

# Zigbee와 GPS를 이용한 해녀 사고예방 스마트 모니터링 시스템 개발

(Development of Accident-prevention Smart Monitoring System for Woman Diver using Zigbee Module and GPS Sensor)

최민호\*, 김영상\*\*

(Min Ho Choi, Young Sang Kim)

## 요약

본 논문에서는 Zigbee와 GPS센서를 이용한 해녀 사고예방 스마트 모니터링 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 해녀들이 바다속에서 조업중에 있을 때, 물질하는 위치, 체온, 잠수의 깊이, 잠수 시간 등의 정보를 수집하여 안전사고 발생시 곧바로 대처할 수 있다. 본 연구에서는 해녀의 상태 및 물질 활동 정보 측정을 위한 스마트테왁과 스마트물안경을 개발하였다. GPS 수신이 가능한 스마트테왁은 스마트물안경과 Zigbee통신으로 측정된 데이터를 IHSS(IoT based Haenyeo Safety service Software)의 서버로 전송한다. 또한, IHSS는 반응형 웹으로 해녀의 위치 정보와 상태 정보를 스마트폰으로 서비스할 수 있다. 결론적으로 이 시스템은 해녀의 건강관리 및 안전 측면에서 매우 유용할 것이며, 유네스코 세계 무형문화유산 등재 기반 등 제주해녀의 세계화 마케팅에도 크게 기여할 것이다.

■ 중심어 : 스마트테왁, 스마트물안경, 스마트 모니터링, 사고예방, 사물인터넷

## Abstract

In this paper, we propose an accident-prevention smart monitoring system for Haenyeo(Woman diver) using Zigbee module and GPS sensor. This system can collect such information as the diving location, the body temperature, the depth of diving, and the diving time of a Woman diver working under the water and then respond immediately to an accident occurring. The research developed a smart Teawak and smart swimming goggles which can measure the state of a Woman diver and her diving activities. Smart Teawak, the buoy tool while a Woman diver is collecting seafoods under water, is able to receive GPS and transmit the data from smart swimming goggles and Zigbee Module to IHSS(IoT based Haenyeo Safety service Software) server. In addition, IHSS, a responsive web, provides the diving location and the state of a Woman diver on the smart phone. As a result, the system will be useful in the aspects of Woman diver' health care and the safety, furthermore, which will significantly contribute to global marketing of Woman diver with its being designated as a UNESCO intangible cultural asset.

■ keywords : Smart Teawak; Smart Goggles; Smart Monitoring; Accident Prevention; Internet of Things;

## I. 서론

최근 사물인터넷(IoT: Internet of Things) 기술의 발전은 가정이나 사무실은 물론 공장이나 자동차 등 다양한 분야에 사물 통신을 가능하게 만들고 있다. 사물인터넷은 사람의 개입없이 사물이 스스로 다른 사물과 정보를 주고받는 무선 통신망이

다. USN(Ubiquitous Sensor Network) 여러 분야에서 기후 변화 탐지나 지능형 홈 서비스, 주변 환경 인식 네트워크 등이 개발되었다.

무선 네트워킹 분야에서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구축하기 위한 방안으로는 Zigbee(IEEE802.15.4) 근거리 통신 기술을 많이 사용한다. Zigbee는 이미 상용화된 Bluetooth나 Wireless 보다 전송속도는 떨어지지만 소모 전력이 적고, 연결

\* 정회원, ㈜CS

\*\* 정회원, 제주한라대학교 디지털콘텐츠과

접수일자 : 2016년 06월 08일

수정일자 : 2016년 06월 27일

게재확정일 : 2016년 09월 08일

교신저자 : 김영상 e-mail : yskim@chu.ac.kr

기기 확장이 좋으며, 가격이 매우 저렴하다는 점에서 경쟁력이 있다[1]. 농작물 재배와 관련된 환경 시스템 개발[2]이나 실시간으로 발생한 데이터를 수집 분석하여 즉각적으로 대처하는 상황정보 모니터링[3]은 무선 센싱기술을 활용하고 있다.

무선통신에서 위치기반 서비스로 알려진 GPS(Global Positioning System)은 군사용으로 개발되었으나 2000년 이후 수십 미터의 오차가 나던 정밀도가 매우 높아지면서 자동차 내비게이션 등의 민간 항법 장치가 발달하였다. 현재 GPS는 무료 개방되어 여러 국가에서 활용하는 실정이다. 통상 GPS는 3개 이상의 GPS위성 신호를 이용하여 위치를 측정하고 있으며 위성 신호를 수신하지 못하는 실내나 높은 건물 등의 음영지역에서는 인식률이 낮은 단점이 있다.

