

## 태권도 전자호구 개발을 위한 충격감지 센서 연구

기재석<sup>1\*</sup>, 정동화<sup>2</sup>, 이현준<sup>2</sup>

<sup>1</sup>상명대학교 스포츠ICT융합학과

<sup>2</sup>상명대학교 스포츠융합학부

### Research on Impact Sensors for Developing the Electronic Body Protector of Taekwondo

Jae-Sug Ki<sup>1\*</sup>, Dong-Hwa Jeong<sup>2</sup>, Hyun-Jun Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Division of Sports ICT, Sang-Myung University

<sup>2</sup>Division of Sports Convergence, Sang-Myung University

**요약** 본 연구는 현재의 복잡하며 부정확한 기존의 태권도 전자호구 시스템과 차별화 되는 전자호구 개발을 제안한다. 이를 위해 전자호구에 적용이 가능한 다양한 센서(마그네틱 센서, 전기용량 센서, 접촉식 스위치 방식, 압전필름 센서) 방식에 대하여 시험을 통해 분석하여 차별화된 성능을 가질 수 있는 센서 방식을 제안한다. 제안하는 전자호구의 타격에 대한 정도를 높이기 위해 기존의 몸통호구에만 집약된 광범위한 센서 및 무선 통신 제어 장치를 호구와 손, 발 보호대로 분산하였다. 또한 몸통호구에는 초경량 필름형 압전센서를 통해 몸통호구에 가해지는 충격량을 측정하도록 하여 무게를 경량화 하였다. 기존의 전자호구의 경우 몸통호구에 집약된 센서 및 통신 제어 장치를 개별 장비로 분리하여 사용자가 개별 구입할 수 있도록 스마트 앱을 활용하여 스코어를 확인할 수 있도록 하였다. 개발하는 전자호구의 무게는 약 1kg 이하로 기존 대비 20% 정도 감소되는 효과를 얻었다. 완벽한 시험 환경을 갖추지 못하여 충격량에 대한 효과를 정확하게 분석하지 못한 부분은 본 연구의 보안 사항을 본다.

**Abstract** This paper proposes the differential development of a Taekwondo electronic body protector. For this development, the most suitable sensor system was selected after analyzing and testing various sensor methods (magnetic sensors, electric capacity sensors, contact switch sensors, and piezo-film sensors) that could be applied in the electronic body protector, the selected sensors were distributed to the body and feet to make a more precise hit score, unlike the existing system in which all sensors are centralized on the body. Furthermore, it aims to illuminate using a lightweight film-type piezoelectric sensor on the body protector. In the case of an existing electronic body protector, all sensors and network device were concentrated on the body protector, so users need to purchase a set if they want it. On the other hand, the proposed system cloud can be used individually using a smart scoring WEP program. The effects of decreasing weight by up to 20% were compared with those of the existing system. Setting up a test facility is very difficult, so more study will be needed to analyze the effects of a hit.

**Keywords** : Taekwondo, Taekwondo Electronic Body Protector, Piezoelectric Film Method, Body Protector, Electronic Business Card Method, Non-Contact Switch Method

본 논문은 상명대학교 연구과제로 수행되었음.

\*Corresponding Author : Jae-Sug Ki(Sangmyun Univ.)

Tel: +82-2-781-7765 email: skyblueki@smu.ac.kr

Received August 2, 2018

Revised February 8, 2019

Accepted April 5, 2019

Published April 30, 2019

## 1. 서론

태권도 경기에서 순식간에 이루어지는 선수들의 타격 기술들을 심판이 정확하게 판정하는 것은 불가능하며 많은 판정 불복 사태들이 속출하고 있다[1]. 이러한 문제는 향후 태권도가 올림픽 정식종목에 지속적으로 포함되기 위하여 반드시 넘어야 할 장벽이다. 이런 문제를 해결하기 위하여 전자호구가 개발되었으나 정확한 판정을 분별하는데 기술적 문제점을 안고 있다[2-4].

두 선수가 무작위로 전자호구를 착용하여도 일정한 타격강도에 대하여 균일한 타격 값을 표출해야하기 때문에, 원활한 경기 진행을 위해서는 안정적인 무선시스템을 통해 끊김 없이 데이터가 전송되어야 하며, 전자호구의 무게가 경기에 지장을 주지 않도록 경량화 되어야 한다[5-7].

