한국항행학회 논문지 제 15 권 제 6 호 2011년 12월

# 항공응급의료체계에서의 의료신호 표준 부호화기 설계

# Design of Standard Encoder for Health information in aviation emergency medical service

이용희*, 김순석*, 김동호*, 이덕규**, 정호영**

Yong-Hee Lee*, Soon-Seok Kim*, Dong-Ho Kim*, Deok-Gyu Lee**, and Ho-Young Jeong**

## 요 약

본 논문에서는 광역의료서비스인 항공응급의료체계에서 요구되는 심전도, 혈압등과 같은 의료신호를 저장하기 위해 표준방식인 부호화기를 구현하기 위한 파서를 설계한다. 부호화기는 MDER에 기초하여 테그에 의해 파형의 정보를 부호화하고 이를 저장하기 위한 방법으로서, 이를 구현하기 위해서는 각 테그의 적용 범위를 고려하여 부호화기의 파서 구조를 설계하여야 한다. 연구에서는 테그간의 영향을 미치는 범위를 고려하여 루트속성을 갖도록 한 부호화기 파서의 구조를 설계한다. 설계된 파서는 구현을 통해 다른 구조들과 비교한다.

## Abstract

In this paper, we propose the parser structure to realize the encoder which is standardized encoding rules to code and store the medical waveform such as an electrocardiogram or an blood pressure in aviation emergency medical service. To design the encoder based on the MDER, the effect on the scope of each tag should be considered. we design the parser with the root property which is to clarify the effect of scope between tags. the presented parser is implemented and compared with the other structures.

Key words : blood pressure, ECG, MDER, parser, aviation emergency medical service

## Ⅰ. 서 론

각종 사고와 재난으로부터 신속한 구조를 받을 수 있는 항공응급의료체계는 특정 지역, 특정병원에 서비스를 한정하지 않고 광역화된 지역을 대상으로 하는 서비스이다. 이와 같은 항공응급의료 서비스를 통해서 환자에게 효율적인 진료와 신속한 처치를 제공하기 위해서는 인접한 병의원 시스템과의 의료정보 공유가 필수적이다. 특히, 심전도(ECG), 혈압등과 같은 응급의료분야에서 발생하는 정보는 이송 병원에서 응급처치에 중요한 역할을 하고 있다[1]. 또한, 원격진료, 헬스케어서비스와 같이 광역화된 의료서비스를 제공하는 분야에서도 의료정보의 상호 운용성 확보는 중요한 분야로서 인식되고 있으며, 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 여러 병원시스템과 상호 운용이 가능한 표준적인 부호화기가 필수적이다[2][3]. 최근까지 의료분야 신호 및 생체신호 연구와 활용을 위한 부호화 방식은 대부분 각 시스템별로 독

* 한라대학교 컴퓨터공학과(Department of Computer Eng., Halla University)
** 한라대학교 정보산업대학원(Graduate School of Information and Industry, Halla University)
· 제1저자 (First Author) : 이용희
· 투고일자 : 2011년 11월 10일
· 심사(수정)일자 : 2011년 11월 10일 (수정일자 : 2011년 12월 27일)
· 게재일자 : 2011년 12월 30일

자적인 부호화방식을 채택하여 진행되어 왔다. 즉, 각 의료기기는 업체별로 개별적인 시스템을 개발, 운영하고 있고, 의료기관 및 생체신호 관련 연구기관은 기관내의 정보에 한정하여 시스템을 개발함으로서 타 기관과의 정보 공유가 현실적으로 이루어지지 않는 것이 현실이다. 따라서 의료정보의 공유는 의료정보분야에서 해결해야 할 중용한 과제 중 하나이며 항공응급의료와 같은 광역화된 의료서비스를 신속하고 효율적으로 운용하기 위해서도 필수적으로 지원해야 하는 분야이다[4].

