

Ontology

한양대학교 인공지능연구실
김건 조수필

목차

1. 온톨로지

2. 온톨로지 구성 요소

A. 온톨로지 언어

B. 온톨로지 예시

3. 온톨로지 활용

A. 온톨로지 활용 예시

4. 온톨로지 연구 동향

A. 논문들

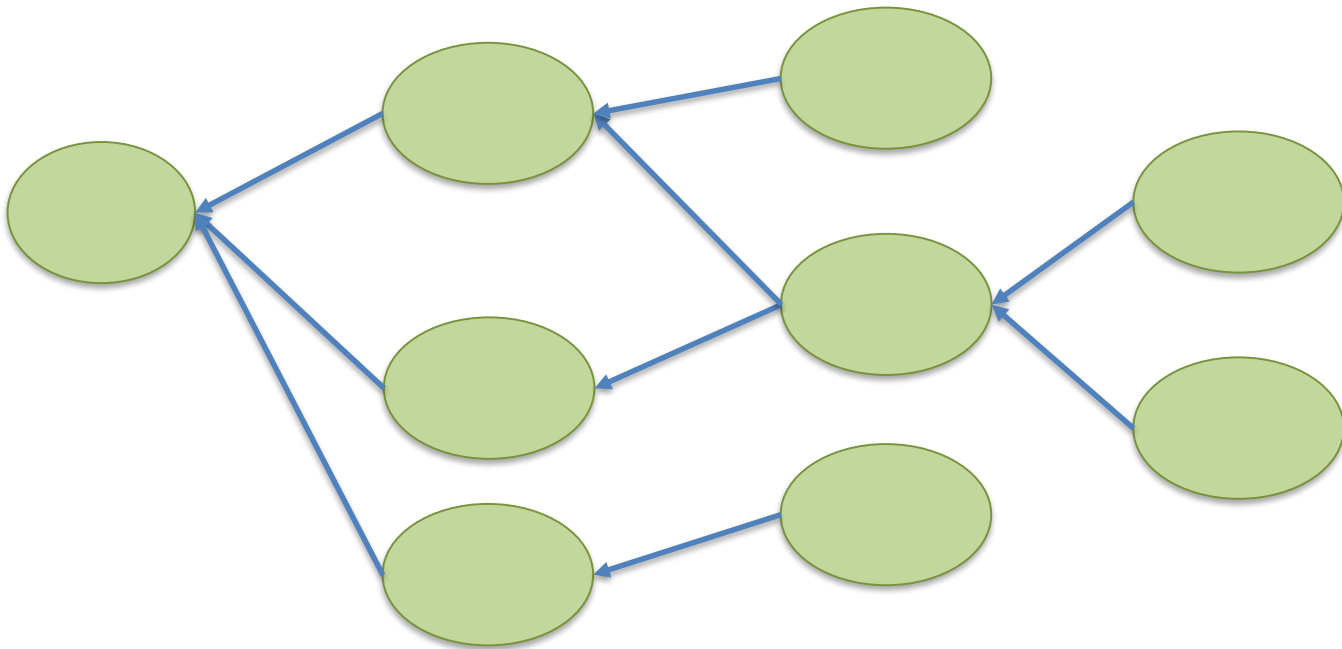
B. 논문들

Chapter.1

온톨로지

온톨로지란?

특정 영역이나 세계를
개념과 개념 간의 관계로 표현한 것

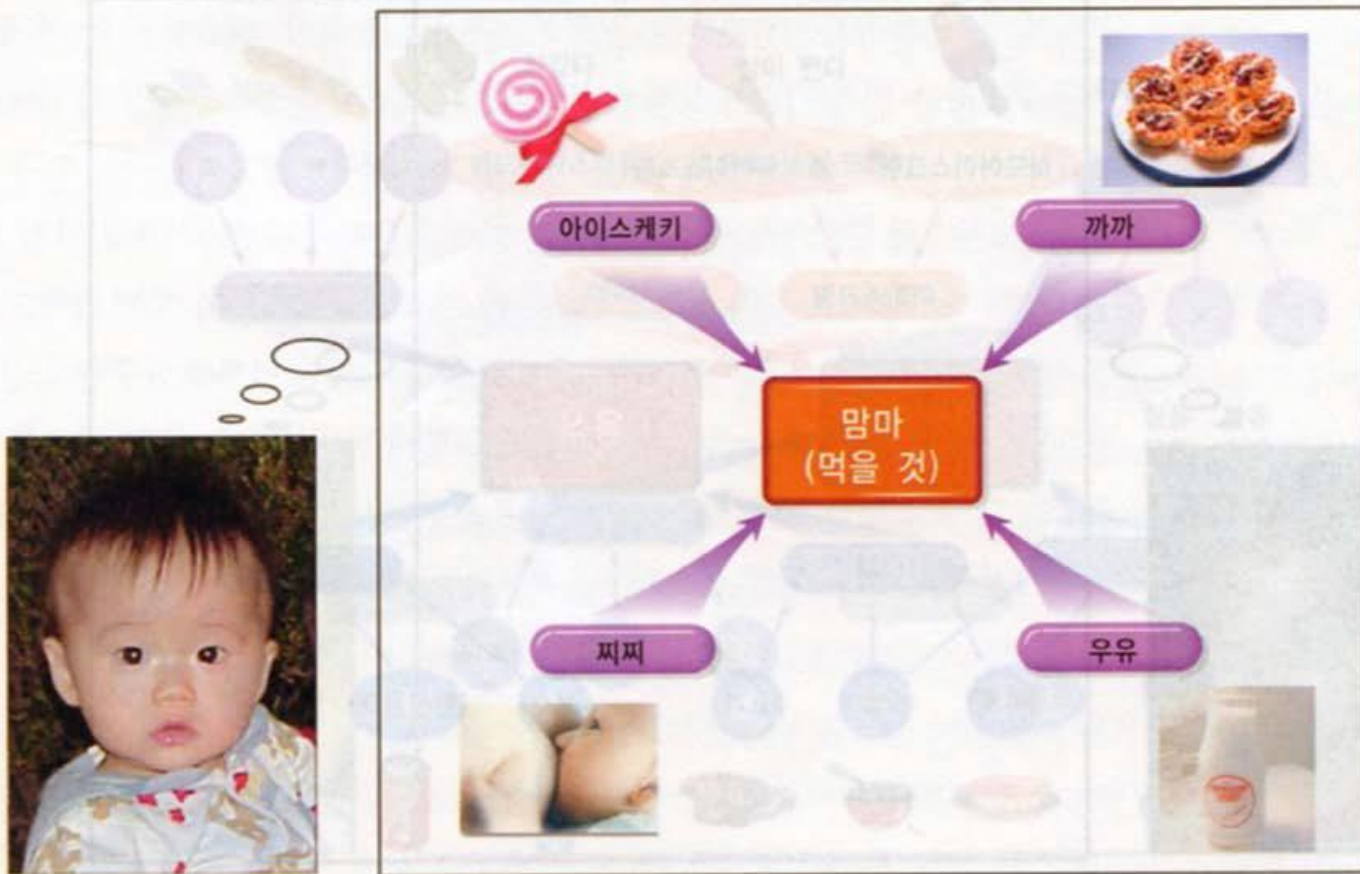


온톨로지란?



온톨로지란?

▶ 그림 1-2 존재하는 것들을 분류하는 개념화 과정 2단계



온톨로지란?

▶ 그림 1-3 존재하는 것들을 분류하는 개념화 과정 3단계

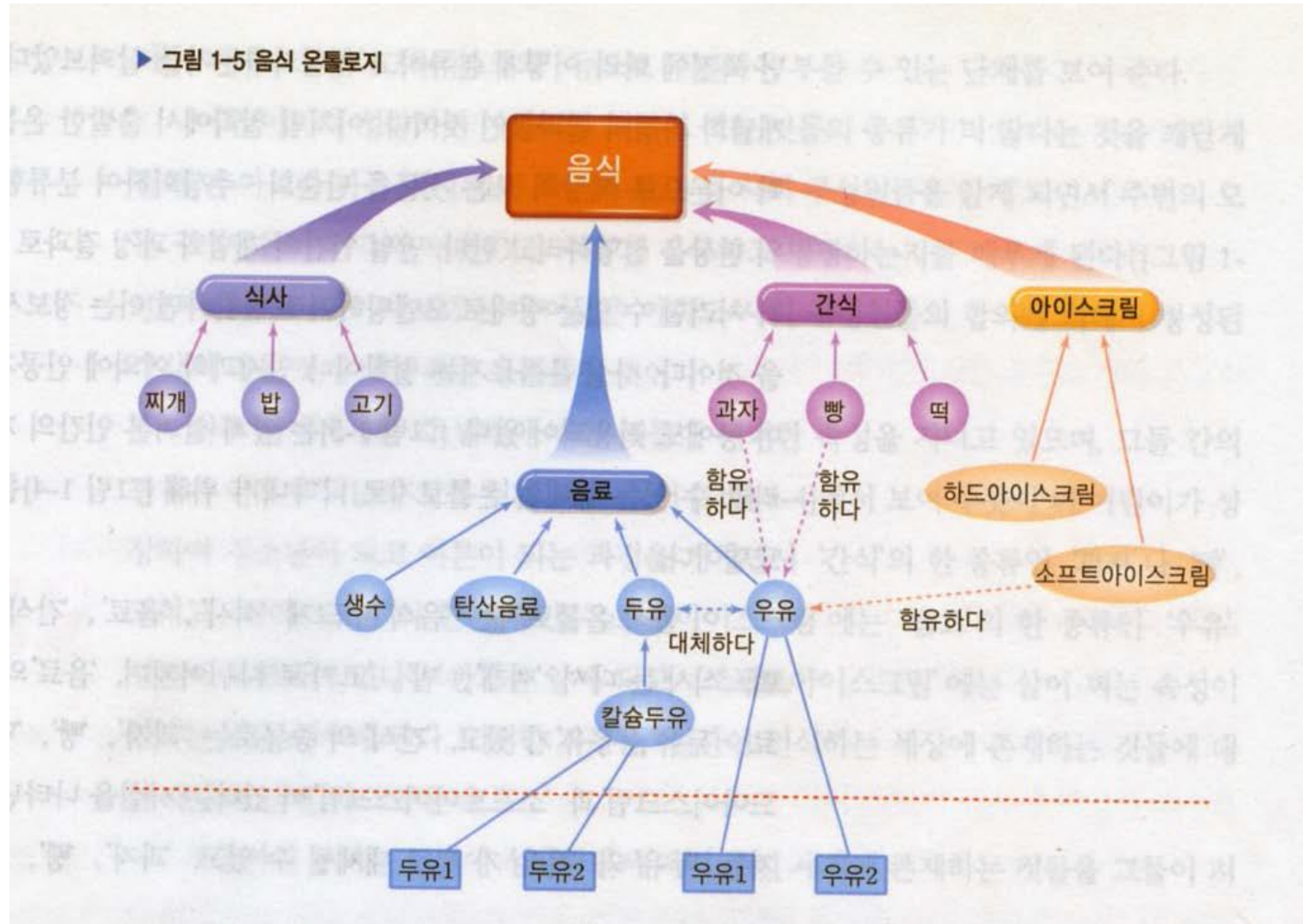


온톨로지란?

▶ 그림 1-4 존재하는 것들을 분류하는 개념화 과정 4단계



온톨로지란?



온톨로지란?

- 사람의 마음 속에 존재하는 내재적 생각이나 외재적 세계의 현상에 대하여 공유하는 개념을 컴퓨터가 이해할 수 있는 형식으로 명확하고 명시적으로 정의하고 규정하는 것
- 온톨로지는 인간뿐만 아니라 소프트웨어 에이전트간의 커뮤니케이션 시 특정한 단어가 나타내는 개념의 의미를 이해하는 데 사용된다.
- 또한 추론 규칙을 포함할 수 있기 때문에 새로운 사실을 자동으로 추출하거나 제약조건에 맞지 않는 오류를 찾아낼 수 있다.
- 따라서 온톨로지는 지식을 수집하고 표현하는 데 사용될 뿐만 아니라 **추론기능**을 지원함으로써 지식 모델링 및 지식 검색 시 유용한 수단으로 이용될 수 있다.
- 온톨로지는 지식 명세서로서 다양한 분야에서 응용될 수 있기 때문에 각각의 적용분야에 따라 여러 온톨로지가 존재할 수 있다.

