

유도 경기력 향상을 위한 유도 인형시스템 개발

박 강*, 심철동**, 김의환***, 김성섭****, 김태완*****

Judo-doll System Development for Enhancement of Judo's Performance

Kang Park*, Cheol Dong Shim**, Euihwan Kim***, Sungsup Kim**** and Taewhan Kim*****

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop three Judo-doll systems for enhancement of Judo's performance. Traditional Judo training requires a human training partner. Unfortunately it is not always easy to find one. Multifunctional Judo-doll training system has therefore been developed, and is described here. The system consists of a dummy, a power generating mechanism, and kinematic links. The power-generating mechanism generates forces similar to those of a human, by adjusting deadweights and controlling powderbrake's forces. The powderbrake force is controlled by the microprocessor according to the exercise scenario. The kinetic links, which mimic a human training partner's motions, has been developed based on a Vicon™ system's analysis of the movement of human training partners. This mechanism whose name is "L link-wire" consists of L type links, wire, roller, and dead weight. This mechanism generates the force that leads the link to the neutral position regardless the link is pushed or pulled. The lifting mechanism that lifts the doll when the one-armed shoulder throw skill is applied is also developed. A 32-bit microprocessor controls the whole system; it reads the loadcell data, controls the electromagnetic force, and communicates with a PC via Bluetooth. The training history, including loadcell data, date, and training time, is stored in the PC for analysis. This training system can be used to enhance the Judo performance of any self training player.

Key words : Judo-doll training, Powderbrake, Power generation mechanism, Bluetooth communication

1. 서 론

유도는 1964년 제18회 동경올림픽대회 이후, 서울, 베르셀로나, 아테네 등의 올림픽대회에서 한국의 국위를 선양한 메달종목의 역할을 담당해 왔다. 그러나 갈수록 경쟁이 치열해지는 세계 유도 환경에서 다가오는 올림픽대회를 대비하기 위해서는 과학적인 훈련으로 경기력 향상을 위해 매진해야 할 시점이다^[1]. 유도경기는 상대방을 제치고 굳히는 운동이다. 상대방을 제치기 위한 유도기술은 맞잡기, 기울

이기, 지웃기, 걸기, 공중국면 및 낙법국면 순으로 구분될 수 있다. 유도기술은 먼저 선 자세에서 맞잡고, 상대를 제치기 위해서 상대의 중심을 무너뜨리는 기울이기, 제치기 좋은 자세를 만드는 지웃기, 기술을 거는 걸기, 상대를 넘기는 공중 국면, 안전하게 떨어지기 위한 낙법국면 순으로 발휘된다^[2]. 유도는 대인 경기로 상대가 공격에 대한 방어를 시도하기 때문에 맞잡은 상태에서 상대를 당기기(pull), 밀기(push), 당기면 밀기(pull-push), 또는 밀면 당기기(push-pull)를 하면서 공격의 기회를 잡게 된다. 이러한 기술은 공격의 시작으로 유도경기의 승패에 결정적인 역할을 하기 때문에 많은 훈련을 필요로 한다^[1].

유도에 대한 선행연구들을 살펴보면, 세계우수 선수들의 개인별, 체급별 기술 특성 분석^[1,2,13]과, 유도 기본 및 기초 기술들에 대한 운동학 또는 운동역학적으로 분석^[2,3,14,16]과 유도 낙법의 운동학적 분석^[5,7,8]에 대한 연구들이 진행되었다. 유도경기는 개인경기

*중신회원, 교신저자, 명지대학교 기계공학과 교수

**명지대학교 기계과 석사

***용인대학교 유도학과 교수

****용인대학교 스포츠·웰니스연구센터 연구원

*****국민체육진흥공단 체육과학연구원 연구원

- 논문투고일: 2010. 03. 08

- 논문수정일: 2010. 09. 08

- 심사완료일: 2010. 09. 09

이지만 대인(對人) 경기로서 상대를 대상으로 하는 경기의 운동역학적 분석에 어려움이 있었음에도 불구하고 연구가 계속 이루어져서 선수들에게 다양한 피드백을 줌으로써 경기력 향상에 크게 기여하고 있기 때문이다.

많은 운동종목에서 기술 또는 체력 훈련을 위해서 훈련용장비가 개발되어 사용되고 있는데, 태권도에서 발차기연습기, 복싱훈련기, 골프 스윙동작 분석을 위한 스윙머신 등을 들 수 있다. 이와 같이 운동기술 훈련에 활용되는 훈련보조 장비는 단순히 훈련보조 기능을 넘어서 훈련의 효과를 측정할 수 있는 측정 장치와 측정된 데이터를 각 선수별로 관리할 수 있는 수준으로 발전되고 있다.

유도 훈련보조 장비에 대해 살펴보면, 1992년 일본 유도연맹에서는 업어치기 기술을 익히고, 훈련 효과를 측정하고자 업어치기연습기를 개발하였다. 김의환^[6]은 다양한 유도기술을 구사할 수 있도록 인체와 매우 흡사한 유도인형을 개발한 바 있다. 튜브 운동을 응용한 유도 기울이기 기술 훈련 효과를 측정하는 장비 개발하였다^[11].

Fig. 1은 현재 유도 현장에서 사용되는 훈련보조 장비를 보여준다. 메치기훈련에 사용되는 단순 인형과 근력 강화 훈련을 위한 고무튜브 등이 있다. 하지만 이러한 장비는 복잡하고 다양한 유도 기술의 연습과 유도경기에 필요한 전문체력을 향상시키는 데는 한계가 있었다. 특히, 유도훈련에서는 연습상대가 땅에 메쳐지기 때문에 연습상대가 되기를 기피하여 적절한 상대를 구하기가 더욱 힘들다.