최근 인터넷과 네트워크 환경의 발달로 전 세계적으로 EHR(Electronic Health Record) 또는 EMR (Electronic Medical Record) 등의 병원의료정보시스템이 확대되면서 의료정보의 호환성을 중요하게 고려한 연구들이 진행되고 있다. 병원의료정보 시스템은 기본적으로 문서형태의 정보, 영상정보, 의료파형정보 등으로 구성되어 있으며. 문서형태의 정보 표준은 XML, HL7등이 개발되고 있고, 의료영상을 위해서는 DICOM등의 표준이 개발되어 널리 사용되고 있다. 의료파형정보의 표준에 있어서는 최근에 ECG, EEG, 혈압등과 같은 의료분야의 신호를 부호화하기 위해 MDER(Medical Device Encoding Rules)에 기반 하여 표준이 만들어짐으로서, 의료신호뿐 아니라 다양한 생체신호에 적용될 것으로 예상되며, 또한, 기존의 자체 시스템이나 EMR이나 EHR과 같은 병원정보시스템에서 표준화된 부호화 방식으로 폭넓게 활용이 될 것으로 기대되고 있다. 그러나, 이러한 표준 부호화기는 사용자가 편리하게 구현할 수 있도록 구조의 단순성을 제시하고 있으나, 의료정보시스템과의 호환성을 위한 구현에 있어서는 단순한 구조를 가지고 다양한 파형정보를 부호화하기 때문에 각 테그(Tag)들 간의 상호관계와 전체 파형에 미치는 영향범위를 고려한 파서의 설계가 필수적이다. 본 연구에서는 표준 부호화기를 구현하기 위한 효율적인 파서의 구조를 설계한다.

## Ⅱ. 방법 및 이론

### A. MFER 부호화 방식

MFER(Medical Waveform Format Encoding Rules)은 ECG, EEG,...와 같은 의료용 파형을 저장하기 위한 것으로 ISO에서 국제 표준화한 표준 규격이다[5][6]. MFER 부호화 규칙은 기본적으로 MDER에 기반하여 만들어 졌으며 파형을 기술하기 위해 표본추출 속성과 프레임 속성, 기타보충 정보로 구성하고 있다. 표본추출 속성은 표본 표본추출 간격과 표본추출 주파수를 나타내는 표본 추출 비율 (Sampling Interval or Frequency)과 최소의미를 갖는 비트(LSB)당 표본추출 값을 나타내는 표본추출 해상도 (Resolution)로 나타낸다. 또한 파형의 DC 오프셋(Offset)도 필요에 따라 포함시킨다. 그림 1은 표본 추출 속성을 나타낸 것이다.

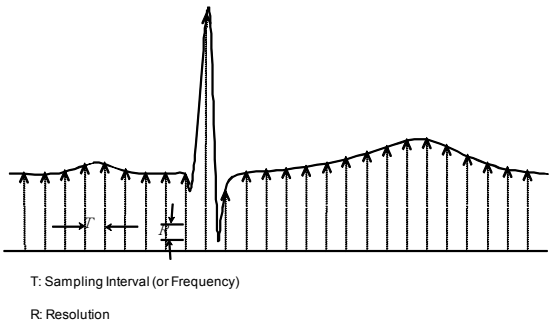



그림 1. 표본 추출 속성
Fig.1 Sampling attributes

프레임 속성은 각 채널의 데이터 블록 배열을 나타내는 데이터 블록(Data block)과 서로 다른 파형 그룹을 나타내는 채널(Channel), 그리고 데이터 블록과 채널로 이루어진 그룹의 반복을 나타내는 시퀀스(Sequence)로 구성된다. 그림 2는 데이터열의 구성을 나타낸 것이다. 그림 2의 (a)는 파형을 구성하는 데이터열의 구성을 나타낸 것이며, 일정 블락(Block)의 파형이 복수의 채널로 구성되면 이것을 하나의 시퀀스(Sequence)라 한다. 이러한 시퀀스가 모여 하나의 프레임을 구성하고 각 프레임이 모여 하나의 MFER을 구성하게 된다. 그림 2의 (b)는 데이터의 각 프레임에 대응하는 데이터의 저장형식 예를 나타낸 것이다. 데이터 블락 , 입력 데이터 채널을 4채널, 그리고 시퀀스는 3으로 하였을 때의 파형의 표현 형식과 저장 방식을 나타낸 것이다.

코딩 법칙(Encoding Rule)은 헤더와 파형자료를 태그(Tag), 길이(Length), 값(Value)으로 구성하여 부호

화 규칙에 따라 부호화 한다. 그림 3은 부호화 규칙을 나타낸 것이다. 여기서 Tag(T)는 데이터 값의 속성을 나타내며, Length(L)는 자료 값의 길이를 나타낸다. 그리고 Value(V)는 태그(T)에 의해 표시되는 내용을 나타낸다.

