

## 대사 증후군 환자들을 위한 온톨로지 기반 맞춤형 건강관리 서비스

이 병문\*, 이 영호\*, 유기민\*, 박지윤\*, 강운구\*

### Ontology-based Customized Health Management Service for Metabolic Syndrome Patients

Lee Byung Mun\*, Lee Young Ho\*, Yu Ki Min\*, Park Ji Yoon\*, Un-Gu Kang \*

#### 요 약

2005년도 국민건강영양조사에 의하면 우리나라 30세 이상의 인구에서 남자는 32.9%, 여자는 31.8%에서 대사증후군이 있는 것으로 보고되었다. 이러한 대사증후군은 유전적, 환경적 요인이 결합된 복합질환으로 다른 만성 질환들과 같이 예방 및 관리에 중요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 시스템 아키텍처, 온톨로지와 Jena2.0 추론엔진을 사용하며 질병관련 가이드라인을 정리한 데이터를 통하여 서비스를 제안하였다. 본 논문에서는 상황에 따른 정확도 실험을 하였으며, 실험데이터는 930개의 데이터를 선별하여 실시하였다. 그 결과 상황데이터가 많을수록 맞춤형 서비스가 가능하다는 결과를 얻었으며, 대사증후군의 위험요소가 다양하기 때문에 여러 가지 상황데이터로서 맞춤형 서비스를 추천하는 것이 효과적으로 보인다.

▶ Keyword : 대사증후군, 온톨로지, 가이드라인, 건강관리 서비스

#### Abstract

According to 2005 Korea National Health and Nutrition Survey, it has been reported that 32.9% men and 31.8% women have Metabolic syndrome among the population of age 30 and over. The importance of prevention and management is being emphasized in Metabolic syndrome which is a complex disease related to various generic and environmental factors like other chronic disease. In this study we suggest a service based on the data using the system architecture, ontology and Jena2.0 inference engine and organizing the disease-related guideline. The study also

• 제1저자 : 이병문 • 교신저자 : 강운구

• 투고일 : 2011.09. 29, 심사일 : 2011. 11. 22, 게재확정일 : 2011. 12. 22.

\* 가천의과학대학교 정보공학부(School of Information Engineering, GACHON University), 유-헬스케어연구소

※ 본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

arrives at the result through proper interpretation and reasoning process using health management service model based on ontology. The accuracy according to the situation was tested and 930 data samples were selected and experimented. We drew a conclusion that the much personalized data is available, the more personalized services are possible. Since the risk factors of Metabolic syndrome are various, it would be effective to suggest customized services based on various personalized data.

▶ Keyword : Metabolic syndrome, Ontology, Guideline, Health management system

## I. 서론

급속한 사회 환경 및 서구화에 따른 생활양식의 변화로 인하여 성인병의 발병률이 증가하고 있다. 성인병이 주목받기 시작하고 사회경제적 상태에 따라 질병 양상이 다르게 나타나고 있는 가운데 건강 문제에 있어서 중요 키워드로 자리 잡은 것이 대사증후군이다[1]. 이는 만성적인 대사 장애로 인하여 내당능 장애, 고혈압, 고지혈증, 비만, 심혈관계 죽상동맥 경화증 등의 여러 가지 질환이 한 개인에게서 한꺼번에 나타나는 것을 의미하는데 2005년도 국민건강영양조사에 의하면 우리나라 30세 이상의 인구에서 남자는 32.9%, 여자는 31.8%에서 대사증후군이 있는 것으로 보고되었다[2]. 이러한 대사증후군은 유전적, 환경적 요인이 결합된 복합질환으로 다른 만성질환들과 같이 예방 및 관리에 중요성이 대두되고 있다.

하지만 예방 및 관리차원의 서비스에는 한계점이 있다. 기존 연구 결과들을 살펴보면 환자들의 건강관리 중요성의 인식률이 증가하는 것에 비하여 건강행태 개선은 상대적으로 낮음을 살펴 볼 수 있다[3,4]. 또한 환자들에게 제공되고 있는 현재 서비스들 또한 환자 개인의 정보를 토대로 제공되기 보다는 통합형 서비스로 운영되고 있다는 문제점들이 있다.

이에 따라 환자들의 건강행태 개선 및 다양한 서비스를 제공하기 위한 효과적인 방법이 필요할 것으로 보인다. 죽상동맥경화성 심혈관계질환과 당뇨병의 경우 건강행태 개선으로 일차적 예방에 큰 효과가 있기 때문에 이러한 건강관리 서비스가 필요하다. 국내 리서치 조사 연구에 따르면 스마트 폰 보급률이 2011년 상반기 35%가 넘는 결과를 보였다. 이러한 리서치 결과를 반영하여 개인별 건강관리 서비스를 스마트 폰으로 제공하는 것이 보다 효율적일 것이다.

대사증후군은 다양한 원인에 의해 일어나는 것이므로 개인별 맞춤화 서비스가 필요하다. 대사증후군 매뉴얼을 기본으로 참조하여 환자들에게 가장 중요한 혈압조절과 운동, 식이관리

등의 추천서비스와 더불어 생활습관의 변화를 위한 체중 조절, 금연, 음주량들에 대한 정보들을 제공하는 효율적인 서비스 방안이 마련되어야 할 것으로 보인다.

이에 따라 본 연구에서는 환자 개인별 데이터를 기반으로 온톨로지를 이용한 연구를 진행하고자 한다. 또한 건강관리 서비스 구축 모델을 통하여 적절한 해석과 추론과정을 추출하도록 한다. 논문에서 제시하는 온톨로지 모델은 환자들의 상황데이터를 이용하여 필요한 가이드라인을 얻을 수 있게 하며 그에 따른 맞춤형 서비스를 제공받을 수 있도록 구성한다. 이러한 모델을 기반으로 환자 상황 기반의 가이드라인을 추론하며, 가이드라인 기반의 서비스를 추론함으로써 국내 보급률이 높은 스마트 폰을 통하여 쉽게 서비스를 제공 받을 수 있는 가상모델을 구성한다. 뿐만 아니라 정확도 실험을 측정하여 본 논문에서 제안한 서비스의 타당성을 밝히고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 본 논문과 관련된 연구들을 기술하였으며, 3절에서는 본 논문에서 제안하는 시스템 아키텍처 및 온톨로지 모델, 시스템 모델구현 및 정확도 실험 결과를 기술하였다. 마지막 4절에서는 결론과 함께 향후 연구의 진행 방향에 대해서 기술한다.

