부에서 입력된 환경변수에 따라 상기 궤적 예측부가 궤적으로 예측하도록 하는 제어 실행부와;

상기 환경변수 입력부에서 거리의 미터(m), 킬로미터(km), 야드(yard), 속도의 m/s, km/h, mph(마일)을 각각 변환시켜 그 결과를 출력시키는 단위 변환기;

를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 환경변수 입력부는,

클럽, 헤드 속도, 로프트각, 백스핀이 상기 환경변수 입력부에 입력되도록 하는 필수 입력부와;

어택각, 사이드스핀, 반발계수, 바람속도, 온도, 고도, 그린 높이, 그린 거리 중에서 하나 이상이 선택적으로 상기 환경변수 입력부에 입력되도록 하는 선택 입력부;

를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 궤적 예측부는,

상기 환경변수 입력부에서 입력받은 환경변수를 전달받고, 골프볼의 지연계수와 상승계수를 포함한 물리예측 모델로 골프볼의 궤적을 처리하는 물리예측모델 처리부와;

상기 물리예측모델 처리부에서 처리한 골프볼의 궤적이 그린에 도달했는지 판별하는 그린도달 판단부와;

상기 그린도달 판단부에서 골프볼이 그린에 도달했다고 판단하면, 골프볼의 궤적결과를 취합하는 골프볼 궤적 결과 취합부와;

상기 골프볼 궤적결과 취합부에서 취합한 궤적결과를 처리하여 상기 종합결과 표시부, 상기 그래프 표시부로 전달하는 결과표시 처리부;

를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 궤적 예측부는,

다음의 수학식을 이용하여 궤적을 예측하고,

$$\frac{dv_x}{dt} = -Bu^2[C_D u_x + C_L(u_y - v_{rw})\sin a]$$

$$\frac{dv_y}{dt} = -Bu^2[C_D(u_y - v_{rw}) - C_L(u_x \sin a - u_z \cos a)]$$

$$\frac{dv_z}{dt} = -Bu^2[C_D u_z - C_L(u_y - v_{rw})\cos a] - g$$

여기서 C_D 는 골프볼 속도 30 ~ 100m/s에서의 자연계수로 볼의 백스핀 1,500 ~ 12,000rpm에서 250rpm 간격으로 설정하고, C_L 은 골프볼 속도 30 ~ 100m/s에서의 상승계수로 볼의 백스핀 1,500 ~ 12,000rpm에서 250rpm 간격으로 설정한 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 궤적 예측부는,

로프트각과 런치각에 대해,

$$\text{런치각} = -0.0071 * \text{로프트각}^2 + 0.96 * \text{로프트각}$$

에 의해 변환시켜 궤적을 예측하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 궤적 예측부는,

볼 속도와 헤드 속도에 대해,

$$\text{볼 속도} = (\text{헤드 속도} * (1 + \text{반발계수}) / (1 + \text{볼의 질량} / \text{클럽질량})) * \text{Cos}[(\text{로프트각} * \text{Pi} / 180) - (6.5 * \text{Pi} / 180)]$$

에 의해 변환시켜 궤적을 예측하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 궤적 예측부는,

상기 환경변수 입력부에서 "탐색"으로 설정되면, 클럽이 선택되도록 하고, 그린 높이와 그린 거리가 입력되면 클럽헤드의 속도를 조절 통해서 입력한 그린 거리 및 그린 높이의 조건을 충족할 때까지 반복 계산 후, 클럽 헤드 속도와 클럽헤드 속도의 궤적그래프를 상기 그래프 표시부에 표시하도록 처리하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 궤적 예측부는,

클럽의 백스핀의 설정시,

$$\text{스핀(rpm)} = 60 * [160 * \text{헤드 속도(km/h)} * \text{Sin}[\text{로프트각} * \text{Pi} / 180]]$$

에 의해 스핀을 계산하여 추천 백스핀을 표시하도록 처리하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 궤적 예측부는,

그린의 위치가 티 박스로부터 위에 혹은 아래에 있을 경우, 다음의 수학식을 사용하여 필요한 최적의 헤드 속도를 도출하고,

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

여기서, x_{n+1} 은 $n+1$ 번째 예측된 헤드 속도, x_n 은 n 번째 예측된 헤드 속도, $f(x_n)$ 은 궤적 예측 모델 함수, $f'(x_n)$ 은 궤적 예측 모델을 미분한 함수이고, 입력된 그린 거리를 만족하는 헤드 속도(x_n)를 예측하기 위해 입력된 그린 거리와 예측된 그린 거리 값이 오차범위 안에 수렴할 때까지 반복 계산하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 종합결과 표시부는,

헤드 속도, 볼 속도, 로프트각, 어택각, 런치각, 백스핀, 사이드스핀, 그린 거리, 조정된 거리, GPS 거리, 중간거리, 그린 높이, 바람속도, 온도, 고도, 사이드 편차, 최대 높이, 비행시간, 착지각, 반발계수 중에서 하나 이상을 포함하여 표시하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 그래프 표시부는,

상기 궤적 예측부에서 예측한 결과를 측면보기로 표시하여 골프볼의 궤적을 표시하는 측면보기 표시부와;

상기 궤적 예측부에서 예측한 결과를 위에서 보기로 표시하여 사이드스핀이 주어졌을 때 슬라이스나 후크의 정도를 표시하는 위에서 보기 표시부;

를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 그래프 표시부는,

골프볼 궤적 프로그램 화면과 각기 다른 비거리 궤적을 색상으로 표시하고, 상기 그래프 표시부는 임팩트하는 위치를 (0,0)로 정하고 세로좌표의 기준을 볼의 높이, 가로축 좌표의 기준을 볼의 비거리로 표시하여 세로 측 = 0 위치에 특정 색의 선을 추가하여 그린의 선을 표시하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 그래프 표시부는,

세로축을 볼의 높이, 가로축을 볼의 비거리로 표현되는 측면보기 기능과 세로축을 볼의 사이드 편차, 가로축을 비거리로 표현되는 위에서 보기 기능 및 마우스 인터페이스를 이용한 좌표 위치를 확인할 수 있는 표시 기능에 표시를 수행하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 그래프 표시부는,

최종도달 위치의 그린에 홀 깃발 모양을 그려넣어 표시하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 16

청구항 1에 있어서,

상기 그래프 표시부는,

임팩트 위치에서 그린 거리 및 그린 높이까지에 대한 특정 색의 직선 선분을 2차원 골프볼 궤적 그래프에 그려넣어 표시하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치.

청구항 17

청구항 1에 있어서,

상기 그래프 표시부는,

그린 높이가 임팩트보다 높거나 낮을 때 경사진 곳에 그린 깃발이 있는 그림을 표시하고, 바람속도가 음수이거나 양수일 경우에 역방향 또는 정방향으로 바람이 불어오는 그림을 표시하는 것을 특징으로 하는 2차원 골

프볼 케적 표시 장치.

청구항 18

청구항 1에 있어서,

상기 그래프 표시부는,

다수의 2차원 골프볼 케적 그래프 결과를 그림영상으로 저장 또는 프린트 할 수 있도록 처리하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 케적 표시 장치.

청구항 19

청구항 1 내지 청구항 18 중 어느 하나의 항에 의한 상기 2차원 골프볼 표시 장치를 이용하여 골프볼 케적 예측을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 설치 프로그램 또는 실행 프로그램이 저장된 기록매체.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 기록매체는,

스크린 골프, PDA, 골프장 GPS, 휴대전화기, 골프게임, 골프연습장 단말기, 골프클럽 피팅기 중에서 하나 이상에 적용되는 것을 특징으로 하는 기록매체.

청구항 21

골프 클럽을 선택하도록 하고, 골프볼을 임팩트 하였을 때의 헤드속도, 로프트각, 백스핀을 포함한 환경변수를 입력받는 제 1 단계와;

상기 제 1 단계에서 입력받은 환경변수에 대해 골프볼이 날아가는 속도와 회전량의 변화에 따라서 상기 골프볼의 표면에 딥플로 인하여, 상기 골프볼이 지연됨을 나타내는 지연계수와 상기 골프볼이 상승됨을 상승계수를 포함하는 미분 방정식으로 구성되는 물리예측모델로 상기 골프볼의 케적을 예측하고, 상기 예측한 케적이 최종 그린 거리 및 그린 높이에 도달하지 않았으면 뉴튼 탐색법에 의한 반복 계산으로 상기 골프볼의 최종 케적을 예측하는 제 2 단계와;

상기 제 2 단계에서 예측한 결과를 종합결과로 표시시키고, 2차원 또는 3차원의 그래프로 표시시키는 제 3 단계;

를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 케적 표시 방법.

청구항 22

청구항 21에 있어서,

상기 제 2 단계는,

"일반" 운용으로 설정되고, 환경변수가 입력되면, 골프볼의 케적을 예측하기 위한 물리예측모델을 수행시키는 제 11 단계와;

상기 제 11 단계 후 물리예측모델에 의한 골프볼의 케적이 그린 높이에 도달했는지 판별하는 제 12 단계와;

상기 제 12 단계에서 골프볼의 케적이 그린 높이에 도달했으면, 골프볼의 케적결과를 취합하고, 2차원 그래프에 표시하도록 처리하는 제 13 단계;

를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 케적 표시 방법.

청구항 23

청구항 21 또는 청구항 22에 있어서,

상기 제 2 단계는,

"탐색" 운용으로 설정되고, 환경변수가 입력되면, 헤드 속도를 설정하도록 하는 제 21 단계와;

상기 제 21 단계 후 골프볼의 궤적을 예측하기 위한 물리예측모델을 수행시키는 제 22 단계와;

상기 제 22 단계 후 물리예측모델에 의한 골프볼의 궤적이 그린 거리 및 그런 높이에 도달했는지 판별하는 제 23 단계와;

상기 제 24 단계에서 골프볼의 궤적이 그린 거리 및 그런 높이에 도달하지 않았으면, 뉴튼 탐색법으로 골프볼의 궤적을 계산한 다음 상기 제 21 단계로 리턴하는 제 24 단계와;

상기 제 24 단계에서 골프볼의 궤적이 그린 거리 및 그런 높이에 도달했으면, 골프볼의 궤적결과를 취합하고, 2차원 그래프에 표시하도록 처리하는 제 25 단계;

를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 2차원 골프볼 궤적 표시 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 골프볼 궤적 표시에 관한 것으로, 특히 골프볼의 공기와의 마찰에 의한 속도와 골프볼의 회전에 의한 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 골프볼의 입력조건을 이용하여 골프볼의 비거리 등을 정확하게 예측하고 표시하기에 적당하도록 한 2차원 골프볼 궤적 표시 장치 및 방법 및 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

한국의 골프 스타들이 태극기를 앞세우고 세계적인 투어에서 한국을 널리 알리고 있다. 그동안 골프 스타들이 벌어들인 외화는 2008년 2억 달러를 넘어서 것이라는 전망이다. 어림잡아 1조 8,000억 원 이상의 상품을 수출해야 가능한 이익이다.

[0003]

골프는 15세 이상 성인 인구 중 400만 명의 동호인을 가졌으며 연인원 2,000만 명 이상이 즐기는 스포츠다. 2006년 골프산업시장 규모는 3조 3,000억 원에 달하며 2010년에는 4조 3,000억 원으로 성장할 것으로 예상한다. 고용 효과는 물론 관련 산업 유발 효과는 더욱 크다. 골프회원권 시가총액이 27조 원(2007. 4)이 넘으니 국내 레저산업에서 골프산업이 차지하는 비중은 실로 대단하다. (골프장 경영자 협회자료)

[0004]

그러나 선진국들은 점차 과학적인 무기로 골프산업을 육성하고, 선수들도 과학적인 시스템 안에서 교육을 받기 시작했다. 우리는 오직 장인정신만으로 골프산업을 육성하고, 선수와 동호인들을 방치해 왔고, 이는 선진국들의 자세와는 사뭇 다르다.

[0005]

또한, 골프클럽 피팅기도 서구형 피팅 프로그램을 그대로 도입하여 사용하는데, 본 발명에서는 한국형 골프클럽 피팅기에 적용되는 프로그램은 무엇인지 왜 피팅 프로그램은 서로 다른지를 물리학적으로 접근하여 혼동하는 피팅의 원인을 찾고 그 해결책을 제시하고자 한 것이다.

[0006]

국내의 골프산업이나 기술은 매우 열악하다고 할 수밖에 없다. 외국의 수많은 클럽제조업체의 클럽 선전은 어지러울 정도지만 우리의 산업은 실로 조용하다. TV에서 선전하는 수백만 원을 호가하는 클럽은 대부분 선진외국 업체들의 제품들이다. 그 이유는 우리의 골프산업이 과학적인 근거에 바탕을 두고 있지 않기 때문이다. 우리의 반도체, 자동차, TV, 조선, 낚싯대 등을 세계 최고로 만드는 장인정신에 과학을 접목한다면 골프산업도 충분히 승산이 있을 것이다. 또한, 피팅 산업도 선진국이 그들에 맞게 개발한 것을 약간 보완하여 그대로 사용하고 있다. 우리에게 맞는 피팅 프로그램은 있을까? 현 골프볼 탄도 프로그램은 국내에는 전혀 없는 상태이다. 일부 스크린 골프에서 사용하고 있지만, 이것은 어디까지나 게임의 일종이다. 게임은 게임이다. 실제와는

많이 다르다. 물론 좀 더 과학적 자료를 보완한다면 상당히 향상될 것이다.

[0007] 국내 기술개발의 현황을 살펴보면, 국내에는 실제상황과 아주 유사한 골프볼 탄도 프로그램이 없다. 또한, 산재하고 서로 다른 골프클럽 피팅 프로그램을 표준화하여 한국인 또는 동양인에 알맞은 프로그램은 무엇인지를 제시할 필요가 있다.

[0008] 국외 기술개발의 현황을 살펴보면, 덴마크의 엔지니어 후레드릭 투센(Fredrik Tuxen)은 2006년경에 군사용에서 미사일 등을 추적하는 레이더의 원리를 이용해 골프볼이 임팩트 순간부터 지면에 떨어질 때까지의 모든 과정을 추적해 자료를 컴퓨터 화면에 3차원으로 보여주는 트랙맨을 발명하였다. 이 장비는 2007년부터 PGA 투어에서 사용하기 시작하였고, 미국골프협회(USGA)와 R.& A(Royal and Ancient, Golf Club of St. Andrews)에서 선택하여, 많은 골프교습자와 맞춤클럽을 전문으로 하는 회사 및 클럽제조회사들도 이 장비를 선택해 실전에서 사용하기 시작하였다.

[0009] 또한, 선진국의 2차원 프로그램으로는 Wishon, Dupilka, Adams, TrajectoWare, Optimal Flight 정도가 있다. 이 프로그램 중에 Wishon과 Optimal Flight 이 판매를 하고 있다. 그러나 유감스럽게도 Wishon 프로그램은 프로그램 테스트에서 우드나 아이언은 비교적 실제상황과 잘 맞고 있으나 드라이버는 이상하게 많은 오류를 보이고 있다. 프로그램 가격은 약 \$150 수준이다. 또한, OptimalFlight(약 \$100 ~ 380)는 영문 Windows에서 구동되므로 사용이 매우 불편하여 동양권에서는 거의 사용되지 않고 있다. 나머지 Adams, Dupilka, TrajectoWare는 freeware 사용되다가 현재는 드라이버만 적용 가능한 TrajectoWare만 있다. 이처럼 2차원 또는 3차원으로 골프볼의 궤적을 정확하게 예측하여 표시하는 프로그램은 없다. 또한, 피팅 프로그램은 피팅 샵마다 다른 골프클럽 피팅 프로그램을 운영하고 있어 골퍼들이 매우 혼란스러워하는 실정이다.

[0010] 실제 상황과 아주 유사한 2차원 또는 3차원의 골프볼 궤적 프로그램을 개발하는 것은 클럽제조는 물론, 피팅 산업, 스크린 골프, 골퍼들의 교육, 골프용품 개발 등에 광범위하게 적용될 수 있다. 선진국의 각 클럽제조사들은 회사마다 이런 프로그램을 보유하고 있지만 1급 비밀로 하고 있다. 그러기 때문에 회사마다 클럽이 다르게 만들어지는 이유이다. 얼마나 좋은 프로그램을 보유하고 있느냐가 좋은 클럽을 제작하는 지름길이다. 골프볼이 어느 조건에 어떻게 날아갈지를 알아야 좋은 클럽, 좋은 피팅, 좋은 용품 등을 제작하여 산업을 더욱 유망하게 할 수 있을 것이다. 그러나 종래의 기술들은 정확하게 골프볼의 궤적으로 추적하여 표시하지 못하고, 경험적이거나 감각적으로만 그 골프볼의 궤적 결과를 제시하여 궤적으로 오류가 많은 문제점이 있었다.

