

재택 건강관리 시스템

• 윤영로 / 연세대 의공학부 교수

서론

최근 한국사회는 국민소득향상, 생활수준의 개선, 의학기술의 발달 등으로 평균수명이 크게 연장되어 고령화 사회로 발전되어 가고 있다. 평균수명이 짧았던 시대에는 고령화문제가 크게 중요시 되지 않았으나 수명이 연장됨에 따라 노후에 대한 경제적, 사회적 보호문제 등이 대두되고 있다. 노인들의 기본욕구는 주로 소득 보전 주택 여가 등에 관한 것으로 노후에도 자신의 능력과 적성에 맞는 일자리를 찾아 경제적 안정을 누리며 소득을 유지하고 의료보장으로 건강한 노후를 보낼 수 있으며, 가족관계가 안정이 되고 자기발전 기회를 기하며, 사회참여와 역할을 지속하며, 휴식과 오락을 즐기고 문화를 창출하며 삶의 보람을 찾을 수 있는가 하는 것이 문제이다. 특히 이중에서도 의료보장 및 건강관리에 대한 문제는 더 이상 가족단위의 책임 부양이 아닌 국가적으로 해결해야 중대한 문제로 부각되었으며 이에 따라 보조적인 의료 서비스의 필요성이 증대되었다. 또한 급격한 산업화 사회의 도래로 인한 스트레스가 원인인 40대의 급사 환자의 증가로 건강상태에서의 자신의 신체 변화를 감지할 수 있는 시스템의 필요성이 대두되고 있다.

그림 1은 통계청에서 2001년 발간한 "장래인구추세" 책자에서 발췌한 향후 30년 동안의 국내 노년인구의 증가 추세를 보인 것이다. 이 자료에 따르면 우리나라는 이미 65세 이상의 노인인구의 비율이 전체 인구의 6.7%를 넘어 고령화 사회로 진입했으며 2020년 이

후에는 전체인구 중 노년층이 14% 이상을 차지하여 본격적인 고령화 사회로 들어가게 된다. 2002년 발표한 건강보험심사원평가원의 자료에 의하면 65세 이상 노인건강보험 대상자는 전체 7.7%이지만 이들에게 지출된 의료비는 전체 의료비 중 21%로 다른 연령층에 비해서 크게 높아, 노년인구 증가에 따라 노년층에 대한 다른 사회적 지출 또한 증가할 것으로 예상된다. 따라서 고비용이 요구되는 의료전문가의 직접적인 개입을 최소화하며 대량 공급이 가능한 재택 건강관리 시스템의 도입은 삶의 질의 향상 및 개인의 의료비 지출의 감소에 크게 기여할 것으로 예상된다.

최근 국내의 IT 기술의 발달로 인해 IT 기술과 기존 의 의료기기를 접목하여 병원내부 혹은 병원간의 원격진료(telemedicine)뿐만 아니라 가정이나 직장에서 이루어지는 재택 원격진료 시스템 개발의 필요성이 늘고 있다. 원격진료의 경우 상담과 진료를 위해 의료전문

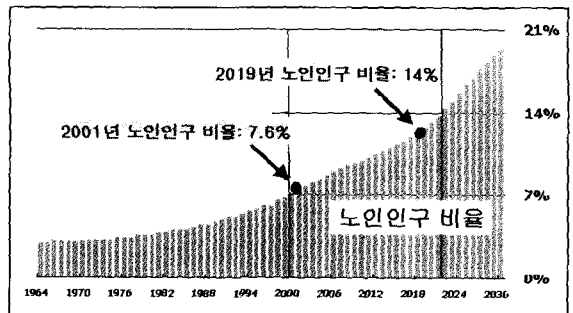


그림 1 65세 이상 노인인구의 비율 추세 (통계청, 장래인구추세, 2001)

가의 집중적인 개입이 필요하고 시스템 운영상 고비용을 부담해야 한다는 문제점이 있다. 또한 아직까지는 서비스 모델이 명확하게 정의되어있지 못하고 서비스 내용 자체도 제한적이며, 기존의 병원용 의료기기 기술을 그대로 적용한 단말기를 사용하기 때문에 일상생활에서 사용하기에는 부적절하다.

이러한 시스템의 문제를 보다 실용적으로 개선하기 위한 노력으로 현재에는 재택 건강관리(home healthcare)에 대한 기술 방향이 제시되고 있다. 비록 아직까지 건강관리와 원격진료의 개념이 혼용됨으로써 혼란을 겪고 있지만 맞춤형 서비스에 의한 새로운 가치 창조, 저가의 대량공급에 의한 사업성 확보 및 재택 원격진료의 기능을 점진적으로 추가함으로써 실용화가 가능할 것이라 생각된다. 표 1에서는 재택 건강관리와 재택 원격진료의 특성을 비교하였으며 실용화 가능한 재택 건강관리 시스템의 특성에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

우선 일상 생활환경에서 쉽게 사용이 가능하고 남녀노소 누구나 조작이 간편하도록 해야 하며 의료 전문가의 개입을 최소화하여 이에 따른 비용이나 시간을 줄이도록 하는 것이 필요하다. 또한 단순히 질병발생에 따른 관리를 목적으로 하는 것이 아니라 질병의 예방과 조기발견 및 예후관리과 건강증진을 위한 시스템이 되어야 한다. 이를 위해서는 서비스를 공급받는 개인의 특성을 고려한 맞춤형 개인 건강관리 서비스가

이루어져야 하며 서비스 내용이 지속적으로 유지 및 관리가 되도록 해야 할 것이다.

