

공급사슬 통합을 위한 웹기반 물류관리 의사결정지원 시스템*

이호창** · 김민용***

A Web-based DSS for Logistics of Supply Chain Integration*

Hochang Lee** · Min-Yong Kim***

■ Abstract ■

This paper deals with a collaborative decision making procedure of web-based DSS for supply chain management (SCM). The seemingly autonomous DSS dedicated to each of mutually exclusive problem domains forms a communication network and cooperates each other for better SCM decision making. We also propose a hub-spoke information sharing model for the DSS network. In the hub-spoke model, an information hub at the center facilitates information exchange between DSS's and controls the conversations defined by the series of XML messages between agents of DSS. A product ordering scenario where supply decision is triggered upon customer order is used to demonstrate the SCM decision procedure through a collaboration of the web-based DSS.

Keyword : 공급 사슬 관리, 의사 결정 지원 시스템, 정보 공유 모형, 허브-스포크 모형, 그룹 의사 결정

논문접수일 : 2001년 5월 31일 논문게재확정일 : 2001년 7월 25일

* 이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 대학교수 해외파견 연구지원에 의하여 연구되었음.

** 경희대학교 경영학부 교수

*** 경희대학교 경영학부 부교수

1. 서론

공급사슬(supply chain)은 원자재 조달에서부터 생산을 통해 유통을 거쳐 상품이 최종 소비자에게 공급되는 전 과정에 연관된 경영 개체들로 구성된 네트워크를 말한다. Jayashankar et al.(1996)은 어떤 특정의 상품이나 서비스의 생산을 위해 구매, 생산 및 분배에 관련된 경영행위를 집단적으로 수행하는 자율적 혹은 반(semi)자율적인 경영주체들의 네트워크로 정의했으며 Hau L. Lee와 Corey Billington(1995)은 원자재를 구매하여 중간제품 및 완제품으로 가공하고 이를 수송시스템을 통하여 최종 소비자에게 유통하는 일을 담당하는 시설들의 네트워크로 정의한 바 있다. 한편 공급사슬 관리(supply chain management, SCM)는 원자재 조달, 생산시설, 수송 및 보관, 물류센터, 상품 수요지 등이 지역적으로 산재해 있는 생산기업에 있어서 물류의 흐름과 수요를 거시적으로 파악하고 이를 근거로 전략적인 경영계획과 미시적 생산물류계획을 동시에 수립하는 총체적 분석 행위이다.

기존의 연구(Geoffrion과 Graves, 1974, Geoffrion과 Power, 1995, Arntzen et al., 1995, Lee와 Billington, 1995, Martin, Dent와 Eckhart,1993, Cohen과 Lee,1988,1989)에서 보듯이 최적화모형에 기반한 SCM의 의사결정법은 경영주체 입장에서 관련 비용을 최소화하도록 조달-생산-분배계획을 수립하는 주관적이고, 일방적이며, 수학적 접근방식이다. 그러나 실제로는 SCM이라는 방대한 문제가 단일 최적화문제로 모형화 된다는 것은 기대하기 어려우며 모형화 된다고 해도 동적인 사업 환경에 따른 효과적인 해법을 찾기는 어렵다. 더구나 의사결정 권한이 부분적으로 위임되어 있거나 완전히 독립된 각 개별 경영의사 결정주체들이 서로 협동하거나 상충된 이해를 절충하는 과정을 하나의 수학적 최적화 모형으로 정식화하는 것은 불가능하다.

SCM은 공급사슬을 구성하고 있는 각 경영개체들의 정보교환과 협력을 통해서 만이 가능하다. 특

히 각 경영개체들의 의사결정자와 그 소유권이 서로 상이할 경우에는 성공적인 SCM을 위해서 각 개체간의 이해상충 해결과 자발적인 협동이 필수적이다. 한편 공급사슬을 구성하고 있는 경영개체를 분석대상이 되는 기업 내 종속부서, 조직적으로 독립된 사업단위, 또는 협력관계를 맺고 있는으나 경영적으로 완전히 독립된(autonomous) 개별기업 등으로 간주해 왔으며 SCM을 이들 경영개체의 이해상충해결과 협력과정으로 보는 것이 일반적인 접근 방법이었다. 그러나 공급사슬 내 각 경영개체의 의사결정문제의 범위는 시간에 따라 변하고 때로는 다른 개체의 문제와 일부 겹치거나 중복되는 경우가 많기 때문에 공급사슬의 물리적 구성에 따라 정보시스템을 구축 할 경우 정보의 경제성, 일치성과 적시성에 문제가 발생하게 된다. 그보다는 SCM 의사결정문제의 전 영역을 중복없이 (mutually exclusive and collectively exhaustive) 구분하여 각 도메인의 의사결정지원시스템(DSS)을 정의하고 이들의 협업으로 SCM 문제를 해결해 간다는 가정 하에 그들의 의사결정과정, 정보교환구조, 이해절충과정의 논리를 모형화하는 것이 오히려 의미있는 일이다.

이 연구에서는 SCM이 포함하는 다양한 의사결정 도메인 내에서 서로 독립적인 DSS들이 문제해결을 위해 정보를 교환하고 서로 협력하는 것을 가정한다. 즉 공급사슬을 하위부서, 사업단위, 협력기업 등과 같은 경영개체들의 물리적 조합으로 보는 것(이호창과 김민용, 2000)이 아니라, SCM 전 영역에 걸친 의사결정문제를 원료공급자에서 최종 소비자에 이르는 사슬의 흐름에 따라 대별하고 각 문제를 해결하기 위해 독립적으로 구축된 DSS들의 논리적 조합으로 간주한다. 따라서 각 DSS의 사용자는 공급사슬 내 어느 특정한 경영개체와 일치하지는 않는다. 예를 들어 소비자/영업관리 DSS의 사용자는 수요, 판매 및 영업정보를 필요로 하는 개체로서 마케팅부서 뿐만 아니라 원료공급자나 불특정 다수의 소비자가 될 수도 있다. 각 DSS는 독자적(stand-alone)으로 사전에 정의된 문제

도메인 내에서 사용자의 요구에 따라 자신이 가지고 있는 지식, 정보, 분석모형 등을 이용하여 대안을 제시하지만 자체 해결이 어려운 경우에는 다른 DSS에게 협조를 요청함으로써 사용자의 의사결정을 지원하게 된다. 이 연구에서는 이러한 자율적이며 지능적인 작업을 수행하는 DSS의 하부구조로서 에이전트를 가정한다.

DSS 간에는 정보교환과 의사소통이 이루어지게 되는데 물리적 통신매체로서 인터넷을 이용하면 정보통신의 연결성과 개방성에 있어서 효과를 거둘 수 있다. 또한 웹을 기반으로 하는 DSS를 가정함으로써 웹의 유연한 사용자 인터페이스를 통한 효율적인 정보교환을 기대할 수 있을 뿐만 아니라 기존의 웹기반 시스템개발 도구를 손쉽게 사용할 수 있다. 이와 같이 SCM을 웹 기반 DSS들의 그룹 의사결정과정으로 간주하여 각 DSS에 할당된 문제 도메인과 구조를 정의하고 그들간의 정보교환구조와 협동적 의사결정절차를 모형화 하는 것이 이 연구의 목적이다.

이 연구는 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 SCM에서 정보가 공유되는 방식 즉 정보공유 모형을 제시하였다. 3장에서는 SCM 의사결정문제를 도메인 별로 구분, 설명하였다. 4장에서는 3장에서 구분된 의사결정문제를 지원하게 될 웹 DSS 네트워크를 2장의 허브-스포크 모형에 맞추어 정의하고, 에이전트들로 구성된 웹 DSS의 구조를 제안하였다. 5장에서는 XML에 기반한 에이전트 간 정보교환규약을 제시하였고, 6장에서는 가상의 SCM 시나리오를 바탕으로 웹 DSS의 협력을 통한 그룹 의사결정과정을 예시하였다.

2. 공급사슬 정보공유 모형

공급사슬의 총 부가가치를 극대화하기 위해서는 사슬을 구성하고 있는 경영개체간의 의사소통과 이를 통한 협동과 조화가 필수적이다. 최종소비자의 수요에 의해 촉발되는 공급사슬 내 물류흐름의 변동이나 불확실성이 소매점에서 도매점, 생산자

를 거쳐 원료공급자로 거슬러 올라가면서 증폭되는 채찍효과(bullwhip effect, Whang, 1995)는 공급사슬관리에 있어서 가장 해결하기 힘든 문제이다. 이 문제는 사슬구성 개체간의 부조화에서 비롯되는데 그 주요 원인은 각 개체의 경영목표가 상충되고 개체간 정보교환이 왜곡되기 때문이다. 특히 공급사슬 내 경영개체들의 소유와 경영이 완전히 독립적일 때는 이러한 채찍효과가 커지면서 공급물류의 변동폭이 증가하게 된다. 이는 생산비 및 재고의 증가, 배달기간의 지연, 수송비 및 선적/하역비의 증가, 품질율의 증가로 이어지는 등 공급사슬의 총 부가가치를 급격히 감소시키게 된다.

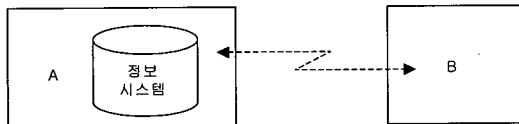
공급사슬 내 경영개체간의 부조화를 제거하기 위한 방안으로 각 개체의 경영목표 일치, 룯사이즈의 소규모화, 경영개체간의 파트너쉽과 신뢰 구축 등 여러 가지를 들 수 있지만 그중 가장 중요한 것이 정보공유이다. 공급사슬 내 정보공유를 통하여 각 경영개체는 사슬내 상하부의 개체들과 연동하여 자신의 물류 및 생산계획을 세울 수 있고 서로의 상황 진척도를 모니터링하면서 당초의 경영계획을 동적으로 수정함으로써 소비자 수요에 유연하게 대처하게 된다. 최근 인터넷, 통신망, POS 등의 확산에 따라 정보기술 비용이 저렴해 지면서 정보공유는 더 이상 기술과 비용의 문제가 아니라 어떤 정보를 어느 범위까지 누구와 공유해야 하는가 하는 전략상의 문제가 되었다.

정보공유 모형은 공급사슬 내 경영개체들간의 정보공유방식과 이를 뒷받침하는 시스템 아키텍처를 말하는데 대부분의 경우 정보전달모형(information transfer model), 제 3자모형(third party model), 정보허브모형(information hub model)중 하나로 분류될 수 있다(H. Lee and S. Whang, 1998). 이 연구에서는 정보전달모형과 정보허브모형의 혼합형인 허브-스포크모형(hub-spoke model)을 가정한다.

