

BPM을 이용한 웹서비스 기반의 SCM 프로세스 실행

Web Service-based SCM Process Execution Using BPM

배혜림(Hyerim Bae)*, 서용원(Yongwon Seo)**, 최용선(Yong-Sun Choi)***,
장진영(Jinyong Jang)***

초 록

기업간 경쟁의 격화와 정보기술의 발달로 인하여 많은 기업들이 공급사슬관리(SCM)를 도입하고 있다. 이에 따라, 공급사슬상의 관련 기업간의 상호작용과 정보공유에 기반한 공급사슬 통합이 추진되고 있으며, 웹서비스와 같은 시스템에 독립적인 기술 적용의 필요성이 제기되고 있다. 웹서비스를 이용하면서도 높은 수준의 공급사슬 통합이 이루어지기 위해서는, 여러 상호작용주체가 참여하는 글로벌 프로세스 수준에서 SCM 프로세스를 관리하고 제어할 필요가 있으며, 본 논문에서는 비즈니스 프로세스 자동화 및 관리 도구로 최근 각광을 받고 있는 BPM을 도입하여 각 업무단위가 웹서비스로 구성된 환경에서 SCM을 구성하는 프로세스를 효과적으로 통합하여 실행하는 방안을 제시한다. 이러한 접근법은 SCM 프로세스의 진행과정을 보다 효율적으로 관리, 모니터링하는 것이 가능하며, SCM 프로세스의 수행결과를 토대로 프로세스의 개선에 대한 방안을 모색할 수 있다. 또한, SCM 프로세스의 진행과정에서 의사결정이 필요한 경우 이에 대한 지원 에이전트를 웹서비스로 구성하여 보다 신속한 프로세스 수행을 가능하게 한다.

Abstract

Keen competence in business environments induces companies to introduce Supply Chain Management (SCM), which is accelerated by emerging information technology. Consequently, supply chain integration requires interacting and information sharing among the companies participating in the supply chain. Web services, platform independent technologies, are recently used for SCM. However, web services themselves do not provide high level supply chain integration. Therefore, the ways to control and manage global processes over supply chain need to be developed. In this paper, we introduce a method of executing and managing supply chain process using Business Process Management (BPM) system. BPM system is a software system to support an efficient execution and management of complex business processes, and it is applied to supply chain processes. The supply chain processes can be regarded network of activities, each of which is served as web service and related to one of the participants. Our approach enables not only efficient managing but also effective monitoring of the process, which can be a good basis for improvement of the processes. For a speedy execution of processes, we provide a method to support decision making in course of executing process by software agents, which are also web services.

키워드 : 웹서비스, 비즈니스 프로세스 관리, 공급사슬 관리

SCM, BPM, Web services, BPEL

본 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2003-002-B00118).

* 부산대학교 산업공학과, 교신저자

** 단국대학교 경상학부

*** 인제대학교 시스템경영공학과

1. 서 론

최근의 기업환경의 변화는 경쟁의 심화와 경영활동의 복잡성으로 인해 많은 기업들이 개별적인 경쟁력을 통해 생존하기 어려운 방향으로 진행되고 있다. 따라서, 각 기업들은 비약적으로 발달한 정보기술을 바탕으로 하여 공급사슬(Supply Chain) 내의 기업간의 상호작용을 강화하려는 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력의 일환으로 공급사슬관리(Supply Chain Management: SCM)의 개념이 매우 중요한 이슈로 떠오르고 있으며, 국내외의 많은 기업들이 이를 도입하여 관련 기업간의 상호작용과 정보공유에 기반한 공급사슬 통합을 추진하고 있다.

이러한 SCM의 도입은 급격하게 발달한 정보기술에 의해 가속화되고 있으며, 최근의 정보기술에서는 새로운 패러다임으로 웹서비스가 등장하였다. 기업간의 정보시스템의 이질성으로 인하여, 이기종 시스템간의 상호 작용 문제를 해결하기 위하여 새로이 등장한 웹서비스 기술은 SCM뿐 아니라, ERP (Enterprise Resource Planning), EAI (Enterprise Application Integration) 등과 같은 대단위 기업정보시스템의 핵심기술로 부상하고 있다. 그러나, 웹서비스 기술을 이용하여 SCM을 구현하는 것은 메시지 교환을 통한 상호작용 이상의 의미를 부여하기 어려운 반면, 공급사슬에서 발생하는 프로세스를 원활히 진행하고 통합관리하기 위해서는 기업간 업무프로세스 공유 등 높은 수준의 공급사슬 통합을 요구한다. 따라서, 공급사슬에 참여하는 기업들이 형성하게 되는 SCM 프로세스를 통합관리하기 위해서는

상호작용 주체들이 참여하는 글로벌 프로세스 수준에서 이를 관리하고 제어할 필요가 있다.

본 논문에서는 비즈니스 프로세스 자동화 및 관리도구로 최근 각광을 받고 있는 BPM을 도입하여 각 업무단위가 웹서비스로 구성된 환경에서 공급사슬에서 발생하는 프로세스를 효과적으로 통합하는 방안을 제시한다. SCM 프로세스를 실행하는데 BPM을 도입하기 위하여 먼저 요구되는 SCM 프로세스의 모델링을 위하여 웹서비스의 프로세스 기술 언어인 BPEL (Business Process Execution Language) 을 도입함으로써 이기종 정보시스템을 사용하는 SCM 파트너 간에 원활하게 프로세스를 주고 받을 수 있도록 한다. 이를 바탕으로 SCM 프로세스가 실행되며, SCM 프로세스의 실행과정은 재주문 여부의 결정, 주문량의 결정과 같은 의사결정을 포함하게 된다. 이 때, SCM 프로세스상의 의사결정을 위한 에이전트(agent)를 구현하여 도입함으로써 의사결정의 효율성과 정확성을 높이고 사람의 개입을 최소화하며, BPM이 의사결정 에이전트를 활용할 수 있도록 웹서비스를 통해 에이전트를 호출하면서 이 결과를 따라 프로세스를 진행한다.

SCM 프로세스의 관리를 위하여 BPM을 도입함으로써 SCM 프로세스의 진행과정을 보다 효율적으로 관리, 모니터링하는 것이 가능하며, SCM 프로세스의 수행결과를 토대로 프로세스의 개선에 대한 방안을 모색할 수 있다. 또한, SCM 프로세스의 진행과정에서 사용되는 의사결정은 지원 에이전트를 웹서비스로 구성하여 보다 신속한 프로세스 수행을

가능하게 한다. 본 연구에서는, 구매자와 생산자 공급자가 존재하는 공급사슬의 형태에서, 각 공급사슬 주기에서 발생하는 프로세스를 대상으로 하여, BPM을 이용하여 이를 통합하는 프로토타입을 구현하였다. 본 연구를 통하여, BPM을 통한 효과적인 공급사슬 주체 통합과 높은 수준의 프로세스 공유 및 공급사슬 내의 운영성과정보를 통해 보다 정확한 운영상의 의사결정을 수립할 수 있을 것으로 기대한다.

본 논문의 구성은 먼저, 이어지는 제2장에서 논문의 기술적 기반이 되는 SCM, BPM, 웹서비스 등에 대하여 개괄적인 소개를 하고, 제3장에서는 BPML을 이용한 SCM 프로세스 모델링을 설명한다. 제4장에서는 SCM 의사결정문제를 소개하고 본 연구에서 다루고 있는 SCM 프로세스에서의 의사결정 방법론을 제시하여 이를 웹서비스화하는 문제에 대하여 논하기로 한다. 다음으로 제5장에서는 구체적으로 BPM을 활용하여 SCM 프로세스를 수행하는 기술적 절차와 구현된 원형시스템의 세부사항을 기술하고 수행결과를 제시한 후 6장에서 결론과 추후연구 과제를 제시한다.

