

Supply Chain 파트너십에 관한 Ontology 모델 개발

이해경, 김태운†

경성대학교 산업경영공학과

Development ontology model for partnership in supply chain networks

Lee, Hae Kyeong, Kim, Taioun†

Department of Industrial & Management Engineering, Kyung Sung University

E-mail : hshklee72@ks.ac.kr, twkim@ks.ac.kr

요 약

SCM은 시장의 변화를 신속하고 파악하고 IT 기술을 활용해 정보를 공유함으로써 변화에 보다 적극적으로 대처해 전체 Supply Chain의 이익을 높이고자 하는 전략적 사고라고 할 수 있다. SCM에서 파트너 선정은 장기적이고 전략적인 관점에서 이루어져야 하는 지식 집약적인 업무 Process이다.

본 연구는 SCM에서 파트너 선정의 절차를 Task Modeling을 통해 재사용 가능한 Knowledge-base를 개발하는 것이다. 이를 위해, 첫 번째로 전문가의 문제 해결 과정을 분석해 문제 해결 과정을 대상으로 한 Problem-Solving Ontology(Task Ontology)를 도출하고, 두 번째로 문제 해결 과정에 필요한 Domain Knowledge를 추출해 파트너 선정 문제 해결에 필요한 Domain Ontology를 개발한다. 끝으로 Problem-Solving Ontology와 Domain Ontology를 Protégé를 통해 구현하고자 한다.

1. 서론

글로벌 업체들 간에 경쟁이 심화되면서 전체 공급망을 효율적으로 관리하는 공급망 관리(SCM : Supply Chain Management)의 개념이 기업 경쟁력 강화를 위한 핵심 도구로서 많은 기업들이 도입을 하고 있다. 치열하게 전개되고 있는 국내외 기업들 간의 글로벌 경쟁에서 개별 기업의 경쟁력 만으로는 그 성장에 한계가 있기 때문에 개별 기

업의 핵심 역량을 결합하여 공급망을 형성하고, 전체 공급망의 관점에서 통합과 최적화를 지향하는 기업만이 생존하고 성장할 수 있다.

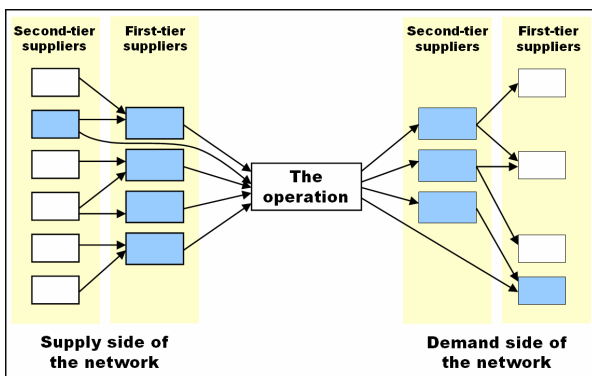
효율적인 공급망 파트너십 구축은 고객의 수요 변화에 보다 민첩한 대응이 가능하고, 운영 비용을 절감해 주며, 불확실성에 대한 리스크를 감소시켜 전체 공급망의 이익을 높일 수 있어, 공급망 관리의 구현 및 실행에 있어 핵심적인 성공 요인

† : 교신저자

이다. 공급망 관리의 중요성이 높아진 이유는 기업내 성과 창출의 한계를 극복하고, 기업 간의 적극적인 정보 공유를 통해 불확실성을 줄이는 등, 공급 사슬에 참여한 기업의 파트너간 협업을 통해 높은 경영성과를 창출해 주기 때문이다. 따라서, 공급 사슬에 참여하는 기업들간 파트너십의 형성이 매우 중요하며, 파트너와의 조화 수준은 공급망 전체 성과에도 직접적인 영향을 미친다.

공급망 관리에 있어 파트너십은 전통적인 Outsourcing과 비교해 공급자 선정에 있어 다양한 제약 조건이 검토되며, 일시적인 관계가 아닌 장기적인 관점에서 전략적인 접근이 이루어진다. 또한 입찰에 의한 방식이 아닌, 공급망 가치의 기여 정도를 고려하여 선정이 되며, 파트너간 상호 협력을 통해 Win-Win 전략을 추구하는 것이 특징이다.

공급망 파트너십에 관한 기존 연구를 살펴보면, Choi and Hartley[6]는 공급망 파트너 선정에 있어 [그림 1]의 파트너의 계층(Tier)에 따른 파트너 선정 기준에 차이가 있는지를 미국의 자동차 업체를 대상으로 다변량분산분석(MANOVA)을 했다. 이 논문에서는 기존 문헌 연구를 통해 공급망 파트너 선정에 사용되는 선정 조건을 24가지 Factor로 정리하고, 정리된 조건에 대해 각 계층별 자동차 업체 구매 담당자를 대상으로 설문 조사를 하여 분석을 하였다.



[그림 1] SCM 파트너 계층(Tier)

Maloni and Benton[8]는 공급망 관리 파트너십의 핵심 성공 요인을 각 구현 단계별로 제시하였다.

국내에서 발표된 논문은 공급망 관리 파트너십이 기업 경영이 미치는 영향에 대해 조사한 논문 [2, 3] 등이 있으나, 공급망 파트너 선정에 있어 선정 Factor에 대한 연구는 없어, 본 논문에서는 해외 문헌[6, 8]을 근거로 하였다.