2.1 정보전달모형

EDI를 기반으로 하는 정보전달 모형에서 발전한

것으로서 사슬 내 한 개체가 의사결정을 위한 데이터베이스를 보유하고 있는 다른 개체에게 정보를 보내는 가장 간단한 정보공유 모형이다. 예를 들면 VMI(vendor managed inventory)에서는 판매점이 판매 및 재고 정보를 조달자에게 보내고 의사결정 당사자인 조달자는 수신한 정보를 바탕으로 판매점의 재고를 적정수준으로 보충하게 된다. 변량계약(quantity flexible contract) 시스템에서는 수요자가 조달자에게 수요예측 정보를 보내고 조달자는 그 주문에 따라 생산이나 배달을 준비하게 된다. 공급사슬 파트너들은 주로 VAN을 통해 EDI 표준에 따라 통신하게 되는데 산업별 EDI 표준이 상이하거나 여러 파트너 간에 서로 다른 EDI 표준이 사용되는 경우에는 통신작업이 번거롭게 되는 단점이 있다. 또한 텍스트 위주의 정보교환만이 가능하므로 데이터베이스 테이블, 바코드, HTML 문서 등의 다양한 정보 교환은 불가능하며 높은 비용 때문에 소규모 사업자에게는 적합하지 않다. <그림 1>은 정보전달모형을 도식화한 것이다.

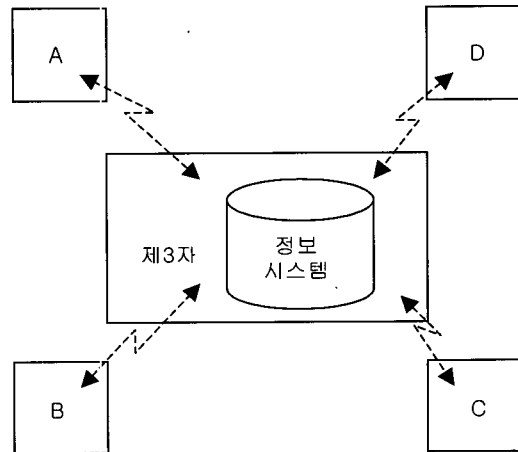


<그림 1> 정보전달모형

2.2 제3자 모형

제 3자가 공급사슬 파트너의 교환 정보를 수집하고 이를 자신의 데이터베이스에서 관리하는 형태이다. 예를 들어 Instill Corporation은 음식점과 재료 공급자를 매개하는데 회원으로 가입된 음식점이 Instill Corporation의 카탈로그를 보고 재료를 주문하면 Instill Corporation(www.instill.com)은 자신의 데이터베이스와 의사결정과정에 따라 회원으로 등록된 공급자들을 검색하고 그 중 일부를 선택하여 음식점의 주문에 응하도록 조치한다. Instill Corporation은 그 과정에서 발생하는 카탈

로그 관리, 주문서 작성, 대금청구 및 지불에 이르는 자료처리 절차를 수행하게 된다. Digital Market(www.digital.com)은 소비자가 VAN이나 인터넷을 통해 전자부품의 구입을 요청해 오면 평상업무에 해당하는 경우에는 자신의 소프트웨어 에이전트가 자동적으로 가격과 납기일을 제시해주고 조달자에게 이를 통보하지만 에이전트의 처리범위를 벗어나는 경우에는 사람이 개입하여 소비자와 조달자를 매개해 준다. QRS(www.qrs.com)는 의류산업에서 비슷한 역할을 하며 Nonstop Solution(www.ncnstop.com)은 제 3자로서 제약산업의 수요예측과 재고관리 서비스를 제공하고 있다. <그림 2>는 제 3자모형을 도식화한 것이다.

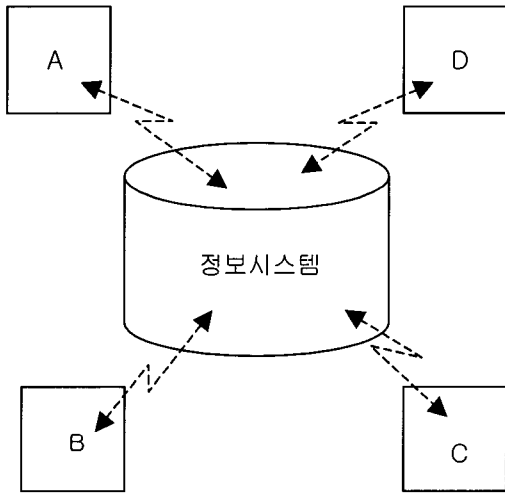


<그림 2> 제 3자모형

2.3 정보허브모형

제 3자모형의 제 3자가 컴퓨터 시스템으로 대체된 모형이다. 컴퓨터시스템으로 구성된 정보센터는 물리적으로 존재하는 것이 아니라 논리적으로 정의된 컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어, 프로세스의 결합이므로 지리적으로 분산되어 위치할 수 있다. 소유권은 이 시스템을 구축한 공급자에게 있다. Pandesic(www.pandesic.com)에 의해 개발된 웹기반 e-비즈니스 솔루션은 소비자의 주문 접수에서부터 상품의 배달까지 공급사슬 전 과정에 걸친 비즈니스

스 행위를 자동적으로 처리하는 컴퓨터 시스템의 예이다. 이 시스템이 수행하는 비즈니스 과정은 회계, 재고관리, 실시간 지불 및 보고, 창고관리, 선적 및 배달, 고객관리, 카탈로그 관리, 신용카드 처리 등을 총 망라하고 있다. <그림 3>은 정보허브 모형을 도식화한 것이다.

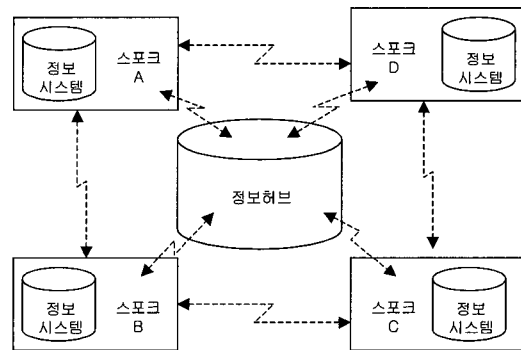


<그림 3> 정보허브모형

2.4 허브-스포크모형

정보허브모형은 공급사슬 파트너의 교환 정보를 획득하고 이를 자신의 데이터베이스에서 관리하기 때문에 정보전달모형의 한계를 극복할 수 있다. 대신에 정보허브는 교환되는 정보를 획득하여 데이터베이스화하고 이들의 최신성을 유지해야 하는 부담을 지게된다. 또한 정보교환 파트너의 검색뿐만 아니라 선택된 파트너와의 어려운 정보교환을 보장하기 위한 각종 태스크들, 예를 들면, 메시지 생성, 대화관리, 프로토콜 변환, 네트워크 경로의 설정, 손실된 패킷의 재전송 등을 수행해야 한다. 이 때문에 모든 네트워크 부하는 중앙허브로 집중된다. 정보허브에서 전송 지연이 발생하거나 처리능력이 저하되면, 이는 곧 웹기반 공급사슬의 성능의 저하로 직결된다. 일반적으로 이런 문제들은 정보허브의 처리용량이나 네트워크의 성능을

개선하는 방법과 정보허브의 부하를 분산시키는 방법, 또는 이들의 조합에 의해서 해결한다. 정보허브의 부하를 분산시키는 허브-스포크모형은 공급사슬 파트너를 스포크로 배치하고, 중앙에 이들 간에 정보전달 및 정보공유를 증대하고 촉진하기 위한 허브를 위치시키는 형태이다(<그림 4> 참조). 정보교환 파트너의 검색이 중앙허브에서 발생한다는 점에서는 정보허브 모형과 유사하지만, 이 이후의 실제적인 정보교환이 S2S(spoke-to-spoke) 방식으로 이루어진다는 점에서 차이를 보인다. 스포크가 정보허브에 접속하는 것은 두가지 경우인데, 첫째는 정보교환 파트너를 검색하는 경우이고 다른 하나는 정보교환의 상태를 보고하기 위한 경우이다. 스포크는 정보허브가 대화관리 기능을 수행할 수 있도록 정상종료, 일시정지, 비정상 종료 등의 정보교환 상태를 보고한다. 정보교환 과정에서 스포크가 독자적으로 해결하지 못하는 문제가 발생하면 이를 정보허브에게 보고하고 해결을 요구한다.



<그림 4> 허브-스포크모형

3. SCM 의사결정 문제

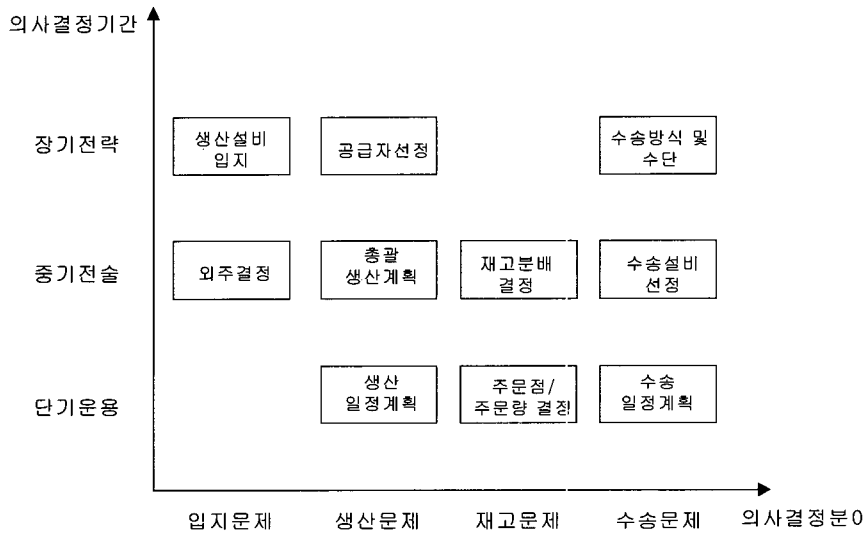
공급사에서부터 소비자에게 이르는 공급사슬 관리의 의사결정문제는 매우 폭 넓다. 따라서 이들 의사결정을 지원하는 분석도구도 그 종류가 다양할 뿐만 아니라 응용범위가 매우 넓고 한계가 모호하다. 공급사슬의 의사결정문제는 몇 가지로 분

류되는데 문제 영역별로 구분하면 입지문제, 생산 문제, 재고문제, 수송문제로 나눌 수 있으며, 각 영역별 문제는 다시 계층별로 장기전략, 중기전술, 단기운용 문제로 구분된다. <그림 5>는 위와 같이 구분된 영역에 해당하는 의사결정문제의 일부를 예시한 것이다.

