

공급사슬구성에서 협력적 에이전트를 위한 시맨틱 웹 설계*

김 현 수** · 조 재 형*** · 최 형 립**** · 홍 순 구*****

< 목 차 >

I. 서론	4.3 프레임워크 구성
II. 공급사슬구성 문제정의	4.4 온톨로지 구성
III. 협력적 에이전트를 위한 시맨틱 웹	4.5 협상 룰 구현
3.1 에이전트 운영과 역할	4.6 에이전트 협상을 위한 시맨틱 웹 활용
3.2 에이전트 운영을 위한 시맨틱 웹	V. 결 론
IV. 시맨틱 웹 설계	참고문헌
4.1 설계를 위한 선행연구 분석	Abstract
4.2 시나리오	

I. 서론

공급사슬 환경에서 발생하는 많은 문제 중 하나는 최소 비용의 생산 및 공급 스케줄을 발견하여 이에 따른 구성원을 선정하는 문제이다. 공급사슬관리에서 우수한 협력업체의 선정을 통한 협력은 전체 공급사슬의 경쟁력을 높이는 역할을 한다(Choi & Hartley, 1996). 그러나 구성원 선정의 문제는 크게 2가지의 이유로 어려움을 겪고 있다. 하나는 전체 최적 공급사슬 구성의 기반이 되는 전체 스케줄링을 쉽게 결정할 수 없다는 것이다. 이러한 이유로는 첫째, 실제현장에서 발생하는 여러 가지 환경의 변화를 기존의 정적인 환경에서 이루어진 스케줄로 해결하지 못한다는 것이다(MacCarthy & Liu, 1993). 결국 다양한 변화를 수용할 수 있는 동적 공급사슬환경하에서 스케줄링 되어야 한다. 그리고 또 다른 이유는 구성원을 선정하는 탐색과정에서 부분최적해

* 이 논문은 2002학년도 동아대학교 학술연구조성비(국외연구과건)에 의하여 연구되었음

** 동아대학교 경영정보과학부 교수, hskim@dau.ac.kr

*** 부산외국어대학교 국제통상지역원 초빙교수, chojh@pufs.ac.kr

**** 동아대학교 경영정보과학부 교수, hrchoi@dau.ac.kr

***** 동아대학교 경영정보과학부 교수, shong@dau.ac.kr

에 빠져 공급사슬 전체를 고려하지 못한다는 것이다. 이는 다시 말해 공급사슬 문제는 개별적 조함이 아닌 전체의 관점에서 달성되어야 한다(Logendran & Ramakrishna, 1994; Srivastava & Chen, 1993).

지금까지 공급사슬구성을 위한 문제는 재스케줄링(Rescheduling), 통합일정과 같은 스케줄링 중심의 연구였다. 특히 발견적기법(Heuristic), 우선순위규칙(Dispatching Rule), 추계적 최적화(Stochastic Optimization)를 이용한 연구가 주류를 이루고 있다(Baker & Scudder, 1990; Kim & Yano, 1994). 그러나 지금까지의 스케줄링 연구가 다양한 척도와 다목적 의사결정으로 진행되어져 왔으나 공급사슬환경을 경쟁적 관계에서의 협력까지 고려하지는 못하였다. 즉, 공급사슬 상에서 지배적인 영향력을 갖는 기업들의 경우처럼 수직적 통합(Vertical Integration)의 관점에서 협력업체의 유연적 조정에 초점을 맞추어 왔었다.

다음으로 에이전트를 이용한 스케줄링 연구가 지속적으로 제안되었으나 상당한 잠재력을 가지고 있음에도 불구하고 시스템 개발에 드는 노력이 매우 크기 때문에 제한적으로 사용되어 왔다. 에이전트를 통한 공급사슬구성이 가지고 있는 가장 큰 특징은 협상을 통해 문제를 해결해 가는 것이다. 지금까지의 협상시스템으로 멀티에이전트 시스템, 협력 시스템 등이 제안되었으나, 하나의 협상 프로토콜로 구성되어 모든 에이전트가 정확하고 정형화된 형태에서 과도한 업무가 부여되어 상당히 복잡하게 코딩되어 있었고, 서로 다른 개발자에 의해 구축된 에이전트는 사실상 협상이 불가능하였다.

본 연구에서는 경쟁적 환경을 고려한 공급사슬 구성을 위해 시맨틱 웹(Semantic Web) 기반의 에이전트 협상을 이용하고자 한다. 개별적 목적을 가진 에이전트는 협상을 통해 협력적 거래가 가능하며 이를 통해 공급사슬 전체를 고려할 수 있다. 에이전트의 협력적 거래는 크게 제품 및 거래자 탐색과정과 협상단계로 이루어진다. 이러한 에이전트의 기능을 지원하기 위한 프레임워크로 본 연구에서는 시맨틱 웹을 제안하고 설계하였다. 시맨틱 웹은 기계(에이전트)가 의미를 이해할 수 있는 차세대 웹으로 다양한 형태와 자원으로 구성된 거래정보의 의미를 정의함으로써 보다 정확하고 확장된 탐색과정을 지원한다. 또한 협상단계에서 발생하는 일련의 협상주체, 협상속성, 프로토콜을 비롯하여, 시점별 협상 프로세스의 발생과 종료조건 등을 정의할 수 있다.

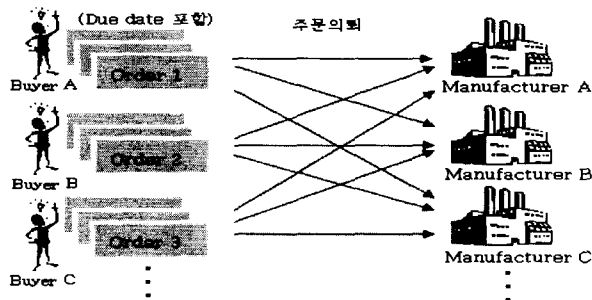
협상은 거래자간의 동적인 거래과정이므로 다양한 정보, 비즈니스 규칙, 거래요구사항 등을 표준화시켜야 한다. 그러나 이러한 표준화는 기존의 소프트웨어처럼 완벽한 정의를 지정하여 구성하는 것이 아니라 서로 주고받는 데이터 표준에 대한 정의를 규정함으로써 매우 유연해야 하며, 호환성이 보장되어야 한다. 이것은 시점별 협상 프로세스의 정의가 필요함을 뜻한다. 또한 표준화 과정은 에이전트를 통해 구성과정이 자동화 되어야 한다. 그러므로 이러한 표준화를 만들기 위해 시맨틱 웹의 온톨로지(Ontology)가 필요하며 에이전트가 온톨로지를 참조하여 협상이 되도록 룰(Rule)도 함께 제공되어야 한다. 그러므로 본 연구에서는 협상에 필요한 도메인 온톨로지와 프로세스 온톨로지를 구성하고, 온톨로지와 연계될 수 있는 협상 룰을 설계하고 구현하였다. 또한 개방형 환경에서 에이전트간의 정보공유와 협력적 거래가 가능하도록 시맨틱 웹을 설계하고 그 활용가능성을 제안하였다.

