

적외선센서를 이용한 골프 퍼팅자세 최적화에 관한 연구

임성환*, 정구인*, 김지선*, 차민수*, 최주현*, 전재훈*
 건국대학교 의학공학부*, 건국대학교 의공학 실용기술 연구소*

A study on optimization of golf putting motion using IR sensors

Sung-Hwan Lim*, Gu-In Jung*, Ji-Sun Kim*, Min-Su Cha, Ju-Hyeon Choi*, Jae-Hoon Jun*
 Department of Biomedical Engineering, College of Biomedical and Health Science, Konkuk University*

Abstract - 최근 골프에 관한 관심이 급증하고 있다. 현재 일반인들이 전문적인 골프 자세 교육을 받을 수 있는 교육시설은 비교적 흔하지 않다. 골프에서는 골프공의 위치나 양발너비가 퍼팅에 중요한 요인으로 작용한다. 본 연구는 퍼팅자세를 교정하는데 있어 도움을 주고자 하는 목적을 가지고 진행되었다. 적외선센서를 사용하여 비교적 간편하게 골퍼들의 신발에 탐부착을 할 수 있고 사용하기 간편하게 디자인 하였으며, 이는 보다 정확한 퍼팅자세를 훈련 하는데 도움이 될 수 있을 것이다. 더 나아가 이 실험은 골퍼뿐만 아니라 자세교정을 필요로 하는 스포츠분야에 적용될 수 있으며 보다 객관화된 데이터를 빠르고 정확하며 실시간으로 측정할 수 있음으로 더 많은 분야에서 사용자들에게 도움이 될 것이라고 사료된다.

1. 서 론

요즘 현대인들은 스포츠 분야에 대한 관심도가 급증하고 있다. 2009년 한국의 체육지표에 따르면 일반인이 희망하는 운동종목으로 수영(17.8%), 골프(7.8%), 요가(6.5%) 순으로 나타났고 2007년 국내 전체 골프장 내장객수는 2006년과 비교하여 13.7% 증가하였다. 이 통계를 통해서 골퍼는 고급 스포츠라는 이미지에서 벗어나 대중들의 스포츠로 인식이 빠르게 변화하는 움직임을 보여 주고 있다[1].

본 연구는 광학 센서를 사용하여 골프 퍼팅 자세를 교정할 수 있는 시스템을 연구한 논문이다. 먼저 기존의 골프 퍼팅 분석 방법을 살펴보면,

(1)골퍼의 특정 인체 부위에 마커를 연결하여 모션 캡처 장비를 이용하여 측정 방법이 있다. 이는 보다 무엇보다도 골퍼의 스윙에 대한 정확한 데이터를 추출해 낼 수 있는 방법이다. 하지만 이는 공간적 제약이 따르고 측정을 위해서는 마커를 부착 할 수 있는 숙련된 전문가가 필요하다. 또한 비교적 고가의 장비임으로 일반인이 이용하기에는 제약이 따른다[2].

(2)고속 카메라를 이용하여 골프 퍼팅 분석방법이 있다. 골퍼가 스윙을 할 시 빠른 속도로 하게 된다. 이는 골퍼체의 스윙 속도를 정확하게 계산 할 수 있는 반면 양발의 너비와 골퍼공의 위치는 육안으로 확인하여야 하며 정확하지 못하다는 단점이 있다[3].

(3)스트레인 게이지를 이용한 압력의 변화를 통한 골프 퍼팅 분석 방법이 있다. 스트레인 게이지를 이용하여 양발의 압력을 통하여 골프 자세 교정에 이용하고, 이는 골퍼의 중심 이동 변화의 데이터로 저장하여 분석에 사용한다. 하지만 이는 측정 시 스트레인 게이지를 가지고 다녀야 한다는 불편함이 있다. 또한 양발너비를 측정할 수 있는 반면 공의 위치에 따른 퍼팅의 길이와 정확도에 대한 데이터의 분석이 불가능하다[4].

(4)사용자의 신체정보를 DB로 구축하여 가상시뮬레이션을 이용한 동작을 분석하는 방법이 있다. 다양한 성별, 연령, 체형을 DB를 구축한 뒤, 사용자에 맞게 입력하여 컴퓨터를 통해서 최적의 골프 퍼팅 자세를 모델링이 가능하다. 이를 통해서 최적의 양발의 너비, 골퍼공의 위치를 찾아 낼 수는 있지만 실시간으로 비교분석을 할 수 없다[5].

