

온톨로지를 이용한 일자리 데이터의 추론 해석

¹김광제, ^{2*}김정호

Inference Interpretation of Job Data using Ontology

¹Kwangje Kim, ^{2*}Jeong Ho Kim

요약

채용 플랫폼의 일자리 정보는 IT 기술의 발전과 함께 많은 산업 분야에서 대량의 데이터를 발생시키고 있으며 실시간 발생하는 비정형도가 높은 특징이 있다. 또한 일자리와 관련한 채용공고와 훈련정보 등은 4차 산업혁명 등 산업기술의 변화와 밀접한 관계가 있어 기술변화 및 발전을 이해하는데 높은 데이터 가치를 지니고 있다.

본 논문은 구인-구직과 관련된 정보들을 직관적으로 이해하고 활용하기 위해 관련된 데이터를 정의해 직무데이터 사전을 만들고, 공고-직무-훈련 등 데이터 간 연계와 추론을 할 수 있도록 온톨로지 모델링에 기반한 데이터맵을 설계·구축 및 평가를 수행하였다. 이를 통해 업무능력 중심의 추론 기능은 수요자 간 미스매치를 최소화하고 데이터사전 최적화로 사용자가 만족할 수 있는 QoS 지원이 가능함과 검색엔진 기반 구인-구직 시스템보다 성능이 우수함을 확인하였다.

Abstract

Job offer and job search data related to employment are in the form of highly-unstructured texts that occur in real-time, NCS duty, learning modules, and job dictionaries. Job announcements and training information have a high data value amid changes in industrial technology, such as the Fourth Industrial Evolution.

This study developed a job data dictionary by defining relevant data to intuitively understand and harness information on job offers and job searches. This study also designed, constructed, and evaluated a data map based on ontology to enable linking and inferring data about public announcement-job-training. Through this, it was found that the inference function centered on work ability enables QoS support that can satisfy users by minimizing mismatch between consumers and optimizing the data dictionary.

Keywords: job, unstructured data, ontology, data map, data dictionary

¹ 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 박사과정, kimkj@hanbat.ac.kr

^{2*} 한밭대학교 컴퓨터공학과 교수, 교신저자, jhkim@hanbat.ac.kr

I. 서론

일자리는 기술의 발전 및 변화와 밀접한 관계가 있으며 고용에서 파생되는 비정형데이터는 채용공고, NCS 직무 등과 같이 실시간 발생하는 자유도가 높은 텍스트 및 파일형태가 있다. 일자리 관련 데이터는 산업이나 시장의 변화 그리고 기술의 변화 및 발전을 이해하는데 높은 데이터 가치를 갖고 있으나 일자리와 교육-훈련과 같이 실시간으로 발생하는 비정형데이터가 지속해서 증가하는 특징이 있으며, 이는 데이터를 기반으로 한 수요자가 요구하는 서비스 등의 제공을 더욱 어렵게 하는 요인이다[1].

이러한 요인으로 검색엔진 기반 채용 플랫폼의 검색결과 의미적 유사도, 키워드 추천방식, 매칭 정보 등의 한계로 비정형데이터에 대한 해석이 필요한 실정이다. 따라서 하이퍼 메타 온톨로지 등 자연어 처리 기술을 활용하여 구인-구직 정보를 해석하고 이를 기반으로 맞춤형 취업 지원 서비스, 신직업 발굴 등의 분야에 활용할 수 있어야 한다[2].

본 논문에서는 채용 플랫폼의 구인-구직 정보에 대하여 일자리 자원의 개념을 명확하게 정의하고 상세하게 기술하여, 보다 정확한 정보를 제공하는 방법으로 온톨로지 기법을 적용하였다. 구인-구직에 관련된 데이터를 해석할 수 있는 온톨로지 기반 직무데이터 사전 모델을 설계하고 시멘틱 웹 시스템을 구현해 일자리 데이터를 처리 및 결과를 적격질의로 검증하고 서비스 시나리오를 기반으로 해석하였다. 또한 검색엔진 기반 구인-구직 시스템보다 검색성능 요소, 의미적 유사도, 키워드 추천방식, 확장성, 사용자 만족도 등 유의미한 결과를 도출하였다.

본 논문은 2장에서 온톨로지 구축에 필요한 일자리 및 관련 용어를 정의하고 직무 데이터사전 정보 해석과 구성을 통해 시스템을 설계하였다. 3장은 설계에 따라 온톨로지를 구축하고 직무데이터 사전을 활용한 일자리 추천 서비스의 성능과 서비스 품질을 측정결과 해석을 수행하고 검색엔진 기반과 온톨로지 기반 구인-구직 시스템의 성능을 비교하였다. 그리고 마지막 4장에서 본 논문의 결론과 향후 연구방향 및 활용방안을 제시한다.

