

Implementation of Medical Device Integration Module for Integrated Patient Monitoring System

Myeong-Chul Park*, Hyon-Chel Jung**, Duk-Kyu Choi***

Abstract

In this paper, we implement a common module that can integrate multiple biometric information for integrated patient monitoring system. Conventional biomedical instruments have many devices attached to each patient, making it difficult to monitor abnormality signs of many patients in real time. In this paper, we propose a module for an integrated monitoring system that can perform centralized monitoring using a common module that integrates multiple measurement devices. A protocol for sending and receiving packets between the measuring device and the common module is designed, and the packets transmitted through the network are stored and managed through the integrated monitoring system and provide information to various users such as medical staff. The results of this study are expected to contribute to the management of patients and efficient medical services in hospitals.

▶ Keyword: Bio-information, Monitoring System, Medical Device, Integration Module, Patient Care

I. Introduction

최근 효율적 환자관리와 병원 내 다양한 요구사항에 부응하기 위하여 다양한 생체정보 계측기기의 데이터를 통합적으로 변환 및 전송하여 관리하는 시스템의 필요성이 높아지고 있다 [1]. 환자 상태를 모니터링 하는 의료계측장비는 대부분 환자별 독립적으로 운영되어 소수의 의료 인력이 다수의 환자를 모니터링 해야 하는 어려움이 있다[2]. 심전도계측 등 의료계측장비 통한 생체정보 모니터링은 환자의 질환을 진단하고 긴급 상황에 대처할 수 있는 중요한 역할을 한다. 하지만, 각기 다른 계측 장비의 통신 프로토콜이 다르기 때문에 시스템간 통합이 어려우며 이와 관련한 연구 결과는 전무한 상태이며 각 장비를 통합 관리하는 모듈의 개발의 필요성이 절실하다. 본 논문에서는 기존 계측장비에 대한 통합된 게이트웨이를 개발하고 공통된 프로토콜을 적용하여 통합 환경에서 관리함으로써 기존의

다양한 제품군으로 적용하던 별도의 관리 프로그램을 공동된 플랫폼에서 사용할 수 있는 통합관리 솔루션을 제공하고자 한다. 이에 본 논문에서는 통신 및 프로토콜 변환을 담당하는 통합 MDEC(Medical Device Exchange Communication)을 개발하고 각 디바이스에서 전송되어 온 데이터를 서버에 저장하고 통합 관리하는 시스템을 제안한다[3].

본 연구에서는 실험적 환경으로 바이탈사인(VS-110, Mediasupply, Korea) 장비와 산소포화도측정(OM-100, Mediasupply, Korea) 장비를 대상으로 구현 결과를 검증하였으며 다양한 장비를 통합할 수 있는 범용적 MDEC 개발을 통하여 향후, 확장된 환자 모니터링 시스템을 개발할 예정이다[4].

• First Author: Myeong-Chul Park, Corresponding Author: Duk-Kyu Choi
*Myeong-Chul Park (africa@ikw.ac.kr), Dept. of Avionics Engineering, KyungWoon University
**Hyon-Chel Jung (jhc@wmit.or.kr), Wonju Medical Industry Techno valley
***Duk-Kyu Choi (dkchoi@ikw.ac.kr), Dept. of Avionics Engineering, KyungWoon University
• Received: 2017. 04. 18, Revised: 2017. 05. 08, Accepted: 2017. 05. 30.
• This paper is supported by KyungWoon University.

II. Background

MDEC 기술은 단순한 의료 장비 및 의료 정보들의 병합이 아닌 통합 환자 관리시스템을 위한 기술의 핵심이라 할 수 있다[5,6] 표준 기술의 측면에서는 의료 디바이스에서의 국제 상호 교환 프로토콜인 ISO/IEEE 11073 시리즈의 표준 프로토콜의 준용이 필요하며 의료정보에서는 ISO EMR, PHR 관련 표준이, 기존 병원과의 연동을 위해 HL7 메시징 표준 기술 등의 준용이 요구된다[7,8]. 따라서 본 연구를 통해 기존의 의료장비 및 의료정보와 관련한 전반 표준 규격들에 대한 지식과 이해를 높이고, 각 업체들이 실제 적용해야하는 표준기술에 대한 가이드라인을 제시한다. [그림 1]은 MDEC를 통한 통합 환자 모니터링 시스템의 전체적인 구성 모듈의 구조를 보인 것이다. 측정기와 MDEC간에는 USB 채널을 통하여 SPP(Spot Check Poct device protocol) 통신을 하며, HL7 프로토콜을 위한 측정기의 주요 데이터를 패킷 정의하여 통신하게 설계한다. 또한 측정기와 외장형 MDEC간 무선 통신 채널을 대비하여 측정기 내부에 블루투스 통신 모듈을 장착한다.

