



퍼팅그립 악력 측정시스템의 개발에 관한 연구 Development of Putting Grip Sensor System

탁계래 · 임영태* · 윤정민 · 김형식 · 이정환(건국대학교)

Tack, Gye-Rae, Lim, Young-Tae*, Yoon, Jeong-Min, Kim, Hyung-Sik, Yi,
Jeong-Han(Konkuk University)

ABSTRACT

G. R. Tack, Y. T. Lim, J. M. Yoon, H. S. Kim, J. H. Yi. Development of Putting Grip sensor System, Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 2, pp. 113-117, 2005. As a preliminary study of finding the relationship between the force at the grip and the success rate during putting stroke, the putting grip sensor system using FSR sensors was developed. The system consisted of the hardware which had the sensor part with 8 sensors per putting glove and data acquisition part as well as the software which had the real-time monitoring program and the offline post-processing program. After experiments with elite-golfer using this system, it is possible to suggest the proper force ranges at the grip during putting stroke.

KEYWORDS: GOLF, PUTTING STROKE, GRIP, FORCE SENSOR.

I. 서론

1. 연구의 필요성

라켓이나 야구배트, 또는 골프클럽 등을 이용하여 경기하는 여러 구기운동에서 공의 컨트롤은 그 경기의 승패를 좌우할 만큼 대단히 중요한 요소이다. 물론 이 볼의 컨트롤에 영향을 미치는 변인들은 운동학적 및 운동역학적 변인들을 포함하여 수많은 변인들이 있겠지만 이 중 그립(grip)을 잡는 악력 변인과 공의 움직임이 얼마만큼의 상관관계를 갖는지에 관한 연구는 아직 많이 알려진 바가 없다.

특히 골프 경기 중 퍼팅의 중요성은 여러 선행연

구들의 결과들을 살펴보아도 잘 알 수 있는데 Gwyn과 Patch(1993)의 연구에서 골프경기 중 퍼팅은 모든 골프 샷의 약 40%를 차지한다고 보고하였고, Wren(1992) 또한 경기 중 사용된 모든 골프 스트로크의 평균 38%가 퍼팅으로 구성되어 있다고 보고하였다. 이와 같이 골프 경기에서 퍼팅은 아주 주요한 부분을 차지하고 있지만 실제 연습에서는 가장 소홀히 취급되는 부분 또한 퍼팅이다. 더욱이 현재까지 퍼팅 관련 선행연구들을 살펴보면 대부분이 골프 레슨 및 심리학 분야의 논문(김선진, 2000)이고 일부 역학관련 논문 또한 동작분석이 그 주요 관심 대상이었다(박진, 2000; 박진, 2001; 박진, 2002; 최성진, 박종진, 2002). 물론

퍼팅 스트로크에 대한 운동학적 분석 또한 경기력 향상에 있어 아주 중요한 부분이지만 보다 근본적인 원인인 운동역학적 분석, 즉 퍼팅 스트로크를 일으키는 힘의 원인인 악력의 분석이 반드시 필요하고 이를 위한 시스템의 개발은 필수적이라 생각된다.

2. 연구의 목적

따라서 본 연구에서는 여러 구기운동 중 그립의 악력이 경기력 향상에 가장 민감하게 작용한다고 판단되는 골프의 퍼팅 스트로크(putting stroke)에서 그립의 악력과 퍼팅 성공률과의 상관관계를 알아보기 위한 연구의 선행단계로서 악력 분석용 그립 센서 시스템을 제작하였다.

II. 연구방법

1. 시스템의 구성

본 논문에서는 특히 골프의 퍼팅분석을 위해 제작하였는데 이는 FSR 센서(Force Sensing Resistor, INTERLINK ELECTRONICS)를 이용한 하드웨어 부분과 LabVIEW(National Instrument, USA)를 이용하여 실시간으로 힘의 크기를 관찰하면서, 후처리를 위해 데이터를 저장 및 처리할 수 있는 소프트웨어 부분으로 구성하였다. 압력센서는 퍼팅 시 주요 부분이라고 생각되는 양손의 16개 지점에 부착하였다. 상세한 위치는 <그림 7>에서 보여준다. 그립강도에 따라 변하는 압력센서의 출력전압은 DAQ보드를 통해서 컴퓨터로 입력된다. 이 전압값들은 LabVIEW 프로그램을 통해 힘으로 변환되어 실시간 모니터링과 함께 텍스트 형식으로 저장된다 <그림 1>.

