The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC)
Vol. 18, No. 6, pp.221-228, Dec. 31, 2018. pISSN 2289-0238, eISSN 2289-0246

https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.6.221
JIIBC 2018-6-30

# 안드로이드를 이용한 해양원격진료시스템 구현

# Implementation of Maritime Telemedicine System Using Android

이호태*, 김병철**

**Ho-Tae Lee*, Byoung-Chul Kim****

**요 약** 이 연구의 목적은 해상에서 발생한 환자에게 최상의 의료서비스를 제공하기 위하여 해양원격진료시스템을 설계하고 구현하는데 있다. 이를 위하여 해상원격 진료에 필요한 통신경로인 인마셋(INMARSAT)과 엠베스트(MVAST)를 고찰하여 해양통신경로에 다양성을 제시하고 스마트 기기와 진찰용 의료기기를 연동하여 해양원격진료를 가능하게 구현하였다. 해양원격진료시스템은 HTTP를 채택하여 웹서버를 구성하고 클라이언트 요청을 처리하도록 하였으며, 안드로이드패드용 어플리케이션을 이용하여 환자의 차트 정보를 입력하고 진단용 블루투스 전자청진기를 이용하여 환자를 진단하도록 하였다.본 시스템은 해상의 응급환자에게 적절한 대처를 하여 의료서비스를 향상시킬 수 있으며 향후 다양한 의료장비와의 연동을 통해 효과적인 의료지원시스템으로서의 가능성이 클 것으로 기대된다.

**Abstract** The purpose of this study is to design and implement a maritime telemedicine system to provide the best medical service for patients who rescue and happens in sailing ship. For this purpose, INMARSAT and MVAST, which are necessary communication channels for maritime telemedicine, were examined and diversity in maritime communication path was suggested. It was implemented to enable maritime telemedicine by linking smart devices and medical devices for physical examination. The marine telemedicine system adopts the HTTP communication protocol to configure the web server and process the client request. The patient's chart information was entered using an application for AndroidPad and the patient was diagnosed using Bluetooth electronic stethoscope for diagnosis. This system enables appropriate medical treatment to emergency patients at maritime, which ultimately can improve medical services. It is expected to be a more effective medical support system through linkage with various medical equipment.

**Key Words :** Telemedicine, Android, Marine, Inmarsat, Mvsat

## Ⅰ. 서 론

정보통신 기술의 발달과 함께 원격으로 환자의 질병을 예방하고 치료, 진단, 관리 할 수 있는 유헬스(U-health) 서비스가 등장하였다. 이것은 의료진과 환자의 시공간 장애를 극복하고 가장 효율적인 의료 서비스로 과거 의료진을 중심으로 질환 발생 후 대응하는 치료에서 질환 예방과 환자중심 의료서비스로 이동하고 있다.

이러한 패러다임의 변화를 주도하는 것은 스마트폰, 스마트 태블릿 등의 기기 발전, IoT(Internet of Things)의 발전, 진단용 기기의 발전 등 다양한 통신환경의 구축에 맞추어 변화가 이루어지고 있다.

그중 다양한 통신환경이 구축되어 있는 육상의 비해 통신환경이 취약한 해양의 경우 통신경로 개선 및 발전

*정회원, 부산대학교 IT응용공학과
**정회원, 부산대학교 IT응용공학과 교수 (교신저자)
접수일자: 2018년 10월 16일, 수정완료: 2018년 11월 16일
게재확정일자: 2018년 12월 7일

Received: 16 October, 2018 / Revised: 16 November, 2018 / Accepted: 7 December, 2018
**Corresponding Author: bckim@pusan.ac.kr
Dept. of Applied IT Engineering, Pusan National University, Korea

의 필요성이 대두 되고 있다.

해상원격진료에 필요한 인마셋(International Maritime Satellite Organization)과 초고속 무제한 해상 위성통신(MVSAT: Maritime Very Small Aperture Terminal) 대한 고찰로 해양 통신 경로에 대한 다양성을 제안하고 스마트 기기와 진찰용 의료기기를 연동하여 진찰 데이터를 수집, 전송, 진단결과 수신 등을 할 수 있는 선박용 앱과, 무선 통신을 통하여 진찰 데이터의 수신과 진단결과를 전송 할 수 있는 서버(PC)구축, 의료진이 사용하는 진단용 앱 등을 개발하여 해양 환경과 유사한 환경을 조성 후 실험으로 등으로 해양원격진료 서비스에 대한 기초자료 제공하고자 한다[3].