본 연구는 적외선센서를 이용하여 양발의 너비, 공의 위치를 측정을 통하여 골프 퍼팅의 정확성을 비교하고자 하는 연구이다. 장비의 크기, 무게를 줄이기 위해서 가벼운 적외선센서를 이용하였고, 공간의 제약을 줄이기 위해서 센서를 신발에 부착하여 공간의 제약의 문제점을 해결하였다. 골퍼들은 자신만의 최적화 퍼팅자세를 가지고 있다. 반복적으로 퍼팅을 하여 가장 정확했던 자세의 데이터를 입력하여 그 자세를 유지할 수 있도록 본 연구가 도움을 줄 수 있다고 사료된다.

2. 본 론

2.1 연구에 사용된 센서 및 방법

본 연구에서는 보다 정확한 거리 측정을 하기 위해서 적외선센서(GP2Y0A21K,sharp)소자를 이용하였다. 그림 1은 본 연구에 사용된 적외선센서의 모형도 및 핀의 형태를 그림으로 나타낸 모식도이다. 본 연구에서는 적외선센서를 3개 이용하였다.

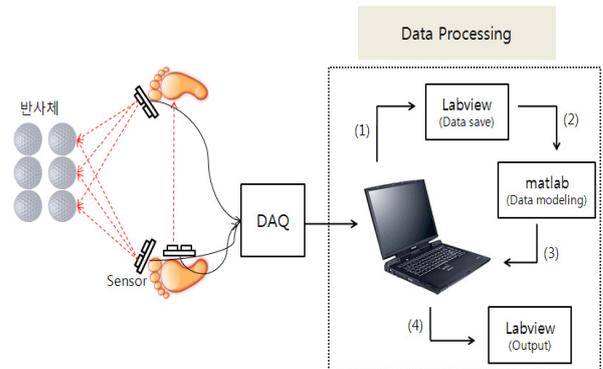
이 소자의 특징으로는 첫째, 적외선센서로 측정되는 반사체의 색의 영향을 적게 받는다. 색의 영향을 덜 받음으로써 신발의 색과 관련 없이 측정이 가능하다는 장점이 있다. 둘째, 외부의 회로를 따로 구성하지 않아도 된다는 특징을 가지고 있다. 만약 외부회로를 가지게 되는 소자를 이용할 경우 외부에 회로를 구성함으로써 무게나 부피의 측면에서 단점의 요인으로 작용하게 된다. 셋째, 센서가 소형이다. 가로 2.87cm, 높이 1.35cm로 센서가 소형이므로 신발과 같이 휴대하기 용의하다. 다섯째, 소자의 가격이 저렴하다. 소자가 저렴하므로 인하여 이 측정 시스템은 일반 골퍼 이용자들이 부담 없이 사용하기 용의하다.



(a) 적외선센서의 모형도 (b) 적외선센서의 핀의 형태
<그림 1> 연구에 사용된 적외선센서

그림 2는 실제 본 연구에서 연구한 구성도이다. 각각의 적외선센서로부터 측정된 전압을 DAQ-board(NI DAQ USB-6009)를 이용하여 신호를 A/D변환을 하고 이 신호를 컴퓨터로 전송하게 된다. 그림 2에서 데이터 신호처리 과정의 단계를 설명하면;

단계(1): 실험을 통하여 얻은 디지털 신호를 Labview를 이용하여 데이터를 저장하는 단계이다. 단계(2): 단계(1)에서 얻은 데이터는 전압에 따른 거리의 수식을 만들 수 있다. 이 데이터를 matlab을 이용하여 역으로 거리에 따른 전압의 수식을 찾아내는 단계이다. 단계(3) 이 수식을 다시 Labview에 입력하여 프로그램을 재구축하는 단계이다. 단계(4) 실시간으로 데이터를 측정하는 단계이다. 실시간으로 측정된 양발너비와 공의 위치를 저장하고 이에 따른 퍼팅의 정확도에 따라서 양발너비와 공의 위치에 따른 퍼팅의 정확도를 비교, 분석이 가능하다.

