

U-헬스케어를 위한 스마트폰 활용 기술 동향 및 문제점 분석

박종태, 천승만, 김균열
경북대학교

요약

최근 들어, 스마트폰이 다양한 종류의 센서와 무선 네트워크 인터페이스를 탑재됨에 따라, U-헬스케어 서비스 분야에서 환자 또는 의료진에게 스마트폰 기반의 의료용 애플리케이션을 제공하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 스마트폰은 PC와 달리 사용자에게 이동성을 제공하고, 아울러 GPS, 가속도 센서 등을 비롯한 다양한 센서를 기본적으로 장착하고 있기 때문에 다양한 모바일 헬스케어 서비스에 활용이 가능하다. 본 논문에서는 스마트폰 기반의 U-헬스케어 응용 서비스 구조를 제시하고, 현재 국내/외에서 개발된 U-헬스케어 모바일 애플리케이션들을 분석하고, 마지막으로, 스마트폰 기반 U-헬스케어 서비스의 실현하기 위한 기술적 문제점 및 기술 동향을 알아본다.

I. 서론

최근 들어, 스마트폰이 다양한 종류의 센서와 무선 네트워크 인터페이스를 탑재됨에 따라, U-헬스케어 서비스 분야에서 환자 또는 의료진에게 스마트폰 기반의 의료용 애플리케이션을 제공하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 스마트폰은 PC와 달리 사용자에게 이동성을 제공하고, 아울러 GPS, 가속도 센서 등을 비롯한 다양한 센서를 기본적으로 장착하고 있기 때문에 다양한 모바일 헬스케어 서비스에 활용이 가능하다. 미래의 스마트폰은 유아의 잠자리 관리 모니터링, 위치정보를 이용한 유아 활동 위치 제한, 위험한 상황에 대한 버추얼 위치도그, 다양한 헬스케어 모니터링 애플리케이션을 통한 의료 서비스, 스마트폰에 장착된 생체 정보 측정 장치로부터의 생체 정보 측정 등의 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대되고 있다 [1]. 그 외, U-헬스케어와 관련하여 웰니스 (Wellness) 서비스, 피트니스 (Fitness) 서비스 등에 대한 관심도 급증하고 있으며, 이러한 건강관리를 위해 스마트폰을 활용하여 제공하고자 하는 다양한 서비스 및 연구도 진행 중에 있다.

U-헬스케어 서비스는 유비쿼터스 (Ubiquitous)와 헬스케어 (Healthcare)의 약어로서 정보통신기술이 의료와 접목되어 환자가 병원을 찾지 않더라도 언제, 어디서나 질병의 예방, 진단, 치료, 사후 관리를 받을 수 있는 건강 관리 및 의료서비스를 의미한다. 즉, U-헬스케어를 통해 장소에 관계없이 건강에 관련된 정보 (혈압, 혈당, 운동량, 체온 등)를 실시간으로 수집하고, 지속적으로 모니터링 및 진료가 가능하여 질병의 사후 치료가 아닌 건강상태를 미리 점검하고 예방이 가능토록 하게 하는 것이다 [2]. 이러한 U-헬스케어 서비스는 국내 뿐만 아니라 전세계적으로 많은 연구가 진행되고 있다 [5-38]. 시장조사 기관인 Forrester Research에서는 헬스케어 서비스 산업시장은 2010년 약 3조 원에서 2015년 33조 원으로 급격한 증가세를 전망하고 있으며, 국내에서도 2010년 지식경제부에서 LG, SKT 컨소시엄을 선정하여 세계 최대 규모의 스마트케어 서비스 시범 사업을 진행하고 있다.

스마트폰은 휴대성, 이동성, 편리성을 제공하기 때문에 기존의 PC기반의 헬스케어 서비스를 수용하여 좀 더 다양한 헬스케어 응용 서비스가 가능하며, U-헬스케어 서비스를 제공하기 위해 스마트폰이 중요한 역할을 할 것으로 기대된다 [3]. 최근에 Apple, Google, Samsung, Nokia사 등의 제조사에 의해 다양한 종류의 스마트폰이 출시 및 개발되고 있다. 스마트폰은 모바일 운영체제 (i-OS, 안드로이드, 윈도 7 등)를 기본으로 탑재되어 있으며, 다양한 센서와 무선 통신 모듈, 고용량의 메모리 (1GB 이상), 고 전력 (1930 mAh), 고 해상도, 고해상도 카메라 모듈, 고성능의 프로세스 (1GHz 이상) 등을 지원한다. 스마트폰에 장착되어 지원되고 있는 센서로는 위치정보 측정 센서 (GPS), 고도 센서, 가속도 센서, 자이로 센서, 거리센서, 밝기 센서 등이 있으며, 무선 통신 모듈로는 근거리 통신 모듈인 Bluetooth, NFC (Near Field Communication)와 원거리 통신 모듈인 WiFi, 3G, LTE (Long Term Evolution)를 지원한다. 스마트폰은 이와 같은 다양한 기능을 지원하기 때문에 시공간적으로 구애받지 않고 언제 어디서든 의료 서비스를 지속적으로 제공하는 것이 가능하다. 2010년 1월 MobiHealthNews [4]에 의하면, 전체 iPhone-애플리케이션 중에 31% (Clinical

Consult (10%), Drug Reference (7%), Emergency Care (5%), General Patient (4%), Nurse (3%), Radiology (1), Dentist (1%))를 차지하고 있으며, 이는 U-헬스케어 응용 서비스가 스마트폰 앱 분야에서 중추적인 역할을 하고 있다는 것을 보여준다.

스마트폰은 현재 기본적으로 다음의 세가지 분야에서 헬스케어 서비스를 제공하는 데 사용된다. 첫째, 스마트폰은 장소에 상관없이 헬스케어 정보를 쉽게 액세스할 수 있게 한다. 둘째, 특수한 의료장비 없이 스마트폰이 장착한 카메라 및 여러 가지 다양한 센서를 활용하여 심박이나 혈압 등 생체정보를 측정할 수 있다. 세 번째, 특정 지역의 환경 오염이나 특정 질병 발생 빈도를 파악하여 질병 예방과 관련된 지역별 헬스케어 정보를 수집하는 데 사용할 수 있다. 첫번째 분야의 대표적인 스마트폰 앱 응용으로 영국의 NHS Direct [12]를 예로 들 수 있다. NHS는 원래 전화를 사용하여 헬스 정보, 확인 및 어드바이스 서비스인데 현재 iPhone 및 Android 폰에서 앱을 통해 서비스를 무료로 제공한다. NHS 앱 서비스를 통해 병원에 가기 전에 스스로 자신의 징후를 진단가능하다. 그 외 술 마신 뒤에 알콜 섭취량 및 금연 서비스도 제공한다. 두 번째 분야는 Instant Heart Rate [9]나 Stress Check [21]같이 스마트폰의 카메라를 이용하여 심박수나 스트레스 수준을 측정하는 것이다. 그 외에도 GPS 및 가속도 센서를 이용한 다양한 생체정보 측정 및 건강관리 앱이 나와 있다. 세 번째 분야는 Asthmapolis Project [42]에서와 같이 스마트폰에 환경 오염 관련 특정 칩을 장착하여 지역에 따른 천식환자 발생 빈도 정보를 제공하는 것이다. 앞으로 지역별 계절별로 특정 풍토병 발생빈도를 측정할 수 있는 다양한 칩이 개발될 것으로 예상된다.

