

System for Transmitting Army Hand Signals Using Motion Sensors

Geon Shin[†] · Jaechol Jeon[†] · Minho Jeon[†] · Sukwon Choi[†] · Iksu Kim^{**}

ABSTRACT

In this paper, we propose a system for transmitting army hand signals using motion sensors. The proposed system consists of a squad commander device, squad member devices, and a server. The squad command device and squad member device have been implemented using a micro arduino, an accelerometer sensor, and a gyroscope sensor, and the server has been implemented using a Raspberry Pi 3. Because the devices are made in the form of band, they are lightweight and portable. The proposed system can transmit the hand signals through vibration in conditions of poor visibility. We have designed and implemented the squad member device to be able to recognize four military hand signals. Through experiments, the proposed system have shown 88.82% of correct recognition. In conclusion, we expect to increase effectiveness of army operations and survival rate of soldiers.

Keywords : Hand Signal, Accelerometer Sensor, Gyroscope Sensor

모션 센서를 이용한 군대 수신호 전송 시스템

신 건[†] · 전재철[†] · 전민호[†] · 최석원[†] · 김익수^{**}

요 약

본 논문에서는 모션 센서를 이용한 군대 수신호 전송 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 분대장 디바이스와 분대원 디바이스, 서버로 구성된다. 분대장 디바이스와 분대원 디바이스는 마이크로 아두이노와 가속도 센서, 자이로스코프 센서로 구현되었으며, 서버는 라즈베리파이3를 사용하여 구현되었다. 분대장 디바이스와 분대원 디바이스는 밴드 형태로 제작되었기 때문에 가볍고 휴대성이 좋다. 또한, 제안 시스템은 시야가 확보되지 않는 상황에서 진동을 통해 수신호를 전송할 수 있다. 제안 시스템에서 구현된 디바이스는 4가지의 수신호를 인식할 수 있으며, 실험을 통해 88.82%의 인식 성공률을 보였다. 본 연구의 결과물을 통해 군 작전의 효율성과 병사의 생존율을 높일 것을 기대한다.

키워드 : 수신호, 가속도 센서, 자이로스코프 센서

1. 서 론

최근 터키의 이스탄불 공항에서 IS에 의한 폭탄 테러가 일어났다. 유럽 중심으로 활동하는 IS는 아시아 지역에 폭탄 테러 가능성을 언급하며 전 세계를 위협을 하고 있으며, 대한민국 또한 IS의 테러 위협에 대해 안심할 수 없는 상황이다.

현재 대한민국 국방부에서는 테러의 위협에 대비하기 위해 킬체인(Kill Chain)과 한국형 미사일방어체계(KAMD) 등 대형 전투 장비 등에 10%이상의 예산을 편성하며 방위력 개선에 힘쓰고 있다. 수천만 달러 이상이 투자되는 대형 전투 장비가 안전하게 보호되어 가동되기 위해서는 일반 보병 및 특수전 병력이 필요하다. 천문학적인 예산이 들어가는

대형 전투 장비는 적군에게 적은 공격으로 큰 타격을 입힐 수 있다. 그러나 대형 전투 장비가 적의 공격을 받지 않고 원활하게 작동되기 위해서 일반 보병의 보호가 필요하다. 또한 킬체인 같은 감시 체계가 정상 작동되는 것을 방해하는 적군의 주요 시설을 무력화시키기 위한 특수전 병력의 특수 작전이 중요하다. 중요한 역할을 담당하고 있는 일반 보병과 특수전 병력은 작전 상황에 대비해 많은 훈련을 하지만 다수의 예외 사항이 발생하는 곳이 실제 전쟁터이다. 따라서 예외 사항 및 아군의 피해를 최소화하기 위해서는 일반 보병과 특수전 병력의 작전 중 신속, 정확 그리고 은밀한 명령 하달이 필요하고, 이러한 명령 하달을 통해 작전 병력이 작전의 목표를 달성할 수 있는 확률과 생존 확률을 높일 수 있다. 하지만 야간 작전 중이나 산행 수색 중 무음·무광으로 원거리 명령을 하달 받거나 시야 확보가 안 되는 곳에서 명령을 내리고 확인하는 데에는 어려움이 따른다.

본 논문에서는 모션 센서가 장착된 웨어러블 디바이스를 이용한 군대 수신호 전송 시스템을 제안한다. 제안 시스템

※ 본 논문은 2016년도 한이음 ICT멘토링 프로젝트 결과물임.

† 준 회원 : 송실대학교 컴퓨터학부 학사과정

** 종신회원 : 송실대학교 컴퓨터학부 교수

Manuscript Received : August 9, 2016

Accepted : August 29, 2016

* Corresponding Author : Iksu Kim(iksuplic@ssu.ac.kr)

에서 사용되는 밴드 형식의 웨어러블 디바이스는 자이로 센서 및 가속도 센서를 이용해 분대장의 움직임을 구별하여 명령을 하달하고, 분대원들은 분대장의 명령에 해당하는 진동 횟수로 명령을 하달 받는다. 밴드 형식의 웨어러블 디바이스는 진동을 통해 명령을 송수신하기 때문에 시야 확보가 어려운 환경에서의 작전을 가능하게 하고 몸에 직접 착용하기 때문에 작전 수행 중 디바이스로 인한 불편함을 최소화할 수 있다.

