

단문화와 변환 규칙을 이용한 온톨로지의 자동 생성

박인철^{1*}

Automatic Generation of Ontology with Simplified Sentences and Transfer Rules

In-Cheol Park^{1*}

요약 온톨로지의 구축은 상당한 시간과 비용을 소모하기 때문에 상업적인 시맨틱 웹의 구축은 매우 어려운 작업이다. 이러한 문제의 해결 방법은 온톨로지를 자동적으로 구축하는 것이다. 본 논문에서는 대부분의 중요한 정보를 포함하고 있는 웹 문서를 분석하여 온톨로지를 자동적으로 생성하는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 한국어 문장을 분석하여 문서 내 모든 문장을 단문으로 재구성하는 단문화 과정과 변환 규칙을 이용한 온톨로지 자동 생성 과정의 두 단계로 구성된다. 이러한 시스템은 온라인 쇼핑몰처럼 비슷한 내용을 포함하는 문서가 대다수 존재하고, 문서의 갱신 및 추가가 빈번한 응용 분야에서 매우 유용하게 사용될 수 있다.

Abstract Ontology construction has need of many time and cost. This is why it is difficult to build a commercial semantic web. To solve the problem, we must automatically construct ontology. In this paper, we propose an automatic ontology generation system from web documents containing important informations of the web. The proposed system has two steps. One is simplification process which generates simple sentences from all sentences in the documents. Another is ontology generation process with transfer rules. Our system is very useful for application domains in which many documents are updated or inserted frequently such as online shopping malls.

Key Words : 온톨로지(Ontology), OWL, 시맨틱 웹(Semantic web)

1. 서론

현재에도 웹상에는 우리에게 유용한 정보가 끊임없이 추가되고 있으며, 쇼핑이나 은행 업무, 공공 문서의 발급과 같은 일상적인 활동 또한 점점 웹 사이트를 이용하여 간편하게 수행할 수 있다. 그러나 현재의 웹 문서는 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태가 아니기 때문에 우리가 원하는 정보를 검색하기 위해서는 오랜 시간을 투자해야 하고, 서비스를 제공하는 소프트웨어는 인간과 같은 융통성을 발휘할 수 가 없다.

시맨틱 웹[1]은 기계가 자신이 다루는 정보를 이해하고, 자동적으로 처리하며, 웹상에서 정보를 공유하고 재사용할 수 있다. 온톨로지[2]는 도메인 내의 정보를 개념

과 그 사이의 관계를 정형적으로 표현하며 시맨틱 웹의 구축을 위한 표준으로 자리잡고 있다. 인간이 온톨로지를 생성하기 위해서는 인지, 생성, 평가, 기록의 과정을 거쳐야 하며[3], 논리적으로 완전하고 무결성을 지녀야 한다. 따라서 온톨로지의 수동 구축은 막대한 시간과 비용을 소비하며[4], 수작업의 특성 상 오류의 잠재성을 완전히 제거할 수 없다.

온톨로지 구축에 따른 문제점을 극복하고자 온톨로지를 효율적으로 생성하는 연구가 많이 진행되어 왔다. 연도로지 생성을 위한 한 가지 방법으로 온톨로지 분석가가 응용 분야에 대한 분석 및 설계, 키워드 추출, 데이터 선별 등과 같은 과정을 통해 온톨로지를 반자동적으로 생성하는 것이다[5, 6, 7]. 이러한 방법은 온톨로지 자동 생성을 준비하는 과정에 지나친 시간과 비용을 소모하는 단점이 있다[4]. 또 다른 방법으로 데이터베이스로부터 온톨로지를 자동 생성하는 것이다[4, 8, 9, 10]. 이러한 방법은 비교적 적은 비용과 시간으로 유용한 온톨로지를

이 논문은 2007년 호원대학교 교내학술연구조성비의 지원에 의하여 연구되었음

¹호원대학교 컴퓨터게임학부

*교신저자: 박인철(icpark@howon.ac.kr)

생성할 수 있으나 그 정보가 데이터베이스로 한정되어 있다는 단점이 있다.