[0011] 이에 본 발명에 의해 개발된 컴퓨터에서 독립적으로 운영되는 실질적인 2차원 또는 3차원 골프볼 탄도 프로그램은 아직 세계 어디에도 없다. 더욱이 경사면에서의 오르막 및 내리막에서의 거리를 예측하는 프로그램은 본 발명에서 최초로 제시한 것이다. 국내에서 일부 스크린 골프 등에서 운영되는 프로그램은 있지만, 이것은 역시 게임에 불과한 실정이고, 골프장 현장에서의 실질적인 결과와는 많은 차이를 보인다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0012] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 골프볼의 공기와의 마찰에 의한 속도와 골프볼의 회전에 의한 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 골프볼의 입력조건을 이용하여 골프볼의 비거리 등을 정확하게 예측하고 표시할 수 있는 2차원 골프볼 궤적 표시 장치 및 방법 및 기록매체를 제공하는 데 있다.

[0013] 또한, 골퍼가 클럽헤드로 골프볼을 임팩트할 때 주어지는 조건은 헤드의 속도, 헤드의 로프트각, 런치각, 백스핀양, 사이드 스피닝, 바람, 온도, 고도 등이 있는데, 주어진 각각의 조건에 따라 골프볼의 비거리(carry distance)는 매우 다양하게 서로 다르므로, 본 발명에서는 주어진 조건에 따라 골프볼의 비거리 등을 예측할 수 있는 모의(simulation) 프로그램을 제공하고자 한다.

[0014] 또한, 그린의 위치가 티 박스로부터 위로 혹은 아래로 수십 미터 위치에 있을 때 위 방향의 그린에는 평지에서보다 볼을 더 보내야 하고, 아래 방향의 그린에는 볼의 비거리를 줄여서 보내야 하는데, 본 발명에서는 이러한 필요거리를 미리 예측할 수 있도록 한 2차원 골프볼 궤적 표시 장치 및 방법 및 기록매체를 제공하고자 한다.

과제 해결수단

- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 2차원 골프볼 궤적 표시 장치의 블록구성도이다.
- [0016] 이에 도시된 바와 같이, 골프 클럽을 선택하도록 하고, 골프볼을 임팩트 하였을 때의 헤드 속도, 로프트각, 백스핀을 포함한 환경변수를 입력받는 환경변수 입력부(100)와; 상기 환경변수 입력부(100)에서 입력받은 환경변수에 대해 골프볼의 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 물리예측모델로 골프볼의 궤적을 예측하는 궤적 예측부(200)와; 상기 궤적 예측부(200)에서 예측한 결과를 종합결과로 표시시키는 종합결과 표시부(300)와; 상기 궤적 예측부(200)에서 예측한 결과를 2차원 또는 3차원의 그래프로 표시시키는 그래프 표시부(400); 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0017] 도 2는 도 1에서 환경변수 입력부의 일 예를 보인 블록구성도이다.
- [0018] 이에 도시된 바와 같이, 상기 환경변수 입력부(100)는, "일반", "탐색", "수동" 중에서 하나 이상의 운용방법을 선택하도록 하는 운영방법 선택부(111); 클럽, 헤드 속도, 로프트각, 어택각, 사이드스핀, 반발계수 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 하는 클럽헤드 임팩트 값 입력부(112); 백스핀, 볼의 속도, 런치각 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 하는 볼 런치값 입력부(113); 그런 높이, 그런 거리 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 하는 환경 입력부(115); 중에서 하나 이상의 입력부(111 ~ 115)를 포함하고; 상기 환경변수 입력부(100)에서 입력된 환경변수에 따라 상기 궤적 예측부(200)가 궤적으로 예측하도록 하는 제어 실행 부(116)와; 상기 환경변수 입력부(100)에서 거리의 미터(m), 킬로미터(km), 야드(yard), 속도의 m/s, km/h, mph(마일)을 각각 변환시켜 그 결과를 출력시키는 단위 변환기(117); 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0019] 도 3은 도 1에서 환경변수 입력부의 다른 예를 보인 블록구성도이다.
- [0020] 이에 도시된 바와 같이, 상기 환경변수 입력부(100)는, 클럽, 헤드 속도, 로프트각, 백스핀이 상기 환경변수 입력부(100)에 입력되도록 하는 필수 입력부(120)와; 어택각, 사이드스핀, 반발계수, 바람속도, 온도, 고도, 그런 높이, 그런 거리 중에서 하나 이상이 선택적으로 상기 환경변수 입력부(100)에 입력되도록 하는 선택 입력부(130); 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0021] 도 4는 도 1에서 궤적 예측부의 일 예를 보인 블록구성도이다.
- [0022] 이에 도시된 바와 같이, 상기 궤적 예측부(200)는, 상기 환경변수 입력부(100)에서 입력받은 환경변수를 전달 받고, 골프볼의 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 물리예측모델로 골프볼의 궤적을 처리하는 물리예측모델 처리부(210)와; 상기 물리예측모델 처리부(210)에서 처리한 골프볼의 궤적이 그린에 도달했는지 판별하는 그린도달 판단부(220)와; 상기 그린도달 판단부(220)에서 골프볼이 그린에 도달했다고 판단하면, 골프볼의 궤적결과를 취합하는 골프볼 궤적결과 취합부(230)와; 상기 골프볼 궤적결과 취합부(230)에서 취합한 궤적결과를 처리하여 상기 종합결과 표시부(300), 상기 그래프 표시부(400)로 전달하는 결과표시 처리부(240);를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0023] 상기 궤적 예측부(200)는, 다음의 수학식을 이용하여 궤적을 예측하고,
- [0024]
$$\frac{dv_x}{dt} = -Bu^2[C_D u_x + C_L(u_y - v_{rw})\sin a]$$
- [0025]
$$\frac{dv_y}{dt} = -Bu^2[C_D(u_y - v_{rw}) - C_L(u_x \sin a - u_z \cos a)]$$
- [0026]
$$\frac{dv_z}{dt} = -Bu^2[C_D u_z - C_L(u_y - v_{rw})\cos a] - g$$
- [0027] 여기서 C_D 는 골프볼 속도 30 ~ 100m/s에서의 지연계수(dragging coefficient)로 볼의 백스핀(back spin) 1,500 ~ 12,000rpm에서 250rpm 간격으로 설정하고, C_L 은 골프볼 속도 30 ~ 100m/s에서의 상승계수(lifting coefficient)로 볼의 백스핀(back spin) 1,500 ~ 12,000rpm에서 250rpm 간격으로 설정한 것을 특징으로 한다.
- [0028] 상기 궤적 예측부(200)는, 로프트각과 런치각에 대해,

- [0029] 런치각 = $-0.0071 * \text{로프트각}^2 + 0.96 * \text{로프트각}$
- [0030] 예 의해 변환시켜 궤적을 예측하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 상기 궤적 예측부(200)는, 볼 속도와 헤드 속도에 대해,
- [0032] 볼 속도 = $(\text{헤드 속도} * (1 + \text{반발계수}) / (1 + \text{볼의 질량} / \text{클럽질량})) * \text{Cos}[(\text{로프트각} * \text{Pi} / 180) - (6.5 * \text{Pi} / 180)]$
- [0033] 예 의해 변환시켜 궤적을 예측하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 상기 궤적 예측부(200)는, 골프볼 궤적 자료를 계산할 때, 0.01m 거리 단위로 계산하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 상기 궤적 예측부(200)는, 상기 환경변수 입력부(100)에서 "탐색"으로 설정되면, 클럽이 선택되도록 하고, 그런 높이와 그런 거리가 입력되면 클럽헤드의 속도를 조절 통해서 입력한 그런 거리 및 그런 높이의 조건을 충족할 때까지 반복 계산 후, 클럽헤드 속도와 클럽헤드 속도의 궤적그래프를 상기 그래프 표시부(400)에 표시하도록 처리하는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 상기 궤적 예측부(200)는, 클럽의 백스핀 설정 시,
- [0037] 스픈(rpm) = $60 * [160 * \text{헤드 속도}(km/h) * \text{Sin}[\text{로프트각} * \text{Pi} / 180]]$
- [0038] 예 의해 스픈을 계산하여 추천 백스핀을 표시하도록 처리하는 것을 특징으로 한다.
- [0039] 상기 궤적 예측부(200)는, 그런의 위치가 티 박스로부터 위로(예를 들어, +40m까지) 혹은 아래(예를 들어, -40m까지)에 있을 경우, 다음의 수학식을 사용하여 필요한 최적의 헤드 속도를 도출하고,
- $$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$
- [0040]
- [0041] 여기서, x_{n+1} 은 $n+1$ 번째 예측된 헤드 속도, x_n 은 n 번째 예측된 헤드 속도, $f(x_n)$ 은 궤적 예측 모델 함수, $f'(x_n)$ 은 궤적 예측 모델을 미분한 함수이고, 입력된 그런 거리를 만족하는 헤드 속도(x_n)를 예측하기 위해 입력된 그런 거리와 예측된 그런 거리 값이 오차범위(예, 1m) 안에 수렴할 때까지 반복(iteration) 계산하는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 상기 종합결과 표시부(300)는, 헤드 속도, 볼 속도, 로프트각, 어택각, 런치각, 백스핀, 사이드스핀, 그런 거리, 조정된 거리, GPS 거리, 중간거리, 그런 높이, 바람속도, 온도, 고도, 사이드 편차, 최대 높이, 비행시간, 착지각, 반발계수 중에서 하나 이상을 포함하여 표시하는 것을 특징으로 한다.
- [0043] 도 5는 도 1에서 그래프 표시부의 일 예를 보인 블록구성도이다.
- [0044] 이에 도시된 바와 같이, 상기 그래프 표시부(400)는, 상기 궤적 예측부(200)에서 예측한 결과를 측면보기로 표시하여 골프볼의 궤적을 표시하는 측면보기 표시부(410)와; 상기 궤적 예측부(200)에서 예측한 결과를 위에서 보기로 표시하여 사이드스핀이 주어졌을 때 슬라이스나 후크의 정도를 표시하는 위에서 보기 표시부(420); 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0045] 상기 그래프 표시부(400)는, 골프볼 궤적 프로그램 화면과 각기 다른 비거리 궤적을 색상으로 표시하고, 그래프 표시부는 임팩트하는 위치를 (0,0)로 정하고 세로좌표의 기준을 볼의 높이, 가로축 좌표의 기준을 볼의 비거리로 표시하여 세로 축 = 0 위치에 특정 색(예, 녹색)의 선을 추가하여 그런의 선을 표시하는 것을 특징으로 한다.
- [0046] 상기 그래프 표시부(400)는, 세로축을 볼의 높이, 가로축을 볼의 비거리로 표현되는 측면보기 기능과 세로축을 볼의 사이드 편차, 가로축을 비거리로 표현되는 위에서 보기 기능 및 마우스 인터페이스를 이용한 좌표 위치를 확인할 수 있는 표시 기능에 표시를 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0047] 상기 그래프 표시부(400)는, 최종도달 위치의 그런에 홀 깃발 모양을 그려넣어 표시하는 것을 특징으로 한다.
- [0048] 상기 그래프 표시부(400)는, 임팩트 위치에서 그런 거리 및 그런 높이까지에 대한 특정 색(예, 녹색)의 직선 선분을 2차원 골프볼 궤적 그래프에 그려넣어 표시하는 것을 특징으로 한다.

- [0049] 상기 그래프 표시부(400)는, 그린 높이가 임팩트보다 높거나 낮을 때 경사진 곳에 그린 깃발이 있는 그림을 표시하고, 바람속도가 음수이거나 양수일 경우에 역방향 또는 정방향으로 바람이 불어오는 그림을 표시하는 것을 특징으로 한다.
- [0050] 상기 그래프 표시부(400)는, 다수의 2차원 골프볼 궤적 그래프 결과를 그림영상으로 저장 또는 프린트할 수 있도록 처리하는 것을 특징으로 한다.
- [0051] 상기 2차원 골프볼 표시 장치를 이용하여 골프볼 궤적 예측을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 설치 프로그램 또는 실행 프로그램이 저장된 기록매체.
- [0052] 상기 기록매체는, 스크린 골프, PDA, 골프장 GPS, 휴대전화기, 골프게임, 골프연습장 단말기, 골프클럽 피팅 기 중에서 하나 이상에 적용되는 것을 특징으로 한다.
- [0053] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 2차원 골프볼 궤적 표시 방법을 보인 흐름도이다.
- [0054] 이에 도시된 바와 같이, 골프 클럽을 선택하도록 하고, 골프볼을 임팩트 하였을 때의 헤드 속도, 로프트각, 백스핀을 포함한 환경변수를 입력받는 제 1 단계(ST1)와; 상기 제 1 단계에서 입력받은 환경변수에 대해 골프 볼의 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 물리예측모델로 골프볼의 궤적을 예측하는 제 2 단계(ST2)와; 상기 제 2 단계에서 예측한 결과를 종합결과로 표시시키고, 2차원 또는 3차원의 그래프로 표시시키는 제 3 단계(ST3); 를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0055] 도 7은 도 6에서 골프볼 궤적 예측의 일 예를 보인 흐름도이다.
- [0056] 이에 도시된 바와 같이, 상기 제 2단계는, "일반" 운용으로 설정되고, 환경변수가 입력되면, 골프볼의 궤적을 예측하기 위한 물리예측모델을 수행시키는 제 11 단계(ST11, ST12)와; 상기 제 11단계 후 물리예측모델에 의한 골프볼의 궤적이 그린 높이($= 0$)에 도달했는지 판별하는 제 12 단계(ST13)와; 상기 제 12 단계에서 골프볼의 궤적이 그린 높이에 도달했으면, 골프볼의 궤적결과를 취합하고, 그래프에 표시하도록 처리하는 제 13 단계(ST14, ST15); 를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0057] 도 8은 도 6에서 골프볼 궤적 예측의 다른 예를 보인 흐름도이다.
- [0058] 이에 도시된 바와 같이, 상기 제2 단계는, "탐색" 운용으로 설정되고, 환경변수가 입력되면, 헤드속도를 설정하도록 하는 제 21 단계(ST21, ST22)와; 상기 제 21 단계 후 골프볼의 궤적을 예측하기 위한 물리예측모델을 수행시키는 제 22 단계(ST23)와; 상기 제 22 단계 후 물리예측모델에 의한 골프볼의 궤적이 그린거리 및 그린 높이에 도달했는지 판별하는 제 23 단계(ST24)와; 상기 제 24 단계에서 골프볼의 궤적이 그린 거리 및 그린 높이에 도달하지 않았으면, 뉴튼 탐색법으로 헤드 속도를 계산한 다음 상기 제 21 단계로 리턴하는 제 24 단계(ST25)와; 상기 제 24 단계에서 골프볼의 궤적이 그린 거리 및 그린 높이에 도달했으면, 골프볼의 궤적결과를 취합하고, 그래프에 표시하도록 처리하는 제25 단계(ST26, ST27); 를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.

효과

- [0059] 본 발명에 의한 2차원 골프볼 궤적 표시 장치 및 방법 및 기록매체는 골프볼의 공기와의 마찰에 의한 속도와 골프볼의 회전에 의한 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 골프볼의 입력조건을 이용하여 골프볼의 비거리 등을 정확하게 예측하고 표시할 수 있는 효과가 있게 된다.
- [0060] 이러한 본 발명의 효과를 좀 더 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0061] - 입력 변수에 따른 비거리 예측
- [0062] 골프볼 궤적 모의 프로그램으로 실제로 골프볼을 임팩트하지 않고 가상의 헤드 속도, 로프트각, 백스핀과 사이드스핀, 어택각, 고도, 온도, 바람속도 등을 주어서 볼의 비거리 등을 미리 알 수 있으므로, 골퍼는 어떤 변수에 의해 비거리 등이 어떻게 변하는지를 미리 예측할 수 있으므로 자기 향상을 할 수 있다.
- [0063] - 실제로 볼을 임팩트 한 후 결과 분석
- [0064] 골퍼가 실제 골프클럽으로 볼을 임팩트 할 때 론치 모니터로 클럽의 초기 조건을 추출해 내면 그 결과를 본 프로그램에 입력하여 골퍼의 장단점을 분석하여 그 결과를 조언하여 골퍼의 실력을 향상시킬 수 있다.