기존 연구를 통해 공급망 파트너 선정이 중요한 과제임을 알 수 있었지만, Olhager and Selldin[11]의 연구에 따르면, 스웨덴의 제조 기업들의 공급자 파트너십을 형성하는데 있어 2계층 밖에 있는 기업들에 대해서는 모니터링이 되지 않는다고 한다. 이는 공급망 파트너십이 다양한 Factor를 종합적으로 고려해야 하는 복잡한 작업이기 때문인데, 최근 IT 기술의 발전, SOA (Service Oriented Architecture) 기술 등에 따른 기업간 정보의 공유가 과거에 비해 보다 용이해졌으며, 공급망 파트너십에 Ontology의 추론 기능을 이용해 멀리 떨어져(far away) 파트너 검색에 응용하려는 연구가 있다.

온톨로지는 적용 분야에 따라 다양한 정의가 존재하는데, 인공지능 분야에서는 관심영역분야에 존재하는 객체, 개념, 개체를 어떻게 나타내는가에 대한 명시적이고 공식적인 사양을 의미한다. Semantic Web에서 온톨로지는 두 개의 데이터베이스간에 정보를 비교하고 연결하기를 원하는 프로그램으로서 응용 프로그램간에 웹 기반 지식의 처리, 공유, 재사용을 위해서 아주 중요한 역할을 수행 한다. 결론적으로 온톨로지는 어떤 문제 영역에 대한 개념, 그 개념에 대한 특성과 속성, 제한조건, 그들간의 관계에 대한 명시적인 서술이라고 정의해 볼 수 있다.

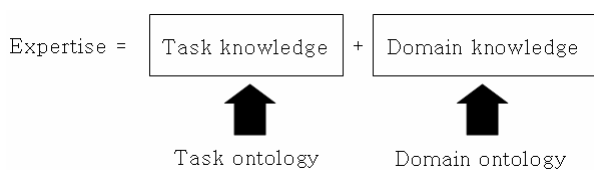
공급망 관리에 온톨로지를 응용한 논문으로는, Yan Ye Dong[13] 등은 공급망을 구축하는데 있어 파트너 간에 용어의 상이함으로 인해 발생하는 문제를 온톨로지를 통해 해결하고자 하였다. SCM

파트너 선정에 관한 다른 논문[6, 8]을 참고하면 용어의 상이함은 “ Communication openness” , “ Cultural compatibility” 에 해당하는 부분으로 파트너 선정에 있어 고려가 되어야 할 요소이다.

Chi, Y.-L[5]은 Semantic rule과 결합된 ontology가 공급망에서 복잡한 파트너 모니터링에 이용될 수 있는 Task, Domain Ontology를 구축하였다. 파트너 선정 조건을 OWL(Ontology Web Language)을 이용해 표현하고 SWRL(Semantic Web Rule Language)를 이용한 추론 엔진을 통해 멀리 떨어진(far away) 계층의 공급자도 추론을 통해 파트너 선정 시에 고려가 될 수 있도록 하는 모델을 개발하였다.

Domain 온톨로지를 통상 온톨로지라고 하는데, 대상으로 하는 세계의 “ 개념화의 명시적인 규약” 이라고 정의할 수 있다. 반면 Task 온톨로지는 문제 해결 과정 자체를 대상 세계로 보고 구축된 온톨로지로서 “ 문제 해결 과정에서 존재하는 개념과 관계를 영역 독립적으로 추출하여 조직화한 것” 이라고 정의된다.

전문가의 문제 해결 과정을 살펴보면, [그림2]와 같이 Task knowledge와 Domain knowledge를 모두 사용한다.



[그림 2] Expertise Decomposition[9]

본 연구는 공급자 파트너 선정에 관한 온톨로지를 구축하는 것으로, 2장에서 공급망 파트너 선정 기준에 대해 기술하고, 3장에서는 공급자 파트너 선정에 필요한 온톨로지 모델을 구축한다. 4장에서는 모델링된 온톨로지를 Protégé를 통해 실제 구현하고 5장에서 결론을 내린다.

2. 공급자 파트너 선정 기준

Outsourcing과 같은 전통적인 공급자 관계와 SCM의 공급자 선정 기준은 많은 차이를 보인다. SCM에서 파트너 선정은 Outsourcing과 비교해 가격을 포함한 다양한 조건을 고려해 파트너를 선정하는데, 전통적인 공급자 선정은 비용 절감의 측면에서 공급자를 선정하였다. SCM 파트너 선정에서는 비용 절감도 중요하지만 공급, 수요 혹은 양측 모두에서 발생하는 변동성에 대한 대처와 발생할 수 있는 변동에 따른 리스크를 줄이는 목적이 더욱 강하다. 이에 관해 미국의 자동차 관련 업계의 SCM 파트너 선정 조건에 관한 문헌을 보면, Consistency, Reliability, Relationship, Technological capability, Flexibility, Price, Service, Finances의 순으로 파트너를 선정하는 것으로 나타났다. 가격에 대한 조건은 총 8가지 기준 가운데 6번째로 우선 순위가 높지 않다.

공급자 파트너 구축은 아래와 같은 과정을 거친다.