인터넷 쇼핑몰에서 중요한 정보는 상품에 대한 정보이다. 가격과 같은 일반적인 정보는 데이터베이스에서 표현되나, 제품의 구체적인 정보는 상품 설명서에 포함된다. 이러한 문서들의 특징은 비슷한 내용이 포함된 문서가 많다는 것이다. 예를 들어, 네비게이션 상품 설명서에는 맵의 종류 및 특징, TPEC과 같은 각종 서비스 지원 여부, 동영상, 차계부 등 지원되는 소프트웨어의 기능에 대한 설명 등이 포함되어 있다. 이러한 문서는 회사별로, 제품별로 수십 혹은 수백 개 이상 존재하며 빠른 주기로 새로 추가되고 있는 실정이다. 이는 네이버와 같은 포털 사이트에서 “네비게이션”과 같은 상품에 대한 검색을 하여 쉽게 확인할 수 있다.

본 논문에서는 지능형 인터넷 쇼핑몰을 구축하기 위해 제품 DB뿐만 아니라 설명서도 분석하여 자동으로 온톨로지를 생성하는 방법을 제안한다. 첫 번째 단계는 문서 내 문장을 분석하여 복문으로부터 가능한 모든 단문을 추출하는 것이다. 단문화는 문장을 분석하여 분석 가능한 형태소 후보를 모두 생성하고, 조합 가능한 단문을 모두 생성함으로써 이루어진다. 이 방법은 정확도를 크게 떨어뜨리는 대신에 100%의 재현율을 가질 수 있다. 또한 한국어 단문으로부터 온톨로지를 생성하기 위해 변환 규칙을 사용한다. 제품 설명에 사용되는 문장 패턴의 종류는 어느 정도 제한되어 있기 때문에 변환 규칙은 온톨로지 전문가가 비교적 빠른 시간 내에 기술할 수 있다. 단문의 패턴 매칭을 위해 본 논문에서는 트라이 인덱스 구조를 이용하며, 온톨로지 기술 언어는 OWL을 사용한다.

본 논문에서는 온톨로지를 구축하기 위한 응용 분야로 네비게이션 상품 분야로 제한하였으며, 대표적인 10개 회사에서 100개의 설명서를 수집하였다. 그 중 50개 문서를 사용하여 온톨로지 생성 시스템을 구현하였으며 나머지 50개 문서로 제한한 시스템에 대한 평가를 수행하였다. 실험 결과 99% 이상 필요한 온톨로지를 설명서로부터 자동 생성할 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대해 기술하고, 3장에서는 온톨로지의 자동 생성 방법에 대해 논의한다. 4장에서는 온톨로지 자동 생성 시스템을 기술하고, 5장에서는 제안하는 시스템의 실험 평가를 보인다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구내용을 기술한다.

2. 관련 연구 및 배경

2.1 관련 연구

지금까지 상업적인 용도의 온톨로지 구축은 수작업을 통해 이루어져 왔다. 이는 기계가 인간의 복잡한 지식을 이해하고 처리할 수 없기 때문이다. 인간에 의한 온톨로지 구축은 막대한 시간과 비용을 소비할 뿐만 아니라, 실수나 착각에 의해 항상 오류가 내포될 수 밖에 없었다. 이를 극복하기 위한 하나의 방법은 온톨로지 개발 도구를 사용하는 것이다.

Protégé[11]와 같은 온톨로지 개발 도구는 온톨로지 구축을 위한 직관적이고 편리한 GUI 환경을 제공할 뿐 아니라 자동적으로 논리적인 무결성을 검사할 수 있어 온톨로지 구축에 많은 도움을 준다. 그러나 하루에도 수많은 새로운 정보가 쏟아지는 웹상의 정보를 수작업으로 온톨로지화 변환하는 데에는 한계가 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 온톨로지를 자동으로 생성하는 시도가 국내외적으로 활발히 진행되고 있다[4, 8, 9, 10].