2. 연구의 배경

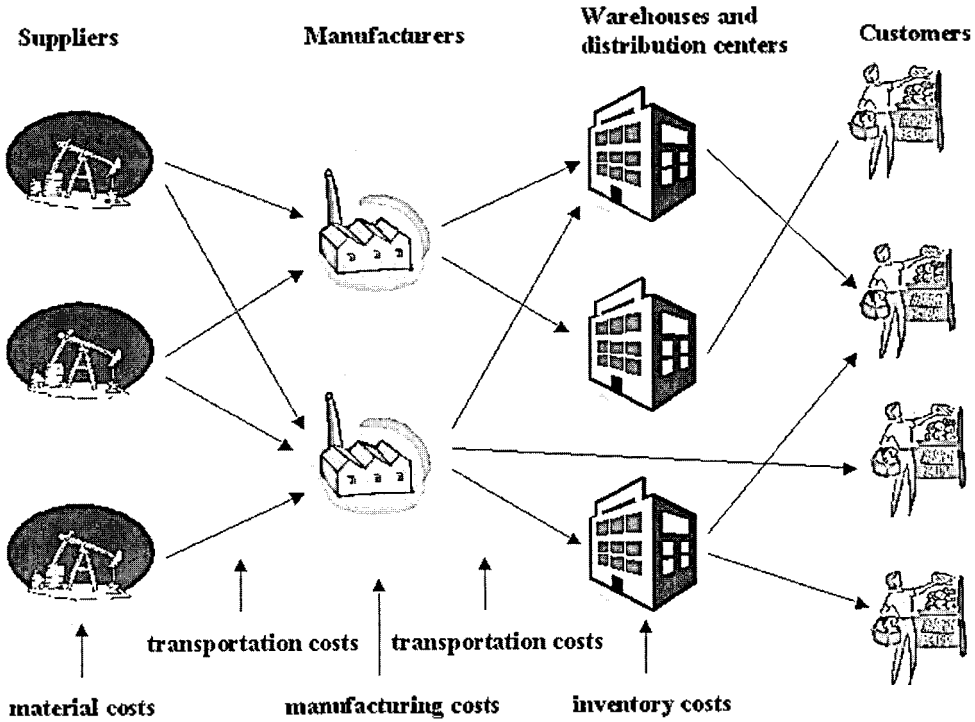
2.1 Supply Chain Management

1980년대에 접어들면서, 기업들은 새로운 제조 기술과 전략을 도입함으로써 비용을 절감하고 시장에서의 경쟁력을 강화하였다. 기업들은 JIT(Just In Time), Kanban, Lean

manufacturing, TQM (Total Quality Management) 등의 전략을 매우 적극적으로 도입하였으며, 이들의 구현에 많은 돈을 투자하였다. 그러나, 1990년대에 들어서면서, 많은 기업들은 이와 같은 개별 기업단위의 비용 절감 노력이 한계에 달하였음을 인지하게 되었으며, 글로벌 시장의 경쟁 격화, 제품 수명주기의 단축, 복잡해진 고객 요구 수준과 같은 시장 환경의 변화에 따라, 기업들은 공급사슬범위의 효과적인 관리의 필요성을 느끼게 되었다. 또한, 통신과 물류 기술의 지속적인 발전은 공급사슬과 이의 관리기술의 발전을 가속화하였으며, 공급사슬을 도입한 선도적인 기업들의 사례를 통해, 많은 기업들이 공급사슬 관리에 관심을 기울이게 되었다.

공급사슬은 공급자, 제조업체, 창고, 분배센터, 소매점 및 이들을 통해 움직이는 자체, 공정중 재고, 완제품을 포함한다. 전형적인 공급사슬의 형태를 <그림 1>에 도식화하였다.

공급사슬에서는 다수의 기업과 관련 자원이 포괄되어 복잡한 상호작용이 이루어지므로, 비용을 줄이고 서비스 수준을 높이기 위해서는 공급사슬의 여러 단계 사이에서 일어나는 상호작용을 고려하고 이들에 대해 조정(coordination)이 수행되어야만 한다. 이러한 공급사슬 전반의 효율적인 관리를 목표로 하는 활동을 SCM이라 한다. SCM은 "정확한 양의 상품이, 정확한 장소로, 정확한 시간에 생산되고 분배되며, 요구되는 서비스 수준을 충족하면서 시스템 비용을 최소화하기 위해, 공급자, 제조업체, 창고, 설비들을 효과적으로 통합하기 위한 일련의 접근 방법[15]"으로 정의된다.



〈그림 1〉 공급 사슬(Supply Chain)의 예

2.2 Business Process Management

BPM은 기업의 생산성을 제고하기 위해 업무프로세스를 체계적으로 설계, 관리, 개선하는 활동을 지원하는 총체적인 관리 방법론이다[16]. 미리 정의된 정형화된 프로세스를 따라 실제 업무를 참여자원에 부여함으로써 업무를 진행하는 방식으로, 기술적으로는 비즈니스 프로세스의 자동화를 의미하는 워크플로우(Workflow)를 포괄하고 있다. BPM 시스템은 이러한 업무프로세스관리 방법을 구체화하여 효율적인 업무 환경을 지원하는 소프트웨어 시스템이다[16][10].

BPM 시스템에서 컴퓨터가 이해할 수 있는

형태인 프로세스 모델은 정의시(build-time) 단계와 실행시(run-time) 단계로 나누어 고려하는 것이 일반적이다[1]. 정의시 단계는 프로세스 수행을 준비하는 과정으로, 프로세스를 이루는 단위업무와 이들 간의 선후 관계 그리고 각 단위업무를 수행하는데 필요한 세부 속성들을 정의한다. 실행시 단계에서는 정의시 단계의 프로세스 모델을 해석하여 실제 프로세스를 실행, 관리, 통제한다[12].

최근의 BPM을 구축하는데 있어 가장 큰 이슈 중 하나는 이기종 시스템간의 상호운영성(interoperability) 문제이다. 즉, 서로 다른 환경에서 실행되는 개별 비즈니스 프로세스를 하나의 글로벌 프로세스로 구성하고 이를

실행하는데 있어 발생하는 기술적 문제를 해결하는 것이다. SCM은 여러 기업이 상호작용하면서 프로세스를 진행하는 대표적인 문제영역으로 볼 수 있으며, 이러한 SCM 프로세스를 모델링하고 실행하는데 있어 BPM을 도입함으로써 프로세스 실행 자체의 효율성 제고는 물론이고, 체계적인 관리, 감독을 통한 지속적 개선을 기대할 수 있다.

2.3 웹서비스와 BPEL

웹서비스는 XML기술을 기반으로 조직의 어플리케이션을 서비스화하여 인터넷을 통하여 제공하는 기술이다. 기업은 일반 사용자의 필요와는 달리, 이기종 기업간 정보시스템을 보다 원활하게 통합하기 위한 필요성을 지니고 있다. 웹서비스는 이러한 상호운용성 문제를 해결하기 위한 현실적인 대안이 되고 있으며, 최근에는 웹서비스를 활용하여 기업간의 프로세스를 통합하려는 노력들이 이루어지면서 WSCI (Web Services Choreography Interface)이나 BPEL4WS (Business Process Execution Language for Web Services) [4]과 같은 웹서비스를 기반으로 한 비즈니스 프로세스 수행 언어들이 등장하고 있다. 특히, BPEL4WS 표준으로 기술되는 BPEL 언어는 XML기반의 웹서비스 정의 언어이다 [17]. BPEL은 비즈니스 프로세스를 추상모드와 실행모드의 두가지 측면에서 지원함으로써, 웹서비스에서 비즈니스 프로세스를 조회/검색하는 작업뿐만 아니라 웹서비스로 구성된 비즈니스 프로세스를 실제 수행할 수 있도록 하고 있다.

최근에는 웹서비스를 이용하여 구현되는 기업간 정보시스템에서 비즈니스 프로세스를 기술해야하는 경우가 많이 발생하고 있는데 [8], BPEL은 이를 지원하기 위한 가장 강력한 대안으로 자리잡고 있다. 공급사슬에서 발생하는 프로세스를 웹서비스로 구현하기 위해서는 이에 참여하는 주체들의 내부프로세스를 기술하는 언어가 필요하며, 본 연구에서는 BPEL을 이용하여 이를 기술한다.

