

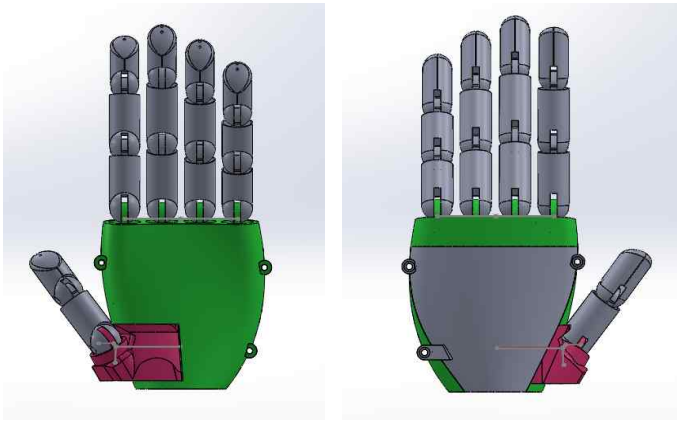
대한기계학회 주선**제9회 전국학생설계경진대회(2019년)****설계 최종 보고서**

참가부	대학부 (○)				
참가분야	공모주제 () / 자유주제 (○)				
참가팀명	CC2				
설계제목	음성인식을 이용한 전자 의수				
지도교수/교사	(소속)순천향대학교 (성명)김국원 (연락처) (이메일)kimkug1@gmail.com				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	유덕재	순천향대학교 기계공학과		alsdns13@naver.com	

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	유덕재	순천향대학교 기계공학과/4학년	alsdns13@naver.com
2	이범희	순천향대학교 기계공학과/4학년	qja0805@naver.com
3	전여정	순천향대학교 기계공학과/4학년	junyj0702@naver.com
4	이선주	순천향대학교 기계공학과/4학년	sally4771@naver.com
5	박혜경	순천향대학교 기계공학과/4학년	rusy2803@naver.com

설계 요약문

참가분야	공모주제 () / 자유주제 (○)
참가팀명	CC2
설계제목	음성인식을 이용한 전자 의수
대표자명	유 덕 재
요약문	본 설계는 음성인식을 이용한 전자의수에 관한 것이다. 기존의 의수는 근육과 뇌의 전기신호로 의수의 동작을 구현하는 것이 대부분으로 이 때 사용되는 것이 근전도 센서이다. 그러나 기존 의수는 복잡한 구조와 유지보수의 어려움 및 비싼 가격으로 인하여 대부분의 절단 장애인들이 사용하지 못하고 있다. 이를 보완하기 위해 3D 프린팅을 이용하여 의수의 제작비용을 줄이고자 한다. ‘Solidworks’를 이용한 설계를 하여 간편한 설계 수정 및 사용자에게 맞는 맞춤 제작이 가능하게 한다. 손바닥과 손등 및 팔 부분을 곡면화하여 실제 손과 유사한 형태로 설계하고 관절부를 고무 이음새로 설계하여 손가락 마디마디 조립이 가능하게 한다. ‘앱 인벤터2’를 이용한 어플리케이션 제작 및 아두이노 코딩을 통하여 음성인식 기능을 추가함으로써 근전도 센서를 사용하지 못하는 절단 장애인들도 의수의 사용이 가능하게 한다. 또한 ‘Solidworks’를 이용한 설계로 의수의 무게, 치짐량 등에 관한 해석이 가능하여 의수의 스펙을 예상하고 설계할 수 있도록 한다. 본 설계는 의수 관절 구조의 다양화, 제작 비용의 감소 효과를 기대할 수 있다. 또한 어플리케이션을 이용한 음성인식 기술을 사용하여 실생활에서 사용하는 다양한 동작을 구현하여 활용성을 최대화시키고, 이를 바탕으로 보다 많은 절단 장애인들이 전자의수를 쉽게 접하여 전자의수가 대중화되는 것을 목표로 한다.  Fig. 1 brief design diagram

음성인식을 이용한 전자의수 제어

유덕재*, 이범희*, 전여정*, 이선주*, 박혜경*, 김국원**

*순천향대학교 기계공학부

Prosthetic Hand Control Using Speech Recognition

Deok-Jae Yu*, Beom-Hee Lee*, Yeo-Jeong Jeon*, Seon-Ju Lee*, Hye-Kyung Park*,
Kug-Won Kim**

* Department of Mechanical Engineering, Soonchunhyang University

Key Words: 3D Modeling(3D 모델링), 3D Printing(3D 프린팅), App Inventor2(앱 인벤터2), Prosthetic Hand(전자 의수)

초록: 본 설계는 음성인식을 이용한 손가락 제어 의수에 관한 것으로 선천적 절단 장애 또는 근육의 퇴화로 인해 근전도 센서를 사용하지 못하는 장애인들도 의수를 사용할 수 있도록 한다.

‘Solidworks’를 이용한 3D 설계 및 3D 프린팅으로 의수를 제작하였으며, 아두이노 코딩을 통한 각각의 서보모터 제어로 의수의 다양한 동작 구현이 가능하게 하였다. 또한 ‘앱 인벤터2’를 이용한 어플리케이션 제작을 통해 음성인식 기능을 추가하였고, 블루투스 모듈을 사용해 아두이노와 어플리케이션 간의 페어링이 가능하게 하여 인식된 명령어에 따라 의수가 동작할 수 있도록 한다.

