

주기적인 생리변수 측정과 전자건강설문을 이용한 재택건강관리서비스

박승훈 · 우응제 · 이광호* · 김종철**

경희대학교 전자정보학부, *(주)고려정보통신, **(주)MEK
(2000년 12월 7일 접수, 2001년 10월 11일 채택)

Home Health Care Service Using Routine Vital Sign Checkup and Electronic Health Questionnaires

S.H. Park, E.J. Woo, K.H. Lee*, and J.C. Kim**

School of Electronics and Information, Kyung Hee University
*Korea Information and Communication, Inc., **MEK, Inc.

(Received December 7, 2000. Accepted October 11, 2001)

요약: 본 논문은 가정에 있는 만성질환자, 퇴원한 환자 및 자신의 건강을 염려하는 정상인 등을 대상으로 매일 측정한 심전도, 혈압, 혈중 산소 포화농도 등과 같은 생리변수와 건강 설문에 대한 응답을 분석하여 건강상태를 지속적으로 파악하고, 비정상적인 상태가 발견될 경우에는 의사가 정확히 확인하여 필요한 조치를 조언하는 재택건강관리서비스에 대해서 기술하고 있다. 재택건강관리서비스를 위해서 가입자는 재택건강관리단말기와 인터넷에 연결된 PC를 가정에 구비하여야 한다. 관제센터는 의사와 가입자의 기본정보와 가입자의 건강정보를 저장하기 위한 데이터베이스 시스템, 생체신호와 건강설문을 분석하여 현재상태의 비정상여부를 판단하는 건강상태자동평가시스템, 가입자와 의사가 웹 브라우저를 사용하여 원하는 건강정보를 데이터베이스에서 검색, 조회하고, 그 내용을 수정, 편집하여 저장할 수 있는 웹 기반 건강정보관리시스템이 필요하다. 또한, 공중전화망 및 무선통신망을 이용한 음성 및 문자 전송과 인터넷을 이용한 전자우편에 의해 의사의 소견을 가입자에게 전달하는 통합 메시징 시스템(UIMS), 종합검진센터에서 의사가 검사결과와 문진 결과를 입력하기 위한 정보입력 PC, 병원에서 의사가 가입자의 정보를 조회하거나 정밀진단결과를 입력하기 위한 인터넷 PC 등이 설치되어야 한다. 일반에게 이러한 서비스를 널리 보급하기 위해서는, 생리변수들의 무구속 및 무자가 측정기술과 지능적인 건강평가 알고리즘의 개발에 대한 연구가 계속 수행되어야 할 것이다.

Abstract: In this paper, we describe a home health care service using electronic health questionnaires and routine checkup of vital signs including ECG (Electrocardiography), blood pressure, and SpO₂ (Oxygen Saturation). This system is for patients at home with chronic diseases, discharged patients, or any normal people for the prevention of disease. The service requires a home health care terminal and a PC with Internet connection installed at patient home. The distance health care management center is equipped with a vital-sign and questionnaire interpreter as well as database, Web, and notification servers with UMS (Unified Messaging System). Participating physician can access the servers at the center using a Web browser running on a PC available to them at any time. These components are linked together through various kinds of data and voice communication channels including PSTN (Public Switched Telephone Network), CATV(Community Antenna TV), Internet, and mobile communication network. Following the physician's direction given to a patient, he or she uses the home health care terminal to collect vital signs and fill out the questionnaire. When the terminal automatically transmits these data to the management center, the data interpreter and servers at the center process the information following the protocol implemented on the system. Physicians can retrieve and review data corresponding to their patients and send back their diagnostic reports to the center. UMS at the center delivers the physician's recommendation to the corresponding patient through the notification server. Patients can also retrieve and review their own records as well as diagnostic reports from physicians. The system provides a new way of collecting diagnostic information and delivering doctor's recommendation to patients at home for their health management. Future works are needed in the development of new technology for measurements and interpretations of various vital signs.

Key words: Home health care service, Vital sign, Just-in-time health care, Health care information management system.

통신저자: 우응제, (449-701) 경기도 용인시 기흥읍 서천리 1
경희대학교 전자정보학부

Tel. 031-201-2538, Fax. 031-205-9062
E-mail. ejwoo@khu.ac.kr

서 론

최근 정보통신 기술이 급속도로 발전함에 따라 시공을 초월

하여 의료인과 환자 사이, 의료인과 의료인 사이, 의료기관과 의료기관 사이에서 의료행위를 하는 원격의료에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 원격의료의 형태로는 원격진단, 원격치료, 원격회의, 원격자문, 재택진료 등이 있다. 이 중, 의료인이 원격진료시스템을 활용하여 집에 있는 환자를 진료하는 재택진료는 주로 일차 진료의 범위를 벗어날 수는 없으나, 몇 가지 생리변수를 측정하는 모니터를 환자의 집에 설치하면 특정질환에 대한 지속적인 진료가 가능하다[1].

노인환자, 임산부 및 수술 후의 조기 퇴원 환자들이나 심장병, 천식 등과 같은 만성 질환을 앓고 있는 환자들은 일정 기간 혹은 오랜 기간 의사의 지속적인 모니터링이 필요하다. 이러한 환자들을 입원시키지 않고 가정에서 생활하게 하면서, 정보통신기술을 활용하여 의사가 주기적으로 관찰하면서 보살펴 줄 수 있다면, 병원에 장기간 입원할 때 겪는 환자와 보호자의 불편함을 일시에 해소할 뿐 아니라 의료비도 낮출 수 있다. 아직까지 제도적인 뒷받침이 이루어지고 있지 않아서 재택 모니터링 서비스가 활성화되고 있지 않지만, 의료법의 개정이 이루어져 공식적인 의료서비스의 일종으로 인정되면, 의료의 전 분야에 빠른 속도로 보급될 것이다.

