

진화하는 모바일 u-health 서비스 플랫폼

한동수*, 고인영**, 박성준***

요 약

최근 휴대전화의 확산과, 웰빙에 대한 관심이 높아지면서, 휴대전화를 매개로 한 새로운 u-health 서비스에 관한 관심이 고조되고 있다. 휴대폰을 매개로 한 u-health 서비스가 다양한 만큼 휴대전화 사업자들이 다양한 u-health 서비스를 효율적이고 체계적으로 개발하는 방법 또는 기술을 갖추는 것은 중요하다. 사실 서비스 관점에서는 전혀 다르게 보이는 u-health 서비스들도 서비스 구조, 단위 서비스, 데이터 레벨등과 같은 관점에서 바라보면 많은 부분에서 공통점을 가지고 있다. 따라서 다양한 서비스들을 각각 독립적으로 개발해나가는 것 보다는 각각의 서비스들에 공통되는 특징들을 모아서 공유하고 재사용할 수 있게 지원하는 플랫폼을 준비하고 준비된 플랫폼 상에서 u-health 서비스를 개발하는 것이 효과적이다. 본 논문에서는 u-health 서비스 개발을 위해 필요한 공통적인 핵심 기능들과 도구들을 제공하는 u-health 서비스 플랫폼을 제안한다. 서비스 플랫폼의 주된 구성요소들은 u-health 온톨로지와 데이터 구조, 그리고 Business Process Management System (BPMS)에 기반 한 서비스 통합 프레임워크 등을 포함한다. 제안한 플랫폼은 u-health 서비스들을 개발하는 데 있어서 공통되는 특징들과 서비스들을 등록하고 재사용할 수 있도록 해준다. 제안된 플랫폼의 원형을 구현한 결과, 제안하는 플랫폼은 서비스의 유연성, 접근성, 진화성, 재사용성, 적응성, 상호운용성에 장점이 있으며 u-health 서비스 개발을 위한 지침을 제공할 수 있음을 확인하였다.

I. 서 론

휴대전화의 대중화는 노령사회의 진입과 맞물려 휴대전화를 활용한 웰빙 서비스 제공에 관심을 불러일으키고 있다. 최근 많은 휴대전화 사업자들은 휴대전화를 통하여 다양한 u-health 서비스들을 제공을 시도하고 있다. 예를 들면, LG에서는 HRV(Heart Rate Variability) 센서를 휴대전화에 부착하여 스트레스 관리 서비스를 제공하고 있다.

하지만, 모바일 u-health 서비스는 아직은 초기 단계에 불과하다. 적은 수의 서비스들만이 이용 가능하며, 그 서비스들조차도 아직은 한정적인 기능만을 제공하고 있다. 향후 다양한 바이오센서들을 부착한 휴대전화가 점차 일반화되고, 많은 사용자들로부터 바이오 데이터들이 얻어지게 되면서 u-health 서비스가 포편화될 것으로 예상된다. 아울러, 사용자들로부터 얻어진 바이오

데이터들은 병원에 전달되어 의사를 비롯한 전문가들에게 진단을 받을 수도 있을 것이다.

가까운 미래에 휴대전화에 부착될 바이오센서를 통하여 제공될 u-health 서비스로는 체중 관리, 스트레스 관리, 혈당농도 관리, 또는 피로도 관리 등 다양하다. 또한 ECG, 맥박 수, 혈당 농도나 체지방 등의 생체신호가 그러한 서비스 제공을 위하여 다양한 형태로 수집되고 분석, 가공될 것으로 예상된다.

서비스 관점에서 보면, u-health 서비스들이 각각 서로 다른 특성을 가지고 있어, 전혀 다른 것으로 보이지만, 대부분의 모바일 u-health 서비스들은 서비스 구조나 내부 서비스 모듈의 함수들 또는 바이오 데이터를 다루는 함수들 등에서 많은 부분 공통점을 가지고 있다. 따라서 다양한 u-health 서비스들을 각각 독립적으로 개발해나가는 것 보다는 이들 서비스들에 공통되는 특징들을 추출하고 추출된 특징들을 모아서 재사용성을

본 연구는 한국 정보통신대학교 산학파제(2006EI2009)로 수행되었습니다.

* 한국정보통신대학교 공학부 (dshan@icu.ac.kr)

** 한국정보통신대학교 공학부 (iko@icu.ac.kr)

*** 한국정보통신대학교 공학부 (sungjun@icu.ac.kr)

지원하는 플랫폼에 구현하고, 주어진 플랫폼 상에서 다양한 서비스를 개발하는 것이 효과적이다.

본 논문에서는, u-health 서비스 개발자들에게 필요한 핵심 기능들과 도구들이 갖추어져 있고 체계적으로 모바일 u-health 서비스들을 개발할 수 있도록 지원하는 모바일 u-health 서비스 플랫폼을 제안한다. 제안하는 서비스 플랫폼은 새로운 모바일 u-health 서비스들이 플랫폼 내에서 개발되면서 진화 된다는 점에서 의미가 있다. 제안된 플랫폼은 u-health 서비스들을 개발하는 데 있어서 공통되는 특징들과 서비스들을 등록하고 재사용할 수 있게 한다.

바이오 데이터의 수집, 관리, 분석과 지식 도출 그리고 의사결정 지원 등이 플랫폼이 지원하는 u-health 서비스의 주된 항목들이다. 또한, 모바일 u-health 진행 관리, 사용자 관리, 모바일 메시지 핸들링, 거대한 임시 데이터베이스 관리, 보안 관리 그리고 데이터마이닝이나 패턴인식 모듈 등은 제안한 플랫폼 아키텍처를 구성하는 핵심 컴포넌트들이다.

제안된 플랫폼의 원형을 구현한 결과 제안하는 플랫폼은 서비스의 유연성, 접근성, 진화성, 재사용성, 적응성, 상호운용성에 장점이 있으며 u-health 서비스 개발에 하나의 지침서가 될 수 있음을 보였다. 보안도 u-health 서비스 플랫폼 컴포넌트의 핵심요소이지만 본 논문에서는 제한된 지면으로 인하여 다루지 못하였다. 보안 컴포넌트는 제안하는 플랫폼을 추후 확장하는 데 있어서 가장 중요한 요소로 다루어질 예정이다.

본 논문의 구조는 다음과 같다. 2장에서는 관련연구에 대하여 상술하고, 3장에서는 플랫폼이 지원하는 u-health 서비스들의 주된 항목들에 대하여 설명한다. 4장에서는 모바일 u-health 서비스를 제공하는 간단한 시나리오에 대해서 설명하고, 5장에서는 본 논문에서 지금까지 수행한 경험과 연구를 바탕으로 플랫폼의 시스템 아키텍처를 보여준다. 6장에서는 플랫폼의 구현에 대하여 자세히 설명하고, 7장에서는 요구하는 여러 특성들이 잘 부합되었는지에 대한 검증을 하고, 마지막으로 8장에서는 결과에 대한 검토와 앞으로의 방향에 대해서 밝힌다.⁽¹⁾

II. 관련 연구

Konstantas 외 연구진들은⁽¹⁾ 환자의 상태를 원격으로 모니터링하는 자바기반의 서비스 플랫폼을 제안하였다.