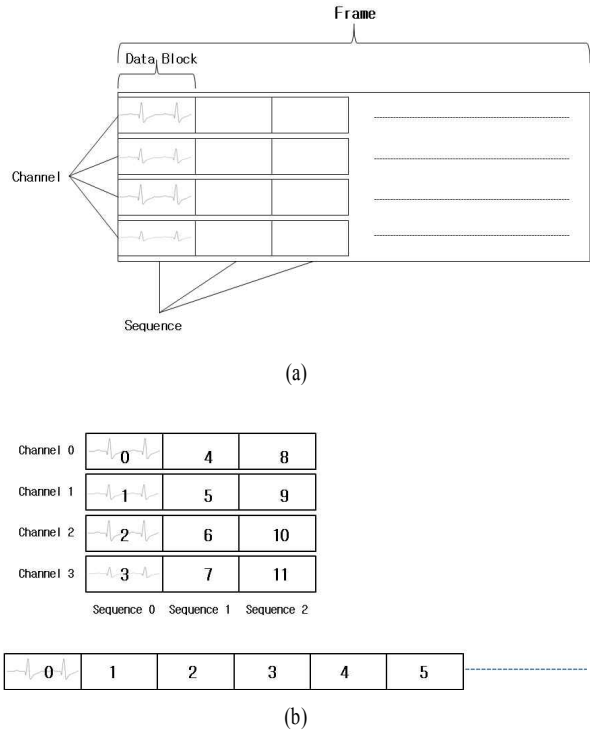



그림 2. 데이터열의 구성(a) 데이터열의 구조 (b) 데이터 블락과 데이터열의 구성
Fig. 2 Data Sequence (a) Structure of Data Sequence (b) Example of Data Block and Sequence

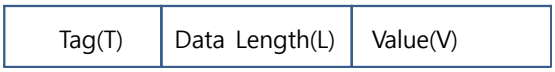
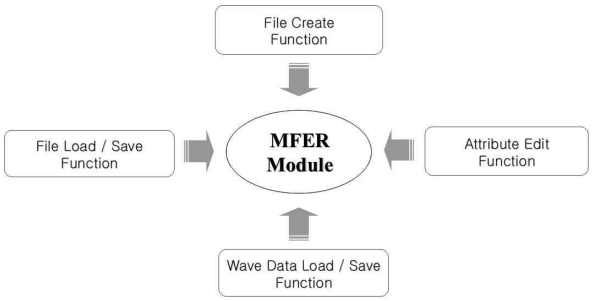



그림 3. 부호화 규칙
Fig. 3 Encoding Rules

MFER은 3개의 레벨(Level)을 정의하고 있다. 레벨 1은 기본 정의부분으로 기본적으로 생체파형을 구성하기 위한 정보, 예를 들면 샘플링 해상도, 샘플링 주기, 프레임 정보 등을 기술하며, 현재 24개의 규칙이 정의 되 있다. 레벨 2는 보충 정의부분으로 추가적인 정보, 예를 들면 프리앰블, 데이터 획득 및 처리 정보를 나타낸다. 현재 8개의 규칙이 정의 되 있다. 레벨 3는 확장 정의부분으로 환자신상 정보, 예를 들면 환자이름, 나이, 성별, 측정일등을 기술하는데 사용된다. 현재 6개의 규칙이 정의 되 있다. 그러나 부호화를 할 때 모든 레벨의 사용은 필수적인 것이 아니며, 활용분야에 따라 다른 표준에서 기술할 수 있는 레벨 2와 레벨 3는 HL7과 같은 기 제정된 표준의 사용을 권장하고 있다.

### B. 루트 속성을 갖는 MFER 파서의 설계

파서는 대부분의 생체신호 관련 분야에서 사용되는 기능을 포함하여 설계한다. 그림 4는 파서의 기본 기능을 나타낸 것이다. 파서가 갖게 되는 기본적인 기능을 나타낸 것으로 기본 적인 MFER파일의 가져오기 및 저장하기(Load & Save)기능, MFER 태그의 추가, 삽입, 삭제, 편집 및 탐색 기능, MFER 태그의 속성 값 읽기 및 쓰기(Read & Write)기능, 파형 데이터의 가져오기 및 저장하기(Wave Data Load & Save) 기능 제공, 기타 사용이 용이한 도구 기능 등이다. 또한, 기존 EKG를 포함한 의료기기시스템에서 사용하는 파일을 MFER파일로 변환 시키는 변환기능도 포함하여 설계한다.




