

면역학 시소러스 및 온톨로지 구축*

임지희¹ 최호섭² 배영준³ 옥철영⁴ 최성필⁵ 성원경⁶ 박동인⁷
울산대학교 컴퓨터정보통신공학과 한국어처리연구실^{1,2,3,4}
한국과학기술정보연구원 정보시스템부^{5,6,7}
{arisu80,young4862}@mail.ulsan.ac.kr^{1,3}, {hoseop,okcy}@ulsan.ac.kr^{2,4},
{spchoi,wksung,dipark}@kisti.re.kr^{5,6,7}

Construction of Immunology Thesaurus and Ontology

Jihui Im¹ Hoseop Choe² Youngjun Bae³ Cheolyoung Ock⁴
Korean Language Processing Laboratory,
Dept. of Computer Engineering and Information Technology,
University of Ulsan

SungPil Choi⁵ Wonkyung Sung⁶ Dongin Park⁷
Information System Research Lab,
Korean Institute of Science and Technology Information

요 약

본 논문에서는 국가에서 추진하는 차세대성장동력산업과 관련된 특정 분야('바이오 신약/장기' 분야 중 '면역 기능 제어')를 선택하여, 기 구축된 면역학 전문용어사전을 비롯하여 의학용어사전, 표준국어대사전 등을 참조하여 핵심 용어와 관련 용어를 중심으로 면역학 시소러스(어휘 3,462개) 및 온톨로지(개념 노드 4,703개)를 구축하였다. 이것은 전문용어사전부터 온톨로지에 이르기까지 통일화된 표준 체계를 가지고 있으며, 도메인 온톨로지를 구축하여 향후 온톨로지 개발 방향을 설정할 수 있는 계기가 되었다고 할 수 있다. 또한 면역학 시소러스는 검색의 성능을 향상시킬 수 있도록 충분한 양의 데이터를 구축하였고, 면역학 온톨로지는 언어처리적 관점에서의 온톨로지를 표현하였다. 이는 정보검색에서의 효율성을 비롯하여, 특정 웹 온톨로지 언어를 이용한 웹 온톨로지로의 변환성, 대규모 도메인 온톨로지라는 점에서 의미를 가진다고 할 수 있다.

1. 서 론

최근 학술적·기술적·경제적으로 핵심 연구 대상으로 부각하고 있는 것이 바로 지식 정보(knowledge information)에 대한 연구이다. 즉, 수많은 지식 정보의 체계화, 지식 정보의 저장 방법, 저장된 지식 정보의 활용, 지식 정보의 표준화 등 다양한 관점에서 연구 개발이 진행되고 있다. 그러나 대규모의 지식 정보를 다루기 위해서는 막대한 비용과 시간이 소요되며, 명확한 학술적·기술적 표준화가 없는 실정이라서 연구 개발에 많은 문제가 있다.

방대한 지식 정보를 체계화하기 위해서는 제학문적 기술이 요구된다. 즉 각 분야별 지식 정보에 대한 명확한

학문적·이론적 지식을 비롯하여 기술적 지식, 응용적 지식 등 연구 개발에 활용하고자 하는 지식 정보에 따라 상당한 지식이 요구된다. 이러한 요구 사항은 지식 정보 관리 체계 확립에서는 반드시 필요한 이론적·실제적 기반이며, 실질적인 응용 시스템 개발에서 일반 사용자, 전문 연구자, 관리자 측면에서도 효율성을 기대할 수 있는 중요한 요소이다. 그리하여 분야별 전문 지식 정보를 다루는 응용 시스템에서는 분야별 전문 지식을 비롯하여, 응용 시스템을 통한 서비스 유통 과정 등을 충분히 고려하지 않으면 안 된다.

본 논문은 과학기술 분야 지식 정보 중 일부(차세대성장동력산업의 '바이오 신약/장기' 분야 중 '면역 기능 제어')를 하나의 모델로 삼아 전문적인 지식을 담고 있는 기초 자원을 체계화하기 위하여, 형식적 틀과 내용적 구

* 이 논문은 2004년 한국과학기술정보연구원에서 시행하는 위탁연구과제로 수행되었다.

성을 고려한 기구축된 전문용어사전을 기반으로 지식 체계화의 한 방법인 시소러스(thesaurus)를 개발한다. 또한 이 시소러스를 이용하여 특정 분야의 온톨로지(doma in ontology)를 개발하여 시소러스가 가지는 의미적·개념적 연결 관계의 확장성을 보이고자 한다.