지금까지 재택 환자 모니터링에 대한 연구는 주로 심전도와 혈압 등 심장질환 관련 생체신호나 호흡질환 관련 생체신호를 공중통신망을 통해 실시간으로 전송하는데 집중되어 왔다. 이들은 원격지에 있는 환자에게서 수집한 심전도 데이터를 전화망을 통해 전송하고, 이를 자동으로 처리하여 진단 결과를 알려주는 시스템을 개발하였으며[2], Finkelstein 등은 가정에 있는 천식 환자들을 모니터링하여 환자의 상태를 평가하고, 그 결과를 웹브라우저를 통해 의료진들이 조회할 수 있는 시스템을 개발하였으며[3], 최 등은 공중통신망을 사용하여 혈압과 혈당 등을 모니터링할 수 있는 재택 모니터링 시스템에 대해 연구하였다[4]. Liu는 가정에 있는 환자들을 대상으로 ISDN(Integrated Digital Services Network)과 기존의 공중전화망을 이용하여 천식과 심장에 대해 모니터링할 수 있는 시스템을 개발하였으며[5], 박 등은 가정에 있는 환자로부터 수집한 심전도, 호흡, 혈압, 체온, 혈중 산소포화농도 등의 데이터를 원격지에 있는 의사가 실시간으로 모니터링하면서 환자 혹은 보호자와 영상회의를 통해 상담할 수 있는 시스템을 개발하였다[6].

최근에는 인터넷을 통한 웹 기술의 발달에 힘입어 웹브라우저를 사용하여 실시간으로 환자를 모니터링하는 연구도 활발하게 진행되고 있다. 박 등은 가정에 있는 환자의 심전도, 호흡, 혈압, 체온, 혈중 산소포화농도 등의 생리변수 데이터를 실시간으로 수집하여 원격지에 있는 의사가 웹을 통해 이를 관찰할 수 있는 시스템을 개발하였으며[7], Magrabi 등은 웹브라우저를 통해 가정에 있는 환자로부터 수집한 데이터를 서버로 보내 데이터베이스에 저장하도록 하고, 의사가 웹브라우저를 통해 이를 조회할 수 있는 심전도 모니터링에 대해 연구하였다[8]. 가정에 있는 일반인들을 대상으로는 인터넷을 이용한 의료정보의 전달과 질의-응답을 통한 전문의의 가상공간에서의

자문 등이 현재 서비스되고 있다[9].

현재까지 수행된 대부분의 연구들이 의사와 이미 질병에 걸려 있는 환자의 직접적인 혹은 간접적인 1대1 연결에 초점을 맞추어 왔다. 그러나, 아직까지 원격진료에 대한 제도적인 정비의 미비, 의사의 높은 인건비와 시간적인 여유의 부족, 가정에서 사용할 수 있는 생리변수 측정 단말기의 부족 등으로 인해 제한적인 범위에서만 사용되고 있는 형편이다. 특히, 질병에 걸려 있지 않는 일반인을 대상으로 하는 재택 혹은 원격 건강관리, 의사와 일반인의 1대1 연결을 위한 사회, 경제, 기술적인 여건의 미비로 실용화가 이루어지지 않고 있다. 따라서, 일반인들이 매일 가정에서 자신의 건강상태를 간단하게 검사해볼 수 있는 서비스는 다음과 같은 요건을 갖추어야 실용화될 수 있을 것이다.

- 건강상태에 대한 전반적인 정보는 문진을 통해서 얻을 수 있다. 의사가 진단하는 과정에서 매우 중요한 기초적인 정보를 추출하는 단계가 문진 단계이다. 어떤 방식으로든지 문진의 형태가 포함되어야 한다.
- 가정은 병원과 같은 전문인력을 갖추고 있지 않으며, 매일 측정해야 하고, 대상이 대부분 40대 이상이라는 점을 고려하면, 건강 상태 측정을 위한 기기들이 일반 가전제품들과 같이 쉽게 사용할 수 있어야 한다.
- 모든 측정은 반드시 비침습적이어야 하며, 센서 등의 접촉 방법이 전문적인 지식과 기술을 필요로 하지 않아야 한다. 또한, 측정할 때 가능하면 고정된 측정장치에 연결된 리이드선 등에 의해 환자가 활동에 제한을 받지 않아야 한다.
- 심전도, 체온, 호흡, 혈압 등과 같은 중요한 생리변수 등을 주기적으로 수집하여, 장기간의 변화 추세를 추적할 수 있어야 하며, 6개월 내지 1년 단위로 전문의료기관에서 정기적인 검진을 실시하여, 대상인의 정상상태에 대한 정보를 정확히 파악하고 있어야 한다. 이러한 정상상태에 대한 정보를 바탕으로 최근의 신체상태 변화가 정상적인 것인지 혹은 비정상적인 것인지를 판단할 수 있다.
- 많은 대상으로부터 매일 데이터를 수집하기 때문에 처리하여야 할 데이터의 양이 매우 많다. 의사의 높은 인건비와 의료 인력자원의 부족을 감안할 때, 데이터의 일차적인 자동 분석은 반드시 필요하다. 일차적으로 자동 분석시스템이 데이터를 처리하여 대부분을 차지하고 있는 정상적인 경우들을 선별하여 제거한다. 이차적으로 비정상적인 변화로 의심되는 것들은 의사에게 전달하여, 정밀진단을 하게 한다. 신상 정보와 같은 기본 정보들은 의사에게 즉시 제공되어야 한다.
- 가정에서 측정 수집한 환자의 생리변수 데이터를 원격지로 전송하기 위해서는 이에 적합한 통신 대역폭이 확보되어야 한다.

재택건강관리서비스

본 논문에서 기술하고 있는 재택건강관리서비스에서는 가정

에 설치되는 단말기와 통신망을 이용해서 가입자가 입력하는 건강설문과 가입자로부터 측정하는 몇 가지 생리변수 데이터를 원격지에 있는 관제센터가 매일 수집하고 자동으로 분석한다. 비정상적인 변화가 발생한 경우에는 유무선통신과 인터넷을 통해 의사에게 알려서, 의사가 직접 가입자의 건강정보를 분석한 뒤, 그 결과와 조언을 가입자에게 제공해준다. 질병의 진단과 치료는 의사가 담당하되, 가입자와 의사사이에 교환되어야 하는 의료정보의 전달은 통신망을 통하여 이루어지게 하는 것이다. 국내에서는 아직 재택진료가 제도적으로 가능한 상태가 아니므로, 본 논문에서는 재택건강관리라는 용어를 사용하며, 서비스의 수혜자를 가입자라고 부르기로 한다.

