

U-health 서비스 구축을 위한 온톨로지 관리기 및 서비스 브로커의 설계

고인영*, 전범준**

요 약

유비쿼터스 건강관리를 가능하게 하는 U-health의 중요성이 부각됨에 따라 다양한 U-health 서비스들이 개발, 제공 되고 있다. 하지만 대부분의 서비스들이 제한적이고 독립적으로 구성되어 있어서 다른 서비스와의 연동을 통한 폭넓은 서비스의 제공이 어렵다. 이러한 서비스 연동을 위해서는 U-health 데이터 및 단위 서비스를 체계적으로 관리하고, 맞춤형 U-health 서비스 개발에 필요한 단위 서비스 검색 방법이 필요하다. 이 논문에서는 온톨로지를 이용하여 U-health 데이터 및 서비스들을 체계적으로 명세하고 관리하기 위한 방법과, 온톨로지 정보를 이용하여 의미적으로 서비스를 검색할 수 있도록 하는 서비스 브로커링 방법을 제안한다. 그리고 이를 활용해 스트레스 관리 U-health 서비스를 구축한 사례를 설명한다.

I. 서 론

유비쿼터스 시대가 도래 하면서 어디서나 원하는 서비스를 자신의 모바일 기기를 통해 받을 수 있는 세상이 실현되고 있다. 이러한 시대적 흐름에 발맞추어 어디서든지 건강관리와 관련된 서비스를 받을 수 있는 U-health의 개념이 부각되고 있고, 여러 분야에서 다양한 U-health 서비스 제공을 위한 연구가 진행되고 있다.

하지만 이렇게 여러 곳에서 개발된 서비스들은 다양한 다른 서비스와의 연동을 통한 복잡하고 전문적인 서비스의 제공이 어렵고, 특정 질병 혹은 사용자에게만 적용되는 등 서비스의 활용 폭이 제한적이다. 또한 유사한 다른 서비스의 개발에 단위 서비스들을 재사용하여 활용하기 어렵다.⁽¹⁾

이러한 단점들을 극복하고 U-health 응용 서비스들을 효율적으로 개발하기 위해서는 각 서비스들이 가지는 공통적인 요소를 추출하고 관리하여 이러한 요소들을 조합, 프로세스를 생성할 수 있게 하는 U-health 플랫폼이 요구된다. 이렇게 추출된 요소들은 여러 U-health 응

용서비스에 재활용되어 U-health 응용 서비스 개발의 생산성을 향상시키고 단위 서비스화 되어 다른 U-health 서비스들과 연동되어 더 세분화 되고 전문적인 서비스를 생성 할 수 있게 한다. 또한 사용자, 질병, 환경 등 상황에 맞추어 그에 가장 적합한 서비스를 선택적으로 제공할 수 있게 한다.

본 연구에서는 U-health 응용 서비스들로부터 단위 서비스 및 데이터 레벨에서의 공통적인 요소를 추출하기 위한 U-health 서비스 온톨로지와 U-health 데이터 온톨로지를 제안한다. 그리고 스트레스 관리 서비스를 구축하기 위하여 스트레스 관련 증상, 요인, 대처방법들의 요소를 온톨로지화 하여 서비스 명세에 활용하는 방법과 이러한 온톨로지를 활용하여 실제 U-health 단위 서비스들을 관리하기 위한 서비스 브로커링 방법을 개발하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구들에 대해 간략히 설명하고 3장에서는 온톨로지를 활용한 U-health 자료의 추상화 방법을 살펴본다. 4장에서는 온톨로지를 생성, 관리하고 서비스를 검색하기 위

본 연구는 한국정보통신대학교 산학협력단 과제 2006EI2009의 지원으로 수행되었습니다.

* 한국정보통신대학교 공학부 (iko@icu.ac.kr)

** 한국정보통신대학교 공학부 (shadow@icu.ac.kr)

한 온톨로지 관리기 및 서비스 브로커의 설계에 대해 설명하고 이들의 구현결과를 보인다. 마지막으로 6장에서는 결론과 앞으로의 연구 계획에 대해 논의한다.

II. 관련연구

여기에서는 본 논문과 관련된 연구로서 U-health 분야에서 온톨로지를 활용한 연구와 기존의 다른 분야에서 온톨로지를 기반으로 하여 서비스를 검색하기위한 방안에 대하여 기술한다.

2.1 U-health 분야에서의 온톨로지 활용

Geno Ontology 프로젝트에서는 상호 다른 유전자 데이터베이스 통합하고 공통된 언어로 기술하기 위하여 온톨로지를 사용하였다.^[2] 온톨로지를 활용하여 유전자 정보를 관리하고 공통된 명세방법을 제공하며 유전자 온톨로지를 유지, 보수, 증식시켜 나가고 있으며, 그를 지원하기 위한 도구를 개발하고 있다.

Minchin, et al.은 온톨로지를 활용해 의학 분야의 진단을 위한 지식 베이스를 구축하였다.^[3] 기존의 단순한 의학 정보 지식 베이스를 탈피하여 온톨로지를 통해 다양한 정보와 질병간의 연관성에 관련된 정보를 기술하여 활용함으로써 고차원적인 진단 서비스를 제공하고 있다.

그리드 컴퓨팅 환경을 통해 흩어져 있는 U-health 데이터들을 수집하고 온톨로지를 통하여 취합하는 연구도 진행되었다.^[4] 이 연구에서는 온톨로지로 질병 및 연구 상황에 대한 정보들을 표현, 저장하고 사용자에게 질병에 대한 정보의 검색, 분류 등의 서비스를 제공한다. 이러한 연구들을 통해서 보듯이 온톨로지를 활용하여 U-health 데이터들을 표현하고 추론, 관리하는 시도가 활발히 이루어지고 있다.

2.2 온톨로지 기반의 서비스 검색

다른 분야에서 온톨로지를 통하여 서비스들을 어떻게 의미적으로 명세하고 이러한 정보들을 활용하여 어떻게 서비스를 검색하는지 관련연구를 통해 알아본다.

Broens, et al.은 기존의 서비스 검색방법의 단점을 지적하고 온톨로지 기반의 서비스 검색 방법을 제시하였다.^[5] 이 연구에서는 온톨로지를 통해 사용자의 요구

사항을 의미적으로 수집하여 기존의 키워드 방식이 아닌 온톨로지간의 의미적 관계를 통해 서비스를 찾는 방법을 제안하고 있다.