재택 건강관리 시스템의 적용 범위

재택 건강관리 시스템에서 고려되어야 할 가장 큰 요인은 의료 전문가의 개입에 따른 고비용 요인을 최소화 하여 대량공급이 가능한 대중적 서비스를 제공할 수 있어야 한다는 것이다. 이를 위해서는 지나치게 광범위한 시스템이 되어서는 안 되며 재택 건강관리 시스템을 적절한 범위로 제한시켜 사용 효율을 극대화시킬 필요가 있다.

재택 건강관리는 발병과 치료 관리 뿐만 아니라 건강한 상태의 일반인에 대한 건강 유지를 위한 고려가 되어야 하며 노약자의 건강유지 및 활동력 증진을 위한 시스템 구성이 필요하다. 또한 건강지표의 변화추이 분석에 의한 취약상태의 조기경보 및 건강관리와 증진을 위한 조언이 가능하도록 해야 하며 산모나 운동선수 등 특수한 상황에 있는 사용자들에 대한 건강관리도 필요하다.

한편 건강상태가 아닌 취약상태 및 발병상태의 대상자들에 대해서는 발병상태의 조기발견 및 진료추천과 축적된 건강정보를 의료 전문가에게 제공하며 만성질환자의 경우 질병을 관리하고 회복상태의 환자의 경우에는 예후관리가 가능하도록 한다.

의료기관에서는 질병의 정확한 진단과 치료가 필요하며 진단 및 치료정보를 활용한 맞춤형 재택 건강관리 서비스가 지원되고 주기적인 건강검진을 유도하여 온라인과 오프라인이 유기적으로 연결된 서비스가 이루어지도록 한다.

생체신호 검출기술

재택 건강관리 시스템은 생체신호 검출 시스템, 생체신호 정보처리 단말기, 재택 건강관리 정보 시스템 및 이들을 연결하는 유무선 데이터 통신망으로 구성된다. 이 중에서 생체신호 검출 시스템은 재택 건강관리를 위한 기본적인 생체신호 데이터를 수집하기 위한

표 1 재택 건강관리와 재택 원격진료의 특성 비교

	재택 건강관리	재택 원격진료
성격	예방, 조기발견, 예후관리, 건강증진 (사용자 중심)	진료 (의료전문가 중심)
대상	일반인 중심	환자 중심
시간적 한계성	없음	많음
공간적 한계성	없음	비교적 많음
비용	저비용	고비용
대량공급	가능함	어려움
부가서비스	다양함	제한적
상용화	가능	어려움

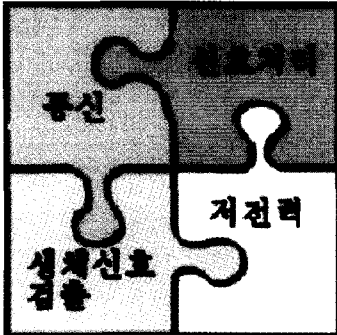


그림 2 생체신호 검출 시스템의 기술 요소

부분으로써 단말기의 구성상 그림 2와 같이 센싱 기술, 저전력 기술 기반의 측정부 하드웨어 기술뿐만 아니라 신호처리 및 통신 기반의 소프트웨어 기술이 접목되며 다음의 표 2와

단말기 구현을 위해 세 가지의 중요한 고려사항이 반영된다. 첫째는 인체에 고통이나 부담을 가하지 않고 인체의 표면 또는 외부에서 생체신호를 계측할 수 있는 비침습 생체계측 기술이며 둘째는 인체의 활동을 제한하지 않고 생체신호를 계측할 수 있는 무구속 생체계측 기술이다. 이 두 가지는 최근 무선 기반의 모바일 단말기 형태로 구현되고 있고 어느 정도 기술 축적이 이루어진 부분이다. 그러나 유비쿼터스 시대를 맞이하여 장소나 시간에 제한받지 않는 것 뿐 아니라, 측정대상이 계측에 대해 의식하지 않은 상태에서 생체신호를 계측할 수 있는 무자각 생체계측 기술도 요구되고 있다. 또한 수치적인 계측이 가능한 생체신호 뿐만 아니라 지금까지는 정량화가 어려웠던 감성이나 감정과 같은 정신과적인 부분의 건강관리를 위한 연구도 최근 활발히 진행되고 있다.

같이 6가지 형태로 분류된다.

이와 같이 다양한 형태의 단말기가 필요한 이유는 측정 대상자의 특성이 매우 다양하기 때문이며 측정

표 2 생체신호 검출 단말기의 분류

단말기 형태	단말기 예시	비침습	무구속	무자각	비 고
Traditional	ECG, NIBP, SpO2, Temp, Resp. 등	○	×	×	- 기존의 생체계측 기술 - 소형화, 저전력화 - 무선통신
Mobile	의복, 반지, PDA 등 (이동형, 인체 장착형)	○	○	△	- 다차원 센서 - 센서의 집중화 - 소형화, 저전력화 - 무선통신
Embedded	변기, 욕조, 침대 등 (고정형, 생활용품 장착형)	○	×	○	- 다차원 센서 - 센서의 분산화 - 무선통신
Attached	피부 표면 부착형 단말기	○	○	○	- 최소 센서 사용 - 센서의 집중화 - 소형화, 저전력화 - 무선통신 - 생체 적합성
Implant	피하 이식형 단말기	△	○	○	- 최소 센서 사용 - 센서의 집중화 - 소형화, 저전력화 - 무선통신 - 생체 적합성 - 2차 전지 및 충전기술
Capsule	삼키는 캡슐형 단말기	○	○	○	- 최소 센서 사용 - 센서의 집중화 - 소형화, 저전력화 - 무선통신 - 생체 적합성