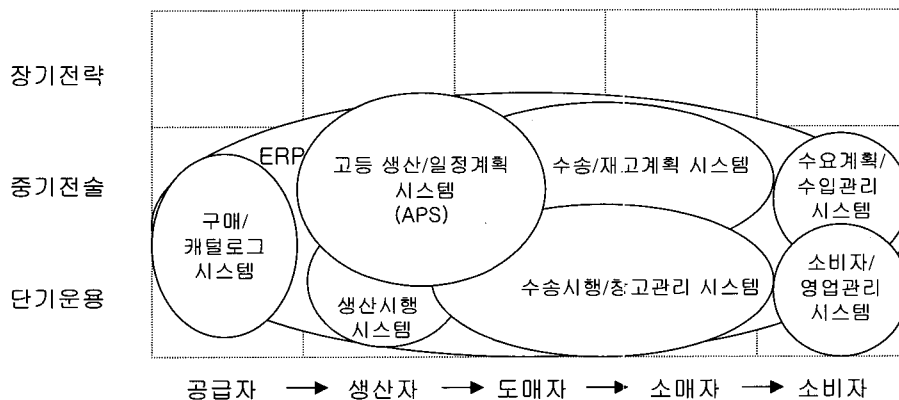
그러나 이와 같이 사안별로 구분된 의사결정문제의 분류체계로는 SCM 전 영역의 문제를 포괄하기 어려울 뿐만 아니라 공급사슬에 관여하고 있

는 다양한 사용자 중심으로 문제 영역을 나누기가 매우 어렵다.

한편 SCM의 의사결정 문제의 범위를 종합적으로 분류하기 위해서 사슬을 구성하는 개체 중심의 IT(information technology)행렬을 이용할 수 있다. Berquist, Kahl와 Kumar(1998)가 제안한 공급사슬 IT 행렬은 수직축으로는 <그림 5>에서와 마찬가지로 SCM의 계층적 의사결정단계를 나타내지만 수평축으로는 공급자에서 최종소비자에 이르는 공



<그림 5> 공급사슬관리 의사결정문제의 범위



<그림 6> IT 행렬에 따른 SCM 의사결정문제 분류

급사슬의 각 개체별로, 관련 SCM문제 영역을 분류하고 있다. 계층적 의사결정 단계로는 장기, 중기, 단기문제로 구분되며 시스템을 사용하는 공급사슬 내 개체별로는 공급자, 생산자, 도매자, 소매자, 소비자로 구분된다. SCM 의사결정문제를 의사결정계층과 공급사슬 내 사용개체별로 구분하여 IT 행렬에 상대적으로 위치시키면 <그림 6>과 같다.

① 구매/캐탈로그 시스템

원료공급자와 생산자 사이에서 일어나는 구매 및 입찰과정을 단순화시키며, 부품의 캐탈로그와 주문과정 정보를 제공한다.

② 고등 생산/일정계획 시스템

공급사슬의 물류망을 설계하고 생산자의 총괄 생산계획과 생산자원의 배분에 관한 의사결정을 지원하는데 이 정보를 공급자와 도소매업자와 일부 공유할 수 있다.

③ 생산시행 시스템

고등 생산/일정계획 시스템에 의한 총괄계획에 따라 가용자원의 제약조건 하에 현장의 작업량을 작업자와 생산설비에 배분하며 그 작업수행 진척도를 실시간 모니터링한다.

④ 수송/재고계획 시스템

재고수준, 수송수단, 방식, 경로, 관세 등의 비용자료 및 각 공장의 생산계획과 연동하여 적시, 적소, 적량의 생산품 수송 및 재고계획을 수립한다.

⑤ 수송시행/창고관리 시스템

상위에서 결정된 수송계획에 따라 생산품의 수송을 진행, 관리하며, 재고계획에 따라 각 창고의 재고 상황을 실시간에 모니터링하고 이를 바탕으로 발주 및 재고관리를 수행한다.

⑥ 수요계획/수입관리 시스템

장단기 수요를 예측하고 판매가격 설정과 판매

촉진계획과 같은 마케팅 계획을 수립한다.

⑦ 소비자/영업관리 시스템

소비자에게 상품, 가격 및 납기에 관한 상세 정보를 실시간에 제공함으로써 생산자와 소비자간의 신뢰를 구축할 뿐만 아니라 판매요원과의 이력 공유함으로써 그들의 영업업무를 지원한다.

4. SCM을 위한 웹기반 DSS 네트워크

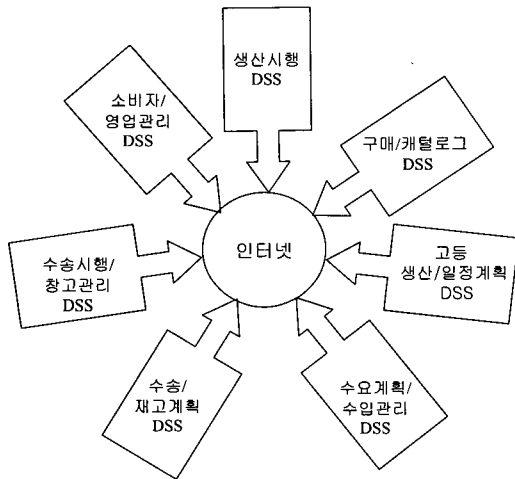
3장에서 언급한 바와 같이 SCM 의사결정문제는 공급사슬의 전역에 걸쳐 다양한 문제 영역으로 구성되므로, 각 문제 영역마다 독립적으로 구축된 웹 기반 DSS들이 네트워크를 형성하여 서로 정보를 공유하고 협력한다면 공급사슬 내 사용자간의 합리적인 의사조정은 물론 통합적 의사결정이 가능하다. 웹 DSS 간 정보공유 형태는 2장에서 제안한 허브-스포크 모형을 가정한다. 즉 각각의 웹 DSS는 자신의 문제영역에 관한 정보를 내부에 보유하고 있으면서 독자적으로 사용자의 의사결정을 지원한다. 독자적인 지원이 불가능 할 경우에는 정보허브에 의뢰하여 정보 파트너를 탐색함으로써 정보를 획득하는 교환 방식을 가정한다.

한편 각각의 웹 DSS는 인터넷 환경에서 효과적으로 의사결정을 지원할 수 있도록 지능형 에이전트(Maes, 1994 ; Riecken, 1994 ; Genesereth와 Ketchpel, 1994)를 주요 구성 모듈로 하고 있다고 가정한다. 지능형 에이전트는 비동기식으로 운용되는 프로그램체인데 공급사슬 내에서 주어진 기능을 독립적으로 수행하며 필요한 경우 통신을 통해 다른 에이전트와 정보를 교환함으로써 파트너 간 총체적인 협력관계를 유지해 간다. 단일 시스템과는 달리 복수의 자율적 에이전트들 간의 정보교환을 위해서는 의사소통을 위한 프로토콜이 존재해야 한다. 에이전트 간에 교환되는 정보는 단순한 데이터뿐만 아니라 지식, 모형 등 이질적인 자료의 교환이 포함되므로 에이전트 간 의사소통을 위해

서는 일정한 통신규약이 필요하다.

SCM을 위한 웹 DSS 네트워크는 아래 열거한 7개의 기능별 웹 DSS로 구성되며 <그림 7>은 인터넷을 통해 정보를 교환하는 웹 DSS 네트워크의 협력 구조를 개념적으로 나타낸다.

- ① 구매/캐탈로그(procurement and content cataloging application) DSS
- ② 고등 생산/일정계획(advanced planning and scheduling) DSS
- ③ 생산시행(manufacturing execution) DSS
- ④ 수송/재고계획(transportation and inventory planning) DSS
- ⑤ 수송시행/창고관리(transportation execution and warehouse management) DSS
- ⑥ 수요계획/수입관리(demand planning and revenue management) DSS
- ⑦ 소비자/영업관리(customer relationship management and sales force automation) DSS



<그림 7> SCM을 위한 웹 DSS 네트워크

4.1 웹 DSS 네트워크의 정보공유 모형

이 연구에서 제안하는 허브-스포크모형은 2장에서 살펴본 기존의 정보공유모형들이 가지고 있던

정적인 구조와 네트워크의 규모에 따른 통신량의 급증 등과 같은 한계점들을 극복하고 보다 현실적이고 저비용으로 구현할 수 있는 정보공유모형이다. 허브-스포크모형의 토폴로지는 <그림 4>에서 보는 바와 같이 공급사슬의 기능별로 분산된 웹 DSS를 스포크로 배치하고, 중앙에 이들간에 정보전달 및 정보공유를 중개하고 촉진하기 위한 허브를 위치시키는 형태이다. 각각의 스포크는 각자의 플랫폼과 운영체제에서 독립적으로 운영되며, 자신만의 데이터베이스, 모델베이스, 지식베이스를 가진 지능형 웹 DSS이다. 스포크는 자신의 정보에이전트에 의해서 정보허브에 연결되며(<그림 11> 참조), 정보에이전트 간에 메타정보의 교환을 통해서 필요한 정보를 보유한 웹 DSS 파트너를 탐색한다. 파트너의 탐색과 순차적인 메시지 및 정보교환 메카니즘은 에이전트 간 대화(conversation)접근법을 적용할 수 있다(이호창과 김민용, 2000). 특정한 대화를 구성하는 파트너와 메시지 쌍(pair)의 흐름은 동적으로 결정되기 때문에, 일반적으로 하나의 대화는 여러 개의 하위대화를 내포하게 된다. 또한 정보에이전트는 동시에 여러 개의 대화에 참여하기도 하므로 정보허브는 특정 에이전트로부터 수신된 메시지를 적합한 대화에 순차적으로 연결하여 해당 정보에이전트에게 송신하는 기능, 새로운 하위대화를 생성하는 기능, 새로운 하위대화를 상위대화 내포시키는 기능, 그리고 대화의 일시정지 및 재시작기능 등을 필수적으로 갖추어야 한다. 이런 기능들은 개별 웹 DSS에서 정보의 획득과 유통을 전담하는 정보에이전트의 가상적인 연합으로 구성된 정보허브에서 담당한다.