Chapter.2

온톨로지 구성 요소

온톨로지 언어

- RDF(Resource Description Framework)
 - XML 문서 구조를 통해 의미를 파악하기는 쉽지 않음
 - 예) #저자 태그를 사용한 문서 : 컴퓨터는 '저자'가 무슨 의미인지 모름
 - ⇒ 의미를 파악한다고 하더라도 '사람'과 연결되는지 등에 대한 정보를 정의하지 못함
 - RDF : 정보자원이나 자원의 타입을 기술하는 언어
 - SW에서 의미표현을 위한 수단으로 RDF 사용
 - 기계가 이해할 수 있는 **메타데이터**의 의미 정의
 - 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태의 정보를 응용프로그램 사이에서 교환하기 위한 수단
 - 예) "호랑이는 다리는 4개이다."와 같은 문장을 정의할 수 있게 해준다.

온톨로지 언어

- RDF

Title	Director	Country	Runtime	Genre
셜록: 유령신부	더글러스 맥키 넌	미국, 영국	115분	범죄, 드라마
내부자들	우민호	한국	180분	범죄, 드라마

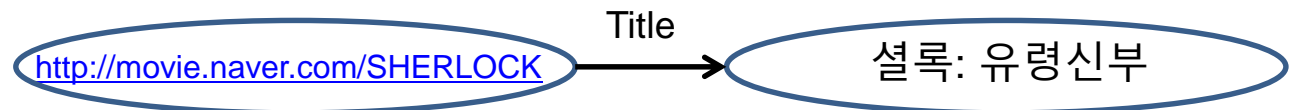
```
<?xml version="1.0">
```

```
<RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:movie="http://movie.naver.com/">
```

```
<Description rdf:about="http://movie.naver.com/SHERLOCK">
  <movie:title>셜록: 유령신부</movie:title>
  <movie:director>더글러스 맥키넌</movie:director>
  <movie:country>미국, 영국</movie:country>
  <movie:runtime>115분</movie:runtime>
  <movie:genre>범죄, 드라마</movie:genre>
</Description>
```

```
<Description rdf:about="http://movie.naver.com/Insidemen">
  <movie:title>내부자들</movie:title>
```

```
....
</Description>
</RDF>
```



온톨로지 언어

- RDF Schema (RDFS)

RDF에서 사용하는 어휘(속성유형)와 그들간의 관계(계층구조표현)를 정의하는 언어

RDF가 정의하지 못하는 자원들간의 관계(Property와 Property, Property와 Class, Class와 Class간의 관계)를 기술할 수 있게 한다.

RDF 구문에서 사용되는 용어에 대해 정의하고, 그들에게 특정한 의미를 부여하는 역할을 한다.

온톨로지 언어

- 클래스 : 동일한 속성을 지니고 있어 하나의 부류로 모아지는 개체들의 그룹
클래스라는 개념을 통해 모든 개체를 효율적으로 묶어 표현 가능
예) 학생 - '김건', '조수필', '김지성'
강좌 - '인공지능개론', '컴퓨터구조'
- 서브클래스
<rdfs : subClassOf>
하위 클래스를 상위 클래스와 연결
하위 클래스에 속한 인스턴스는 자동으로 상위 클래스에 속함
하나의 하위 클래스는 여러 개의 상위 클래스를 가질 수 있음

예) '남자(Male)'가 '사람(Person)'의 하위 클래스 일 때,

```
<rdfs : Class rdf : ID = "Male">  
  <rdfs : subClassOf rdf : resource="#Person"/>  
</rdfs : Class>
```

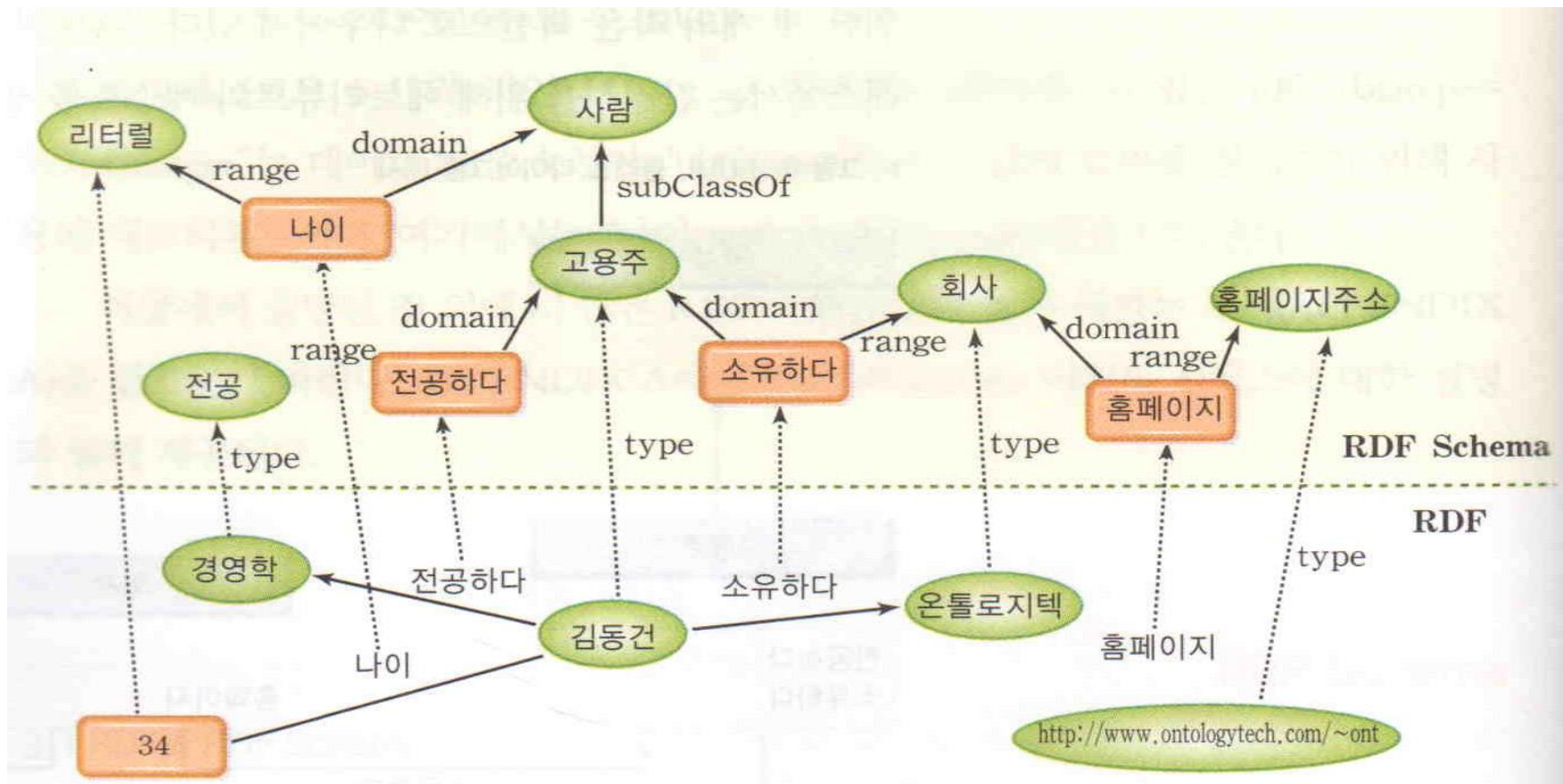
온톨로지 언어

- RDF 의 속성: 자원과 자원의 관계
- RDF Schema의 속성 : 클래스와 클래스의 관계
클래스와 클래스와 관계를 형성, 풍부한 의미 전달
- 속성과 관련된 중요 개념
 - 정의역(domain), 공역(range)
 - 속성의 주어부와 목적부에 올 수 있는 클래스의 범위를 지정
주어부 : 어떤 속성을 취할 수 있는 클래스 <rdfs : domain>
목적부 : 그 속성이 속성값을 취할 수 있는 범위 <rdfs : range>
 - 속성을 계층관계로 표현
<rdfs : subPropertyOf>로 표현
'~의 딸이다'(isAdaughterOf)이라는 속성은 '~의 자식이다'(isAChildOf)라는 속성의 하위 속성

```
<rdfs : Property rdf : ID = "배운다">  
  <rdfs : domain rdf : resource = "#학생"/>  
  <rdfs : range rdf : resource = "#강좌"/>  
</rdf : Property>
```

```
<rdfs : Property rdf : ID = "isAdaughterOf">  
  <rdfs : subPropertyOf rdf : resource = "#isAChildOf">  
</rdf : Property>
```


온톨로지 언어



온톨로지 언어

- OWL(Web Ontology Language)

W3C에서 표준 Ontology Language로 지정(2003)

RDFs를 기반으로 의미를 확장하여 보다 많은 관계를 표현

다른 온톨로지 언어에 비해 표현력이나 추론 능력에서 가장 뛰어난 언어로 평가 받음

subject, object, predicate 뿐만 아니라 관계들 간의 hierarchy, 관계 내에서의 논리적 제약 조건 등을 포함한 언어.

정밀하고 논리적인 추론을 필요한 경우에 사용.

온톨로지 언어

- OWL(Web Ontology Language)

owl : Restriction

클래스에 대한 속성의 제약을 표현한다.

owl : onProperty

특정 속성이 제약을 포함하는 속성이라는 것을 나타낸다.

“먹다”라는 속성에 어떠한 제약이 있음을 알려준다.

owl : allValuesFrom

owl : onProperty와 함께 사용, 이 속성을 지니는 클래스의 모든 인스턴스는 owl : onProperty로 지정된 속성에 대해 반드시 특정한 값을 취한다는 제약 조건을 나타낸다.

“먹다”라는 속성에는 많은 것들이 연결되어 있겠지만, 그 중에서 “초식동물” 클래스는 오직 “풀”만 취할 수 있음을 보여준다.

```
<owl : Class rdf : ID=“초식동물”>
  <rdfs : subClassOf rdf : resource=“#동물” />
  <owl : Restriction>
    <owl : onProperty rdf : resource=“#먹다” />
    <owl : allValuesFrom rdf : resource=“#풀” />
  </owl : Restriction>
</owl : Class>
```

온톨로지 구성 요소

- **Class** : 일반적으로 사물이나 개념에 붙이는 이름
Ex) 노트북, 로봇 등등
- **Instance** : 사물이나 개념의 구체물이나 사건 등의 실질적
형태로 나타난 자체
Ex) Keon의 아이폰, SuPhil의 노트북 등등
- **Property** : 클래스나 인스턴스의 특정한 성질, 성향
Ex) 사용 가능하다 (*isAvailableFor*) , 소유하다 등
- **Relation** : 클래스, 인스턴스 간에 존재하는 관계들을 지칭
Ex) Keon의 아이폰은 9.7인치 이다.
- **Restriction** : 개념들 간의 관계나 속성의 값에 대한 제한 규정
ex) Ipad Wi-Fi 모델은 LTE를 사용할 수 없다.
ex) 병조의 아이폰은 LTE를 사용할 수 없다.

온톨로지 예시

● Class
● Instance

● Object property
● Data property

The screenshot displays an ontology editor interface with several panels:

- Class Hierarchy (Left):** A tree view showing the structure of the ontology. Classes are represented by yellow circles, and instances by purple diamonds. The hierarchy includes:
 - ShotOfScriptComponent
 - Object
 - Agent
 - Person
 - Actor
 - Character (highlighted)
 - PhysicalObject
 - Aisle
 - Building
 - Camera
 - VideoCamera
 - Chair
 - Computer
 - Document
 - Door
 - Floor
 - House
 - HumanBodyPart
 - Keyboard
 - Lobby
 - MeetingRoom
 - Mirror
 - Monitor
 - MotorVehicle
 - Necktie
 - Pantry
 - PublicBath

- Description: Character (Top Middle):**
- Equivalent To: +
- SubClass Of: +
 - Person
- General class axioms: +
- SubClass Of (Anonymous And): +
- Instances: +
 - Intern002
 - Intern003
 - Intern004
 - 고동호
 - 그래모
 - 김동식
 - 김석호
 - 사원1
 - 사원2
- Individuals: Actor004 (Bottom Middle):**
- Types: +
 - Character
- Same Individual As: +
- Different Individuals: +
- Description: 장그래 (Top Right):**
- Property assertions: 장그래
 - Object property assertions: +
 - playedBy Actor004
 - Data property assertions: +
 - hasGender "남자"
 - hasTeam "영업3팀"
 - hasPosition "인턴"
 - hasAge 26
- Description: Actor004 (Bottom Right):**
- Types: +
 - Actor
- Same Individual As: +
- Different Individuals: +
- Property assertions: Actor004
 - Object property assertions: +
 - play 장그래
 - Data property assertions: +
 - hasName "임시완"

owl 기반의 온톨로지 구성 예시
한연지 연구원의 미디어 스크립트 온톨로지

Chapter.3

온톨로지 활용

온톨로지 적용 분야

- **인공지능 분야**

지식 모델을 구축하기 위한 방안으로 적용 : 지식과 정보를 교환함으로써 에이전트들간 상호작용을 통해 의미 있는 문제를 해결

- **정보검색 분야**

검색 효율을 높이기 위한 방안으로 적용 : 정보의 카테고리화, 유사어 검색, 관련어 검색

- **유비쿼터스 컴퓨팅 분야**

유비쿼터스 네트워크 환경 구축 방안으로 적용 : 상이한 업체들에 의해 제조된 기기들 사이의 이질적인 데이터들이 동적으로 접근 가능한 모델 구축

- **전자상거래 분야**

상거래 부분의 자동화 방안으로 적용 : 컴퓨터 프로그램이 상거래 개념을 이해하고 처리

온톨로지 사용 예시

- Jido 로봇 대화

⇒ Human : It is a tableware.