II. 공급사슬구성 문제정의

현재의 공급사슬구성 문제에서 서비스수준과 비용은 서로 상충관계(Trade-off)에 놓여있다. 기업은 효율적인 공급사슬관리를 통해 높은 서비스 수준과 낮은 비용을 동시에 달성하기 위해 구매자가 원하는 시간, 장소, 수량을 즉각적으로 제공하면서 낮은 생산비용을 유지해야 하는 새로운 과제에 직면하고 있는 것이다. 그러나 공급사슬구성 문제는 부품의 가격변동, 정보왜곡, 구매자의 다양한 요구 등으로 인해 즉각적인 의사결정에 어려움을 겪고 있다(Lassar & Kerr, 1996). 또한 공급사슬 개별 참여자들의 지역적 목적으로는 공급사슬 전체의 효율성과 효과성을 극대화시키기 힘들기 때문에 공급사슬 구성원간의 협력적 노력을 통해 고객의 요구에 즉각적으로 대응할 수 있어야 한다. 그러므로 공급사슬구성 문제에서 전략적 협력의 중요성이 더욱 부각되는 것이다.

본 연구에서 다루게 될 공급사슬 문제는 주문-제조(Make-To-Order)의 경우이다. CTP 함수(Capable To Promise)는 각 주문의 공정순서에 따라 달라지고 각 제조자는 주문에 따라 자신만의 CTP함수를 가지고 있다. 특히 작업의 일정이 납기일을 준수하지 못하는 문제(Restricted Problem)를 고려하였는데 이는 작업의 공정(Processing Time)이 각 주문마다 정해진 납기일(Distinct Due Date)을 초과하는 경우이다(Kim & Yano, 1994).

본 연구에서 다루게 되는 공급사슬 구성은 공급자, 제조자, 유통업자, 소매업자 그리고 고객에 이르는 다양한 구성요소 중 최종 생산품을 생산하여 최종 소비자에게 공급하는 과정만을 다루어, 공급사슬구성은 다수 구매자와 다수 제조자의 관계만을 포함한다.



<그림 1> 다수의 구매자와 공급자로 구성된 공급사슬망 문제

<그림 1>과 같이 다수의 구매자는 1개 이상의 주문을 공급사슬망에 존재하는 모든 제조자에게 의뢰하게 되며, 이때 주문건적 의뢰를 받은 제조자는 각 주문에 필요한 부품건적을 공급자로부터 확보한 상태에서 제품 생산에 대한 최적의 일정계획을 수립하게 된다. 이때 각 제조자간에 생산하는 제품 품질간에는 차이가 없으며 단지 CTP함수에 따라 생산비용의 차이만 있는 것으로 가정한다. 경쟁적 관계에서 정보의 공유가 거의 없는 일정한 수의 구매자와 제조자들은 상대방의 가격에 대한 정보만을 가지고 의사결정을 하는 것이 일반적이다(Bylka, 2003; 최윤락 et al.,

2003). 또한 공급사슬환경은 개방형 네트워크를 통해 구매자와 제조자간의 거래가 이루어진다.

지금까지 대부분의 공급사슬구성 연구는 공급사슬 상에서 지배적인 영향력을 갖는 기업들처럼 수직적 통합에서 조직의 유연적 조정에 초점을 맞추었으나 본 연구에서는 공급사슬의 수직적 관계뿐만 아니라 수평적 관계에 놓인 참여자간의 경쟁적 관계도 포함하였다. 결국 제조자의 경우 다수의 동시주문으로 인해 조기생산과 지연생산을 고려한 각 제조자별 스케줄링으로 견적가를 산출하고, 구매자는 최소의 견적가를 선택하는 과정에서 협상이 발생되어 제조자의 선정이 바뀌면서 재스케줄링이 일어난다. 결국 협상요소인 가격은 재스케줄링으로 인해 계속적으로 변화되며, 재스케줄링은 주문의 수에 따른 납기일에 영향을 받고, 이는 협상결과에 따라 결정된다. 다음 장에서는 공급사슬 환경에서 본 문제를 해결하기 위한 에이전트의 역할과 에이전트를 지원해주는 시맨틱 웹의 기능을 살펴보도록 하겠다.

Ⅲ. 협력적 에이전트를 위한 시맨틱 웹

3.1 에이전트 운영과 역할

협력적 에이전트가 되기 위해서는 표준화와 유연성 있는 거래가 보장되는 프레임워크가 필요하다. 이를 위해 먼저 본 절에서는 각 구성원의 요구사항을 통해 에이전트의 운영과 역할을 정의하였는데 크게 에이전트 검색단계와 협상단계로 나누어 살펴볼 수 있다(최중민, 2000).

먼저, 에이전트 검색단계는 다른 에이전트의 존재여부를 판단하고 잠재적인 거래 파트너를 찾는 일종의 프로세스이다. 이 단계에서는 다시 구매자의 상품 검색단계와 판매자 검색단계로 분류된다. 상품검색단계는 구매자가 요구하는 상품이나 서비스의 아이템에 대한 자동인식(Automatic Recognition)이 필요하다. 즉 구매자가 구매하기 원하는 상품에 대한 정보를 제공하여 어떤 상품을 구입할 것인지를 결정할 수 있도록 도와준다. 이러한 기능이 제공되기 위해서는 구매자가 요구하는 아이템에 대한 정확한 정의가 필요하며, 이는 기존의 웹 형태처럼 찾고자 하는 용어와 정확히 일치하는 결과만을 제공하는 것이 아니라, 지식 맵(Knowledge Map)을 통해 검색하고자 하는 아이템의 유사성을 인식할 수 있도록 관계정의가 필요하다. 또한 에이전트는 구매자의 선호도에 대한 프로파일과 서비스 시점의 사용자 컨텍스트(Context) 정보를 활용하여 더욱 현장 중심적이고 개인화를 가능하게 하는 지능형 서비스를 제공할 수도 있다. 예를 들어 구매자가 모니터를 구입하고자 할 경우, 모니터의 지식 맵 정의를 통해 컴퓨터의 출력장치 중 하나이며, 모니터의 종류가 CRT와 LCD로 분류되어 결국 CRT와 LCD를 판매하는 거래자를 검색하게 된다. 또한 검색된 판매자의 프로파일을 참조하여 가격, 납기일 등과 같은 제약조건을 검토하게 된다. 이는 모니터라는 제품의 정의는 컴퓨터, 출력장치, CRT, LCD, 판매, 판매자와 같은 다른 개체와의 연관성을 정의함으로써 더욱 정확하고 확장된 검색이 가능하다.

판매자 검색단계에서는 필요한 상품정보를 추출하고 비교해주는 비교 에이전트 기술을 이용

하여 구매자의 구매능력과 비슷한 상품들을 필터링 해주는 기능을 이용할 수 있으며 가격이나 품질에 대한 비교가 가능하도록 지원해준다. 그리고 에이전트간의 상호대화를 위해서는 다양한 통신 프로토콜을 사용하게 된다. 이러한 에이전트간의 다양성을 일반화할 수 있는 명확한 규칙이 필요하게 되는데 서비스와 요구사항의 내용이 저장되어 있는 온톨로지를 통해 표준화를 위한 일반성을 제시하게 된다. 즉 온톨로지는 제품, 거래자의 프로파일, 프로토콜, 제약조건 등이 표현된 정보저장소(Information Repository)의 역할을 담당한다.

다음으로 협상단계는 이전 단계의 추상적인 서비스를 참여자간에 합의할 수 있도록 재정의하는 단계이다. 이 단계는 사회성 및 자율성의 특징을 이용하여 사용자가 에이전트에 명시한 전략을 통해 상품을 구입하거나 판매하는 기능을 수행할 수 있다. 에이전트는 달성해야 할 목표를 사용자로부터 입력받고, 목표가 생긴 에이전트는 다른 에이전트들과 접촉하여 자신이 가지고 있는 목표를 달성한다. 공급사슬에서 협상 에이전트는 사용자가 구매하고 싶은 물건에 대한 가격이나 납기일과 같은 정보들을 가지고 판매 에이전트들과 접촉하게 되므로 온톨로지에 저장된 정보들을 협상의 시점에 따라 사용하도록 프로세스 온톨로지를 특화시키고 이를 롤이 참조할 수 있는 상호연계성을 유지해야 한다.

