

https://doi.org/10.7735/ksmte.2018.27.3.278

J. Korean Soc. Manuf. Technol. Eng. ISSN 2508-5107(Online)

Special Issue: Seoul Tech Capstone Design

핸드사인 장갑으로 조정하는 미니어처 3휠 피칭머신 설계

손기정^a, 김성한^a, 이종록^a, 김성걸^{a*}

Design of Miniature Three-Wheel Pitching Machine Controlled by Hand-Sign Glove

Ki Jung Son^a, Seong Han Kim^a, Jong Rok Lee^a, Seong Keol Kim^{a*}

ARTICLE INFO

Article history:

Received26February2018Revised11April2018Accepted30April2018

Keywords:

Pitching machine

Bluetooth

3-wheel

Hand-Sign glove

RecurDyn

Automatic feeder

ABSTRACT

Recently, the interest in leisure and sports culture is increasing and the related industry is invigorating. In particular, baseball is the most popular sport in Korea. We focused on the pitching machine such as the two-wheeled and three-wheeled pitching machines. In this study, we applied a hand-sign glove with a tension sensor to mimic the catcher's hand sign. An Android application in a smart phone was built to communicate with the primary body using the Bluetooth. Simulations were performed to predict the ball trajectory considering variations in the coefficients of friction between the wheel and ball, the wheel stiffness, and the rotational speeds of the wheel by the RecurDyn, which was the CAE commercial program. Before commercializing this machine, it was designed to be miniaturized and automatically feed the balls.

1. 서 론

현재 국내 스포츠 중 가장 인기가 많은 종목은 야구이다. 800만 이상의 관중을 확보했다는 기사^[1]를 쉽게 찾아볼 수 있을 만큼 시간이 지나갈수록 그 인기를 더해가고 있다. 그에 따라 많은 사회인 야구단이 생겨나고 있으며^[2], 새로운 놀이 문화로 각광받고 있는 스크린 야구장도 우후죽순처럼 생겨나고 있어 갈수록 피칭머신의수요가 증대되고 있다.

일반적으로 피칭머신은 빠르게 회전하는 휠 사이에 공을 투입해서 발사하는 방식으로, 상용화 되어있는 피칭머신은 휠 수에 따라 2휠 구조와 3휠 구조로 구분될 수 있다. 각 휠의 회전수를 조정하

는 것으로 직구, 커브, 슬라이더 등의 구종 변화를 구현할 수 있다. 본 연구팀이 소속된 서울과학기술대학교에서는 2011년도 2휠 피 청머신을 시작으로 3휠 피칭머신들을 설계 및 제작하였다. 매해마다 이전 작품들의 단점들을 보완하여 왔으며, 2016년도에는 전시회 공간에 맞게 축소된 크기로, 그러나 기능을 추가하여 제작한 미니어쳐 피칭머신(Fig. 1)에 이르기까지 다양한 버전의 피칭머신을 제작한 바 있다. 2017년도에는 공의 투입을 자동으로 해주는 피더의 완성을 시작으로, 안정성의 문제를 해결하고, 단순한 공 발사기능뿐 아니라 수비연습을 겸할 수 있도록 본체의 더 큰 각도조절을 가능하게 하고자 한다. 금년도 역시 전시회 공간에 맞게 골프공을 이용한 소형화된 피칭머신 제작을 목표로 한다. 또한 정확한 구

Fax: +82-2-974-8270

E-mail address: rhett@seoultech.ac.kr (Seong Keol Kim).

