

멀티에이전트 지향 공급체인관리 디자인에 관한 연구 Design for Multiagent • Oriented Supply Chain Management

임상환, 엄완섭

강원도 강릉시 지변동 123 강릉대학교 산업공학과

Abstract

지금까지의 전통적 생산시스템은 설계에서 생산까지의 영역에서 부분최적화를 추구하였으나 생산 이후의 물류 비용 및 납기의 개선이 무엇보다 중요한 비중을 차지하게 된 현재의 기업환경에서는 공급자, 생산자, 유통센터, 소매점과 고객에 이르는 전체최적화를 필요로 하게되었다. 또한 새로운 변화에 유연하게 대처하면서 기업의 이익을 극대화시키려는 노력의 결과로 공급체인관리에 대한 관심이 집중되고 있다. 최근 몇 년간 기술적이고 운영적 수준에서 공급체인을 관리하는 새로운 패러다임이 출현하였다. 이 새로운 패러다임은 공급체인 내에서 하나 혹은 그 이상의 활동에 대해 각각 책임을 지는 에이전트와 그 책임을 계획하고 실행할 때 다른 에이전트들과 연동하는 일련의 지능적인 에이전트들로 구성된다. 본 연구에서는 에이전트 지향 공급체인관리 디자인에 대한 문제점을 범용 시뮬레이터를 통해 분석하고 그 해결책을 제시한다.

1. Introduction

공급체인은 고객, 제조업, 공급자, 유통센터와 소매점등의 공급활동 네트워크이며, 공급체인 관리는 불확실성이 높은 시장변화에 공급체인 전체를 기민하게 대응시켜 역동적으로 최적화를 도모하는 전략적이고 기술적인 운영상의 의사결정 시스템이다. 전략적 수준은 기업이 오랜 기간 동안 영향을 미치는 창고와 공장의 수, 입지 및 생산능력과 로지스틱스 네트워크에 걸친 물자의 흐름을 정의한다. 기술적 수준은 공급체인이 실제 요구에 부응할 수 있도록 계획을 수립하고 일정을 조정한다. 운영 수준은 계획을 실행한다. 기능을 최적화하기 위하여 공급체인 기능은 조정된 방법으로 운영되어야 한다. 그러나 기업과 시장의 환경은 이를 어렵게 만든다. 즉, 제 시간에 도착하지 않는 원료, 생산설비의 고장, 작업자의 질병, 고객의 주문 변경 또는 취소 등등이 계획의 수정을 야기한다. 이러한 사건들을 단일 공급체인 기능 내에서 지역적으로 다루어질 수도 있지만, 다른 경우에 있어서 그 사건들은 단순히 지역적인 문제일 수만은 없으며 여러 기능에 대한 수정이 불가피하다. 결과적으로 공급체인 관리 시스템은 공급체인 에이전트 전체의 관점으로 계획 또는 일정을 조정하여야 한다. 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 공급체인 관리를 기술 차원이 아닌 비즈니스

프로세스 관점에서 분석할 수 있는 측정지표 및 글로벌 환경에서 적용 가능한 공통적인 기준이 필요하다. 또한 이미 구축된 공급체인에 대한 효율성을 제고하기 위해 전략적 가치 판단의 지표도 역시 시급한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 공급체인의 전체적인 성과와 효과성을 측정하고 평가할 수 있는 SCOR(Supply Chain Operations Reference)을 이용하여 공급체인관리의 다중 에이전트간 프로세스의 표준적인 지표를 제시하고, 이를 토대로 해당 기업이 처한 상황을 분석하고, 전략적 개선점을 제시한다.

2. 공급체인관리 디자인의 구성과 문제

공급체인의 구성자체가 매우 복잡한 에이전트간의 이해 관계와 갈등 요인을 내포하고 있어 공급체인관리를 기업에 맞게 도입하고 활용하는 일은 간단하지 않다. 기업에서 공급체인관리를 구축한다는 것은 바로 공급체인 에이전트간의 상호협동을 이루어냄을 의미한다. 따라서 그 구현전략이 중요성을 가지게 된다.

2.1 공급체인의 구성

공급체인의 주요 에이전트는 크게 Sell, Source, Produce, Transport, Store와 이 모든 에이전트를 최적화하는 공통적 Plan등 6가지로 모델링할 수 있으며 역할은 다음과 같다.

