

# U-healthcare 시스템을 위한 손목착용형 단말기 소개

- 김희선((주)유엔씨 대표이사)
- 류지형(전북대학교 전자공학부)
- 이창구(전북대학교 전자공학부 교수)
- 임재중(전북대학교 전자공학부 교수)

## I. 서론

최근 IT기술과 의학기술의 발전과 더불어 한국사회의 고령화가 심화되면서 유무선 네트워크와 원격의료기기를 이용하여 다양한 의료 및 건강관리 서비스를 시간과 공간의 제약을 받지 않고 이용할 수 있는 u-Healthcare에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 u-Healthcare 시스템은 일상생활에서 간단히 자신의 건강상태를 기록하고 관리할 수 있도록 도와 주는 물론 이상이 생겼을 경우 질환이나 사고에 빠르게 대처할 수 있어서 이전의 발병 후 치료중심의 서비스에서 예방적 건강관리 의료서비스로의 전환에 도움을 준다.

그동안 u-Healthcare에 대해 여러 연구자나 기관에서 다양한 정의를 내려왔다. 유비쿼터스 헬스케어(Ubiquitous Healthcare 혹은 u-Healthcare)는 IT기술을 활용하여 언제, 어디서, 누구나 안전하고 자유롭게 이용할 수 있는 건강관리 및 의료서비스를 제공하는 것으로 원거리에서 전송되는 데이터, 문서 등 정보에 기반하여 개입, 진단 및 처방을 결정하고 권고하는 의료행위인 tele-medicine기술과 통신서비스를 통하여 원거리에 건강관련 정보나 서비스를 전달하는 tele-health기술, 그리고 정보통신 기술의 활용을 통해 보건의료시스템의 접근성, 품질 및 효율성을 향상시키는 e-health 기술 등을 포괄하는 개념으로 사용되고 있다.

u-Healthcare 서비스는 의료비 절감과 함께 사회경제적 비

용감소 및 시장규모증가 등의 경제-산업적 파급효과와 공공 의료 서비스 및 예방관리, 보건 등의 사회-정책적으로도 긍정적인 효과를 기대할 수 있는 서비스로 많은 국가에서 추진하고 있다.

본 논문에서는 사용자가 손목에 착용하여 간단히 자신의 건강상태를 체크하고 이를 다른 기기에 블루투스 통신을 이용해 전송할 수 있는 개인용 단말기를 소개하고 이를 활용한 u-Healthcare 시스템의 구성을 살펴본다.

## II. 관련 연구

### 1. 국외 동향

미국의 U-healthcare 서비스는 GE, Cisco, Oracle, Intel, Microsoft, Google, AT&T등 대규모 IT/통신 관련 글로벌 기업과 Continua등 의료관련 기관들의 주도하에 2004년도 부시 정부가 발표한 NHII(National Health Information Infrastructure)를 통해 EHR(Electronic Health Record) 시스템 구축 및 의료 정보화를 통한 향상된 의료 서비스를 제공 하려고 준비 중이며, Health IT 계획을 통해 2014년까지 전국민을 대상으로 한 EHR 시스템의 구축을 계획하고 있다.

유럽에서는 23개국이 참여한 가운데 AAL(Ambient Assisted Living)프로젝트를 통해 노약자에게 IT기기와 서비

스를 제공함으로써 의료 및 건강관리, 안전·보안, 응급시스템, 사회참여 등 독립적인 생활을 지원하는 사업을 진행하고 있다. 영국의 NHS(National Health Service)는 98년부터 2005년까지 추진한 Information for Health라는 국가 차원의 의료정보화 전략을 세워 Telecare 프로젝트를 진행하고 있다. 일본에서도 2003년부터 일상생활에서 IT화를 이룩한다는 유비쿼터스 환경 구축에 중점을 둔 u-Japan 전략을 세계최초로 수립하고 이를 통해 고령자의 취업기회 확충 등 독립적인 생활을 지원하고, 센서나 정보가전 등이 도입된 주택건설(e-care Town)을 지원하고 있다.