2.4 공급사슬에서의 정보 공유의 필요성과 BPM의 적합성

서로 다른 기업이 상호작용하는 공급사슬의 구성은 기본적으로 다양한 정보시스템들이 포함되어 있는 환경이며, 이들 정보시스템들이 얼마나 원활하게 상호작용하며 의사소통을 진행하는가에 성패가 달려있다. 그리고 공급 사슬 관리를 구성하는 상호 작용들 가운데 가장 중요한 것 중 하나는 공급 사슬 전반에 분포하고 있는 재고에 대한 효과적인 관리이다. 공급 사슬 관리가 일반화되지 않았던 과거에는, 설비들간의 원활한 물류를 위한 완충장치로서의 안전재고의 개념이 중시되었다. 그러나, 이러한 방식의 재고관리는 서로 다른 재고관리단위의 연결부위마다 쌓여 있는 안전재고의 양이 상당한 재고부담을 야기하였다. 또한, 소위 채찍효과(bullwhip effect)[13]라고 하는 공급 사슬 상위 단계로 올라가면서 왜곡을 발생시키는 문제가 있다. 효과적인 공급 사슬 관리를 위해서는 공급 사슬 전반에 걸쳐 재고 및 최종 수요 정보의 실시간의 공유가 필요하며, 이에 입각한 실시간

의사결정과 통합적 운영이 필요하다.

최근 발전하고 있는 BPM 기술은 재고에 대한 상호 공유와 같은 이기종 시스템간의 공급사슬의 통합적 운영을 구현하는 데에 효과적으로 이용될 수 있다[11]. BPM은 이기종 정보시스템간의 정보공유를 원활하게 해주며, 공급 사슬 프로세스 내의 각 활동을 모니터링하여, 운영상의 의사결정을 위한 실시간의 정확한 정보를 제공할 수 있다[7]. 최근까지 이기종 환경에서 발생하는 다조직 워크플로우 프로세스 통합에 대한 상당한 분량의 연구들이 진행되어 왔고, BPM에서 가장 비중 있게 다루는 영역중의 하나이다. SCM 프로세스는 그동안 BPM이 집중해온 이기종 다조직 워크플로우 통합을 실현할 수 있는 가장 전형적인 적용영역이라 할 수 있다. 따라서, BPM과 BPM이 제공하는 운영정보를 기반으로 SCM 프로세스를 효과적으로 관리하면서 의사결정에 필요한 요소를 모니터링, 분석할 수 있으며, 체계적인 정보를 바탕으로 의사결정 에이전트를 결합함으로써, 공급사슬 내의 서로 다른 기업간의 운영을 통합하는 시스템을 효과적으로 구현할 수 있다.

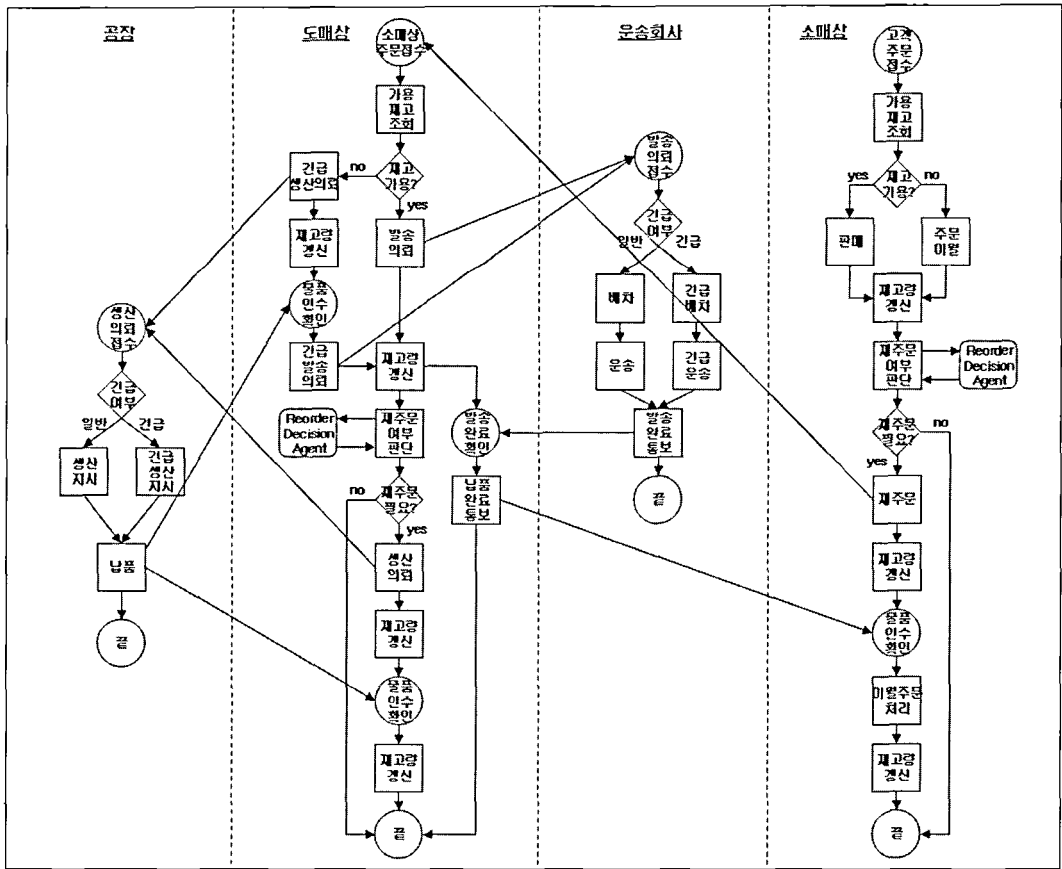
3. BPEL을 이용한 SCM모델링

3.1 SCM 프로세스

본 연구에서는 다음의 <그림 2>와 같은 SCM 프로세스를 고려하여 이를 BPM과 연계한 실행 및 관리 방법을 제안한다. 본 연구에서 기술한 SCM 프로세스는 공장, 도매상,

소매상 및 운송회사로 구성된 생산-분배 시스템을 대상으로 한다. 이는 공급사슬 프로세스를 주기적 관점(cyclic view)[5]으로 파악했을 때, 고객 주문 주기(customer order cycle), 보충 주기(replenishment cycle) 및 제조 주기(manufacturing cycle)에 해당한다. 시스템 내에는 하나의 공장과 도매상 및 복수 개의 소매상이 존재하며, 공급 사슬의 구성원들은 재고 정보를 공유하면서, 품질 등의 발생시 부가적인 비용을 야기하는 긴급처리를 통하여 납기를 보장받는 전략적 제휴 관계에 놓여 있는 것으로 가정한다. 도매상 및 소매상의 재주문 의사결정은 공유된 재고 정보에 의거하여 주문 리스크(Order Risk)[14]에 기반한 재주문점을 결정하는 별도의 재주문 의사결정 에이전트(Reorder Decision Agent)에 의해 수행되어, 공급사슬 전체의 비용 최적화를 추구하게 된다.

소매상에 고객이 도착하여 주문이 접수되면, 소매상은 가용 재고를 조회하여 현재의 재고로 고객 주문을 충족시킬 수 있는지를 판단한다. 이 때, 보유재고가 고객주문을 충족시키는 데에 충분하다면 일반적인 판매가, 충분하지 않다면 주문 이월(backorder)이 발생하게 되며, 이에 따라 갱신된 재고량 데이터에 입각하여 재주문 여부를 판단하게 된다. 여기서, 재주문 여부는 앞에서 기술한 재주문 의사결정 에이전트에 의해서 수행되며, 의사결정 에이전트는 소매상으로부터 관련 재고정보를 넘겨받아 해당 소매상의 재주문 여부를 판단하여 소매상에 알려주게 된다. 재주문 여부의 판단에 따라, 재주문이 필요하지 않다면 이것으로 해당 주기는 종료하게 되며, 만약



〈그림 2〉 SCM 프로세스의 예

재주문이 필요한 경우에는 도매상에 대한 재 주문을 수행하고 주문량을 반영하여 관련 재 고량을 수정하게 된다. 이후 도매상으로부터 물품을 인수하면 이월 주문이 있는 경우 처리 하고 관련 재고량을 갱신한다.

