

---

# CDMA와 USN을 이용한 u-Health 시스템의 구현에 관한 연구

## A Study on U-Health System Using CDMA and USN

장동욱, DongWook Jang, 김정훈, JungHoon Kim, 선복근, BokKeun Sun, 한광록, KwangRok Han  
호서대학교 컴퓨터공학과

---

본 논문에서는 만성질환을 갖고 있으면서도 일상생활을 하고 있는 만성질환 환자의 응급상황에 대비할 수 있는 u-Health 시스템 구축에 대하여 논한다. USN과 전자청진기, GPS, CDMA 그리고 RFID로 구성된 PHC(Personal Health Care) 장치에 의해 환자의 위급상황이 감지되면 위치정보를 포함한 문자메시지를 병원과 보호자의 모바일 단말기로 전송하여 즉각 대처할 수 있도록 한다. 특히 유비쿼터스 센서로 구성된 기울기/가속도 센서와 진동센서로부터 수신되는 신호패턴을 분석하여 기절현상 또는 발작 증상과 같은 응급상황 여부를 판단한다. 이 시스템을 항상 주의를 필요한 만성질환자에게 적용시킴으로써 응급 상황에 신속히 대처하여 귀중한 생명을 구할 수 있을 것으로 기대된다.

**핵심어:** u-Health Care, Ubiquitous, USN, GPS, CDMA, RFID

### 1. 서론

21세기 커다란 변화의 원동력으로서 IT 특히 그중 유비쿼터스(Ubiquitous)의 기술적 잠재력은 사회적으로는 인간의 삶을 보다 풍요롭고 편리하게 할 것이며, 경제적으로는 일국의 국가발전 핵심요소로 부각될 것이다. 그 근간이 되는 정보통신 기술은 이제까지 우리나라 국가산업의 성장을 주도하는 것은 물론 인류의 라이프스타일까지 변화시키고 있다[1].

이러한 일련의 변화에 대응하여 보건의료를 보다 효율적으로 개선해야 할 필요성의 의료계뿐 아니라 사회 전반에 걸쳐 제기 되고 있다. 게다가 의료서비스 개방이라는 대외적 환경 변화는 국내 보건의료 전반적인 개혁을 필요로 하고 있다. 그래서 회자되는 것이 u-Health인데, 이는 언제 어디서든지 편리하게 건강관리와 의료서비스를 받도록 하자는 것이다[2]

또한, 심장질환자뿐만 아니라, 최근 스트레스의 증가로 인하여 심장마비와 같은 돌연사가 증가하고 있으며[3], 이러한 심장질환자는 증상의 발생 시 수분 내에 치료 또는 응급조치를 받으면 살 수 있음에도 불구하고, 그러지 못해 사망하

- 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음

는 경우가 있다.

이렇듯, 증상 발생 시 수분 내에 치료 또는 응급조치를 받으면 살 수 있음에도 불구하고 사망하는 경우가 많다.

따라서 본 논문에서는 응급상황에 대처하기 위하여 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 기반으로 한 PHC(Personal Health Care) 장치를 구현하여 환자의 상태를 상시 모니터링하면서 위급상황이 발생하면 응급상황 코드와 위치정보를 보호자와 병원에 문자메시지로 통보하도록 한다. 본 논문에서는 이와 같은 시스템을 MHCS(Mobile u-Health Care System)이라고 한다. 이 MHCS를 이용하여 기절 또는 발작 등 매우 위험한 상황에 놓인 환자가 신속하게 응급처치를 받을 수 있게 한다.

### 2. MHCS 설계

#### 2.1 시스템의 구성

본 논문에서 제한하는 MHCS를 구현하기 위하여 (그림 1)과 같이 시스템을 구성하였다.

(그림 1)에 나타낸 바와 같이 전체 시스템은 사용자 즉, 환자의 데이터를 측정하고 분석하는 PHC 장치와 환자들의

데이터를 받아 보관하는 중앙관리센터(Control Center) 그리고 환자의 상태를 주기적으로 보고 받으며, 응급상황 발생 시 신속히 대처하는 유비쿼터스 병원으로 구성된다.