- [0065] - 경사진 그린까지의 비거리 예측(실제 골프코스에 적용 가능)
- [0066] 그린의 위치가 티 박스로부터 위로 혹은 아래로 수십 미터 위치에 있을 때 위 방향의 그린에는 평지에서보다 볼을 더 보내야 하고, 아래 방향의 그린에는 볼의 비거리를 줄여서 보내야 하는데, 이러한 필요거리를 미리 예측할 수 있다.
- [0067] - 스크린 골프에 적용
- [0068] 클럽 헤드 속도, 런치각, 백스핀에 의한 실제의 거리를 표현할 수 있다. (스크린 골프는 게임의 일종으로 재미를 추구하기 위해 경우에 따라서는 비거리를 늘려서 표현한다.) 본 발명은 볼이 공기 중을 날아가 지면에 떨어질 때까지의 실제 상황을 레이더를 이용한 과학적 가상으로 실제 비거리와 매우 잘 맞는다.
- [0069] - 어택각의 개념을 넣을 수 있다.
- [0070] 이 개념은 최근 2~3년 전부터 도입된 내용으로 +5도로 어택을 하면 비거리는 증가한다. 지금까지의 이론은 많은 수정 또는 보완해야 할 것이다. 골프클럽업체들의 고민은 시작되었다. 경험을 위주로 만든 과학이 이제는 본 발명에 의한 과학적인 골프 레이더의 출현으로 한 단계 도약할 수 있을 계기가 될 것이다.
- [0071] - 그린의 위치가 티 박스로부터 위○아래로 20~40m에 있는 상황 만들기가 가능
- [0072] 현 스크린 골프는 티 박스로부터 그린까지가 수평인 경우를 주로 가정하여 비거리를 산정하였다. 그러나 본 발명에 의한 프로그램을 사용할 때 그린의 위치가 티 박스로부터 위○아래로 20~40m에 있는 상황에서 얼마의 거리로 볼을 보내야 하는지를 미리 예측하여 골퍼에게 알려주고, 이런 결과는 실제에도 적용 가능하다.
- [0073] - 환경(바람, 온도, 고도) 설정이 가능하여 간접 경험 가능
- [0074] 본 발명에서는 앞바람(head wind)과 뒷바람(tail wind)의 속도를 가상으로 주어 그 효과를 알아볼 수 있고, 또한 겨울을 가상하는 영하 5°C로부터 영상 30°C까지를 설정하여 온도가 비거리에 어떤 영향을 주는지 미리 경험할 수 있다. 또한, 골프를 하는 위치가 해발 2,000m인 경우에 비거리는 어떻게 되는지를 여러 높이에서 간접경험을 하여 고지대에서의 골프경험을 미리 할 수 있다. 현재 습도는 50%를 기준으로 하였다.
- [0075] - 볼의 착지각을 알 수 있다. (볼의 착지각에 따라 굴러가는 거리 다르다.)
- [0076] 볼이 몇 도로 지면에 떨어질 때 가장 많이 굴러갈 것인가? 물론 착지각이 작을수록 볼이 많이 구르겠지만, 그렇게만 할 수는 없다. 즉, 볼의 비거리(carry distance)는 같더라도 볼의 착지각이 42도보다 작으면 42도보다 클 때에 비해 볼이 구르는 거리는 증가한다. 이와 같은 실험은 2006년 12월에 골프다이제스트에서 드라이버를 로봇에 장착하고 같은 볼을 사용하여 런치각은 11.7도로, 헤드 속도는 105마일로 80회에 걸쳐 실험 자료를 모아 분석한 결과이다. 이때 볼의 비거리가 253야드에 볼의 착지각이 42도보다 클 경우는 볼이 18야드 정도 굴러 드라이브거리(drive distance)는 271야드인데 비해, 착지각이 42도보다 작은 경우는 드라이브거리가 288야드로 무려 17야드가 더 굴러 간 것이다.
- [0077] - 반발계수 효과를 경험할 수 있다.
- [0078] 본 발명은 클럽헤드의 반발 계수를 0.0~1.0까지를 설정하여 클럽의 반발 계수에 의한 비거리의 변화도 미리 알 수 있다.
- [0079] - PDA에 적용
- [0080] ① 클럽 헤드 속도, 런치각, 백스핀에 의한 실제의 거리를 표현할 수 있다.
- [0081] ② 어택각의 개념을 넣을 수 있다.
- [0082] ③ 그린의 위치가 티 박스로부터 위??아래로 20~40m에 있는 상황 만들기
- [0083] ④ 환경(바람, 온도, 습도, 고도) 설정이 가능하여 간접 경험 가능
- [0084] ⑤ 볼의 착지각을 알 수 있다.- 볼의 착지각에 따라 굴러가는 거리 다르다.
- [0085] ⑥ 반발계수 효과를 경험할 수 있다.
- [0086] - 골프장에서의 GPS 기기에 적용
- [0087] ① 클럽 헤드 속도, 런치각, 백스핀에 의한 실제의 거리를 표현할 수 있다.

- [0088] ② 어택각의 개념을 넣을 수 있다.
- [0089] ③ 그린의 위치가 티 박스로부터 위??아래로 20~40m에 있는 상황 만들기
- [0090] ④ 환경(바람, 온도, 습도, 고도) 설정이 가능하여 간접 경험 가능
- [0091] ⑤ 볼의 착지각을 알 수 있다. (볼의 착지각에 따라 굴러가는 거리 다르다.)
- [0092] ⑥ 반발계수 효과를 경험할 수 있다.
- 골프연습장에서의 간접경험을 할 수 있다.
- [0093] 대형 모니터에 컴퓨터를 연결하여 놓으면 아래 상황을 고객들이 경험할 수 있다.
- [0094] ① 클럽 헤드 속도, 런치각, 백스핀에 의한 실제의 거리를 표현할 수 있다.
- [0095] ② 어택각의 개념을 넣을 수 있다.
- [0096] ③ 그린의 위치가 티 박스로부터 위??아래로 20~40m에 있는 상황 만들기
- [0097] ④ 환경(바람, 온도, 습도, 고도) 설정이 가능하여 간접 경험 가능
- [0098] ⑤ 볼의 착지각을 알 수 있다. (볼의 착지각에 따라 굴러가는 거리 다르다.)
- [0099] ⑥ 반발계수 효과를 경험할 수 있다.
- 휴대전화기에 적용 가능하다.
- [0100] 프로그램의 내용을 적절히 선택하여 아래의 내용을 표현할 수 있다.
- [0101] ① 클럽 헤드 속도, 런치각, 백스핀에 의한 실제의 거리를 표현할 수 있다.
- [0102] ② 어택각의 개념을 넣을 수 있다.
- [0103] ③ 그린의 위치가 티 박스로부터 위??아래로 20~40m에 있는 상황 만들기
- [0104] ④ 환경(바람, 온도, 습도, 고도) 설정이 가능하여 간접 경험 가능
- [0105] ⑤ 볼의 착지각을 알 수 있다.(볼의 착지각에 따라 굴러가는 거리 다르다.)
- [0106] ⑥ 반발계수 효과를 경험할 수 있다.
- 골프게임을 실제 상황과 유사하게 할 수 있다.
- [0107] 단순 게임이 아니라 실제와 매우 유사한 게임 프로그램의 source를 제공할 수 있다.
- [0108] - 골프 클럽 피팅기에 적용 가능
- [0109] 골프 클럽 피팅기에서 골퍼의 클럽 헤드의 속도가 측정되면 그 경우에 최대 거리를 낼 수 있는 헤드의 로프트 각을 알 수 있고, 필요한 임팩트 각도 알 수 있다.
- [0110] - 골프 학과 교수 및 학생들의 부교재로 활용 가능
- [0111] 해당 학과 교수 및 학생들은 본 프로그램을 여러 조건에서 실행시켜 봄으로서 입력 변수에 따른 여러 결과를 미리 알 수가 있다.
- [0112] - 골프선수들의 경기력 향상을 기할 수 있다.
- [0113] 골프선수들이 처음에 골프를 배우는 과정은 선임 프로들로부터 주로 경험에 의한 지도가 대부분이다. 물론 이 부분도 매우 중요하다. 그러나 골프의 물리적인 원리를 알고 연습에 임한다면 정상급의 프로가 되는 시간을 단축할 수 있을 것이다. 예를 들면, 본 발명에 의한 프로그램을 이용한다면, 비거리를 증대시키려면 무엇을 하여야 하는지를 선수 스스로 알 수 있으므로 즉, 헤드 속도를 크게, 런치각은 몇 도로, 백스핀은 어느 정도, 어택각은 어느 정도가 좋은지를 미리 알고, 그 조건에 알맞은 클럽을 피팅하여 연습하므로 경험에 의해 습득하는 시간을 단축할 수 있을 것이다. 그렇게 함으로써 시간, 노력, 비용을 줄일 수도 있다. 즉, 과학적인 선수를 만들 수 있게 된 것이다.
- [0114] Don't work too hard, do work smart!

[0118] - 거리 및 속도 변환을 자유롭게 할 수 있다.

[0119] 단위 변환기를 통해 거리는 m, km, yard를 서로 자유롭게 변환할 수 있고, 속도도 m/s, km/h, mph를 서로 자유롭게 변환할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0120] 이와 같이 구성된 본 발명에 의한 2차원 골프볼 궤적 표시 장치 및 방법 및 기록매체의 바람직한 실시예를 첨부한 도면에 의거하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있으며, 이에 따라 각 용어의 의미는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 해석되어야 할 것이다.

[0121] 먼저 본 발명은 골프볼의 공기와의 마찰에 의한 속도와 골프볼의 회전에 의한 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 골프볼의 입력조건을 이용하여 골프볼의 비거리 등을 정확하게 예측하고 표시하고자 한 것이다.

[0122] 골프볼을 임팩트 하였을 때 골프볼의 표면(Dimpled surface)은 공기와의 마찰로 골프볼은 지연(Dragging coefficient)을 시키며, 딥풀(Dimple)에 의한 높은 상승(Lifting Coefficient)을 하는데, 본 발명에서는 이 유체역학 문제에 대한 미분 방정식을 세우고, 이것을 다시 수학적인 도구인 매스매티카(Mathematica, 수학, 물리학 소프트웨어)로 풀어서 그 경향 및 정확도를 실제로 골프볼 레이더(Radar)로 측정한 결과와 비교했다. 그 결과 실제의 상황과 오차 범위 내인 약 2% 내외에서 잘 일치하였다. 이 자료를 토대로 일반인이 대중적으로 사용 가능한 2차원 골프볼 궤적 프로그램을 개발한 것이다.

[0123] 골퍼가 클럽헤드로 골프볼을 임팩트할 때 주어지는 조건은 헤드의 속도, 헤드의 로프트각, 런치각, 백스핀양, 사이드 스피닝, 바람, 온도, 고도 등이다. 주어진 각 조건에 따라 골프볼의 비거리(Carry Distance)는 매우 다양하게 서로 다르다. 본 발명에서는 주어진 조건에 따라 골프볼의 비거리 등을 예측할 수 있는 모의(Simulation) 프로그램을 제공한다.

[0124] 또한, 본 발명은 그린의 위치가 티 박스로부터 위로 혹은 아래로 수십 미터 위치에 있을 때 위 방향의 그린에는 평지에서보다 볼을 더 보내야 하고, 아래 방향의 그린에는 볼의 비거리를 줄여서 보내야 하는데, 이러한 필요거리를 미리 예측할 수 있도록 하였다.

[0125] 또한, 본 발명에서는 골프볼의 궤적 미분 방정식을 만들고, 이것에 필요한 골프볼의 공기와 지연계수(Dragging Coefficient) 및 상승계수(Lifting Coefficient)를 100여 번 이상의 모의실험을 통해 실제 골프 레이더(Radar)로 측정한 값과 비교하였다. 그 결과 드라이버는 최대거리 346m(379야드)에서부터 8번 아이언은 최대 183m(200야드) 범위에서 오차 범위인 2% 내에서 잘 일치하였다.

[0126] 이와 같은 수학적인 모델을 Mathematica로 풀고, 대중화를 위해 일반 프로그램으로 전환하였다.

[0127] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 2차원 골프볼 궤적 표시 장치의 블록구성도이다.

[0128] 환경변수 입력부(100)는 골프 클럽을 선택하도록 하고, 골프볼을 임팩트 하였을 때의 헤드 속도, 로프트각, 백스핀을 포함한 환경변수를 입력받아 처리하여 궤적 예측부(200)로 전달한다.

[0129] 궤적 예측부(200)는 환경변수 입력부(100)에서 입력받은 환경변수에 대해 골프볼의 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 물리예측모델로 골프볼의 궤적을 예측하고, 그 결과를 종합결과 표시부(300)와 그래프 표시부(400)로 전달한다.

[0130] 종합결과 표시부(300)는 궤적 예측부(200)에서 예측한 결과를 종합결과로 표시시킨다.

[0131] 그래프 표시부(400)는 궤적 예측부(200)에서 예측한 결과를 2차원 또는 3차원의 그래프로 표시시킨다. 여기서 그래프 표시부(400)는 2차원 그래프를 표시하는 것을 중심으로 설명하였지만, 3차원 그래프로 예측한 결과를 표시하는 것도 가능하다.

[0132] 도 2는 도 1에서 환경변수 입력부의 일 예를 보인 블록구성도이다.

[0133] 그래서 환경변수 입력부(100)에서 운영방법 선택부(111)는 "일반", "탐색", "수동" 중에서 하나 이상의 운영

방법을 선택하도록 한다. 즉, "일반", "탐색", "수동", "일반+수동", "탐색+수동" 등의 설정이 가능하다.

[0134] 클럽헤드 임팩트 값 입력부(112)는 클럽, 헤드 속도, 로프트각, 어택각, 사이드스핀, 반발계수 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 한다.

[0135] 볼 런치 값 입력부(113)는 백스핀, 볼의 속도, 런치각 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 한다.

[0136] 그런 상태 입력부(114)는 그런 높이, 그런 거리 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 한다.

[0137] 환경 입력부(115)는 바람속도, 온도, 고도 중에서 하나 이상의 값이 입력되도록 한다.

[0138] 제어 실행부(116)는 환경변수 입력부(100)에서 입력된 환경변수에 따라 궤적 예측부(200)가 궤적으로 예측하도록 한다.

[0139] 단위 변환기(117)는 환경변수 입력부(100)에서 거리의 미터(m), 킬로미터(km), 야드(yard), 속도의 m/s, km/h, mph(마일)을 각각 변환시켜 그 결과를 출력시킨다.

[0140] 이러한 환경변수 입력부(100)는 하나 이상의 카메라, 하나 이상의 센서, 또는 하나 이상의 단말기 등을 이용하여 골프볼의 임팩트에 따른 각종 정보를 자동으로 입력받을 수 있다.

[0141] 도 3은 도 1에서 환경변수 입력부의 다른 예를 보인 블록구성도이다.

[0142] 그래서 필수 입력부(120)는 클럽 선택부(121)에 의한 클럽 선택, 헤드속도 입력부(122)에 의한 헤드 속도 입력, 로프트각 입력부(123)에 의한 로프트각 입력, 백스핀 입력부(124)에 의한 백스핀 입력이 환경변수 입력부(100)에 입력되도록 한다.

[0143] 선택 입력부(130)는 어택각 입력부(131), 사이드스핀 입력부(132), 반발계수 입력부(133), 바람속도 입력부(134), 온도 입력부(135), 고도 입력부(136), 그런 높이 입력부(137), 그런 거리 입력부(138)에 의해 각각 어택각, 사이드스핀, 반발계수, 바람속도, 온도, 고도, 그런 높이, 그런 거리 중에서 하나 이상이 선택적으로 환경변수 입력부(100)에 입력되도록 한다.

[0144] 그래서 필수 입력부(120)를 통해 물리예측모델을 처리하기 위한 필요한 필수 정보들이 입력되면, 이 필수 정보들을 입력받아서 처리하고, 이때 선택 입력부(130)에서 입력되는 정보들이 미입력될 경우에는 미입력된 선택 입력 항목들에 대해서는 미리 설정한 값(Default 값)을 이용하여 물리예측모델을 적용하도록 한다. 이러한 디폴트 값은 내장된 데이터베이스(도면상에 미도시)에 미리 저장되도록 한다.

[0145] 도 4는 도 1에서 궤적 예측부의 일 예를 보인 블록구성도이다.

[0146] 물리예측모델 처리부(210)는 환경변수 입력부(100)에서 입력받은 환경변수를 전달받고, 골프볼의 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 물리예측모델로 골프볼의 궤적을 처리한다.

[0147] 그린도달 판단부(220)는 물리예측모델 처리부(210)에서 처리한 골프볼의 궤적이 그린에 도달했는지 판별한다.

[0148] 골프볼 궤적결과 취합부(230)는 그린도달 판단부(220)에서 골프볼이 그린에 도달했다고 판단하면, 골프볼의 궤적결과를 취합한다.

[0149] 결과표시 처리부(240)는 골프볼 궤적결과 취합부(230)에서 취합한 궤적결과를 처리하여 종합결과 표시부(300), 그래프 표시부(400)로 전달한다.

[0150] 또한, 종합결과 표시부(300)는 헤드 속도, 볼 속도, 로프트각, 어택각, 런치각, 백스핀, 사이드스핀, 그런 거리, 조정된 거리, GPS 거리, 증감거리, 그런 높이, 바람속도, 온도, 고도, 사이드 편차, 최대 높이, 비행시간, 착지각, 반발계수 중에서 하나 이상을 포함하여 표시한다.

