

생물학과 의학 온톨로지 비교 분석

유정연, 엄동명*, 이규철
충남대학교 컴퓨터공학과, *한국한의학연구원

Abstract

A Comparison of Bio and Medical Ontologies

Yu Jeongyoun, Eom Dongmyung*, Lee Kyuchul
Dept. of Computer Engineering, ChungnamNationalUniversity
* Korea Institute of Oriental Medicine

Bioinformatics and medical informatics have moved to make its knowledge more systematically and computationally using ontology. These ontologies help querying and analyzing data and used to develop application in biomedical. However, no research about ontology of oriental medical exists. Thus, to maximize the power of transitional knowledge, it is necessary to construct the ontology for oriental medical. This paper compares the ontologies of bio and medical by an objective point of view to guide the construction of oriental medical ontologies.

Key Words: Ontology, Biology, Medical

1. 서론

시간이 흐르면서 사람이 앓을 수 있는 질병들이 증가함에 따라 질병에 관련된 연구도 다양해졌으며, 그에 대한 치료 방법들도 다양해졌다. 질병의 증가로 인해 의사들이 획득해야 하는 정보와 지식은 기하급수적으로 늘어나고 있으며, 따라서 의학 정보에 대한 체계적인 지식 구축을 필요로 하고 있다. 이러한 요구는 온톨로지를 통해 가능하게 된다. 온톨로

지는 개념과 그들 간의 관계들로 정의하며, 특정 도메인에 관련된 단어들을 계층적으로 표현하고 이를 확장하여 추론 규칙을 가짐으로써 지식을 표현한다.

생물학 분야나 서양의학 분야에서는 오래 전부터 온톨로지를 구축해 왔다. 생물학 분야에서는 방대한 양의 생물 데이터를 체계적으로 표현하고 관리하는 온톨로지의 구축에서부터 시작하여 여러 개의 온톨로지를 통합함으로써 생물 정보에 대한 지식을 구축하는 작업을 진행해왔다. 서양의학 분야 역시, 질병

을 분류함으로써 의학 정보에 대한 지식을 구축하고, 다양하게 정의된 의학 정보들을 통합하고, 이를 활용한 의료 관련 시스템들을 개발함으로써 의료 기술을 개발해 왔다.

한의학 분야는 생물학이나 서양 의학 분야에 비해 온톨로지 개발이나 구축이 더디게 이루어지고 있는데, 최근 2000년도부터 그 필요성을 인식하여 조금씩 개발이 진행되고 있는 실정이다. 따라서 한의학 분야에서 온톨로지를 어떻게 적용할 것인지, 어떤 방향으로 개발하고 구축할 것인지를 판단하고 계획하기 위해서는 생물학 분야와 서양 의학 분야에서 개발해 놓은 온톨로지들을 비교 분석하여 참고자료로 활용하는 것도 좋은 방법일 것이다.

이를 위해 본 논문에서는 2장에서 생물학과 서양 의학 분야에서 지금까지 개발되어 온 많은 온톨로지 중에 대표적으로 많이 사용되고 있는 온톨로지들을 살펴보고, 3장에서는 온톨로지들을 분석하는데 필요한 비교항목들을 선정한 후, 4장에서는 생물 분야와 의학 분야로 나누어 온톨로지들을 비교 분석하고자 한다. 그리고 5장에서는 현재까지 한의학 분야에서 개발되어 온 온톨로지 사례들을 살펴 본 후, 이들을 모두 종합하여 결론을 도출하고자 한다.

2. 대표적인 온톨로지들

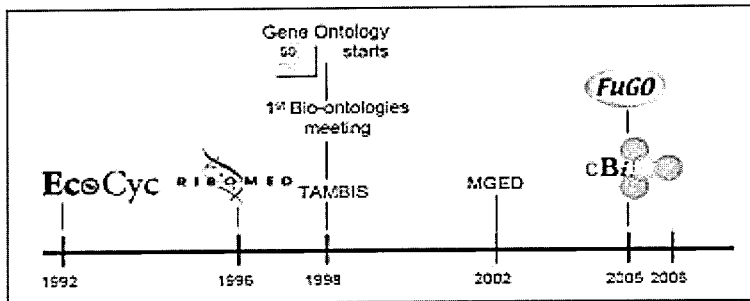


그림 1. 대표적인 바이오 온톨로지들

2.1 바이오 온톨로지들

생물학은 어떤 생물학적 지식에서 수학적인 공식을 적용하여 다른 생물 지식을 이끌어 내는 것은 불가능하다. 일반적으로 생물학자들은 특정 생물 지식을 이해함으로써 다른 생물 지식을 추론한다. 그러므로 생물학 분야에서는 유전자형에서 표현형까지의 생물학적 정보들에 대해 일관적으로 주석하는 것이 우선적으로 요구되었다. 이를 위한 수단으로 온톨로지가 사용되어 왔다. 온톨로지는 생물학 분야에서 데이터 기술 및 분석은 물론, 이질적으로 정의된 데이터를 이해하는데 도움을 주는 장점을 가지고 있다.

생물학에서 생물의 분류는 오래 전부터 진행되어 왔으나, 온톨로지를 사용한 것은 최근이다. <그림 1>은 시간 순서대로 생물학 분야에서 사용되어 온 대표적인 온톨로지를 나타낸 것이다¹⁾. EcoCyc²⁾와 같이 초기의 온톨로지는 무수히 많은 생물 데이터를 풍부한 지식으로 만드는 수단으로 사용되었다. 그 이후, 개별적으로 개발되어 온 이질적인 자원들에 대해 하나로 통합하는데 온톨로지를 사용하였다. 다른 한편으로는 GO(Gene Ontology)³⁾ 온톨로지에서도 같이 생물학적인 커뮤니티를 위해 온톨로지를 적용한 예를 볼 수 있다. 최근에는 MGED (Microarray Gene Expression Data)⁴⁾나 FuGO (Functional Genomics Investigation Ontology)⁵⁾와 같이 데이터의 주석은 물론, 질의, 실험하는 방법을 기술하는데 온톨로지를 사용하고 있다.

