

## 멀티에이전트 기반 SCM 모델링 및 구현\*

김 태운\*\* · 양 성민\*\*\* · 서 대희\*\*\*\*

### <목 차>

I. 서론	IV. 프로그램 구현
II. 멀티에이전트 및 SCOR 모델	4.1 MASIM 업무흐름
2.1 멀티에이전트 개념 및 특징	4.2 멀티에이전트 구성
2.2 SCOR (Supply Chain Operations Reference) 모델	4.3 멀티에이전트간의 메시지 전달
III. 멀티에이전트 기반 SCM 정보 시스템 모델링 (MASIM)	V. 결론
3.1 SCOR 단계별 멀티에이전트 정의	참고문헌
3.2 MASIM 구조	Abstract

## I. 서 론

공급사슬 (Supply Chain)이란 제품 및 서비스의 공급자에서 시작하여 구매, 제조, 분배, 유통을 거쳐 소비자에 이르는 연결 관계를 말한다. 공급사슬 관리 (Supply Chain Management)란 원재료, 재공품, 완제품과 관련된 물적 흐름과 정보의 흐름을 통합적 관점에서 관리하여 효율성을 제고함으로써 기업의 경쟁력을 높이는 것이라고 정의해 볼 수 있다. 하지만 실제로 기업이 인식하는 SCM은 다양한 의미를 갖는다. SCM은 한 기업 내에서 일어나는 판매, 생산, 구매 활동의 조정 (Coordination), 또는 공급사슬 상의 여러 조직 간의 협력 (Cooperation), 즉 공급자, 생산자, 유통업자, 고객 간의 전략적 제휴, 아웃소싱 등을 의미한다. 이밖에도 SCM은 공급사슬 상의 조직들 간의 수요, 재고, 생산계획에 대한 정보의 공유와 이러한 실시간 정보에 바탕을 둔 의사결정을 의미하기도 하며, 경우에 따라서는 e-marketplace를 통한 구매/판매 활동의 효율화 및 자동

\* 본 연구는 2002년도 부산광역시 Brain Busan 21 사업에 의해서 지원되었음.

\*\* 경성대학교 산업공학과(twkim@ks.ac.kr)

\*\*\* 경성대학교 산업공학과(smyang@ks.ac.kr)

\*\*\*\* 경성대학교 산업공학과(dhseo7@korea.com)

화를 의미하기도 한다. 이러한 다양한 인식은 각 기업이 속해 있는 공급사슬의 특성이 상이하며 이러한 상황에 대처하는 기업의 전략적 선택 또한 다르다는 사실에 기인한다.

다른 관점에서 공급사슬은 하나 혹은 여러 제품과 관련된 구매, 제조, 분배활동에 관한 자동적 혹은 반자동적인 비즈니스 엔티티의 네트워크로 정의해 볼 수 있다. 공급사슬에서의 다른 엔티티는 다른 제한조건과 목적에 의해서 작동된다. 그러나 이러한 엔티티는 적기 납품, 품질보증, 비용 최소화 같은 목표를 달성하기 위해서 공급사슬의 성능을 향상시키고자 할 때는 그들 상호간에 의존적으로 작동하게 된다. 따라서 공급사슬내의 어떤 하나의 엔티티의 성능은 다른 것에 의존하게 된다.

SCM은 다수의 의사결정자간에 일어나는 이해관계를 대상으로 하므로 공급자, 생산자, 분배자 등을 각각의 에이전트로 하여 구성된 멀티에이전트 (Multiagent) 기반 모델링 프레임웍은 이러한 SCM의 환경과 맞게 된다. 특히 차세대의 SCM은 분산된 환경에서 작동되고 동적이며 지능적이고 통합되어 있으며 응답능력이 있고 외부 자극에 즉시 반응을 하고 상호 협력적이며 언제나 작동되고 완전성을 가지며 환경에 적응해서 발전해 가는 능력이 요구되는데 (Fox, et al., 2000) 멀티에이전트가 이러한 능력을 가질 수 있으므로 SCM의 정보시스템을 모델링 하는데 멀티에이전트가 적합한 도구로 고려될 수 있다.

에이전트를 이용한 초기의 문헌으로서 먼저 이용규와 이재규 (1997)의 연구에서는 기본 상거래에서의 입찰 과정과 그 한계점을 해결하기 위해 UNIK-AGENT에 의한 에이전트 기반 상거래에서의 입찰과정을 제시하였다. 또한 인터넷 환경에서 부품 제조업체를 위한 판매 에이전트인 SAPM (Sales Agents for Part Manufacturer)을 통하여 전자상거래상의 거래과정에 적용해 보려고 하였다 (김현수 외, 1998). 멀티에이전트를 기반으로 하는 SCM 정보 시스템 설계와 관련된 기존의 연구들을 살펴보면, 이견수 외 (2003)의 논문에서는 공급 망에서의 멀티에이전트 기반 협동 모델을 신경망을 이용하여 제시하고 있다. 새로 제안한 협동 모델은 MatchMake, Yellow Pager, Buyer Agent, Supplier Agent로 구성되어 있다. 차영필과 정무영(2003)은 모바일 에이전트를 이용한 Collaborative Simulation Architecture를 제시하고 있다. 이를 위해 이 논문에서는 Manufacturing System에서의 Simulation 이용과 관련하여 Distributed Simulation과 Distributed Manufacturing과의 관계를 비교하고, 모바일 에이전트를 이용한 Simulation Architecture를 제시하고 있다. 임상환과 엄완섭(2002)은 SCC (Supply Chain Council; 2004)에서 개발하여 보급하고 있는 표준적인 공급체인 프로세스 참조 모델인 SCOR (Supply Chain Operation Reference) 모델을 이용한 멀티에이전트 지향 공급체인관리 디자인에 관한 연구결과를 제시하고 공급체인관리 성과측정을 위해 SCOR 모델을 적용하였다. 또한 이들은 멀티에이전트 지향의 공급체인 관리 시스템 설계방법 및 개발기술을 제시하고, 이를 공급체인 관리 시뮬레이션으로 구현함으로써, 개발된 Application의 타당성 및 성과적 의미를 검증하고자 하였다. 많은 부분에 멀티에이전트가 사용되고 있는데, 이 외에도 근래에 SCM에 멀티에이전트를 적용하는 논문들이 다소 나타나고 있다.

