

펜싱 훈련용 반응시간 측정장치 개발 Development of Response Time Measuring Apparatus for Fencing

길세기*, 이상철, 황중학, 김태완, 정진욱, 이효근, 한영환

S. K. Kil, S. C. Lee, J. H. Hwang, T. W. Kim, J. W. Chung, H. K. Lee, Y. H. Han

요 약

본 연구에서는 사용자 본인(선수)의 일렉트릭 소드 및 커넥터를 활용하여 훈련이 가능한 Plug&Play 방식의 실시간 펜싱 반응시간 측정장치를 개발하였다. 측정장치는 훈련인형의 상체 뒤쪽에 봉을 통해 연결 배치하여 회전이 가능하도록 하였으며, 인형몸체와 헬멧, 측정장치, 릴 신호연결부 선수의 일렉트릭 소드 및 커넥터가 폐회로를 구성하여 동작하도록 개발하였다. 측정장치는 랜덤 신호(빛, 소리)를 제시한 후 공격이 이루어질 때까지의 반응시간을 측정하여 실시간으로 선수에게 제공하게 된다. 대표팀 코치 및 선수의 파일럿 테스트 및 피드백을 통해 개발된 시스템의 유용성을 확인하고자 하였다.

ABSTRACT

In this study, we developed a response time measuring apparatus for fencing which can use fencing athlete's own electric sword and connectors. The measuring apparatus designed to be connected to upper back of dummy body and it's position can be changed by spinning itself. And it operates like a closed circuit composed of dummy helmet, the apparatus, reel signal connection, connector and electric sword of athlete. This measuring apparatus can provide response time to athlete immediately which response time is measured from the time of indicating random signal of light and sound to the time of attacking dummy by athlete. we carried out pilot test for couch and athlete of national fencing team and could validate availability of this system.

Keyword : Fencing, Response Time, Apparatus, Measuring

1. 서론

펜싱에서의 반응시간(인지속도), 동기유발에 관련된 연구는 그 사례가 많지는 않으나 오래전부터 꾸준히

준하게 보고가 되고 있으며 그 중요성이 강조되고 있다. Benet Hass는 펜싱 경기력에서 반응시간의 중요성을 강조하였으며 런지테스트 훈련 등을 통해 반응시간과 정확도를 향상시키고자 하였다[1]. 박태인은 펜싱선수의 반응시간과 기술동작시간과의 상관성에 대해 보고하였으며[2], 우순수, 구교동은 선수들의 순발력과 반응시간에 대한 연구를 진행하였다[3-4]. Zbigniew Borysiuk 외는 반응시간 검사, 움직임 시간, 근전도 검사를 통해 시각자극과 청각자극에 대한 차이를 보고하였다[5]. Czajkowski Z는 경기능력의 가장 중요한 팩터는 타이밍 감각(sense of timing)이라고 하였다[6].

더미 등에 관한 연구는 자동차더미 관련 연구가 주를 이루고 있는 상황이나[7-8], 스포츠종목 특히 격기종목의 훈련보조장비는 최근 인체와 흡사한 단 순더미 형태에서 벗어나, 훈련의 효과를 측정하고 관리할 수 있는 수준으로 발전하고 있다. 김광준

접 수 일 : 2016.11.11

심사완료일 : 2016.11.21

게재확정일 : 2016.11.28

* 길세기 : 한국스포츠개발원 선임연구원
kclips@kspo.or.kr (주저자, 교신저자)

이상철 : 한국스포츠개발원 책임연구원
k200lsc@kspo.or.kr (공동저자)

황중학 : 한국스포츠개발원 수석연구원
jhhwang@kspo.or.kr (공동저자)

김태완 : 한국스포츠개발원 선임연구원
burumi@kspo.or.kr (공동저자)

정진욱 : 한국스포츠개발원 선임연구원
cjw826@kspo.or.kr (공동저자)

이효근 : 국가대표 펜싱팀 코치
hklee@sports.or.kr (공동저자)

한영환 : 상지대학교 교수
yhhan@sangji.ac.kr (공동저자)