일반적으로 안전사고는 위험 발생이 예상된 장소에서 교육 미비, 수칙 위반, 부주의 등으로 발생하는 사람 또는 재산 피해를 주는 사고를 말한다. 바다에 직접 들어가서 물질을 하는 해녀의 경우는 육상 현실과 달리 안전사고 발생시 즉각적인 대응이 매우 힘들다.

최근 보도에 따르면, 제주 해녀들의 고령화가 급속히 진행되고 있는 가운데 물질을 하다 숨지는 사고가 매년 끊이지 않고 있다고 한다[4, 5]. 2015년 6월 기준, 최근 6년간 물질을 하다 숨진 해녀는 2009년 7명, 2010년 5명, 2011년 11명, 2012년 7명, 2013년 7명, 2014년 9명, 2015년 5명 등으로 나타났다[4]. 이는 체력 저하가 고된 작업 환경을 극복하지 못하고, 무리하게 작업을 하다가 발생하는 인위적 사고이다.

해녀(Woman diver)는 스스로 잠수병, 이명 등의 위험을 예지, 회피, 대응할 수 있는 능력을 갖추어야 할 뿐 안전에 대해서 특별한 방책이 없다. 예를 들어, 해녀의 물질 중에 스스로 위험을 느끼고 외부에 도움을 요청하여 큰 문제가 발생하기 전에 주변의 동료나 관계 기관에 도움을 요청한다든지, 의식을 잃는 등의 긴급 상황이 발생하면 이를 구급센터 등에 신속히 알려줄 수 있는 정보알림 서비스 등이 필요한 실정이다.

따라서 사물인터넷 기술을 융합 접목하여 해녀의 작업 위치 정보와 건강 상태를 수집하여 사고를 방지하고 관리하는 정보 시스템 개발이 절실히 요구된다.

특히, 제주해녀가 국가중요어업유산 제1호로 지정되었고, 향후 유네스코 인류무형유산 등재를 앞 둔 시점에서 해녀문화의 지속적 활성화 및 안전 조업을 위해 해녀들의 건강관리 기초 데이터 확보 및 작업 중 안전사고 방지 및 관리를 위한 기술적인 접근 및 지원은 매우 중요하다.

본 논문에서는 해녀들이 바다속에서 작업하고 있을 때, 물질하는 위치, 체온, 잠수의 깊이, 잠수 시간 등의 정보를 수집하여 사고 발생에 곧바로 대처할 수 있도록 하는 해녀 사고예방 스마트 모니터링 시스템의 개발에 대해 논의한다. 제2장에서는 용어 정의 및 데이터 수집의 핵심 기술인 Zigbee 기술과 GPS 센서

에 대한 관련 연구동향을 제시하고, 제3장에서 데이터 수집 전송을 담당하는 스마트태와 스마트물안경의 설계 방법 및 상태 정보 모니터링과 SOS 긴급 호출 기능 구현 및 테스트 평가에 대해 기술하였다. 제4장에서 결론 및 해녀 사고예방 스마트 모니터링시스템의 개발 성과와 향후 전망을 제시한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 용어정의

#### 1.1 해녀

행정적으로 해녀는 잠수 또는 잠녀라고 한다. 물질 조업을 하면서 패류 또는 해조류를 채취하는 해녀를 현직 잠수라고 하고, 이전에 물질 작업을 하다가 지금은 얇은 바다에서 해조류를 채취하는 자를 전직 잠수라고 한다. 특히, 제주해녀는 민속학적, 여성학적 측면에서 그 가치를 인정받아 왔고 전 세계적으로 한 반도에만 귀하게 존재하는 여성 나잡업자라는 점과 바다 환경을 개척하면서 생태적으로 거의 완벽하게 환경에 적응했다는 점에서 크게 평가를 받고 있다[6].

그녀들은 보통 수심 5m에서 30초 쯤 작업을 하고 물 위로 뜨며, 때로는 수심 20m까지 들어가서 2분 남짓 건넌 다음, 물 위로 올라와서 숨비소리(호흡)를 낸다. 일반적으로 입어해서 10m에서 물질을 하는데 여름철에는 하루에 6~7시간, 겨울철에는 4~5시간, 연간 90일 정도 물질한다[7].