II. 온톨로지 구축을 위한 데이터 설계

2.1 일자리 도메인 정의

일자리는 주체자와 행위자가 명확하게 구분 되어 있고 산업, 기술 등의 변화에 영향을 받기 때문에 단순한 용어에 비해 내포된 복잡도는 높다. 국내외에서 ‘일자리’는 사전적 정의에서 직업을 의미하는 만큼 직업에 대한 정의를 통해 능력 수준 일의 유형 및 특징 등을 바탕으로 한 경제적 활동의 지원까지로 범위를 넓힐 수 있다[3].

일자리, 직업, 직장은 일반적으로 고용으로서 구성될 수 있으며, 결국 일자리는 고용이란 행위를 통해 확립될 수 있고, 고용에는 단순히 일자리나 직업이란 용어의 의미가 아닌 더 다양하고 복잡한 메커니즘이 내포되어 있다. 고용은 구인과 구직이 만나는 취업이라는 형태로 확립될 수 있고, 고용은 또 다른 용어로 채용이라는 형태로 요약될 수 있다.

고용의 전형적 과정에서 실질적으로 채용공고 시 제시해야 하는 직무의 기술부터 최적의 인재를 평가하는데 직무에 대한 명확한 이해가 중요하다. 기업의 고용 과정을 통과한 구직자는 보유한 능력에 맞는 업무를 수행하도록 배치되어야 하며 일자리의 완성을 위한 고용에 이르기까지 중요한 과정은 직무의 기술과 역량의 선정으로 도출하였다. 또한 일자리에서 파생되는 정보는 복잡하고 다양함에 따라 고용과 관련된 정보의 특징과 정의를 본 논문에서 일자리 데이터 사전에 구성하고 설계한다.

2.2 일자리 데이터 구성 및 관계

직무데이터 사전은 고용에 있어 「구인-구직과 관련된 정보들을 직관적으로 이해하고 활용할 수 있도록 의미적으로 메타데이터를 구성한 내용」으로서 직무가 갖는 특징을 반영하며 ‘그림 1’과 같은 체계로 정의할 수 있다. ‘그림 1’은 용어의 정의에서 도출한 직무 개념에 데이터를 융합한 것을 바탕으로 직무데이터가 정의되고 직무데이터에 사전 개념이 추가되어 직무데이터 사전까지 이어지도록 정의한 것이다.

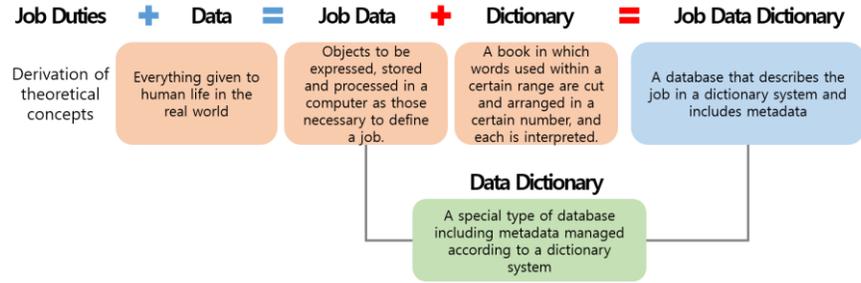


Figure 1. Combination System for Job Data Composition

그림 1. 직무데이터 구성을 위한 조합 체계

직무 데이터를 구성할 수 있는 실제 대상과 내용은 해석하기 위해 국가에서 발표하는 직업, 직무 등의 현황을 조사하였으며, 우선 직무에 대해 국가에서 중점적으로 개발 보급하고 있는 NCS(National Competency Standards) 중심의 직무와 학습모듈 등의 구성을 확인하였다[4]. NCS는 직무의 유형을 중심으로 국가직무능력표준의 단계적 구성을 나타내는 것으로 국가직무능력표준 개발의 전체적인 로드맵을 구성하고 있으며, 한국고용직업분류(KECO: Korean Employment Classification of Occupations) 등을 참고하여 대분류, 중분류, 소분류, 세분류까지의 순으로 구성된다.