2. 관련 연구

2.1 연구 배경

국방홍보원 칼럼에 의하면 Fig. 1에서 알 수 있듯이 현재 미국, 프랑스, 러시아, 영국 등 세계 주요 5국이 가장 높은 국방과학기술 수준에 위치하였으며 한국의 국방과학기술 수준은 세계 주요 16개국 중 9위로 높은 선진화 단계에 위치하고 있다[1]. 2016년 현 정부의 목표는 2028년까지 세계 8위 수준의 국방과학기술 역량 강화를 목표로 두고 있다. 현재 국방 R&D 기술 분야에서 현재보다 높은 수준의 선진화를 달성하고 군 과학 기술 인력을 양성하기 위해 과학기술 전문사관제도를 운영하고 있을 정도로 국방기술의 첨단화는 휴전중인 한국에 매우 중요하다. 하지만 국방기술의 첨단화는 공군의 전투기나 해군의 항공모함, 육군의 경우에는 해안 감시 장비에 주로 초점이 맞추어져 있고 전시나 작전 시 발생하게 되는 육군의 보병 작전 또는 특수 작전에 대한 과학기술 첨단화는 미국, 영국 등의 나라들보다 낮은 편이다. 특히 보병들이 전시 혹은 야간작전 시 사용하는 감시 장비인 PVS-05k나 PVS-04k(국내에서 자체적으로 개발된 적외선 기반의 야간 감시 장비)는 국방 예산 부족으로 모든 분대원이 사용하는데 한계가 있다.

감시 장비는 보병들에게 있어서 생존을 위한 장비와도 같다. 감시 장비를 통해 적들을 먼저 발견하여 조치하거나 기습 공격 시 효과적인 작전을 수행하도록 도와주며 야간 작전 시, 지휘관과 분대원간의 수신호를 무성과 무음으로 진

달 할 수 있도록 해준다. 하지만 장비의 높은 가격 문제와 함께, 보병들이 지휘관이 보이지 않는 사각지대에 있거나 장애물이 존재하는 경우에는 명령이 제대로 전달될 확률이 낮다. 비록 PRC-96k(국군 소부대 통신체계에서 이용하는 소형 무전기)와 같은 무전통신장비가 있지만 무전 시 발생하는 소음으로 적들에게 아군의 위치가 쉽게 노출될 수 있으며, 랜턴과 같은 점멸신호 장비 또한 적들에게 빛이 노출될 수 있는 위험이 있다.

2.2 수신호 인식 시스템

기존 수신호와 관련된 연구로는 텍스트를 수화 동영상으로 변환하기 위한 연구와 수화 장갑을 통해 수화를 번역하는 연구, 그리고 비디오 영상으로부터 수신호를 인식하는 연구가 진행되어 왔다[2-5]. 최근에는 수화 장갑과 카메라를 사용한 모션 인식 시스템을 군대 수신호 전달 시스템에 적용하는 연구가 진행되고 있다[6-8].

카메라 기반의 수신호 인식 시스템은 카메라가 장착된 장비를 통해 전달된 모션의 윤곽을 추출하여 구분한다. 카메라를 통한 모션 인식 방법은 고정된 시야에서만 모션 데이터를 입력받을 수 있기 때문에 장애물이 많은 군 작전 시에 적합하지 않은 방법이다.

장갑 기반의 수신호 인식 시스템은 손가락의 움직임까지 식별이 가능하기 때문에 정밀한 수신호 해석을 할 수 있다는 장점이 있다. 이에 [8]에서는 작전 내에서의 시각 및 공간적 제약을 극복하기 위해 자이로 센서와 가속도 센서를 이용해 동작을 인식하는 연구를 진행하였다. 자이로 센서의 3축과 가속도 센서의 3축을 합친 6축 센서를 기반으로 한 수신호 장갑을 이용해서 손가락뿐만 아니라 손의 회전이 필요로 하는 수신호를 동작을 수행하여 나오는 센서 값을 분석하고 그에 따라 정지, 이동, 옆드려와 같은 동작을 구분하였다.

2.3 모션 센서와 라즈베리파이

가속도 센서는 지구의 중력가속도를 기준으로 물체가 X, Y, Z 축의 각기 어느 정도의 힘을 받는지 측정하는 센서이다.

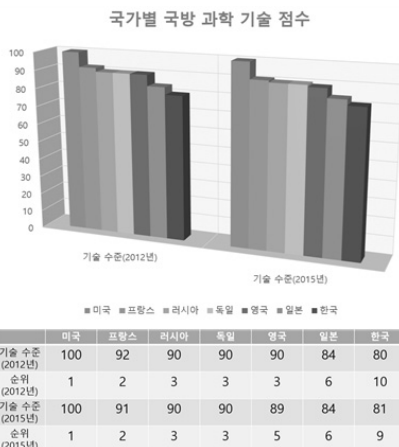


Fig. 1. Level of National Defense Science Technology

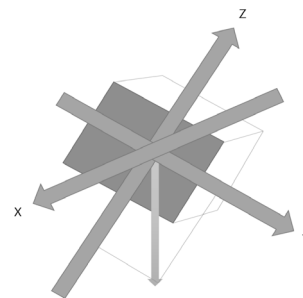


Fig. 2. Sum of Vector

Fig. 2에서 지표면과 직각을 이루는 화살표는 X, Y, Z 벡터의 합을 나타낸 중력가속도이다. 즉, X 축 방향의 벡터, Y 축 방향의 벡터, Z축 방향의 벡터를 합친 값을 표현한 것으로 세 축이 가리키고 있는 벡터들을 하나의 벡터로 나타 낸