시스템에 부착된 의료 센서들을 이용하여 ECG, HRV, 동맥혈 산소포화도, 체온, 호흡량, 그리고 운동량등과 같은 서로 다른 생체신호들을 수집하여 건강관리 전문가에게 원격으로 전달되어 분석된다. 그러나 이 시스템은 전문가들이 환자들에게 건강관리에 관한 어떠한 방법도 제공하지 않는다.

한편으로는, 효율적인 건강관리를 위하여 워크플로우 관리 시스템이나 PRM(Patient Record Manager) 모듈과 PO(Personal Organizer) 시스템을 통합을 위한 BPMS(Business Process Management System) 등을 사용하려는 시도가 몇몇 있었다⁽²⁾. 이러한 방법들은 건강관리 단체나 비상사태 대처단체들이 주로 이용한다. 건강관리 시스템에서 BPM을 기반으로 하지 않는다면 명확히 정의되지 않은 작업들이 비효율적으로 처리될 수 있다는 단점이 있다⁽³⁾.

Oliver 외 연구진들은⁽³⁾ 운동 시에 음악이 영향을 주는 점을 이용하여 모바일에 기반한 시스템인 MPTrain을 개발하였다. MPTrain은 HRV와 같은 생체신호를 지속적으로 모니터링하면서 특정 음악을 들려줌으로써 사용자로 하여금 운동의 스피드를 높이거나, 줄이거나 혹은 유지시키게 만들어 운동의 효율을 높이도록 도와주는 역할을 한다.

Jovanov 외 연구진들의 연구는 건강관리 모니터링과 밀접한 관련이 있다. 그들은 군사훈련을 겪은 집단들을 대상으로 스트레스 정도를 측정하기 위하여 HRV 데이터를 이용하였는데, 군사훈련을 받기 전과 받는 도중 그리고, 받은 후에 HRV 데이터를 얻어서 스트레스 정도를 평가하였고, 스트레스 내성을 예측하였다.

하지만, 본 논문에서 제안한 공통의 u-health 서비스 플랫폼을 이용한 모바일 u-health 서비스를 개발한 것과 유사한 시도는 발견되지 않는다.

III. 모바일 u-Health 서비스

모바일 u-health 서비스는 서비스를 정의하는 목적이나 상황에 따라 다양하게 정의될 수 있다. 본 논문에서는 모바일 u-health 서비스를 서비스 사용자가 모바일 기기를 통하여 실시간으로 받는 건강관리 서비스라고 정의한다. 구체적으로는, 모바일 기기를 통하여 수집된 맥박수, ECG, 혈당농도, 체지방농도 등의 실시간 생체신호들을 기반으로 가장 적절한 시기에 적절한 조치를 취하는 서비스를 의미한다. 모바일 환경에서 수집된

데이터나 수집 시의 상황은 개개인마다 다양하기 때문에, 모바일 u-health 서비스들은 개개인별의 차이를 고려한 방법을 통하여 서비스들을 제공하는 것이 바람직하다.

모바일 u-health 서비스 시스템은 사용자들에게 신뢰성 높은 서비스를 신속하고 지속적으로 제공하는 데 필요한 바이오센서와 통신기기 그리고 관련 소프트웨어를 총칭하는 통합 시스템이다. 본 장에서는 모바일 u-health 서비스들을 구성하는 핵심 요소들을 논리적 관점에서 분리하고 제한한 플랫폼에서 이들 핵심 요소들을 지원하는 방식에 관해서 간략히 기술한다.

3.1 바이오 데이터 수집과 관리

모바일 u-health 서비스는 측정 데이터들을 정기적으로 혹은 임의로 수집하면서 시작된다. 즉, 사용자들로부터 생체신호를 얻는 것을 말한다. 본 논문에서는 서비스 사용자들이 착용하거나 휴대전화에 부착되어 있는 바이오센서들을 사용한다. 따라서 바이오센서 기기와 함께 u-health 서버 간에 게이트웨이 역할을 해주는 휴대전화는 측정데이터들을 수집하는 데에 있어서 꼭 필요한 요소들이다.

그 밖에도, 휴대 전화를 통하여 제공되는 문진들이 필요한데, 이를 이용하여 바이오센서로 통해서 얻은 수 없었던 정보를 얻는다. 문진들을 통해서 사용하는 사용자들로부터 곧바로 사용자의 경험들, 위치, 날씨 따위의 정보들을 얻을 수 있다. 문진들의 내용은 어떠한 질병을 대상으로 하는지 또는 어떠한 서비스 종류를 필요로 하는지에 따라서 달라진다. 하지만, 서로 다른 내용에 문진들이라 할지라도 공통적인 데이터 구조를 공유하게 된다. 본 연구에서는 문진들을 만드는 데에 있어서 다양한 증상이나 환경정보들을 포함할 수 있는 일반적인 문진 생성기를 개발하였다.

문진 생성기는 u-health 웹 포털을 통하여서도 사용할 수 있는 형태로 개발되었다. 이러한 웹 기반의 문진 생성기는 원격의 건강관리 전문가들에게 특정 질병이나 서비스에 맞는 질문사항들을 쉽게 등록하거나 수정할 수 있게 해준다. 또 u-health 서비스의 문진들이 포털에 업데이트가 될 때, 그 변화가 즉시 모바일 휴대전화 서비스에서도 그 내용이 반영되어 수정된다.

제한하는 모바일 u-health 서비스 플랫폼은 u-health 서비스들의 핵심 기능들과는 독립적으로 센싱 모듈과

문진 인터페이스들을 제공한다. 이러한 점은 서로 다른 건강관리 서비스들의 센싱 모듈과 문진 인터페이스들의 재사용성을 증대시킨다.

3.2 바이오 데이터 분석

모바일 u-health 서비스에서는 많은 양의 바이오 데이터가 수집과 분석이 이루어져야 하기 때문에, 시스템이 효과적으로 바이오 데이터들을 저장하고 관리를 지원하는 효율적인 데이터 구조가 필요하다. 본 논문에서는 정상 사용자 집단과 환자 사용자 집단의 조합 쌍이 출현할 빈도수를 가지는 생체신호와 증상조합 배열을 고안하였고, 이를 질병 조합 출현 확률(DCAP) 배열이라고 부른다. 정상 집단과 환자 집단에 해당하는 각각 두 개의 DCAP 배열이 생성된다. DCAP 배열들에 축적된 데이터들은 u-health 서비스 과정에서 다음단계인 지식 도출과 의사결정 지원에서 기초자료로 사용된다.

이러한 접근방법에는 장, 단점이 있다. 단점 중 하나는 서비스의 정확성을 위해서 충분한 양의 데이터들이 확보가 되어야 한다는 점이다. 그리고 보통 서비스의 첫 단계에서는 충분한 양의 축적된 데이터를 수집하는 것은 가능하지 않다. 하지만, 사용자들이 서비스를 지속적으로 사용하게 되면서 서비스 플랫폼은 더 많은 데이터들을 모을 수 있고, 수집된 데이터들은 DCAP 배열들에 반영될 수 있다. 이를 통하여 분석에 정확도를 점차적으로 높일 수 있다. 또한, 많은 데이터양이 축적되고, 플랫폼에 구현되는 서비스들이 늘어나면서 서비스 플랫폼이 점차적으로 발전할 수 있다는 장점이 있다.