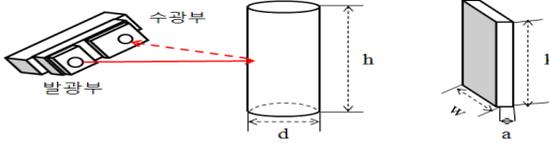


<그림 2> 실제 실험에 사용된 방법의 개략도

2.2 실험 방법 및 결과

2.2.1 반사체의 각도와 모양에 따른 데이터 분석

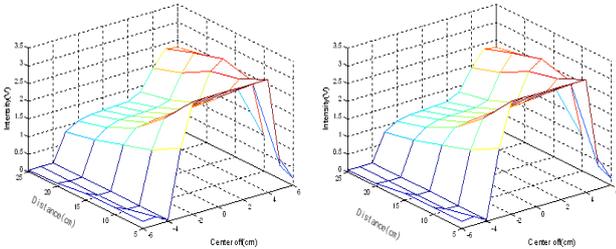
그림 3은 반사체의 크기와 종류의 모형도이다. 신발을 장착 할 경우에 신발의 안쪽표면은 곡면과 평면이다. 골프공의 경우 표면은 곡면이다. 그러므로 반사체가 곡면 일 경우와 평면 일 경우의 데이터의 비교, 분석이 필요하다. 곡면일 경우를 실험하기 위해서 (a)곡면 반사체를 사용하고 반사체가 평면일 경우를 대비하기 위해서 (b)평면 반사체를 사용하였다. 각각의 수치는 $d=16\text{cm}$, $h=31\text{cm}$, $w=7.5\text{cm}$, $a=0.5\text{cm}$, $k=16\text{cm}$ 이다.



(a) 곡면 반사체 (b) 평면 반사체

<그림 3> 반사체의 크기와 종류의 모형도

그림 4는 반사체가 곡면일 경우와 반사체가 평면일 경우의 결과이다. 중심을 기준으로 좌우 $\pm 6\text{cm}$, 간격은 2cm 간격으로 이동시키고 후방으로는 5cm 에서 25cm , 간격은 5cm 간격으로 측정하였다. 이 측정된 데이터를 matlab을 이용하여 정리하였다. 두 그래프의 비교하면 경향이 비슷하다는 것을 그래프를 통하여 알 수 있다. 이 점을 이용하여 각각의 사용자의 신발에 맞게 적용이 가능하다는 것을 알 수 있다.

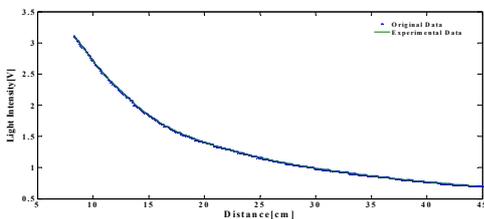


(a) 곡면 반사체일 경우 (b) 평면 반사체일 경우

<그림 4> 반사체에 따른 결과 그래프

2.3 거리검출에 사용된 알고리즘

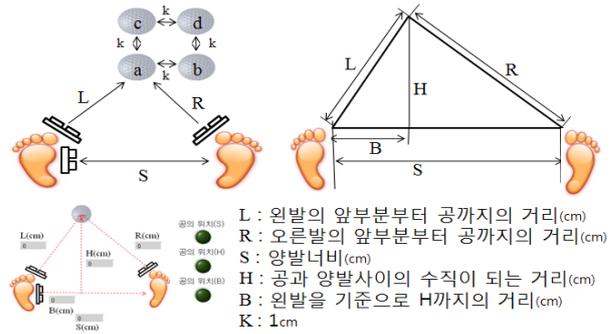
그림 5는 Original Data와 Experimental Data를 비교한 결과이다. Original Data는 거리에 따른 전압의 정도를 0.1cm 간격으로 실험을 통하여 측정된 데이터이고, Experimental Data는 전압에 따른 길이의 정도를 matlab을 이용하여 역변환한 데이터이다. Experimental Data는 9차 방정식으로 수식을 얻어 비교한 결과이다. 9차식을 선택하기 전에 7~10차식까지 평균오차를 구해 비교 분석하였다. 7차식일 때에는 0.478% , 8차식일 때에는 0.480% , 9차식일 때에는 0.461% , 10차식일 때에는 0.489% 로 9차식이 가장 평균오차가 낮았다. 9차식이 가장 낮은 오차를 갖기 때문에 본 연구는 9차 방정식을 선택하여 이용하였다.