⇒ Jido : *[retrieves possible objects: blue-bottle, yellow-bottle, orange-bottle, cup-with-handle]*

[keeps visible objects: blue-bottle, yellow-bottle, cup-with-handle]

[obtains discriminants: type, color.]

Which type of object is: bottle or cup?

⇒ Human : Bottle.

⇒ Jido : *[obtains possible objects: blue-bottle, yellow-bottle.]*

[obtains discriminants: color.]

What color the object is: blue or yellow?

⇒ Human : Blue.

⇒ Jido : *[obtains possible objects: blue-bottle.]*

The object is the blue-bottle!



온톨로지의 사용 예시

시맨틱 웹(Semantic Web)

- 의미론적인 웹
- 인터넷과 같은 **분산환경**에서,
- 리소스(웹 문서, 각종 화일, 서비스 등) 의 **관계-의미 정보**를
- **온톨로지** 형태로 표현하고,
- 이를 **기계**(컴퓨터)가 처리하도록 하는 **프레임워크 & 기술**

→ 예시를 통해 알아보자!

- “ Seoul Washington DC “ 을 검색했을 때?

-> (1) 구글

Google search results for "seoul washington DC". The search bar shows the query and the Google logo. Below the search bar, there are tabs for "전체" (All), "지도" (Maps), "뉴스" (News), "이미지" (Images), and "더보기" (More). The search results show approximately 29,400,000 results in 0.65 seconds.

The first result is from OneTravel, titled "Washington Dc to Seoul Incheon, WAS to ICN Flights - OneTravel". It includes a link to cheapflights.onetravel.com/ and a phone number +1 844-897-8641. The description mentions "Absolutely Low Fare on Flights. Book Now & Save on 450+ Airlines! Buy with Confidence. Safe and Secure Booking. Pay Less and Travel More. Book Proudly and Save. Over 20 Years in Business." and a deal of "Up to \$20 off on our Booking Fees. Starts Jan 11".

The second result is from TripAdvisor, titled "Cheap flights from Washington DC to Seoul - \$568 and up". It includes a link to www.tripadvisor.com/Flights and a description of "Cheap flights to all destinations Search on TripAdvisor for deals. All-in-One Trip Planning. Easy Price Comparison. Low Prices. Destinations: Orlando, Las Vegas, New York, Los Angeles, Miami, Washington D.C., London, Honolulu." It also lists "Roundtrip Flights", "Airline Reviews", "Travelers' Choice Awards", "Vacations Rentals", and "Things to do".

Below the search results, there is a flight summary box for "매일 1편, 비행 시간 13시간 50분" (Daily 1 flight, flight time 13 hours 50 minutes). It specifies "서울특별시(모든 공항)-미국 워싱턴 D.C.(모든 공항)" (Seoul Special City (all airports) - USA Washington D.C. (all airports)). The flight is operated by "대한항공 93" (Korean Air 93) and is scheduled for "오전 10... → 오전 11:20" (Morning 10... → Morning 11:20). The destination is "ICN-IAD" and the flight duration is "16시간 1분부터 항공편 연결" (16 hours 1 minute from flight connection). The flight is scheduled for "유틸 기간: 10월 27일" (Utility period: October 27th) and the flight is "의견 보내기" (Give feedback).

The third result is from Expedia, titled "ICN to IAD: Flights from Seoul to Washington | Expedia". It includes a link to <https://www.expedia.com/lp/flights/icn/iad/seoul-to-washington> and a description of "Book your Seoul (ICN) to Washington (IAD) flight with our Best Price Guarantee. Save 100% when booking your hotel + flight. FREE 24 hour cancellation on ...".

The fourth result is from Orbitz, titled "\$878.53 + Flights from Seoul (SEL) to Washington DC (WAS) on Orbitz ...". It includes a link to <https://www.orbitz.com> and a description of "Flights from Seoul to Washington DC :Search on Orbitz for cheap Seoul to Washington DC flights and airlines tickets from SEL to WAS."

시맨틱 웹 X

요약 : 비행기편만 검색.
(1페이지 전체 전부!)

-> (2) 네이버

NAVER

서울 워싱턴 dc

통합검색

블로그

카페

자식N

이미지

동영상

어학사전

뉴스

더보기

검색어

비행소요시간

세계

북아메리카

미국

미국

워싱턴

워싱턴

유진

이서커

인디애나폴리스

잭슨빌

캘리포니아 스테이션

샌타스 시티

코퍼스 크로스티

콜로라도스프링스

콜롬버스

콜롬비아

콜리블랜드

커피

워싱턴 비행 정보

직항, 최소 13시간 35분 소요

워싱턴필라델피아국제공항(AD) 도착 기준

대한항공 KE0093

10:15 - 10:50

직항, 13시간 35분

운항일

월 화 수 목 금 토 일

델타항공

총 7편 검색

경유 1회, 14시간 43분

운항일

월 화 수 목 금 토 일

에어캐나다

총 7편 검색

경유 1회, 15시간 4분

운항일

월 화 수 목 금 토 일

아시아나항공

총 6편 검색

경유 1회, 15시간 9분

운항일

월 화 수 목 금 토 일

비행정보는 인천공항 출발, 최단 소요시간 기준이며, 해당 정보의 업데이트 시점 및 각 항공사 사정 등에 따라 변경될 수 있습니다.

지도

'서울특별시' 근처의 '워싱턴 dc' 검색 결과입니다.

- A **워싱턴DC김영수생활** 가리부 길거리 ☐
 02-2612-8791 서울 구로구 경인로35길 56
- B **워싱턴서점** 가리부 길거리 ☐
 02-796-1850 서울 용산구 대철로 176-1
- C **워싱턴서점** 가리부 길거리 ☐
 02-401-1850 서울 강동구 구천로 456
- D **워싱턴서점** 가리부 길거리 ☐
 02-782-1850 서울 영등포구 여의나루로 42 대의...

도움말 ? 초기화

지도 더보기

네이버 항공권 예약

판도

항공권

다구간

서울

ICN

✈

워싱턴

IAH

가는날 선택

오는날 선택

미정

성인 1명

일반석

항공권검색

INTERPARK투어

하나투어

노랑향연

마두투어

WHYPAYMORE

엠티투어

온라인투어

PRIVIA

KRT

LOTTECARD

여행한의원

Trip.com

내일투어

① 국내외 항공권 스케줄 및 자주 여행시에서 제공하는 다양한 항공권 정보를 비교, 소개하는 서비스입니다.


항공권 예약 및 결제는 각 여행사 홈페이지에서 가능하며, 예약 전 요금 규정을 반드시 확인하시기 바랍니다.

회원님 항공권 조회하기

뉴스


관련뉴스

최신뉴스




국내외 동물단체, 초복맞이 서울 LA 워싱턴 D.C. 등 도시다발 집회
 피아낸셜뉴스 : 2018.07.14. | [네이버뉴스](#) | [🔍](#)

국제 동물보호단체인 동물해방결과 국제동물구원단 Last Chance for Animals(LCA) 초복 맞고 **서울**과 미국 로스앤젤레스(LA), **워싱턴 D.C**에서 개식용 금지하라는 집회를 동시다발적으로 진행한 바, 사건...




동물해방결과 LCA, 초복 맞아 서울, 로스앤젤레스, 워싱턴 D.C. 등 3개 도시...
 울리치 : 2018.07.11. | [🔍](#)

집회는 현지 기준으로 17일(화) **서울**과 로스앤젤레스, **워싱턴 D.C.** 등 3개 도시에서 각각 진행될 예정이다. 동물해방결 관계자는 '최근 가축 정지에서 개를 식재하는 축산법 일부 개정안'과 개, 고양이 입양도살...



동물권 단체들, 개고기 거래 실태 규탄 LA와 워싱턴 서울에서 동시다발 집회
 프리뉴스 : 2018.07.08. | [🔍](#)

【프리뉴스=유승선 기자】 국제 동물권 단체인 LCA(Last Chance for Animals)가 한국 내 개단체인 동물해방결(Animal Liberation Wave, ALW)과 공동으로 미국 로스앤젤레스, 워싱턴 D.C., 서울에서 동시다발 집회를...



美, 푸틴 워싱턴DC 초청 추가 정상회담 추진 서울경제 : 2018.07.20. | [네이버뉴스](#) | [🔍](#)

/별승각=로이터연합뉴스【서울경제】 마려 정상회담 후 여론의 역풍을 맞고 있는 도널드 트럼프 미국 대통령이 블라디미르 푸틴 러시아 대통령을 워싱턴DC에 초청해 추가 정상회담을 देने 방안을 추진하고 나서 논란이...



오산건-김소현, 메이저리그 올스타전 관람하 미국 뉴욕에서 워싱턴DC로 이동...
 스포타뉴스 : 2018.07.18. | [🔍](#)

지난 17일 김소현은 자신의 인스타그램에 '뉴욕 여행과 마치고, 남은 일정을 위해 워싱턴DC로 이동했습니다'라는 글을 올렸는데, 김소현은 뉴욕에서 올스타전 관람하러 왔다가 워싱턴DC로 이동한 것으로 보인다. 김소현은 자신의 인스타그램에 '뉴욕 여행과 마치고, 남은 일정을 위해 워싱턴DC로 이동했습니다'라는 글을 올렸는데, 김소현은 뉴욕에서 올스타전 관람하러 왔다가 워싱턴DC로 이동한 것으로 보인다.

뉴스 더보기

지식백과	지식백과
<p> Q 미국에서 제일 큰 도시가 워싱턴DC가 아닌 뉴욕의 이유 2018.07.18. 우리나라에서 제일 큰 도시는 서울이 맞아요 그런데... 미국에서 제일 큰 도시가 수도 워싱턴DC가 아닌 뉴욕 인가요? 그리고 우리나라 서울을 왜 미국에선 워싱턴DC...? A 워싱턴DC는 미국 정부의 중심이지만, 그게 뭐 우리에게 흥미를 크게 끌지는 못합니다. 박학원을 갈수 있는 것도 아니고... 차라리 워싱턴dc 보다 트럼프가 유명하지. 미국 : ② </p> <p> Q 미국 워싱턴DC 날씨 2017.09.04. 미국에 있는 서울 날씨(8-9)날씨가 어떤가요? A 한국 부산 날씨와 유사하다. 즉 서울 뉴욕보다 4-5도 조금 더 조금 더 자주 온갖 맑아요 참고하세요 h https://www.accuweather.com/en/us/washington-dc/2006... 미국 : ② </p> <p> Q 미중 항공권 질문(서울-뉴욕-발거터, 발거터-서울) 2009.06.10. 서울→ 워싱턴 D.C (뉴욕으로 가는 버스로 이동하려고 합니다.) 뉴욕 → 발거터 발거터 → 서울 이렇게 항공권 3개가 필요요지요. 이 경우에는 어떻게 여행 하는게 가장... A 이런 경우에는 서울에서 워싱턴DC시. 발거터에서 서울 티켓을 구입하고 뉴욕에서... 해서 서울-워싱턴DC시. 반부록 -서울을 끊어 두 후날로 반드시 환승시간을 잘... 여행 분야 지식인 답변 나바호집 미국 : ① </p>	<p> 지식백과 </p>
<p> 지식백과 </p> <div data-bbox="730 1071 784 1140">  </div> <p> 워싱턴 D.C., [Washington D.C.] 두산백과 아메리카 > 미국 정식명칭은 '워싱턴 컬럼비아 특별구'이다. 워싱턴 D.C.로 약칭한다. 포틀랜드(OR) 연안의 메릴랜드주(MD)와 버지니아주(VA) 사이에 있는 연방직할지이다. 어느 쪽에도 속해... [더보기] 행정관청 소재지 1350 Pennsylvania Avenue, NW, Suite 313, Washington, DC 20004 </p> <p> 워싱턴 DC, [Washington D.C.] 자스트고(Just go) 도시별 여행정보 생활/취미/스포츠 > 여행 【4 차례】 3월 말부터 4월 초까지 간행되는 워싱턴 DC의 여행 책자는 봄을 축하하고 일문에서 기증한 첫바나나 3000개를 지원하는 행사로 주말에 열리는 피라미드 박가 인기 있다. 7월 4일의 독립기념일... [더보기] 분류 해외여행 > 도시 지식 북아메리카 > 미국 언어 영어(English) </p> <p> 워싱턴 D.C. 시사상식사전 시사/생각/종합 > 시사상식사전 철저한 개척도시인 워싱턴은 버지니아주와 메릴랜드주가... 이 때문에 정식 명칭은 '워싱턴 컬럼비아 특별구 (Washington District of Columbia)'라고 하며, '워싱턴 D.C.'로 약칭된다. 미국의... [더보기] 외국어 표기 Washington, D.C.(영어) </p>	<p> 지식백과 </p>

