

# 에이전트를 이용한 중소기업의 e-SCM 프레임워크에 관한 연구

## A Study on e-SCM Framework in Small and Medium Enterprises with Agent

김영훈, 임상환, 엄완섭  
강릉대학교 산업시스템공학과  
전화번호 : 033-640-2372, FAX번호 : 033-640-2372  
gns0001@kangnung.ac.kr, lsh7820@kangnung.ac.kr, eomeom@kangnung.ac.kr

### Abstract

공급망관리(SCM: Supply Chain Management)는 자신의 비즈니스를 개선하고자 노력하는 대부분의 기업들에게 있어서 핵심 목표가 되고 있다. 공급망최적화(SCO: Supply Chain Optimization)는 이러한 개선 노력의 중심 목표로서 등장했으며, 보다 높은 수준의 고객 만족을 제공하기 위해, 공급망 구성원들이 최상의 업무 수행 사례를 공유하여 공급망 상호작용의 최저 원가와 최고 효율 시스템을 개발하기 위한 조직화 된 노력을 의미한다.

이러한 공급망에서 성과를 내기 위해서는 각 구성 요소들 사이의 조정과 협력이 필요하다. 그러나 기업내부와 기업외부의 환경의 동적인 면으로 인해 이러한 조정에 어려움이 있다. 예를 들면 공급업체로부터 원자재 도착 시간의 지연, 생산 설비의 고장, 작업자의 질병, 고객의 주문에 대한 취소 및 변경은 계획의 변화를 유발시킨다. 몇 가지의 경우에는 지엽적으로 다루어 질 수 있지만 대부분의 경우는 공급망의 여러 기능들 사이에서 다루어져야만 한다.

이에 따라 본 연구에서는 중소기업의 각 프로세스를 최적화시키기 위해 에이전트를 이용한 e-SCM 프레임워크를 구축하고, 시뮬레이션 기법을 통해 그에 따른 성과를 제시한다.

### 1. Introduction

공급망관리(SCM: Supply Chain Management)는 자신의 비즈니스를 개선하고자 노력하는 대부분의 기업들에게 있어서 핵심 목표가 되고 있다. 공급망최적화(SCO: Supply Chain Optimization)는 이러한 개선 노력의 중심 목표로서 등장했으며, 보다 높은 수준의 고객 만족을 제공하기 위해, 공급망 구성원들이 최상의 업무 수행 사례를 공유하

공급망 상호작용의 최저 원가와 최고 효율 시스템을 개발하기 위한 조직화 된 노력을 의미한다.

이러한 공급망에서 성과를 내기 위해서는 각 구성 요소들 사이의 조정과 협력이 필요하다. 그러나 기업내부와 기업외부의 환경의 동적인 면으로 인해 이러한 조정에 어려움이 있다. 예를 들면 공급업체로부터 원자재 도착 시간의 지연, 생산 설비의 고장, 작업자의 질병, 고객의 주문에 대한 취소 및 변경은 계획의 변화를 유발시킨다. 몇 가지의 경우에는 지엽적으로 다루어 질 수 있지만 대부분의 경우는 공급망의 여러 기능들 사이에서 다루어져야만 한다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 공급망의 각 구성 요소들이 하나 혹은 그 이상의 지능적인 소프트웨어 에이전트들로 구성된 것으로 보고 각 에이전트들 간에 조정과 협력을 위해 다중 에이전트 시스템을 이용한 e-SCM 프레임워크를 구축하고, 시뮬레이션 기법을 통해 그에 따른 성과를 제시하고자 한다. 이를 위해 먼저 e-SCM과 다중 에이전트 시스템에 관한 관련 연구와 배경을 설명하고, 다음으로 다중 에이전트를 기반으로 하는 전체적인 공급망에 대해 설명하고 그 구조 하에서 에이전트들 간에 대화를 설계하고, 분석하는 과정을 설명한다. 그리고 마지막으로 본 연구의 요약 및 한계점, 향후 연구 과제를 제시한다.