2 번역학 시소러스 구축

2.1 번역학 시소러스의 개발 단계

번역학 시소러스의 개발 단계를 [그림 1]과 같이 정리할 수 있다.

개발 주제 분야의 정의	차세대신성장독력산인 중 바이오 신약/장기의 핵심 개발 기술인 면역 기능 제어와 관련된 학문인 면역학을 대상으로 시소러스 구축
시소러스 특성 및 형태 결정	번역학 시소러스는 검색용 시소러스의 형태를 취하여 번역학 용어의 한글/영어 두 언어를 중심으로 상하위 계층 구조 형성
번역 및 개념 방법	번역적 방법과 개념적 방법을 동시에 활용
용어 선정	국내에서 출판된 번역학 사전 중 신뢰성이 높은 사전을 선택하여 구축한 전문용어사전, 기타 관련 사전의 핵심 용어를 중심으로 구축
용어의 기록	번역학 핵심용어 1,500여 단어를 중심으로 용어의 정의 및 관련 정보를 시소러스 DB스키마에 맞추어 정리
구조 설계	계층적 구조(상하관계)를 중심으로 하여, 동의관계, 관련어, 상용어 등을 구축하되, 한/영 데이터가 동일한 구조를 가지도록 함
전문가에 의한 최종 검사	울산대학교 번역체어연구센터에서의 최종적인 점검을 통해 번역학 시소러스의 검증 과정을 거침
기타	시소러스의 서문 기술, 물리적 형태의 출판, 등록 등은 생략

[그림 1] 번역학 시소러스 개발 단계

2.2 번역학 시소러스의 전문용어사전 데이터베이스

번역학 시소러스에 사용된 전문용어사전은 기구축된 번역학 전문용어사전을 기반으로 구축되었으며, 번역학 시소러스 구축용 번역학 핵심 용어는 [번역학 사전](김하원, 2001)의 1,615개 용어를 중심으로 구축되었다. 또한 시소러스 구축을 고려하여 번역학 전문용어사전을 구축하였으므로 번역학 사전에 나타나지 않는 관련 분야 용어들은 [표준국어대사전], [생화학 미생물학 번역학 용어사전], [두산세계대백과] 등의 관련 사전의 용어를 이용하여 시소러스 구축에 활용하였다.

2.3 번역학 시소러스 구축 방법

2.3.1 번역학 시소러스의 용어 간 의미 관계

보편적으로 시소러스 구축에서 사용되는 용어 간의 관계는 계층관계(hierarchical relationship), 연관관계(associative relationship), 대등관계(equivalence relationship)를 사용하고 있다. 즉 계층관계는 용어 간의 상하위 계층 구조를 통한 용어의 개념적 분류 체계를 형성하여, 상하위 층위뿐만 아니라 동일 층위(sibling node)를 이용

한 용어의 확장성을 고려하여 연결된다. 연관관계는 특정 용어와 밀접한 관계를 가지는 용어를 관련어(related term)로 설정하여 연결된다. 대등관계는 특정 용어와 문맥상, 의미상으로 동일하게 사용되는 용어를 동의어(synonym)로 설정하여 연결한다.