데이터베이스는 기계적으로 다룰 수 있는 형태이기 때문에 비교적 손쉽게 데이터베이스를 분석하여 자동적으로 온톨로지를 생성할 수 있다. 특히, [12]에서는 데이터베이스를 온톨로지화 변환하는 R₂O 언어를 제안함으로써, 관계형 데이터베이스로부터 온톨로지를 변환하는 일반적인 방법을 정립하였다.

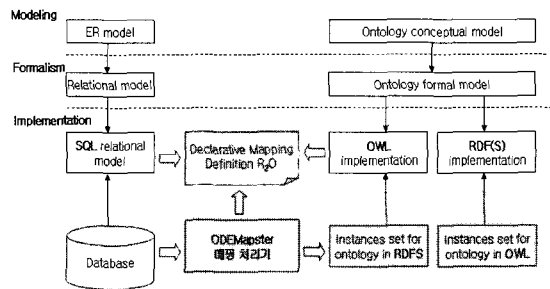


그림 5. R₂O 매핑 아키텍처

[그림 1]은 R₂O에서 보여주는 데이터베이스를 온톨로지화 변환하는 아키텍처를 보여주고 있다. 그러나 대부분의 응용 분야에서 데이터베이스로부터 얻을 수 있는 정보는 한정되어 있기 때문에 문서에 포함된 정보들은 수작업으로 온톨로지화 변환해야 하는 문제점이 있다.

트라이[13]는 엔트리의 크기에 상관없이 검색 시간의 복잡도가 상수를 갖는 인덱스 구조로 한국어 처리와 같이 탐색이 빈번하게 발생하는 시스템 구현에 적합하다. 제안한 시스템의 구현을 위해 사용한 트라이 인덱스는

[14]에서 제안한 이중 배열 트라이를 한국어 처리에 맞게 약간 수정하여 사용하였다.

2.2 연구 배경

온라인 쇼핑몰 시장의 급격한 발달에 따라 사용자에게 보다 지능적인 서비스를 제공하기 위해 인터넷 쇼핑몰에 시맨틱 웹을 적용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다 [15]. 쇼핑몰 사이트의 특징은 제품에 대한 정보가 빠르게 변경되거나 추가된다는 것이다. 이는 수작업으로 상업용 온톨로지를 구축하기 어려운 요인이 된다. 또 다른 특징은 하나의 제품에 여러 회사와 모델이 존재한다는 것이다. 이는 하나의 문서로부터 온톨로지를 자동적으로 추출할 수 있는 규칙을 기술할 수 있다면, 나머지 문서도 비슷한 방법으로 온톨로지를 구축할 수 있음을 의미한다.

한국어 처리 기술은 형태소 분석 단계, 구문 분석 단계, 의미 분석 단계로 나눌 수 있다. 형태소 분석 기술은 상업적으로 이용할 수 있을 만큼 그 기술이 발달하였으나 구문 분석이나 의미 분석 기술은 아직 연구 수준에 머물러 있다. 따라서 문서 내에 포함된 한국어 문장을 분석하여 온톨로지를 자동적으로 생성하려면 현재의 기술 수준에서는 형태소 분석 기술만을 이용하는 것이 타당하다. 형태소 분석 기술만으로는 형태론적/구문적 모호성을 해결할 수 없으나 규칙에 의해 온톨로지를 생성하는 데에는 아무런 문제가 없다.

3. 온톨로지의 자동 생성

본 논문에서 제안하는 시스템의 온톨로지 생성은 크게 두 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계는 한국어 문장을 단순한 단문 형태의 트리 구조로 변경하는 것이다. 두 번째 단계는 미리 기술된 변환 규칙을 가지고 단문으로부터 온톨로지를 자동으로 생성하는 것이다. 본 논문에서는 생성되는 단문의 개수를 최소화하고 해당 단문에 적용할 변환 규칙을 빠르게 검색하기 위해서 트라이 인덱스를 사용하였다.

3.1 단문화

단문화는 복문 구조의 한국어 문장을 단문 형태로 변환하는 것이다. 예를 들어, 아래 문장 1)은 2a)와 2b)의 단문으로 변환될 수 있다.