소매상으로부터 주문이 접수되면서 시작된 도매상의 프로세스 주기는, 다수의 소매상과 관여되어 있다. 이들 중 한 소매상으로부터 주문이 접수되면, 가용재고를 조회하고, 재고 가 가용하면 운송회사에 해당 물품의 발송을 의뢰하여 소매상에 납품하게 된다. 만약 재고

가 가용하지 않다면, 소매상에 대한 긴급 납 품을 위한 프로세스를 수행하게 되어, 공장에 대해 긴급 생산을 의뢰하고, 이에 대한 물품 을 인수하면 운송회사에 대해서도 긴급 운송 을 의뢰한다. 이러한 긴급 처리 프로세스는 부가적인 비용을 야기하게 된다. 도매상은 관 련 재고 정보를 이용하여 재주문 여부를 결정 하게 되는데, 이 때에도 소매상의 경우와 마 찬가지로 재주문 의사결정 에이전트에 관련 재고 정보를 넘겨주고 재주문 여부의 판단을 의뢰하게 된다. 재주문을 하게 되면, 공장에

생산을 의뢰하고 관련 재고량을 갱신한다.

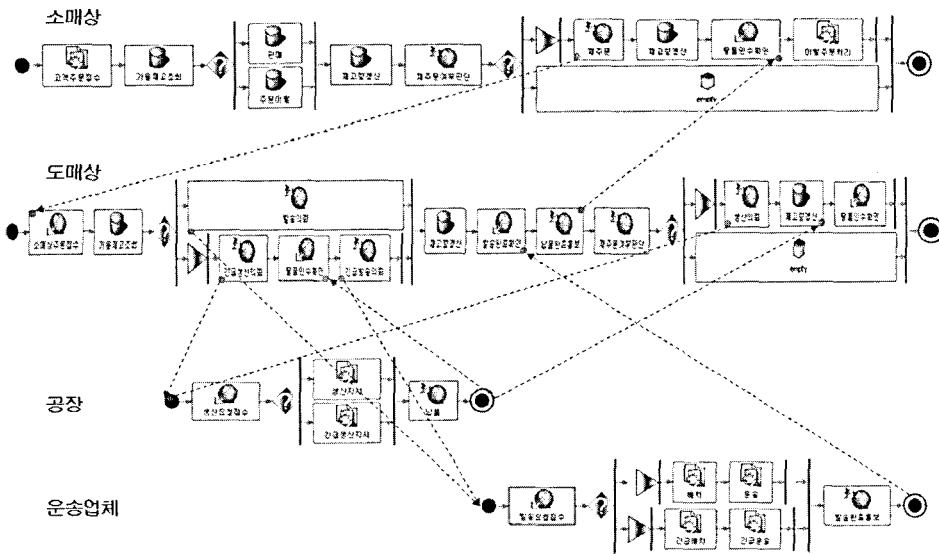
공장의 프로세스 주기는 도매상으로부터의 생산 의뢰가 접수되면서 시작된다. 공장에 대한 생산 의뢰는 일반적인 생산의뢰와 도매상의 품질에 따른 긴급 생산 의뢰의 두가지 모드가 있으며, 긴급 생산은 추가적인 비용을 야기한다. 생산이 완료되면 해당 물품을 납품함으로써 프로세스 주기는 종료된다. 비슷하게, 운송회사의 프로세스는 발송 의뢰가 접수되면서 시작하며, 공장에서의 마찬가지로 긴급 발송과 일반 발송의 두가지 모드가 존재하여, 긴급 발송의 경우에는 추가적인 비용이 야기된다.

이러한 SCM 프로세스가 BPM에 의해 실행되기 위해서는 BPM에서 사용하는 형태의 프로세스 모델로 전환되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 <그림 2>에서 나타낸 SCM 프로

세스를 BPM 프로세스 모델로 전환하였으며, 전환된 결과는 <그림 3>과 같다.

3.2 BPEL 모델링

본 논문의 3.1절에서 기술된 SCM 프로세스에는 공장, 도매상, 소매상, 운송회사의 서로 다른 참여 주체들이 포함되어 있다. 이들 SCM 참여주체들은 '주문처리' 프로세스를 위해서 내부의 프로세스를 수행하고 있으며 이들 내부 프로세스가 통합되어 하나의 SCM 프로세스를 형성하게 된다. 이러한 과정에서 정보의 상호 공유 및 전체 프로세스의 원활한 실행을 위해서는 프로세스 정보의 상호 교환이 필요하게 되는데, 각 참여주체들이 이기종 시스템을 채용하는 경우 프로세스의 정의에 대한 표준적인 언어가 필요하다. 이와 관련한



<그림 3> BPM 프로세스 모델로 전환된 SCM 프로세스

<표 1> BPEL4WS과 다른 프로세스정의언어와의 비교[19]

Patter	BPEL	XLANG	WSFL	Staffw.	MQS.
적렬	+	+	+	+	+
병렬분기	+	+	+	+	+
동기화	+	+	+	+	+
배타적 선택	+	+	+	+	+
단순병합	+	+	+	+	+
다중선택	+	-	+	-	+
동기화 병합	+	-	+	-	+
다중병합	-	-	-	-	-
분리자	-	-	-	-	-
임의적 사이클	-	-	-	+	-
목시적 종료	+	-	+	+	+
동기화 없는 다중 인스턴스	+	+	+	-	+
사전 정의시 지식을 가진 다중 인스턴스	+	+	+	+	+
사전 실행시 지식을 가진 다중 인스턴스	-	-	-	-	-
사전 실행시 지식 없는 다중인스턴스	-	-	-	-	-
연기된선택	+	+	-	-	-
끼워진 병행 라우팅	+/-	-	-	-	-
마일스톤	-	-	-	-	-
단위업무 취소	+	+	+	+	-
사례 취소	+	+	+	-	-
요청/응답	+	+	+	-	-
단방향	+	+	+	-	-
동기적인 폴링	+	+	+	-	-
메시지 전달	+	+	+	-	-
Publish/Subscribe	-	-	-	-	-
브로드 캐스팅	-	-	-	-	-


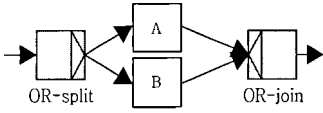
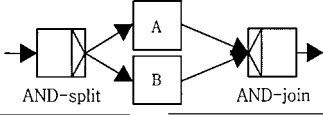
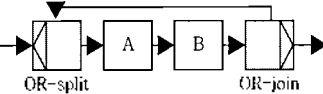
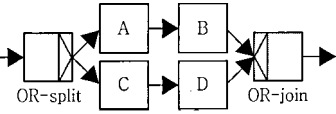
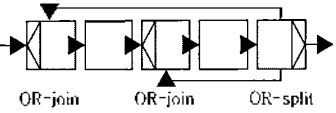
많은 프로세스 정의언어들이 존재하며[9], 본 논문에서는 BPEL을 활용하여 이기종 시스템간의 프로세스 상호 교환을 지원하도록 하였다.

BPEL은 원래 웹서비스 기반의 비즈니스 프로세스 기술 언어이지만, <표 1>에서 보는 바와 같이 BPM에서 사용되는 시스템 의존적인 PDL에 비해 의미적인 표현력이 떨어지지 않은 것으로 알려져 있다 [19].