것을 뜻한다. 가속도 센서는 Fig. 2에서 보인 벡터합의 원리를 이용해 분할된 각 축들의 벡터 값을 구하는 것인데 실제로는 가속도 센서 만으로는 지표면에 수직인 면에 대한 방위각인 Z축에 대한 값은 측정할 수 없다. 이 Z축 값은 코리올리 힘의 원리가 적용된 자이로 센서를 이용하면 구할 수 있다. 여기서 각 축 값이란, 축의 회전각을 뜻하며 3축에 대한 각 회전각을 roll, pitch, yaw 라 한다. 이들은 순서대로 x축에 대한 회전 값, y축에 대한 회전 값, z축에 대한 회전 값이다. 결론적으로 본 연구는 가속도 센서와 자이로 센서를 이용해 X, Y, Z 벡터의 값들의 차이로 물체의 동작을 구분하고 알 수 있다[9].

라즈베리파이란, 영국의 라즈베리파이 재단이 IT분야의 입문자들과 학생들의 교육 및 학습용 목적으로 설계한 초소형 하드웨어제품이다. 이 제품은 일종의 싱글 보드 컴퓨터로 보드에 모니터나 키보드, 마우스만 연결 되면 데스크 탑이나 노트북과 유사하다. 보통 라즈베리파이는 아두이노(Arduino)와 많이 비교되기도 한다. 아두이노가 센서로부터 input을 받으면 다른 장치로 output을 출력해주는 역할을 담당한다면 라즈베리파이는 OS가 들어감으로써 PC역할까지 확장 할 수 있다. 즉 입력과 출력을 전산처리 할 수 있다.

제안 시스템에서는 서버 구축을 위해 라즈베리파이를 사용한다. 라즈베리파이는 분대장과 분대원이 장착하는 웨어러블 디바이스를 각각 등록 및 인증하며, 분대장의 수신호를 분대원들에게 전파하는 역할을 한다. 라즈베리파이의 크기는 별로 큰 편이 아니기 때문에(케이스 장착 시 약 9cm*7cm*2.5cm) 통신병의 PRC-999K(대한민국 육군에서 사용하는 군사용 무전기로 VHF 무전기)에 부착을 해도 내부에 설치를 해도 부피와 무게의 증감에 크게 영향을 미치지 않을 것이다.

3. 시스템 설계

기존에 제안된 수신호 모션 인식 시스템들은 동작을 인식하고 구분하기 위한 방법에만 초점을 두었으며 실제로 동작 시에 운용하기 위한 전체 시스템에 관해서는 다루지 않았다. 또한 전군을 위한 수신호 송수신 디바이스로 사용하기에는 그 비용이 상당하다. 이에 본 논문에서는 군대 수신호 송수신을 위한 저가형 웨어러블 디바이스를 개발하고 이를 운용하기 위한 전체 시스템을 제안한다.

웨어러블 디바이스는 자이로 센서의 3축 및 가속도 센서의 3축을 합친 6축을 기초로 하여 손의 회전만으로 육군의 수신호 동작을 구분한다. 그리고 초소형 아두이노 및 라즈베리파이를 이용하여 병사들의 몸에 장착하여도 작전 중 움직임에 불편함이 없고 여러 유형의 작전 시에 동작 데이터를 송수신할 수 있는 시스템을 구축한다. 웨어러블 디바이스는 38mm*18mm 크기의 초소형 아두이노를 사용한다. 초소형 아두이노에 결합된 WiFi 모듈에서는 데이터 통신을 담당하고 라즈베리파이 서버는 인증된 분대 구성원만이 통신을 가능하도록 한다.

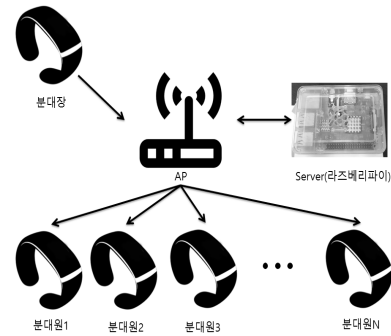


Fig. 3. Proposed System

모션 센서를 이용한 군대 수신호 전송 시스템 구성은 Fig. 3과 같이 분대장 디바이스, 분대원 디바이스, 서버로 구성된다. 분대장 디바이스는 마이크로 아두이노와 가속도 센서를 내장하고 있으며, 분대장의 수신호를 파악하여 그에 해당하는 수신호 코드를 서버로 전송하는 역할을 한다. 상술하면, 분대장의 수신호는 마이크로 아두이노에 내장된 3축 자이로 센서와 가속도 센서에 의해 감지된다. 감지된 데이터 값은 아두이노에 의해 분석되어 미리 정의된 수신호 동작에 따른 동작코드로 변환되어 라즈베리파이 서버로 전송된다. 분대원 디바이스는 마이크로 아두이노와 진동 모터를 내장하고 있으며, 수신된 수신호 코드에 따라 미리 정의된 패턴의 진동을 울려 분대원이 명령을 인지하도록 한다. 마지막으로 서버는 디바이스 장착자가 분대에 속한 인원인지 파악하고, 명령을 하달하는 분대장과 명령을 수신하는 분대원을 구분한다. 그리고 분대장 디바이스가 송신한 명령을 수신하여 모든 분대원에게 전달하는 역할을 한다.