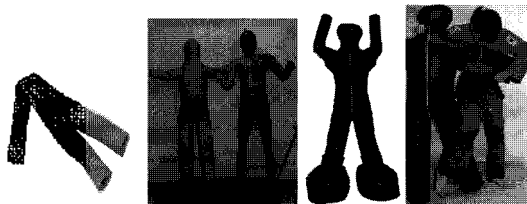


Fig. 1. 유도 훈련용 장비.

따라서, 유도 훈련용 인형의 필요성 때문에 유도 인형이 개발이 시도되었다.

최근에는 Fig. 2와 같이 2007년도 김의환 등^[13]에 의해 개발된 당기기·후리기 인형은 유도의 기초기술인 당기기·밀기, 밀기·당기기 및 밧다리후리기와 같은 유형의 ‘후리기’ 동작 수행과 측정이 가능하게끔 제작되었다. 또 이 인형은 몸통과 하지에 스프링을 설

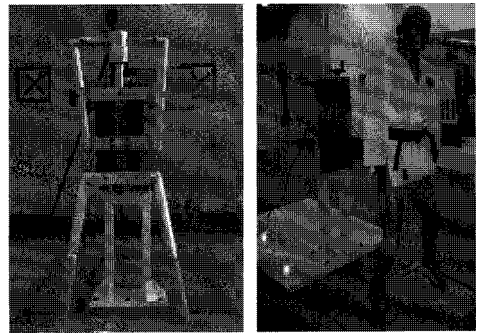


Fig. 2. 기존 개발된 훈련용 인형.

치하였으며, 몸통과 골반에 각각 기울기 센서를 부착, 도르래를 이용하여 교정한 후 힘을 측정할 시스템이다. 그러나 이 유도 인형은 그 혁신적인 시도에도 불구하고 실제 대인훈련에서 느끼는 힘의 분포와 인형 몸체의 운동학적 등에서 실제 대인훈련과 적지 않은 차이를 보였다. 또한 유도 선수들의 당기기와 미는 힘이 매우 크기 때문에 훈련하는 빈도가 많아지면 스프링의 강도가 약해지게 된다. 몸통과 하지에 동일한 스프링을 사용했기 때문에, 당기기 훈련에는 문제가 없으나 밧다리후리기 기술의 훈련 시 몸통을 기울이기 힘들고 다리를 후리기 하는데도 힘들었으며, 기울이기 센서로 힘을 측정 하였는데 기울이기 정도와 힘의 관계는 비례하지 않았다. 또, 복잡하고 다양한 유도 기술의 연습과 유도경기에 필요한 전문체력을 향상시키는 데는 한계가 있었다.

따라서 본 연구는 2007년도 김의환 등에 의해 개발된 훈련용 인형의 문제점을 보완하여, 훈련하는 선수가 특정 유도기술을 사용하였을 때 상대선수가 반응하는 힘과 운동학적에 최대한 유사할 수 있는 유도인형을 개발하여 훈련상대자를 대신하여 유도의 여러 기본 기술 중 빈도수가 많은 기술인 (1) 당기기·밀기, (2) 후리기와 받기술, (3) 손기술과 허리기술을 연습할 수 있는 다기능 유도인형훈련 시스템을 개발하는데 목적이 있다.

2. 문제정의

새로운 유도훈련시스템을 개발하기 위하여 문제정의문을 다음과 같이 작성하였다.

2.1 문제정의문

“유도 훈련 자가 인간 파트너를 대신하여 밀기, 당기기, 후리기, 받기술, 손기술, 허리기술을 연습할 수

있는, 인간 파트너의 힘과 동작을 모사하는 기전시스템(electro-mechanical system)을 설계하라.”

2.2 설계의 주안점

유도훈련시스템은 유도훈련 시 인간 파트너의 힘과 동작을 모사해야 하는데, 이를 설계하여야 하는데 있어서 다음과 같은 어려운 점들이 있다.

2.2.1 인체의 복잡한 3D 궤적

유도 동작은 복잡한 3D 궤적으로 구성되어 있어서 이들 데이터를 획득하는 것이 어렵다. 이를 위하여 Vicon™ 시스템을 이용하여 동작분석을 한 후 이들 동작을 가장 잘 표현해 줄 수 있는 기계 메커니즘을 고안해야 한다.

2.2.2 다 자유도와 기계 메커니즘

유도훈련 파트너는 고 자유도의 동작을 하게 되는데 이를 프로그램화된 동작을 수행할 수 있는 로봇을 이용하지 않고 단순동작을 반복하는 기계 메커니즘으로 구현하는 것은 매우 어려운 일이다. 기계 메커니즘은 같은 동작을 되풀이 하도록 제작된다. 즉 메커니즘은 1자유도만을 제공한다. 신체의 다 자유도 동작을 기계시스템으로 구현하기 위해서는 신체동작을 최소한의 자유도로 정의하고 이들 자유도에 대한 메커니즘을 각각 구현하여 집대성해야 한다.

2.2.3 유도인형 뒤의 공간 확보 방안

유도인형의 등 뒤와 다리 근처에는 손과 발이 유도 기술을 구현하기 위해서 수시로 이동해야 하는 곳이므로 그 곳에 충분한 공간이 보장되어야 하고 부상의 위험을 방지하기 위해서는 위험한 부품들이 있어서는 안 된다.

2.2.4 밀기-당기기 힘 발생장치 설계

유도인형을 밀어도 힘이 발생되고, 당지도 힘이 발생하는 장치를 고안해야 한다. 그 장치는 아주 작은 부피를 차지해야 하고, 전력소모도 적어야 하고, 제작비도 적게 들어야 한다.