프로세스의 실행과정에서 각 참여주체들의

내부 프로세스는 전체 프로세스를 관리하는 BPM입장에서는 BPEL로 기술된 하나의 웹서비스로 간주된다. 따라서 해당 프로세스를 구동해야 하는 경우는 웹서비스를 호출하게 되며, 해당 주체는 이에 대하여 BPEL로 기술된 프로세스를 수행하고 그 결과를 반환하게 된다. SCM에 참여하는 각 주체는 자신의 내부 프로세스를 BPEL로 기술해야 하며, 이러한 과정은 시스템에 의하여 변환된다. 따라서, 본 논문에서는 프로세스의 구조에 따라 이를

〈표 2〉 프로세스 구조에 따른 BPEL변환

패턴	Graph	(Structured) BPEL
직렬 (sequence)		<code><sequence> <A> </sequence></code>
조건분기 (switch)		<code><switch> <case condition="조건식"><A></case> <case condition="조건식"></case> </switch></code>
병렬 (flow)		<code><flow> <X> <Y></flow></code>
반복 (loop)		<code><loop condition="조건식"> <A> </loop></code>
조건분기-직렬 (switch-sequence)		<code><switch> <case condition="조건식"> <sequence> <A></sequence> </case> <case condition="조건식"> <sequence> <C><D></sequence></case> </switch></code>
복잡제재		<code><sequence><A></sequence> <loop> <switch> <case><A></case> </switch> </loop></code>

BPEL로 생성해주는 모듈을 구현하였으며, 주요 구조에 대한 변환 공식을 〈표 2〉에 정리하였다.

4. SCM 의사결정 에이전트

4.1 SCM에서의 의사결정 문제

BPM 엔진이 제공하는 실시간의 수요 및 재고 정보를 활용하여, 공급 사슬의 비용을 최소화하는 재주문 의사결정 에이전트를 구현할 수 있다. 의사결정 에이전트는 웹서비스로 구현되며, 공급사슬 프로세스에서 의사결정이 필요한 시점에 관련 정보를 에이전트에 전달하여 의사결정의 결과에 따라 이후의 프로세스를 결정하게 함으로써 공급사슬 프로

세스 내에 통합된다.

에이전트가 수행하는 재주문 의사 결정은 [14]의 주문 리스크 정책을 활용하였다. 주문 리스크 정책은 최적의 재주문 시점을 결정하며, 특히 유통시스템에서 일반적으로 나타나는 분배형 시스템에서, 기존의 계층 재고 정책(echelon stock policy)에 비하여 높은 성과를 보임이 입증되어 있다.

본 연구에서 대상으로 하고 있는 한 개의 도매상과 여러 개의 소매상으로 구성된 2계층 분배형 시스템에서, 주문 리스크 정책에 따른 재주문 시점을 결정하는 모형으로서는 주문 리스크의 정규근사방법[2]을 사용하였다. 이 방법은 다음과 같이 간략하게 기술될 수 있다.

기호상의 편의를 위해, 도매상을 0번 설비(facility)로, 각 소매점을 1에서 N번 설비로 나타낸다. 먼저, 다음의 기호를 정의한다.

- Q_i = i-번째 설비에서의 1회 주문량, $i=0, \dots, N$
- L_i = i-번째 설비로의 인도기간, $i=0, \dots, N$
- h_i, p_i = 설비 i의 재고유지비용, 재고고갈비용, $i=0, \dots, N$
- $r_i(t)$ = t-시점의 소매점 i의 상대적 재고위치 (relative inventory position), $i=1, \dots, N$.
- $D_i(t_1, t_2)$ = (t_1, t_2) 사이에 소매점 i에 발생하는 고객 수요, $i=1, \dots, N$

지금, N개의 소매점이 있다고 하고, 각각의 소매점 i가 도매상의 인도기간동안 발생시키는 주문량을 Q_i 라는 확률변수로 나타내면, 각 소매점의 주문량의 평균과 분산을 각각 $E[Q_i]$, $V[Q_i]$ 로 나타낼 수 있다. 그러면, 중심극한정리(central limit theorem)[6]에 의하여, 도매상이 받아들여지게 되는 주문량 $D_0 = \sum_{i=1}^N Q_i$

의 분포는, 충분한 크기의 N에 대해

$$E[D_0] = \sum_{i=1}^N E[Q_i]$$

$$V[D_0] = \sum_{i=1}^N V[Q_i]$$

를 각각 평균과 분산으로 갖는 정규분포에 근접하게 된다. 여기서

$$E[Q_i] = Q_i \sum_{x=0}^{\infty} \left[\frac{x - r_i(t) + Q_i}{Q_i} \right] \Pr(D_i(t, t + L_i) = x)$$

$$= Q_i \sum_{k=0}^{\infty} [1 - \Pr(D_i(t, t + L_i) < r_i + kQ_i)]$$

이 되고,

$$V[Q_i] = E\{[Q_i]^2\} - \{E[Q_i]\}^2$$

$$E\{[Q_i]^2\} = Q_i^2 \sum_{x=0}^{\infty} \left[\frac{x - r_i(t) + Q_i}{Q_i} \right]^2 \Pr(D_i(t, t + L_i) = x)$$

$$= Q_i^2 \sum_{k=0}^{\infty} (2k+1) [1 - \Pr(D_i(t, t + L_i) < r_i + kQ_i)]$$

와 같이 계산될 수 있다. 여기서,

$[1 - \Pr(D_i(t, t + L_i) < r_i + kQ_i)]$ 의 값은 k가 증가함에 따라 빠르게 감소하므로, 작은 값의 k에 대해서만 합을 취하여도 정확한 값을 얻을 수 있다. 예를 들어, 소매점의 고객도착율이 10이고 $L_0=10$, $Q_i=50$ 이라면, 이 확률은 $k \geq 4$ 에 대해 10^{-10} 이하가 된다. 따라서, $E[D_0]$ 와 $V[D_0]$ 의 계산은 소매점의 수에 비례하여 증가하는 선형적인 계산복잡도를 가지게 된다[2]. 이때, $\mu_{D_0} = E[D_0]$, $\sigma_{D_0}^2 = V[D_0]$ 로 나타내면, 근사적인 주문 리스크 r_0^* 는,

$$r_0^*(t_0(t), r(t)) = h_0 Q_0 N(a) - p_0 Q_0 \{1 - N(b)\}$$

$$- (h_0 + p_0) \frac{\sigma_{D_0}}{\sqrt{2\pi}} \left(e^{-\frac{a^2}{2}} - e^{-\frac{b^2}{2}} \right)$$

$$+ \{(h_0 + p_0)\sigma_{D_0} a + h_0 Q_0\} \{N(a) - N(b)\}$$

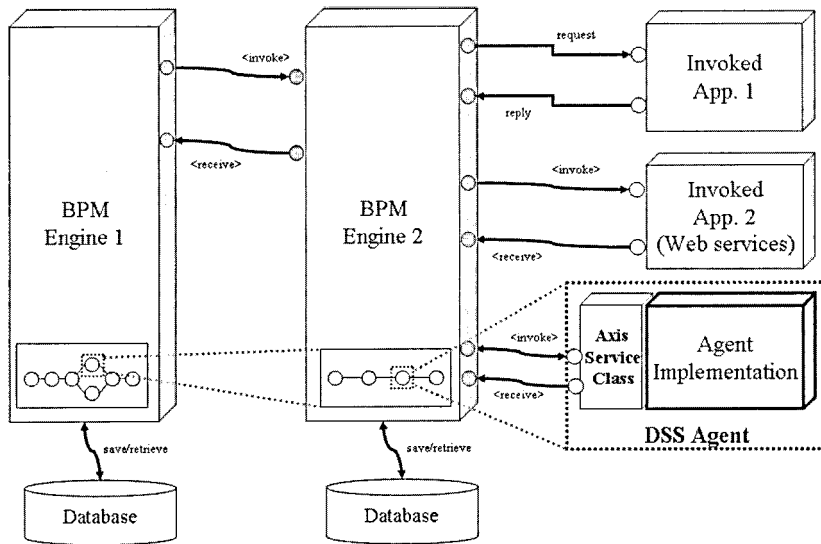
here, $a = \frac{i_0(t) - \mu_{D_0}}{\sigma_{D_0}}$, $b = \frac{i_0(t) + Q_0 - \mu_{D_0}}{\sigma_{D_0}}$,
 $f(x) = \text{PDF of normal}(\mu_{D_0}, \sigma_{D_0}^2)$
 $N(x) = \text{CDF of normal}(0, 1)$

의 형태로 $\mu_{D_0} = E[D_0]$ 와 $\sigma_{D_0}^2 = V[D_0]$ 의 값으로부터 직접 얻어지게 되어, 소매점 개수에 대해 선형적인 복잡도를 가지는 실시간의 주문 리스크 계산을 가능하게 하며[2], 정확한 주문 리스크의 값에 비해 총비용 기준으로 평균 1%의 오차를 가지는 상당히 정확한 근사성능을 보여준다[2]. 이 때, 주문 리스크의 값이 0 이하가 될 때 재주문을 수행함으로써 공급사슬 비용을 최적화할 수 있게 된다 [14].

