

유·무선 통합 혈압관리 서비스 시스템 개발¹⁾

이중현*, 윤민석⁺, 한석주[^], 하상호⁺⁺
*순천향대학교 컴퓨터공학과
e-mail: dlwhdvn@nate.com*,
hsh@sch.ac.kr⁺⁺

Development a Blood Pressure Management Service System for Web and Mobile Clients

Jong-Hyun Lee*, Min-Seok Yoon⁺, Seok-Ju Han[^], Sangho Ha⁺⁺
*Dept of Computer Science & Engineering, SoonChunHyang University

요 약

최근에 무선 통신 기술의 발달과 함께 스마트폰의 보급 확대로 언제 어디서든지 질환관리가 가능한 착용형 센서 기반 질환관리 서비스가 활발하게 개발되고 있다. 논문에서는 웹 클라이언트와 스마트폰 클라이언트의 두 가지 이용 유형을 효과적으로 통합하는 혈압관리 서비스 시스템을 MVC 구조에 기반하여 개발한다. 논문 방법은 서비스의 이용 범위 확대, 유용 가능성, 연속성의 이점을 제공한다.

1. 서론

의료기술의 발달과 생활수준의 향상으로 인구의 노령화가 가속화되어감에 동시에 고혈압, 당뇨병 등 만성질환 환자 수가 늘어남에 따라서 의료비용의 급증되고 있어 질환 및 건강관리의 필요성이 어느 때보다 중요한 시점이 되고 있다. 최근에 WCDMA, WiFi, Bluetooth 등 무선 통신 기술의 발달과 함께 iPhone, android 폰 등과 같은 고성능 휴대형 단말기의 보급에 힘입어 언제 어디서든지 질환관리가 가능한 착용형 센서(wearable sensor) 기반 질환관리 서비스가 활발하게 연구 및 개발되고 있다.

이러한 연구[1]에서는 공통적으로 심박수, 혈압, 체온, 산소포화도, 호흡율, ECG(eclectrocardiogram) 등의 생체 정보를 착용형 센서로부터 Zigbee, Bluetooth 등의 근거리 통신을 통해서 스마트폰 등의 휴대형 단말기로 전송하고, 휴대형 단말기는 이러한 정보를 분석, 처리하여 필요한 경우 이용자(환자나 의료진)에게 경고등의 조치사항을 메시지를 통해서 전달하고, 해당 정보는 원격지 서버에 전달하여 데이터베이스에 환자 Health 레코드로 기록한다. 서버상의 DB에 저장된 환자 Health 레코드는 환자 자신이나 의료진에 의한 질환 모니터링에 효과적으로 사용된다.

본 논문에서는 웹 이용 환경과 스마트폰 이용 환경에서 혈압관리 서비스를 효과적으로 통합하여 제공할 수 있는 시스템을 개발한다. 웹이나 스마트폰 이용 환경에서 사용자는 혈압측정기를 이용하여 직접 측정하고 시스템에 입력하면, 혈압 수치에 따른 관리지침을 제공받는다. 사용자 이용 환경 유형에 관계없이 환자의 Health 레코드는 서버상의 데이터베이스 상에 통합되어 저장된다. 또한, 스

마트 폰 이용자의 경우 착용형 센서를 통해서 실시간으로 혈압 수치를 자동으로 전달받아서 적절한 관리지침을 받을 있다. 따라서 사용자는 두 가지 유형의 서비스 이용 환경.경을 통해서 언제, 어디서든지 편리하게 혈압관리 서비스를 제공받을 수 있게 된다.

두 가지 유형의 서비스 제공은 환자에 대한 끊임없는 지속적인 질환 관리를 가능하게 할 뿐만 아니라, 시스템의 결합 허용성 증가와 함께 서비스의 유용 가능성(availability)을 높여준다. 또한, 청, 장년층부터 아직 스마트폰 사용이 여의치 않는 노년층에 이르기까지 서비스의 이용 범위를 확대할 수 있다.