- 1) 파트너십을 위한 전략적 관점의 필요성을 확립한다.
- 2) 파트너 선정에 필요한 선정 조건을 개발한다. 개발된 선정 조건에 따라 파트너를 평가하고 파트너를 선정한다.
- 3) 파트너십을 구체화한다.
- 4) 파트너십의 유지와 개량

본 논문은 파트너 선정에 필요한 선정 조건은 기존 문헌을 참고하고, 조건에 따라 파트너를 선정하는 온톨로지를 개발하는 것으로, 선정 조건은 [표 1]과 같다.

[표 1]의 24가지 선정 조건 가운데, 정성적인면이 강한 - 인간의 판단에 의존해야 하는 - 기준은 제외하고 정량화 할 수 있는 기준을 대상으로 온톨로지 모델을 개발하고자 한다.

[표 1] 공급자 선정 기준[6]

Criteria		적용
Finances	Financial conditions	●
	Profitability of supplier	
	Financial records disclosure	
	Performance awards	
Consistency	Conformance quality	●
	Consistent delivery	●
	Quality philosophy	●
	Prompt response	
Relationship	Long-term relationship	
	Relationship closeness	
	Communication openness	
	Reputation for integrity	●
Flexibility	Product volume changes	●
	Short set-up time	
	Short delivery lead time	
	Conflict resolution	
Technological capability	Design capability	●
	Technical capability	●
Service	After-sales support	
	Sales rep' s competence	
Reliability	Incremental improvement	
	Product liability	
Price	Low initial price	●

예를 들면, Profitability of supplier의 경우는 사람의 판단에 의존해야 하는 항목으로 분류했다. 온톨로지(Task 온톨로지)가 ES(Expert System)과 유사한 기능을 수행 할 수도 있지만, 온톨로지의 목표는 지식의 공유와 재사용이며, 지식의 공유와 재사용을 지원하기 위해 ES와 같은 고도의 추론을 구현하기는 어려움이 있다.

3. 공급자 선정 Ontology 모델

온톨로지 개발 방법론으로는 아슈홀드와 킹 방법론, TOVE 방법론, Methontology, On-To-Knowledge, Task Ontology를 추출하기 위한 AFM(Activity First Method) 방법론[4] 등이 있지만, 개념적이고 개략적인 개발 순서만을 언급하

고 있는 실정으로, 구체적인 방법론을 제시하고 있는 모델은 없다.

또한, OntoEdit, WebODE, Protégé, Hozo와 같은 기존의 온톨로지 구축을 지원하는 도구들은 Class 정의와 Property, Individual의 정의가 Text를 기반으로 한 Form의 형태로 구축하고 Plug-In Program을 통해 구축된 온톨로지를 그래프로 표현하는 형태이다. 따라서 온톨로지 구축에 있어 온톨로지의 전체적인 범위와 개념들의 상하 관계를 명확하게 정의하는데 있어 어려움이 있다. 온톨로지를 개발하는데 있어 전문적인 문제점을 개선하기 위해 최근 Object Management Group에서는 UML, SysML, ODM (Ontology Definition Metamodel)을 통해 OWL과 Mapping하는 방법으로 자사의 제품을 온톨로지 개발에 활용할 수 있도록 지원하고 있으며, Knowledge Based Systems, Inc.는 IDEF5 모델을 통해 온톨로지를 그래프로 표현할 수 있도록 하고 있다. OWL은 Semantic web을 위한 온톨로지 언어로 개발이 되었으나, 다양한 추론 엔진의 개발로 온톨로지를 표현하는 가장 일반적인 방법으로 많이 이용되고 있다.

본 연구에서는 Modeling using Object Types(MOT)을 이용해 온톨로지를 구축하였다. MOT는 generic graphical modeling language의 하나로 교육에 관련된 지식을 쉽게 표현하기 위한 용도로 Gibert Paquette[7]가 개발하였는데, 교육 분야의 특성에 따라 Activity, Task, Domain Knowledge를 효과적으로 표현할 수 있다. UML이나 IDEF의 경우 범용적인 특성이 강한 반면 MOT는 온톨로지에 특화된 graphical modeling language로 온톨로지를 구축이 보다 용이한 특징이 있다. 또한 MOT Plus(MOT OWL) 버전의 경우는 OWL DL과 완벽하게 호환이 가능한 장점이 있다.