본 논문에서는 U-헬스케어 위한 스마트 폰 활용 기술동향을 분석한다. 구체적으로 스마트폰 기반의 U-헬스케어 응용 서비스 구조를 제시하고, U-헬스케어 서비스 분야를 제시하고 분야별로 관련 스마트폰 응용 서비스를 기술한다. 현재 국내에서 개발된 U-헬스케어 모바일 애플리케이션을 알아보고, 아울러 해외에서 개발된 U-헬스케어 모바일 애플리케이션을 소개한다. 그리고 U-헬스케어 서비스를 위한 통신기술을 소개하고, 마지막으로, 스마트폰 기반 U-헬스케어 응용 서비스를 제공하기 위한 기술 동향 및 도전 과제에 대해 알아본다.

논문의 나머지는 다음과 같이 구성하였다. 2장에서는 U-헬스케어 서비스를 위한 스마트폰 기반 응용 서비스 구조 및 국내외 스마트폰 기반 U-헬스케어 응용 서비스들을 분석하고 3장에서는 스마트폰 기반의 U-헬스케어 응용 서비스의 기술 동향 및 도전과제에 대해 알아본다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. U-헬스케어 위한 스마트폰 기반 응용 서비스

1. U-헬스케어 서비스 구조

아래 그림 1은 스마트폰을 이용한 U-헬스케어 서비스 구조를 보여준다. U-헬스케어 서비스는 기능에 따라 크게 세가지로 분류될 수 있다 [2]. 즉, 생체 정보를 측정하는 센서 부분, 데이터를 수집 및 전달 기능 부분, 의료 관리 서비스 부분으로 구분될 수 있다. 센서 부분에서는 다양한 센서 측정 장치로부터 데이터를 수집하여 근거리 통신 모듈 (Bluetooth, Zigbee, NFC

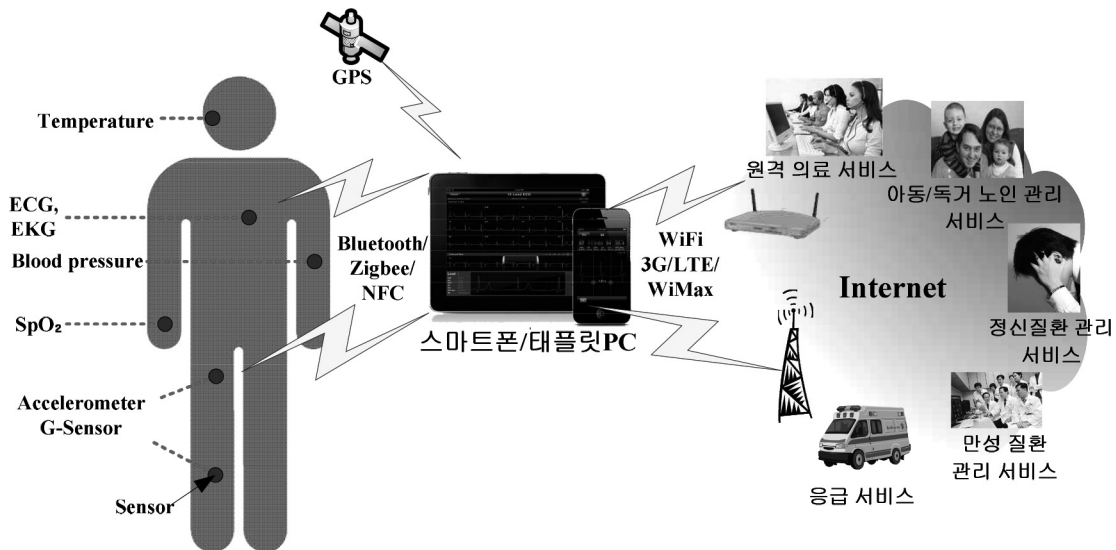


그림 1. 스마트폰 기반의 U-헬스케어 서비스 구조

등)을 통해 스마트폰/태블릿PC로 전달하는 기능을 수행하게 된다. 이렇게 전달된 생체 데이터는 스마트폰에 의해 수집되고 백본망으로 WiFi, 3G, LTE, WiMax 등의 원거리 통신 모듈을 통해 의료 서비스 공급자들에게 데이터가 최종적으로 전달된다. 이러한 구조를 통해 일반인 또는 U-헬스케어 서비스 사용자는 응급 콜 서비스, 아동/독거 노인 관리 서비스, 개인 생체 데이터 관리 서비스, 개인 맞춤형 의료 서비스, 응급 서비스 등의 다양한 의료 서비스를 공급받을 수 있게 된다.

이러한 U-헬스케어 서비스에서 스마트폰은 아주 중요한 기능을 담당한다. 스마트폰은 크게 세가지의 장점을 가진다. 첫째, 위치정보 측정 센서 (GPS 모듈), 고도 센서, 가속도 센서, 자이로 센서, 거리센서, 밝기 센서 등의 다양한 센서들을 장착하고 있으며, 또한 생체 정보 수집 장치 (혈압계, 혈당계, 운동량 측정기기, 체온계 등)으로부터 다양한 생체 정보를 근거리 통신 모듈을 탑재함으로써 실시간으로 스마트폰으로 데이터를 전송할 수 있다. 둘째, 스마트폰은 적어도 하나 이상의 근/원거리 통신 모듈을 장착하고 있어, 언제 어디서든 실시간으로 데이터의 송수신이 가능하다. 셋째, 스마트폰의 프로세스가 고성능화되었으며, 배터리 개선으로 오랜시간 동안 사용이 가능하다. 이러한 스마트폰의 특징들을 이용하여 다양한 U-헬스케어 응용 서비스 (원격 의료 서비스, 아동/독거노인 관리 서비스, 정신질환 관리 서비스, 만성 질환 관리 서비스 등)를 제공할 수 있다.