상기의 기능을 구현하기 위한 파서의 구조를 그림 5에 나타내었다. MFER은 1개 이상의 프레임을 가질 수 있으며, 각 프레임은 독립적으로 프레임 속성을 갖는다. 각 속성에서의 테그는 근원(Primitive)태그와 문맥(Context)태그로 나뉘어 정의 된다. 근원 테그는 기본형태의 태그로써 파형 정보, 파형 데이터 정보 및 환자 정보에 대해 기술 하는 경우에 사용되는 테그 이다. 기본 형태는 TLV형태를 가지게 된다. 여기서 T는 Tag를 의미하며 태그의 용도를 나타내고 , L은 다음에 나오는 V 즉 Value 의 길이를 Byte 크기의 길이로서 명시한다. 문맥 테그는 기본 형태에서 좀 더 확장된 기능을 지니게 되는데, 현재 MFER 에서는 채널 정보 및 그룹정보를 정의하는데 사용되는 테그

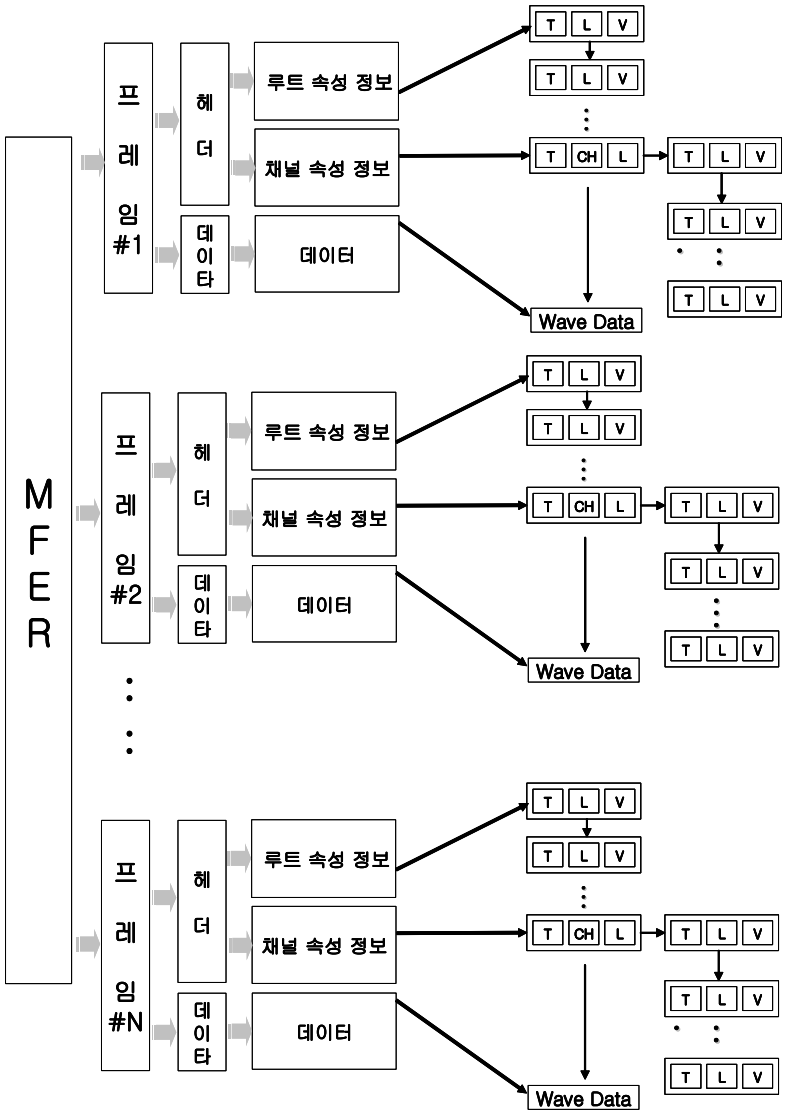



그림 5. 제안한 루트속성을 갖는 MFER 파서의 구조
Fig. 5 Structure of the MFER parser with root property