등은 복싱선수의 펀치력(파워)을 측정할 수 있는 복합더미형 측정장비를 개발하였으며[9], 이상민 등은 공인된 전자호구와 동일한 방식으로 동작하는 태권도 트레이너를 개발하였다[10]. 펜싱의 경우, 길세기 등은 에페 종목 대표팀의 훈련을 위해 상·하체 공격과 반응시간측정이 가능한 훈련인형을 개발하였다. 이 에페훈련인형은 기존에 대표팀에서 사용하던 단순더미와는 다르게 실시간 반응시간 측정이 가능하며 훈련영상저장이 가능한 장점을 가진다[11]. 그러나 에페 훈련인형의 경우, 콘트롤러 컴퓨터가 훈련인형과 분리되어 별도로 운영되며 프로그램을 실행시켜 운영해야 하는 등 단점이 있어 대표팀 내에서 Plug&Play 방식에서의 변경을 통한 사용상의 편의성 제고요구가 있었으며, 기존의 시합용 일렉트릭 소드와 커넥터를 사용하지 못하는 단점도 존재하였다. 사브르 종목의 경우에는 기존의 아무 기능이 없는 단순더미를 사용하고 있어 반응시간 측정장치 개발이 필요한 상황이었다.

이에 본 논문에서는 선수본인의 칼, 커넥터, 자켓 등을 그대로 사용하여 훈련이 가능한 Plug&Play 방식의 실시간 반응시간 측정장치를 개발하고자 하였다.

2. 본론

2.1 펜싱인형 기구부 제작

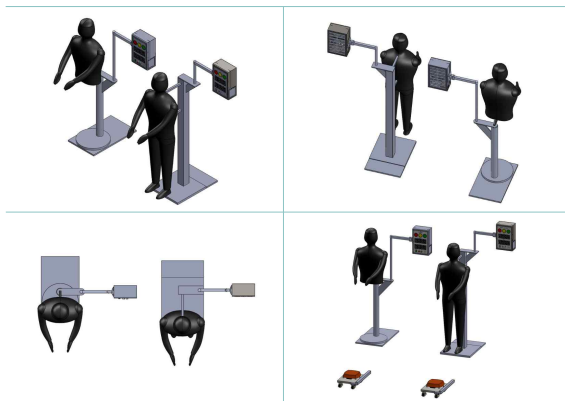
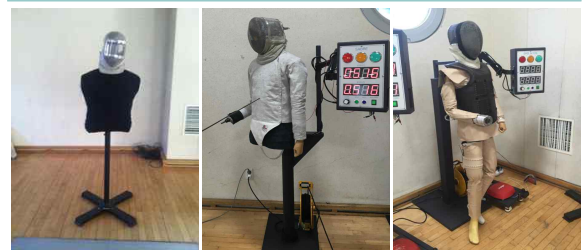


그림 1. 훈련인형 기구부 설계
Fig. 1. The design of fencing dummy structure.

그림 1은 반응시간 측정장치가 연결될 펜싱인형 기구부 설계도이다. 펜싱인형 기구부는 기존 훈련용 기본더미와는 다르게 10kg 무게의 반응시간 측정장치를 설치하고 안전하게 사용할 수 있도록 철재기둥과 바닥면의 철재 판이 용접으로 고정되도록 설계하였으며, 측정장치 고정부는 회전이 가능하도록

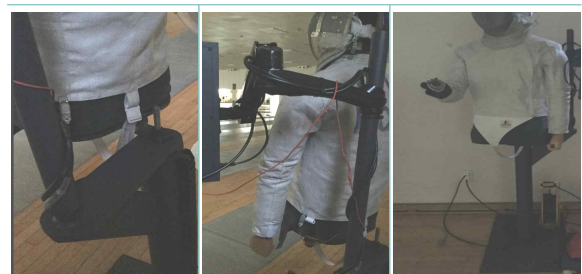
하였다.

그림 2는 기존의 더미와 실제 구현된 펜싱인형의 비교이며 그림 3은 훈련인형의 철골구조 지지대의 모습이다. 또한 그림 4와 같이 펜싱인형의 머리와 몸체는 반응속도 측정장치와 전기적으로 연결되며 릴 신호연결부를 통해 선수 본인의 일렉트릭 소드 및 커넥터를 연결, 폐회로를 구성하여 반응시간을 실시간으로 측정할 수 있도록 하였다.