## II. 관련연구

### 1. 해상원격의료 서비스

현재 사물인터넷, 웨어러블 컴퓨팅, 스마트기기가 범세계적인 첨단 IT(Information Technology) 트렌드로 저변 확대된 시점에 선박에서는 상대적으로 사용이 불편한 PC(Personal Computer) 기반의 거치형 키오스크(KIOSK) 진료 시스템을 사용하고 있으며, 병원에서도 특정한 공간내의 거치형 PC 기반으로 하여 진단 등에 사용하고 있다.

이는 공간적인 제약을 가지게 되며, 응급환자 발생 시 환자를 진료시스템이 있는 위치까지 옮겨야 하는 취약한 구조로 되어있는 문제점이 있어 이를 보완하고자 보편화된 스마트 태블릿과 블루투스 등으로 연동되는 전자진단기 등을 활용하면 이동성을 보장해 주며 항상 데이터에 접근이 용이하고 응급환자 발생 시에 대처가 용이다.

표 1의 고정형 시스템과 스마트 시스템 비교자료를 보게 되면 뚜렷한 차이점을 알 수 있다.

**표 1. 고정형 시스템과 스마트 시스템 차이**
**Table 1. Differences between fixed and smart system**

| 스마트 시스템 | 구분 | 고정형 시스템 |
|---|---|---|
| 이동형 | 이용장소 | 고정형 |
| 매우 높음 | 활용범위 | 낮음 |
| 시진, 문진, 청진, 사진 | 진료형태 | 시진, 문진, 청진 |
| 저가 | 도입비용 | 매우고가 |
| 환자 및 불특정 다수 | 진료대상 | 선박, 도서산간지역, 교도소 등 |
| 위성통신 및 유성버스트통신 | 통신 | 위성통신 및 VPN |
| 대상자의 기초 대사 상태 상시 확인 가능, 응급 환자 발생 시 대응 가능 | 주요 활용 범위 | 당뇨, 고혈압, 심장질환등 만성 질환에 활용 |

### 2. 인마셋 및 MVSAT

인마셋과 MVSAT은 KTsat에서 해상위성통신으로 서비스를 제공하고 있으며 인마셋의 경우 인마셋-4 위성을 통해 광대역 인터넷 프로토콜 데이터 성능으로 전화, FAX, 데이터 통신(위성모드(2.4kbps) / GSM모드(9.6kbps))을 제공하며 전 세계 어디서나 KT지구국을 통해 통신서비스를 이용할 수 있으나 선불카드이용, 사용한 용량(byte)에 따른 데이터요금 지출하므로 비효율 적이다. 최근에 개발된 MVSAT의 경우 2018년도 1월에 세계 최초로 시범서비스에 성공하였으며 단기간 대용량 데이터 사용에 특화되어 있어 시운전선박 등 단기간의 사용을 목적으로 한 서비스로서 아직 고객이 필요로 하는 해양원격진료 서비스 및 해양 사물인터넷 플랫폼은 구축 단계에 있다. MVSAT의 장점은 기존의 인마셋(410kbps)보다 5배가량 빠른 2Mbps의 속도를 보이고 있으며 국내 대형선박 월평균 데이터 사용량인 26GB 기준 MVSAT는 150만원, 인마셋은 1,270만원으로 종량제인 인마셋과 달리 정액제로 무제한으로 서비스를 이용할 수 있어 앞으로 다양한 서비스 개발에 기대를 할 수 있다[1].

## III. 시스템 설계 및 구현

해양원격진료 시스템은 HTTP를 채택하여 웹 서버를 구성하고 클라이언트의 요청을 처리하도록 하였으며 스마트기기용 어플리케이션은 웹앱과 네이티브앱 두 가지 방식의 장점을 융합한 하이브리드앱 방식으로 구현하여 차후 웹브라우징 기능이 제공되는 스마트기기 및 PC, 매킨토시 등으로 폭넓은 확장성을 가지도록 하였다.