OBO(Open Biomedical Ontologies)⁶⁾는 생물 데이터를 주석하는데 사용하는 온톨로지들을 조정

하기 위해 설립된 컨소시엄이다. <그림 2>는 OBO에 등록된 온톨로지의 일부분을 보여준다.

Animal natural history and life history	ADW	protege source
Arabidopsis development	TAIR	arabidopsis.development.obo
Arabidopsis gross anatomy	TAIR	po.anatomy.obo
Biological imaging methods	FBbi	image.obo
Biological process	GO	gene.ontology.obo
BRENDA tissue / enzyme source	BTO	BrendaTissue.obo
C. elegans development	WBls	worm.development.obo
C. elegans gross anatomy	[none]	[none]
Cell type	CL	cell.obo
Cellular component	GO	gene.ontology.obo
Cereal plant development	GRO	cereals.development.obo
Cereal plant gross anatomy	GRO	po.anatomy.obo
Cereal plant trait	TO	plant.trait.obo
Chemical entities of biological interest	CHEBI	chebi.obo
Dictyostelium discoideum anatomy	DDANAT	dictyostelium.anatomy.obo
Drosophila development	FBdv	fly.development.obo
Drosophila gross anatomy	FBbt	fly.anatomy.obo
Event (INOH pathway ontology)	IEV	event.obo
Evidence codes	ECO	evidence.code.obo
eVOC (Expressed Sequence Annotation for Humans)	EV	evoc.obo.tar (v2.7)

그림 2. OBO에 등록된 온톨로지의 일부

OBO에 등록되기 위해서는 다음과 같은 기준을 만족해야 한다. 이 기준들은 온톨로지 개발에서 발생하는 실수들을 해결하기 위한 시도로 정의되었다⁷⁾.

- ✓ 온톨로지는 개방되어야 하며, 어떠한 제한 없이 모든 사람에 의해 사용될 수 있어야 한다.
- ✓ 온톨로지는 일반적으로 공유된 신택스(syntax)로 인스턴스가 정의되어 있거나, 정의될 수 있다.
- ✓ 온톨로지는 OBO에 이미 등록된 다른 온톨로지와 직교적인 관계를 가진다.
- ✓ 온톨로지는 유일한 식별자 영역을 공유한다.
- ✓ 온톨로지는 용어들에 대한 텍스트 정의를 포함한다.

2.2 메디컬 온톨로지들

의료정보학에서 온톨로지는 오랜 기간 동안 부호

화한 스키마의 사전을 만들기 위해 사용되어 왔다. 이것은 질병의 발발을 예측하기 위한 통계 자료의 사용을 목적으로 시작되었다. <그림 3>은 대표적인 메디컬 온톨로지를 나타낸다. 1880년 후반에 질병을 분류하는 ICD(International Classification of Diseases)⁸⁾를 통해 임상 용어에 대한 정의가 시작되었다. 그 후 FMA, CPT, SNOMED-CT와 같은 유사한 목적을 가지는 다른 용어들이 개발되어왔다. 그러나 개발되어 온 용어들은 동일한 개념을 표현하는데 서로 다른 용어를 정의하고 사용함으로써, 사용자들은 각 시스템에서 사용하는 용어들을 알아야 하는 불편함을 불러 일으켰다. 이러한 개념의 표현 차이로 인해 발생하는 문제점을 해결하기 위해 1986년 UMLS(Unified Medical Language System)⁹⁾가 개발되기 시작하였다. UMLS는 전자적인 생물의학 정보를 검색하고 통합하는 시스템으로, 현재 130개 개념은 생물의학 단어를 비교하고 통합하고 있다.

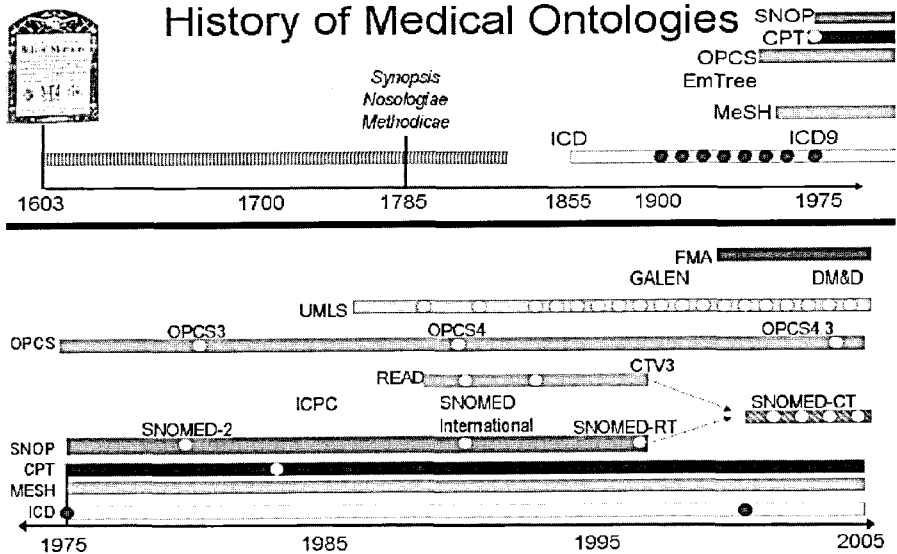


그림 3. 대표적인 메디컬 온톨로지들

3. 온톨로지들에 대한 비교 항목

온톨로지들에 대한 비교 항목으로 다음과 같이 11가지 항목을 기준으로 하였다. 이와 같은 기준은 어떤 온톨로지라 하더라도 다른 온톨로지와 비교될 것이므로 한의학 온톨로지를 구축할 때 염두에 두어야 하는 내용이기도 하다.