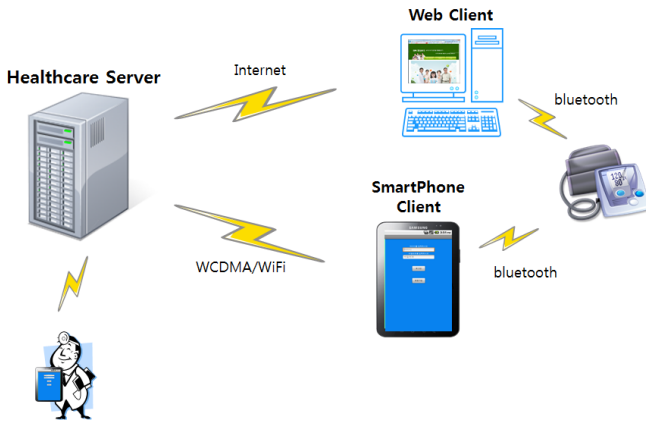
논문에서는 MVC 구조(Model-View-Controller Architecture)[2]에 기반하여 두 가지 이용 유형의 혈압 관리 서비스를 통합하여 구현하고, 안드로이드 플랫폼 상에 스마트폰 이용 환경을 구축하여 시스템 원형을 구현하고, 테스트한다.

2. 시스템 설계

그림 1은 혈압관리 서비스 시스템의 전체 구조를 보여 준다. 사용자는 웹 클라이언트이거나 스마트폰 클라이언트 일 수 있으며, 스마트폰 이용자는 블루투스 통신을 통해서 혈압계와 연동될 수 있다. 이용자 유형에 관계없이 측정된 혈압 수치는 Healthcare 서버로 전송되어 관리된다. 서버에는 환자 DB가 구축되어 관리되며 환자에 의한 자가 모니터링 기능과 의료진에 의한 환자 모니터링의 기능을 제공한다. 서버는 웹 클라이언트와 인터넷을 통해서 연결되며, 스마트폰 클라이언트와는 WCDMA나 WiFi의 무선 통신을 통해서 연결된다.

혈압계는 착용형 센서 유형일 수 있고, 휴대형 혹은 고

1) 본 논문은 중소기업청 중소기업기술혁신개발사업(과제번호: S1067327)의 지원을 받은 연구성과입니다.



(그림 1) 시스템 전체 구조도

정형 혈압계일 수 있다. 착용형 센서의 경우 주기적으로 자동 측정된 혈압 수치가 스마트폰으로 전송되며, 스마트폰은 전송되는 일련의 수치를 그래프 형태로 실시간 혈압 추이도를 보여줄 수 있다. 휴대형/고정형의 혈압계 경우에도 사용자가 측정한 혈압 수치가 자동으로 스마트폰에 전송되므로 사용자가 측정한 혈압 수치를 수동으로 입력할 필요를 제거하기 때문에 사용자 편리성을 향상시킨다.

그림 2는 Healthcare 서버와 스마트폰 클라이언트에 탑재되는 시스템의 구성 요소를 모듈 수준으로 보여준다. 서버상의 시스템은 control 모듈, CDSS 모듈, 모니터링 제공 모듈, 사용자 정보관리 모듈, XML 처리 모듈, DB 인터페이스로 구성된다. control 모듈은 사용자로부터 요청을 전달받아서 다른 모듈을 통해서 처리하고, 그 결과를 사용자에게 피드백하는 역할을 수행한다. CDSS(Clinical Decision Support System) 모듈은 입력된 혈압 수치에 따라 환자의 현재 상태를 판단하고 이에 따른 관리 지침을 제공한다. 혈압 수치와 CDSS 모듈 수행 결과 파악된 환자의 상태 및 관리 지침 사항은 DB 인터페이스를 통해서 환자 DB에 저장된다. 모니터링 제공 모듈은 환자 DB를 이용하여 사용자에게 의한 자가 모니터링과 의료진에 의한 다양한 환자 모니터링 기능을 제공한다. 또한 환자, 의료진, 관리자의 정보를 관리하는 모듈도 제공된다. XML 처리 모듈은 클라이언트로부터 전송되는 XML 문서를 처리하기 위함이다. 논문에서는 클라이언트가 사용자 프로파일과 같은 분량에 대해서 XML 문서 형태로 전송한다.