① Sell

고객 확보 및 관리가 Sell의 주요기능이며, 여기에 관련된 절차 및 프로세스 시스템들은 고객 만족의 관점에서 충분히 검토되어야 한다. Sell 단계에서 주로 다루는 공급체인관리상의 문제는 다음과 같다.

- 차기 생산 계획 수립까지의 수요량 예측
- 상품 홍보 및 할인 기간 동안 고객의 주문 증가시 생산과 유통부문 처리능력
- 고객의 주문처리 순서 (예: 고객의 Order수, First Come First Serve, 고객 중요도 등)

② Source

원·부자재, 부품 및 반·완제품과 서비스를 구매하는 기능으로, 타 회사와의 파트너쉽 구축, 전략적인 Sourcing, 정보기술 역량 향상과 정보공유 및 지속적 관계 개선을 위한 공동의 노력들이 여기에 포함된다. Sourcing 단계에서 주로 다루는 공급체인관리상의 문제는 다음과 같다.

- 구매 원·부자재의 종류 및 구매량
- 구매된 자재의 도착 시기
- 공급회사와의 전략적 관계 유지 여부

③ Produce

제조 프로세스와 이에 수반되는 각종 제약조건들을 포함하여 생산하는 기능으로, 최적의 생산 계획과 인력 활용 계획 및 설비의 가동 효율 증대, 리드타임 축소를 주요 목표로 한다. Produce 단계에서 주로 다루는 공급체인관리상의 문제는 다음과 같다.

- 생산 설비의 효율적 활용 방안
- 교대 근무 필요시 교대근무의 회수
- 고객 주문시 신속대응을 위한 공장의 위치
- 공장(or 구매) 신설시 사내에서 모든 제품 생산 혹은 일부 제품만의 유무 결정

④ Store

자재 및 제품 입·출고를 관리하는 기능으로 재고관리, 창고관리 및 유통을 위한 제품 선정 등의 활동을 포함한다. 이것을 사내에서 처리할 것인지 아니면 외주 처리할 것인지 또 얼마나 많은 제품을 재고로 둘 것인지에 대한 의사결정은 시간, 품질 및 고객 서비스의 응답성 등을 함께 고려해야한다. Store 단계에서 주로 다루는 공급체인관리상의 문제는 다음과 같다.

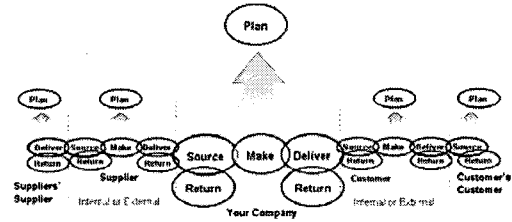
- 상품 입고시 순서 처리 방법
- 유통망 구성
- 창고 저장 용량 초과시 저장처리 방법

⑤ Transport

제품의 이동에 관계되는 기능으로 자재 공급자로부터 제조업체까지의 수송, 제조 업체로부터 유통 센터까지의 이동 및 유통 센터로부터 고객으로까지의 제품 배송 활동 등을 포함한다. Transport 단계에서 주로 다루는 공급체인관리상의 문제는 다음과 같다.

- 가장 효율적으로 제품을 가장 효율적인 배송 위한 운송경로 선정

- 제품 해외 배송시의 유통망
- 제품 이동시 외주 이용 부분



<그림 1> 통합된 공급체인 형태

⑥ Plan

에이전트간의 책임을 원활히 조정하기 위해 계획 수립이 필요하며, 또한 계획수립을 통해 공동의 목표를 제공함으로써 방향성을 제시한다.

2.2 공급체인의 설계

공급체인관리는 개별적인 기업 에이전트(마케팅, 자재관리, 구매, 생산, 유통 등)를 통합하는데 이러한 통합은 한 기업에 국한되는 것이 아니라 공급업자로부터 소비자까지의 공급체인의 모든 에이전트들에게 적용된다. 공급체인 에이전트들간의 통합이 실질적으로 효과를 내기 위해서는 모든 에이전트들이 핵심기술(key technology)과 업무 프로세스의 목표(business process goals)가 서로 조화를 이루도록 하여야 한다. 그러므로 공급체인을 구성하는 에이전트들간의 상호 정보공유 및 조정이 중요하다. 그리고 이때 어느 기능을 하나의 구성원으로 통합할 것인지, 어느 기능을 별도의 개별 에이전트에 맡기는 것이 좋을지에 관한 공급체인 전체 설계가 장기적으로 중요한 문제로 대두된다. 따라서 공급체인관리시스템 도입시 다음과 같은 검토가 필요하다.