제주해녀는 삶을 영위하기 위한 어업기술의 형태일 뿐만 아니라 상군해녀, 애기해녀로 이어지는 제주만의 독특한 공동체의 풍습과 생활방식, 공동노동 형태 등 해녀 정신까지 확립된 아주 오랜 전부터 세대에 걸쳐 전승해 온 문화라 할 수 있다.

해양수산부는 2015년 12월 16일, 국가중요어업유산 최종심의 위원회를 열고 제주해녀어업을 대한민국 제1호 국가중요어업유산으로 지정하였다. 그럼에도 불구하고 지금까지 해녀의 안전과 건강에 대해서 구체적으로 연구된 사례는 미흡한 실정이다. 해녀는 하루의 물질 활동에서 안전이 차지하는 비중이 매우 크지만, 해녀 스스로 자신의 건강을 지켜야 하는 것이다.

#### 1.2 태와(태와)과 물안경

태와는 해녀가 수면에서 몸을 의지하거나 헤엄쳐 이동할 때 사용하는 부유(浮游)도구이다. 원래는 크고 잘 익은 박 속을 굽어내고 만들었지만, 1960년대 중반 가볍고 깨지지 않으며 부력이 좋은 스티로폼 태와가 등장하여 박 태와를 대체하였다. 망사리는 해녀들이 채취한 해산물을 넣어두는 그물망으로 태와에 매달아 한 세트가 된다[8]. 물안경은 바다속에서 해녀의 눈을 보호하기 위한 필수품으로 1940년 전후부터 제주도 잠녀 사회에 물안경이 등장했다[9].

2. 관련 연구

2.1 Zigbee 기술

Zigbee는 868Mhz, 902Mhz~928Mhz, 2.4Ghz에서 동작하는 무선 개별 통신규격이다. Zigbee를 사용하면 50미터 거리에서 서로 떨어진 주변장치들 간에 최고 250 Kbps속도로 데이터를 주고받을 수 있다. 또한, AA 알카라인 건전지 하나로 1년 이상을 사용할 수 있는 정도의 저전력을 유지한다. Zigbee 표준은 IEEE 802.15.4 무선 표준을 기반으로 하고 있으며, 이 표준의 초안은 Zigbee 얼라이언스에서 논의 및 작성되고 있다. Zigbee 기술은 지능형 홈 네트워크, 빌딩 및 산업기기 자동화, 물류, 환경 모니터링, 휴먼 인터페이스, 텔레메틱스 등 유비쿼터스 환경의 생활제품 개발에 응용되고 있다.

누리 텔레콤은 Zigbee를 이용하여 만든 원격 검침기는 수도, 전기 등의 사용량을 집밖에서 무선으로 확인할 수 있게 설계하였다. 또한, 자동판매기의 판매 및 재고 데이터를 수집해 중앙에서 원격관리하는 Zigbee 모델도 개발하였다. 그 외에도 KT는 네스팜에 Zigbee를 도입하였으며, 에스디시스템[1]은 Zigbee 기술을 이용한 홈오토메이션을 개발하는 등 최근 IoT가 발전하면서 그 활용도가 증가하고 있다.

최근 학문적 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 출입통제 시스템의 설계[10], 환자발생 등의 긴급 재난상황에 사용자에게 알리는 시스템[11], 동물 생체정보를 이용한 질병 예방 감시 시스템[12] 등이 Zigbee 기반 무선센서 활용 연구이고, 실시간 센서 모니터링 시스템[13], 독거 노인 응급 상황 인식을 위한 모니터링[14], 사물인터넷 기반의 해양 적·녹조 실시간 모니터링 시스템[15]은 무선 센서를 이용한 모니터링 연구에 해당한다.

2.2 GPS 센서

일반적으로 무선통신을 이용하여 위치 정보를 제공하는 GPS는 인공위성을 이용한 위치 정보 시스템으로 그 위치를 아는 위성에서 발사하는 전파를 수신하여 관측 지점까지의 소요시간을 측정함으로써 관측점의 위치를 구한다.

위치 정보를 얻기 위해서 사용되는 측위기술은 적외선, 초음파, RF, UWB, RFID, Bluetooth, OFDM, WLAN, CDMA 등을 이용한 기술들이 있으나 이 중에서 위성신호를 기반으로 위치를 계산하는 GPS가 가장 많이 쓰이고 있다.

본 연구에서는 스마트테왁의 위치 파악을 위하여 위치정보 센서를 탑재하여 해당 좌표를 수집하도록 구현하였다[16].