2.2.5 다분야의 융합 기술 (전기전자컴퓨터SW기구설계/기계제작)

유도인형시스템을 구현하기 위해서는 신체동작 분석, 기구설계, 기계설계 및 제작, 전기전자 제어기의 설계 및 제작 등 다양한 분야가 집대성되어야 한다.

유도훈련시스템을 개발하기 위해서 Fig. 2와 같은 순서에 준하여 과제를 수행한다. 먼저 동작분석을 통하여 유도인형 시스템이 구현해야 할 동작을 추출하고, 이를 바탕으로 힘 발생장치와 기구설계, 제어기설계 및 프로그램 개발을 수행한다. 기계 제작이 완료되면 유용성 평가를 통하여 유도인형 시스템을 평가한다.

3. 유도기술 동작분석

3.1 유도기술 동작데이터획득

유도 인형 훈련시스템은 실제 사람 파트너(받기)가 유도 기술에 반응하는 동작을 시뮬레이션 해야만 한다. 반응동작의 운동학적 요소를 모방하기 위하여 훈련 파트너의 동작을 유도 선수 경량급 3명이 1명의 받기(방어자)를 대상으로 실험하였으며 실험 장소는 Y. 대학교 스포츠·웰니스연구센터 생체역학실험실에서 수행하였다. 유도 기술 중 손기술, 발기술, 허리 기술 중 하나씩 각각 선택된 한팔업어치기, 밧다리후리기, 허리후리기 동작들을 분석하기 위해 적외선 카메라 MX13(Vicon, UK)을 사용하였으며, 이때 샘플링(sampling rate)은 100 Hz로 설정하였다.

실험 전 피험자에게 실험에 대한 상세한 의도와 절차를 세부적으로 설명하여 정확하게 이해하도록 하고, 양질의 데이터를 얻기 위해 피험자들에게 준비운동과 각 기술을 반복, 연습시킨 후, 기준좌표계(Global reference frame) 설정을 위하여 L-frame을 이용하였으며, 이때 전후방향을 X축, 좌우방향을 Y축, 상하방향을 Z축으로 설정하였다. 이어 공간상의 좌표 값을 얻기 위하여 T-wand를 사용하여 1분 정도 촬영하였다. 받기의 복장은 검정색 스포츠복을 착용하였으며, 인체의 표면 미커(직경 25 mm)는 본 실험과 동일하게 39개 부위에 부착하였다.

본 연구에서 3차원좌표 및 운동학적 데이터 산출을 위해 Vicon Co.의 Workstation 5.2.4와 Polygon 3.1 (Vicon, UK) 분석 프로그램을 이용하여 각 5회 촬영된 동작 중 전문가와 현의 과정을 거쳐 가장 적합한 3회의 동작을 채택하여 분석한 후 각 기술발화 시 받기의 운동학적으로 분석하였다.

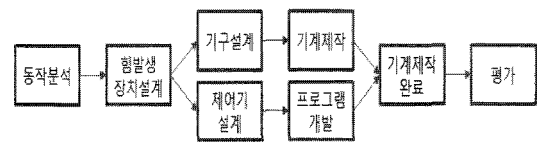


Fig. 3. 개발과정 수행 순서.

Fig. 3은 데이터획득 시 사용된 각 기술 별 시작 위치와 종료위치의 사진을 보여준다.

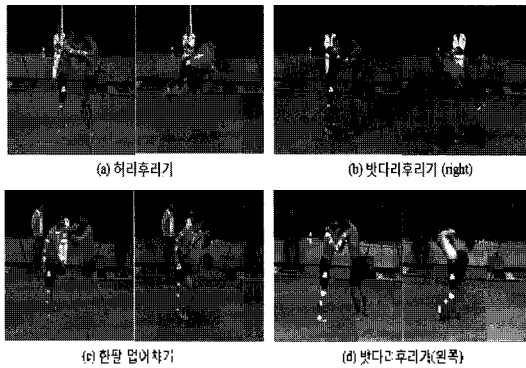


Fig. 4. 기술별 실험장면.

3.2 유도기술 동작데이터 분석결과

앞의 실험에서 얻어진 대량의 데이터 중 Fig. 5에서와 같은 4개의 포인트(C7, T10, RSHO, LSHO)에 대해서 정리를 하여 유도인형시스템의 초기위치, 운동반경 등의 기구학적 정보를 추출하였다. Fig. 6은 허리후리기(Hip Sweep), 밧다리후리기(Large Outer Reap), 한팔업어치기(One-armed Shoulder Throw)에 대한 이들 데이터 값의 3D 그래프를 보여준다. 각 동작에서 4개 측정포인트를 실선으로 연결한 것이 동작의 초기위치를, 점선으로 연결한 것이 동작의 최종 위치를 보여준다. 그리고 이 삼차원 위치를 X-Y, Y-Z, Z-X 평면에 투영하여 기계제작에 필요한 기계 초기위치, 동작범위, 가솔기 동을 추출하였다. 기계시스템에서 허리를 중심으로 앞뒤로 회전하는 운동, 어깨가 척추를 중심으로 회전하는 운동 등을 정의하였으며, 특히, 업어치기 동작에서 골반부분이 들려서 전방으로 이동하는 량을 추출하여 기구학적으로 구현하였다.

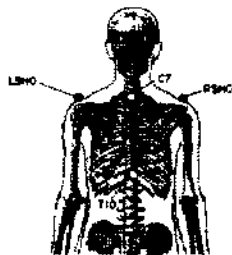


Fig. 5. 유도인형시스템 설계를 위한 측정포인트.