본 논문에서 제안하는 재택건강관리서비스는 다음과 같은 순서에 의해서 이루어진다. 재택건강관리서비스를 받기를 원하는 가입자는 먼저 전문의료기관 또는 집진센터에서 제공하는 종합정밀건강검진을 받는다. 그 결과가 나오면, 담당의사는 해당 가입자에 대해서 문진과 상담을 실시한 후, 그 결과를 바탕으로 가입자의 건강상태에 대한 종합적인 분석 후에 위험요인을 평가하고, 해당 가입자의 정상상태를 정의한다. 이 때 결정된 가입자의 정상상태에 대한 정보는 관제센터의 데이터베이스에 저장된다. 가입자의 위험요인의 유형에 따라, 담당의사는 실시해야 할 건강설문의 항목과 측정해야 할 생리변수의 종류, 횟수 및 측정방법을 처방한다. 표 1은 가입자에게 제공되는 재택건강관리단말기를 사용하여 측정할 수 있는 생리변수 항목들과 측정방법의 일례를 나타낸 것이다. 담당의사가 해당 가입자에 대해 충분한 의료정보를 가지고 있는 경우, 위의 종합건강검진의 과정은 생략될 수도 있다.

가입자는 담당의사의 처방에 따라 가정에서 재택건강관리단말기를 사용하여 생리변수를 측정하고, 건강설문에 대해 응답한다. 측정된 생리변수의 측정결과와 건강 설문에 대한 응답은 통신망을 통해 관제센터에 전달된다. 관제센터의 건강정보 자동해석시스템은 전달된 가입자의 정보를 처리하여 개인의 정상상태 정보와 비교한 후, 비정상적인 변화가 발생하였는지 판단

한다. 비정상적인 변화가 검출되지 않았을 경우, 처리된 결과는 관제센터의 데이터베이스에 저장되고, 처리를 끝내게 된다. 비정상적인 변화가 검출되었을 경우에는 이를 처리하기 위한 다양한 작업이 뒤따른다. 먼저, 관제센터의 종합통보시스템은 해당가입자에게서 비정상적인 변화가 검출되었다는 것을 담당의사에게 전자우편과 무선 단문메시지로 알림과 동시에, 담당의사가 해당가입자의 진단에 필요한 모든 건강정보에 접근할 수 있도록 조치한다.

통보를 받은 담당의사는 웹 브라우저를 사용하여, 해당가입자의 건강정보를 검사하고, 검출된 비정상적인 상태변화가 우려할 만한 상태인지, 아니면 단기적인 현상인지 판단한다. 정상적인 것으로 판정된 경우에는 관제센터에 알려서 해당 데이터의 정확도를 평가하고, 이를 데이터베이스에 저장한다. 비정상적인 상태 변화인 경우에는 필요한 조언을 관제센터의 종합통보시스템에 보내어 해당가입자에게 유무선 전화, 가정용 단말기를 통한 문자 또는 음성 메시지 출력, 인터넷을 통한 전자우편 등의 방법으로 전달하도록 한다. 가입자는 자신의 건강상태 정보를 언제, 어디에서나 웹 브라우저를 통해 조회할 수 있다. 그림 1은 재택건강관리서비스에서 일어나는 업무들의 주제, 위치, 순서 등을 한꺼번에 나타낸 그림이다. 번호는 업무의 순서, 화살표는 정보의 전달방향을 표시한 것이다. 여기에서 1-2번은 가입할 때와 6개월 혹은 1년마다 정기적으로 1회 이루어지는 작업이고, 3-6번은 매일 이루어지는 작업이다.

재택건강관리서비스를 위한 시스템 구성

재택건강관리서비스를 위해서는 재택건강관리단말기와 인터넷에 연결된 PC를 가정에 구비하여야 하며, 관제센터에는 의사와 가입자 그리고 가입자의 건강정보를 저장하기 위한 데이터베이스 시스템, 생체신호와 건강설문을 분석하여 현재상태의 비정상여부를 판단하는 건강상태자동평가시스템, 가입자와 의사가 웹 브라우저를 사용하여 원하는 건강정보를 데이터베이

표 1. 재택건강관리단말기의 측정항목 및 측정방법

Table 1. Measurement items and methods of home health care terminal

생리변수	측정항목	측정빈도	측정 방법	비고
심전도	심전도 파형 및 심박수	1일 1회	편안하게 앉은 자세에서 리이드 I에 대해서 10초 간 심전도를 측정한다. 양쪽 엄지 손가락에 식염수를 적신 후, 재택건강관리 단말기의 전극 위에 올려 놓는다	자각 증상이 있을 때는 추가로 측정할 수 있다.
혈압	수축기/이완기 및 평균	1일 1회	편안하게 앉은 자세에서 재택건강관리단말기의 커플을 왼팔에 감아 측정한다.	
SpO ₂	오른손 검지 손가락의 혈중산소포화 농도(%)	1일 1회	편안하게 앉은 자세에서 재택건강관리단말기의 측정 구멍에 오른손 검지 손가락을 완전히 삽입하여 측정한다.	
혈당	혈당치	1일3회	별도의 측정기를 사용하여 측정한 다음, 그 결과를 재택건강관리 단말기의 버튼을 사용하여 입력한다.	
체중	체중(kg)	3일 1회	별도의 측정기를 사용하여 측정한 다음, 그 결과를 재택건강관리 단말기의 버튼을 사용하여 입력한다.	
운동량	총소모열량 (kcal)	1일 1회	별도로 제공하는 운동량 표를 참조하여 0-9 중 선택하여 입력한다.	
식사량	총섭취열량 (kcal)	1일3회	별도로 제공하는 식사량 표를 참조하여 0-9 중 선택하여 입력한다.	