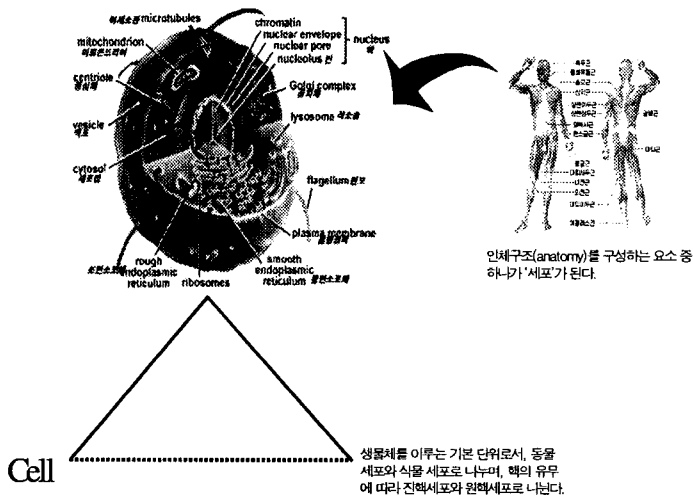
2.3.2 번역학 시소러스의 상하관계 설정 방법

번역학 시소러스의 상하관계(계층 구조) 형성은 시소러스 구축 작업에서 가장 핵심적이고 어려운 작업 중의 하나이다. 용어 간의 계층관계를 어떻게 구축하느냐에 따라 시소러스의 활용 방법이 달라질 수 있으며, 다른 시소러스와의 통합적인 문제에 있어서도 용어 간의 계층관계가 가장 중요한 역할을 담당한다. 이런 의미에서, 본 논문에서는 번역학 시소러스의 상하관계를 어휘의미론(lexical semantics)적 관점에서 접근하여 분류적 구조(classified structure)가 아닌 계층적 구조(hierarchical structure)를 이용하여 구축하고자 하였다. 분류적 구조와 계층적 구조의 차이는 유사 상하관계(similar hyponymy)와 엄격한 상하관계(complete hyponymy)로 설명될 수 있는데, 다음을 통해 이러한 구분을 쉽게 확인할 수 있다.

- ① X is Y{wife, doctor, scientist, servant...}
→ X is Y'(person) : 엄격한 상하관계
- ② X is Y{knife; clock; snake; dog...}
→ X is Y'(weapon; present; poisonous animal ;pet...) : 유사(문화적) 상하관계

①의 경우에는 Y에 속하는 모든 단어들이 상위어로 person을 취할 수 있으나, ②의 경우에는 Y의 개별 단어들의 상위어가 문화적이나 활용적인 측면을 고려하고 있어 사용상의 목적에 중점을 둔 유사 또는 문화적 상하관계인 것이다. 즉 계층적 구조는 엄격한 상하관계를, 분류적 구조는 유사(문화적) 상하관계로 각각 구분할 수 있다. 물론 분류적 구조 속에 계층적 구조를 포함시킬 수 있으나, 본 논문에서는 논의의 편의상 이 두 구조를 분리하여 고려하기로 하였다.

그래서 번역학 시소러스에서는 용어 자체가 가지고 있는 의미와 지시물(referent), 사고(thought)에 대한 종합적인 고찰을 통해, 계층적 구조를 중심으로 상하관계를 설정하였다. Ogden&Richards(1923)의 의미삼각도에 근거하여 [그림 2]와 같이 표현할 수 있다.



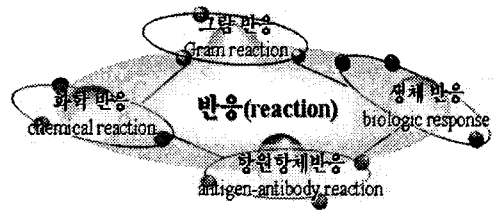
[그림 2] 의미상각도를 이용한 세포의 개념 성립 관계

이러한 상하관계의 기본 원칙을 기반으로 번역학 용어에 대한 상하관계를 구축하였으며, 기본 원칙을 비롯한 상하관계 설정 기준을 마련하여 구축에 반영하였다. 번역학 용어는 영어 표제어와 뜻풀이, 관련 정보를 중심으로 상하관계에 필요한 정보를 살피고 다음으로 한글 표제어와 뜻풀이 등을 참조하여 상하관계 설정 기준을 마련하였다. 상하관계 설정 기준은 다음과 같이 간략하게 정리할 수 있는데, 중요한 점은 상하관계 설정 기준 중 어느 하나만을 대상으로 상하관계를 설정하는 것이 아니라 복합적으로 분석한 뒤 상하관계를 연결시킨다는 점이다.

(1) 표제어 정보

한글, 영어 표제어의 형태적 정보를 충분히 활용한다. 먼저 한글 및 영어 표제어의 특정 단어에 대한 대역 상태를 살핀 다음, 한자어일 경우에는 한자 정보의 동일성 여부를 판별하여 상하관계를 설정한다. 이는 복합명사류일 경우에 적절히 이용될 수 있는 방법이다. 또한 복합명사의 경우에는 주로 오른쪽 성분이 핵심적인 의미 정보를 가지고 있는 경우가 많기 때문에 대부분의 복합명사는 오른쪽 성분을 이용하여 상하관계를 설정할 수 있다. 그리고 단일어일 경우에는 한자 정보와 영어 표제어의 파생 여부를 판별하여 그 원형의 의미를 밝혀 상하관계를 연결한다. 그러나 단일어일 경우에는 뜻풀이나 관련 정보를 참조하지 않으면 안 된다. 이외에도 한자어의 구성 상태, 한자 접미사의 사용 여부, 영어의 파생 접사 사용 여부, 표제어의 동의어 형태 정보 등을 고려해야 한