만성질환자나 치료 후 예후를 관찰해야하는 대상자의 경우에는 무구속이나 무자각 형태일 필요는 없으며 필요하다면 침습적인 생체신호 계측도 필요할 수 있으나 대신 가장 정확한 측정이 이루어져야 하는 경우이다. 고령자의 경우에는 환자는 아니므로 비침습적이고 무자각 형태의 측정이 필요하나 경우에 따라서는 무구속 형태가 아니어도 된다. 산모나 운동선수 등의 특수 상황에서의 대상자는 필요한 경우에 특수한 목적을 위해 측정이 되므로 무구속이나 무자각 형태가 아니어도 되며 대신 비침습적인 형태는 유지하여야 한다. 그 외 일반인의 건강관리를 위한 측정은 일상생활에 불편함이 없도록 비침습, 무자각, 무구속 형태의 단말기가 필요하다.

특히 건강관리를 위한 경우 병원용 모니터링 장비와 같은 고정밀도를 요구하지 않으므로 가정 내에서 자연스럽게 편리하게 생체신호를 취득하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 인체에서 혈액이나 조직 등 별도의 표본을 취하지 않고, 인체의 기능 및 상태와 이상 여부를 나타내는 생체신호를 재택 건강관리의 목적에 부합하는 형태로 검출하는 기술이 필요하다. 또한 일상 생활 환경에서 검출되는 생체신호의 낮은 품질을 극복하기 위하여, 시공간적 상관관계를 제공하는 다차원 센서 (multiple-modality-multiple-sensor) 기술과 GPS 및 3차원 가속센서 등을 이용한 위치 검출 및 행동 모니터링 기술이 적용된다.

생체신호를 검출하는 단말기에 있어서 시스템을 소형화하는 기술은 필수적이다. 소형화를 시켜야만이 무구속 및 무자각의 요구조건을 충족시킬 수 있기 때문이다. 소형화 기술에는 센서와 아날로그 및 디지털 신호처리의 ASIC 화 및 MEMS 기술, 신개념 단말기를 구현하기 위한 미세부품 및 소재가공 기술, 저전력 생체 계측 기술, 저전력 및 초소형 하드웨어에 실장 가능한 효율적인 신호처리 알고리즘, Human interface 기술, 생체 적합 재료 및 초소형 기구 제작 기술 등이 요구된다.

이러한 기술들이 집약적으로 구현되는 것이 그림 3과 같은 SoC(system on chip) 기술이다. 기존에는 센서와 메인 프로세서와 무선 통신 모듈이 별개의 부품으

로 나뉘어져 있어서 이들을 조합하는 형태의 시스템이 주류를 이루었으나 소형화와 저전력화를 달성하는 데에는 한계가 있기 때문에 이들의 구성 요소들을 하나의 부품에 통합시키는 SoC 기술은 생체신호를 검출하는데 중요한 기술이 되고 있다. 또한 전자 부품들만 통합되는 수준을 넘어서 MEMS 기술을 이용한 극세 기계 부품들까지 SoC에 통합될 전망이다.

SoC 기술과 같은 소형 저전력화 기술은 향후 '입고 다닌다'는 개념의 그림 4와 같은 wearable 형태의 단말기로 발전될 전망이다. 각종 생체 수집 단말기를 별도로 휴대하지 않고 입고 다니는 옷에 장착하여 옷을 입을 것만으로도 생체 신호의 수집뿐만 아니라 무선 전송까지도 가능한 기술로써 재택 건강관리를 위한 미

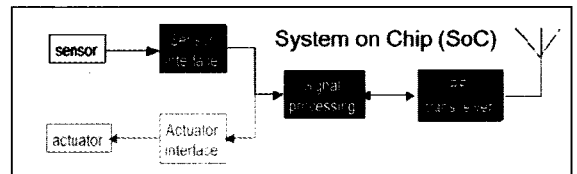


그림 3 생체신호 검출을 위한 SoC

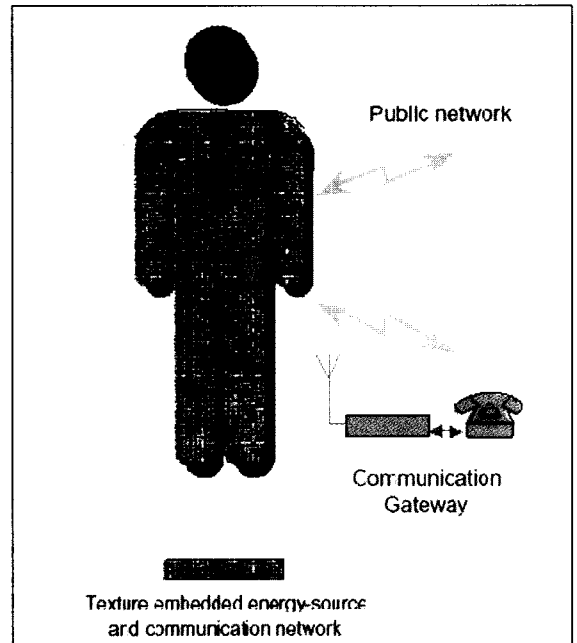


그림 4 Wearable 시스템을 이용한 생체신호 검출

래 기술로 각광받고 있다.