전자식 몸통 채점기는 개인득점표시 및 입력단자가 있는 전파송신기와 선수의 척추 및 장기보호가 가능한 등판으로 구성되어 있고, 호구의 중앙과 좌우에 손·발 구분이 가능한 센서가 부착되고 내부에는 충격과 강도를 측정하는 센서를 통해 채점이 이루어진다[8-9].

심판기는 전자호구의 충격과 강도를 실시간으로 전광판에 송신하며 동시에 수십 명이 경기를 하여도 혼선이 되지 않도록 부심기와 연결할 수 있는 송수신기, 호스트 컨트롤 박스(host control box), 운영 소프트웨어 등으로 구성되어 있다. 마지막으로 손·발 보호대의 경우도 센서를 적용해 선수의 부상방지와 함께, 득점 순간을 확인 할 수 있도록 기능을 제공한다[8-10].

본 연구에서는 기존 전자호구의 복잡성(개인 보호대 및 무선 송수신기, 점수 표시 전광판 및 각종 스캐닝 기구 등 공동의 장비도 필요)을 벗어나서, 기존의 개인 장비만의 대체(호구 및 손·발 보호대) 구매를 통해서 전자호구 경기의 방식을 익힐 수 있는 실질적인 장비를 제공하기 위해 적용이 가능한 다양한 센서 방식을 시험을 통해 분석한다. 또한 기존의 몸통호구에 집약된 광범위한 센서 및 무선 통신 제어부를 발 보호대와 몸통으로 분산하고, 몸통호구에는 초경량 필름형 압전센서를 통해 몸통에 가해지는 충격량을 측정하도록 하여 구조 경량화 및 단순화로 기존 대비 저렴한 연습용 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 연구에서는 4가지 유형의 충격감지 센서를 분석하여 충격량 감지에 대한 정확도, 배터리 수명, 무게 등을

비교 항목으로 적용 가능한 센서에 대해 분석한 후 비교 센서 중 최적의 센서를 이용하여 태권도 전자호구 개발 방안을 제시한다. 몸통호구와 발 보호대에 센서신호를 처리하는 배터리 수명을 24시간 이상 사용할 수 있도록 지그비(zigbee) 통신을 채택하였으며[11], 리튬폴리머 박막 전지의 충전이 가능하도록 충전모듈을 개발하여 사용성을 높이도록 제안한다.

## 2. 본론

### 2.1 공인용 전자호구 시스템 및 센서 분석

#### 2.1.1 기존 전자호구의 내부 구조 분석

몸통호구는 Fig. 1과 같이 겹면으로 수직 배치한 파란색 전선과 충격흡수재 내부로 배치한 검은색 압전선을 병렬로 배치하였다. 자체분석 결과 발목 보호대에 장착한 자석이 파란색 전선 근처로 접근하여 움직이면 자장 변화로 인하여 유도전압이 발생된다. 몸통호구에 충격이 가해지고, 이로 인하여 압전선의 변위가 발생하면 압전 원리에 의하여 검은색 선에서 전하가 발생한다[3]. 기존 전자호구의 신호 처리 방식은 전자호구의 순간적 충격 혹은 충격량 적분 형태의 신호를 처리하는 방식으로, 이는 수신 아날로그 회로의 신호 처리 방식에 따라 달라질 것으로 추정하였다.



Fig. 1. Internal structure of existing body protector

#### 2.1.2 기존 전자호구 기능 및 성능에 대한 검토 결과

기존 전자호구는 몸통호구 내부에 압전선 센서를 장착하고, Fig. 2와 같이 발목 보호대 내에 설치한 자석의 접촉에 따라 몸통 자력선에서 전류를 발생하여 상대 선수의 발과 몸통의 접촉을 알아내는 방식이다.