Sugumaran, Storey 는 소프트웨어 개발기간 단축을 위해 단위 서비스 기반 개발 방법을 적용하였고 이 과정 중에 온톨로지로 표현된 시맨틱스 정보를 참조해 요구사항에 맞는 서비스를 검색하였다.^[6]

TBASSCO 프로젝트에서는 온톨로지를 활용하여 서비스간의 의미적 상호연관성을 분석할 수 있는 방법을 제시하였다.^[7] 온톨로지를 통해 서비스를 의미적으로 명세하고 소프트웨어 게이지라는 서비스간의 의미적 연관성관계의 측정 방법을 제안하여 서비스 브로커링에 활용하였다.

III. 온톨로지 기반 자료 추상화

U-health 서비스를 표현하고 검색하기 위해서는 먼저 U-health 도메인에 맞추어 사용하는 용어 및 그 명세방법이 사전에 정의되어 있어야 한다. 온톨로지(Ontology)란 개념을 명시적으로 표현하기 위한 어휘를 정의한 것^[8]으로, 본 과제에서는 특히 각 어휘의 자세한 속성과 어휘간의 계층적 관계(Hierarchical Relationship)를 표현 할 수 있는 프레임 기반의 표현법(Frame-based Representation)을 사용한다.

센싱된 바이오 데이터는 각 데이터의 패턴이나 조합을 기반으로 어떠한 가능한 스트레스 증상을 파악할 수 있다. 즉, 어떠한 HRV(Heart Rate Variability) 패턴은 부정맥 증상과 밀접한 연관이 있을 수 있다. 이렇게 기본 데이터를 어떠한 의미 있는 개념(증상, 상태 등)으로 바꾸는 작업이 '자료 추상화'이다. 온톨로지를 이용하면 이러한 자료 추상화 과정에서 통일된 어휘를 사용할 수 있게 되며 어휘간의 관계 정의를 이용하여 유사한 개념, 특정한 속성을 통해 유사한 서비스를 검색할 수 있게 한다. 또한 온톨로지를 통해 정의된 어휘는 사용자의 프로필 정보를 기록하는데 사용하거나, 사용자의 환경 정보, 피드백 등을 입력할 때 사용되어 여러 U-health 서비스에서 일관되게 이러한 정보를 이용하여 보다 사용자에게 맞고 의미 있는 자료 분석 및 전달을 가능하게 할 수 있다.

본 장에서는 이러한 U-health 자료들을 추상화하기 위한 온톨로지 계층구조와 그 표현모델에 대하여 기술한다.

3.1 U-health 관리를 위한 기본 서비스 및 데이터 체계

U-health 관리를 위해 필요한 서비스의 종류는 [그림 1]과 같이 계층적으로 분류될 수 있다. U-health서비스들은 크게 바이오 데이터를 수집, 정제하여 저장하기 위한 ‘바이오 시그널 관리(Bio Signal Management)’ 서비스 군, 획득한 바이오 데이터를 다양한 건강지표, 질병 등에 따라 분석하기 위한 ‘바이오 데이터 분석(Bio Data Analysis)’ 서비스 군, 그리고 분석된 결과를 전달하고 각종 건강관련 정보를 전달하며 사용자의 피드백을 받기 위한 ‘사용자 인터페이스(User Interface)’ 서비스 군으로 나눌 수 있다.

그리고 U-health 데이터는 기본적인 건강 데이터와 질병 데이터를 포함하는 ‘바이오 시그널 데이터(Bio Signal Data)’ 군, 사용자의 개인 신상 및 건강 정보를 포함하는 ‘사용자 데이터(Customer Data)’ 군, 그리고 사용자가 별도로 입력하는 증상, 환경 정보 등을 포함하는 ‘사용자 입력 데이터(User Input Data)’ 군 등으로 나눌 수 있다. [그림 2]는 U-health 관리를 위한 데이터의 종류를 계층적으로 나타낸다.

이러한 서비스 및 데이터 분류내의 주요한 요소들은 온톨로지의 정의를 통해 더 세분화 되고 상호간의 관련

성이 정의되게 된다. 다음절에서는 스트레스 응용과 관련된 단위서비스들을 관리하고 브로커링하기 위한 온톨로지 구축 사례를 소개한다.

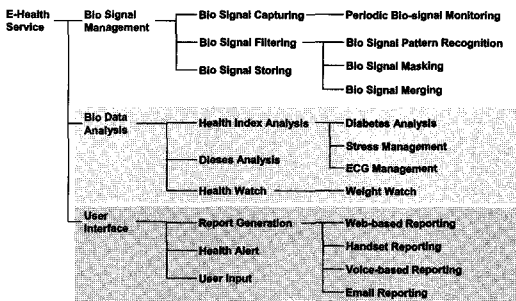
3.2 스트레스 유발 요소 분석

U-health 단위 서비스를 특징짓고 검색하기 위해 그 서비스에 연관된 U-health 정보들을 활용하여 서비스를 기술한다. U-health 서비스는 그 자체의 기능성에 의하여 특화되고, 어떠한 질병이나 증상에 활용할 수 있는지에 따라 분류 될 수 있다. 또한 특정 환경(예, 장소나 시간)에 따라서, 개인적 특성(예, 직업, 나이, 성별 등)에 따라서 기술될 수 있다. [그림 3]은 이러한 U-health 서비스와 관련 정보들 간의 연관성을 나타내고 있다.

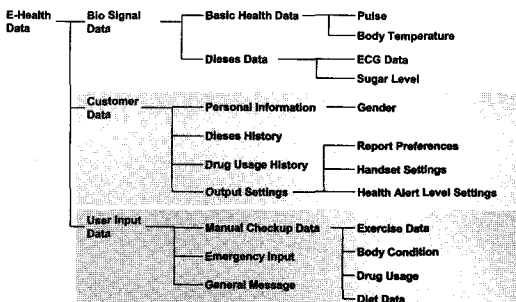
우리는 온톨로지를 통하여 서비스와 정보들을 기술하고 그들 사이의 연관성을 부여하여 단위 서비스를 특징지었다. 우리는 먼저 U-health 서비스에서 활용되는 정보들을 온톨로지화 하여 체계적으로 구축하였고 이렇게 구축된 온톨로지들은 U-health 단위 서비스를 기술하는데 활용하였다. 온톨로지를 통하여 서비스 자체의 기능을 기술 할 수도 있고 관련 증상이나 질병, 개인적 특성, 환경정보를 적용하여 서비스를 구축할 수도 있다. 즉, 어떠한 질병은 관련된 증상으로 인하여 보여지고 개인적 특성과 환경 요인으로부터 유발되는데 U-health 온톨로지는 이러한 관계를 통하여 사용자의 질병을 유추하고 해소하기 위한 서비스를 생성할 수 있다.