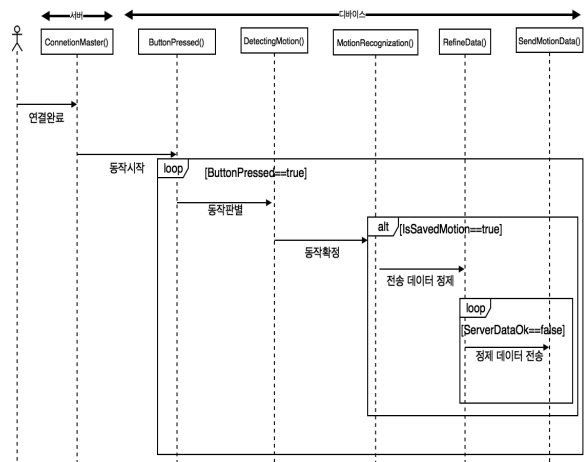


Fig. 4. Sequence Diagram of Squad Commander Device

Fig. 4는 분대장 디바이스의 동작을 순서대로 나타낸 Sequence Diagram이다. 먼저 분대장 디바이스는 서버의 Connection Master 모듈로부터 디바이스의 인증을 받은 후 명령 대기 상태에 진입한다. 다음으로 수신호 동작을 수행하고자 할 때 디바이스에 장착된 버튼을 동작시키면 ButtonPressed

모듈에서 버튼 동작을 탐지하여 동작 인식을 위한 DetectingMotion 모듈로 진입한다. 분대장이 수신호 동작을 실시하면 MotionRecognition 모듈에서 자이로 센서의 데이터를 추출하고 그 데이터를 RefineData 모듈에 보내 미리 정의된 수신호 코드 중 하나로 변경한다. 마지막으로 수신호 코드는 SendMotionData 모듈에 의해 전송된다.

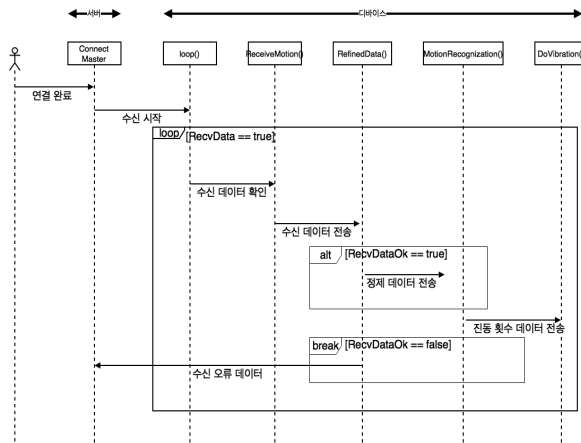


Fig. 5. Sequence Diagram of Squad Member Device

Fig. 5는 분대원 디바이스의 동작을 순서대로 나타낸 Sequence Diagram이다. 분대원 디바이스는 서버의 ConnectionMaster 모듈로부터 인증을 받은 후 수신 대기 상태로 진입한다. ReceivingMotion 모듈은 지속적으로 데이터가 수신되는지 확인을 하고 데이터가 수신될 경우 수신된 데이터를 RefineData 모듈로 전달하여 복호화를 실시한다. 이 때 수신된 데이터는 byte 형식의 데이터인데 1byte를 8bit로 나누어 뒤의 4bit는 정보전달 및 수신확인에 대한 코드로 사용되며 앞의 4bit는 이 정보가 정확히 도착하였는지를 판단한다. 이 방식은 뒤의 4bit를 1's complement 하여 앞의 4bit에 저장한다. 이 과정에서 뒤의 4bit를 추출하여 정보를 알아내는 정제과정이 필요하다. 정제과정을 거치고 복호화된 데이터는 MotionRecognition 모듈로 보내지며, 이 모듈은 전달된 데이터와 매칭되는 진동 횟수를 판단하여 DoVibration 모듈로 전달한다. 마지막으로 DoVibration 모듈은 수신된 데이터에 따라 진동을 발생시킨다.

Fig. 6은 서버 동작을 순서대로 나타낸 Sequence Diagram이다. 서버의 setup 모듈이 동작하면 MainSocket 모듈은 분대장과 분대원의 접속 요청을 기다린다. 이때 분대장 및 분대원이 디바이스 인증을 요청하게 되면 MainSocket 모듈은 Certification 모듈로 IP 정보를 보내 사전에 등록된 디바이스인지 확인 요청을 한다. 만약 DB에 일치하는 데이터가 없을 경우에는 소켓을 닫아 접속을 차단하고, 일치하는 데이터가 분대장의 데이터이면 ConnectMaster 객체를 생성하여 분대장이 보내는 신호를 수신 대기한다. 만일 일치하는 데이터가 분대원의 데이터이면 ConnectClient 객체를 생성하여 각각의 분대원들에게 분대장으로부터 온 신호를 송신하기 위해 대기한다.