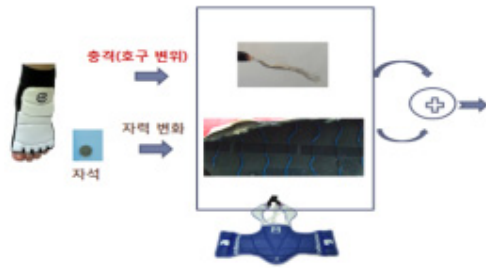


Fig. 2. System composition of existing body protectors

이와 같은 방식에서는 타격으로 인한 충격량을 계산할 수 없고, 발을 몸통호구로 미는 동작에서 타격보다 더 강한 신호를 출력할 가능성이 농후하며, 레벨(level)로 강도(체급별) 설정 기능, 레벨 적용의 크기에 대한 기준 등이 운영 프로그램에 나와 있지 않아서 비전문가가 운영하기 어려운 프로그램이다. 실제로 근접성 센서(자장 센서)의 감도가 일정치 않아서 일정한 크기의 타격에도 오류가 발생하며 자장센서의 간극이 일정치 않거나 간극이 너무 커서 발 보호대에 있는 자기센서(네오디뮴)의 감지가 잘 이루어지지 않는 문제가 있다.

따라서 전자호구의 근접성 센싱 방식을 개선하여, 타격 인식의 오류를 낮추는 방식으로 개발의 필요하다. 오류의 종류 중 통신의 단절성은 일정시간 중 통신 케이블이 빠지거나, 자체 오류로 통신이 이루어지지 않아 점수화에 오류가 발생하는 경우를 말하며, 통신의 안정성을 개발 시 중요 요소로 검토의 필요성을 인식하였다.

### 2.1.3 태권도 전자호구 관련 센서의 이론적 고찰

#### (1) 마그네틱 센서

마그네틱 센서 방식은 몸통호구에서 미세 자력선이 계속적으로 발생하고 자력 센서를 발목보호대에 장착하여 몸통호구와 상대선수 발목보호대의 접촉을 인지하는 방식으로, 사용 가능한 센서는 홀(hall), 자기저항(magneto-resistance), 광섬유(fiber optic) 방식이 있다. 이 방식은 우수한 민감도를 나타내나 충격량이 아닌 접촉정도를 감지하는 방식으로 스코어링의 신뢰도를 기대하기 어려우며, 센서의 구동회로는 많은 전력을 소모할 것으로 예측된다. 또한 자기저항이나 광섬유 센서는 발목보호대에서 부담을 줄 수 있는 상당 부피를 차지하기 때문에 자기장을 발생하는 몸통호구의 복잡성 증대되어 태권도 전자호구에 적용하기에는 적합하지 않은 것으로 평가한다.

#### (2) 전기용량 센서

전기용량 센서 방식은 악수를 통하여 상대가 가진 정보를 교환하는 방식으로 악수의 지속시간을 이용하여 통신환경을 자동으로 감지하여 회로를 최적화 하는 기술이 핵심이다. 이 기술은 전자명함 인체 통신기술이며 2000년대 MIT에서 발명하였고, Fig. 3과 같이 인체와 대지접지 사이에서 발생하는 변위 전류를 이용하여 충격량이 아닌 접촉정도를 감지하는 방식으로 스코어링의 신뢰도를 기대하기 어렵다. 발목보호대에서 사용하여야 할 전자회로는 복잡하며 많은 전력을 소모하며, 몸통호구에 전기적 정현파를 발생하고 발목보호대가 접촉 시 몸통호구 표면으로 흐르는 신호를 감지하여 스코어링 하는 방식으로 악수와 달리 발차기의 가격과 같은 순간적 충격 상황에서는 센서의 신뢰도가 저하된다.

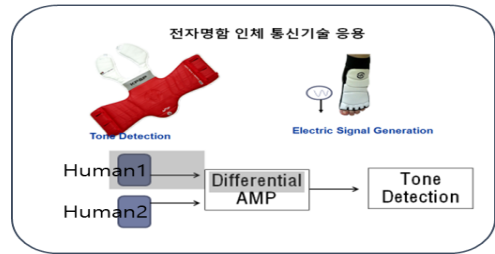


Fig. 3. Operating principle of electroic capacity sensors

#### (3) 접촉식 스위치

접촉식 스위치 방식은 인체의 접촉으로 생성되는 정전용량인 수 pF를 감지하여 가진 등에서 스위치로 사용하며, 적용기기의 베젤(프레임) 내부에 장착하여 베젤 외부의 접촉을 감지하는 방식으로 발목보호대로 접촉스위치를 장착한다. 이 방식은 상대 선수의 몸통에서 발생하는 정전용량을 감지하여 타격을 감지하고, 몸통호구에 별도의 장치가 필요 없으며, 구동회로가 간단하여 가장 구현이 용이한 방식이나 신뢰도가 낮다. 또한 충격량이 아닌 접촉정도를 감지하는 방식으로 타격을 감지하기 어려움이 있다.