(a)기존더미 (b)개발된 사브르용 인형 (c)개발된 에페-플레뢰용 인형

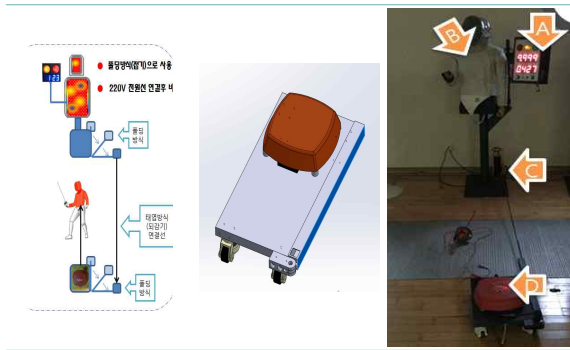
그림 2. 훈련인형 기구부 비교
Fig. 2. Comparison of fencing dummy.



(a)지지부 연결 (b)측정장치 연결부 회전 (c)받침구조

그림 3. 훈련인형 철골지지 구조
Fig. 3. Steel-frame structure of fencing dummy.

신호의 흐름은 다음과 같다. 그림 4-(c)의 동작은 측정장치(A)에서 하나의 라인은 인형몸체의 자켓·헬멧(B)에 연결되며, 다른 하나의 라인은 철골지지대 하부의 케이블릴(C)을 거쳐 릴 신호연결부(D)로 연결되어 선수의 일렉트릭 소드로 최종 연결된다. 반응시간 측정장치로부터 빛(램프) 신호 및 신호음이 주어진 후 일렉트릭 소드로 훈련인형의 몸 혹은 머리를 공격하게 되면 (A)->(B) 라인과 (A)->(C)->(D) 라인이 연결되어 폐회로를 형성함으로써 측정장치 내부에서 반응시간을 측정하게 된다.



(a) 폐회로 구성 개요 (b) 릴 신호연결부 설계 (c) 구현된 릴 신호연결부

그림 4. 릴 신호연결부

Fig. 4. The signal connection using reel device.

2.2 반응시간 측정장치 개발

반응속도 측정장치는 철판 재질의 직육면체 박스에, 빛·소리 신호 인터페이스 제공을 위한 녹색·황색·적색의 램프, 2개 라인의 4글자 표현이 가능한 7세그먼트 LED 세트, 전원스위치, 리셋스위치, 모드스위치, 스피커가 배치되도록 개발하였다. 훈련인형 몸체와의 연결은 각도조절이 가능한 암 형태 제품을 사용하였다. 그림 5는 반응시간 측정장치의 설계안 및 실제 구현된 모습이다.



그림 5. 반응속도 측정장치 컨트롤러부

Fig. 5. The controller of response time measuring apparatus.

반응시간 측정시스템은 아래의 그림 6과 같이 전자 H/W 보드들을 조합하여 구현하였다. H/W는 기능콘트롤, 신호처리연산을 담당하는 MPU보드, 램프 전원공급을 제어하는 릴레이보드, 7세그먼트 콘트롤보드, 소리신호 제공을 위한 MP3 트리거보드, 파워앰프 및 스피커, micro-ATX 파워서플라이 등으로 구성되어 있다.

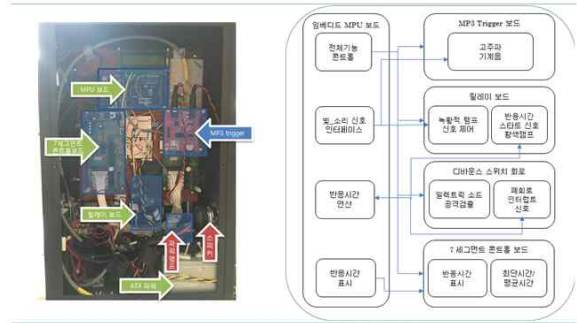


그림 6. 반응속도 측정장치 구성도

Fig. 6. The composition of response time measuring apparatus.