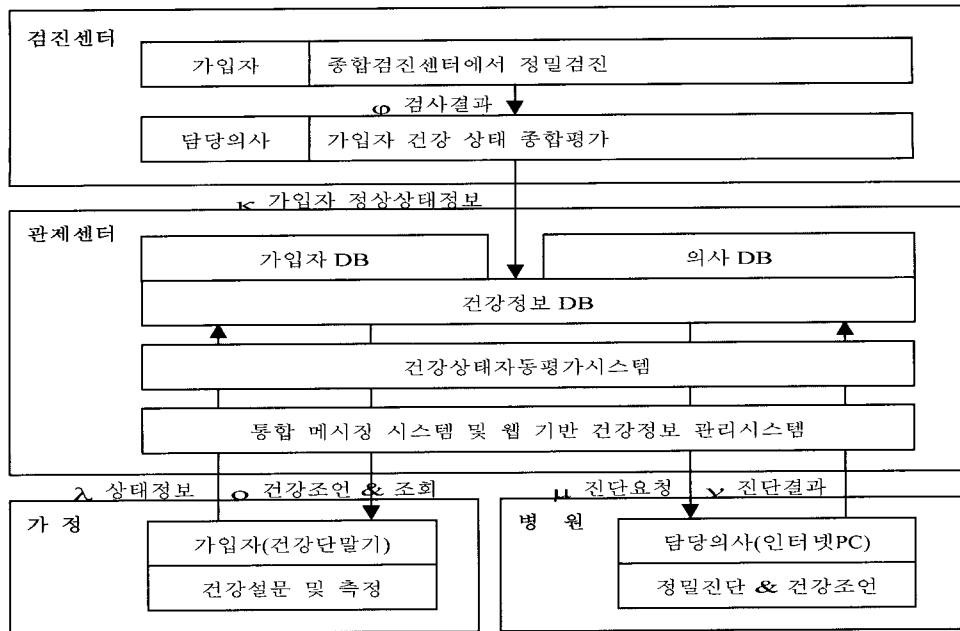


그림 1. 재택건강관리서비스의 업무 흐름도
 Fig. 1. Workflow in home health care service

스에서 검색, 조회하고, 그 내용을 수정, 편집하여 저장할 수 있는 웹 기반 건강정보관리시스템, 공중전화망 및 무선통신망을 통해 통보하고 전자우편을 보낼 수 있는 통보 서버로 사용할 수 있는 통합 메시징 시스템, 종합검진센터에서 의사가 검사결과와 문진 결과를 입력하기 위한 정보입력 PC, 병원에서 의사가 가입자의 정보를 조회하거나 정밀진단결과를 입력하기 위한 인터넷 PC 등으로 구성된다. 가입자와 의사가 휴대폰을 소지하면, 더욱 신속하고 원활한 서비스가 가능해 진다.

1. 재택건강관리단말기

본 서비스를 위해 개발한 재택건강단말기는 분리할 수 있는 통신부와 측정부로 구성되어 있다 [10, 11]. 그림 2는 통신부와

측정부가 결합되어 있는, 측정하지 않는 상태를 보여주고 있다. 측정부는 기본적으로 심전도(리드 I), 심박수, 혈압 (수축기, 이완기, 평균 혈압) 및 혈중산소포화도를 자동으로 측정하는 기능을 가진다. 본 논문에서는 이들 네 종류의 생리변수를 기초 생리변수라 부르기로 한다. 혈당, 체온, 체중, 허리둘레, 식사량, 운동량, 취침시간 등의 50가지의 확장 생리변수들은 별도의 측정기로 측정하거나, 또는 가입자 스스로 판단하여 숫자로 입력할 수 있다. 현대의 재택건강단말기는 최대 5명의 가입자를 수용할 수 있으므로, 가정 내의 복수의 가입자가 한 개의 단말기로 서비스를 받을 수 있다.

측정부는 혈압측정모듈, 심전도측정모듈, 산소포화도측정모듈, 디스플레이모듈, 입력모듈로 구성되어 있다. 혈압측정은 병

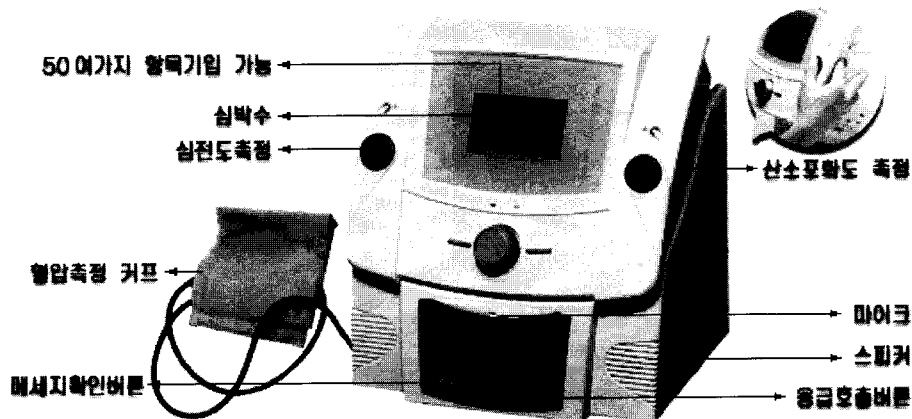


그림 2. 재택건강관리단말기
 Fig. 2. Home health care terminal

원용 혈압측정모듈을 간단한 형태로 변형하여 사용하였다. 측정부의 상단 왼쪽에 커프를 연결하는 연결부가 설치되어 있다. 심전도 측정은 측정부 전면 좌우측과 오른쪽 후면에 설치된 은-염화은 3개의 전극을 통해 이루어진다. 동맥의 산소포화도 측정은 측정부 왼쪽 중앙 측면의 구멍에 설치된 광센서를 통해서 이루어진다.

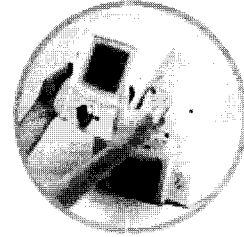


그림 3. 재택건강관리단말기의 사용방법
Fig. 3. Usage of home health-care terminal

재택건강관리단말기는 가정에 있는 일반인들이 스스로 측정해야 하기 때문에 그 사용법이 쉬워야 한다. 본 논문에서 고안한 측정방법은 다음과 같다. 우선 왼팔의 상부에 혈압 측정을 위한 커프를 연결한다. 그림 3과 같이 상측부인 측정부를 들어 올려서 통신부와 분리시킨다. 이때, 양손의 각 엄지 손가락은 식염수에 미리 적신 후, 측정부 전면 좌우측에 설치된 심전도 측정용 은-염화은 전극의 위에 위치시킨다. 양손의 검지 손가락은 산소포화도 측정을 위한 측정부의 측면에 설치된 구멍에 삽입한다. 이러한 자세로 측정부를 잡으면, 오른손의 나머지 세 손가락들은 측정부의 후면에 설치된 심전도 측정용 기준전극에 위치하게 된다.

선택을 한다. 그 후에는 별도의 측정기로 측정하거나 본인이 스스로 판단한 확장 생리변수를 입력한다. 이러한 모든 기능은 측정부 전면의 그래픽 LCD(Liquid-Crystal Display) 화면에 표시되는 메뉴와 rotate/push 버튼에 의해 조작된다. 확장 생리변수의 입력이 종료되면 심전도, 심박수 및 혈중산소포화도의 측정이 동시에 이루어진다. 이것이 종료되면 혈압의 측정이 자동으로 이루어진다. 모든 가입자에 대한 입력과 측정이 종료되면 측정부를 통신부에 올려 놓음으로써 두 부분을 결합시킨다.