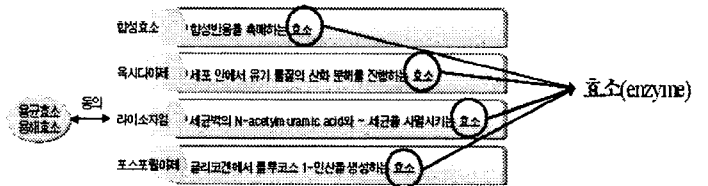
다.



[그림 3] '반응(reaction)'에 대한 상하관계 설정

(2) 뜻풀이 정보

용어의 뜻풀이가 상위어 정보를 갖는 경우 즉, 유개념어를 가지는 경우는 이를 상위어로 선정할 수 있다. 또한 표제어의 형태적 정보와 다른 뜻풀이가 명시되어 있을 경우에는 뜻풀이를 우선시 할 수 있다. 다만 그 쓰임에 대한 명확한 조사가 뒤따라야 한다. 예를 들어 '전사인자(transcription factor)'는 “유전자를 활성화시키거나 억제하여 형질 발현을 조절하는 단백질”로서, '전사인자'의 상위어로 '인자(factor)'로 설정할 수 있으나, '전사인자' 자체가 하나의 단백질을 설명하는 용어로 굳어진 상태이므로 이 용어의 상위어는 뜻풀이 정보에 의해 '단백질(protein)'로 설정할 수 있다.



[그림 4] '효소(enzyme)'에 대한 상하관계 설정

(3) 기타 정보

같은 종류의 표제어 형태 정보를 포함하고 있지만 뜻풀이가 다른 용어인 경우에는 유개념어를 통해 상하관계를 확인한 후 동일한 상하관계로 연결시키거나, 참조 사전을 통해 표제어의 보편적인 개념을 찾아 상하관계를 연결한다. 그리고 뜻풀이의 유개념어가 명확하지 못한 경우나 두 가지 이상의 유개념어가 등장하는 경우에는 작업자의 주관적 판단으로 상하관계를 연결시킬 수 있으나, 반드시 시소러스 구축 작업시 문서화해야 한다. 또한 번역학에서 일반적으로 사용하는 분류 체계가 정해진 용어들의 경우에는 전체적인 시소러스의 계층 구조에 손상이 없는 한 번역학의 용어 분류 방식을 그대로 채택하도

록 한다.

2.3.3 면역학 시소러스의 동의관계/관련어 설정 방법

동의관계와 관련어는 [면역학사전]을 비롯하여 각종 사전이 제공하는 동의어 집합과 관련어 집합을 그대로 이용하고자 하였다. 동의관계의 경우, 동의어를 설정하는 명확한 방법이 제시되지 못하고 전문가에 의한 판단과 사용 실태를 분석해야 하는 어려움이 따르므로 전문용어 사전이나 기타 사전에서 제공하는 동의어 정보를 활용하는 것이 현재까지는 최선의 방법이라 할 수 있다.

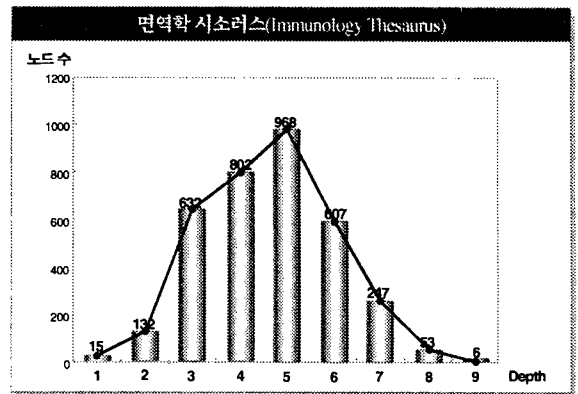
2.4 면역학 시소러스 구축 결과

면역학 시소러스는 [면역학사전](김하원, 2001)의 1,615개 면역학 핵심 용어를 중심으로 하여 구축되었으며, 참조 사전을 통하여 면역학 관련 용어를 추가하여 시소러스로 표현된 전체 어휘는 3,462개이다. 이 결과는 한글 면역학 시소러스뿐만 아니라 영어 면역학 시소러스에도 그대로 반영하였다. 면역학 전문용어사전과 관련 사전의 뜻풀이와 관련 정보를 분석하여, 면역학 시소러스의 최상위 노드를 15개 설정하여 면역학 전문용어의 체계성을 확립하였다.