[0151] 도 5는 도 1에서 그래프 표시부의 일 예를 보인 블록구성도이다.

[0152] 측면보기 표시부(410)는 궤적 예측부(200)에서 예측한 결과를 측면보기로 표시하여 골프볼의 궤적을 표시한다.

[0153] 위에서 보기 표시부(420)는 궤적 예측부(200)에서 예측한 결과를 위에서 보기로 표시하여 사이드스핀이 주어졌을 때 슬라이스나 후크의 정도를 표시한다.

[0154] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 2차원 골프볼 궤적 표시 방법을 보인 흐름도이다.

[0155] 먼저 골프 클럽을 선택하도록 하고, 골프볼을 임팩트 하였을 때의 헤드속도, 로프트각, 백스핀을 포함한 환경

변수를 입력받는다(ST1).

[0156] 그리고 입력받은 환경변수에 대해 골프볼의 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 포함한 물리예측모델로 골프볼의 궤적을 예측한다(ST2).

[0157] 그런 다음 예측한 결과를 종합결과로 표시시키고, 2차원 또는 3차원의 그래프로 표시시킨다(ST3).

[0158] 도 7은 도 6에서 골프볼 궤적 예측의 일 예를 보인 흐름도이다.

[0159] 먼저 "일반" 운용으로 설정되고, 환경변수가 입력되면(ST11), 골프볼의 궤적을 예측하기 위한 물리예측모델을 수행시킨다(ST12).

[0160] 그리고 물리예측모델에 의한 골프볼의 궤적이 그린높이($= 0$)에 도달했는지 판별한다(ST13).

[0161] 그래서 골프볼의 궤적이 그린 높이에 도달했으면, 골프볼의 궤적결과를 취합하고(ST14), 2차원 그래프(또는 3차원 그래프)에 표시하도록 처리한다(ST15).

[0162] 도 8은 도 6에서 골프볼 궤적 예측의 다른 예를 보인 흐름도이다.

[0163] 그래서 "탐색" 운용으로 설정되고, 환경변수가 입력되면(ST21), 헤드 속도를 설정하도록 한다(ST22).

[0164] 그리고 골프볼의 궤적을 예측하기 위한 물리예측모델을 수행시킨다(ST23).

[0165] 그런 다음 물리예측모델에 의한 골프볼의 궤적이 그린 거리 및 그린 높이에 도달했는지 판별한다(ST24). 이는 그린의 위치가 티 박스로부터 위의 위치 또는 아래의 위치에 있을 때 그 그린 도달 거리를 조정하기 위해서 판별하는 것이다.

[0166] 만약 골프볼의 궤적이 그린 거리 및 그린 높이에 도달하지 않았으면, 뉴튼 탐색법으로 헤드 속도를 계산한 다음 다시 물리예측모델을 수행하도록 한다(ST25).

[0167] 그래서 골프볼의 궤적이 그린 거리 및 그린 높이에 도달했으면, 골프볼의 궤적결과를 취합하고(ST26), 2차원 그래프(또는 3차원 그래프)에 표시하도록 처리한다(ST27).

[0168] 도 9는 도 8에서 뉴튼 탐색법을 설명하기 위한 Pseudocode의 일 예를 보인 표이다.

[0169] 그래서 초기 헤드 속도는 헤드 속도의 중간값으로 설정하고, 오차범위 안에 있을 때까지 반복계산하여 최종 헤드 속도를 구한다. 여기서 중간값이라는 것은 그린의 위치가 티 박스와 수평한 지점이 있을 경우의 값을 말한다. 즉, 뉴튼 탐색법은 그린의 위치가 티 박스로부터 위 또는 아래에 위치할 경우, 그 그린 도달 길이를 조정하기 위하여 사용하는 것인데, 그린의 위치가 티 박스와 수평에 있을 때의 값을 중간값으로 설정한 다음 뉴튼 탐색법에 의한 반복계산을 통해 최종적인 그린 도달 지점을 찾게 된다.

[0170] 이러한 본 발명의 구성 및 동작을 좀 더 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0171] 도 10은 본 발명에서 설정한 골프볼 궤적 예측 및 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 설명하기 위한 도면이다.

[0172] 여기서 z 는 지면(중력가속도 방향)에 수직한 축이고, α 는 런치각이다. 또한 ω_b 는 백스핀이고, ω_s 는 사이드 스피이며, v_0 는 초기 볼 속도이다.

[0173] 그래서 골프볼 궤적 관련 미분 방정식은 다음의 수학식 1 내지 3과 같으며, C_D 및 C_L 값과 변수 등의 의미는 다음과 같다.

수학식 1

$$\frac{dv_x}{dt} = -Bu^2[C_D u_x + C_L(u_y - v_{rw})\sin a]$$

수학식 2

$$\frac{dv_y}{dt} = -Bu^2[C_D(u_y - v_{rw}) - C_L(u_x \sin a - u_z \cos a)]$$

수학식 3

$$[0176] \frac{dv_z}{dt} = -Bu^2[C_D u_z - C_L(u_y - v_{rw})\cos a] - g$$

[0177] 이 때, 계산에서는 Δt 는 0.001초 단위로 계산하였다.

[0178] 여기서,

[0179] v_x, v_y, v_z : 골프볼의 x, y, z 방향에 대한 속도

$$[0180] u = \sqrt{v_x^2 + (v_y - v_w)^2 + v_z^2}$$

[0181] v_w : 앞바람(head wind "-")과 뒷바람(tail wind "+") 속도

$$[0182] v_{rw} = \frac{v_w}{u}$$

$$[0183] u_x = \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$[0184] u_y = \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

$$[0185] u_z = \sin \alpha$$

$$[0186] a = \tan^{-1}\left(\frac{\omega_s}{\omega_b}\right)$$

[0187] ω_b : 백스핀

[0188] ω_s : 사이드스핀

[0189] g : 지구의 중력가속도(9.80m/s^2)

$$[0190] B = -\frac{\rho}{2} \frac{S}{m}$$

[0191] ρ : 공기의 밀도(해면에서의 밀도는 1.225kg/m^3)

$$[0192] \rho = \frac{359 \cdot (1 - H \cdot 2.26 \cdot 10^{-5})^{5.26}}{273.15 + T}$$

[0193] H : 고도(m)

[0194] T : 온도(°C)

[0195] S : 골프볼의 공기 방향에 대한 면적(골프볼 반경: $r = 20.55 \text{mm}$, $S = 1.3267 \times 10^{-3} \text{m}^2$)

[0196] m : 골프볼 질량(0.046kg)

[0197] M : 클럽헤드의 질량(kg)

[0198] e : 볼과 헤드의 반발계수

[0199] v_{b0} : 볼의 초기속도(km/h)

$$[0200] v_{b0} = [v_h \cdot \frac{(1+e)}{1+m/M}] \cdot \cos\left(\frac{\text{로프트각} \cdot \pi}{180} - \frac{6.5 \cdot \pi}{180}\right)$$

[0201] C_D : 골프볼 속도 30 ~ 100m/s에서 지연계수(dragging coefficient)로 볼의 백스핀(back spin) 1,500 ~ 12,000rpm에서 250rpm 간격으로 되어 있다.

[0202] C_L : 골프볼 속도 30 ~ 100m/s에서 상승계수(lifting coefficient)로 볼의 백스핀(back spin) 1,500 ~ 12,000rpm에서 250rpm 간격으로 되어 있다.

[0203] 도 11은 본 발명에서 골프볼의 속도에 따른 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 값을 보인 그래프이다.

[0204] 그래서 예를 들어, 백스핀=3,000 rpm인 경우의 C_d , C_l 의 값을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C_d = 0.455145 - 0.000645543 V_{b0} - 0.000608165 V_{b0}^2 + 0.0000234734 V_{b0}^3 - 3.78044 \times 10^{-7} V_{b0}^4 + 2.87484 \times 10^{-9} V_{b0}^5 - 8.51518 \times 10^{-12} V_{b0}^6$$

$$C_l = 0.183432 + 0.00256376 V_{b0} + 0.000342257 V_{b0}^2 - 0.000018529 V_{b0}^3 + 2.96622 \times 10^{-7} V_{b0}^4 - 1.76265 \times 10^{-9} V_{b0}^5 + 2.64122 \times 10^{-12} V_{b0}^6$$

[0207] 도 12는 본 발명에서 설정한 클럽의 종류에 따른 클럽 헤드의 질량과 반발계수를 보인 표이다.

[0208] 그래서 도 12에서와 같이, 클럽의 종류에 따라 클럽 헤드의 질량 $M(kg)$ 과 반발계수 e 를 사용하여 구한다.

[0209] 또한, 로프트각과 런치각의 변환 공식은 다음의 수학식 4와 같다.

수학식 4

$$\text{런치각} = -0.0071 * \text{로프트각}^2 + 0.96 * \text{로프트각}$$

[0211] 그래서 최종 런치각은 다음과 같이 구해진다.

$$\text{최종 런치각} = \text{런치각} + \text{어택각}$$

[0213] 또한, 볼 속도와 헤드 속도의 변환 공식은 다음의 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$\text{볼 속도} = (\text{헤드 속도} * (1 + \text{반발계수}) / (1 + \text{볼의 질량} / \text{클럽질량})) * \text{Cos}[(\text{로프트각} * \text{Pi} / 180) - (6.5 * \text{Pi} / 180)]$$

[0215] 여기서 $\text{Pi} = 3.14$ 이다.

[0216] 그리고 거리는 0.01m 단위로 계산한다.

[0217] 한편, 본 발명에서는 입력변수 11개와 20개의 결과를 출력할 수 있게 한다.

[0218] - 입력변수 A형 : 필수 3개 (헤드 속도, 로프트각, 백스핀)외에 선택 5개 변수(어택각, 사이드스핀, 바람속도, 온도, 고도)를 입력한다.

[0219] - 입력변수 B형 : 그런 높이와 그런 거리 입력 클럽선택 하는 방법이 있다.

[0220] - 출력 결과 : 골프볼의 비행에 대한 20개의 관련자료가 출력된다.

[0221] - 20개 출력 : 헤드 속도, 볼 속도, 로프트각, 어택각, 런치각, 백스핀, 사이드스핀, 그런 거리, 조정된 거리, GPS 거리, 증감거리, 그런 높이, 바람속도, 온도, 고도, 사이드 편차, 최대 높이, 비행시간, 착지각, 반발계수이다.

[0222] 각 출력결과 중 일부 항목은 다음과 같다.

[0223] * 조정된 거리(adjusted distance, m, yard) : 수평인 경우는 티 박스로부터 그런 중앙까지의 거리다. 평지나 혹은 그린의 위치가 티 박스를 기준으로 해 위로 혹은 아래로 몇십 m 위치에 있을 때에 위쪽의 그린에 대해서는 실제거리보다 크게, 아래쪽 그린에 대해서는 실제거리보다 작게 골프볼의 보내야 하는데 이때의 거리를 수정하여 실제로 보내야 할 거리를 의미한다.

[0224] * GPS 거리(GPS distance, m, yard) : 어느 경우나 위에서 본 수평 거리만을 의미한다. 그린의 위치가 티 박스를 기준으로 해 위로 혹은 아래로 몇십 m 위치에 있을 때도 GPS는 평지에서의 거리만 표시한다.

- [0225] * 증○감 거리(m) : 그런이 경사에 있을 때 볼의 비거리를 줄이는 양이나, 혹은 비거리를 증가시키는 분량을 말한다. 거리를 줄여서 볼을 보내야 하는 내리막 경우는 - 값으로, 거리를 추가로 더 보내야 하는 오르막 경우는 + 값이 된다. 또한, 환경 영향인 바람, 온도, 고도에 따른 거리의 증○감도 표현하고 있다.
- [0226] 또한, 골프볼의 궤적 예측시, "일반" 운용방법은 입력변수 A형을 골프볼 궤적 좌표를 계산하여 결과를 출력하는 부분(종합결과표시부)에 표시한다.
- [0227] 또한, 골프볼의 궤적 예측시, "탐색" 운용방법은 입력변수 B형을 입력으로 클럽 헤드의 속도를 조절 통해서 입력한 그런 거리 및 그런 높이 조건을 충족할 때까지 반복 계산 후, 클럽헤드 속도와 그의 궤적그래프를 종합에 가로축에 표시부에 표시한다.
- [0228] 또한, 탐색운용방법에서 추천 백스핀 값 계산은 클럽 백스핀 값을 수동으로 지정하는 방법과 추천 백스핀 값을 사용하는 방법을 이용할 수 있다. 그리고 추천 백스핀은 다음의 수학식 6을 이용하여 계산한다.

수학식 6

- [0229] 스픈(rpm) = $60 * [160 * \text{헤드 속도(km/h)} * \text{Sin}[\text{로프트각} * \pi / 180]]$
- [0230] 여기서 $\pi = 3.14$ 이다.
- [0231] 또한, 그런까지 볼을 보내는 데 필요한 클럽에 따른 헤드 속도 예측을 수행한다. 그런의 위치가 티 박스로부터 위로(+40m까지) 혹은 아래(-40m까지)에 있을 때는 평지에서보다 골프볼은 더 보내야 하거나 혹은 줄여서 보내야 한다. 본 발명에서는 다음의 수학식 7을 사용하여 필요한 최적의 헤드 속도를 도출해 낸다.

수학식 7

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

- [0232] 여기서, x_{n+1} 은 $n+1$ 번째 예측된 헤드 속도, x_n 은 n 번째 예측된 헤드 속도, $f(x_n)$ 은 궤적 예측 모델 함수, $f'(x_n)$ 은 궤적 예측 모델을 미분한 함수이이다.
- [0234] 그래서 입력된 그런 거리를 만족하는 헤드 속도(x_n)를 예측하기 위해 입력된 그런 거리와 예측된 그런 거리 값이 오차범위(예, 1m) 안에 수렴할 때까지 반복(iteration) 계산한다.
- [0235] 한편, 도 13은 본 발명을 이용하여 구성한 2차원 골프볼 궤적 프로그램의 전체 실행화면을 보인 도면이고, 도 14는 도 13에서 환경변수 입력부의 구성 예를 보인 도면이며, 도 15는 도 13에서 종합결과 표시부의 구성 예를 보인 도면이고, 도 16은 도 13에서 그래프 표시부의 구성 예를 보인 도면이다.
- [0236] 그리고 도 17은 도 14의 환경변수 입력부에서 "일반" 운용방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0237] 그래서 "일반" 운용방법의 경우, 도 17에서와 같이, "일반" 항목에만 체크되도록 한다. 또한, 도 17에서와 같이 active하게 보이는 부분만 변경 가능하다(클럽선택, 로프트각, 어택각, 사이드스핀, 반발계수, 환경 3개 변경 가능)
- [0238] 도 18은 도 14의 환경변수 입력부에서 "일반+수동" 운용방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0239] 그래서 "일반+수동" 운용방법의 경우, "일반"과 "수동"에만 체크 되었다. 이는 A(일반)형에 추가로 헤드 속도 및 백스핀을 변경할 수 있다.
- [0240] 도 19는 도 14의 환경변수 입력부에서 "탐색" 운용방법에서 실행하기 전의 상태를 보인 도면이고, 도 20은 도 19의 "탐색" 운용방법에서 실행한 후 헤드 속도와 백스핀 값이 변경된 경우를 보인 도면이다.
- [0241] 그래서 "탐색" 운용방법의 경우, "탐색"에만 체크 되었다. 이는 그런 상태(그린 높이, 그런 거리)가 주어지고, 클럽을 선택하면 클럽의 default 값만 주지만, 실행을 하면 최적의 헤드 속도와 백스핀 값을 보여주도록 한다.
- [0242] 도 21은 도 14의 환경변수 입력부에서 "탐색+수동" 운용방법에서 실행을 하기 전의 상태를 보인 도면이고, 도

22는 도 21의 "탐색+수동" 운용방법에서 실행을 한 후 헤드 속도가 변경된 경우를 보인 도면이다.

[0243] 그래서 "탐색+수동" 운용방법의 경우, "탐색"과 "수동"에만 체크 되었다. 이는 그런 상태(그린 높이, 그런 거리)가 주어지고, 클럽을 선택하고서 실행을 하면, 로프트각, 백스핀은 고정되고 최적의 헤드 속도를 보여주도록 한다.

[0244] 도 23은 본 발명에서 경사진 그린까지의 비거리를 예측하는 예를 보인 그래프이고, 도 24는 도 23에서 위 방향에 그린이 있는 경우의 예를 보인 도면이며, 도 25는 도 23에서 아래 방향에 그린이 있는 경우의 예를 보인 도면이다.

[0245] 그래서 그린의 위치가 티 박스로부터 위로 혹은 아래로 수십 미터 위치에 있을 때 위 방향의 그린에는 평지에서보다 볼을 더 보내야 하고, 아래 방향의 그린에는 볼의 비거리를 줄여서 보내야 하는데, 본 발명은 이러한 필요거리를 미리 예측할 수 있다.