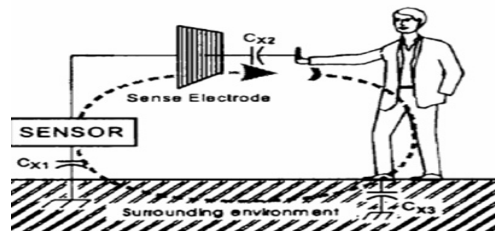


Fig. 4. Operating principle of contact switch

(4) 압전필름 방식

이 방식은 압전필름을 몸통보호대 내로 내장하고 타격에 의한 구부러짐, 혹은 충격량에 대하여 반응하도록 전자회로를 구성하고 있다. 압전필름은 표면으로 가해지는 압력을 전기적 신호로 변화시키는 압전센서의 일종이다. 발목보호대는 충격센서를 장착하여 몸통보호대와 충격의 동시성을 판단하여 타격 센싱의 신뢰성을 확보하며, 접촉이 아닌 충격량을 측정함으로써 다이내믹한 체점을 유도할 수 있다.

(5) 고찰 및 결론

체점의 신뢰성과 적용 프로토콜의 다양화를 위해서 몸통호구 센서는 접촉식이 아닌 충격량 측정 방식이 타당한 것으로 판단된다. 검토를 진행한 자력식, 전자명함, 비접촉 스위치는 모두 접촉을 센싱하는 방식이며 높은 신뢰도를 기대할 수 없고, 압전필름은 충격량을 측정하므로 미는 발차기에 대한 구분이 가능하며, 밀려서 정지된 상태에서는 신호를 출력하지 않았다. 또한 타 방식에 비해 전력소모가 적기 때문에 충전 후 사용시간이 타 방식에 비해 2~3배 길 것으로 예측 된다. 4가지 적용 가능한 센서 방식을 분석한 결과는 Table 1과 같으며, 신뢰도와 전력사용 등을 비교한 결과 압전필름 방식이 가장 적합한 것으로 분석 되었다.

Table 1. Peculiarities per sensor method

Sensor method	Sensitivity	reliability	power consumption	Size	Problem
Magnetic Card	High	Mid	High	Large	Overcurrent actuation, Difficulty in commercializing due to size
Electronic	Mid	Low	Low	Small	Low reliability
Non-contact switch	Low	Low	Low	Small	Low reliability
Piezo-film	High	High	Low	Small	Self-contact error

2.1.4 전자호구 시스템 개발을 위한 실험

(1) 발목보호대용 충격센서(cantilever sensor) 실험

발목보호대에 사용되는 충격센서의 출력 크기와 길이를 오실로스코프를(oscilloscope, 독일) 사용하여 Fig. 5와 같이 실험환경을 구성하여 측정하였다.

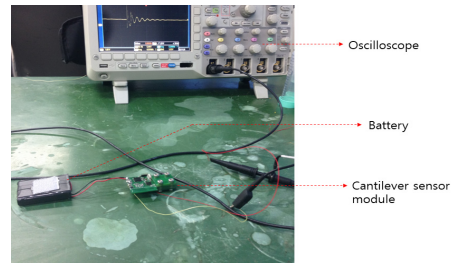


Fig. 5. Device setting to measure cantilever sensor output

큰 크기의 충격 시 Fig. 6과 같이 파형의 길이는 80ms이며 크기는 5.76 Vpp로 나타났다.

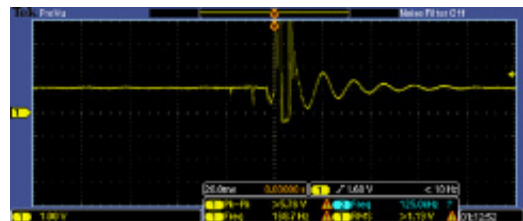


Fig. 6. Oscilloscope results for large impact

중간 크기의 충격 시 Fig. 7과 같이 파형의 길이는 60ms이며 크기는 2.04 Vpp로 나타났다.