## 2. 국내 동향

국내에서도 2003년도 이후, 정보통신산업계 등 다양한 관계자들이 U-healthcare가 보건의료 수요에 효과적으로 대응할 수 있는 수단으로 주목하여 기술개발과 인프라 구축, 홍보 등에 많은 노력과 투자를 기울이고 있으나 현행 의료법상으로는 제한이 많아 아직까지 원격자문 외에는 상용 가능한 서비스 모델이 없는 실정이다.

하지만 국내에서도 5가지의 u-Healthcare 시범사업이 시도되었다. 첫째, 원격자문으로 특별히 전문성을 인정받은 의사를 통해 환자 곁에 있는 의사가 전문적인 의학적 소견을 구하거나 협진을 하는 형태의 서비스이다. 둘째, 원격진료로 비의사 의료인과 함께 있는 환자가 화상을 통하거나 생체정보 측정 수치의 공유를 통하여 원격지 의사의 진료를 받는 형태의 서비스이다. 셋째, u-방문간호로 방문간호사가 가정방문을 통해 환자의 상태를 측정 및 파악한 후, 의사의 지침을 전달하는 형태의 서비스이다. 넷째, 원격 응급진료로 응급상황에 처한 환자와 함께 있는 비의사 의료인에게 원격지 의사가 적절한 지침을 제공하는 형태의 서비스이다. 다섯째, 재택 건강관리로 거주지의 환자가 직접 본인의 생체정보를 측정하고 의사에게 전달함으로써 지속적 모니터링이 가능하게 하도록 하는 형태의 서비스이다. 본 논문에서 소개하는 단말기는 이중 다섯 번째에 해당하는 것으로 일상생활에서 지속적으로 사용자의 건강상태를 체크하고 이를 데이터베이스화 하여 원격지에서 모니터링 할 수 있도록 하는 단말기를 개발하였다.

## III. 본론

### 1. 전체시스템 개요

u-Healthcare를 위한 손목착용 단말기는 사용자의 생체신호를 수집하고, 수집된 생체신호를 적절한 알고리즘을 통하여 분석하고, 그 분석된 결과를 이용하여 사용자의 현재 상태를 쉽게 확인 할 수 있는 장치이다.



그림 1. u-Healthcare를 위한 손목착용 단말기 활용 개념도

u-Healthcare를 위한 손목착용 단말기는 사용자들의 건강에 대한 일반적인 관리뿐만 아니라 응급상황을 감지하여 위급상황에 대한 신속하고 정확한 조치가 가능하다. 단말기는 맥내 거주 시와 야외활동 시에 항상 착용할 수 있도록 소형 경량화 된 손목착용형으로 개발되었으며 측정 가능한 생체신호는 맥박, 피부온도, 활동량 등이다.

측정된 생체정보는 실시간으로 분석되며, 정상적 상태와 위급 상태를 판단하여 정상 시에는 내장 메모리에 수 일 동안의 데이터를 저장한다. 응급 상황에서는 그림1과 같이 이벤트 발생 즉시 핸드폰 등 모바일 단말기가 응급 센터로 정보를 전송하여 응급상황에 적합한 서비스를 제공 할 수 있도록 블루투스 통신을 이용하여 모바일 단말기와 데이터를 주고받을 수 있다.

또한, 응급상황이 아니더라도 데이터 교환을 통해 단말기에서 측정된 생체정보를 모바일 단말기에서도 디스플레이 할 수 있다.

### 2. 시스템 구성도

앞서 소개한 전체적인 기능을 가지는 u-Healthcare 손목착용 단말기를 개발하기 위해서는 MCU를 중심으로 한 단말기의 Firmware 설계 및 구현, 생체신호처리 알고리즘 구현, 표시장치, 근거리 무선통신 기능, Embedded Software개발 기

술이 필요하다.

따라서, 본 논문에서 소개한 시스템은 앞서 설명한 조건을 만족하도록 그림2와 같은 구성을 갖도록 설계되었다.