^a Department of Mechanical System Design Engineering, Seoul National University of Science and Technology, 232, Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul 01811, Korea

^{*} Corresponding author. Tel.: +82-2-970-6855

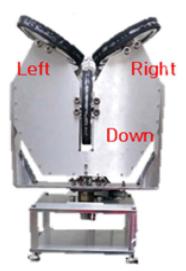


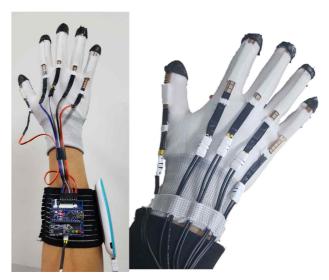
Fig. 1 Miniature pitching machine made and designed in 2016

종을 구현하기 위해 기존의 시행착오 방법의 반복실험을 통해 했던 각 휠의 RPM값 조절을, 상용 프로그램을 사용한 동적 해석을 통해 보다 정밀하게 실시간으로 제어할 수 있도록 완성도 높은 피칭 머신을 설계 및 제작하는 것을 목표로 하였다. 여기에 더불어 피칭 머신을 조작하는 컨트롤러로 보다 재미있고, 야구라는 스포츠의 특성에 맞는 직관적인 조작을 위한 핸드사인 글러브를 제작하여 적용하고자 한다. 이 핸드사인 글러브는 포수가 투수에게 핸드사인을 보내는 동작처럼 피칭머신에서 원하는 구종의 공을 발사할 수 있도록 한다. 장갑으로는 조작하기 어려운 미세 피칭머신의 조정을 위해 추가적으로 스마트폰에 적용 가능한 어플리케이션을 새롭게 제작하고자 한다. 피칭머신의 모든 동작은 장갑과 어플리케이션 양쪽에서 모두 이용할 수 있도록 설계하며, 사용자의 기호에 따라 선택할 수 있게 하여 사용자 편의성을 증대하고자 한다.

2. 기구부

2.1 핸드사인 글러브

Fig. 2의 핸드사인 글러브에는 각 손가락마다 장력센서(flex sensor)가 부착된다. 5개의 센서를 통해 손가락을 접고 펴는 것으로 32가지의 신호를 만들어 낼 수 있도록 설계하였다. 성인 남성의 평균적인 손 크기를 기준으로 엄지에는 2.2인치(inch)의 센서를, 나머지 4개의 손가락에는 4.5인치의 센서를 부착했다. 피칭머신을 조작하는 웨어러블 기기로 손에 착용해야 하고, 여러 손동작을 유연하게 움직일 수 있어야 하므로 단단한 재질에는 장력센서를 부착하는 것이 불가능하였다. 그러므로 면장갑 위에 실을 이용하여 센서를 단단하게 봉합한 후, 면 재질에 적합한 접착제로 마감하였다. 통신모듈과 마이크로 컨트롤러, 배터리 등은 장갑과 분리된 손목부에 배치하여 움직임을 용의하게 하였다. Fig. 2(a)와 같이 프로토타



(a) Prototype

(b) Final version

Fig. 2 Prototype and final version of the hand-sign glove

입(prototype)의 장갑을 제작해 작동해 본 결과, 잦은 움직임으로 인해 단선이 되는 문제가 발생하였다. 이를 해결하기 위해 Fig. 2(b)에서 같이 유연하면서 두꺼운 재질의 연선과 커넥터를 이용하 고 배선부를 보강하여 최종적인 모델을 완성하였다.

2.2 피더부(feeder part)