[0246] 도 26은 도 13의 2차원 골프볼 궤적 프로그램에서 각기 다른 비거리 궤적으로 여러 개의 색상으로 표시한 예를 보인 도면이다.

[0247] 그래서 골프볼 궤적 프로그램 화면과 각기 다른 비거리 궤적을 색상으로 표시한다. 즉, 그래프 표시부(400)는 임팩트하는 위치를 (0,0)로 정하고, 세로좌표의 기준을 볼의 높이, 가로축 좌표의 기준을 볼의 비거리로 표시하여 세로 측 = 0 위치에 녹색 선을 추가하여 그린 선을 표시할 수 있다.

[0248] 도 27은 도 13의 2차원 골프볼 궤적 프로그램에서 마우스 인터페이스를 이용하여 좌표 위치를 확인할 수 있도록 한 예를 보인 도면이다.

[0249] 그래서 마우스 인터페이스를 이용한 좌표 위치를 확인할 수 있다. 즉, 그래프 표시부(400)의 세로축을 볼의 높이, 가로축을 볼의 비거리로 표현되는 측면보기 기능과 세로축을 볼의 사이드 편차, 가로축을 비거리로 표현되는 위에서 보기 기능 및 마우스 인터페이스를 이용한 좌표 위치를 확인할 수 있는 표시기능을 수행할 수 있다.

[0250] 도 28은 본 발명에서 어택각 개념을 포함해 비거리를 조정한 예를 보인 표이다.

[0251] 그래서 어택각의 개념을 넣을 수 있다. 어택각 개념은 최근 2~3년 전부터 도입된 내용으로 +5도로 어택을 하면 비거리는 아래의 표와 같이 증가함을 알 수 있다. 아래의 레이더 실험 자료를 보면, 헤드 속도가 75마일이라도 +5도의 어택각은 -5도보다 비거리가 22야드, 헤드 속도 120마일의 경우에도 볼은 35야드나 더 멀리 날아간다. 또한, 헤드 속도가 증가함에 따라 +5도의 어택각일 때 백스핀 값은 더욱 작아짐을 알 수 있다.

헤드속도 (마일)	어택각 (deg)	볼속도 (마일)	런치각 (deg)	백스핀 (rpm)	비거리 (야드)	로프트각 (deg)
75	-5도	105	14.1	3170	145	23.0
75	0도	107	16.1	2690	156	19.0
75	+5도	109	18.9	2310	167	15.0
90	-5도	129	10.6	3130	195	19.5
90	0도	131	13.4	2700	208	15.5
90	+5도	132	16.0	2210	221	11.5
105	-5도	153	8.0	3060	243	14.5
105	0도	155	10.7	2520	259	12.0
105	+5도	156	13.8	2070	274	10.0
120	-5도	177	5.7	2880	291	12.0
120	0도	178	9.0	2430	309	10.0
120	+5도	179	12.1	1910	326	8.0

[0253] 한편, 본 발명에 의해 개발된 프로그램 및 본 발명에 대해 좀 더 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0254] (1) 본 프로그램의 목적 및 특성(Purpose and Characterization of this program)

[0255] - 목적 : 본 프로그램은 여러 경우에 골프볼의 궤적을 미리 예측할 수 있도록 하는 국내 최초로 개발된 골프볼 궤적 프로그램이다.

- [0256] - 특징 : 그린(Green)의 위치가 티 박스(Tee Box)보다 수십 미터 아래나 혹은 위에 있을 때는 볼이 그린 중앙에 떨어지도록 하려면 평지보다 골프볼의 비거리는 작아지거나 더 커지도록 볼을 보내야 한다. 이때의 조정된 비거리(Adjusted Distance)를 제시해 주는 최초의 프로그램이다. 대부분의 현존하는 외국 프로그램은 평지에서 만의 비거리를 제공해준다. 또한, 볼이 날아갈 때 주어지는 각종 초기 상태의 조건을 알 수 있다.
- [0257] (2) 본 프로그램의 설정 조건 및 특성
- [0258] - 볼의 스픈 : 스픈은 1500(분당회전수)에서부터, 1,750, 2,000, 2,250단위로 250단위로 12,000rpm까지이다. 골프볼의 회전수를 마우스로 선택하게 하였다. 250rpm 범위에서의 비거리의 차이는 매우 미미하다.
- [0259] - 반발계수 : 드라이버와 우드는 0.83, 그중 7번 우드는 0.80으로, 아이언은 0.76으로 계산되었다.
- [0260] - 헤드 무게 : 드라이버(198g), 우드 3(203g), 우드 5(218g), 우드 7(228g), 아이언 3(239g), 아이언 4(246g), 아이언 5(253g), 아이언 6(260g), 아이언 7(267g), 아이언 8(274g)로 설정 계산하였다.
- [0261] - 바람의 영향: 앞바람(Head Wind)과 뒷바람(Tail Wind)의 영향은 현존하는 이론에 많은 차이가 있지만, 기존의 프로그램들과 유사하게 계산을 하였다.
- [0262] - 볼 종류 : 사용한 볼은 편의상 무게 46g으로 하고, 육각형 딤풀 볼(Hexagonal Dimpled Ball)을 기준으로 계산하였다. 일반 골프볼의 비거리보다 2~4% 정도 더 나간다.
- [0263] (3) 용어의 정의(Definition of terminology)
- [0264] - 새로 만들기 : 프로그램의 초기 상태가 된다.
- [0265] - 삭제 : 볼의 종합 결과에서 그 결과를 하나씩 삭제할 수 있다.
- [0266] - 모두 삭제 : 볼의 종합 결과에서 모든 결과를 삭제한다.
- [0267] - 저장 : 볼의 종합 결과에서 그림만 모두 저장한다.
- [0268] - 다른 이름으로 저장 : 볼의 종합 결과에서 그림을 다른 이름으로 저장한다.
- [0269] - 인쇄 : 볼의 종합 결과에서 그림만 인쇄한다.
- [0270] - 빠져나가기 : 프로그램을 종료한다.
- [0271] - 도움말 : 본 프로그램에 대한 사용법을 포함한 정보를 제공한다.
- [0272] (4) 운영방법 선택(Operation Mode)
- [0273] - 일반 : 각 클럽의 표준(default) 값을 중심으로 각 필요한 값들만 표현되어 있다. 여기서는 헤드 속도 등을 지정할 수 없다.
- [0274] - 탐색 : 클럽이 결정되고 나서 그린 상태의 값들이 정해진 면 백스핀 값은 자동으로 탐색 된다.
- [0275] - 일반과 수동 : 각 클럽의 클럽헤드 임팩트 값과 백스핀만 지정할 수 있도록 하였다.
- [0276] - 탐색과 수동 : 각 클럽의 표준(Default) 값을 중심으로 하여 백스핀, 그린 상태의 값만을 지정할 수 있다.
- [0277] <클럽헤드 임팩트 값>
- [0278] - 클럽(No) : 드라이버, 우드 3, 우드 5, 우드 7, 아이언 3, 아이언 4, 아이언 5, 아이언 6, 아이언 7, 아이언 8총 10개를 의미한다.
- [0279] - 헤드 속도(km/h) : 클럽을 다운스윙할 때 골프볼과 헤드의 임팩트 순간의 헤드 속도를 의미한다.
- [0280] - 로프트각(deg) : 각 클럽의 고유한 로프트각(loft angle)을 의미한다. 자료 입력 시 골퍼들이 가지는 드라이버는 로프트각을 약 2도 추가해 입력한다. 예를 들면 골퍼가 가지는 드라이버의 로프트각이 10도라면 12도로 입력하라는 것이다. 그렇지 않은 때도 있다. 드라이버의 실제 로프트각을 알아야 한다.
- [0281] - 어택각(deg) : 클럽으로 볼을 임팩트할 때 헤드의 경로(flight path)와 지면이 이루는 각을 의미한다. 헤드 경로가 지면과 평행이면 어택각 attack angle은 "0" deg이다. 어택각이 변하면 런치각만 변한다.
- [0282] - 사이드스핀(rpm) : 슬라이스나 후크의 원인이 되는 골프볼의 사이드스핀으로 좌우로 ± 값을 사용한다. 왼쪽(-), 오른쪽(+)으로 회전하는 방향을 뜻한다. 오른손잡이는 +는 슬라이스, -는 후크를 뜻한다. -1,200 ~

+1,200rpm까지 50rpm 간격으로 되어 있다.

[0283] - 반발계수(COR : Coefficient of Restitution) : 클럽의 반발계수로서, 우드는 0.83(7번 우드: 0.80), 아이언은 0.76으로 한다.

[0284] <볼의 런치(Launch)값>

[0285] - 추천 백스핀(rpm) : 추천 백스핀은 최적의 골프볼의 스픈을 의미한다. 즉, 볼이 클럽헤드의 스위트 스폷에 잘 맞는 경우이다. 헤드 속도와 클럽의 로프트각이 정해지면 결정되는 값이다. 안정적이고 재연성이 있는 스픈 값이다. 물론 다른 스픈에서 비거리가 더 멀리 나가기도 하는데 이것은 볼의 헤드의 윗부분과 임팩트되어 스픈 값이 적어지고 볼의 속도는 증가하게 된다. 하지만, 이런 경우는 매우 적고 재연성이 없다. 즉 잘못 임팩트되어 볼이 멀리는 가지만 똑바로 날아가지 못하는 경우이다.

[0286] - 백스핀(rpm) : 골프볼이 임팩트 직후 분당회전수(rpm : revolution per minute)를 의미한다. 1,500, 1,750, 2,000, 2,250 ~ 12,000rpm 까지다. 백스핀 값은 추천 스픈 값을 선택하여 실행하는 것이 바람직하다.

[0287] - 볼의 속도(km/h) : 골프볼이 임팩트 되고 나서 클럽을 떠나는 속도를 의미한다.

[0288] - 런치각(deg) : 골프볼이 클럽을 떠날 때 지면과의 각을 의미한다.

[0289] <그린 상태>

[0290] - 그린의 높이(m) : 그린의 위치가 티 박스를 기준으로 해 위로 혹은 아래로 몇 십 m 위치에 있는지를 의미한다.

[0291] - 그린 거리(Green Distance, m) : 티 박스(Tee Box)로부터 그린까지의 직선거리를 의미한다. 이 경우 티 박스로부터 위로 또는 아래로 경사진 그린까지의 경우도 포함된다.

[0292] <환경>

[0293] - 바람속도(Wind Speed, m/s) : 앞바람(Head wind)은 -, 뒷바람(Tail wind)은 +로 하며 단위는 m/s이다.

[0294] - 고도(Altitude, m) : 기본은 바다수준(sea level)으로 높이 "0m"로 되어 있다.

[0295] - 온도(Temperature, °C) : 대기 온도로 섭씨(°C)로 기본은 "20°C"로 되어 있다.

[0296] - 습도 : 습도는 영향이 적어 50%로 고정하였다.

[0297] <단위 변환기>

[0298] - 단위변환기(Unit Changer) : 거리에서 미터(m), 킬로미터(km), 야드(yard)를, 속도에서 m/s, km/h, mph(마일)를 수시로 변환해 결과를 볼 수 있다. 단, 마일(mile per hour)은 1시간에 가는 마일을 거리로 표현한 것이다.

[0299] <볼의 종합결과>

[0300] - 조정된 거리(Adjusted Distance, m, yard) : 수평인 경우는 티 박스로부터 그린 중앙까지의 거리다. 평지나 혹은 그린의 위치가 티 박스를 기준으로 해 위로 혹은 아래로 몇십 m 위치에 있을 때에 위쪽의 그린에 대해서는 실제거리보다 크게, 아래쪽 그린에 대해서는 실제거리보다 작게 골프볼의 보내야 하는데, 이때의 수정하여 실제로 보내야 할 거리를 의미한다.

[0301] - GPS 거리(GPS Distance, m, yard) : 어느 경우나 위에서 본 수평 거리만을 의미한다. 그린의 위치가 티 박스를 기준으로 해 위로 혹은 아래로 몇십 m 위치에 있을 때도 GPS는 평지에서의 거리만 표시한다.

[0302] - 증○감 거리(m) : 그린이 경사에 있을 때 볼의 비거리를 줄이는 양이나, 혹은 비거리를 증가시키는 분량을 말한다. 거리를 줄여서 볼을 보내야 하는 내리막 경우는 - 값으로, 거리를 추가로 더 보내야 하는 오르막 경우는 + 값이 된다. 또한, 환경 영향인 바람, 온도, 고도에 따른 거리의 증○감도 표현하고 있다.

[0303] - 사이드 편차(Deviation, m) : 직선거리에서 좌우로 슬라이스 혹은 후크의 정도를 표시하는 거리다.

[0304] - 최대 높이(Max Height, m) : 골프볼이 날아갈 때 최대의 높이를 의미한다.

[0305] - 비행시간(Flight Time, sec) : 골프볼이 공중에 떠 있는 시간을 의미한다.

[0306] - 착지각(Descent Angle, deg) : 골프볼이 지면에 떨어질 때 지면과의 각도로 런치각과 대조가 된다.

- [0307] - 야드(yard)표시 : 그런 거리, 조정된 거리, GPS 거리를 야드로도 표시하여 미터(m)와 쉽게 변환하여 볼 수 있도록 하였다.
- [0308] <제어>
- [0309] - 실행 : 입력이 끝나고 나서 볼의 궤적 결과를 보도록 작동한다. 실행을 클릭하면 골프볼 궤적 프로그램이 작동한다.
- [0310] <골프볼 궤적 프로그램>
- [0311] - 측면보기(Side View) : 볼의 궤적을 측면에서 보는 경우로 볼의 궤적을 볼 수 있다.
- [0312] - 위에서 보기(Top View) : 사이드스핀이 주어졌을 때 슬라이스나 후크의 정도를 볼 수 있다.
- [0313] - 볼의 비거리(Carry Distance, m) : 그런 거리, 조정된 거리, GPS 거리를 표현했다.
- [0314] - 볼의 높이(Height, m) : 볼이 날아가는 동안 거리에 따른 볼의 높이를 표현했다.
- [0315] (4) 사용방법
- [0316] - 프로그램을 열면 기본으로는 아래와 같은 표준클럽의 자료를 기준으로 자료들이 만들어져 있다.
- [0317] (예) 클럽(No)에서 드라이버를 선택하여 실행하면 헤드 속도는 175km/h, 로프트각(deg)은 10도로 표시되며 나머지 백스핀 3,000rpm, 볼의 속도 256km/h, 런치각 8.89 deg, 반발계수 0.83은 자동으로 입력된다.
- [0318] 여기서 실행의 결과로 볼의 궤적이 그래프에 만들어지면서 그 결과는 볼의 종합결과에 21개의 자료가 만들어진다.
- [0319] - 클럽을 선택하고서 헤드 속도, 로프트각, 어택각, 사이드스핀, 백스핀, 그런의 높이, 그런 거리, 바람의 속도, 온도, 고도 11개를 선택 및 입력하거나 혹은 클럽을 선택하고 나서 헤드 속도와 로프트각만 선택 입력하여 실행하면 그 결과도 그래프와 볼의 종합 결과에 보인다.
- [0320] - 표준클럽(Default Club): 드라이버를 포함해 아마추어의 각 클럽에 대한 최상의 조건을 제시한다.
- [0321] 도 29는 본 발명에서 표준 클럽에 대한 최상의 조건을 제시한 예를 보인 표이다.
- [0322] - 단위변환기 : 초기에는 입력부분 및 결과부분에 모두 "0"으로 입력돼 있지만, 입력 부분에 수치를 입력하고 단위를 선택하고 나서 결과에서 다시 변화하고자 하는 단위를 선택하면 거리 및 속도는 수시로 바꾸어 그 결과를 볼 수 있다.
- [0323] - 그런 상태 이용하기 :
- [0324] (예 1) 직선거리가 150m에 그런 중앙이 수평 아래로 30m에 있다면 얼마를 줄여서 볼을 보내야 하는가? 이 골퍼는 5번 아이언으로 평지에서 150m를 보낸다.
- [0325] 이때 프로그램에서는 5번 아이언을 선택하고 그런 거리는 150, 그런의 높이 -30으로 입력하고 나서 실행을 하면 볼의 종합 결과에서 조정된 거리에서 123으로 나타나는데. 즉 이 골퍼는 5번 아이언으로 볼을 약 123m에 보낸다고 생각을 하고 볼을 보내면 된다. 그런데 이 골퍼가 평지에서 8번 아이언으로 120을 보낸다면 8번 아이언으로 볼을 임팩트해도 된다. 물론 8번으로 볼을 보내므로 150의 거리에 볼이 떨어질 때 거리가 약간 달라지는데 그 차이는 이 경우 2~3m 정도라 무시하였다.
- [0326] 도 30은 본 발명에서 로프트각, 런치각, 어택각 사이의 관계와 그 상태를 보인 도면이고, 도 31은 본 발명에서 런치각, 착지각 및 높이를 정의한 예를 보인 도면이며, 도 32는 본 발명에서 그런 거리와 조정된 거리 및 GPS 거리와의 관계를 보인 도면이고, 도 33은 도 32에서 그런이 아래에 있을 때 조정된 거리를 설정하는 예를 보인 도면이며, 도 34는 도 32에서 그런이 위에 있을 때 조정된 거리를 설정하는 예를 보인 도면이고, 도 35는 본 발명에서 그런이 아래에 있을 때 사이드스핀의 설정에 따른 골프볼의 궤적을 보인 도면이다.
- [0327] 그래서 도 30에서와 같이, 어택각이 포지티브(+)인 경우. 로프트각이 작더라도 런치각이 클 수도 있고, 같은 로프트각이라도 드라이버 런치각이 달라질 수 있다. 리본 그림은 무게중심을 뜻한다. 로프트각 10도는 런치각 8.9도이다. 또한 런치각은 어택각에 따라 달라진다. 이 경우 어택각이 +5도라면 $8.9 + 5 = 13.9$ 도가 런치각이 된다.
- [0328] 도 32는 수평 거리 약 225야드의 거리에 그런이 있는 것을 보인 것이다.

