

## Arena를 이용한 SCM 의사결정에 관한 연구 Supply Chain Management Decision Making With Arena

윤만영, 임상환, 엄완섭  
 강원도 강릉시 지변동 123 강릉대학교 산업공학과

### Abstract

현대 기업 경영환경의 가장 큰 변화는 개개의 기업들이 기업전체의 효율성과 이익의 향상을 위해서 공급망( Supply Chain )에 대하여 많은 관심을 기울이기 시작했다는 것이다. 여기서 공급망이란 원료의 조달부터, 중간재로의 가공 및 유통, 최종제품의 생산 및 배송까지의 기능을 수행하기 위한 설비와 유통 채널의 네트워크를 말하며, 모든 기업들은 원자재에서 최종 소비자의 형태로 공급망에 참여한다. 결국 공급망의 형태는 산업과 기업에 따라서 매우 복잡하고 다양할 수밖에 없는데, 원재료의 수급에서 고객에게 제품을 전달하는 자원과 정보등 일련의 흐름전체를 경쟁력 있는 업무의 흐름으로 관리하려는 관리 시스템이 공급망 관리( SCM : Supply Chain Management )인 것이다.

기업들의 공급망 관리에 대한 관심이 증대하는 반면에 고객 수요패턴의 불확실성이나 급변하는 기업환경 등 여러 외부 입력 값들의 변화에 따라 효율적인 공급망 구성을 위한 연구는 부족한 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근 시뮬레이션을 적용한 공급망 시뮬레이터( SCS : Supply Chain Simulator )에 많은 관심이 집중되고 있다.

본 연구에서는 SCS의 일종인 Arena Professional Edition과 공급망 관리의 성과를 측정하고 개선분야를 직접적으로 파악할 수 있는 SCOR( Supply Chain Operations Reference Model )을 이용하여 제조기업의 효율적인 SCM 의사결정에 대해서 알아보려고 한다.

### 1. Introduction

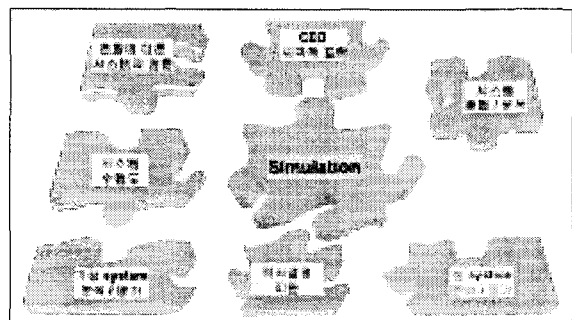
SCM은 Supply Chain Management 의 약어로서 우리말로 표현하면 공급망 관리다. ERP가 기업내의 전사적 자원을 효율적으로 관리하는 것을 목적으로 한다면 SCM은 이보다 넓은 개념으로 기업과 기업 간에 자원, 정보, 자금 등을 통합 관리하여 이해관계에 있는 모든 기업들을 최적으로 관리하는데 그 목적이 있다.

글로벌 마케팅, 글로벌 소싱, 글로벌 매뉴팩처링의 현시대에 SCM은 극히 당연하며 필요 불가결한 전략적 개념이라 하겠다. 그런데 정작 문제는 글로벌화 속에 있다. 글로벌화라는 큰 패러다임 속에서 고객 수요패턴의 불확실성이나 급변하는 기업환경 등 여러 외부 입력 값들의 변화는 효율적인 공급망 구성을 어렵게 만들고 있다.

1990년대 들어서면서 급변하는 경영환경과 특히 컴퓨팅 파워가 막강( H/W비용의 급락, 첨단 IT 출현 )해지고, 시장구조가 생산자 중심에서 소비자 중심으로 전환되어 가고 있는 가운데 기업체들은 살아남기 위해서 IT자원을 활용한 첨단의 경영기법을 도입해야 하는 상황에 처하게 되었고 자연스럽게 ERP시스템이 주목을 받게 되었다. 그런데 아이러니

하게도 살아남기 위해 ERP 시스템을 구축한 수많은 기업들 중 상당수 기업들이 ERP 시스템 구축 효과를 보지 못한 것으로 나타났다.