3.2.1 스트레스 관련 증상 온톨로지

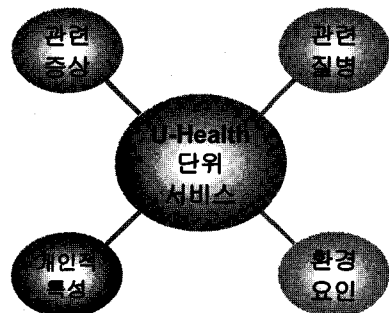
사람이 스트레스를 받게 되면 여러 가지 증상을 나타내게 되는데, 역으로 사람이 감지할 수 있는 증상을 분



(그림 1) U-health 서비스 계층구조



(그림 2) U-health 데이터 계층구조



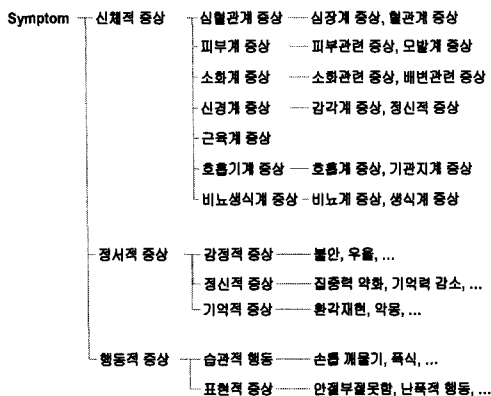
(그림 3) U-health 단위 서비스와 타 온톨로지와의 관계

석하면 그 사람의 스트레스의 여부 및 종류, 정도를 파악할 수 있다.^{(9)[10]} 따라서 스트레스와 관련된다고 보고된 각종 증상들을 온톨로지 기반으로 표현하여 이용하였다. [그림 4]는 이러한 증상 온톨로지의 상위 부분을 보여준다. 즉, 스트레스 관련 증상은 심혈관계, 피부계, 소화계 등과 관련된 증상들을 포함하는 ‘신체적 증상’, 감정적, 정신적 증상들을 포함하는 ‘정서적 증상’, 그리고 습관적 행동이나 표현적 장애행동을 포함하는 ‘행동적 증상’들로 나눌 수 있다.

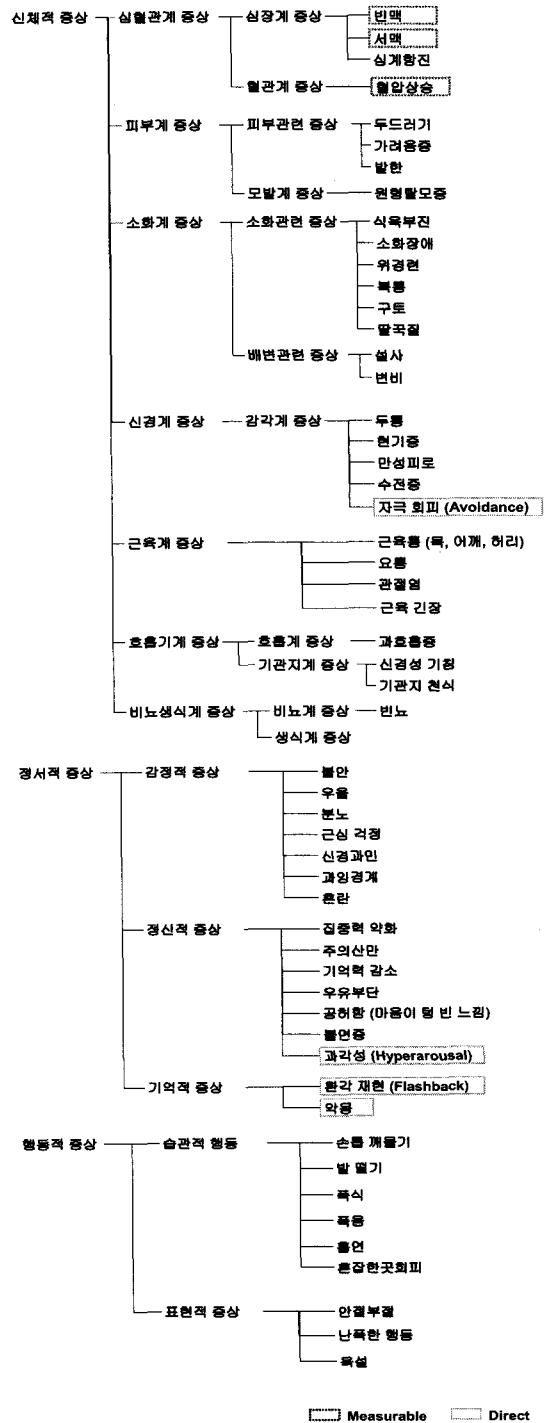
그리고 이러한 상위 온톨로지의 증상들은 더 구체적인 증상들로 세분화되어 [그림 5]와 같이 정의될 수 있다. 온톨로지 계층 구조 내에서 중간 부분은 증상들의 개념적 분류를 나타내며 가장 하위 (각 그림에서의 가장 오른쪽 부분)에는 사람이 실제로 느낄 수 있는 구체적인 증상들이 정의된다. 그리고 각 증상들의 특별한 속성들도 함께 정의된다. 예를 들어 ‘빈맥’, ‘부정맥’, ‘혈압상승’ 등은 센서를 통해 측정 가능한 (Measurable) 증상들이고, ‘자극 회피’, ‘환각 재현’ 등은 스트레스와 직접적인 관계가 있는 증상 (Direct Cause) 들임을 정의할 수 있다. 각 증상들의 보다 자세한 속성들 및 질병, 증상 해소 방법과의 연계 등은 온톨로지 표현 모델을 설명하는 부분에서 자세하게 기술한다.

한편 증상 온톨로지는 사용자로부터 얻어진 바이오 데이터와 연계되어 스트레스 여부를 판정하는데 활용된다. 즉, 어떠한 바이오 데이터 조합이 어떠한 증상과 연관될 때 스트레스로 판정될지에 대한 정보를 Stress Combination Appearance Probability (SCAP) Matrix⁽¹¹⁾ 라는 통계적 분석도구를 통해 분석, 유지한다. 이 분석도구는 사용자 피드백을 기반으로 스트레스 관

련 증상과 바이오 데이터의 조합이 스트레스와 관련되는 정도를 지속적으로 누적하여 관리한다.