발사될 공을 자동으로 공급해주게 할 피더부는 피칭머신의 자동 화 시스템 중 가장 중요한 부분이라 할 수 있다. 전년도의 작품에서 도 피더부를 제작하였으나, 전체를 아크릴로 만들어 힘을 많이 받 게 되는 부분이 쉽게 파손되고 비효율적인 설계로 인해 사실상 사 용이 불가능하였다. 이로 인해 본 연구에서의 피더부는 안정적인 작동에 초점을 두었다. 기존의 피더부는 연속적으로 공급된 공들이 고무관 안에서 상호간의 간섭으로 인해 발사부의 공을 밀어주는 실린더가 공에 의해 파손되는 치명적인 문제가 발생되었다. 이 문 제를 해결하기 위해, 원(circle) 형태의 부품을 가공하였으며, 스텝 모터로 360° 회전해서 한 개의 공만 중력에 의해 자연스럽게 공급 할 수 있게 설계하였다. 피더부의 상부에는 많은 양의 공을 채워 넣을 수 있도록 원통형 구조의 부품을 고안 하였다. 제작비 절감의 측면에서 입구 부분의 지름이 50 mm로 골프공 크기에 알맞은 생 수통을 이용했다. 한번에 200개 이상의 공을 채워 넣을 수 있으며, 내부에는 서보모터에 연결되는 프로펠러를 장착해 공들이 입구주 변에 걸려 중력에 의해서도 내려오지 않는 현상을 방지했다. 본체 와 피더부는 연질 관으로 연결해서 공이 타고 내려올 수 있게 했다. 관의 재질은 피칭머신을 회전시켰을 때, 관에 의해 큰 토크가 걸려 원하는 각도만큼 움직일 수 없는 현상을 방지하기 위해, 지름 63 mm의 연한 고무관을 사용했다. 피더에서 공을 내려 보내 발사부 에 안착시키기 위해서 발사부보다 높게 피더부를 제작되어야 하므 로, Fig. 3(a)와 같이 삼각대를 이용해 피더를 장착하고 피청머신 본체와 분리시켰다. 그러나 이동 편의성이 저하되고 피더부에서 내려오는 공의 이동변위가 길어져 발사되기까지의 시간이 지연되므로, Fig. 3(b)와 같이 알루미늄 프레임을 이용해 피칭머신 본체와 피더를 통합하였다. 피더의 높이가 2 m 이상이어서, 피더에 채워진 공을 모두 소진했을 때 수동으로 공을 채워 넣기가 어려운 문제점이 발생했다. 이를 수정 및 보완하기 위해 공업용 블로워(Fig. 4의 하단)를 이용하여 바람으로 공을 올려주는 슈트를 설계 제작하여 장착하였다.

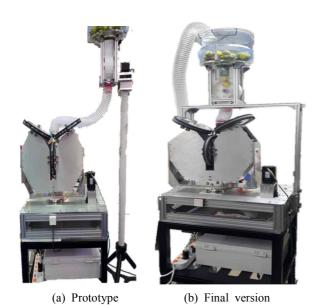


Fig. 3 Prototype and final version of the pitching machine with a feeding system



Fig. 4 A pitching machine with feeding a ball by a blower shooter

2.3 발사부

발사부는 제작비 절감을 위해 전년도에 제작한 미니어쳐 피칭머신의 휠, BLDC모터와 프레임 등을 재활용하여 설계 및 제작했다. 일반적인 3휠 피칭머신과 동일하게 3개의 휠이 각각 120°의 각도를 이루게 하여 각 모터의 회전수 차이에 의해 각종 구질을 구현할수 있도록 하였다.

기존 부품인 휠과 모터 축, 베어링 등의 연결부에 유격이 존재하여, 작동 시 큰 진동이 발생되었다. 이 문제를 해결하기 위해 얇은 아크릴과 고무패킹을 사용하여 유격을 제거할 수 있는 부품을 제작하여 진동과 소음을 줄였다. 발사부의 뒷부분에는 피더에서 내려온 공을 휠 사이로 밀어주는 서보 실린더와 가이드부분이 불필요하게 길어 작동 시 진동을 증가시키고 발사시간을 지연시켰다. 기존의 변위 140 mm 및 기어 비 150:1의 서보 실린더를, 변위 100 mm 및 기어 비 35:1의 실린더로 교체하여 발사시간을 줄였다.

가이드 부의 길이도 기존의 340 mm에서 270 mm로 짧게 재설계하였다. 가이드는 와이어 프레임 형태로 무게를 줄이면서 스틸 가이드와 실린더 사이에 공이 끼어 발사되지 않는 현상을 방지하였다. 이를 위해 Fig. 5와 같이 가벼운 재질의 PLA 가이드 부품을 3D프린터로 제작하여 부착하였다. 조립의 용이성을 높이기 위해 PLA 부품은 스냅타이트 방식으로 설계했다.