- 1) T7은 TPEC이 가능한 Mappy를 사용한다.
- 2a) T7은 Mappy를 사용한다.

2b) Mappy는 TPEC이 가능하다.

이러한 단문 생성은 이미 언어에 대한 지식을 가지고 있기 때문에 가능하다. 그러나 단문을 생성할 때 문제점은 형태론적 모호성, 구문적 모호성, 의미적 모호성 등 여러 형태의 모호성을 해결해야 한다는 것이다. 현재의 한국어 처리 기술 수준으로 위와 같이 정확한 단문만을 생성하는 것은 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 어떤 모호성을 해결하지 않고 형태소 분석 결과로부터 조합 가능한 모든 단문만을 생성한다. 문장 1)로부터 생성 가능한 단문은 아래와 같다.

- 3a) T7은 TPEC이 가능하다
- 3b) T7은 TPEC이 Mappy 가능하다
- 3c) TPECT이 Mappy 가능하다
- 3d) Mappy를 사용하다
- 3e) T7은 Mappy를 사용하다
- 3f) T7은 TPEC이 Mappy를 사용하다

단문 생성에 대한 우리의 목표는 정확율을 희생하더라도 재현율 100%를 갖는 것이다. 온톨로지 생성 단계에서 필요하지 않은 단문, 즉 패턴 매칭에 성공하지 못하는 단문은 제외되기 때문에 정확한 온톨로지 생성에는 문제가 되지 않는다. 그러나 과도한 단문 후보를 생성함으로써 효율성측면에서는 문제가 발생한다. 본 논문의 3.3절에서 트라이를 이용하여 효율적으로 온톨로지를 생성하는 방법에 대해 논의할 것이다.

3.2 변환 규칙

온톨로지 생성을 위한 변환 규칙은 한국어 단어를 온톨로지의 개념으로 변환하는 단어 사상 규칙과 단문 패턴을 온톨로지 인스턴스로 변환하는 온톨로지 사상 규칙으로 구성한다. 온톨로지는 표준 온톨로지 언어로 자리잡고 있는 OWL[16]을 사용하며, 단문 패턴은 구문 분석과 유사한 트리 형태로 표현된다. 그러나 구문 분석 트리와는 달리 노드를 구성하는 것은 한국어 단어가 아닌 온톨로지의 개념이다. 예를 들어, 문장 1)로부터 온톨로지를 생성하기 위해 필요한 단어 패턴은 다음과 같은 형태이다.

- 4a) [사용하다] - (sbj) - [네비게이션] (obj) - [맵]
- 4b) [가능하다] - (sbj) - [Mappy] (obj) - [TPEC]

단문화 모듈은 3a)에서 3f)까지의 단문을 단문 패턴으로 생성한다. 이때 단어 변환 규칙은 다음과 같은 정보를 지니고 있다

5a) T7 => [네비게이션: T7]

5b) Mappy => [맵: Mappy]

위 단어 변환 규칙을 사용하여 3b)와 같은 단문은 아래와 같은 단문 패턴으로 변환될 것이다

6) [가능하다] -

(은) - [네비게이션: T7]

(이) - [TPEC]

(?) - [맵: Mappy]

단문 패턴 6)은 변환 규칙의 패턴 4a)와 4b)에 모두 매칭되지 않아 온톨로지 생성에서 제외될 것이다. 이와 같은 방법으로 3a)에서 3f)에 대한 단문 패턴은 변환 규칙 패턴을 적용하여 매칭될 경우 온톨로지 인스턴스를 생성한다.

[표 1]은 문장 1)에 의해 자동 생성된 온톨로지 인스턴스를 보여주고 있다. [표 1]에서 세 개의 클래스 정의와 TPEC 인스턴스에 대한 정의는 시스템에 의해 자동으로 추가되는 온톨로지 지식이다.