결국 SCM을 도입하는데 있어서 “어떤 공급망 형태를 갖추느냐?” 하는 의사결정이 기업의 미래를 좌우하는 것이다. 이에 공급망을 모델링하여 시뮬레이션을 통해 정량화된 데이터로 표현해주고 공급망상의 변화나 사회적 변수들이 공급망에 어떤 영향을 주는지 알 수 있는 공급망 시뮬레이터( SCS : Supply Chain Simulator )에 많은 관심이 집중되고 있다.



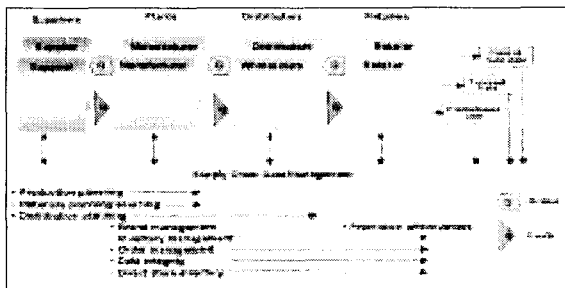
[그림 1] 시뮬레이션 적용 개념도

본 연구에서는 SCM의 이론적 배경과

SCS에 대해 소개하고, 시물레이션 소프트웨어인 Arena를 통한 제조업 중심의 시물레이션 구현, 최근 들어 공급망 전반의 성과와 효과성에 대한 관심이 증가되면서 보다 통합적인 관점에서 성과를 측정하고 평가할 수 있는 측정 지표로 널리 사용되고 있는 SCOR를 이용하여 구현된 시물레이션 모델의 공급업체로부터 고객에 이르기까지 계획, 구매, 생산, 유통이 이루어지는 공급망을 통합적으로 분석, 변화의 시대에 어울리는 효율적인 의사결정 방안을 제시 하고자 한다.

## 2. SCM( Supply Chain Management )

공급망관리는 공급자에서 고객까지 공급망상의 정보, 물자, 현금의 흐름에 대해 총체적 관점에서 공급망의 인터페이스를 통합하고 관리함으로써 효율성을 극대화하는 전략적 기법이다. 지금까지의 경영혁신 기법은 주로 기업내의 전략, 구조, 기능 등의 개선 및 혁신에 중점을 맞추어 왔다. 그 결과 정보시스템 등 기업 내에 한정된 시스템 구축에 그 중점을 두어온 반면 SCM은 기업 내 뿐만 아니라 외부 기업까지를 관심 영역으로 두고 있다. 즉 공급자, 자사, 고객을 모두 통합하여 하나의 파이프라인으로 연결하고자 하는 것이다.



[그림 2] SCM 개념도

SCM에서 중요한 점은 공급망 전체의 최적화를 도모하는 것이다. 예를 들어 왕성한 수요에 대응하기 위하여 부품의 공급이 확보되었다고 하여도, 생산능력이 따라가지 못한다거나 물류가 때를 맞추지 못하는 등, 공급망이 어딘가에서 병목현상( Bottleneck )이 걸리면 공급망 전체의 효율이 극대화되지 못한다.

그래서 공급망 전체의 최적화를 도모하기 위해서는 망을 구성하는 기업 간의 실시간 정보의 흐름이 필요하다. 이는 수요 변동에 대한 정보를 받은 후 생산에 이르기까지 순조롭게 대응할 수 있는 제품 공급체제를 만들기 위해서이다. 이를 실현하기 위해서는 망을 구성하는 파트너간에 필요한 정보를 완전하게 공개할 필요가 있으며, 상호 협조가 무엇보다도 중요하다.

## 3. DSS( Decision Support System )

일반적으로 의사결정지원시스템은 "반정형적 ( Semi-Structured ) 또는 비정형적 ( Unstructured )인 의사결정을 컴퓨터를 이용해서 지원하는 시스템"을 말한다.