영사아트	도움말		
<p>미국 한국일보 - 워싱턴 DC http://dc.koreatimes.com/ ></p> <p>매트로 · 한인사회 · 로컬경제 · 사회일반 · 불티모어 · 위대한 일상</p> <p>미국 워싱턴 DC의 로컬사회, 경제등 생생한 뉴스를 전달해 드립니다.</p>			
<p>W 워싱턴 DC · 워싱턴 (인스피리아 호텔 예약) https://www.expedia.co.kr/Washington-Hotels-W-Washington-DC,h12067.Hot... ></p> <p>5 15 15th Street, NW, Washington, D.C.</p>			
<p>DC · 워싱턴 현재 페이지 W 워싱턴 DC W Washington D.C., 4.0 (5.0점 만점) 15th Street, NW Washington DC 02-3480-0166 사진 객실 편의 시설 이용 후기 정책 남의 사건건만 사진을... 인터넷 서울 서를 알리텔 서를 서비스 드 아파트트 서울 비스타호텔에 호텔...</p> <p>익스포디터</p>			
<p>워싱턴 햄밀턴 호텔 워싱턴 DC (Hamilton Hotel Washington DC)이용 후기 https://kr.hotels.com/hot148831-tr/ ></p> <p>호텔 워싱턴 DC (Hamilton Hotel Washington DC), 워싱턴 Hotels.com, 1.177개 이용 후기 8.8 종합합 (1~5.0개)... 인기 매력적 방목 호텔 서울 호텔 홍콩 호텔 도쿄 호텔 파리 호텔 뉴욕 호텔 싱가포르 호텔...</p> <p>호텔스닷컴</p>			
	영사아트 더보기 >		
동영상	동영상 신고하기		
 <p>가짜용 이미 시 차·워싱턴DC'나'서 SBS C... 네이버 뉴스 2017.07.14</p>	 <p>초복맞이 서울 LA 워 싱턴 D.C.서 동시다 pyp... 네이버 블로그 2018.07.16</p>	 <p>초복맞이 서울 LA 워 싱턴 D.C.서 동시다 pyp... 네이버 블로그 2018.07.16</p>	 <p>★대구가 국민대표단 워싱턴 DC 출경 2 대명TV... Youtube ▷2.518 2018.07.30</p>
	동영상 더보기 >		

시맨틱 웹 X

요약 : 키워드 매칭 위주

- “ Seoul Washington DC “ 을 검색했을 때? -> (3) WolframAlpha

WolframAlpha computational intelligence.

seoul washington DC


Assuming "seoul" is a city | Use as an administrative division instead

Input interpretation:
Seoul, Seoul | Washington, District of Columbia, United States

Populations:

	Seoul	Washington
city population	9.971 million people (country rank: 1 st) (2016)	693 972 people (country rank: 20 th) (2017)
urban area population		3.934 million people (Washington (DC) urban area) (country rank: 8 th) (2000)
metro area population	22.25 million people (Seoul metro area) (2007)	5.704 million people (Washington (DC) metro area) (country rank: 7 th) (2011)

Path:



Distance:

	distance	flight time
Seoul to Washington	11 189 km (kilometers)	12 hours 40 minutes

(assuming direct flight path at 890 km/h)

Enlarge | Data | Customize | Plaintext | Interactive

Administrative regions:

	counties	region	country
Seoul		Seoul	South Korea
Washington	District of Columbia	District of Columbia	United States

Current local times:

Seoul	3:27 pm KST Wednesday, August 8, 2018
Washington	2:27 am EDT Wednesday, August 8, 2018

Current weather:

	Seoul	Washington, United States
temperature	36 °C (heat index: 43 °C)	25 °C
conditions	partly cloudy	cloudy
relative humidity	47% (dew point: 23 °C)	85% (dew point: 22 °C)
wind speed	3.6 m/s	2 m/s
	(1 hour 28 minutes ago)	(36 minutes ago)

Geographic properties:

	Seoul	Washington
elevation	43 m	7 m
area		158.11 km ²
population density		4389 people/km ²

시맨틱 웹 O

요약 : RDF, OWL 등의 triple(S,V,O) 구조를 통한 검색

- “ Seoul Washington DC “ 을 검색했을 때? -> (3) WolframAlpha

WolframAlpha computational intelligence.

seoul washington DC

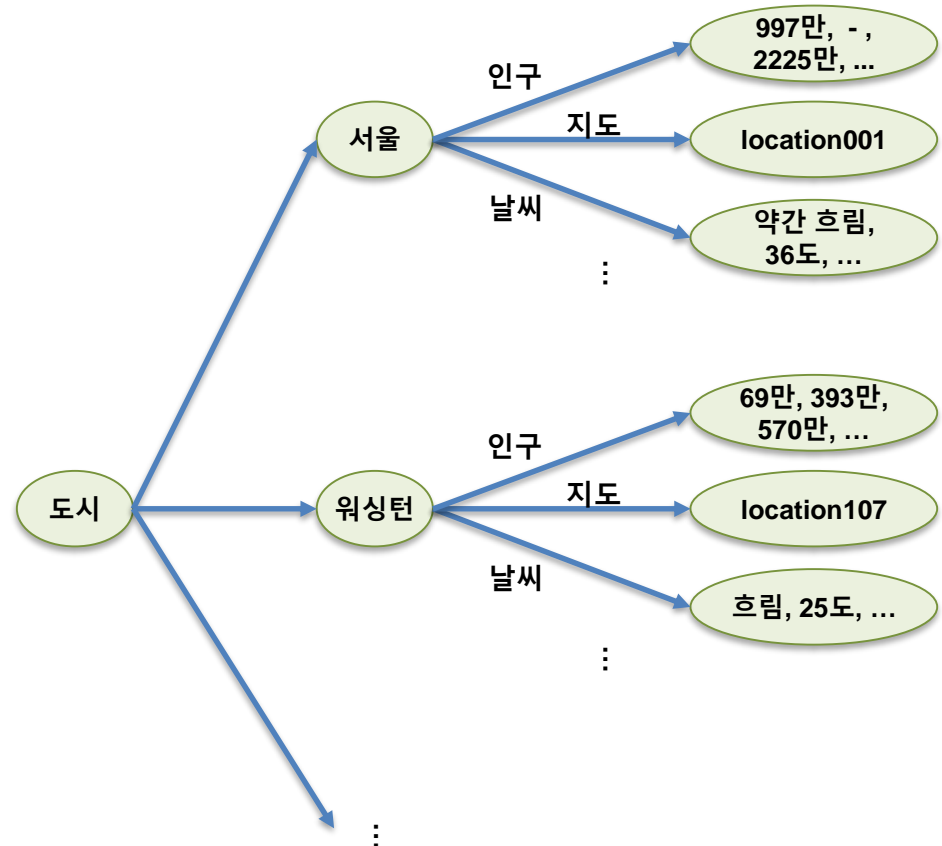
Assuming "seoul" is a city | Use as an administrative division instead

Input interpretation:
Seoul, Seoul | Washington, District of Columbia, United States

Populations:

	Seoul	Washington
city population	9.971 million people (country rank: 1 st) (2016)	693 972 people (country rank: 20 th) (2017)
urban area population		3.934 million people (Washington (DC) urban area) (country rank: 8 th) (2000)
metro area population	22.25 million people (Seoul metro area) (2007)	5.704 million people (Washington (DC) metro area) (country rank: 7 th) (2011)

Path:



시맨틱 웹 O

요약 : RDF, OWL 등의 triple(S,V,O) 구조를 통한 검색

• 번외 -> (4) 네이트 시맨틱 검색

NATE 김치의 유래 검색 통합검색 시맨틱 이미지 동영상 사람검색 Q&A

시맨틱 검색에 대한 새로운 생각 결합하기 시맨틱 검색 도움말

속성 property **즉답 direct answer**

최근소식	김치 박물관
별칭	코엑스
박물관	서울시 중구 필동
유래	خم채 (沈菜)
맛내는법	김치는 배추나 무 등의 주재료와 국물에 각각 간을 해야 제 맛이 난다.
먹는법	김치는 아무래도 포기김치로 해야 더 맛이 납니다.
보관온도	김치는 장독에 담겨 맛송에서 숙성을 시켜야 제 맛이 납니다.

NATE 스펀지 밥 검색 통합검색 시맨틱 이미지 동영상

바로가기 [보글보글 스펀지밥](http://www.nick.com/all_nick/movies/spongebob) http://www.nick.com/all_nick/movies/spongebob

시맨틱 시맨틱 검색 도움말

제작사	스펀지 밥은 어린아이처럼 잔인할만큼 이기적이지만 순수한 순기의...
인기원인	스펀지밥 * 스펀지 밥은 스펀지를 모티브로 만든 캐릭터이다.
정의	스펀지밥은 말그대로 스펀지를 캐릭터로한것입니다.
담은꼴	천구 조모양
발생결과	하고 불루가 아닌 스펀지밥이 나타나면 슬픈 얼굴 단추를 누르도록 ...
기능	도라에몽과 스펀지밥은 같은 이미지인데 아래부분이랑 윗부분을 다...
만드는것	스펀지밥이 그의 습기를 거드러져라도 쿠렌씨는 밥이

• 번외 -> (4) 네이트 시맨틱 검색

온톨로지의
Triple(S,V,O)



시맨틱 주제별 예시	정치인	
	발언	이명박 대통령은 16일 "미국은 핵우산을 포함한 모든 안보공약을 이행한다는 확약을 했다"고 밝혔다.
	공약	한나라당 이명박 후보는 28일 행정중심복합도시인 세종시의 자족기능을 대폭 강화하겠다고 공약했다.
	축근	친(親)이명박계인 공성진 최고위원이 "하나, 둘, 셋" 하고 구령을 붙자 모두가 생일 축하 노래를 합창했다.
	:	
	연예인	
	데뷔정보	일단, 이효리씨는 98년도에 그룹 '핑클'의 리더로 데뷔했다는 건, 모두들 다 아실겁니다.
	신체사항	이효리 출생 1979년 5월 10일 신체 키167cm, 체중48kg
	소속사	이효리의 시구 거절 보도와 관련해서 그녀의 소속사 엠넷미디어 가 LG측 홍보 담당자에 소송 하겠다는 입장을 2일 밝혔다.
	:	
	질병	
	소개	수족구병은 다섯 살 이하의 영유아에서 주로 발생하는 바이러스성 질환으로 심할 경우 사망에까지 이를 수 있는
	원인	수족구병은 콕사키바이러스 A군 16형(Coxsachievirus A16) 이라는 바이러스가 주원인입니다.
	증상	수족구병은 손과 발 등에 물집이 잡히며, 입 내부가 허는 증상입니다.
	:	



2010년 당시
“이명박” 검색



종교	서울시장
존경대상	세계 유수의 기업
경력	문화재 개방의 기초아래 송례문 개방
공약	국민소득 4만불
당선이유	7% 성장
입당	
축근	경제를 살리겠습니다

- 번외 -> (4) 네이트 시맨틱 검색

(예시) : 이순신은 인종 1년인 1545년 4월 28일 서울 건청동에서 태어났다.