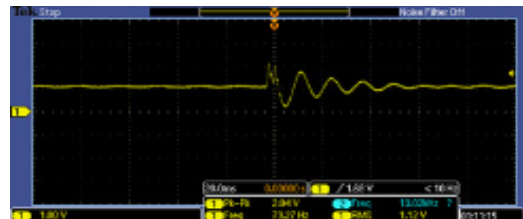


Fig. 7. Oscilloscope results for medium impact

작은 크기의 충격 시 Fig. 8과 같이 파형의 길이는 50ms이며 크기는 1.36 Vpp로 나타났다.

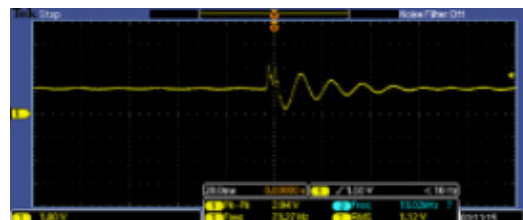


Fig. 8. Oscilloscope results for small impact

이상의 실험에서 캔틸레버 센서의 출력은 충격의 크기에 비례하여 전압이 출력되는 것을 확인하였다. 그리고 충격에 대한 임계치가 최대 5 Vpp/80 ms, 최소 1 Vpp/50 ms로 관찰되었다.

(2) 몸통 압전필름(piezo-film)에 대한 실험

호구에 사용되는 압전필름의 출력 크기와 길이를 오실로스코프를 사용하여 Fig. 9와 같이 측정하였다.

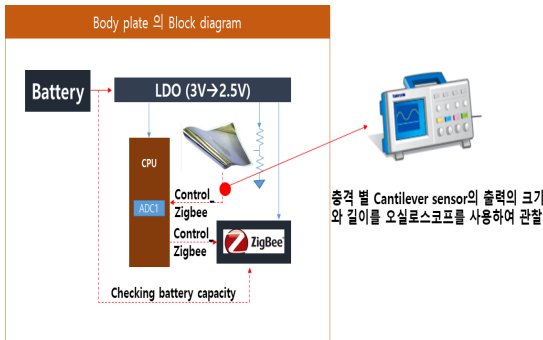


Fig. 9. Block diagram to measure body piezo-electric film output

큰 크기의 충격 시 Fig. 10과 같이 파형의 길이는 50 ms이며 크기는 2.00 Vpp로 나타났다.

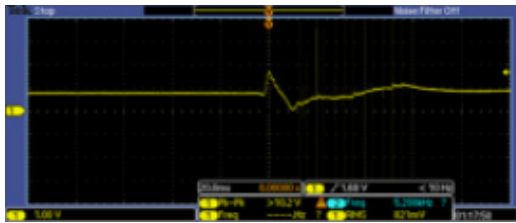


Fig. 10. Oscilloscope results for large impact

중간 크기의 충격 시 Fig. 11과 같이 파형의 길이는 30 ms이며 크기는 1.00 Vpp로 나타났다.

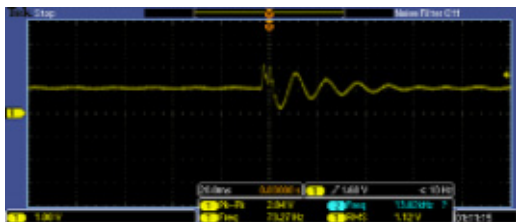


Fig. 11. Oscilloscope results for medium impact

작은 크기의 충격 시 Fig. 12와 같이 파형의 길이는 80 ms이며 크기는 0.50 Vpp로 나타났다.

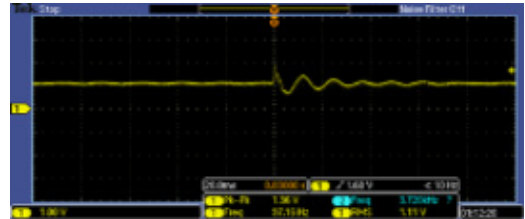



Fig. 12. Oscilloscope results for small impact

이상의 실험에서 압전필름 센서는 충격의 크기와 비례한 결과를 보이나 캔틸레버 센서와 비교하여 한 주기가 길며, 크기와 파형의 길이가 짧게 나타났다. 실험 결과 나타난 출력 패턴을 분석하여 발목보호대 충격센서와 몸통 압전필름 센서 출력 값과 시간의 동기성 여부를 통해 타격에 대한 여부 및 세기를 측정할 수 있음을 확인하였다.