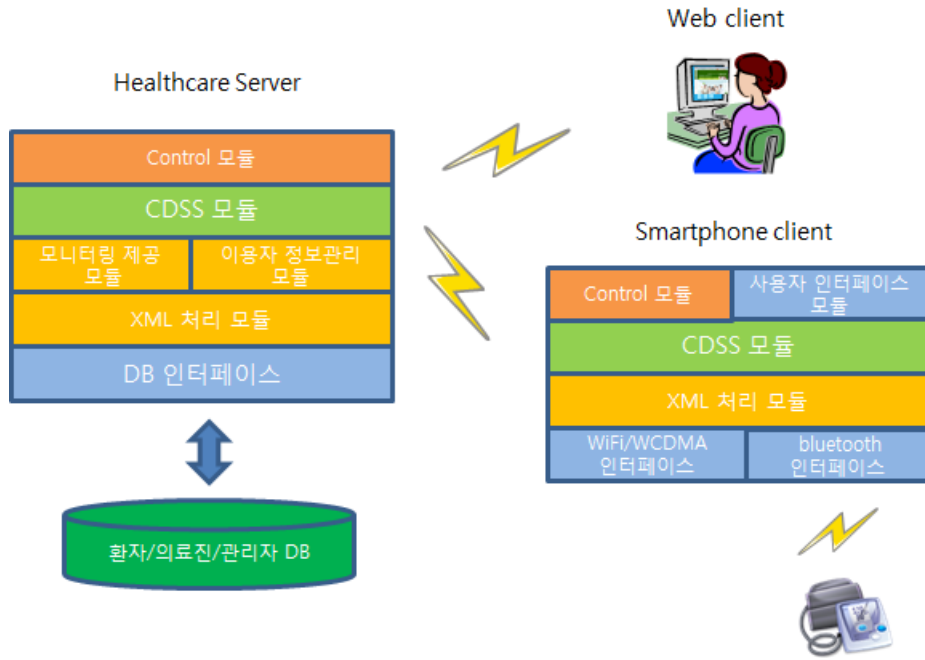
스마트폰 클라이언트는 control 모듈, 사용자 인터페이스 모듈, CDSS 모듈, XML 처리 모듈, 그리고 WiFi/WCDMA 인터페이스, bluetooth 인터페이스 모듈로 구성된다. control 모듈의 기능은 서버의 control 모듈 기능과 유사하며, CDSS 모듈은 서버의 CDSS 모듈의 안드로이드 포팅 버전으로 그 기능은 거의 동일하다. 서버상의 모니터링 제공 모듈과 사용자 정보관리 모듈은 스마트폰 클라이언트에서 별도로 제공되지 않으나 그 기능은 제공된다. 이는 서버의 모니터링 제공 모듈과 사용자 정보관리 모듈이 모두 웹 클라이언트와 스마트폰 클라이언트에

대해서 통합적으로 이용될 수 있도록 구성되었기 때문에 가능하다.

이러한 통합적 지원을 위해서 논문에서는 서버상의 모듈들을 MVC 구조(Model-View-Controller architecture)에 기반하여 구현한다. 실제적으로 서버상의 모듈은 데이터를 다루는 Model, 사용자에게 요청 결과에 대한 표현(presentation)을 제공하는 View, 처리과정의 논리를 표현하는 controller의 3가지 유형의 페이지로 구성된다. 여기서 Model과 controller는 모든 클라이언트 유형에 대해서 공통적으로 사용되게 하며, View는 각 클라이언트 유형별로 별도로 맞춤식으로 제공한다. 논문에서 웹 클라이언트 View 페이지는 요청의 결과물을 HTML 문서 형태로 생성하며(별도의 처리없이 웹 브라우저 상에서 즉시 디스플레이 가능하다), 스마트폰 클라이언트의 View 페이지는 해당 결과물을 XML 문서 형태로 생성한다. 스마트폰 클라이언트의 XML 처리 모듈이 서버로부터 전송된 XML 문서를 파싱하여 데이터 항목을 추출하고, 추출된 항목을 사용자 인터페이스 모듈을 통해서 적절하게 디스플레이한다. 서버 모듈의 View 페이지가 스마트폰 클라이언트에 대해서 XML 문서를 생성하는 이유는 다양한 기종의 무선 환경 클라이언트를 지원하고, 클라이언트 유형에 맞춤식으로 디스플레이하기 위함이다.

