

# 실시간 모니터링 및 생체정보 수집 가능한 환자 케어시스템 구현

김세정<sup>\*1</sup>, 윤서빈<sup>\*1</sup>, 변정훈<sup>\*1</sup>, 오예은<sup>\*1</sup>, 유종현<sup>\*\*</sup>, 전홍영<sup>\*\*</sup>, 정길환<sup>\*\*</sup>, 김규겸<sup>\*\*1)</sup>

<sup>\*</sup>원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

<sup>\*\*</sup>원광대학교 의료융합연구센터

sejeong98105@naver.com, shinebin123@naver.com, sa\_8001@naver.com,

548621@naver.com, jhryu@wku.ac.kr, zip80@wku.ac.kr, jeongkh1@wku.ac.kr,

kgkim@wku.ac.kr

## The Implementation of a Patient Data Management System with Real-time Vital Signs Monitoring

Sea-Jung Kim<sup>\*1</sup>, Seo-Bin Yoon<sup>\*1</sup>, Jung-Hun Byeon<sup>\*1</sup>, Ye-eun O<sup>\*1</sup>, Jong Hyun

Ryu<sup>\*\*</sup>, Hong Young Jun<sup>\*\*</sup>, Kil Hwan Jeong<sup>\*\*</sup>, Kou Gyeom Kim<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Dept. of Computer Software Engineering, Wonkwang University

<sup>\*\*</sup>Medical Convergence Research Center, Wonkwang University

### 요 약

환자의 생체신호 측정 및 관찰, 영상, 위생 등을 포함하는 직접간호는 간호사들의 총 간호활동 시간 중 내과는 48%, 외과는 40% 로 간호사들의 업무 부담이 되고 있다. 또한 의료기관에서 사용되는 의료기기들은 여러 회사에서 구매하여 사용되기 때문에 각 회사마다 상이한 프로토콜을 가지고 있어 하나의 시스템으로 생체신호를 모으기가 쉽지 않다. 따라서 여러 장비에서 생체신호를 실시간으로 취득하여 통합 관리할 수 있는 시스템 개발을 통해 간호사의 직접간호 업무량을 줄여 간호사의 근무환경 개선뿐만 아니라 중증환자의 경우 환자 생체신호에 대한 실시간 원격감시가 가능하고 환자에게서 발생된 모든 생체신호가 데이터베이스 시스템으로 기록관리 됨으로 인해, 환자의 생체 신호에 대한 이력 추적관리가 가능함으로써, 양질의 의료 서비스가 가능한 환자케어시스템을 개발하고자 한다.

### 1. 서론

우리나라의 간호인력 수는 OECD 평균의 절반 수준이며, 간호사 1인이 담당해야 하는 환자 수는 미국 등 의료 선진국과 약 3배 정도 차이가 난다. 즉 우리나라 간호사들은 적은 간호 인력과 양질의 의료 서비스에 대한 요구 증가로 발생한 과도한 업무량으로 높은 신체적 부담감과 정신적 스트레스에 시달리고 있다[1]. 다른 연구에 따르면 간호사가 수행한 직접 간호활동의 영역별 구성 비율에서 내과는 총 13496시간 중 6484시간으로 48%, 외과는 10589시간 중 4164시간으로 40%를 나타내며 내, 외과 모두 측정 및 관찰이 가장 많은 비율을 차지했다. 이때 직접간호는 환자에게 직접 제공되는 활동으로, 59개의 직접 간호 항목 중에서 영양, 위생, 운동, 측정 및 관찰, 의사소통, 투약, 처치, 배설 및 세척, 흡인, 산소 투여, 열요법의 간호 활동 시간을 측정하

것을 말한다[2]. 이는 직접간호에 간호사들의 업무시간 중 많은 시간이 할당되고 있고, 이는 간호사들에게 업무 부담이 되고 있음을 알 수 있다.