전술한 바와 같은 센서와 인체 사이의 인터페이스에 의하여 전문가의 도움이 없이도 가입자 스스로 측정을 할 수 있게 하였으며, 센서와 측정부 사이의 연결선을 최소화하여 사용이 편리하도록 하였다. 또한, 유선의 통신선로와 결합되어 이동성이 없는 통신부로부터 측정부를 완전히 분리하여 사용하게 함으로써 다양한 자세로 측정을 하는 것을 가능하게 하였다. 측정부는 축전지에 의해 구동되며, 5명의 가입자에 대한 모든 생리변수들을 저장할 수 있는 기억소자를 보유하고 있다.

측정부에 저장된 가입자의 생리변수 데이터는 통신부로 전달되고, 통신부는 정해진 유선 통신방법에 따라 관계센터의 서버에 접속한다. 접속 후에는, 모든 생리변수 데이터를 데이터베이스 서버로 전송하고, 정보 서버로부터 해당 가입자에게 전달할 메시지를 수신한다. 메시지 수신 후에는 접속을 종료하고, 수신된 메시지를 음성과 LCD 화면에 문자로 출력한다. 표2는 가정용 원격 건강관리 단말기의 기본 사양을 보여주고 있다.

올바른 방법과 자세로 측정부를 잡은 가입자는 우선 가입자

2. 데이터베이스 시스템

표 2. 가정용 원격 건강관리 단말기의 사양

Table 2. Specification of home health-care terminals

	항 목	사 양	비 고
통신부	PSTN 모듈	56kbps. 음성	PSTN망에 접속할 때 사용
	RS-232C	19.2kbps	인터넷망에 접속할 때 사용 (1) Set-top 박스와 연결 (2) PC와 연결
	버 턴	응급 호출 및 메시지 확인	
부	음성 통신	마이크와 스피커	
	전원 및 충전회로		측정부의 축전지 충전
측정부	그래픽 LCD	128×64. 흑백	
	Rotate/push 버튼		사용자 입력 도구
	심 전 도	300mV 입력오프셋전압, 5mV 입력범위, 0.5 ~ 40Hz 대역폭	리이드 I 은-염화은 전극 내장
	혈 압	30 ~ 250mmHg (±2mmHg)	Oscillometric 법, 커프 외장
	동맥 산소포화도 및 plethysmography	±2% (71 ~ 99%) 및 ±3% (60~70%) 정확도	광센서 내장
	심 박 수	20 ~ 300bpm (±1bpm)	
	확장 생리변수	최대 50개	
	가 입 자	최대 5명	
전 원	충전식 축전지, 12V, 300mA	30분 연속 사용	
무 게	2kg		

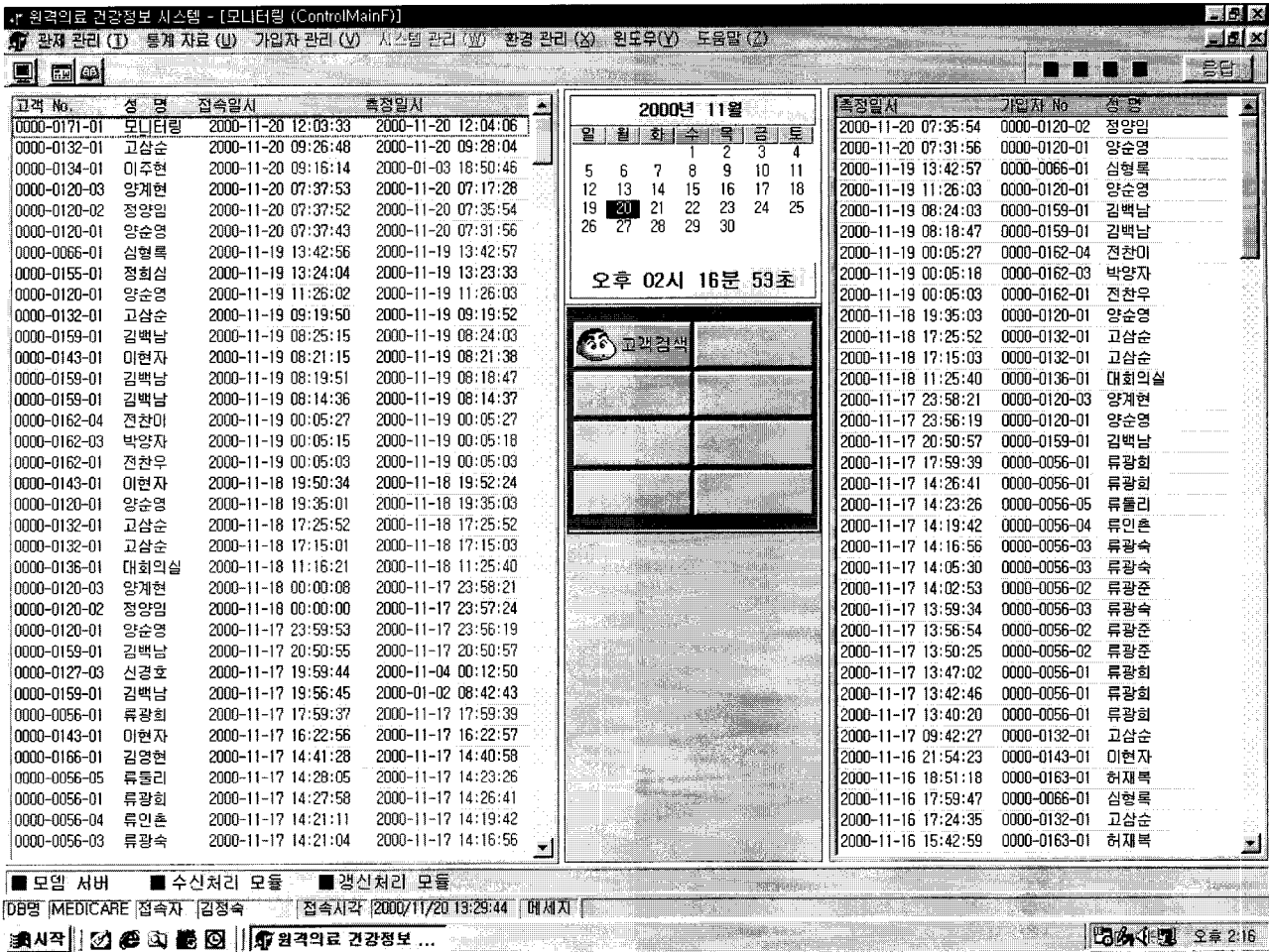


그림 4. 관제센터의 관리자용 사용자 인터페이스 모듈
 Fig. 4. Graphic user interface module for administrators in the control center