- ① 개발 기관 : 온톨로지의 개발에 참여한 기관을 나타낸다.
- ② 사용자 : 온톨로지를 주로 이용하는 사람을 나타낸다.
- ③ 목적 : 온톨로지를 개발한 목적을 나타낸다.
- ④ 버전 및 갱신 주기 : 버전은 최근에 온톨로지를 개발한 단계를 나타내며, 갱신 주기는 최근의 데이터로 수정 및 삭제하거나 새로운 데이터를 추가하는 드는 시간 간격을 말한다.
- ⑤ 도메인 : 온톨로지의 정의에 관련된 분야를 말한다.
- ⑥ 온톨로지 기술 정보 : 온톨로지에 정의된 요소

들을 말한다.

- ⑦ 온톨로지 표현 언어 : 온톨로지를 기술하는데 사용한 언어를 말한다.
- ⑧ 구축된 인스턴스 수 : 현재 온톨로지를 기반으로 구축되어 있는 인스턴스의 수를 말한다.
- ⑨ 온톨로지 개방 여부(소프트웨어, 온톨로지) : 개발자 외에 다른 사람이 정의된 온톨로지를 볼 수 있는지, 또는 온톨로지의 개발에 참여할 수 있는 방법을 나타낸다.
- ⑩ 활용 분야 : 온톨로지를 이용할 수 있는 분야를 말한다.
- ⑪ 응용 사례 : 실제로 온톨로지를 적용하여 개발한 사례를 말한다.

4. 온톨로지들의 비교 분석

4.1 바이오 온톨로지들의 비교 분석

바이오 온톨로지들의 대부분은 생물에 관련된 정보들을 검색하는 것을 목적으로 정의되고 있다. 그리고 TAMBIS¹⁰⁾를 제외한 모든 온톨로지들이 꾸준

히 업데이트를 하면서 개발을 진행하고 있다.

EcoCyc의 경우 1년에 4번씩 새로운 논문들을 검색하여 자체적으로 데이터를 갱신하고 있으며, GO의 경우 매주 새로운 용어에 대한 검색 및 정의를 하고 있다.

온톨로지의 도메인을 보면, 초반에는 단순히 생물 정보에 대한 정의를 중심으로 하고 있으나, 후반에는 실험 정보를 기술하고 검색하는 것에 중점을 둔 것을 알 수 있다.

그리고 온톨로지를 표현하는데 있어 최근에 시맨틱 웹 언어로 제안된 OWL을 이용하여 기술하려는 시도들이 많이 보이고 있다.

현재, 구축된 인스턴스의 수를 볼 때 가장 활발히 이용되고 있는 EcoCyc은 약 14,000개 이상의 논문들을 참조하여 데이터를 구성하고 있으며, GO의 경우 약 21,000개 정도의 계능 정보를 구성하고 있다. 그 외에 아직 개발 초기 단계에 있는 MEGO와 FuGo의 경우 약 200개 정도의 클래스로 데이터를 정의하고 있다.

자체적인 팀 내에서 관리하는 EcoCyc과 상업용을 목적으로 하는 Ribomed¹¹⁾, 그리고 개발이 중단된 TAMBIS를 제외한 온톨로지들은 게시판을 통해 온톨로지의 수정 및 추가에 대한 의견을 제시할 수 있다.

현재 프로젝트나 상업용으로 두드러지게 사용되고 있는 것은 GO와 MGED이다. GO는 계능 정보의 검색은 물론, 이를 확장한 실험 분석 및 표현을 하는 작업에 사용되고 있다. MGED는 BuG@Sbase외에 10개의 그룹에서 사용하고 있다. 바이오 온톨로지들에 대한 보다 상세한 비교 분석 결과는 부록 1에 첨부하였다.

4.2 메디컬 온톨로지들의 비교 분석

메디컬 온톨로지는 바이오 온톨로지보다는 다양한 온톨로지의 개발이 이루어져왔다. 의학 분야에 사용되는 질병 및 문헌들의 분류(예, ICD, MeSH¹²⁾, FMA¹³⁾와 GALEN¹⁴⁾과 같이 의학 데이

터에 대한 개념 정의, 의료 장치에 대한 식별자 정의(DM+D¹⁵⁾), 의학 용어들에 대한 통합 및 검색(UMLS) 등 다양한 목적을 가지고 개발되어 왔다.

현재 대부분의 온톨로지들이 지속적으로 개발되어 오고 있으며, 바이오 온톨로지와 같이 시맨틱 웹 언어를 이용한 온톨로지의 개발이 진행되고 있다.

구축되어 있는 인스턴스는 FMA는 약 120,000개, SNOMED CT¹⁶⁾는 약 350,000개 정도 구축되어 있다. UMLS는 약 130개 정도의 의학 용어들을 통합하였으며, 그 외 CPT¹⁷⁾나 ICD의 경우 약 8,000개 정도의 데이터가 구축되어 있다.

대부분의 의학 온톨로지로서 정의된 파일들은 다운받아서 볼 수 있으나, 이 온톨로지들에 대한 개발에 대한 참여는 이메일을 통한 참여로 제한되어 있다. 이 온톨로지들은 의학 용어 및 문헌의 검색은 물론, 통계 시스템, 의료 시스템에 활용될 수 있으며, 대부분의 온톨로지들이 실제로 다양한 프로젝트를 통해 개발되고 상용화되고 있다. 의학 온톨로지들에 대한 보다 상세한 비교 분석 결과는 부록 2에 첨부하였다.

5. 한의한 온톨로지 적용 사례

현재까지 한의학 분야에서 온톨로지는 아직 개발되고 있지 않다. 단지 대학을 통해 한의학 분야의 응용 시스템 개발의 일부분으로써 작은 단위의 온톨로지들만이 만들어 사용 되어 왔다. 국내에서는 한의학 진단 시스템 개발 등을 통한 시도가 이루어져 왔으며, 국외에서는 단순한 약 및 처방 지식 추출 시스템과 여러 개의 한의 지식을 통합하는 시스템에 대한 개발이 이루어지고 있다. 다음은 지금까지 국내 외에서 개발되어 온 한의학 온톨로지 적용 사례들이다.