[그림 4] 스트레스 관련 증상 상위 온톨로지 계



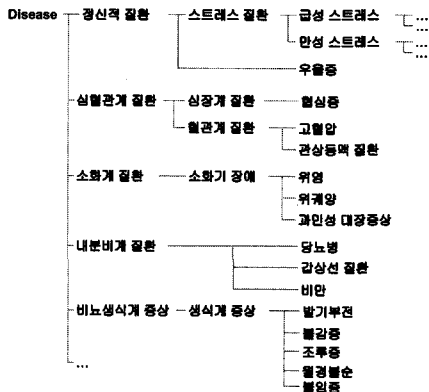
[그림 5] 스트레스 관련 증상 온톨로지 계층구조

3.2.2 질병 및 스트레스 온톨로지

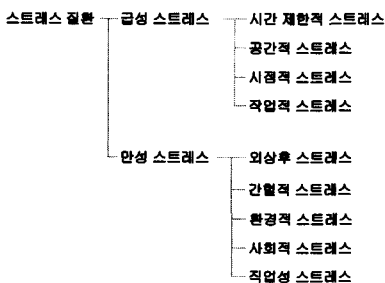
앞에서 설명한 스트레스 관련 증상들은 스트레스에 의해 유발될 수도 있지만 많은 증상들은 사용자가 가지고 있는 다른 질병에 의해 더 많이 나타날 가능성이 있다. 따라서 본 연구에서는 앞에 설명한 증상들과 관련되는 질병을 표현하기 위한 온톨로지를 정의한다. 한편 스트레스 자체도 사람이 가질 수 있는 질병 중에 하나이기 때문에 질병 온톨로지(Disease Ontology)의 한 부분으로 표현되나, 본 연구에서의 초점이 스트레스 질병의 분석에 관한 것이므로 자세한 스트레스 종류 및 다른 스트레스 유발요소와의 관계를 표현하기 위하여 스트레스 온톨로지 (Ontology)를 별도로 설명한다.

[그림 6]은 질병 온톨로지 계층구조 정의를 보여준다. 그림에서 보듯이 스트레스도 질병의 하나로 정의되었다. 이 질병 온톨로지는 자료 수집과 전문가의 조언을 통해 앞에서 설명한 스트레스 관련 증상과 연관되는 더 많은 질병들에 대한 정보를 확보하여 확장될 것이다.

스트레스 질환은 크게 급성 스트레스와 만성 스트레스로 분류될 수 있다. 급성 스트레스는 낙하산 타기, 수



(그림 6) 질병 온톨로지 계층구조 (일부분)



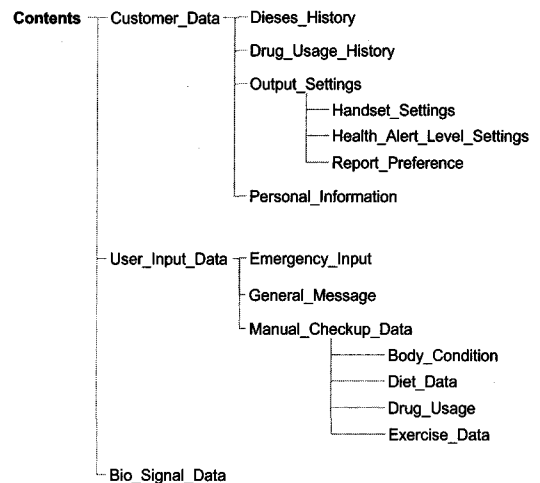
(그림 7) 스트레스 온톨로지 계층구조

술대기 등의 특별한 생활 사건과 연관되어 한시적으로 나타나거나, 밀폐된 곳이나 사람이 많은 곳 등의 특정한 공간에 기인하여 나타나거나, 이른 아침 등 특별한 시점 혹은 힘든 작업을 수행을 수행함으로써 일시적으로 나타나는 스트레스이다. 한편 만성 스트레스는 정신적 외상을 일으키는 충격적인 일에 기인하거나, 일정한 주기를 두고 간헐적으로 나타나기도 하며, 환경적, 사회적, 직업적인 지속되는 외부 영향에 의해서 나타나는 스트레스를 말한다. [그림 7]은 이러한 스트레스 질환을 표현하는 온톨로지 계층구조를 보여준다.

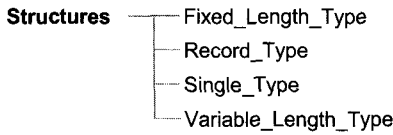
3.2.3 서비스 및 데이터 온톨로지

온톨로지를 이용하여 서비스들의 특징을 기술하면 U-health 서비스를 조합하여 새로운 프로세스를 작성할 때 새로 추가할 서비스, 혹은 대체 서비스를 추천하는데 활용 할 수 있다.⁽¹²⁾ 여기에서 프로세스란 서비스를 워크플로우 형태로 조합하여 여러 서비스의 실행순서 및 데이터 전달과정을 표현하는 것을 말한다. 서비스 추천에 대한 자세한 내용은 U-health 서비스 브로커 절에서 설명하도록 한다. 기본적으로는 서비스가 가지는 임출력 값을 표현하기 위한 데이터 내용(Content Ontology), 구조 온톨로지(Structure Ontology)와 일반적인 서비스 온톨로지(Service Ontology)가 존재한다.

데이터를 내용면에서 분류하면 센서를 통해 측정한 바이오 신호 값(Bio Signal Data), 사용자에게 대한 정적인 정보(Customer Data), 그리고 사용자가 상황에 따라



(그림 8) 데이터 내용 온톨로지의 계층구조



(그림 9) 데이터 구조 온톨로지의 계층구조

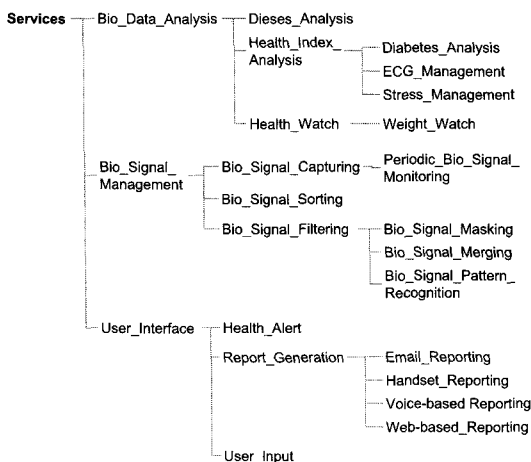
다르게 입력하는 유동적인 정보(User Input Data) 로 나눌 수 있다. 데이터 내용 온톨로지는 [그림 8]과 같은 온톨로지 계층 구조를 지닌다.

데이터를 구조적인 면에서 분류하자면 고정된 길이를 가지는 데이터(Fixed Length Type), 유동적인 길이를 가지는 데이터(Variable Length Type)등으로 나눌 수 있다. 다음 그림은 데이터 구조 온톨로지의 계층구조를 보여주고 있다.