선박용과 의료진용 어플리케이션을 따로 구현하지 않고 하나의 어플리케이션으로 통합하여 로그인 계정에 따라 선박과 의료진을 구분한다[5].

**표 2. 시스템 개발용 소프트웨어**
**Table 2. system development-load software**

| 항목 | 언어 | 내용 |
|---|---|---|
| Android Studio( 1.4.1 ) | JAVA | Android 앱 개발 |
| Xcode( 7.1.1 ) | Swift | iPad 앱 개발 |
| MySQL(5.7.9) | SQL | DB 구축 |
| Apache( 2.4 ) | HTML, Javascript | 웹서버 구축 |
| PHP( 5.6.15 ) | PHP | 웹서버 구축 |

### 1. 데이터베이스

PC용 데이터베이스 마이에스큐엘을 사용하여 그림 1과 같이 ①진료차트, ②진료기록, ③원격지정보, ④환자정보, ⑤의사정보,⑥첨부파일 등 6개의 쓰레드로 구성하며 그림2와 같이 각각의 역할에 맞추어 데이터베이스 내에 작성 및 처리를 다음과 같이 한다.

- 초진 시 원격지(선박)의 의료 담당자가 “진료차트” 및 “진료 기록”에 내용을 기입하여 진료요청
- 사진, 청진기 데이터 등의 첨부 데이터는 “첨부 파일”에 저장
- 의사는 소견 및 처방 또는 요청사항을 “진료 기록”에 추가 기입
- 원격지의 의료 담당자와 병원의 담당 의사가 “진료차트”에 대한 요청 및 답변을 “진료 기록”에 계속 추가하는 형식으로 구성

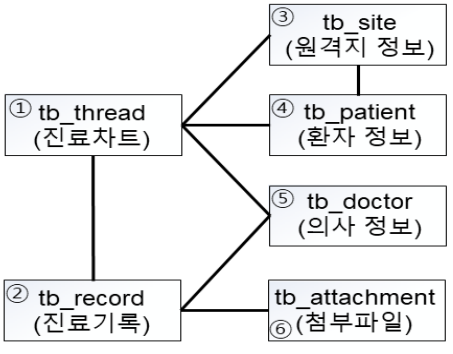



**그림 1. 데이터베이스**
**Fig. 1. Database**

```
$item = pnu_mysql_query_item
        ("SELECT thread.*, patient.name patient_name, department.name department_name"
          . " FROM `tb_thread` thread, `tb_patient` patient, `tb_department` department "
          . " WHERE thread.id = '".$thread_id."' AND patient.id=thread.patient AND
        department.id=thread.department");
```

**그림 2. 데이터베이스 작성 및 처리**
**Fig. 2. Database creation and processing**

```
$ImageData = file_get_contents($F["tmp_name"]);
$RESULT = pnu_mysql_query_command
          ("INSERT INTO `tb_attachment` (`identity`, `mime_type`, `param_int`, `param_data`)"
           . " VALUES ('".$AttachIdentity."', '".$MimeType."', '"
           . $i."', '"
           . pnu_mysql_encode_string($ImageData)."')");
```

**그림 3. 클라이언트로부터 수신 파일 데이터베이스 저장**
**Fig. 3. Save file database received for client**

### 2. 스마트 기기용 어플리케이션

스마트기기용 어플리케이션 스토리보드는 그림 2와 같이 앱 로그인, 메뉴, 기본정보입력, 차트열람, 상세내용입력, 청진데이터 생성 및 열람 등 6개의 스토리로 구성되며 세부 내용은 다음과 같다.

선박 측에서 초진 시 새 차트를 작성하여 새로운 스레드 생성한다. 차트는 하나의 스레드 내에 여러 개의 레코드가 묶인 형태로 구성되며 차트가 종결 처리 될 때 까지 담당자 또는 의사가 레코드를 추가 할 수 있다. 차트 등록이 완료 되면 환자에 대한 증상 및 자료 등을 첨부할 수 있는 레코드 추가 화면으로 전환된다.