BDI(Bio Device Interface) 모듈은 생체정보 계측장비가 전송하는 표준 프로토콜로 구성된 생체정보를 수집할 수 있도록 표준 프로토콜 분석기를 구현하고 있으며, 분석된 생체정보를 BIR(Bio Info. Registrar)로 전달하여 데이터베이스에 저장되어야 한다. BIR(Bio Info. Registrar) 모듈은 BID로부터 받은 생체정보를 데이터베이스에 등록하는 기능을 수행하며, 데이터베이스 구조에 맞도록 생체정보의 변환, 통계 정보 생성 등의 기능을 포함한다. CMS(Central Monitoring System) 모듈은 환자감시장치와 같이 실시간이며, 대규모 트래픽 데이터를 수집, 저장, 관리하는 기능을 갖고 있으며, NScreen Adapter를 통해 환자감시정보를 Viewer에 제공하는 기능을 동시에 수행한다[9-12]. BIS(Bio Info. Service) 모듈은 사용자 인증 및 권한제어(Authentication & Authorization), 생체정보계측장비의 설치 정보 및 상태 관리 기능을 제공하고, Viewer에게 통합 모니터링 시스템에 연동되어 있는 모든 생체정보 계측장비의 정보 및 계측되고 있는 생체정보를 제공한다. 그리고

NScreen Adaptor 는 계측된 생체정보를 PC, Smart Phone/Pad에 표시될 수 있도록 DB 및 파일에 저장된 생체정보를 크로스 브라이징 가능한 포맷으로 Viewer를 제공한다. External I/F 는 IPMS(Integrated Patient Monitoring System) 외부에 있는 EMR 시스템과 생체정보를 교환해야할 경우 외부 시스템과의 정보연동을 담당하며 의료표준 HL7 및 DICOMP 규격을 준수하게 설계한다. 마지막으로 Alarm Notification 모듈은 생체정보 계측장비에서 이상 징후 발견(Event)의 경우 담당 의사나 간호사의 알람 메시지를 전송하는 역할을 수행하며, 알람 메시지 전달의 방식은 모바일 푸시메시지, 문자메시지, 메일, 웹 푸시 등이 된다.

III. Design

생체계측장비는 MDEC을 통해 IPMS로 데이터 전송하는데 MDEC은 HL7, ECG-SCP, DICOM 의료표준 프로토콜 출력을 지원하게 설계하였다. 그리고 IPMS는 EMR로 데이터 전송을 위해 HL7 및 DICOM 출력을 지원한다. [그림 2]는 구성 모듈간의 적용 프로토콜을 보인 것이다. IPMS의 소프트웨어 구성은 User Presentation Layer와 Interface Layer 그리고 Device Presentation Layer 3가지 Layer로 구분할 수 있으며, 각 Layer별 역할을 할 수 있도록 WAS, DB, I/F 프로그램 등으로 구성된다. User Presentation Layer의 BIS는 다양한 사용자(의사, 간호사 등)가 PC, Smart Phone/Pad 등의 장비를 통해 접속할 경우 장비의 화면해상도에 반응하여 자동으로 화면레이아웃을 맞춰주는 반응형 웹으로 구성된다. IPMS 생체정보 통합 Viewer는 PC, Smart Phone/Pad 지원하고 2차원 생체신호를 브라우저상에 표현하기 위해서 WEB GL기반으로 2차원 생체신호 표현 기술을 개발한다.

각 장비별 정의된 Protocol에 따라 UART Port 혹은 USB Port를 생체정보의 물리적 입력장치로 사용하고 Host Server와는 Wired LAN 및 Wireless LAN을 통해 취득된 정보를 전