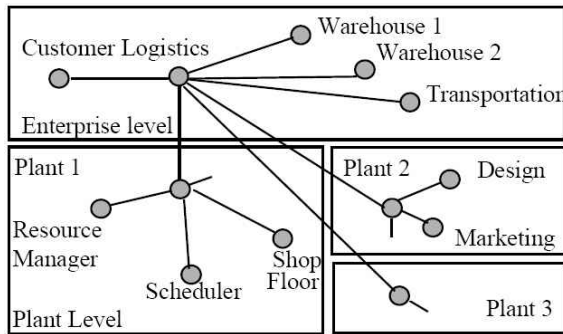
### 2. Background

#### 2.1. e-SCM

e-비즈니스 시대에서의 공급망은 더더욱 길어지고 복잡하게 되며, 공급망 구성원의 대체역시 빈번하게 발생하게 됨으로써 공급망 내의 채적효과를 발생시키는 불확실성과 가변성이 증대되었다. 이렇게 증대되는 공급망 내의 불확실성 및 가변성을 줄이기 위해 공급망 구

성원들 간에 협업 및 실시간 정보 공유, 동기화가 기업의 중요한 이슈로 대두되었으며, 이를 위해 인터넷과 진보된 정보기술을 이용하여 공급망을 구성하고 있는 전체 구성원들 간에 업무 및 기능을 통합하고 관리함으로써 협업 및 전략적인 접근을 가능하게 하는 e-SCM이 출현하였다.

다음은 세계적인 네트워크로 구성된 현대 기업의 공급망을 나타낸 것이다.



[ 1 ] Multi-Lever Supply Chain( Fox, 1993 )

## 2.2. Agents

에이전트를 한마디로 표현하면 사용자를 대신하여 사용자가 원하는 작업을 자동적으로 수행하는 자율적 프로세스이면서 독자적으로 존재하지 않고 어떤 환경의 일부이거나 그 안에서 동작하는 시스템이다. 그리고 지식베이스와 추론 기능을 가지며 사용자, 자원, 또는 다른 에이전트와의 정보교환과 통신을 통해 문제 해결을 도모한다.

이러한 에이전트의 특성을 살펴보면 대표적으로 자율성(autonomy), 지능성(intelligence), 이동성(mobility), 사교성(social ability) 등이 있다.

자율성은 에이전트와 다른 일반 소프트웨어를 구별해주는 가장 핵심이 되는 특성이라고 할 수 있다. 사용자나 다른 에이전트의 직접적인 지시나 간섭 없이도 스스로 어떤 목표를 달성키 위해 판단하고 일을 완수 할 수 있는 능력을 의미한다. 에이전트는 자율성을 가짐으로써 능동적으로 작업수행을 하며, 에이전트 내부에 대한 제어권도 가지고 있다.

지능성은 지식베이스와 추론 능력을 갖추고 사용자의 의도를 파악하여 계획을 세우고 학습을 통하여 새로운 지식을 스스로 터득하게 한다. 지능성은 자율성과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 같은 작업이더라도 계획과 경험을 통해 더 나은 효과를 기대할 수 있다.

이동성은 사용자가 요구한 작업을 현재의 호스트에서 수행하지 않고 실제 그 작업을 처리하는 호스트로 이동시켜 수행함으로써 수행의 효율을 높이고 네트워크 부하를 줄이는 효과가 있다.

사교성은 에이전트들 간에 통신 능력을 의미한다. 하나의 에이전트로써 처리하지 못하

는 작업의 수행을 위해 다른 에이전트의 도움을 필요로 할 때 에이전트들 간에 메시지 교환에 의존하게 된다.