Zigbee와 GPS를 이용한 실내 위치 인식 시스템[17]의 연구는 노드간의 거리를 이용하여 위치를 구하는 방식으로 노드 간의 거리는 Zigbee의 수신 신호 세기를 이용하여 거리를 계산하였다. 그러나 Zigbee의 수신 세기의 경우, 거리에 따라 달라지나 그 값이 정확하지 않아 오차가 크다고 하였다.

III. 제안 시스템

1. 개발 시스템 구성과 개요

안전사고 예방을 위한 해녀 모니터링 시스템은 제주해녀들의 조업 중에 발생할 수 있는 안전사고 발생 시 즉각적인 대응과 해녀의 건강관리 기초자료를 확보할 수 있도록 해녀들의 조업 활동에 IT 기술을 접목시키는 목적에서 연구되었다. 이 시스템은 제주 해녀들의 물질에 있어서 물질 위치, 체온, 잠수 깊이, 잠수 시간 등을 수집하여 서비스함으로써 안전사고 예방과 잠수병 등으로부터의 건강관리 기초데이터 생성 및 사고 발생 시 즉각적인 대응이 가능하도록 설계되었다.

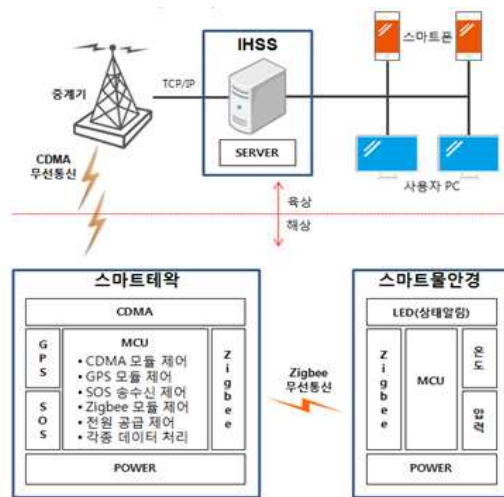


그림 1. Haeyeo Monitoring System 구성도

개발 시스템 구성도는 그림 1과 같이 해상에서 운영되는 스마트테왁, 스마트물안경 및 육상에서 운영되는 IHSS(IoT based Haeyeo Safety service Software)로 이루어져 있다.

스마트물안경은 해녀의 활동 상태정보를 수집하고 수집된 정보를 스마트테왁으로 넘겨준다. 스마트테왁은 그 데이터를 서버로 전송하며, 서버는 스마트테왁에서 SOS 알람 등의 정보를 수신하였을 시는 스마트물안경으로 정보를 전달하여 해녀에게 인지도시켜준다. 스마트물안경은 체온측정을 위한 온도센서, 해녀의 위치파악을 위한 GPS센서, 해녀의 물질 활동 정보 수집을 위한 수심측정용 압력센서, 해녀에게 상태 알람을 위한 LED, 데이터 송수신을 위한 통신 모듈, 전원공급을 위한 전원부 및 이러한 모든 구성에 대한 작동제어를 위한 MCU 등으로 구성된다. IHSS(해녀안전서비스 프로그램)는 스마트테왁으로부터 전송된 각종 정보를 DB화하고 저장된 데이터를 기반으로 가공 데이터를 산출하며, 이를 다양한 형태로 서비스해 주는 프로그램으로 서버장비 및 데이터 수집 모듈, 모니터링 프로그램, 긴급 상황 알람 모듈 등으로 이루어져 있다.

IHSS는 해녀의 체온, 잠수 횟수, 잠수 시간, 잠수 깊이에 대한 정보를 제공하는 해녀 활동상태 모니터링 서비스, 어선 등 소형 선박과 해녀와의 충돌로 발생할 수 있는 안전사고 방지를 위한 스마트폰 활용 해녀 위치정보 제공 서비스, 물질 중 이상 상황 발생 시 해녀 스스로 위험을 알릴 수 있는 긴급 SOS 호출 서비스, 자동 긴급 상황 발생 알림 및 발생 위치 정보알림 서비스 등 4가지로 구성되어 있다.

본 연구에서는 해녀의 상태 및 물질 활동 정보 측정을 위한 장비로 기존의 테왁과 물안경을 새롭게 개선하였다. 첫째, 해녀의 물질 활동 시 항상 물에 떠 있는 테왁을 이용하여 GPS 수신 및 서버와의 통신이 가능하도록 테왁 기능을 겸한 테왁형 송수신장치로 스마트테왁을 제안한다. 둘째, 해녀가 잠수하였다가 물 위로 떠올랐을 때 물 밖으로 나오는 유일한 도구인 물안경을 변형하여 물속에서 측정된 데이터를 물 위로 올라왔을 때 스마트테왁과 Zigbee 통신으로 측정된 데이터 전송이 가능한 스마트물안경을 제안한다.