그림 3은 혈압 추이도 조회를 위한 서버와 클라이언트상의 모듈을 통합하여 보여준다. 서버 모듈은 JSP 페이지와 자바 빈(java bean)으로 구성되며, 클라이언트 모듈은 안드로이드 액티비티(activity)들로 구성된다. 그림 3에서 일련의 JSP 페이지와 안드로이드 액티비티는 사용자의 혈압 추이도 요청이 어떻게 수행되는지에 대한 과정에 대한 워크플로우(workflow)를 보여준다. 여기서는 서버상의 워크플로우를 웹 플로우라 하고, 클라이언트상의 워크플로우를 앱 플로우라 한다. 그림 3에서 타원 내부에 포함된 bpTrendsCtr.jsp는 웹 클라이언트 요청(bpTrendsReq.jsp)이나 스마트폰 클라이언트의 요청(bpTrendsReq.java)을 모두 처리하는 controller 페이지로서, 혈압 추이도의 기간(범위)을 사용자로부터 전달받아서 HpPRO에 전달한다. HpPRO는 DB 접근을 위한 메소드들을 포함하는 자바 빈이며, 이 경우에 클라이언트로부터 전달된 기간에 속하는 혈압 수치 리스트를 DB로부터 가져와서 bpTrendsCtr.jsp에 피드백한다. bpTrendsCtr.jsp는 전달받은 혈압수치 리스트로부터 ArrayList 타입의 배열 객체인 HpList를 생성한다. 이 HpList는 웹 플로우상의 graphDisplay.jsp에 전달되고, 이 페이지는 전달된 HpList를 이용하여 그래프 형태로 디스플레이한다.

스마트폰 클라이언트가 혈압추이도를 요청하는 경우에도 bpTrendsCtr.jsp는 앞서와 마찬가지로 HpPRO bean을 통해서 DB에 접근하고, 그 결과로서 HpList를 생성한다. 그러나 이번에는 XMLGen.jsp의 controller 페이지를 통해서 HpList상의 혈압 리스트를 포함하는 XML 문서(hplist.xml)로 생성하고, 서버 파일 시스템 상의 특정 위



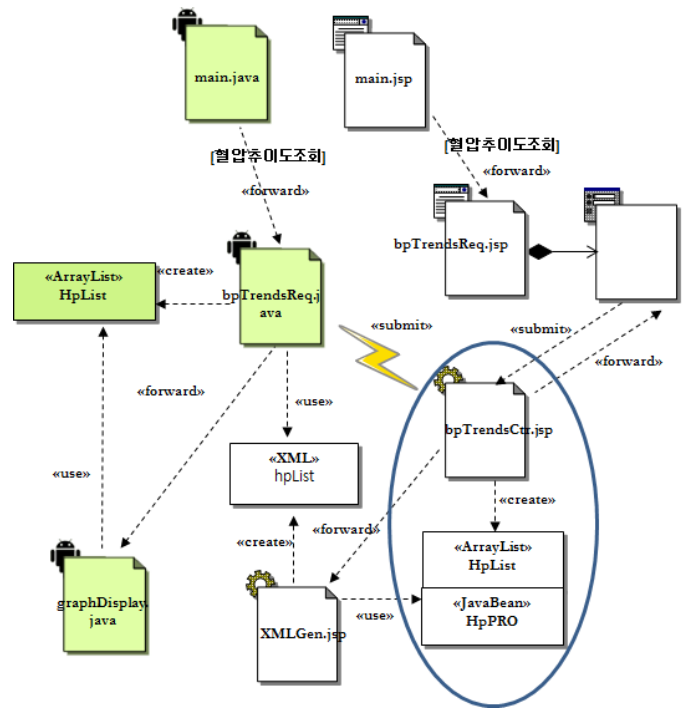
(그림 2) 시스템 구성 요소

치에 저장한다. 그러면 앱 플로우상의 bpTrendsReq.java가 그 특정 위치로부터 XML 문서를 읽어와서 그 문서를 파싱하여 HpList의 배열 객체를 생성하고, 이를 graphDisplay.java에 전달하여 그래프를 디스플레이하게 한다.

앞서 살펴보았듯이, bpTrendsCtr.jsp의 controller와 HpPRO의 Model이 2가지 유형의 클라이언트에 대해서 효과적으로 통합되어 사용되고 있음을 알 수 있다. 이러한 통합은 DB에 대한 단일 경로의 접근을 제공하며, 이는 개인이 다양한 클라이언트 유형으로 서비스를 이용하더라도 DB에 대한 일관성을 용이하게 유지할 수 있는 이점을 제공한다.