생체신호 처리 및 분석기술

생체신호의 처리와 분석에 관한 기존의 연구들은 의료기관 등에서 수행하는 제어된 계측 환경 하에서 검출된 생체신호를 주요 대상으로 하고 있다. 이러한 연구는 지난 수십 년간 진행되어 왔으며 많은 연구자들의 연구결과는 여러 종류의 생체신호 기반 진단기기의 실용화를 가져 왔다. 재택 건강관리 시스템의 개발에 있어서도 이러한 일반적인 생체신호 처리, 분석 및 자동진단 기술을 응용하는 방향으로 연구가 진행되는 경향이 있다. 하지만, 재택 건강관리 시스템에서 다루는 생체신호들은 일상 생활환경 하에서 검출한 신호들이므로 그 처리, 분석 및 자동진단의 방법이 달라져야 할 필요가 있다.

이러한 일상 생활환경에서 검출되는 생체신호의 근본적인 특성에 기초한 새로운 생체신호 처리, 분석 및 자동진단 기술의 부족은 현재 재택 건강관리 시스템의 성공적인 대규모 보급에 장애가 되는 중요한 이유들 중의 하나이다. 재택 건강관리 서비스의 기반이 되는 정보통신기술은 재택 건강관리 서비스의 실용화를 가능하게 할 수 있는 수준에 거의 도달하였으나, 핵심기술 중에 하나인 일상 생활환경에서 검출된 생체신호의 처리, 분석 및 자동진단 기술은 앞으로 많은 연구 개발이 이루어져야 하는 분야이다.

재택 건강관리 시스템에서는 특정 질병의 정확한 진단이 목표가 아니고, 정상인의 건강상태 모니터링, 만성질환자의 예후 관리, 또는 산모나 노령자들의 특수한 생리변수 모니터링 및 건강관리를 그 목표로 한다. 따라서 짧은 시간 동안 측정된 신호로부터 가능한 정확한 진단 정보를 추출하는 방법 보다는 장기간 축적된 신호로부터 시간적인 변화를 추출하고 이를 건강관리를 위한 자동진단에 응용하는 방법의 개발이 필요하다.

일상 생활환경에서 검출한 생체신호의 장단점에 대한 분석을 바탕으로 재택 건강관리 시스템을 위한 다차원 생체신호의 처리, 분석 및 자동해석을 하는 기술은 다음과 같은 것들이 있다. 생체신호의 발생 기전을

분석하고 이를 모델링하거나 시뮬레이션하는 기술, 측정된 생체신호의 기전에 대한 분석과 이를 바탕으로 한 생체신호의 전처리 기술, 외부적인 요인에 의한 각종 방해신호 및 잡음에 대한 분석과 측정하는 신호에 손상을 주지 않으면서 이들을 효과적으로 제거하는 기술, 생체신호의 시공간적 상관관계를 활용한 다차원 센서융합 (multiple-modality- multiple-sensor fusion) 형 생체신호 정보처리 기술, 측정된 생체신호들로부터 의학적인 의미를 가지는 주요한 특징을 추출하는 기술들이 계측된 생체신호를 적절하게 처리하고, 분석적 방법을 적용하여 재택 건강관리에 활용할 수 있는 변수들을 추출하는 기술들이 보편적인 재택건강 관리 시스템에 필요한 기술들의 종류이다.

생체신호 자동진단 기술은 계측된 다차원 생체신호들로부터 추출한 정보를 분류하고 판단하여 재택 건강관리를 자동화하거나 의사의 진단을 보조하는 전문가 시스템 기술이다. 이러한 기술의 세부적인 기술들은 다음과 같다. 생체신호에서 추출한 의학적 의미를 가지는 특징들과 질병의 관계에 대한 기술, 생체신호에서 추출한 여러 가지 변수들을 분류하는 기술, 여러 종류의 생체신호 사이의 관계 및 이에 기초한 통합 분석 기술 및 재택 건강관리 전문가 시스템 기술 등이 존재한다.

재택 건강진단을 위한 생체신호 검출 환경의 분석에서 요구되는 기술들은 생체신호의 발생 기전을 분석하고 이를 모델링하거나 시뮬레이션하는 기술과 다양한 생체신호 검출 환경을 재연하고 특정 환경에서 검출된 생체신호의 일반적인 통계적 특성을 추출하여 보다 과학적인 통계적 신호처리 기법의 응용 기술들이 필요하다.

일상생활 환경에서 검출된 생체신호의 특이성 연구에는 다음과 같은 분석 기술들이 요구되며 6가지 생체신호 검출 단말기별 동잡음(motion artifact)의 특성 분석, 생활환경에서 발생하는 각종 전자기 잡음의 발현 현상 및 특성 분석, 생체신호 검출 단말기 별 주파수 왜곡의 특성 분석, 간헐적으로 검출된 생체신호들의 시간적 변화 및 상관관계 분석 및 생체시스템 모델링 기법을 이용하여 여러 종류(multi-modality)의 생체신호

들 사이의 상관관계 분석 등이 요구되어진다.

일상생활 환경에서 검출된 생체신호의 특이성에 기반을 둔 최적의 전처리 기술 개발로는 다음과 같은 것들이 존재할 수 있는데 측정하는 생체신호의 기전에 대한 분석과 이를 바탕으로 한 생체신호의 전처리 기술, 외부적인 요인에 의한 각종 방해신호 및 잡음에 대한 분석과 측정하는 신호에 손상을 주지 않으면서 이들을 효과적으로 제거하는 기술, 검출 단말기별 동잡음의 모델링 및 이에 근거한 동잡음 제거 기술, 동일한 종류의 신호에 대해 동시에 여러 지점에서 측정되는 신호의 공간적 상관관계를 이용한 잡음제거 기술, 동일한 종류의 신호에 대한 비정상적인 시변 특성을 이용하는 잡음제거 기술 및 생체신호 검출기의 특성을 변형시키는 요인들에 대한 분석을 위한 생체신호 검출기의 특성변화에 의한 진폭 및 위상 왜곡 보정 기술과 적응필터, 신호 변환(transformation), total-variation 기반 알고리즘, 비선형 신호처리 알고리즘 등의 방법 응용에 관한 기술들의 연구가 필요하다. 추가적으로 시공간적 신호평균, single source consistency 기반 알고리즘, consistency of multiple related sources 기반 알고리즘에 대한 기반지식 또한 필수적으로 요구되는 기술들이다.