전반적으로 해녀 사고예방 스마트 모니터링 시스템은 해녀의 건강관리에 있어 중요한 요소인 개인별 잠수 정보를 지속적으로 수집 및 관리하고 해녀의 물질 중 이상 상황 감지 시 해상에서 도움 요청이 가능하며, 긴급 상황 발생 시 자동으로 발생 위치를 알려주는 등 해녀의 건강관리 및 안전 측면에서 매우 유용한 역할을 할 수 있다.

## 2. IHSS 설계 및 구현

해녀안전서비스 프로그램(IHSS)은 반응형 웹 형태로 구현하여 스마트폰에서도 서비스를 제공받을 수 있다. 해녀 위치정보 서비스는 그림 2와 같이 선박 운행자가 로그인을 하지 않아도 해녀의 조업 위치를 확인할 수 있다. 선박과 해녀와의 충돌 사고를 미연에 방지할 수 있고, 조업 중인 해녀 전체의 위치정보 지도 표출 기능, 해녀 및 사용자(선박) 위치 지도표출 기능, 해녀 및 사용자 위치정보 수집시각 지도 표출 기능, 해녀 위치정보 수집시각 지도 표출 기능 등을 구현하였다.



그림 2. 해녀 위치정보 서비스

해녀상태정보서비스는 로그인을 하여야 서비스가 되도록 구현하여 본인 또는 허가된 사용자만이 상태정보를 확인할 수 있도록 한다. 해녀상태정보서비스를 제공받을 수 있는 권한은 해녀사용자 및 어촌계관리자로 구분하고, 해녀사용자는 본인 정보만 서비스 받을 수 있으며, 어촌계관리자는 해당 어촌계 소속 해녀들의 정보를 모두 서비스 받을 수 있다. 또한, 어촌계관리자는 SOS정보를 받아서 긴급 상황 발생 시 즉각적인 조치나 대응이 이루어질 수 있도록 구현하였다. 그림 3은 해녀상태정보서비스의 주요 기능을 구현한 것으로 체온, 잠수시간, 잠수횟수, 잠수수심 정보를 최근정보와 통계정보로 구분하여 모니터링 및 조회가 가능하다.

항목/동일	8월			9월				
	29일	30일	31일	01일	02일	03일	04일	05일
평균 체온 (°C)	36.5	36.4	36.3	36.5	36.7	36.4	36.5	36.4
잠수 시간 (시간)	3.2	2.8	3.1	3.0	2.9	3.4	4.0	2.5
잠수 횟수 (회)	100	95	110	97	98	120	150	80
평균 잠수 수심 (M)	3.4	5.2	5.3	6	8.2	4.6	5.3	5.8

그림 3. 해녀 상태정보 서비스

## 3. 스마트테왁의 하드웨어

해녀의 물질 위치, 체온, 잠수깊이, 잠수시간을 모니터링하기 위한 하드웨어는 스마트테왁과 스마트물안경이 하나의 세트로 이루어지며, 그 동작은 다음과 같다.

스마트테왁 회로의 구성은 크게 모든 데이터 처리를 위한 AP(Application Processor), 원거리 무선통신 RF 솔루션인 WCDMA Modem, 근거리 무선통신 RF 솔루션 Zigbee Module, 해녀의 물질 위치 모니터링을 위한 GPS Module, 전 원부로 이루어진다. Main AP는 스마트물안경으로부터 수신되는 데이터(체온, 잠수깊이, 잠수시간) 및 테왁에 장착된 GPS Module로부터 획득할 수 있는 해녀의 물질위치 등 모든 데이터의 대한 처리를 담당한다.



그림 4. Zigbee Module

그림 4의 Zigbee Module(RP-M2470)은 근거리에서 있는 스마트물안경으로부터 무선으로 송신되는 데이터를 수신하여 처리하고, 이를 Main CPU으로 송신하는 동작을 하게 된다.

헤너가 직접 착용하게 되는 스마트물안경에는 온도센서, 압력센서가 장착되어 데이터를 수집하는 소스로 동작하며, 이 데이터를 처리함과 동시에 스마트테약으로 전송하는 근거리 무선 송수신의 역할은 Zigbee Module이 담당한다.