허브-스포크모형의 가장 큰 장점은 스포크에 해당하는 웹 DSS의 독립성을 그대로 유지하기 때문에, 플랫폼, 데이터베이스, 운영체제, 레가시(legacy) 시스템 등이 이질적인 환경에서 적용 가능하다는 점이다. 또한, 공급사슬에 대한 참여와 탈퇴에 대한 멤버십도 매우 유연하게 적용할 수 있으며, 다양한 상황에 맞추어서 여러 가지로 변형

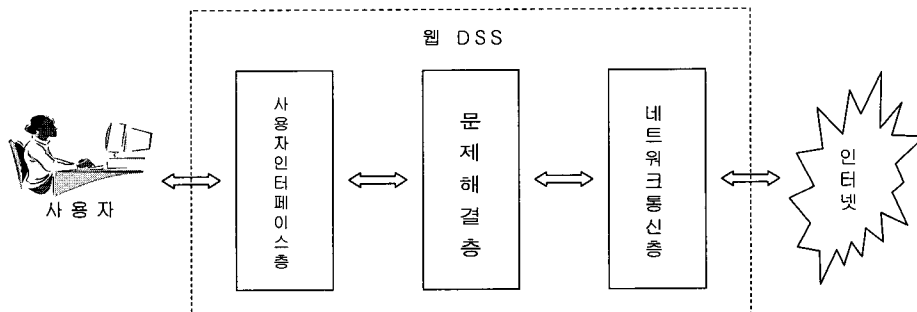
이 가능하다. 여기서는 정보허브에 정보에이전트의 메타정보 등록과 유지기능, 메타정보 조회를 통한 파트너의 검색기능과 대화관리 기능만을 부여하고, 실제적인 정보교환은 정보교환 파트너인 스포크간에 발생하는 것으로 설계하였다. 스포크 간에 정보교환 파트너를 검색하는 절차는 인덱스 서버가 존재하는 P2P(peer-to-peer)모델과 유사하지만, 검색이후에 발생하는 정보교환 과정은 매우 복잡한 양상을 보일 수 있다.

스포츠 간 정보교환을 위해서 해결해야 할 가장 큰 이슈는 이질적인 웹 DSS에서 생성된 다양한 형태의 정보를 어떻게 통합하는가 하는 것이다. 웹 DSS 네트워크 내 정보교환은 다음과 같은 조건을 만족해야 한다. 첫째로, 메시지 또는 문서 형태의 교환정보는 웹 브라우저, PDA등 웹이 가능한 모든 종류의 단말기에서 접근할 수 있고 디스플레이도 가능해야 한다. 둘째로, 단순한 텍스트 형태의 메시지뿐만 아니라, 다양한 웹 문서의 처리도 가능해야 한다. 셋째로, 웹 DSS의 데이터베이스에 정보를 요구하는 질의어를 생성하고 실행할 수 있어야 한다. 마지막의 조건은 웹과 데이터베이스의 이음새없는 연동이 가능해야 함을 의미한다. 지금까지 대부분의 연구들은 에이전트 통신언어인 KQML(knowledge query and manipulation language)을 응용한 것들이었는데(Finn 등, 1993), 단순한 텍스트 형태의 메시지의 전달에는 효과적이지만, 웹 문서 혹은 테이블과 같은 데이터베이스와 같이 복잡한 구조의 정보를 전달하는

데는 많은 한계를 갖고 있다. 다른 대안으로는 정적인 마크업 언어인 HTML를 사용하면서 위에서 언급한 조건을 충족시키기 위해 Java Script, CGI, ASP, PHP등을 사용하는 것인데, 이들은 기능보완을 위해 개발한 스크립트나 패키지별로 상호호환이 안되기 때문에 이질적인 환경에 적용하기 어렵다는 단점이 있다. XML(extensible markup language)은 KQML과 HTML이 지닌 문제점들을 극복하고 웹 DSS 네트워크 내 정보교환을 위한 조건들을 수용할 수 있는 언어이다. 웹에서 구조화된 문서의 교환이 가능하도록 설계된 마크업 언어인 XML은 W3C(world wide web consortium)에 의해서 1996년에 개방형 표준으로 제안되었다. 이 연구에서는 SCM을 위한 웹 DSS네트워크의 정보공유 모형으로 허브-스포츠 모형을 사용하고, 정보허브에서의 정보에이전트 간 정보교환과 스포크 간 정보교환은 XML 메시지와 문서를 통해서 이루어지도록 설계하였다.

4.2 웹 DSS의 구성계층

네트워크를 이루고 있는 각각의 웹 DSS는 네트워크 통신층, 문제 해결층, 사용자 인터페이스층으로 구성된다(이건창외 2인, 1997). 네트워크 통신층은 관련 웹 DSS와의 협동을 위해 정보교환을 수행하는 통신 에이전트와 정보 에이전트로 구성되는데 문제 해결층에서 요구하는 정보를 송수신하는 역할을 한다. 문제 해결층은 주어진 문제를



〈그림 8〉 웹 DSS 구성 계층

해결하기 위한 기능 에이전트들로 구성되는데 이는 DSS의 문제 영역에 따라 서로 다르게 구성된다. 사용자 인터페이스층은 문제 해결층과 사용자를 매개하여 사용자의 의사결정 요구를 문제 해결층에 전달하고 역으로 문제 해결층의 문제해결 결과를 사용자에게 알려주는 역할을 한다. <그림 8>은 웹 DSS의 계층 구조를 나타낸다.

4.3 사용자 인터페이스층

이 계층에 포함된 사용자 인터페이스 에이전트는 사용자의 요구와 의견을 문제 해결층으로 전달하고 그 결과를 사용자에게 효과적으로 전달하는 역할을 한다. 사용자 인터페이스 에이전트는 사용자도 하나의 독립된 에이전트로 간주되어 다른 에이전트와 전혀 구분되지 않는 상황 하에서 협업이 이루어지고 작업의 진행 감독, 일시정지 및 재가동이 가능하도록 고안되어야 한다. 이 에이전트가 사용하는 인터페이스는 웹브라우저가 가능한 단말기가 기본이 된다.

4.4 문제 해결층

문제 해결층에는 주어진 의사결정문제 영역의 모형베이스, 지식베이스 및 데이터베이스와 함께 이를 분석하고 대안을 제시할 수 있는 에이전트들이 포함된다. 웹 DSS의 문제 해결층이 포함하는 에이전트는 계층적 위치와 역할에 따라서 전략에이전트(strategic agent)그룹과 운영에이전트(operational agent)그룹으로 대별된다.

4.4.1 전략에이전트 그룹

전략에이전트는 문제 해결층 내의 에이전트 정보 파악, 운영에이전트간의 정보공유와 분배, 협동 전략 및 이해상충 해결 등 하위 에이전트의 관리 역할을 수행한다. 기본적으로 정보의 교환, 협동 및 이해상충의 해결은 운영에이전트 그룹에 속하는 에이전트들 사이에 이루어지지만, 특정의 정보가

문제 해결층내의 모든 에이전트에게 공유되어야 하거나 에이전트간 상충된 이해가 당사자간에 해결되지 않는 경우에는 상위계층에 속하는 전략 에이전트에게 문제해결을 요구하게 된다. 이 그룹은 다음과 같은 두 가지 에이전트를 포함할 수 있다.

① 사슬구성/정보공유(configuration and information sharing) 에이전트

웹 DSS 내 문제 해결층을 구성하는 모든 에이전트의 구성정보 및 상호 의존/협동관계를 파악하고 이에 따라 운영에이전트들이 공유해야 할 정보를 분류, 수집한다.

② 협동/이해상충해결(cooperation and conflict resolution) 에이전트

해당 웹 DSS의 문제해결 방향과 이를 위한 에이전트들의 협동전략을 수립하고 필요시 운영에이전트 간에 발생하는 이해상충문제를 해결한다.

4.4.2 운영에이전트 그룹

문제 해결층 내에 있는 운영에이전트 그룹은 문제 도메인의 지식베이스, 데이터베이스, 모형베이스를 접근하여 정보를 분석하고 해당 웹 DSS의 목표와 의사결정과정에 따라 해를 도출하거나 대안을 제시하는 역할을 한다. 운영에이전트 그룹은 각기 독립적인 기능을 수행하는 에이전트들로 구성되는데 그 조합은 DSS의 문제 영역에 따라 서로 다르다. 예를 들어 구매/캐탈로그 DSS는 문제 해결층 내에 공급자정보 에이전트, 입찰관리 에이전트, 부품정보관리 에이전트, 부품계약/발주 에이전트 등을 포함하지만, 소비자/영업관리 DSS의 운영에이전트 그룹은 상품정보관리 에이전트, 판매가격의뢰 에이전트, 고객관리 에이전트, 상품발주 에이전트 등으로 구성된다. 어떤 에이전트는 여러 DSS의 운영에이전트 그룹 내에 중복되어 존재할 수도 있다. 이들 운영에이전트 그룹의 구성과 상호 의존/협력관계는 전략에이전트에 속하는 사슬구성 및 정보공유 에이전트에게 보고되어 통합, 관리된

다. DSS의 에이전트들은 내부 에이전트나 데이터 베이스들과 정보를 공유하거나 필요시 네트워크 통신층의 정보에이전트의 도움을 얻어 필요 정보를 보유하고 있는 다른 DSS에 속한 에이전트의 소재를 확인한 후 통신에이전트를 통해서 해당 DSS로부터 이를 입수하기도 한다.

DSS 네트워크를 구성하는 7개 웹 DSS중 하나인 고등 생산/일정계획(advanced planning and scheduling) DSS의 문제 해결층에는 다음과 같은 운영에이전트들이 포함되며 <그림 9>는 이 문제 해결층에 있는 에이전트를 중심으로 관련 웹 DSS와의 정보교환 구조를 도시한 것이다.

① 물류망 설계(logistic network design) 에이전트

운영에이전트 그룹의 최상위 에이전트로서 공급사슬 내 각 경영체체의 지리자료, 수요정보, 비용 및 가격정보 등을 이용하여 공급사슬망의 거시적 물류흐름을 결정한다.