DSS의 세 가지 주요 구성요소는 입력되는 데이터베이스와 모수, 분석도구, 프리젠테이션 매커니즘이다.

- 1) 입력데이터 : 모든 종류의 분석과 마찬가지로, DSS에 입력물로서 사용되는 데이터는 분석의 질적인 측면에서 중요하다. ERP, 바코드, POS, 전자상거래와 같은 정보기술의 확장된 형태와 대규모 데이터 웨어하우스( Data Warehouse )나 소규모 데이터 마트( Data Mart )를 통해 수집한다.

공급체인 구성원	입력데이터
공급자	- 입지, 부품별 연간공급
제조업자	- 입지, 창고로의 운송비 - 생산용량과 제조비용
창고	- 입지, 고정비 - 변동비( 인건비, 가동비 ) - 재고 회전율 - 소매업자로의 운송비
소매업자	- 입지, 제품별 연간수요
제품	- 수량, 중량 - 보관 유지비용
소비자	- 주문량, 만족도

[표 1] 입력 데이터

- 2) 분석도구 : DSS와 관련된 이슈중의 하나는 측정기준을 만들어야 한다는 것이다. 이는 다양한 솔루션을 평가하기 위해서도 필요하다. 전체 비용을 절감하는 것이 일반적인 목표이지만 때로는 고객서비스 수준을 향상하는 것이 더 타당성 있는 목표가 된다. 따라서 의사결정이 이루어지는데 데이터를 분석하는 방법은 다양하다. 다음은 일반적으로 보급되어 있는 DSS 분석도구이다.

- ① 질의어( Queries )
- ② 통계적인 분석( Statistical Analysis )
- ③ 데이터 마이닝( Data Mining )
- ④ 온라인 분석 프로세스( OLAP : Online Analytical Processing )
- ⑤ 계산기( Calculators )
- ⑥ 시물레이션( Simulation )
- ⑦ 인공지능( AI : Artificial Intelligence )
- ⑧ 수학적 모델과 알고리즘  
( Mathematical Models and Algorithms )
  - 정확한 알고리즘
  - 휴리스틱

3) 프리젠테이션도구 : 의사결정자에게 자료를 나타내는 프리젠테이션 도구는 다음과 같은 다양한 형태의 포맷들이 있다.

- ① 보고서
- ② 차트
- ③ 스프레드시트 표
- ④ 애니메이션
- ⑤ 공장 계획의 배치와 같은 특화된 그래픽 포맷
- ⑥ 지리적인 정보 시스템

DSS는 계속해서 발전하고 있고, 표준화된 형태와 인터페이스를 채택하고 있다. 이것은 오늘날의 시장에서 필요한 유연한 솔루션을 공급하거나 경쟁환경에서 적용하기 위함이다. 본 연구에서는 입력 데이터로는 물류 시스템, 분석도구로는 시뮬레이션(Arena)을 사용하여 SCOR Model의 입력 폼에 알맞은 보고서를 작성한다.

4. SCS( Supply Chain Simulator )

복잡한 문제를 해석하기 위하여 모델에 의한 실험, 또는 사회현상 등을 해결하는 데서 실제와 비슷한 상태를 수식 등으로 만들어 모의적으로 연산을 되풀이하여 그 특성을 파악하는 다른 시뮬레이터의 기본 바탕 위에 공급망 관리만을 위한 템플릿이나 공급망의 구성요소를 표현하기 위한 특화된 모듈을 추가시킨 것이 공급망 시뮬레이터이다.

기존에 개발된 시뮬레이터는 다음의 2가지 유형으로 구별 할 수 있다.