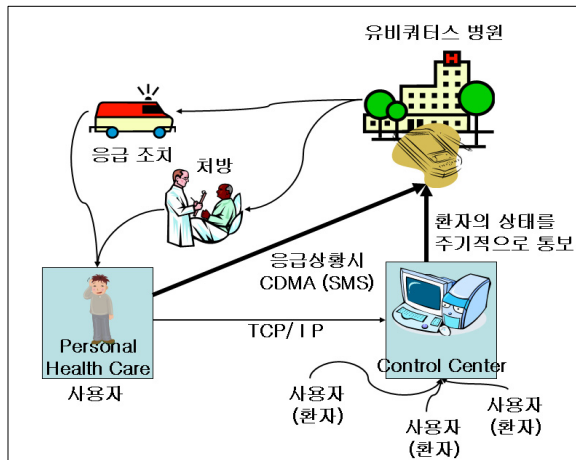


그림 1. MHCS 구성도

## 2.2 PHC장치

PHC 장치는 MHCS의 핵심부분으로서 환자에게 착용케 하여 신체 상태를 모니터링하면서 센서 데이터를 분석하고 처리하는 장치를 말한다. (그림 2)는 PHC 장치의 구성을 나타낸다.

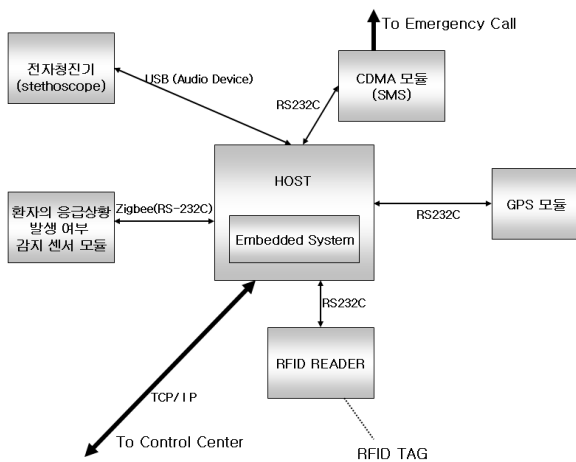


그림 2. Personal Health Care System 구성도

PHC 장치는 전자청진기를 이용하여 환자의 심장음과 폐음 및 장음을 기록하고 처리하는 전자청진 모듈과 진동센서와 가속도/기울기 센서 등의 USN을 이용하여 환자의 상태를 모니터링하는 감시 모듈 및 수신된 센서 데이터를 분석하여 응급상황으로 판단되면 환자의 위치를 추적하는 GPS 모듈 그리고 위치 정보와 환자의 응급상태 정보를 병원 또는 보호자에게 문자메시지로 알려주는 CDMA 모듈로 구성된다.

(표 1)에 PHC 장치의 구성 모듈에 대한 기능을 정리하였다.

표 1. PHC 장치의 모듈과 기능

모듈	기능
호스트	각 모듈로부터 데이터를 수신하고 중앙관리센터에 모니터링 데이터를 전송한다.
전자청진기	환자의 심장음과 폐음 및 장음 등을 측정하여 호스트에 전송한다.
무선센서	USN을 이용하여 환자의 응급상황을 감시한다.
GPS	응급상황시 환자의 위치정보를 추적하여 호스트에 송신한다.
CDMA	위급상황시 응급코드와 위치정보를 문자메시지로 전송한다.
RFID	환자의 기본 데이터를 RFID 태그에 저장하여 관리한다.

### 2.2.1 임베디드

PHC 호스트는 Intel Xscale CPU를 사용하는 임베디드 시스템 형태로 구축한다. 전자청진기는 USB를 이용하여 연결되고, 센서 모듈과 CDMA 모듈, GPS 모듈, RFID 리더기로부터 데이터를 수신한다.

무선센서의 데이터를 분석하고 전자청진기로부터 수신된 환자의 심장음과 폐음 및 장음에 대한 신호도 처리한다. 이 때 분석에 필요한 환자의 기본 정보는 RFID 태그에 저장되어 있는 환자의 데이터를 이용한다. 센서와 전자청진기로부터 응급 상태가 감지될 경우 호스트는 응급상태코드와 GPS 모듈의 위치정보를 CDMA 모듈을 이용하여 문자메시지로 병원과 보호자에게 통보하고 동시에 환자의 상태정보를 중앙관리센터로 전송한다.

PHC 호스트는 응급상태가 아닌 경우에도 주기적으로 환자의 상태정보를 모두 중앙관리센터로 전송한다.

### 2.2.2 전자청진기 모듈

전자청진기는 환자의 심장, 폐, 또는 장의 소리를 측정하는 역할을 하며, 측정된 음형 신호는 PHC 호스트로 전송하는 역할을 한다.

환자의 청진음을 입력받아 처리하는 과정을 (그림 3)에 나타낸다. 청진음은 전자청진기의 OPAMP에서 15배 이상 증폭하여 USB 인터페이스를 이용하여 PHC 호스트에 전송된다.