2. U-헬스케어에 위한 스마트폰 기반 응용 서비스

U-헬스케어 서비스 관리 분야는 일반적으로 크게 암질환 관

리, 만성 질환 관리, 임신/육아 관리, 비만 관리, 피부 관리, 독거 노인관리, 정신 관리로 분류할 수 있다. U-헬스케어 서비스는 이러한 서비스 분야에서 질병의 조기 진단 및 예방하는 것이 목표이다. <표 1>은 U-헬스케어 서비스에서의 응용 서비스 분야와 이에 대한 향후 스마트 폰 기반 응용 서비스를 나타낸다. 표 1에서 보이는 것과 같이, 암 질환은 갑상선암, 위암 유방암 등의 질병을 말하며, 개인의 식습관, 운동량, 생활 습관 등에 의해 유발되는 질병이다. 이와 같은 암 질환의 경우 조기 진단이 가장 중요하다. 이를 위해, 암 질환에 따른 통계적인 증상 및 원인에 대해 정기적인 자가 진단을 통해 조기 진단이 가능한 스마트폰 기반의 응용 서비스가 필요하다.

만성 질환은 신체증후가 장기간 지속되어 긴 임상결과를 밟는 질환으로 당뇨병, 고혈압성질환, 간질환, 심장질환 등이 있다. 이러한 만성 질환 관리를 위해 가장 중요한 치료 중의 하나는 생체 정보 관리와 주기적인 약물 투약 관리가 가장 중요하다. 그리고 향후 이러한 효율적인 생체 정보 관리와 약물 투약 관리에 대한 서비스 필요하다. 정신질환은 정신 기능에 장애가 온 상태를 말하며, 정신병, 신경병, 인격 장애 등과 같은 질병을 말한다. 이러한 질병은 장기적인 관리가 필요하며, 특히 정신질환의 경우 언어, 행동, 습관 등으로 질환이 나타나기 때문에 통계적인 증상 자료를 이용한 주기적인 자가 진단 테스트를 통해 질병이 발견될 수 있다. 이외에도, 비만관리, 피부 관리, 독거노인 관리, 정신 관리를 위한 스마트폰 기반의 다양한 애플리케이션이 필요하다.

표 1. U-헬스케어 서비스 분야 및 관련 스마트폰 응용 서비스

U-헬스케어 서비스 관리 분야	질병	질병 발생 요인	스마트폰 응용 서비스
암질환 관리	갑상선암, 위암, 유방암, 자궁경부암, 대장암, 폐암 등	비정기적인 암 관련 검진	통계적인 증상 자료를 기반으로 한 정기적인 자가 진단 프로그램, 생체 정보 관리
만성 질환 관리	당뇨병, 고혈압성질환, 간질환, 심장질환, 뇌혈관질환, 신생물(암) 등	고혈압, 고콜레스테롤혈증, 비만, 신체 활동 부족, 과일과 야채 섭취 부족, 음주, 흡연	투약 시간 관리, 약물 투약 관리, 인슐린 투약 관리, 약물 투약 용량 조절 관리, 생체 정보 관리, 응급 조치
정신질환 관리	정신병, 공포증, 공황장애, 기분 장애, 신체형 장애, 정신 분열증 등	스트레스, 유전적인 경향성, 우울증	통계적인 증상 자료를 기반으로 한 주기적인 자가 진단
임신/육아 관리	산후 비만, 비만으로 인한 조기 성장 판 닫힘 등	임신 중 고 체중, 육아 위치, 생체 정보, 육아 비만	생체 정보 관리, 활동량 관리, 식이량과 패턴 관리, 영양소 관리, 모유수유 주기 관리, 육아 성장 관리, 육아 비만 관리
비만 관리	비만, 우울증, 혈관 수축으로 인한 질병 등	과식, 과음, 운동 부족, 스트레스, 유전적 체질	운동 관리, 식이 관리, 음주 관리, 스트레스 관리, 실천 상태 관리
피부 관리	접촉성 피부염, 아토피성 피부염, 여드름, 주부습진, 가려움증 등	고 습도, 온도, 먼지, 스트레스	자외선 관리, 여드름 관리, 실내 온도 관리, 먼지 관리, 영양소 관리, 수면 관리, 스트레스 관리
독거 노인 관리	낙상, 만성 질환으로 인한 합병증, 위치 없음 등	비정기적인 건강 검진, 기억력 감퇴, 비주기적 약물 투여	생체 정보 관리, 위치 관리, 응급 콜 서비스, 낙상 관리, 길 안내 관리

3. U-헬스케어 서비스를 위한 국내 스마트폰 기반 응용 서비스

아래 <표 2>는 현재 서비스 애플리케이션 중인 모바일 애플리케이션 중 건강/운동 관리, 만성질환 관리, 정신질환 관리, 기타 관리를 위한 애플리케이션들을 보여준다. 건강/운동 관리를 위한 애플리케이션에는 ‘메디컬 다이어리’, ‘바로젠 스마트’, ‘모바일 헬스케어’ 등이 서비스되고 있으며, 만성질환 관리를 위한 애플리케이션에는 ‘질병 자가 진단 테스트’, ‘천식환자 상태 관리’, ‘당뇨병 수첩’ 등이 있으며, 정신질환 관리를 위한 애플리케이션으로는 ‘갑상선 암진단’, ‘알콜중독 자가 진단 테스트’ 등이 있다. <표 2>에서 보이는 것과 같이 이들 애플리케이션들은 대부분이 GPS 정보와 가속도 센서만을 이용해 의료 관리 서비스를 제공하고 있다. 이에 반해, ‘모바일 헬스케어’ 애플리케이션

은 다른 애플리케이션과 달리 패치형, 의복형, 벨트형태로 생체 정보 측정 센서로부터 직접적으로 생체 데이터를 수집하여 심전도, 맥박, 심박변이도 (HRV: Heart Rate Variability)를 개인의 건강 지수를 분석 및 저장하고, 의료 시스템과 웹 서버를 연동하여 직접적인 의료 서비스를 제공하고 있다.

최근 들어, 의료진을 위한 의료 애플리케이션이 많이 개발되고 있다. 의사와 간호사는 병원 내 고정된 공간에 있는 것이 아니라 여기저기 돌아다니면서 업무를 수행하기 때문에 환자 간에 원활한 커뮤니케이션이 일시적으로 끊어 질 수 있다 [5]. 환자 정보 (환자 정보 조회, 생체 정보, 처방 정보 확인 등)를 의료진에게 계속적으로 알림 또는 관리를 하기 위한 애플리케이션이 서울 삼성 병원에서 개발하였다 [5].