일상생활 환경에서 검출된 생체신호의 특이성에 기반을 둔 최적의 특징 추출 기술 개발로는 검출된 생체신호들로부터 의학적인 의미를 가지는 주요한 특징을 추출하는 기술 및 잡음 및 왜곡에 영향을 적게 받는 특징 변수 추출 알고리즘과 동일한 종류의 신호에 대한 시공간적 상관관계를 이용한 특징 변수 추출 알고리즘 기반 지식이 요구된다. 또한 여러 종류 신호들의 상관관계를 이용한 특징 변수들의 추출하고 생체신호에서 추출한 의학적 의미를 가지는 특징들과 질병의 관계에 대한 연구 및 통계적 신호검출 및 추정, 신호 변환(transformation), 신호벡터공간 기술, 검색 기술 등 응용 기술들 또한 연구되어야 한다.

일상생활 환경에서 검출된 생체신호의 특이성에 기반을 둔 최적의 분석 기술 개발에 필요한 알고리즘들은 장기간 축적된 개인별 생체신호 데이터를 기반으로 하는 각 신호들의 주요 특징 분류 알고리즘, 여러 종류

의 생체신호들의 관계에 기초한 통합적인 특징 분류 알고리즘, 정상인, 만성질환자, 산모, 운동선수, 고령자 등 대상의 특성에 따른 신호들의 주요 특징 분류 알고리즘, Artificial neural network, fuzzy set theory, rule-based algorithm, case-based algorithm 등의 응용 기술들을 필요로 한다.

또한 자동진단 알고리즘 개발에 필요한 기반 지식으로 여러 종류의 생체신호들을 포함하는 재택 건강관리 자동진단 알고리즘, 가정용 생체신호 정보처리 단말기에서 처리하는 1차 자동진단 알고리즘들이 요구된다. 이러한 1차 자동진단 알고리즘의 특성은 1차적인 스크리닝 및 데이터 압축을 목적으로 하기에 확실한 정상을 구분하는 것이 중요하다.

관제센터의 진단 서버에서 처리하는 2차 자동진단 알고리즘의 특성은 자동진단 알고리즘을 고성능 서버에서 가동하기 때문에 대용량의 데이터베이스를 활용할 수 있어야 하고 복잡한 알고리즘의 수행이 가능해야 하며, 의료전문가의 추가적인 진단에 대한 필요성을 정확히 판단하는 것이 중요하다. 또한 2차 자동진단 알고리즘에 의한 의료전문가의 판단이 필요하다는 의견이 제시되는 경우 수행된 자동진단의 모든 데이터 및 결과를 효율적인 방법으로 의료전문가에게 제공하는 기술이 요구되며, 장기간에 축적된 대용량 생체신호 정보와 과거의 진단결과를 바탕으로 자동진단 알고리즘의 성능을 개선하는 학습 알고리즘 또한 부가적으로 필요한 기술이다.

이 밖에도 일반인, 만성질환자, 산모, 노령자, 운동선수 등 대상별 신호처리 및 자동진단 알고리즘의 최적화 및 생체신호 검출 단말기 별 신호처리 및 분석 알고리즘의 최적화 및 건강정보 DB를 이용한 성능검증과 측정대상 및 측정상황과 시간에 대한 정보를 포함하는 장기간 축적된 생체신호 데이터를 관리하고 처리하는 기술들이 요구되어진다.

재택 건강관리 정보 시스템 기술

재택 건강관리 정보를 가공 및 활용이 용이한 형태로 전송, 보관 및 관리하기 위해서는 다양한 통신기술

과 데이터 가공기술을 필요로 하게 된다. 이를 세밀하게 분다면 다양한 유무선 통신망을 이용한 실시간 정보 송수신 기술, 재택 건강관리에 필요한 모든 정보의 통합 관리 기술, 중요한 정보를 분류하여 압축 저장하는 기술, 축적된 정보를 효율적으로 활용하여 자동진단의 정확도를 점진적으로 향상시키는 기술, 한국인에 대한 각종 재택 건강관리 정보의 표준을 만드는 기술 등으로 구분된다. 또한 재택 건강관리 기술을 건강유지 및 증진에 응용하는 경우 운동과 식생활의 맞춤형 처방이 가능해 지며 체력 측정 및 운동처방 전문가 시스템 기술과 영양상태 분석 및 식이처방 전문가 시스템 기술 등으로 구현되어 질 수 있다.