멀티에이전트를 이용한 공급망 구축방법 중 대표적인 모델로는 MASCOT (MultiAgent Supply Chain cOrdination Tool)가 있다 (Sadeh, et al., 1999). 이 모델은 공급 망에서 파트너를

동적으로 찾아내고, 거래계획과 일정에 대한 세부적 조작 방법에 대한 프레임워크를 제공한다. 각 MASCOT 에이전트는 계획과 일정 조정에 대한 역할을 수행하는데, 하위레벨의 에이전트들은 시스템내의 구매자나 판매자들에 대한 하위 일정 조정을 담당하고, 상위 레벨 에이전트는 각각의 하위 레벨 에이전트들의 조정과 통합과정을 담당한다.

이러한 기존의 연구에 근거하여 본 연구의 목적은 표준적인 공급사슬 프로세스 참조 모델(SCOR)을 따르는 정보 시스템을 모델링하고 멀티에이전트의 기능을 이용하여 시스템을 개발하였다. 이를 위해서 공급사슬관리의 표준 참조모델로 인정되고 있는 SCM Support Model에 관하여 조사하고 멀티에이전트에 기반 한 정보시스템 모델을 제시하였다. 제시된 모델을 SCM에서 가장 기본적으로 발생하고 있는 주문에 따른 재고관리 업무프로세스에 대하여 프로토타입을 개발하고 시험평가를 실시해 보았다.

## II. 멀티에이전트 및 SCOR 모델

### 2.1 멀티에이전트 개념 및 특징

Wooldridge (2002)에 의하면 에이전트는 주어진 환경 속에서 자기에게 주어진 목표를 달성하기 위해서 자율적으로 활동(Action)을 할 수 있는 컴퓨터 시스템으로 정의되어 있다. 따라서 에이전트는 환경으로부터 센서를 통한 입력을 받아서 자율적으로 환경에 대한 부분적인 조종(Control)을 할 수 있는 활동을 하게 된다. 물리적인 환경에서 실제로 조종이 가능한 시스템은 에이전트라고 할 수 있다. 예를 들면 실내의 자동 온도조절 장치도 가장 전형적인 에이전트 시스템이다. 센서를 통한 실내의 온도를 입력받아서 기준보다 낮으면 히터를 가동시키고 온도가 기준에 도달하면 히터를 끄게 된다. 소프트웨어 측면에서는 컴퓨터 시스템에서 자동으로 행해지는 많은 시스템도 실제로 에이전트 개념이 구현되는 경우라고 할 수 있다.

이러한 단순한 에이전트를 우리는 지능 에이전트(Intelligent Agent)라고 하지는 않는다. 따라서 에이전트를 지능 에이전트라고 부르기 위해서는 지능적인 시스템이 갖추어야 하는 조건들이 요구되며 이러한 기능으로 자율성(Autonomy), 사회성(Social Ability), 능동성(Pro-activeness), 반응성(Reactivity) 등을 들 수 있다(Wooldridge and Jennings, 1995). 자율성은 에이전트와 다른 일반 소프트웨어를 구별하는 가장 핵심이 되는 특성으로 사용자의 지시나 간섭 없이도 스스로 판단하여 행동하는 기능이다. 일반 프로그램이 수동적인 것에 비해 에이전트는 자율성을 가짐으로써 능동적으로 작업을 수행하므로 에이전트 수행 동작이나 내부 상태변화 등에 대한 제어권도 가지고 있다. 사회성은 다른 에이전트와 통신언어를 이용한 대화를 통해서 작업을 처리하는 기능을 의미한다. 하나의 에이전트로 처리하지 못하는 작업을 수행하기 위해 여러 가지 방법으로 다른 에이전트의 도움을 받는다. 능동성은 주변 환경의 변화에 단순히 반응하는 것이 아니라, 주어진 상황에서 자신의 목적에 따라 작업을 수행한다. 반응성은 현실세계, 사용자, 다른 에이전트

또는 네트워크등과 같은 주변 상황의 변화를 인식해 그에 대응한다. 에이전트와 기존의 프로그램과 가장 큰 차별성은 학습 또는 적응 능력이다.

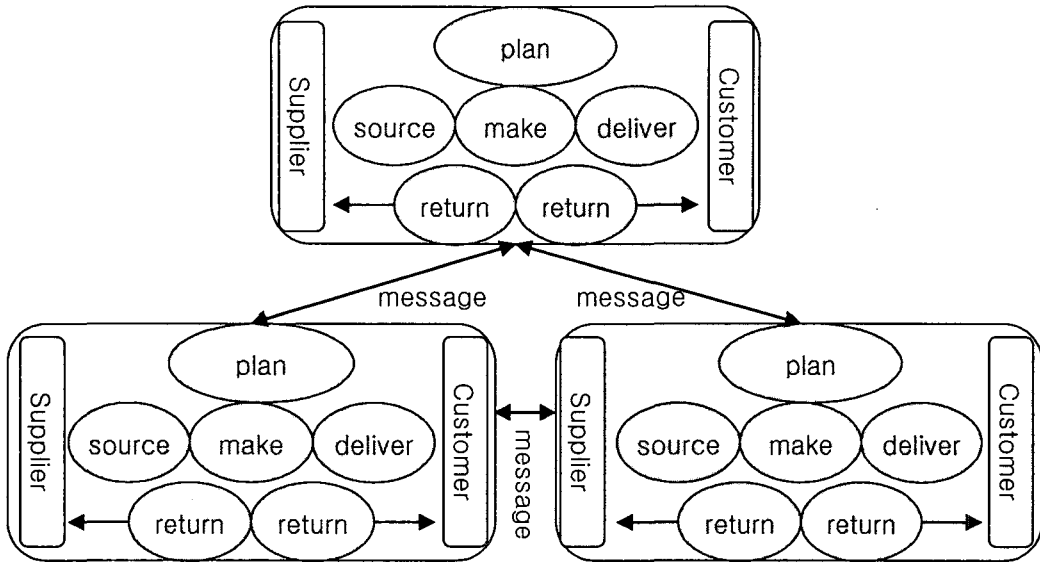
실세계의 모든 객체가 홀로 존재하지 않고 상호 연관해서 영향을 미치고 있는 것처럼 멀티에이전트는 실제의 컴퓨팅 환경을 잘 나타낼 수 있는 개념이다. 멀티에이전트 시스템에서는 복수의 에이전트가 존재하고 통신을 통해서 상호간에 영향을 미친다. 에이전트들은 각각 고유한 영향을 미칠 수 있는 영역 (Spheres of Influence)이 존재하며 그들이 존재하는 환경의 해당하는 영역에 대해서 영향을 미치게 된다. 이러한 영향의 영역이 상호 겹치게 되면 에이전트 간에 종속 관계가 발생할 수도 있다. 이러한 종속관계의 경우 에이전트간의 힘의 관계 즉 마스터-슬레이브 관계나 서버-클라이언트 개념에 의해서 우선순위를 정할 수 있다.