3.3 지식 도출과 의사결정 지원

많은 양의 바이오 데이터들이 축적되면, 데이터마이닝 기술을 이용한 진단을 위한 지식 도출과 의사결정 지원이 서비스 가능해진다. 때때로, 몇몇의 u-health 서비스들을 지원하기 위해 특정 질병을 진단하는 데에 건강지수들을 사용할 수 있다. 하지만, 많은 부분에서 축적된 데이터를 기반으로 기계학습이나 패턴인식들을 이용하여 새로운 건강지수 개발이 필요하다. 또한, 특정 질병의 경우에는 전문가 시스템과 같은 복잡한 시스템의 통합 필요성이 대두될 수도 있다.

이러한 필요성에 대한 체계적인 접근 방식으로 제한한 플랫폼에서는 u-health 온톨로지 기술을 채택하여

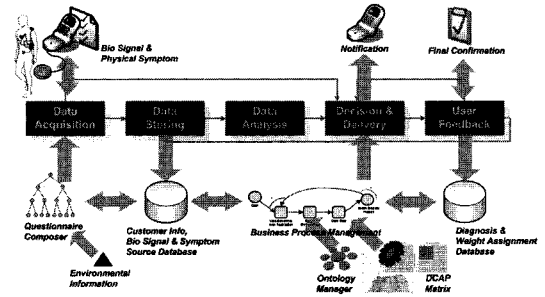
사용한다. 즉, 바이오 데이터와 문진으로부터 얻은 정보들의 축적과 관리를 위하여 데이터 온톨로지를 구축한다. 구축된 데이터 온톨로지를 기반으로, 증상과 질병, 생체신호 데이터들은 체계적으로 얻는 것이 가능하다. 각각의 데이터와 특정한 질병 유형 간에 관계 정도에 따라 달라지는 비중 값과 같은 부가적인 정보들도 데이터 온톨로지에 기록된다. 여기에서의 비중 값들은 사용자로부터 정해지는 것이 아니라 해당분야의 전문가로부터 결정되는 것에 주의하여야 한다. 데이터 온톨로지는 새로운 서비스 그리고/또는 질병 정보와 통합될 때, 확장되고 성장한다. 이러한 온톨로지의 특성이 제한하는 플랫폼 진화에 기여하는 측면이다.

한편 건강집단과 환자집단을 분리하는 데 있어서 플랫폼 개발에서는 두 가지를 가정하고 있다. 하나는 생체신호와 증상 정보들 간의 조합을 기반으로 진단 가능한 건강지수를 파악하는 것이 가능하다는 것이고, 나머지 하나는, 정상 집단과 환자집단의 생체신호와 증상정보들을 얻을 수 있다는 것이다. 만약, 정상 집단과 환자 집단 간에서 얻어진 데이터의 차이가 분명하다면, 생체신호들과 증상들 간의 상호관계 패턴이 두 집단을 구분하는데 중요한 잣대로 볼 수 있다. 환자 집단으로부터 정상집단을 식별하기 위해서 DCAP 배열에 기반한 통계식을 고안하였다. 질병의 생체신호와 증상이 DCAP 배열들에 저장되어 있으면, 아래 (1)식을 이용하여 한 대상(p)의 생체신호와 증상이 그 질병을 가진 환자 집단에 어느 정도 속하는지의 확률을 계산한다. $X(p)$ 와 $Y(p)$ 는 각각 생체신호와 증상의 비중 값들을 나타낸다. 본 논문에서는 지면 관계 상 식 (1)의 자세한 설명은 생략하기로 한다.

$$P(p \in \text{환자 집단} \mid \text{CP}(p)) = \sum_{i=1}^m \left[\frac{X(p)_i}{\sum_{j=1}^m X(p)_j} \cdot \left(\sum_{u=1}^n \frac{Y(p)_u \cdot \text{DCAP}(p)_{iu}}{\sum_{v=1}^n Y(p)_v} \right) \right] \quad (1)$$

IV. 모바일 u-Health 서비스 시나리오

[그림 1]은 모바일 u-health 서비스의 전형적 서비스 시나리오를 보여준다. 서비스 시나리오의 첫 단계에서는 사용자가 문진을 작성하여 바이오센서들로부터 얻을 수 없는 사용자의 신체 증상과 서비스 환경에 관한 정보를 제공받는다. 질병 진단의 정확성과 올바른 서비스 제공에 있어서 문진을 통해 얻어진 정보들이 결정적일



(그림 1) 모바일 u-health 서비스 시나리오 과정

수 있다. 문진을 통한 정보를 얻은 후, 휴대전화에 부착된 센서들은 필요한 생체신호를 수집하여 데이터를 u-health 서버에 전송한다. 센싱을 하는 동안, 맥박 수치와 같은 생체신호들의 그래프는 서버에서의 처리를 거치지 않고 곧바로 휴대전화에서 처리하여 보여주는 것도 가능하다.

문진과 센서들로부터 바이오 데이터들을 얻은 후 데이터가 서버에 전달되면 비로소 BPMS(Business Process Management System) 엔진 위에서 모바일 u-health 서비스 과정이 시작된다. 모바일 기기로부터 서버로 전송된 데이터는 우선 BPMS에서 이용 가능하기 적합한 데이터 구조로 변환된다. 변환된 데이터는 후에 분석에 사용되는 사용자의 바이오 데이터들의 히스토리를 지속적으로 관리할 수 있도록 데이터베이스에 저장한다.

데이터 분석과 의사결정 지원 단계에서는, 특정 질병들의 묶음을 의미적으로 구조화된 데이터로 보관하고 있는 데이터 온톨로지 관리자가 생체신호와 증상들을 바탕으로 잠재적인 질병들을 밝혀내는 데에 중요한 역할을 한다. 모든 생체신호와 증상들은 질병과의 연관도에 따라서 각각의 비중 값이 부여된다. 이러한 정보들로 적절한 질병을 찾는 사전 추론이 가능하다. 질병 온톨로지가 정확할수록 추론의 결과들은 신뢰적일 것이고, 더 정교하게 비중 값을 설계하는 것이 가능해질 것이다.

휴대폰을 통하여 전달된 문진 정보과 바이오 시그널 정보를 기반으로 한 본격적인 질환 유무 판단은 해당 정보를 식 (1)에 적용함으로써 얻어진다. 식 (1)을 통해서 계산된 확률은 사용자에게 전송되어서 사용자의 질환 유무 여부를 전달한다.

본 연구에 독특한 특징 중 하나는 사용자 피드백 메커니즘이다. 피드백 메커니즘을 이용하여 사용자는 분석결과(진단정보)에 대한 피드백을 시스템에 다시 전달

한다. 피드백 데이터를 바탕으로 시스템은 이에 해당하는 증상과 생체신호의 비중 값들을 조정하면서 각 사용자 별로 맞춤형 서비스가 가능하다.