4.2 웹서비스를 이용한 의사결정 에이전트구현

4.1절에서 설명한 의사결정 지원 에이전트는 BPM 엔진이 제공하는 실시간의 수요 및 재고 정보를 활용하여, 공급 사슬의 비용을 최소화하는 재주문 의사결정을 수행한다. 따라서, 본 연구에서 구현된 에이전트는 SCM 프로세스가 수행되는 과정에서 적시에 호출되고 실시간 정보를 이용하여 정확한 의사결정을 하도록 도와준다. 본 연구에서 고려하고 있는 에이전트는 다음의 몇 가지 요구사항을 충족 시켜야 한다.

- 사람의 개입이 없이 처리가 가능할 것
- 시스템 및 구현 방식에 독립적인 방식으로 처리가 가능할 것
- BPM엔진과의 상호작용이 용이할 것
- 의사결정 알고리즘의 변경 시 바인딩이 용이할 것



〈그림 4〉 웹서비스를 이용한 에이전트의 구현

```

POST /axis/RDAServiceWrapper.jws HTTP/1.0
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Accept: application/soap+xml, application/dime,
multipart/related, text/*
User-Agent: Axis/1.1
Host: localhost:8081
Cache-Control: no-cache
Pragma: no-cache
SOAP Action: ""

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<soapenv:Envelope
xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envel
ope"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance">
<soapenv:Body>
<ns1:getReorderQty
soapenv:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/so
ap/encoding/"
xmlns:ns1="http://rdaservice">
<shopId xsi:type="xsd:int">1</shopId>
</ns1:getReorderQty>
</soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>

```

```

HTTP/1.1 200 OK
Set-Cookie:
JSESSIONID=EDEC74836557E075D8A909C01C1746
3C; Path=/axis
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Date: Mon, 27 Sep 2004 04:58:52 GMT
Server: Apache Coyote/1.0
Connection: close

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<soapenv:Envelope
xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envel
ope"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance">
<soapenv:Body>
<ns1:getReorderQtyResponse
soapenv:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/so
ap/encoding/" xmlns:ns1="http://rdaservice">
<ns1:getReorderQtyReturn
xsi:type="xsd:int">0</ns1:getReorderQtyReturn>
</ns1:getReorderQtyResponse>
</soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>

```

〈그림 5〉 웹서비스화된 에이전트와 교환하는 SOAP메시지

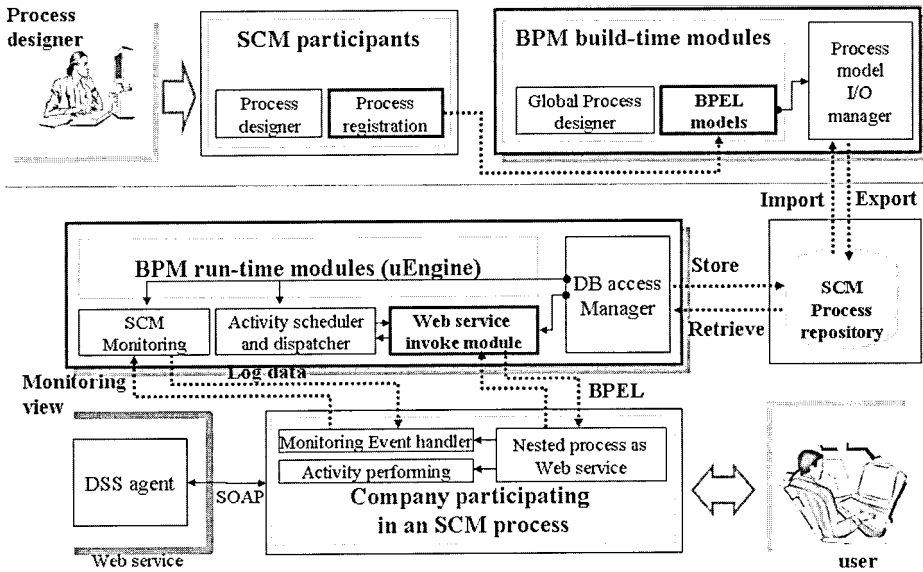
본 연구에서 이러한 요구사항을 충족시키 기 위하여 의사결정 지원 에이전트는 웹서비 슐을 이용하여 구현한다. 의사결정 지원 에이 전트가 BPM과 상호작용하는 방식과 구조를 〈그림 4〉에 표현하였다. 그림에서 보는 바와 같이 에이전트의 알고리즘 구현부분은 일반 적인 구현방식을 사용하되 웹서비스화할 수 있도록 하는 외부 클래스로 감싸서 이를 BPM엔진과 연계 서비스 한다.

웹서비스로 구현된 에이전트는 의사결정에 필요한 데이터를 SOAP메시지를 통하여 주고 받게 되는데 이 때, 에이전트에게 전달되는 SOAP메시지는 그림 5에 나타낸 바와 같다.

5. BPM을 이용한 프로세스 실행

5.1 시스템 구현세부

본 연구에서 고려하고 있는 SCM 프로세스 의 실행은 BPM에 의존하고 있으며 따라서 크게 정의시와 실행시로 나누어 그 절차를 생 각할 수 있다. 〈그림 6〉에 정의시와 실행시로 구분되어진 SCM 프로세스의 실행절차와 이 에 사용되는 전반적인 시스템 구조를 표현하 였다. SCM 프로세스를 실행하기 위해서는 SCM 프로세스를 BPM 시스템이 수행이 가 능한 형태로 준비하는 과정이 필요하다. 이를 위하여 먼저 SCM 프로세스에 참여하는 각 주체들은 상위 프로세스에 참여하는 자신의 내부프로세스를 설계하고 이를 BPML형태로 작성하여 하나의 웹서비스로 등록한다. 이와 같은 과정은 일반적인 service-oriented 구조에



〈그림 6〉 전체 시스템 구조

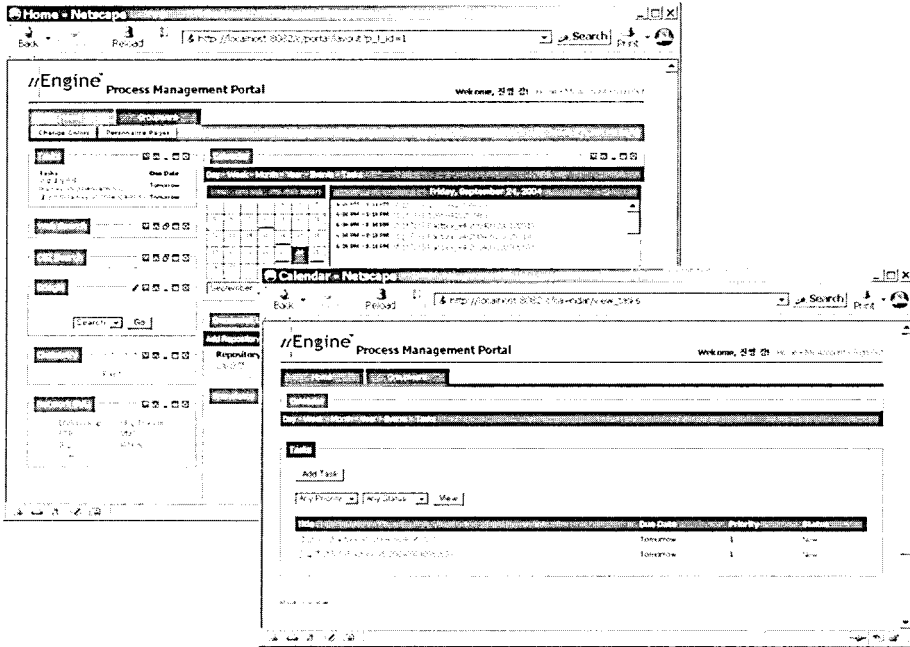
서 널리 사용되는 방법론이며, 앞으로 이에 대한 표준화가 진전이 되는 경우 본 연구의 방법론이 해당 표준을 준수하는 방향으로 나아갈 수 있음을 시사한다.