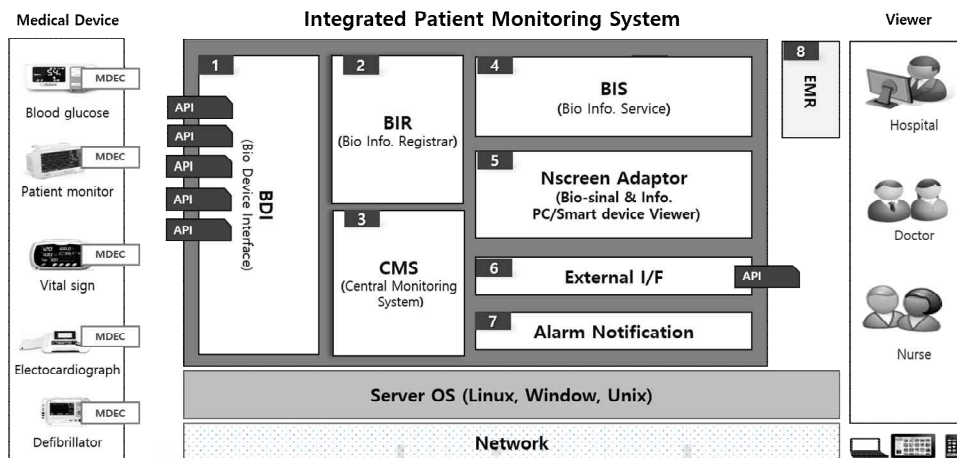


Fig. 1. Modules of Integrated Patient Monitoring System

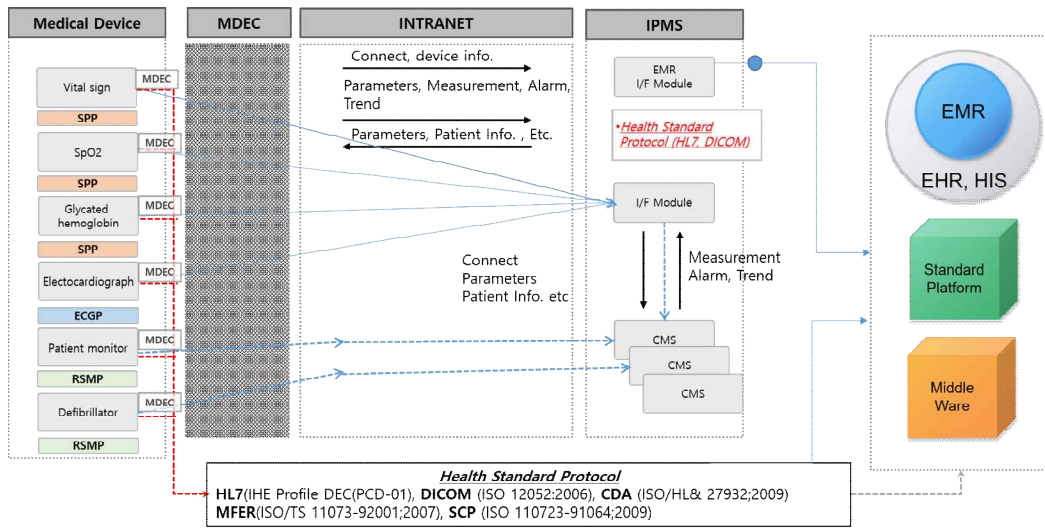


Fig. 2. Standard Protocol of IPMS

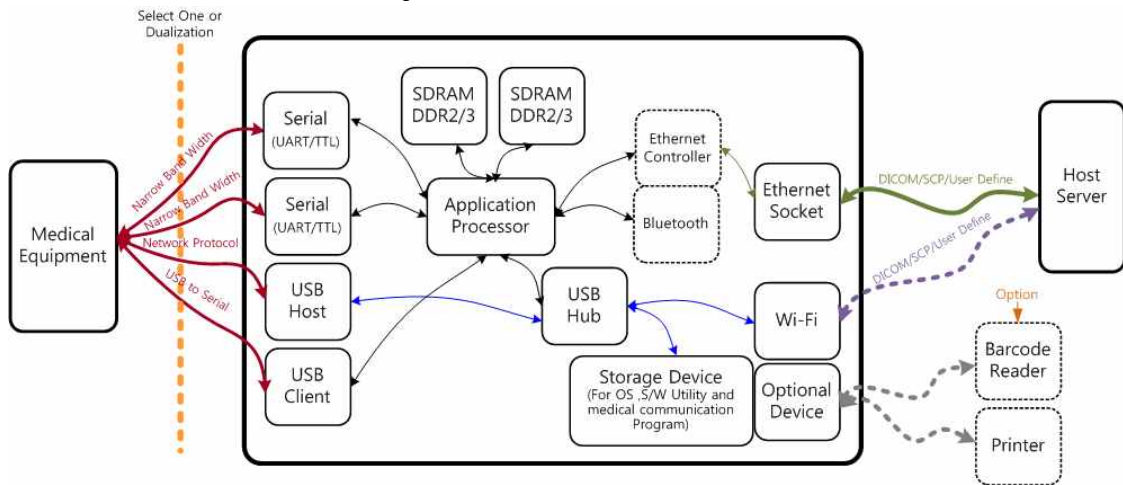


Fig. 3. MDEC block diagram

달할 수 있는 MDEC 모듈을 개발하기 위해 [그림 3]의 블록도와 같이 의료장비와 Host Server간의 물리적 흐름을 갖는 MDEC 하드웨어를 설계하였다.

수집된 생체 신호 데이터를 서버로 전송하기 위한 통신수단으로 Wireless LAN 및 Ethernet은 기본사양으로 구성했고 Input Port는 UART를 사용하는 Serial Port와 USB Host Port를 통한 NDIS지원 장치 혹은 USB to Serial 장치의 지원을 고려해서 구성하였다. 향후 외부장치에서의 관련 정보의 Input Port로 사용 될 수 있도록 했으며 OS 및 필수 Files system을 위한 메모리 이외의 내부에 수집된 정보를 별도로 저장하기 위한 저장 장치로 mSD를 구성하였다.

이플은 다음과 같은 사항들을 포함 하여 개발 되었다.

- Dicom 및 SCP 관련 Library 혹은 System Program
- Option기능에 대한 지원 Library
- Wave Form전송을 위한 Graphic Library
- 프로토콜의 형태에 따라 필요한 Network Socket Program
- Configuration관련 System Program

IV. Implementation

1. MDEC Software

Medical Device 마다 정의된 local 프로토콜을 적용하고 서버 간 통신을 할 수 있도록 하고 프레임워크 기반에서 개발의 유연성을 고려하여 QT 기반의 어플리케이션을 작성하였다. 그리고 MDEC