본 설계를 통하여 더욱 저렴하고 맞춤 제작이 가능하며 분해 및 조립을 할 수 있고, 시중에 판매되는 부품을 사용함으로써 부품의 고장, 파손이 발생하였을 때 보수가 용이한 의수를 제작한다. 음성인식 기술을 통해 다양한 동작을 구현하여 활용성을 최대화하고 이를 통해 기존 의수의 문제점을 보완하여 절단 장애인들에게 전자의수가 더욱 대중화될 수 있도록 하는 것에 중점을 두고자 한다.

Abstract: This design relates to the finger-control prosthetic hand using voice recognition, so the prosthetic hand can be used by people with disabilities who cannot use EMG sensors. The prosthetic hand was made by 3D design and 3D printing using 'Solidworks', and the various motions of the prosthetic hands was applied by controlling each servo motor according to voice recognition voice using Arduino coding and 'App Inventor 2'. We will focus on making prosthetic hand more popular among people with disabilities by complementing the problems of existing prosthetic hand with voice recognition technology.

1. 서 론

현재 시중에 판매중인 전자 의수는 대부분 근전도 센서를 이용한 것으로 근육과 뇌의 전기신호로 의수의 동작을 구현한다. 그러나 기존 의수는 구조가 복잡하고 보수의 어려움이 있으며 가격이 비싸다는 문제가 있다. 이로 인해 절단 장애인들의 실제 사용 비율이 낮으며, 선천적 절단 장애인 또는 후천적인 요인으로 근육이 퇴화된 절단 장애인들은 근전도 센서를 사용하지 못하는 경우가 있다. 이에 본 설계는 ‘Solidworks’ 및 3D 프린팅을 이용하여 저렴한 비용의 의수를 제작할 수 있게 하려 한다. 손가락 관절부를 고무 이음새로 설계하여 손가락 마디사이의 조립이 가능하게 하고 이를 통해 의수의 구조를 간단히 하여 사용자가 쉽게 보수할 수 있도록 설계한다. 간편한 유지 보수 및 음성인식 기능을 이용함으로써 근전도 센서를 사용하지 못하는 절단 장애인들도 사용할 수 있는 의수를 제작하고자 한다.

Currently, most electronic prosthetics on the market use EMG sensors, and the prosthetic movement is applied by electric signals of muscles and brain. However, there are problems that existing prosthetic hands have a complicated structure, difficult repair, and expensive.

As a result, the actual use rate of amputation disorder is low. And, the amputation impairment in which the muscle is degraded due to congenital amputation impairment.

Therefore, the design aims to enable low-cost prosthetics using “Solidworks” and 3D printing. Finger joints are designed with rubber seams to allow assembly between the knuckles, thereby simplifying the structure of the prosthesis and making it easy for the user to repair. By using simple maintenance and voice recognition function, we want to make a prosthesis that can be used by people with disabilities who cannot use EMG sensors.

2. 설계핵심내용

(1) 설계 문제의 정의

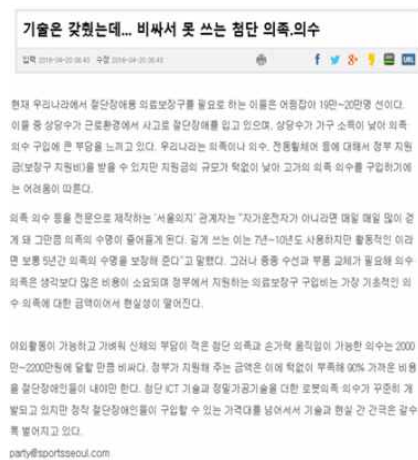


Fig. 2 Sports Seoul(2016.04.20)



Fig. 3 MBC News(2018.04.20.)

본 기사와 같이 정부의 지원이 있지만 부족하고, 비싸서 사용하지 못하는 의수에 대한 문제점을 가지고 본 설계를 제작하고자 한다. 현재 시중에서 판매되고 있는 의수는 미관형 의수와 뇌와 근육의 전기신호를 이용한 근전도 센서를 사용하는 전자 의수가 주를 이루고 있다. 기존 전자 의수의 경우 구조가 복잡하고 가격이 비싸다는 문제점이 있었다. 또한, 선천적 절단 장애인이나 후천적으로 근육이 퇴화된 절단 장애인은 절단부 주변의 근육이 아닌 허벅지와 같이 근육의 움직임이 남아있는 부위의 근육 신호로 의수를 동작하고 있다. 하지만 이러한 경우 근전도 센서의 오류가 많아 원하는 손동작이 정확하게 구현되지 않는 경우가 있어 선천적 절단 장애인과 근육이 퇴화된 장애인들은 근전도 센서로 작동하는 전자 의수를 사용하기 어렵다.