차트목록은 현재 활성화된 차트 및 최근에 종결 처리된 차트들의 목록이 표시되며, 병원 측 담당 의사 및 응급, 일반 환자를 구분하여 표시한다. 차트 열람은 선택된 차트의 정보와 포함된 레코드들을 열람, 레코드 추가, 종결 처리 등을 할 수 있다. 사진정보열람은 레코드에 첨부된 사진을 열람할 수 있으며 사진의 확대 축소가 가능하다. 청진정보열람 레코드에 첨부된 청진 정보를 열람 할 수 있으며 청진의 위치 및 사운드 데이터로 구성한다.

레코드 추가는 선박에서 의사, 의사에서 선박으로 전달할 내용을 입력할 수 있으며 댓글 기능처럼 상호 대화형으로 구성한다. 데이터 용량을 생각하여 첨부는 최대 10개로 제한하며 사진자료나 청진음 첨부는 스마트폰의 기능과 동일하게 사용 할 수 있다.

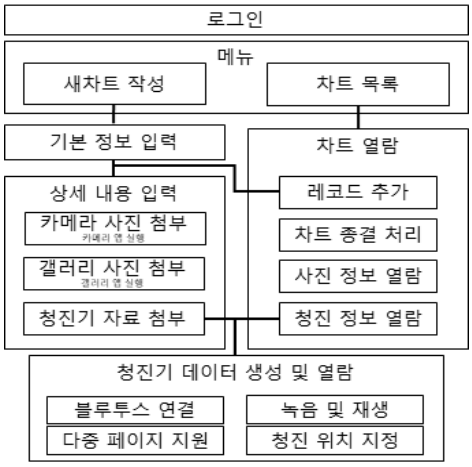



**그림 4. 스마트 기기용 어플리케이션 스토리 보드**
Fig. 4. Application storyboard for smart device

청진기 자료 첨부는 블루투스 청진기로부터 청진데이터를 전송받아 첨부하는 기능으로 먼저 청진위치를 지정한 후 녹음을 진행 한다.

그림 5와 같이 청진 정보는 16bit 데이터, 초당 4000samples, 1채널(Mono)로 녹음된다. 10초간 녹음을 하며 이때 PCM 데이터의 크기는 80Kbyte이다.

zip 방식으로 압축했을 때 평균 50Kbyte이며, MP3압축방식은 라이선스 문제로 연구과정에서 제외 하며 표2와 같이 프로그램 언어를 사용하여 원격진료 시스템을 개발하였다.

```
mStethoscope.startAudioInput();
        InputStream AudioStream = mStethoscope.getAudioInputStream();
        byte[] Buffer = new byte[1024];

        while (true)
        {
            int Size = AudioStream.read(Buffer);
            if (Size > 0)
            {
                if ((mRecordingSize > 0) && (mCurrentSize + Size >= mRecordingSize))
                    Size = mRecordingSize - mCurrentSize;
                mCurrentSize += Size;
                mOutputStream.write(Buffer, 0, Size);
                if ((mRecordingSize > 0) && (mCurrentSize >= mRecordingSize)) break;
            }
            else
            {
                Thread.sleep(100);
            }
        }
```

**그림 5. 블루투스 청진기 데이터 녹음**
Fig. 5. Bluetooth stethoscope data recording

## Ⅳ. 실험 및 결과

구현한 해양원격진료시스템은 기존의 선박에 거치되어 있는 키오스크를 대체 하고 보편화 되어 있는 스마트기기와 블루투스 전자진단기를 활용하여 이동성과 응급상황에서의 대처를 용이하게 하고 해양원격진료시스템의 기초자료를 제공하고자 다음과 같이 구성 하여 실험하였다.

### 1. 장치의 구성

시뮬레이션 장치의 구성은 표 3의 장비를 사용하여 그림 6과 같이 해양원격진료 시스템을 구성하였다.