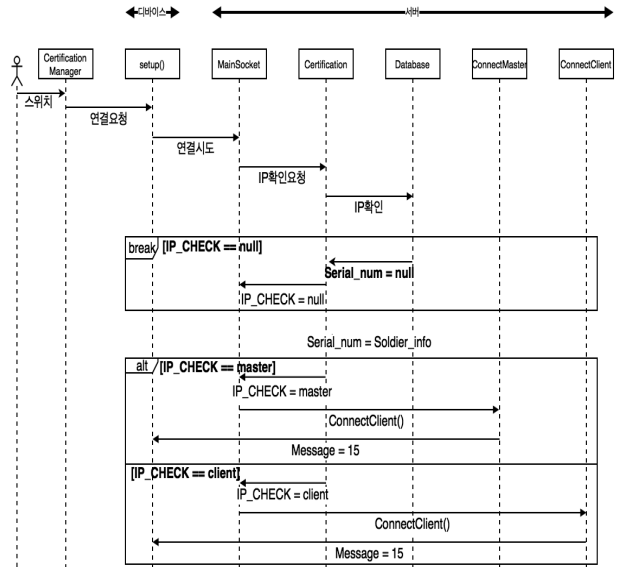


Fig. 6. Sequence Diagram of User Certification on Server

4. 시스템 구현 및 실험

4.1 동작인식 디바이스 구현

Fig. 7은 동작 인식에 사용되는 하드웨어이며, 무선 통신 및 데이터를 처리하는 아두이노(Micro Cactus), 동작인식을 위한 자이로 센서 및 가속도 센서가 탑재된 MPU-6050 모듈로 구성된다.

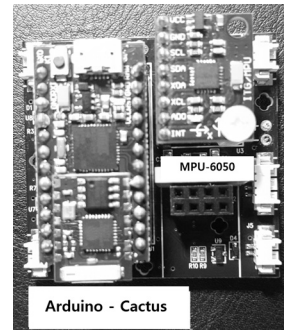


Fig. 7. Hardware for Motion Recognition

Fig. 8은 센서로부터 값을 읽어오는 과정이다. 자이로 및 가속도 센서 데이터 값은 아두이노의 Wire 객체를 이용하여 센서와 연결된 핀으로 7바이트를 읽어온 후 각 센서 X, Y, Z 값을 마스킹한다. 측정된 값은 각각 -16384 ~ 16384의 범위를 갖기 때문에 3차원 각도인 -180 ~ 180 값으로 변환과정이 필요하다. 또한, 가속도 센서는 값이 일정하게 유지되는 대신, 외부 압력에 의해 변동 폭이 크고, 자이로 센서는 변동 폭이 적은대신, 시간 당 누적 오차가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 두 센서를 이용하여 회전각을 산출하되, 오차 보정을 위해 최종 회전각을 가속도 센서 95%, 자이로 센서 5%의 비율로 계산하였다.

```
Wire.write(0x3B); // register 0x3B (ACCEL_XOUT_H), 큐에 데이터 기록
Wire.endTransmission(false); //연결유지
Wire.requestFrom(MPU, 14, true); //MPU에 데이터 요청
//데이터 한 바이트 씩 읽어서 반환
AcX = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x3B (ACCEL_XOUT_H) & 0x3C (ACCEL_XOUT_L)
AcY = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x3D (ACCEL_YOUT_H) & 0x3E (ACCEL_YOUT_L)
AcZ = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x3F (ACCEL_ZOUT_H) & 0x40 (ACCEL_ZOUT_L)
Tmp = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x41 (TEMP_OUT_H) & 0x42 (TEMP_OUT_L)
GyX = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x43 (GYRO_XOUT_H) & 0x44 (GYRO_XOUT_L)
GyY = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x45 (GYRO_YOUT_H) & 0x46 (GYRO_YOUT_L)
GyZ = Wire.read() << 8 | Wire.read(); // 0x47 (GYRO_ZOUT_H) & 0x48 (GYRO_ZOUT_L)
```

Fig. 8. Data Extraction from Accelerometer Sensor and Gyroscope Sensor

Fig. 9는 가속도 센서 값을 이용하여 회전각을 산출하는 과정이다. 가속도 센서는 물체가 정지했을 경우 Z축(수직)으로 중력가속도가 작용하기 때문에 물체의 회전각을 산출하기 위해서 arctan로 산출한다.

```
accel_x = atan(ay / sqrt(pow(ax, 2) + pow(az, 2))) * RADIANS_TO_DEGREES;
accel_y = atan(-1 * ax / sqrt(pow(ay, 2) + pow(az, 2))) * RADIANS_TO_DEGREES;
accel_z = atan(sqrt(pow(ay, 2) + pow(ax, 2)) / az) * RADIANS_TO_DEGREES;
```

Fig. 9. Calculating Angles Using Accelerometer Sensor Data

Fig. 10은 자이로의 회전각을 산출하는 과정이다. 자이로는 순간의 각속도를 의미하기 때문에 현재의 회전각을 산출하기 위해서 순간마다 전체 진행 시간만큼 적분한다.

```
gyro_angle_x = angle_x + dt * gyro_x;
gyro_angle_y = angle_y + dt * gyro_y;
gyro_angle_z = angle_z + dt * gyro_z;
```

Fig. 10. Calculating Angles Using Gyro Scope Values

Fig. 11은 앞서 자이로 센서와 가속도 센서를 이용하여 산출했던 각도 값을 가속도 센서 95%, 자이로 센서 5%의 비율로 최종 계산하는 코드를 보여준다. Fig. 12는 각 축의 보정된 값을 출력하여 그린 그래프이다. 그래프에서 X축은 시간(눈금 한 칸 당 0.1초), Y축은 각도 크기(눈금 한 칸 당 18°, 최소 : -180 최대 180)를 나타내며, 각기 다른 색으로 디바이스의 인식된 3축 회전각 크기를 나타낸다. 본 연구에서 구현된 분대장 디바이스는 모션에 대한 3축의 부호 변화 패턴을 분석하여 각각의 동작을 판별한다.

```
void import_complement_filter()
{
    //상보필터
    angle_x = 0.05 * gyro_angle_x + 0.95 * accel_x;
    angle_y = 0.05 * gyro_angle_y + 0.95 * accel_y;
    angle_z = 0.05 * gyro_angle_z + 0.95 * accel_z;
}
```