## II. 관련 연구

### 1. 대사증후군

대사증후군은 비만, 제2형 당뇨병, 고혈압, 고중성지방혈증, 저고밀도 지단백 콜레스테롤혈증과 심혈관 죽상경화증과 같은 질병과 밀접한 연관성을 가지고 있다. 한국인 30대 이상 성인의 약 20%에서 대사증후군을 동반하고 있는 것으로 나타났다[5]. 50대 이후에 여자에서 급격히 증가하는 양상을 보이는 연구결과도 있다[6]. 이렇게 다양한 연령층과 성인들의 운동습관과 식이습관에 관련된 요인 연구와 미치는 영향에 대한 다양한 내용과 연구결과[6,7]들을 바탕으로 본 연구에서는 대사증후군 환자들을 위한 식이, 운동서비스에 대한 보다

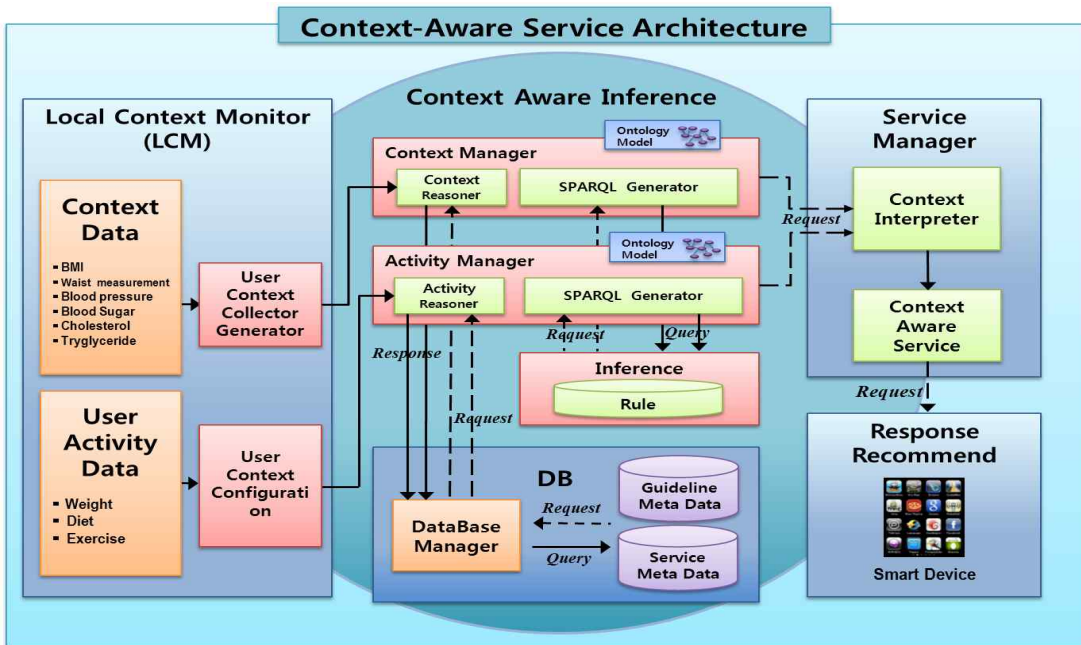


그림 1. 상황인지 기반 맞춤형 질병 관리 서비스 아키텍처  
 Fig. 1. An Architecture of Customized Disease Management Service based on the Context Awareness

더 나은 서비스 콘텐츠를 제안하고자 실시하였으며, 건강 행태 개선과 맞춤형 서비스 제공을 위한 효과적 방법을 제시하고자 한다.

## 2. 상황인지 모델

상황인식 컴퓨팅이란 “가상 공간에서 현실의 상황을 정보화하고 이를 활용하여 사용자 중심의 지능화된 서비스를 제공하는 기술”로 정의하고 있다[8]. 이를 기반으로 상황 인식, 상황의 특징 추출, 학습, 추론 등의 지능화된 기법을 적용하여 인간 중심의 자율적인 서비스를 가능하게 한다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 여러 서비스들이 이용되고 있으며 특히 상황인식분야에 대한 연구들도 활발히 이루어지고 있다. 대표적인 연구로는 상황인식을 통해 모바일 단말기간의 지능적인 협업을 제공해주는 브로커 중심의 미들웨어인 프라를 구축하는 연구인 Celadon과 온톨로지 기반 추론과 규칙기반 추론 방법을 기반으로 하는 연구들인 CoBrA, SOUPA등이 있다[9]. 가장 대표적인 CoBrA는 OWL을 이용하여 상황 및 문맥을 모델링하고 추론하며, 논리적 추론모듈을 통하여 지식의 불일치성을 감지하고 해결한다. 또한 사용자 정보의 공유를 제어하는 기능을 가지고 있기에 다양한

상황에 응용이 가능하며[10,11], SOUPA는 온톨로지 기반의 유비쿼터스 서비스를 개발하는데 개발환경과는 독립적으로 보다 쉽고 빠르게 개발할 수 있도록 하는 장점이 있으며, 활용할 수 있다[12,13,14]. 국내에 현재 추진되고 있는 상황인지 분야의 주요 연구 작업 요점은 상황인지의 핵심엔진을 개발하고, 이를 적용한 디바이스와 장치, 서비스 개발에 두고 있다[15].

## 3. 온톨로지

온톨로지는 현재 W3C를 중심으로 세계 각국의 기관 및 기업에서 활발히 연구 중인 분야이다[16]. 온톨로지 개념을 현재의 웹에 적용하여 웹 정보에 잘 정의된 의미를 부여하고, 인간뿐만 아니라 컴퓨터도 그 정보의 의미를 이해하고 처리하고자 하는 웹을 시맨틱 웹이다[17]. 가장 대표적인 시맨틱 웹 기반 온톨로지는 XML기반으로 형성된 RDF(Resource Description Framework)와 RDF Schema이다. RDF는 웹 자원을 기술하는 데 사용되는 메타데이터 작성을 위한 데이터 모델이고, RDF Schema는 RDF에서 사용되는 어휘들간의 관계를 정의함으로써 각 어휘가 지닌 의미를 표현하는 언어이다. 그리고 표현력이 가장 뛰어난 시맨틱 웹 온톨로지

언어로 자리 잡은 OWL(Web Ontology Language) 웹 표준 언어가 있다[18].