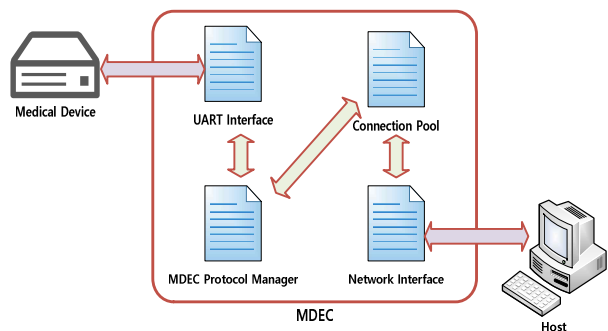


Fig. 4. Communication Module Flow of MDEC

Medical device와 MDEC 그리고 의료 server와의 통신은

[그림 4]와 같은 절차로 이루어진다. 먼저 Medical Device와 MDEC은 의료 정보를 UART/USB Interface를 통해 송수신 한다. 그리고 MDEC 소프트웨어 내부의 UART Interface에서는 Medical Device에서 들어오는 데이터 중 MDEC 정보를 분석해서 MDEC Protocol Manager로 전달하는 역할을 한다. 또한 MDEC Protocol Manger에서 데이터를 받아 Medical Device로 전달하는 역할을 한다. MDEC Protocol Manager는 MDEC protocol 관련 데이터를 처리하는 역할을 한다. Connection Pool은 MDEC Protocol Manager 및 Network Interface에서 들어오는 데이터를 처리한다. Network Interface의 경우는 LAN 및 WiFi를 통해 Host와 데이터를 송수신하는 역할을 한다. Host는 Medical Device의 정보를 화면에 나타내고 필요 데이터를 Medical Device로 전송하는 역할을 한다. 의료장비와 MDEC가 통신하기 위해서는 [Table 1]과 같이 약속된 local protocol을 사용하도록 protocol을 개발 하였다.

Table 1. Communication Protocol of MDEC

RS-232 (Without SDBioSensor)	TCP/IP
Baud-rate : 115200	Base-T Ethernet
Data bit : 8 bit	WiFi
Parity bit : No	
Stop bit : 1 bit	
Flow control : No	

MDEC과 통신을 위한 모드는 몇 가지로 구분되는데 대표적인 모드로서 MDEC과 통신을 위한 초기화 모드는 Medical Device로부터 Network관련 Configuration을 UART통신을 통해 받아 Setting하며 Medical Device는 MDEC으로 부터 Configuration 정보를 확인 할 수 있다. 또한 관련 정보가 Medical Device에서 전송이 불가할 경우 USB Storage Device를 통해 관련 값을 받아 Setting한다. MDEC In/Out 통신 모드는 Medical Device와 Server(Host) 사이에서 데이터

송수신을 목적으로 한다. Network Configuration Setting 모드는 USB Storage Device에 저장되어 있는 file로부터 network관련 configuration을 설정한다.

- Medical Device : 의료 정보를 UART Interface와 송수신 한다.
- UART Interface: Medical Device에서 들어오는 데이터 중 MDEC 정보를 분석해서 MDEC Protocol Manager로 전달하는 역할을 한다. 또한 MDEC Protocol Manger에서 데이터를 받아 Medical Device로 전달하는 역할을 한다.
- MDEC Protocol Manager : MDEC protocol 관련 데이터를 처리하는 역할을 한다.
- Connection Pool : MDEC Protocol Manager 및 Network Interface에서 들어오는 데이터를 처리한다.
- Network Interface : LAN 및 WiFi를 통해 Host와 데이터를 송수신하는 역할을 한다. (LAN 및 WiFi 둘 중 하나만 동작함. 동시에 작동하지 않음)
- Host : Medical Device의 정보를 화면에 나타내고 필요 데이터를 Medical Device로 전송하는 역할을 한다.

[그림 5]는 위에서 설명한 local 프로토콜의 적용 및 서버간 통신, 각종 라이브러리를 포함한 전체 어플리케이션의 구조도를 나타낸다. [그림 6]은 전체 소프트웨어 구조도에서 핵심 모듈을 축약한 것으로 MDEC Setting 모듈은 MDEC 설정 관리를 하며, Host Handler는 Host 서버와의 통신 처리를 담당한다. 그리고 Device Handler는 의료 장비와의 통신 처리를 담당하고 Report Manager에서는 의료 데이터를 변환, 출력, 전송하는 일을 한다.