3.2 에이전트 운영을 위한 시맨틱 웹

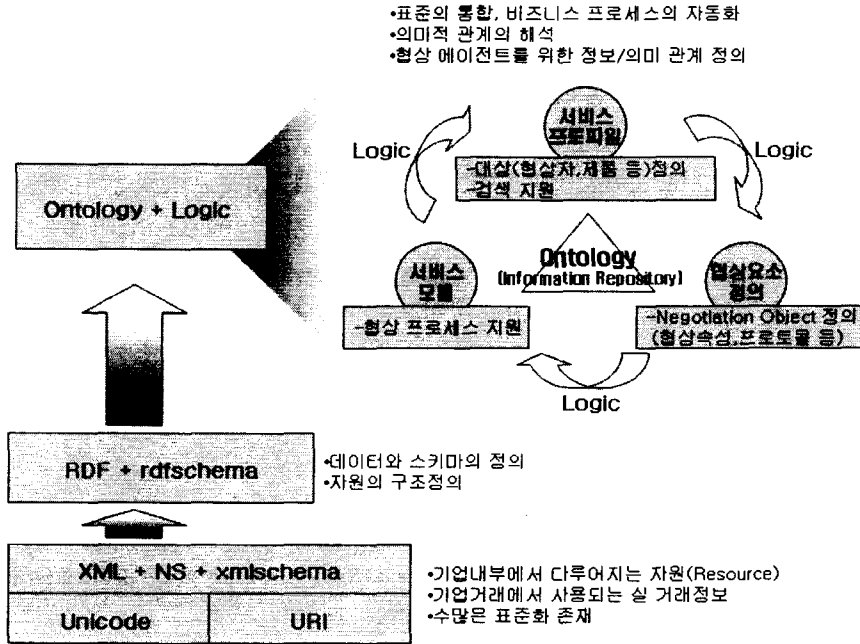
이미 기업간 거래는 20여년전부터 EDI, CALS의 형태로 거래가 이루어져 왔다. 그러나 기존 프레임워크는 웹 보급의 확산과 개방형 환경에서 이루어지는 다양한 요구사항을 충족시키지는 못했다. 더구나 지금까지의 프레임워크는 대부분 사용자 위주보다는 솔루션 위주의 구축이었으며 전반적인 비즈니스 모델의 취약점을 안고 있었다(이경진, 2000).

그러므로 공급사슬에서 협력적 관계를 맺는 구성원간의 원활한 거래를 위해서는 제3자의 이해관계기관을 통해 개방형 환경과 다양한 비즈니스 요구사항을 충족시키고 통합할 수 있도록 비즈니스 운영의 표준화가 필요하며 이를 자동화 시킬 수 있어야 한다. 결국 이러한 표준화와 자동화 작업은 거래참여자간의 요구사항을 지속적으로 반영하도록 통합 프레임워크 기반에서 시스템이 구축되어야 한다. 또한 프레임워크는 기계가 의미를 이해하여 기업간 거래에서 주고받는 여러 가지 정보들을 계속적으로 표준화하고 이를 자동화할 수 있는 에이전트의 역할이 보장되어야 한다. 이러한 프레임워크로 시맨틱 웹이 제시되고 있으며 지금까지의 프레임워크와 비교하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 기업간 전자거래에 사용된 프레임워크 비교

기능/특성	EDI	XML/EDI	ebXML	cXML	BizTalk	UDDI	Semantic web
대상 산업 분야	조달, 금융, 통관 등	명시되지 않음	IT와 전자부문	MRO, 사무, 책 등	명시되지않음	명시되지않음	명시되지 않음
보안	지원이 없는 상태	디지털 인증과 서명	Signature and pre-defined for registry users	Authentication in message header	Leverages existing standards	Authorized parties and tracks information	기술되지 않음
통신 프로토콜	X.400	HTTP	TCP/IP 기반의 HTTP/SMTP	인코딩을 이루는 HTTP, URL	HTTP/MSMQ	SOAP	HTTP,SMTP,FTP, SOAP 등 다양한 프로토콜 지원
서비스 발견	기술되지 않음	기술되지 않음	지원됨	기술되지 않음	지원됨	지원됨	폭넓게 지원됨
리파지토리	기술되지 않음	기술되지 않음	분산된 저장소	기술되지 않음	집중화된 저장소	분산된 저장소	집중화된 UDDI 저장소 사용
메시지 형식	각 산업별로 정해진 코드	XML문서	XML문서	XML문서	BizTag 기반의 BizTalk문서	XML문서	XML문서
질의기능	기술되지 않음	기술되지 않음	기술되지 않음	기술되지 않음	기술되지 않음	API지원	Ontology를 통한 API지원
규모성	중앙집중식으로 폭이 적음	충분함	충분함	XML DTD기반의 확장성	집중화된 저장소와 프로세싱	복합root노드를 가지는 분산 서비스	다양한 플랫폼의 적용이 가능하고 집중화된 저장소와 분산서비스 지원
사용전자문서	공통 비즈니스 라이브러리	EDI X12데이터사전	공통비즈니스 객체	XML tags 집합	Biztags 집합	XML Schema로 정의된 정보모델	재사용 가능한 객체중심의 정보모델
협상지원	기술되지 않음	기술되지 않음	기술되지 않음	기술되지 않음	기술되지 않음	기술되지 않음	거래자간의 자동적인 Match-making과 Negotiation 지원
의미적 변환	지원되지 않음	지원되지 않음	지원되지 않음	지원되지 않음	지원되지 않음	지원되지 않음	Data,비즈니스로직 등 의미적관계를 자동적으로 변환

<표 1>은 안재범(2003)에 의해 제시된 프레임워크를 시맨틱 웹 기준항목에 적용하여 본 논문에서 확대시켜본 것이다. 다음으로 <그림 2>에서는 비즈니스 거래의 통합 프레임워크로 제시되는 시맨틱 웹의 기반요소를 통해 협상 에이전트의 지원기능을 더욱 구체적으로 살펴볼 수 있다.



<그림 2> 협상에이전트 지원을 위한 시맨틱 웹의 요소

<그림 2>에서 보듯이 Unicode, URI, XML은 기업내부에서 사용되는 다양한 자원들로써 기업 내부에서 통용되는 표준화 자료들이다. 이러한 기업내부자원은 협상에서 사용되는 실제 거래정보로 RDF, RDFSchema를 통해 데이터와 스키마 등으로 정의되어 기업 간 상호운용성을 위한 구조화가 이루어진다. 다음으로 시맨틱 웹의 핵심기술인 온톨로지와 로직단계에서는 다양한 자원들의 표준들을 통합시키며, 이를 위해 표준간의 의미적 관계를 해석하게 된다. 온톨로지에서는 크게 협상을 위한 서비스 프로파일 정의단계, 협상요소 정의단계, 서비스 모델 정의단계로 구성되며 서비스 프로파일 정의단계와 협상요소 정의단계는 온톨로지의 종류 중 도메인 온톨로지에 속하고 서비스 모델 정의단계는 프로세스 온톨로지에 해당한다.