또한 온톨로지에 표현된 지식에 규칙을 제공하여 새로운 지식 추론을 가능하게 해주는 SWRL과 시맨틱 웹에 질의어를 통하여 추론을 가능하게 해주는 SPARQL, JESS, JENA 등이 가장 대표적인 온톨로지 추론 언어이다.

본 연구에서는 OWL을 이용하여 상황정보를 정의하고, JENA2.0 엔진을 이용한 Rule의 추론을 통하여 맞춤형 건강관리 서비스를 제안하고자 한다[19,20].

#### 4. 질병관리 가이드라인

대사증후군은 대개 복부비만(허리둘레 남자 > 90cm, 여자 > 80cm), 고혈압 130/85mmHg, 인슐린 저항성(혈당 110mg%이상), 콜레스테롤의 저하(HDL-cholesterol 남자 40mg% 미만, 여자 50mg% 미만), 중성지방 상승(중성지방 150mg% 이상)의 다섯 가지 중 세 가지 이상인 경우로 정의한다[21]. 즉, 이 다섯 가지 요인이 대사 증후군의 위험요소라 할 수 있다.

질병요소별 가이드라인을 본 연구에서 활용하기 위하여 각 학회별 질병관리 지침을 정리하여 참조하였다. 대한고혈압학회, 대한당뇨병학회, 대한가정의학회에서의 각 질환별 진료지침을 정의하였다[1][22,23]. 이러한 진료지침을 기반으로 국민건강보험공단에서는 건강보험 가입자 대상 맞춤형 정보제공 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 맞춤형 건강관리 프로그램, 맞춤형 생활습관 개선 프로그램, 맞춤형 건강질병정보제공서비스의 3가지로 크게 구분할 수 있다[23].

본 연구에서는 건강보험 가입자 대상 맞춤형 정보제공 시스템 중 하나인 맞춤형 건강관리 프로그램을 이용하여 대사증후군 환자들에게 제공하는 콘텐츠에 접목시켜 맞춤형 건강관리 서비스를 제안하고자 한다.

### III. 시스템 아키텍처 및 온톨로지모델

#### 1. 시스템 아키텍처

본 논문에서 제안하는 맞춤형 건강관리 시스템 모델은 그림 1과 같다. 환자와 관련된 상황정보들을 수집한 후, Local Context Monitor에서 수집된 상황 정보를 추론엔진이 읽을 수 있는 형태로 변환하여 Context-Aware Inference로 전송되어 상황 정보를 추론하게 된다.

Local Context Monitor에서는 Context Data와 User

Activity Data를 통해 상황 데이터를 전송 받아 데이터의 형태를 OWL형태로 변환하게 된다. Context Manager는 Local Context Monitor로부터 상황 데이터를 전송 받은 후, Context Reasoner에서 이를 추론하기 위해 구성되어 있는 Context Ontology Model을 참조하여 추론을 한다. 추론을 위한 순서는 온톨로지 환경의 질의 처리를 가능하게 하는 SPARQL의 질의를 생성 후 Inference의 Guideline Rule을 통하여 추론을 하게 된다. 추론된 결과로부터 환자의 질병 가이드라인이 결정된다. 이후 Activity Manager에서 다시 Service를 위한 추론을 위하여 Context Ontology Model을 참조하고 SPARQL의 질의를 생성 후 Inference의 Service Rule을 통하여 서비스를 추론하게 된다. 추론된 결과로부터 대사증후군 환자를 위한 맞춤형 관리 서비스를 추천할 수 있게 되며, 서비스에 대한 Metadata를 통해 서비스에 대한 내용을 환자의 스마트 Device에서 제공 받을 수 있게 된다.

#### 2. 온톨로지 모델

맞춤형 서비스에서 상황 데이터를 사용하고 다양한 정보를 표현과 그에 따른 추론과정을 위해서 상황정보 모델링이 필요하다. 온톨로지는 하위 수준의 정보로부터 상위 수준의 정보를 추출하기 위하여 사용되며 정보들을 일반화 하고 정보들 사이의 관계를 정의하기 위해서 사용된다[24]. 본 논문에서 제안하는 온톨로지 모델은 그림 2와 같다. 환자들의 상황데이터를 이용하여 필요한 가이드라인을 얻을 수 있게 하며, 그에 따른 맞춤형 서비스를 제공받을 수 있도록 구성 하였다.

##### 2.1 Guideline 온톨로지 모델

가이드라인에 필요한 상황정보를 정의하기 위해 그림 3과 같이 온톨로지 모델을 구성하였다. Context, Guideline, Medical 세 개의 메인 클래스로 구성되며, 각 클래스는 하위 클래스들을 가지게 되고 이들 사이의 연관 관계가 정의 되어 있다. Context 클래스의 서브 클래스인 HealthData 클래스는 환자의 건강정보 측정 결과로 구성되며 각 결과 값은 상황 데이터로서 구성되기 위한 Data Type을 갖게 된다. Medical 클래스는 HealthData 클래스를 통해 얻어진 환자의 혈압, 혈당, 콜레스테롤 수치를 바탕으로 한 임상 결과를 통하여 환자의 질병 위험군을 판별하며, Guideline 클래스는 환자의 상황데이터를 통해 분류된 질병 위험군을 판단하여 개인의 질병 상황에 맞는 가이드라인을 얻을 수 있도록 하며, Medical의 Instance들을 통하여 환자 상황에 맞는 가이드라인이 결정된다.