멀티에이전트 시스템은 에이전트들이 해결해야 할 공통의 목표를 설정하고, 각 에이전트들 간의 협력과 조정과정을 거쳐 주어진 문제를 해결하려는 방식을 사용한다. 각 에이전트의 능력 이상을 요구하는 문제에 대하여, 에이전트들 사이의 공동 작업을 통해 해결방법을 찾으려는 연구분야로서 분산 인공지능연구에 기반을 두고 있다.

멀티에이전트 시스템의 병렬성은 특정 부분의 오동작으로 인한 시스템 전체의 급속한 성능저하를 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 쉽게 몇 개의 부분으로 나뉘질 수 있는 문제 영역의 경우 문제해결 시간을 줄일 수도 있다. 또한 각 에이전트의 기능을 독립적으로 설계하므로, 모든 기능을 하나의 중앙제어 시스템으로 설계하는 것 보다 간단한 프로그래밍 모델을 제시해 주며, 기존에 설계된 에이전트 시스템에 새로운 기능을 추가할 경우에도 새로운 기능을 갖는 새 에이전트를 추가함으로써 쉽게 시스템을 확장할 수 있다.

## 2.2. SCOR (Supply Chain Operations Reference) 모델

SCOR모델은 SCC에서 개발하여 보급하고 있는 표준적인 공급체인 프로세스 참조 모델이다. 산업전반에 공통적으로 적용되는 공급사슬관리를 위한 기본 틀로서 프로세스의 정의와 용어 및 측정치(Metric)에 대한 표준을 제공한다. 벤치마크와 Best Practice를 통하여 공급 사슬을 구축하고 수행 할 수 있는 도구를 제공한다. 기업 상호간에 차세대 공급 사슬을 구축 할 수 있게 해주며, Plan, Source, Make, Deliver, Return의 5개의 영역으로 구성되는데 이들은 각기 따로 존재하지 않고 이들로 구성된 서브 시스템이 다른 서브 시스템과 연결되어 메시지를 주고받으면서 상호작용을 하게 되는데 이러한 개념이 [그림 1]에 나타나 있다.



[그림 1] SCOR Processes 의 5단계 및 이들 간의 상호작용

SCOR 모델은 데이터의 흐름이 아니라 업무 흐름을 표시한다. 계획과 실행이 명확히 구분되어 있는 프로세스 중심 지향적이고 횡적인 경영 비즈니스 모델이다. 공급체인의 기본구조 모델을 설정하고, 공급체인의 기본구조 모델을 참조하여 설계하며, 각 프로세스마다 지표의 목표치를 설정한다. 이와 같이 SCOR에 의한 표준화가 진행되면 각 사가 공급체인을 구축하는데 있어서 용이하게 모델을 얻을 수 있게 된다.

공급사슬의 참조모델과 멀티에이전트에 의한 인프라를 결합하여 전체 기업의 공급사슬에 있어서 전략적인 경쟁력있는 우위를 확보하는 방안으로서 Fu and Piplani (2000)는 SCM 지원모델을 제시하고 다음과 같은 4단계의 접근방법을 제시하고 있다.

- 1 단계: 물리적인 공급사슬의 식별로서 물리적인 공급사슬의 요소들 (위치, 제품군, 조직 등)이 정해진다.
- 2 단계: 프로세스 결정으로 물리적인 공급사슬의 엔티티와 관련된 프로세스를 결정한다.
- 3 단계: 프로세스 에이전트 개발단계로서 7개의 프로세스 에이전트를 개발한다. planning agent에는 plan supply chain agent, plan source agent, plan make agent, plan delivery agent의 4개가 있으며, execution agent에는 source agent, make agent, delivery agent의 3개가 있다.
- 4 단계: 프로세스 요소 프레임워크 단계로서 각각 다른 공급사슬 엔티티에 대해서 특정한 프로세스 내에 공통적으로 사용가능한 프로세스 요소를 식별하여 추출해 낸다.

### Ⅲ. 멀티에이전트 기반 SCM 정보 시스템 모델링 (MASIM)

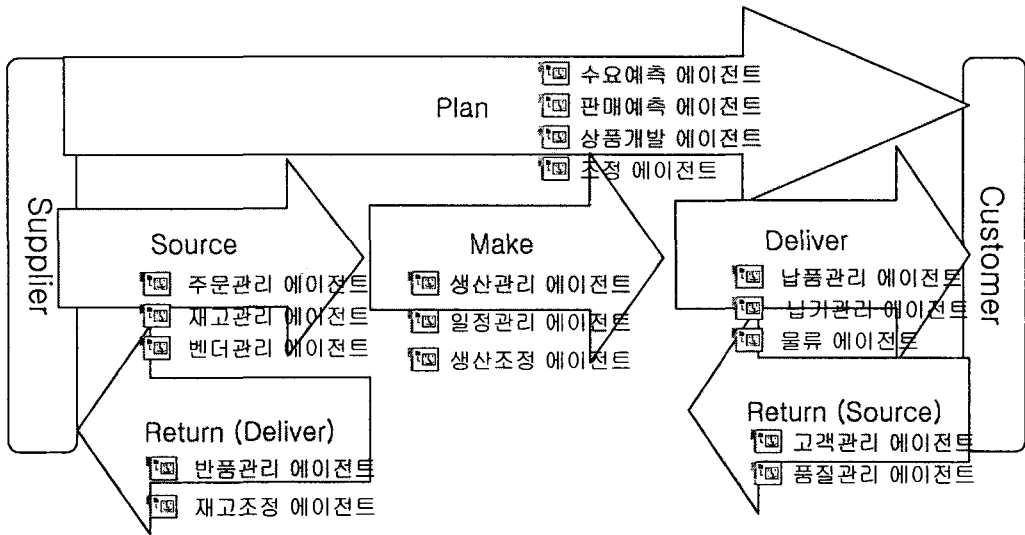
SCOR 모형은 회사 내부의 기능과 회사 간 공급사슬 파트너 사이의 의사소통을 위한 언어로써 공통의 공급사슬 경영 프로세스를 정의하고, 최상의 실행, 수행 데이터의 비교, 최적의 소프트웨어를 적용하기 위한 과정의 표준이다. 이는 부문과 부문, 기업과 기업을 연결하는 공급사슬에 계획, 관리, 실행의 전체효과를 높이려는 사고로 실제로는 각각의 기업들이 제각기 다른 업무 프로세스나 업적/측정 지표를 갖고 있더라도 전체의 효율을 위해 SCM 공용 프로세스를 개발하는 것이다. 이러한 SCOR 모형에 근거하여 멀티에이전트를 인프라로 이용한 SCM 정보 시스템을 MASIM (MultiAgent-based Scm Information system Model)이라 정의하고 이에 대한 구조 및 구성요소를 다음과 같이 제안하고자 한다.