재택 건강관리는 각 개인이 단말기를 이용하여 각종 통신망을 통해 의료기관에 접속하여 사용하게 된다. 이를 위해서는 각 개인의 컴퓨터 활용능력 및 각 개인과 의료기관 사이의 유·무선 통신망 구축이 필수적인 요소로 작용하게 된다. 정보통신부와 한국인터넷진흥원이 발표한 '2004년 상반기 정보화실태조사'에 따르면 올 6월 기준으로 월 1회 이상 인터넷을 이용하는 6세 이상의 인구는 3,067만 명으로 전 국민의 68% 이상이 인터넷을 사용하며 월 1회 이상 컴퓨터를 사용하는 국민은 3,093 만 명으로 68.8%가 컴퓨터 이용률을 나타냈다. 이 통계자료를 볼 때 전 국민의 70% 이상이 컴퓨터를 이용하여 인터넷에 접속할 수 있는 활용능력을 이미 갖추고 있는 것으로 판단된다. 이러한 수치는 그림 5에서 나타나듯이 우리나라의 인터넷과 컴퓨터 활용능력은 세계 최고수준으로 이를 기반으로 재택 시스템을 구축된다면 세계에서 가장 빠르게 재택 건강관리 시스템의 실현이 가능하다고 예측할 수 있다. 다만 노

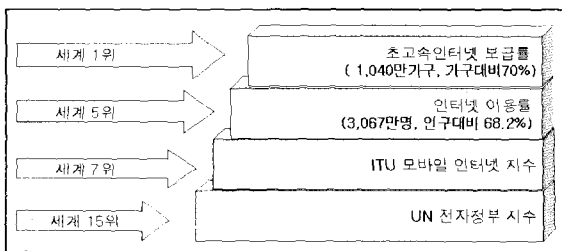


그림 5 국내 인터넷 이용현황

년층이 다수 분포하는 군단위의 인터넷 이용률이 46.2%로 대도시나 중소도시의 70% 수준에 비하면 다소 뒤떨어지므로 이에 대한 보완책의 개선이 시급하리라 생각된다.

재택 건강관리 시스템 통합 및 운영 기술은 각종 의료정보 시스템 및 응급 의료 시스템과의 연동 기술, XML을 이용한 다중 이 기종 간의 효율적 데이터 교환 기술, 재택 건강관리 시스템의 통합을 위한 하드웨어 및 소프트웨어 표준화 기술, 개인 건강정보의 보안, 공유 및 인증 기술, 가정 간호지원 시스템과의 연동에 의한 만성질환자 및 발병 후 예후관리 환자에 대한 서비스의 질 개선이 복합되어 이루어진다.

대량 공급형 재택 건강관리 서비스 모델 개발은 건강관리 서비스를 위한 임상의학적 필요사항을 도출하고 대량 공급형 재택 건강관리 서비스에 맞도록 필요사항을 최적화하고 다차원 생체신호 센서융합과 연계되는 질병의 조기발견을 위한 주요 생리변수를 결정한다. 또한 사용자에 대한 정보 제공의 종류와 방식을 결정하고 재택 건강관리를 위한 임상의학적 지식베이스를 구축하며 재택 건강관리 서비스 시나리오의 설정 및 검증 그리고 서비스의 운영 및 효과 분석이 뒤따라야한다.

다차원 생체신호 검출 단말기로부터 측정된 데이터의 전송·분석에 대한 표준화 연구는 그림 6과 같이 측정 생체신호 데이터 종류별 XML 포맷의 데이터 스키마 설계 및 6가지 형태별 생체신호 데이터에 대한 XML 포맷 및 데이터베이스 스키마 설계로 시작된다. 다양한 데이터를 지원하기 위한 XML 스키마를 정의하여 클라이언트와 서버 사이에서 주고받는 기본이 되는 데이터 구조를 우선 설계하고 최적화된 데이터베이스 검색, 정렬, 계산을 위해 XML용 관계형 데이터베이스의 데이터 포맷 설계를 기반으로 한다. XML 데이터를 디스플레이 되는 디바이스의 종류나 서비스 형태에 따라 XML 데이터를 변화해주는 XSLT 같은 로직의 설계는 사용자에게 보여지는 여러 가지 양식을 포괄적으로 관리할 수 있게 해준다. DOM과 SAX는 HTML과 XML 데이터 문서의 빠른 동적 접근과 데이터 처리를 위해 사용하는 프로그래밍 인터페이스로서 효율적이고 빠

른 XML 데이터 처리를 위해 설계된다.

6가지 형태의 다차원 생체신호 검출 시스템의 프로토타입 설계 및 클라이언트/서버 네트워크 프로그램이 구축 후 건강정보 처리 시스템과 다차원 생체신호 검출 시스템 사이의 최적화된 송수신 프로토콜을 정의하고 건강정보 데이터를 재택 건강관리 통합 시스템 서버로 전송하기 위한 데이터 전송 프로토콜을 설계하고, 단말기로부터 서버로 데이터를 전송하기 위한 네트워크 프로그램이 필요하다.

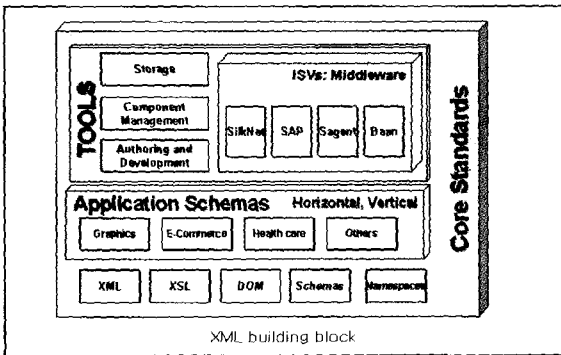


그림 6 XML 계층도

피검자 관련 정보 및 구조에 관한 표준화 연구는 피검자의 주변정보 및 건강·보건정보에 관한 XML 포맷을 각 분야 전문의의 제안을 바탕으로 데이터 스키마 설계로 시작되며, 피검자의 정보들은 진료기관 사이의 효율적인 데이터 전송 및 공유를 가능하게 하고 데이터 관리에 대한 부하를 감소시킬 수 있는 최적화된 구조를 갖도록 설계하는 것을 목적으로 한다.