5.1 국내 한의학 온톨로지 적용 사례

국내에서는 온톨로지를 적용하여 원격 문진시스템을 개발한 사례가 있다¹⁸⁾. 이 시스템은 <그림 4>와 같이 환자가 자신의 질병을 쉽게 파악하고, 의사

는 진단 과정을 모니터링하며 진단 결과를 환자에게 제공한다. 이 시스템의 전체 시나리오는 다음과 같다. 우선 환자가 자신의 증상을 입력하면, 자연어 처리를 통해 증상을 해석하고, 가능한 병명들을 온톨로지를 이용하여 생성한다. 이 병명 중 가능성이 높은 병명을 우선으로 하여, 그 병명의 진단 요건에 따라 추가적인 질문과 응답을 반복하여 정확한 병명을

추론한다(<그림 4>). 이 진단 요건은 OWL로 표현된 온톨로지로 정의되어 있다(<그림 5>). 의사는 시스템의 진단 과정과 그 추론 결과가 올바르게 도출되었는지를 모니터링하고, 환자에게 추가로 필요한 정보를 요구하거나 권고사항을 보내어 진단의 전 과정을 최종적으로 관리하는 역할을 한다.

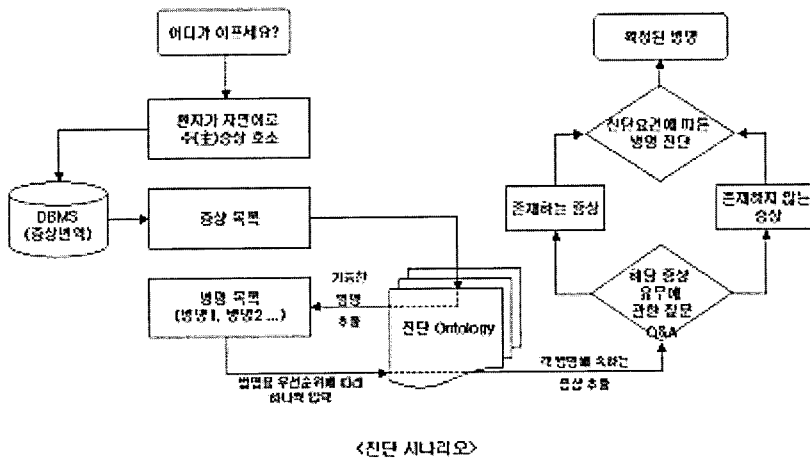


그림 4. 진단 과정 시나리오

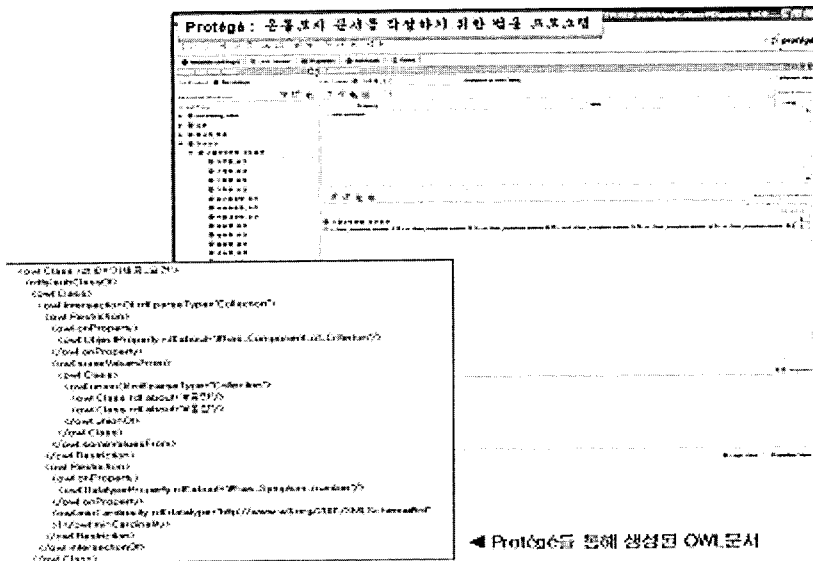


그림 5. 병명 진단을 위한 온톨로지의 예

또 다른 온톨로지 적용사례로 한의학 처방 지식관리시스템을 들 수 있다. 이 시스템은 온톨로지의 개념 요소에 네임스페이스 개념을 도입한 합성 온톨로지를 기반으로 하고 있다. 한의학 처방지식의 문서

화를 위한 메타 데이터 언어인 KPML(Korean Prescription Mark-up Language)을 설계하였으며, 이를 위한 전용 문서 편집기인 Doctor-K를 구현하여 처방 지식베이스 구축을 용이하도록 하였다.