2.4 상하 틸팅 및 좌우 회전부

각 구종을 구현하면서도 발사된 모든 공들이 스트라이크 존에 들어갈 수 있게 하고, 수비연습을 위한 공중 볼과 땅볼을 구현하

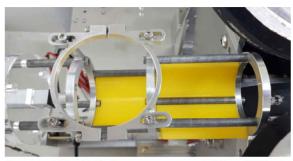




Fig. 5 A ball guide part with PLA material

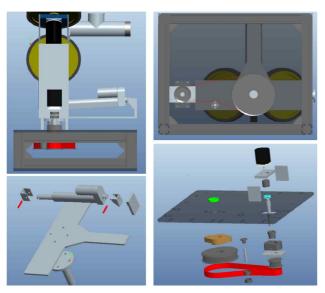


Fig. 6 Design of tilting and rotating parts

기 위해 상하 틸팅과 좌우 회전이 가능하도록 Fig. 6과 같이 설계하였다. 기존 작품은 상하 좌우 방향 모두 50 mm의 스트로크 길이를 갖는 DC 리니어 액츄에이터를 이용하였다. 그러나 15°이하의 적은 각도만 회전이 가능해서 아랫방향으로 틸팅이 불가능하였다.

본 연구에서는, 윗 방향으로 45°각도의 회전 가능하게 제작하여 공중 볼 수비가 가능하였다. 또한, 아랫방향으로 15°각도의 회전이 가능하게 제작하여, 땅볼 수비를 할 수 있으며 각 구종에도 적용할 수 있도록 했다. 원하는 각도를 확보하기 위해 기존의 액츄에이터에서 140 mm 이동변위를 갖는 것으로 교체하였고, 그에 맞게 프레임 부품을 재설계했다. 수비 훈련을 위한 좌우 회전각도는, 야구장 규격 90°에 맞게 좌우 45°의 회전이 가능하도록 타이밍 벨트와 풀리를 이용하였고, 고 토크의 스텝 모터로 회전할 수 있게 설계했다. 스텝 모터의 회전각을 정밀하게 제어하기 위해, 풀리는 3:1의기어 비를 갖도록 하였으며, 타이밍 벨트의 장력을 최대로 하기 위해 텐셔너를 제작해 부착하였다.

2.5 조립 및 제작

전년도의 피칭머신은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 헤드와 몸체가 가분수 형태이다. 각각 20 mm의 정사각형 단면을 갖는 알루미늄 막대 4개로만 지지되어 매우 불안정한 구조를 가지고 있었다. 이를 보완하기 위해 40 mm의 단면을 갖는 알루미늄 프레임들을 사용하여 견고하게 조립하였고, 하부에 알루미늄 판을 한 번 더 덧대어하부의 질량을 늘려 저중심 설계가 되도록 하였다. 헤드와 본체를 연결하는 축은 지름 30 mm의 두랄루민 재질이로 가공 제작하여 단단하면서도 무게를 줄이는 효과를 나타내었다. 세트 스크류로 탈



Fig. 7 Shaft and flange of a pitching machine

부착이 가능한 플렌지 형태의 부품(Fig. 7)을 가공하여, 유사시에 분리 조립이 용이하도록 제작하였다. 헤드에 의한 수직방향의 외력 과 벨트에 의한 접선방향의 외력에 견딜 수 있도록 각각 스러스트 베어링과 레이디얼 베어링 유닛을 이용해 축을 연결했다^[3].

3. 제어부

3.1 피칭머신 본체

3.1.1 피칭머신 동작설명

본 연구에서 설계 및 제작된 피칭머신, 올인원은 구종 변경에 따른 본체의 각도 조정, 공의 배급, 각 휠의 회전수 조정, 공의 발사 등을 모두 자동화하였다⁴¹. 전체적인 동작 과정은 Fig. 8과 같다. 원하는 구질을 입력하면 RF (radio frequency) 또는 블루투스 통신모듈에서 이를 수신하고, 마이크로 컨트롤러(MCU)^[5]에서 그 신호를 처리하여 그에 따른 각도 값과 각 휠의 회전수를 제어하게된다. 이 때 각 휠의 정확한 회전수를 측정하기 위해 모터에 내장되어 있는 홀 센서를 사용하였다. 모터 1회전 당 신호(pole)가 2번인식되는데, 모터의 회전 속도에 따라 Fig. 9와 같은 형태의 신호를생성하게된다. 이를 이용하여 5초 동안 인식되는 신호의 횟수를계산하여분당회전수인 RPM을 측정하였다. 이 측정된 RPM값을이용하여현재 RPM과 목표 RPM의 차이를 줄였다. 또한현재 RPM이목표 RPM보다높을경우, 빠르게 감속하기위하여모터드라이버의 전기여자 브레이크 기능을 이용하였다.