Fig. 11. Equation of Calculating Angle

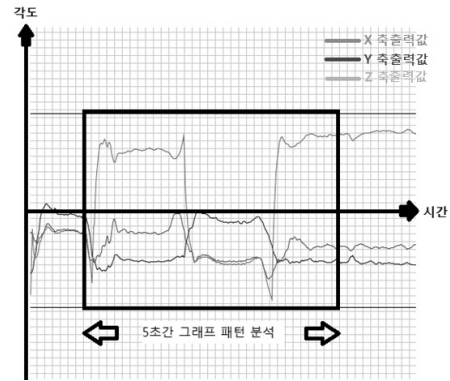


Fig. 12. Example of Motion Analysis Using 3 Axes

동작 판별은 1차 판별과 2차 판별 총 2단계에 걸쳐 수행되며, 각 동작들은 2개 혹은 3개의 구분 연속 동작 데이터 값을 갖는다. 1차 판별(first_judge)은 센서 회전 각도와 판별을 위해 미리 저장된 회전 각도의 부호를 비교하여 3축의 모든 부호가 일치하는 데이터를 찾는다. 만약 1차 판별에서 일치하는 데이터가 있으면 2차 판별을 실행하고, 없으면 종료된다. 2차 판별(final_judge)은 1차 판별이 결정된 이후, 판별된 동작의 제 2동작 및 제 3동작 값을 비교하여 결정한다. 사용자는 1차 판별 이후 5초 이내에 판별된 동작의 제 2동작 및 제 3동작을 모두 수행하여야 2차 판별이 결정된다.

Fig. 13은 4가지 수신호에 대해 생성되는 회전각 부호를 나타낸 표이다. 분대장 디바이스는 1차 판별에서 동작마다 제 1동작의 각 축 부호 값을 비교하여 판단하며, 1차 판별 이후 사용자가 제 2 혹은 3동작을 수행 했을 때 2차 판별을 수행한다. 전체적인 수신호 판단 알고리즘은 Fig. 14와 같다.

전진하러			
단계 \ 축	X	Y	Z
제1동작	+	+	+
제2동작	-	-	-

전진 속도 빠르게			
단계 \ 축	X	Y	Z
제1동작	-	+	+
제2동작	+	-	-

전진 속도 느리게			
단계 \ 축	X	Y	Z
제1동작	+	-	-
제2동작	+	+	-

우회하러			
단계 \ 축	X	Y	Z
제1동작	+	+	+
제2동작	+	+	-
제3동작	+	-	+

Fig. 13. Sign Data of Motion

4.2 동작 신호 전달시스템 구현

분대장 디바이스와 분대원 디바이스, 그리고 서버를 하나의 내부 네트워크로 구성하기 위하여 iptime사의 A604 AP를 사용하였다. 분대장 디바이스로부터 받은 동작 인식 코드 데이터를 다른 분대원에게 전달하기 위한 서버는 라즈베리파이3에 구성하였으며, 운영체제는 Ubuntu Mate를 사용하였다. 그리고 서버 프로그램은 JAVA 언어를 사용해 구현하였다.