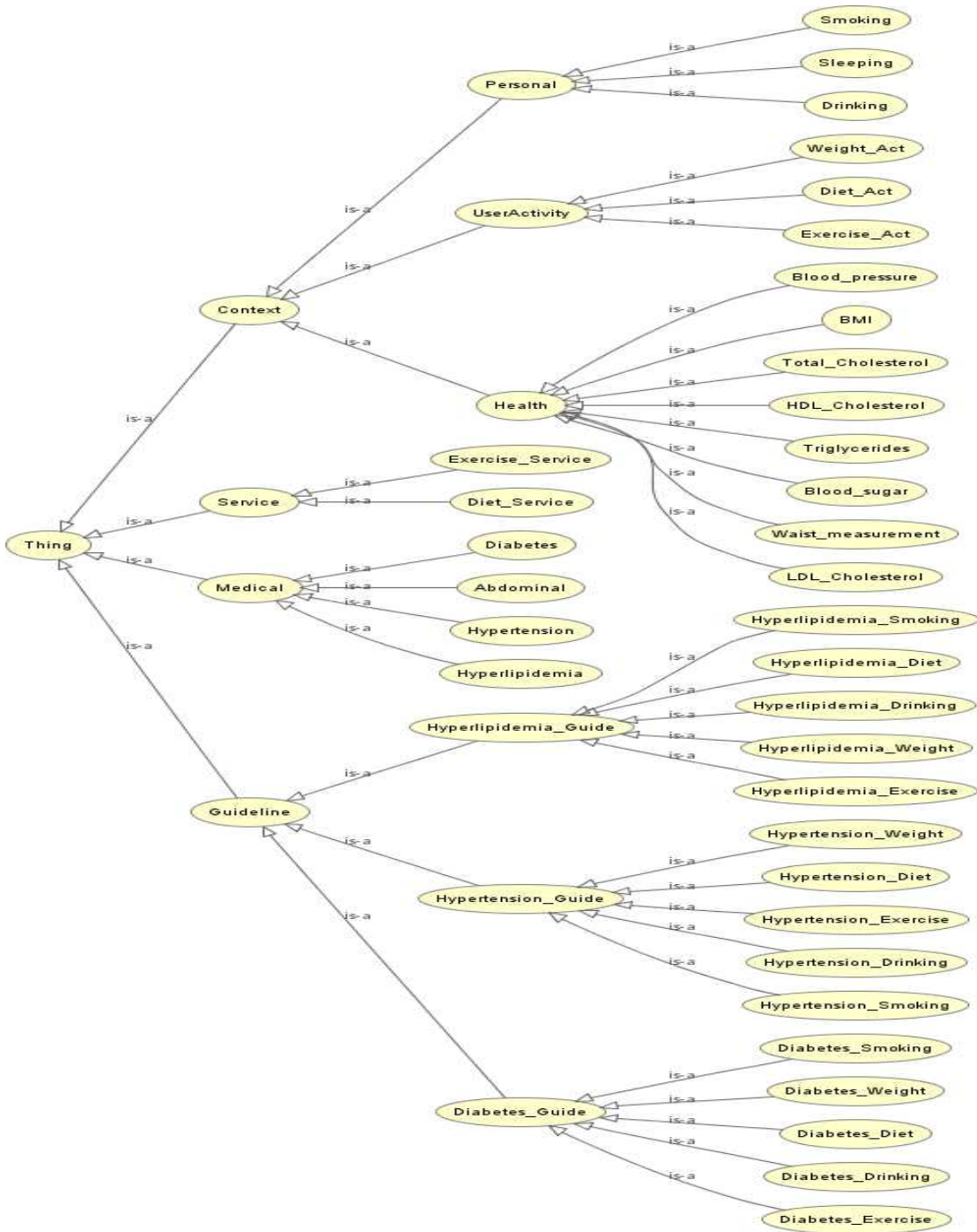


그림 2 맞춤형 질병 관리 온톨로지 모델  
 Fig. 2. Ontology Model by Customized Disease Management