그립 센서 시스템의 구성은 크게 압력센서(FSR 센서)를 사용한 하드웨어 부분<그림 2>과 컴퓨터 인터페이스를 위해 사용한 LabVIEW 프로그램 소프트웨어 부분<그림 6>으로 나뉘어 진다. 하드웨어 부분은 압력센서에 가해지는 힘이 커질수록 센서의

저항 성분이 작아지는 성질을 이용하였다. <그림 3>은 FSR센서의 압력에 따른 저항변화를 전압변화로 변환하는 회로도이다 (김능연, 안점영, 오상광, 최성운, 2001).

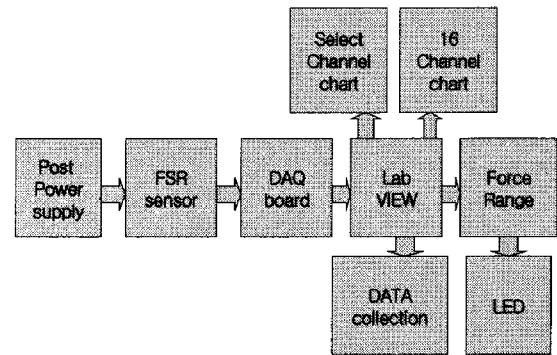


그림 1. 그립 센서 시스템의 구성도

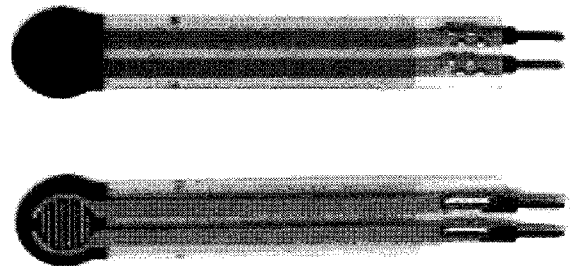
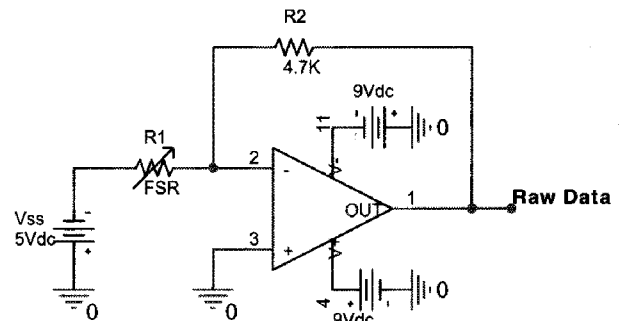


그림 2. FSR sensor(위: 뒷면, 아래: 앞면)



$$R1 = \text{FSR의 저항성분} \quad A_v = -\frac{R2}{R1}$$

$$R2 = \text{고정저항} \quad V_{out} = -5V \times A_v$$

$$V_{SS} = -5V \quad (\text{Input Power})$$

그림 3. FSR센서용 전류-전압 변환회로

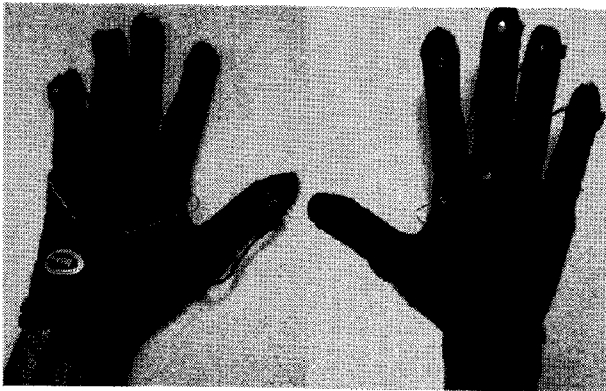


그림 4. FSR센서가 부착된 장갑

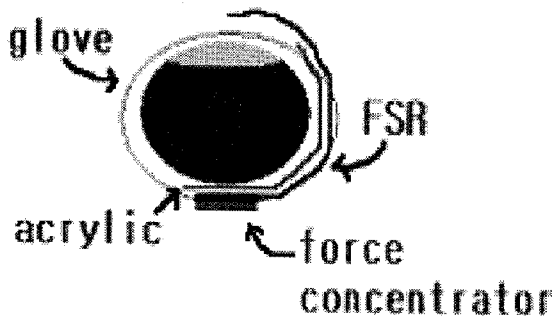


그림 5. Sensor Packing

골프장갑을 이용하여 그립센서 부분을 제작하였고, 한 장갑 당 8 channel의 FSR센서로 구성하였다. <그림 4>는 8개의 FSR센서가 부착된 왼손용 장갑의 사진이다 (Kawasaki, Komatsu, Uchiyama, 2002).