이에 본 설계는 ‘Solidworks’를 이용하여 사용자에게 맞게 맞춤 설계를 실시하고, 3D 프린팅을 이용하여 가볍고 저렴한 의수를 제작하는 것에 목적이 있으며 간단한 구조로 제작하여 조립이 편하며 보수를 쉽게 할 수 있도록 한다. 또한, 근전도 센서를 사용하지 못하는 장애인들을 위해 음성인식을 이용하여 의수를 구동할 수 있도록 하는 것에 목적이 있다.

(2) 제약조건 및 해결방안

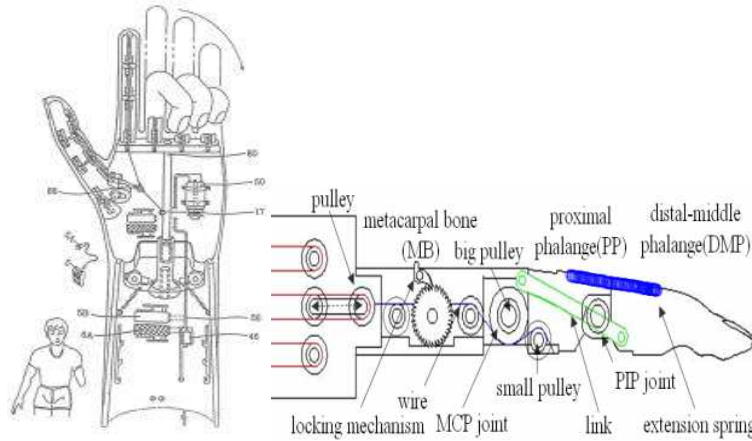


Fig. 4 Functional Hand

Fig. 5 Finger joint of link structure

앱 인벤터2를 사용하여 음성인식 어플리케이션을 제작하기 때문에 사용자 개인의 음성만이 인식되는 기술은 가지고 있지 않다. 스마트폰 기능 내에 사용자의 음성이 아닌 주변 소음을 줄여주는 기능이 있긴 하지만 완벽히 사용자 한 사람의 음성만을 걸러낼 수는 없으며 주변의 소음에 의한 오작동이 있을 수 있다.

의수의 본체는 ABS, 손가락 관절은 PVA를 사용하여 프린팅하기 때문에 열에 약하다는 제약 조건이 있다. 두 재료의 녹는점은 약 200 C 이며 3D 프린팅 의수가 제작되기 전 미관형 의수의 재료로 많이 사용되었던 실리콘의 녹는점과 비슷하고, 사람이 활동하는 환경의 온도가 약 40~50 C 미만이기 때문에 의수를 만드는데 큰 무리가 없지만 열에 강한 소재를 사용하여 본체와 관절을 프린팅 하여 이러한 제약 조건을 보완할 수 있다.

또한 음성인식 전자의수는 고무 관절을 사용하기 때문에 주기적으로 관절을 교체 해주어야 한다. 고무 재질을 사용하기 때문에 의수를 사용하면서 관절의 늘어짐이 발생하여 손동작이 부정확해질 수 있으며 이를 방지하기 위해 주기적으로 교체를 해주어야 한다. 그렇기 때문에 우리는 의수를 조립식으로 제작하여 사용자가 손쉽게 고무 관절을 빼고 끼울 수 있도록 하였다. 이러한 방식을 사용하여 의수의 제약 조건을 보완 하였다.

현재 시중에 나와 있는 전자의수는 대부분 근전도 센서를 이용한 것으로 음성인식을 이용한 전자의수는 판매되고 있지 않다. 출원번호 1020050030574의 ‘기능의수’는 원격 조종과 유선 또는 무선으로 작동되는 음성인식조종기와 스위치 조절로 의수를 동작을 제어한다. 하지만 음성인식조종기를 제작하고, 이를 의수에 적용하기 위한 자세한 매커니즘이 없으며 현재는 소멸된 상태로 음성인식을 이용한 전자의수에 관한 특허는 현재 존재하지 않는다.

또한 현재 판매되는 전자의수의 대부분은 손가락 관절을 **Fig. 5** 과 같은 링크나 기어를 사용한다. 링크나 기어 구조는 모터의 토크가 손가락으로 잘 전달되며 오랫동안 사용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 이러한 구조는 의수의 무게를 증가시키고, 의수의 가격을 비싸게 하며 유지 및 보수가 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 고무 관절을 사용하여 의수의 구조를 간단히 하며 무게를 가볍게 하고, 비용을 절감한다. 고무를 사용하여 손동작이 자연스러운 장점도 가지고 있다. 조사 결과 고무관절을 이용한 의수의 특허는 존재하지 않는다.