진단기기 및 통신 시스템 간의 데이터 교환 및 표현에 관한 표준화 연구는 하드웨어 레벨에서의 데이터 전송 프로토콜 설계를 우선으로 하며 각종 단말기와 통신모듈 또는 통신기기 응용프로그램 간의 통신 방식에 대한 연구와 생체신호의 분석 및 자동진단 알고리즘에 적합한 데이터 구조 및 전송 프로세스에 대한 연구가 이루어져야 한다. 또한 피검자가 사용하는 여러 종류의 단말기 및 정보를 송수신하고 열람할 수 있도록 하는 통신기기별 데이터의 자동 표현방식의 설계와

XSLT에 대한 다양한 모듈을 제시하여 다기종의 디바이스에 알맞은 형태로 데이터를 가공하여 디스플레이할 수 있는 기술이 개발되어야 한다. 이를 위한 XML 기반의 데이터 변환 모듈 구현은 스마트 디바이스와 같이 디스플레이 화면이 다른 XML 인식 가능한 디바이스의 데이터 변환이나 디스플레이 변환을 위한 모듈 설계가 선행되어야 한다.

건강정보 및 신상정보의 보안에 관한 표준화 연구는 건강정보 및 신상정보 데이터에 대한 보안방안을 모색하고 인증 및 권한에 대한 등급과 항목에 관한 연구가 뒷받침되어야 안전한 데이터 교환 및 사용자 인증이 가능하다.

단계별 통합 건강관리 시스템의 구현 및 운영계획으로는 XML Web Service를 이용한 웹 사이트 및 손쉽게 의료서비스 및 상호 정보 교환을 이용할 수 있는 가상 정보 시스템 구축을 우선으로 하고 데이터 프로세싱으로 작업을 구분하여 각 진행단계별 처리 설정에 대한 프로그램을 통하여 환자의 건강상태에 대한 경고 및 응급조치 요구 등을 관계 센터 또는 의료기관에 통보하거나 문자 메시지와 같은 유무선망의 정보 전달 처리를 위한 Biztalk와 같은 서버 구축이 필요하다. 생체신호 검출 시스템을 기반으로 한 통합 건강관리 시스템이 운영되며, XML Web Service 기반의 데이터베이스 연동 웹 사이트에 대한 그래픽 유저 인터페이스를 설계하고 실제 자신의 생체신호 데이터를 살펴보고자 하는 사용자가 쉽게 이해할 수 있는 적합한 사용자 인터페이스를 설계해야 한다.

그림 7은 건강정보 관리의 최적화와 정보운영 및 확장할 수 있는 재택건강관리 시스템의 구성도이다. 여러 가지 형태의 다차원 생체신호 검출 시스템과 정보 처리 시스템들로 구성되는 통합 시스템을 네트워크를 통하여 통합 운용하며 생체신호 검출 시스템을 임상적으로 실험하여 발생할 수 있는 문제점을 개선하고 생체신호 검출 시스템의 안정성 확보를 위한 실험 및 유효성 평가와 최종 평가 테스트를 거쳐 실용화 단계를 검증하여야 한다.

사용자 군의 규모별 시스템 사양 및 네트워크 설계 연구는 데이터 구조 및 시스템의 확장·변경 시 권고

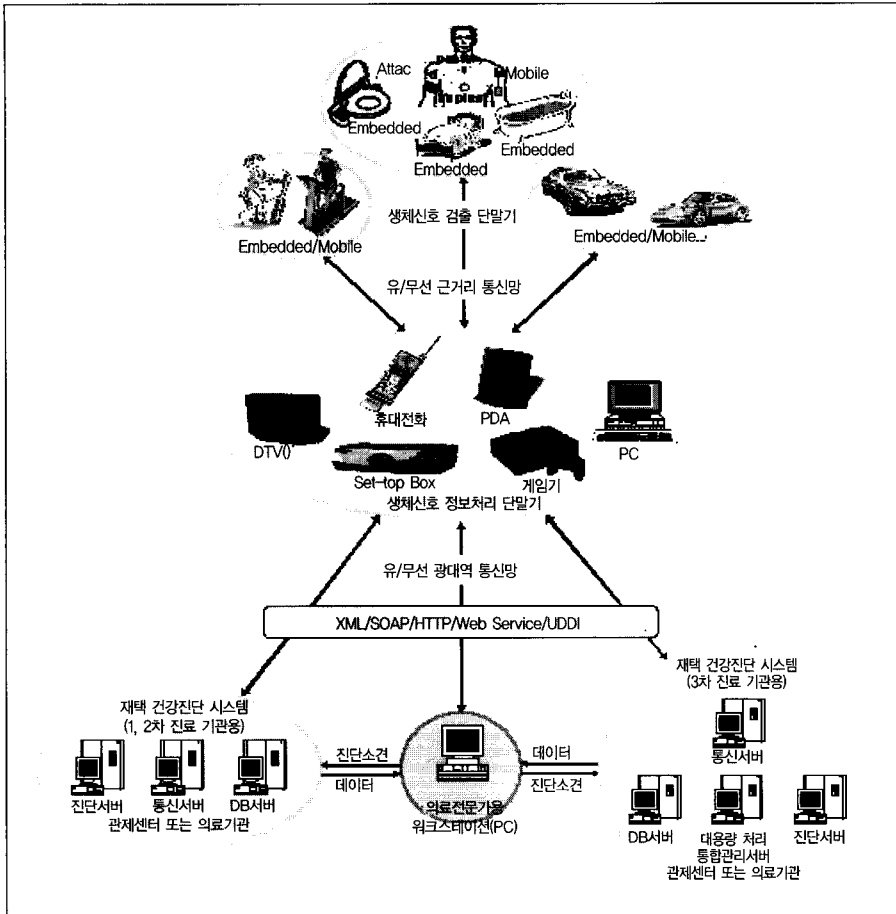
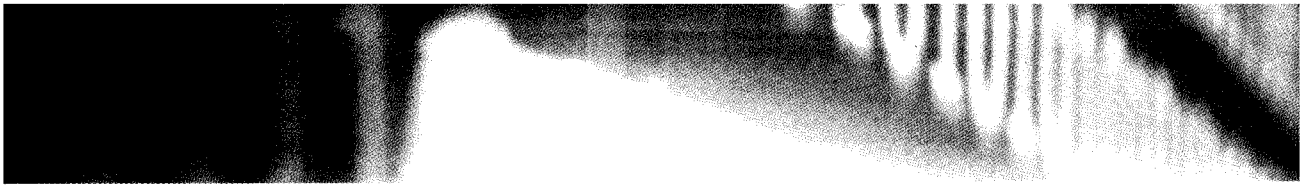