표 2. 국내 U-헬스케어 서비스

U-헬스케어 응용 분야	스마트폰/태블릿PC의 애플리케이션 명	사용 센서	서비스
건강/운동 관리	메디컬 다이어리	혈압, 혈당, 체중	혈압, 혈당, 체중, 처방전 기록 관리
	바로젠 스마트	혈당	측정된 혈당수치를 애플리케이션을 통해 기록 및 관리 실시
	모바일 헬스케어	심전도, 맥박, HRV, GPS	스마트 폰과 심전도, 맥박, HRV 측정 장치로부터의 생체 정보를 측정하여 개인의 건강 지수 분석 및 저장, 웹서버를 통한 건강 데이터 저장 및 건강 관리 서비스 제공
	심장박동수테스트	카메라	카메라에서 입력받은 영상정보를 이용하여 심장박동수를 측정
	Nike+GPS	GPS, 가속도 센서	사용자의 러닝 거리, 속도, 시간을 사용자에게 제공
	CardioTrainer PRO	GPS, 가속도 센서	자신의 운동량 체크, 기록, 저장 및 관리
	워크	GPS, 가속도 센서	운동 기록 트래킹, 운동 경로 저장 및 기록
	바디 휘트니스	-	헬스 기구 사용 요령 및 소모 칼로리 계산 및 관리
	건강 수첩	혈압, 혈당	혈당, 혈압 입력을 통한 건강 기록 관리
	복용일지	몸무게, 맥박, 혈당, 체온	복약, 몸무게, 맥박, 혈당, 체온 기록 관리
만성질환관리	두통 진단	-	간단한 설문지를 통한 두통 진단
	질병 자가 진단 테스트	-	만성피로, 수면장애, 스트레스, 우울증, 탈모에 대한 자가 테스트 실시
	천식환자 상태 관리	-	천식환자들의 상태 체크 및 적절한 처방과 상담
	당뇨병 수첩	혈당	측정된 혈당 정보 입력/저장, 당뇨 기록 표시
	스마트 닥터	혈당, 혈압	복약관리, 당뇨, 고혈압, 의료 상담 제공
정신질환관리	건강다이어리-암환자수첩	-	치료나 검사, 외래 등의 일정 관리, 치료 후 생활 관리 방법 안내
	갑상선 암 진단	-	갑상선 암 진단을 위한 몇 가지의 테스트를 통한 자가 진단 실시
	알콜중독 자가 진단 테스트	-	WHO가 개발한 10개의 문항에 대한 테스트를 통한 알콜중독 자가 진단테스트 실시
	마이닥터	-	정신건강, 비만, 금연 등에 대한 자가 검진 기능 제공, 테스트 결과를 기반으로 한 전문가 상담 실시
	치매 자가진단 테스트	-	치매 관련 몇 가지의 목록에 대한 테스트를 통한 자가 진단 실시
기타	Blutouch	-	우울증 및 예방 정보, 스트레스 관리 등의 자가 검단 실시를 통한 의료 상담 제공 서비스 제공
	투약 알리미	-	투약 알림 설정을 통한 주기적인 약물 투약 실시
	메디로그	-	투약 현황, 투약 일정, 투약 시간 알림
	PocketCPR	-	긴급 상황에 응급 처치 방법인 심폐소생술 방법 제공
	어디아파	GPS	병원 정보와 위치 알림
응급의료(110)정보제공	GPS	실시간 응급실 병상정보 및 응급의료기관 정보, 관할 119연결, 자동심장충격기, 위치정보, 증상별 응급처치 요령, 독극물의 특성 및 처치요령 등 응급 의료 관련 정보 실시간 제공	

4. U-헬스케어 서비스를 위한 국외 스마트폰 기반 응용 서비스

U-헬스케어 서비스를 위해 국외에서도 다양한 연구 및 개발이 진행 중에 있다. <표 3>은 현재 국외 스마트폰 및 태블릿 PC 기반 U-헬스케어 응용 서비스에서 건강/운동 관리 서비스, 만성질환 관리 서비스, 독거노인 관리 서비스, 정신질환 관리 서비스를 위한 애플리케이션들을 보여준다. 건강/운동 관리 애플리케이션에는 WebMD, Nike Training Club, Fitness Pro 외에도 많은 운동 및 건강을 위한 애플리케이션이 개발되었다. 만성질환 관리 서비스는 혈압 관리, 당뇨 관리, 약물 투약/복용 관리 등이 개발되었다. 독거노인 관리 서비스는 병원에 자주 가지 않거나 위급한 상황이 발생할 때 해당 병원의 위치와 응급 번호, 그리고 응급 처치에 필요한 내용을 제공하는데 서비스가 제공되고 있다. 정신질환 관리 서비스에는 특정 정신질환

(수면 장애, 스트레스 관리, 강박 장애, 금연 등)에 대한 자가진단을 통한 정신질환의 정도를 측정하는 애플리케이션들이 개발 및 제공되고 있다. 이외에 NEJM, Infinit Mobile Viewer, DICOM-AVC와 같이 환자와 의사 간 실시간으로 질병을 진단할 수 있는 서비스도 제공되고 있다.

스마트 폰 앱 응용으로 영국의 NHS Direct [12]를 예로 들 수 있다. NHS는 원래 전화를 사용하여 헬스 정보, 확인 및 어드바이스 서비스인데 현재 iPhone 및 Android 폰에서 앱을 통해 서비스를 무료로 제공한다. NHS 앱 서비스를 통해 병원에 가기 전에 스스로 자신의 징후를 진단가능하다. 그 외 술 마신뒤에 알콜 섭취량 및 금연 서비스도 제공한다. Instant Heart Rate [9]나 Stress Check [21]는 스마트 폰의 카메라를 이용하여 심박수나 스트레스 수준을 측정하는 것이다. Asthmapolis Project [42]에서는 스마트 폰에 환경 오염 관련 특정 칩을 장착하여 지역에 따른 천식환자 발생 빈도 정보를 제공하는 것이다.