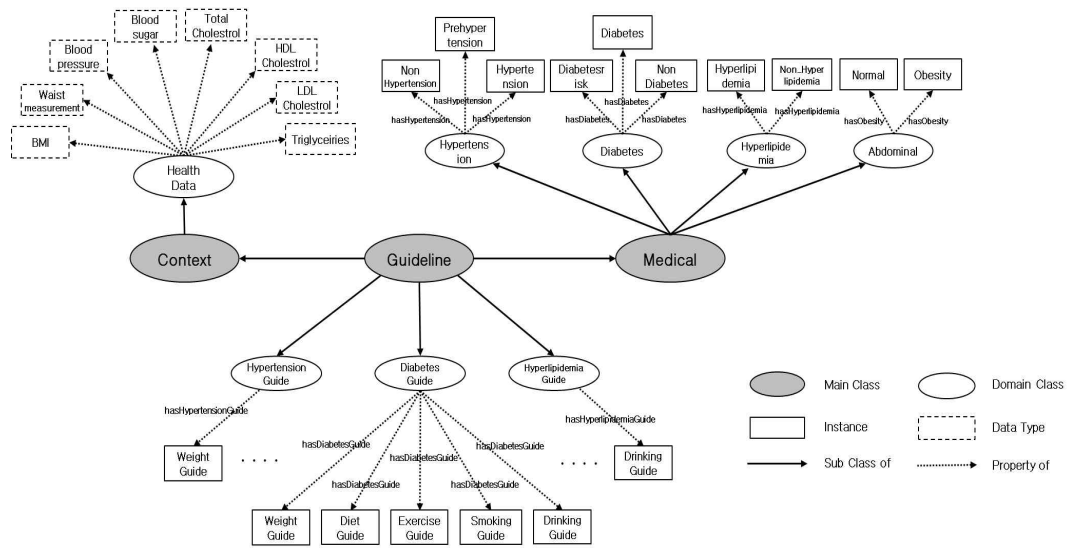


그림 3. 가이드라인 추론을 위한 온톨로지 모델  
Fig. 3. Ontology Model for Guideline Inference

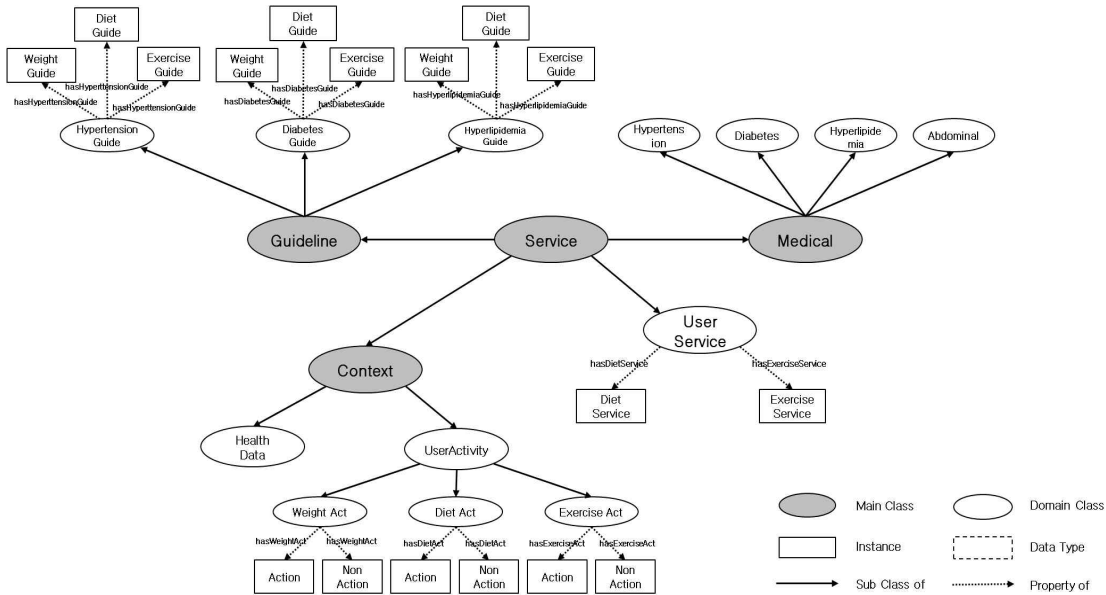


그림 4. 서비스 추론을 위한 온톨로지 모델  
Fig. 4. Ontology Model for Service Inference

### 2.2 Service 온톨로지 모델

Guideline 온톨로지에 의해 환자의 가이드라인이 결정이 되면 환자의 상황 데이터와 가이드라인에 의거한 서비스가 결정되어야 한다. 그림 4는 서비스에 대한 상황정보들을 정의하기 위한 Service 온톨로지를 나타낸다. Context 클래스의 Health Data에 의해 판별된 질병 위험요소와 그에 맞는 의학적 가이드라인이 결정이 되면 위험요소별 Target 수치가 결정이 된다. 이렇게 결정이 된 Target 수치에 따라서 Service 유무가 결정이 되며, 서비스가 결정이 되면 의학적 가이드라인에 의거한 서비스를 제공하게 된다. UserActivity 클래스는 Weight Act, DietAct, ExerciseAct 서브 클래스를 가지고 있다. 이 클래스는 환자 개인의 체중조절, 식이 및 운동 서비스 실천 유무에 따라서 서비스를 관리 할 수 있도록 도와준다. 질병 가이드라인에 따른 관리 유무와 환자의 상황 데이터에 따라서 고혈압, 당뇨, 고지혈증에 대한 가이드라인을 바탕으로 체중조절, 식이, 운동, 금연연고, 추천음주량 등의 서비스가 추천된다.

## IV. 시스템 모델 구현 및 실험

### 1. 시스템 모델 구현

본 논문에서 제안한 서비스 모델의 구현을 위하여 다음과 같은 구현 방법을 실시하였다. 본 서비스 모델은 Java 기반의 서비스 로직을 이용 하였고 OWL을 사용하기 위한 온톨로지 구축 도구로서 Protege 4.1을 활용하였다. 환자 상황 기반의 가이드라인 추론과 서비스 추론을 위한 추론엔진으로는 Jena 2.0을 활용하였다. 또한 SPARQL 질의를 생성하여 Rule을 통한 추론을 실행하였으며, 그 결과 값으로 얻어진 Metadata를 획득한 후, Android 기반의 스마트 디바이스를 이용하여 모니터링을 실시하였다.

#### 1.1 환자 상황 기반의 Guideline 추론

표 1. SPARQL Query 및 Jena 규칙에 의한 가이드라인 추론  
Table 1. Guideline Inference SPARQL Query & Jena Rule

SPARQL Query
<pre>SELECT ?Customer ?Property ?Guideline WHERE ?Customer hasRecommend ?Guideline. ?Customer ?Property ?Guideline</pre>

Jena Rule
<pre>[GuidelineRule: (?Customer hasHypertension ?Hypertension) ∩ (?Hypertension hasGuideline ?Guideline) ∩ (?Customer hasDiabetes ?Diabetes) ∩ (?Diabetes hasGuideline ?Guideline) ∩ (?Customer hasHyperlipidemia ?Hyperlipidemia) ∩ (?Hyperlipidemia hasGuideline ?Guideline) ∩ (?Customer hasWeight ?Weight) ∩ (?Weight hasGuideline ?Guideline) ∩ -&gt; (?Customer hasRecommend ?Guideline)]</pre>

환자의 상황 데이터와 Guideline 온톨로지를 통하여 환자에 상황에 맞는 가이드라인을 추론하기 위한 SPARQL 질의와 Jena 규칙은 표 1과 같다. 상황데이터를 입력한 후 OWL로 변환하고 SPARQL 질의를 생성하여 Rule을 통한 추론을 실행한다. 그림 5은 가이드라인의 추론된 결과 값을 나타낸다. 추론된 결과 값으로부터 치침에 대한 Metadata를 획득하여 Guideline 데이터베이스로부터 치침 내역을 제공할 수 있다.

#### 1.2 Guideline 기반의 서비스 추론

표 2. SPARQL Query 및 Jena 규칙에 의한 서비스 추론  
Table 2. Service Inference by SPARQL Query & Jena Rule

SPARQL Query
<pre>SELECT ?Customer ?Property ?Service WHERE ?Customer hasRecommend ?Service. ?Customer ?Property ?Service</pre>
Jena Rule
<pre>[ServiceRule: (?Customer hasHypertension ?Hypertension) ∩ (?Hypertension hasService ?Service) ∩ (?Customer hasDiabetes ?Diabetes) ∩ (?Diabetes hasService ?Service) ∩ (?Customer hasHyperlipidemia ?Hyperlipidemia) ∩ (?Hyperlipidemia hasService ?Service) ∩ (?Customer hasHyperlipidemia ?Weight) ∩ (?Weight hasService ?Service) ∩ (?Customer hasUserActivityHypertension ?UserActivityHypertension) ∩</pre>

```

(?UserActivity-Hypertension hasService ?Service) ∧
(?Customer hasUserActivityDiabetes
?UserActivityDiabetes) ∧
(?UserActivityDiabetes hasService ?Service) ∧
(?Customer hasUserActivityHyperlipidemia
?UserActivityHyperlipidemia) ∧
(?UserActivity-Hyperlipidemia hasService ?Service) ∧
-> (?Customer hasRecommend ?Service)
    
```

환자의 개별 Guideline 및 Service 온톨로지를 통하여 맞춤형 서비스를 추천하기 위한 SPARQL 질의와 Jena 규칙은 표 2와 같다. 환자의 체중, 혈압, 혈당, 콜레스테롤 수치에 따라 가이드라인이 결정되고 나서, 그에 따른 목표 수치가 결정이 되면 지침 권고에 따른 식이, 운동 서비스가 이루어질 수 있도록 상황데이터에 의해 다시 SPARQL 질의를 생성하고 Rule을 통한 추론이 실행된다. 이 과정에서 서비스에 따른 환자의 관리 유무에 따라서 추천 값이 변화하게 된다. 이러한 추론으로 얻어진 결과 값으로부터 Service에 대한 Metadatas를 획득하여 Service 데이터베이스로부터 환자의 맞춤형 서비스 내역을 제공 받을 수 있게 된다.