그림 7 재택 건강관리 시스템의 구성도

안에 대한 연구와 클러스터링 및 네트워크 로드 밸런싱 안정성 테스트 및 검증이 필요하다. 다수의 호스트로부터 요구되는 네트워크 부하의 원활한 처리를 위한 클러스터링과 네트워크 로드 밸런싱을 통한 안정적인 서버 가동 및 테스트를 거친 후 다수의 재택 건강관리 단말기로부터 받아들이는 응답 요구에 대응할 수 있는 안정적인 시스템을 테스트하고 클라이언트 부하 테스트를 통해 검증한다.

재택 건강관리 시스템의 향후 전망 및 결론

정보통신 기술의 발전은 다수의 국민들에게 양질의

의료 서비스를 제공할 수 있는 새로운 사업 영역으로 이미 세계적인 추세로 발전되어 가고 있다. 이미 국내에서도 산업자원부가 2003년 국가 핵심전략산업으로 e-Health 분야를 선정하여 집중투자기 시작했으나 아직은 초기단계의 연구 수준에 불과한 실정이다. 선진국에서는 정부지원 하에 시범프로젝트가 실현되고 있으나 현재 국내에서 재택관련 서비스를 위해서는 유관 정부기관의 협조와 기존 법 제도의 개정이 속히 필요한 상황이며 의료기관들의 정보공유에 대한 의지 또한

절실히 필요한 실정이다. 우리는 이미 세계 최고 수준의 IT 인프라를 구축하고 있으며 이를 이용하여 다양한 부가가치를 창출할 수 있다. 재택건강관리 시스템은 사회적 공공성과 의료사업의 사업성을 동시에 지니는 새로운 부가가치가 창출의 기회로 삼는다면 새로운 성장 동력사업으로의 가치가 매우 큰 분야로 자리매김할 것이다.

[참고문헌]

- [1] 통계청, "장래인구 추계", 2001년.
- [2] Dr. Richard E. Scott, "Health Telemedicine Unit", Home Telehealth Pilot Project Independent

Evaluation Executive Summary.

- [3] Mario El-Khoury, "Telemedicine: The way to the future for healthcare management" , <http://www.minatec.com/minatec2003>.
- [4] Andreas Lymberis, Silas Olsson, "Intelligent Biomedical Clothing for Personal Health and Disease Management: State of the Art and Future Vision, Telemedicine Journal and e-Health" , vol.9 , no.4, 2003.
- [5] Lisetti, C., Nasoz, F., LeRouge, C., Ozyer, O., Alvarez, K, "Developing multimodal intelligent affective interfaces for tele-home health care" , International journal of human-computer studies, v.59 no.1/2, 2003, pp.245-255.
- [6] Jardine, I., Clough, K., "The Impact of Telemedicine and Telecare on Healthcare" Internet in medicine: MEDNET 98; the third annual world congress on the internet in medicine.
- [7] Hill, N., Smithers, C. R., "Options for wireless technology in telemedicine and telecare applications" , Telemedicine and telecare, , 1999, pp.138.
- [8] Lisetti, C., LeRouge, C., "Affective computing in tele-home health" , System Sciences" , 2004. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on, 2004, pp.148-155.
- [9] Kurt Praschak, Julie Rankin, "Panasonic Develops Web-based Tele-Homecare Technology" , <http://www.panasonic.com>
- [10] Barbara Johnston, Linda Wheeler, Jill Deuser, Karen H. Sousa, "Outcomes of the Kaiser Permanent Tele-Home Health Research Project" , ARCH FAM MED, vol.9 ,Jan 2000.
- [11] Flammia, G., "The Web: a communication medium for health care" , IEEE intelligent systems, v.17 no.2, 2002, pp.88-89.
- [12] Smart Systems for Health, <http://www.ssha.on.ca>
- [13] Sam Burgiss, Susan Dimmick, Sherry Robbins, "Cost of Care Reductions using Telehealth: A Comparative Analysis" , <http://www.gsm.utmck.edu/telehealth>
- [14] Sam Burgiss and Susan L.Dimmick, "Telehealth in Home Health Care" , <http://www.gsm.utmck.edu/telehealth>
- [15] 지경용, 이무호, 서지우, 김택식, "해외 e-Health 시장 현황 및 전망" , 한국전자통신연구소.