PHC 장치에서는 수신된 신호를 버퍼에 저장한 후에 FIR(Finite Impulse Response) 필터를 적용하여 잡음을 제거하고 최종 데이터는 중앙관리센터로 전송한다.

전자청진기에서 청진하는 과정에서 잡음이 포함되어 있기 때문에 FIR 필터링을 이용하여 잡음신호를 제거한다. FIR 필터는 식 (1)의 공식을 이용한다.

$$y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} b_k x(n-k) \quad (1)$$

$y(n)$  = 시간 n의 필터 출력값

$x(n-k)$  = 이전 입력값

$b_k$  = 필터 계수의 백터값.

(표 2)은 심장음의 FIR 필터링에 사용된 필터 계수의 백터값(bk)을 나타낸다

-0.0016, -0.0015, -0.0015, -0.0015, -0.0014, -0.0012, -0.0007, 0.0002, 0.0015, 0.0034, 0.0058, 0.0088, 0.0125, 0.0167, 0.0214, 0.0319, 0.0374, 0.0428, 0.0481, 0.0528, 0.0570, 0.0605, 0.0630, 0.0646, 0.0651, 0.0646, 0.0630, 0.0605, 0.0570, 0.0528, 0.0481, 0.0428, 0.0374, 0.0319, 0.0265, 0.0214, 0.0167, 0.0125, 0.0088, 0.0058, 0.0034, 0.0015, 0.0002, -0.0007, 0.0012, -0.0014, -0.0015, -0.0015, -0.0015, -0.0016
---

표 2. 심장음에 대한 FIR필터 계수

(그림 4)는 FIR 필터링을 하기 전의 파형이고 (그림 5)는 필터링한 후의 파형이다. (그림 5)에 나타난 바와 같이 잡음이 상당히 감쇄되어 있는 것을 확인 할 수 있다.

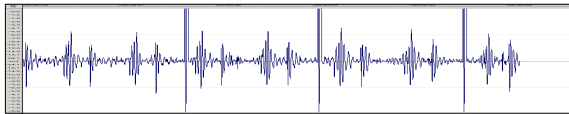


그림 4. 심장 파형

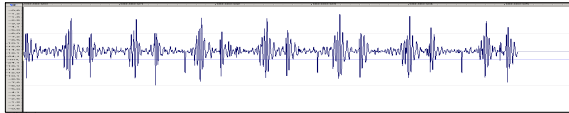


그림 5. FIR 필터링 적용후의 심장 파형

### 2.2.3 USN을 이용한 환자의 응급 상황 감지

PHC시스템은 가속도(Acceleration)/기울기(Inclination) 센서와 진동(Vibration) 센서 그리고 온도(temperature) 센서로 이루어진 USN을 이용한다.

(그림 6)은 USN을 이용한 환자감시모듈을 나타내며 PHC 호스트와 Zigbee로 통신한다. 이 모듈은 환자의 몸에 부착되어 환자의 응급상황을 감지한다[4].

가속도/기울기 센서와 진동 센서를 이용하여, 뇌졸중, 급성비행, 심장마비와 같이 순간적으로 환자가 쓰러져 환자 스스로 대처를 하지 못할 경우 각각의 센서가 이러한 패턴을 감지하여, 병원 또는 보호자에게 모바일 기기를 이용한 긴급 문자메시지로 통보함으로써 빠른 시간 내에 대처가 가능하도록 한다. 또한, 간질과 같은 치명적인 발작 증세가 발생했

을 경우도 같은 방법을 통해 센서가 이를 감지하여 병원 또는 보호자에게 통보한다.

이렇듯 갑작스런 기절, 발작증세시 수분 내에 대처가 가능하여 환자의 생명을 지켜줄 수 있다.

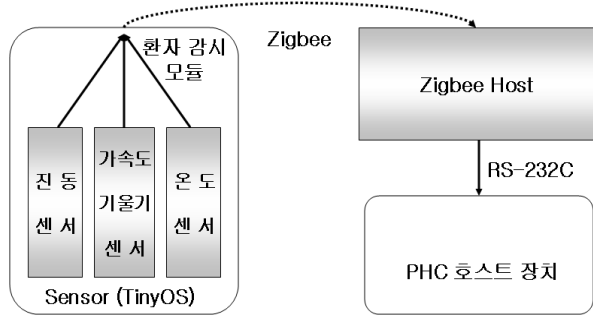


그림 6. USN을 이용한 응급환자 감시모듈

### 2.2.4 CDMA 모듈을 이용한 응급 문자메시지의 전송

PHC 장치는 응급상황 발생시 (그림 7)과 같이 CDMA를 통해 통신사의 데이터 회선에 연결을 하여 문자메시지를 지정된 병원에 발송한다.