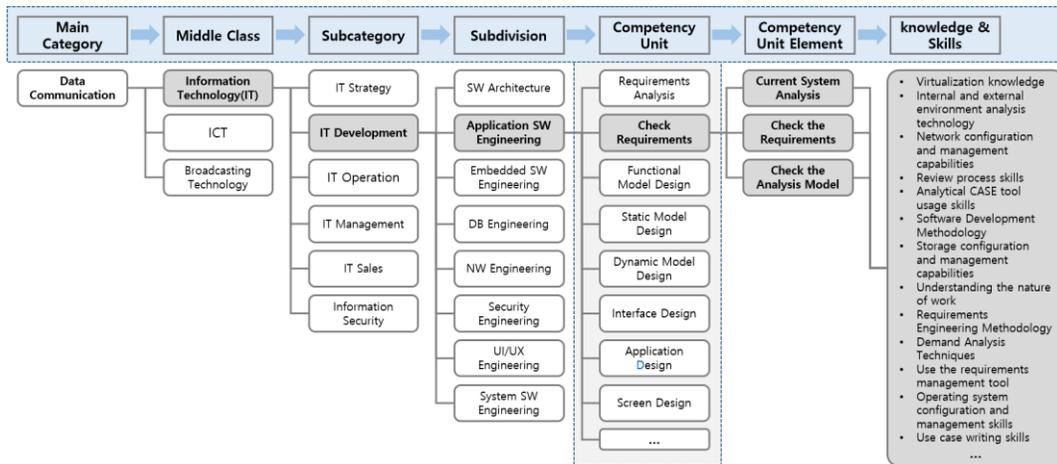


Figure 2. NCS Job Hierarchy and Contents

그림 2. NCS 직무 계층과 구성 내용

‘그림 2’는 NCS 직무계층에 따라 직무인 세분류에 포함되는 능력단위와 직능수준 그리고 단위 업무인 능력단위요소를 추출한 결과이다. 능력단위인 업무는 하위 요소로 단위업무 인 능력단위 요소를 포함하며 단위업무들을 수행에 필요한 지식, 기술, 태도, 수행준거 등으로 구성되기 때문에 능력단위가 직무의 핵심 기준으로 사용될 수 있다. NCS 분류체계에서 직무데이터 사전의 기준 데이터로 적절한 것은 기업에서 수행하는 업무를 의미하는 능력단위라 할 수 있으며 또한 능력단위별 직능수준으로 일자리 매칭을 정확하게 하기 위해서는 기업이 요구하는 능력의 수준과 구직자가 보유한 역량의 수준을 매칭 할 수 있어야 하므로 본 논문에서는 능력단위 즉, 업무를 직무데이터 사전의 기준 체계로 설계하였다.

NCS와 NCS 학습모듈은 많은 요소에서 내용상으로 연계가 되어 있으며 직무데이터 사전을 구성하기 위해 중요하다. 학습모듈에서 추출되는 용어들이나 구조가 구인-구직 서비스에 있어 중요한 역할을 할 수 있음을 의미하는 것으로 향후 직무데이터 사전 구성에 중요 요소가 될 수 있다. ‘그림 3’은 학습모듈과 NCS 능력단위의 연계가 데이터 모델로 구성 가능함을 보여주는 ERD 모델로 내부 질의에 의해 능력단위에 맞는 학습 모듈과 학습모듈을 구성하는 핵심 용어를 직무데이

터로 활용할 수 있는 체계가 가능함을 보여준다. ERD 모델은 능력단위(업무)별로 학습모듈이 개발되어 제공되며, 훈련과정에서는 하나의 교과에 여러 개의 학습모듈이 활용될 수 있고, 하나의 계열 학과 코스는 여러 개의 교과로 구성됨을 의미한다.