표 3. 국외 U-헬스케어 서비스

U-헬스케어 응용 분야	애플리케이션 명	사용 센서	서비스
건강 및 운동 관리	WebMD [6]	GPS	증상 검사 및 해결방안 제시, 환자의 증상에 맞는 치료에 대한 조언, 약물 치료 전 주의 사항 알려줌, 주변의 의사, 병원, 약국 위치 검색 서비스 제공
	Nike Training Club [7]	-	운동량 목표를 정하고 이를 달성하기 위한 다양한 운동 방법을 제공
	Fitness Pro [8]	-	운동기구를 이용한 효과적인 운동 법 제공
	NHS Direct [12]	-	전화등의 통신수단을 이용한 건강 정보 및 건강 조언 제공
만성 질환 관리	Instant Heart rate [9]	카메라 정보	카메라로부터 입력받은 손가락의 이미지 정보를 이용하여 혈압 측정 및 관리
	OnTrack Diabetes [10]	혈당	그래프를 통해 신속하고 간편하게 포도당 및 약물을 투입하여 당뇨를 예방 및 관리
	glucosemeter [11]	혈당	측정한 혈당을 블루투스를 통해 스마트폰으로 전송 및 기록을 하여 자신의 혈당측정 결과를 그래프 형식으로 열람가능
	Contraction Timer Lite [13]	-	특정 질병에 대한 진통 시간 및 주기 입력을 통한 만성질환에 대한 관리
	AnestAssist PK/PD [14]	-	약물 치료 시 각 약물별 기능에 대한 그래프 제시함으로써 환자에 맞는 효과적인 약물 선택의 길을 제시
	900-Med Helper [15]	-	개인 일정에 따른 약물의 처방 및 복용에 관한 추적 기능 포함
	BMI Calculator [16]	-	BM(체질량지수)를 사용한 체중 계산기
Asthmapolis Project [42]	-	환경 오염 측정 칩을 장착하여 지역에 따른 천식환자 발생 빈도 정보를 제공	
독거 노인 관리	ICE [17]	-	응급 처치를 위한 의료 정보 제공
	MOH iHealth SgMinistry of Health [18]	GPS	가까운 의료시설을 찾기 위해 GPS를 사용, 의료시설의 주소 및 전화번호 제공
	iTriage Health [19]	GPS	환자의 증상에 맞게 인체모델 이 바탕으로 된 자료 제공, 개인 의료시설, 의사, 질병, 조건, 절차, 의약품, 보험정보 및 건강보험 상담 라인 저장
	GNM Healthcare [20]	GPS	병원 정보 위치 정보 제공
정신 질환 관리	Stress Check [21]	-	자기 진단을 통한 스트레스 측정 및 스트레스 지수 제공
	Relax & Rest Guided Meditations	Sound	수면 관리
	eCBT Mood [22]	-	인지 행동 치료를 통한 우울증 치료
	iCounselor	-	강박병, 각박 장애에 대한 심리 치료 제공
	Quit Smoking [23]	-	금연 방법 및 가이드 제공
기타	NEJM iPad Edition [24]	-	환자의 정보 열람, 의사와 환자간 트위터 형식의 실시간 대화 기능
	Infinit Mobile Viewer [25]	-	의사와 환자간 실시간으로 영상을 통한 환자 진료
	DICOM-AVC [26]	-	병원에서 환자의 정보를 스마트 기기로 전송을 하여 실시간으로 업무처리 가능

5. U-헬스케어 서비스를 위한 헬스 장치를 이용한 스마트폰 기반 애플리케이션 연구

〈표 4〉는 스마트폰을 이용한 U-헬스케어 응용 서비스를 위한 국외 연구에 대해 분석한 표를 나타낸다. 〈표 4〉에서 보이는 것과 같이 심장병, 심장질환 등 질병을 측정하기 위해 생체 측정 장치(심전도, 혈압계, 근전도, 호흡계, 체온계, 가속도계, 산소포화도측정기 등)를 이용하여 측정하는 방법 및 시스템이 연구 및 개발되고 있다. 대부분의 연구는 실시간으로 생체 정보를 수집하여 원격지 또는 스마트폰으로 전송하고 신뢰성 있는 데이터 전송에 연구 초점을 두고 있다. 또한, 표에서 보이는 것과 같이, 대부분의 헬스케어 응용 시스템에서 생체 정보 측정 장치와 스마트폰 간의 데이터 전송을 위해 블루투스, 지그비 통신 모듈이 주로 사용하고 있다.

6. U-헬스케어 서비스를 위한 통신 기술

〈표 5〉는 U-헬스케어 서비스를 위한 생체 정보 전송을 위한 근/원거리 통신 기술의 특징을 나타낸다. U-헬스케어 서비스를 위한 시스템에서 생체데이터를 스마트폰 또는 원격지 서비스 시스템으로 전송하기 위해 근/원거리 통신 모듈들이 사용된다. 현재 출시되고 있는 스마트폰은 Bluetooth 3.0 또는 4.0, NFC, WiFi (IEEE 802.11n), LTE, WiMAX가 기본 탑재되어

있다. 특히, Bluetooth 4.0은 전력 소모 면에서 Bluetooth 3.0에 비해 저 전력으로 개발되었으며, 향후 U-헬스케어 서비스 시스템에 적용되어 많이 사용되어질 것으로 기대되고 있다. U-헬스케어 서비스 시스템에서 생체정보 측정 센서와 스마트폰 간 데이터 전송에는 ZigBee, Bluetooth, Insteon, NFC, WiFi의 무선 통신 기술이 사용될 수 있으며, 스마트폰과 원격지의 헬스케어 시스템으로 생체 정보를 전송하기 위한 무선 통신 기술로 UWB, WiFi, LTE, WiMAX이 사용될 수 있다.

Ⅲ. 스마트폰 기반의 U-헬스케어 응용 서비스 기술 동향 및 도전과제

1. U-헬스케어 서비스를 위한 기술 동향

스마트폰 기반 U-헬스케어 서비스를 지원하기 위한 서비스 기술 동향 및 향후 스마트폰 기반 U-헬스케어 응용 서비스에 대해 알아본다.

- U-헬스케어 서비스에서 스마트폰 기반 U-헬스케어 응용 서비스를 사용하는 사용자들이 도보 또는 차량으로 이동 중에 생체 정보 전송의 연속성이 유지되어야만 한다. 이를 위해, 국제 표준 기구/단체에서 다양한 연구가 진행되고 있