(시간) + [동사] 태어나다 : “출생일”

(지역) + [동사] 태어나다 : “출신지”

NATE 이순신 검색 통합검색 시맨틱 이미지 동영상

시맨틱 ? 시맨틱 검색 도움말

제작사	스편지 밥은 어린아이처럼 잔인할만큼 이기적이지만 순수한 순기의...
인기원인	스편지밥 * 스펀지 밥은 스펀지를 모티브로 만든 캐릭터이다,
정의	스편지밥은 말 그대로 스펀지를 캐릭터로한것입니다.
출생일	1545년 4월 28일
출신지	서울 건청동
기능	도라에몽과 스펀지밥은 같은 이미지인데 아래부분이랑 윗부분을 다...
만드는데	스편지밥이 그의 심기를 거드러지라도 쿨한씨는 밥이

온톨로지의 사용 예시

시맨틱 웹(Semantic Web)

(응용 사례 1) 쿼리 확장 및 변환

: 사용자 쿼리에서 의미 추출 → 쿼리 확장. ex) 네이트 시맨틱 검색

NATE 이순신 검색 통합검색 시맨틱 이미지 동영상

시맨틱 [?] 시맨틱 검색 도움말

제작사	스편지 밥은 어린아이처럼 잔인할만큼 이기적이지만 순수한 순기의...
인기원인	스편지밥 * 스펀지 밥은 스펀지를 모티브로 만든 캐릭터이다.
정의	스편지밥은 말 그대로 스펀지를 캐릭터로한것입니다.
출생일	1545년 4월 28일
출신지	서울 건청동
가장	도라에몽과 스펀지밥은 같은 이미지인데 아래부분이랑 윗부분을 다...
만드는것	스편지밥이 그의 심기를 거드러지라도 쿨맨씨는 밥이

온톨로지의 사용 예시

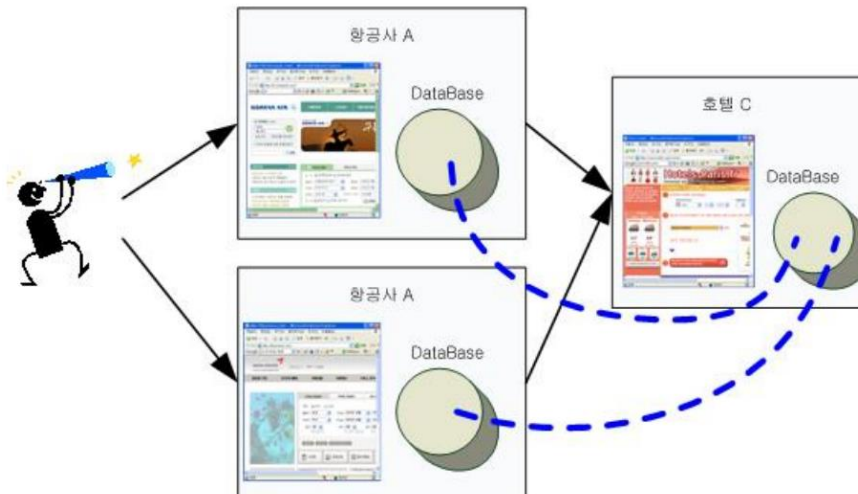
시맨틱 웹(Semantic Web)

(응용 사례 2) 온톨로지 매칭

: 유사한 온톨로지 간 상호운용성(Interoperability) 위한 기술.

ex) “항공편 예매 온톨로지”와 “호텔 예약 온톨로지”는 유사함. (도시, 시간, 비용...)

→ 시맨틱 웹에서 항공편 예매 서비스를 개발했다면, 호텔 예약도 가능!!



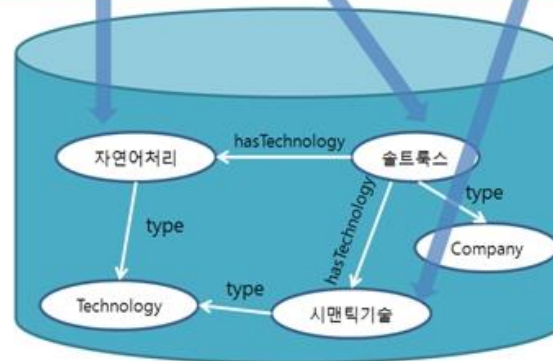
온톨로지의 사용 예시

시맨틱 웹(Semantic Web)

(응용 사례 3) 시맨틱 어노테이션

:새로운 정보를 기존 온톨로지에 매핑 → 추가적인 시맨틱 정보 생성.

"솔트룩스:(기업)는 1979년 설립된 "Communicating Knowledge" 전문기업으로 Semantic Discovery 사업부와 Technical Communication 사업부를 중심으로 효과적인 "Communicating Knowledge"를 실현하고자 합니다. 국내 최고 수준의 자연어처리:(기술), 정보검색, 텍스트 마이닝, 시맨틱 기술:(기술)을 통하여 기업 지식 자산의 분석과 구조화를 이루어 내고, 솔루션 기반의 현지화 및 저작 서비스를 통하여 글로벌 비즈니스의 성공을 제시하며 고객가치를 실현하고자 합니다."



온톨로지의 사용 예시

온톨로지 추론 (Ontology Reasoning)

- 정의 : 이미 알고 있는 사실들(명제)를 기반으로 결론에 도달하기 위한 행위.
또는, 새로운 프로세스를 논리적으로 유도하는 과정.
- 목표 :
 - 온톨로지의 논리적 오류 탐지
: 온톨로지와 지식이 서로 일관성 있게 구축되었는가?
 - 개념간의 포함 관계 추론
: 현재의 온톨로지만으로 얻을 수 있는 추가 정보는 무엇인가?

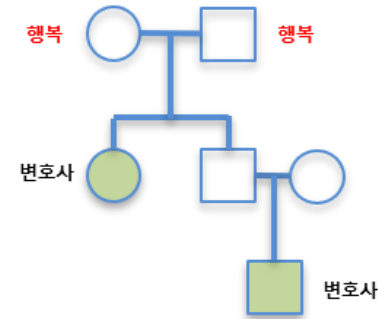
온톨로지의 사용 예시

온톨로지 추론 (Ontology Reasoning)

1. 온톨로지의 논리적 오류 탐지 : Tableaux 추론 사용.

[지식]: $KB = \{ \text{HappyParent} = \text{Person} \sqcap \forall \text{hasChild}.(\exists \text{hasChild}.\text{Lawyer} \sqcup \text{Lawyer}),$

[인스턴스]: $\text{HappyParent}(\text{Cheolsu}), \text{hasChild}(\text{Cheolsu}, \text{YeongHui}), \neg \text{Lawyer}(\text{YeongHui}) \}$

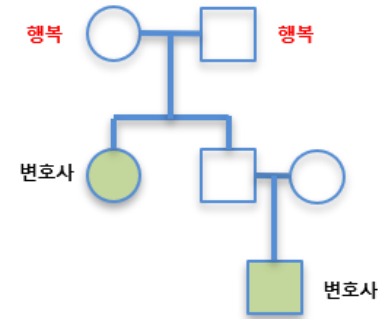


지식 및 인스턴스 정보 : <http://blog.saltlux.com/info-center/온톨로지와-추론/>

Tableaux 추론 : <https://www.slideshare.net/imspace/ss-1918456>

온톨로지의 사용 예시

온톨로지 추론 (Ontology Reasoning)



1. 온톨로지의 논리적 오류 탐지 : Tableaux 추론 사용.

[지식]: 행복한 사람 = 모든 자식이 “변호사” 또는 “변호사인 자식이 있음”

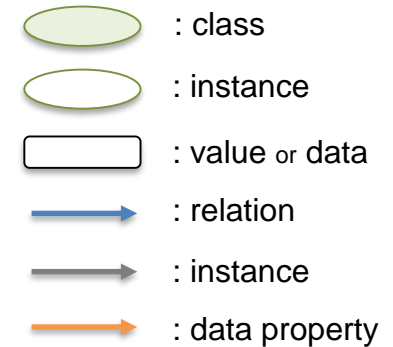
[인스턴스]: 철수는 행복함 / 철수의 자식 : 영희 / 영희는 변호사 X

현재 온톨로지 및 그 지식은 Inconsistent(일관성 X)하다.

“좋은 온톨로지” 는 일관성 있게 구축하여 논리를 확보해야 함!!

온톨로지의 사용 예시

온톨로지 추론 (Ontology Reasoning)

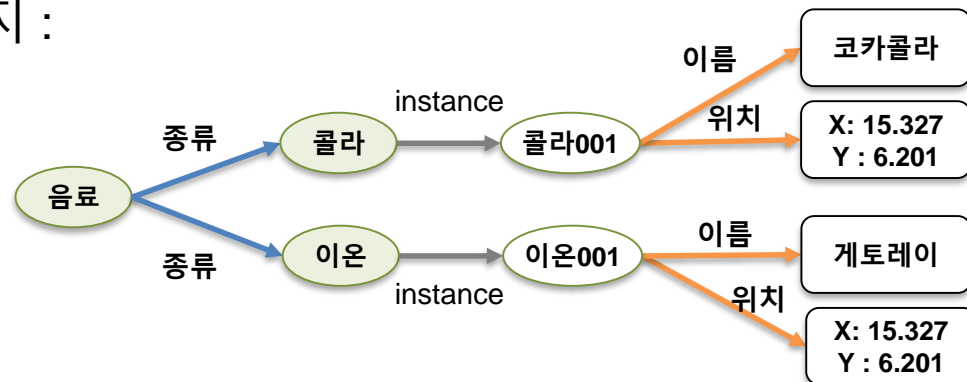


2. 개념간의 관계 추론 : 예시 (1)

- 요청 : “음료 좀 가져다 줘”

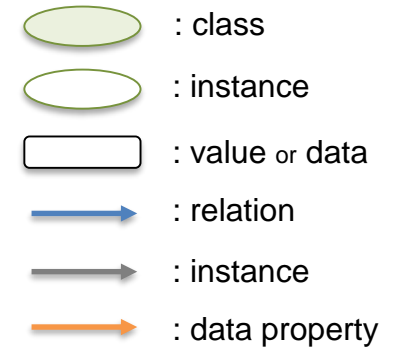
- 필요정보 :   

- 현재 온톨로지 :



온톨로지의 사용 예시

온톨로지 추론 (Ontology Reasoning)

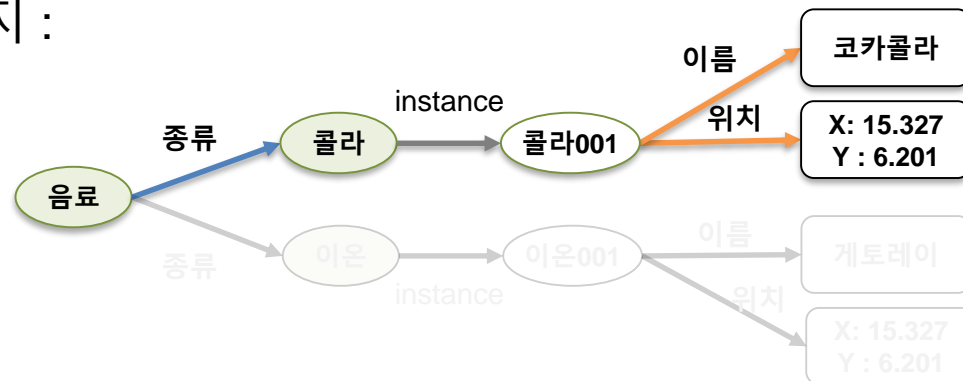


2. 개념간의 관계 추론 : 예시 (1)

- 요청 : “음료 좀 가져다 줘”

- 필요정보 :   

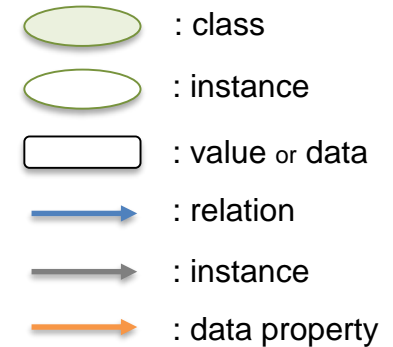
- 현재 온톨로지 :



- 출력 : 코카콜라 가져다 드리겠습니다!

온톨로지의 사용 예시

온톨로지 추론 (Ontology Reasoning)

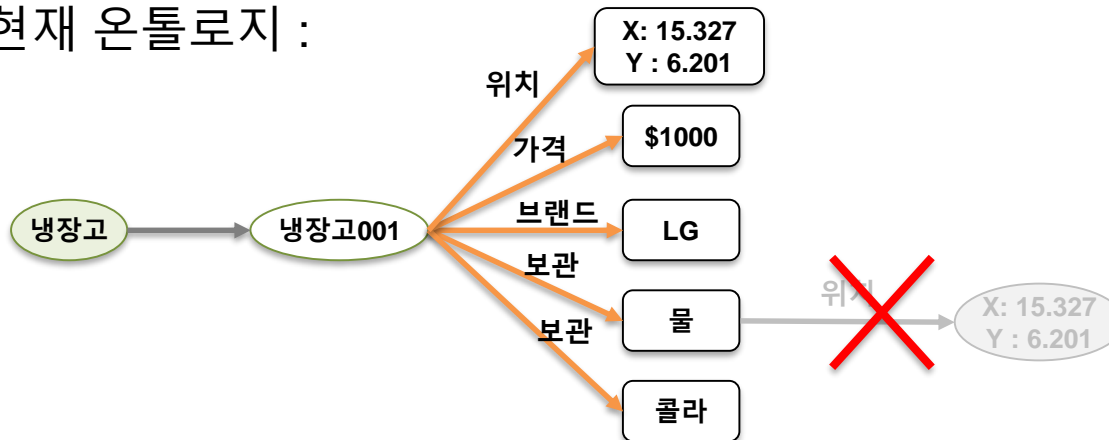


2. 개념간의 관계 추론 :

- 요청 : “물 좀 가져다 줘”

- 필요정보 :

- 현재 온톨로지 :



- 목표 : “냉장고에 물이 있습니다. 가져다 드릴게요!”