일단 프로세스가 실행가능한 형태로 준비되면, 시작에 필요한 이벤트에 의해(본 논문의 예제에서는 소매상의 고객이 주문을 하는 이벤트) 프로세스가 시작된다. 본 논문에서는 전체 SCM 프로세스의 관리를 위한 BPM시스템으로 uEngine [3]을 사용한다. 프로세스가 시작되면, uEngine은 글로벌 프로세스를 진행하며, 해당 참여주체의 내부 프로세스를 호출해야 하는 경우에는 웹서비스를 이용하여 호출하고, 호출된 내부 프로세스를 자신의 작업을 완료하여 이에 대한 결과를 넘겨준다. 이러한 과정은 일반적인 BPM에서 다루는 중첩 프로세스와 개념적으로 동일하지만, 웹서

비스를 통해 구현된다는 점이 다르다. 내부 프로세스를 실행하는 과정에서 의사결정이 필요한 경우는 이를 처리할 수 있는 의사결정 지원 에이전트를 호출한다. 이러한 과정에서는 다양한 참여주체와 에이전트들이 느슨한 결합(loosely coupled) 방식으로 하나의 글로벌 프로세스에 참여하면서도 전반적인 프로세스의 진행과정을 효과적으로 관리할 수 있는 방법을 제공한다.

5.3 uEngine 실행결과 및 SCM모니터링

본 논문에서 제안한 방법론은 SCM 프로세스를 BPM엔진을 기반으로 통합하여 실행, 관리하는 것을 핵심사항으로 하고 있다. 이를 위한 BPM시스템으로 앞 절에서도 간단히 언급한 바와 같이 uEngine을 사용한다. uEngine



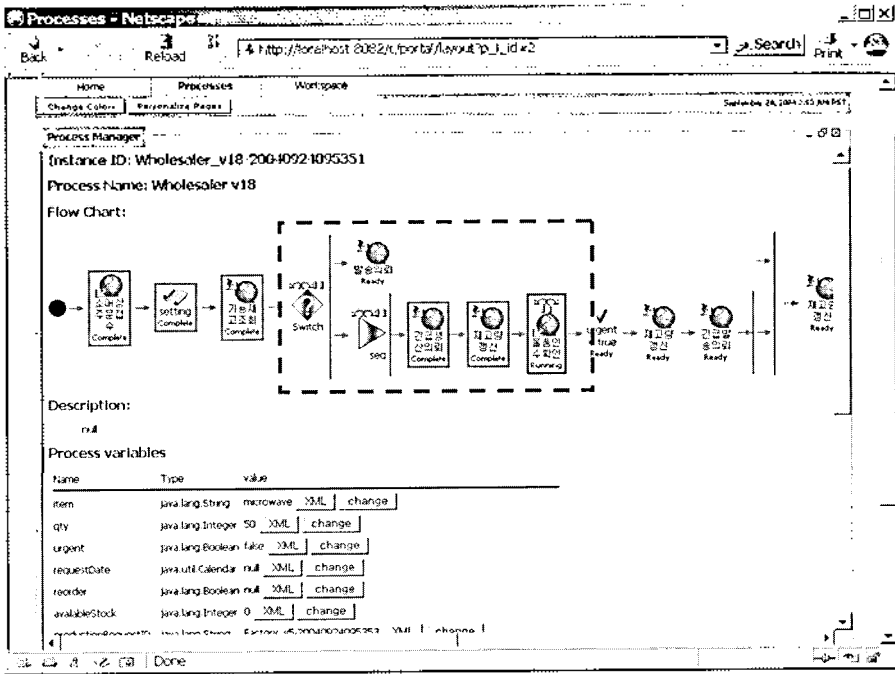
〈그림 7〉 uEngine 사용자 작업화면

은 SCM 프로세스와 같이 이기종의 다양한 참여주체들이 관여하고 복잡하고 변화가 많은 프로세스에 유연성과 적응성을 제공하는 BPM시스템이다[3]. SCM 프로세스를 실행하기 위하여 uEngine을 도입함으로써 SCM 프로세스의 통합운영 관리가 가능하게 되며, 향후 SCM 프로세스를 개선하는 기반을 확보하게 된다.

먼저 사용자는 SCM 프로세스의 진행과정에서 자신에게 할당된 업무를 확인하고 해당 업무를 수행할 수 있는 환경을 제공받는다. uEngine은 SCM 프로세스의 진행과정에서 해당 시점에 처리되어야 할 업무를 확인하여 이를 적절히 할당한다. 만일 사람의 개입이 필요 없는 업무의 경우는 웹서비스를 통하여 예

이전트를 호출하여 처리하고, 파트너의 프로세스를 요구한다면 해당 프로세스를 중첩된 프로세스로 호출하여 시작시킨다. 그리고 만일 사람이 처리해야하는 업무의 경우는 가장 책임자에게 업무를 할당한다. 〈그림 7〉에서 보는 바와 같이 해당 사용자는 uEngine을 통하여 자신의 계정으로 로그인하여 처리해야 할 업무를 확인하고 해당 업무를 수행할 수 있다.

SCM 프로세스를 BPM을 활용하여 실행함으로써, 여러 참여주체가 상호작용하는 전반적인 SCM 프로세스의 진행과정을 확인하고 적절히 대처함은 물론, 이미 실행된 결과치를 확인하고 이를 이용하여 향후 프로세스를 점진적으로 개선하는 기반으로 이용할 수 있다



〈그림 8〉 uEngine 사용자 작업화면

[7]. 이러한 장점은 BPM에서 제공하는 모니터링 기능을 활용하여 이루어지며, 그림 8에 본 연구에서 고려하고 있는 프로세스에서 도매상의 내부 프로세스 모니터링 화면을 제시하였다.

본 논문에서 고려하고 있는 바와 같은 SCM 프로세스는 하나의 프로세스에 대하여 인스턴스가 빈번하게 발생되고 이에 대한 관리가 어렵고 정보를 체계적으로 관리하여 지식화하기가 복잡하다. 그림 8의 모니터링 화면은 도매상이 소매상으로부터 50개의 주문을 받았으나 재고가 없어 긴급생산을 공장에 의뢰하여 물품을 인수받은 상태를 보여주고 있다. 이와 같이 BPM은 각 인스턴스별로 정확한 현 상황을 표현해주며, 이를 통한 향후

프로세스 개선에 대한 정보를 제공할 수 있다. 본 연구에서 고려하고 있는 프로세스의 실제 실행 및 동작은 <http://203.241.246.222:8082>에 접근하여 테스트해볼 수 있다.