② 시설배치/생산할당(production location assignment/facility deployment) 에이전트

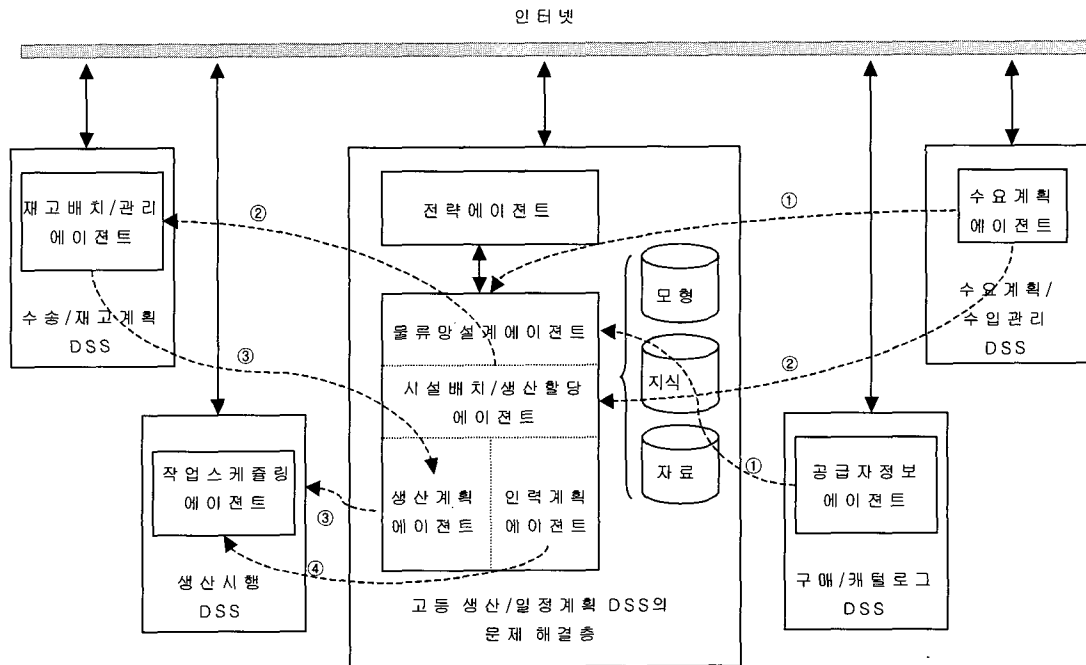
물류망 설계에이전트에 의해 결정된 네트워크 구조 하에서 각 공장과 물류센터에 생산량과 물동량을 할당하며 그 결과를 하위 에이전트에게 알린다.

③ 생산계획(production scheduling) 에이전트

시설배치/생산할당계획 에이전트에 의해 각 공장에 할당된 총괄 생산량에 따라 생산자원정보베이스를 참조하여 품목별 세부 생산량을 결정하고 그 결과를 생산시행 DSS에 전달함으로써 세부 작업일정계획과 이의 실시간 수행을 가능하게 한다.

④ 인력계획(workforce scheduling) 에이전트

생산계획 에이전트와 함께 상위에이전트에서 결정된 총괄 생산량에 따라 인력계획을 수립하고 이를 생산시행 DSS의 작업스케줄링에이전트에게 전달한다.



<그림 9> 운영에이전트 그룹간 정보교환 구조 예

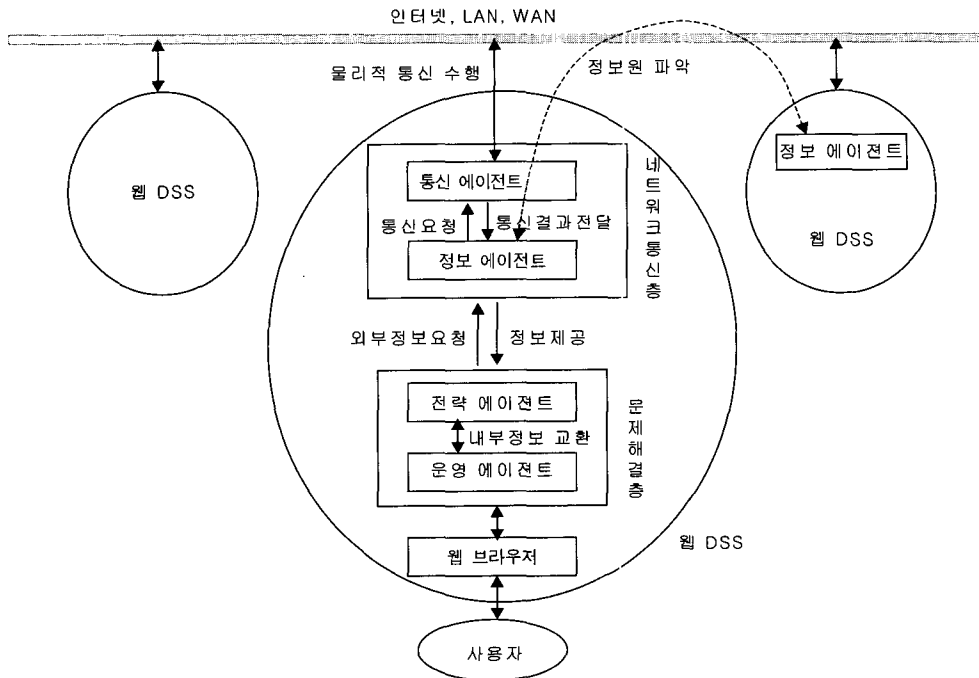
4.5 네트워크 통신층

네트워크 통신층은 정보 에이전트와 통신 에이전트로 구성되며 문제 해결층 내 에이전트로부터 요청된 정보를 공급하는 역할을 한다. 정보 에이전트는 웹 DSS마다 존재하며 이들간 상호협동을 통해 정보유통의 효율성과 효과성을 기대할 수 있다. 통신 에이전트는 정보 에이전트에 의해서 파악된 에이전트들과의 물리적인 접촉과 통신을 담당한다. 즉 요청된 정보수집과 전파를 위해서 인터넷 또는 LAN, MAN, WAN상에서 필수적으로 일어나는 웹 DSS내 에이전트간의 통신을 제어한다.

문제 해결층 내 에이전트가 필요로 하는 정보는 그 종류가 매우 다양하고 의사결정문제의 사안에 따라 동적으로 변하기 때문에 정보의 습득과 유통을 전담하는 에이전트가 필요한데 이것이 정보 에이전트이다. 문제 해결층 내부에서 자체적으로 조달이 가능한 정보는 운영에이전트 간 직접 대화나 사슬구성/정보공유 에이전트를 통한 간접대화를

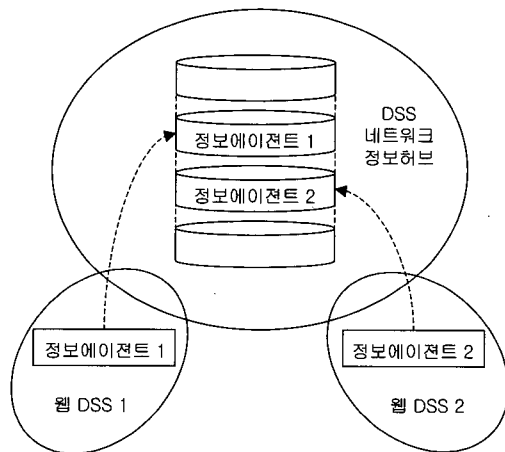
통해 공급되므로 네트워크 통신층을 접촉할 필요가 없다. 그러나 자체적 조달이 불가능한 경우에는 당초에 정보를 요구했던 에이전트가 자신의 정보 에이전트에 접촉하여 원하는 정보의 소재지를 파악하게 된다. 즉 다른 DSS로부터 가져와야 할 경우, 정보 에이전트는 그 정보의 소재지를 파악한 후 통신 에이전트를 통해 그 DSS의 정보 에이전트와 통신을 시도하게 된다. 그러면 정보 에이전트는 요청받은 대로 자신의 문제 해결층으로부터 정보를 공급받아 자신에게 정보를 요청했던 상대방 웹 DSS의 정보 에이전트에게 이를 전달하게 된다. 이에 정보 에이전트는 공급받은 정보를 당초 요구자인 문제 해결층의 에이전트에게 전달하고 임무를 완료하게 된다. <그림 10>은 네트워크 통신층의 구동을 예시한 것이다.

한편 모든 웹 DSS의 정보 에이전트는 다른 웹 DSS가 보유하고 있는 정보의 종류와 소재지에 관한 현행정보를 가지고 있어야 하는데 정보의 다양성과 DSS 네트워크 구성의 유연성을 감안하면 이



<그림 10> 네트워크 통신층의 구동

러한 정보의 현행화 작업은 실질적으로 불가능하다. 이 연구에서 채택한 허브-스포크모형에 따라 웹 DSS가 자신이 보유하고 있는 정보의 종류와 소재를 정보 에이전트로 구성된 논리적 정보허브를 통해서 서로 공유한다면 분산된 정보의 통합 이용이 손쉬워진다. 또한 가상의 정보허브에 웹 DSS의 정보 에이전트를 추가 등록하거나 삭제함으로써 웹 DSS 네트워크도 유연하게 구성할 수 있다. <그림 11>은 웹 DSS의 정보 에이전트로 구성된 논리적 정보허브를 도시한 것이다.



<그림 11> DSS 네트워크 정보허브

5. 에이전트의 정보교환 규약

5.1 XML 기반의 메시지 표현

웹 DSS들은 다양한 플랫폼과 애플리케이션 그리고 운영환경에서 독립적으로 의사결정 기능을 수행하며, 공급사슬 문제해결을 위해 정보를 교환하고 서로 협력한다. 따라서, 효과적인 공급사슬관리와 의사결정 과정의 자동화를 위해서는 i)레가시(legacy) 시스템과 애플리케이션간의 통합, ii)애플리케이션간의 동기화, iii)메시지 대기행렬 관리, iv)정보공유와 교환, v)웹 DSS간의 워크플로우 관리, vi) 에이전트간의 대화관리 등이 필요하다.

애플리케이션 통합은 다중의 개방적 표준을 지

원해야하고, 동적인 데이터/정보 매핑과 메시지의 생성 및 전달기능을 제공해야 하며, 동적인 데이터변환도 지원해야 한다. 또한 DSS의 사용자 인터페이스층이 웹브라우저가 되는 것이 가장 자연스럽기 때문에 DSS간의 교환되는 정보가 별도의 가공 절차 없이 웹브라우저 또는 PDA에 디스플레이 되어야 한다. 이상의 조건에 가장 적합한 마크업 언어가 XML(extensible markup language)이다. XML은 SGML(standard general markup language)을 간소화한 언어로 W3C가 개방형 표준을 제안한 이후에(W3C, 2001) 많은 개발자와 공급자들에 의해 진화적으로 발전하고 있으며 멀티미디어 정보표현, 전자상거래 및 EDI, 무선 데이터통신, 음성통신, 웹과 데이터베이스의 연동, 메시징 처리 등 그 응용분야가 급속히 확산되고 있다. 특히, XML은 플랫폼 독립성과 호환성, 메시지 내용과 디스플레이 포맷과의 분리, 기존의 관계형 데이터베이스와의 유사성이라는 특성으로 인해서 e-비즈니스를 위한 B2B 메시징 수단으로 많은 주목을 받고 있다.