통상 의료기관에서 사용되는 의료기기들은 여러 회사에서 구매하여 사용되고 있는데, 각각의 의료기기 회사마다 각자의 프로토콜로 생체신호를 제공할 수 있도록 하고 있어 하나의 시스템으로 생체신호를 모으기가 어렵다는 단점을 가지고 있다. 또한 의료기관에서 의료기기 공급 업체를 선택할 때는 제품품질과 함께 유지, 보수 서비스 및 가격 등을 가장 중요하게 고려하지만[3] 기존 의료기기들은 높은 가격에 판매되고 있다.

본 연구에서는 생체신호를 실시간으로 취득하여 통합 관리할 수 있는 시스템의 개발을 통해 간호사의 직접간호 업무량을 줄여 간호사의 근무환경 개선뿐만 아니라 중증환자의 경우 환자 생체 신호에 대한 실시간 원격감시가 가능하고 환자에게서 발생된 모든 생체 신호가 데이터베이스 시스템으로 기록관리 됨으로 인해, 환자의 생체 신호에 대한 이력 추

1. 첫 네 명의 저자는 이 논문을 작성하기 위해 동일한 역할을 수행하였음.

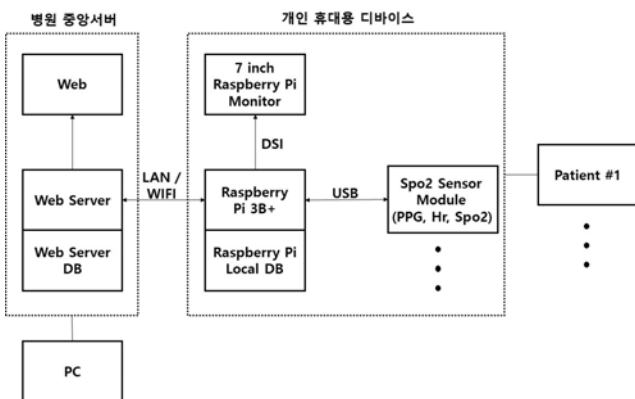
적관리가 가능함으로써, 양질의 의료 서비스가 가능한 환자케어시스템을 개발하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1. 시스템 구성

생체신호 수집 시스템은 크게 생체신호를 취득하여 로컬 데이터베이스에 저장하고 메인 데이터베이스에 전송하는 생체 모니터링 디바이스, 생체신호 취득 센서, 생체신호를 전송받아 데이터베이스에 저장하고 결과를 화면으로 출력해 주는 출력부로 이루어져 있다.

환자 모니터링 시스템은 그림 1과같이 구성되어 있다. 환자 실시간 모니터링의 기능은 크게 생체 모니터링 디바이스와 센서 간의 통신, 생체신호 값을 웹서버 데이터베이스와 생체 모니터링 디바이스의 로컬 데이터베이스에 저장하고 모니터링 디바이스의 모니터와 웹페이지에서 실시간 모니터링할 수 있도록 출력하는 기능을 포함한다.



(그림 1) 시스템 다이어그램

### 2.2 생체 모니터링 디바이스

생체 모니터링 디바이스는 데이터베이스 서버와의 통신을 위해 IoT 기술이 포함되어야 하며, 여러 개의 생체신호 센서 데이터를 취득하기 위해 여러 개의 통신 포트와 가격이 저렴해야 유리하다. 이에 응용할 수 있는 제품은 Arduino와 Raspberry Pi가 있으며 이는 다양한 센서들을 연결할 수 있을 뿐만 아니라 오픈소스코드를 활용하여 더욱 쉽게 확장시키고 발전시킬 수 있으며 일반 컨트롤러에 비해 가격이 저렴하다.