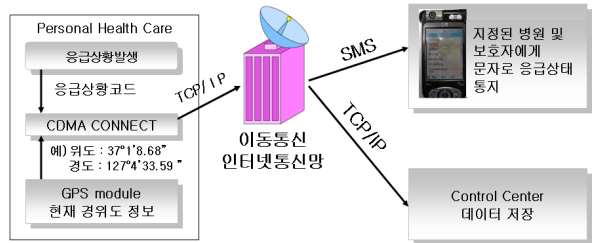


그림 7. MHC의 문자메시지 전송

CDMA는 모바일 단말기를 통하여 언제 어디서든 문자 메시지 전송이 가능하다.

그러나 문자메시지는 전송하는 문자수가 제한되기 때문에 (표 2)과 같은 응급상황코드를 사용한다. 진단에 필요한 상세정보는 중앙관리센터로 보내어 병원에서 참조할 수 있도록 한다.

표 3. PHC의 응급상황코드

응급상황코드	응급진단상황내용
응급0001	환자가 기절하여 의식이 없는 상태
응급0002	환자가 기절하였으나 곧 다시 일어난 상태
응급0003	환자가 발작증상을 나타내는 상태
진단0001	환자의 고혈압 증상이 위험한 상태
진단0002	환자의 저혈압 증상이 위험한 상태
진단0003	환자의 심장음이 매우 불규칙한 상태
진단0004	환자의 폐음이 매우 불규칙한 상태

### 2.2.5. GPS 모듈을 이용한 위치 추적

PHC 장치는 응급상황시 환자의 위치정보를 GPS로부터 읽어서 응급상황코드와 함께 문자메시지로 병원에 통보한다.

또한 GPS의 신호를 받을 수 없는 지역에서는 가장 최근에 수신된 지역의 위치를 참조하여 사고 위치를 추정한다.

### 2.2.6. RFID 태그를 이용한 환자의 정보 관리

환자의 신장과 체중 그리고 혈액형과 혈압 데이터는 센서 데이터를 분석하는 중요한 요소이기 때문에 병원에서 측정하여 RFID 태그에 저장하여 관리한다.

## 2.2. 중앙관리센터

중앙관리센터는 PHC로부터 수신된 환자들의 데이터를 저장한다. 이곳에서는 환자의 각종 모니터링 데이터를 확인할 수 있기 때문에 환자가 병원에서 직접적인 관리를 받지 않더라도 자유롭게 활동하면서 꾸준한 관리를 받을 수 있게 된다.

## 2.3. 유비쿼터스 병원

유비쿼터스 병원은 (그림 8)과 같이 PHC 장치로부터 문자메시지로 응급상황코드를 수신한 후에 중앙관리센터와 접속하여 환자에 대한 모니터링 정보를 확인하고 응급상황에 맞는 조치를 취한다.

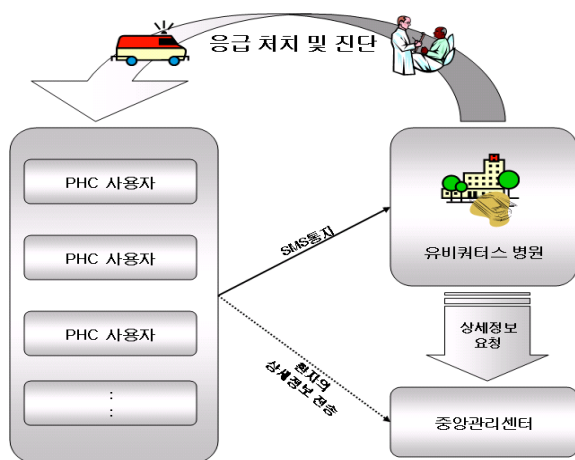


그림 8. 유비쿼터스 병원에 역할

## 3. MHCS 구현 및 실험

### 3.1 응급상황 모니터링

#### 3.1.1. PHC 호스트

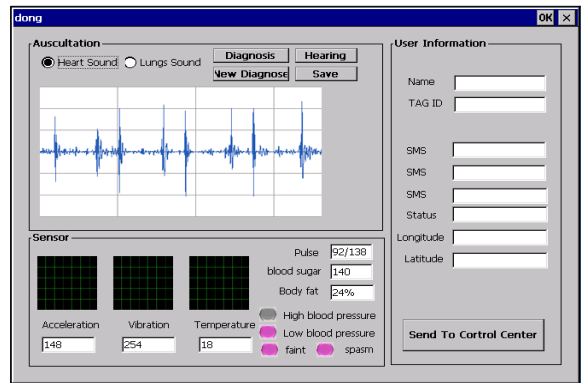


그림 9. PHC 호스트 프로그램의 동작에

(그림 9)는 PHC 호스트에서 동작중인 진단 및 응급상황의 분석을 위한 모니터링 프로그램이다.