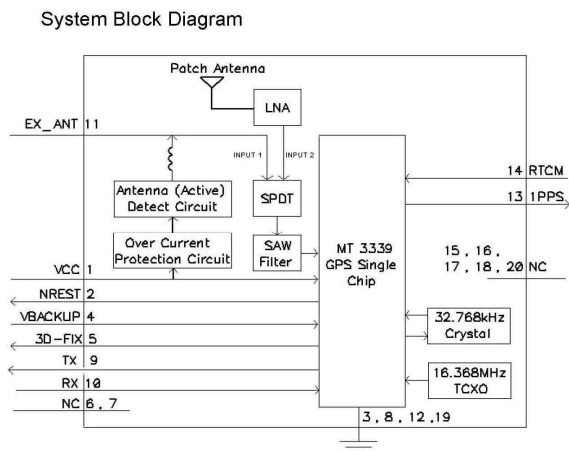


그림 5. GPS Module

그림 5는 스마트테약에 장착된 GPS Module이며, 수신된 테약의 GPS 데이터를 AP와 WCDMA Modem을 거쳐 Server로 송신함으로써 헤너의 물질위치에 대한 정보를 제공한다.

스마트테약은 배터리만으로도 동작할 수 있도록 하였으며, 배터리의 충전은 내부에 MCP-73831T를 적용하였으며, 이를 통해 배터리에 장착된 PCM회로와 더불어 과충전 및 과방전으로부터의 배터리에 대한 안정성을 2중으로 높였다.

그 구성은 배터리충전을 위한 상전원(DC 5V)입력시에 배터리에서의 전원공급은 차단함으로써 배터리의 충전시간을 줄일 수 있도록 하였으며 무선충전이 가능하도록 하였다. 최대 충전전류는 500mA로 제한하였으나, 추후 충전전류의 최대값을 Try & Error로 변경, 적용함으로써 충전시간의 단축을 꾀할 수 있다.

#### 4. 스마트물안경 하드웨어

스마트물안경 회로의 구성은 크게 모든 센서부(압력센서, 온도센서), Data의 Processing과 근거리에서 있는 테약으로 무선으로 송신하는 역할을 담당하는 Zigbee Module 및 전원부로 이루어져 있다.

스마트테약과 마찬가지로 스마트물안경의 Zigbee Module은 센서(온도센서, 압력센서)로부터 취득한 데이터를 처리하여, 모듈화하여 근거리에서 있는 테약에게 무선으로 송신하는 역할을 담당한다. 온도 센서는 물안경에 부착되어 헤너의 피부에 닿아 있어, 헤너의 체온을 취득할 수 있으며 Zigbee 모듈이 아날로그 신호를 디지털로 변환하여 헤너의 체온을 측정하게 된다.

잠수 깊이를 측정하는 센서는 스마트물안경에 장착되어 있으며, 물속의 압력을 원천 소스로 하여 데이터처리를 함으로써 헤너의 잠수 깊이를 측정하게 된다. 그림 6은 헤너의 잠수 깊이를 측정하는 센서의 블록도이다.

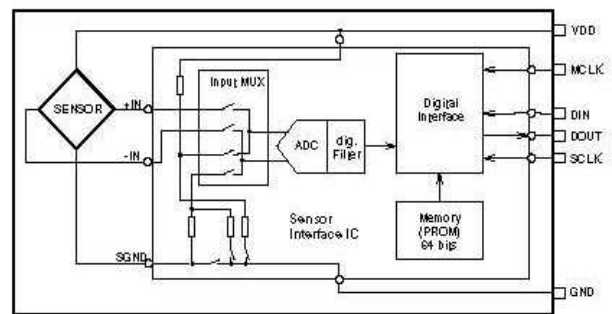


그림 6. 잠수 깊이 측정 센서 블록도

스마트물안경의 전원부 구성은 스마트테약의 구성과 동일하며, 단지 충전전류의 최대값을 스마트물안경에서 채택된 배터리에 맞추도록 최적화하였다.

#### 5. 실험역 테스트 및 평가

시스템 테스트 방법으로 본 연구에서는 실제 해역에서 헤너의 해산물 채취 활동에 본 연구에서 개발된 스마트테약 및 스마트물안경을 착용하여 동작시험을 실시하였다. 먼저 GPS 데이터 측정은 일정 시간(1초) 간격으로 측정되는 GPS 좌표 측정한다. 측정된 GPS 좌표는 그림 7과 같이 일정 시간 간격(5분)으로 메모리에 저장한다. 그리고 지도의 위도와 경도 좌표 대조를 통해 좌표값이 이상없음을 확인하였다. 또한 방진방수 시험으로 실험환경에서 침수상태는 이상이 없었다.