위의 과정으로 구종 설정이 끝나면, 발사 신호를 통하여 공을 발사하게 된다. 피더부가 발사신호를 수신하면 피더의 스텝 모터가 회전하여 하나의 공을 내려주게 되고, 피칭머신의 서보 실린더가 공을 밀어서 최종적으로 원하는 구종의 공을 발사하게 된다. 이 때전술한 바와 같이 피더에 적재되어 있는 공들이 끼이는 것을 방지하기 위해 서보모터에 장착되어 있는 프로펠러가 연속적으로 회전하도록 하였다.

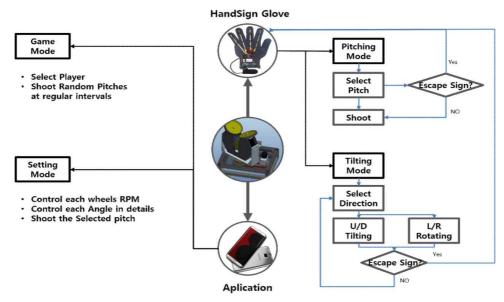


Fig. 8 Flow chart of a pitching machine, all-in-one in 2017

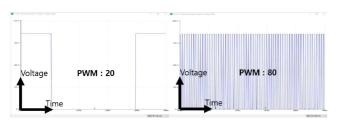


Fig. 9 Pole signal graph of hole sensor by rotational speed of motor

3.1.2 피칭머신 본체의 제어부 구성

피칭머신은 크게 4가지의 부품으로 이루어져 있다. BLDC 모터, 스텝 모터, DC 액추에이터, 그리고 서보 액추에이터이다. BLDC 모터는 공의 발사를 담당하는 3개의 휠을 회전시키기 위해 사용된다. 모터에는 홀센서가 내장되어 있고, 이를 통해 현재의 회전속도를 알 수 있게 하였다. 좌우 회전시에 정확한 각도로 제어하기 위하여 스텝 각 1.8°의 스텝 모터를 사용하였고, 상하 틸팅에는 피칭머신의 무게를 충분히 견딜 수 있도록 DC 액추에이터를 사용하였다. 또한 배급된 공을 밀어주기 위해 무게가 가벼운 서보 액추에이터를 사용하였다.

피더는 공이 끼이는 것을 방지하는 서보모터가 정확하게 180° 씩 2번 회전하여 공을 하나씩 배급해 줄 수 있는 스텝 모터로 구성하였다. 각 부품의 사양은 아래의 표에서 확인할 수 있다.

3.2 핸드사인 글러브

핸드사인 글러브의 각 손가락에는 구부러짐에 따라 저항 값이 변하는 장력센서(flex sensor)가 부착되어 있다. 이를 통해 손가락이 구부러지는 정도를 MCU에서 0~255 사이의 값으로 감지할 수 있다. 일정 값 이하가 되면 구부러짐으로 판정하여 1의 값을 내보

Table 1 Specification of the DC actuator

LM4075 150 mm		
Voltage (V)	24	
Max. load capacity (N)	900	
Max. speed (m/s)	0.029	
Stroke length (m)	0.15	
Static Load (N)	950	

Table 2 Specification of the BLDC motor

BL10057 110 W			
Rated voltage (V)	24		
No load speed (RPM)	3,600		
Rated torque (N-m)	3.77		
Rated speed (RPM)	2,800		
Rated current (A)	6.5		
Rated power (W)	110		

Table 3 Specifications of stepping motors

	MK26X-03AT	PK268-02A	
Step Angle (deg.)	1.8		
Rated voltage (V)	5.1	4.5	
Rated current (A)	3	2	
Max. torque (N-m)	0.28	0.135	