표 4. 국외 U-헬스케어 응용 서비스 비교 분석

프로젝트 명	측정 센서	통신모듈	진단 질병	질병 진단 방법
Ho, Ting Cheng [27]	사용자의 위치 정보	Bluetooth	알츠하이머병	움직임 패턴 분석
MIT.EDU [28]	EKG/EMG/GSR,T, AC, BP, etc.	Bluetooth, WiFi, and RS-232	심장병	생체정보 모니터링
CiteULike [29]	Three ACs, Camera	BlueGiga, Bluetooth, and RS-232 cable	낙상	가속도 변화 및 카메라를 이용한 움직임 변화 감지
Mobil-Health [30]	Wearable ECG	GPRS, Bluetooth, and Zigbee	심장병	ECG 생체정보 모니터링
LiveNet [31]	ECG, BP, R, T, SpO2, EMG, GSR	Wires and GPRS	파킨슨 질병, 간질환	생체 정보의 패턴 분석
MagIC [32]	ECG, textile-based trasducer, AC	Bluetooth	심장재활	누적 심폐 기능 측정 정보
MERMOTH [33]	Wearable ECG, AC, R	Bluetooth, wires and WiFi	심장병	생체 정보 모니터링
Wear ECG arrhythmia detection [34]	ECG	Wires, Zigbee and GPRS/GSM	부정맥	ECG 생체 정보 모니터링
Sensor Networks for Medical Care [35]	PO, EKG Motion activity	Bluetooth and WMTS	저산소증, 심장질환	움직임 분석, 생체 정보 분석
LifeShirt*[36]	Breath rate, ECG	Wire	심장질환	EKG 생체 정보 분석
HeartToGo [37]	ECG, three-axis AC	Bluetooth and GPRS	심장혈관	심전도 변화
S. C. K. LAM [38]	Pulse rate, Breathing rate, Oxygen saturation (SpO2), Obstructive sleep apnea (OSA) prediction	Bluetooth and WLAN	심장병	생체정보 모니터링

ECG: electrocardiogram, HR: Heart rate, EMG: electromyogram, BP: Blood pressure, R: Respirometer, T: Temperature, AC: accelerometer, PO: Pulse Oximeter

표 5. U-헬스케어 서비스를 위한 통신 기술

통신 기술	주파수 대역	데이터전송률(b/s)	다중 접속 기술	무선 전송 범위 (미터)	설정 시간	소모전력 (mA)	스마트폰 장착여부
ZigBee (IEEE 802.15.4)	868 MHz(Europe), 900-928 MHz, 2.4 GHz	250 k/40 k	TDMA + CSMA/CA	10 ~ 100	< 5 s	15	적용 예정
Bluetooth 4.0 Smart	2402-2480 MHz	1 Mbps	FDMA/TDMA	150	< 3 s	20	장착됨
Insteon	131.65 KHz, 902~924 MHz	38.4 k	TDMA + simulcast	45	< 1 s	0.050	-
RFID (IEEE P1902.1)	860~960 MHz	10~100 k	Slotted-Aloha	1 ~ 100	< 0.1 s	1	-
UWB	3.1~10.6 GHz	480 M	CSMA/TDMA	150	1 s		-
NFC (ISO/IEC 14443)	13.56 MHz	424 k	ASK	0.2	< 0.1 s	15	-
WiFi (802.11n)	2.4 GHz	540 Mbps	OFDM/MIMO	50 ~ 60	< 1 s		장착됨
LTE (E-UTRA)	3 - 5 GHz	300 Mbps (Downlink), 70 Mbps (Uplink)	OFDMA/SC-FDMA/MIMO	5 km	< 50 ms		장착됨
WiMax (802.16)	2.3 - 2.4 GHz	36-135 Mbps for LOS	OFDMA	70 ~ 80 km	< 5 s		장착됨

다. IETF (Internet Engineering Task Force) 표준 기구는 무선 접속점 (베이스 스테이션, AP (Access Point, Access Router 등)간 데이터 전송의 연속성을 보장하면서 모바일 단말의 이동성을 보장하기 위한 이동성 관리 프로토콜인 MIPv4/v6 (Mobile IP), FMIPv4/v6 (Fast Mobile IP), PMIPv4/v6 (Proxy Mobile IP), HMIPv6 (Hierarchical Mobile IP) 등 [39]의 연구가 진행되었다. WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments), DSRC (Dedicated Short Range Communications) 표준 컨소시엄은 차량간 통신 또는 차량과 인프라스트럭처 (무선 접속점) 간의 신뢰성 있는 데이터 전송과 데이터 전송의 연속성을 보장하기 위한 연구가 진행되고 있다.

- ISO/IEEE 11073 PHD (Personal Health Device) [40]는 표준화 단체로서 ISO (TC215)와 HL7, CEN TC251, IHE, FDA, NIST 등과 협화하고 있으며, 질병 관리, 건강 및 피트니스, 독립적 (노후) 생활 등의 서비스를 지원하기 위한 개인 헬스기기에 대한 표준을 진행하고 있다. IEEE 11073 PHD에서는 생체 정보를 수집하는 에이전트와 이를 수집하는 게이트웨이 역할을 하는 매니저로 구분하고 있으며, 이들 에이전트와 매니저 간에 OSI 7계층 중 5계층 (세션계층)에서 7계층 (응용 계층)까지 상호 호환성 있는 데이터 전송을 위한 표준 프로토콜을 연구하고 있다. IEEE 11073 PHD는 유비쿼터스 환경에서의 고 품질 센서 구현, 무선 기술 (Bluetooth, ZigBee 등)을 지원하며, 통신 네트워크 자원들의 고 신뢰성 있고 빠른 전송하는 표준에 중점을 두고 있다. 또한, IEEE 11073 PHD는 홈 케어 서비스에 적용 가능하며, 이 표준은 현재 헬스케어 서비스에서의 필요 표준들 중 가장 최적의 국제 표준으로 인정받고 있다. IEEE 11073 PHD는 크게 IEEE

11073-104xx 명세서와 IEEE 11073-20601 명세서로 구성된다. IEEE 11073-104xx는 IEEE 11073 에이전트와 매니저 간 syntax 크기 및 코딩 (Coding) 을 포함한 데이터 포맷을 정의한다. 향후 이 표준은 IEEE 11073 PHD 매니저가 스마트폰에 탑재되어 U-헬스케어 서비스 될 것으로 기대된다.

- 현재 개발되고 있는 다양한 생체 정보 수집 장치의 하드웨어 및 소프트웨어는 각 개발사마다 서로 다른 스펙으로 개발되고 있다. 하지만, 스마트폰 기반으로 한 U-헬스케어 응용서비스로 진행될 경우 이는 서비스 측면에서 치명적이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 Continua Health Alliance [41]는 2006년 인텔을 중심으로 정보통신, 헬스케어 및 피트니스 기업들이 차세대 신성장동력 산업으로 기대를 모으고 있는 유헬스 분야의 표준화를 통한 상호운용성 확보를 위해 결성한 국제산업협력체로서, 가정 내의 개인 건강 기기에서 의료 정보 서버로까지의 데이터 전송에 필요한 다양한 통신 표준을 채택하고 이를 검증하기 위한 인증/로그 프로그램을 구축해 소비자 중심의 공신력 있는 유헬스 서비스제공을 목표로 하고 있다. 현재 삼성, 인텔, 필립스 등 30개의 Promoter 멤버와 TTA, SKT, ETRI 등 약 230 개의 Contributor 멤버들이 가입하여 활동 중에 있다.
- U-헬스케어 서비스에서 ECG, SpO2, EMG등과 같은 생체 정보는 생명과 직결되기 때문에 정확하게 개발되어야만한다. IEEE 11073, HL7 등의 국제 표준 기구에서 다양한 메시지 표준이 진행되고 있다. 하지만 이들 국제 표준들은 서로 다른 메시지 포맷을 사용하고 있다 [43]. 이는 통합된 U-헬스케어 서비스에서 서비스의 단절 또는 부정확한 데이터 전송을 할 수 있다. 이를 위한 국제 표준간 메시지 형식의 통합화가 필요하다.