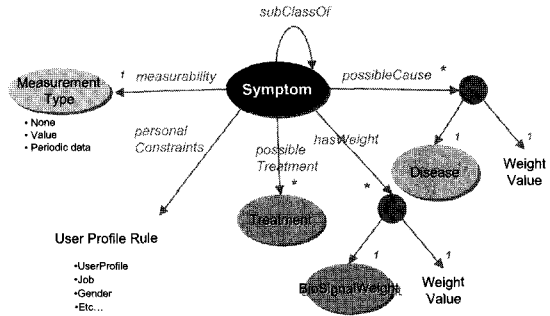
서비스 온톨로지는 U-health 프로세스에 사용될 서비스들을 기능별로 분류하여 계층구조로 나타낸 온톨로지이다. 현재 서비스 온톨로지는 바이오 데이터 분석(Bio Data Analysis)을 위한 서비스들의 집합과 그 정보를 처리(Bio Signal Management)하는 서비스들, 그리고 사용자에게 결과를 통보(User Interface)하기 위한 서비스들로 구성되어 있다. [그림 10]은 서비스 온톨로지의 계층 구조를 보여준다.

3.3 온톨로지기반 표현 모델

앞에서 설명한 증상, 질병, 스트레스 등의 온톨로지의 자세한 속성 및 상호 관계를 명시함으로써 관련된 서비스를 검색하기 위해서는 온톨로지 모델이 정의 되



(그림 10) 서비스 온톨로지의 계층구조



(그림 11) 온톨로지 기반 증상 표현 모델

어야 한다. 다음 그림들은 본 연구에서 가장 중요하게 다루어야 하는 관련 증상과 스트레스를 온톨로지 기반으로 표현하기 위한 모델들을 보여준다. 또한 서비스 브로커링을 위한 서비스 및 그에 관련된 속성들을 온톨로지로 표현하기 위한 모델을 보여준다. [그림 11]은 증상을 표현하기 위한 모델이다.

스트레스와 관련되는 증상은 우선 'subClassOf' 속성(Property)을 통해 다른 증상 개념들과의 계층적 관계를 표현한다. 예를 들어 '악몽'이라는 증상은 '기억적 증상'이라는 온톨로지의 하위(더 개념적으로 상세한, sub-ClassOf) 온톨로지로 정의될 수 있다. 그리고 앞서서도 설명한 바와 같이 어떠한 증상은 그것이 측정가능한지의 여부가 'measurability'라는 속성을 통해 표현되는데 그 값으로는 'None'(측정 불가능), 'Value'(하나의 수치로 측정 가능), 'Periodic Data'(일정주기 동안의 데이터 수집을 통해 측정 가능) 등을 가질 수 있다.

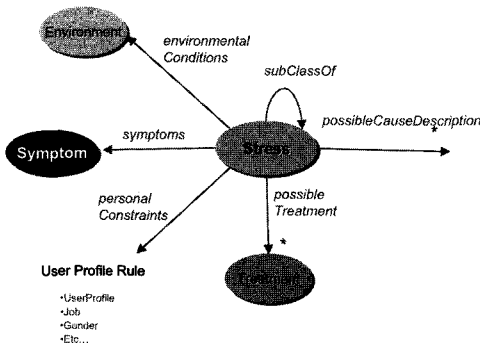
한편 어떠한 증상은 사용자의 성별, 나이, 직업 등의 요소에 의해 유발 가능성이 정해 질 수 있으므로 이러한 요소들과의 관계가 전형적인 규칙(Rule)의 기술을 통해서 명시된다. 전형적인 규칙 표현 방법에 대해서는 본 연구의 다음단계에서 정의될 것이다.

그리고 앞에서 언급한 바와 같이 어떠한 증상은 다른 질병에 기인하여 더 많이 나타날 수도 있으므로 같은 증상을 일으킬 가능성이 있는 질병들을 'possible Cause'라는 속성으로 표현한다. 한 증상은 여러 질병에 기인할 수 있으므로 이 속성은 여러 개가 동시에 존재할 수 있다. 이 속성의 값은 질병에 대한 온톨로지와 이 질병이 증상에 미칠 수 있는 정도(Weight Value)가 쌍으로 되어 표현된다. 질병을 표현하기 위한 온톨로지 기반 모델은 다음에 설명하는 스트레스 표현 모델과 유사함으로 설명하지 않는다.

또한 어떠한 증상에 대한 치료법이 존재할 경우에는 ‘possibleTreatment’라는 속성을 통해서 가능한 치료법들이 명시될 수 있다. 이 속성의 값으로는 치료법 온톨로지(Treatment Ontology)가 올 수 있다. 여기서는 치료법 표현모델에 대해서는 설명하지 않는다.

추가적으로 어떠한 증상을 센서를 통해 측정할 여러 가지 바이오 신호(Bio Signal)를 이용하여 발견 해 낼 때에 모든 바이오 신호가 그 증상을 발견하는 데에 같은 영향을 미치지 않는다. 예를 들면 증상중의 하나인 빈맥을 판단하는데 있어서 바이오 신호 중 하나인 심박수는 빈맥임을 판정하는데 중요한 신호이지만 혈당의 수치는 빈맥의 판정에 영향을 미치지 않는다. 이렇게 바이오 신호들이 특정 증상에 미치는 정도(Weight)를 저장하기 위하여 ‘hasWeight’ 라는 속성을 사용한다. 바이오 신호들은 여러 개가 존재 할 수 있으며 그 바이오 신호가 증상에 미치는 정도(Weight value)가 쌍으로 표현된다. 이 속성은 후에 SCAP Matrix를 통해 스트레스 여부를 판정하는데 도움을 준다.

[그림 12]는 스트레스를 표현하기 위한 모델을 보여 준다. 증상 표현모델과 유사하게 스트레스 온톨로지간의 개념 계층적 관계는 ‘subClassOf’ 속성으로 나타낸다. 이 모델에서는 증상들과의 관련성을 표현하기 위해 ‘symptom’ 속성을 정의하였다. 여러 증상들이 복합적으로 어떠한 스트레스를 유발할 수 있다는 근거에 의해 이 속성의 값은 정형적인 규칙을 사용하여 표현한다. 아울러 어떠한 스트레스와 관련되는 환경적, 개인적 요소들도 정형적 규칙으로 명시되어 각각 ‘environmental Conditions’와 ‘personalConstraints’ 속성을 통해 표현된다. 한편 이 스트레스 표현 모델은 어떠한 스트레스에 대한 일반적인 설명을 ‘possibleCause’라는 속성의 값으로 저장할 수 있도록 해 놓음으로써 차후에 스트레스

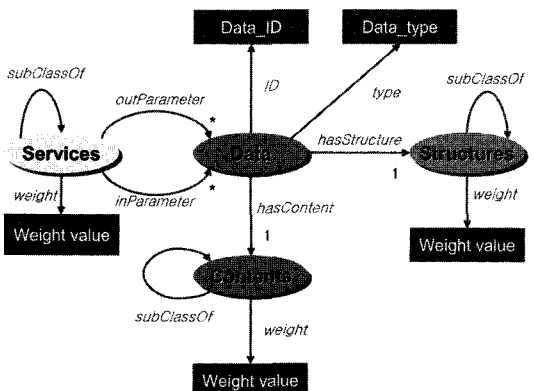


(그림 12) 온톨로지 기반 스트레스 표현 모델

판정 정보를 사용자에게 전달할 때 효과적으로 이용할 수 있도록 하였다.