내고, 일정 값 이상이면 펴짐으로 판정하여 0의 값을 내보낸다. 이를 통해 총 32가지의 손동작을 인식할 수 있는데, 사람의 손 구조 상 취하기 힘든 손동작이 많아서 크게 피칭모드와 털팅모드로 구분 하였다. 피칭모드는 노란색 LED가 점등하며, Fig. 10과 같은 사인

Table 4 Specification of servo actuator

L16-R 100 mm			
0~15, Rated at 12			
50, 0.016			
0.032			
0.1			
40			

Table 5 Specifications of servo motor

FS5113R			
Operating Voltage (V)	4.8 ~ 6		
Operating Speed (s/deg.)	0.18 / 60		
Stall Torque (N-m)	0.125		
Operating Angle (deg.)	360		



Fig. 10 Pitching arsenal by a hand-sign glove

을 입력할 수 있다. 틸팅모드는 초록색 LED가 점등하며, 좌우회전 및 상하틸팅 사인을 입력할 수 있다. 각 LED가 점등하였을 때 명 령어. Escape을 입력하면 LED가 꺼지고 모드 선택 상태로 진입하게 된다. 이렇게 손동작을 인식하면, RF 통신모듈^[7]을 통하여 피칭 머신으로 신호를 송신하게 된다. 이 때 원치 않는 손동작이 인식되는 것을 방지하기 위해 손동작을 일정 시간 이상 지속하고 있어야한다.

3.3 어플리케이션

어플리케이션은 스마트폰 안드로이드 운영체제에서 동작한다. MIT 앱 인벤터2(App Invertor 2)를 이용하여 제작하였으며, 블루투스 통신^[8]을 기반으로 피칭머신과 송신 및 수신을 하게 된다. 앱 하단부의 블루투스 아이콘이 파란색으로 점등되면, 피칭머신과 통신이 가능하고, 신호의 송신 상태는 블루투스 아이콘 왼편의 사각형 형태의 상태창으로 확인이 가능하다. 신호 송신에 실패하면 상 태창이 붉은색으로 변하고 어플리케이션의 버튼이 동작하지 않는다. 이 때 상태창을 한번 터치하면 초록색으로 변하고 어플리케이



(a) Setting mode

(b) Game mode

Fig. 11 Two modes on Android application

션이 정상으로 돌아온다.

어플리케이션은 Setting Mode(Fig. 11a)와 Game Mode(Fig. 11b) 등 두 가지로 구성하였다. 셋팅모드는 핸드사인 글러브로 구현할 수 있는 구종 변경, 볼의 발사, 휠의 각도 변경 그리고 각 휠의 RPM 값의 정밀한 제어와 현재 상태의 모니터링 등이 가능하다. 게임모드에서는 현재 미국 메이저리그(major league baseball)의 최고의 투수인 클레이튼 커쇼 그리고 대한민국 출신으로 활약 중인 류현진, 오승환 등 세 선수의 구질을 분석하고 피칭머신에 적용하여 사용자가 이들과 대결이 가능하게 하였다. 각 선수를 선택하고 시작버튼을 누르면 선택된 선수의 구종을 랜덤하게 선정하여 세팅한 후 공을 발사하고 이를 계속 반복하게 된다. 정지버튼을 누르면 모든 각도와 휠의 회전수가 0이 되고 동작을 정지하게된다.