[표 1] 면역학 시소러스의 내부 구축 결과

시소러스 총 어휘 개수	3,462개
상하위 노드 개수	3,462개
상하관계의 level depth	9 level
동의어 집합	892개
유의어 정보	20개
관련어 정보	173개
부분전체 정보	36개

이러한 최상위어를 중심으로 Top-Down 방식과 Bottom-UP 방식을 적절히 이용하여 면역학 시소러스를 구축하였다. 최상위 구조를 중심으로 하여 면역학 시소러스의 내부 구축 결과를 정리하면 [표 1]과 같다. 이 결과는 한글과 영어로 구축된 면역학 시소러스의 동일 결과이다. [그림 5]은 면역학 시소러스의 층위 구조를 나타낸 것이다.



[그림 5] 면역학 시소러스의 층위 구조 분포도

3. 면역학 온톨로지 구축

본 논문에서는 온톨로지 중 특정 도메인 즉 면역학을 중심으로 기구축된 면역학 시소러스를 기반으로 대규모 도메인 온톨로지(domain ontology)를 구축하고자 하였다.

3.1 면역학 온톨로지 구축 단계

면역학 온톨로지를 구축하기 위하여, 온톨로지 표현에 대한 몇 가지 기반 요소를 설정하였다. 이를 위해 일반적인 온톨로지 구축 단계를 이용하여 면역학 온톨로지에 대한 구체적인 구축 단계를 설정하였다.

- 용어 선정 문제는 면역학 시소러스에서 사용되었던 면역학 전문용어사전을 이용하여, 용어 추출 문제를 해결하였다.
- 면역학 온톨로지에 표현되는 개념에 대한 정의는 전문용어사전의 뜻풀이와 관련 정보를 통하여 획득하였다.
- 면역학 온톨로지에 표현되는 개념의 조직화를 위해, 상위 개념을 중심으로 개념이 가지는 개별적인 속성과 공통적인 속성을 분석하고, 개념들 간의 관계(relation; predicate)를 시소러스의 기본 의미 관계와 온톨로지 기본 개념 관계, 도메인 특성 개념 관계 등 세 가지 관계로 나누어 온톨로지를 표현하고자 하였다.
- 울산대학교 한국어처리연구실에서 개발 중인 언어처리용 온톨로지이자 한국어 WordNet인 U-WIN(UOU Word Intelligent Network)을 참조하여 면역학 온톨로지 구축에 이용하고자 하였다.
- 한/영 대역 정보를 가지고 있으므로 한글 면역학 온톨로지를 영어로 변환하여 영어 면역학 온톨로지가 생

성되도록 하였다.

3.2 번역학 온톨로지 구축 방법

3.2.1 번역학 온톨로지의 개념 표현

번역학 온톨로지의 구축 대상 개념은 번역학 전문용어를 비롯한 관련 분야 용어, 일반 용어가 된다. 개념들 간의 다양한 관계가 성립되기 때문에, 번역학 시소러스에서 표현된 용어보다 좀더 많은 용어 집합이 필요하다. 즉 번역학 시소러스보다 번역학 온톨로지가 좀더 많은 개념 집합을 바탕으로 구축된다는 것을 알 수 있다.