(3) 통신 실험

몸통 압전필름 센서와 발목보호대 충격센서 출력은 지그비 통신을 통해 서버에서 수집하여 분석하는데, 이에 대한 실험결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Zigbee module communication test results

SET picture	Frequency (MHz)	Peak (dBi)	Average (dBi)	Efficiency (%)
	2400	1.98	-2.30	59
	2445	2.12	-2.34	58
	2447	1.12	-3.39	46
	2475	-0.81	-4.34	37
	2484	0.46	-3.84	41

지그비 통신에 대한 시험은 Fig. 13과 같은 환경을 통해 수행하였으며, 실험을 통해 나타난 방사패턴이 Fig. 14와 같이 전 방향으로 방사되는 패턴이 나타나 지그비 통신이 센서 출력을 통신하는데 적합한 것으로 분석되었다.

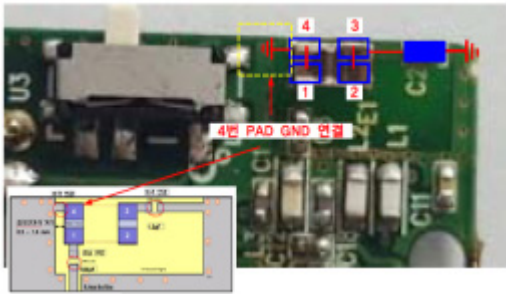


Fig. 13. Zigbee communication test settings

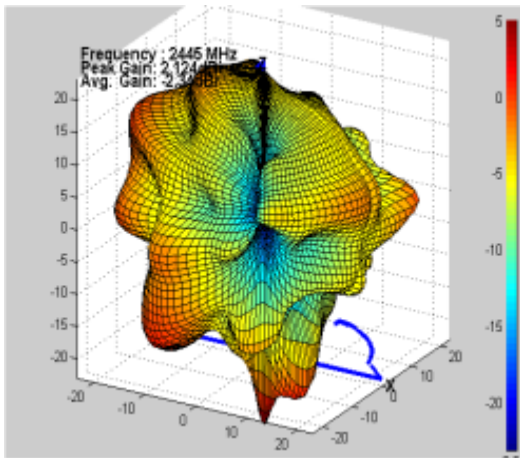


Fig. 14. Zigbee communication radiation(dBm) pattern

## 2.2 압전필름을 이용한 태권도 전자호구 시스템 개발

### 2.2.1 개발하는 전자호구 시스템 개념

본 연구에서는 Fig. 15와 같이 몸통호구 센서와 발목 보호대 센서를 통해 동기화된 충격데이터를 분석하여 보다 가볍고, 신뢰도가 높은 전자호구 시스템 개발을 목표로 한다.

개발하는 전자호구 시스템은 몸통호구에 압전필름을 내장하고, 충격량 센싱 후 마스터에 지그비 통신을 통해 신호를 처리하며, 발목보호대에 캔틸레버 센서를 장착하고 충격량을 센싱 후 마스터에 지그비 통신을 통해 신호를 처리하고 몸통 및 발목보호대 지그비 무선 통신장치를 장착하여 신호 처리된 충격량을 마스터모듈로 전송한다.

마스터모듈은 데이터를 블루투스로 변환하여 모바일 또는 PC 채점 처리장치로 전송하여 동기화된 몸통호구와 발목보호대 충격 신호 값을 찾아 채점 장치에 표시하

며, 파워모듈은 충전이 가능한 리튬폴리머 박막 건전지와 충전모듈로 구성하였다.