#### 3.1 SCOR 단계별 멀티에이전트 정의

SCOR에 의한 표준화가 진행되면 다음과 같은 이점이 나타나게 될 것이다.

- ① 각 사가 공급 사슬을 구축하는데 있어서 참고할 모형을 제공한다.
- ② 용어와 비즈니스 프로세스가 표준화되기 때문에 컨설턴트, 시스템 통합, 벤더, 사용자 간의 커뮤니케이션이 용이해진다. 즉, 부문을 뛰어넘은 유저끼리의 커뮤니케이션이나 업종을 뛰어넘은 기업끼리의 커뮤니케이션이 용이해진다.
- ③ 패키지에 대한 이해와 활용 및 패키지의 편성도 용이해진다.
- ④ SCOR을 이용한 자사의 철저한 분석을 통해서 프로세스의 과부족이나 과잉 처리 등을 표면화 시킬 수 있기 때문에 그에 대한 대책이 용이해진다.
- ⑤ 표준 비즈니스 프로세스마다 제각기 지향해야 할 자세나 개선안이 한 기업의 경계를 뛰어넘어 논의될 수 있다. 이것에 의해서 Best Practice가 축적됨과 동시에 공유된다.
- ⑥ 이와 같은 표준이나 노하우를 축적함으로써 비즈니스 프로세스에 대한 체계적인 교육이 가능해진다.

다음으로 멀티에이전트 시스템을 효과적으로 모델링하기 위해서는 공급체인에서 발생할 수 있는 프로세스들을 하나의 에이전트로 보고 이 에이전트의 역할을 명확히 정해줌으로서 효과적인 모델링이 가능하게 한다. 앞에서 제시한 SCOR 모델을 이용하여 SCOR 모델에서 정의하고 있는 각각의 프로세스 영역별 안에 포함할 수 있는 주요 에이전트를 정의한다. 각각의 에이전트는 중복되는 영역이 없이 각각의 에이전트만의 목적을 정의하여야 한다. [그림 2]는 SCOR 모델의 각각의 프로세스 영역에 따른 주요 에이전트를 나타낸 것이다.



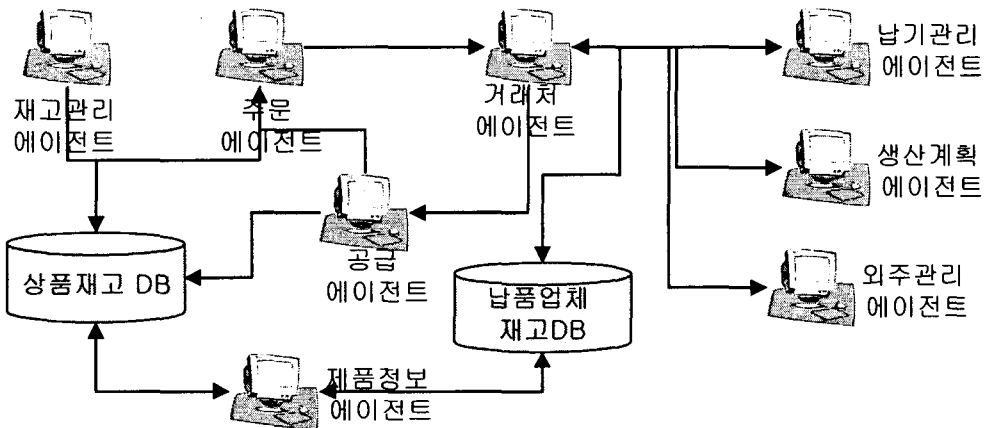
[그림 2] SCOR Processes 단계별 주요 에이전트

본 모델에서 제안한 멀티에이전트의 기능 및 임무는 아래와 같이 정의한다.

- 수요예측 에이전트 - 고객분석에 따른 상품의 수요관련 정보를 제공한다.
- 판매예측 에이전트 - 수요에 따른 마케팅 관련 정보를 제공한다.
- 상품개발 에이전트 - 신 상품 및 유사 제품군에 따른 정보를 제공한다.
- 조정 에이전트 - 수요와 판매예측에 따른 조정기능을 수행한다.
- 주문관리 에이전트 - 주문처리와 관련된 기능을 자동으로 처리한다.
- 재고관리 에이전트 - 재고가 일정 수준 이하가 되면 주문관리 에이전트에 메시지를 보낸다.
- 벤더관리 에이전트 - 거래처 정보를 관리한다.
- 생산관리 에이전트 - 생산과 관련된 정보를 수집하고 모니터링 한다.
- 일정관리 에이전트 - 생산과 관련된 일정 및 스케줄을 조정하고 관리한다.
- 생산조정 에이전트 - 일정관리 에이전트와 생산관리 에이전트 사이에서 조정 역할을 담당한다.
- 납품관리 에이전트 - 납기 정보를 받아 제품의 납품과 출고를 관리한다.
- 납기관리 에이전트 - 납기일정을 관리하고 필요시 우선순위에 따른 조정을 수행한다.
- 물류 에이전트 - 납품과 관련된 물류정보를 제공한다.
- 고객관리 에이전트 - 판매제품의 반품에 따른 고객의 정보를 관리한다.
- 품질관리 에이전트 - 고객으로부터 반품과 관련하여 품질관리 관련 정보를 관리한다.
- 반품관리 에이전트 - 부품 혹은 재공품을 벤더로 반환하는 일과 관련된 정보를 제공한다.
- 재고조정 에이전트 - 부품 혹은 재공품의 반품에 따른 재고조정 업무를 수행한다.

### 3.2 MASIM 구조

에이전트 개발 환경에서 가장 보편적으로 발생하는 공급자와 고객간의 주문에 대한 제안 및 계약에 이르는 과정을 대상으로 SCOR 모델에 따른 주요 과정별 에이전트를 앞 절에서 정의하였으며, 이들 간의 관계 및 전체 시스템 구성도를 나타내면 아래 [그림 3]과 같다. 고객을 유통업체의 창고의 재고를 모니터링하는 재고관리 에이전트로 가정하고 재고관리의 자동보충 시스템에 따라서 재고수준이 사전에 정의된 안전재고 수준 이하로 내려가면 필요한 수량만큼 자동으로 주문을 처리하게 된다. 이 주문을 받은 납품업체의 주문처리 에이전트는 이 주문에 따라서 필요한 에이전트간의 커뮤니케이션을 통해서 자체 재고 혹은 외부로부터의 납품을 결정하여 수량, 가격, 납기 등을 판단하여 정해진 시점에 맞춰서 납품을 하는 과정을 나타내 보여주고 있다.