신호 인디케이팅 및 반응시간 측정의 프로세스는 다음과 같다. 반응시간 측정장치의 전원을 인가하면 장치를 초기화한 후, 준비요구의 의미로 녹색 램프가 점등된다. 이후 랜덤시간이 지난 후 공격개시신호의 의미로 황색램프가 점등되며 고주파 기계음이 함께 제공된다.

공격개시신호를 받은 선수가 훈련인형의 상체 자켓부 혹은 헬멧을 일렉트릭 소드로 찌르거나 베면 적색램프가 점등되며 상위라인의 7세그먼트 세트에 반응시간이 표시되고, 일정시간(적색3초 유지, 조정가능) 후 녹색램프가 점등되며 루틴이 반복된다. 그림 7은 반응시간 측정장치의 인디케이팅동작의 순서(녹색램프->황색램프->적색램프)를 나타낸다.



그림 7. 측정장치 동작순서

Fig. 7. The sequence of signal indicating and response time measuring.

그림 8은 mega2560 MPU 보드를 중심으로 한 각각의 모듈(릴레이, F N D, 사운드, 훈련인형 및 릴 신호연결부)간의 제어 및 인터럽트 흐름도를 나타내고 있다. 녹·황·적 램프의 점등제어를 위해 포토커플러 절연방식의 릴레이-4 제어모듈을 사용하였으며, 5채널까지 지원 가능한 7-SEGMENT 보드 2세트를 사용하여 반응시간 및 최소시간/평균시간을 표시하도록 하였다. 실제 시합과 유사한 기계신호음 제공을 위해 MP3 Trigger 보드와 8W 파워앰프를 스피커에 연결하여 개발하였다.

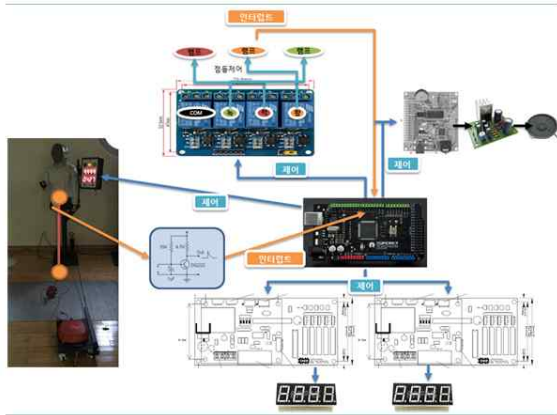


그림 8. 측정장치 내 보드간 연결도

Fig. 8. The connecting structure of board modules in measuring apparatus.

2.3 펌웨어 프로그램 구성

본 연구에서의 측정장치 펌웨어 프로그램 개발은 아두이노 스케치 ver. 1.6.8을 사용하여 진행하였다. 그림 9는 펌웨어 프로그램의 전체 구성 및 흐름도이다. 프로그램은 크게 초기화 루틴, 반복루틴, 인터럽트 루틴부로 나누어진다.

셋업 루틴은 전원이 인가되면 먼저 한번 수행하는 함수로, 변수·상수 선언, 핀모드 맵핑, 시리얼통신 및 인터럽트 함수 초기화 등의 역할을 수행한다. 반복 루틴은 셋업 이후 계속 반복수행되는 함수로, 반응시간 측정·연산을 위해 주기적인 램프의 제어 수행 및 랜덤시간으로 발생하는 인터럽트 1의 처리, 사용자의 행동에 의해 발생하는 인터럽트 2를 처리한다.

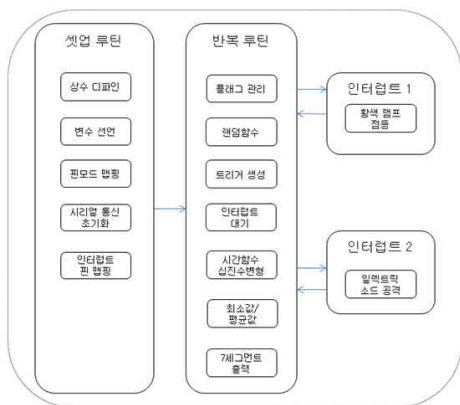


그림 9. 펌웨어 프로그램 구성도

Fig. 8. The firmware structure of measuring apparatus.