6. 결론 및 추후 연구과제

본 논문에서는 SCM 프로세스의 통합 실행 및 관리를 위하여 BPM을 도입하였다. SCM 프로세스는 여러 참여주체들이 상호작용하면서 운영되므로 이들간의 정보공유와 체계적인 관리가 어려운 측면이 있었다. 본 논문의 방법론은 정보의 공유를 통한 상호작용을 위해서는 웹서비스 기술의 느슨한 결합을 활용

하면서도 전반적인 실행과 관리를 위해서는 글로벌 수준에서 BPM시스템을 활용함으로써 SCM 프로세스의 환경구축과 실행관리 양쪽 모두를 고려하는 방법론을 제시하였다. 공급사슬에 참여하는 주체들은 웹서비스라는 플랫폼에 독립적인 시스템을 활용함으로써 구축에 소요되는 복잡성을 단순화할 수 있으며, 상대적으로 취약하기 쉬운 SCM 프로세스의 관리와 감독은 BPM이 담당하게 함으로써 균형을 이루도록 할 수 있다. 본 연구가 제안한 바와 같은 BPM을 활용한 SCM 프로세스의 실행 관리는 다음과 같은 구체적인 장점을 제공한다.

- SCM 프로세스의 실행과정의 상당부분을 자동화함으로써 사람의 개입을 줄인다.
- SCM 프로세스의 실행과정을 모니터링할 수 있다.
- SCM 프로세스의 실행결과를 다양하게 분석할 수 있다.
- 의사결정 에이전트에게 실시간 정보를 제공함으로써 프로세스의 수행도를 높일 수 있다.
- 프로세스 수행의 결과를 토대로 프로세스 개선 아이디어를 도출할 수 있다.

본 연구의 결과를 토대로 몇 가지 추후연구과제를 도출할 수 있다. 먼저, SCOR (Supply Chain Operations Reference) [18] 등과 같은 표준적인 SCM 참조 프로세스에 대하여 본 연구의 방법론을 적용할 필요가 있겠다. 다음으로, 구체적인 실행결과 분석 및 이를 통한 지식도출 방법론에 대한 연구를 들 수 있다. 본 논문의 목적상 지식관리를 위한 분석에 초

점을 두고 있지 않으므로 자세히 언급하지 않았으나, 이에 대한 구체적인 방법론의 도출을 위한 연구가 필요하다. 마지막으로, BPEL을 사용하는데 따른 프로세스 의미적 제약의 극복방안에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 BPEL을 사용하여 참여주체의 내부 프로세스를 기술하고 있으며, 복잡한 프로세스구조에 대해서는 BPEL로 모델링하기 힘든 경우가 있다. 따라서, 이의 극복방안에 대한 연구가 이어져야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 배혜림, e-Business 문서변경관리: 워크플로우 프로세스를 위한 비즈니스문서 변경관리, 공학박사논문, 서울대학교, 2002.
- [2] 서용원, 성제훈, 정성원, 강석호, 박진우, 복합 포아송 수요를 갖는 2계층 분배형 공급사슬에서 공유 재고 정보를 활용한 재주문 정책, 한국 SCM 학회지, 제1권, 제2호, pp.35-46, 2002.
- [3] 장진영, uEngine 사용자/개발자 가이드 (ver 1.0), 2004
- [4] Andrews, T. et al., Business Process Execution Language for Web Service, BPEL4WS v. 1.1, 2003
- [5] Chopra, S., P. Meindl, Supply Chain Management, 2nd Ed., Prentice Hall,

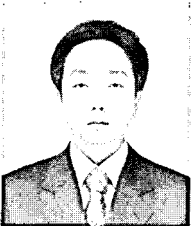
2003

- [6] Hogg, R. V., and A. T. Craig, Introduction to mathematical statistics, 4th ed., Collier Macmillan Publishers, London, 1970
- [7] Hur, W., H. Bae, and S-H. Kang, Customizable Workflow Monitoring, Concurrent Engineering: Research and Applications, vol. 11, no. 4, Dec. 2003.
- [8] Jang, J., Y. Choi and J. L. Zhao, "An Extensible Workflow Management Architecture with Web Services", International Journal of Web Services Research, vol. 1, no. 2, pp. 1-15, 2004
- [9] Kiepuszewski, B., Expressiveness and Suitability of Languages for Control Flow Modeling in Workflows, A dissertation of Queensland University of Technology, 2002.
- [10] Kim, Y., S-H. Kang, D. Kim, J. Bae, and K. Ju, WW-Flow: Web-based workflow management with runtime encapsulation, IEEE Internet Computing, Vol. 4, No. 3, 2000, pp. 55-64.
- [11] Kumar, A., J. L. Zhao, Workflow support for electronic commerce applications, Decision Support Systems, vol. 32, no. 3, pp. 265-278, 2002.
- [12] Lawrence, P. Workflow Handbook, Wiley, 1997.
- [13] Lee, H. L., V. Padmanabhan, and S. Whang, Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect, Management Science, vol. 43, no. 4, pp. 546-558, 1997.
- [14] Seo, Y., S. Jung, and J. Hahm, Optimal reorder decision utilizing centralized stock information in a two-echelon distribution system, Computers & Operations Research, Vol.29, No.2, pp.171-193, 2002.
- [15] Simchi-Levi, D., P. Kaminsky, and E. Simchi-Levi, Designing and Managing the Supply Chain, Irwin McGraw-Hill:Singapore, 2000.
- [16] Smith, H. and P. Fingar, Business Process Management - The Third Wave, Meghan-Kiffer Press, 2003.
- [17] Snell, J., Automating business processes and transactions in Web services, <http://www-106.ibm.com>, 2002
- [18] Supply Chain Council, "Supply-Chain Operations Reference-model (Overview of SCOR version 5.0)" , <http://www.supply-chain.org>, 2002
- [19] Wohed, P., W.M.P. Aalst, M. Dumas, and A. H. M. Hofstede, Pattern Based Analysis of BPEL4WS, Technical Report FIT-TR-2002-4, QUT

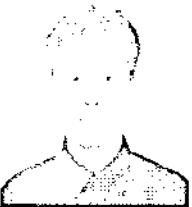
저 자 소 개



배혜림 (E-mail : hrbae@pusan.ac.kr)
 1996. 2. 서울대학교 산업공학과(학사)
 1998. 2. 서울대학교 산업공학과(석사)
 2002. 8. 서울대학교 산업공학과 박사
 2002. 8 ~ 2003. 2. 삼성카드 정보기획팀
 2003. 3 ~ 2004. 8. 동의대학교 인터넷비즈니스학과 전임강사
 2004. 9 ~ 현재 부산대학교 산업공학과 조교수
 관심 분야 BPM, 다조직 프로세스 통합 방법론, XML, eAI, 웹서비스



서용원 (E-mail : seoyw@dankook.ac.kr)
 1994. 2. 서울대학교 산업공학과(학사)
 1996. 2. 서울대학교 산업공학과(석사)
 2001. 2. 서울대학교 산업공학과 박사
 2001. 3 ~ 2003. 2. 한국전산원 선임연구원
 2003. 3 ~ 현재 단국대학교 경상학부 전임강사
 관심 분야 공급사슬관리, 정보시스템통합



최용선 (E-mail : yschoi@inje.ac.kr)
 1986. 서울대학교 산업공학과(학사)
 1988. KAIST 산업공학과(석사)
 1989. Stanford University
 1991. 東京大學校
 2002. U. of Arisona 객원 연구원
 1993. KAIST 산업공학과박사
 1993 ~ 현재 인제대학교 시스템경영공학과 부교수
 관심 분야 Workflow & Business Process Management, Web Services, e-Business, Component Based Development, Object-oriented System Analysis & Design



장진영 (E-mail : pongsor2@hotmail.com)
 2000. 인제대학교 정보통신공학과(학사)
 2002. 인제대학교 광대역정보통신공학과(석사)
 2002. (주)핸더소프트 비즈플로 워크플로 개발
 2002. U. of Arizona 객원연구원
 2003 ~ 현재 uEngine(www.uengine.org) 프로젝트 관리자
 관심 분야 객체지향분석과 프레임워크를 통한 컴포넌트 기반 개발, 워크플로우와 웹서비스를 기반한 전자 거래