- 1) A 형 : A형은 시뮬레이터가 그 하나로서의 독자적인 제품을 형성하는 모델이다. 전형적인 시뮬레이터의 유형대로 여러 입력 값을 바탕으로 시뮬레이션 엔진을 이용하여 시뮬레이션을 수행하고 결과 값을 다양한 형태의 필요한 리포트 형태로 생성해 준다. 실시간 데이터 입력이 불가능하며 시뮬레이션이 필요할 때마다 독자적으로 운용이 가능하다.
  - ① IBM SCA
  - ② IBM eSCA
  - ③ Compaq CSCAT
- 2) B 형 : B형은 대규모 기업전산운영패키지에 시뮬레이션이 하나의 기능으로 구현되어 있는 형태이다. 이는 엄밀하게 이야기하면 시뮬레이터라고 말 할 수는 없으나 공급체인에서의 필요한 시뮬레이션 기능을 수행하여 준다. 일반적으로 기업전산시스템에 상주하면서 실시간 데이터 입력 및 transaction이 가능하고 ERP, ASP, Demand Planner 와 같은 다른 제품들과의 긴밀한 연동을 통하여 작동한다. 사용자의 필요에 따라 시뮬레이션 기능의 수행이 가능하다.

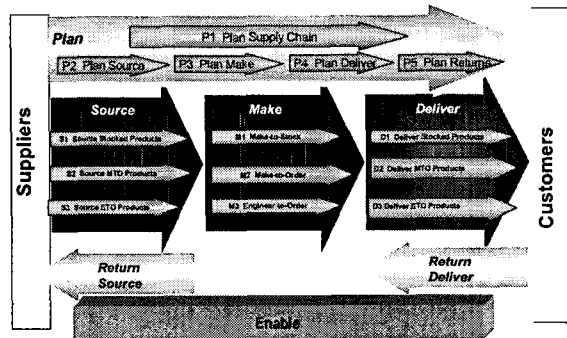
- ① SAP APO
- ② i2 eBPO

회사명	상품명	시뮬레이션 엔진	주요특징
IBM	SCA	Sim-Process	- inventory optimizer, supply chain planning 의 2가지 optimizer 제공
IBM	eSCA	Sim-Process	- client/server architecture - distributed simulation - model catalog 제공
COMPAQ	CSCAT	ARENA	- 컴퓨터 생산/판매 산업의 공급망 시뮬레이션
NOKIA	LOG-SIM	ProModel	- 휴대폰 생산/판매 산업의 공급망 시뮬레이션
SAP	APO	-	- 실시간 데이터 입력을 통한 시뮬레이션 Supply Chain Cockpit에서 시뮬레이션 수행
i2	eBPO	-	- 실시간 데이터 입력을 통한 시뮬레이션 - 최적화 알고리즘과의 효율적인 운용

[표 2] 시뮬레이터 ( 연세대학교, 2000 )

5. SCOR Model

Supply Chain Council이 개발한 SCOR(Supply Chain Operations Reference Model) 모델은 공급망 전반의 성과를 측정하기 위해 활용할 수 있는 측정지표들을 비교적 균형 있게 제시하고 있다. [그림 3]은 SCOR 모델의 계획( Plan ), 조달( Source ), 생산( Make ), 판매( Deliver ) Process를 보여주는데 계획이 나머지 3개 영역을 포괄하는 형태로 표현하고 있다.



[그림 3] SCOR Model Process

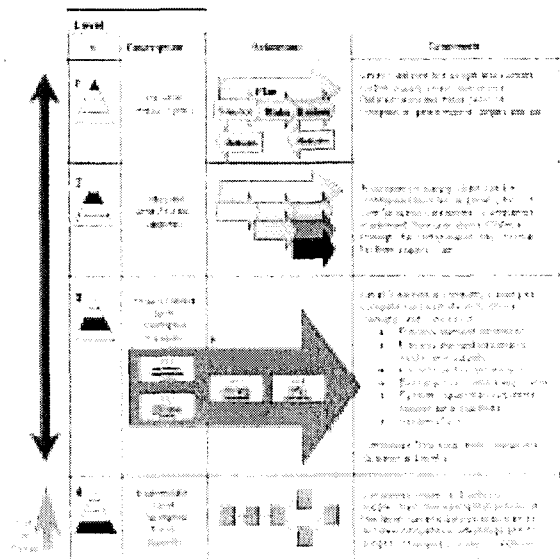
( Supply Chain Council Version 5.0a, 2001 )

SCOR 프로세스의 범위 및 주요 기능은 다음과 같다.