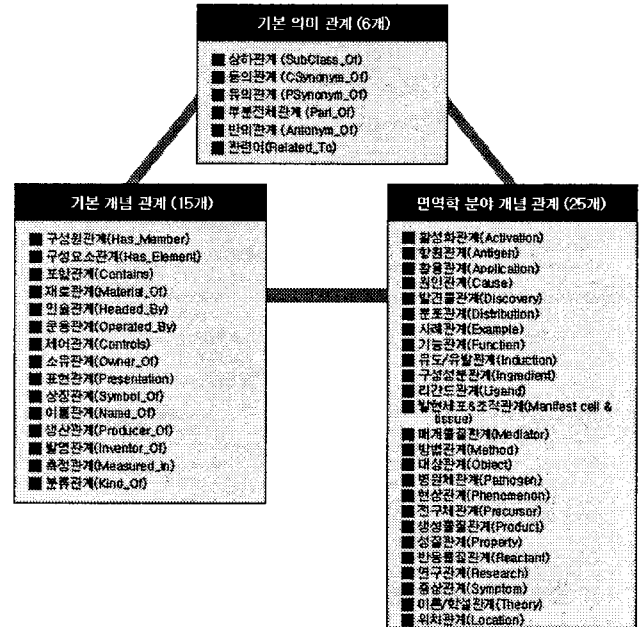
개념에 대한 형태적 표현 방식은 번역학 전문용어사전 구축에서 언급되었던 용어들의 형태적 표현 방식을 그대로 채용하여 사용하였다. 이와 더불어 번역학 전문용어사전과 번역학 시소러스, 번역학 온톨로지에 사용된 모든 용어의 고유식별자(KeyID) 값을 통일화하여 번역학 온톨로지의 개념 표현을 시소러스, 사전에서 쉽게 확인할 수 있도록 하고, 전문용어 정보를 담기 위해 전문용어 태그를 번역학 온톨로지 DB 내에 포함시켰다.

이는 온톨로지, 시소러스, 전문용어사전 등의 개념 지식 정보가 하나의 체계화된 관리 체계 속에 존재할 수 있다는 점에서 의미를 가진다.

3.2.2 번역학 온톨로지의 관계 표현

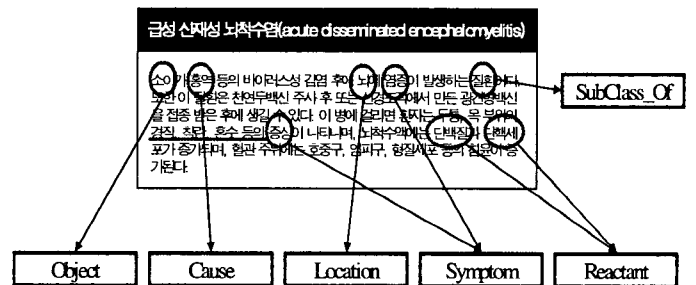
번역학 온톨로지에서는 관계(relation)는 기본 의미 관계(semantic relation), 기본 개념 관계(conceptual relation), 특정 분야 개념 관계(domain conceptual relation)로 구분하였다. 기본 의미 관계는 시소러스가 가지는 일반적인 관계 정의를 그대로 활용함으로써, 온톨로지의 관계 표현 생성에 기본적인 정보로 활용될 수 있는 장점을 가진다. 또한 기본 의미 관계의 온톨로지에서의 활용은 기존의 시소러스를 온톨로지로 변환할 때 계층적인 부분만이 아닌 개념들의 관계 정보까지 자동으로 확장 구축할 수 있는 장점도 가진다. 기본 개념 관계는 온톨로지의 개념들 간의 관계를 표현할 때 기본적으로 활용될 수 있는 개념 관계로서, 온톨로지에서 표현되는 대부분의 대상 개념들이 구체물이 많다는 점을 고려하면, 사람, 물건, 물질 등의 구체물을 중심으로 한 기본 개념 관계는 온톨로지를 구축하는 작업자에게 효과적인 관계 정보를 제공할 수 있다고 할 수 있다. 특정 분야 개념 관계는 특정 분야의 특수성과 표현성에 따라 생성될 수 있는 개념 관계로서, 이러한 특정 분야 개념 관계를 설정한 이후, 인접 학문에서 이러한 개념 관계를 사용할 수 있다는 점

에서 의미 있는 관계라 할 수 있다. 본 논문에서는 번역학 전문용어사전의 뜻풀이와 관련 문서 정보 등에서 성립 가능한 개념들 간의 관계를 추출하여 번역학 분야 개념 관계 25 종류를 선정하였다. [그림 6]은 번역학 온톨로지서 사용되는 관계들을 정리한 것이다.



[그림 6] 번역학 온톨로지서 사용되는 관계들

번역학 온톨로지에 사용되는 번역학 분야 개념 관계는 번역학 사전과 관련 사건의 뜻풀이, 그리고 문서 표현, 표, 그림 등을 이용하여 추출하였다.