4. 구현

여기서는 시스템의 구현 사항을 설명한다. 시스템의 Healthcare 서버는 Windows Server 2008 환경에서 Apache Tomcat5.5를 이용하여 구축하였고, 서버 상의 데이터베이스는 MySQL 5를 사용하여 구축하였다. 웹 서버 모듈은 이클립스 갈릴레오 패키지 개발 환경에서 Java, JSP, JavaScript를 사용하여 구현하였다. JSP를 사용하여 웹 플로우를 개발하였고, Java를 사용하여 웹 플로우상에서 사용되는 자바 빈을 구성하였고, JavaScript는 사용자 뷰 페이지 구성시 사용하였다. 스마트폰 클라이언트 개발 환경은 안드로이드 SDK 2.2 개발 도구를 이클립스 개발 환경에 추가하여 구축하였고, Java를 사용하여 앱 플로우를 개발하였다. 또한 웹 플로우와 앱 플로우 개발시 XML 문서 처리를 위해서 J2SE 6.0에서 제공하는 SAX 파서를 사용하였다. 개발된 앱 플로우를 삼성 Galaxy S2의 스마



(그림 3) 웹 플로우와 앱 플로우의 통합

트폰 상에 탑재하여 테스트하였다.

5. 실행 예

그림 4는 논문에서 개발한 혈압관리 서비스 시스템의 실행 과정을 보여준다. (a), (b)는 웹 클라이언트의 실행 화면을 보여준다. (a)는 해당 화면의 상단 메뉴 항목에서 '자가 모니터링'을 선택하고, 이어서 최근 상태를 조회를 선택하였을 때 보여주는 화면이며(혈압 수치와 CDSS 수

행에 따른 관리지침 내역을 보여줌), (b)는 (a)의 화면 하단 우측에 위치한 ‘혈압 추이도 조회’를 선택했을 때 보여주는 화면이다. 이 화면에서 사용자는 기간을 설정하고, 관심있는 혈압 인덱스(수축기, 이완기, 심박수)를 임의 조합할 수 있다. (c) ~ (f)는 스마트폰 클라이언트에서 실행되는 일련의 화면을 보여준다. (b)는 메인 화면이며, 여기서 ‘자가 모니터링’ 항목을 선택하면 (d)의 화면이 디스플레이되고((a)와 동일한 정보를 보여줌), 여기서 화면 하단 우측의 ‘혈압 추이도 조회’ 항목을 선택하면 (e)의 화면이 제시된다. 사용자는 이 화면에서 기간을 설정하고, 화면 아래에 위치한 ‘검색’ 버튼을 클릭하면 (f)와 같이 설정된 기간에 대한 혈압 추이도를 그래프 형태로 보여준다.



(b)

6. 결론

논문에서 개발된 유·무선 통합 혈압관리 서비스 시스템은 원형 수준으로 사용자 편의성과 유용성 관점에서 보완 및 최적화가 요구된다. 특히, 스마트폰 클라이언트의 경우에 스마트폰이 서비스 제공 뿐만 아니라 착용형 센서와 서버간의 게이트웨이 역할을 수행하는데, 이러한 역할에 대한 끊임없는 연속성을 제공하는 것이 중요하다. 그러나 일반적으로 스마트폰의 배터리 수명은 길어야 며칠이며, 착용성 센서와 스마트폰간의 블루투스 통신이 지속적으로 진행될 경우에 배터리 수명은 몇 시간에 불과하다. 스마트폰 배터리 수명에는 사용하는 통신, 처리, 디스플레이의 순서로 영향을 미친다[3]. 앞으로, 서비스 이용 요소에 따른 배터리 소모율을 분석하고, 이에 따른 시스템 최적화를 수행하는 것이 필요하다.



(c)



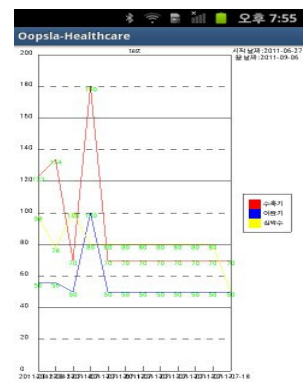
(d)



(a)



(e)



(f)

(그림 4) 시스템의 실행 화면 예

[참고문헌]

[1] A. Pantelopoulos and N. G. Bourbakis, “A Survey on Wearable Sensor-Based Systems for Health Monitoring and Prognosis”, IEEE Trans. on Systems, MAN, and Cybernetics, Vol. 40, No. 1, pp. 1-11, 2010.

[2] D. Parsons, Dynamic Web Application Development using XML and Java, reading, Cengage Learning, 2008.

[3] S. Yang and M. Gerla, “Personal Gateway in Mobile Health Monitoring”, IEEE Int’l Conf. on Pervasive Computing and Communication Workshops, pp.636-641, 2011.