PHC 호스트 프로그램은 USN을 이용하여 가속도/기울기 센서와 진동센서의 데이터 패턴을 분석하여 환자의 상태를 모니터링한다. 환자의 심장 및 폐의 전자청진음 데이터를 참고하면서 이상 징후가 발생하면 응급코드와 GPS의 위치 정보를 문자메시지로 발신한다. 이와 같은 동작의 흐름을 (그림10)에 나타낸다.

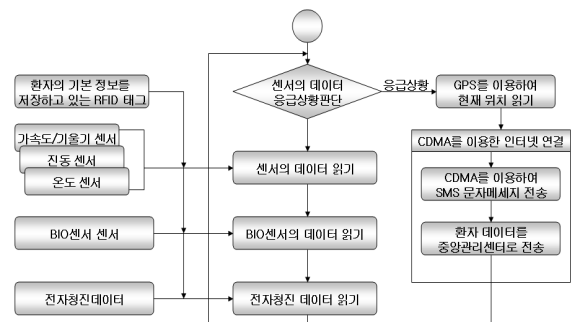


그림 10. PHC 호스트 프로그램의 흐름도

#### 3.1.2. 전자청진기를 이용한 진단

전자청진기로 측정된 심장음의 파형을 (그림 11)에 나타내고, 폐음의 파형을 (그림 12)에 나타낸다.

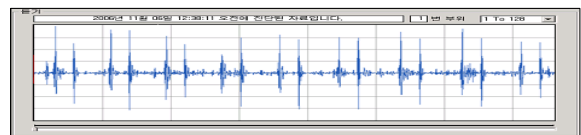


그림 11. 심장음에 대한 파형

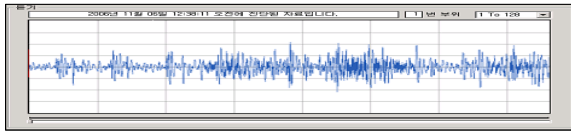


그림 12. 폐음에 대한 파형

(그림 13)은 PHC 호스트 프로그램을 이용하여 심장음과 폐음을 측정하는 예를 나타낸다. (그림 13)에서 ①은 심장음을 측정하고 ②~⑨는 폐음 그리고 과은 장음을 측정할 때 사용된다.

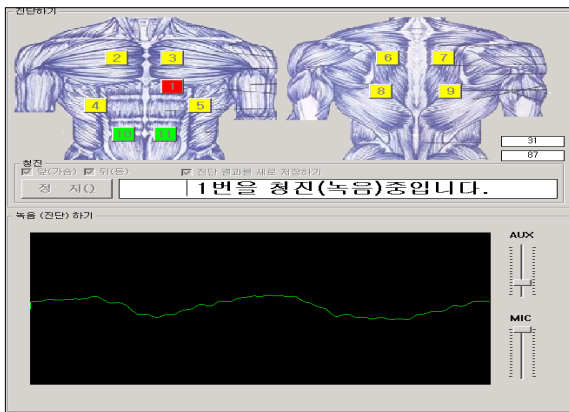


그림 13. 전자청진기에 의한 측정 예

### 3.1.3 환자 감시를 위한 무선센서

무선센서와 PHC는 Zigbee를 통해 통신한다. PHC 장치에서는 환자의 센서 데이터 패킷을 검사하여 환자의 발작 또는 기절 상태를 확인한다. (그림 14)는 USN을 구성하는 기울기/가속도 센서와 진동 센서 그리고 온도 센서를 나타낸다[4].



기울기/가속도 센서      진동센서      온도센서

그림 14. 감시에 사용되는 무선 센서

### 3.1.4 감시용 데이터 처리

환자의 센서노드는 센서의 데이터를 패킷형태로 PHC 장치에 전달한다. PHC 장치는 이 데이터를 받아 구조를 분석하여 환자의 상태를 판단하게 된다.