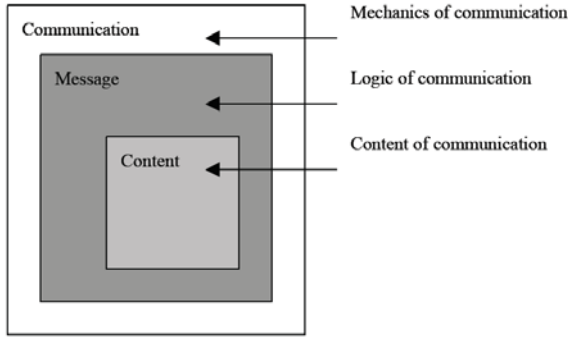
## 2.3. Multi-agent Systems

다중 에이전트 시스템은 분산 환경에서 에이전트들 간에 상호 협력을 통해 작업을 수행하는 에이전트 시스템이다. 이는 하나의 에이전트로 해결하지 못하는 복잡한 문제의 해결을 위하여 도입된 것으로서, 이를 위하여 여러 개의 에이전트간의 협동이 필요하게 되었고, 이를 효과적으로 수행하기 위하여 제안된 시스템이다. 다중 에이전트 환경은 작은 단위의 응용 에이전트들이 모여서 이루어지는 에이전트 사회를 형성한다. 각 개별 에이전트는 특정한 서버에서 제한되어있는 작업 수행을 담당하고 있고, 따라서 복잡한 작업이 요청될 때에는 다수의 에이전트들의 협동에 의해 수행이 이루어진다. 그래서 다중에이전트 시스템에서 제일 중요한 부분 중의 하나는 필요한 에이전트의 조정이나 협동을 위해 에이전트들을 효과적으로 관리하는데 있다.

## 2.4. KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)

에이전트끼리 통신한다는 것은 정해진 규약에 따라 메시지를 주고받음을 의미한다. 에이전트는 다른 에이전트에게 서비스를 요청하기 위해 정해진 언어 규약에 따라 요구 사항을 메시지 형태로 바꾼 후 해당 에이전트에게 전달한다. 다른 에이전트로부터 서비스 요청을 받은 에이전트는 그 메시지를 분석해 내부에서 처리할 수 있는 형태로 변환해서 이를 처리하여 그 결과를 다시 메시지 형태로 바꿔 이를 요청한 에이전트에게 전달한다. 이와 같이 에이전트들 간의 대화를 하려면 내부적인 통신 규약이 필요하다.

ACL(Agent Communication Language)은 크게 어휘(Ontology)와 내부 언어인 KIF(Knowledge Interchange Format), 외부 언어인 KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)로 이루어져 있다. 어휘는 에이전트끼리 서로 이해하고 있는 단어를 의미하며, KIF 는 지식을 표현하기 위한 규칙으로 확장된 1 차 서술 논리문(first-order predicate calculus)이다. KQML 은 에이전트들 간에 통신을 지원하기 위한 언어로써 내용 계층(Content layer), 메시지 계층(message layer), 통신 계층(communication layer)의 3 계층 구조로 이루어져 있다[그림 2]. 내용 계층은 전달될 지식, 메시지 계층은 전달할 지식의 특성, 통신 계층은 통신을 위한 특성이 표현된다. 이 중에서 내용 계층의 표현 형태는 특별히 제한하지 않으며, 지식 표현 방법인 KIF의 사용을 권하고 있다.



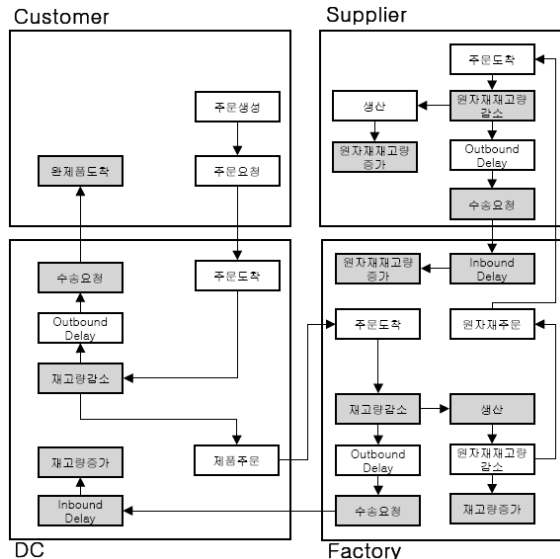
[ 2] KQML 계층

### 3. 에이전트 기반의 공급망관리

본 연구에서는 간단한 예제 공급망을 대상으로 구성하고, 에이전트를 이용해 공급망을 재구성한다.