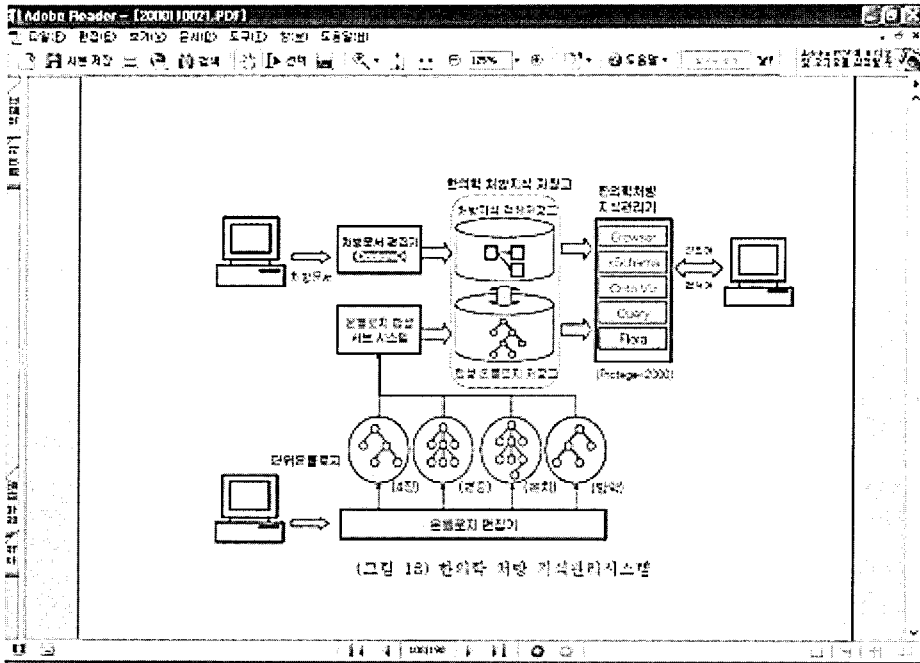


그림 6. 한의학 처방 지식 관리 시스템 구조

5.2 국외 한의학 온톨로지 적용 사례

국외에서는 약과 처방에 대해 XML기반의 온톨로지로 정의하고, 이에 대한 지식을 추출하는 시스템이 개발되었다¹⁹⁾. 온톨로지는 프레임 기반의 언어로 정의하였으며, <그림 7.>과 같이 계층적으로 구성되

어 있다. 온톨로지에 정의된 개념들은 약에 대한 속성, 효과, 징후, 예방 조치 등을 정의하고 있다. 그리고 <그림 8.>과 같이 EKEL(Executable Knowledge Extraction Language)을 이용하여 지식 추출 에이전트를 기술하였다.

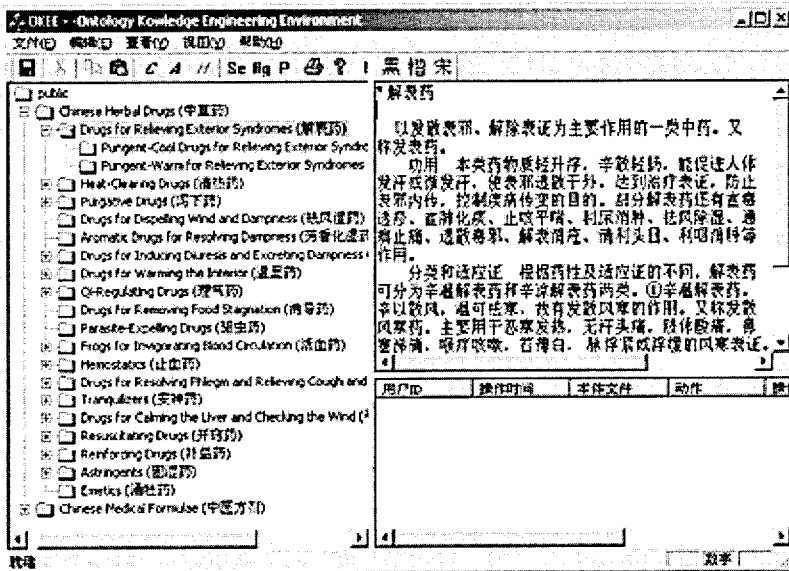


그림 7. 약물에 대한 온톨로지의 예

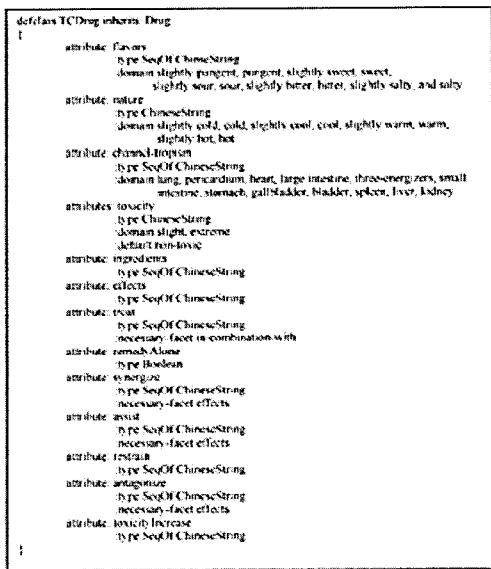


그림 8. 약물에 대한 지식 추출을 위한 클래스 정의 예

한의학 분야의 온톨로지에 대한 다른 연구로써,

UTCMLS(Unified Traditional Chinese Medical Language System)은 여러 개의 TCM(Traditional Chinese Medical) 지식을 통합, 조정하며, 재이용 가능한 온톨로지의 설계를 목적으로 제안되었다²⁰⁾. 이 온톨로지는 시맨틱 웹(Semantic Web)을 기반으로 정의되며, 여러 분야의 전문가들의 서로 협동하여 개발하고 있다. 현재 이 시스템 개발은 아직도 준비 단계에 있으며, 몇 개의 서브-온톨로지들만이 정의되어 있다. 이 서브-온톨로지로는 전통 중국 의학의 기본 이론과 원칙, 중국 약초 의학에 대한 화학 작용 및 처방, 침술, 약용 식물에 대한 정보 및 문헌 등이 구성되어 있다. 현재, 서브-온톨로지에는 8,000개의 클래스 개념과 50,000개의 인스턴스들이 정의하고 있다. <그림 9.>는 UTCMLS에서 제공하는 온톨로지의 전체 구조를 나타낸다. 이 온톨로지는 서브-온톨로지 외에 개념 정의, 개념 이름, 개념 관계, 의미적 관계, 의미적 타입 등을 정의한다