압력이 FSR의 전 영역에 균등하게 작용할 수 있도록 <그림 5>와 같이 얇은 아크릴 판(0.49mm)으로 밑면을 대고 중간에 FSR 센서(0.3mm)를 고정시키고 외부의 힘을 집중 시킬 수 있는 둥글고 평평한 금속 힘 집중판(force concentrator, 0.78mm)을 부착하여 총 두께 1.57mm의 sensor packing을 제작 하였다 (Martin, Ambrose, Diftler, Platt, Butzer, 2004). 각 센서에 대하여 동일한 힘이 센서에 적용되었을 때 동일한 출력 전압을 얻은 뒤 이것을 다시 힘의 값으로 출력하기 위하여 감도교정을 하였다. 교정 방법은 실제 장갑에 위치한 각 센서를 대상으로 정밀한 분동(stainless steel, E2급

1Kg의 $\pm 1.5\text{mg}$ 이내)을 이용하여 해당 무게(20g, 30g, 50g, 100g, 200g, 350g, 500g, 700g, 800g, 1000g)에 대한 전압 값을 측정하였다. 이 과정에서 장갑을 착용한 상태에서 아무런 동작을 취하지 않았을 경우에 해당하는 출력 값(offset)에 대한 보정을 고려하였다. 이 데이터를 MatlabTM을 이용하여 실제 출력된 각 채널별 data값에 대한 오차율이 가장 적은 대표적 곡선을 얻기 위하여 곡선맞춤(curve fitting)을 하였다. 상관계수는 0.9915로 나타났다. 이를 통하여 출력 전압에 따른 힘의 값에 대한 대표적 함수를 산출하였다.

$$Force(g) = \frac{V_{out} - 0.2558}{0.0133}$$

2. 사용자 인터페이스

컴퓨터 인터페이스는 위에서 설명한 하드웨어의 특성을 이용하여 얻어낸 전압을 힘으로 변환해주며 실시간으로 그래프를 출력 한다 (곽두영, 2002, 박홍저, 2004). 본 논문에서는 LabVIEW 프로그램(National Instrument, 미국)을 이용하여 사용자 인터페이스를 구현 하였다. 화면 왼쪽에는 STOP 버튼과 force channel을 선택할 수 있는 SELECT 버튼이 있고 선택된 channel을 그래프로 나타낼 수 있는 SELECT CHANNEL CHART가 있다. 그리고 양 쪽 장갑 마다 퍼팅 시 가장 중요하다고 생각되는 16 지점의 힘의 변화를 동시에 볼 수 있는 CONTINUOUS 16 CHANNEL CHART와 각각의 chart 마다 배치되어 있는 LED와 컨트롤들은 나중에 실험을 통해서 얻어진 정량화된 최적의 힘의 범위를 입력하고 LED을 이용하여 확인하도록 할 것이다 <그림 6>.

그리고 한 번의 실험이 끝나면 골프 퍼팅 스트로크 동안 시간에 따른 힘의 수치를 관찰 할 수 있도록 텍스트 파일 형식으로 저장하여 후처리를 할 수 있게 하였다 (곽두영, 2002).