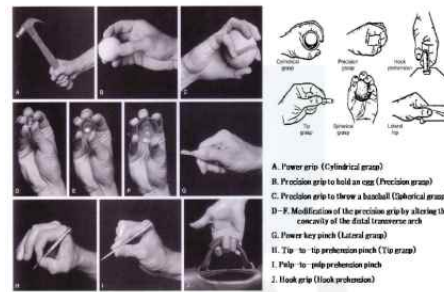


Fig. 6 Basic function required for the Prosthetic Hand

본 설계는 ‘Solidworks’를 이용한 3D 설계 및 3D프린팅으로 의수를 제작하며 직접 손과 팔의 치수를 측정하여 설계한다. 손바닥과 손등부분을 곡면화하여 실제 손과 유사한 형태로 설계한다. 각 손가락 관절부를 덤벨 모양의 고무이음새로 설계함으로써 손가락 마디마다 조립이 가능하게 하여 보다 쉬운 구조로 설계한다. 팔 커버를 설계함으로써 내부의 부품의 교체, 수리가 보다 손쉽게 한다. Fig. 6를 참고하여 대표적으로 의수에 요구되는 동작 6가지를 고려해 의수의 동작을 추가한다. 아두이노 코딩을 통한 각각의 서보모터 제어로 의수의 다양한 동작 구현이 가능하게 한다. ‘앱 인벤터2’를 이용한 어플리케이션 제작을 통해 음성인식 기능을 추가하고, 블루투스 모듈을 사용해 아두이노와 어플리케이션 간의 페어링이 가능하게 하여 의수가 동작할 수 있도록 한다.

3. 설계 및 제작과정

(1) 개념 설계

시중에 판매되는 의수의 대부분인 전자 의수는 실제 사람의 모양과 유사하고 근전도 센서를 사용하여 물건을 잡는 등의 동작을 실행하는 방식을 사용한다. 이러한 경우 근전도 센서를 사용하기 위해서 근육의 움직임이 필요하기 때문에 선천적 절단 장애인이나 근육 퇴화, 마비 등으로 인한 후천적 절단 장애인의 경우 근전도 센서를 이용하는데 제한이 있는 경우가 있게 된다. 또한 전자 의수의 경우 사용하는 사람에 맞게 맞춤제작을 해야 하고 사용되는 부품이 기성품이 아니기 때문에 가격이 비싸다는 문제가 있다. 따라서 본 논문은 3D설계와 3D프린팅을 이용하여 설계 및 제작을 함으로써 제작비용을 줄이고, 근전도 센서가 아닌 음성인식 기능을 이용함으로써 근전도 센서를 사용하지 못하는 절단 장애인들도 사용할 수 있는 의수를 설계 및 제작한다.

실제 원활한 구동 및 손과 유사한 모양으로 제작하기 위하여 손의 치수를 실측하고 손과 유사하게 설계하였다. 손바닥을 곡면화하고, 손가락을 세 마디로 설계하여 실제 손과 유사하게 하였으며 의수가 물건을 잡기 원활하게 하기 위하여 실제 물건을 잡을 때 엄지손가락 위치 변화를 관찰한 후 Fig. 11과 같이 설계하였다. 또한 팔 양쪽에 뚜껑을 설치하여 부품의 조립 및 유지 보수를 쉽게 하였다.

의수의 손가락이 구동되는 방법으로 손가락과 서보모터 사이에 합사줄을 연결하여 손가락을 구동시키는 방법을 이용하였다. 이때, 손가락 마디 사이에 고무관절을 넣어 원활하고 부드러운 동작을 구현할 수 있도록 하였다. 모터의 회전에 따라 손가락과 연결되어 있는 합사줄이 풀리고 감기면서 손가락의 구동이 가능하게 한다.

모터의 구동은 아두이노를 이용하여 제어할 수 있도록 프로그래밍 한다. ‘앱 인벤터2’를 이용하여 어플리케이션을 제작하여 완료된 아두이노 코딩과 블루투스 모듈을 이용하여 페어링 한다. 이로써 아두이노와 어플리케이션이 설치된 스마트폰 간의 통신이 가능하게 한다.

부가적으로 손가락 마디와 손바닥에 미끄럼 방지 패드를 부착하여 물체를 잡는 동작 시에 물체가 미끄러지는 것을 방지한다. 또한 의수 후면에 손가락과 손등을 잇는 고무줄을 부착하여 손가락이 모두

펴졌을 시 더욱 자연스러운 동작을 구현한다.

(2) Solidworks를 이용한 3D 모델링

Solidworks를 이용하여 모델링한 후 어셈블리 하여 조립하였다.