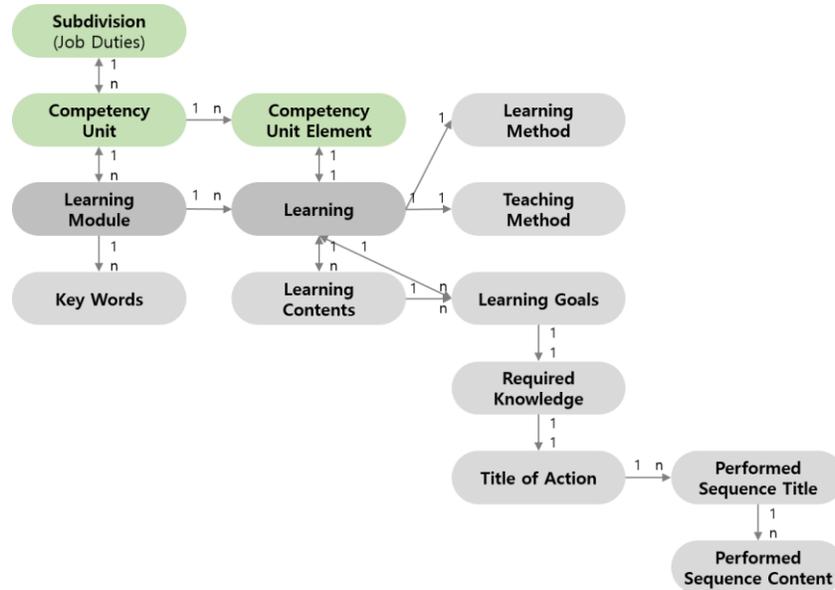


Figure 3. ERD Model for NCS Learning Module Data Definition

그림 3. NCS 학습모듈 데이터 정의를 위한 ERD 모델

구인-구직 상황에서 일자리 정보검색의 매칭과 적합한 정보를 제공하기 위해서는 훈련정보의 연계가 필요하다. 훈련정보 또한 NCS 대분류에 해당하는 수준으로 선택되면 이는 적합한 검색결과를 제공할 수 없으나 직무데이터 사전에 훈련정보가 연계되면 요구에 적합한 검색결과를 제공해 줄 수 있다. 또한 직업사전에 있는 내용에서 정보를 추출하여 직업사전 데이터를 구성하였으며 해당 직업사전 들은 직무데이터 사전에서 중요 연관 데이터로 활용될 필요가 있다. NCS의 직무를 개발할 때 각 직무를 수행하는데 필요한 자격정보에 대해 발표하고 있으며 채용공고 등에서도 자격증을 필요로 하는 경우가 많다. 상대적으로 하나의 자격에는 여러 개의 직무가 연관될 수 있어서, 직무 데이터에 관련된 자격정보를 제공하는 것은 직무데이터 사전의 유용성을 높일 수 있다.

2.3 직무데이터 사전 설계 및 모델

직무데이터 사전은 고용에 있어 ‘구인-구직과 관련된 정보들을 직관적으로 이해하고 활용할 수 있도록 의미적으로 메타데이터를 구성한 내용’으로 정의하였기 때문에 해석한 직무데이터 사전 구성 정보를 바탕으로 ‘그림 4’와 같이 1차 구조를 설계하였다. 직무데이터 사전 설계를 위해 일자리 용어의 정의로 직업, 기술, 직무, 단위업무, 지식 등의 구성요소가 도출되었다. 특히 고용의 과정에서 직무의 기술과 역량의 선정이 일자리의 중요한 정보로 인식하였으며, 직무를 중심으로 데이터사전에 필요한 데이터를 선정할 수 있었다. 직무는 NCS를 기반으로 단위업무가 핵심 기준으로 설계되었고 학습, 훈련정보, 직업정보, 자격정보고 등의 데이터가 구인-구직 매칭에 필요한 관계를 가지고 있다.

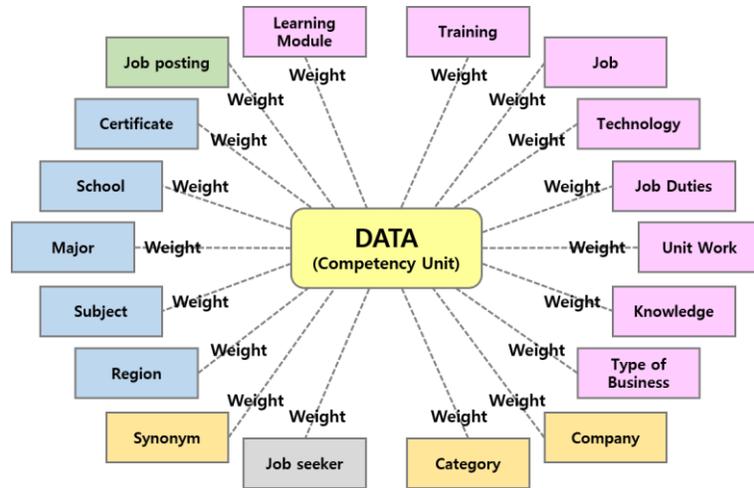


Figure 4. Data That Can be Linked to A Competency Unit
 그림 4. 능력단위와 연계될 수 있는 데이터들

직무데이터 사전의 정의에 따라 직무데이터 사전의 모델을 설계하였다. 직무데이터 사전 모델은 근로자가 직무의 수행, 취업, 고용, 훈련, 교육 등의 서비스를 제공하는 데 필요한 관련 정보들을 데이터로 구성하기 위해 명시적(explicit) 과 묵시적(implicit)인 방법으로 연계된 모델을 '그림 5'와 같이 설계하였다. 데이터들의 구성은 앞에서 제시한 사전 조사 내용과 대상을 기반으로 능력단위를 중심으로 1 차 21 개의 도메인으로 연결되어 있으며 훈련정보, 훈련과정, 공고내용, 직업, 학습내용과 키워드는 기계학습을 통해 묵시적으로 확장될 수 있음을 보여준다. 여기에서 키워드는 직업 공고내용과 능력단위 요소에서 추출되어 키워드를 구성하게 되며, 구성된 키워드는 능력단위에 채워입되어 능력단위가 더 강화되도록 설계하였다. 그림에서 사각형 하단에 표시된 육각형은 기존 직무와는 별개의 분야로서 운영 관리되기 때문에 묵시적인 기계학습 기술이 요구되는 분야를 나타낸 것이다. 즉 능력단위는 본 논문에서 직무 데이터의 중심 데이터로 역할을 하게 되며 직무데이터는 본 모델에 의해 점진적 강화 및 고도화 체계를 갖출 수 있다.