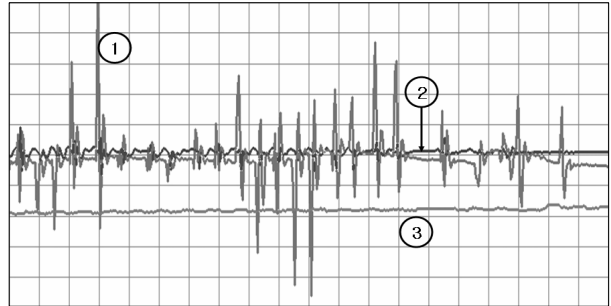


그림 15. 센서의 데이터 그래프

(그림 15)에서 ①은 진동센서, ②는 가속도/기울기 센서, ③은 온도센서의 파형을 나타낸다. 진동센서와 가속도/기울기 센서를 이용하여 발작 및 간질 증상뿐만 아니라 기절과 같은 상황을 인식해낼 수 있다.

### 3.1.5. 정상 보행의 경우

(그림 16)은 환자가 정상보행을 하고 있을 때의 신호파형을 나타낸다. 정상보행일 경우에는 (그림 16)의 ①에 나타낸 바와 같이 기울기/가속도 센서의 데이터 크기가 일정한 범위 내에서 수신됨을 알 수 있다. 이것은 환자가 거의 일정한 속도로 걷고 있다는 것을 나타낸다. ②는 진동센서의 데이터 파형으로 역시 환자가 정상보행하고 있을 때의 진동만을 표시한다.

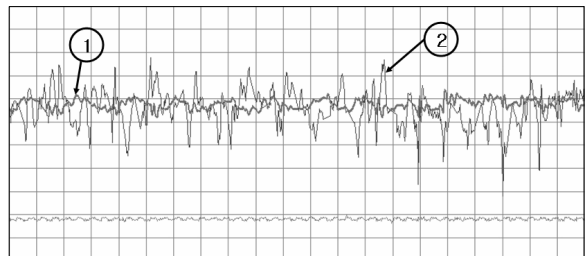


그림 16. 정상보행의 데이터 그래프

(그림16)의 그래프를 실제 수치값으로 나타낸 것이 (표 4)이다. (표 4)에서 평균값은 센서의 수치를 20번 측정하여 평균을 구한 값이다.

표 4. 정상 보행시 센서 데이터

	최대치(평균)	최소치(평균)	기준값
진동센서	600 (569)	400 (425)	440
가속도/기울기 센서	550 (521)	450 (469)	500

즉, 정상보행의 경우 진동센서와 가속도/기울기 센서의 수치가 (표 4)의 범위에 포함되면 정상보행이라고 판단한다.

### 3.1.6. 발작상태 감지

(그림 17)은 환자가 발작을 하는 경우에 수신된 신호파형이다. ①의 진동센서에서는 꾸준한 진동이 감지되고 있으



며, ②의 기울기/가속도 센서 역시 환자가 발작함으로서 (그림 16)의 ②와는 다르게 변화하는 패턴을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.

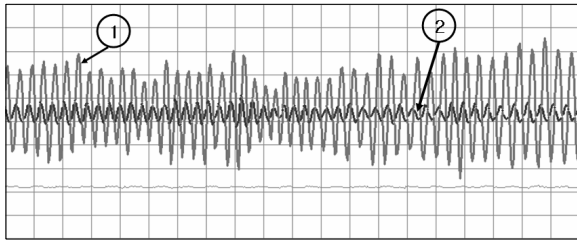


그림 17. 발작증상시 데이터 그래프

(표 5)는 (그림 17)의 실제 수치값을 나타낸 것이다.

표 5. 발작 상태의 센서 데이터

	최대치(평균)	최소치(평균)	기준값
진동센서	690 (669)	320 (365)	440
가속도/기울기 센서	550 (538)	450 (466)	500

그래프의 한 눈금은 1초를 나타낸다. 따라서 환자가 발작증상을 일으켰을 경우 1초 내에 5번 정도 진동센서의 값이 급변하는 것을 볼 수 있다. 또한 이 진동센서는 (그림 17)에 나타난 바와 같이 정상보행일 때보다 변동 폭이 훨씬 크면서 짧게 진동한다는 것을 알 수 있다. (그림 17)에서 1초 내에 4-6번 정도로 진동을 하면서 진동 폭이 길고 있을 때 보다 크다면 발작상태라고 할 수 있다.

### 3.1.7. 기절 상태 감지

환자가 정상적으로 걷다가 갑자기 기절한 경우에 수신된 센서 데이터의 그래프를 (그림 18)에 나타내었다.