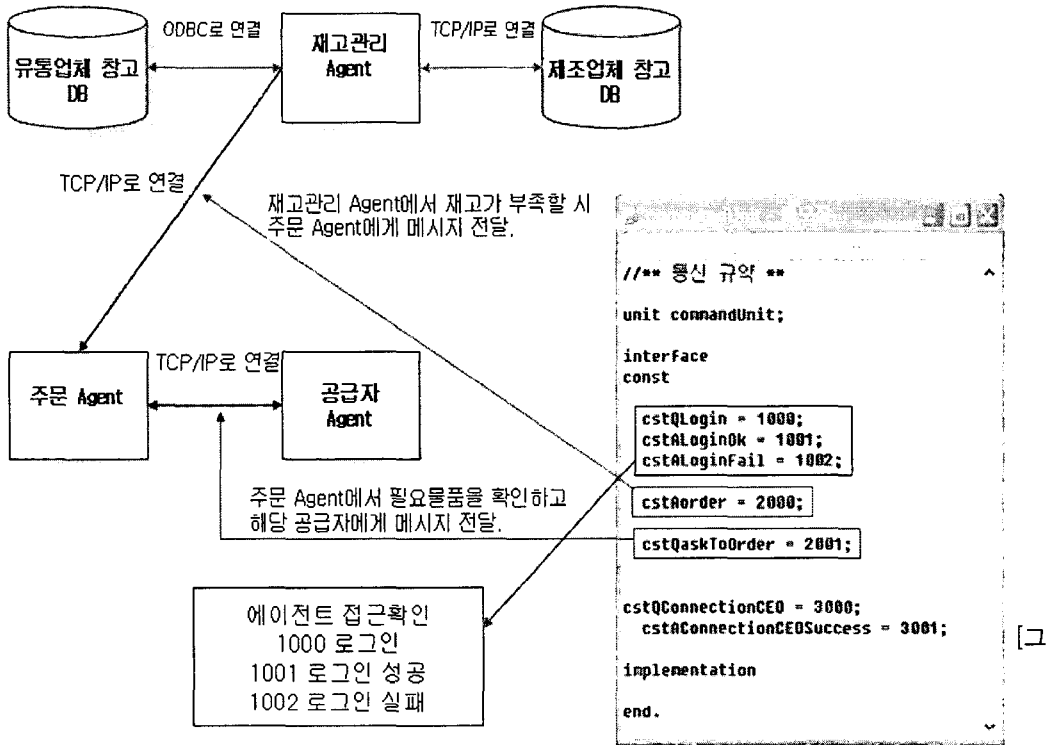


[그림 3] MASIM 구조

## IV. 프로그램 구현

이상에서 제시된 MASIM 시스템을 제조업체에서 기본적으로 발생하는 업무 프로세스 중에 재고관리 시스템을 대상으로 하여 구현하였다. 앞에서 정의된 에이전트 개발에 사용된 프로그램은 델파이를 이용해서 구현하였으며 에이전트는 소켓을 이용하여 개발함으로써 다른 플랫폼에서도 독립적으로 실행이 가능하게 하였다. 시스템 내에서 DB의 연결은 로컬 시스템에 연결된 에이전트와 DB의 연결을 ODBC를 이용하여 연결하고 외부의 서버에 연결된 DB와의 연결은 TCP/IP를 이용하였으며 [그림 4]에 재고관리 에이전트와 DB와의 연결방법을 자세히 보여주고 있다.

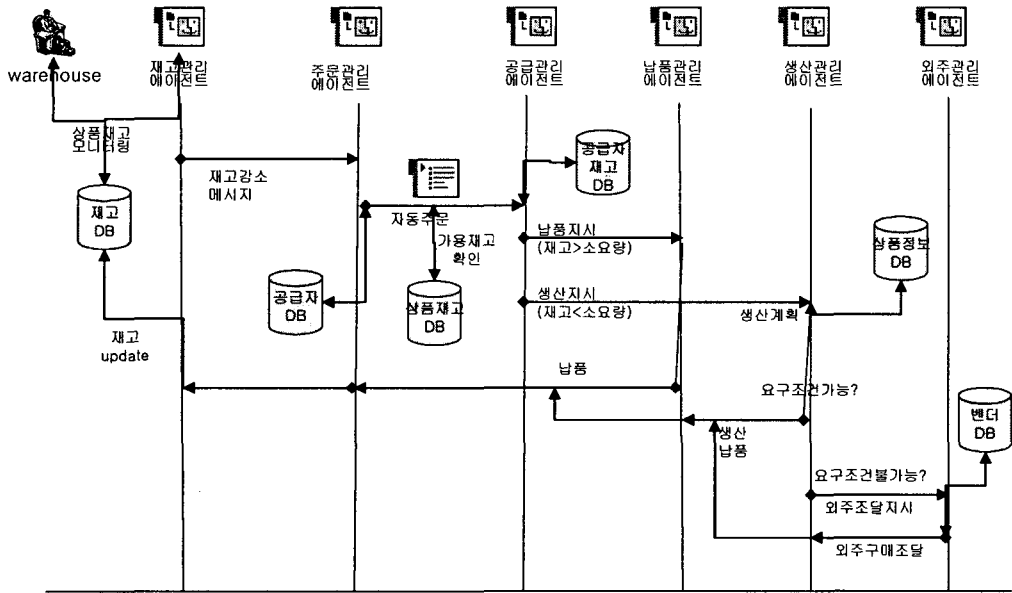




림 4] 재고관리 에이전트와 각 DB와의 연결 방법

### 4.1 MASIM 업무흐름

MASIM은 SOCR모델에서의 plan, source, make, deliver 단계에 따른 해당 에이전트로 구성되어 있다. 웨어하우스의 매장의 상품 재고를 관리하는 재고관리 에이전트로부터 특정 상품에 대한 추가 수요가 발생하면 이는 주문관리 에이전트에게로 자동 통보되고 주문관리 에이전트는 미리 정의된 비즈니스 프로세스에 따라서 관련 에이전트에게 메시지를 전달하게 된다. 이러한 멀티에이전트간의 비즈니스 프로세스의 흐름 및 메시지 전달과정이 [그림 5]에 나타나 있다.