- 비용과 인적·물적 자원의 소요량
- 투자 효과에 대한 정량화 유무
- 정량화 적용시 부분적 개선효과 여부
- 사내에서 하고 있는 프로세스의 문제 유무
- 선진사례와의 비교시 회사 수준의 정도
- 공급체인관리 프로젝트의 진행 기간
- 패키지 도입 or 자체개발 선택
- 시스템적 요구 기능

3. SCOR 모델

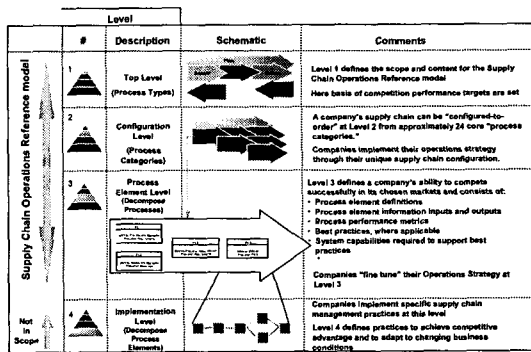
3.1 SCOR의 개요

SCOR 모델은 SCC(Supply Chain Council)에서 개발하여 보급하고 있는 표준적인 공급체인 프로세스 참조(process reference)모델이다. SCOR 모델은 공급업체로부터 고객에 이르기까지 계획, 구매, 생산, 유통이 이루어지는 공급체인을 통합적 분석에 기초를 두고 있다. 공급체인의 통합운영은 정보와 상품의 흐름을 개선하며 체인내의 모든 에이전트들간에서 발생하는 임의적 사고와 낭비요인을 제거할 수 있

다.

3.2 SCOR 모델의 구성체계

SCOR 모델의 구조는 3계층으로 구성되어 있다. 계층 1은 전략적 성과계층으로서 공급체인(계획, 구매, 제조, 유통 프로세스) 전체적인 효율성을 측정하고 개선목표를 설정한다. 계층 2는 구체적인 전략계층으로서 계획, 구매, 제조, 유통 프로세스에 대한 전략적 선택을 다룬다. 이 전략적 선택은 계층 1에서 설정된 전반적인 목적을 지원할 수 있도록 해야한다. 계층 3은 프로세스 요소 계층으로서 이 계층에서는 생산/구매방식, 세부적인 조달계획 수립, 계약관리, 자재검사, 제품의 생산/검사방법, 기술관리, 예측, 고객주문관리 등 계층 2에서 이루어진 전략적 선택에 대해 세부적인 실천방법을 다룬다.



<그림 3> SCOR모델의 구조

3.3 SCOR의 특징

- 데이터 흐름이 아니라 업무 흐름을 표시한다.
- 계획과 실행이 명확히 구분되어 있는 프로세스 중심 지향적, 횡적인 경영 비즈니스 모델이다.
- 비즈니스 프로세스는 4단계로 구성되어 있지만 3단계까지만 모델화의 대상으로 한다.
- 참조 모델이기 때문에 프로세스 그 자체의 기술은 각종 툴의 활용이 가능하다.
- 각 프로세스 정의 이외에도 성능지표 항목 측정기준(지표), Best Practice, 필요한 소프트웨어 특성 등이 포함되어 있다.
- 공급체인의 성능을 평가하고 목표를 설정한다.
- 공급체인의 기본 구조 모델을 참조하여 설계한다.
- 각 프로세스마다 지표의 목표치를 설정한다.
- Best Practice의 선택이나 필요한 소프트웨어의 요건 정의를 내린다. 이와 같이 SCOR에 의한 표준화가 진행된다면 각사가 공급체인을 구축하는데 있어서 용이하게 모델을 얻을 수 있게된다.