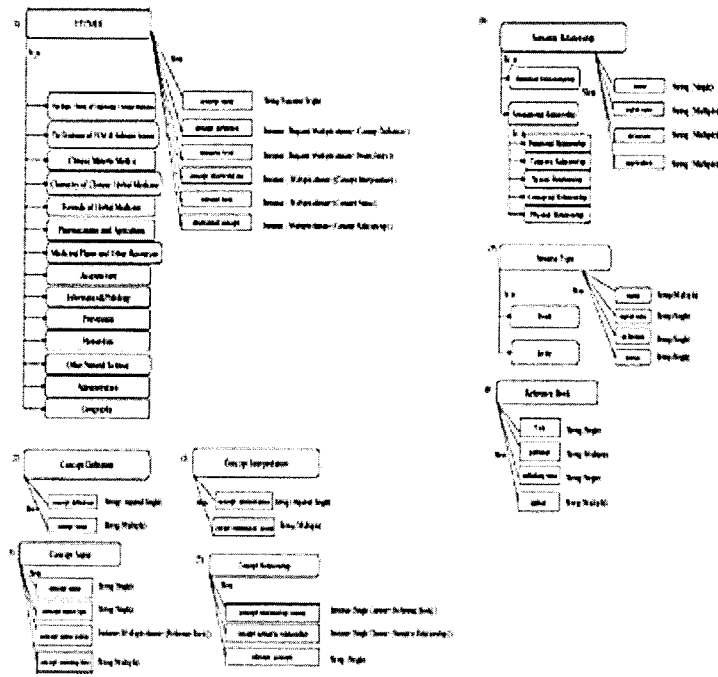


그림 9. UTCMLS 온톨로지의 전체 구조

6. 결론

본 연구는 지금까지 개발되어 온 생물과 의학 온톨로지들을 살펴보고, 이들 온톨로지들의 특성을 상세히 알아보기 위해 비교 항목을 설정한 후 이를 기준으로 분석하였다. 생물과 의학 온톨로지들은 상당히 오랜 기간 동안 개발되어 왔으며, 체계적이면서 많은 양의 데이터를 구축하고 있다. 또한 이를 이용한 실제적인 응용 사례들이 활발히 진행되고 있다.

생물 정보는 어떤 생물 정보에서 다른 생물 정보를 계산적으로 추론할 수 없으며, 생물학자가 유사한 특징을 가지는 정보를 검색하고 직접 추론함으로써 생물의 특징을 파악한다. 이런 이유에서 생물학 온톨로지는 생물 데이터에 대한 정의, 기술 및 관련 문헌에 대한 지식을 구축하고, 이 온톨로지들에 대한 통합 및 검색을 중심으로 개발되었다.

의학 분야는 생물 분야보다 더 오랜동안 온톨로지

를 개발하고 사용해 왔는데, 처음에는 해마다 질병이 발생할 수 있는 확률 계산을 목적으로 그 기초 작업이 되는 질병에 대한 분류 온톨로지로부터 시작하였다. 그 후, 의학 분야에 관련된 용어 및 분류 코드, 문헌 정보, 그리고 다양한 용어들을 통합하는 시스템을 개발하였다.

현재 한의학 분야에서 온톨로지 개발은 초기에 있거나, 개발이 되었더라도 실제 사용할 수 있을 수준의 온톨로지를 구축하고 있지 않다. 그러므로 온톨로지 개발에 대한 역사가 깊은 생물학 분야와 의학 분야에서의 온톨로지 비교 분석은 한의학 분야의 온톨로지 개발에 좋은 가이드가 될 수 있다.

체계적인 한의학 지식 구축을 위해서는 우선 GO나 ICD, FMA 등과 같이 한의학 분야에서 다양하고 이질적으로 사용되는 용어들에 대한 정의 및 기술에 대한 온톨로지 작업이 시급하다. 이 작업은 이전의 생물학 분야나 의학 분야에서와 같이 많은 시간과

노력이 요구되고 있다. 이것은 전문 용어나 문헌 검색은 물론, 분야별로 다르게 정의되어 있는 용어들을 통합하고 검색하는데 이용됨으로써, 한의학 분야의 활발한 학문 연구를 제공할 수 있다.

이 온톨로지 작업은 유사한 분야의 한의학 온톨로

지 개발에 참고 자료로 사용될 수 있으며, 향후 의학 분야의 EHR(Electronic Health Record)이나 EMR(Electronic Medical Record)와 같이 한의학 분야의 환자 관리 및 처방 서비스 등을 위한 시스템 개발에 사용될 수 있을 것이다

참고 문헌

- 1) Olivier Bodenreider and Robert Stevens, "bio-ontologies current trends and future directions", Brief Bioinform. 2006 Sep;7(3):256-74. Epub 2006 Aug 9
- 2) EcoCyc Home
- 3) Gene Ontology Home, <http://www.geneontology.org/>
- 4) MGED Home
- 5) Functional Genomics Investigation Ontology
- 6) OBO Inclusion, Criteria
- 7) OBO Ontologies
- 8) World Health Organization, International Classification of Diseases
- 9) Unified Medical Language System
- 10) Robert Stevens, :TAMBIS(2):184-186(2000)
- 11) Ribomed Biotechnologies, Inc.
- 12) Medical Subject Headings, <http://www.nlm.nih.gov/mesh/>
- 13) Foundational Model of Anatomy
- 14) OpenGALEN Home
- 15) Dictionary of medicines + devices
- 16) SNOMED@International
- 17) CPT@(Current Procedural Terminology)
- 18) 온톨로지를 이용한 한의학 원격 문진시스템의 설계와 시험적 구현, 김선호, 안충희, 박경모, 2004년 추계 대한의료정보학술대회
- 19) Cungen Cao, Haitao Wang, Yuefei Sui. "Knowledge modeling and acquisition of traditional chinese herbal drugs and formulae from text", Artificial Intelligence in Medicine 32(1): 3-13 (2004)
- 20) Zhou X, Wu Z, Yin A, Wu L, Fan W, Zhang R. "Ontology development for unified traditional Chinese medical language system", Artif Intell Med. 2004 Sep;32(1):15-27.
- 21) Intervention Classification (OPCS 4.3)