- 자세 습관 교정을 위한 기술은 U-헬스케어 서비스에서 중요한 하나의 서비스이다. [45]에서는 의자에 6개의 압력센서를 장착하고 이로부터 측정되어진 압력 정보를 이용하여 환자 또는 일반인이 의자에 앉아 있을 때 환자의 자세를 알려주는 기술이 개발되었다. 향후 U-헬스케어 서비스 기술에서 앉은 자세, 걷기 자세, 수면 자세 등의 자세 습관의 교정기술이 필요하다.

2. U-헬스케어 서비스를 위한 도전 과제

스마트폰은 이동성, 휴대성, 편리성 등의 많은 장점을 가지고 있어 U-헬스케어 서비스 기술에 다양하게 활용될 것으로 기대된다. 하지만, 스마트폰 기반 U-헬스케어 서비스를 제공하는데 있어, 아직 많은 도전과제들이 있다. 다음은 스마트폰 기반으로 U-헬스케어 서비스를 제공하기 위한 도전과제를 나타낸다.

- 특정 생체 정보 (심전도, 혈압, 혈당, 체온 등)는 신뢰성 있는 실시간 데이터 측정 및 전송이 필요하다. 이를 위해서는 스마트폰과 생체 정보 수집 장치간에 계속적으로 연결되어 있어야만 한다. 하지만, 사용자가 차량 또는 도보로 이동할 경우 무선 네트워크 구간에서 핸드오버를 발생하게 되어 생체 데이터 전송의 단절을 가져 올 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, U-헬스케어 서비스에 적합한 이동성 관리 방법이 필요하다.
- 또한, 의료 서비스를 받고 있는 환자 또는 일반인의 생체 정보는 실시간 의료 시스템 또는 의사에게 전달되어야만 한다. 이때, 다양한 센서들과 하나의 스마트폰이 근거리/원거리 무선 네트워크를 통해 연결되어 있어야만 한다. 하지만 센서뿐만 아니라 스마트폰은 전력이 제한되어 있기 때문에 지속적으로 전력원을 교체해 주어야한다. 이러한 행위는 사용자의 서비스 편리성과 데이터 전송에 대한 신뢰성을 저하시키는 요인으로 작용할 수 있다. 이를 위해, 자가 충전 기술이 필요하다.
- 현재 개발 및 서비스 중인 식이요법, 생체 정보 관리 등과 같은 대부분의 스마트폰기반 애플리케이션 서비스는 생체 정보 측정 장치로부터 출력된 개인의 생체 정보를 확인 후 수동적으로 스마트폰에 입력해야만 한다. 이는 개인이 임의적으로 입력하기 때문에 서비스 관리의 정확도 및 신뢰성이 떨어뜨리는 요인으로 작용할 수 있다. 생체 정보 측정 장치와 스마트폰 애플리케이션 간의 생체 정보의 무결성을 보장할 수 있는 방법 및 시스템이 필요하다.
- 현재 개발된 스마트폰 기반의 U-헬스케어 응용 서비스의 수는 서비스 업체가 제공하는 응용 서비스의 수에 의존하게 된다. 즉 다시 말해, 서비스 공급자들 간 서로 다른 응용 서비스를 제공하고 있기 때문에, 종합적인 의료 서비스가 어렵다.

- 스마트폰 기반 U-헬스케어 서비스에서 다양한 생체 정보를 측정하기 위해서는 많은 종류의 생체 정보 측정 장치들을 구입하고 휴대하여야만 한다. 하지만, 현재 출시되고 있는 대부분의 생체 정보 측정 장치들은 부피가 커 휴대성이 용이하지 않기 때문에, 서비스 휴대성 및 편리성을 저하시킬 수 있다. U-헬스케어 서비스를 지원하기 위한 측정 센서들의 소형화 및 통합화가 필요하다.

IV. 결론

스마트폰의 고성능화되고 급속한 보급이 이루어짐에 따라, 이를 기반으로 한 다양한 응용 서비스를 제공하고자 하는 많은 연구 및 개발이 진행되고 있다. 또한, 의료서비스의 패러다임이 질병의 사후 치료가 아닌 건강상태를 미리 점검하고 예방하는 형태로 변화되어 감에 따라, 스마트폰 기반 모바일 애플리케이션을 통해 유비쿼터스 헬스케어 서비스를 실현하기 위한 많은 연구들이 진행되고 있다. 이에 본 논문에서는 스마트폰 기반의 U-헬스케어 응용 서비스 구조를 제시하였고, 국내/외에서 개발된 U-헬스케어 모바일 애플리케이션들을 분석하였다. 마지막으로, 스마트폰 기반 U-헬스케어 서비스의 실현하기 위한 기술적 문제점을 제시하였다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT연구센터 지원사업 (NIPA-2012-(C1090-1121-0002)), 2단계 BK21 프로젝트 및 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구 되었음.

참고 문헌

- [1] D. Siewiorek, "Generation Smartphone," IEEE Spectrum, vol. 49, no. 9, pp. 554-58, 2012.
- [2] M. Li and K. Ren, "Data Security and Privacy in Wireless Body Area Networks," IEEE Wireless Communications, vol. 17, no. 1, pp. 51-58, Feb. 2010.
- [3] N. D. Lane, E. Miluzzo, et. al, "A Survey of Mobile Phone Sensing," IEEE Communications Magazine, vol. 48, no. 9, Sep. 2010.
- [4] The World of Health and Medical Apps," Mobie HealthNews 2010 Report, Feb. 2010.