- [0329] 도 33은 티 박스로부터 그린까지의 거리인 그린 거리가 약 201야드로 그린이 아래로 약 20야드 위치에 있는 것을 보인 것이다. 이 경우 조정된 거리(Adjusted Distance)와 GPS 거리(GPS Distance)는 서로 다르다. 이 경우 골퍼는 그린이 조정된 거리 약 175야드인 거리로 있다고 생각해 볼을 보내야 볼이 201야드의 그린에 도달할 수 있다.
- [0330] 도 34의 경우, 티 박스로부터 그린까지의 거리(Green Distance)가 약 170야드에 그린이 위로 약 13야드 위치에 있다. 이 경우 조정된 거리(Adjusted Distance)와 GPS 거리(GPS Distance)는 서로 다르다. 이 경우 골퍼는 조정된 거리 약 190야드에 그린이 있다고 생각해 볼을 보내야 볼이 170야드의 위치에 도달할 수 있다.
- [0331] 도 35의 경우, 그린의 위치가 245m에 아래 방향으로 12m에 있을 때, 볼의 백스핀은 3,000rpm, 사이드스핀이 후크 방향(-)으로 500rpm인 경우 볼은 왼쪽으로 약 18m 편기가 되어 날아가고, 사이드스핀이 슬라이스 방향(+)으로 500rpm인 경우 볼은 오른쪽으로 약 18m 편기가 되어 날아가 멀어진다.
- [0332] 도 36은 본 발명에 의한 2차원 골프볼 케적 프로그램을 이용하여 각종 단말기 등에 적용하는 예를 보인 개념도이다.
- [0333] 그래서 본 발명은 스크린 골프, PDA, 골프장 GPS, 휴대전화기, 골프게임, 골프연습장 단말기, 골프클럽 피팅기 등에 적용이 가능하며, 골프학과의 교수와 학생, 골프선수, 골프선수 지망생, 골프동호인, 골프참여인구 등이 이를 이용할 수 있다.
- [0334] 이상에서 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 안의 범위에서 다양하게 변형시행될 수 있다. 따라서 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하려는 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술적 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술적 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

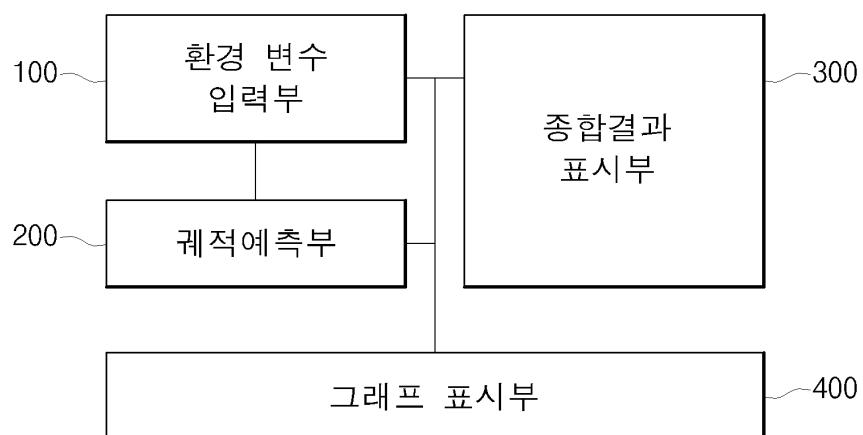
- [0335] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 2차원 골프볼 케적 표시 장치의 블록구성도이다.
- [0336] 도 2는 도 1에서 환경변수 입력부의 일 예를 보인 블록구성도이다.
- [0337] 도 3은 도 1에서 환경변수 입력부의 다른 예를 보인 블록구성도이다.
- [0338] 도 4는 도 1에서 케적 예측부의 일 예를 보인 블록구성도이다.
- [0339] 도 5는 도 1에서 그래프 표시부의 일 예를 보인 블록구성도이다.
- [0340] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 2차원 골프볼 케적 표시 방법을 보인 흐름도이다.
- [0341] 도 7은 도 6에서 골프볼 케적 예측의 일 예를 보인 흐름도이다.
- [0342] 도 8은 도 6에서 골프볼 케적 예측의 다른 예를 보인 흐름도이다.
- [0343] 도 9는 도 8에서 뉴튼 탐색법을 설명하기 위한 Pseudocode의 일 예를 보인 표이다.
- [0344] 도 10은 본 발명에서 설정한 골프볼 케적 예측 및 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0345] 도 11은 본 발명에서 골프볼의 속도에 따른 지연계수(C_D)와 상승계수(C_L)를 값을 보인 그래프이다.
- [0346] 도 12는 본 발명에서 설정한 클럽의 종류에 따른 클럽 헤드의 질량과 반발계수를 보인 표이다.
- [0347] 도 13은 본 발명을 이용하여 구성한 2차원 골프볼 케적 프로그램의 전체 실행화면을 보인 도면이다.
- [0348] 도 14는 도 13에서 환경변수 입력부의 구성 예를 보인 도면이다.
- [0349] 도 15는 도 13에서 종합결과 표시부의 구성 예를 보인 도면이다.
- [0350] 도 16은 도 13에서 그래프 표시부의 구성 예를 보인 도면이다.
- [0351] 도 17은 도 14의 환경변수 입력부에서 "일반" 운용방법을 설명하기 위한 도면이다.

- [0352] 도 18은 도 14의 환경변수 입력부에서 "일반+수동" 운용방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0353] 도 19는 도 14의 환경변수 입력부에서 "탐색" 운용방법에서 실행하기 전의 상태를 보인 도면이다.
- [0354] 도 20은 도 19의 "탐색" 운용방법에서 실행한 후에 헤드 속도와 백스핀 값이 변경된 경우를 보인 도면이다.
- [0355] 도 21은 도 14의 환경변수 입력부에서 "탐색+수동" 운용방법에서 실행하기 전의 상태를 보인 도면이다.
- [0356] 도 22는 도 21의 "탐색+수동" 운용방법에서 실행한 후에 헤드 속도가 변경된 경우를 보인 도면이다.
- [0357] 도 23은 본 발명에서 경사진 그린까지의 비거리를 예측하는 예를 보인 그래프이다.
- [0358] 도 24는 도 23에서 위 방향에 그린이 있는 경우의 예를 보인 도면이다.
- [0359] 도 25는 도 23에서 아래 방향에 그린이 있는 경우의 예를 보인 도면이다.
- [0360] 도 26은 도 13의 2차원 골프볼 케적 프로그램에서 각기 다른 비거리 케적으로 여러 개의 색상으로 표시한 예를 보인 도면이다.
- [0361] 도 27은 도 13의 2차원 골프볼 케적 프로그램에서 마우스 인터페이스를 이용하여 좌표 위치를 확인할 수 있도록 한 예를 보인 도면이다.
- [0362] 도 28은 본 발명에서 어택각 개념을 포함해 비거리를 조정한 예를 보인 표이다.
- [0363] 도 29는 본 발명에서 표준 클럽에 대한 최상의 조건을 제시한 예를 보인 표이다.
- [0364] 도 30은 본 발명에서 로프트각, 런치각, 어택각 사이의 관계와 그 상태를 보인 도면이다.
- [0365] 도 31은 본 발명에서 런치각, 착지각 및 높이를 정의한 예를 보인 도면이다.
- [0366] 도 32는 본 발명에서 그린 거리와 조정된 거리 및 GPS 거리와의 관계를 보인 도면이다.
- [0367] 도 33은 도 32에서 그린이 아래에 있을 때 조정된 거리를 설정하는 예를 보인 도면이다.
- [0368] 도 34는 도 32에서 그린이 위에 있을 때 조정된 거리를 설정하는 예를 보인 도면이다.
- [0369] 도 35는 본 발명에서 그린이 아래에 있을 때 사이드스핀의 설정에 따른 골프볼의 케적을 보인 도면이다.
- [0370] 도 36은 본 발명에 의한 2차원 골프볼 케적 프로그램을 이용하여 각종 단말기 등에 적용하는 예를 보인 개념도이다.
- [0371] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *
- [0372] 100 : 환경변수 입력부
- [0373] 111 : 운용방법 선택부
- [0374] 112 : 클럽헤드 임팩트 값 입력부
- [0375] 113 : 볼의 런치 값 입력부
- [0376] 114 : 그린 상태 입력부
- [0377] 115 : 환경 입력부
- [0378] 116 : 제어 실행부
- [0379] 117 : 단위 변환기
- [0380] 120 : 필수 입력부
- [0381] 121 : 클럽 선택부
- [0382] 122 : 헤드 속도 입력부
- [0383] 123 : 로프트각 입력부
- [0384] 124 : 백스핀 입력부
- [0385] 130 : 선택 입력부

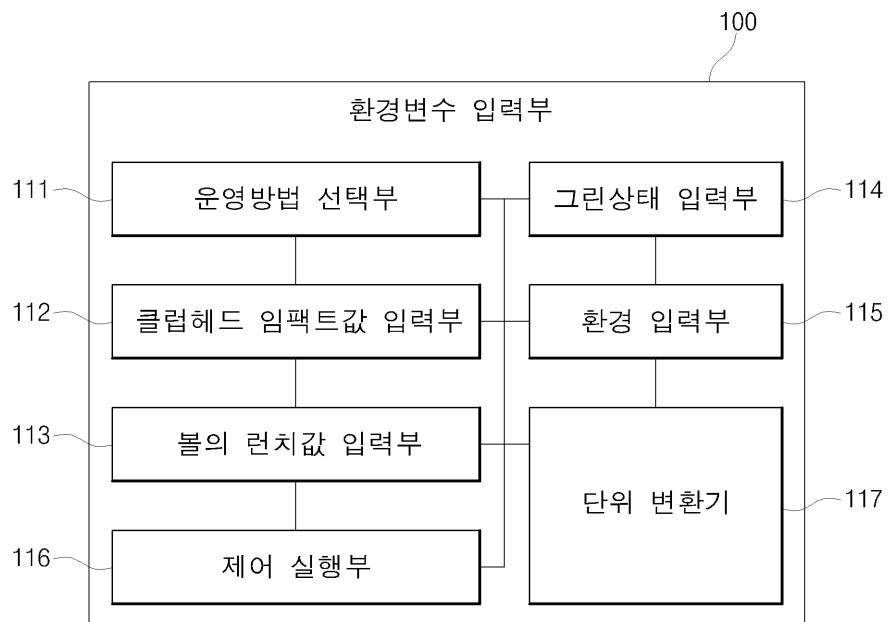
- [0386] 131 : 어택각 입력부
- [0387] 132 : 사이드스핀 입력부
- [0388] 133 : 반발계수 입력부
- [0389] 134 : 바람속도 입력부
- [0390] 135 : 온도 입력부
- [0391] 136 : 고도 입력부
- [0392] 137 : 그런 높이 입력부
- [0393] 138 : 그런 거리 입력부
- [0394] 200 : 궤적 예측부
- [0395] 210 : 물리예측모델 처리부
- [0396] 220 : 그린도달 판단부
- [0397] 230 : 골프볼 궤적결과 취합부
- [0398] 240 : 결과표시 처리부
- [0399] 300 : 종합결과 표시부
- [0400] 400 : 그래프 표시부
- [0401] 410 : 측면보기 표시부
- [0402] 420 : 위에서 보기 표시부