C7: 7th Cervical vertebrae
 T10: 10th Thoracic vertebrae
 RSHO: Right shoulder
 LSHO: Left shoulder

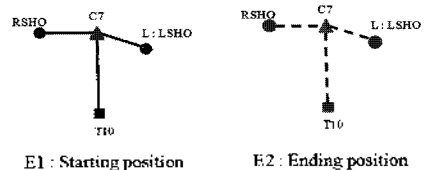
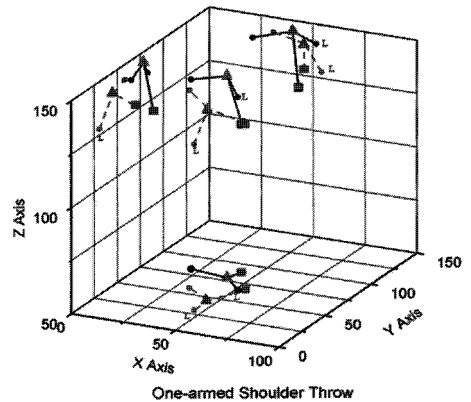
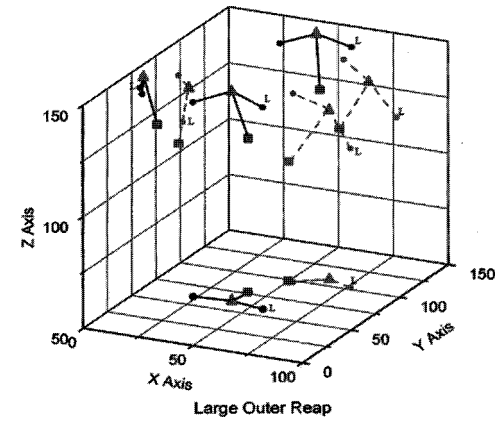
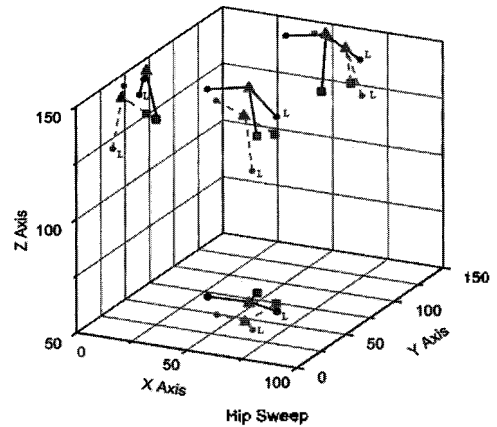


Fig. 6. 분석결과와 3D그래프: 각 기술의 시작점(E1)과 끝점(E2)의 위치.

4. 힘발생장치의 설계

4.1 L링크-와이어 시스템

4.1.1 힘발생장치의 요구사항

유도인형 훈련시스템을 위한 힘발생장치는 다음의 요구사항을 만족시켜야 한다.

- (1) 물체를 밀거나 당겨도 모두 힘이 발생해야 한다.
- (2) 중립위치로 자동 복귀되어야 한다.
- (3) 중립위치에서는 힘이 발생되지 않아야 한다.
- (4) 힘의 크기를 제어하고 측정할 수 있어야 한다.
- (5) 구성이 간단하여 훈련에 방해가 되지 않아야 한다.
- (6) 제작비용 및 유지비용이 저렴해야 한다.

4.1.2 L링크-와이어 힘발생장치의 설계

새로운 링크 시스템을 고안하기 위해 많은 브레인 스토밍과 시뮬레이션을 거쳐 Fig. 7과 같은 “L링크-와이어” 힘발생장치를 고안하였다.

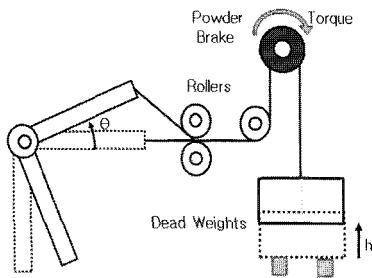


Fig. 7. “L링크-와이어” 힘 발생 장치의 구성.

L 링크-와이어 시스템은 다음과 같이 작동된다.

- (1) L 링크의 끝에 와이어가 연결되어 있는데, 이 와이어는 쌍 롤러 사이를 통과해 방향전환용 롤러를 지나 웨이트에 연결되어 있다.
- (2) 쌍 롤러는 L 링크가 시계방향으로 회전하든지, 반시계방향으로 회전하든지 웨이트를 들어 올리는 작용을 한다.
- (3) 웨이트에 의해서 L 링크는 중립의 위치로 되돌아오는 복원력을 얻게 되는데, 이 복원력은 스프링을 사용했을 때와는 달리 변위에 독립적으로 발생된다.
- (4) 파워더 브레이크를 돌려서 부착함으로써 와이어의 장력을 제어할 수 있다.
- (5) 와이어를 이용함으로써 복잡한 힘 발생 기구들을 인형에서 멀리 떨어트려서 설치할 수 있게 되었다.

4.1.3 힘 발생 장치의 특징

- (1) L 링크를 밀거나 당기거나 동일한 힘이 발생한다.
- (2) 인형 등 뒤와 다리 뒤에 공간을 최대한 확보하여 유도 훈련 시 동작에 제약이 없다.
- (3) 상체, 오른다리, 왼다리에 각각 힘 발생 장치 설치되어 3개의 독립적인 힘이 발생한다.
- (4) 간결한 외형을 가지며, 전기사용이 최소화되어 유지비가 매우 작다.
- (5) 파워더브레이크를 이용한 능동적 힘 크기를 제어한다. 0~24 V를 마이크로프로세서 제어기로부터 출력하여 파워더 브레이크의 힘을 제어함으로써 힘의 변화를 제어할 수 있다.
- (6) 실제 유도 힘 분포와 유사한 힘 분포를 발생시킨다.
- (7) 웨이트에서 발생하는 장력 T_1 과 파워더 브레이크에서 발생하는 장력 T_2 가 합쳐진 장력이 발생하기 때문에 파워더브레이크만 쓸 때보다 훨씬 적은 용량의 파워더브레이크를 사용해도 된다.