① 손가락·손바닥 모델링 및 어셈블리



Fig. 7 Finger top modeling



Fig. 8 Finger mid modeling



Fig. 9 Finger bot modeling



Fig. 10 Rubber joints modeling



Fig. 11 Palm modeling

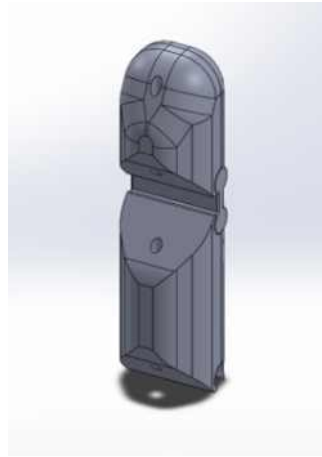


Fig. 12 Thumb assembly

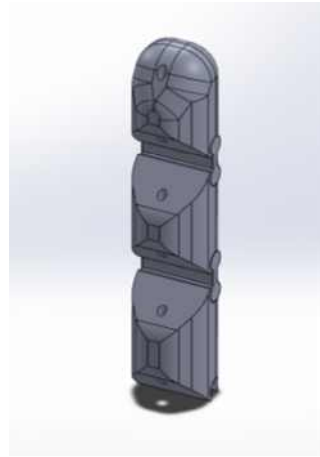


Fig. 13 Index finger and 3 finger assemblies



Fig. 14 Hand full assembly

② 팔 모델링 및 어셈블리



Fig. 15 Arm Lid (Inside) Modeling



Fig. 16 Arm Lid (Outer) Modeling



Fig. 17 Arm body modeling

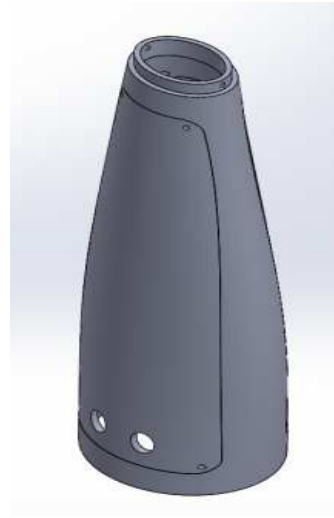


Fig. 18 Arm assembly

③ 전체 어셈블리



Fig. 19 Front



Fig. 20 Rear



Fig. 21 Equal angles

(3) 3D Printing을 이용한 제작

Solidworks를 이용하여 모델링한 부품을 3D Printer를 이용하여 출력 및 제작하였다.



Fig. 21 Output finger top



Fig. 22 Output finger mid



Fig. 23 Output finger bot



Fig. 24 Output rubber joint



Fig. 25 Output palm



Fig. 26 Output arm body

Fig. 27 Output Arm Lid
(Inside)Fig. 28 Output Arm Lid
(Outer)

(4) 아두이노를 이용한 제어프로그램 제작

① 코딩

아두이노 우노를 이용하여 블루투스 모듈(HC-06)을 통해 전달된 음성 명령어에 따라 서보 모터 (A410) 5개를 제어할 수 있게 코딩하였다. 이 때 모터 쉴드를 통해 18650이온전지를 연결함으로써 서보 모터에 전원을 별도로 공급해주었다.

Table 1 Arduino Coding

<프로그래밍> 아두이노 코딩	
<pre> #include <SoftwareSerial.h> #include <Wire.h> #include <Adafruit_PWMServoDriver.h> SoftwareSerial BTSerial(2,3); Adafruit_PWMServoDriver pwm = Adafruit_PWMServoDriver(); #define SERVOMIN 150 #define SERVOMAX 600 uint8_t servonum = 0; void setup() { Serial.begin(9600); BTSerial.begin(9600); Serial.println("8 channel Servo test!"); pwm.begin(); pwm.setPWMFreq(60); delay(10); } </pre>	<pre> void setServoPulse(uint8_t n, double pulse) { double pulselength; pulselength = 1000000; // 1,000,000 us per second pulselength /= 60; // 60 Hz Serial.print(pulselength); Serial.println(" us per period"); pulselength /= 4096; // 12 bits of resolution Serial.print(pulselength); Serial.println(" us per bit"); pulse *= 1000000;// convert to us pulse /= pulselength; Serial.println(pulse); pwm.setPWM(n, 0, pulse); } </pre>

<pre> void loop() { // Drive each servo one at a time Serial.println(servonum); if (BTSerial.available()) { char data = BTSerial.read(); Serial.write(data); if (data == 'a') { for (uint16_t pulselen = SERVOMIN; pulselen < SERVOMAX; pulselen++) { pwm.setPWM(0, 0, 470); //소지; pwm.setPWM(1, 0, 470); //약지; pwm.setPWM(2, 0, 470); //검지; pwm.setPWM(3, 0, 470); //중지; pwm.setPWM(4, 0, 470); //엄지; //println("보"); } delay(500); } else if (data == 'b') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(0, 0, 150); //소지; pwm.setPWM(1, 0, 250); //약지; pwm.setPWM(2, 0, 150); //검지; pwm.setPWM(3, 0, 200); //중지; pwm.setPWM(4, 0, 150); //엄지; // println("바위"); } delay(500); } </pre>	<pre> else if (data == 'c') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(0, 0, 150); //소지; pwm.setPWM(1, 0, 220); //약지; pwm.setPWM(2, 0, 470); //검지; pwm.setPWM(3, 0, 470); //중지; pwm.setPWM(4, 0, 150); //엄지; // println("가위"); } delay(500); } else if (data == 'd') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(0, 0, 150); //소지; delay(500); pwm.setPWM(1, 0, 200); //약지; delay(500); pwm.setPWM(3, 0, 150); //중지; delay(500); pwm.setPWM(2, 0, 150); //검지; delay(500); pwm.setPWM(4, 0, 150); //엄지; delay(500); // Serial.println("스르르 접 어"); break; } delay(500); } </pre>
---	---

```

else if (data == 'e') {
    for (uint16_t pulselen =
SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN;
pulselen--) {
        pwm.setPWM(0, 0, 150); //소지;
        pwm.setPWM(1, 0, 200); //약지;
        pwm.setPWM(2, 0, 150); //검지;
        pwm.setPWM(3, 0, 150); //중지;
        pwm.setPWM(4, 0, 470); //엄지;

        // println("따봉");
    }
    delay(500);
}

else if (data == 'f') {
    for (uint16_t pulselen =
SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN;
pulselen--) {
        pwm.setPWM(0, 0, 150); //소지;
        pwm.setPWM(1, 0, 230); //약지;
        pwm.setPWM(2, 0, 470); //검지;
        pwm.setPWM(3, 0, 170); //중지;
        pwm.setPWM(4, 0, 150); //엄지;

        // println("췌");
    }
    delay(500);
}