<그림 5> Original Data와 Experimental Data 비교한 그래프

2.4 Labview 알고리즘

그림 6은 Labview를 이용하여 데이터를 처리방법 모형도를 나타낸다. 3개의 센서로부터 받은 L,R,S의 데이터를 거리로 변환하여 삼각형을 만들 수 있다. 여기서 만들어진 삼각형의 길이를 이용하여 H와 B를 알 수 있다. 그림 6에서 골프 자신만의 최적의 퍼팅자세를 했을 시에 Labview 화면에 LED가 표시되게 코드를 작성하였다.



<그림 6> Labview를 이용하여 데이터를 처리방법 모형도

표 1은 모든 LED가 점등되는 지점의 길이를 나타낸 표이다. 표 2는 공의 위치를 고정시키고 S(stance)의 길이를 20cm 일 때와 25cm 일 때의 수치를 표로 나타낸 것이다. 표 1에서 a,b,c,d의 부분을 제외한 나머지 부분에서는 LED가 점등되지 않았다. a,b,c,d 부분에서도 골프공이 소형이고 골프공의 모양이 구의 모양이라는 점에 의해서 오차가 발생한 것이라 사료된다. 표 2는 S가 20cm 일 때와 25cm 일 때를 비교해 보았는데 비교적 비슷한 결과가 나타났다.

<표 1> 공의 위치 변화에 따른 길이변화 <표 2> S에 따른 거리의 변화

측정부분	공의위치			
	a	b	c	d
L(cm)	15.72	15.74	15.49	16.51
R(cm)	23.20	24.86	26.57	28.30
S(cm)	24.77	24.91	24.92	24.77
H(cm)	17.31	17.91	18.17	19.39
B(cm)	7.24	8.54	9.47	10.18

측정부분	S(stance)	
	20(cm)	25(cm)
L(cm)	15.92	15.72
R(cm)	26.83	23.20
H(cm)	17.80	17.31
B(cm)	7.98	7.23

3. 결 론

본 연구에서는 적외선센서를 이용하여 공의 위치와 양발너비에 따른 골프퍼팅의 최적화에 대해서 연구하였다. 기존의 연구방법의 단점을 보완하고자 적외선센서를 이용하였는데 이 센서는 저렴하고 보편적으로 이용되는 소자로 대중화함에 있어서 용의하다. 외부회로가 필요하지 않아 신발에 센서만 부착하여 측정하면 되므로 측정함에 있어 보다 편리하다. 결과적으로 양발너비와 공의 위치를 측정 할 수 있었다. 양발너비와 공의 위치에 따른 퍼팅의 길이나 정확성을 입력함으로써 추후에 비교 분석이 가능하다. 결과에서 가장 정확했던 퍼팅자세를 프로그램에 입력함으로써 LED의 점등 상태에 따라서 가장 정확했던 자세를 유지할 수 있다. 본 연구에서는 유선모듈을 통하여 데이터 통신을 하였지만 추후에 무선모듈을 이용하여 데이터 통신을 한다면 측정에 있어서 편리함을 줄 것이라 예상된다.

감사의 글

이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (한국연구 재단 2010-0023158)

[참 고 문 헌]

- [1] 양승용,오민재, "골프인구에 대한 인식과 내장객 데이터를 이용한 골프인구 추정," 관광연구저널, 제22권 제3호, pp.285-300, 2008.
- [2] 이지홍, 조복기, 김기웅, 심형원, 유병욱, "골프 표준 스윙 자세 구현 시스템 개발," 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집, 제25권 제1호, pp.121-124, 2002.
- [3] 박세훈, 신윤수, 오태석, 김일환 "FPGA를 이용한 고속카메라 시스템 구현," 제 39회 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.1935-1936, 2008.
- [4] 조창호,이근춘, "골프에서 최적의 스윙동작," 코칭능력개발지, 제7권 제3호, pp.37-45, 2005.
- [5] 조혜성, "인체 동작 분석을 위한 신체 3D 캐릭터 모델링," 한국콘텐츠학회, 제4권 제2호, pp.631-634, 2006.