인터럽트 루틴은 녹색램프 2.5초간 점등 후, 0~3 초 사이의 임의의 시간 후에 발생하는 인터럽트 1

과 사용자가 본인의 일렉트릭 소드로 훈련인형의 자켓 혹은 헬멧을 찌르거나 베어 접촉이 일어날 때 발생하는 인터럽트 2로 구성되어 있으며, 반복루틴과 신호를 주고받으며 반응시간 측정·연산을 수행하게 된다.

3. 파일럿 테스트 및 전문가의견

본 연구에서 개발한 펜싱 훈련인형 및 반응시간 측정장치의 성능평가를 위해 시스템을 선수촌 펜싱장에 설치한 후, 2016년 현재 펜싱국가대표팀 코치 및 선수를 초빙하여 파일럿 테스트를 진행하고 기존 훈련인형과의 장·단점에 대한 전문가 의견을 조사하였다.



그림 10. 측정장치 파일럿 테스트

Fig. 10. The pilot test of measuring apparatus.

그림 10은 파일럿 테스트 모습이다. 의견조사 결과 장치의 주요 장점은 즉각적인 반응속도 측정가능 부분(기존의 일반더미 대비)과 전원인가 후 즉시 작동 가능한 사용편의성(기존 에페훈련인형의 별도 컴퓨터시스템 대비), 빛·소리 신호 인디케이팅, 실시간 결과 디스플레이 등을 통한 훈련동기의식 부여 부분인 것으로 나타났으며, 단점은 훈련인형 몸체의 높낮이 조절불가능(무게 증가로 인한 지지대 보완), 인형 오른팔의 회전식 칼 수납부 사용불편 등으로 나타났다.

표 1. 개발장치의 장단점 분석

Table 1. The strength and weakness analysis of measuring apparatus.

	개발시스템	기존 훈련인형
장점	<ul style="list-style-type: none"> 반응시간 실시간 측정·표시 가능 사용편의성(Plug & Play) 견고함(내구성) 훈련 동기부여 가능성(재미) 	<ul style="list-style-type: none"> 이동/보관 편이성(일반더미) 훈련동영상 제공(에페 훈련인형)
단점	<ul style="list-style-type: none"> 인형몸체 높낮이 조절 불가능 인형 오른팔 칼 수납부 사용불편(회전식) 	<ul style="list-style-type: none"> 컨트롤러 분리형 구조로 사용편의성이 부족함(에페 훈련인형)
추후연구	<ul style="list-style-type: none"> 인형의 오른팔 모터타이징(움직임) 추가 	

4. 결론

본 연구에서는 사용자 본인(선수)의 일렉트릭 소드 및 커넥터를 연결하여 펜싱훈련이 가능한 Plug&Play 방식의 실시간 반응시간 측정장치를 개발하였다.

시스템 하드웨어는 임베디드 시스템 개발에 널리 사용되는 MPU인 아두이노 mega2560 보드를 중심으로 릴레이 보드, 7세그먼트 콘트롤 보드, MP3 트리거 보드, 파워앰프 등을 연결하여 개발하였으며, 빛과 소리 인터페이스 신호를 제시한 후 사용자의 찌르기·베기 공격이 이루어질 때까지의 반응시간을 측정하여 7세그먼트 디스플레이를 통해 실시간 제공가능하다.

펌웨어 소프트웨어는 C/C++언어 기반의 오픈소스인 아두이노 스케치 ver. 1.6.8을 사용하여 개발하였다. 빛·소리 형태의 신호를 무작위 시간간격으로 제시한 후 반응시간을 측정·표시하는 동작을 반복수행하도록 개발하였으며, 특히 사용편의성을 위해 전원을 On시키면 즉시 동작하는 Plug&Play 시스템으로 개발하였다.