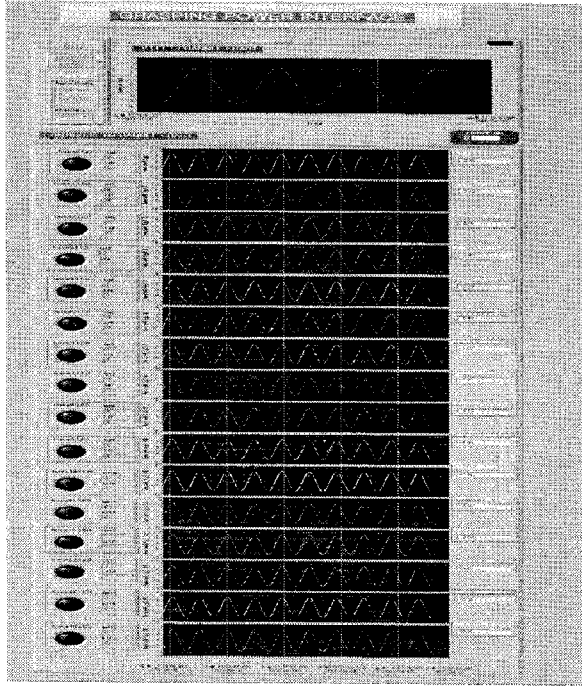


그림 6. 사용자 인터페이스

갑의 16 채널을 제작 한 뒤 엘리트 골퍼를 대상으로 실험을 하여 각 채널마다 퍼팅 스트로크시 필요한 최적의 악력 데이터 범위를 산출해 낼 수 있는 가능성을 보여준다.

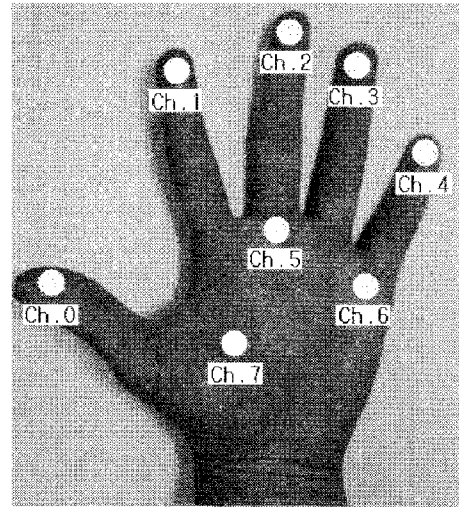


그림 7. 센서 부착 위치 8개 지점

III. 연구결과 및 논의

〈그림 8〉은 그림센서를 이용하여 골프 퍼팅 스트로크시 8 채널만을 사용한 출력 값이다. 왼쪽에 있는 그림은 왼쪽 장갑 8 채널에서 출력되는 전압을 힘의 값으로 전환하여 LabVIEW 프로그램을 이용하여 출력한 것이고 오른쪽 그림은 8 채널 중에서 〈그림 7〉에서 보여주는 채널 1과 채널 3의 지점에서의 값을 나타낸 것이다. 〈그림 8〉의 데이터는 엘리트 골퍼선수를 대상으로 한 퍼팅 스트로크 실험에서 추출된 것이 아니고 단지 시스템 개발을 위해 실시된 일반인의 퍼팅 스트로크 자료이기 때문에 데이터로서는 본 연구의 최종 목표와는 거리가 있다. 또한 실험 대상인 선수들의 성별 및 개인차에 의해 손의 크기와 손가락의 굵기가 다르기 때문에 본 실험에서는 소, 중, 대형의 세 가지 형태의 장갑을 제작하여 실험할 예정이다. 하지만 Excel의 그래프를 보면 알 수 있듯이 성공한 퍼팅에서의 악력의 시간 곡선(time curve)은 어떤 일정한 패턴을 보여 줌으로써 향후 본 실험에서는 그림센서 장