XML의 가장 큰 장점 중에 하나는 콘텐츠와 디스플레이가 완전히 분리되어 있다는 것이다. XML 문서에서 사용될 구성요소들을 DTD(document type definition)로 정의하고, 이 DTD에 맞추어서 본문에 해당하는 XML 문서를 작성한다. 모든 대화파트너가 표준화된 DTD의 규칙에 맞추어서 XML 문서를 작성한다면, 이 문서는 컴퓨터나 사람이 모두 해석할 수 있는 메타언어가 된다. XML 문서의 디스플레이를 위해서는 별도의 XSL(extensible style language)을 이용한다. XML 문서에서 사용된 엘리먼트(element) 별로 디스플레이 형식을 XSL에서 지정한 다음에, XML 문서의 내부에서 이 파일의 사용을 선언함으로써 디스플레이 형식을 적용한다. 따라서, 하나의 XML 문서는 어떤 XSL를 적용하느냐에 따라서 여러 형태로 디스플레이되는데 예를 들어서, XSL의 포맷팅 객체를 이용하면 동일한 XML문서를 PDF, HTML, WAP, e-Book 등의 형태로 출력할 수 있다.

또 다른 장점은 XML이 관계형 데이터베이스와 유사한 구조를 지니고 있기 때문에 XML을 이용하여 데이터베이스의 정보를 표현하고 교환하는 것이 가능하다는 사실이다. 최근에는 데이터베이스 관련 업체들이 기존의 DTD가 지닌 단점을 보완하는 XML 스키마와 XML에서 사용하는 SQL인 XPath(Microsoft), XSQL(Oracle) 등을 발표하면서 XML에 대한 지원을 강화하고 있는 추세이다.

아래의 <표 1>은 소비자 customer_1이 소매점 retailer_1에게 product_1을 주문한 내용을 XML 메시지로 작성한 예이다. 이 메시지는 customer_1이 웹 브라우저를 통해서 입력한 주문내역을 정보 에이전트가 XML 메시지로 변환한 것이며, 납기일 까지 납품이 가능한가에 대한 확약을 요청하는 내용이다.

<표 1> 소비자 주문을 표현한 XML 메시지

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<!DOCTYPE CustomerOrder SYSTEM "CustomerOrder.dtd">
<CustomerOrder>
  <DateOrdered>2001-05-15</DateOrdered>
  <RetailorRequested>retailor_1</RetailorRequested>
  <CustomerToDeliver>customer_1</CustomerToDeliver>
  <ItemToDeliver>
    <Product>product_1</Product>
    <QuantityToDeliver>100</QuantityToDeliver>
    <DeliveredBy>2001-08-15</DeliveredBy>
  </ItemToDeliver>
</CustomerOrder>
```

이 XML 메시지에서 사용된 엘리먼트들을 정의한 DTD 파일인 "CustomerOrder.dtd"의 내용은 <표 2>와 같다.

5.2 대화관리

웹 DSS의 에이전트 간 정보교환은 XML 메시지를 통해서 이루어진다. 일반적으로 메시지의 흐름은 여러 단계를 거쳐서 일어나는데, 각 단계마다 메시지를 생성하는 정보에이전트(source agent)와 이 메시지를 수신하는 정보교환 파트너인 정보에이전트(destination agent)가 존재한다. 최초로 생성된 메시지와 이를 계기로 각 단계에서 순차적으로 또는 동시에 발생하는 모든 메시지의 연속적인 흐름을 대화(conversation)라 한다. 대화는 각 단계에서 메시지 교환에 참여하는 에이전트들의 카디널리티(cardinality)의 제약, 즉 대화 파트너인 에이전트간에 1:1, 1:M, M:1, M:M 메시지 교환이 허용되는가의 여부에 의해서 다양한 토폴로지를 갖는다. 대화 프로토콜에는 메시지의 수신확인, 대화참여 및 탈퇴 선언, 메시지 스케줄링, 메시지 흐름통제, 정지된 대화의 재시작, 대화의 폐기 등에 관한 사항이 포함되어야 한다.

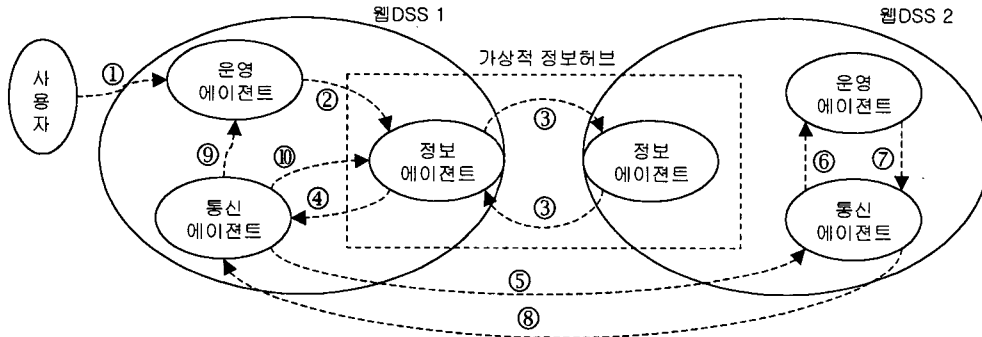
이 시나리오에서는 설명의 편의상 대화에 참여하는 정보에이전트의 카디널리티를 1:1로 제한하고, 아래 <그림 12>와 같은 단계로 대화가 진행되는 것으로 가정한다.

① 사용자 이벤트 발생

대화는 웹 DSS에서 발생하는 소비자주문, 재고

<표 2> 소비자주문 메시지를 위한 DTD