[그림 5] MASIM 시스템에서 멀티에이전트간의 프로세스 및 메시지 전달

## 4.2 멀티에이전트 구성

MASIM을 구성하는 주요 에이전트는 재고관리 에이전트, 주문관리 에이전트, 공급관리 에이전트, 납품관리 에이전트, 생산관리 에이전트, 외주관리 에이전트 등으로 구성되어 있고, 각 에이전트의 기능은 아래와 같다.

재고관리 에이전트는 상품재고 DB에 연결하여 제품의 재고 수준을 수시로 모니터링하고 재고 수준이 자동발주 수준에 도달 시 해당 제품에 대하여 주문관리 에이전트에게 메시지를 보내는 역할을 하는데 [그림 6]에 나타나 있다.

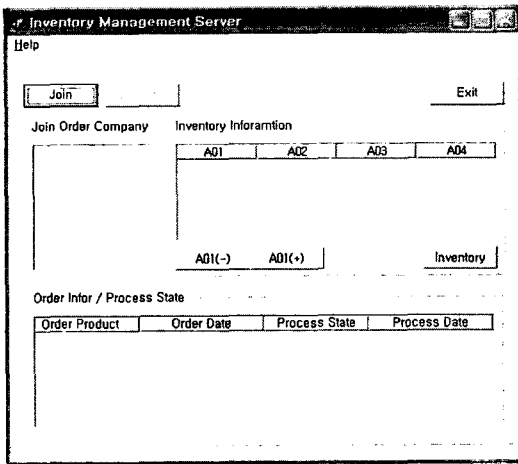
주문관리 에이전트는 재고관리 에이전트로부터 전달 받은 메시지를 파악하여 제품 공급자를 찾아 공급자 에이전트에게 제품 요청 메시지를 전달한다. 이 에이전트는 현재 접속해 있는 공급자들을 파악하고 연결되어 있지 않은 공급자에게는 메시지를 통하여 주문관리 에이전트에 접속을 유도하는 역할을 수행하는데 [그림 7]에 주문관리 에이전트 관련 데이터 항목 및 구성이 나타나 있다.

공급관리 에이전트는 주문관리 에이전트에 접속하여 주문관리 에이전트에서 보내온 메시지를 처리한다. 주문관리 에이전트에서 제품에 대한 공급자를 파악하여 해당 공급관리 에이전트에게 제품의 주문량을 보내고 공급관리 에이전트는 접수받은 메시지를 파악하여 재고창고에 제품을 확인하고 부족 시 제품생산 에이전트에게 메시지를 전달한다.

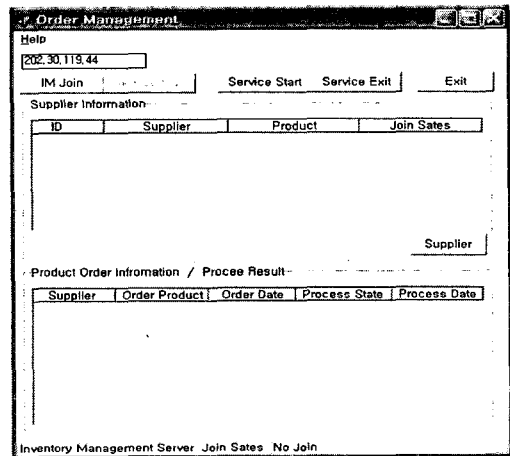
납품관리 에이전트는 공급관리 에이전트나 생산관리 에이전트로부터 전달 받은 메시지를 통해 주문정보를 확인하고 해당 업체에 제품을 납품한다. 납품 시 납기일을 파악하여 재고관리 에이전트에게 해당 납기일을 미리 통보한다.

생산관리 에이전트는 생산요청 메시지를 납품관리 에이전트로부터 받으면 제품 정보 DB를 확인하여 제품 생산기간 등을 파악하여 출력하고 생산 스케줄을 작성하여 생산이 가능하게 한다. 생산이 완료되면 납기 에이전트에게 생산완료 메시지를 전달한다.

외주관리 에이전트는 생산관리 에이전트가 자체 생산으로 수량이나 납기충족이 어려울 경우에 외부 벤더를 통한 조달을 의뢰해 온 경우 2차 벤더로 부터 조달가능성을 판단하여 외주 조달을 가능하게 해 주는 에이전트이다.