3.4 SCOR 모델의 공급체인 성과지표

SCOR 모델의 계층 1에서 사용하는 공급체인 성과는 모두 12개 성과지표에 대해 측정되며 이 중 6개는 고객만족 성과를 측정하는 고객측의 지표이며 다른 6개의 비용성과 및 자산 성과를 측정하는 내부측의 지표이다.

- Delivery performance to request : 고객이 요청한 기간 내에 주문을 충족시킨 비율
- Fill rate : 주문접수 후 24시간이내 발송 처리된 주문의 비율
- Order fulfillment lead time : 고객의 주문으로부터 납품까지의 평균 리드타임
- Perfect order fulfillment : 완전한 수량으로, 정시에, 문서상의 오류 없이, 완전한 품질로 배달된 주문의 비율
- Total supply chain response time : 시장수요의 변화에 대해 전체 공급체인이 대응하는데 소요되는 시간
- Upside production flexibility : 계획되지 않은 20%의 생산량 증가를 소화하는 데 소요되는 시간
- Total supply chain management cost : 주문처리, 자재구매, 재고관리, 공급체인 재무, 계획 및 정보기술에 소요되는 총 비용
- Value added productivity : 종업원 1인당 매출
- Warranty and returns processing cost : 반품처리, 제품교환 등에 소요되는 비용으로 총 매출액의 비율로 표시
- Cash-to-cash : 원자재 구매에서 판매대금 회수까지 소요되는 시간
- Total inventory days of supply : 재고가 판매로 이루어지기까지의 시간(재고÷매출원가÷365)
- Net asset turns : 자산을 활용하여 판매로 이루어지기까지의 소요시간(총 매출액÷ 총순자산)

Supply Chain SCORcard		Performance Versus Competitive Population				Value from Improvements	
		Actual	Platy	Acknowledged	Superior		
EXTERNAL	Supply Chain Reliability	Delivery Performance to Commit Date	90%	85%	90%	95%	
		Fill Rate	63%	94%	95%	99%	
		Perfect Order Fulfillment	0%	83%	85%	90%	\$30M/Revenue
	Responsiveness	Order Fulfillment Lead time	26 days	7 days	5 days	3 days	\$30M/Revenue
		Supply Chain Response Time	97 days	82 days	55 days	13 days	Key enabler to cost and asset improvements
		Production Flexibility	45 days	30 days	25 days	20 days	
INTERNAL	Cost	Total SCM Management Cost	19%	15%	8%	3%	\$33M/Indirect Cost
		Inventory Cost	NA	NA	NA	NA	NA
		Value Added Employee Productivity	NA	\$158K	\$308K	\$463K	NA
	Assets	Inventory Days of Supply	119 days	55 days	38 days	22 days	NA
		Customer Cash Cycle Time	106 days	80 days	46 days	26 days	\$7M/Capital Charge
		Net Asset Turns (Net/NO Cash)	2.2 turns	8 turns	12 turns	19 turns	NA

<그림 4> 공급체인 SCOR 카드

Performance Attribute	Customer-Facing			Internal-Facing	
	Reliability	Responsiveness	Flexibility	Cost	Assets
Delivery Performance	√				
Fill Rate	√				
Perfect Order Fulfillment	√				
Order Fulfillment Lead Time		√			
Supply-Chain Response Time			√		
Production Flexibility			√		
Total Supply Chain Management Cost				√	
Cost of Goods Sold				√	
Value-Added Productivity				√	
Warranty Cost Or Returns Processing Cost				√	
Cash-To-Cash Cycle Time					√
Inventory Days Of Supply					√
Asset Turns					√