도면

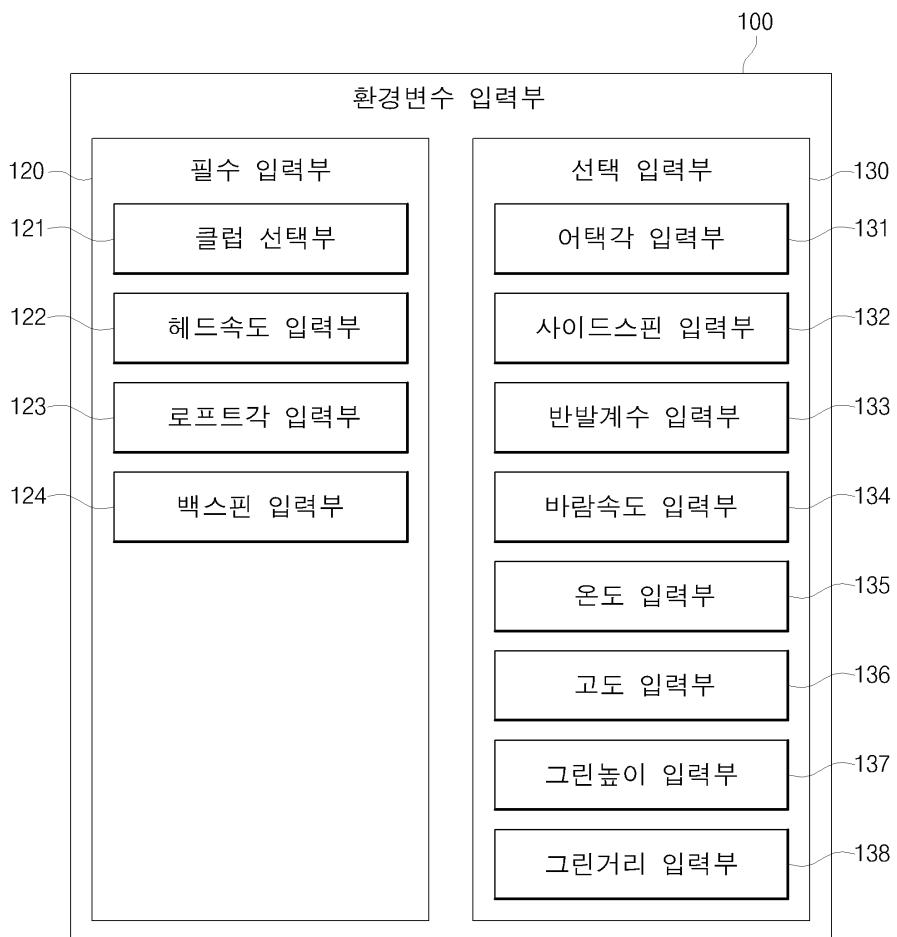
도면1



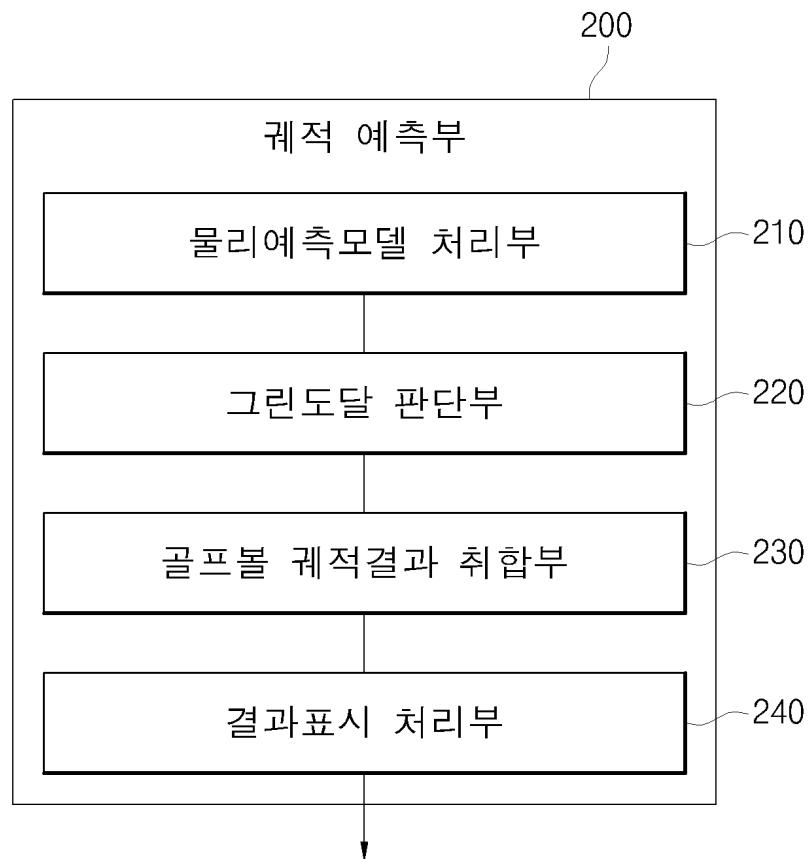
도면2



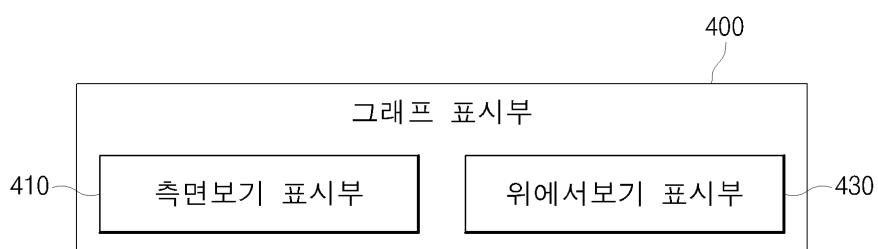
도면3



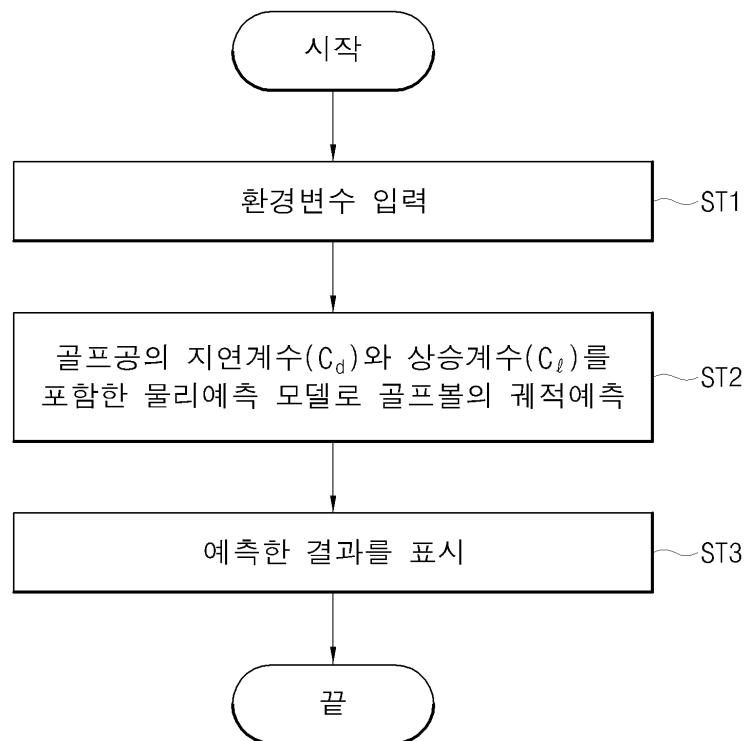
도면4



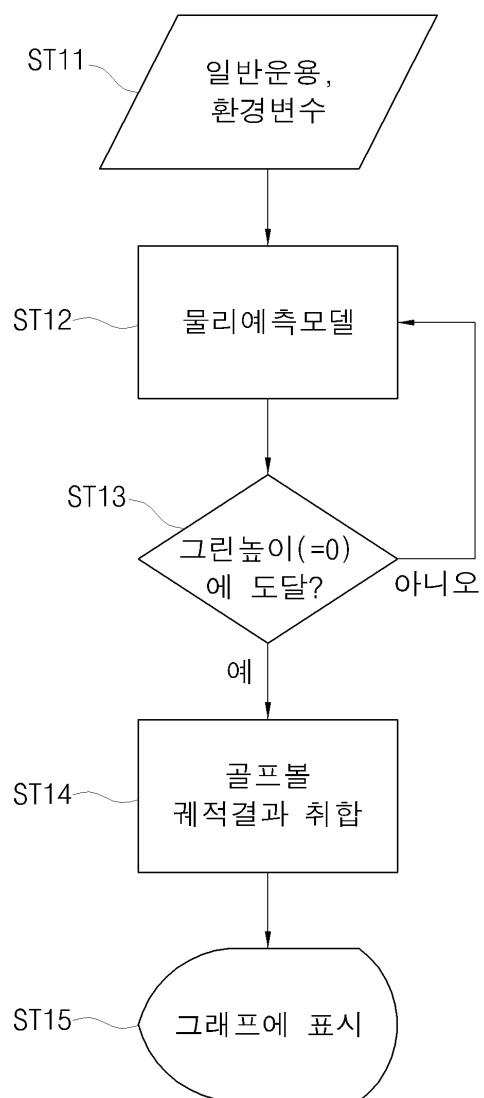
도면5



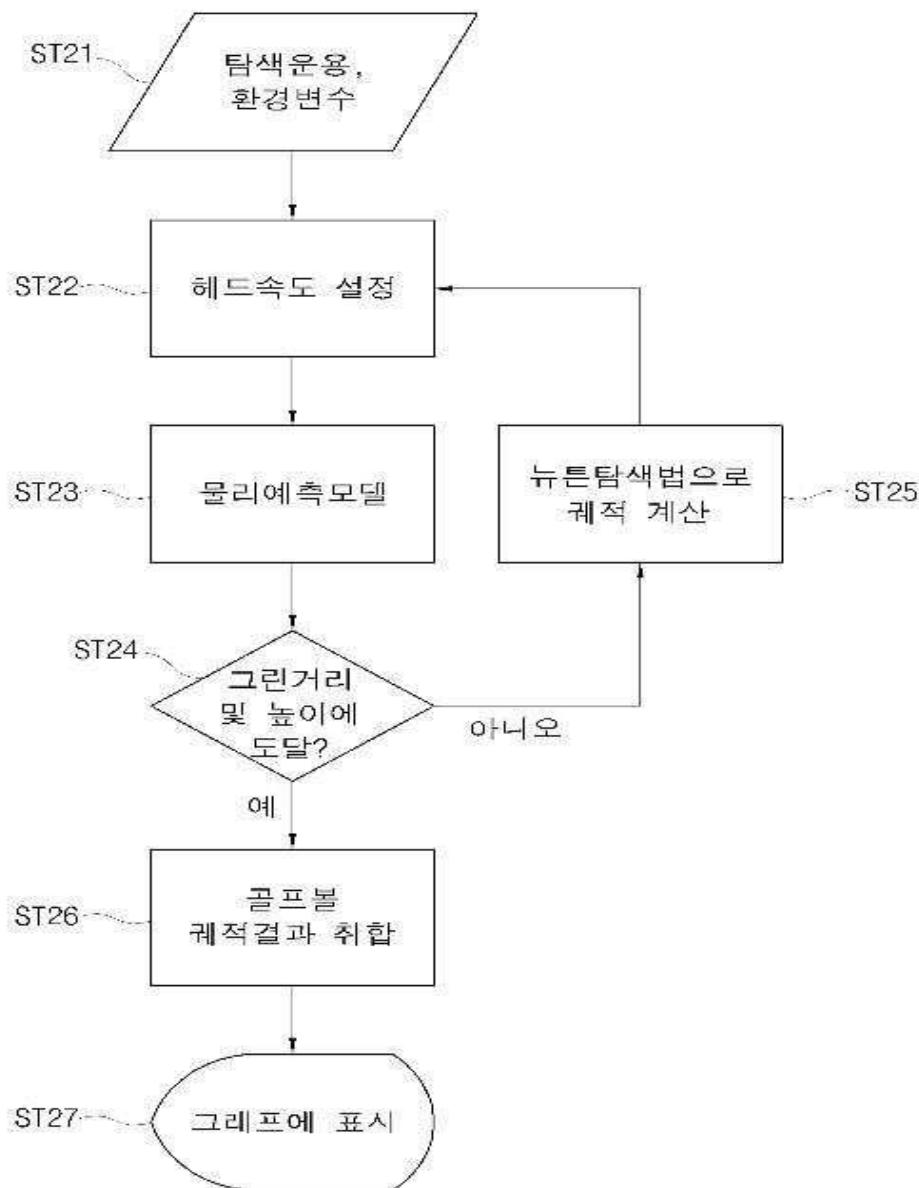
도면6



도면7



도면8

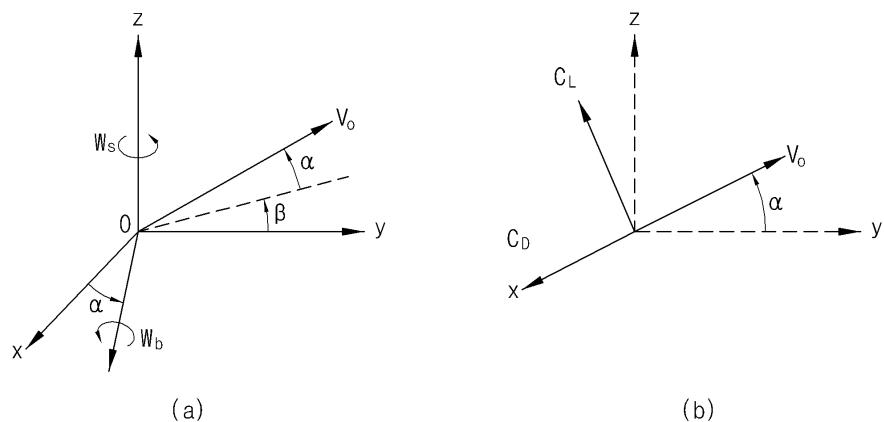


도면9

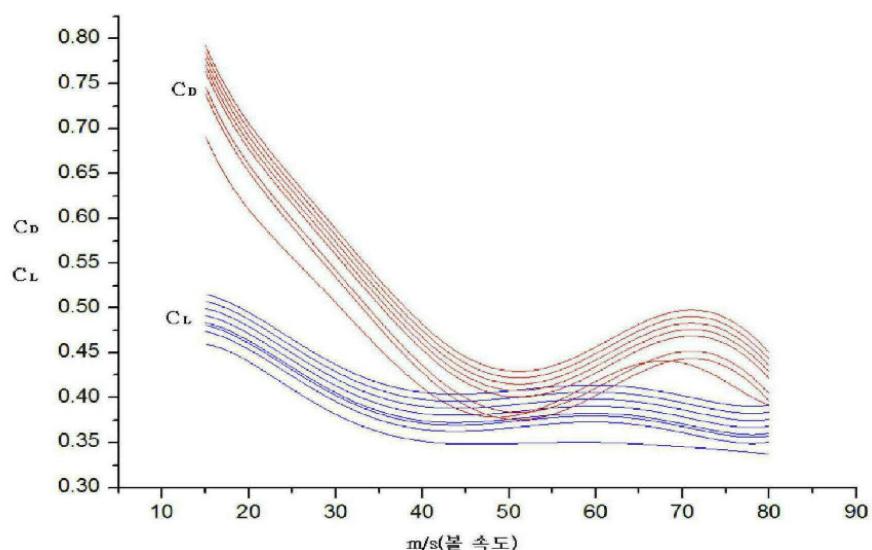
```

error = 1;
x = (x_min + x_max) / 2; // 초기 헤드 속도는 헤드 속도의 중간값으로.
While ( abs( F(x) - y ) < error ) // 오차범위 안에 있을 때까지 계산
  xn = x - F(x) / F'(x); //뉴튼 탐색
  x = xn;
end
xn // 최종 헤드속도
  
```

도면10



도면11

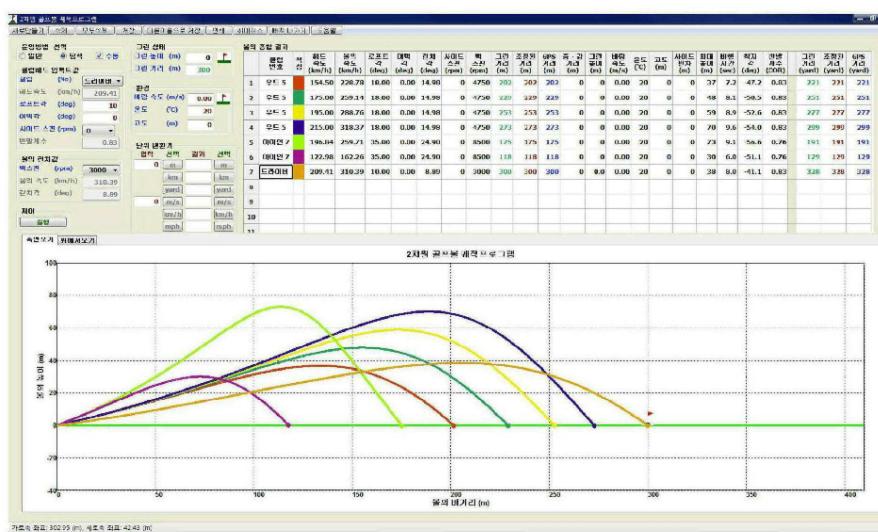


도면12

	질량(kg)	반발계수(e)
드라이버 == w1	M = 0.198	e = 0.83
3번 우드 == w3	M = 0.208	e = 0.83
5번 우드 == w5	M = 0.218	e = 0.83
7번 우드 == w7	M = 0.228	e = 0.80
3번 아이언 == I3	M = 0.239	e = 0.76
4번 아이언 == I4	M = 0.246	e = 0.76
5번 아이언 == I5	M = 0.253	e = 0.76
6번 아이언 == I6	M = 0.260	e = 0.76
7번 아이언 == I7	M = 0.267	e = 0.76
8번 아이언 == I8	M = 0.274	e = 0.76

도면13

프로그램 전체 실행화면



도면14

환경변수 입력부

운영방법 선택		그린 상태	
<input type="radio"/> 일반	<input checked="" type="radio"/> 탐색	<input type="checkbox"/> 수동	그린 높이 (m) <input type="text" value="입력"/>
클럽헤드 임팩트값		그린 거리 (m) <input type="text" value="입력"/>	
클럽	(No) <input type="text" value="선택"/>	환경	
헤드속도	(km/h) <input type="text" value="입력"/>	바람 속도 (m/s)	<input type="text" value="0"/>
로프트각	(deg) <input type="text" value="입력"/>	온도 ('C)	<input type="text" value="20"/>
어택각	(deg) <input type="text" value="0"/>	고도 (m)	<input type="text" value="0"/>
사이드 스핀 (rpm)	<input type="text" value="0"/> <input type="button" value="▼"/>	단위 변환기	
반발계수	<input type="button" value="자동"/>	입력	<input type="text" value="0"/> <input type="button" value="선택"/>
볼의 런치값		선택	<input type="text" value="m"/> <input type="button" value="결과"/>
백스핀 (rpm)	<input type="text" value="추천"/> <input type="button" value="▼"/>	<input type="text" value="m"/> <input type="button" value="선택"/>	<input type="text" value="m"/> <input type="button" value="선택"/>
볼의 속도 (km/h)	<input type="text" value="자동"/>	<input type="text" value="km"/> <input type="button" value="선택"/>	<input type="text" value="km"/> <input type="button" value="선택"/>
런치각 (deg)	<input type="text" value="자동"/>	<input type="text" value="yard"/> <input type="button" value="선택"/>	<input type="text" value="yard"/> <input type="button" value="선택"/>
제어		0 <input type="button" value="m/s"/> <input type="button" value="선택"/>	<input type="text" value="m/s"/> <input type="button" value="선택"/>
		<input type="text" value="km/h"/> <input type="button" value="선택"/>	<input type="text" value="km/h"/> <input type="button" value="선택"/>
		<input type="text" value="mph"/> <input type="button" value="선택"/>	<input type="text" value="mph"/> <input type="button" value="선택"/>
<input type="button" value="실행"/>			

도면15

종합결과표시부

볼의 백 스핀 rpm)	종합 결과														
		조정된 거리 (m)	GPS 거리 (m)	증·감 거리 (m)	그린 높이 (m)	비행도 (m/s)	온도 (°C)	고도 (m)	사이드 스핀 (m)	최대 높이 (m)	비행 시간 (sec)	착지 각 (deg)	반발 계수 (COR)	그린 거리 (yard)	조정된 거리 (yard)
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