OWL은 3가지 하위 언어를 제공하는데, OWL Lite는 클래스 계층 구조의 구축과 기본적인 제약

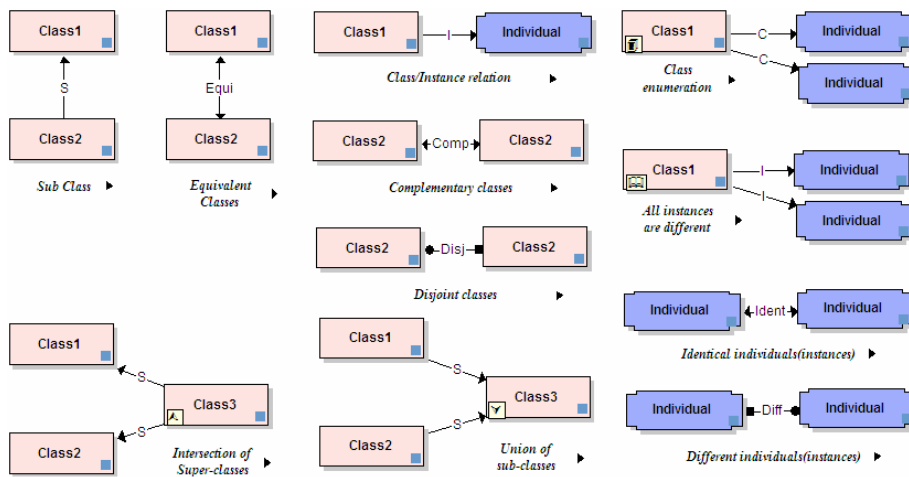
조건의 기술이 주목적인 경우 사용한다. OWL DL 은 OWL의 모든 어휘를 이용하면서 Description Logic을 토대로 이론계산의 완전성과 결정가능성을 확보하도록 설계되어 있다. 따라서 OWL DL은 추론을 수행하는 시스템을 위한 온톨로지를 기술할 수 있다. OWL Full은 OWL 언어 중에서 가장 표현력이 높지만, 추론 기능이 보증되지 않는다. 따라서 OWL 하위 언어 간에는 다음과 같은 포함 관계가 성립한다.

$$\{OWL\ Lite\} \subseteq \{OWL\ DL\} \subseteq \{OWL\ Full\}$$

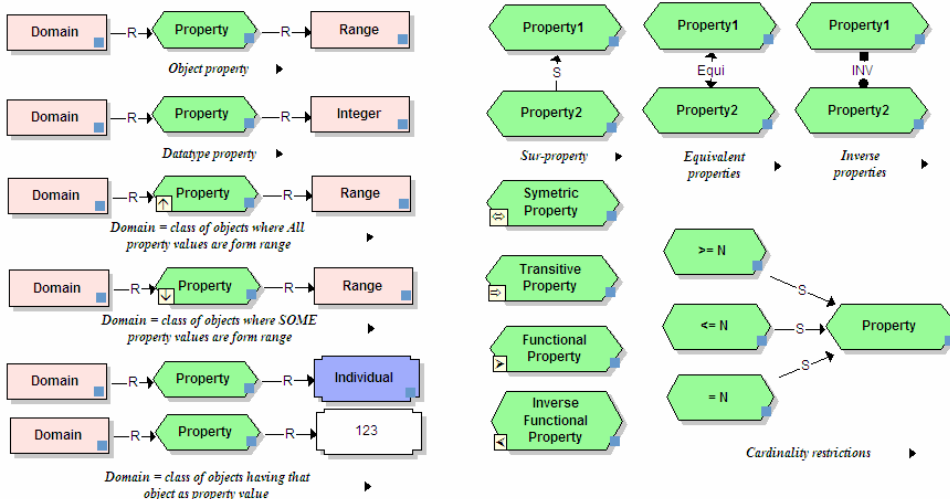
MOT Plus는 OWL DL을 완벽하게 지원하기 때문에 Knowledge를 표현하고, 충분한 추론 기능을 보증함을 알 수 있다.

MOT는 [그림 3]과 같은 그래픽 형태로 OWL DL의 components를 표현하는데, 사각형은 class (concept)를, 6각형은 property, 모서리가 잘린 사각형은 individual(instance, fact)로 대응된다.

[그림 3]의 (a)는 MOT Plus의 Domain 온톨로지를 표현한 것이며, (b)는 Task 온톨로지를 표현한 것이다.



(a) Domain 온톨로지 표현 예



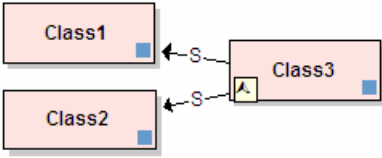
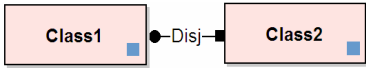
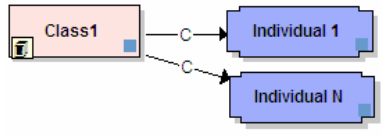

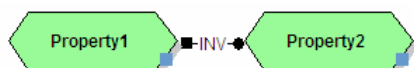
(b) Task 온톨로지 표현 예

[그림3] MOT Plus의 ontology 다이어그램

[표 2]는 MOT Plus을 통해 모델링 된 Graphical Model을 OWL DL로 변환한 예시로

MOT Plus를 이용해 온톨로지를 개발하기에 충분함을 알 수 있다.

[표 2] MOT Plus와 OWL DL 호환성

MOT Plus 모델	OWL DL 변환 결과
<p>1) Intersection of classes</p> 	<pre><owl:Class rdf:ID="Class3"> <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Class2"/> <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Class1"/> <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection"> <owl:Class rdf:about="#Class1"/> <owl:Class rdf:about="#Class2"/> </owl:intersectionOf> <rdfs:label xml:lang="fr">Class3</rdfs:label> </owl:Class></pre>
<p>2) Disjoint classes</p> 	<pre><owl:Class rdf:ID="Class2"> <owl:disjointWith rdf:resource="#Class1"/> <rdfs:label xml:lang="fr">Class2</rdfs:label> </owl:Class></pre>
<p>3) Definition by extension</p> 	<pre><owl:Class rdf:ID="Class1"> <owl:oneOf rdf:parseType="Collection"> <owl:Thing rdf:about="#Individual1"/> <owl:Thing rdf:about="#IndividualN"/> </owl:oneOf> <rdfs:label xml:lang="fr">Class1</rdfs:label> </owl:Class></pre>
<p>4) Domain is class of object where some property values are from range</p> 	<pre><owl:Class rdf:ID="Domain"> <rdfs:subClassOf> <owl:Restriction> <owl:onProperty rdf:resource="#Property"/> <owl:allValuesFrom rdf:resource="#Range"/> </owl:Restriction> </rdfs:subClassOf> <rdfs:label xml:lang="fr">Domain</rdfs:label> </owl:Class></pre>
<p>5) Inverse of property</p> 	<pre><owl:ObjectProperty rdf:ID="Property1"> <owl:inverseOf rdf:resource="#Property2"/> <rdfs:label xml:lang="fr">Property1</rdfs:label> </owl:ObjectProperty></pre>