4. 동적해석

4.1 해석조건

피칭머신에서 볼을 발사할 때 휠과 우레탄 사이의 마찰계수, 탄성계수 그리고 강성과 휠의 RPM 변화 등에 대한 공의 궤적을 예측하기 위해서 시뮬레이션을 수행하였다. 각 휠과 볼가이드 부분을 형상화 하고, 공기 중의 유동장 해석을 위해 다물체 동역학 해석 프로그램인 RecurDyn^[9]을 이용하여 모델링 및 동적해석을 진행하였다. 본 해석을 위해, 타당한 이론적 가정을 적용하여 모델링의 단순회(simplification)하는 과정을 수행하였다. Fig. 12과 같이 휠세 개와 실린더 구조로 모델링을 하고, 각 휠의 레볼루트 조인트 (revolute joint)를 이용하여 휠의 RPM 값을 입력하였다. 휠의 재

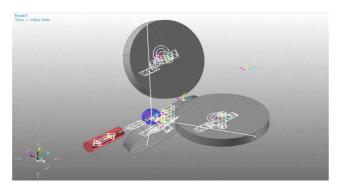


Fig. 12 FE modeling of a pitching machine by the RecurDyn

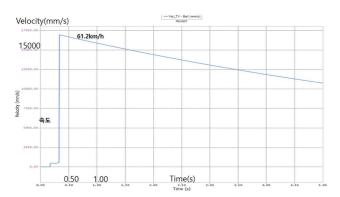


Fig. 13 Velocity of fast-ball

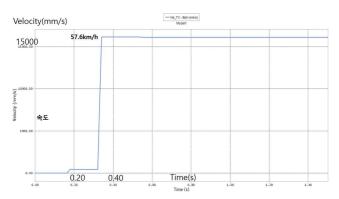


Fig. 14 Velocity of slider

절인 우레탄과 볼의 재질인 아이오노머 사이의 마찰계수와 탄성계수 그리고 강성 등을 변수로 적용하였고, 해석시간을 단축하기 위하여 휠은 강체로, 볼은 유연체로 해석을 진행하였다. 각 휠의 RPM값을 조정하여 직구, 커브, 슬라이더 그리고 체인지업 등 전체 4가지로 선정하였고, 초기 발사속도 80 km/h, 18 m(프로야구에서 피칭 마운드부터 포수까지 거리) 도달시간 2 s, 구질별 회전수는 전술한 바와 같이 실제 미국 메이저리그 공식 홈페이지에 기재 되어있는 선수들의 구질 데이터에 가깝도록 설정하였다. 또한 해석결과에 큰 영향을 주는 공기저항을 고려하기 위하여 마그누스 이펙트(Magnus effect)[10] 식을 참고하여 공의 회전수에 따라 축방향하중(axial force)을 적용시켰다.

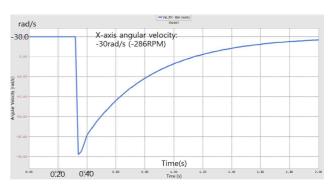


Fig. 15 X-axis angular velocity of slider

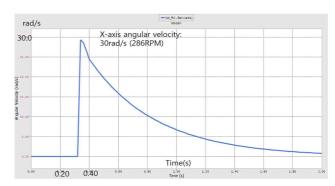


Fig. 16 X-axis angular velocity of change-up

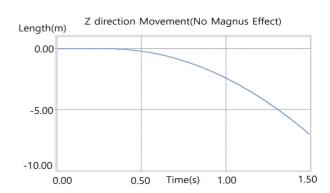


Fig. 17 Z-direction movement of curve (no Magnus effect)

4.2 해석 결과

제작된 피칭머신으로 실험한 결과 각 구종별 구속은 Table 6과 같았고 각 휠의 RPM을 다르게 하였을 때 구질의 속도와 RPM이 변하는 것을 확인하였다. Fig. 12의 R, L, D-Wheel의 RPM을 패스트볼(1,500, 1,500, 1,800), 슬라이더(1,500, 1,800, 1,200)으로 설정한 후 각각을 해석 하였을 때 패스트볼은 61.2 km/h (Fig. 13), 슬라이더는 57.6 km/h (Fig. 14) 로 RPM이 바뀌었을 때 공속도의 차이를 나타내었고, 슬라이더의 R-Wheel과 L-Wheel의 RPM을 바꾸어서 해석하였을 때 Fig. 15과 Fig. 16처럼 공의 X축각속도 방향이 바뀌는 것을 확인하였다.