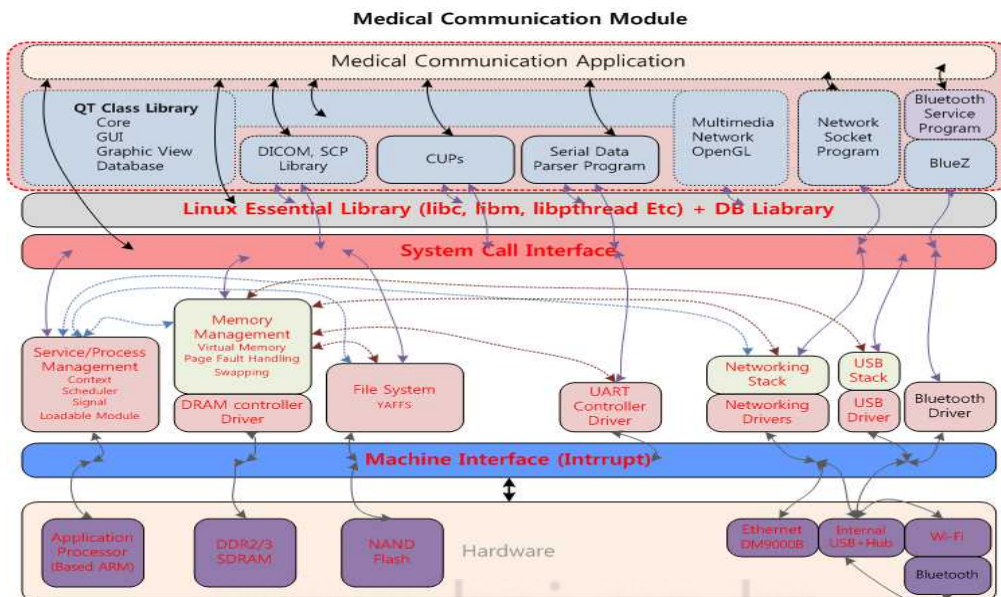


Fig. 5. Structure of MDEC S/W

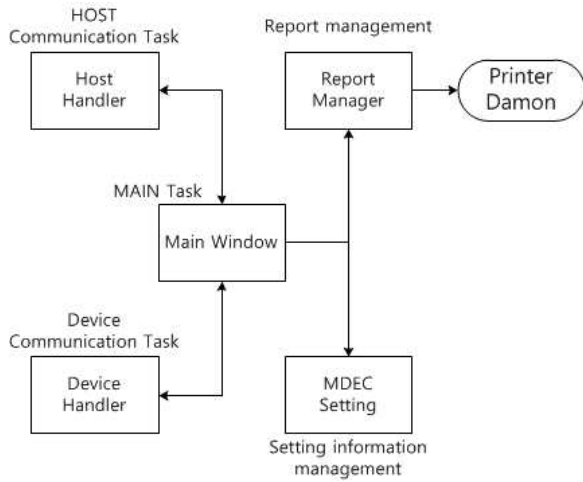


Fig. 6. Structure of MDEC Application

2. Protocol of Medical Device

VS-100과 OM-100 장비는 MDEC과 패킷 송수신을 위해 시리얼 통신 인터페이스를 사용하는데 관련된 프로토콜은 크게 세 가지로 구성된다. 먼저, IPMS와 장비의 시간을 동기화시키기 위한 Time 프로토콜과 장비에 설정되어 있는 환자정보나 알람 리미트 값을 설정하거나 가져오기 위한 설정 프로토콜, VS-110에서 측정되는 정보를 IPMS로 보내는 데이터 프로토콜이다. 모든 패킷의 시작은 STX로 식별되고 종료는 ETX로 종결된다. 각 프로토콜의 데이터 항목은 [Table 2]와 같다.

Table 2. Data Item of Protocol

Protocol (byte)	Data item
Time (16)	Vendor, Model, Time, Checksum
Set (60)	Vendor, Model, Packet, Serial Number, Patient Type, Patient ID, SYS, DIA, MAP, PR, SpO2, Alarm upper & lower of Temp
Data (39)	Vendor, Model, Packet, Cuff pressure Value, Measurement data & Alarm Status

PC와 장비의 시간을 동기화시키기 위한 Time 설정 프로토콜의 패킷은 IPMS에서 현재 시간을 장치에 설정하기 위해 사용하는데 정의된 프로토콜은 [그림 7]과 같다.

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Name	STX (1)	Vendor (2)	Model (3)	Packet (4)	Time (5) - YY	Time - MM	Time - DD			
Size	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	2 Byte	2 Byte	2 Byte			
No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Name	Time - hh	Time - mm	Checksum	ETX						
Size	2 Byte	2 Byte	1 Byte	1 Byte						

Fig. 7. Time Setting Protocol

장비에 설정되어 있는 환자정보나 알람 리미트 값을 설정하거나 가져오기 위한 설정 프로토콜은 Time 패킷을 장비로 보

내면 알람 패킷을 되돌려 주는 방식이며 정의된 프로토콜 패킷 데이터는 [그림 8]과 같다.

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Name	STX	Vendor	Model	Packet	Serial_Num (6)					
Size	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	7 Byte (5 - 11)					
No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Name	Patient (7)		Patient ID (18)							
Size	1 Byte		10 Byte (13 - 22)							
No	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Name	Alarm_High (8) - SYS			Alarm_Low - SYS			Alarm_High - DIA			
Size	3 Byte			3 Byte			3 Byte (29 - 31)			
No	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Name	Alarm_Low - DIA			Alarm_High - MAP			Alarm_Low - MAP			
Size	3 Byte			3 Byte			3 Byte			
No	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Name	Alarm_High - PR		Alarm_Low - PR			Alarm_High - SPO2				
Size	3 Byte		3 Byte			3 Byte				
No	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Name	Alarm_Low - SPO2		Alarm_High - Temp			Alarm_Low - Temp		Checksum	ETX	
Size	3 Byte (50 - 52)		3 Byte			3 Byte		Checksum	Stop	

Fig. 8. System Setting and Alarm Protocol

주요 항목은 기본적인 장비정보와 Systolic Pressure(이하 SYS), Diastolic Pressure(이하 DIA), Mean Arterial Pressure(이하 MAP), Pulse Rate(이하 PR, Oxygen Saturation(이하 SpO2), Temperature(이하 Temp)의 알람 상한치 및 하한치 등으로 구성되어 있다. VS-110에서 측정되는 측정 정보를 CMS로 보내기 위한 데이터 패킷은 39byte로 구성되어 있으며 [그림 9]와 같고 매 1초마다 CMS로 전송된다.