부록 1 <생물학 온톨로지 비교>

대상 항목	EcoCyc	RiboMed	Gene Ontology (GO)
개발기관	-SRI International -UNAM (National Autonomous University of Mexico) -TIGR (The Institute for Genomic Research)	-Ribomed Biotechnologies, Inc.	-Gene Ontology Consortium
사용자	-E.coli 생물학자, 미생물에 관련된 생물학자	-생물학자, 의료 관련자, 환경 공학자	-생물학자
목적	-E.coli를 시스템 레벨에서 이해하기 쉽도록 하기 위해	-초기에 질병을 발견하기 위해	-게놈에 대한 일관적인 기술을 제공하기 위해
버전 및 갱신 주기	-V10.5 (2006.9.8) -literature-based curation (4 분기)	-N.A.	-OBO format : 매일 30분 -Go Term : 매주
도메인	-bacterium EscherichiacoliK -12MG1655	-RNA, DNA, 단백질	-유기체에 있는 게놈과 게놈 물질
온톨로지 기술 정보	-E.coli 셀의 분자 리스트와 각 기능	-N.A.	-분자 기능, 세포 요소, 생물학적 과정
온톨로지 표현 언어	-프레임 기반의 언어	-N.A.	-Directed acyclic graph -XML, OWL(GONG)
구축된 인스턴스 수	- http://biocyc.org/ecocyc/release-notes.shtml	-N.A.	-OBO format : 21,625 (96%)
온톨로지 개방 여부(소프트웨어, 온톨로지)	-eCoCyc Team이 E.coli gene에 관련된 논문들을 검색하여 데이터베이스 관리 -사용자 참여 방법: 웹사이트와 데이터베이스의 문제점 등을 이메일을 이용하여 지적 참여	-상업적인 목적으로 사용	-새로운 용어나 온톨로지의 구성에 대한 참여 - https://sourceforge.net/tracker/?atid=440764&group_id=36855&func=browse -에러나 주석에 대한 지적은 메일을 통해 참여
활용분야	-미생물 관련 연구	-음식 테스트, 환경 테스트, 혈액 테스트, 동물 테스트에서 생물학적 테러를 위한 병원균 발견 -시험관 진단 테스트에서 돌연변이, 게놈 확장, SNPs, CpG, 메틸의 분석에 사용	-유전 정보를 요구하는 모든 생물 분야
응용 사례	-N.A.	-RiboMaker® Detection System	-GO를 검색하거나 브라우징 -GO를 이용하여 게놈이나 게놈 물질 주석 -게놈 표현 및 미세배열세포 분석 - http://www.geneontology.org/GO.tools.shtml#micro

대상 항목	TAMBIS	MGED Ontology (MO)	Functional Genomics Investigation Ontology (FuGo)
개발기관	-University of Manchester	-MGED Ontology Working Group	-FuGo Working Group
사용자	-생물학자, 생물 분석가	-생물학자, 컴퓨터 과학자, 데이터 분석가	-생물학자, 컴퓨터 과학자, 데이터 분석가
목적	-생물학자들이 생물학적 정보 자원들을 하나로 접근하도록	-미세배열세포 실험을 주석하기 위해 필요한 용어들 정의	-연구가 어떻게 수행되었는지에 대한 기술 -일관성 있는 주석, 질의, 데이터 통합
버전 및 갱신 주기	-1998년	-V 1.2.0 (2005.5.31)	-draft version (2006)
도메인	-5-sources : Swiss-Prot, Enzyme, Cath, blast, Prosite	-미세배열세포 실험	-기능적 게놈 실험을 기술하는 용어들
온톨로지 기술 정보	-TaO : 생물정보와 분자 생물학 개념, 이들간의 관계	-미세배열세포 실험의 표준화된 기술을 위한 개념, 용어 정의, 자원들	-연구(구조, 의도, 디자인.) -자료 -프로토콜, 방법 -생성된 데이터 및 분석 종류
온톨로지 표현 언어	-DL을 기반으로 하는 GRAIL	-DAML, OWL	-OWL
구축된 인스턴스 수	-1500 개념들	-228 클래스들	-174 클래스들
온톨로지 개발 여부(소프트웨어, 온톨로지)	-N.A	-온톨로지 개발에 참여 - http://sourceforge.net/tracker/?atid=603031&group_id=16076&func=browse -메일링 리스트를 통한 참여	-온톨로지 개발 참여 - http://sourceforge.net/tracker/?group_id=148958&atid=773191
활용분야	-데이터베이스와 분석 툴과 같이 생물 정보를 수행하는 여러 개의 정보 자원을 통합	-실험의 엘리먼트에 대한 구조적인 질의 -실험이 어떻게 실행되는지를 기술	-기능적인 게놈 실험을 위한 주석, 질의, 데이터 통합
응용 사례	-N.A	-BuG@Base, CaArray, Chemical Effects in Biological Systems... - http://sourceforge.net/mailarchive/forum.php?forum_id=12140&max_rows=25&style=nested&viewmonth=200602	-N.A.