```

```

else if (data == 'g') {
    for (uint16_t pulselen =
SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN;
pulselen--) {
        pwm.setPWM(0, 0, 150); //소지;
        pwm.setPWM(1, 0, 250); //약지;
        pwm.setPWM(2, 0, 200); //검지;
        pwm.setPWM(3, 0, 200); //중지;
        pwm.setPWM(4, 0, 330); //엄지;

        // println("집기");
    }
    delay(500);
}

else if (data == 'h') {
    for (uint16_t pulselen =
SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN;
pulselen--) {
        pwm.setPWM(0, 0, 470); //소지;
        pwm.setPWM(1, 0, 470); //약지;
        pwm.setPWM(2, 0, 150); //검지;
        pwm.setPWM(3, 0, 470); //중지;
        pwm.setPWM(4, 0, 250); //엄지;

        // println("오케이");
    }
    delay(500);
}

```

```

        else if (data == 'i') {
            for (uint16_t pulselen =
SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN;
pulselen--) {
                pwm.setPWM(0, 0, 470); //소지;
                pwm.setPWM(1, 0, 200); //약지;
                pwm.setPWM(2, 0, 470); //검지;
                pwm.setPWM(3, 0, 150); //중지;
                pwm.setPWM(4, 0, 470); //엄지;

                //println("스윙");
            }
            delay(500);
        }
        else if (data == 'j') {
            for (uint16_t pulselen =
SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN;
pulselen--) {
                pwm.setPWM(0, 0, 470); //소지;
                pwm.setPWM(1, 0, 200); //약지;
                pwm.setPWM(2, 0, 150); //검지;
                pwm.setPWM(3, 0, 150); //중지;
                pwm.setPWM(4, 0, 470); //엄지;

                //println("약속");
            }
            delay(500);
        }

```

```

    else if (data == 'k') {
        for (uint16_t pulselen =
SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN;
pulselen--) {
            pwm.setPWM(4, 0, 470); //엄지;
            delay(500);
            pwm.setPWM(2, 0, 470); //검지;
            delay(500);
            pwm.setPWM(3, 0, 470); //중지;
            delay(500);
            pwm.setPWM(1, 0, 470); //약지;
            delay(500);
            pwm.setPWM(0, 0, 470); //소지;
            delay(500);
            break;
            // println("스르르 펴기");
        }
        delay(500);
    }
    else if (data == 'l') {
        for (uint16_t pulselen =
SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN;
pulselen--) {

            pwm.setPWM(4, 0, 150); //엄지;
            //println("엄지 접기");
        }
        delay(500);
    }

```

<pre> else if (data == 'm') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(2, 0, 150); //검지; //println("검지 접기"); } delay(500); } else if (data == 'n') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(3, 0, 150); //중지; //println("중지 접기"); } delay(500); } else if (data == 'o') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(1, 0, 220); //약지; //println("약지 접기"); } delay(500); } </pre>	<pre> else if (data == 'p') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(0, 0, 150); //소지; //println("소지 접기"); } delay(500); } else if (data == 'q') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(4, 0, 470); //엄지; //println("엄지 펴기"); } delay(500); } else if (data == 'r') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(2, 0, 470); //검지; //println("검지 펴기"); } delay(500); } </pre>
--	---

<pre> else if (data == 's') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(3, 0, 470); //중지; //println("중지 펄스"); } delay(500); } else if (data == 't') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(1, 0, 470); //약지; //println("약지 펄스"); } delay(500); } else if (data == 'u') { for (uint16_t pulselen = SERVOMAX; pulselen > SERVOMIN; pulselen--) { pwm.setPWM(0, 0, 470); //소지; //println("소지 펄스"); } delay(500); } </pre>	<pre> servonum ++; if (servonum > 7) servonum = 0; } } </pre>
---	--