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Name	STX	Vendor	Model	Packet	Measurement Value (9) - CUFF			Measurement Value - SYS		
Size	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	3 Byte			4 Byte (8 - 11)		
No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Name	Measurement Value - DIA						Measurement Value - MAP			
Size	4 Byte						4 Byte			
No	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Name	Measurement Value - PR			Measurement Value - SPO2			Measurement Value - Temp			
Size	4 Byte (20 - 23)			4 Byte			4 Byte (28 - 31)			
No	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Name		NIBP Status (11)	SpO2 Status (12)	System Error (13)	NIBP Error (14)	Mode (15)	Checksum (16)	ETX (17)		
Size		1 Byte	1 Byte	1 Byte	2 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte		

Fig. 9. Data Protocol

주요 항목은 기본적인 장비정보와 Cuff 가압치, 측정 데이터 및 알람 상태(SYS, DIA, MAP, PR, SpO2, Temp) 등으로 구성되어 있다. 장비간 인터페이스를 위한 MDEC의 내부 모듈 설계는 그림 7과 그림 8과 같다. VS-110 장비는 Serial to USB 방식으로 구현되고 OM-100 장비는 Serial to Serial 방식으로 모듈이 구현된다.

3. Implementation of Viewer

VS-110 Viewer의 구현은 외장형 MDEC을 통해 15개 장치에서 데이터를 전송받아 실시간으로 화면에 표시한다. 프로그램 시작시 화면 오른쪽 위에 날짜와 시간을 장치에 설정하고 MySQL을 이용하여 데이터를 저장한다. 시스템의 개발환경은 Table 3과 같다.

Table 3. Environment of Development

Item	Description
OS	Windows 7
CPU	Intel(R) CPU @1.60GHz
RAM	8GB
Tools	Visual Studio 2008
Language	C#
Database	MySQL

[그림 10]은 VS-110 장비와 통신한 구현화면을 보인 것이다. 15개 장치의 환자 상태 정보를 보이고 있으며, 상단 오른쪽에 관심 환자의 정보가 크게 디스플레이 된다. 하단 왼쪽에는 환자정보리스트와 환자의 상태를 추적할 수 있는 Trend 데이터를 표시한다.

OM-100의 1:1 Viewer도 동일한 개발 환경에서 [그림 11]과 같이 구현되는데 외장형 MDEC을 통해 데이터를 전송받아 실시간으로 화면에 디스플레이 된다. 연동되는 환자 정보는 Patient ID, Patient Name, Sex, Age, Birthday, Hospitalization, Weight, Room, Department, Disease 등이 다.

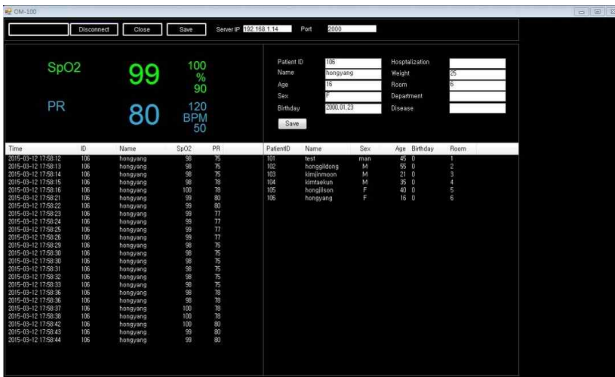


Fig. 11. Pulse Oximeter Viewer(OM-100)

V. Verification Result

구현된 MDEC장비의 실효성을 검증하기 위한 테스트는 Table 4와 같은 환경에서 진행하였으며 테스트 항목은 시스템 퓨징 및 부팅 테스트, USB 테스트(Storage, USB to Serial), NAND 속도 테스트, Network 테스트(Wired, Wireless), RS-232 테스트(4pin, 6pin)의 다섯 항목으로 실시하였다.

Table 4. Environment of MDEC Test

Item	Description	
H/W	Host PC	Intel Core i5
	Target Board	MDEC(Samsung S5PV210)
	Instrumentation	Oscilloscope, Power Supply
S/W	Compiler & Debugger	Arm-linux-gcc, kernel 2.6.35
	S/W Tool	Dragin.exe, DNW.exe, Terminal Program(Tera term)

시스템 퓨징 및 부팅 테스트는 시스템의 NAND Flash에 이미지가 30초 이내 정상적으로 Fusing되는지 확인하는 것으로 테스트 결과화면은 [그림 12]와 같이 정상 작동하는 결과를 보인다.