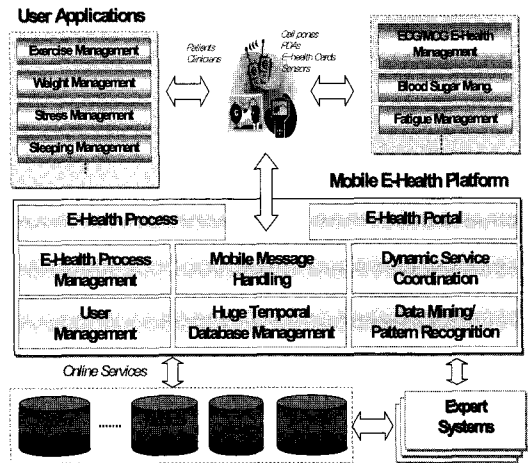
u-health 시나리오와 데이터 온톨로지 그리고 DCAP 배열 컴포넌트들은 어떤 특정 u-health 서비스들과 독립적으로 진행되는 일반적인 형태로 플랫폼을 설계하였다. 따라서 u-health 서비스 시나리오와 이를 뒷받침하는 컴포넌트들은 다양한 형태의 u-health 서비스에서도 사용 가능하다. 서비스 시나리오를 확장하여 특정 질환을 대상으로 하는 모바일 u-health 서비스도 구현될 수 있다. 이것에 대한 더 자세한 내용은 6장에서 소개하기로 한다.

V. 플랫폼 아키텍처

모바일 u-health 서비스 플랫폼은 BPMS를 이용하여 다양한 u-health 관련 서비스들의 통합을 지원하는 미들웨어이다. 여러 모바일 u-health 서비스들 사이에 공유될 수 있는 바이오 데이터 수집, 저장, 관리, 분석 모듈이 이 플랫폼의 주된 컴포넌트들이다. 이 모듈은 모바일 u-health 서비스들과 관련된 기술과 기능들을 통합하는데 허브와 같은 기능을 하며, u-health 서비스들을 개발하고 구동하는데 필요한 환경을 제공한다. 아울러, 본 플랫폼은 서비스 프로세스 템플릿, 프로세스의 여러 단계들, 바이오 데이터의 구조를 제공하는데 이는 개발자들이 프로세스 템플릿을 바탕으로 특정 사용자 집단과 환경에 맞는 새로운 u-health 서비스를 쉽게 개발할 수 있도록 해준다. 이는 본 플랫폼이 발전하고 새로운 서비스 개발이 요청되는 상황에의 적응을 용이하게 한다. [그림 2]는 본 u-health 서비스 프레임워크의 주 컴포넌트들과 주위 요소들과의 연결을 포함한 플랫폼의 아키텍처를 보여주고 있다.

휴대 전화는 바이오센서와 서버 사이의 게이트웨이의 역할을 하기 때문에, 모바일 메시지 처리는 이 플랫폼에서 필수적이다. 모바일 메시지 처리 모듈은 생체 센서에서 서버로 가는 모든 메시지를 중계한다. 생체신호 데이터뿐만 아니라 서비스 요청메시지도 메시지 처리 모듈에 의해 전달된다. 간혹 수신된 메시지로부터 잡음을 걸러내는 역할도 한다.

서버로 전달된 생체 데이터는 대규모 생체 데이터 관리 모듈에 의해 저장되고 관리된다. 생체 신호는 다양한 형태로 저장되며, u-health 서비스를 위한 다양한 형태



(그림 2) 모바일 u-health 서비스 플랫폼 아키텍처

의 데이터 요청에 대응한다.

축적된 생체 데이터로부터 건강 지수를 판단하는 데에는 데이터마이닝 기술과 패턴인식 기술이 사용된다. 또한, 외부/내부 전문가 시스템이 피드백 정보로써 이 데이터를 참조할 수도 있다. 이를 지원하기 위해 생체 데이터베이스의 스키마는 데이터마이닝 기술과 패턴인식 기술, 전문가 시스템의 요구사항을 만족해야 한다.

4장에서 설명하였듯이 서비스 플랫폼 상에서 모바일 u-health 서비스를 개발하기 위해, u-health 서비스는 생체 신호 수집, 저장, 분석, 결과 보고와 같은 단계들을 포함하는 프로세스의 형태로 정의되어야 한다. [그림 2]의 u-health 프로세스 블록은 4장에서 설명한 u-health 서비스 시나리오 프로세스로부터 추론할 수 있는 모바일 u-health 프로세스들을 대표적으로 표현한 것이다.

u-health 프로세스 정의 도구는 개발자들이 쉽게 새로운 모바일 u-health 서비스들을 정의할 수 있도록 해준다. 프로세스의 형태로 정의된 모바일 u-health 서비스들은 u-health 프로세스 관리 모듈에 의해 제어되고 실행된다. u-health 프로세스 관리 모듈은 실행기능을 제공할 뿐만 아니라 u-health 프로세스의 모니터링 기능과 관리 기능을 제공한다.

모바일 u-health 관리 모듈과 u-health 프로세스 정의 도구는 플랫폼이 진화할 수 있는데 핵심적인 역할을 한다. 새로운 모바일 u-health 서비스 프로세스가 정의되면 다시 사용할 수 있는 프로세스 템플릿, 단계들, 데이터 구조들이 구분되어 이후에 다시 사용하기 위해 서버

에 저장된다. 관리 모듈은 u-health 서비스들을 그 실행 의존성과 서비스들 간의 데이터 흐름을 명시하여 서비스들을 한 집단으로 묶는다. 특정 서비스가 다른 서비스들이 그 기능을 끝내기 전에 실행되는 것을 방지하는 몇몇 제약조건이 있을 수도 있다.

사용자 관리 모듈은 개인 사용자에게 개인화된 서비스를 제공하는데 있어서 필수적이다. 사용자 관리 모듈은 나이, 성별, 직업과 같은 서비스 사용자 프로필 정보를 저장한다. 사용자는 모바일 u-health 프로세스의 참여자이기 때문에 이 모듈은 u-health 프로세스 관리 모듈에서 참여자의 정보에 가깝게 연결될 수 있다.

동적 서비스 조정 모듈(Dynamic service coordination)은 실행 시 서비스들을 초기화하고 동기화함으로써 서비스 프로세스를 실행한다. 또한 한 서비스에 오류가 일어나거나 사용자의 요구사항이 바뀔 때 그 서비스를 다른 서비스로 교체함으로써 u-health 서비스의 신뢰성을 보장한다. 특정 u-health 서비스를 개발하는데 데이터마이닝 기능과 패턴 인식 기능이 필요할 수도 있다. 그런 기능들이 가능할 때 마다, 데이터 마이닝/패턴 인식 모듈에 위치한다. u-health 서비스와 연동하는 전문가 시스템이 의사 결정 지원을 받기 위해 데이터 마이닝/패턴인식 모듈의 기능에 접근할 수도 있다.