4.2 힘 발생장치의 힘분석

제안된 L링크-와이어 시스템에서의 장력 T 가 주어졌을 때 L_1 의 끝에서 느껴지는 힘 F_1 의 크기를 각도 θ_1 에 대해서 계산하였다. Fig. 7은 L 링크-와이어 장치의 힘을 표시 한 것인데, 각 변수는 다음을 의미한다

- L_1, L_2 - L 링크의 판의 길이
- a - L_2 링크와 쌍 롤러 사이의 거리
- T - 와이어의 장력
- F_n = T 의 원주의 법선 방향 힘
- F_t = T 의 원주의 접선 방향 힘($=T\cos\theta_2$)
- θ_1 - 레버의 회전각
- θ_2 - 와이어와 F_t 사이의 각
- F_1 = 장력이 T 일 때 L_1 끝에서 느끼는 힘의 크기

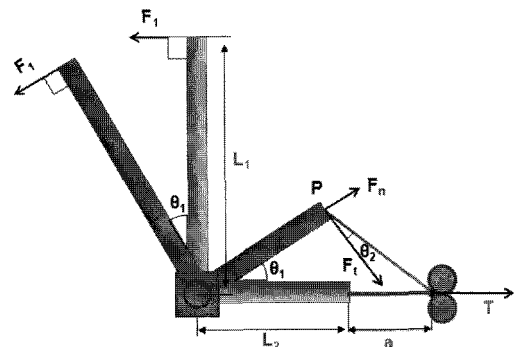


Fig. 8. L 링크-와이어 시스템에서의 힘(F_1).

모멘트 평형식은 식 (1)과 같이 주어지고, 이로부터 F_1 은 식 (2)와 같이 유도된다.

$$F_1 L_1 = F_1 L_2 = T \cos \theta_2 L_2 \quad (1)$$

$$F_1 = T \cos \theta_2 L_2 / L_1 \quad (2)$$

힘 F_1 을 구하기 위해서는 $\cos \theta_2$ 를 구해야 하는데 이를 위해 Fig. 8에 있는 다이어그램에서 기하학적 관계를 이용하여 구한다.

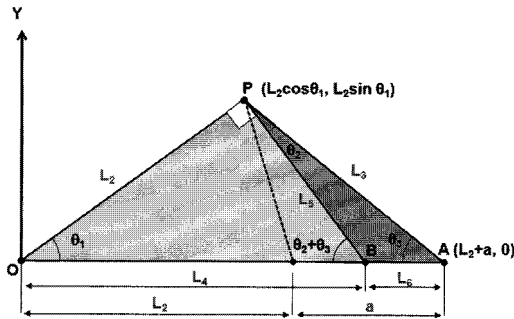


Fig. 9. L 링크-와이어 시스템의 기하학적 다이어그램.

ΔPBA 에 대해서 코사인 2법칙($c^2 = a^2 + b^2 - 2a \cdot b \cdot \cos \theta_2$, 여기서 θ_2 는 a, b 사이의 각이며, c 는 θ_2 의 마주보는 변)를 사용하면 식 (3)과 같이 $\cos \theta_2$ 를 구할 수 있다.

$$\cos \theta_2 = (L_3^2 + L_5^2 - L_6^2) / (2L_3 L_5) \quad (3)$$

여기서 L_5 는 ΔOPA 에 대해서 삼각형의 공식을 사용하면 (4)와 같이 구해진다.

$$L_3 = \sqrt{L_2^2 + (L_2 + a)^2 - 2L_2(L_2 + a)\cos \theta_1} \quad (4)$$

L_4, L_5, L_6 는 ΔOPB 가 직각삼각형이라는 성질을 이용하면 식 (5), (6), (7)과 같이 구해진다.

$$L_4 = L_2 / \cos \theta_1 \quad (5)$$

$$L_5 = L_2 \tan \theta \quad (6)$$

$$L_6 = (L_2 + a) - L \quad (7)$$

위에서 구한 L_3, L_5, L_6 을 식 (3)에 대입하면 $\cos \theta_2$ 가 구해지고 이를 식 (2)에 대입하면 F_1 이 구해진다. Fig. 10는 일정한 장력($T=1000$)에 대해서 L_1, L_2, a 를 변화했을 때 각도(θ_1)와 힘(F_1)의 관계를 그래프로 표현한 것이다. 단, $-60 \leq \theta_1 \leq 60$.

이 그래프를 보면 중립위치에서는 힘이 0이지만 각도가 증가되면 바로 최고값으로 올라간 후 약간씩 감

소하는 경향을 보인다(밀 때나 당길 때 방향은 다르지만 같은 크기의 힘이 발생한다.). 이때 a 값이 작을수록 빨리 힘이 커지고 a 값이 커지면 그 증가 속도가 적어진다. 또한 L_2 의 길이가 L_1 에 비해 작아지면 F_1 의 힘도 비례해서 작아지는 것을 알 수 있다. 따라서 L_2 의 길이가 길수록 그리고 a 가 짧을수록 유도인형에 큰 힘이 빨리 발생하게 된다. 이 그래프의 나타난 힘의 분포는 유도훈련 파트너가 초기에는 큰 힘으로 버티다가 중심을 잃고 나면 저항력이 떨어지는 현상과 유사한 경향을 보여준다. 초기의 큰 저항력을 모사하기 위하여 파우더브레이크를 써서 초기 저항력의 크기를 제어한다.