② 회로도

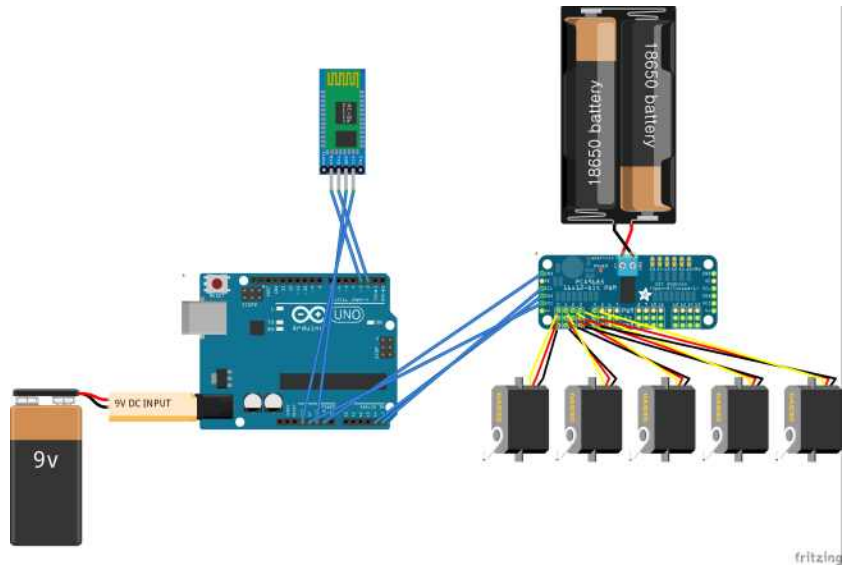


Fig. 29 Circuit diagram1

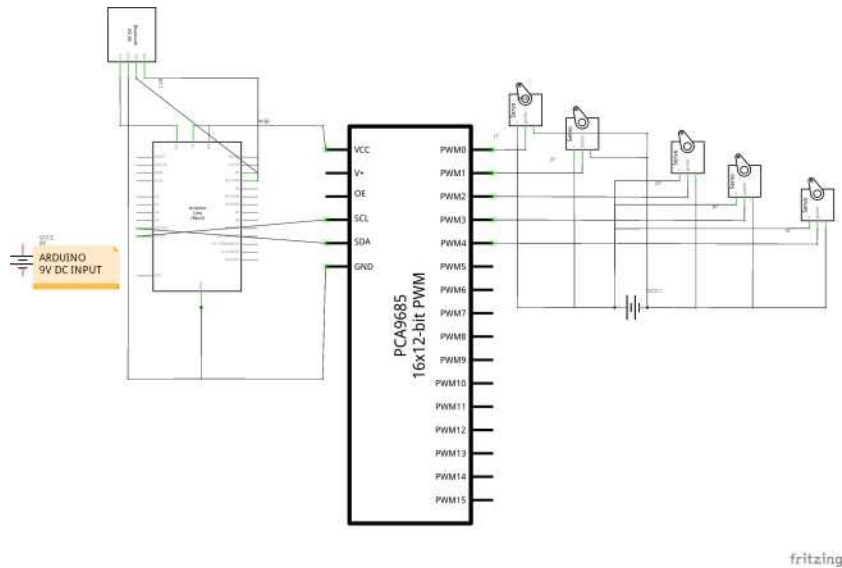


Fig. 30 Circuit diagram2

(5) 앱 인벤터2

‘MIT 앱 인벤터 2’를 이용하여 어플리케이션(응용 소프트웨어)를 만들어 구글 음성인식을 통해 의수 내 5개의 모터들을 제어하도록 하였다. 또, 각 손가락을 움직일 수 있는 버튼을 추가하여 더 다양한 동작을 구현할 수 있게 하였다.



Fig. 31 Created application screen



Fig. 32 Created App Inventor 2 screen

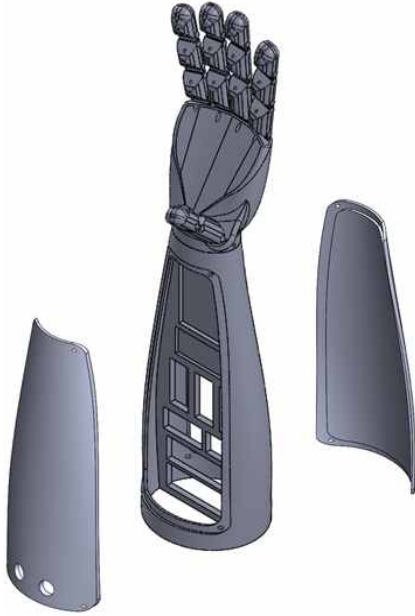


Fig. 33 3D Modeling design
(When removing the cover)



Fig. 34 3D Modeling design
(When combining the cover)

4. 결과 및 토의

완성된 의수이며 버튼을 통한 개별 손가락 동작을 구현하여 다양한 동작이 가능하게 할 수 있도록 하였다.

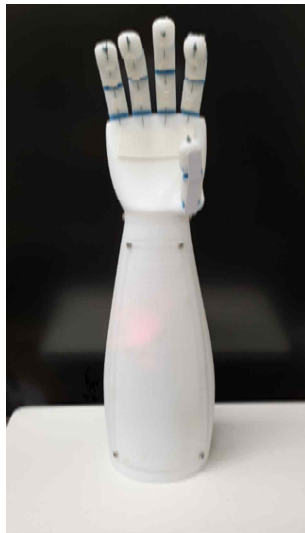


Fig. 35
Completed prosthetic hand
(front)

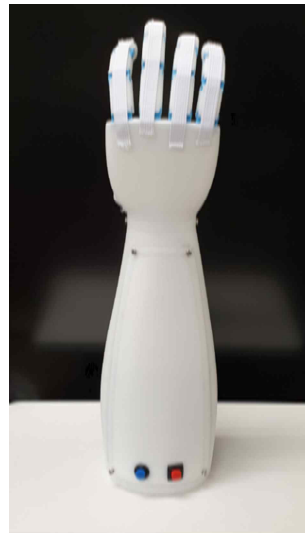


Fig. 36
Completed prosthetic hand
(back)