[그림 3]은 플랫폼 아키텍처에서 각 모듈을 구성하는 자세한 서비스 요소들과 그들 사이의 제어흐름과 데이터 흐름의 한 예를 보여주고 있다.

[그림 3]에서 예시하듯 모바일 u-health 서비스들은 모바일 기기에서 뿐만 아니라 웹 브라우저에서도 접근이 가능하다. 웹 사용자들은 건강관리 웹 포털에 접근해서 그 건강정보에 접근할 수 있다. 건강관리 포털은 또

한 사용자 정보의 등록, 문건의 생성, 전문가 조언의 브라우징과 같은 유용한 서비스들을 제공한다. 특히, 웹 포털을 통해 사용자들은 모바일 기기들이 작은 화면 크기, 메모리 크기, 프로세서 제약과 같은 한계 때문에 제공하지 못하는 서비스들에 접근하게 된다.

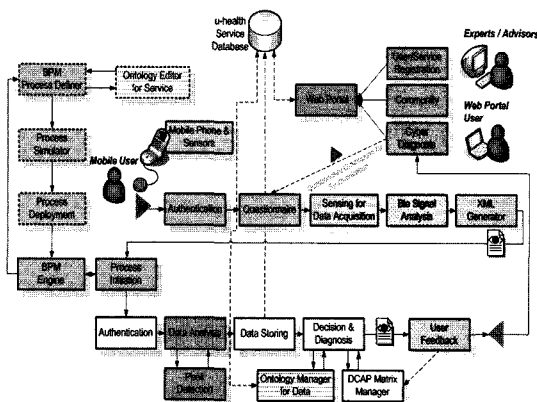
VI. 프로토타입의 구현

6.1 모바일 u-Health 온톨로지

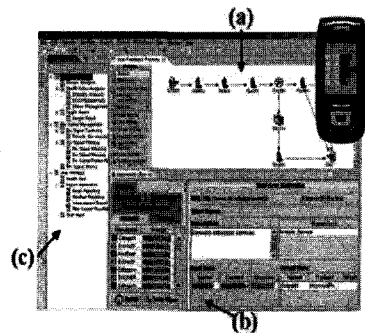
본 연구에서는 어플리케이션 개발자들이 모바일 u-health 서비스들을 반자동적으로 조합할 수 있도록 지원하는 u-health 프로세스 설계 도구를 개발하였다. [그림 4]는 본 논문의 모바일 u-health 프로세스 설계 도구를 보여준다. 이 도구는 Eclipse Foundation의 Eclipse 플랫폼 상에서 Java로 구현되었다.

[그림 4]의 (a)는 비주얼 비즈니스 프로세스 편집 도구의 캔버스를 보여준다. 이 도구는 기본적인 u-health 서비스 프로세스의 템플릿을 시각적으로 보여주고, 어플리케이션 개발자들이 요구사항들을 만족하기 위해 프로세스를 특수화하고 확장할 수 있도록 한다. 프로세스를 정의하는 과정에서 프로세스 설계 도구는 프로세스의 각 단계를 구현하는데 사용될 수 있고, 이미 프로세스에 놓인 다른 서비스들과 서로 연동 가능한 후보서비스들을 추천해준다. 또한 프로세스상의 서비스들 간에 문법적/의미적 불일치를 찾으면 아답터와 컨버터를 자동적으로 넣어준다. 이는 u-health 서비스 개발의 반자동화를 가능하게 한다.

설계 도구의 (b)는 프로세스의 각 단계의 후보서비스



[그림 3] 모바일 u-health 서비스 플랫폼 아키텍처



[그림 4] 서비스 조합 도구의 프로토타입 - (a) 비주얼 비즈니스 프로세스 편집 도구; (b) 서비스 추천 도구; (c) 온톨로지 구조 브라우저

들의 목록을 보여주는 서비스 추천 도구이다. 사용자가 서비스 프로세스의 한 서비스를 선택하면, 도구는 선택된 서비스와 연동 가능한 서비스들을 목록으로 보여준다. 이 도구는 또한 그 단계에서 요구되는 기능의 유사성의 정도를 기반으로 후보서비스들의 순위를 부여한다.

[그림 4]의 (c)는 개발자들이 서비스 구조를 훑어볼 수 있게 하는 온톨로지 브라우저이다. 사용자는 이 브라우저를 이용해 서비스들의 기능 분류 구조(taxonomy hierarchy)를 기반으로 그들이 필요로 하는 서비스들을 찾을 수 있다. 온톨로지 편집기를 이용해 새 서비스를 등록하면(다음 장을 참조), 서비스들은 곧바로 이 브라우저에서 사용 가능하다.

6.2 모바일 u-Health 온톨로지 관리자

앞서 설명한대로, 본 플랫폼에서는 증상, 질병, 생체 신호와 같은 u-health 데이터를 온톨로지로 구성함으로써 조직적으로 관리할 수 있다. 또한 서비스들은 기능 온톨로지에 기반하여 분류되고 관리된다. 온톨로지 관리자는 전문가들이 쉽게 u-health 온톨로지를 관리할 수 있게 해준다. [그림 5]는 온톨로지 관리자의 사용자 인터페이스를 보여준다. 이 도구를 사용함으로써, 전문가들은 u-health 온톨로지를 브라우징, 추가, 삭제, 그리고 검색할 수 있다.

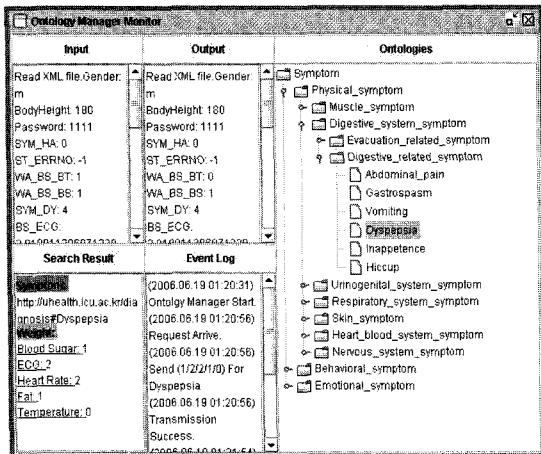
6.3 모바일 u-Health DCAP 배열

본 u-health 서비스 플랫폼의 예측 단계는 학습 과정

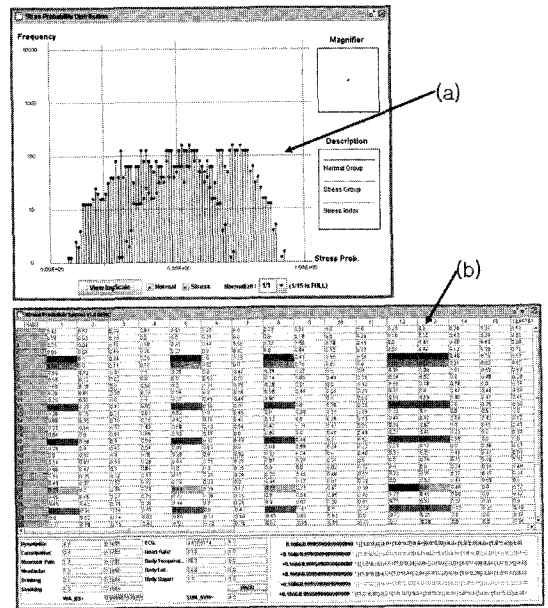
에서 구성되는 바이오 시그널과 증상 쌍의 출현 패턴 정보에 기반하여 이루어진다. 학습단계에서는 정상 집단과 환자 집단의 생체 신호 데이터와 신체증상의 상호관계 패턴의 분리를 시도한다. 본 연구에서는 상호관계 인식을 위한 충분한 학습 데이터가 이 단계에서 이용 가능하다고 가정한다.