SCM 파트너 선정에 관한 온톨로지는 Select partner, Location, Enterprise, Product 등 4가지 Subject로 모델링 하였다.

1) Select Partner Subject

Select Partner Subject는 SCM 파트너 선정에 관한 Domain 개념을 표현한 것이다. SelectionPartner Class는 Technology, Competence, Location class를 Sub Class로 가지는 Class이며, 파트너 선정에 필요한 Domain Knowledge이다.

Technology는 Quality, Technical capability, Design capability를 하위 클래스로 가지는 개념

으로 파트너 선정에 관한 Domain 온톨로지는 [그림 4]와 같다.

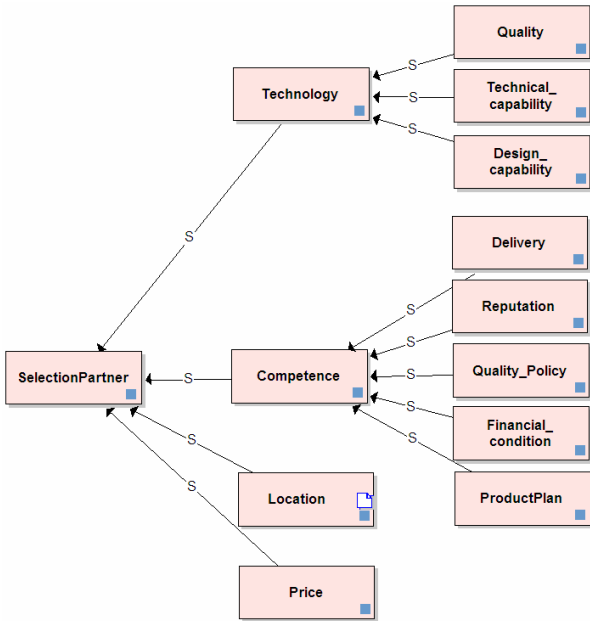
본 연구에서는 우선 [표 2]의 9가지 파트너 선정 조건으로 온톨로지를 모델링하였지만, 추후 [표 2]의 24가지 선정 조건을 구체화 하여 본 연구에서 구현한 온톨로지 모델에 추가할 수 있을 것이다. 온톨로지는 knowledge의 공유와 재사용을 주요 목적으로 하는데, 지식을 추가/적층하는 것이 ES에 비해 훨씬 용이하다.

2) Location Subject

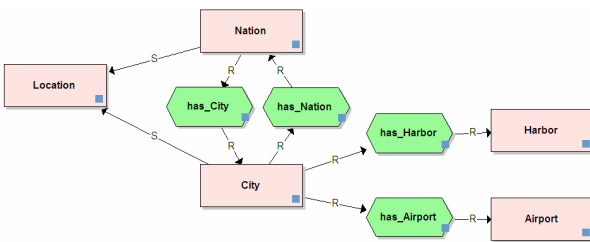
SCM 파트너 선정에 있어 지역은 상당히 중요한 기준이 될 수 있다. 특히, 지역이 보유하고 있

는 물류 관련 Infra는 Delivery의 변동성을 고려할 때 상당히 중요한 기준이다. Location Class는 Nation, City Class를 하위 Class로 가지며, City Class는 Airport와 Harbor를 가진다.

[그림 5]는 Select Partner Subject의 Location 개념에 대한 Task 온톨로지이다.



[그림 4] Select partner subject

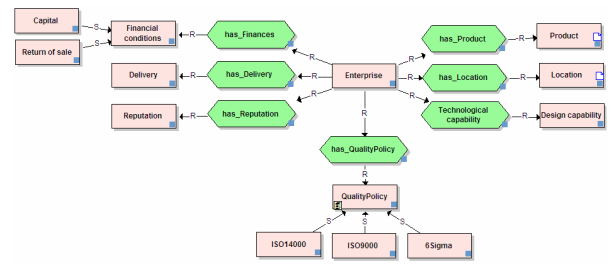


[그림 5] Location Subject

3) Enterprise Subject

[그림 6]은 Enterprise 온톨로지이다. SCM 파트너 선정은 제품 자체에 대한 조건과 회사에 대한 조건이 있을 수 있다. SCM 파트너십은 전략적인 관점에서 장기적인 협력 관계를 형성하는 것으로 Finance에 대한 항목과 기업의 Delivery 정책, 평판, 품질에 대한 철학, 기술적