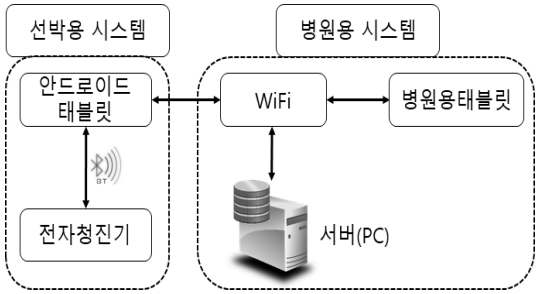



**그림 6. 해양원격진료 시스템 구성**
Fig. 6. Configuration of ocean telemedicine system

**표 3. 해양원격진료 시스템 사용 장비**
Table 3. Marine telemedicine system equipment

| 항목 | 내용 |
|---|---|
| 선박 측 스마트기기 | 안드로이드 스마트폰 (삼성 SHW-M500W) |
| 선박 측 무선 청진기 | 3M Littmann Electronic Stethoscope, Model 3200 |
| 병원 측 스마트기기 | 안드로이드 스마트폰 (삼성 SHW-M500W) |
| 위성 대용 무선공유기 | ipTIME N104Q |
| 데이터베이스 | MySQL 5.7.9 (for Windows) |
| 웹 서버 구성 | Apache 2.4 (for Windows), PHP 5.6.15 1 |

그림 7은 선박용 시스템으로  안드로이드 패드와 진단용 블루투스 전자청진기이다. 안드로이드 패드로 환자의 차트 정보를 입력하고 블루투스 청진기로 진단한다.

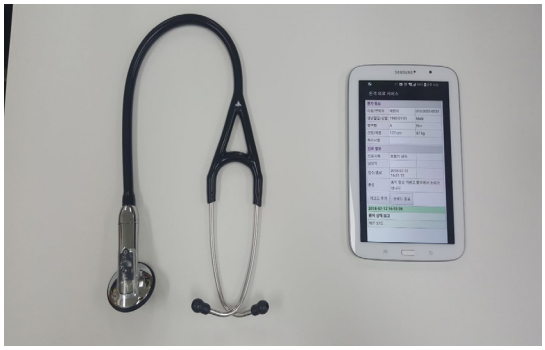


**그림 7. 구현된 선박용 시스템**
**Fig. 7. Implemented Ship system**

그림 8은 위성 통신과 유사한 환경을 만들고자 WiFi를 사용하였으며 환자의 차트 정보를 저장 및 전송을 담당하는 서버(PC)로 구성하였다.

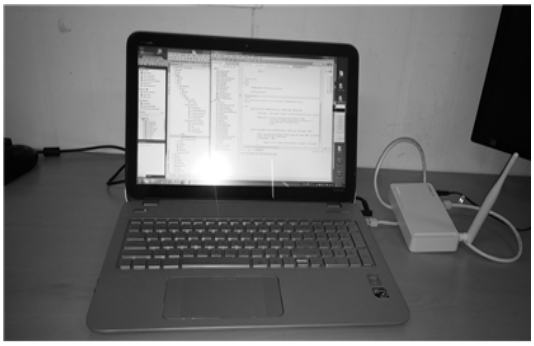


**그림 8. WiFi 및 서버(PC)**
**Fig. 8. WiFi and Server(PC)**

서버로 수신된 데이터를 의사가 확인, 관리, 처방 등을 할 수 있는 그림 9와 같이 병원용 태블릿으로 구성하였다.

**그림 9. 구현된 병원용 태블릿**
**Fig. 9. Implemented Hospital tablet**

## 2. 실험

선박 내에 환자가 발생한 상황을 가정하여 다음과 같이 시뮬레이션을 진행 하였다. 선박 내 환자가 발생한 경우 환자가 의무실로 오거나 거동이 어려운 경우 의료 담당자가 진료장비 및 스마트 폰을 휴대하여 환자에게 향한다.

환자에게 도착하여 그림 10과 같이 스마트기기의 어플리케이션으로 환자의 정보 및 진료과목, 증상을 입력하고 그림 11과 같이 청진자료도 첨부하며 필요에 따라 사진 등 진단에 필요한 정보를 첨부하여  같이 차트를 완성한다.

**그림 10. 선박용 앱 프로세스**
**Fig. 10. Ship App processor**

등록된 차트는 WiFi를 통하여 병원의 서버로 전송 되어 저장 및 병원의 시스템에 업로드 된다. 수신된 정보를 바탕으로 병원의 의사는 그림 7과 같이 데이터를 확인하고 소견을 입력하거나 추가 정보를 요청하여 등 처방전을 선박의 의료 담당자에게 전송한다.

병원에서 처방전을 전송하게 되면 그림 10과 같이 선박의 의료 담당관이 처방전을 수신하게 된다.