부록 2 <의학 온톨로지 비교>

대상 항목	Foundational Model of Anatomy (FMA)	The Generalized Architecture for Languages, Encyclopedias and Nomenclatures in medicine(GALEN)	Dictionary of medicines + devices (DM+D)
개발기관	-Structural Informatics Group at the University of Washington	-openGALEN	-NHS Connecting for Health and NHS Business Services Authority, Prescription Pricing Division
사용자	-교육, 임상 의학, 전자 건강 기록, 생물학자 등 건강 관리 분야의 지식 모델가와 어플리케이션 개발자	-임상 어플리케이션 개발자	-임상 어플리케이션 개발자
목적	-일관성있고 표준화된 활용 가능한 해부학적 정보를 만들기 위해	-컴퓨터 기반의 시스템을 이용하여 건강관리의 상호 작용과 통합을 지원하기 위해 의학 개념에 대한 지식 제공	-의학과 진단에 사용되는 장치를 식별하기 위한 수단으로 사용
버전 및 갱신 주기	-At 정의 -ASA, ATA 개발 중	-N.A.	-V23(2006.7)
도메인	- 인간 해부	-진료 개념들	-의학 및 진단 장치
온톨로지 기술 정보	-Anatomy taxonomy (At) -Anatomical Structural Abstraction (ASA) -Anatomical Transformation Abstraction (ATA) -Metaknowledge (Mk)	-의학 개념 모델 -환자 데이터와 진료 기록을 표현하기 위해 사용되는 정보 시스템 모델 -환자에 관한 추론 모델	-의학과 진단 장치를 위한 식별자와 관련된 테스트 기술을 포함하는 사전
온톨로지 표현 언어	-프레임 기반의 언어	-GRAIL -OWL	-XML
구축된 인스턴스 수	-75,000 클래스들 -120,000 용어	-N.A.	-N.A.
온톨로지 개방 여부(소프트웨어, 온톨로지)	-이메일을 통한 참여	-개발자에 의한 참여만 허락	-온톨로지는 사용자 등록을 한 후, 다운로드가 가능 -개발자에 의한 참여만 허용
활용분야	-교육, 임상 의학, 전자 건강 기록, 생물학자 등 건강 관리 분야	-서로 다른 EHCRs간의 용어들을 중재를 제공하는 전자 건강 기록 시스템 -EHCR과 결정 지원 시스템을 위한 사용자 인터페이스 - http://www.opengalen.org/themodel/purpose.html	-다양한 임상 시스템들간의 상호 운영이 가능한 시스템
응용 사례	-Human Brain Project, Mouse-FMA.. - http://sig.biostr.washington.edu/projects/fm/AboutFM.html#futureExtensions	-part of the UK's prodigy Drug Prescribing Project : 약, 효과 및 속성을 정의하는 온톨로지	-통합된 진료 기록 서비스 및 처방 서비스를 지원하는 NPfIT의 핵심 요소

대상 항목	Unified Medical Language System (UMLS)	Office of Population Censuses and Surveys Intervention Classification (OPCS)	Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMEDCT)
개발기관	-US National Library of Medicine	-NHS Classifications Service / National Interventions Classification Project	-College of American Pathologists (CAP)
사용자	-전자적인 생물 의학 정보를 검색하고 통합하는 연구자들	-통계학자	-건강관리와 임상 지식을 공유하고 관리하는 임상학자 및 연구자
목적	-데이터베이스와 시스템들의 정보 분산 및 이질 데이터를 극복하기 위해	-질병과 사망 확인 및 병원 기록을 건강 문제 분류	-건강 데이터를 기록, 공유, 모으는데 일관적인 방법을 제공하는 언어
버전 및 갱신 주기	-V2.0 (2002.3)	-OPCS 4.3 (2006.4)	-2005.7
도메인	-biomedicine	-외과 수술 및 치료	-임상 건강 관리 용어들
온톨로지 기술 정보	-Metathesaurus -Semantic Network -SPECIALIST Lexicon and lexical tools	-외과 수술 및 치료 분류	-상위 레벨 개념들
온톨로지 표현 언어	-N.A.	-N.A.	-DL 기반의 오서링
구축된 인스턴스 수	-134 개자원 용어 -80 개의 단어의 종류	-N.A.	-357,000 개념들
온톨로지 개방 여부(소프트웨어, 온톨로지)	-브라우저 : 직접 이메일을 통해 라이선스 번호 부여 받아 후 접근 가능 -이메일을 통한 참가	-사용자 등록 한 후 파일 다운 -이메일을 통한 참가	-XML Schema 형태의 다운 - http://www.snomed.org/snomedct/xml_schema.html -ATHENS account를 통한 검색
활용분야	-전자적인 생물학 정보를 검색하고 통합	-통계 시스템	-환자 임상 기록 -건강 분류, 외과 분류 -건강 용어 및 개념에 대한 연구
응용 사례	-National Library of Medicine (NLM)	-UKNHS.분류 시스템	-Cerner Millennium과 같은 상업적인 의료 진료 시스템에서의 통합 -England and Wales NHS 용어

대상 항목	Current Procedure Terminology (CPT)	Medical Subject Headings (MeSH)	International Classification of Diseases (ICD-10)
개발기관	-American Medical Association	-The US National Library of Medicine (NLM)	-The United Nations World Health Organization (WHO), Geneva, in collaboration with 10 international centres
사용자	-의료 시스템 개발자, 의료 학자	-생물학자, 의료학자	-의료 관련 분석가
목적	-의료 서비스 및 절차를 보고하기	-의학 문헌을 인덱스 하고 분류하고 검색	-사망률에 대한 모음, 분류, 처리, 표현을 지원하기 위해
버전 및 갱신 주기	-매년 갱신	-매년 갱신	-ICD-10(2005)
도메인	-의료 절차 및 서비스	-의학, 양육, 치과의술, 건강 관리 시스템 등	-질병 및 관련된 건강 문제
온톨로지 기술 정보	-Category I : 임상 업무에서 많은 외과 의사에 의해 수행되는 서비스 -Category II : 수행 측정에 대한 코드 집합 -Category III : 새로운 서비스 및 절차에 대한 데이터 및 평가	-기술자, 수량, 문헌 타입, 용어, 참조등	-장, 블록, 타이틀
온톨로지 표현 언어	-N.A.	-XML, OWL	-6개의 공식 언어 및 36개의 다른 언어
구축된 인스턴스 수	-8,568 코드들	-Descriptor file : 260MB	-8,000 분류 -12,500 코드
온톨로지 개방 여부 (소프트웨어, 온톨로지)	-N.A.	-파일을 다운 로드하여 활용 가능 : -MeSH에 대한 제안 및 평가 참여	-파일의 다운로드가 가능함 http://www.who.int/classifications/apps/icd/icd10online/
활용분야	-의료 서비스 및 절차 보고	-도서 목록 열거 및 인덱스	-N.A.
응용 사례	-Medicare and Medicaid의 코드 -개인 보험 실행 및 관리 기구 -Health Care Financing Administration (HCFA) -Medicare and Medicaid의 서비스 보고 -Department of Health and Human Services (HHS) : 건강 관리 서비스 보고	-PubMed	-NHS의 코드 분류