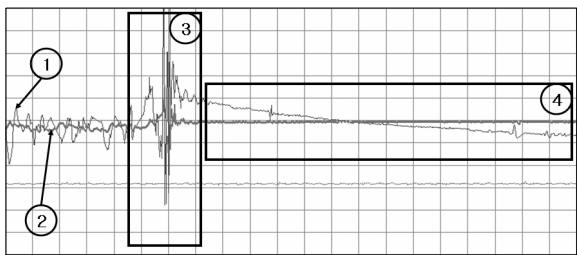


그림 18. 기절했을 때의 데이터 그래프

(그림 18)에서 ①의 진동센서는 앞부분에서는 정상보행의 진동 과형을 나타내고 있으며, ③의 구간에서 급격한 진동의 변화를 보였다. ②의 기울기/가속도 센서도 ③의 구간에서 가속도가 증가하였음을 보여준다. 이것은 환자가 어떤 상황에서 급격한 몸의 움직임이 있었음을 보여준다. 그리고 ④의 구간에서는 진동과 기울기/가속도의 움직임이 거의 정지상태라는 것을 확인할 수 있다. 이것은 환자가 거의 움직이지 않는다는 것을 의미한다. 즉, ③과 ④의 결과로부터 환자가 급격히 움직였다가 거의 정지 상태를 유지하고 있기

때문에 환자가 기절했다고 판단할 수 있다.

(그림 18)의 그래프를 수치로 나타내면 (표 6)과 같다.

표 6. 기절상태의 센서 데이터

	기절 증세일 경우 센서 측정치		
	최대치(평균)	최소치(평균)	기준값
진동센서	750 (696)	400 (431)	440
가속도/기울기 센서	650 (611)	400 (439)	500

### 3.1.8. 온도센서를 이용한 환경인식

온도센서는 응급상황시 환자 주변의 온도를 감지한다. 이것은 실내의 여부를 판단할 뿐 아니라, 현재 환자가 있는 곳의 환경을 유추함으로써 응급대처에 도움을 줄 수 있다.

## 3.2 응급상황의 통보

### 3.2.1. 응급상황시 문자메세지의 전송

PHC 장치에 탑재된 CDMA 모듈에서는 환자의 응급상황을 SMS로 전송한다. SMS 전송은 먼저 CDMA를 통하여 통신사의 데이터 회선을 이용하여 (그림 19)와 같은 메시지 구조로 전송한다.

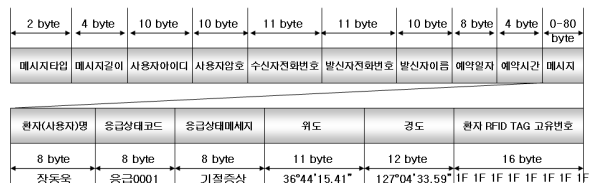


그림 19. SMS를 위한 데이터 구조

### 3.2.2. GPS 정보에 의한 위치 추적

PHC 장치는 GPS 모듈을 이용하여 환자의 위치정보를 송신한다. (그림 20)은 응급상황이 발생한 곳에서 GPS에 의해서 송신된 위치인 위도 36° 44'15.41"와 경도 127° 04'33.59"를 실제 지도상에 표시하고 있다.

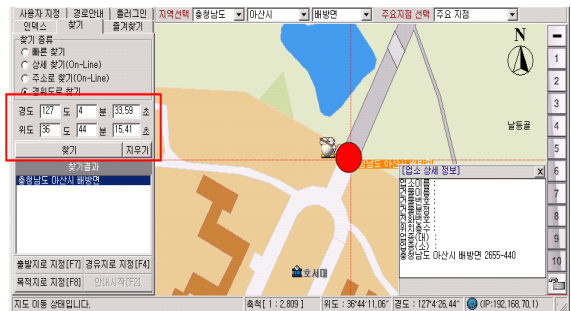


그림 20. 지도상에 위치정보 표시

### 3.2.3. 환자의 데이터 관리

중앙관리센터는 PHC에서 전송한 센서데이터 및 응급상황 코드 그리고 GPS 위치정보 등의 환자의 상태정보를 관리한다. (그림 21)은 저장되는 데이터 구조를 나타낸다.

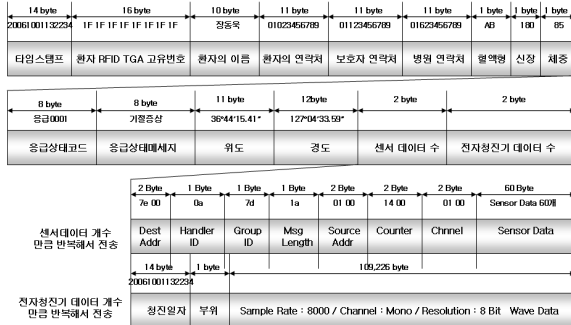


그림 21. 중앙관리센터로 전송되는 데이터 구조

(그림22)는 중앙관리센터에 접속하여 검색된 환자의 모니터링 데이터를 나타낸다.