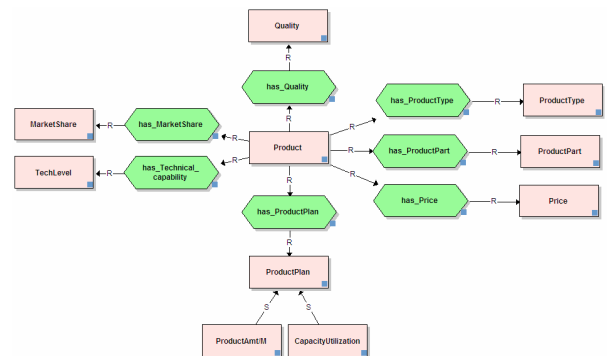
인 능력 등을 고려해 파트너를 선정한다. 특히 품질에 대한 중요성이 높아지면서 제품 자체의 품질이 조건을 만족하는지 여부와 함께 회사의 불량 방지 노력 등을 파트너 선정 조건으로 고려하는 경우가 많다. 따라서 Quality Policy는 파트너십을 위해 최근 필수적인 요소로 고려가 되고 있다.



[그림 6] Enterprise Subject

4) Product Subject

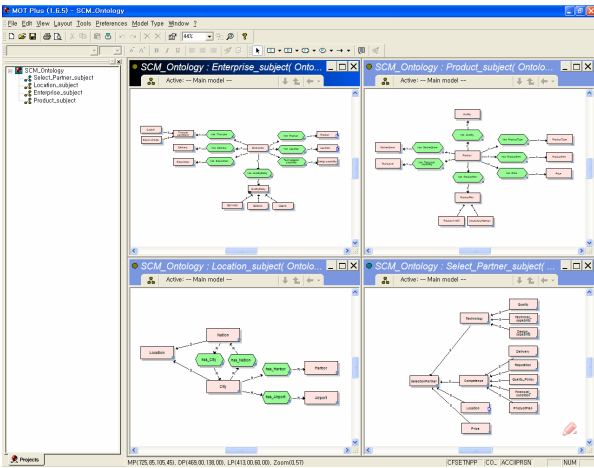
[그림 7]은 파트너 선정에 관한 조건 가운데 제품 자체에 관해 고려될 수 있는 조건에 관한 것이다. Product Subject에서는 수요나 공급의 변동에 따른 Risk에 대처하기 위해 Product Plan 개체를 이용해 월별 N단위 제품 생산과 설비의 가용량을 체크하도록 하였다.



[그림 7] Product Subject

SCM 파트너 선정에 관한 온톨로지 모델을 각 Subject 별로 살펴 보았다. [그림 8]은 [그림 8]은 MOT Plus를 이용해 모델링한 전체 SCM

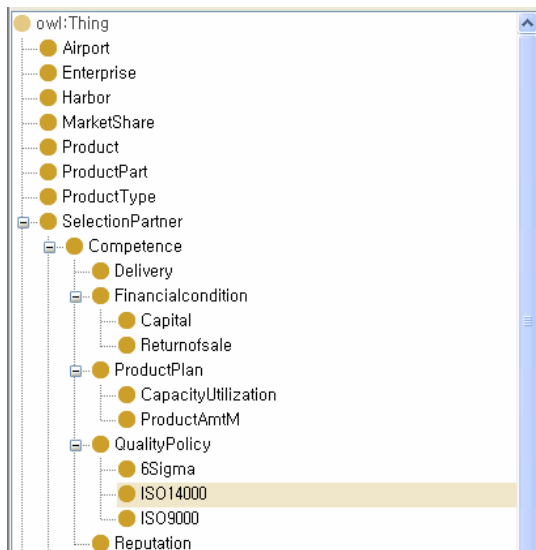
파트너 선정 모형에 관한 온톨로지 모델이다.



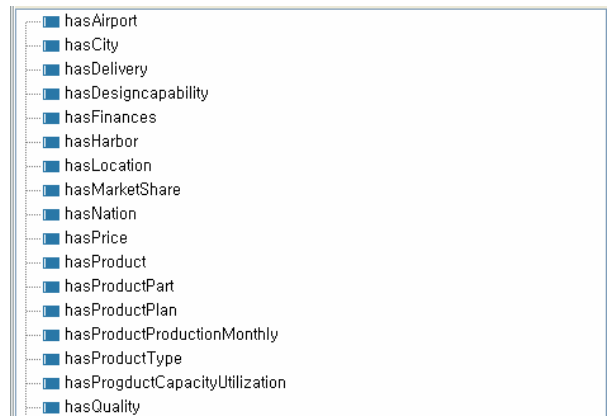
[그림 8] MOT Plus로 모델링된 SCM 파트너 선정 온톨로지

4. 추론에 의한 파트너 선정 규칙

3장에서는 MOT Plus를 사용해 SCM 파트너 선정 온톨로지 모델을 개발하였다. 개발된 SCM 파트너 선정 온톨로지 모델을 OWL로 변환한 후, 변환된 OWL 파일을 Protégé로 import한 결과는 [그림 9]와 같다.



(a) Protégé Class



(b) Protégé Slot(Property)

[그림 9] SCM 파트너 선정 모형 - Protégé

(a)는 파트너 선정에 필요한 Class를 표현한 것이며, (b)는 Slot(Property)에 해당한다. 개발한 파트너 선정 온톨로지 모델은 OWL 구문으로 변환이 되었으므로, OWL의 추론 규칙을 기술하는 SWRL을 이용해 추론을 할 수 있다.