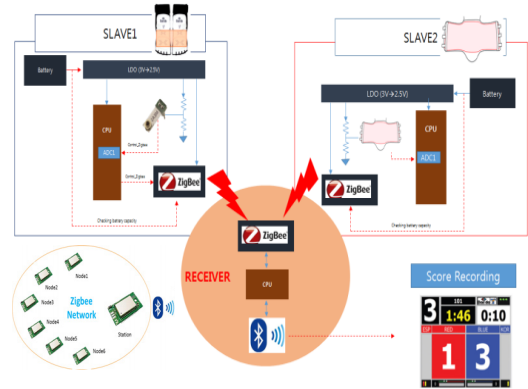


Fig. 15. Electronic body protector system diagram

### 2.2.2 통신 모듈 구성

발 보호대와 몸통호구에는 Fig. 15와 같이 캔틸레버 센서와 센서 신호를 읽어 무선통신으로 신호 값을 마스터에 보내기 위한 회로보드, 파워 및 지그비 통신모듈로 구성되어 있다.

통신 마스터 모듈은 몸통호구 센서와 발 보호대 센서를 무선통신으로 받기 위한 지그비 통신모듈과 모바일 (Fig. 16) 또는 PC와 같은 사용자 디스플레이 장치와 통신을 위한 블루투스 통신모듈로 구성되어 있다.



Fig. 16. Mobile scoring APP

### 2.2.3 MCU 개발

MCU 선정과 개발 시 고려되어야 할 사항으로는 100 mA/h 안팎의 배터리로 운영되는 시스템으로 적은 전력을 소모하는 MCU를 선정하였다. 개발하는 MCU는 임베드 시스템으로 개발된 피에조 센서의 아날로그 출력을 읽어 들이는 목적이며, 초소형 패키지 안착의 용이성을 고안한 작은 모듈로 설계되어 MCU가 장착 되는 영역을

최소화 시키고 외부의 지그비와 연결될 수 있는 충분한 디지털 I/O를 확보해야 한다. 본 연구에서 개발하는 MCU는 이상의 내용을 고려하여 Table 3과 같은 제원으로 개발하였다.

Table 3. MCU specifications

Sortation	Category		Content	Note
Power	Operating voltage		1.65 ~ 3.6 V	2.5V operating
	Power consume	Operating mode	88 uA	
		Standby mode	0.27 uA	
ADC	Resolution		12 bit/16 CH	
	Sampling rate		1.14 Msps	
Digital I/O	Digital I/O		Up to 51	
Packaging	Packaging		5 X 5 mm	

### 2.3 개발한 전자호구 시스템 테스트 결과

개발한 전자호구 시스템 테스트를 위해 Fig. 17과 같이 충격 강도를 강, 중, 약 세 가지로 나누어 실험을 하였다. 각 강도에서 충격을 10회 가한 결과 모두 오차 범위 내에서 동일한 결과를 보였으며, 타격의 강도변화에 따른 표출 값이 정비례로 표출되는 것을 확인하였다. 발과 몸통의 동기화 알고리즘을 통해 정확한 유효타와 손·발



Fig. 17. Developed electronic body protector system test

의 단순 진동을 구분할 수 있었으며, 초당 최대 5회 이상 득점이 가능한 결과를 보였다. 테스트 환경이 완전하지 못해 다양한 강도 및 초당 타격 가능 횟수를 보다 정밀하게 측정할 수 없어서 아쉬움이 있으나, 추가 연구를 통해 공인 기관을 통해 시험인증을 받을 수 있을 것으로 예상된다. 또한 몸통호구는 가벼운 압전필름을 채택하여 기존(약 1.3kg) 대비 20% 이상의 중량이 감소(약 1kg 이하)되는 효과를 얻을 수 있었다.

### 3. 결론

본 연구에서는 태권도 전자호구에 적합한 센서 채택을 위해 기존 공인 전자호구를 분석한 후 마그네틱 방식과 전자명함 방식, 비 접촉식 스위치 방식 그리고 압전필름 방식, 총 네 가지 방식에 대해 분석하였다. 분석한 결과 압전필름 방식이 민감도와 신뢰도 측면에서 가장 우수하였고, 전력소모와 무게 측면에서도 유사 또는 우수한 결과를 보였다.

태권도 전자호구 몸통의 충격량의 정확도를 보다 높일 수 있도록 발목에 캔틸레버 센서를 장착하여 시제품을 개발하였고, 개발한 시제품을 테스트한 결과 충격량에 비례하여 결과 값을 얻을 수 있었다. 또한 몸통호구의 중량도 기존 대비 약 20% 정도의 가벼워 지는 효과를 얻을 수 있었다.