미니어처가 아닌 실제 피칭머신의 사용을 위한 실질적인 구속 100 km/h까지 구현이 가능하였고 이 실험을 통해서 각 구질에

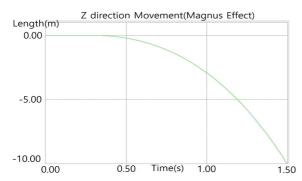


Fig. 18 Z-direction movement of curve (Magnus effect)

Table 6 Results of ball speeds and control according to pitching arsenal in a pitching machine by tests

Pitching arsenal	Ball speed (km/h)	Angular velocity of a ball (rad/s)	
		x axis	z axis
Fastball	63		108
Curve	57.6		-170
Slider	57.6	30	-108
Change up	57.6	-30	-108

해당하는 RPM의 값을 모터에 적용시켰다. 또한 게임모드를 위해 각 휠의 RPM을 조절하여 미국 메이저 리그 야구의 공식 홈페이지에서 기록되어있는 클레이튼 커쇼, 오승환 그리고 류현진 등의 선수들의 구질을 해석하였다. 또한 마그누스효과의 적용으로 축방향의 힘이 작용함으로써 Fig. 17과 Fig. 18와 같이 Z축 방향움직임의 차이를 보이며 실제 궤적에 더욱 가깝게 움직이는 것을확인하였다.

5. 결 론

본 연구에서는 한 대의 피칭머신으로 많은 기능을 구현하는 것을 목표로 하였다. 현재 국내 시장에서 거래가 되는 피칭머신의 형태는 투구용 피칭머신과 수비용 피칭머신 등으로 나뉘어 있다. 이 두가지 기능을 한 대의 기기로 통합시켜 다양한 구종의 볼을 발사할수 있고 수비 연습에도 사용가능하게 제작 하였다. 여러 가지 구질을 구현하는 과정에서도 기존의 시행착오(trial and error)적인 실험방법을 적용하는 것이 아니라, 동적 해석을 수행하여 각 구종별각 모터의 RPM값을 계산하였다. 또한 다양한 동적해석을 통해 데

이터베이스를 축적하였으며, 보다 정밀한 제어를 통해 신뢰성을 높 였다.

피칭머신에 핸드사인 글러브를 도입함으로 야구 연습에서는 더욱 실전 지향적으로 피칭머신을 조작할 수 있었고, 게임모드를 적용하여 사용자가 야구를 통해 즐거움을 가질 수 있게 개발하였다. 그리고 스크린 야구장과 같은 놀이 시설에서는 기존의 타격 위주였던 게임 환경을 타자와 포수 양쪽의 입장에서 할 수 있게 하는 등 새로운 패러다임을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 서울과학기술대학교 교내 일반과제 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] NEWSIS, 2017, Viewed 20 March 2017, http://www.newsis.com/view/?id=NISX20171002 0000110907&cID=10502&pID=10500>.
- [2] Korean Olympic Committee, 2016., Viewed 1 October 2016, Different Sports Type Statistics, http://club.sportal.or.kr/statistics/item/index.jsp.
- [3] Richard G. Budynas, J. Keith Nisbett, 2013, Shigley's Mechanical Engineering Design 9th Edition, McGraw-Hill Education Korea, Republic of Korea.
- [4] Heu, K. Y. 2014., Arduino Sketch the Imagine, Jpub, Republic of Korea.
- [5] Arduino. cc, n.d., Viewed 3 March 2016, https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>.
- [6] Ryu, K. J., Kim, D. R., Su, H. J., 2016 Arduino Uno Motor Control Programming, Ohm, Republic of Korea.
- [7] SEEDSTUDIO., 2012 Viewed 16 July 2017, http://wiki.seeedstudio.com/wiki/Images/b/b0/HC-12_User_Manual.pdf>.
- [8] Huamao Technology Co,. Ltd., n.d., Viewed 12 May 2016, http://www.jnhuamao.cn/bluetooth.asp.
- [9] Yoo, W. K., 2016, Multibody Dynamics: Theory and RecurDyn Practice: Introduction, Republic of Korea.
- [10] Lee, J. S., 1997, Practical Application of Sports Field Using Magnus Effect" Silla University Journal.