관제센터에 있는 데이터베이스 시스템은 가입자와 담당의사의 신상정보, 재택건강관리단말기로부터 매일 전송 받은 가입자의 현재 건강상태 정보, 담당의사가 가입자의 건강상태를 평가하여 가입자별로 미리 결정해 놓은 각 생리변수의 정상범위에 관련된 자료, 담당의사의 조언 이력 등과 같은 재택건강관리서비스에 필요한 모든 데이터를 저장, 관리하고 있다. 데이터베이스 스키마에 대한 기술은 지면상 생략한다. 데이터베이스 시스템은 웹 서버와 연동되어 있기 때문에 데이터베이스에 있는 모든 데이터들은 웹 브라우저를 통해 검색, 조회, 입력 및 수정할 수 있다.

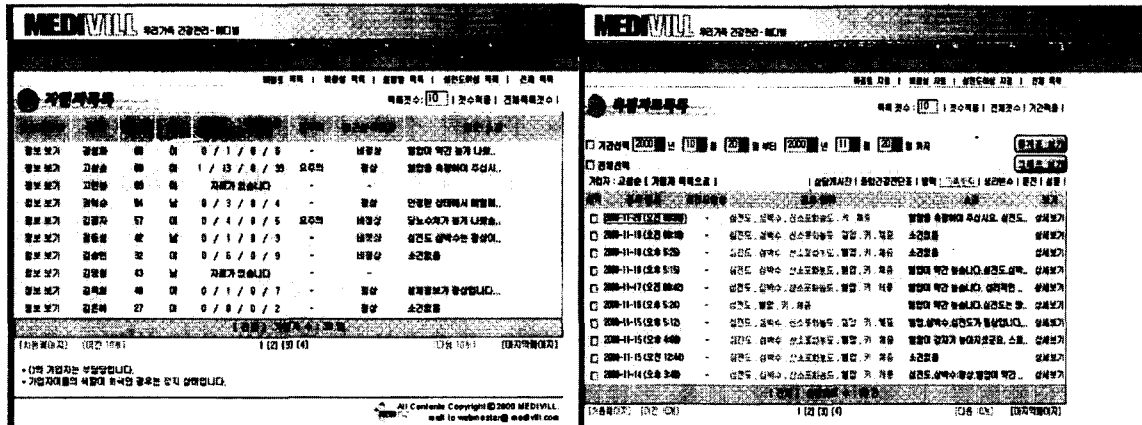
3. 건강상태자동평가 시스템

가입자 별로 담당의사에 의해 미리 결정되어 있는 각 생리변수의 정상범위를 고려하여 재택건강관리단말기로부터 매일 전송 받은 건강상태 데이터를 처리하여 현재의 상태변화가 정상적인 것인지, 비정상적인 것인지 평가한다. 건강상태 데이터는 크게 심전도, 혈중산소포화도, 혈압 등과 같은 생리변수들과 건강설문의 응답으로 크게 분류할 수 있다. 심전도의 경우에는

QRS 검출을 수행하고 가입자 별로 담당의사가 미리 설정해 놓은 정상파형과 비교하여 유사치를 구해내고, 그 유사치가 어느 정도 이하이면 비정상파형으로 간주한다. 정상파형으로 분류된 새로운 파형은 정상파형의 모델을 갱신하는데 사용된다. 현재의 수축기/이완기/평균 혈압과 혈중산소포화도는 담당의사가 결정한 해당 가입자의 정상범위와 비교하여 정상 여부를 결정한다. 심전도에서 추출한 심박수, 혈압, 혈중산소포화도는 종합적으로 처리되어 변화를 나타내는 지수로 표현된 후, 정상 여부를 결정하는데 사용된다.

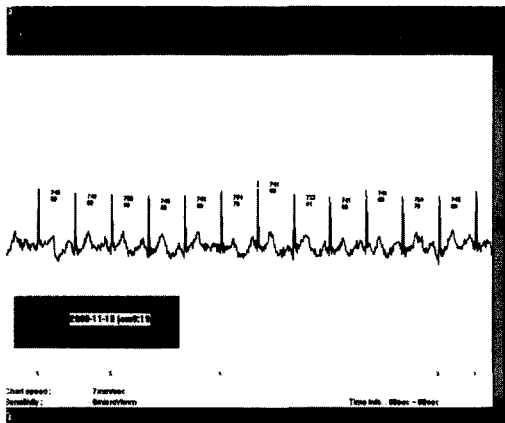
4. 웹 기반 건강정보관리시스템

관제센터에 있는 데이터베이스 시스템이 보관하고 있는 가입자와 담당의사의 신상정보, 재택건강관리단말기로부터 매일 전송 받은 가입자의 현재 건강상태 정보, 담당의사가 가입자의 건강상태를 평가하여 가입자별로 미리 결정해 놓은 각 생리변수의 정상범위에 관련된 자료, 담당의사의 조언 이력 등과 같은 재택건강관리서비스에 필요한 모든 데이터를 웹 브라우저와 클라이언트 프로그램을 사용하여 검색, 조회하고, 그 내용을 수

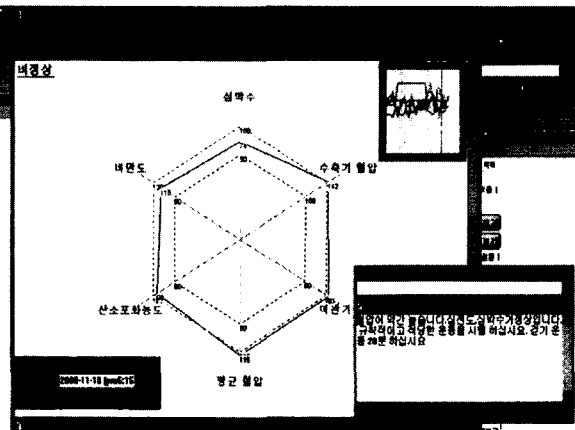


(a)

(b)



(c)



(d)

그림 5. 의사용 사용자 인터페이스 모듈. (a) 가입자 목록, (b) 측정 생리변수 목록, (c) 심전도 진단 화면, (d) 생리변수들의 다각형 그래프 출력
Fig. 5. Graphic user interface module for physicians. (a) User information, (b) Physiological parameters stored in DB server, (c) ECG diagnosis, and (d) Polygon graph showing various physiological parameters

정, 편집할 수 있는 사용자 인터페이스를 제공한다. 사용자 인터페이스는 가입자용 인터페이스와 의사용 인터페이스, 그리고 관제센터의 관리자용 인터페이스로 이루어져 있다. 그림 4에 나타난 관제센터의 관리자용 인터페이스 모듈은 각 가입자들의 등록과 해지, 서비스료 관리, 이벤트 로그 등을 수행할 수 있는 환경을 제공하고 있다.