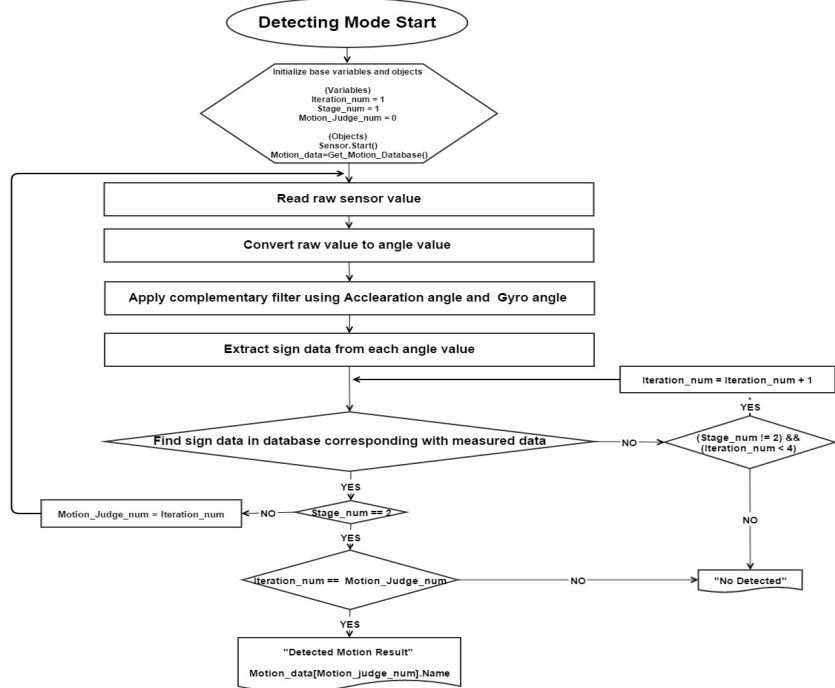


Fig. 14. Motion Detection Algorithm

분대장과 서버간의 통신 혹은 서버와 분대원의 통신에서는 1byte(8bits) 단위의 데이터를 송수신한다. 뒤의 4bits는 전달하고자 하는 데이터를 담은 비트로 0000(2)는 수신완료, 1110(2)는 수신오류, 0001(2)~1010(2)는 분대장의 수신호에 따른 명령코드를 나타낸다. 상위 4bits의 역할은 데이터를 담은 하위 4bits의 확인코드으로써 하위 4bits를 1's complement 하여 데이터를 수신한 서버 혹은 디바이스에서 데이터가 전송되는 동안에 데이터가 변형되었는지 확인한다. 데이터가 제대로 수신되었다면 0000(2)을 송신 측에 전송하고, 데이터가 제대로 수신되지 않았다면 1110(2)을 송신 측에 전송하여 재송신을 요청하도록 하였다.

연결을 통하여 서버로 접속하기 위해 소켓을 생성하고, 서버인 라즈베리파이의 IP로 연결을 요청한다. 서버는 접속요청을 받게 되면 미리 지정된 분대장과 분대원의 IP인지 확인을 하고, 확인이 완료되면 각각의 임무에 알맞은 객체를 생성한다. 분대장과 분대원의 접속이 완료되면 각각의 디바이스에 따라 수신 대기 모드 혹은 송신 대기 모드로 들어가게 되는데, 이때 분대장이 동작 신호 코드를 서버로 송신하게 되면 수신한 서버에서는 코드가 제대로 수신되었는지 확인한다. 수신한 코드가 이상이 없다면 송신 측으로 0000(2)을 보내 수신이 정확히 완료되었음을 알리고, 수신한 코드에 이상이 있을 경우 1110(2)을 보내어 송신 측으로부터 재송신을 요청한다. Fig. 15는 동작 인식 코드 전송 시 데이터가 오류 없이 전송되는 상황을 나타낸다.

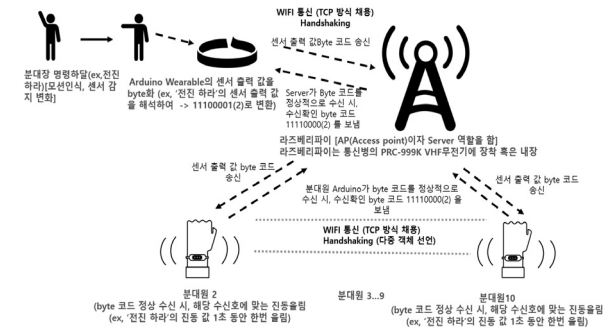


Fig. 15. Process in Normal Situation

분대장과 분대원 디바이스가 분대로 구성된 내부 네트워크에 들어가기 위해서는 WPA2PSK+AES 방식으로 암호화된 AP에 접속을 시도한다. 암호화 인증을 완료하고 내부 네트워크로 들어오게 되면, 분대장과 분대원의 디바이스는 TCP

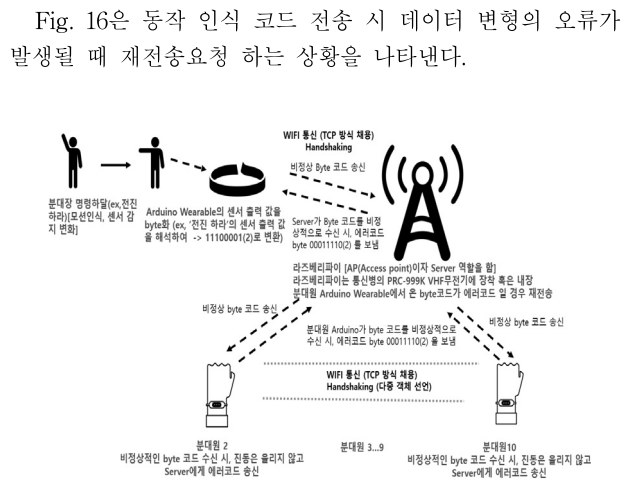


Fig. 16. Exception Handling in Abnormal Situation

4.3 실험 결과

Fig. 17은 실험에 사용된 수신호 동작에 대한 그림으로 총 4가지 동작을 4명의 피 실험자가 실시하였다.

4명의 피 실험자는 각 동작에 대해 20번씩 동작을 수행하였으며 동작이 성공적으로 인식된 경우 수행한 동작 이름이 출력되고 실패의 경우에는 수행한 동작과는 다른 이름이 출력되거나 “not detected”라는 문장이 출력되도록 구현하였다. 그 결과는 Fig. 18과 같으며 동작에 대한 전체 평균 인식률은 88.82%가 나왔다. 인식률의 저하는 보드의 발열 및 자이로 센서가 정지 상태에서 발생하는 누적 오차로 판단된다.