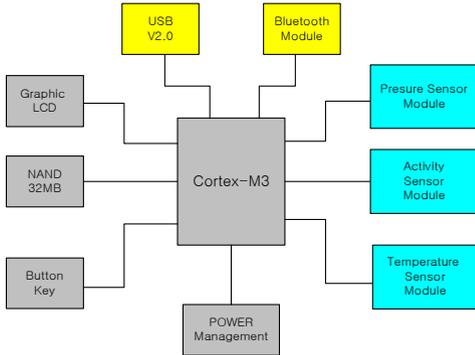


그림 2. 손목착용 단말기 시스템구성도

MCU로는 ARM계열의 Cortex-M3 프로세서를 사용하며 데이터 저장을 위한 메모리와 디스플레이를 위한 LCD, 사용자 조작 및 세팅을 위한 버튼을 탑재하고 있다. 통신 모듈로는 USB2.0과 블루투스 모듈을 가지고 있으며 센서로는 맥박 측정을 위한 압력센서, 활동량 측정을 위한 가속도센서, 피부 온도 측정을 위한 온도센서를 배치하였다. 보다 자세한 시스템의 스펙은 표 1과 같다.

표 1. 시스템 스펙

| 구성         | 세부구성      | 사양 및 세부내용  |
|------------|-----------|--|
| 전원부        | 전원부 (배터리) | - Li-ion 혹은 Li-polymer 재질의 상용화되어 있는 배터리(3.7V, 1000mAh 이상)  |
|            | 충전부       | - USB port를 이용한 충전(5V)   |
|            | 전원 변압장치   | - DC/DC converter를 이용하여 Core, I/O, Peripheral 등에 필요한 전압변환(+3.3V, -3.3V)                              |
| 센서 및 하드웨어부 | 맥박        | - ADC 신호는 압력센서 출력 1개<br>- Digital I/O: ADC port: 1개  |
|            | 피부온도      | - 피부온도 센서는 Thermistor 사용<br>- 입력으로 사용할 포트 2개   |
|            | 활동량       | - 3축 가속도 신호를 제어하기 위한 포트 2개<br>- ADC 신호는 x,y,z 성분의 신호 3개<br>- Digital I/O: Output - 2개, ADC port - 3개 |
| 제어부        | CPU:      | - Cortex-M3 Family   |
|            | Memory    | - NAND Flash Memory(32MB)  |
|            | 통신        | - 2.4G Bluetooth 무선통신, USB2.0 유선통신   |

특히 맥박을 측정하기 위한 압력센서에는 보다 정확한 맥박측정을 위하여 그림3과 같이 Low-pass filter와 High-pass filter, Notch filter 등을 하드웨어로 구현하였다.

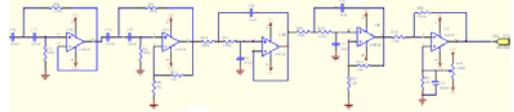


그림 3. Hardware로 구현된 필터

### 3. 단말기의 기능

생체정보를 수집하고 데이터를 관리하기 위해서 단말기는 다음과 같은 기능을 갖는다.

표 2. 단말기 기능

| 1단계    | 2단계            | 3단계                      |
|--------|----------------|--------------------------|
| 데이터 수집 | 맥박             | 맥박 측정                    |
|        | 활동량            | 각 axis별 움직임에 따른 그래프 출력   |
|        | 피부온도           | 온도 값 출력                  |
| 데이터 관리 | Retrieve       | 데이터 리스트 보기               |
|        | Transfer (USB) | USB로 데이터 전송              |
|        | Transfer (B/T) | Bluetooth로 데이터 전송        |
|        | Data Deletion  | 선택적으로 데이터 삭제             |
| 환경 설정  | Date /Time     | 년, 월, 일, 시, 분, 초 수정 및 저장 |
|        | Volume         | 비프음 온/오프 설정              |
|        | Contrast       | LCD 밝기 조절                |
|        | Language       | 언어선택 (한국어, 영어)           |
|        | Date Format    | 날짜 (년.월.일) 배열방법수정 기능     |

1단계 메뉴에서는 데이터수집, 데이터관리, 환경설정 등을 선택할 수 있으며 2단계메뉴에서는 보다 세부적인 항목을 선택할 수 있다. 3단계에서는 선택된 항목에 대한 결과를 보인다.