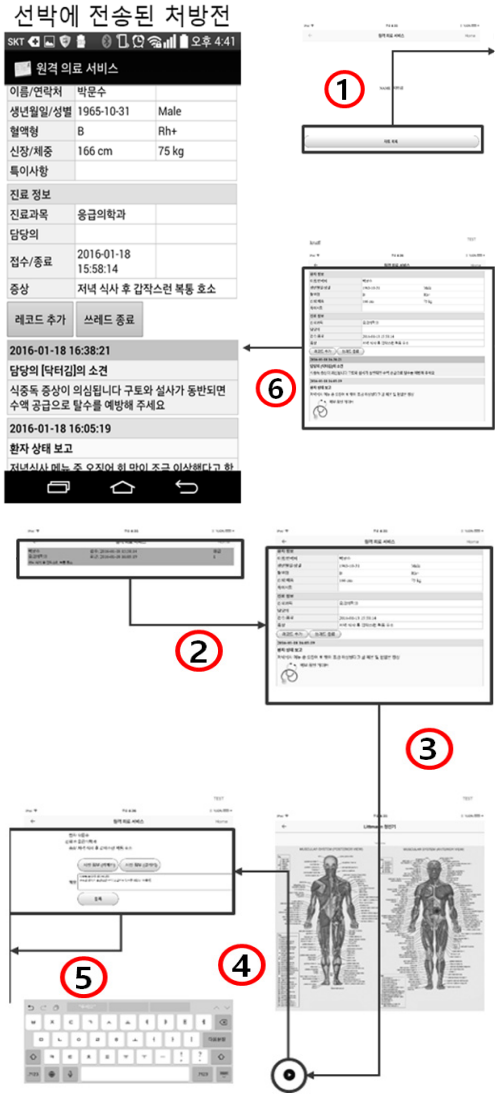



**그림 11. 병원용 프로세스**
Fig. 11. Hospital App processor

## V. 결 론

연구의 대상은 먼 바다에 나가 있어 의료서비스가 어려운 선박을 중심으로 진행하였으며, 선박과의 통신은 위성통신인 인마셋을 사용하는 것으로 가정했다. 인마셋 환경은 속도만 느릴 뿐 일반 인터넷 환경과 동일하므로 본 연구에서는 무선공유기로 위성을 대신하였다.

연동 의료장비로는 블루투스를 지원하는 무선 청진기를 대상으로 하였으며, 선박에서 청음데이터를 수집하여 진료차트에 기록하면 병원에서 의료진이 이를 해석하여 진단 및 처방을 내리는 시스템을 구현하였다. 또한 스마트기기들은 기본적으로 카메라 기능을 내장하고 있어 이를 이용한 화상 데이터를 진료 차트에 기록 및 열람이 가능하도록 했다.

구현에는 병원에서 사용 중인 데이터베이스 시스템과의 연동이 필요하지만, 본 연구에서는 PC용 데이터베이스를 따로 구축했으며, 인터페이스를 위한 웹서버를 구성하였다. 스마트기기는 안드로이드 장치들과 아이패드를 대상으로 하였으며, 범용성 문제로

안드로이드용 및 아이패드용 어플리케이션을 각각 개발하였다. 스마트기기용 어플리케이션은 기존 PC 기반 장비들과 연동이 가능한 하이브리드 어플리케이션 방식으로 구현했으며 차후 웹브라우징 기능이 제공되는 스마트장비 및 PC, 매킨토시 등으로 클라이언트 확대가 용이하다. 또한 선박용과 의료진용으로 어플리케이션을 별도 구현하지 않고 하나의 어플리케이션으로 통합하여 로그인 계정에 따라 선박과 의료진으로 구분 하였다.

본 연구의 결과에 기초하여 향후 해상원격의료 진단 시스템의 상용화를 위한 후속 연구가 요구된다. IoT 관련 프로토콜인 CoAP(Constrained Application Protocol)의 사용은 TCP/IP 기반에서 사용 가능하므로 현 상태에서는 단말기와 진단 모듈에는 기존의 블루투스를 이용하는 것이 의료장비 구매와 어플리케이션 개발에 편리하다. 사물인터넷 기술을 활용하기 위해 적용 한다면 WiFi-Bluetooth 공용 모듈이 보급 되므로 이를 이용하여 구현 가능하다. 향후 성공적인 해양원격의료 진단시스템의 정착을 위해서는 구현된 서비스 모델과 플랫폼의 타당성을 검증하는 체계적이고 지속적인 연구의 수행이 필요하다.