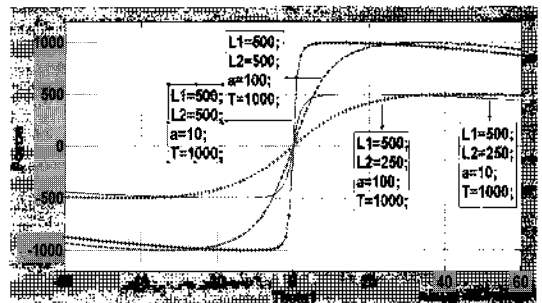
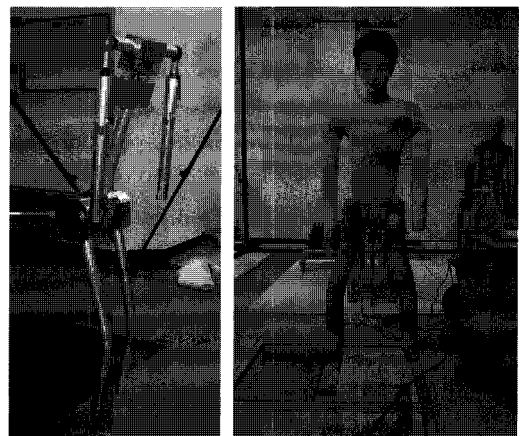


Fig. 10. L_2, a 의 길이 변화 시 $[0, \text{vs. } F_1]$ 그래프.

5. 유도인형훈련 시스템의 제작

5.1 인형모델의 구조

Fig. 11(a)는 여러 차례의 인형모델링을 통하여 제작된 인형의 골격을 보여주고 있다.



(a) 인형의 골격 (b) 외피를 입힌 인형

Fig. 11. 유도인형 모델.

- (1) 상체와 좌, 우 다리에 각각 “L링크-와이어” 힘 발생 장치가 부착되어 독립적으로 움직인다.
- (2) 가슴부분은 몸통의 회전을 구현하기 위하여 스프링으로 지지되는 2개의 블록으로 제작되었다.
- (3) 몸통과 팔을 연결하는 어깨관절은 구형의 소켓을 사용하였다.
- (4) 상박과 하박을 연결하는 팔꿈치 관절은 핀으로 연결되었다.

인형 골격 위에 피복을 입혀서 Fig. 11(b)와 같은 인형모형을 제작하였다. 피복은 관절이 움직임을 방해하지 않도록 신축성이 좋은 스판덱스의 재질을 사용하였으며 그 안에 형겼을 적절히 감아서 인형을 완성하였다. 이로써 유도훈련을 하는 사람들이 기술을 걸 때 사람의 피부와 비슷한 감촉을 느낄 수 있다. 또한 부드러운 표면으로 인하여 발이나 어깨 등 인형과 부딪히는 부분에 통증을 느끼지 않게 되었기 때문에 마음 놓고 기술을 걸 수 있다.

5.2 유도인형훈련 시스템의 구조

Fig. 12와 13은 각각 유도훈련시스템의 등각도, 우측면도를 보여준다. L링크, 웨이트, 파우너브레이크로 구성된 L링크-와이어 시스템이 상체에 1개, 하체에 각

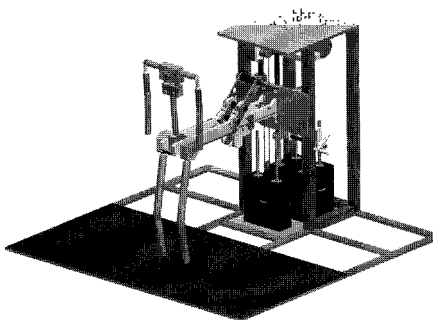


Fig. 12. 유도 인형 시스템의 등각도.

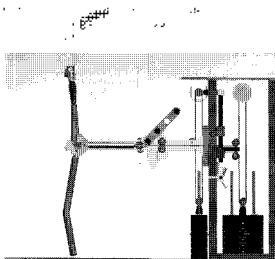
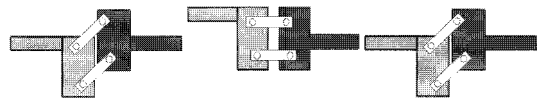


Fig. 13. 유도 인형 시스템의 우측면도.

1개 씩 총 3개가 설치되었다.

5.3 기술 허리기술을 위한 리프팅 기구설계

업어치기 기술을 훈련 파트너에게 걸면, 그 파트너의 엉덩이 부분이 업어치기기술을 건 사람의 허리에 얹혀서 위와 앞으로 45도 정도 이동하게 된다. 이 동작을 구현하기 위해서 4바 링크를 이용한 리프팅 기구를 설계하였다. Fig. 14에서 앞쪽에 있는 인형을 업어 치면 준비위치에 있던 인형은 리프트 위치로 45도 정도 이동하게 되는데, 이때 위쪽과 앞쪽으로 이동한다. 인형을 놓으면 원위치로 복귀한다.



(a) 준비위치 (b) 리프트 위치 (c) 원상복귀 위치

Fig. 14. 리프팅 기구의 작동.

리프팅 기구를 제작하여 실험하였을 때 인형의 무게와 웨이트의 무게 등이 합쳐서 업어치기에는 너무 무겁게 되었다. 따라서 4바 링크의 길이를 길게 연장을 한 후 그 끝에 인형의 무게를 상쇄시킬 카운터 웨이트(counter weight)를 달았다. Fig. 15는 완성된 유도인형훈련시스템인데, 유도인형과 연장된 링크와 카운터 웨이트를 보여준다. 카운터웨이트로 인하여 유도 연습자는 인형을 많은 힘을 들이지 않고 들어 올릴 수 있으며 이러한 리프팅 기구로 인하여 업어치기 기술을 연습할 수 있게 되었다.



Fig. 15. 완성된 유도인형훈련시스템.