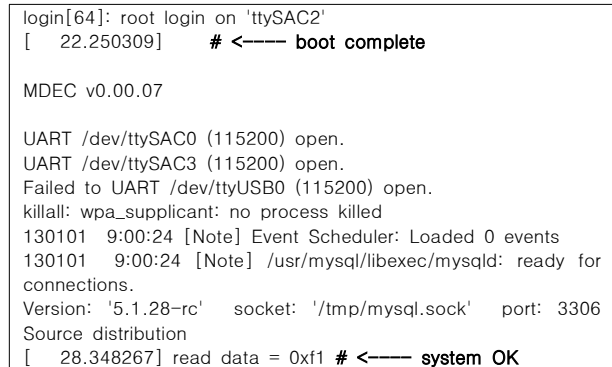


Fig. 12. System fusing & Booting test



Fig. 10. Vital Sign Monitor Viewer(VS-110)

USB storage 테스트는 USB Storage 동작 및 속도 테스트 하는데 MDEC 플랫폼의 H/W는 정상적인 상태이고 NAND Flash에 OS 이미지가 정상적으로 퓨징되어 있는지 확인한다. 확인 사항은 USB Storage가 /dev/sdaX장치로 인식되었는지 유무와 USB Storage read timing이 18MB/sec 이상인지를 확인한다. 테스트 결과는 [그림 13]과 같으며 Storage read timing이 23.47MB/sec로 요구사항을 만족하였다.

```
[root@Mdec ~]# dmesg
[ 189.633814] sd 0:0:0:0: [sda] Assuming drive cache: write
through
[ 189.638449] sda: sda1
[root@Mdec ~]# hdparm -t -T /dev/sda1

/dev/sda1:
Timing buffer-cache reads: 1662 MB in 3.00 seconds =
553.69 MB/sec
Timing buffered disk reads: 71 MB in 3.03 seconds = 23.47
MB/sec
```

Fig. 13. USB storage test

NAND 속도 테스트는 Filesystem이 /dev/mtdblock2에 정상적으로 마운트 되어 있고 NAND read 속도가 2MB/sec 이상, NAND write 속도가 1.5MB/sec 이상인지를 확인한다. 테스트 결과 [그림 14]와 같이 NAND read 속도는 2.45MB/sec, NAND write 속도는 약 1.92MB/sec 로 요구사항을 만족하였다.

```
[root@Mdec ~]# hdparm -t -T /dev/mtdblock2

/dev/mtdblock2:
Timing buffer-cache reads: 1662 MB in 3.00 seconds =
553.69 MB/sec
Timing buffered disk reads: 8 MB in 3.26 seconds = 2.45
MB/sec

[root@Mdec ~]# time dd if=/dev/zero of=/root/tmp bs=1M
count=10
10+0 records in
10+0 records out

real 0m5.198s
user 0m0.000s
sys 0m5.191s # 10MB/5.19 = 약 1.92MB/s
```

Fig. 14. NAND Speed test

Network 테스트는 패킷 손실 없이 ack가 오는 것을 확인하고 Ethernet과 Wireless Lan 모두 Network Speed는 30 Mb/s 이상인지를 확인한다. 테스트 결과 [그림 15]와 같이 Ethernet은 36.0Mb/s, Wireless Lan은 33.6Mb/s로 요구사항을 만족하였다. RS-232 테스트는 MDEC에서 rs232_test를 실행시키고 PC 터미널 프로그램에서 정상적으로 통신되는지 확인하는데 MDEC의 write count와 PC의 read count가 동시에 증가하는 것을 확인하였으며 정상 작동하는 결과를 보였다.

```
[root@Mdec ~]# ping 192.168.0.2
PING 192.168.0.2 (192.168.0.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.0.2: seq=0 ttl=128 time=1.214 ms
64 bytes from 192.168.0.2: seq=1 ttl=128 time=0.320 ms
64 bytes from 192.168.0.2: seq=2 ttl=128 time=0.321 ms
--- 192.168.0.2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.320/0.618/1.214 ms
[root@Mdec ~]# ./iperf -s -P 0 -i 1 -p 5001 -l 8K -f m -t 5

-----
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 0.08 MByte (default)
-----

[ 4] local 192.168.0.10 port 5001 connected with 192.168.0.2
port 63998
[ 4] 0.0- 1.0 sec 3.27 MBytes 27.4 Mb/s/sec
[ 4] 1.0- 2.0 sec 4.54 MBytes 38.1 Mb/s/sec
[ 4] 2.0- 3.0 sec 4.25 MBytes 35.7 Mb/s/sec
[ 4] 3.0- 4.0 sec 4.31 MBytes 36.2 Mb/s/sec
[ 4] 4.0- 5.0 sec 4.30 MBytes 36.0 Mb/s/sec
=====
```

Fig. 15. Network test

MDEC 장비의 정상동작 유무를 테스트 한 결과 본 연구에서 제안하는 생체정보 모니터링을 위한 IPMS 구현에 문제가 없음을 확인할 수 있었다. Table 5는 전체적인 시스템의 정량적 평가 시험 결과를 보인 것이다.