각 단계를 넘어가는 과정은 단계별에서 정의된 요소 중 무엇을, 얼마나 참조하는지를 로직(협상 룰)에 의해 결정한다. 이러한 시맨틱 웹 환경에서 에이전트는 자동적으로 협상대상자, 제품, 서비스 등을 인식할 수 있다. 또한 가격, 품질에 대한 비교기능, 협상 프로토콜의 자동적 인식, 협상 참여자간의 협력을 구성할 수 있다. 협상 에이전트 운영을 위한 시맨틱 웹의 특징을 정리하면 다음과 같다.

- 시맨틱 웹 환경은 기본적으로 유연성을 제공하며 개방형 환경으로 확대될 수 있다.
- 협상 프로세스 상에서 이루어지는 가정들을 명확히 정의할 수 있다.
- 이기종의 어플리케이션간에 주고받는 정보의 모호성과 불명확성을 제거해 줄 수 있다.
- 협상개체들이 합의에 도달하는 시점별 과정을 행동발생과 타입으로 표현할 때 이를 정 확한

개체와 관계정의를 통해 정의해 줄 수 있다.(전후관계에 따른 협상시작과 종료 등)

- 서로 다른 개발자에 의해 만들어진 특정 분야의 공통된 구성요소들을 정리하여 공유할 수 있는 절차를 제공한다.

특히 기존의 기업거래 프레임워크가 XML을 기반으로 표준화를 시도하는 과정에서 XML이 가지고 있는 의미적 관계표현의 한계성을 온톨로지와 기술적 언어(Description Language)인 로직, 즉 룰을 통해 해결할 수 있다. 온톨로지와 룰을 이용해 자동화된 비즈니스를 수행하기 원하는 기업의 거래자, 고객, 공급자들을 통합하여 이들이 원하는 서비스와 정보를 에이전트를 통해 자동적으로 연결해 줌으로써 탐색비용이 크게 감소하고, 이를 통해 향상된 거래를 수행할 수 있다.

IV. 시맨틱 웹 설계

4.1 설계를 위한 선행연구 분석

최적의 공급사슬구성을 위한 협상은 다양한 동적환경을 전제로 하므로 협상 에이전트를 설계하고 구현하는 것이 쉽지 않다. Bartolini와 Jennings(2002)는 협상을 일반적으로 협상 개체(Object), 협상 프로토콜(Protocol), 협상 전략(Strategy)으로 구성하였는데, 결국 협상의 목적은 협상개체들이 프로토콜에 따라 자신의 협상전략을 통해 합의의 단계를 이르는 것으로 볼 수 있다. 이러한 과정이 자동적으로 이루어질 수 있는 프레임워크가 제시되어야 한다. Sidney와 Truszkowski(2001)는 협상 에이전트 구현의 어려움을 크게 일반적 이해의 부족(가격, 수량, 납기일 등과 같은 협상 파라미터의 이해), 프로토콜 이해의 부족, 참여자간의 느슨한 관계 등을 지적하면서 온톨로지를 통한 해결방안을 제안하였다.

그러나 지금까지 시맨틱 웹 연구는 특정 도메인을 온톨로지로 구성하여 의미를 파악할 수 있는 확장된 검색시스템의 응용이 대부분이었다. 이러한 주요연구를 살펴보면 음악분야의 온톨로지 시스템인 MusicBrainz, 상품분류체계 온톨로지 시스템인 UNSPSC, 세미나 및 회의 정보시스템 ITTALKS, 기업내 지식정보관리를 위한 On-To-Knowledge, 정보의 통합 및 검색을 위한 Ontobroker 등이 있다(<http://www.ontology.org>). 이는 에이전트의 자동실행을 위한 환경보다 다양한 키워드 중심의 의미적 데이터베이스 역할로 검색의 정확도를 높일 수 있음에 초점이 맞추어졌다.

이보다 한 단계 진보된 연구가 지능형 검색시스템이다. 이 시스템에서는 프로세스 온톨로지를 강조하였으며, 대표적 연구로는 MIT에서 5000개에 달하는 비즈니스 지식을 온라인 서비스로 구현한 Process Handbook 프로젝트와 DAML-S기반에서 휴리스틱을 이용한 필터링 시스템으로 Semantic Matching 엔진을 개발한 CMU의 ATLAS(Agent Transaction Language for

Advertising Service)프로젝트, 그리고 이질적인 에이전트간의 커뮤니티를 지원하기 위한 복수 에이전트 시스템을 개발한 CMU의 RETSINA(Reusable Environment for Task-Structured Intelligent Networked Agents) 프로젝트 등이 있다(<http://www.ontoknowledge.org>).

다음으로 자동 에이전트 협상을 위한 시맨틱 웹 연구는 HP 연구소와 IBM 연구소에서 진행중에 있으며 아직 구체적인 시스템이 개발되지는 않았지만, 온톨로지와 룰에 기반을 두고 있는 것으로 알려져 있다(<http://www.agentcities.org>). 국내에서도 시맨틱 웹 연구가 활발히 진행되고 있으나, 아직 도메인 온톨로지가 중심이 되고 있으며 에이전트의 자동협상을 지원하지는 못하고 있다. 본 연구에서는 이러한 선행연구를 기반으로 에이전트 협상을 구현하기 위한 협상 프로세스를 설계하고 온톨로지와 협상룰을 구현하였다.

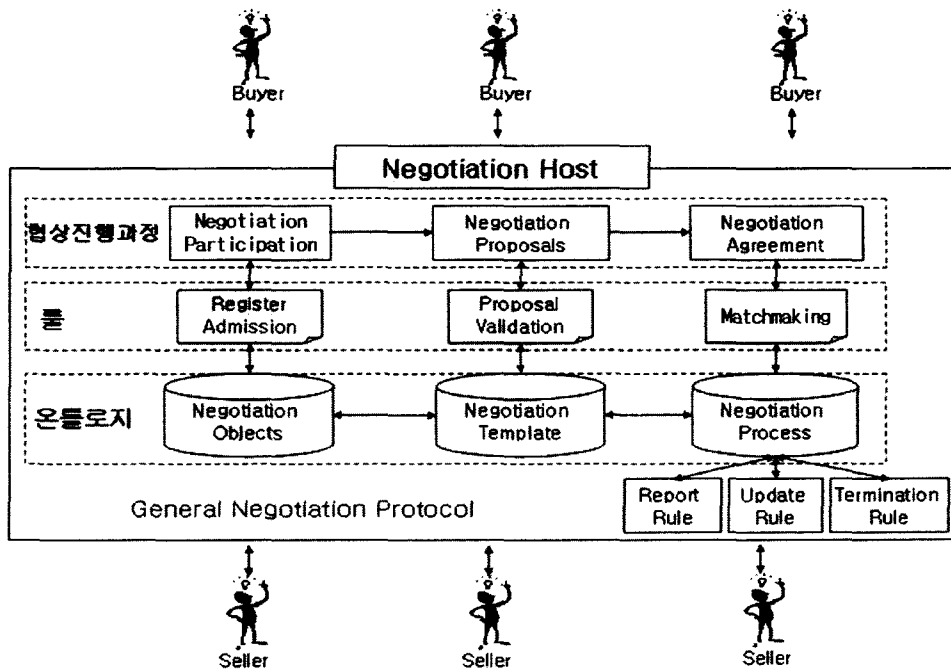
4.2 시나리오

본 절에서는 앞서 제시된 동적공급사슬과 구성원과의 경쟁적 환경을 고려하여 에이전트의 검색과정과 협상을 통해 구성원간의 협력관계로 발전하는 시나리오를 다음과 같이 작성하였다. 이러한 시나리오 구성은 다음절에서 제시될 프레임워크, 온톨로지, 협상 룰의 설계와 구현에서 반영되도록 하였다.