Raspberry Pi는 Arduino에 비해 리눅스와 같은 운영체제 설치가 가능하여 운영체제 내에서 직접 프로그래밍을 하여 외부기기 제어가 가능하며

Application 프로그램 사용이 가능하다. 또한 인터넷 연결을 지원하는 WIFI 모듈이나 LAN 포트, USB 포트, 화면을 표시하는 HDMI 포트 등 외부 하드웨어를 쉽게 연결할 수 있는 확장 I/O 핀이 많아 쉽게 다른 H/W와 연결이 가능한 장점을 가지고 있다[4].

Raspberry Pi는 또한 다양한 기능을 구현함에 있어서 소비하는 노력과 시간을 줄일 수 있으며, 추후 센서를 추가, 제거하는데 매우 용이하며 특정 회사의 제품으로 센서를 한정하지 않고 사용할 수 있다는 점 등을 고려하였을 때 환자 생체신호 모니터링 시스템을 개발하기에 가장 적합하다고 판단하여 Raspberry Pi를 선정하였다.

생체 모니터링 디바이스는 그림 2와 같이 Raspberry Pi 3B+(Raspberry Pi 3B+, Raspberry Pi Foundation, United Kingdom)와 Raspberry Pi 공식 7인치 터치스크린(Raspberry-Pi 7inch Touch Screen Display, Raspberry Pi Foundation, United Kingdom), 생체신호 수집 센서(SPO2 Sensor Module, APMKorea, Republic of Korea)로 구성하였다.



(그림 2) 시스템의 구성

### 2.3 생체신호 취득

생체신호 취득은 SPO2 Sensor Module ICOM2를 Raspberry Pi에 UART 통신을 이용해 연결하여 PPG, Hr, Spo2 생체신호를 취득하도록 한다.

생체 모니터링 디바이스는 취득한 데이터를 로컬 데이터베이스에 저장하고 디바이스에 장착된 터치스크린에 PPG 그래프와 Hr, Spo2 값을 화면에 표시한 후 TCP/IP를 통해 웹서버 데이터베이스에 전송한다. 웹서버에서는 데이터베이스에 접속하여 가장 최근에 수신된 값을 Ajax 비동기 통신을 통해 실시간으로 가져와 PPG 그래프와 Hr, Spo2 값을 갱신하며 웹페이지에 표시한다.

생체신호 센서와의 통신을 위한 프로토콜은 표 1과 같이 STX, Wave, Hr, Spo2, Status, ETX로 구성한다. STX는 시작 비트로 0xFA를, ETX는 종료 비트로 0xFB를 설정하였다. Wave는 PPG 파형의 수치를, Hr은 심박수 수치를, Spo2는 산소포화도 수치를, Status는 Sensor와 Finger 상태를 나타낸다.

센서 데이터는 0.5초 간격으로 취득하여 로컬 데이터베이스에 저장한다. 이때 손가락이 센서에 인식된 경우에만 측정되어야 의료 현장에서 오류를 줄일 수 있기 때문에 Status 값이 0x03일 때 측정되도록 한다.

<표 1> 생체데이터 취득을 위한 프로토콜

STX	Wave	Hr	Spo2	Status	ETX
0xFA	PPG wave	Heart rate	Oxygen saturation	sensor, finger	0xFB

Status Value		
Bit	Showing	
Bit0	0	Sensor Open
	1	Sensor In
Bit1	0	Finger Open
	1	Finger In
Bit2 ~ 7	0	Reserve
	1	Reserve

### 2.4 데이터베이스 구조

개발된 환자 모니터링 시스템은 그림 3과 같이 디바이스에서 수집한 환자들의 실시간 생체신호 값을 데이터베이스에 저장하고, 인터넷을 통해 웹서버에 접속하여 원격 조회하는 기능을 담당한다.