압전필름은 가볍고, 측정치가 정확한 반면 가격이 타 센서에 비해 고가이나 그물망 형태로 제작을 한다면 일반 대련용 및 선수 수련용으로 사용하기에 성능과 가격 면에서 타 제품 대비 우수한 성능을 보일 것으로 예상하며, 이를 위해 몸통 압전필름의 그물망 형태 설계에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

### References

- [1] Youngsang, Bae. "Relationship between the Impact Value of Electronic Body Protector and the Impact Force of Force Platform in Taekwondo", *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 23, No. 2, pp. 125-130, 2013.
- [2] Youngsang, Bae., Willy. P. "Kick Force of Male Taekwondo Athletes: Comparison of the Chest Protector with the Force Platform" *Science Paper*, Vol. 41, pp. 15-24, 2015.
- [3] Dongki, Shin. "An Examination on Satisfaction of

Collegiate Athletes for Using Electronic Body Protector”, *Journal of World Society Of Taekwondo Culture*, No.4, pp. 1-48, 2012.

- [4] Kyonghwa, Yi., Hyesoo Kim. “Actual Wearing Condition of Taekwondo Uniform & Protector”, *Journal of Human Ecology*, Vol. 28, No.1, pp. 89-107, 2008.
- [5] Jae-Won, Yoo. “An Analytical Study on the Management Factors of the Taekwondo Training Halls by the Sizes of the Number of the Trainees”, *Korea Sports Research*, Vol. 16, No.2, pp. 375-382, 2005.
- [6] Ringsven MK, Bond D. *Gerontology and Leadership skills for nurses*. p.15-80, Delmar Publishers, 1996.
- [7] American Cancer Society. Cancer Reference Information [Internet]. Atlanta (GA): American Cancer Society, c2012[cited 2010 Jun 20], Available From: [http://www.cancer.org/docroot/CRI/CRI\\_0.asp](http://www.cancer.org/docroot/CRI/CRI_0.asp). (accessed Oct., 10, 2012)
- [8] Jong-hak, Hwang. et al. “2014 Report: Study on Developing Standard of Electronic Body Protector in Taekwondo”, *Korea Institute of Sport Science*, pp. 107-125, Dec. 2014.
- [9] World Taekwondo Federation, “Taekwondo Electronic Body Protector WTF 0000:2014”, 2014.
- [10] S. R. Ahuja, K. D. Hong, K. S. Hong, “The Rapport Multimedia Conferencing System: A Software Overview”, *Proc. of 2nd IEEE Conference on Computer Workstations*, Vol. 5, No.1, pp. 52-58, March, 1988.
- [11] Link labs. A bluetooth & zigbee comparison for IOT applications, <https://www.link-labs.com/blog/bluetooth-zigbee-comparison>. October, 2015

**기 재 석(Jae-Sug Ki)**

[중신회원]



- 1988년 8월 : 한양대학교 공과대학 원 산업공학과 (공학석사)
- 1993년 2월 : 한양대학교 공과대학 원 산업공학과 (공학박사)
- 1993년 8월 ~ 2000년 8월 : 강원대학교(삼척) 산업공학과 교수
- 2014년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 일반대학원 스포츠ICT융합학과 교수

<관심분야>

컴퓨터, 정보통신, 안전관리

**정 동 화(Dong-Hwa Jeong)**

[정회원]



- 2000년 8월 : 중앙대학교 교육대학 원 교육학과 (체육교육석사)
- 2005년 2월 : 중앙대학교 체육학과 (체육행정관리 및 교육과정 박사)
- 2011년 8월 ~ 현재 : 상명대학교 스포츠융합학부 교수(학부장)
- 2015년 3월 ~ 2017년 12월 : 사단법인 천안상명스포츠클럽 운영위원

<관심분야>

스포츠ICT융합, 체육교육

**이 현 준(Hyun-Jun Lee)**

[준회원]



- 2018년 8월 : 상명대학교 스포츠 산업학과 (스포츠융합기술 석사)

<관심분야>

스포츠융합기술