전체 시나리오: 구매자 A,B는 각각 150개와 200개의 컴퓨터 모니터를 공급사슬망에 존재하는 모든 제조자에게 견적을 의뢰하고자 한다. 구매자 A의 납기일은 10일이내이며 구매자 B의 납기일은 12일이다. 주문에는 납기일이 존재하므로 최대한 납기일을 준수할 수 있는 제조자를 우선 선택하며, 이 중 최소의 비용을 제시하는 제조자를 선택한다. 이를 위해 기본적인 구매자 정보(상호명, 담당자, 연락처)와 제품정보(17인치 LCD)에 대한 프로파일을 구성하여 협상 호스트에 등록하였다. 협상 호스트는 등록된 프로파일을 등록승인 과정을 통해 협상개체 온톨로지와 비교하여 협상요소(납기일,가격)를 파악한 후, 이를 기초로 협상 양식을 생성한다. 또한 협상 호스트는 LCD 모니터를 생산하는 제조자만을 선별하여 구매자의 프로파일과 협상양식을 통보한다. 협상에 응하고자 하는 제조자 역시 등록승인 과정을 거친 후 협상안 검증을 통해 기본적인 협상요소인 납기일과 가격을 포함시킨다. 등록된 협상안이 다시 구매자에게 전달되며 이 중 최소의 비용을 제시한 제조자와 협상을 하게 된다. 협상의 진행과정은 중계 룰을 통하고 협상과정에서 발생하는 협상안 충돌, 수정, 통보, 종료 등이 협상 프로세스 온톨로지를 통해 이루어진다.

4.3 프레임워크 구성

앞서 살펴본 시나리오를 토대로 협상 에이전트 시스템을 구현하기 위해 시맨틱 웹 기반기술 중 온톨로지와 룰을 기반한 프레임워크를 설계하였는데 다수의 협상전략이 존재하고 납기일과 스케줄링에 따라 협상조건들의 변화를 최대한 고려한 것이다.



<그림 3> 협상 에이전트를 위한 프레임워크

<그림 3>은 협상 에이전트를 위한 전체 프레임워크로 Negotiation Host에는 크게 온톨로지와 룰부분으로 구성된다. 협상진행과정은 크게 협상참여(Negotiation Participation), 협상안 제안과 수용(Negotiation Proposals), 협상합의(Negotiation Agreement)로 진행된다. 이러한 진행과정에 의해 먼저 협상참여가 발생하면 등록승인(Register Admission) 룰은 협상개체(Negotiation Objects) 온톨로지에 등록된 개체를 사용하고 있는지 확인한다. 이때 협상개체는 협상참여자(Agent), 협상조건(Negotiation Object), 보유자원여부(Resource) 등을 정의하고 있다. 다음으로 협상안이 제출되면 협상안 검증(Proposal Validation) 룰은 협상 템플릿(Negotiation Template)에 등록된 프로세스중에서 실행되고 있는지 확인하며, 협상 템플릿은 협상개체의 협상조건, 자원으로만 구성되어 있어야 한다. 마지막으로 협상합의는 중개(Matchmaking) 룰을 통해 협상 프로세스(Negotiation Process) 온톨로지를 참조하는데 협상 프로세스 온톨로지는 먼저 통보 룰(Report Rule)을 통해 협상진행과정을 각 에이전트에게 전달하며 협상조건이 변경되거나 추가, 삭제될 경우 수정 룰(Update Rule)을 통해 협상 템플릿이나 협상개체를 업데이트하게 된다. 예를 들어 세부적인 협상조건으로 협상안에 명시된 납기일(Due Date)과 가격(Price)을 조정할 수 있다. 종료 룰(Termination Rule)은 협상종료를 결정하는데 합의에 성공하는 경우와 실패의 경우를 정의한다. 이러한 협상 프로세스 온톨로지의 세부적인 사항은 협상 진행 시 필요한 주요 시점별 행동발생을 정의하는 부분으로 전후관계에 따른 협상의 시작과 종료 등을 정의한다.

4.4 온톨로지 구성

Sidney와 Truskowski(2001)는 온톨로지의 타입을 크게 룰기반 온톨로지, 프로세스 온톨로지, 도메인 온톨로지, 인터페이스 온톨로지, 상위 온톨로지 등으로 구분하였다. 본 연구에서 제안하는 온톨로지는 이 중 도메인, 프로세스, 룰기반 온톨로지에 해당하는데 <표 2>에서는 각 온톨로지의 적용범위와 방안, 그리고 적용도구를 정리하였다.

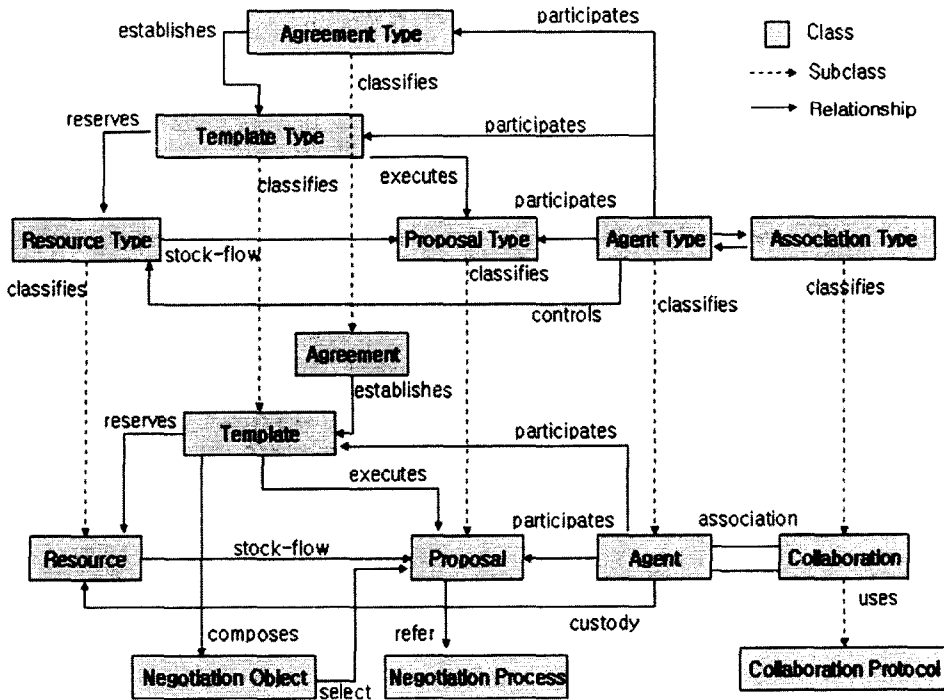
<표 2> 온톨로지 구성방안

온톨로지 종류	적용범위	적용방안	적용도구
도메인 온톨로지	-협상 개체 정의	협상대상자, 협상조건, 제약사항 정의 (클래스 생성)	Protege-2000
프로세스 온톨로지	-Proposal 단계 -Agreement 단계	Agreement 단계를 위한 협상 템플릿을 정의하고 마지막으로 Proposal의 단계를 정의 (클래스 생성)	Protege-2000
룰기반 온톨로지	-등록 승인 -협상안 검증 -합의 인증	협상참여자의 profile(상태) 검증, 협상에 필요한 협상안 검증, 합의단계에 필요한 조건 인증(Report, Update, Termination Rule)	Jess, PAL

이러한 세가지 온톨로지는 상호연관성을 가지도록 설계하였다. 먼저 도메인 온톨로지에서는 협상참여자(Agent, AgentType 클래스)와 협상대상(Resource, ResourceType 클래스)에 대한 클래스를 정의하고 Agent클래스의 Customer, Manufacturer 인스턴스가 Resource 클래스의 Cash, Monitor 인스턴스를 관리하게 된다. 또한 협상참여자는 협상안(Proposal 클래스)과 합의(Agreement 클래스)에 참여하게 되며, 협력(Collaboration 클래스) 관계를 가지고 있다.