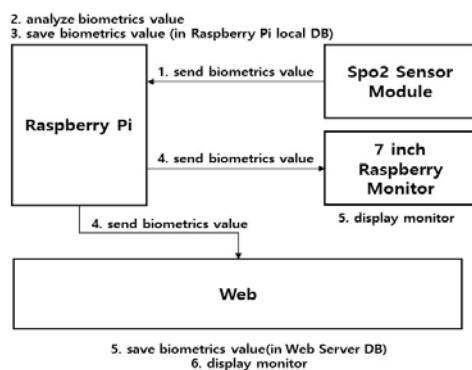
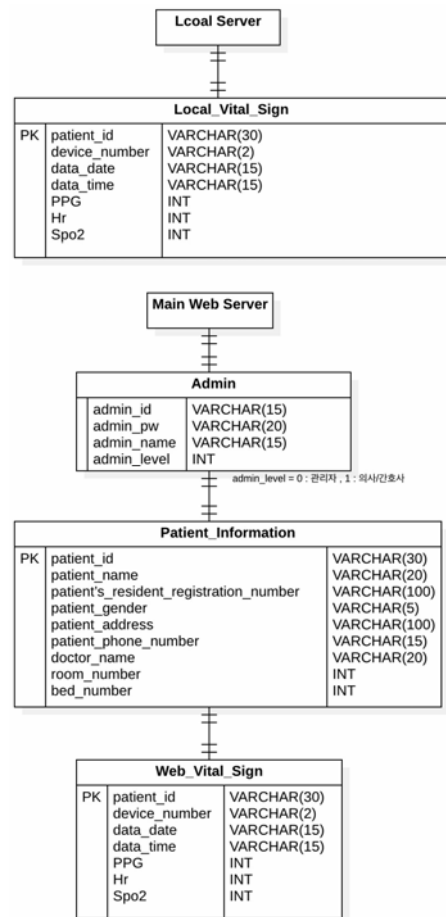


그림 3 데이터베이스 블록 다이어그램

구축한 전체 시스템은 여러 대의 디바이스에서 송신하는 데이터를 종합적으로 관리하는 웹서버, 생체 모니터링 디바이스의 로컬 서버가 있다. 각각의 서버에는 환자 정보를 저장하는 데이터베이스가 연동되어 있으며 데이터베이스는 Mysql을 이용하였다.

웹서버와 로컬 서버는 Nodejs의 express Module을 이용하여 구축하였다.

메인 웹서버 데이터베이스에는 서버 접근자 통제를 위한 Admin 테이블, 환자 정보를 담고 있는 Patient\_Information 테이블과 환자의 생체신호를 실시간으로 저장하는 Web\_Vital\_Sign 테이블로 구성되어 있다. Patient\_Information 테이블과 Web\_Vital\_Sign 테이블은 환자별로 테이블을 생성한다. 각 테이블은 환자 식별 번호인 patient\_id를 primary key로 사용하며 이를 통해 환자를 식별한다. 이때 해당 환자 디바이스에서도 primary key를 동일하게 세팅해 주어 디바이스에서 측정된 센싱 값을 중앙 서버 데이터베이스에 저장할 때 해당 환자를 식별하고 해당 환자의 테이블에 생체신호정보가 저장된다.



(그림 4) DB 구조

로컬 데이터베이스는 Local\_Vital\_Sign 테이블로 구성되어 있으며, device\_number, patient\_id를 초기에 설정해서 환자 구별과 기기를 식별한다. 특히 네트워크가 중단됐을 때 데이터 백업 및 생체신호 모니터링이 중단되지 않도록 구성하였다.

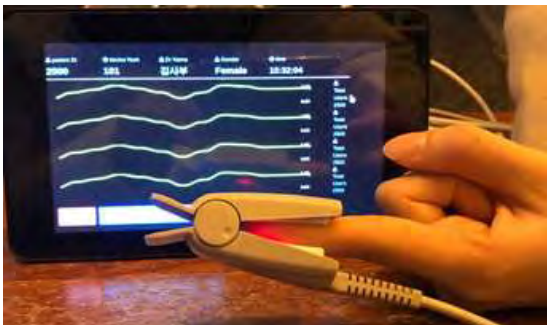
### 2.5 실시간 모니터링

사용자는 그림5의 (a)와 같이 웹 모니터링 화면을 통해 환자별로 디바이스에서 송신되고 있는 생체신호를 확인할 수 있으며, 정상 범위 수치는 녹색으로, 위험 범위에 속하는 범위는 붉은색 표시 및 경고음이 울리도록 하였다. 또한 환자 목록에서 선택하면 환자의 자세한 정보와 실시간 생체신호 정보를 출력하여 환자 상태를 한눈에 확인할 수 있다.