[그림 13]은 서비스 온톨로지 및 서비스의 특징을 표현하기 위한 서비스 및 데이터(Data), 구조(Structures), 내용(Contents) 온톨로지들의 관계를 나타낸 모델이다. 일단 위의 온톨로지들과 유사하게 내부 온톨로지의 계층적 관계는 ‘subClassOf’ 속성으로 나타낸다. 구조 온톨로지는 서비스의 인자가 가지는 자료 구조의 온톨로지이다. 즉, 서비스의 입력 값이나 출력 값이 가질 수 있는 자료구조를 상징하는 클래스가 존재하고 이러한 자료구조들이 계층적 관계를 구성하고 있다. 구조 온톨로지 클래스의 예로는 객체, 단일객체, 리스트, 문자열 등이 있다. 내용 온톨로지는 서비스 인자의 내용을 의미한다. 즉, 어떠한 서비스의 입출력 값이 의미하는 바를 나타낸다. 이 클래스의 예로는 이름, 주소, 전화번호 등을 들 수 있다.

데이터 온톨로지는 구조 온톨로지와 내용 온톨로지를 합성한 온톨로지이다. 위의 U-health 서비스 브로커 설계 부분에서 좀 더 자세히 다루겠지만 데이터 온톨로지는 서비스의 입출력 값이 어떠한 구조와 내용으로 이루어져 있는지를 나타낸다. 따라서 각각의 데이터 온톨로지는 ‘hasStructure’로 입출력 값의 자료 구조를 가지고 ‘hasContent’로 내용을 가지게 된다. ‘ID’ 속성은 데이터 온톨로지의 고유한 아이디를 나타낸다. 서비스 온톨로지는 등록되어 있는 서비스의 목록을 나타낸다. 서비스 온톨로지는 ‘outParameter’ 와 ‘inParameter’ 속성을 통하여 서비스가 가지는 입력과 출력 값의 데이터 형식을 나타내고 이 값들은 후에 서비스 브로커링을 위해 사용된다.



(그림 13) 서비스 및 데이터, 구조, 내용 온톨로지 표현 모델 및 상관관계

IV. U-health 온톨로지 관리기 및 서비스 브로커 설계 및 구현

4.1 온톨로지 관리기 설계

위에 설명한 온톨로지들을 체계적으로 정의, 관리하고 이를 이용하여 스트레스 판정 및 해소방안 등의 효과적인 추론을 지원하기 위하여 본 연구에서는 온톨로지 관리기를 개발한다.

U-health 온톨로지 관리기는 [그림 14]에서 설명하는 것과 같이 크게 5가지 요소로 구성된다. ‘온톨로지 편집기(Ontology Editing Tool)’은 다양한 U-health 온톨로지를 GUI 기반으로 편리하게 정의할 수 있도록 하기 위한 도구로서 본 연구에서는 Open Source 프로그램인 스탠포드 대학의 Protégé를 사용한다.^[13] Protégé를 이용하여 정의된 온톨로지는 XML기반의 RDF (Resource Description Framework) 표현법으로 바뀌어 파일이나 데이터베이스에 저장될 수 있으며 이것이 ‘온톨로지 저장소(Ontology Repository)’ 요소가 된다. 그리고 이렇게 저장된 온톨로지 정보는 역시 공개 프로그램인 휴렛패커드사의 Jena라는 ‘API 생성도구’를 이용하여 메모리상의 ‘모델’ 그래프로 바뀌게 된다.^[14] 이 모델은 스트레스 판정 과정과 차후 U-health 서비스 추론 과정(서비스 브로커)에서 이용된다.

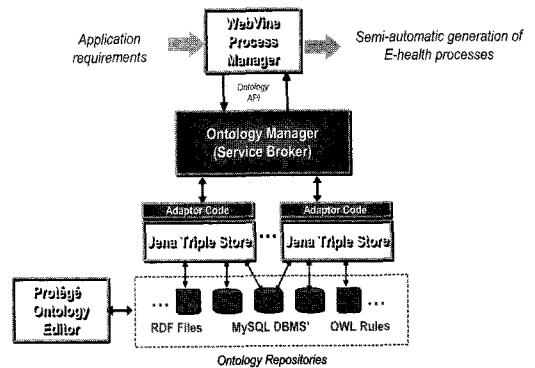
이러한 기본 구성 요소와 바이오 데이터를 수집하고 판정된 스트레스 정보를 생성하여 사용자에게 전달하는 요소들이 결합된 온톨로지 관리기의 아키텍처는 [그림 15]와 같다.

이 아키텍처에서는 앞에서 온톨로지 편집기(Protégé)가 온톨로지 저장소가 연결되어 온톨로지 정보를 체계적으로 정의하고 관리할 수 있도록 해주며 API 생성기

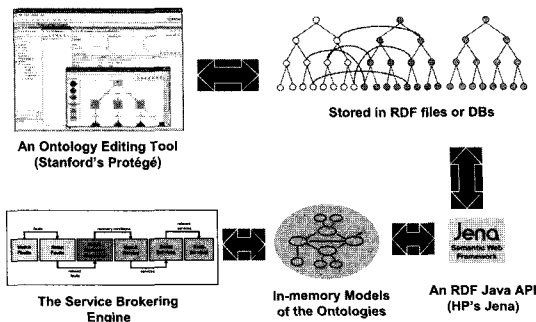
(Jena)는 약간의 어댑터 코드가 추가되어 서비스 브로커와 연결된다. 온톨로지 관리기는 온톨로지의 검색, 추론, 수집 등의 기능을 제공한다. 온톨로지 관리기에 포함되어져 있는 서비스 브로커는 온톨로지 기반으로 구성된 U-health 정보를 추론하여 사용자의 스트레스 종류와 정도에 맞는 다양한 서비스를 선택, 연계시켜 준다. 최종적으로 가장 상위에 위치한 WebVine 프로세스 관리기(Business Process Modeling Tool, BPMT)^[15]는 비즈니스 프로세스 모델의 설계에서 분석, 관리를 통합적으로 지원하는 도구로서 서비스 브로커의 추론결과를 활용하여 프로세스를 설계할 수 있게 한다.