### 1.3 스마트 Device를 이용한 모니터링

다음은 온톨로지와 추론에 의해 얻어진 Metadatas를 통해 환자들의 스마트 폰을 통하여 서비스화 된 모습을 보여준다. 환자들에게 맞춤 서비스를 제공하고 그와 함께 더 효율적인 자가 관리를 위하여 스마트 Device를 이용하였다. 환자의 상황데이터를 통하여 위험요소를 판별하고 질병에 따른 가이드라인을 제시해 준다.



그림 7. 서비스 결과 화면  
Fig. 7. Service result screen

그리고 그림 6과 같이 질병별 가이드라인을 체중, 식이, 운동, 흡연, 음주 케이스로 분류하여 자신에게 필요한 가이드라인을 제시해 주고 그에 따른 식이서비스, 운동서비스와 체중, 흡연, 음주에 관한 권고지침이 이루어진다.

환자의 상황데이터에 따른 위험요소들에 따라 설정된 목표 수치가 정해지고 체중, 식이, 운동 서비스에 따른 행동권고가 이루어진다. 그 후 목표사항 실천여부에 따른 상황데이터 수치와 실천권고 유무에 따라서 가이드라인이 재설정 되고 권고 지침이 다시 결정되어 환자에게 맞춤형 운동, 식단, 권고서비스가 이루어질 수 있도록 한다. 그림 7은 이러한 서비스 중 맞춤형 식단서비스가 이루어질 수 있도록 한 결과 화면을 나타낸다. 추출된 Metadatas를 통하여 환자들의 스마트 폰이나 컴퓨터, IPTV등 스마트 디바이스를 이용하여 본 서비스 모델을 사용함에 따라 자가 관리의 효율성을 증진시킬 수 있을 것이다.

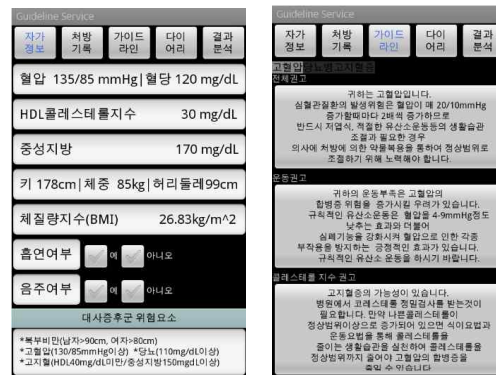


그림 6. 질병위험요소 판별 및 가이드라인 권고지침 화면  
Fig. 6. Discrimination by Risk factors of Disease & Guideline Recommendation screen

## 2. 정확도 실험

본 논문에서 제안한 서비스의 타당성을 평가하기 위하여 상황에 따른 정확도 실험을 실시하였다. 실험데이터는 질병관리본부에서 실시한 국민건강영양조사 데이터[2]를 사용하였으며, 그림 8와 같은 전 처리 과정을 거친 후 정확도 평가 실험을 실시하였다. 국민건강영양조사는 국민건강진검법에 근거한 법정조사로서 대표성과 신뢰성을 확보한 원시자료이다 [25]. 본 논문에서는 2005년 국민건강영양조사 원시자료 3만여 개 중 대사증후군과 관련된 Raw 데이터의 결측값 (null) 및 무응답을 제외한 930명의 데이터를 추출하였다. 결측값과 무응답을 제외하기 위한 방법으로 SPSS 17.0을 사용하여 결측값, 무응답을 0으로 대체하고 케이스 선택을 통하여 결측값을 제외한 실험에 필요한 데이터를 선별하였다. 또



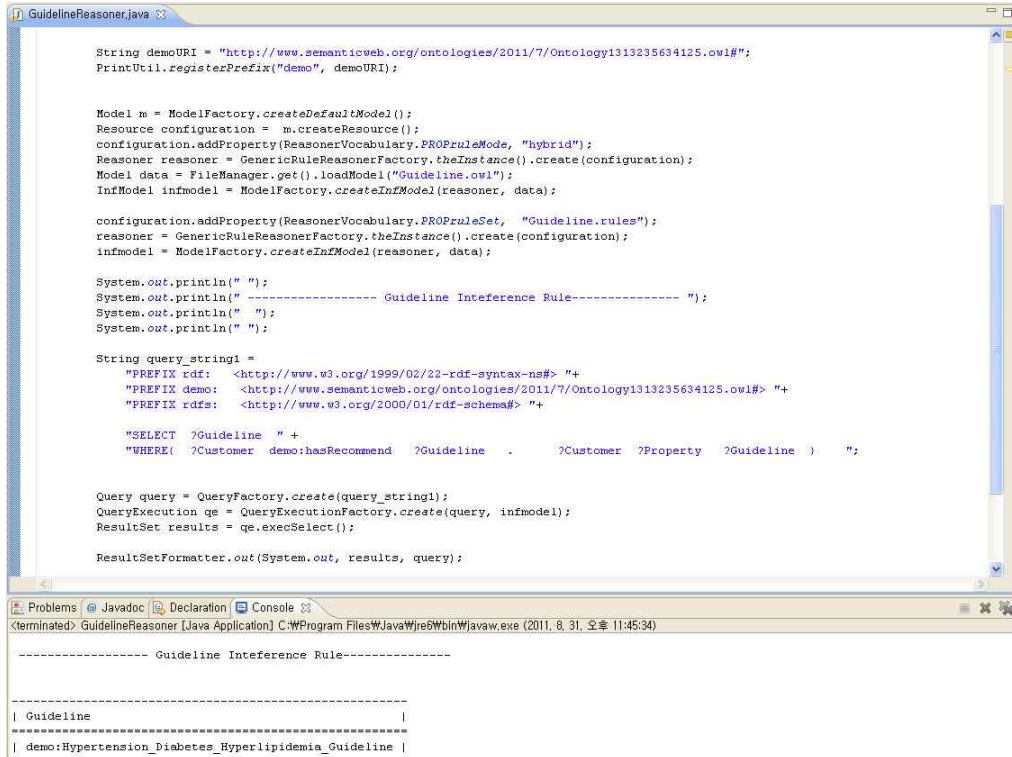


그림 5. 가이드라인 추론 결과  
Fig. 5. Guideline Inference result

한 의사진단에 따른 고혈압, 당뇨, 고지혈증 판명 환자들을 분류하여 실험에 필요한 실험군을 선별하여 정확도 평가 실험을 진행하였다.