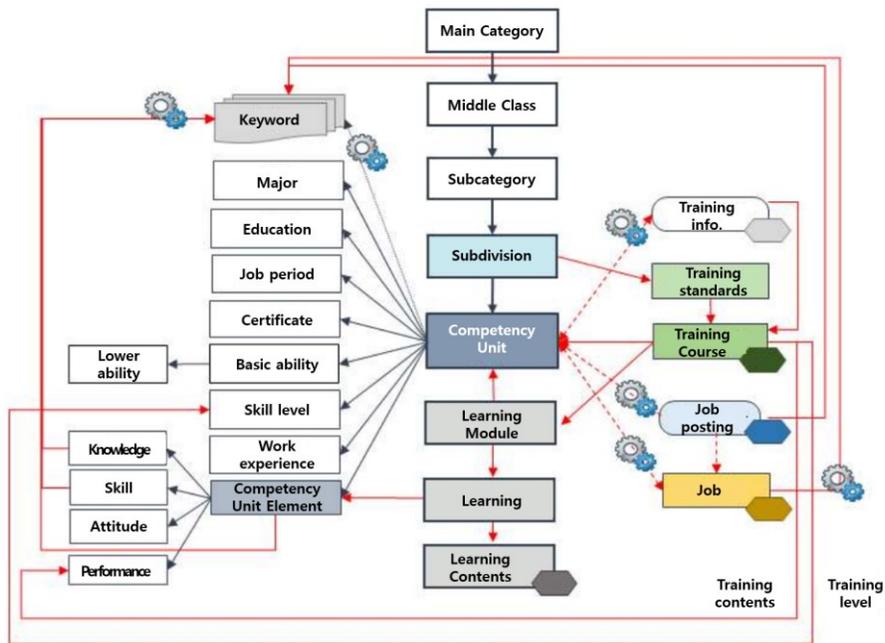


Figure 5. Job Data Dictionary Model
 그림 5. 직무데이터 사전 모델

III. 온톨로지 기반 직무데이터 사전 구축 및 성능평가

3.1 직무데이터 사전 구축

‘그림 6’은 직무데이터 사전을 구축하기 위한 전체 과정으로 직무에 대한 개념과 이해를 바탕으로 직무데이터 사전 모델을 기반으로 데이터 대상 및 범위 선정부터 온톨로지로 변환까지 시스템 구현에 이르는 과정에 대한 도식이다.