다음으로 프로세스 온톨로지는 협상과정에서 발생하는 행위(Method)와 협상대상을 정의하는 과정으로 본 연구에서는 크게 가격지불과 제품생산으로 분류하였으며, 이러한 프로세스는 상호작용을 필요로 한다. 예를 들어 구매자가 가격지불을 해야만 제조자의 제품생산이 이루어져 합의의 단계에 이르게 된다. 이러한 프로세스 온톨로지를 구성하기 위해 먼저 Agreement(합의)클래스를 정의하고 OrderProduceAgreement(주문생산합의)를 인스턴스로 두었으며, 합의에 이르기 위한 Template 클래스로 Payment(지불)와 Produce(생산)를 인스턴스로 정의하였다. 마지막으로 Proposal 클래스에서는 CashRcptPropo(Payment 템플릿의 실행 Proposal)와 OrderProducePropo(Produce 템플릿의 실행 Proposal)를 인스턴스로 두어 각 에이전트가 이러한 협상안 프로세스에 참여하도록 정의하였다. 궁극적으로 협상합의에 이르기 위해서는 프로세스의 상호작용 뿐 아니라 프로세스를 실행하는 참여자간의 협력행위가 반드시 필요하다. 이를 위해 Collaboration(협력) 클래스를 생성하고 이해관계가 서로 다른 협상참여자의 일대일 관계를 정의하였다. 예를 들어 구매자와 제조자의 관계는 주문의뢰(OrderAck)와 비용지불(Payment)이라는 협력행위를 가진다. <그림 4>에서는 본 연구에서 진행된 온톨로지의 전체 구성도를 살펴볼 수

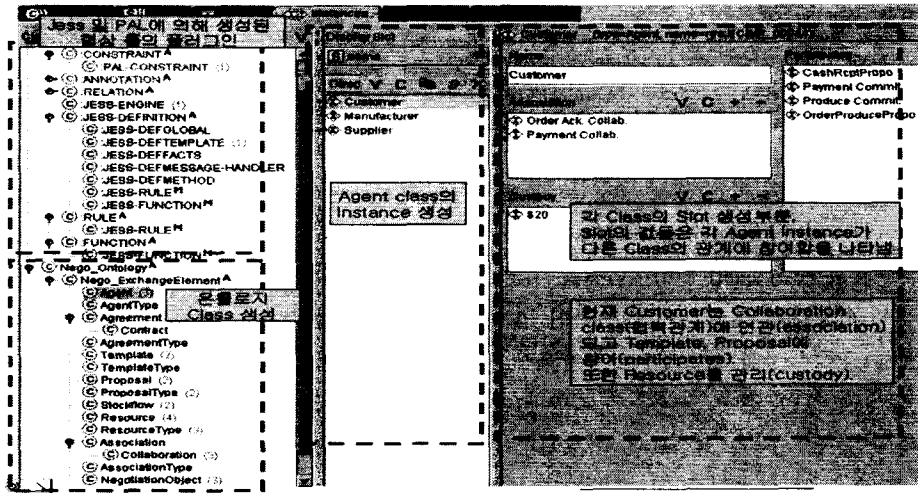
있으며 도메인 온톨로지와 프로세스 온톨로지는 클래스로 표현되고 클래스간의 관계는 슬롯(Slot)으로 표현한다. 슬롯은 분류(Classifies)뿐 아니라 참여, 실행, 관리 등과 같은 실질적인 관계를 나타낸다.



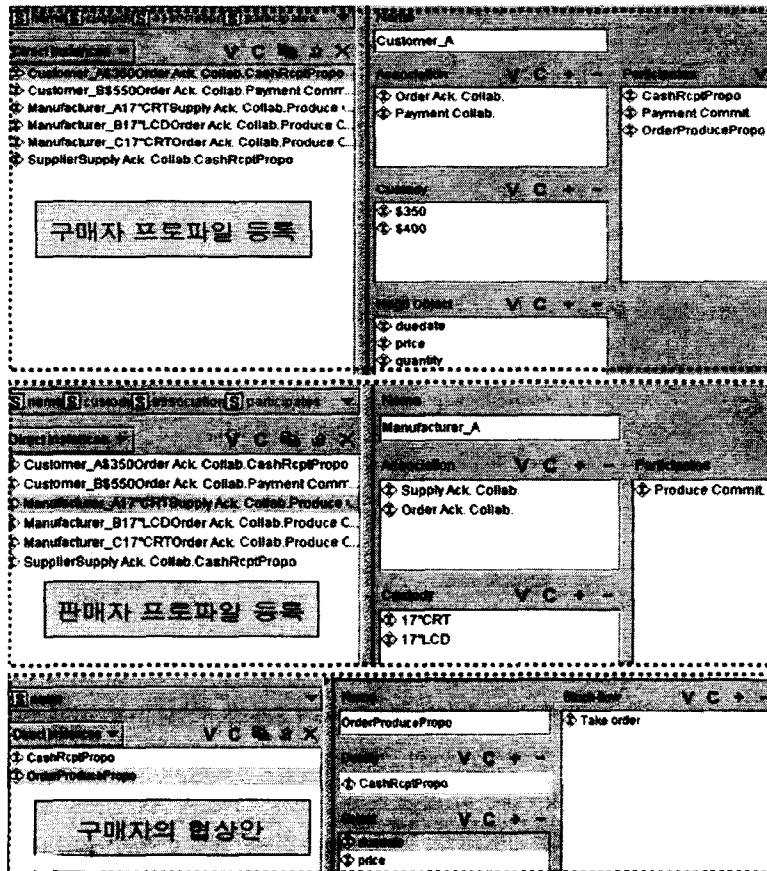
<그림 4> 온톨로지 전체 구성도

<그림 5>는 스탠포드대학에서 개발한 Protege-2000(<http://protege.stanford.edu>)을 이용하여 <그림 4>에서 표현된 클래스를 생성한 뒤, 슬롯을 통해 다른 클래스의 관계를 표현하였으며 각 클래스의 인스턴스를 정의하여 관계에 대한 구체적인 값들을 표현하였다. 또한 <그림 6>은 <그림 5>에서 작성된 온톨로지에 앞서 제시된 시나리오를 적용하였는데, 가장 대표적인 구매자와 판매자의 프로파일 등록 부분과 구매자가 판매자에게 제시하는 협상안 생성 부분의 일부를 보여 주고 있다.

물 온톨로지는 Protege-2000을 통해 직접 구현되는 것이 아니라 Jess, PAL을 통해 협상 규칙을 생성한 뒤 이미 구축된 온톨로지와 연계되도록 Protege-2000에 접목시킨다. 물 온톨로지에 대해서는 다음절에서 자세히 다루도록 하겠다.