4.2 서비스 브로커 설계

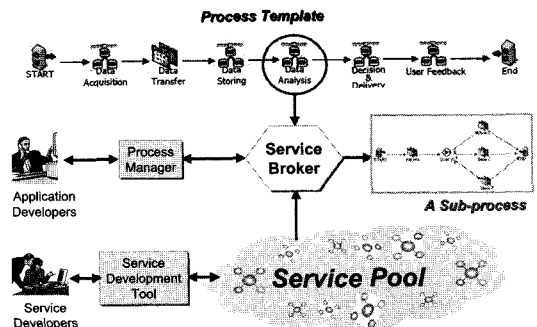
사용자들로부터 입력 받은 정보 및 바이오 신호들을 적절히 가공하여 원하는 스트레스 정보를 얻기 위해서 앞에서 프로세스 관리기에 대해 설명하였다. 이때 프로세스 관리자는 사용자에게 다양한 프로세스를 통한 서비스를 제공하기 위해 서비스 제공자들로부터 만들어진



[그림 15] 온톨로지 관리기 아키텍처



[그림 14] 온톨로지 관리기 기본 구성 및 상호관계



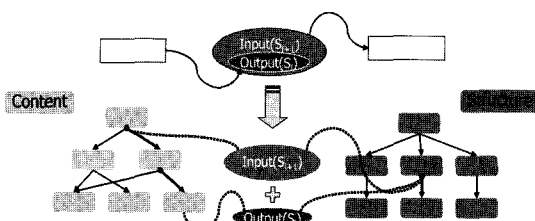
[그림 16] 서비스 브로커의 역할

서비스를 조합해 프로세스를 구성한다. 하지만 프로세스 관리자가 모든 서비스의 특징과 입출력 값과 적합한 아키텍처 등을 항상 숙지하고 있기가 어렵기 때문에 본 논문에서는 이러한 상황에서 서비스 구성을 도와주는 서비스 브로커를 설계하였다.

위 그림은 서비스 브로커의 역할에 대해 간략히 나타낸 그림이다. 서비스 브로커는 프로세스 개발자가 프로세스 템플릿을 활용해서 서브 프로세스를 구축할 때에 서비스 풀로부터 템플릿에 적합한 서비스를 검색하고 추천하여 줌으로써 서브 프로세스의 작성을 용이하게 한다. 다음 항목들은 서비스 브로커의 기능을 나열하고 있다.

- 서비스 기능에 기초한 서비스 검색
- 입력 값에 기초한 서비스 검색
- 대체 가능한 서비스 검색
- 상호 연계 가능한 서비스 검색
- 서비스 간 유사성 측정
- 서비스 간 의미적 거리 측정
- 중계 서비스 검색

위의 기능들은 온톨로지로 구축된 웹서비스의 의미적으로 기술함으로써 추론할 수 있다. 본 연구에서는 서비스의 의미(Service Semantics)를 기능적인 의미(Functional Semantics)와 입출력 값의 의미(Input and Output Semantics)를 통해 나타낸다. 기능적인 의미는 말 그대로 서비스가 어떠한 기능을 하는지 나타내는 항목으로 기능에 기초한 서비스의 검색 시에 사용된다. 입출력 값의 의미는 서비스가 실행되기 위해 필요한 입력 값과 결과로 나오는 출력 값을 나타내는 항목이다. 앞에서 설명하였듯이 입출력 값은 내용 온톨로지와 구조 온톨로지의 조합으로 이루어져 있다. 즉, 입출력 값은 그 데이터 값이 가지는 의미와 구조로써 표현될 수 있다. 예를 들자면 사용자의 혈압 수치를 받아 고혈압의 여부



[그림 17] 서비스 및 입출력 값들의 상관관계

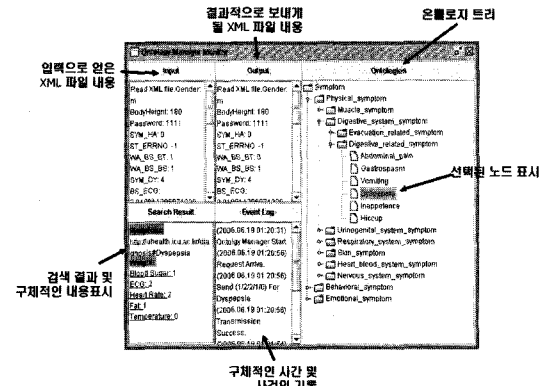
를 판정하여 알려주는 서비스가 있다고 하면 이 서비스의 입력 값은 혈압이라는 내용에 정수 값이라는 구조를 가지고 출력 값은 고혈압 판정이라는 내용에 2진수라는 구조를 가진다. 이러한 서비스의 입출력 값은 입력 값에 기초한 서비스의 검색 시에 활용 된다.

[그림 17]은 이러한 입출력 데이터간의 관계 분석 절차를 도식적으로 설명하고 있다. 앞에서 정의한 서비스의 입출력 값은 두 서비스 사이에 연결 관계를 추론할 때 사용된다. 앞의 서비스(S_i)가 가지는 출력 값은 뒤의 서비스(S_{i+1})가 가지는 입력 값으로 처리 될 수 있어야 한다. 만약에 앞의 서비스의 출력 값이 뒤의 서비스의 입력 값의 허용 범위를 넘어 처리되지 못한다면 오류가 발생한다. 서비스 브로커는 이러한 입출력 값에 의거한 서비스 사이의 관계를 활용하여 대체 서비스 검색, 상호 연계 서비스 검색, 중계서비스의 추론 및 검색 방법을 제공한다.

4.3 온톨로지 관리기 모니터

[그림 18]은 온톨로지의 검색, 추론, 수집 등을 통하여 결과를 도출하는 과정을 시각적으로 보여주는 온톨로지 관리기 모니터이다. 입력 값(Input), 출력 값(Output), 검색결과(Search Result), 경과 기록(Event Log), 온톨로지 트리(Ontologies)를 표현하는 부분들로 구성되어 있다.

입력 값은 WebVine을 통해 현재 서비스에 XML 형식으로 전달된 값들을 출력한 것이다. 검색결과 부분은 주어진 정보를 입력 값으로 하여 온톨로지 매니저를 활용한 서비스를 통해 도출된 결과를 출력하는 화면이다. 온톨로지 트리 부분은 현재 작업이 온톨로지의 어떠한



[그림 18] 온톨로지 관리기 모니터

노드를 사용하였는지 지정하여 보여준다. 출력 값은 입력 값에 더하여 온톨로지 매니저를 통해 도출한 결과 값을 WebVine을 통해 다음 서비스에 보내주었다는 것을 나타낸다. 마지막으로 경과 기록부분은 서비스의 시작, 결과, 종료 여부 등 서비스에서 발생한 사건과 그 시간을 기록한다.