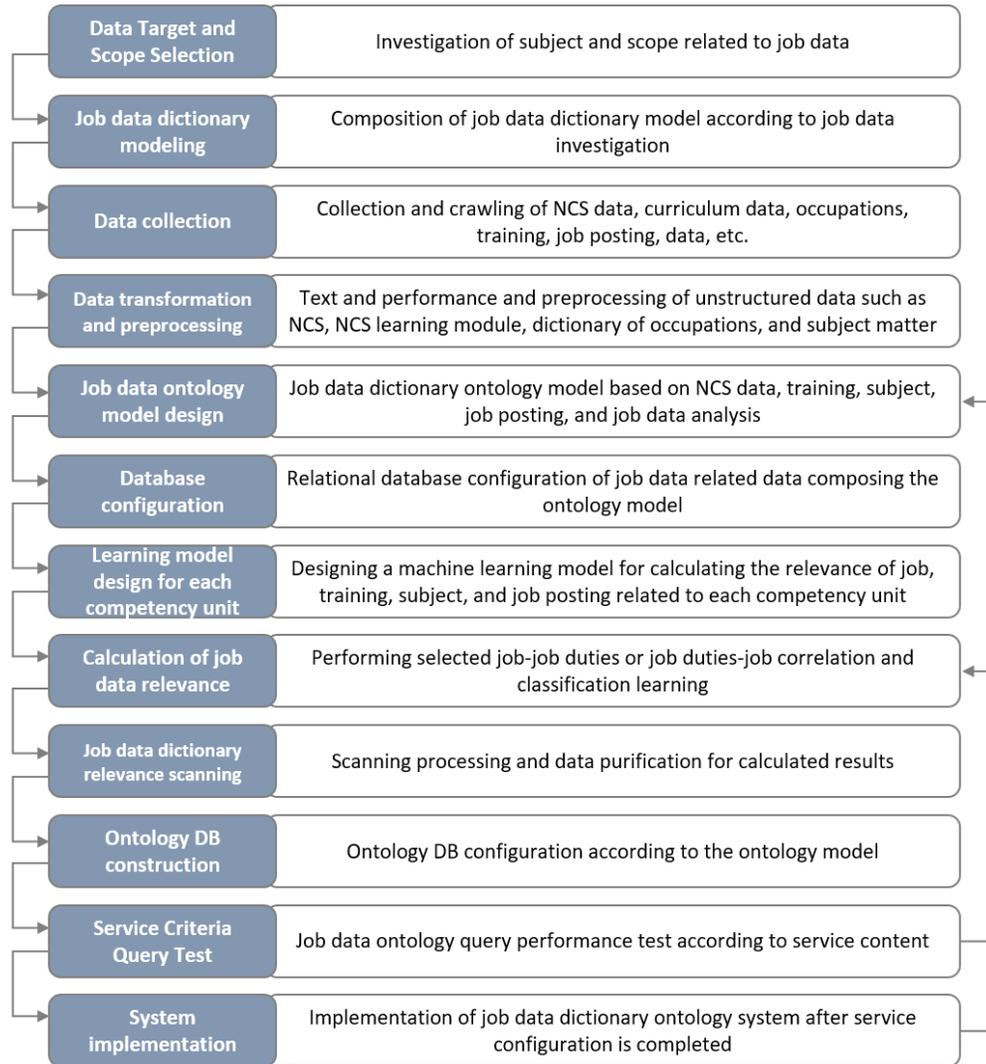


Figure 6. Job Data Dictionary Construction Process

그림 6. 직무데이터 사전 구축 과정

‘그림 6’에서 데이터 수집은 직무관련 데이터들을 수집하는 채용광고, NCS 등의 방법으로 처리가 되었으며, 데이터 변환 및 전처리는 수집된 데이터들을 데이터 사전으로 구성하기 위해 ‘그림 7’은 설계한 직무데이터 사전을 온톨로지 편집기를 이용하여 직무데이터 사전 모델을 완성한 UML 로써 업무인 능력단위를 중심으로 기업, 광고, 직무, 훈련 등 도메인들이 추론되어 확장되어 있음을 알 수 있다. 능력단위를 나타내는 업무를 중심으로 하위의 세부업무, 상위의 직무, 소분류, 중분류, 대분류 등이 모두 연계되어 있음을 확인할 수 있다. 각각의 내용은 직무데이터 사전 맵을 이용하여 추론 운행할 수 있으며 직무데이터 사전을 구성하는 각 클래스의 리스트들로 속성들을 명세화해 이를 기반으로 질의문을 구성할 수 있다[5].

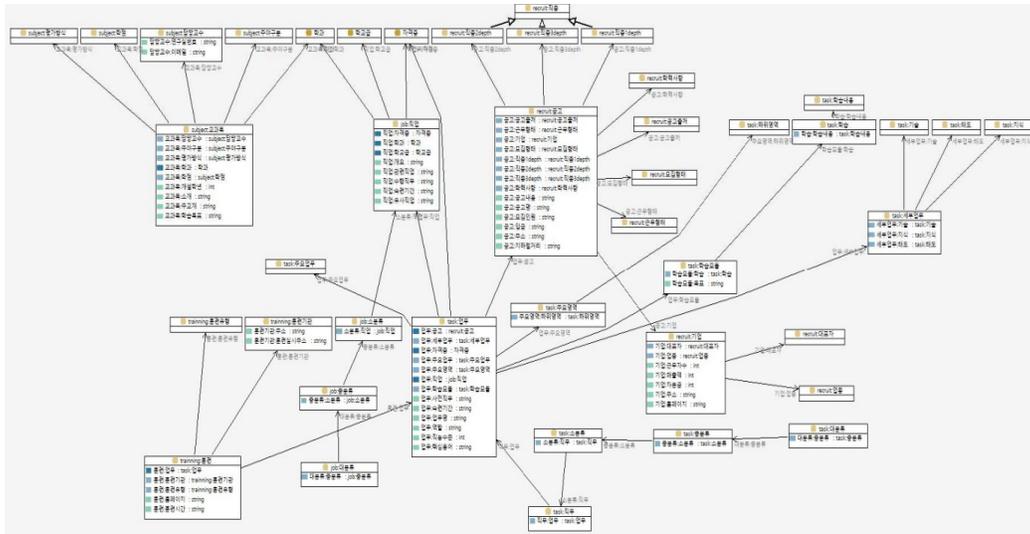


Figure 7. Job Data Dictionary Ontology Model
 그림 7. 직무데이터 사전 온톨로지 모델

직무데이터 사전 구축으로 '그림 8'과 같이 다양하게 데이터들을 추론하고 확장하여 검색할 수 있다. 그림은 직업 빅데이터 전문가를 검색했을 때 해당 직업을 수행하는데 필요한 업무인 능력 단위를 추론하고 각 능력단위가 연결된 직무들의 데이터 및 해당 업무역량을 위한 교과목이 무엇 인지를 보여주며, 다른 클래스들의 정보를 자동 추론하여 확장할 수 있음을 보여준다. 여기에서 시각화는 요약된 결과만 보여주는 것으로 더욱 중요한 것은 시각화에 내포된 내용을 온톨로지에 서 추출하여 출력할 수 있다.