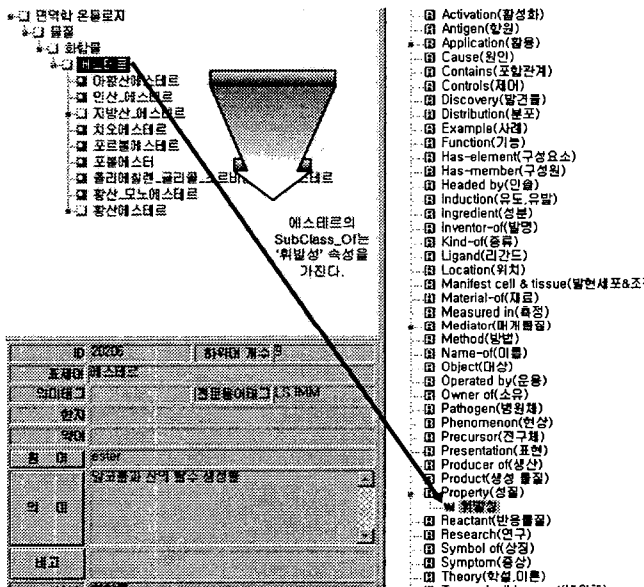
[그림 7] 질병(급성 산재성 뇌척수염)과 관련된 의미 및 개념 관계 추출

예를 들면 질병/질환(disease)과 관련된 개념 관계를 추출할 경우에는, 뜻풀이나 문서, 표에서 나타나는 증상, 발병 대상, 발병 부위 등을 고려하여 추출 단서를 통해 번역학 분야 개념 관계를 설정할 수 있다. [그림 7]은 질병과 관련된 의미 및 개념 관계를 추출하는 방법을 간략하게 나타낸 것이다.

3.2.3 면역학 온톨로지의 속성 체계

면역학 온톨로지의 개념의 속성(property)은 한 개념의 특징적인 성질들을 나타내는 것으로, 개념들은 속성 체계를 상위 계층으로부터 상속을 받거나, 유사 속성으로 변형되어 속성의 상속성을 유지한다. 면역학 온톨로지에서도 이러한 속성의 상속 체계를 이용하여 계층 구조 형성이나 관계 설정에 적절하게 이용하였다.

특히 면역학 온톨로지에서는 특정한 물질들이 가지는 성질이 중요한 역할을 담당한다. 예를 들면 '에스테르(ester)'의 경우 휘발성(volatility)을 가지며, '글로불린(globulin)'의 경우 '불용성(insolubility)'이지만 SubClass_Of 관계인 '가성글로불린(pseudoglobulin)'은 '가용성(solubility)'이다. 즉 '글로불린'의 SubClass_Of인 '가성글로불린'은 가용성 속성을 가지고 있으므로 '글로불린'의 제약 조건(constraint condition)이라 할 수 있다. 이렇듯 면역학 온톨로지에서는 물질에 대한 속성 정리를 체계적으로 관리하는 것이 중요하다.