### 4. 동작 알고리즘

검출된 데이터로부터 의미 있는 파형 특징점을 파악하기 위해서는 하드웨어적인 필터만으로는 부족하여 각각의 데이터 획득 시에 다음과 같은 알고리즘을 적용하였다.

맥박 측정 시 신호는 디지털 신호처리를 이용하여 트렌드를 제거하고 각 신호들의 시작점과 Peak를 각각 검출하고 이를 이용하여 일정시간동안의 맥박수를 계산한다.

피부온도 측정 시는 주변의 온도를 함께 측정하여 주변의 온도를 보정하여 피부온도를 계산한다.

운동량은 각각 X, Y, Z축의 가속도 센서 값을 읽어 운동량빈도 및 절대량을 계산한 후 운동량을 판단한다. 이러한 절차를 도식화하면 그림4와 같다.

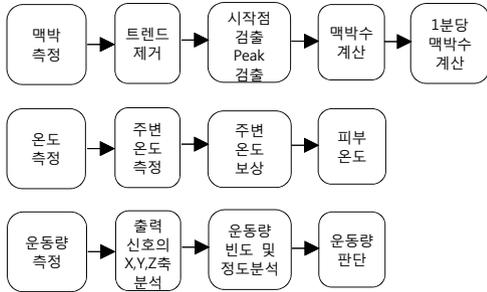


그림 4. 데이터 처리 블록다이어그램

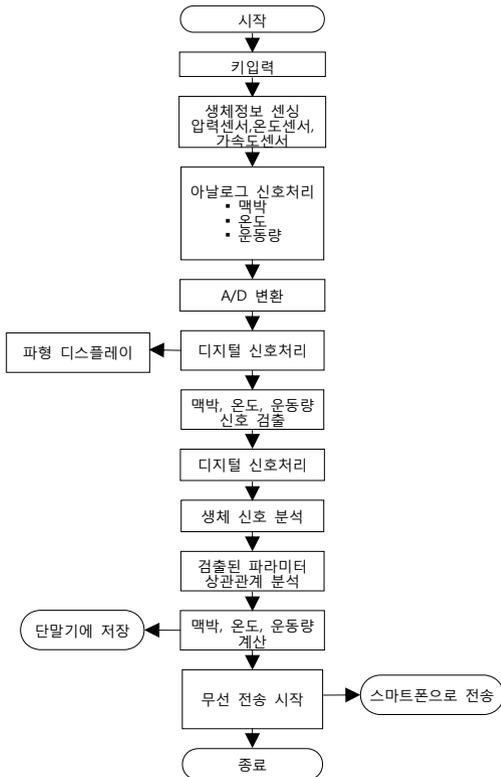


그림 5. 전체시스템 동작 블록다이어그램

전체적인 동작은 다음과 같은 순서로 이루어진다. 단말기는 사용자로부터 다양한 생체신호를 측정하기 위한 입력을 받는다. 전원버튼 및 조작 버튼에 의해 조작된 값들은 제어부의 외부 입력으로 인가된다. 센서를 이용하여 사용자로부터의 다양한 생체신호 획득하고, 맥박, 온도, 운동량 등의 데이터가 분리된다. 분리된 신호는 디지털 신호로 변환, 트렌드 제거, 디스플레이부에 표시된다. 각 성분의 강도 및 시간 정보를 추출 및 이들로부터 생체신호 판단을 위한 변수를 추출한다. 검출된 변수들을 맥박, 온도, 운동량을 정량적으로 판단하고 이를 저장한다.

#### IV. 개발된 단말기

앞에서 설명한 하드웨어 설계와 알고리즘을 적용하여 개발된 단말기는 그림6과 같다.



그림 6. 손목착용형 단말기

그림7은 Cortex-M3 MCU부분을 포함한 메인모듈과 NAND 메모리, 가속도 센서 등을 보여준다.

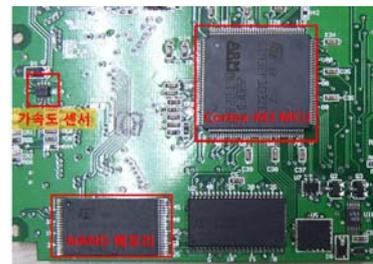


그림 7. 메인모듈

그림 8은 단말기 후면부에 부착된 온도센서를 보여준다.