SWRL은 OWL 기반의 온톨로지의 추론을 위해 제안이 되었다. SWRL은 절차적 지식의 추론이 가능한데, 특히 Instance 간에 Relationship을 규명할 수 있다. SWRL은 “Antecedent → Consequent”의 형태로 semantic rule을 표현하며, 이는 Antecedent가 “true”이면 Consequent도 “true”라는 의미로 해석이 된다.

아래의 논리식은 “x가 y의 아버지이고 x와 z가 형제라면 z는 y의 삼촌이다”를 SWRL의 문법에 따라 기술한 것으로 기계 뿐만 아니라 사람도 문법을 쉽게 해석할 수 있는 특징이 있다.

$$Person(?x) \wedge isFather(?x, ?y) \wedge isBrother(?x, ?z) \Rightarrow isUncle(?z, ?y)$$

공급망에서 잠재적인 부품 공급 파트너는 아래 (Rule-1)에 의해서 추론을 통해 도출될 수 있다. (Rule-1)은 기업 x는 제품 y를 생산하고 있는데, y를 생산하기 위해서는 부품 z가 필요하며, 부품 z를 생산하는 a 기업(hasPotential-partSupplier)은 x의 잠재적인 부품 공급 파트너가 될 수 있음을 의미한다.

$$\begin{aligned} &Enterprise(?x) \wedge hasproduct(?x, ?y) \wedge \\ &hasproductpart(?y, ?z) \wedge hasproductManufacture(?z, ?a) \\ &\Rightarrow hasPotentialpartSupplier(?x, ?a) \end{aligned}$$

(Rule-1)

아래 (Rule-2)는 파트너 선정 조건 가운데 Technology를 충족하는 파트너를 추론을 통해 도출하는 규칙이다.

기업 x는 제품 y를 생산하며, y는 부품 z를 필요로 하며, 부품 z를 생산하는 기업은 a가 있다. a 기업은 제품 c를 생산하는데, 제품 c의 품질이 “Excellent”이고, a 기업의 기술적 능력 (hasTechnicalcapability) d가 “High”이며 디자인 능력(hasDesigncapability) e가 “Good”이라면 a 기업과 a기업이 생산하는 제품 b는 Technology 선정 조건을 만족한다. 따라서 a기업은 x기업의 파트너 선정 조건 가운데 기술적인 Factor를 충족하는 기업이라고 할 수 있다.

$$\begin{aligned} &Enterprise(?x) \wedge hasproduct(?x, ?y) \wedge \\ &hasproductpart(?y, ?z) \wedge \\ &hasproductManufacture(?z, ?a) \wedge hasproduct(?a, ?b) \wedge \\ &hasQuality(?b, ?c) \wedge swrlb:equal(?c, "Excellent") \wedge \\ &hasTechnicalcapability(?a, ?d) \wedge swrlb:equal(?d, "High") \wedge \\ &hasDesigncapability(?a, ?e) \wedge swrlb:equal(?e, "Good") \\ &\Rightarrow hasFillTechPartners(?x, ?a) \end{aligned}$$

(Rule-2)

Rule-3는 기업의 역량을 고려해 파트너를 선정하는 규칙이다.

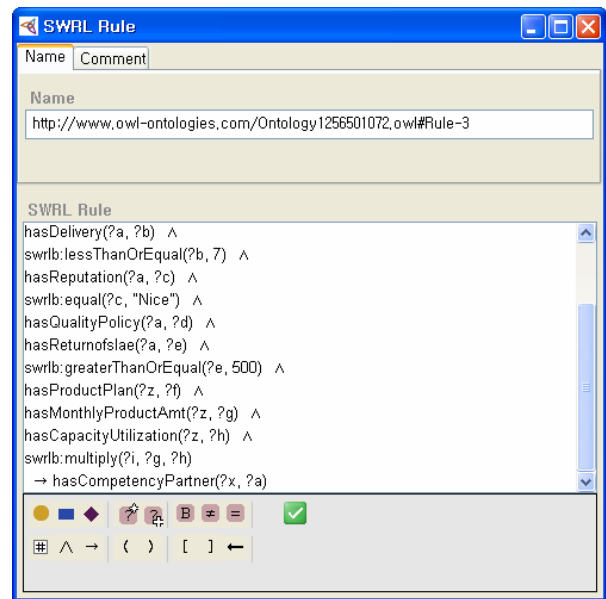
$$\begin{aligned} &Enterprise(?x) \wedge hasproduct(?x, ?y) \wedge \\ &hasproductPart(?y, ?z) \wedge hasproductManufacture(?z, ?a) \wedge \\ &hasDelivery(?a, ?b) \wedge swrlb:lessThanOrEqual(?b, 7) \wedge \\ &hasreputation(?a, ?c) \wedge swrlb:equal(?c, "Nice") \wedge \\ &hasQualityPolicy(?a, ?d) \wedge hasreturnofsale(?a, ?e) \wedge \\ &swrlb:greaterThanOrEqual(?e, 500) \wedge \\ &hasproductPlan(?z, ?f) \wedge \\ &hasMonthlyproductAmt(?z, ?g) \wedge \\ &hasCapacityUtilization(?z, ?h) \wedge \\ &swrlb:multiply(?i, ?g, ?h) \\ &\Rightarrow hasCompetencyPartner(?x, ?a) \end{aligned}$$

(Rule-3)

예시한 규칙은 각 추론 단계를 거치면서 도출

된 사실(Facts)을 추론 엔진에 제공하고, 추론 엔진은 이를 반복적으로 추론해 모든 instance에 대해 선정 조건을 만족하는지를 추론해 원하는 추론 결과를 도출해 낼 수 있다.