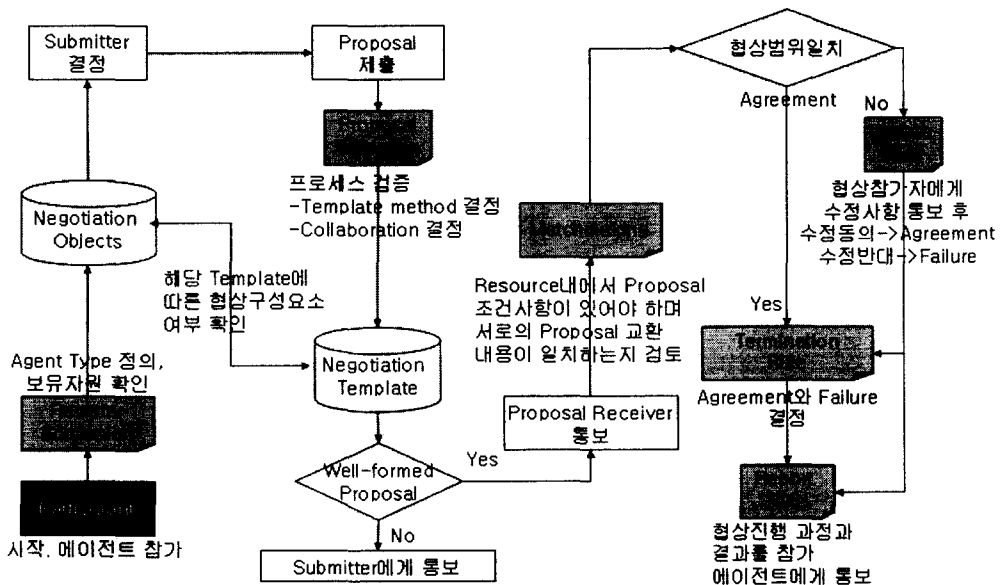
<그림 5> Protege-2000에서 클래스, 슬롯, 인스턴스 생성



<그림 6> 온톨로지에 등록된 구매자·판매자 프로파일과 구매자의 협상안

4.5 협상 룰 구현

마지막으로 룰기반의 온톨로지를 생성하였다. 협상 룰 온톨로지는 앞서 구성된 도메인 온톨로지와 프로세스 온톨로지를 에이전트가 협상전략에 따라 참조하도록 구성된다. 협상 룰의 핵심은 제시된 협상안을 검증하기 위한 부분(Proposal Validation)과 합의검증(Matchmaking)을 통해 협상을 종료하는 부분(Termination Rule)이다. 제안된 협상안은 먼저 구축된 협상 템플릿과의 비교를 통해 유효문서(Valid Form)인지를 검증하게 된다. 유효한 협상안에는 협상수용자의 현 보유자원에서 서로간의 협상안이 일치하면 합의가 되고, 일치하지 않을 경우 Update Rule을 통해 참여자에게 수정사항을 통보한다. 참여자가 수정안을 동의하면 정보가 업데이트되면서 합의에 이르고 그렇지 않을 경우 협상은 실패한다. 이러한 협상에이전트 시스템은 협상룰에 따라 협상이 진행되며 온톨로지와 협상룰은 최초에는 개발자가 정의하나 참여자의 협상진행에 맞춰 사용자가 정의할 수 있는 특징을 가진다. <그림 7>에서는 협상 룰을 중심으로 협상프로세스를 표현하였다.



<그림 7> 협상룰의 Activity Diagram

이러한 협상관련 룰을 본 연구에서는 Jess(Java Expert System Shell)를 이용하여 생성하였으며, Protege-2000을 통해 생성한 온톨로지와와의 연동을 위해 JessTab을 이용하였다. JessTab은 Protege-2000의 플러그인으로 이미 생성된 클래스와 인스턴스에 이러한 Jess 룰을 적용시킬 수 있으며, 자동으로 온톨로지로 변환시켜준다. 또한 세부적인 제약조건은 PAL(Protege Axiom Language)를 이용하여 정의하였다. <그림 8>에서는 Jess를 이용하여 협상안 검증과 협상종료,

협상합의를 위한 룰 생성 중 일부를 보여주고 있으며 <그림 9>는 PAL을 이용하여 협상안의 조건이 최소한 2개 이상의 요소가 포함되어 있는 제약사항을 표현하였다.

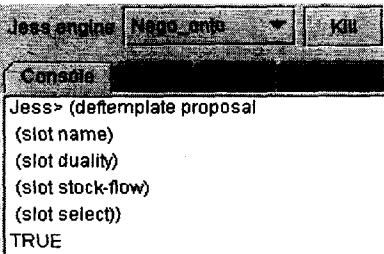
```

(assert (proposal
  (name OrderProcePropo) (duality CashRcptPropo) (stock-flow TakeOrder) (select price)))

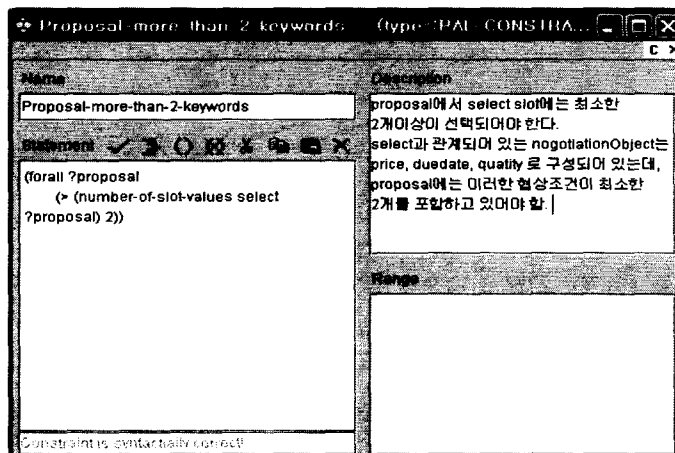
(assert (proposal
  (name CashRcptPropo) (duality OrderProcePropo) (stock-flow TakeOrder) (select price)))

(defrule termination-rule
  (extract-required-parameters)
  (test (termination-condition))
  => (assert
    (terminate negotiation-id)))

(defrule agreement-rule
  (proposal
    (name ?OrderProducePropo)
    (duality ?CashRcptPropo)
    (stock-flow ?TakeOrder)
    (select ?Price))
  (proposal
    (name ?CashRcptPropo)
    (duality ?OrderProducePropo)
    (stock-flow ?GiveCash)
    (select ?R-Price))
  (test
    (> Price R-Price))
  => (assert
    (agreement
      (OrderProducePropo ?OrderproducePropo)
      (CashRcptPropo ?CashRcptPropo)
      (price ?Price))))
  
```



<그림 8> 협상안 검증을 위한 템플릿 생성과 합의(agreement)도출을 위한 협상 룰 생성



<그림 9> PAL을 이용하여 Proposal 클래스에 부여한 제약조건

4.6 에이전트 협상을 위한 시맨틱 웹의 활용

지금까지 협상 에이전트를 지원하기 위한 시맨틱 웹을 설계하였다. 이를 위해 시맨틱 웹의 온톨로지와 룰을 중심으로 협상 프레임워크를 구성하였으며, 온톨로지 부분에서는 협상에 필요한 도메인과 프로세스를 정의하였다. 협상 룰은 지식저장소의 온톨로지 역할이기 보다는 협상에 참여하는 에이전트가 도메인과 프로세스 온톨로지를 참조할 수 있도록 협상규칙을 정의하게 된다. 결국 온톨로지와 룰이 상호연계가 가능하도록 중점을 두었다.