#### 3.1. 개요

공급망의 전체적인 물류흐름 측면에 공급망의 특성을 반영하도록 설계하기 위해 내부의 물류흐름은 Inbound Delay-Storage-Outbound Delay로 정의하였다. [그림]은 공급망의 상태를 변화시키는 행위와 이벤트를 나타낸 것이며, 이러한 행위들을 처리하는 함수들 사이의 연관관계가 나와 있다. 그림에서 어두운 부분이 이벤트와 연관된 행위들이다.



[ 3] 로직수행 함수 연관도 ( . 2002 )

#### 3.2. 대화(Communication)

Speech-act 기반의 에이전트들 간에 대화를 KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)의 스타일로 지원한다. 의사소통 행위(communicative acts)는 일반성과 독립성의 중대한 이점을 가지고 있으며, 에이전트들 간에

대화를 이해하기 쉽게 만들며 사용자와의 통합을 보다 쉽게 할 수 있는 방법을 열어준다.

#### 3.3. 대화 계획(Conversation Plans)

에이전트가 특정 상황에서 행동하고 반응하는 방법에 대한 규칙 기반의 설명이다. 대화 계획은 이용 가능한 대화 규칙과 그 제어 방법 그리고 대화의 상태를 유지하는 로컬 데이터베이스를 명시한다. 데이터베이스는 대화의 전체 기간을 통해 유지되는 지속적인 값이 대화 규칙에 의해서 처리되는 변수의 모음으로 구성되어 있다.

#### 3.4. 실제 대화(Actual Conversations)

대화 계획을 예시하며 에이전트가 대화에 참여할 때 마다 생성된다. 실제 대화는 대화의 현재 상태와 대화 변수들의 실제 가치 그리고 대화 진행 중에 축적된 다양한 이력 정보를 유지한다. 각 대화 계획은 개별 에이전트의 시각에서 보는 상호작용을 설명한다.

#### 3.5. 대화 규칙(Conversation Rules)

대화가 정의된 상태에 있을 때 수행될 수 있는 동작을 설명한다.

대화 규칙은 공급망의 전체적인 물류흐름을 표현하기 위해 대화가 한 상태에서 다음 상태로 이동될 수 있도록 공급망의 상태를 변화시키는 행위와 이벤트들의 특성을 정의해 놓은 것이다.

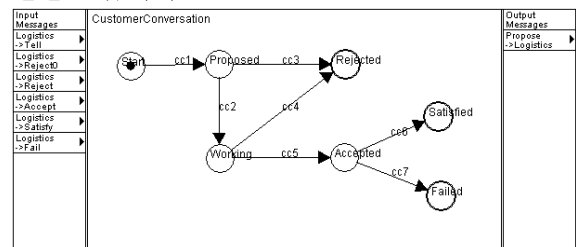
#### 3.6. 동기화 된 대화 수행

에이전트가 일부 조건이 달성되지 않는다면 상호작용의 한 경로를 계속 따를 수 없는 상황에서 중요하다. 이럴 경우 계속될 수 없는 대화는 중지되고 원하는 상태의 업무를 가져올 수 있는 대화는 생성되거나 계속된다.