Chapter.4

온톨로지 연구 동향

온톨로지 관련 연구 동향

- 온톨로지 구축을 위한 온톨로지 러닝
- 온톨로지 추론에 관련된 연구
- 온톨로지를 구축하고 구축된 온톨로지를 활용한 다양한 연구들

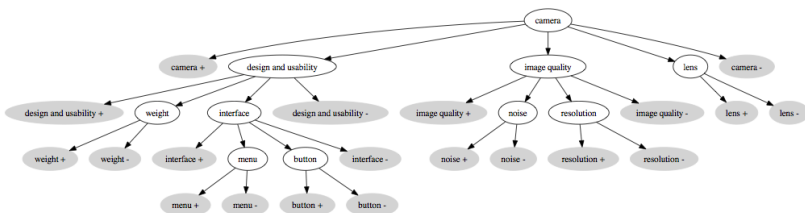
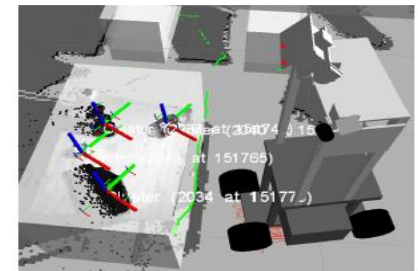
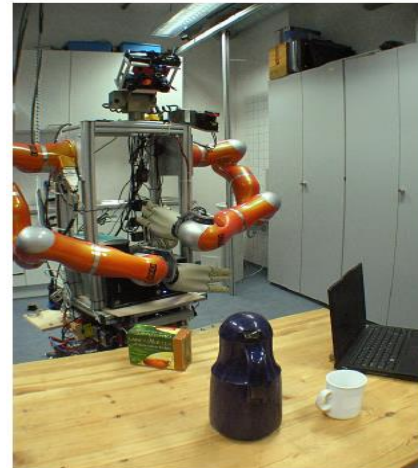


Figure 1: an example of part of a SOT for digital camera



온톨로지 관련 연구 동향

- Jido 로봇 대화

⇒ Human : It is a tableware.

⇒ Jido : *[retrieves possible objects: blue-bottle, yellow-bottle, orange-bottle, cup-with-handle]*

[keeps visible objects: blue-bottle, yellow-bottle, cup-with-handle]

[obtains discriminants: type, color.]

Which type of object is: bottle or cup?

⇒ Human : Bottle.

⇒ Jido : *[obtains possible objects: blue-bottle, yellow-bottle.]*

[obtains discriminants: color.]

What color the object is: blue or yellow?

⇒ Human : Blue.

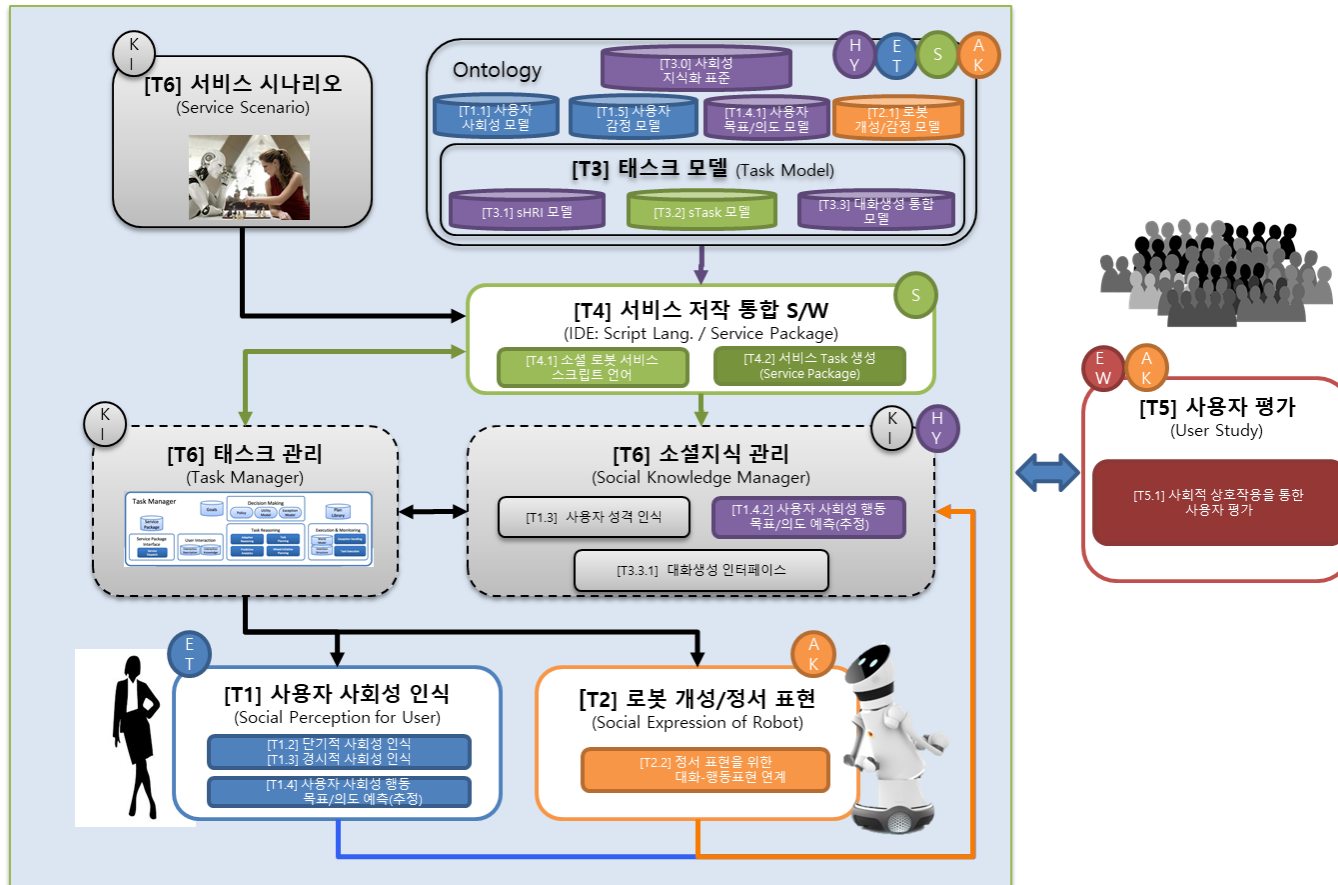
⇒ Jido : *[obtains possible objects: blue-bottle.]*

The object is the blue-bottle!



온톨로지 관련 연구 동향

- 지능 체계 & 소셜 로봇



온톨로지 관련 연구 동향

- 지능 체계 & 소셜 로봇

[대화에 따른 상호작용]

Social Context :

이름 : 이겨레, 성별 : 남성
연령대 : 성인, 방문 기록 : 무



제가 무엇을 도와드리면 될까요?



Social Context :

이름 : 최태민, 성별 : 남성
연령대 : 노인, 방문 기록 : 유



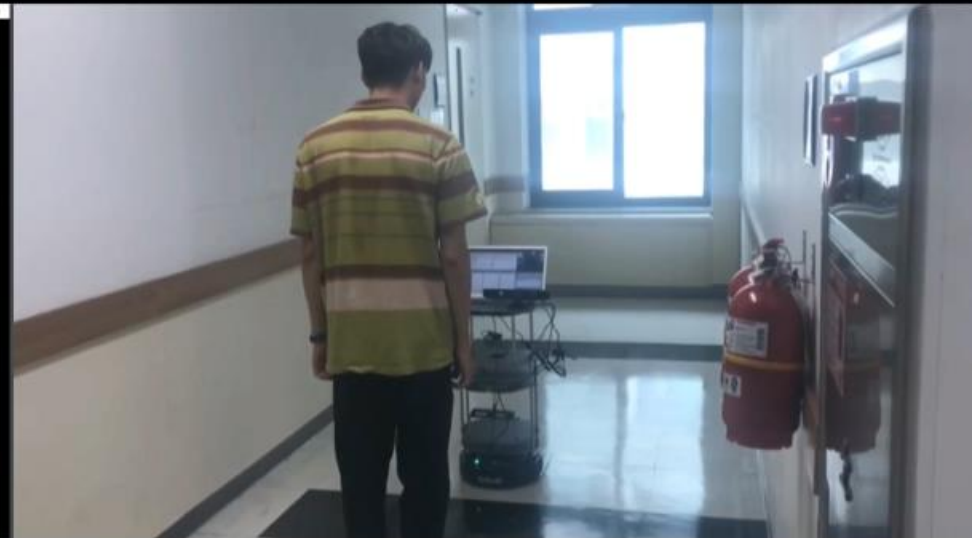
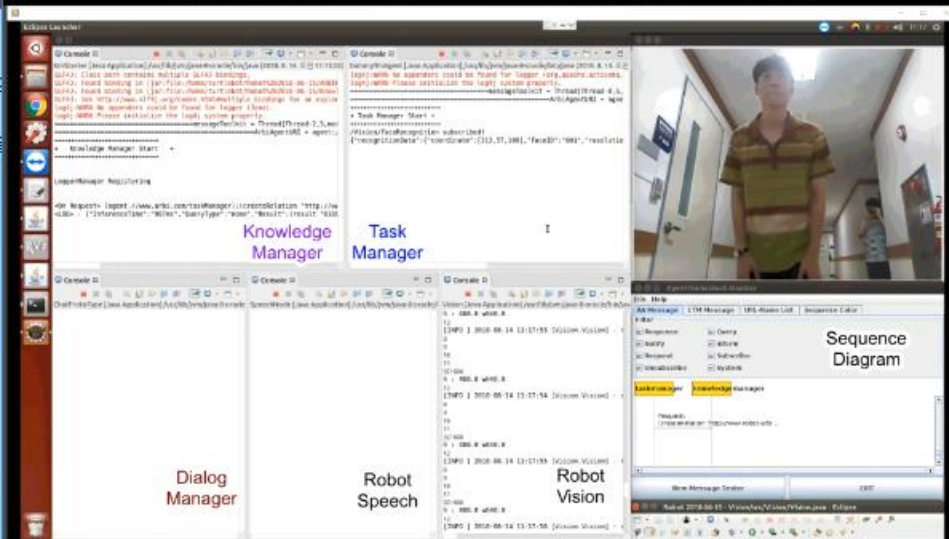
또 오셨네요. 최태민 어르신,
제가 무엇을 도와드리면 될까요?



온톨로지 관련 연구 동향

- 지능 체계 & 소셜 로봇

[Robot vision >>> TM] 사용자 얼굴 인식 데이터
[TM >>> KM] 얼굴 인식 저장 요청 및 신원 정보 질의



[KM >>> TM] 신원 정보 반환

Ontology Matching: A Machine Learning Approach

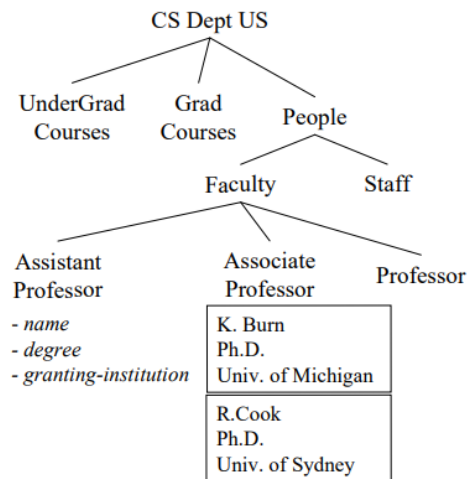
- 2004년 발표.
 - 인용 600회
-
- 머신 러닝 기반 Ontology Matching 방법론인 “GLUE” 제시.
 - 시멘틱 웹 상의 Ontology Matching 에 대해 실험 진행.
 - 다양한 벤치마크 데이터셋에 대해 실험.
 - 속도, 정확도 에서 모두 긍정적 결과.