표 1. “T7은 TPEC이 가능한 Mappy를 사용한다” 문장에 대한 온톨로지

```

<owl:Class rdf:ID="Navigation" />
<owl:Class rdf:ID="NavigationMap" />
<owl:Class rdf:ID="TPEC" />

<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasMap">
  <rdfs:domain rdf:resource="ID00000002">
  <rdfs:range rdf:resource="ID00000003">
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasFunction">
  <rdfs:domain rdf:resource="ID00000003">
  <rdfs:range rdf:resource="ID00000001">
</owl:ObjectProperty>

<TPEC rdf:ID="ID00000001" />
<Navigation rdf:instance="ID00000002">
  <name>T7</name>
</Navigation>
<NavigationMap rdf:instance="ID00000003">
  <name>Mappy</name>
</NavigationMap>
    
```

3.3 트라이-패턴 매칭

본 논문에서 사용한 단문화 알고리즘의 가장 큰 문제점은 너무나도 많은 불필요한 후보를 생성한다는 것이다. 이는 형태론적 모호성, 구문적 모호성 및 의미적 모호성을 해결하지 않고 100%의 재현율을 갖고자 조합 가능한 모든 후보를 생성하기 때문에 발생하는 문제이다. 단순히 생성된 모든 후보에 대해 변환 규칙을 일일이 적용한다면 온톨로지를 자동 생성하는 시스템의 성능을 크게 떨어뜨린다. 이 절에서는 시스템의 성능을 높이기 위한 방법에 대해 논의한다.

패턴이 많아지면 많아질수록 검색의 효율성은 떨어진다. 이에 대한 해결책은 트라이 사전을 이용하는 것이다. 본 논문에서는 문장 패턴을 트라이 구조로 표현하기 위해서 단문화 과정 시 생성되는 패턴을 온톨로지의 개념으로 표현하였다. 이는 트라이를 이용한 패턴 매칭 시 상위 유형을 찾을 필요가 있을 때 쉽게 적용하기 위해서이다. 또한 과도한 후보를 생성하지 않기 위해서 단문화 과정과 온톨로지 생성 과정을 통합하였다.

단문화가 진행되는 동안 패턴 매칭 가능성이 없음을 판별하고 해당 서브 문자열에 대한 단문화는 진행하지 않는다. 예를 들어, 단문 패턴 3b)는 패턴 매칭 과정에서 이에 적용 패턴이 없는 것으로 판명되어 이와 관련한 단문 패턴 3d)는 생성되지 않는다. 본 논문에서는 실험을 통해 두 단계를 통합한 방법이 두 단계를 나누어 생성하는 것보다 약 17배 정도 더 빠르게 온톨로지를 생성함을 알 수 있었다.

4. 온톨로지 자동 구축 시스템

4.1 문서 분류

3장에서 상품 정보를 담은 문서로부터 온톨로지를 자동으로 생성하는 방법에 대해 알아보았다. 앞에서 설명한 바와 같이 본 논문에서 제안한 방법은 어떤 모호성도 해결하지 않기 때문에 응용 분야가 확대되면 문제가 발생한다. 즉, 제한된 응용 분야에서는 변환 규칙이 1:1 매핑이 가능하기 때문에 모호성을 해결하지 않아도 단순 패턴 매칭에 의해 온톨로지를 사상할 수 있으나 응용 분야가 확장되면 n:n 매핑 관계가 발생할 수 있기 때문이다.

이에 대한 해결 방법은 전처리 단계에서 문서 분류 기법을 이용하는 것이다. 문서 분류는 하나의 인터넷 쇼핑몰에 네비게이션과 휴대폰과 같은 종류에 대해 다른 제품이 여러 개 존재할 때 각 문서를 제품별로 분류하는 데 이용한다. 따라서, 응용 분야가 확대되어도 분류한 하나

의 제품에 대해서만 온톨로지를 생성하므로 위에서 언급한 문제를 해결할 수 있다.

4.2 시스템 구현

본 논문에서 제안한 온톨로지 자동 생성 시스템의 전체 구조는 [그림 2]와 같다. 문서 분류 모듈은 기존 방식 [15]을 채택하였으며, 본 논문에서는 상품 설명서와 일반 다른 문서를 분류하는데 사용하였다. 변환 규칙과 유형 계층구조는 모두 트라이 인덱스를 사용하여 표현하였으며, 앞에서 설명한 바와 같이 단문화 과정과 온톨로지 생성 과정은 통합하여 구현하였다.