학습단계에서는 정상 집단과 환자 집단으로부터 생체신호와 신체증상의 상호작용 빈도를 계산하여 조합 상호작용(Combination Interaction, CI) 배열에 저장한다. 각각의 CI 배열은 정해진 정상 집단과 환자 집단의 생체신호와 신체 증상의 조합 패턴을 그것이 나타난 빈도수와 함께 저장한다.

환자 그룹과 정상 그룹의 CI 배열은 DCAP 배열로 통합된다. DCAP 배열에서 각 요소는 그 요소의 조합 패턴이 환자 집단에서 나타날 확률 값을 가진다. 예측 단계에서는 질병 유무를 판단하고자 하는 사람의 생체 신호와 신체 증상을 예측시스템에 입력하고 그 예측시스템은 그 사람이 환자집단으로 판단될 확률을 계산하여 보여준다. DCAP배열이 CI배열을 기반으로 만들어지기 때문에, 본 연구는 어떤 생체신호와 신체 증상의 조합이 특정 진단에 기여하는지를 쉽게 판단할 수 있다. [그림 6-(b)]에서 색으로 표시된 부분은 대응되는 생체



[그림 5] 온톨로지 관리자 인터페이스



[그림 6] 질병 조합 출현 확률 배열 - (a) 학습집단의 질병분포 차트; (b) DCAP 배열에서 얻어진 사용자의 건강지수 결과

신호와 증상의 조합의 요소들이고 0 부터 1 사이의 확률이 식 (1)에 의해 계산된다.

DCAP 배열은 분석을 하는데 사용되는 생체 신호와 신체증상의 다양한 형태를 가능하게 한다. [그림 6-(a)]에 보여 지는 것과 같이, 사용자는 배열에서 그들의 위치와 다른 이들의 위치를 비교할 수 있다. 또한 DCAP 배열을 사용할 때, 사용자를 환자집단으로 구분하는데 기여하는 주된 생체신호와 신체 증상 쌍을 찾는 것은 비교적 쉽다. 결과적으로, 예측 시스템은 특정질환의 원인을 사용자에게 이해하기 쉽게 보여줄 수 있다. 개인의 생체신호와 질환의 가중치 백터는 사용자의 선호에 따라 조정이 가능하기 때문에 커스터마이징된 진단이 가능하다. 더 많은 임상 데이터가 본 프레임워크에 축적될 수록 향후 더 많은 서비스를 플랫폼에서 제공할 수 있을 것이다.

6.4 모바일 클라이언트

바이오센서들의 다양한 종류와 특성, 그리고 어플리케이션 시나리오의 다양성 때문에 모바일 u-health 시스템은 서로 다른 요구사항들을 만족시켜야 한다. 모바일 게이트웨이 역할을 하는 모바일 기기는 주기적인 센싱을 통해 센서들로부터 데이터를 수집하는 역할을 한다. 그러므로 센서들로부터 수집된 데이터는 WIPI(Wireless Internet Platform for Interoperability) 플랫폼을 통해 전송된다. WIPI 플랫폼 이용의 가장 큰 장점은 여러

이종의 모바일 기기들에 이식될 수 있는 플랫폼에 독립적인 어플리케이션을 만들 수 있는 점을 들 수 있다. 모바일 u-health 서비스를 위하여 WIPI 어플리케이션은 바이오센서들과 서버에 생체신호들을 전송한다. 모바일 기기들의 부착된 바이오센서들은 데이터 수집을 위해 사용된다(ECG, HRV, 혈당치 등).

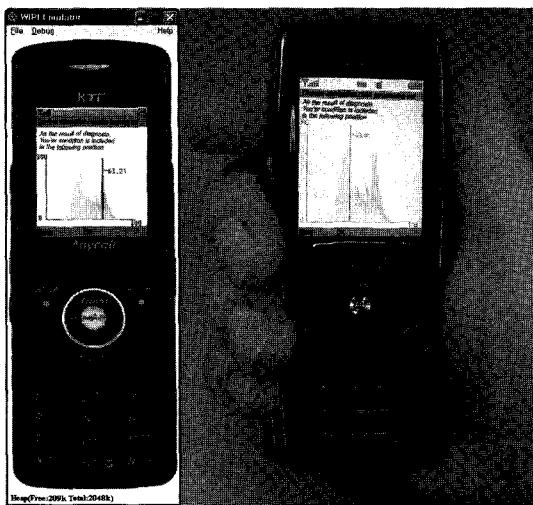
데이터 송수신을 위한 통신 링크가 생성되면, 생체 데이터와 증상들이 무선인터페이스를 통해 u-health 서버로 전송된다. 인터페이스는 BPMS와 XML 메시지를 사용하여 정보를 주고받는다. XML 메시지는 다양한 생체 센서들과 생체 증상들로부터 형성되는 서로 다른 데이터 종류와 형식을 용이하게 전송하기 위하여 유연한 구조를 가진다. XML 메시지를 과싱함으로써 서버는 생체 데이터를 몇 가지 종류로 분류한 후 분류된 바이오 데이터의 결과들로 응답한다.

단말기에서 실행되는 WIPI 어플리케이션은 생체 데이터를 서버로 보낸 후, 서버로부터 응답 메시지를 받을 때까지 대기상태로 전환한다. 이때 어떤 이벤트나 신호도 비동기적으로 클라이언트에게 주어질 수 없다는 점에 주의해야 한다. 그 결과 클라이언트 요청의 이벤트를 연속적으로 u-health 시스템 프로세스의 의사결정 지원 단계로 이끌기 위해 프로세스 풀링 메커니즘이 이용된다. 서버 프로세스가 완료되면 클라이언트로 결과가 전송된다.

질환 유무 확률이 클라이언트로 전송되면, 결과가 모바일 기기 상에 그래프를 이용하여 표시된다. [그림 7]은 분석 결과를 서버로부터 받은 후에 휴대전화에 표시된 그래프를 보여준다. 만약 사용자가 결과에 동의하지 않으면 자신의 가중치들을 보정하기 위해 서버로 피드백을 보낸다. 피드백 데이터가 성공적으로 축적되면 DCAP 배열이 갱신된다.