```
<!ELEMENT CustomerOrder(DateOrdered, RetailorRequested, CustomerToDeliver, ItemToDeliver)>
<!ELEMENT DateOrdered (#PCDATA)>
<!ELEMENT RetailorRequested (#PCDATA)>
<!ELEMENT CustomerToDeliver (#PCDATA)>
<!ELEMENT ItemToDeliver (#PCDATA)*>
  <!ATTLIST ItemToDeliver Product CDATA #REQUIRED>
  <!ATTLIST ItemToDeliver QuantityToDeliver CDATA #REQUIRED>
  <!ATTLIST ItemToDeliver DeliveredBy CDATA #REQUIRED>
```



<그림 12> 에이전트 간 대화과정

조회 등과 같은 독립적인 비즈니스 이벤트나 상위 단계의 워크플로우 과정에 의해서 시작된다. 고객이 네트워크 PC나 PDA를 통해서 웹 DSS에 접속한 다음에 온라인으로 주문을 하는 경우를 예로 들 수 있다.

② 운영에이전트의 정보요청

주문을 받은 웹 DSS의 운영에이전트는 주문에 대한 확약을 위해서 우선적으로 자신이 보유한 데이터베이스에 질의를 한다. 확약을 위한 정보가 존재하면, 소비자의 단말기에 적합한 XSL을 적용한 XML 메시지를 송신하고 대화를 종료한다. 정보가 존재하지 않으면, 자신의 정보에이전트에게 그 정보를 보유하고 있는 대화 파트너의 검색을 의뢰한다. 가상적인 정보허브를 구성하는 정보에이전트들 중에서 대화 파트너가 존재하지 않으면 운영에이전트는 소비자주문을 수용할 수 없다는 XML 메시지를 소비자에게 송신하고 대화를 종료한다.

③ 정보교환 파트너의 검색과 선택

정보에이전트는 정보허브에 등록된 다른 웹 DSS의 정보에이전트들 중에서 대화 파트너를 검색한다. 검색은 정보이름과 이를 보유한 정보에이전트를 매칭하는 메타정보 테이블을 통해서 이루어진다. 대화 파트너가 둘 이상 존재하더라도, 이 중에서 하나의 파트너만을 선택한다. 물론 이 파트너와의 대화가 실패한다면 다른 후보파트너를 선택하여 대화를 재시작할 수도 있다.

④ 정보교환 파트너와의 통신요청

정보에이전트는 ③에서 정보교환 파트너로 선택된 웹 DSS의 URL과 자신이 생성한 정보요청 XML 메시지를 자신의 통신에이전트에게 통지한다.

⑤ 정보요청 XML 메시지의 전송

통신에이전트는 정보에이전트가 넘겨준 XML 메시지에 헤더를 덧붙이고 패킷단위로 분할한 다음, 물리적인 네트워크 매체를 통해서 해당 통신에이전트에게 전송한다. 헤더에는 대화 아이디, 메시지 아이디, 송신자, 대화 파트너의 통신에이전트의 MAC 주소가 포함된다. 필요에 따라서 메시지의 유효성 확인, 변환, 압축 및 암호화 등을 추가하기도 한다.

⑥ 정보요청 XML 메시지의 파싱

목적지 통신에이전트는 수신된 패킷을 재조합하고 헤더를 제거한 다음 XML 메시지로 복원하고, 이를 파싱한 결과를 자신의 운영에이전트에게 넘겨준다.

⑦ 트랜잭션의 실행과 요청된 정보의 회신

운영에이전트는 파싱된 메시지를 해석하여 웹 DSS에서 수행해야 할 트랜잭션의 유형을 결정한다. 트랜잭션은 특정제품의 재고량에 대한 조회를 요구하는 단순한 데이터베이스 질의에서부터 모델 베이스의 수리계획 모형의 실행을 요구하는 것에 이르기까지 다양하다. 운영에이전트는 트랜잭션의

처리결과를 자신의 통신에이전트에게 XML 메시지의 형태로 전송한다.

⑧ 회신정보 XML 메시지의 전송

트랜잭션이 성공적으로 실행되면 트랜잭션의 결과는 XML 메시지로 당초의 통신에이전트에게 전달되는데, 앞서 살펴본 ⑤의 과정과 동일하다. 이 메시지는 처음 수신되었던 메시지의 아이디와 대화 아이디를 참조하여 전송된다. 트랜잭션의 결과는 XML 문서의 형태로 정보를 요구한 웹 DSS의 통신에이전트에게 전송되는데, 이때 회신정보는 정보허브를 경유하지 않고 직접 전달된다. 이는 네트워크 트래픽을 스포크-스포크로 분산시킴으로써 정보허브에서 발생하는 네트워크 과부하를 줄이고, 통신속도를 개선하기 위해서이다.

⑨ 요청한 정보의 획득과 애플리케이션의 재가동

자신의 통신에이전트로부터 파싱된 트랜잭션의 결과를 넘겨받은 운영에이전트는 필요정보의 부족

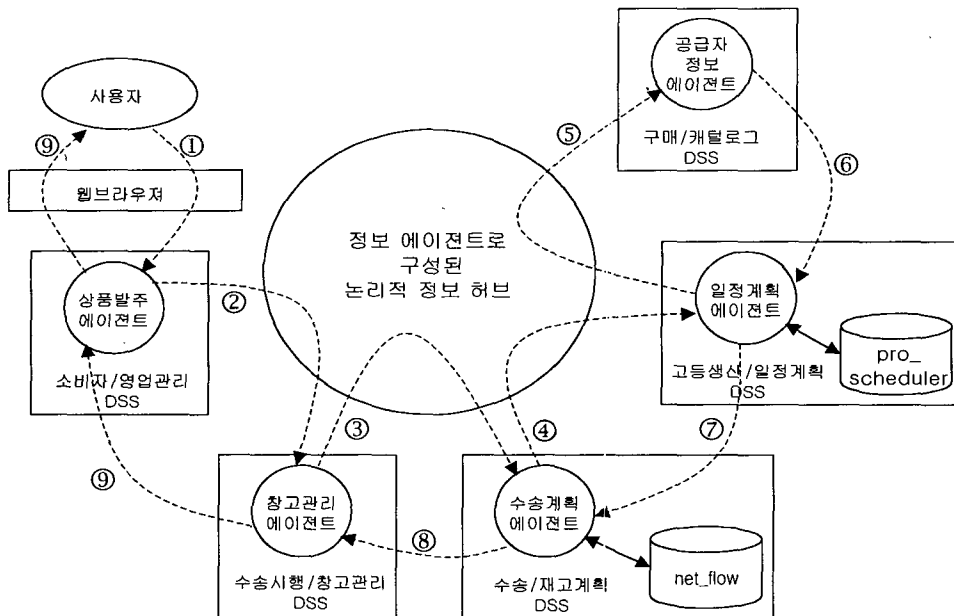
으로 일시 정지되었던 DSS 애플리케이션을 재가동한다. 예를 들어 소비자의 주문을 파악하기 위해서 시작한 대화는 '납품가능'으로 종료되어, 소비자에게 XML 메시지로 전달되기도 하지만, '납품 불가능' 또는 '납품기한의 연장'이라는 대체안으로 종료할 수도 있다.

⑩ 대화종료

통신에이전트는 자신의 정보에이전트가 넘겨준 메시지(㉔)가 예리없이 목적지 통신에이전트에게 전송되었고(㉕), 트랜잭션의 결과를 메시지(㉖)로 받았음을 알리기 위해서 수신확인 메시지를 정보에이전트에게 전송한다. 수신확인 메시지는 수신된 메시지의 아이디와 대화 아이디를 참조하여 생성한다. 정보에이전트는 이 메시지를 수신함으로써 대화종료를 선언한다.

6. 웹 DSS 간 SCM 대화 시나리오

이 장에서는 최종 소비자가 소매점을 통하여 상



<그림 13> 웹 DSS 상품발주 시나리오

품을 발주하고 이에 납품가능 여부를 확인하는 가상적 SCM 시나리오를 예로 들어 공급사슬을 구성하는 웹 DSS간 대화과정과 XML 메시지교환 과정을 보여준다. 이 시나리오에서 발생하는 대화의 흐름을 도시하면 <그림 13>과 같다.

① 2001-05-15일에 소비자 customer_1은 소매점 retailer_1에게 상품 product_1을 100단위 주문한다. 납기 희망일은 2001-08-15 까지이며 납기일 내에 납품이 가능한지를 알고자 한다. 이에 따라 retailer_1은 인터넷을 통해 소비자/영업관리 DSS를 접근하여 웹브라우저를 통해 소비자의 상품발주를 요청한다. 이상의 내용을 XML 메시지로 표현하면 아래의 <표 3>과 같다.

② 상품발주 에이전트는 납품가능 여부를 결정하기 위해 product_1의 현재 재고 상태를 알기 원하지만 그 정보가 자신의 DSS 내에 존재하지 않기 때문에 논리적 정보허브에 등록된 자신의 정보

에이전트를 통하여 그 정보의 소재지가 수송시행/창고관리 DSS임을 확인한 후 이에 접속한다. 정보 에이전트들이 정보허브에 등록될 때 생성되는 메타정보테이블을 이용하여 정보원을 검색하게 되는데 메타정보테이블의 모든 엔트리는 최신성을 유지하기 위해 자신의 변화를 실시간으로 업데이트한다. <표 4>는 product_1의 재고정보를 보유한 온라인 상태의 웹 DSS를 조회하는 XML 메시지이다.

③ 수송시행/창고관리 DSS의 창고관리 에이전트는 warehouse_1에 있는 product_1의 현 재고량이 30개임을 확인한다. 이 과정은 <표 5>에 표현된 XML 메시지를 통해 이루어진다. 이 XML 메시지는 product_1의 보유창고와 현 재고량을 직접 StockTable 데이터베이스에서 조회하기 위한 SQL문이 <sql : query>와 </sql : query>사이에 삽입되어 있다. 현 재고량 30개는 2001-05-17까지 최소 수송비용이 드는 retailer_3을 통해 납품이 가능함을 파악한다. 한편 나머지 70개가 2001-08-15

<표 3> 소비자 주문

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<!DOCTYPE CustomerOrder SYSTEM "CustomerOrder.dtd">
<CustomerOrder>
  <DateOrdered>2001-05-15</DateOrdered>
  <RetailerRequested>retailer_1</RetailerRequested>
  <CustomerToDeliver>customer_1</CustomerToDeliver>
  <ItemToDeliver>
    <Product>product_1</Product>
    <QuantityToDeliver>100</QuantityToDeliver>
    <DeliveredBy>2001-08-15</DeliveredBy>
  </ItemToDeliver>
</CustomerOrder>
```

<표 4> 정보허브 메타정보테이블 조회

```
<ROOT xmlns : sql="urn : schemas-microsoft-com : xml-sql">
  <sql : query>
    SELECT      WebDSS
    FROM        MetaTable
    WHERE       Inventory=.T. AND State='On-line'
    FOR XML AUTO
  </sql : query>
</ROOT>
```

〈표 5〉 재고량 조회

```

<ROOT xmlns:sql="urn:schemas-microsoft-com:xml-sql">
  <sql:query>
    SELECT      Warehouse, Stock
    FROM        StockTable
    WHERE       Product='product_1'
    FOR XML AUTO
  </sql:query>
</ROOT>

```

까지 납품이 가능한지를 알기 위해 수송/재고계획 DSS를 접촉한다.

④ 수송/재고계획 DSS의 수송계획 에이전트는 현재 운송중이거나 운송이 계획된 product_1이 없음을 확인하고 수송 네트워크 모형 net_flow를 이용하여 이 경우 최소 물류비용이 소요되는 공장-창고-소매점 경로가 plant_1-warehouse_2-retailer_2임을 계산한다(〈표 6〉 참조). net_flow 모형의 실

행을 지시하는 XML 메시지의 엘리먼트는 ExecuteModel.dtd에서 선언된다. 한편 수송계획 에이전트는 product_1 70개가 plant_1에서 언제 생산이 완료될 수 있는지를 알기 위해 고등 생산/일정계획 DSS를 접근한다.

⑤ 고등 생산/일정계획 DSS의 일정계획 에이전트는 생산일정계획 모형 pro_scheduler를 이용하여 생산완료 가능일을 계산하려고 시도한다. 그러

〈표 6〉 수송 네트워크 모형 net_flow의 실행

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<!DOCTYPE ExecuteModel SYSTEM "ExecuteModel.dtd">
<ExecuteModel>
  <Model>
    <Name>net_flow</Name>
    <ItemInTransport>product_1</ItemInTransport>
    <QuantityToProduce>70</QuantityToProduce>
  </Model>
</ExecuteModel>

```

〈표 7〉 원료 공급가능 회신

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<!DOCTYPE SupplyOrder SYSTEM "SupplyOrder.dtd">
<SupplyOrder>
  <DateOrdered>2001-05-15</DateOrdered>
  <SupplyRequested>supplier_1</SupplyRequested>
  <PlantSupplied>plant_1</PlantSupplied>
  <ItemToSupply>
    <Material>material_1</Material>
    <QuantityToSupply>70</QuantityToSupply>
    <SuppliedBy>2001-05-30</SuppliedBy>
  </ItemToSupply>
</SupplyOrder>

```

〈표 8〉 추가 생산계획 회신

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<!DOCTYPE ProductionSchedule SYSTEM "ProductionSchedule.dtd">
<ProductionSchedule>
<PlantConfirmed>plant_1</PlantConfirmed>
<ItemToProduce>
  <ItemConfirmed>product_1</ItemConfirmed>
  <QuantityConfirmed>70</QuantityConfirmed>
  <DateConfirmed>2001-08-01</DateConfirmed>
</ItemToProduce>
</ProductionSchedule>

```

〈표 9〉 추가 수송계획 회신

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<!DOCTYPE DeliverySchedule SYSTEM "DeliverySchedule.dtd">
<DeliverySchedule>
<PlantConfirmed>plant_1</PlantConfirmed>
<ItemToDeliver>
  <ItemToDeliver>product_1</ItemToDeliver>
  <ProducedBy>2001-08-01</ProducedBy>
  <DeliveredBy>2001-08-12</DeliveredBy>
</ItemToDeliver>
</DeliverySchedule>