6. 제어기의 설계

6.1 제어기의 구성

제어기는 Fig. 16에서 보는 바와 같이 32bit ARM7 마이크로프로세서와 블루투스 통신모듈로 구성되어 있다. 제어기는 유도훈련 시에 훈련자의 힘의 강도를 로드셀로부터 읽어들이고 후, 블루투스를 이용하여 PC에 데이터를 전송하여 저장할 수 있도록 한다. 또한 훈련 시나리오에 맞춰서 파워드브레이크의 힘을 제어한다.



Fig. 16. 제어기의 마이크로프로세서와 블루투스 모듈.

6.2 제어기의 작업 흐름

Fig. 17은 PC와 제어기 사이에서의 제어 흐름도를 보여준다. 먼저 훈련자가 PC에 있는 제어프로그램을 온시키고 자기의 ID로 로그인 하면 자기의 훈련이력과 데이터를 검토할 수 있다. 그날 수행할 훈련 모드(예, 동일 힘의 연속훈련 또는 힘의 점진적 증가 등)를 선정하고 시작 신호를 보내면 제어기가 작동을 시작한다.

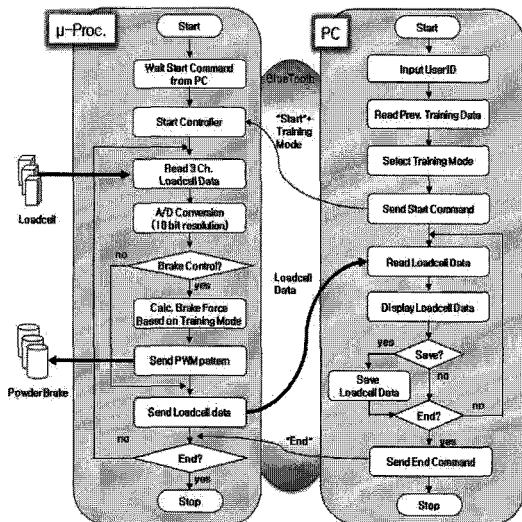


Fig. 17. 제어기와 PC에서의 유도훈련 흐름도.

제어기는 3개의 로드셀로부터 데이터를 읽어들이고 이를 블루투스를 통하여 PC로 전송한다. 또한 제어기는 훈련 모드에 맞춰서 파워드브레이크의 힘을 제어한다. 한편 PC에서는 훈련데이터를 모니터링하고 필요한 데이터를 저장한다. Fig. 18은 PC에서 훈련 과정을 모니터링하는 GUI를 보여준다. 3개의 창에는 각각 상체와 왼쪽 및 오른쪽 다리의 로드셀 신호가 블루투스로 전송된 후 연속적으로 표시된다. 이들 신호데이터는 차후 선수의 훈련내용을 체계적으로 관리하는 데이터로 사용될 수 있도록 text파일로 저장된다.

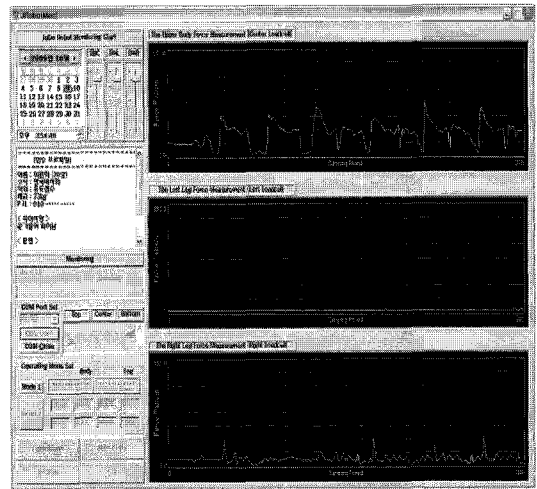


Fig. 18. 그래픽 사용자 인터페이스 화면.

7. 유도훈련실험

Fig. 19, 20, 21은 완성된 유도훈련시스템을 이용하여 당기기-밀기, 밧다리 후리기, 한팔업어치기를 훈련하는 사진을 보여준다.

유도훈련시스템은 혼자서 유도훈련을 할 수 있는 충분한 동작과 저항력을 제공하고 있다.



Fig. 19. 당기기-밀기 훈련.

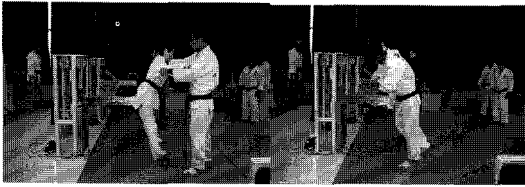


Fig. 20. 후리기-발기술 훈련(뱃다리후리기).



Fig. 21. 손기술-허리기술 훈련(한팔업어치기).

8. 결 론

유도 훈련을 파트너 없이 수행할 수 있는 유도인형 훈련시스템을 개발하였다. 이 과정에서 유도 동작을 획득하고 이를 모사하는 기구 및 힘발생장치를 설계하였다. 특히 L링크-와이어 시스템은 힘의 제어와 공간적인 장점이 많은 시스템이었다. 또한 마이크로프로세서와 블루투스를 이용한 제어를 개발하여 훈련 과정을 체계적으로 관리할 수 있게 되었다. 이 시스템을 통하여 유도기술향상에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

감사의 글

이 연구는 2008년도 문화체육관광부에서 시행한 스포츠산업 기술개발사업으로 국민체육진흥공단 체육과학연구원 스포츠산업 과제(번호 : S 07-2008-21)로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김의환, 박순진, 김관현, 김도준, 안병근, 정훈, 김미정, "2000년 제27회 시드니올림픽 유도경기 대비: 세계여자 우수 선수들의 개인별 국제경기 기술 특성에 관한 연구", 용인대학교 무도연구소지, 제11권, 제1호, pp. 167-204, 2000.
2. 김의환, 김규수, 김성섭, 박종재, "유도 어깨로메치기의 운동학적 특성분석", 용인대학교 무도연구소