VII. 평가

대규모 플랫폼인 모바일 u-health 서비스 플랫폼을 설계하는 데에는 몇 가지 품질 특성들이 고려되었다. 본 논문에서는 유연성, 접근성, 진화성, 재사용성, 적응성, 상호운용성 등이 대규모 플랫폼의 필수적 요구사항으로 설정하였다. 보안도 고려되어야 하는 중요한 요구사항이지만 지면 관계상 본 논문에서는 다루지 않았다. 하지만 향후 u-health 서비스 플랫폼이 상용화되어 보급되기 위해서는 꼭 해결되어야 하는 이슈이다.



(그림 7) KTF 에뮬레이터에 탑재된 WIPI 어플리케이션과 삼성 애니콜 SPH-V8900

[표 1] 모바일 u-health 서비스 플랫폼의 평가

| 디자인 목표 | 핵심 컴포넌트 | | 바이오 데이터 분석 | | 의사결정 지원 |
|-----------|-----------------|-----|---------------|------------|------------|
| | 바이오메터 수집과 관리 | 웹포탈 | 온톨로지 | DCAP 배열 | BPM |
| 유연성 | ○ | △ | ○ | ○ | ○ |
| 접근성 | ○ | ○ | × | × | △ |
| 진화성 | N/A | N/A | ○ | ○ | △ |
| 재사용성 | △ | ○ | ○ | △ | ○ |
| 적응성 | △ | △ | △ | ○ | ○ |
| 상호운용성 | ○ | ○ | △ | △ | ○ |

○ : 지원됨, × : 지원안됨, △ : 불충분함,
N/A : 적용할 수 없음

[표 1]은 위에서 제시한 플랫폼 설계 목표를 본 서비스 플랫폼의 주요 컴포넌트의 어떤 요소가 어떻게 작용하여 만족시키는 지 정리한 내용이다.

다음은 각 설계 목표에 대한 구체적 설명과 본 논문에서 제안한 u-health 서비스 플랫폼과 연관 관계에 관한 기술이다.

유연성

모바일 u-health 서비스 플랫폼이 유연성을 갖추어야 몇 가지 이유가 있다. ECG, HRV, 체온 등을 감지하는 센서들의 다양한 조합들이 다양한 종류의 u-health 서비스를 위해 지원될 필요가 있고 어떤 센서들은 모바일 기기의 종류나 다른 제약에 따라 다른 종류로 대체될 필요가 있을 수도 있다. 또한, 플랫폼에서 제공되는 기능성이나 사용자 인터페이스가 특정사용자 집단에 맞게 커스터마이징이 요구될 수도 있다. 그리고 서버가 취급하는 생체 신호들과 증상들이 u-health 서비스가 다루는 질병 종류에 따라 바뀔 수도 있다.

유연성을 지원하기 위해 웹 기반 문진생성기를 개발하였다. 이 문진생성기를 통해 쉽게 u-health 시나리오를 위한 새로운 문진을 작성하거나 기존문진을 갱신할 수 있다. 또한, u-health 서비스 프로세스의 정의를 위해 BPM 프로세스 설계 도구를 사용하기 때문에 변경이 요구될 경우에 손쉽게 정의된 프로세스를 갱신할 수도 있다. 이는 플랫폼이 여러 시나리오에 따라 다양한 종류의 u-health 서비스에 이용될 수 있게 해준다. 온톨로지 기반 데이터 관리와 DCAP 배열 역시 이 플랫폼의 유

연성을 향상시키는 특징들이다. 온톨로지의 구조와 DCAP 배열 값은 사용자의 피드백 정보에 따라 유동적으로 변화된다.

접근성

사용자의 건강 정보를 모바일 기기와 웹기반 인터페이스를 통해 접근 가능케 하는 다채널 접근법은 하이브리드 접근성의 이득을 취할 수 있는 좋은 접근 환경이라 볼 수 있다. 건강관리 서비스 환경에서, 질병의 심층 분석은 웹을 통해 제공되는 반면에 실시간 질병 진단 기능은 모바일 기기들을 이용해 제공될 수 있다. 이는 사용자들이 다양한 관점에서 건강 정보에 접근할 수 있도록 해준다.

진화성

3장에서 논한바와 같이, 데이터 온톨로지는 새로운 데이터와 사용자로부터의 피드백 정보가 축적됨에 따라 진화한다. 또한, 이 u-health 서비스 플랫폼에 이용된 DCAP 배열 역시 진화한다. 분석 결과에 대한피드백에 따라 DCAP 배열은 보다 복잡하고 개인화된 분석을 위해 데이터를 변경함으로써 시스템의 진화를 촉진한다.

재사용성

BPMS기반의 응용 서비스 개발 방식은 하나의 u-health 서비스를 개발하면서 만들어진 서비스 컴포넌트들이 다른 u-health 서비스에 다시 활용되는 재사용을 용이하게 한다. 다시 말해, u-health 프로세스 정의 도구로 새로운 모바일 u-health 서비스가 정의되면, 개발자는 이전 u-health 서비스를 개발하면서 만들어진 서비스 컴포넌트들과 서비스 구성 요소들을 추상화 수준에 따라 재사용할 수 있다. 프로세스 템플릿, 단위 업무, 공통적인 자료구조들이 플랫폼에서 재사용 가능한 컴포넌트 또는 서비스 구성 요소들이다. 즉, 제안하는 플랫폼이 BPMS에 기반하였을 때 갖는 한 가지 장점 중 하나는 u-health 컴포넌트 및 서비스 구성 요소의 재사용성을 개선한다는 것이다. 게다가 대부분의 u-health 서비스 프로세스들이 IV절에 기술된 기본 u-health 서비스 시나리오를 공유한다고 볼 때, 이러한 재사용성의 이점은 u-health 서비스 개발 환경에서 더욱 증폭된다고 볼

수 있다.

적응성

모바일 u-health 서비스를 둘러싼 환경과 상황은 지속적으로 변화한다. 새로운 형태이거나 예전에 사용된 적이 없는 신호들을 제공하는 새로운 바이오센서들이 나오고 있으며 새로운 서비스 시나리오들이 개발되어야 한다. 예를 들어, 모바일 u-health 서비스가 오직 한 종류의 센서를 취급하여 개발되어야 하는 경우도 있고 때로는 여러 센서들을 하나로 묶어 취급할 필요도 있을 것이다. 그러한 경우 u-health 서비스의 구현이 변화에 대응하여 변화되어야 한다. 본 플랫폼은 센서 종류들에 대한 기술을 담은 프로퍼티 파일을 유지함으로써 u-health 서비스를 둘러싼 변화에 보다 효율적으로 대응할 수 있다. 프로퍼티 파일은 여러 센서들이 모바일 기기에 연결되고 하나의 무선링크를 통해 u-health 서버로 전송될 수 있게 해준다.

병원이나 보험회사의 관련 서비스 또는 시스템들이 IV절에 기술한 모바일 u-health 서비스 시나리오에 연계되면 u-health 서비스 시나리오는 확장될 필요가 있다. u-health 서비스를 둘러싼 이러한 종류의 환경적 변화가 실제 상황에서 자주 발생할 것으로 예상된다. u-health 서비스는 이 플랫폼에서 BPMT 도구를 이용해 프로세스들로 정의되기 때문에 새로운 서비스 컴포넌트들을 추가하거나 기존의 컴포넌트들을 다른 것으로 대체함으로써 이런 변화들을 보다 효율적으로 대응하는 것이 가능하다.