개발된 측정장치 유용성 확인을 위해 선수층에 장치를 설치하고 국가대표 코치 및 선수를 통해 파일럿 테스트를 수행하고 의견을 청취한 결과, 즉각적인 반응속도 제공, 사용편이성, 내구성 등의 장점이 있는 것으로 나타났으며, 훈련인형의 높낮이 조절, 인형 오른팔 칼 수납부의 개선이 필요한 것으로 나타났다.

REFERENCE

[1] Benet Haas, "A Speed And Accuracy Test Of Fencing Skills," Master Thesis, San Fernando Valley State College, 1972.

[2] Tea-In Park. "A Study Of Relationship Of Reaction Time And Skill Movement Time In A Sport Of Fencing," Master Thesis, Graduate School Of Education Kyung Hee University, 1974.

[3] Woon-Su Woo, "The Study of Whole Body Reaction Time according to Fencing Player's Age Level," Master Thesis, Graduate School of Chungnam Natioanl University, 1997.

[4] Kyo-Dong Koo, "The effects of the polymetric Training on the Power and Agility of Fencing Players," Master Thesis, Graduate School of Honam University, 2006.

[5] Zbigniew Borysiuk, Zbigniew Waskiewicz,

"Information Process, Stimulation and Perceptual Training in Fencing," The Journal of Human Kinetics vol.19. pp. 63-82, 2008.

[6] Czajkowski, Z, "The Essence and Importance of Sense of Timing in Fencing," Stuides in Physical Culture and Tourism vol. 16, no.3, 2009.

[7] Seong-Jin Kim, "Korean Dummy for Frontal and Lateral Vehicle Crashes," Transactions of Korea Society of Automotive Engineers 2002 Years Spring Conference Proceeding, pp. 728-733, 2002.

[8] Han-Kee Jang, "Development of a Test Dummy for the Evaluation of Driver's Response to Vehicle Vibration," The Korean Society For Noise And Vibration Engineering 2004 Years Spring Conference Proceeding, pp. 106-108, 2004.

[9] Kwang-Jun Kim, "Development and Evaluation of Power Measuring Apparatus for Boxing Punch," Annual Research Report, Korea Institute of Sports Science, 2010.

[10] Sangmin Lee, "Development of Digital Taekwondo Trainer using Certificated Electronic Protector of WTF," Report of Research and Development Business in Sports Industry, Korea Ministry of Culture, Sports and Tourism, 2010.

[11] Se-Kee Kil, "Development of Training Dummy and Response Time Measuring Apparatus for Fencing Epee," Annual Research Report, Korea Institute of Sports Science, 2012.



길 세 기(Gil Se-gi)

2006년 8월 인하대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
 2009년 7월 - 현재 한국스포츠개발원 선임연구원

Interest : Sports Engineering, Rehabilitation Engineering



이 상 철(Lee Sang Cheol)

2000년 8월 포항공과대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
 2002년 1월 - 현재 한국스포츠개발원 책임연구원

Interest : Automatic Control, Robot, Sports measurement



황 중 학(Hwang Jong-Hak)

2001년 8월 인하대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학박
사)
1996년 4월 - 현재 한국스포츠
개발원 수석연구원

Interest : Sports industry, Sports
Engineering



김 태 완(Kim Tae-Wan)

2006년 8월 성균관대학교 대학원
체육학과 졸업(체육학박
사)
2009년 7월 - 현재 한국스포츠개
발원 선임연구원

Interest : Kinematics, Sports Rehabilitation



정 진 옥(Jung Jin-Uk)

2006년 8월 서울대학교 대학원
체육학과 졸업(체육학박
사)
2011년 7월 - 현재 한국스포츠개
발원 선임연구원

Interest : Exercise Physiology, Sports
Rehabilitation



이 효 근(Lee Hyo-Geum)

2014년 1월 - 현재 대한민국 펜
싱대표팀 사브르 코치

Interest : Fencing Sabre, Exercise
Physiology



한 영 환(Han Yeong-Hwan)

1995년 8월 인하대학교 대학원
전자공학과 졸업(공학박
사)
1996년 3월 - 현재 상지대학교
컴퓨터정보공학부 교수

Interest : Medical Image Processing,
Rehabilitation Engineering