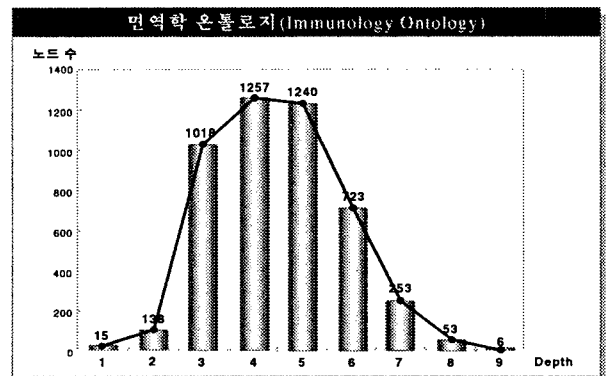


[그림 8] 면역학 온톨로지의 '에스테르(ester)'의 속성 상속 체계

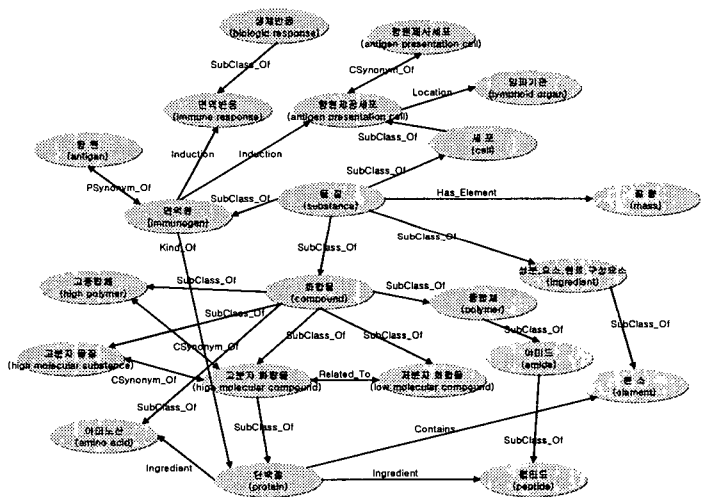
3.3 면역학 온톨로지 구축 결과

면역학 온톨로지에 표현된 개념 노드의 개수는 4,703개이며, 이들은 모두 온톨로지서 계층적 구조를 형성하고 있으며, 표현된 의미 관계와 개념 관계의 개수는 46개이다. 면역학 온톨로지를 현재 계속적으로 추가 구축 중에 있으며 좀더 세밀한 온톨로지 구조를 표현하기 위하여 울산대학교 면역제어연구센터와 공동으로 면역학 온톨로지 표현 방법으로 논의 중에 있다.

면역학 온톨로지의 층위 구조를 [그림 9]과 같이 표현할 수 있는데, 대부분의 개념들이 3~4 Level에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이는 면역학 용어의 분류 체계가 반영되지 않은 개념들이 존재하기도 하고, 면역학 용어만이 가지고 있는 특정 분류 체계 속의 많은 SubClass_Of 개념 요소가 존재하기 때문이기도 하다. 이 부분은 전문가와의 검토를 통해 수정될 수 있는 사항이라 할 수 있다.



[그림 9] 면역학 온톨로지의 층위 구조



[그림 10] 면역학 온톨로지의 예 : '물질', '화합물'을 중심으로

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 면역학 전문용어사전을 구축하고 면역학 전문용어사전 기반의 면역학 시소러스와 좀더 발전된 형태인 면역학 온톨로지를 구축하고자 하였다. 이 일련의 과정은 전문용어사전부터 온톨로지에 이르기까지 통일화된 표준 체계를 가지고 있다는 점에서 의의가 있으며, 도메인 온톨로지를 구축하여 향후 온톨로지 개발 방향을 설정할 수 있는 계기가 되었다고 할 수 있다.

면역학 시소러스는 검색의 성능을 향상시킬 수 있는 충분한 양의 데이터를 가진 시소러스라고 생각할 수 있으며, 계층적 구조 형성을 통한 용어의 확장성을 극대화시킨 구조라고 할 수 있다. 또한, 면역학 온톨로지는 특정한 웹 온톨로지 언어를 사용하지 않고 언어처리적 관점에서의 온톨로지를 표현하였으며, 이는 정보검색에서의 효율성을 비롯하여, 특정 웹 온톨로지 언어를 이용한 웹 온톨로지로의 변환성, 대규모 도메인 온톨로지라는 점에서 의미를 가진다고 할 수 있다.

향후 도메인 온톨로지의 확대 적용과 온톨로지에 대한 구체적 결과물을 통해 실질적인 온톨로지 기반 시스템이 개발되도록 해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 김하원, 면역학 사전, 서울시립대학교 출판부, 2001.
- [2] 채효석, 생명과학을 위한 생화학 미생물학 면역학 용어사전, 유한문화사, 2004.
- [3] 이재호, “시맨틱 웹의 온톨로지 언어”, 정보과학회지, 제21권 제3호, 2003
- [4] 양정진, “시맨틱 웹에서의 온톨로지 공학”, 정보과학회지, 제21권 제3호, 2003
- [5] 장명길 외, “의미기반 정보검색”, 정보과학회지, 제19권 제10호, 2001
- [6] 옥철영, “한국어정보처리와 온톨로지”, 2004 한국어정보처리연구회 동계 튜토리얼 자료집
- [7] 최호섭, 옥철영, “한국어 의미망 구축과 활용-명사를 중심으로-”, 한국어학회 제17집, 2002
- [8] 최호섭, 옥철영, 김창환, 왕지현, 장명길, “질의응답 시스템을 위한 백과사전 기반 지식베이스와 온톨로지”, 제15회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회 자료집, 2003
- [9] Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O., "The Semantic Web", Scientific American, 2001
- [10] Maedche A., *Ontology Learning for the Semantic Web*, Academic Publishers, 2002
- [11] Daconta, M.C., Obrst, L.J., Smith, K.T., *The Semantic Web*, Wiley Publishing Inc. 2003
- [12] <http://www.w3c.org>
- [13] <http://www.daml.org>
- [14] <http://www.ontoknowledge.org>
- [15] <http://tap.stanford.edu>