의사용 인터페이스 모듈은 다운로드할 수 있는 웹 컴포넌트 (ActiveX) 형태의 기능 블록들로 이루어져 있어서, 맨 처음 접근하였을 때 자동으로 설치된다. 이 방법의 장점은 컴포넌트 구현시 운영체계의 각종 기능들을 자유롭게 사용할 수 있기 때문에 복잡한 사용자 인터페이스의 구현이 가능해서, 의사가 다양한 분석 작업을 쉽게 수행할 수 있다. 본 논문에서 기술하고 있는 재택건강관리서비스는 신속한 대응을 요구하는 응급질환은 포함하지 않으므로, 의사는 자신의 일정에 맞추어 적절한 시간에 접속하면 된다. 그림 5(a)에 나타난 가입자 목록과 그림 5(b)에 나타난 측정자료 목록 등을 통하여 생리변수의 관찰과 판독이 필요한 가입자를 선택한다. 선택된 가입자의 생리변

수들은 그림 5(c)와 5(d) 등과 같은 다양한 형태로 화면에 출력되며, 의사는 가입자의 생리변수 데이터들과 그 처리결과를 관찰, 분석하고 필요한 경우에는 적절한 조언을 입력한다. 의사의 입력결과는 관제센터의 데이터베이스 시스템으로 전송되는데, 운동처방, 식사처방, 스트레스 관리에 대한 조언 등이 포함되며, 필요할 때에는 병원에 방문하여 진료를 받을 것을 권하는 내용도 포함된다.

가입자용 인터페이스 모듈은 의사용 인터페이스 모듈의 부분집합으로 그림 5(c)와 5(d)의 그래프를 통해 자신의 생리변수들을 관찰하거나, 담당의사가 입력해 놓은 조언과 담당의사의 일정 등을 확인할 수 있다. 게시판을 통하여 담당의사에게 질문을 보낼 수 있고, 여러 종류의 건강정보를 검색할 수 있다.

5. 통합 메시징 시스템

관제센터에 설치된 통합 메시징 시스템은 유무선 전화, 재택건강관리단말기를 통한 문자 또는 음성 메시지 출력, 인터넷을 통한 전자우편 등을 사용하여 관제센터와 가입자 혹은 관제센

터와 의사간의 각종 메시지 교환을 가능하게 한다. 의사에게 건강정보의 평가를 요청하는 메시지, 가입자에게 담당의사의 조연이 있다는 메시지 등은 간결하면서도 실시간으로 통지해야 할 메시지들이다. 이러한 메시지들은 신속하면서도 전달 성공률이 가장 높은 것으로 추정되는 무선전화의 단문메시지 서비스와 이를 받지 못할 경우를 대비한 전자우편을 이용하여 이중으로 전달한다. 가입자의 생리변수정보와 건강설문에 대한 응답정보는 재택건강관리단말기 속에 들어있는 유선 모뎀을 통해서 관제센터로 전달된다. 긴급호출이나 메시지 확인도 재택건강관리단말기 속에 들어있는 유선 모뎀을 통해서 가능하다. 검진센터에서 평가한 가입자의 건강상태 정보의 입력, 담당의사의 진단결과의 입력, 가입자의 조연 및 건강상태의 조회 등은 웹을 통해서 이루어진다.

시스템 구현

재택건강관리단말기의 측정부는 이미 상용화된 환자감시장치용 심전도 모듈, 혈압측정 모듈, 혈중산소포화도측정 모듈을 개조하여 사용하였고, 인텔 80196 마이크로컨트롤러를 사용하여 입출력장치와 통합하였다. 입출력장치의 통신부는 유선모뎀과 컴퓨터와의 접속을 위한 직렬통신포트를 구비하고 있으며, 측정기 모듈과 직렬통신으로 연결되어 있다. 유선모뎀을 통해 관제센터와 통신하기 위한 고유의 프로토콜을 사용하여 디지털 데이터의 교환이 좁은 대역통신망에서도 효율적으로 이루어지도록 하였다.

관제센터의 데이터베이스 시스템은 관계형 데이터베이스 관리 시스템인 Oracle8i를 사용하여 구축하였으며, 생체신호와 건강설문을 분석하여 현재상태의 비정상여부를 판단하는 건강상태자동평가시스템은 Visual C++를 사용하여 서버사이드 ActiveX 컴포넌트 형태로 구현하였다. 가입자와 의사들이 웹 브라우저를 사용하여 원하는 건강정보를 데이터베이스에서 검색, 조회하고, 그 내용을 수정, 편집하여 저장할 수 있는 웹 기반 건강정보관리시스템은 ASP와 HTML, 클라이언트 사이드 ActiveX 컨트롤의 형태로 구현하였다. 서버-클라이언트형의 사용자 인터페이스는 Borland사의 Delphi를 사용하여 구현하였다.

공중전화망 및 무선통신망을 통해 통보하고 전자우편을 보낼 수 있는 통보 서버로 사용할 수 있는 통합 메시징 시스템은 Windows NT용 CTI(Computer-Telephony Interface) 솔루션과 무선통신용 인터넷 솔루션 및 SMTP(Simple Message Transfer Protocol) 컴포넌트를 활용하여 구현하였다.

토의 및 결론

본 논문에서 기술한 재택건강관리서비스는 현재 메디빌(<http://www.medivill.com/>)이라는 명칭으로 소수의 일반인 가입자를 대상으로 시범적인 서비스를 실시하고 있으며, 현재 성공적으로 운영되고 있다[12]. 본 서비스를 상용화할 때에는

가정 간호사의 정기적인 방문에 의한 방문 간호 서비스, 혈당 및 소변검사 서비스, 성인병 관리 서비스 등 다양한 형태로 나누어 제공할 계획이다.