## References

[1] Ronald S. Weinstein, Elizabeth A. Krupinski, Charles R. Doarn,, “Clinical Examination Component of Telemedicine, Telehealth, mHealth, and Connected Health Medical Practices”, Medical Clinics of North America, Vol. 102, Iss 3, pp. 533-544, May 2018.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.mcna.2018.01.002

[2] Dong-hoon Lee, Jang-woo Kwon, Gyu-dong Kim, Jun-eui Hong and Sang-min Lee, "The Design and Implementation of Telemedicine System for Emergency Patients in a Ship", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 13, No. 3, pp. 537-545, Mar 2009.

[3] Jeong-nyeon Kim, June-hyuk Gwak, Jo-chen Choi and Hag-hyun Jo, "A Study on the Radio Transmission of Bio-Signal for Tele-Medicine," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 6, No. 3, pp. 379-385, May 2002.

[4] Hyun-Chul Baek, "Establish Clustering Practice Environment for Telemedicine and Medical Information Big data Security," Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 35, No. 11, pp. 32-37, Nov 2017.

[5] Eun-Young Kang, Yong-Soon Im, . Mobile Remote Healthcare in Ubiquitous Computing Environments. The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 8, No 6, pp. 55-61, Dec 2008.

[6] Do-Yoon Kim, Sun-Kook Yoo and Nam-Hyun Kim, "Design and Implementation of Multiple Control Server for Telemedicine Service," The Institute of Electronics Engineers of Korea - System and Control, Vol. 49, No. 1, pp. 39-46, Jun 2012.

[7] Eui-Bung Jeoung, You-Yub lee, and Je-Ho Song, "The Analysis of affection on electromagnetic wave for U-healthcare Remote Diagnosis System", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 11, pp. 5442-5446, Nov 2012.

[8] Jung-Hee Seo and Hung-Bog Park, "m-Health System for Processing of Clinical Biosignals based Android Platform," Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 17, No. 7, pp. 97-106, Jul 2012.

[9] Heung-Ki Kim, Jung-Il Jung and Jin-Soo Cho, "Design and Implementation of Tele Auscultation Medicine Smart-Healthcare System based on Digital Stethoscope," The Institute of Electronics Engineers of Korea - Computer and Information, Vol. 48, No. 6, pp. 62~70, Nov 2011.

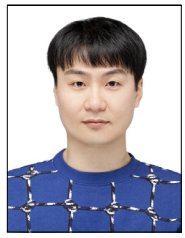
[10] Park Yong Min, "A Healthcare service for smart medical environment," Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, , pp. 757-758, Jun 2017.

[11] Seo-Gung Kim, Jong-An Park, Seong-Kwan Kang and Hong-Joon Lim, "Remote diagnostics for U-Health Care applications," Proceedings of KIIT Summer Conference, , pp. 53-57, May 2012.

[12] Jeoung, Eui-Bung, Lee, You-Yub and Song, Je-Ho, "The Analysis of affection on electromagnetic wave for U-healthcare Remote Diagnosis System," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 13, No. 11, pp. 5442-5446, Nov 2012.

### 저자 소개

**이 호 태(정회원)**



- 2009년 2월 : 밀양대학교 정보통신공학과 공학사
- 2012년 8월 : 부산대학교 바이오메디컬공학과 공학석사
- 2018년 8월 ~ : 부산대학교 IT응용공학과 박사수료

<주관심분야 : 무선통신, 이동통신, 의료기기시스템>

**김 병 철(정회원)**

- 1994년 2월 : 영남대학교 전자공학과 공학사
- 1996년 2월 : 영남대학교 전자공학과 공학석사
- 1999년 2월 : 영남대학교 전자공학과 공학박사
- 2000년 3월 ~ 2006년 2월: 밀양대학교 정보통신공학부 조교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 IT응용공학과 교수

<주관심분야 : 무선통신시스템, 의료기기시스템>

※ 이 과제는 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.