Time	Latitude	Longitude
115957,	33.519615,	126.529349
120057,	33.519615,	126.529350
120157,	33.519614,	126.529351
120258,	33.519616,	126.529350
120357,	33.519616,	126.529350

그림 7. 스마트테왁에서 측정된 GPS Data

스마트물안경에 대해서도 각각의 단위 기능을 실험실에서 테스트하고 검증하였다. 해녀의 체온 측정은 일정 시간 간격(1~3 초)으로 온도센서에 밀착된 해녀의 안면 온도를 NTC 온도센서를 통해 ADC를 측정하였다. 측정된 ADC값을 저항-온도 테이블을 통해 온도 값으로 환산하고, 환산값을 내부 메모리에 저장하였다. 그리고 전송 데이터를 통해 측정데이터가 이상 없음을 확인하였다. 수심 측정은 체온 측정 간격과 동일한 시점에 스마트물안경의 압력센서의 압력 측정으로 이루어졌고, 측정한 압력값을 수심(m)로 환산하고, 환산값을 내부 메모리에 저장하였다. 전송된 데이터를 통해 측정데이터가 이상 없음을 확인하였다.

본 연구에서 제안한 스마트테왁 및 스마트물안경 간에는 Zigbee 무선통신으로 데이터를 주고 받으며, 물안경에서 측정된 데이터는 스마트테왁으로 전송되고, 스마트테왁의 SOS이벤트 신호, 동기화 데이터 등은 스마트테왁에서 스마트물안경으로 무리없이 전송됨을 알 수 있었다.

그리고 IHSS의 GIS 기반 해녀 위치 표시는 스마트테왁이 5분 주기로 수집된 데이터를 IHSS로 전송하며, GPS 위치좌표 데이터는 1분에 1회씩 저장하도록 설정하여 실환경에서 테스트하였고, 해녀로부터 측정된 체온은 그림 8과 같이 모니터링되도록 하였다.



그림 8. 해녀 체온 측정결과 그래프

#### IV. 결론

현재 사물인터넷 기술이 각종 센서를 이용한 측정 기술과 이

러한 기기들을 연결하는 NFC나 제어기 등의 개발에 집중되어 있어 생활안전 분야에서 사물인터넷 기술을 접목할 필요성이 제기되었다. 이러한 관점에서 바다에서 해산물을 채취하는 해녀의 조업 위치 정보와 건강 상태를 수집하여 사고를 미연에 방지하고 관리하는 정보시스템 개발이 절실히 요구된다.

본 연구에서는 GPS수신이 가능한 스마트 테왁과 Zigbee통신으로 측정 데이터 전송이 가능한 스마트 물안경을 제안하였다. 또한 해녀의 위치 정보와 상태 정보를 모니터링하는 IHSS를 개발하였다.

해녀관리시스템은 스마트물안경으로부터 스마트테왁을 경유하여 IHSS에 이르기까지 해녀의 물질 데이터가 전달되며, 최종적으로 IHSS에서 해녀의 작업 데이터(시간, GPS위치, 해녀체온, 잠수깊이, 잠수시간, 잠수횟수)를 파악할 수 있도록 구성되었다. 해녀의 안전을 위해서 스마트테왁의 SOS스위치를 누르면 SOS 이벤트 신호가 서버로 전송되며, 전송된 SOS 이벤트 신호는 등록된 연락처 SMS로 전송하고, 다른 주변 해녀에게 SOS 신호를 보내 위급상황을 알리도록 되어 있다. 또한 실험 테스트 결과, 물안경 측정 데이터의 전송, SOS이벤트 신호 수신, Zigbee 무선 통신 거리에 대한 Zigbee 통신이 정상적으로 동작하였다.

최근 제주해녀가 대한민국 제1호 국가중요어업유산으로 지정됨에 따라 정부는 제주해녀의 활성화를 위한 기본계획 수립을 추진하는 등 해녀어업의 활성화 지원계획이 마련할 예정이다. 이 계획에는 해녀 안전 분야도 포함될 것으로 전망된다.