Protégé는 [그림 10]과 같이 “SWRLTab” 플러그인을 통해 rule을 편집할 수 있도록 하고 있는데, JESS (Java Expert System Shell)과 연동해서 실행 가능한 엔진으로 개발도 가능하다.



[그림 10] SWRL Plug-In을 이용한 규칙 생성 예시

5. 결론 및 추후연구 과제

본 연구에서는 SCM 환경에서 공급자 파트너 선정에 관한 온톨로지 모델을 generic graphical modeling language인 MOT Plus를 이용해 모델링 하였다.

MOT Plus를 이용해 온톨로지 개발자는 개발의 범위와 Class(Concept)의 상하 관계와 Class 간에 필요한 관계 개념을 보다 쉽게 정의할 수 있을 것이다.

또한 MOT Plus는 OWL DL과 호환이 가능해 MOT로 작성된 온톨로지를 Protégé에서 활용할

수 있음을 보였다. Software 분야에 있어서도 90 년대에 개발자들이 텍스트 기반에서 GUI 기반의 RAD(Rapid Application Dev-elopment) Tool로 급격하게 변화하였는데, MOT Plus와 같은 generic graphical modeling language를 활용해 온톨로지를 보다 빨리 개발하고 개발 과정에서 시행 착오를 줄일 수 있을 것이다.

MOT로 모델링이 된 온톨로지를 OWL DL 기반의 언어로 변환하고 Protégé의 “SWRL Tab”을 이용해 SCM 환경하에서 파트너 선정에 관한 추론 규칙을 작성하였다.

SWRL의 추론 규칙은 단순하게 표현이 되지만, 추론에 의한 결과를 사실로 해서 새로운 추론이 가능한 반복적인 추론 과정을 거친다. 따라서, 멀리 떨어진 파트너에 대해서도 파트너 선정시에 충분히 고려될 수 있다. 또한 Ontology의 공유되고 재사용 가능한 특징에 따라 공급망 파트너 선정 기준을 공급망에 참여하는 모든 업체들이 공유해 전체 공급망의 비전, 가치를 공유하는데 기여할 수 있을 것이다.

본 연구에서 적용한 방법론과 파트너 선정 규칙이 적절한지 실제 데이터를 가지고 평가하는 연구가 필요하다.

또한, 본 연구를 실제 업무에 적용하기 위해서는 SCM 파트너십을 형성하기를 희망하는 기업들은 RDF 기반의 공급자 선정에 필요한 데이터를 제공하고, 제공된 RDF 데이터를 입력 자료로 본 연구에서 다룬 공급자 선정 추론 규칙을 적용하는 SCM 공급자 선정에 관한 Framework에 대한 연구가 필요하다.

Acknowledgements

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

[참고문헌]

[1] 김태운, 이경중, “온톨로지 기반 제품가족 모

델링”, *한국지능정보시스템학회지*, 제12권 3호(2006), pp.127-142.

[2] 이상만, 이용길, 이국용, “공급망 관리(SCM) 파트너십이 기업의 경영성과에 미치는 영향”, *한국생산관리학회지*, 제18권 3호(2007), pp.105-133.

[3] 이웅찬, 채명신, “AHP 기법을 적용한 SCM 성공요인의 중요도에 관한 연구”, *로지스틱스 연구*, 제17권 1호(2009), pp.1-25.

[4] Mizoguchi R., “차세대 웹과 지식 처리의 핵심 기술 온톨로지 공학”, 두양사, 2009

[5] Chi, Y.-L., “Rule-based ontological knowledge base for monitoring partners across supply network”, *Expert System with Applications*(2009).

[6] Choi Y.T, Hartley L.J, “An exploration of supplier selection practices across the supply chain”, *Journal of Operations Management*, Vol.14(1996), pp.333-343.

[7] Gilbert Paquette, “An Ontology and a software Framework for Competency Modeling and Management”, *Educational Technology & Society* Vol.10 (2007), pp.1-21

[8] Maloni J.M, Benton W.C, “Supply chain partnerships: Opportunities for operations research”, *European Journal of Operational Research*, Vol.101(1997), pp.419-429.

[9] Mizoguchi R, Tijerino Y, and Ikeda M, “Task Analysis Interview Based on Task Ontology”, *Expert Systems with Applications*, Vol.9(1995), pp.15-25.

[10] Nathalie Hernandez, Josiane Mothe, Claude Chrisment, Daniel Egret, “Modeling context through domain ontologies”, *Inf Retrieval*, Vol.10(2007), pp.143-172

[11] Olhager J, Selldin E, “Supply chain management survey of Swedish manu-

- facturing firms”, *International Journal of Production Economics*, Vol.89, 3(2004), pp.353-361
- [12] Sunagawa E, Kozaki K, Kitamura Y and Mizoguchi R, “Organizing Role-concepts in Ontology Development Environment: Hozo”, *Artificial Intelligence Research Group*, 2004
- [13] Yan Ye Dong, Yang Zhibin, Jiang Lixin Tong, “Ontology-based semantic models for supply chain management”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol.37(2008), pp.1250-1260.