```

〈표 10〉 납품여부 회신

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<!DOCTYPE CustomerOrderResult SYSTEM "CustomerOrderResult.dtd">
<CustomerOrderResult>
<DateOrdered>2001-05-15</DateOrdered>
<CustomerToDeliver>customer_1</CustomerToDeliver>
<ItemToDeliver>
  <Product>product_1</Product>
  <QuantityToDeliver>30</QuantityToDeliver>
  <PickUp>retailor_3</PickUp>
  <DeliveredBy>2001-05-17</DeliveredBy>
</ItemToDeliver>
<ItemToDeliver>
  <Product>product_1</Product>
  <QuantityToDeliver>70</QuantityToDeliver>
  <PickUp>retailor_2</PickUp>
  <DeliveredBy>2001-08-12</DeliveredBy>
</ItemToDeliver>
</CustomerOrderResult>

```

나 이때 필요한 정보 중 하나인 원재료 material_1의 공급가능 여부를 알기 위해 구매/캐털로그 DSS의 공급자정보 에이전트를 접촉한다. pro_scheduler의 실행을 위한 XML 메시지는 실행할 모델의 이름과 파라미터 값만 다를 뿐 <표 6>과 동일하다.

⑥ 구매/캐털로그 DSS의 공급자정보 에이전트는 supplier_1이 material_1 70단위를 2001-05-30까지 plant_1에게 공급이 가능하다는 사실을 고등생산/일정계획 DSS의 일정계획 에이전트에게 회신한다(<표 7> 참조).

⑦ 일정계획 에이전트는 이 정보를 근거로 pro_scheduler를 이용하여 plant_1에서 product_1 70개의 추가 생산 완료일이 2001-08-01 임을 계산하고 그 결과를 당초 이를 요청했던 수송/재고계획 DSS의 수송계획 에이전트에게 회신한다(<표 8> 참조).

⑧ 수송계획 에이전트는 일정계획 에이전트로부터의 회신정보를 근거로 기존의 수송계획에 plant_1-warehouse_2-retailer_2에 이르는 추가 수송계획을 더하고 수송기간을 감안한 product_1의 최종 납기일이 2001-08-12 임을 수송시행/창고관리 DSS의 창고관리 에이전트에게 알려서 warehouse_2의 재고 정보를 갱신한다(<표 9> 참조).

⑨ 창고관리 에이전트는 최종결과를 소비자/영업관리 DSS의 상품발주 에이전트에 전하고retailer_1은 웹브라우저를 통해서 customer_1에게 product_1 30개는 2001-05-17에 retailer_3을통해, 나머지 70개는 2001-08-12에 retailer_2를통해 납품이 가능함을 알림으로써 전체 의사결정지원 과정을 종료한다(<표 10> 참조).

7. 결 론

이 논문에서는 SCM 의사결정 문제의 전 영역

을 중복없이 (mutually exclusive and collectively exhaustive) 구분하고, 각 도메인을 웹기반의 의사결정지원 시스템(DSS)으로 정의하였으며, 이들간에 정보교환, 이해상충 해결 및 자발적인 협업을 통해 통합적으로 SCM 의사결정이 이루어지는 과정을 다루었다. 공급사슬을 하위부서, 사업단위, 협력기업 등과 같은 경영개체들의 물리적 조합으로 보아왔던 종래의 연구와는 다르게 SCM 전영역에 걸친 의사결정문제를 원료공급자에서 최종소비자에 이르는 사슬의 흐름에 따라 대별하고 각 문제를 해결하기 위해 독립적으로 구축된 웹 DSS들의 논리적 조합으로 간주하였다. 웹 DSS들은 서로 독립적이고 자율적으로 사전에 정의된 문제 도메인 내에서 사용자의 요구에 따라 자신이 가지고 있는 지식, 정보, 분석모형 등을 이용하여 대안을 제시하고, 자체 해결이 어려운 경우에는 다른 웹 DSS에게 협조를 요청함으로써 사용자의 의사결정을 지원하게 된다. 이 연구에서는 이러한 자율적이며 지능적인 작업을 수행하는 웹 DSS의 하부구조로서 에이전트를 가정하였다.

DSS 간에 정보교환과 의사소통은 인터넷을 이용하여 연결성과 개방성을 제고하였고, 웹기반으로 DSS를 구축함으로써 유연한 사용자 인터페이스를 통한 효율적인 정보교환과 기존의 웹기반 개발툴의 사용이 가능해졌다. 웹 DSS간에 정보공유를 위해 허브-스포크(hub-spoke) 모형을 제안하였는데, 이 모형은 공급사슬 파트너에 해당하는 웹 DSS를 스포크로 배치하고 중앙에 위치한 정보허브가 이들간에 정보전달 및 정보공유를 중개하고 촉진한다. 정보교환 파트너의 검색이 중앙허브에서 발생한다는 점에서는 정보허브 모형과 유사하지만, 이 이후의 실제적인 정보교환이 S2S(spoke-to-spoke) 방식으로 이루어진다는 점에서 차이를 보인다. 스포크간 정보교환을 위해서 해결해야 할 가장 큰 이슈는 이질적인 웹 DSS에서 생성된 다양한 형태의 정보를 어떻게 통합하는가 하는 것이었다. 이 연구에서는 웹에서 구조화된 문서의 교환이 가능하도록 설계된 마크업 언어인 XML(eXten-

sible Markup Language)을 사용하여 정보허브에서의 정보에이전트간 정보교환과 스포크간 정보교환이 XML 메시지와 문서를 통해서 이루어지도록 설계하였다. XML을 채택한 이유는 다양한 웹 문서의 처리와 디스플레이가 가능하며, 데이터베이스에 정보를 요구하는 SQL을 내재할 수 있어 웹과 데이터베이스의 이음새없는 연동이 가능하다는 장점이 있기 때문이었다.

아울러 XML 메시지에 기반한 에이전트간의 정보교환 프로토콜을 제안하였으며, 에이전트간에 교환되는 연속적인 XML 메시지의 흐름을 대화(conversation)로 간주하고 대화관리기능을 정보허브에 부여하였다. 마지막으로 가상의 SCM 시나리오를 바탕으로 웹 DSS의 정보교환과 협력을 통한 그룹 의사결정과정과 XML 메시지의 형태를 제시하였다.

이 논문의 한계점은 SCM 의사결정 과정 중에 발생하는 문제가 에이전트의 처리 범위를 벗어나는 경우를 가정하지 않은 것이다. 이는 인간사용자의 간섭을 통해서 부분적으로 해결이 가능하다고 사료되지만 이러한 타율적인 간섭을 최소화하기 위해서는 학습능력 또는 협력적 문제해결 능력을 통해 에이전트의 지능성을 제고하는 부수적인 후속 연구가 뒤따라야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이진창, 권오병, 이원준, "지능형 에이전트를 이용한 인터넷 DSS 설계에 관한 연구," 경영정보학 연구, 제7권 제3호(1997), pp.1-21.
- [2] 이호창, 김민용, "국제적 공급사슬관리를 위한 웹기반 에이전트모형 설계," 경영정보학 연구, 제10권 제2호(2000), pp.23-49.
- [3] Arntzen, Bruce C., Brown, Gerald G., Harrison, Terry P. and Trafton, Linda L., "Global Supply Chain Management at Digital Equipment Corporation," *Interfaces*, Vol.25, No. 1, 1995.
- [4] Berquist, Thomas, Steven Kahl and Arun Kumar, "Supply and Demand Management," Piper Jaffrey, March, 1998.
- [5] Chopra, Sunil and P. Meindl, *Supply Chain Management : Strategy, Planning, and Operation*, Prentice Hall, 2001.
- [6] Cohen, Morris A. and Lee, Hau L., "Strategic Analysis of Integrated Production-Distribution System : Models and Methods," *Operations Research*, Vol.36, No.2, 1988.
- [7] Cohen, Morris A. and Lee, Hau L., "Resource Deployment Analysis of Global Manufacturing and Distribution Networks," *Journal of Manufacturing and Operations Management*, Vol.2, No.2, 1989.
- [8] Cooper, Martha C. and Ellram, Lisa M., "Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy," *The International Journal of Logistics Management*, Vol.4, No. 2, 1993.
- [9] Davis, T., "Effective Supply Chain Management," *Sloan Management Review*, pp.35-46, Summer, 1993.
- [10] Finn, T., J. Weber, G., Wiederhold, M. Genesereth, R. Fritzson, J. McGuire, S. Shapiro, and C. Beck, "Specification of the KQML Agent-Communication Language plus example agent policies and architecture," Draft, the DARPA Knowledge Sharing Initiative, External Interfaces Working Group, 1993.
- [11] Genesereth, M.R. and S.P. Ketchpel, "Software Agents", *Communications of the ACM*, Vol.37, No.7, 1994.
- [12] Geoffrion, Arthur and Graves, Glenn, "Multicommodity Distribution System Design by Benders Decomposition," *Management Science*, Vol.29, No.5, 1974.

- [13] Geoffrion, Arthur and Richard F. Power, "Twenty Years of Strategic Distribution System Design : An Evolutionary Perspective," *Interfaces*, Vol.25, No.5, 1995.
- [14] Jayashankar et al. "Multiagent Framework for Modeling Supply Chain Dynamics," Technical Report, The Robotics Institute, Carnegie Mellon University, 1996
- [15] Lashkari, Y., Metral, M. and Maes, P., "Collaborative Interface Agents," In Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence, 1994.
- [16] Lau, H.S. and H.L. Lau, "Coordinating Two Suppliers with Offsetting Lead Time and Price Performance," *Journal of Operations Management*, 11, pp.327-337, 1994.
- [17] Lee, H. and C. Billington, "Managing Supply Chain Inventory : Pitfalls and Opportunities," *Sloan Management Review*, pp.65-73, Spring, 1992.
- [18] Lee, H. and C. Billington, "The Evolution of Supply-Chain-Management Model and Practice at Hewlett-Packard," *Interfaces*, Vol. 25, No.5, 1995.
- [19] Lee, Hau L. and S. Whang, "Information Sharing in a Supply Chain," Research Paper, Stanford University, 1998.
- [20] Maes, P., "Agents that Reduce Work and Information Overload," *Communications of the ACM*, Vol.37, No.7, 1994.
- [21] Martin, Clarence H., Denver C. Dent, and James C. Eckhart, "Integrated Production, Distribution, and Inventory Planning at Libby-Owens-Ford," *Interfaces*, Vol.23, No.3, 1993.
- [22] Riecken, D., "Intelligent Agent," *Communications of the ACM*, Vol.37, No.7, 1994.
- [23] Sirachi-Levi, David, Philip Kaminsky and Edith Simch-Levi, *Designing and Managing the Supply Chain*, McGraw Hill, 2000.
- [24] W3C, Extensible Markup Language, In [http : //www.w3c.org/XML](http://www.w3c.org/XML), 2001.
- [25] Whang, S., "Coordination in Operations : A taxonomy," *Journal of Operations Management*, 12, pp.413-422, 1995.