표 3. 추론결과  
Table 3. Inference Result

	TP	TN	FP	FN
H	324	606	124	614
D	404	526	148	802
L	448	482	338	810
HD	508	422	258	394
HL	508	422	229	417
DL	559	371	347	706
HDL	864	66	102	72

H : Hypertension, D : Diabetes, L : Hyperlipidemia,  
 HD : Hypertension & Diabetes,  
 HL : Hypertension & Hyperlipidemia,  
 DL : Diabetes & Hyperlipidemia,  
 HDL : Hypertension & Diabetes & Hyperlipidemia

각 상황정보는 혈압, 혈당, 콜레스테롤 수치 중 한 가지 상황데이터만 사용하여 추론한 결과와 혈압, 혈당, 콜레스테롤 수치 중 두 가지 상황데이터를 사용하여 추론한 결과, 그리고 혈압, 혈당, 콜레스테롤 수치 세 가지 상황데이터 모두를 사용하여 추론한 결과로 나뉘게 된다. 정확도를 평가하기 위하여 추론된 값들 중 TP(True Positive), TN(True Negative), FP(False Positive), FN(False Negative)로 표 3과 같이 분류하였다. TP는 추론된 값 중에 올바르게 측정된 값이고, TN는 추론된 값 중 잘못 측정된 값이다. FP는 추론되지 않은 값 중 올바른 값이며, FN는 추론되지 않은 값 중 올바르지 않은 값이다. 실험에 의해 추론된 값을 토대로 Precision(정확률), Recall(재현율), F-measure(신뢰성)을 측정하였다. Precision은 전체 추론된 값 중에서 정확하게 판별한 비율을 나타내며, Recall은 모집단의 모든 데이터 중 정확히 판별한 비율을 나타내고, F-measure은 추론된 값에 대한 신뢰성을 나타낸다. 실험 결과를 토대로 측정된 Precision, Recall, F-measure은 그림 9와 같다.

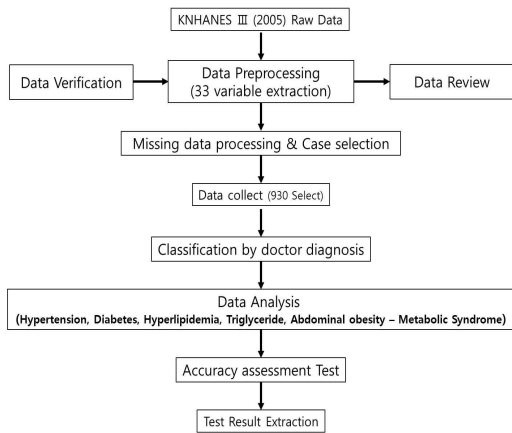


그림 8. 정확도 실험 데이터 선별 흐름도  
Fig. 8. Flow chart of Accuracy Test Data Selection

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F\text{-measure} = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

실험 결과를 토대로 Precision의 경우, 상황데이터를 한 가지씩만 사용할 경우 평균 0.421, 두 가지(HD, HL, DL) 씩 사용하였을 경우 평균 0.564으로 나타났고, 세 가지(HDL) 모두 사용하였을 경우 0.926으로 가장 높은 정확률을 나타내었다. Recall의 경우도 각각 평균 0.345, 0.518, 0.923으로 상황데이터 세 가지 모두 사용하였을 경우 가장 높은 Recall을 나타내었으며, F-measure에 있어서도 세 가지 상황데이터 모두를 사용하여 추론한 결과가 가장 높게 나타났다.

정확도 실험 결과에 따라 Precision, Recall, F-measure 모두 혈압, 혈당, 콜레스테롤 데이터를 함께 활용할 경우, 추론 정확도가 가장 높다는 결과에 의하여 대사증후군의 건강관리를 위해서는 혈압, 혈당, 콜레스테롤 등 많은 상황데이터 획득이 더 정확한 맞춤형 서비스가 가능하다는 결과를 얻을 수 있었다. 대사증후군의 위험요소가 다양하기 때문에 환자의 여러 가지 상황데이터를 함께 사용함으로써 맞춤형 서비스를 추천하는 것이 더욱 높은 효과가 있음을 확인 할 수 있었다.

## V. 결론

대사증후군의 위험요소는 여러 가지가 존재한다. 그 위험요소에 대한 의료적 가이드라인과 처방도 여러 가지가 존재한다. 이 여러 가지 요소들을 환자 개인의 상황에 맞게 정확히 분석되어 서비스가 이루어져야 효율적인 질병 관리가 이루어질 수 있을 것이다. 본 논문에서는 이러한 환자 개인의 상황에 따른 서비스 적용을 위하여 온톨로지와 추론엔진을 이용하였다. 환자의 개인별 상황 데이터들을 획득하고 온톨로지 모델을 적용하여 각 질환에 맞는 가이드라인을 가질 수 있게 되며 다시 환자 개인의 관리 상황과 가이드라인에 따라 맞춤형 관리 서비스가 가능할 수 있도록 온톨로지를 구성하였다. 온톨로지와 추론엔진을 이용한 추론결과를 토대로 환자의 가이드라인과 맞춤형 서비스를 스마트 Device를 이용하여 제공받음으로서 환자의 자가 관리 효율성을 높일 수 있도록 하였다.

환자의 상황 정보를 토대로 질병의 유무를 판단하여 가이드라인을 제시하고 각 질병에 따른 맞춤형 서비스를 더 효율적으로 하기 위해서는 많은 상황정보들이 필요한데, 정확도 실험을 통한 Precision, Recall, F-measure 측정 결과에서도 상황데이터가 많을수록 정확도가 높은 결과를 얻을 수 있었다. 그에 따라 맞춤형 서비스를 효율적으로 제공하기 위한 상황 정보 획득의 중요성이 크며, 상황 정보를 얻기 위해 인체와 관련된 기기환경에서의 센서를 이용한 여러 가지 연구들이 더 활발히 이루어져야 할 것이다.