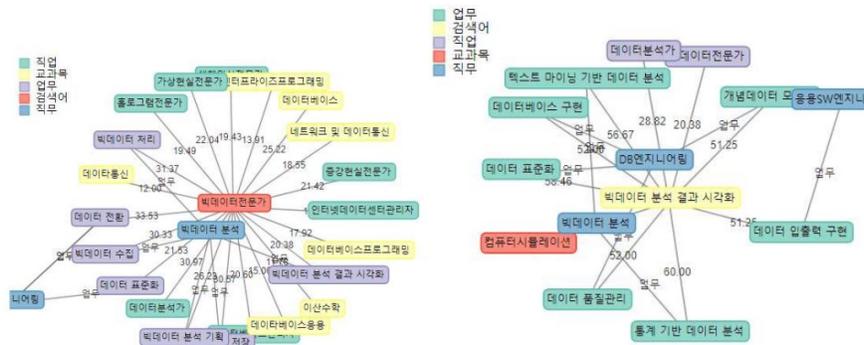


Figure 8. Connection and Extension of Data Map Using Job Data Dictionary
 그림 8. 직무데이터 사전을 이용한 데이터맵의 연결과 확장

3.2 시스템 성능 평가

온톨로지 직무데이터 사전을 기반 시스템은 구축된 데이터들을 쉽게 추론할 수 있어야 하며, 이는 데이터맵을 구성하는 모든 클래스 간에 연결된 경로를 이용하여 자유로운 의미기반 추론이 가능해야 한다[6]. 데이터 사전을 구성하는 클래스 명세와 속성 명세를 이용하여 생성할 수 있으며 이를 위해 어휘사전을 생성하고 이를 기반으로 적격질의 구성할 수 있다[7]. 적격질의는 데이터사전맵에서 서비스하고자 하는 트리플간의 집합이라 할 수 있으며, 트리플 집합은 SPARQL(Simple Protocol and RDF Query Language)을 이용하여 표현하고 추론한다[8]. SPARQL은 RDF 형태의 구조화된 데이터를 처리하기 위한 질의 언어로 온톨로지로 표현하는 스키마 구조에서 트리플을 이용한 데이터 질의와 검색을 수행할 수 있다. 직무데이터 사전을 구성하는 속성, 클래스명, 데이터명, 값 등 요소들로 연계하여 구성하는 적격질의 리스트는 직무데이터 SPARQL

지식베이스로 저장되며 SPARQL 그리고 키워드 집합으로 구성된다[9]. ‘표 1’은 적격질의, 추론, 키워드에 대한 직무 데이터사전을 이용하여 사용자가 요구하는 서비스 품질을 지원하는 테스트 결과이다.

Table 1. Reasoning Test Results from Competition Question
표 1. 적격 질의를 통한 추론 테스트 결과

Competition Question	When the required competency for job seekers is recommended as 'requirement confirmation(요구사항 확인)', detailed tasks and knowledge are inferred.
SPARQL	SELECT 직무명 추천능력단위명 세부업무명 지식명 WHERE { 추천능력단위 a task:업무; rdfs:label 추천능력단위명; 업무:세부업무 세부업무.세부업무:지식 지식; rdfs:label 세부업무명.지식 rdfs:label 지식명.직무:직무:업무 추천능력단위; rdfs:label 직무명 FILTER(xsd:string(?추천능력단위명) = "요구사항 확인") }
추론결과	

기존의 구인·구직 서비스와는 다른 온톨로지 기반의 직무데이터, 적격질의, 키워드를 통해 제공되는 추론 기능을 통한 구인·구직 미스매치 최소화, 데이터사전 최적화로 인한 사용자 제공의 극대화, 비정형 데이터 변환으로 인한 데이터 현행화 지연의 최소화를 제공하여 사용자 수준에서 만족할 수 있는 QoS(Quality of Service)를 지원함을 알 수 있었다.

‘표 2’는 검색엔진 기반 구인·구직 시스템과 비교해 온톨로지 기반 시스템이 정보 대상의 개념을 명확히 정의해 사용자에게 정확한 정보를 찾을 수 있고 추론을 통해 확장된 정보를 제공함으로써 성능이 우수함을 확인한 결과이다.

Table 2. Comparison of Search Engine and Ontology-based Job Search System
표 2. 검색엔진과 온톨로지 기반 구인·구직 시스템 비교

Division	Search Engine-based Job Search System	Ontology-based Job Search System
Search Performance Factor	Search index configuration	Data Dictionary
Search Strategy	Search program algorithm	Ontology conceptualization and axiom-based reasoning
Data Design Phase	3 ~ 5 steps	12 steps
Data Feedback	Index data update after extracting related words	Service test and operational data cycle through steps 5 and 8
Semantic Similarity	Decision based on keywords entered by the user	Expansion of query statements through ontology rule-based reasoning
Keyword Recommendation Method	Query expansion using similar words in the lexicon	Recommended words are provided when the user enters a keyword
Search Guide Provided	Provide keyword-based related terms	Provides a list of associative concepts (properties) built into the system
Provide a Cluster	Synonyms, classification broad search	Present top topics for user keywords
Keyword Meaning Definition	Provides search methods such as operators, qualifiers, and compound words	Search using concept attributes (relationships and ranges between information)
Natural Language Query	Expected query pattern	Interpret the query and execute the query through the relation of the sentence type
Search Results Overview	Statistical method	Multidimensional category/expression of search target