온도 측정결과 주변의 온도를 보상하여 피부온도를 보여준다.



그림 8. 온도센서



그림 11. 온도측정 결과

맥박을 측정하기 위한 압력센서는 별도의 모듈로 반대편 손목에 착용하고 측정한다.

운동량 측정결과는 X, Y, Z축의 움직임을 그래프로 보여준다.



그림 9. 압력센서



그림 12. 운동량측정 결과

맥박 측정 결과 그림10과 같이 화면의 오른쪽 상단부에 맥박을 표시하고 측정결과 그래프를 화면의 중앙에 보여준다.

획득한 데이터를 원격지에 보내기 위해서는 원거리 통신이 가능한 단말기에 bluetooth 통신을 이용하여 접속하여야 한다. 그림13은 블루투스 연결화면을 보여주고 있다.



그림 10. 맥박측정 결과



그림 13. 블루투스 연결

손목 착용형 단말기와 블루투스 통신을 통해 데이터를 주고 받을 수 있는 스마트폰 어플리케이션을 개발하였다. 어플리케이션을 시작하면 손목 착용형 단말기를 검색하여 단말기와 페어링을 하도록 구성하였다.



그림 14. 개발된 스마트폰 어플리케이션

스마트폰과 단말기간의 통신이 제대로 이루어지면 각각의 측정항목을 선택할 수 있는 페이지가 열린다. 손목 착용형 단말기와 같이 맥박, 온도, 운동량의 측정 메뉴가 있으며 각각 메뉴를 선택하면 손목 착용형 단말기와의 bluetooth 통신을 통해 단말기의 측정데이터를 스마트폰으로 전송하여 보여지게 된다.

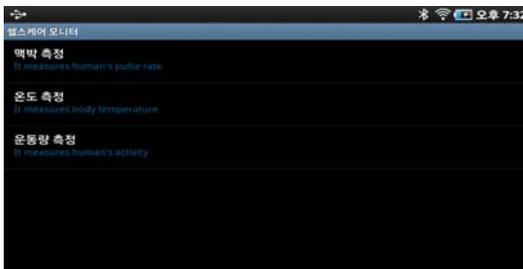


그림 15. 스마트폰 어플리케이션 메인화면

그림 16은 스마트폰에서 실행한 맥박 측정 화면이다.

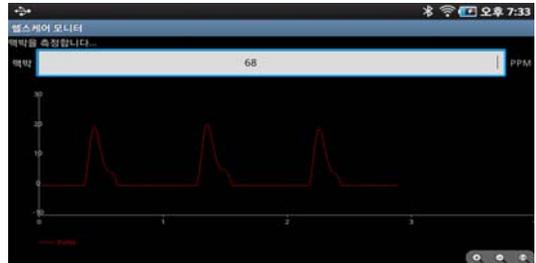


그림 16. 스마트폰 어플리케이션 맥박측정 화면

그림17은 스마트폰에서 실행한 온도측정화면이다.

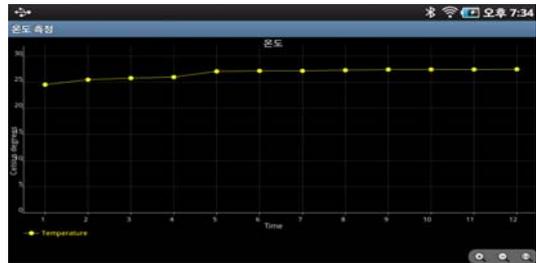


그림 17. 스마트폰 어플리케이션 온도측정 화면

그림18은 스마트폰에서 실행한 운동량 측정화면이다.