번호	사용자	기록시간	환자연락처	병원연락처	코드	메세지	위도	경도	센서데이터	환진데이터
6	장동욱	2006/10/11 18:22:22	010-7289-0391	010-7289-0391	응급001	목시도출	036/44/15.41	127/04/33.59	480	12
5	장동욱	2006/10/11 18:10:41	010-7289-0391	010-7289-0391	응급001	목시도출	036/44/05.34	127/04/40.06	240	4
4	장동욱	2006/10/11 12:27:54	010-7289-0391	010-7289-0391	응급001	목시도출	036/44/08.21	127/04/38.49	300	6
3	장동욱	2006/10/11 10:56:21	010-7289-0391	010-7289-0391	응급002	목시도출	036/44/10.41	127/04/31.29	120	2
2	장동욱	2006/10/10 20:11:18	010-7289-0391	010-7289-0391	간단001	간단요양	036/44/2.59	127/04/22.16	120	4
1	장동욱	2006/10/10 16:42:27	010-7289-0391	010-7289-0391	간단004	목시도출	036/44/8.5	127/04/42.89	90	2

그림 22. 중앙관리센터와 접속된 환자의 화면

## 4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 USN과 GPS, CDMA, RFID를 이용한 u-Health Care 시스템에 대하여 기술하였다. 전자청진기를 이용하여 환자의 심장과 폐 또는 장음을 전송함으로써 유비쿼터스 병원에서 원격으로 환자의 상태를 진단할 수 있다. 또한 USN을 이용하여 만성질환 환자에게 기절 혹은 발작 등의 위급상황이 발생하면 응급코드와 위치정보를 보호자에게 통보함으로써 응급상황에 능동적으로 대처할 수 있게 한다. 이와 같은 u-Health care 시스템을 적극 활용함으로써 많은 응급환자의 생명을 구할 수 있을 것으로 기대된다.

앞으로 전자청진기의 수신데이터를 PHC 호스트가 스스로 분석하여 진단하거나, USN의 바이오센서를 이용하여 환자의 심전계와 맥박, 혈당, 체지방률 등을 측정하여 진단함으로써 응급상황을 미리 예방할 수 있도록 시스템을 개선할 필요가 있다.

## 참고문헌

- [1] 지경용외 16명, “유비쿼터스 시대의 보건의료”, Jinhon M&B, 14쪽, 2006년
- [2] 류경상, “유비쿼터스 사회의 발전 추세와 미래 전망”, 유비쿼터스 연구시리즈 제1호, 한국 전산원, 3쪽, 2006년
- [3] 윤석우, “노인성 만성 질환자 실태에 관한 연구”, 단국대학교 석사학위 논문, 1쪽, 2002년 02월
- [4] 휴인스 기술연구소, “유비쿼터스 무선센서 네트워크 구조 및 응용”, 홍릉과학출판사, 63쪽, 2006년
- [5] 김진태, 권영미, “RFID와 ZigBee를 이용한 유비쿼터스 u-Health 시스템 구현”, 전자공학회 제43권 TC편 제1호, 87쪽, 대한민국, 2006년 1월
- [6] Jee, K.Y (2004), "Korean Internet Diffusion Model and The Change of e-Life Style". OECD WorkShop
- [7] 바이오 신산업기회와 대응전략, 삼성경제연구소 October, 2004
- [8] Medical Communication Portal News (<http://www.doctor.co.kr>)
- [9] Martin Strassner and Thomas Schoch, "Today's Impact of Ubiquitous Computing on Business Process." Pervasive 2002 shot paper proceedings, Zurich. May
- [10] Ryoji Suzuki(MSc) and Mitsuhiro Ogawa(PhD) and Yoshiko Tobimatsu(MD) and Tsutomu Iwaya(MD) “Time-Course Action Analysis of Daily Life Investigations in the Welfare Techno House in Mizusawa”, Telemedicine Journal and e-Health, Vol.7 No.3, pp. 249-259, Sep 2001
- [11] P Johnson and DC Andrews, Remote continuous physiological monitoring in the home, JOURNAL OF TELEMEDICINE and TELE CARE, Vol.2 No.2, pp. 107-113, 1 June 1996
- [12] Vincent Rialle and Lamy J.B and Noury N. and Bajolle L., Telemonitoring of patients at home: a software agent approach, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol.72 No.3, pp. 257-268, November 2003