#### 3.7. 대화 분석

본 연구에서는 멀티에이전트 시스템 설계와 구현을 위한 소프트웨어 툴인 JiVE(JAFMAS integrated Visual Environment)( University of Cincinnati, 2000 )를 사용하여 에이전트와 에이전트들 간에 대화를 작성하고 JAFMAS( Chauhan, 1997 )에서 제공하는 Petri-Net( Peterson, 1981 )을 이용한 설계 유효성 검증과정을 거친다.

다음은 JiVE를 사용한 Customer의 대화를 표현한 모습이다.



[ 4] Customer's Conversation

#### 4. Simulations

복잡하며 다계층인 공급망의 동적 행위를 분석적 형태로 모델링 하기는 어렵다. 이러한 이유로 우리는 시뮬레이션으로 접근하여 공급망의 구성요소를 에이전트로 표현하고 그들 간에 발생하는 구조화된 상호작용 프로세스는 대화로 표현한다. 특히 주목할 점은 공급망에서의 이벤트를 해결하는데 조정이나 협동이 어떻게 이용되느냐는 것이다. 그리하여 에이전트가 수행하는 재고 관리에 초점을 맞추고 그보다는 덜하지만 고객 만족적인 측면에도 약간의 초점을 맞춘다.

#### 5. Conclusion

인터넷의 등장과 함께, 새로운 SCM의 시대가 열리고 있다. 과거에는 이러한 가치사슬상의 연계가 기업 내, 또는 조달업체와 구매기업간에서 이루어지는 것이 일반적이었으나, 이제는 인터넷을 통해 여러 기업간의 활발한 협력 및 연계를 가능하게 되었다.

이에 본 연구에서는 공급망의 각 구성 요소들이 하나 혹은 그 이상의 지능적인 소프트웨어 에이전트들로 구성된 것으로 보고 각 에이전트들 간에 조정과 협력을 위해 다중 에이전트 시스템을 이용한 e-SCM 프레임워크에 관해 설명하였다.

향후 계속적으로 에이전트들 간에 협력과 조정능력을 향상시킬 수 있는 방안에 관한 연구와 전체적인 프로세스를 평가할 수 있는 방법에 대해 많은 연구가 필요하다.

#### 6. Reference

- [1] 권오경, “글로벌 경쟁력과 SCM 전략”, 한국유통정보센터, 2001
- [2] 임준식, “인공지능 프로그래밍”, 도서출판 그린, 2002
- [3] David Simchi-levi 외, “물류 및 공급체인 관리”, 교보문고, 2001
- [4] Charles C.Poirier & Michael J. Bauer, “e-SCM”, 시그마인사이트, 2002
- [5] Nils J. Nilsson, “인공지능 -지능형 에이전트를 중심으로”, 사이텍미디어, 2000
- [6] William E. Hoover Jr. 외, “수요-공급체인 관리”, 교보문고, 2003
- [7] Dale Neef, “e-Procurement: From Strategy To Implementation”, 물푸레, 2002
- [8] A Galan, “JiVE: JAFMAS integrated Visual Environment”, Masters Thesis. ECECS Department, University of Cincinnati, 2000
- [9] Mark S. Fox, Mihai Barbuceanu, Rune Teigen, “Agent-Oriented Supply-Chain Management”, International Journal of

Flexible Manufacturing System. Volume 12, 2000

[10] Rune Teigen, “Information Flow in a Supply Chain Management System”, Diploma Thesis, University of Toronto, 1997

[12] Mark E. Nissen, “Agent-Based Supply Chain Integration”, Information Technology and Management. Volume 2, 2001

[13] MICHAEL J. SHAW 외, “Reengineering the Order Fulfillment Process in Supply Chain Networks”, International Journal of Flexible Manufacturing System, 10. 1998.

[14] Michael J. Shaw, “Information-Based Manufacturing with the Web”, International Journal of Flexible Manufacturing System. Volume 12, 2000

[15] Fu-Ren Lin, Michael J. Shaw, “Reengineering the Order Fulfillment Process in Supply Chain Networks”, International Journal of Flexible Manufacturing System. Volume 10, 1998