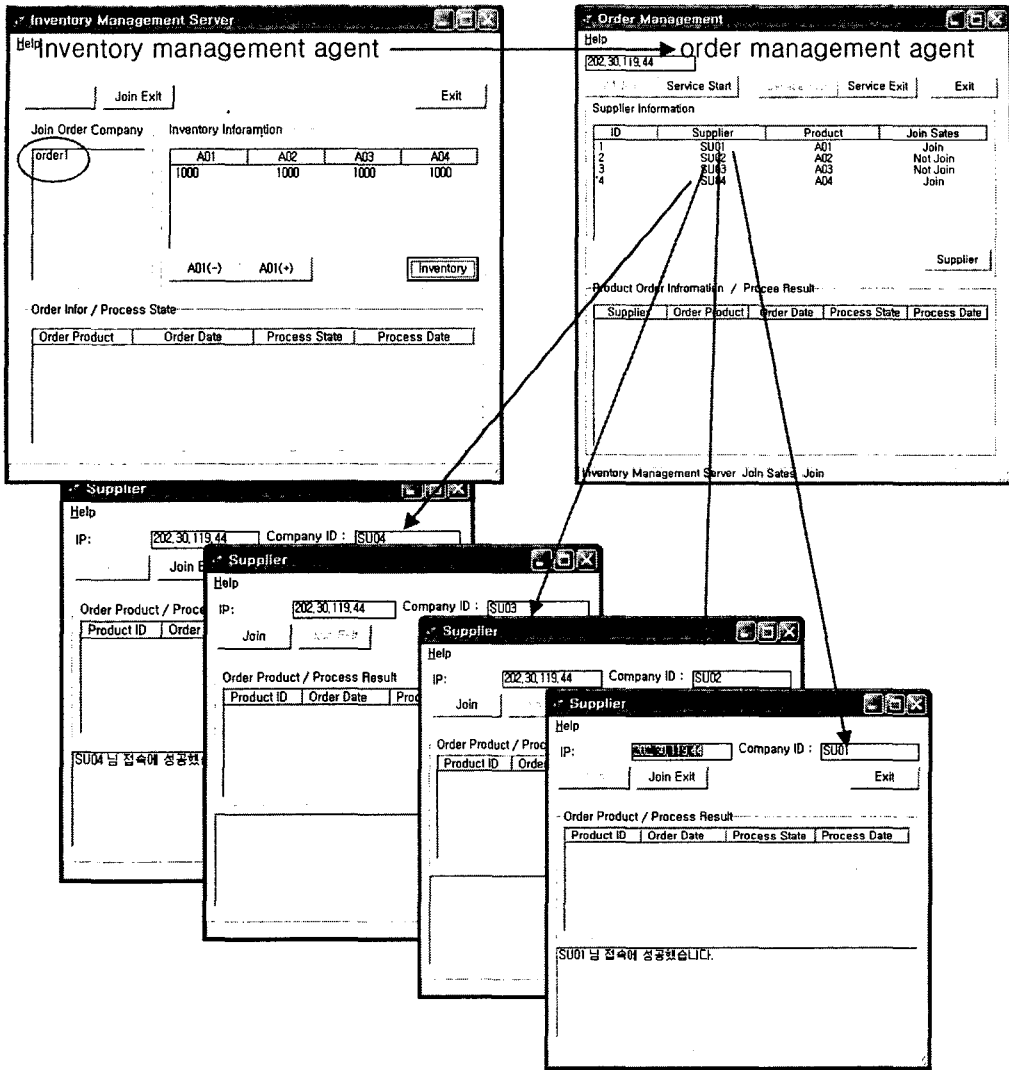
[그림 6] 재고관리 에이전트 화면



[그림 7] 주문관리 에이전트 화면

### 4.3 멀티에이전트간의 메시지 전달

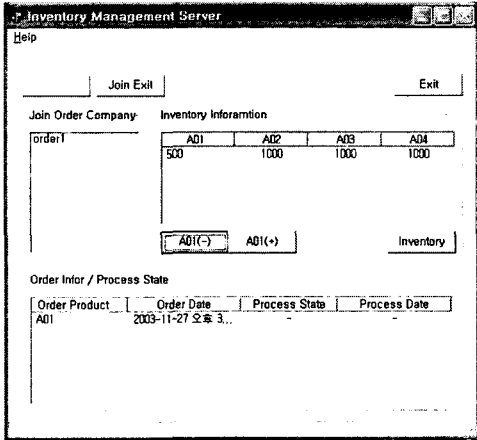
MASIM을 구성하는 멀티에이전트간의 메시지 전달과 접속 상태를 보여주는 화면이 [그림 8]에 나타나 있다. 재고관리 에이전트로부터 자동 주문소요가 발생한 제품에 대해서 주문관리 에이전트에게 메시지가 전달되고 주문관리 에이전트는 해당 상품에 대응하는 공급자를 자동 검색하여 주문 관련 정보를 전달하게 된다. [그림 8]에는 'order1'에 대한 4명의 공급자가 검색되어 연결된 상태를 보여주고 있다.



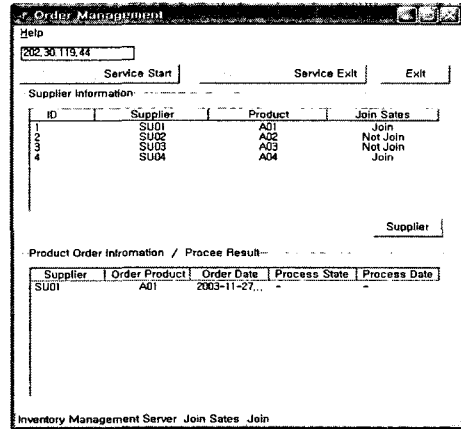
(재고관리 에이전트로부터 자동 주문수요가 주문관리 에이전트에 전달되면 해당 주문을 수행 할 수 있는 공급자 에이전트 4개가 접속하여 주문에 대한 메시지를 전달하는 과정)

[그림 8] MASIM에서 멀티에이전트간의 접속 상태

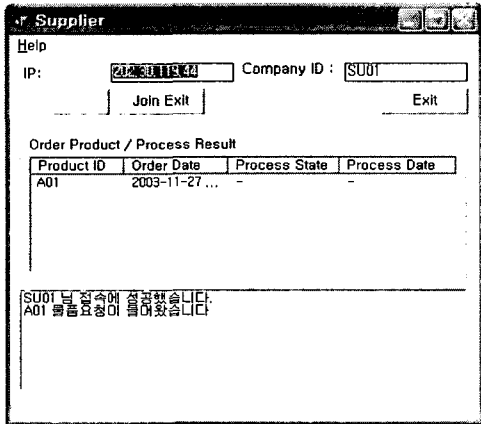
재고관리 에이전트는 상품 재고 DB를 계속적으로 검색하여 재고가 재 주문 수준에 도달하면 자동으로 주문관리 에이전트에 메시지를 전달한다. 주문관리 에이전트는 해당상품과 관련된 공급자 에이전트를 검색하여 이들에게 필요한 상품과 수량 및 납기에 관한 정보를 전달한다. 공급자 에이전트는 주문에 대하여 상품 재고 DB를 확인하여 상품의 직접 조달 혹은 생산 에이전트를 통한 생산에 의한 조달을 결정하게 된다. [그림 9]는 4종류의 멀티에이전트간에 메시지가 전달된 상태를 나타낸다.



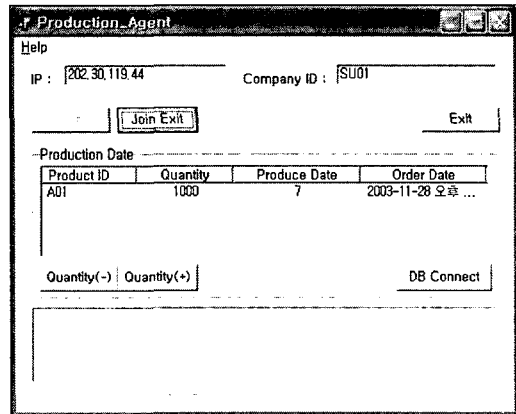
(a) 제품 A01의 재고가 현재 500으로 되어있음  
접속된 상태 (재고관리 에이전트)



(b) 해당 제품에 대해서 4개의 공급자  
(주문관리 에이전트)