Fig. 17. 4 Types of Hand Signals

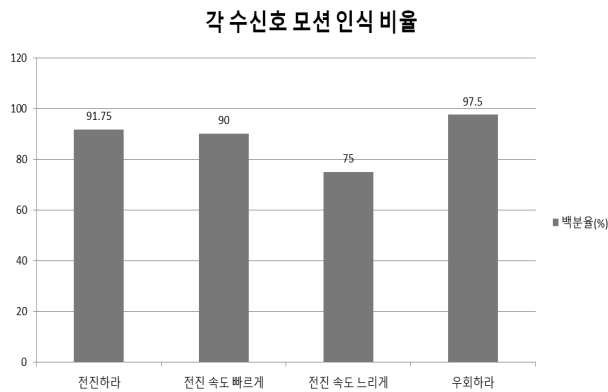


Fig. 18. Result of Hand Signal Recognition

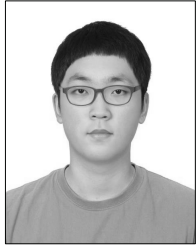
5. 결 론

본 논문에서는 모션센서가 장착된 웨어러블 디바이스를 이용한 군대 수신호 전송 시스템을 제안하였다. 제안 시스템에서 사용되는 모션 인식 디바이스는 초소형 아두이노와 자이로센서 및 가속도 센서의 6축을 이용해 손의 회전만으로 동작을 인식한다. 그리고 가벼운 밴드 형태의 웨어러블 디바이스로 휴대가 편리하고 진동센서를 통해 명령을 전달하므로 소음의 최소화와 무광의 이점이 있다. 또한, 현재 사용되고 있는 일반 군용 디바이스와 비교했을 때 상대적으로 가격이 저렴한 아두이노와 자이로센서 기반의 임베디드 시스템을 사용하므로 경제적 효과도 얻을 수 있다. 본 연구에

서 진행한 실험에서 제안 시스템은 4가지 수신호에 대해 평균적으로 88.82%의 인식률을 보였다. 인식률 향상을 위한 향후 연구 계획으로는 더 많은 사람들로부터 모션 데이터를 수집하고 자이로 센서와 가속도 센서가 통합된 보드 외에 독립된 자이로 센서와 가속도 센서로 구현된 디바이스로도 테스트를 수행한 후, 그 결과에 따라 알고리즘의 개선을 통해 인식률이 높은 디바이스 구현을 하는 것이다. 기존에 제안된 수신호 모션 인식 시스템들은 동작을 인식하고 구분하기 위한 방법에만 초점을 두었지만 본 연구에서는 실제로 군 작전 시에 운용 가능한 전체 시스템을 구축했다는 점에서 가치가 있다고 판단된다.

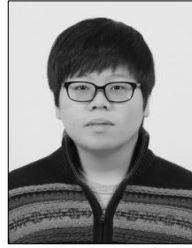
References

- [1] Defense Agency for Technology and Quality, 2015 national defense science and technology level survey [Internet], http://www.dapa.go.kr/user/boardList.action?command=view&page=1&boardId=I_626&boardSeq=O_24578&id=dapa_kr_040200000000.
- [2] K. H. Kwon, Y. S. Woo, and H. K. Min, “Design and implementation of a Korean text to sign language translation system,” *The KIPS Transaction*, Vol.7, No.3, pp.756-765, 2000.
- [3] J. H. Kim, Y. W. Roh, D. G. Kim, and K. S. Hong, “Design and implementation of a sign language gesture recognizer using data glove and motion tracking system,” in *Proceeding the KISPS Conference*, pp.233-237, 2005.
- [4] T. P. Tian and S. Sclaroff, “Handsignals recognition from video using 3D motion capture data,” in *Proceedings of IEEE Workshop on Motion and Video Computing*, pp.189-194, 2005.
- [5] S. W. Shon, J. H. Beh, C. J. Yang, H. Wang, and H. S. Ko, “Hand motion design for performance enhancement of vision based hand signal recognizer,” *The IEIE Transactions: SP*, Vol.48, No.4, pp.30-37, 2011.
- [6] D. Y. Lee, D. K. Shin, and D. I. Shin, “Military hand signals recognition method using camera,” in *Proceedings of the KSII Conference*, pp.25-26, 2015.
- [7] J. Yun, K. H. Pyun, D. S. Back, and N. S. Kim, “6-axis motion sensor based SWAT hand-signal motion recognition system,” in *Proceedings of the KIISE Conference*, pp.185-188, 2009.
- [8] J. Yun and H. Pyun, “Design and implementation of a 3-axes motion sensor based SWAT hand-signal motion-recognition system,” *The KSII Transaction*, Vol.15, No.4, pp.33-42, 2014.
- [9] E. S. Park and H. I. Kim, “A study on calibration of MEMS 3-axis accelerometer,” in *Proceeding of the IEIE Conference*, pp.949-950, 2007.



신 건

e-mail : shingun1231@nate.com
2012년~현 재 숭실대학교 컴퓨터학부
학사과정
관심분야: 임베디드, 데이터베이스



최 석 원

e-mail : hyo2won@naver.com
2012년~현 재 숭실대학교 컴퓨터학부
학사과정
관심분야: 컴퓨터 네트워크, 분산처리



전 재 철

e-mail : sky200go@naver.com
2012년~현 재 숭실대학교 컴퓨터학부
학사과정
관심분야: 알고리즘, 임베디드, 로보틱스



김 익 수

e-mail : iksuplorer@ssu.ac.kr
2000년 숭실대학교 컴퓨터학부(학사)
2002년 숭실대학교 컴퓨터학과(석사)
2008년 숭실대학교 컴퓨터학과(박사)
2009년~현 재 숭실대학교 컴퓨터학부
교수
관심분야: 시스템 보안, 네트워크 보안, 인증 프로토콜



전 민 호

e-mail : shockingmh@gmail.com
2012년~현 재 숭실대학교 컴퓨터학부
학사과정
관심분야: 네트워크 보안, 컴퓨터 네트워크,
모바일 어플리케이션