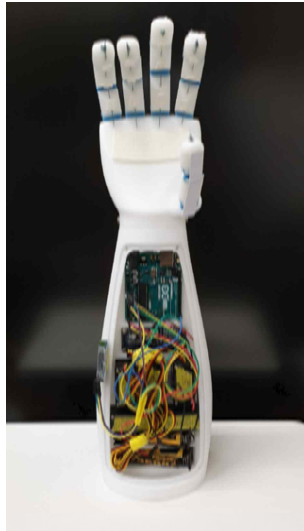


Fig. 37

Completed prosthetic hand
(front inner)



Fig. 38

Completed prosthetic hand
(back inner)

Table 2 Specification

길이	415mm
팔 최대 장축	110mm
팔 최대 단축	85mm
무게	약 780g
잡을 수 있는 최대 지름	약 100mm
들 수 있는 최대 무게	약 300g

의수 작동 과정이다.

Table 3 Prosthetic hand working order

음성인식을 이용한 의수 작동	버튼을 이용한 의수 작동
① 어플리케이션을 실행한다.	① 어플리케이션을 실행한다.
② 블루투스 연결 버튼을 눌러 HC-06과 연결한다.	② 어플리케이션에 있는 움직이고 싶은 손가락에 해당되는 버튼을 누른다.
③ 음성인식 버튼을 눌러 원하는 명령어를 말한다.	③ 블루투스 모듈을 통해 아두이노에 명령어가 전달된다.
④ 입력된 명령어가 인식되면 블루투스 모듈을 통해 아두이노에 명령어가 전달된다.	④ 입력된 명령어가 인식되면 블루투스 모듈을 통해 아두이노에 명령어가 전달된다.
⑤ 명령어에 따라 입력한 서보모터 각도에 따라 5개의 서보모터가 작동한다.	⑤ 명령어에 따라 입력한 서보모터 각도에 따라 1개의 서보모터가 작동한다.
⑥ 명령한 동작을 구현한다.	⑥ 해당된 손가락 하나가 동작한다.

음성인식으로 구현할 수 있는 동작은 ‘가위, 바위, 보’ 외 8가지 동작으로 코딩을 통하여 기능을 추가할 수 있도록 하였다.



Fig. 39 scissor motion



Fig. 40 rock motion



Fig. 41 paper motion



Fig. 42 grab motion

3D 설계와 3D 프린팅을 이용하여 설계 및 제작을 함으로써 제작비용을 줄이고, 근전도 센서가 아닌 음성인식 기능을 이용함으로써 근전도 센서를 사용하지 못하는 절단 장애인들도 사용할 수 있다. 앱 인벤터2를 사용하여 음성인식 어플리케이션을 제작하기 때문에 사용자 개인의 음성만이 인식되는 기술은 가지고 있지 않다. 스마트폰 기능 내에 사용자의 음성이 아닌 주변 소음을 줄여주는 기능이 있긴 하지만 완벽히 사용자 한 사람의 음성만을 걸러낼 수는 없으며 주변의 소음에 의한 오작동이 있을 수 있다.

5. 결 론

본 논문은 근전도 센서를 사용하지 않고 음성인식 기능을 이용하여 의수를 구동함으로써, 근전도 센서를 사용하지 못하는 절단 장애인들에게 의수의 활용성을 증가시킬 수 있다. 고무 이음새를 이용하여 손가락 마디 사이를 연결한다는 점에서 의수의 부드러운 구동이 가능하다. 또한 아두이노 코딩을 통하여 간단히 동작을 추가할 수 있게 되면서 사용자가 원하는 동작을 추가할 수 있게 되었다.

의수의 외관 및 관절부를 모델링 및 3D Printing 하여 제작하였기에, 시중의 의수보다 저렴하게 사용자의 조건에 맞는 맞춤형 제작이 가능하며 간편한 분해 및 조립을 할 수 있다. 시중에 판매되는 부품을 사용함으로써 부품의 고장 및 파손 시 쉽게 교체 및 수리를 할 수 있어 유지·보수가 쉽다.

본 논문의 음성인식 기능을 이용한 전자의수는 근전도 센서를 사용하지 않고 3D Printing을 이용한 사용자의 조건에 맞는 맞춤형 제작이 가능하다는 점에서, 저렴한 제작 및 의수의 활용성·대중성 향상에 기여할 것이다.

참고문헌

Fig. 2 Spirtsseoul(2016.04.20.)_기술은 갖췄는데... 비싸서 못쓰는 첨단 의족·의수
<http://www.sportsseoul.com/news/read/382482>

Fig. 3 MBC News(2018.04.20.)_내 몸 같은 의수·의족이지만... ‘그림의 떡’
http://imnews.imbc.com/replay/2018/nw1800/article/4587128_22625.html

Fig. 4 Basic function required for the Prosthetic Hand_Geun-sik Shi (Kumoh National Institute of Technology)_Engineering Design of Prosthetic Hand using 3D Print e

Fig. 5 Functional Hand_Application number 1020050030574
<http://kpat.kipris.or.kr/kpat/biblioa.do?method=biblioFrame>

Fig. 6 finger joint of link structure_Mikyeong Moon(Dongseo University)_Development of Customized Prosthetic Hand Using 3D Printing