도면16

그래프표시부



도면17



도면18



도면19



도면20



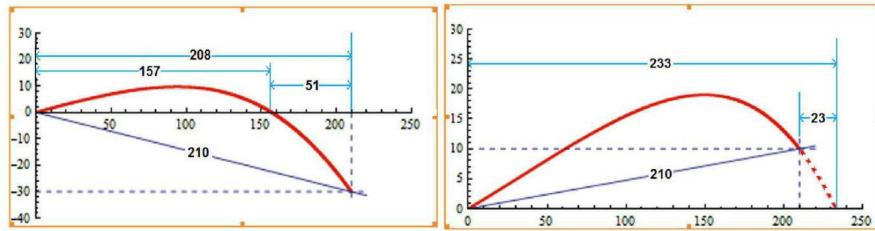
도면21



도면22

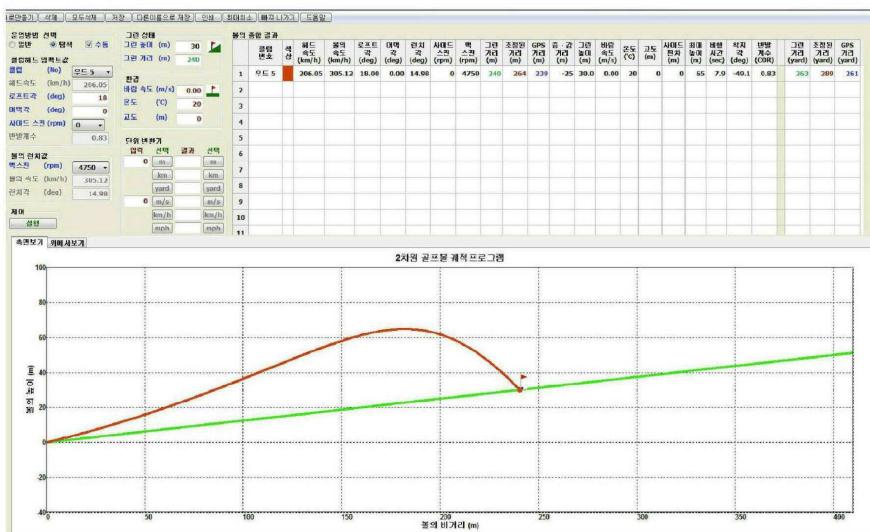


도면23



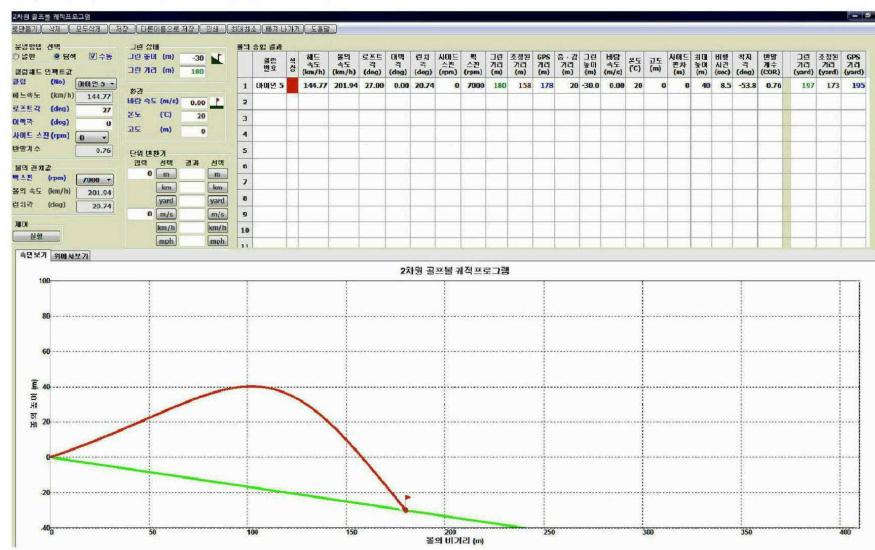
도면24

위 방향에 그린이 있는 경우

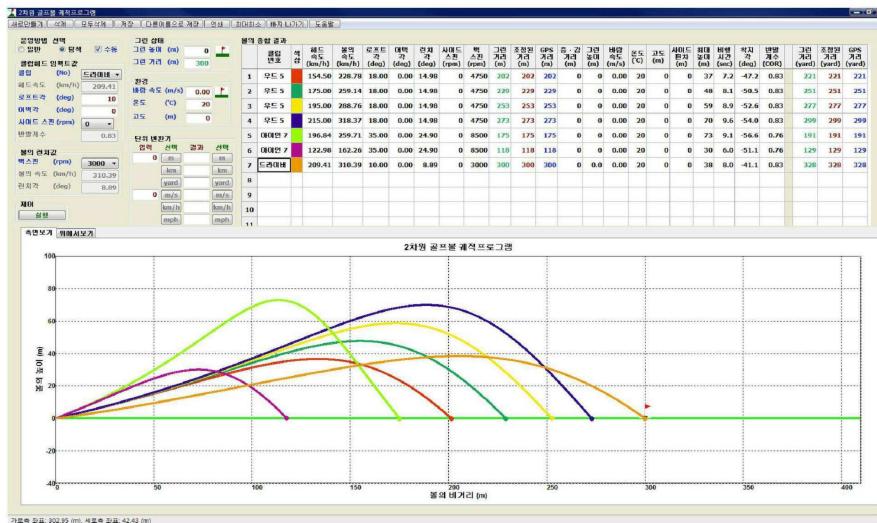


도면25

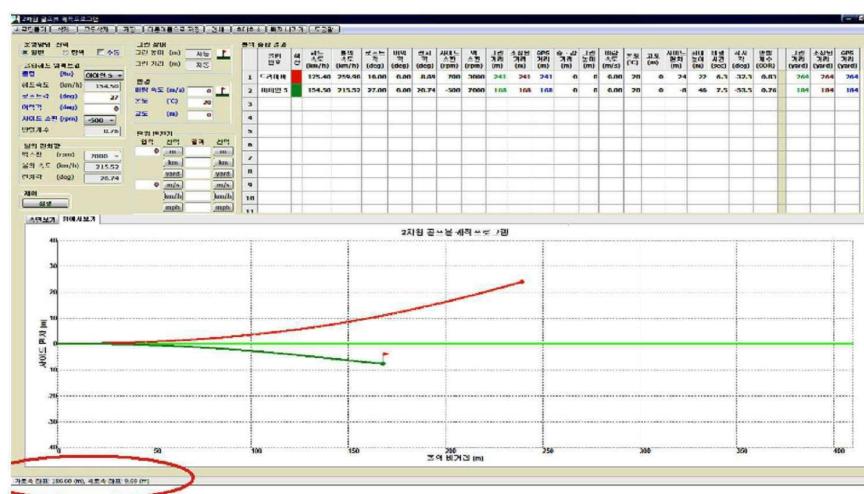
아래 방향에 그린이 있는 경우



도면26



도면27



도면28

헤드 속도 (마일)	어택각 (deg)	볼 속도 (마일)	런치각 (deg)	백스핀 (rpm)	비거리 (야드)	로프트각 (deg)
75	-5도	105	14.1	3170	145	23.0
75	0도	107	16.1	2690	156	19.0
75	+ 5도	109	18.9	2310	167	15.0
90	-5도	129	10.6	3130	195	19.5
90	0도	131	13.4	2700	208	15.5
90	+ 5도	132	16.0	2210	221	11.5
105	-5도	153	8.0	3060	243	14.5
105	0도	155	10.7	2520	259	12.0
105	+ 5도	156	13.8	2070	274	10.0
120	-5도	177	5.7	2880	291	12.0
120	0도	178	9.0	2430	309	10.0
120	+ 5도	179	12.1	1910	326	8.0

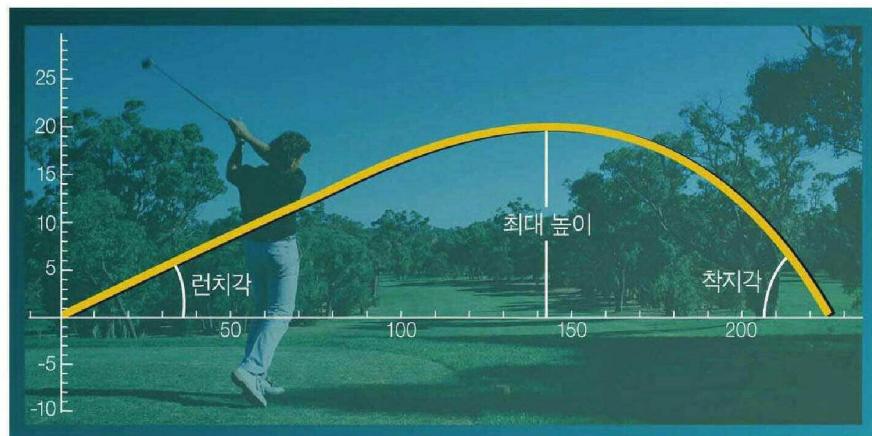
도면29

표준 우드	표준 아이언
W1-3000rpm-10deg - 175.4km/h (109마일)	I3-5500rpm-21deg - 157.7km/h (98마일)
W3-3750rpm-14deg - 157.7 (98마일)	I4-6250rpm-24deg - 156.1 (97마일)
W5-4750rpm-18deg - 154.5 (96마일)	I5-7000rpm-27deg - 154.5 (96마일)
W7-5500rpm-21deg - 151.2 (94마일)	I6-7750rpm-31deg - 152.9 (95마일)
	I7-8500rpm-35deg - 151.2 (94마일)
	I8-9250rpm-39deg - 149.6 (93마일)

도면30

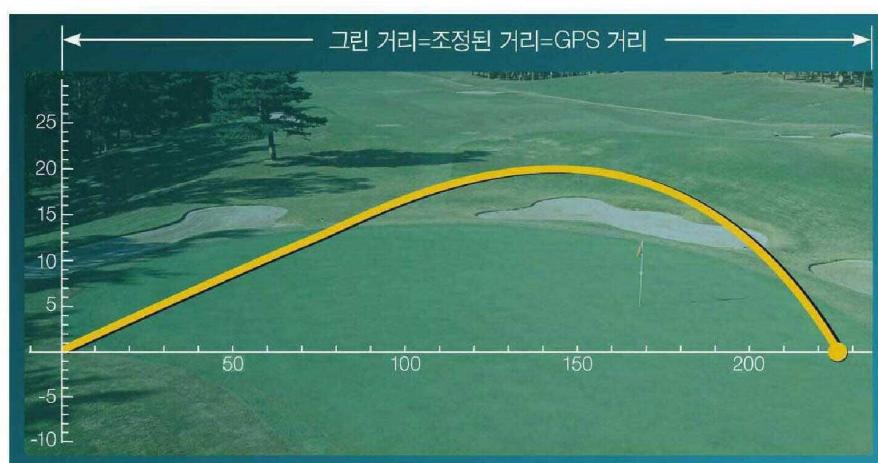


도면31

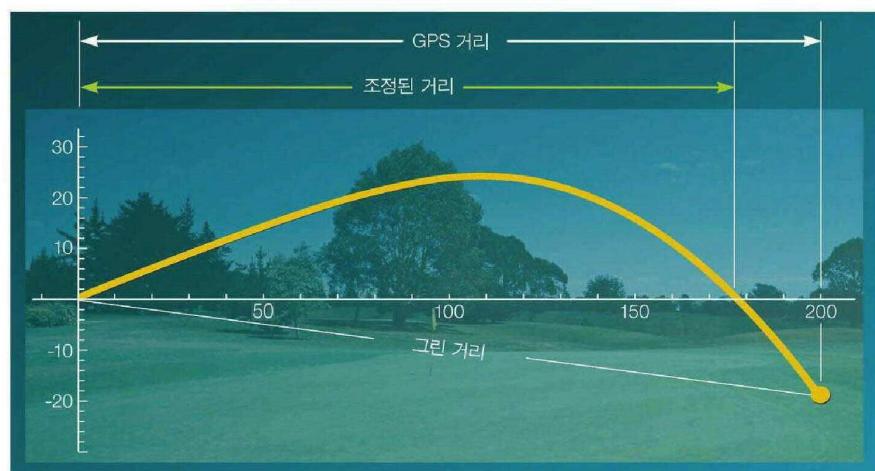


런치각, 착지각 및 높이의 정의

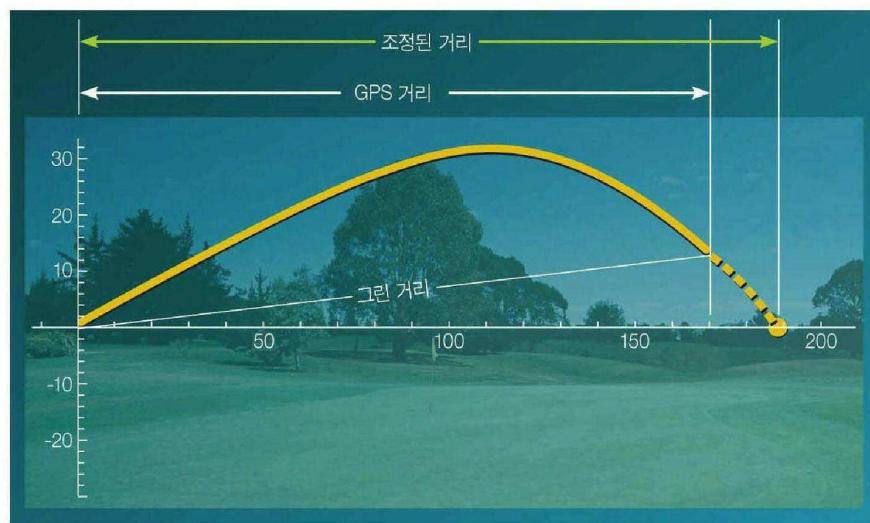
도면32



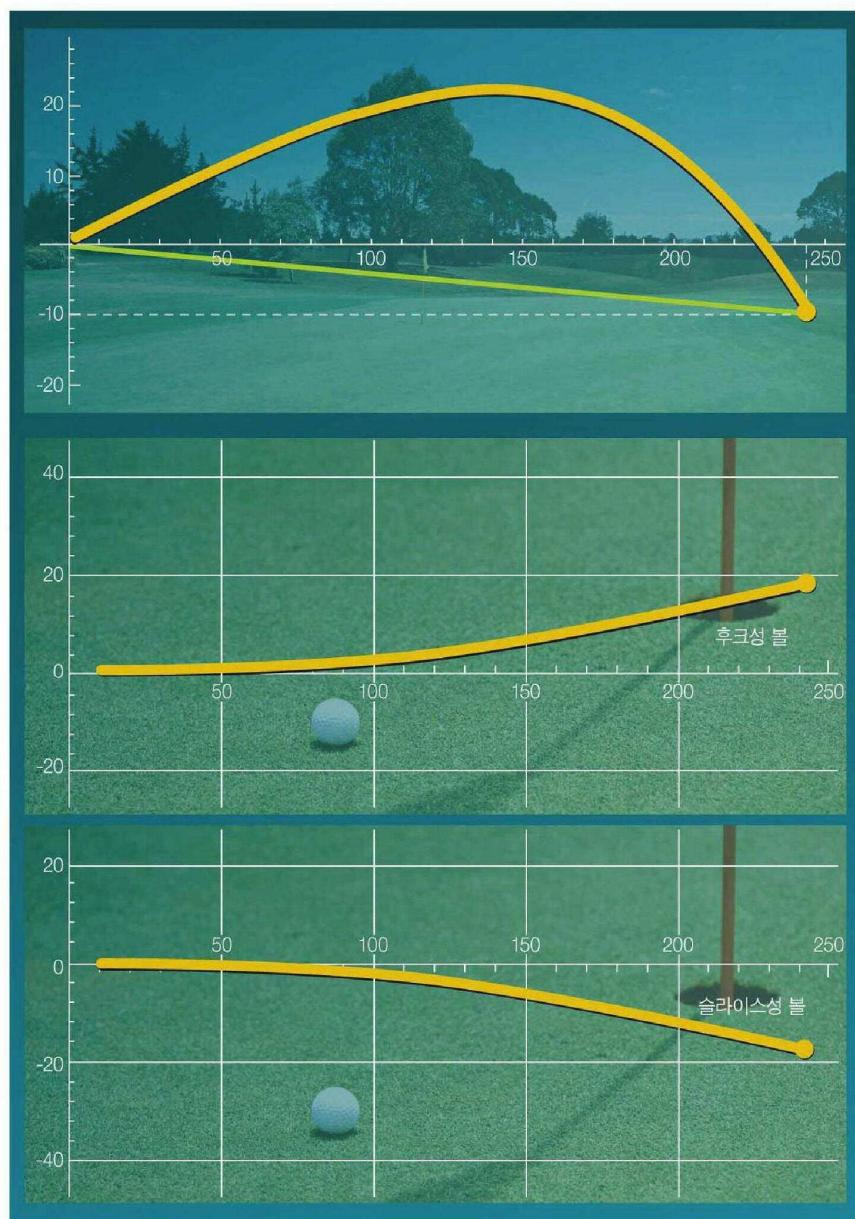
도면33



도면34



도면35



도면36