향후 연구로 기존 가이드라인에 따른 서비스 요소들을 세분화하여 온톨로지를 구성하고, 의학적 가이드라인을 더욱 효율적으로 반영할 수 있는 온톨로지를 개발을 하여 서비스모델에 따른 환자의 순응도와 유효성 평가 기술을 적용한 모델을 상황인지 기술과 접목하여 추가 연구를 진행할 예정이다

## 참고문헌

- [1] H. S. Park, et al., "Manual of Metabolic Syndrome," The Korean Academy of Family Medicine, pp.1, Oct. 2007.
- [2] "KNHANES III(2005)," Korea Centers for Disease Control & Prevention, 2005.
- [3] E. H. Nah, H. Ch. Kim, "Comparison of Cardiova

- scular Risk Factors between Normotension and Prehypertension”, *The Korean journal of laboratory medicine*, Vol. 27, No. 5, pp.377-381, Oct. 2007.
- [4] “Hypertension and Diabetes,” National Hypertension Center, 2005.
- [5] D. H. Seo, “Relationship between Exercise and Metabolic Syndrome in Middle-aged Women”, University of Dankook, 2010.
- [6] M. K. Cho, “A study on health behaviors diet and related factors for metabolic syndrome in korea adults”, University of Korea, 2011.
- [7] S. J. Lim, “The effects of prevalence and metabolic syndrom index on Life style of adults”, University of Kangwon, 2011.
- [8] H. Chen, T. Finin, A. Joshi, “An Ontology for Context-Aware Pervasive Computing Environments,” *Special Issue on Ontologies for Distributed Systems, The Knowledge Engineering Review*, Vol. 18, No. 3 pp.197-207, 2004.
- [9] Y. Zou, T. Finin, A. Joshi, “F-OWL: an Inference Engine for the Semantic Web,” *Formal Approaches to Agent-Based Systems*, Vol. 3228, Nov. 2004.
- [10] X. H. Wang, D. Q. Zhang, T. Gu, H. K. Pung, “Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL,” In *Proc. PercomWorkshops*, Vol. 18 pp.18-22, Mar. 2004.
- [11] H. Chen, F. Perich, T. Finin, A. Joshi, “SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications,” *The First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems*, Vol. 1, pp.258-267, Aug. 2004.
- [12] D. M. Lee, Y. H. Lee, S. J. Hyun, I. Y. Ko, W. D. Cho, “Ubiquitous Smart Space Context Aware Computing Technology,” *Jinhan M&B*, May 2009.
- [13] J. E. Lim, O. H. Choi, H. S. Na, D. K. Baik, “Exercise Optimization Algorithm based on Context Aware Model for Ubiquitous Healthcare,” *Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 13, No. 6, pp.378-387, Nov. 2007.
- [14] B. M. Lee, J. K. Kim, J. H. Kim, Y. H. Lee, U. G. Kang, “A Customized Exercise Service Model based on the Context-Awareness in u-Health Service,” *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 9, No. 2, pp.141-152, Feb. 2011.
- [15] Carroll J. J, et al., “Jena: Implementing the Semantic Web Recommendations” *World Wide Web Conference Series*, pp.74-83, 2004.
- [16] RDF Primer, W3C Working Draft 23 January 2003, <http://www.w3c.org/TR/rdf-primer>.
- [17] I. Horrocks, et al., “SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML,” May 2004.
- [18] M. Dean, “Semantic Web Rules: Covering the Use Case,” *RuleML 2004*, Vol. 3323, pp.1-5, 2004.
- [19] OWL Web Ontology Language Overview, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210>
- [20] JENA2: A Semantic Web Framework, <http://jena.sourceforge.net>
- [21] “2004 Korean Hypertension Treatment Guidelines,” *The Korean Society of Hypertension*, 2004.
- [22] “Treatment Guideline for Diabetes 2011,” *Korean Diabetes Association*, 2011.
- [23] “Health insurance plan targeted to build custom information system,” *National Health Insurance Corporation of Seoul National University College of Medicine*, Mar. 2005.
- [24] J. H. Park, W. I. Park, Y. K. Kim, J. H. Kang, “A Customized Device Recommender System based on Context-Aware in Ubiquitous Environments,” *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 46, No. 3, pp.15-23, May 2009.
- [25] Y. C. Lee, B. H. Im, Y. H. Park, “The Determinants and Comparison of Health Behavior and Health Service by Private Medical Insurance on National Health-Nutrition Survey”, *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 10, No. 12, pp.190-204, 2010.

저자 소개



이 병 문

1988 : 동국대학교 전자계산학과 공학사.  
1990 : 서강대학교 전자계산학과 공학석사.  
2007 : 인천대학교 컴퓨터공학과 공학박사  
현재 : 가천의과학대학교 정보공학 부교수  
관심분야 : 유헬스, 센서네트워크  
Email : bmllee@gachon.ac.kr



이 영 호

2005 : 아주대학교 의과대학 의료 정보학과(이학박사).  
1999~2002 : IBM Korea BI & CRM EM  
현재 : 가천의과학대학교 정보공학 부 부교수  
현재 : ISO/TC215전문위원  
현재 : 수송물류분야 단체표준 전문 위원  
현재 : 스마트의료정보표준포럼사무 총장  
관심분야 : 데이터마이닝,의료정보,u-헬스케어  
Email : leeyh@gachon.ac.kr



유 기 민

현재 : 가천의과학대학교 정보공학부 유-헬스케어연구소 연구원  
관심분야 : 유헬스,인공지능,데이터 베이스  
Email : yumsksk@naver.com



박 지 윤

현재 : 가천의과학대학교 정보공학부 유-헬스케어연구소 연구원  
관심분야 : 온톨로지, 유헬스케어  
Email : wldbs12100@nate.com



강 윤 구

2002 : 인하대학교 대학원 전자계산공학과(공학박사)  
현재 : 가천의과학대학교 정보공학 부 교수  
현재 : 유-헬스케어연구소장  
현재 : IT융합산업 정책위원  
현재 : 한국컴퓨터정보학회 이사  
관심분야 : 의료IT융합, 유헬스, 의료정보, 소프트웨어공학  
Email : ugkang@gachon.ac.kr