생체 모니터링 디바이스는 그림 5의 (b)와 같이 디바이스에 장착된 터치스크린에 PPG 그래프와 Hr, Spo2 값을 출력해준다.



(a)



(b)

(그림 5) 모니터링 화면

(a) 웹 모니터링, (b) 디바이스 모니터링

### 3. 결론

본 연구에서는 Raspberry Pi와 센서를 활용하여 환자들의 생체신호를 수집하고, 웹을 통해 실시간으로 통합 관리하는 기능을 제공하는 환자 생체신호 실시간 모니터링을 구현하였다.

환자 생체신호 실시간 모니터링 시스템은 간호사들의 직접간호 시간을 줄여 업무의 부담을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 고가의 의료장비를 구입하고도 유지 보수에 많은 비용을 소비하고 향상된 기술 장비를 교체 적용하기 위해 전체 장비를 바꾸어야 하

는 문제 등에 상황을 겪는 의료기관의 여건 개선에도 도움이 되어 업무처리를 향상시킬 수 있으며, 환자에게는 양질의 의료서비스를 제공함으로써, 모두의 부담을 줄이면서 향상된 의료 서비스 제공 및 수혜를 받을 수 있게 할 것이라고 사료된다.

환자케어시스템은 병실 환자베드에서 환자마다 개인 단말기를 통해 모든 생체정보가 실시간으로 수집되고 데이터베이스 서버로 전송되어 기록관리됨과 동시에 원격으로 의료진이 휴대한 스마트기기 또는 PC를 통해 웹서버에 접속하여 환자의 실시간 감시가 가능하고, 기록된 생체정보는 데이터베이스를 통해 광범위한 자료검색과 열람이 가능함으로써, 환자의 생체정보 기반의 병력 추적관리가 가능하게 됨으로써 양질의 의료서비스가 가능해지며, 각 병실을 돌며 환자의 상태를 체크해야 했던 직접간호의 시간을 단축할 수 있으며 환자별 생체신호를 통합적으로 확인할 수 있어 문제 발생 시 빠른 대처가 가능하다.

### 4. Acknowledgements

본 연구는 원광대학교 현장실습지원센터 및 과학기술정보통신부 의료기관 창업 캠퍼스 연계 원천기술개발사업(No. NRF-2016M3A9E9941569)의 지원에 의하여 이루어진 것임.

### 참고문헌

[1] Ji Eun Lee, Eunjoo Lee. "The influence of the burden of nurse's work and health problems on presenteeism". Journal of the Korean Data & Information Science Society, vol. 28, pp.769-781, 2017.

[2] Jung Ho Park, Hyeoun Ae Park, Hyon Joe, Hye Rah Han. "Measurement of the Nursing Workload by Patient Classification System in a Secondary Hospital". Korean Academy of Nursing Administration, vol. 1, pp.132-146, 1995.

[3] Yeo, Jin Dong, Kim, Hye Sook, Kim, Mi Sook. "A Study on the Effect of Medical Device Purchase Decision Making". 의료경영연구 (보건의료산업학회), vol. 2, pp.28-36, 2008.

[4] 차승범, 유대환, 나지은, 이예랑, 김준호, "사물인터넷을 위한 안드로이드와 아두이노의 무선통신 개발환경 설정 그리고 스마트 도어락", 한국정보과학회 학술발표논문집, pp.98-100, 2016.