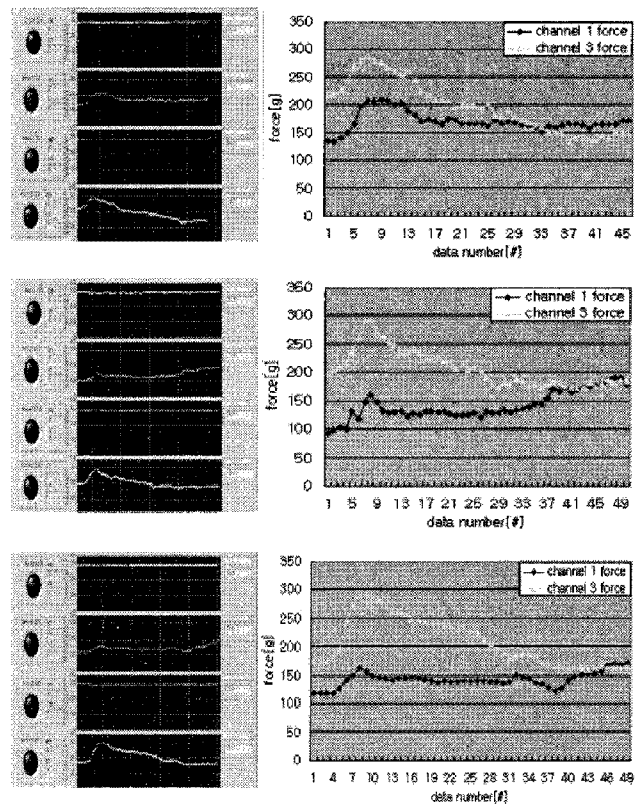


그림 8. 2m 퍼팅을 성공한 실험을 LabVIEW를 통한 모니터링과 Excel을 이용하여 얻어낸 채널 1과 채널 3의 그래프

IV. 결 론

만일 국내 최고 기량의 골퍼선수들을 대상으로 하는 본 실험에서 성공적인 퍼팅 스트로크시 필요한 최적의 악력 자료들을 추출하고 손바닥의 각 부위별 힘의 값을 수치적으로 정량화 할 수 있다면 골프 교본에 나와 있는 소위 “잡은 듯 안 잡듯”, 또는 “손안의 병아리가 질식하지 않을 정도” 라는 골프 그립의 악력에 대한 통속적인 표현을 타파하고 보다 더 객관적이고 과학적인 자료를 기초로 한 골프 레슨이 가능하리라 판단된다. 또한 향후 장갑에 무선통신 시스템을 추가하거나 그립 센서 시스템 자체를 퍼트 샤프트와 그립 내에 내장하는 등의 계량화를 추구한다면 골퍼들 스스로가 자신의 퍼팅 스트로크시 가장 적절한 악력이 어느 정도인지 스스로 알 수 있게 하는 바이오피드백 시스템(bio-feedback system)을 구현할 수 있을 것이다. 더욱이 이 그립 센서 시스템은 골프 퍼팅은 물론 기구를 이용하는 다양한 구기 운동으로 그 적용범위를 넓히고자 한다.

참 고 문 헌

- 곽두영(2002). *LabVIEW 컴퓨터 기반의 제어와 계측 Solution*, 서울, 도서출판 Ohm사
- 김능연, 안점영, 오상광, 최성운(2001). *전자회로*, 서울, 교보문고
- 김선진(2000). 골프 퍼팅 과제에의 눈 움직임 변화 유형에 관한 연구. *한국스포츠심리학회지*, 제11권, 제2호, 1-14.

- 박진(2000). 골프 퍼팅 스트로크의 구간별 소요시간 분석. *한국운동역학회지*, 제9권, 제2호, 187-193.
- 박진(2001). 퍼팅 스트로크에서 퍼터의 움직임에 관한 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 제11권, 제2호, 319-331.
- 박진(2002). 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성비교(I). *한국운동역학회지*, 제12권, 제2호, 197-206.
- 최성진, 박종진(2002). 골프 퍼팅 스윙시 성공과 실패에 따른 운동역학적 분석. *한국운동역학회지*, 제12권, 제2호, 279-293.
- 박홍저(2004), *제어 및 계측 인터넷 응용을 위한 그래피컬 프로그래밍 LabVIEW 7.0* 입문, 서울, 정익사
- Gwyn, R. G., and Patch, C. E. (1993). Comparing two putting styles for putting accuracy. *Perceptual and Motor Skills*, 76(2), 387-390.
- Kawasaki, H., Komatsu, T., and Uchiyama, K. (2002 September), Dexterous Anthropomorphic Robot Hand With Distributed Tactile Sensor: Gifu hand II. *In IEEE Trans. on Mechatronics*
- Martin, T.B., Ambrose, R.O., Diffler, M.A., Platt, Jr, R., and Butzer, M.J. (2004), Tactile Gloves for Autonomous Grasping with the NASA/DARPA Robonaut. *In IEEE Int. Conf. on Robotics & Automation*, 1714-1716
- Wiren (1992). *Golf, building a solid game*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall.

투 고 일 : 04월 30일
심 사 일 : 05월 10일
심사완료일 : 05월 30일