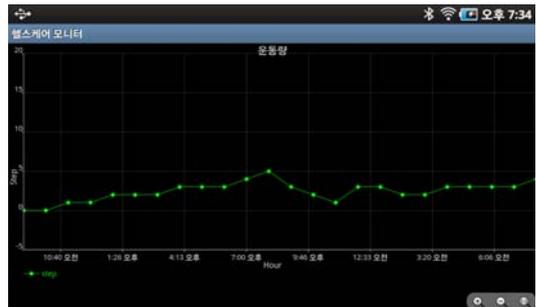


그림 18. 스마트폰 어플리케이션 운동량측정 화면

개발된 손목 착용형 단말기와 스마트폰 사이에 데이터 교환 및 모니터링역시 잘 실행되었다.

## V. 결론

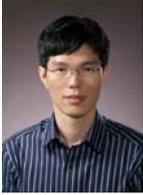
진화하는 IT기술과 의료서비스의 융합으로 언제 어디서나 자신의 건강 상태를 체크하고 이상 발생 시에 곧 바로 조치할 수 있는 u-Healthcare 서비스가 많은 관심을 받고 있다. 이러한 u-Healthcare 서비스의 실현을 위해서는 개개인이 자신의 건강상태를 측정하고 통신 등을 통해 외부로 보고할 수 있는 단말기의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 개인이 휴대하기 간편하도록 손목 착용형 u-Healthcare 단말기를 소개하고 이를 이용하여 스마트폰과의 데이터교환을 하여 단말기의 데이터가 원격지에 전달될 수 있음을 보였다. 앞으로 이러한 개인용 단말기의 개발, 보급과 더불어 사회적 인프라 구축이 활성화 된다면 u-Healthcare 서비스의 실현은 먼 미래의 이야기만은 아닐 것이다.

## 참고문헌

- [1] 지경용, 김문구, 박종현, “u-Health 수요 전망과 시장개발 방향,” 정보통신산업진흥원, 정보통신연구진흥원 학술정보 주간기술동향, 1231호
- [2] 송태민, 장상현, “u-Healthcare 이슈 및 연구동향,” 한국보건사회연구원, 보건복지포럼, Vol. 171, No. 1, pp.70-86, 2011
- [3] 송태민, 안지영, “미국의 u-Health 현황,” 한국보건사회연구원, 보건복지포럼, Vol. 172, No. 2, pp.82-93, 2011
- [4] D. Konstantas, R.Bults, A. Van Halteren, K. Wac, V.jonesm I. Widym, R. Herzog, B. Streimelweger, “Mobile Health Care : Toward a commercialization of research results,” proceedings of 1st European Conference on eHealth-ECEH06-Fribourg, Switzerland, pp.12-13, 2006.
- [5] Pappas, C.Coscia, E.Dodero, G.Gianuzzi, V.Earney, M., “A Mobile E-Health System Based on Workflow Systems,” proceedings of the 15th IEEE Symposium, pp.271-276, 2002.

저 자 소 개



**김 희 선**  
 1997년: 전북대학교  
 제어계측공학과 졸업.  
 2002년: 동 대학원 석사.  
 2006년: 동 대학원 박사.  
 현 재: (주)유엔씨 대표이사.  
 관심분야: 유비쿼터스 네트워크,  
 u-헬스케어, 의료기기,  
 임베디드 시스템



**류 지 형**  
 2005년: 전북대학교  
 전자정보공학부 졸업.  
 2007년: 동 대학  
 제어계측공학과 석사.  
 현 재: 동 대학 전자공학부  
 박사과정.  
 관심분야: 임베디드시스템,  
 로봇틱스, 지능제어



**이 창 구**  
 1983년: 전북대학교 전기공학과 석사.  
 1983년 - 1991년까지:  
 한국전자통신연구원  
 선임연구원.  
 1991년: 전북대학교 전기공학과 박사.  
 현 재: 전북대학교 전자공학부 교수.  
 관심분야: 홈제어시스템, 현대제어,  
 퍼지제어, 지능형 시스템.



**임 재 중**  
 1983년: 건국대학교  
 전자공학과 졸업.  
 1988년: Texas A&M university  
 의용공학과 석사.  
 1991년: 동 대학원  
 의용공학과 박사.  
 1992년~1998년:  
 인제대 의용공학과 조교수.  
 현 재: 전북대학교 전자공학부 교수.  
 관심분야: 의료용 센서, 생체계측  
 및 신호처리, 의료기기.