이다. 기본 형태는 근원 테그와 동일하나, Value 위치 안에 다수의 근원태그(TLV)가 올수 있는 형태를 취하고 있다. 본 연구에서는 파서에서 테그의 적용역역을 프레임 전체에 영향을 미치는 루트 속성정보와 데이터의 속성에 대한 채널 속성정보, 그리고 데이터 정보로 구분하여 설계하게 된다. 루트 속성은 프레임 전체에 영향을 미치는 속성으로 환자정보, 측정 장비 정보, 채널공통정보, 그리고 근원태그로 구성되었으며, 채널속성 정보는 채널에 한하여 영향을 미치며, 각 측정 리드(Lead)이름등과 문맥태그로 구성된다. 마지막으로 테이터는 블락과 채널, 그리고 시퀀스로 정의한다. 이렇게 함으로서 프레임전체에 미치는 테그 속성과 파형에 대해서만 적용되는 채널 속성, 그리고 데이터에 대한 속성의 영향이 미치는 범위를 명확하게 구정하게 된다. 각 속성은 프레임 내에서 유지되나 이후의 프레임에서 정의되어있지 않으면 이후 프레임은 현 프레임의 속성을 따르게 된다. MFER은 전체적으로 TLV형식을 정의하고 있으나 채널 속성정보만은 TLV를 따르고 있지 않다. 그러나 각 채널별 속성의 정의 시는 TLV속성을 갖게 된다. 채널 속성의 경우는 각 채널별 속성을 독립적으로 지정할 수 있게 된다. 본 연구에서 제시하는 그림 5와 같은 구조의 MFER 설계는 MFER표준이 각 테그에 대해 정의는 되어 있으나, 테그의 영향이 적용되는 범위에

대해 정의되어 있지 않기 때문에 계층적인 구조의 각 테그는 읽을 수는 있어도 원 파형정보를 제대로 나타낼 수 없게 된다.

태그 길이는 유한길이와 무한 길이로서 표현된다. 유한길이는 태그의 길이를 유한값으로 정의 하는 것이며 근원 테크, 문맥 테그 모두에서 사용될 수 있다. 무한길이는 태그의 길이를 정하지 않고, Value의 끝에 T:0x00, L:0x00을 정의함으로써 그 길이를 나타내는 방법이다. 이 무한길이는 문맥 테그에서 만 사용할 수 있다. 테그의 중복정의의 경우, 제일 나중에 정의된 속성이 우선권을 가진다. 물론 채널 속성은 채널에만 국한된 속성이기에 채널정의 부분을 벗어나면 그 유효성을 잃어버리게 되고, 반면에 프레임 속성은 한번 정의되면 모든 프레임과 채널에 영향을 미치게 된다. 0데이터를 나타내는 길이정의는 채널수, 시퀀스 수 ,블록 크기, 데이터 크기로써 정의된다.

*데이터 최대 크기 수 = 채널수 * 시퀀스 수 * 블록 크기 *데이터 크기*

이때, 시퀀스가 정의 되지 않았을 경우 실제 입력된 데이터 크기로부터 그 크기를 구하게 된다. 또한 위의 모든 크기가 정의 되었는데, 실제 입력된 데이터가 작을 경우, 남은 공간은 데이터가 없는 것으로 처리 되고, 실제 입력된 데이터가 더 많은 경우, 남은 데이터는 모두 버려지게 된다.

그림 6 제안한 루트속성을 갖는 파서의 수행 예
Fig. 6 Example for the MFER parser with root property

## Ⅲ. 결과 및 고찰

표 1.에 제안한 파서와 기존의 대표적인 파서인 MFERanz 2.0과의 기능 비교를 제시하였다. 파서의 설계는 다양한 방법과 수단이 가능하기 때문에 전체 구조를 고려하여 구현해야 시스템간의 원활한 데이터 호환성을 보장하게 된다. 그림 6에서는 제안한 루트 속성을 갖는 파서를 구현하여 부호화한 예를 나타낸 것이다. 구현된 파서를 기반으로 한 부호화기의 성능은 기존의 부호화기와 코드, 그리고 테그 정보를 비교함으로서 테그 기능의 다양성과 파서의 정확한 해석을 확인하게 된다.

## Ⅳ. 결 론

본 연구에서는 응급의료 특히, 항공응급의료와 같은 광역화된 의료서비스가 효율적이고 신속하게 이루어지기 위해 요구되는 병원기관간의 의료정보 상호 운용성 확보를 위한 방안으로 의료신호의 표준 부호화기를 설계하였다. 이를 위해 본 연구에서는 MFER 파서의 구현에 있어 테그간의 상호 관계를 분석하여 가능한 접근 방법을 제시하고 기존의 부분적인 시스템과 비교 가능한 부분은 비교를 통해 파서의 동작을 확인하였다. MFER자체가 완전한 의료파형 코딩 규칙을 제공하는 것은 아니며, 다만, 국제적인 표준이 부재한 상황에서 만들어진 표준으로서 항공응급의료서비스와 같이 의료정보의 공조가 필요한 분야와 EMR, EHR등과 같은 컴퓨터와 네트웍으로 구성된 보건의료정보분야, 그리고 원격진료를 포함하는 헬스케어 관련분야에서 필요성과 활용이 많아질 것으로 예상된다.