온톨로지, 룰과 같은 시맨틱 웹 기반기술은 특정 도메인의 구축을 의미적으로 표현해 줄 수 있을 뿐만 아니라 자동협상과 같은 프로세스 중심의 서비스를 제공해 줄 수 있는 표준 프레임워크로서의 가능성을 보여준다. 이것은 기존에 구축된 협상 시스템이 유연성과 호환성에 한계가 있었다면, 본 연구에서 제안된 시맨틱 웹 기반의 협상 에이전트는 이러한 한계를 극복할 수 있다. 에이전트간의 협상을 위해 정형화되고 과도한 업무가 부여되는 것이 필요없기 때문에 에이전트는 단지 기업내부에서 다루어지는 자원을 이용하여 자신의 목적만을 가지고 협상에 참여하게 된다. 협상에 필요한 모든 구성요소를 온톨로지와 룰을 통해 구현함으로써 에이전트는 이를 참조만 하는 것이다. 이러한 시도는 JADE(Java Agent Development Environment)와 같은 에이전트 통합 개발 도구(Caire, 2002; <http://jade.tilab.com>) 등에서도 이루어지고 있다. 결국 시맨틱 웹은 에이전트 협상에 필요한 표준화를 제공해 줌으로써 협상 에이전트 구현의 어려움을 감소시켜 줄 수 있다.

또한 이렇게 구축된 시맨틱 웹 기반의 협상 시스템은 웹 환경으로 확장될 수 있으며 현재 XML Web Services, Semantic Web Services, DAML-S 등의 연구가 이러한 가능성을 보여주고 있다. 본 연구에서 진행된 온톨로지와 룰은 HTML, XML, DAML 뿐만 아니라 DAML의 한단계 진보된 OWL 등의 형태로도 변환가능하다. 이러한 다른 언어로의 변환은 다른 개발자에게 웹상으로 공개되어 이를 참조하여 응용·확대될 수 있다. 온톨로지와 룰은 하나의 표준안이 정해져 있기보다는 개발자와 사용자에게 의해 진보되는 표준 기술이기 때문이다.

V. 결론

본 연구는 공급사슬에서 에이전트간의 협상을 지원하기 위한 프레임워크로 시맨틱 웹을 제안하였다. 공급사슬 구성원간의 경쟁과 협력관계를 고려함으로써 구매자-제조자간의 협상을 통해 공급사슬망을 구축하게 된다. 이러한 에이전트 협상을 구현하기 위해 시맨틱 웹 기반기술 중 온톨로지와 룰을 활용하였다. 온톨로지 구성을 위해 먼저 프레임워크를 설계하고, 도메인, 프로세스 그리고 룰기반 온톨로지로 분류하여 클래스, 관계설정, 인스턴스 등을 Protege-2000을 이용하여 생성하였다. Jess, PAL을 이용하여 협상에 필요한 룰을 정의하고 이를 앞서 구축된 온톨로지와 연계하였다. 이러한 온톨로지 설계와 구현방안은 아직 국내에서는 관련연구가 미약하고 도메

인 온톨로지에 집중된 기존의 연구를 프로세스 중심의 협상 온톨로지로 확장하여 협상 전반에 필요한 요소와 과정을 정의하였다. 이러한 모델링과 적용방안을 통해 향후 관련연구의 접근방향을 제시하고 새로운 연구분야의 가능성을 제안하였다. 그러나 본 연구에서는 자동 에이전트 협상을 위해 시맨틱 웹을 분석하고 설계하였으나 이를 활용할 수 있는 에이전트 시스템의 개발이 되지 못하였다. 구현된 온톨로지와 룰을 활용할 수 있도록 JADE 등과 같은 통합 에이전트 개발 도구와 연계하는 부분은 향후연구에서 진행될 것이다. 앞으로 시맨틱 웹은 개방형 환경에서 활동할 수 있는 에이전트 프레임워크와 차세대 전자상거래를 위한 통합 패러다임으로 더욱 발전할 것으로 전망되며, 이를 활용할 수 다양한 어플리케이션의 개발이 요구된다.

참고문헌

- 안재범, "Trends of Standardization for XML based e-Business Framework," 삼성 IT Review, 2002.
- 이경진, "지능형 에이전트 관점에서의 인터넷 비즈니스 모델분석," 한국지능정보시스템학회 학술대회, 2000, 제2권, pp. 76-84.
- 최윤락, 한주윤, 정봉주, "경쟁적 공급사슬 환경에서 생산 원가 분석 및 경제적 주문량의 변화를 통한 생산자/수요자 협상모델," 한국경영과학회 춘계학술대회, 2003, pp. 564-571.
- 최중민, "에이전트기술 및 전자상거래," 한국공학기술학회지, 제7권, 제2호, 2000, pp. 37-40.
- Baker, K. R., Scudder, G. D., "Sequencing with Earliness and Tardiness Penalties: A review", *Operations Research Society of America*, Vol. 38, No. 1, 1990, pp. 22-27.
- Bartolini, C., Jennings, N. R., "A Generic Software Framework for Automated Negotiation", *HP Laboratories Bristol*, HPL-200202, 2002.
- Bylka, S., "Competitive and Cooperative Policies for the Vendor-buyer system", *International Journal of Production Economics*, 2003, pp. 533-544.
- Caire, G., "Jade tutorial, Application-defined Content Languages and Ontologies", *Technical report, TILAB*, 2002.
- Choi, T. Y., Hartley, J. L., "Exploration of Supplier Selection Practices across the Supply Chain", *Journal of Operations Management*, Vol. 14, No. 4, 1996, pp. 333-343.
- Kim, Y. D., Yano, C. A., "Minimizing Mean Tardiness and Earliness in Single-Machine Scheduling Problems with Unequal Due Dates", *Naval Res.Logistics*, Vol. 41, 1994, pp. 913-933.
- Lassar, W. M., Kerr, J. L., "Strategy and Control in Supplier-Distributor of Relationships: An Agency Perspective", *Strategic Management Journal*, Vol. 17, 1996, pp. 613-632.
- Logendran, R., Ramakrishna, P., Srikandarajah, C., "Tabu Search-based Heuristics for

- Cellular Manufacturing Systems in the Presence of Alternative Process Plans", *International Journal of Production Research*, Vol. 32, No. 2, 1994, pp. 273-297.
- MacCarthy, B. L., Liu, J., "New Classification Scheme for Flexible Manufacturing Systems", *International Journal of Production Research*, Vol. 31, No. 2, 1993, pp. 299-309.
- Sidney, C. B., Truszkowski, W., "Ontology Negotiation between Scientific Archives", *Thirteenth International Conference on Scientific and Statistical Database Management*, 2001.
- Srivastava, B., Chen, W., "Part type Selection Problem in Flexible Manufacturing Systems: Tabu Search Algorithms", *Annals of Operations Research*, Vol. 41, 1993, pp. 279-297.
- Timmermans, D., Vlek, C., "Effects on Decision Quality of Supporting Multi-attribute Evaluation in Groups", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 68, No. 2, 1996, pp. 158-170.
- <http://jade.tilab.com>
- <http://protege.stanford.edu>
- <http://www.agentcities.org>
- <http://www.ontology.org>
- <http://www.ontoknowledge.org>

<Abstract>

A Design of the Semantic Web for Collaborative Agents in Supply Chain Formation

Hyun-Soo Kim, Jae-Hyung Cho, Hyung-Rim Choi, Soon-Goo Hong

The formation of a supply chain should be approached with distributive viewpoint considering the dynamic nature of ordering environments. The purpose of this paper is to design a semantic web to support agent negotiation forming supply chains. With the view of a supply chain as composed of competitive agents which represent each member of supply chains with a local goal, a supply chain is formed through negotiation of price, due date choosing partners to contract. In the development of a negotiation method, we employ ontology and rules which are the basic techniques of the semantic web for supporting automated negotiations. Especially, a framework for a negotiation process is suggested and domain, processes and rules ontology are designed interrelatedly. With this modeling, a possibility of the semantic web based agent negotiation is suggested.

Keywords : Semantic Web, Agents, Supply Chain Management