4.4 프로세스 관리기와 서비스 브로커의 연동 구현

또한 우리는 WebVine 프로세스 관리기에 온톨로지 정보를 활용한 서비스 브로커링 기법을 적용하였다. [그림 19]는 WebVine 프로세스 관리기를 활용하여 스트레스 관리 서비스 제공을 목표로 한 U-health 프로세스를 작성 실제 예제를 보여주고 있다. 센싱, 데이터 저장, 문진, 스트레스 추론 등 각각의 단위 서비스들이 조합되어 스트레스를 측정, 진단, 해소 등 스트레스를 관리해 주기 위한 전반적인 서비스를 제공하는 프로세스가 구축되었다.

이러한 일련의 단위 서비스 개발과 프로세스 구축과정을 통하여 핸드폰으로 사용자의 건강상태를 체크하고 해소방안을 알려줌으로써 스트레스를 관리해주는 서비스를 구축하였다.^[14]

V. 결론

본 논문에서 우리는 U-health 데이터들의 계층 구조 분석과 온톨로지 모델 작성을 통해 서비스, 스트레스, 증상 온톨로지 등 U-health 자료 명세를 위한 온톨로지를

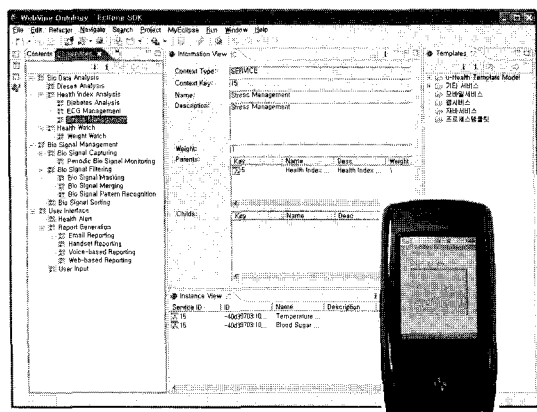
구축하였다. 또한 이러한 온톨로지의 생성 및 체계적 관리를 위한 온톨로지 관리기를 개발하였고, 온톨로지 정보를 활용하여 U-health 프로세스를 구축하는데 필요한 서비스를 의미적으로 검색해주는 서비스 브로커를 구축하였다.

현재 우리는 지속적으로 U-health 온톨로지를 정제, 확장하고 있다. 이렇게 구축된 온톨로지를 활용하여 질병 및 치료방법을 추천하는 방법을 연구 중에 있다. 또한 현재의 서비스 브로커의 기능을 확장하여 U-health 서비스에 특화된 서비스 검색 방법을 제안하기 위해 연구하고 있다. 한편으로는 현재 프레임워크 하에서 비만 관리를 위한 서비스 제공을 목표로 서비스를 작성하고 프로세스를 구축 중에 있으며, 이러한 건강관리 서비스들을 실제로 사용자에게 제공하기 위하여 U-health 포털 사이트를 구축 중에 있다.

이러한 연구를 통해 온톨로지 정보를 활용하여 다양한 맞춤형 U-health 서비스를 보다 빠르고 경제적으로 구축하는 것이 가능하게 될 것이다.

참고문헌

- [1] In-Young Ko, Robert Neches. "Composing Web Services for Large-Scale Tasks," IEEE Internet Computing, Vol. 7, No. 5, pp. 52-59, Sep/Oct 2003.
- [2] Gene Ontology Project, <http://geneontology.org>
- [3] R. Minchin, F. Porto, S. Hartmann, "Symptoms Ontology for Mapping Diagnostic Knowledge Systems," Computer-Based Medical Systems, pp. 593-598, June 2006
- [4] M. Hadzic, E. Chang, P. Wongthongtham, R. Meersman, "Disease Ontology based Grid Middleware for Human Disease Research Study," IEEE Industrial Electronics Society, pp. 480-486, Nov 2004.
- [5] T. Broens, S. Pokraev, M. van Sinderen, J. Koolwaaij, P.D. Costa, "Context-aware, ontology-based, service discovery," LNCS 3295, pp. 72-83, Oct 2004.
- [6] ViJayan Sugumaran, Veda C. Storey, "A Semantic-Based Approach to Component Retrieval," ACM SIGMIS Database, Vol.34, Issue 3, Aug 2003.



[그림 19] WebVine 프로세스 관리기를 통한 프로세스 모델링 및 핸드폰을 통한 결과 출력

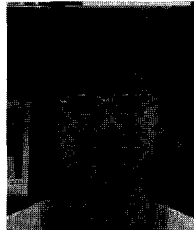
- [7] K. Yao, I. Ko, R. Neches, R. MacGregor. "Semantic Interoperability Scripting and Measurements," In Proceedings of the Working Conference on Complex and Dynamic Systems Architecture (CDSA), pp. 12-14, Dec 2001.
- [8] Thomas R. Gruber, "Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing," International Journal of Human-Computer Studies archive, Vol. 43, Issue 5-6, pp. 907-928, Nov/Dec 1995.
- [9] L. Cameron, E. A. Leventhal, H. Leventhal, "Seeking medical care in response to symptoms and life stress," Psychosom Medicine, Vol. 57, Issue 1, pp. 37-47, 1995.
- [10] 양병환, 백기청, 김정희, 백인호, 강병조, 김광수, 한창환, 원호택, 이기영, 스트레스 연구, 도서출판 하나의학사, 1999.
- [11] Dongsoo Han, In-Young Ko, Sungjoon Park, "An Evolving Mobile E-Health Service Platform," Proceedings of The International Conference on Consumer Electronics (ICCE) 2007, Jan 2007.
- [12] In-Young Ko, Robert Neches, Ke-Thia Yao, "A Semantic Model and Composition Mechanism for Active Document Collection Templates in Web-based Information Management Systems." Electronic Transactions on Artificial Intelligence (ETAI), Vol. 5, Section D, pp.55-77, 2001.
- [13] Protégé Ontology Editing Tool. <http://protege.stanford.edu/>
- [14] Jena-A Semantic Web Framework for Java. <http://jena.sourceforge.net/>
- [15] WebVine Suite: A Web Services Based. <http://webvine.co.kr/>

〈著者紹介〉



코인영 (In-Young Ko)

1990년 2월 : 서강대 전산과 졸업
 1992년 2월 : 서강대 전산과 석사
 2003년 5월 : 미국 Univ. of Southern California 박사
 1993년 6월~1996년 6월 : 공군사관학교 교관 (전임장사)
 1997년 1월~2003년 3월 : 미국 USC Information Sciences Institute (ISI) 연구조교
 2003년 4월~2003년 12월 : 미국 USC ISI Postdoctoral Research Associate
 2004년 1월~현재 : 한국정보통신대 공학부 조교수
 관심분야 : 소프트웨어 공학, 웹공학



전범준 (Beom-Jun Jeon)

2005년 8월 : 한국정보통신대학교 공학부 졸업
 2005년 9월~현재 : 한국정보통신대학교 공학부 석사과정
 관심분야 : 웹공학, U-health, 시맨틱 웹