결론적으로 해녀관리시스템은 IoT 기술을 해녀의 작업환경과 안전에 적용했다는 점에서 주목할 만한 성과라고 생각되며, 유네스코 세계무형문화유산 등재 기반 등 제주해녀의 세계화 마케팅에도 유용할 것이다.

향후 연구로는 안전사고 발생 시 해녀 위치를 정확히 예상할 수 있도록 스마트테왁의 위치변화 패턴 분석을 통한 위치추적 알고리즘을 추가하여 본 시스템의 실효성을 높인다면, 해녀 안전관리시스템에 대한 사회의 관심과 수요는 더욱 증대할 것으로 기대된다.

#### References

- [1] P.J. Moon, "The Analysis of Zigbee Technology for WPAN," *Journal of Natural Science in Pyongtaek University*, Vol. 6, pp. 81-92, 2006.
- [2] E.J. Lee and K.I. Lee and H.S. Kim, Bong-Soo Kang, "Development of Agriculture Environment Monitoring System Using Integrated Sensor Module," *The Korea Contents Association*, Vol. 10, No. 2, pp. 63-71, Feb. 2010.
- [3] K.W. Lee and C.G. Sung, "An Implement of

- Context Data Monitoring System based on Ubiquitous Sensor Network,” *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 11, No. 5, pp. 259-265, Nov. 2006.
- [4] [http://www.jejumaeil.net/search\\_yonhap/](http://www.jejumaeil.net/search_yonhap/), 2015.6.11.
- [5] <http://www.jejusori.net>. 2016.01.05.
- [6] H.K. Ghoa and M.S. Kwon, “The Culture and Livelihood of the Haenyeo,” *Journal of Cheju Studies*, Vol. 32, pp. 229-259, 2009.
- [7] P.H. Kim, “An Ethnographic study on the Health Lifestyles of Sea Women of Jeju,” *Ph. D. Thesis, Dept. of Nursing Graduate School, Catholic Univ. of Pusan*, pp. 1-143, 2016.
- [8] <http://www.culturecontent.com/>, KOCCA.
- [9] <http://www.jejudomin.co.kr/news/articleView.html?idxno=32735>, 2012.05.29.
- [10] H.S. Joo, “The Design and Implementation of Mobile base on Access Control System Using Zigbee Method,” *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 13, No. 2, pp. 211-220, Mar. 2008.
- [11] Y.J. Kim and C.S. Lim, “Design and Implementation of Emergency Calamity System within Wireless Personal Area Network,” *Conference Proceeding of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 16, No. 1, pp. 269-273, Jun. 2008.
- [12] H.C. Jung and M.C. Park, “A Design of Animal Disease Prevention Monitoring System using Zigbee,” *Conference Proceeding of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 22, No. 2, pp. 417-418, Jul. 2014.
- [13] G.H. Kim, “Implementation of Real-time Sensor Monitoring System on Zigbee Module,” *The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, Vol. 6, No. 2, pp. 312-318, Apr. 2011.
- [14] J.Y. Ko and H.K. Kim, “A Study on the Monitoring System for Emergency Recognition of Elderly People Living Alone,” *Korean Institute of Information Technology*, Vol. 12, No. 3, pp. 61-68, Mar. 2014.
- [15] N.H. Kim, “Realtime Monitoring System for Marine Red Tide and Water-bloom based on Internet of Things,” *Smart Media Journal*, Vol. 5, No. 1, pp. 130-136, Mar. 2016.
- [16] M.H. Choi, “The Report on Development of Smart Haenyeo Safety System based on IoT,” *Local-led Industry Development Support Program(R&D), KIAT, Ministry of Trade Industry and Energy*, pp. 1-185, Dec. 2015.
- [17] J.T. Ryu and I.K. Kim, “The Development of Indoor Location Measurement System using Zigbee and GPS,” *Journal of The Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 17, No. 4, pp. 1-7, Aug. 2012.

---

 저자 소개
 

---



최민호(정회원)

1999년 제주대학교 기계공학과 학사 졸업.

2001년 제주대학교 대학원 석사 졸업.  
2004년 ~ 현재 ㈜CS 대표이사.

<주관심분야 : 스마트미디어, RFID/USN, IoT>



김영상(정회원)

1990년 울산대학교 전자계산학과 학사 졸업.

1993년 경북대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업.

2001년 경북대학교 컴퓨터공학과 박사 졸업.

1993년 ~ 현재 제주한라대학교 디지털콘텐츠과 부교수.

<주관심분야 : 증강현실, 스마트미디어, IoT, 빅데이터>