IV. 결론

구인-구직 비정형데이터를 온톨로지 기술을 활용해 지식베이스로 처리하면, 기존의 직업이 기술의 변화로 요구되는 신직업과 필요한 직무능력 등을 추론하여 신속히 제공하고 일자리 수요를 보다 정확히 매칭할 수 있다. 데이터 대상 및 범위 선정부터 온톨로지로 변환까지 구현에 이르는 12 단계 구축 프로세스에 따라 구현된 시스템은 의미기반 추론 기능을 제공해 클래스 명세와 속성 명세를 이용하여 어휘사전을 생성하고 적격질의를 구성할 수 있다. 이러한 적격질의는 SPARQL 을 이용해 표현하고 추론하는데 직무데이터 사전을 구성하는 속성, 클래스명, 데이터명 값 등 요소들로 연계하여 처리됨을 검증하였다. 이는 기존 제시된 온톨로지 구축 방법이 4~5 단계인 것에 비해 일자리 데이터의 실시간 수용성과 확장성을 높여 사용자로부터 적합한 정보를 제공할 수 있다.

본 논문에서 구축한 온톨로지 기반 직무데이터 사건의 추론 성능을 평가는 키워드 검색 결과의 검색성능 요소, 의미적 유사도, 키워드 추천방식, 확장성, 사용자 만족도 등 평가를 수행하였다. 검색엔진 기반 구인-구직 서비스와 다른 온톨로지 기반 일자리 서비스가 추론 기능을 통해 수요자 간 미스매치를 최소화하고 데이터사전 최적화로 사용자가 만족할 수 있는 서비스가 가능함과 정보검색의 우수한 성능으로 사용자에게 적합한 정보를 제공함을 확인하였다.

향후 직무데이터 사전이 구직자와 구인자가 구인-구직 데이터의 비정형성과 사용자들의 검색어 구성으로 발생하는 검색결과 변화의 한계를 보완하기 위해 형태소 해석의 기능 강화를 위한 연구가 필요하다.

V. 참고문헌

- [1] Sukyoung Kim, "Study on Unstructured Data Analysis Methods such as Job Openings and Job Search Information", Hanbat University Industry-University Cooperation Foundation, Korea, 2019
- [2] Frey & Osborne, "THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION?", Technological Forecasting and Social Change, Vol 114, 2017, pp. 254-280
- [3] Korea Employment Information Service, "Korean Employment Classification of Occupations", 2018
- [4] Ministry of Employment and Labor, "National Competency Standards(NCS) Manual", 2021
- [5] Eunkyong Kim, youngjoon Nam. "The Comparative Study on the Methodologies of Building Ontology toward Semantic Web", Journal of information management, Vol35 No2, pp.57-58, 2004.
- [6] Sukyoung Kim, "Using Description Logic and Rule Language for Web Ontology Medeling", Korea Intelligent Information System Society, pp.277-285, 2007.
- [7] Sukyoung Kim, Keehong Ahn, "Web Ontology Modeling Based on Description Logic and SWRL", Journal of the Korean Society for Information Management, Vol25, No1, pp.149-171, 2008.
- [8] A. K. Moon, Y. M. Park, S. G. Kim, "Technical Trends of Semantic Annotation for Semantic Web Services", ETRI Electronic communication trend analysis, Vol25, No2, pp.121~131, 2010.
- [9] Sukyoung Kim, "An Implementation of Inference-Based Web Ontology for Intelligent Image Retrieval System", Ph.D. dissertation, School of Computer Eng., Hanbat Univ., Daejeon, Korea, 2007.
- [10] David Reinsel, John Gantz, John Rydning. "Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical Don't Focus on Big Data; Focus on the Data That's Big", An IDC White Paper, 2017.
- [11] Mizoguchi R. "Ontology Engineering, The Core Technology of Next-generation Web and Knowledge processing", Duyangsa Publishing CO., Seoul, 2009.
- [12] Young B. Park, Young B, Park. "Rule configuration in self adaptive system using SWRL", Journal of the semiconductor & display technology, Vol.17, No.1, pp.6~11, 2018.

저자소개



김광제(Kwangje Kim)

2022년 8월 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 공학박사
2005년 10월~현재 한밭대학교 산학협력단 팀장

관심분야: 온톨로지, 시멘틱웹, 데이터과학, 데이터베이스



김정호(Jeong Ho Kim)

1995년 2월 단국대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사
1983년 3월~1996년 2월 한국전자통신연구원 실장
1996년 3월~현재 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 교수

관심분야: 정보보호, 네트워크, 통신서비스, 유무선통합