- 지, 제12권, 제1호, pp. 211-229, 2001.
3. 김의환, 박순진, 강선영, 성재욱, "유도 양팔업어치기 동작 시 몸통 트윈스트 각 분석", 용인대학교 무도연구소지, 제13권, 제1호, pp. 189-200, 2002.
4. 김의환, "유도 공중회전낙법의 운동학적 분석", 용인대학교 무도연구소지, 제14권, 제2호, pp. 215-228, 2004.
5. 김의환, 김성섭, 정재욱, "유도 측방낙법의 운동학적 변인 특성분석", 용인대학교 무도 연구소지, 제14권, 제2호, pp. 229-238, 2004.
6. 김의환, "유도메치기 기술의 생체역학적 분석을 통한 유도인형의 유용성 평가", 박사 학위 논문, 상경관대학교, 1995.
7. 김의환, 김성섭, "유도 단계별 측방낙법의 운동학적 변인 비교분석[I]", 한국운동역학회지, 제14권, 제3호, pp. 203-218, 2004.
8. 김의환, 김지태, "유도전방낙법의 운동학적 특성 분석[II]", 한국운동역학회지, 제12권, 제2호, pp. 131-142, 2002.
9. 김의환, 윤현, 김성섭, "유도 허벅다리걸기 기술발휘 시 받기의 자세와 저항수준에 따른 운동학적 특성 분석 사례연구[I]", 한국운동역학회지, 제14권, 제3호, pp. 235-258, 2004.
10. 김의환, 조동희, 권문식, "유도 맞잡기 타입에 따른 허벅다리걸기의 Kinematic 분석[II]", 한국운동역학회지, 제12권, 제1호, pp. 63-88, 2002.
11. 김영수, 이상철, 이순호, 김의환, 안병근, "투브 운동을 응용한 유도 기용이기 기술 훈련효과 측정장비 개발 연구", 2005년 연구보고서, 체육과학연구원, 2005.
12. 김종달, 김규수, 한성철, 최종삼, 윤위선, 조용철, 김의환, "2000년 시드니올림픽 유도경기 대비 세계 우수선수들의 개인별 기술 및 패턴에 관한 연구", 용인대학교 무도연구소지, 제11권, 제1호, pp. 123-166, 2000.
13. 박순진, 김도준, 조은복, 김성섭, "유도기술의 체급별 사용기술에 관한 연구", 용인대학교 무도연구소지, 제12권, 제1호, pp. 197-210, 2001.
14. 임성, "유도 받다리후리기 동작 시 잡기와 받기의 기저면과 무게중심의 운동학적 분석", 석사 학위 논문, 연세대학교, 2001.
15. Kim, E. H., Choi, E. S., Nam, D. H., Kim, S. S., Chung J. W. and Kim, T. W., "The Instrumental Development for Pulling, Reaping Training & Measuring in Judo", *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 18, No. 1, pp. 213-226, 2008.
16. Kim, S. S., Kim, E. H and Kim, T. W., "A Biomechanical Analysis of Judo's *Kuzushi*(balance-breaking) Motion", *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 17, No. 2, pp. 207-216, 2007.



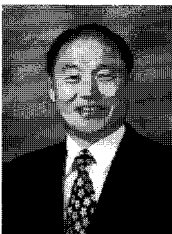
박 강

1986년 서울대학교 기계설계학과 학사
 1988년 서울대학교 기계설계학과 석사
 1989년~91년 KIST 로봇응용 및 유공
 압실 연구원
 1996년 펜실베니아주립대 산업 및
 생산공학과 박사
 1997년~현재 명지대학교 기계공학과
 교수
 관심분야: 3D dental scanner, Computer
 Vision Application, Haptic simul-
 ation, Creative machine design



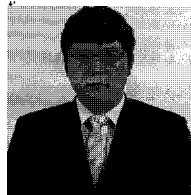
심 철 동

2007년 명지대학교 기계과 학사
 2009년 명지대학교 기계과 석사
 2009년 KIST 인지로봇센터 연구원
 관심분야: Automatic control, Embedded
 system, Signal Processing



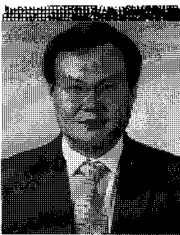
김 의 환

1972년 용인대학교 유도학과 학사
 1974년 단국대학교 체육교육학과 학사
 1979년 단국대학교 체육학과 석사
 1994년 성균관대학교 스포츠과학과 박사
 1982년~1997년 한국체육과학연구원
 수석연구원
 1997년~현재 용인대학교 유도학과 교수
 관심분야: Sport Science, Judo, Sport
 Biomechanics, Performance of
 Sport



김 성 섭

1999년 용인대학교 유도학과 학사
 2001년 용인대학교 체육학과 석사
 2008년 용인대학교 체육학과 박사
 2008년~2009년 용인대학교 국제스포츠
 과학연구원 연구원
 2010년~ 용인대학교 스포츠·웰니스연
 구센터 연구원
 관심분야: Sport Science, Judo, Tennis,
 Sport Biomechanics, Enhancement
 of Performance



김 태 완

1999년 용인대학교 경기학과 학사
 2001년 용인대학교 교육학과 석사
 2008년 성균관대학교 스포츠자연과학과
 박사
 2007년~09년 성균관대학교 체력과학연
 구원 선임연구원
 2009년~ 국민체육진흥공단 체육과학연
 구원 연구원
 관심분야: Gait Analysis, Sports
 Biomechanics, Injury