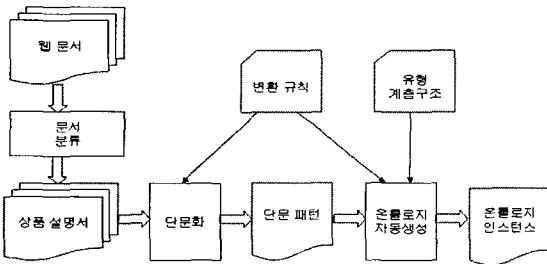


그림 6. 온톨로지 자동 생성 시스템의 구조

5. 실험 및 평가

실험 및 평가를 위한 응용 분야는 네비게이션을 판매하는 인터넷 쇼핑몰 분야로 제한하였으며, 온톨로지 생성을 위한 대상 문서는 상품 설명서로 한정하였다. 인터넷 상의 상품 설명서가 대부분 이미지로 표현되어 있기 때문에 문서를 자동으로 수집하지 않고 100개의 상품 설명서를 선택하여 직접 HTML 문서 형식으로 입력하였다. 그리고 문서 분류 모듈을 구현하기 위해 자동으로 수집한 문서와 혼합하여 구현하였다.

상품 설명서는 비교적 구분 요소가 뚜렷하여 손쉽게 다른 문서와 분류할 수가 있었다. 100개 상품 문서 중 50개 문서를 시스템 구현을 위해 사용하였고, 나머지 50개 문서를 시스템 평가 실험을 위해 사용하였다. 시스템은 C언어로 구현하였으며, 실험은 AMD 듀얼코어 2.0GHz를 장착한 PC에서 실시하였다.

테스트를 위해 사용한 문서의 특징은 [표 2]와 같다. 온톨로지 생성 단문이란 변환 규칙에 의해 온톨로지 생성에 성공한 단문을 의미하며, 온톨로지 포함 문장은 그 단문을 포함한 문장을 의미한다. [표 2]에서 알 수 있는 바와 같이, 온톨로지 생성에 필요하지 않는 단문이 상당수 발생함을 알 수 있었다. 이는 전체 시스템 성능 저하

에 가장 큰 요인이 되며, 실제로 온톨로지 생성 시간을 측정한 결과 평균 12.93초로 오랜 시간을 소비하였다. 온톨로지의 생성은 100%의 성공률을 보였다. 이는 해당 분야의 문서에서 생성을 기대하는 온톨로지가 모두 변환 규칙으로 기술되어 있고 기대했던 것처럼 모든 문장으로 부터 100%의 단문을 생성할 수 있기 때문에 가능하였다.

표 2. 테스트 문서의 특징

항목		평균 개수
문장	전체 문장	72.6
	온톨로지 포함 문장	5.1
단문	전체 단문	3079.9
	온톨로지 생성 단문	9.2

6. 결론

본 논문에서는 온라인 쇼핑몰을 위한 시맨틱 웹 구축을 위해 상품 설명서 문서로부터 온톨로지를 자동으로 생성하는 방법을 제안하였다. 이를 위해 단문화와 변환 규칙을 사용하였으며, 응용 분야를 한정함으로써 기대했던 모든 온톨로지를 생성할 수 있음을 알 수 있었다.

이는 한정된 응용 분야에서는 온톨로지 생성에 필요한 지식(단어 매핑 사전, 유형 계층구조, 변환 규칙)을 완전히 구축할 수 있기 때문에 가능하였다. 그러나, 제안된 시스템은 형태소 분석 기술만을 사용하므로 과도하게 생성되는 후보로 인한 시스템 성능 저하 문제가 발생하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 실제로 적용 가능한 한국어 의미 분석 모듈의 개발이 필요하다.

향후에는 생성된 온톨로지를 이용하여 사용자의 질문에 자동으로 응답할 수 있는 한국어 인터페이스를 개발하고자 한다.