그 밖에, 새로운 서비스나 활동들이 BPMS에 기반한 서비스 통합 능력에 의해 적용될 수 있다. BPMS 인터페이스가 XML을 이용해 구현되었기 때문에, XMS 표준에 적합한 형태로 새로운 u-health 서비스나 시나리오를 위해 확장될 수 있다.

상호운용성

모바일 u-health 서비스 플랫폼을 설계하는 데 있어 중요한 기준 중 하나는 상호운용성이다. 그러한 이유로 모바일 클라이언트는 무선 어플리케이션 개발 플랫폼인 WIPI 상에서 개발되었다. 왜냐하면 WIPI는 다양한 이종 어플리케이션 모바일 환경에서 조화로운 실행이 가능하기 때문이다. WIPI는 구현들 간의 적합성과 다양

성을 아우르는 유연성, 그리고 기반이 되는 운영체제나 플랫폼에 대한 독립성에 대한 균형을 제공하기 위해 설계되었다. 하지만 WIPI는 상호운용성 지원에 있어 여전히 한계들을 가진다. 예를 들어, WIPI 플랫폼에는 표준 XML 생성기나 파서가 없다. 이 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 모바일 기기를 위한 XML 파서인 kXML 파서의 수정 버전을 이용하였다.

일반적으로 BPMS는 상호운용성을 지원하기 위한 메커니즘을 갖추고 있는 것이 보통이다. 본 논문에서는 제안하는 서비스 플랫폼이 BPMS의 상호운용성을 위한 기능들을 모바일 u-health 서비스 플랫폼이 공유하는 것으로 가정한다. 따라서 제안하는 u-health 서비스 플랫폼은 원격 어플리케이션들과 시스템들이 플랫폼에서 별도의 작업 없이 u-health 서비스와 통합될 수 있도록 지원한다.

VIII. 결 론

본 논문에서 u-health 서비스 시나리오 프로세스의 몇몇 주요 컴포넌트들을 확인하고 모바일 u-health 플랫폼의 전체적 체계를 기술하였다. 또한 개발자들이 적은 노력으로 여러 u-health 서비스 개발을 위해 효과적으로 주요 컴포넌트들을 이용할 수 있게 하는 필수적 기능들과 기기들을 개발하였다.

모바일 u-health 서비스 플랫폼은 BPMS를 하위 플랫폼으로 채용한 것이 독특한 점이며, u-health 서비스들은 서비스 프로세스들로 설계된다. 표준 u-health 서비스 프로세스는 u-health 서비스 개발자들을 위한 지침을 제공한다. 개발자들은 서비스 템플릿을 자신들이 원하는 u-health 서비스 개발을 위해 특화하거나 확장할 수 있다.

모바일 u-health 플랫폼을 위한 여섯 가지 설계 목표들이 설정되었으며, 본 연구에서는 BPMS 기반 u-health 서비스 플랫폼에서 항목들을 달성하기 위해 노력하였다. 플랫폼을 진화적으로 만들기 위해 u-health 온톨로지와 DCAP 배열이 BPMS와 통합하였다. 또한, u-health 서비스 플랫폼은 일반적인 u-health 서비스 플랫폼을 제공한다는 점에서 특정 u-health 어플리케이션에 집중한 여타의 u-health 연구들과 구별된다.

모바일 환경에서 작업하면서 상황에 따라 다른 설정이 필요하다는 것을 확인하였다. 예를 들면, 다양한 환경에 따른 서비스의 품질과 사용자 집단에 대한 균형

설정을 위해 모바일 기기 상의 자원 제약, 통신 대역폭, 사용자 인터페이스 상의 제약 등을 고려할 필요가 있다.

모바일 u-health 서비스 플랫폼은 아직 발전할 여지가 많이 남아있다. 사실, 스트레스 관리, 체중 관리, 피부 관리 등의 다양한 모바일 u-health 서비스들이 플랫폼 상에서 구현되어야 플랫폼의 가치가 부가된다. 본 연구에서는 플랫폼에서의 서비스 개발 일환으로 스트레스 응용 서비스 개발을 시도하였다. 현재는 동일한 플랫폼 상에서 스트레스 관리 서비스에 이용된 많은 컴포넌트들을 재사용하면서 체중 관리 서비스를 개발 중이다.

플랫폼을 보다 안전하고 신뢰성 있게 만들기 위해 이루어져야 할 미해결의 작업들이 남아있다. 어떻게 개인 건강 데이터를 안전하게 관리할 것인가, 어떻게 모바일 기기들과 u-health 서버 간에 교환되는 메시지를 압축하여 성능을 향상시킬 것인가 하는 등의 문제들에 대한 연구도 현재 진행 중이다.

참고문헌

[1] D. Konstantas, R. Bults, A. Van Halteren, K. Wac, V. Jones, I. Widya, R. Herzog, B. Streimelweger, "Mobile Health Care: Towards a commercialization of research results", In proceedings of 1st European Conference on eHealth-ECEH06-Fribourg, Switzerland, pp.12 - 13, October 2006.

[2] Pappas, C.Coscia, E.Dodero, G.Gianuzzi, V. Earney, M., "A Mobile E-Health System Based on Workflow Automation Tools", Computer-Based Medical Systems. Proceedings of the 15th IEEE Symposium on pp.271-276, June 2002.

[3] Broens, T.H.F., van Halteren, A.T., van Sindren, M.J., Wac, K.E. "Towards an application framework for context-aware m-health applications", In: EUNICE 2005 "Networked Applications". 11th open European Summer School, pp.6-8 July 2005.

[4] N. Oliver, F. Flores-Mangas, "MPTrain:mobile, music and physiology-based personal trainer", ACM International Conference Proceeding Series; Vol.159, pp.21 - 28, 2006.

[5] E. Jovanov, D.Raskovicl, A. O. Lords, P. Cox, R. Adharni, F. Andrasik, "Stress monitoring Using a Distributed Wireless Intelligent Sensor System", in IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, pp. 49-55, May/June 2003.

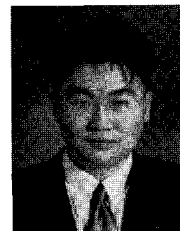
〈著者紹介〉



한 동 수 (Dong-Soo Han)
 1989년 2월 : 서울대학교 계산통계학과 학사
 1991년 2월 : 서울대학교 계산통계학과 석사
 1996년 3월: 교토대학교 정보공학과 박사
 현 재 : 한국정보통신대학교 교수
 관심분야 : workflow, u-healthcare, bioinformatics



고 인 영 (In-Young Ko)
 2003년 2월: USC 컴퓨터 공학과 박사
 현 재 : 한국정보통신대학교 교수
 관심분야 : component-based software engineering, web engineering, self-managed software.



박 성 준 (In-Young Ko)
 1998년 ~ 현재 :삼성 SDS 과장
 2005년 3월 ~ 현재: 한국정보통신대학교 석사과정
 관심분야 : BPM, enterprise portals, Web Services