Table 5. Result of MDEC test

Requirement	Qualification criteria	Result value
System Fusing & Booting test	30sec	30sec
USB Test(Storage)	18MB/sec	23.47 MB/sec
USB Test(USB-Serial)	B230400	OK
NAND Speed Test	R :2MB/sec W :1.5MB/s	R :2.45MB/sec W :1.92MB/sec
Network Test(Wired)	30Mbps	36 Mb/s/sec
Network Test(Wireless)	30Mbps	33 Mb/s/sec
RS-232 Test(4pin)	B230400	OK
RS-232 Test(6pin)	B230400	OK

VI. Conclusions

본 논문에서는 통합된 환자 모니터링 시스템을 위하여 다수의 생체계측기 정보를 통합 전송할 수 있는 공통모듈을 구현하였다. 기존의 생체 계측기는 환자별로 다수의 장치가 부착되어 많은 환자에 대한 이상 징후를 실시간으로 모니터링하기에는 어려움이 있다. 이에 본 논문에서는 다수의 계측 장비를 통합하는 공통모듈을 이용하여 집중 모니터링이 가능한 통합 모니터링 시스템 위한 모듈을 설계 및 구현하였다. 계측장비와 공통모듈의 패킷 송수신을 위한 프로토콜을 설계하고 네트워크로 전송된 패킷은 통합 모니터링 시스템을 통해 저장, 관리되며 의료진 등의 다양한 사용자에게 정보를 제공한다. 본 연구의 결과는 중앙 집중적 간호환경을 제공하는데 유용하였으며 병원 내 다수의 환자 관리 및 효율적 의료서비스에 기여할 것으로 사료된다. 향후, 측정 장비의 다 기종간 통합 환경을 구축하여 IPMS 기반의 통합 시스템을 구현하고자 한다.

REFERENCES

- [1] S-I. Kang, and A-S. Oh, "A Design and Implementation of Mobile Healthcare System based on Smart Gateway," *Journal of The Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 16, No. 9, pp. 1970-1976, September 2012.
- [2] S-M. Chun, J-W Nah, J-T Park, "Design and Implementation of IEEE 11073/HL7 Translation Gateway Based on U-Healthcare Application Service for M2M," *Journal of The Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 36, No. 3, pp. 275-286, March 2011.
- [3] Hyon-Chel Jung et al, "Design and Implementation of MDEC module for CMCI System," *Proceedings of KSCI Winter Conference*, 121-124, KSCI, Jan. 2016
- [4] VS-110 and OM-100 Manual, <http://www.medicalsupply.co.kr/msc/vs100.html>
- [5] Mohamed Fezari et al, "Ambulatory Health Monitoring System Using Wireless Sensors Node." *Procedia Computer Science* 65, pp. 86-94, 2015.
- [6] Yao Wang et al, "Application of Android Mobile Platform in Remote Medical Monitoring System," *International Journal of Smart Home* Vol. 9, No. 4, pp. 163-174, 2015.
- [7] Jianchu Yao, Steve Warren, "Applying the ISO/IEEE 11073 Standards to Wearable Home Health Monitoring Systems," *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, Vol. 19, No. 6, pp. 427-436, December 2005.
- [8] Am-Suk Oh, "A Study on HL7 Standard Message for Healthcare System Based on ISO/IEEE 11073," *International Journal of Smart Home*, Vol. 9, No. 6, pp. 113-118, 2015.
- [9] Franz B. et al, "Applying FHIR in an Integrated Health Monitoring System," *EJBI* Vol. 11, No. 2, pp. 51-56, 2015.
- [10] Meda Sai Kheerthana¹, Manjunath A.E², "A Survey on Wearable ECG Monitoring System using Wireless Transmission of Data," *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering* Vol. 4, No. 7, pp. 277-279, July 2015.
- [11] Fábio FERREIRA et al, "Vital Signs Monitoring System Using Radio Frequency Communication: A Medical Care Terminal for Bedridden People Support," *Sensors & Transducers*, Vol. 185, No. 2, pp. 93-99, February 2015.
- [12] CHRIS OTTO et al, "System Architecture of WBAN for Ubiquitous Health Monitoring," *Journal of Mobile Multimedia*, Vol. 1, No. 4, pp. 307-326, 2006.

Authors



Myeong-Chul Park received a B.S. degree in Computer Science from Korea National Open University in 1999, a M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from GyeongSang National University in 2002, 2007. He is currently a Professor in the Department of Avionics Engineering, KyungWoon University. He is interested in Visualization, Simulation, Education of Software, Virtual Reality, and Parallel Programming.



Hyon-Chel Jung received B.S degree in Biomedical Engineering Konkuk University in 2014, a M.S degrees in Biomedical Engineering from Konkuk University in 2017. He is currently a Researcher in Wonju Midecal Industry Techno valley. He is interested in digital convergence business model, Health Cloud, mobile Health Care Service.



Duk-Kyu Choi received a B.S. degree in Electronic Engineering from Kyungpook National University in 1990, a M.S. and Ph.D. degrees in Electronic Engineering from Kyungpook National University in 1993, 1997. He is currently a Professor in the Department of Avionics Engineering, KyungWoon University. He is interested in Embedded system, Digital video technology, Mobile Telecommunication.