(c) 공급자 에이전트에 주문이 전달된 상태



(d) 생산 에이전트에 상품 A1의 생산 의뢰

[그림 9] 멀티에이전트간의 메시지 전달과정

## V. 결 론

본 연구에서는 SCM의 표준 참조모델로 인정되는 SCOR 모델을 기반으로 하여 각 공급사슬의 엔티티를 멀티 에이전트를 이용해서 모델링하고 주문처리와 관련된 비즈니스 프로세스를 대상으로 이를 구현하였다. 차세대의 SCM이 분산된 환경에서 작동되고 동적이며 지능적이고 통합되어 있으며 응답능력이 있고 외부 자극에 즉시 반응을 하고 상호 협력적이며 언제나 작동되고 완전성을 가지며 환경에 적응해서 발전해 가는 능력이 요구되는데 멀티에이전트가 이러한 능력을 가질 수 있으므로 SCM에서 요구되는 주요 기능을 멀티에이전트를 이용하여 구현해 보고자 하였다. SCOR 모델은 비즈니스 프로세스 재설계, 벤치마킹, 최상의 실행 방법을 통합한 프로세스 참조 모델이다. 개발된 정보 시스템을 이용하게 되면 공급 사슬 상에서 발생하는 여러 과정 중에서 많은 부분은 자동화하여 시간적인 측면과 인적 측면에 효율을 높임으로써 비용의 감소와 응답시간의 단축으로 고객에 대한 서비스 증대를 가져올 수 있으며, 표준화된 SCOR 모델을 적용함으로써 시스템 확장에도 유용하게 적용할 수 있다. 지금과 같이 글로벌한 환경에서 적용가능 하도록 분산된 환경에서 작동 가능하고 동적이면서도 지능적이며 통합된 모델링 아키텍처를 제시하고 프로토타입을 개발하여 시험해 보았다.

추후 연구 과제로는 제안된 모델을 기업에서 운용중인 레거시 시스템과 연계하여 실제로 멀티 에이전트 환경에서 작동되는 시스템 개발 및 기존의 인트라넷/엑스트라넷 환경에서 행해지는 시스템과의 성능을 비교평가할 필요가 있다. 또한 현재 SCM 분야에서 행해지고 있는 큰 변화가 RFID (Radio Frequency IDentification) 센서와 같은 모바일 기술과의 결합이다. 세계 최대의 웨어하우스인 월마트에서 2005년 1월까지 선두 100개 납품업체에 대하여 납품시 상품에 RFID 태그를 부착하도록 이미 요구를 한 상태이므로 향후 이로 인하여 다른 유통업체 및 기업에서도 RFID 태그의 사용이 급격히 증대할 것으로 판단된다. 이러한 모바일 기술의 발전을 고려하여 에이전트간의 커뮤니케이션을 무선 프로토콜을 이용하는 방법의 개발도 필요한 연구 분야이다.

## 참고문헌

- 김 현수, 최 형림, 박 영재, 김 경환, 주 명호, 손 형수, “인터넷 환경하에서의 부품제조업체를 위한 판매 에이전트 개발,” 정보 시스템연구, 제7권 제2호, 1998, pp. 215-233.
- 이 건수, 김 원일, 김 민구, “공급망에서 신경망을 이용한 멀티에이전트 기반 협동 모델,” 한국지능정보시스템학회 춘계학술대회, 2003, pp. 264-273.
- 이 응규, 이 재규, “지능형 에이전트에 기반한 입찰,” 컴퓨터 월드, 1997.
- 임 상환, 엄 완섭, “멀티 에이전트 지향 공급체인관리 디자인에 관한 연구,” 대한산업공학회/한국경영과학회 2002 춘계공동학술대회, KAIST, 대덕, 2002, pp. 729-733.
- 차영필, 정무영, “분산 생산 시스템을 위한 에이전트 기반의 협업 시뮬레이션 체계,” 한국 경영과학회/대한산업공학회 2003 춘계공동학술대회, 한동대학교, 포항, 2003, pp. 808-813.
- Fox, M. S., M. Barbuceanu and R. Teigen, “Agent-oriented supply chain management,” *The International Journal of Flexible Manufacturing System*, Vol. 12, 2000, pp. 165-188.
- Fu, Y. and R. Piplani, “Multi-agent enabled modeling and simulation towards collaborative inventory management in supply chains,” *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*, 2000, pp. 1763-1771.
- Sadeh, N. M., D. W. Hildum, D. Kjenstad and A. Tseng, “MASCOT: an agent-based architecture for coordinated mixed-initiative supply chain planning and scheduling,, In *Proceedings of Third International Conference on Autonomous Agents (Agents' 99)*, [http://www.ri.cmu.edu/pubs/pub\\_3164.htm](http://www.ri.cmu.edu/pubs/pub_3164.htm) , 1999.
- Supply Chain Council, <http://www.supply-chain.org> , 2004.
- Wooldridge, M., *An introduction to multiagent systems*, John Wiley & Sons, England, 2002.
- Wooldridge, M. and Jennings N. “This is MyWorld: The logic of agent-oriented testbed for DAI,” In *Intelligent agents: Theories, Architectures and Languages, LNAI 890*, 160-178, Springer, Berlin, 1995.

< Abstract >

## Multiagent Enabled Modeling and Implementation of SCM

Tae Woon Kim · Seong Min Yang · Dae Hee Seo

The purpose of this paper is to propose the modeling of multiagent based SCM and implement the prototype in the Internet environment. SCM process follows the supply chain operations reference (SCOR) model which has been suggested by Supply Chain Council. SCOR model has been positioned to become the industry standard for describing and improving operational process in SCM. Five basic processes, plan, source, make, deliver and return are defined in the SCOR model, through which a company establishes its supply chain competitive objectives.

A supply chain is a world wide network of suppliers, factories, warehouses, distribution centers and retailers through which raw materials are acquired, transformed or manufactured and delivered to customers by autonomous or semiautonomous process. With the pressure from the higher standard of customer compliance, a frequent model change, product complexity and globalization, the combination of supply chain process with an advanced infrastructure in terms of multiagent systems have been highly required.

Since SCM is fundamentally concerned with coherence among multiple decision makers, a multiagent framework based on explicit communication between constituent agents such as suppliers, manufacturers, and distributors is a natural choice. Multiagent framework is defined to perform different activities within a supply chain. Dynamic and changing functions of supply chain can be dealt with multi-agent by cooperating with other agents. In the areas of inventory management, remote diagnostics, communications with field workers, order fulfillment including tracking and monitoring, stock visibility, real-time shop floor data collection, asset tracking and warehousing, customer-centric supply chain can be applied and implemented utilizing multiagent.

In this paper, for the order processing event between the buyer and seller relationship, multiagent were defined corresponding to the SCOR process. A prototype system was developed and implemented on the actual TCP/IP environment for the purchase order processing event. The implementation result assures that multiagent based SCM enhances the speed, visibility, proactiveness and responsiveness of activities in the supply chain.

**Keywords:** Multiagent, SCM, SCOR, SCC