현재 이루어지고 있는 시범서비스에서는 소수의 가입자들을 대상으로 서비스를 실시하고 있기 때문에, 서비스 품질에 대한 현실감 있는 평가가 이루어지고 있지 않다. 그러나, 현재 시범 서비스를 받고 있는 심장병 환자들이나 산후조리원에 있는 출산부들의 반응은 좋은 편이다. 본격적으로 상용화되어 많은 가입자들이 서비스를 받게 되면, 설문지에 의한 만족도 조사와 같은 정성적인 서비스 품질평가와 시스템 응답시간, 전체 프로세스의 소요시간 등과 같은 정량적인 서비스 품질평가를 수행할 계획이다. 현재는 적은 수의 가입자를 대상으로 시범적인 서비스를 실시하고 있기 때문에 입·출력시 시스템의 반응시간은 만족할 만한 수준이며, 전체적인 프로세스도 신속하게 이루어지고 있다.

본 논문에서 제시한 재택건강관리서비스는 다음과 같은 파급효과를 가져올 것으로 기대하고 있으며, 앞으로 다양한 형태의 변종들이 등장할 것으로 예상하고 있다.

- (1) 생리변수들을 주기적으로 측정하고 건강지수를 산출하여 질병의 예방에 기여한다.
- (2) 질병 발생의 가능성을 검출하고 사전조치를 통보한다.
- (3) 질병의 발생을 조기에 검출한다.
- (4) 통원 또는 입원 치료가 필요한 시점을 적기에 파악한다.
- (5) 통원 또는 입원 치료 시 진료의 기초자료를 제공한다.
- (6) 운동처방, 식사처방, 스트레스 관리 등 원격처방을 한다.
- (7) 원격처방의 치료효과를 감시하고, 가입자에게 그 결과를 전달하여 가입자 스스로의 노력을 촉진한다.
- (8) 통원 또는 입원 치료 후의 가입자의 예후를 감시하며, 관리한다.

재택건강관리서비스를 일반에게 널리 보급시키기 위해서는 그 비용이 저렴하고, 사용이 쉬워야 하며, 응급시에 대처할 수 있는 수단을 제공할 수 있어야 한다. 재택건강관리서비스를 저렴한 비용으로 많은 가입자들에게 제공하기 위해서는 서비스의 제공에 따르는 비용의 대부분을 차지하고 있는 전문의료인력의 인건비를 획기적으로 낮출 수 있어야 한다. 이를 위해서는 건강상태 자동평가시스템의 각종 생리변수 해석이나 진단 자동화를 위한 알고리즘들의 성능을 획기적으로 개선하여 허위경보(false alarm, false positive)의 빈도를 낮추어야 한다. 허위경보의 빈도가 낮아지면 담당의사의 정밀진단에 대한 요청을 획기적으로 줄일 수 있어, 이에 소요되는 전문의료인력을 대폭 감축할 수 있다.

재택건강관리단말기 측정부의 기능을 혁신적으로 개선하여 가입자들이 의식하지 못하는 상태에서 신체의 구속 없이 측정하거나, 반지나 시계와 같은 휴대품에 장착하여 측정한 후, 이를 관제센터에 자동으로 전송할 수 있다면, 많은 사람들이 귀찮아 하지 않고 지속적으로 서비스를 받을 것이다. 최근 들어

새로이 등장한 블루투스(Bluetooth) 기술이나 Home RF 네트워크 기술이 이를 실현시킬 수 있는 재택용 무선 통신 기술로 유력시 되고 있다. IMT-2000이나 CDMA2000 기술을 적용하여, 의사와 가입자의 영상을 통한 1대1 상담이 가능해지면, 효율적이고 신뢰할 만한 적시 건강 관리(Just In-Time Health Care)가 이루어질 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. H.I. Cho, "Telemedicine using National Information Super-Highway", Journal of Korean Society of Medical Informatics, Vol. 2, No. 2, pp. 153-159, 1996
2. M.H. Lee, Y.M. Kim, K.S. Shin, H.K. Jeong, K.S. Jeong, "A Study on Remote ECG Diagnostic System Using Telephone Line", Journal of Biomedical Engineering Research, Vol. 13, No. 1, 69-77, 1992
3. Joseph Finkelstein, George Hripcsak, Manuel Cabrera, "Telematic System for Monitoring of Asthma Severity in Patients' Homes", Proceedings of the Ninth World Congress on Medical Informatics, pp. 272-275, Seoul, 1998
4. J.W. Choi, Y.H. Kim, S.G. Lee, J.O. Lee, J.I. Woo, J.D. Seo, T.W. Yoo, and H.I. Cho, "Features for a B-ISDN Telemedicine System and its Application", Proceedings of the Ninth World Congress on Medical Informatics, pp. 307-310, Seoul, 1998
5. Y. Liu, "The Design and Implementation of a Virtual Medical Center for Patient Home Care", Proc. of the 20th Int. Conf. IEEE/EMBS, Oct 29-Nov. 1, pp. 1163-1165, Hong Kong, 1998
6. S.H. Park, J.H. Park, S.H. Ryu, T.W. Jeong, H.H. Lee, C.H. Yim, "Real-Time Monitoring of Patients in Remote Sites", Proc. of the 20th Int. Conf. IEEE/EMBS, Oct 29-Nov. 1, pp. 1321-1325, Hong Kong, 1998
7. H.S. Lee, S.H. Park, and E.J. Woo, "Remote Patient Monitoring Service Through World-Wide Web", Proc. of the 19th Int. Conf. IEEE/EMBS, Oct 30-Nov. 2, pp. 928-931, Chicago, 1997
8. Farah Magrabi, Nigel H. Lovell, Branko G. Celler, "Web-based Longitudinal ECG Monitoring", Proc. of the 20th Int. Conf. IEEE/EMBS, Oct 29-Nov. 1, pp. 1155-1158, Hong Kong, 1998
9. Geongangsaem, <http://www.healthkorea.net/>, 2000
10. Korea Information and Communications Inc., "Remote Health Management Service System and Method," Korea Patent Application No. 10-2000-0020980, 2000
11. Korea Information and Communications Inc., "Device and Procedures for Remote Diagnosis," Korea Patent Application No. 10-2000-0043098, 2000
12. Medivill, <http://www.medivill.com/>, 2000