<표 1> Performance Attributes and Level Metrics

4. 공급체인 스코어카드

공급체인관리는 Plan, Source, Make, Deliver (최근 Return이 추가)로 구성된 17개의 프로세스를 선택하도록 되어 있고, 이 스코어카드에는 크게 고객관점과 사내관점으로 이루어진 레벨 1부터 상세하게 항목 화한 레벨 3까지의 3단계로 구성되어 있다. 레벨 1의 고객관점은 각각 3가지 평가항목으로 구성된 신뢰성, 서비스, 품질 과 유연성, 응답성으로, 사내관점은 코스트와 자산으로 구성되고. 이들 퍼포먼스 그 자체의 수 값으로 평가하는 것도 있지만 다른 스코어카드와 크게 다르다. 또, 그 데이터에 근거한 업계 내에서의 Best Practice 정보와 자사의 위치부여 정보 서비스도 존재하는 것이 특징이며 스코어카드는 4 계층으로 구분되어 있다. 최우수계층(best in class)은 해당 지표에 대한 상위 20%에 해당하는 기업들의 성과를 나타내며, 우수계층(advantage)은 해당 지표에 대한 평균 또는 중앙값 이상에 해당하는 경우와, 평균계층(average 또는 median)은 해당 지표에 대한 평균 또는 중앙값을 나타내며, 마지막 열등계층(disadvantage)은 평균 또는 중앙값 이하에 해당하는 경우로 개선의 필요가 있다는 것을 의미한다.

5. 공급체인관리 성과측정을 위한 SCOR 모델의 적용

SCOR 모델을 적용하기 위한 첫 번째 단계는 공급체인 성과측정과 벤치마킹의 단계이다. 계층 1에서 기업의 전반적인 공급체인 성과를 측정하고 스코어카드를 활용하여 벤치마킹을

실시한다. 이와 함께 공급체인관리 개선을 위한 전략적 수준의 목표를 설정한다.

다음단계로 계층 2,3의 분석도구를 활용하여 현재의 공급체인 구성과 운영을 분석하고, 계층 2 수준의 성과지표를 평가하여 문제점과 개선이 필요한 분야를 파악하게 된다. 따라서 분석대상을 선정할 때는 SCOR에서 구분하고 있는 생산방식(Make to Stock, Make to Order, Engineer to Order)과 업무영역(Plan, Source, Make, Deliver)을 고려하여, 선정된 기업의 프로세스를 SCOR의 Best Practice 프로세스와 비교하여 그 문제점을 도출하여 개선점을 제안한다.

6. Conclusion

최근에는 공급체인관리의 전체적인 성과와 효과성에 대한 관심이 증가되면서 보다 통합적인 관점에서 성과를 측정하고 평가할 수 있는 측정지표에 대한 필요성이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 공급체인관리와 성과측정을 위한 SCOR 모델에 대해 일반적인 내용을 살펴보았다. 향후에는 SCOR 모델의 적용을 효과적으로 지원하기 위해 개발·보급되고 있는 시뮬레이터를 이용하여 기업의 공급체인관리에 대한 성과측정지표 및 전략적 개선점을 제시하고자 한다.

7. Reference

- [1] 한호영, "수출에 영향을 미치는 공급체인관리의 성과에 관한 실증적 연구(한국PC산업의 부품공급체계를 중심으로)", 숭실대학교 대학원, 박사학위논문, 2000.12
- [2] 이정석, "SCOR 방법론을 이용한 SCM 프로세스 평가에 관한 연구: -SCOR 방법론을 활용하여 H 기업 사례를 중심으로-", 고려대 대학원, 석사학위논문, 2000.12
- [3] DAVID SIMCHI-LEVI, PHILIP KAMINSKY, 김태현, 문성암번역, "물류 및 공급체인 관리", 교보문고, 2001.
- [4] 이영해, "SCM(공급사슬경영)이론과 실제", 영문각, 2001.1
- [5] 김태현, 문성암 역, "물류 및 공급체인 관리", 교보문고, 2001
- [6] 권오경, "글로벌 경쟁력과 SCM 전략", 한국유통정보센터, 2001.12
- [7] Mark S.FOX, MIHAI BARBUCEANU "Agent-Oriented Supply-Chain Management", The International Journal of Flexible Manufacturing System, DEC. 2000.
- [8] MARK E. NISSEN, "Agent-Based Supply Chain Integration", The International Journal of Flexible Manufacturing System, FEB. 2001.

- [9] Mark S.FOX,John F. Chiongol, "The Integrated Supply Chain Management System", Department of Industrial Engineering,University of Toronto, DEC. 7. 1993
- [9] Schlegal, Gregory L, "Supply Chain Optimization : A Practitioner's Perspective", "Supply Chain Managment Review", Winter,1999
- [10] Ellitt, Scott A, "Organizing for Excellence : Five Case Studies", "Supply Chain Managment Review", Winter,1998
- [11] Brunell,Tom, "Managing A Multicompany Supply Chain", "Supply Chain Managment Review", Winter,1997