## 감사의 글

1) 본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신 인력양성사업으로 수행된 연구결과임
2) 본 논문은 2011년도 한라대학교 교내 연구비 지원에 의한 것임.

표 1. 제안한 MFER 파서와 기존의 파서(MFERanz 2.0)의 비교
Table 1. Feature Comparison of Parsers

| 분 류 | 세부 목록 | MFERanz 2.0 | MFER 파서 |
|---|---|---|---|
| Primitive Tag | 지원 태그 갯수 | 28개 | 30개 |
| | 태그 생성 | 미지원 | 지원 |
| | 태그 읽기 | 지원 | 지원 |
| | 태그 쓰기 | 미지원 | 지원 |
| | 태그 제거 | 미지원 | 지원 |
| Context Tag | 지원 태그 갯수 | 2개 | 2개 |
| | 태그 생성 | 미지원 | 지원 |
| | 태그 읽기 | 지원 | 지원 |
| | 태그 쓰기 | 미지원 | 지원 |
| | 태그 검색 | 미지원 | 지원 |
| | 태그 제거 | 미지원 | 지원 |
| Wave Data | 데이터타입 종류 | Default만 지원 | 8가지 지원 |
| | 데이터 생성 | 미지원 | 지원 |
| | 데이터 읽기 | 지원 | 지원 |
| | 데이터 쓰기 | 미지원 | 지원 |
| | 데이터 제거 | 미지원 | 지원 |
| MFrame | 프레임 생성 | 미지원 | 지원 |
| | 프레임 읽기 | 지원 | 지원 |
| | 프레임 쓰기 | 미지원 | 지원 |
| | 프레임 제거 | 미지원 | 지원 |
| MFER | 파일 읽기 | 지원 | 지원 |
| | 파일 쓰기 | 미지원 | 지원 |

## 참 고 문 헌


[1] Abbuhl, F., "Time to Analgesia for Patients With Painful Extremity Injuries Presenting by Emergency Medical Services", *Annals of emergency medicine,* Vol.40 No.4, 2002.

[2] Park SH, Bom HS. “A Web-Based Medical Information Exchange System Using HL7 Protocols”. *Journal of Korean Society of Medical Informatics,* 2002.

[3] 노동우, 유수영, 천 경우, 최진욱,“u-Healthcare 환경을 위한 가정용 u-House 게이트웨이의 개발, *대한의료정보학회지,* 제 15권 제 4호, 2009.

[4] Kim JP, Choi MS, Park HK, Choi JW. Development of Biosignal Telemonitoring System Based on HL7 and MFER Standard. *Journal of Korean Society of Medical Informatics,* 2004.

[5] M Hirai, K Kawamoto. “MFER -a Japanese Approach for Medical Wave Form Encoding Rules for Viewer Design”. *OpenECG Workshop 2004,* Berlin, Germany.

[6] Kimura,“Development MFER(Medical waveform Format Encoding Rules) Parser” *AMIA ANNUAL SYMPOSIUM PROCEEDINGS -CD-ROM EDITION-,* Vol.- No.-, 2006.



### 이 용 희 (Yong-Hee Lee)

1991년 2월 한양대학교 전자공학과(공학사)
1993년 2월 한양대학교 전자공학과(공학석사)
1998년 2월 한양대학교 전자공학과(공학박사)
1999년 3월~현재 한라대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 생체신호처리, 임베디드시스템

### 김 순 석 (Soon-Seok Kim)

1997년 2월 진주산업대학교 컴퓨터공학과(공학사)
1999년 2월 중앙대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
2003년 2월 중앙대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2003년 3월~현재 한라대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 :정보보호, 암호응용, 생체보안

### 김 동 호 (Dong-Ho Kim)

1991년 2월 고려대학교 전자공학과(공학사)
1993년 2월 고려대학교 전자공학과(공학석사)
20018년 2월 고려대학교 전자공학과(공학박사)
2002년 3월~현재 한라대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 센서네트워크, 네트웍 프로토콜

이 덕 규 (Ho-Young Jeongi)

2011년 8월~현재 한라대학교
정보산업대학원 컴퓨터공학과
석사과정
관심분야 : 임베디드시스템

정 호 영 (Ho-Young Jeongi)

2012년 2월 한라대학교
컴퓨터공학과 졸업예정
관심분야 : 의료정보 보안