- [5] J. S. Choi, B. Yi, J. H. Park, K. Choi, S. W. Park, and P. L. Rhee, "The Use of the Smartphone for Doctors: Empirical Study from Samsung Medical Center," *Healthc Inform Res.* vol. 17, no. 2, pp. 131–138, June 2011.
- [6] WebMD, <http://www.webmd.com/>
- [7] Nike Training Club, <http://www.nike.com/>
- [8] Fitness Pro, <http://www.datasupply.nl/iphone.html>
- [9] Instant Heart rate, <http://www.instantheartrate.com>
- [10] OnTrack Diabetes, <http://www.gexperts.com/>
- [11] glucosemeter, <https://sites.google.com/site/glucosemeter/android/>
- [12] NHS Direct, <http://www.nhsdirect.nhs.uk/>
- [13] Contraction Timer Lite, <http://earlybirdsoftware.com/ctxtimer>
- [14] AnestAssist PK/PD, <http://www.palmahealthcare.com/>
- [15] 900-Med Helper, <http://medhelperapp.com/>
- [16] BMI Calculator, <http://homeremediesforyou.com/>
- [17] ICE, <http://www.appventive.com/>
- [18] MOH iHealth SgMinistry of Health, <http://www.mog.gov.sg>
- [19] iTriage Health, <https://www.itriagehealth.com/>
- [20] GNM Healthcare, <http://www.gnmhealthcare.com/>
- [21] Stress Check, <http://www.officeharmony.net/>
- [22] eCBT Mood, <http://www.mymindapps.com/Feedback.html>
- [23] Quit Smoking, <http://www.quitsmoking.com/>
- [24] NEJM iPad Edition, <http://www.nejm.org/page/about-nejm/ipad>
- [25] Infinit Mobile Viewer, <http://www.infinit.com/cms/index>
- [26] DICOM-AVC, <http://www.dicomavc.com/apptutorial>
- [27] H. T. Cheng and W. Zhuang, "Bluetooth-Enabled in-Home Patient Monitoring System: Early Detection of Alzheimer's Disease," *IEEE Wireless Communications*, Feb. 2010.
- [28] M. Sung, J. Gips, N. Eagle, R. DeVaul, and S. Pentland, "MIT.EDU: System architecture for real-world distributed multi-user applications in classroom settings," In J. Roschelle, T. W. Chan, Kinshuk & S. Yang (Eds.), *Proceedings of the 2nd IEEE international workshop on wireless and mobile technologies in education*, Los Alamitos, pp. 43–50.
- [29] T. R. Hansen, J. M. Klund, J. Sprinkle, R. Bajcsy, S. Sastry, "Using smart sensors and a camera phone to detect and verify the fall of elderly persons," in *European Medicine, Biology and Engineering Conference*, 2005.
- [30] D. Konstantas, R. Herzog, "Continuous Monitoring of Vital Constants for Mobile Users: The MobiHealth Approach," in *25th Annual International Conference the IEEE EMBS*, pp. 3728–3731, 2003.
- [31] M. Sung and A. Pentland, "LiveNet: Health and Lifestyle Networking through Distributed Mobile Devices," tech. report TR 575, MIT Media Lab, 2003; <http://hd.media.mit.edu>.
- [32] M. Di Rienzo, et al, "MagIC system: A new textile-based wearable device for biological signal monitoring applicability in daily life and clinical setting," in *proc. 27th Annual Int. IEEE EMBS Conf.*, pp. 7167–7169, 2005.
- [33] J. L. Weber and F. Porotte, "MEDical Remote MONitoring with cloTHes," presented at the Int. workshop on PHealth, Luzern, Switzerland, 2006.
- [34] R. Fensli, E. Gunnarson, and T. Gundersen, "A wearable ECG-recording system for continuous arrhythmia monitoring in a wireless tele-home-care situation," in *proc. 18th IEEE Symp. Comput. - Based Med. Syst.*, pp. 407–412, 2005.
- [35] V. Shnayder, B. Chen, K. Lorincz, T. R. F. Fulford-Jones, and M. Welsh, "Sensor Networks for Medical Care", *SenSys '05 Proceedings of the 3rd international conf. on Embedded networked sensor systems*, 2005.
- [36] J. Keri, Heilman, W. Stephen, Porges, "Accuracy of the LifeShirt®(Vivometrics) in the detection of cardiac rhythms", July 2007.
- [37] J. J. Oresko, et al., "A wearable Smartphone-Based Platform for Real-Time Cardiovascular Disease Detection Via Electrocardiogram Processing," *IEEE Trans. On Information Techno. In BIOMed.*, vol. 14, no. 3, pp. 734–740, May 2010.
- [38] S. C. K. LAN, K. L. Wong, K. O. Wong, W. Wong,

W. H. Mow, "A Smartphone-Centric Platform for Personal Health Monitoring using Wireless Wearable Biosensors," in proc. ICICS 2009, Macau Fisherman's Wharf, Macau, pp. 7-10, Dec. 2009.

- [39] C. Makaya, S. Pierre, "An analytical framework for performance evaluation of IPv6-based mobility management protocols," IEEE Trans. Wireless Comm., vol. 7, no. 17, pp. 972-983, Mar. 2008.
- [40] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISO/IEEE 11073-20601 Standard for Health Informatics - Personal health device communication - Application profile - Optimized exchange protocol.
- [41] Continua Healthcare Alliance, [Http://continualliance.org](http://continualliance.org)
- [42] Asthmapolis Project, [Http://asthmapolis.com/](http://asthmapolis.com/)
- [43] J. D. Trigo, et al., "An Integrated Healthcare Information System for End-to-End Standardized Exchange and Homogeneous Management of Digital ECG Formats," IEEE Trans. on Info. Tech. in Bio. vol. 16, no. 4, July, 2012.
- [44] Y. Hu, A. Stoelting, Y. T. Wang, and M. Sarrafzadeh, "Providing a cushion for wireless healthcare application development," IEEE potentials, pp. 19-23, Jan.- Feb. 2010

약 력



박 종 태

1978년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1981년 서울대학교 전자 공학과 졸업(공학석사)
 1987년 Univ. of Michigan EECS 졸업(공학박사)
 1984년~1987년 미국 CITI 연구원
 1987년~1988년 미국 AT&T Bell 연구소 연구위원
 1988년~1989년 삼성전자 컴퓨터시스템 사업부 수석연구원
 1989년~현재 경북대학교 전자공학과 교수
 2000년~2003년 IEEE Technical Committee on Information Infrastructure(TCI) 의장
 관심분야: 이동통신, 모바일, 차세대 통신망운용, 네트워크 보안, 헬스케어 서비스



천 승 만

2008년 동양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2010년 경북대학교 전자전기컴퓨터공학부 졸업 (공학석사)
 2010년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터공학부 재학 (공학박사)
 관심분야: 이동통신, 모바일, 차세대 통신망운용, 네트워크 이동성 관리, 헬스케어 서비스



김 균 열

2012년 대구가톨릭대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 2012년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터공학과 재학 (공학석사)
 관심분야: 이동통신, 네트워크 이동성 관리, 헬스케어 서비스