Ontology Matching: A Machine Learning Approach

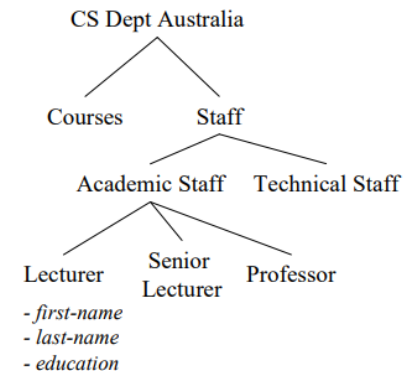
- 회의에서 사람을 만남.
 - 이름 : “쿡”
 - 특징 : 호주에서 미국으로 이주.
 - 직업 : associate professor (조교수)

→ 이때, 쿡 의 호주 대학
홈페이지를 찾아라.

- 온톨로지 구조 :



(a)



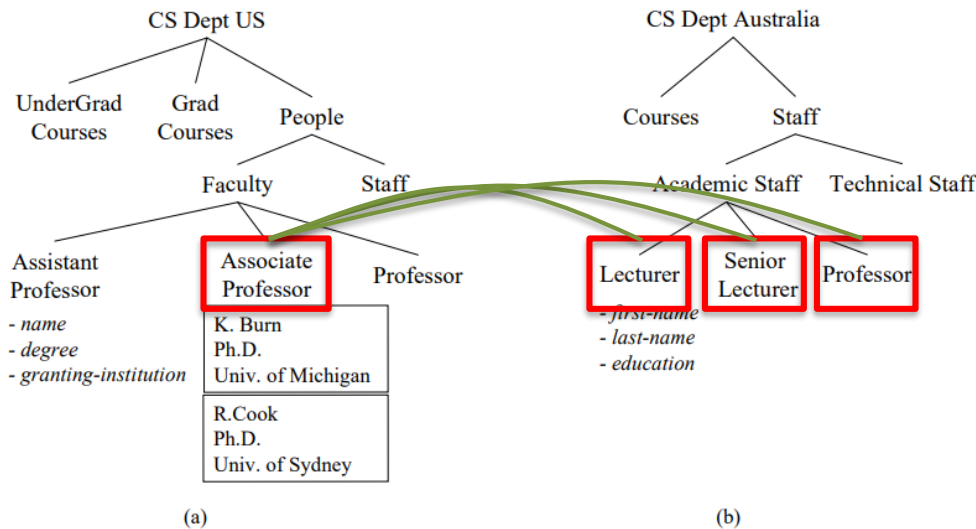
(b)

Fig. 1. Computer Science Department Ontologies

Ontology Matching: A Machine Learning Approach

- 회의에서 사람을 만남.
 - 이름 : “쿡”
 - 특징 : 호주에서 미국으로 이주.
 - 직업 : associate professor (조교수)

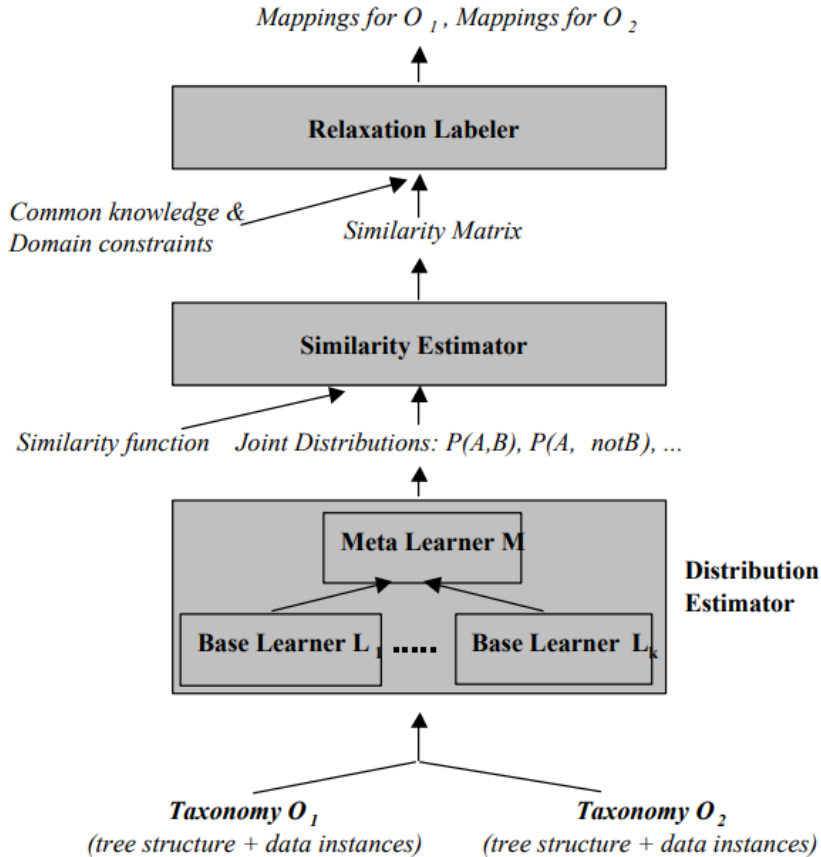
→ 이때, 쿡 의 호주 대학
홈페이지를 찾아라.



미국 대학 온톨로지의
“Associate Professor” 는
호주 대학 온톨로지의
어떤 class에 대응???

Fig. 1. Computer Science Department Ontologies

Ontology Matching: A Machine Learning Approach



질문 : O_1 의 Class “A” 와 매칭되는 O_2 의 Class 는 “무엇”인가?

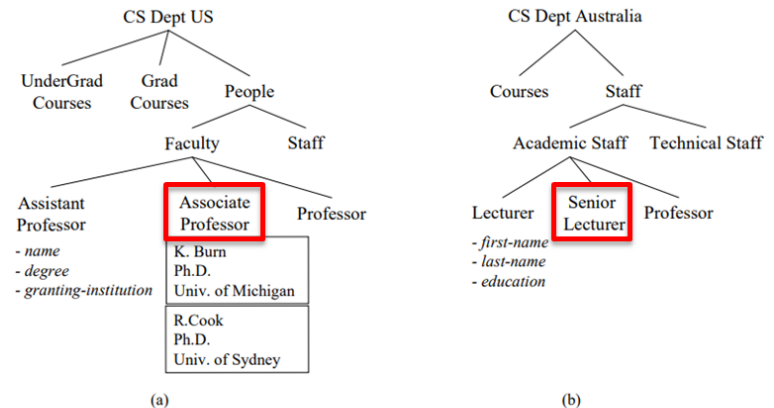
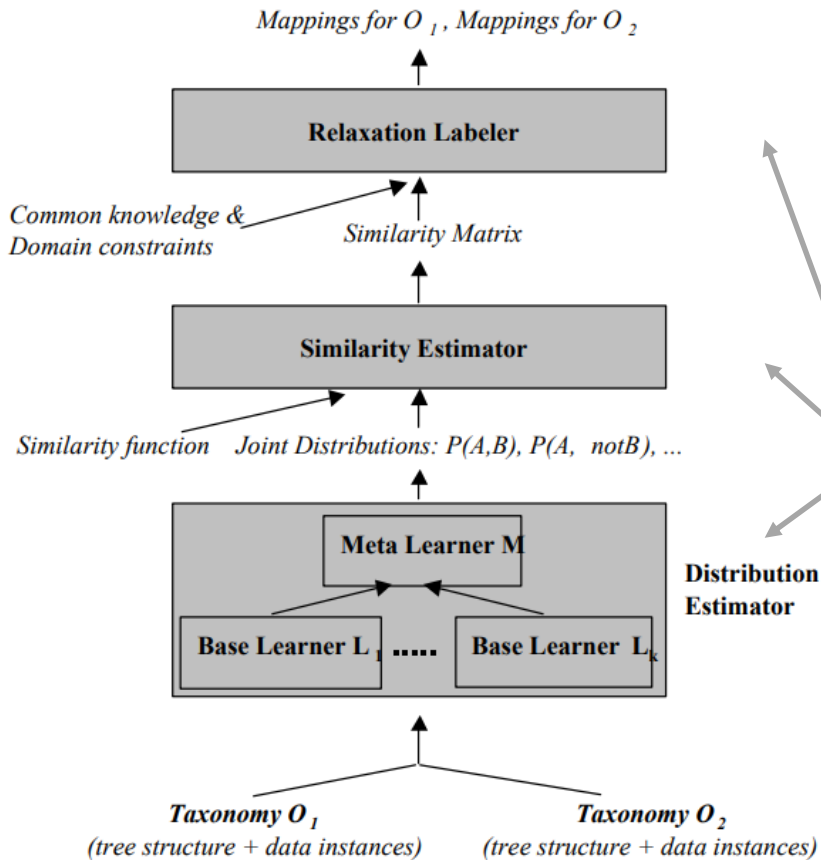


Fig. 1. Computer Science Department Ontologies

Ex) Associate Professor \approx Senior Lecturer

Ontology Matching: A Machine Learning Approach



질문 : O_1 의 Class “A” 와 매칭되는 O_2 의 Class 는 “무엇”인가?

순서

- ① 온톨로지 O_1, O_2 의 Class A, B 사이 **Joint Distribution** $P(A,B)$ 계산.
- ② $P(A,B)$ 를 이용하여 두 Class 간의 **Similarity** 계산.
- ③ Similarity와 제약조건을 이용하여 O_1 의 Class “A”를 O_2 의 Class “?”로 **Mapping** 함.

Ontology Matching: A Machine Learning Approach

1) Joint Distribution 계산

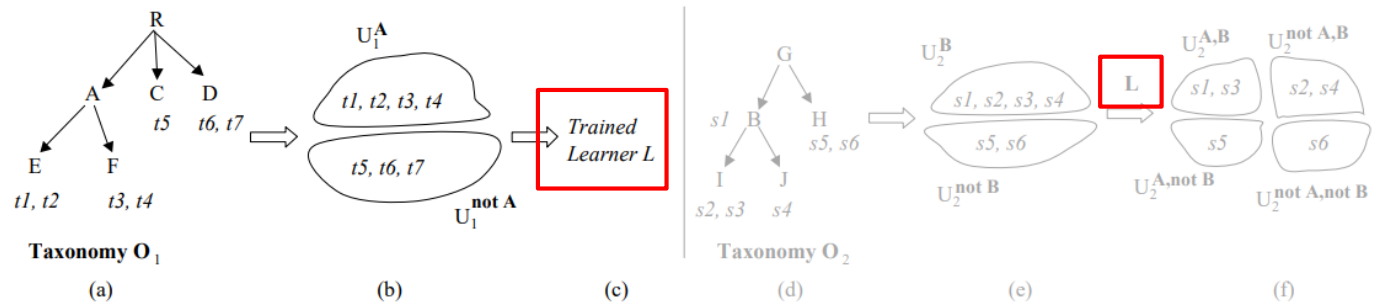


Fig. 3. Estimating the joint distribution of concepts A and B

① O_1 온톨로지에서 Classifier L_{O_1} 을 training.

- ex) 인스턴스 "t1" 은 클래스 "A" 에 포함되는가? → true 로 학습.

Classifier L_{O_1} 확보

Ontology Matching: A Machine Learning Approach

1) Joint Distribution 계산

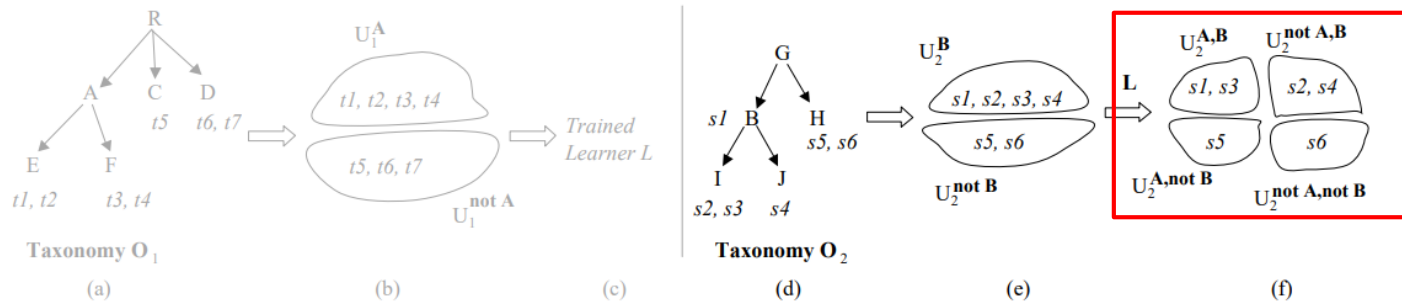


Fig. 3. Estimating the joint distribution of concepts A and B

② O_2 온톨로지의 특정 클래스를 L_{O_1} 로 분류.