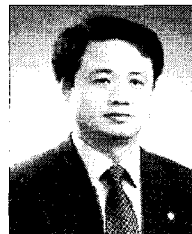
참고문헌

- [1] Stefan Decker, Sergey Melnik, Frank van Harmelen, Dieter Fensel, Michael Kelen, Jeen Broekstra, Michael Erdman, Lan Horrolos. The Semantic Web : the roles of XML, RDF, IEEE vol 4, pp.63-70, Sept-Oct, 2000.
- [2] Asuncion Gomez-Perez, Oscar Corcho. Ontology Language for the Semantic Web. IEEE, vol. 17, pp.54-60, Jan-Feb, 2002.
- [3] Uschold, M. et. al. The Enterprise Ontology The Knowledge Engineering Review. Vol. 13, Special

- Issue on Putting Ontology to Use, 1998.
- [4] 김태석, 양진형, 정인정. 데이터베이스를 이용한 도메인 온톨로지의 효율적인 생성. 한국정보처리학회 2003 가을 학술발표 논문집 제12권 2호, 2003.
- [5] Thanh Tho Quan, Siu Cheung Hui, Alvis Cheuk M. Fong, Tru Hoang Cao. Automatic Generation Of Ontology for Scholarly Semantic Web. ISWC 2004: Third International Semantic Web Conference, Hiroshima, Japan, November 7-11, pp.726-740, 2004
- [6] Armin Wrobel, Oliver Wurmli, Josef M. Joller, Siu Cheung Hui. Datamining for Ontology Building, IEEE Intelligenet Systems, 2003.
- [7] 이윤수, 김태석, 양진형, 정인정. 소프트웨어 공학적 방법을 이용한 온톨로지의 효율적인 설계 및 생성에 관한 연구. 제22회 한국정보처리학회 추계발표대회 논문집 제11권 2호, 2004.
- [8] Barrasa J, Corcho O, Gómez-Pérez A. FundFinder: A case study of database-to-ontology mapping. ISWC 2003, Sanibel Island, Florida, Sept 2003.
- [9] Bizer C. D2R MAP - A DB to RDF Mapping Language. 12th International World Wide Web Conference, Budapest, May 2003.
- [10] 장소희, 박인석, 현순주. 관계형 데이터베이스와 온톨로지 간의 데이터 변환을 위한 사상 방법에 대한 연구. 정보과학회 데이터베이스 연구회, 5월 논문집 pp.37-43, 2004.
- [11] Noy, N. F., Ferguson, R. W., and Musen, M. A. The knowledge model of Protégé-2000: Combining inter-operability and flexibility. Second International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW'2000), Juan-les-Pins, France,
- [12] Jesús Barrase, Óscar Corcho, Asunción Gómez-Pérez. R2O, an Extensible and Semantically Based Database-to-ontology Mapping Language. Proceedings of the Second International Workshop on Semantic Web and Databases. Co-located with VLDB 2004 Toronto, Canada, 29-30 August 2004.
- [13] E. Fredkin, "Trie Memory", Comm. ACM. 3, pp. 490-500, 1960
- [14] J. I. Aoe, "An Efficient Implementation of Trie Structure", S/W Proc. and Exp., Vol. 22 No. 9, pp. 695-721, 1992
- [15] Ho-Kyoung Lee1, Young-Hoon Yu1, Supratip Ghose1 and Geun-Sik Jo. Comparison Shopping Systems Based on Semantic Web - A Case Study of Purchasing Cameras. Lecture Notes in Computer Science, Volume 3032, 2004.
- [16] M. Dean, G. Schreiber. OWL Web Ontology Language Referece. W3C Recommendation, World Wide Web Consortioum, 1999.

박인철(In-Cheol Park)

[정회원]



- 1984년 2월 : 전북대학교 전산통계학과 (이학사)
- 1986년 2월 : 전북대학교 전산통계학과 (이학석사)
- 1998년 8월 : 전북대학교 전산통계학과 (이학박사)
- 1992년 10월 ~ 현재 : 호원대학교 컴퓨터게임학부 교수

<관심분야>

한국어정보처리, 정보검색, 시멘틱웹, 지식표현