- ex) $U_{2\text{not}A,B}$: U_2 에서 B 에 속하지만, L_{O_1} 은 false로 분류.

상호 분류결과 확보
ex) $U_{2\text{not}A,B}$

Ontology Matching: A Machine Learning Approach

1) Joint Distribution 계산

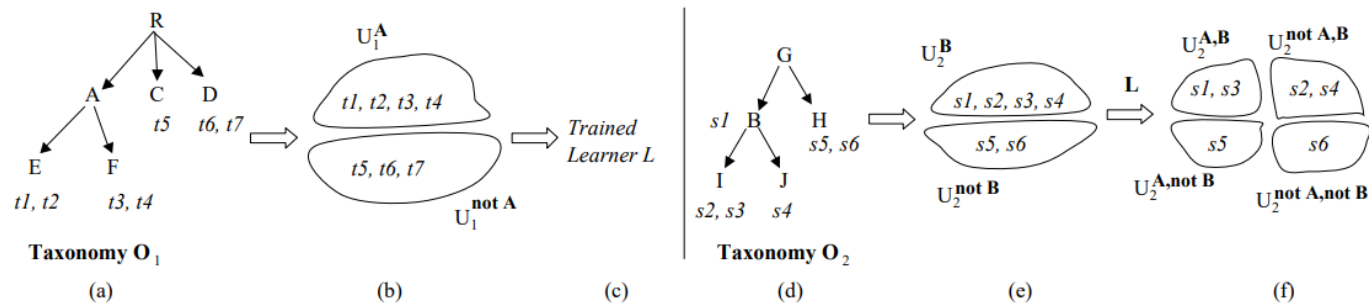


Fig. 3. Estimating the joint distribution of concepts A and B

③ Joint Distribution 계산

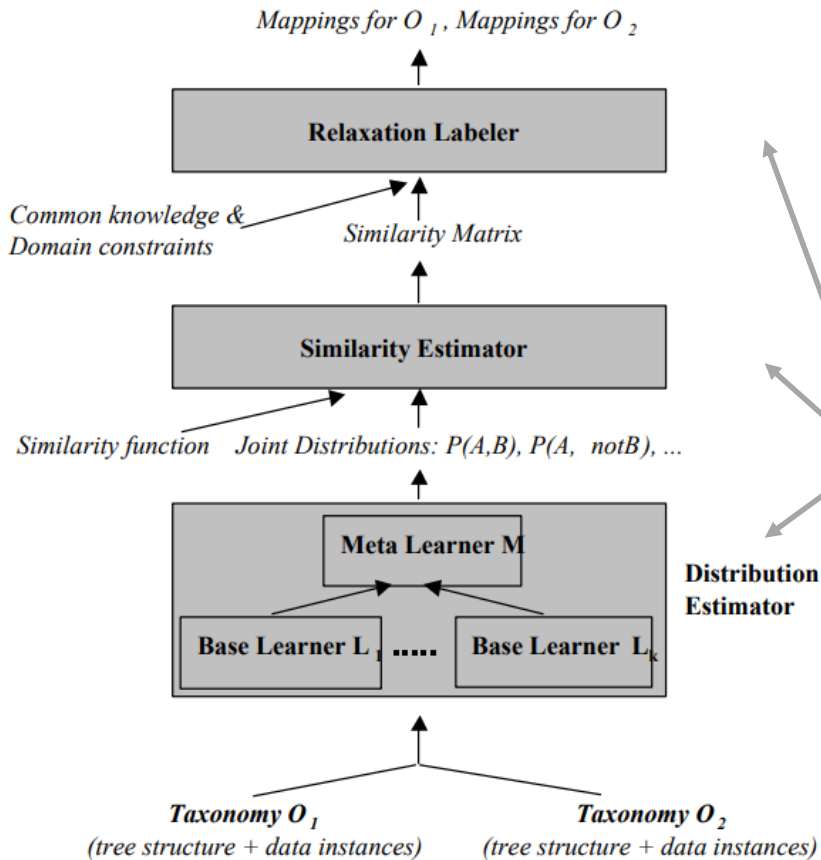
$$P(A, B) = [N(U_1^{A,B}) + N(U_2^{A,B})] / [N(U_1) + N(U_2)],$$



$P(A, B), \dots$ 확보

Ex) 위 그림에서, $P(A, B) = [(1) + 2] / [7 + 6] = 0.231$

Ontology Matching: A Machine Learning Approach



질문 : O_1 의 Class “A” 와 매칭되는 O_2 의 Class 는 “무엇”인가?

순서

- ① 온톨로지 O_1, O_2 의 Class A, B 사이 **Joint Distribution** $P(A,B)$ 계산.
- ② $P(A,B)$ 를 이용하여 두 Class 간의 **Similarity** 계산.
- ③ Similarity와 제약조건을 이용하여 O_1 의 Class “A”를 O_2 의 Class “?”로 **Mapping** 함.

Ontology Matching: A Machine Learning Approach

2) Similarity 계산

$$Jaccard-sim(A, B) = P(A \cap B) / P(A \cup B) = \frac{P(A, B)}{P(A, B) + P(A, \overline{B}) + P(\overline{A}, B)}$$

3) 제약조건 적용

Ex) class A, B의 부모가 같고, x% 이상의 자식이 같으면 class A, B 를 matching !!

Ex) 근처의 class 가 “Assi. Prof” 와 매칭되었으면, 해당 class 가 “Professor” 와 매칭될 확률 증가.

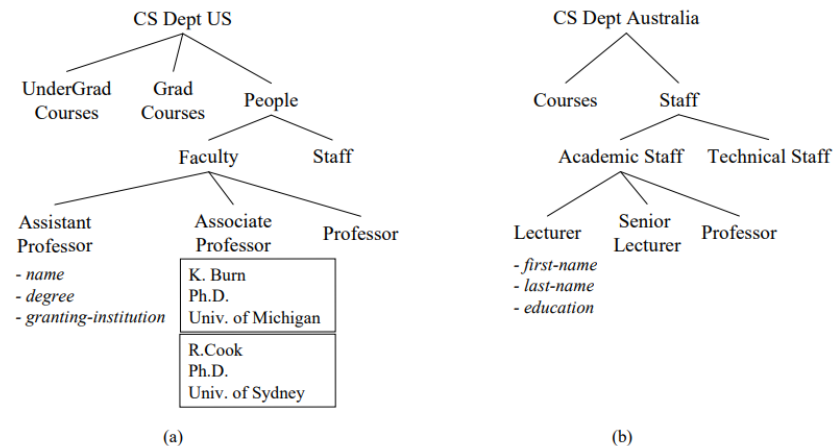
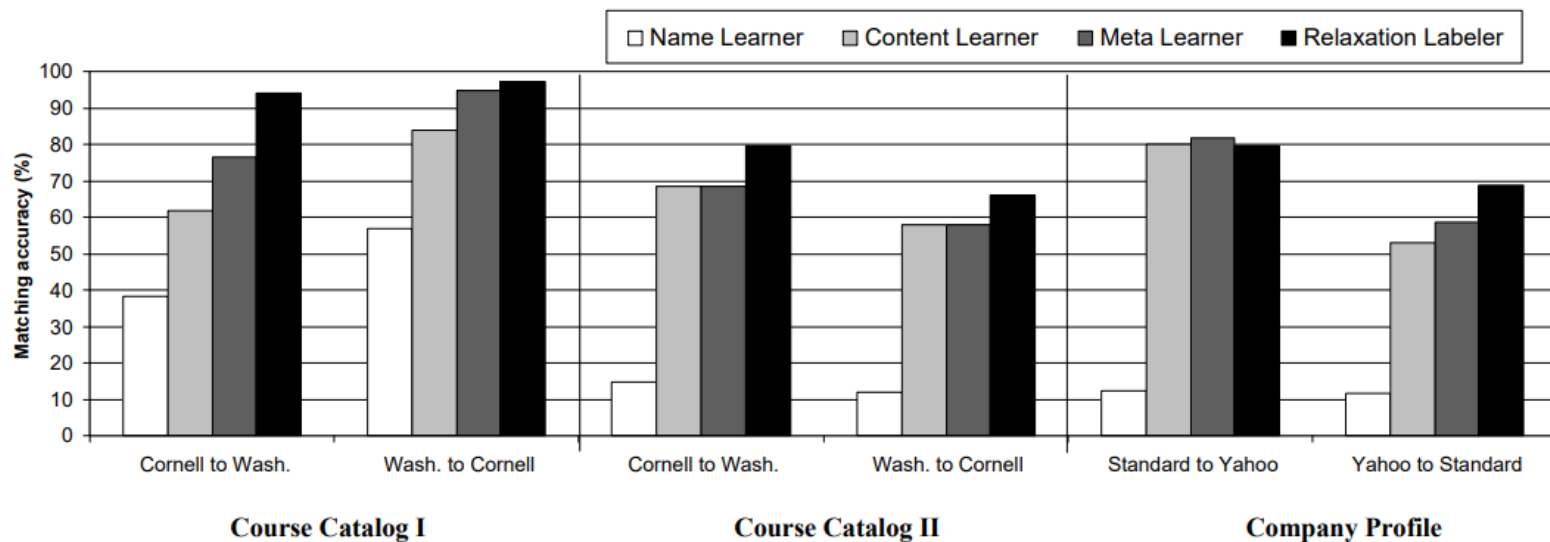


Fig. 1. Computer Science Department Ontologies

Ontology Matching: A Machine Learning Approach

결과???



3단계를 모두 적용 시, Ontology matching 이 가장 정확함!!

Deep Learning for Ontology Reasoning

- 2017년 발표.

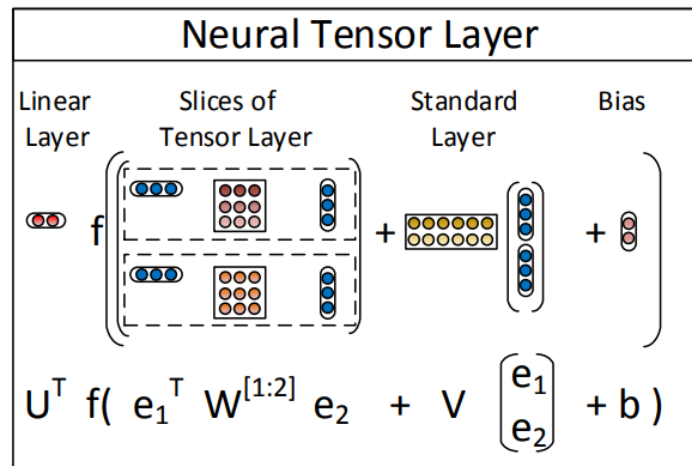
- (인용 1회...)

-
- 논리 기반 -> 딥러닝(RNN) 기반 ontology reasoning 접근법 제시.
 - 현재 가장 우수한 논리 기반 ontology reasoner 인 RDFSax와 비교.
 - 다양한 벤치마크 데이터셋에 대해 실험.
 - 속도, 정확도 에서 모두 긍정적 결과.

Deep Learning for Ontology Reasoning

- RNN 입,출력 :
$$\text{Cost } g(\mathbf{x}, R, \mathbf{y}) = \mathbf{U}_R f \left(\mathbf{x}^T \mathbf{W}_R^{[1:k]} \mathbf{y} + \mathbf{V}_R \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{y} \end{bmatrix} + \mathbf{b}_R \right)$$

($g(\mathbf{x}, R, \mathbf{y}) = 1$ if \mathbf{x}, \mathbf{y} 사이에 $R(\text{relation})$ 이 존재할 확률.)



Deep Learning for Ontology Reasoning

	Claros	DBpedia	LUBM	UOBM
KRR formalism	OWL	OWL 2	OWL	OWL
# of Individuals	6.5 M	18.7 M	32.9 M	0.4 M
# of Facts	18.8 M	112.7 M	133.6M	2.2 M
# of Classes	40 (13)	349 (12)	14 (4)	39 (5)
# of Relations	64 (20)	13616 (16)	13 (6)	22 (11)



4가지 온톨로지 dataset에 대해,

	Classes		Relations	
	Avg. Accuracy	Avg. F1	Avg. Accuracy	Avg. F1
Claros	0.969	0.954	0.955	0.942
DBpedia	0.978	0.959	0.961	0.940
LUBM	0.961	0.948	0.959	0.947
OUBM	0.972	0.953	0.973	0.951



정확하게 추론하며,

	NeTS		RDFox			
	Import	Materialization	Import	Materialization		
Claros	242	28	48	2062	/	—
DBpedia	436	69	274	143	/	—
LUBM	521	52	332	71	/	113
OUBM	9	11	5	467	/	2501



빠르게 추론한다.

Thank you!