- 1) Plan( 계획 )
  - ① 공급자원을 평가하고 요구수요를 집계 및 우선순위화. 전 제품과 전 유통경로에 대하여 재고, 분배소요, 생산, 자재, 개략적 용량 등을 계획한다.

- ② 생산/구매 결정, 공급망 형태, 장기적 용량 및 자원계획, 사업계획, 제품도입 및 퇴장, 생산 본격화, 제품 소멸기 관리, 제품 종류 관리 등을 포함한다.
- ③ 계획 하부구조 관리
- 2) Source( 조달 )
  - ① 구매 및 자재조달 : 자재의 구매, 입하, 검사, 보관, 불출
  - ② 구매 하부구조 관리 : 공급사 인증과 재평가, 구매품질, 입하물, 공급사 계약 및 지불
- 3) Make( 생산 )
  - ① 생산실행 : 자재요청 및 수령, 제품제조 및 테스트, 포장, 저장 또는 불출
  - ② 생산 하부구조 관리 : 설계변경, 설비 및 장비, 생산현황, 품질, 스케줄링, 단기용량 등
- 4) Deliver( 납품 )
  - ① 주문관리 : 주문입력, 견적산출, 제품구성, 고객 DB화, 주문할당, 제품/가격 DB화, 외상매출, 수급 여신, 송장 등 관리
  - ② 창고관리 : 피킹, 포장, 주문구성, 고객 주문포장/라벨링, 주문취합 및 출하
  - ③ 수송 및 설치관리 : 수출입 제품의 차량, 화물, 제품관리, 설치작업의 스케줄 및 실행, 성능확인
  - ④ 납품 하부구조 관리

SCOR 모델은 BPR( Business Process Reengineering ), Benchmarking 및 이들 기법을 하나의 쉬운 구성과 교차 기능적인 framework으로 통합하게되는 공정추정의 개념 하에서 구축된다. 이 framework은 하나의 효과적인 SCM 전략의 이행을 위해 4단계로 이루어져 있다.[그림 4]



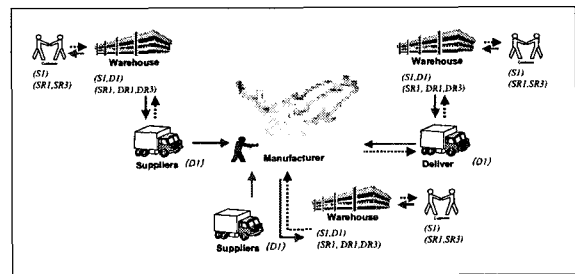
[그림 4] SCOR Hierarchical Model  
( Supply Chain Council Version 5.0a, 2001 )

- 1) 단계 1 : 주요 Supply Chain 과정 즉 계획, 조달, 생산 및 판매를 개략적으로 정의한다. 그러므로 기업이 SCM 목적을 설정하는데 도움을 준다.
- 2) 단계 2 : 한 기업의 실제적이며, 이상적인 Supply Chain에서 발견될 수 있는 26개의 핵심과정 영역들을 정의한다. 예를 들면 부품 조달영역은 자재의 구매, 주문제품에 대한 부품조달기술 그리고 주문제품에 대한 부품제조가 포함된다.
- 3) 단계 3 : Process의 정의, Benchmark 및 시스템 소프트웨어 능력을 포함하여 기업이 그들의 SCM 전략을 위한 계획을 수립하고 목표를 설정하기 위한 정보를 내포한다.
- 4) 단계 4 : 이행에 초점을 둔다. 왜냐하면 SCM 이행은 각 기업마다 독특하며, 단계 4의 세부요소들은 SCOR 모델 내에는 나타나지 않는다.

### 5. Simulation 수행

공급망을 시뮬레이션 하기 위해서 [표 1]을 바탕으로 공급자, 제조업자, 창고, 소매업자, 제품 및 소비자 데이터를 입력 값으로 한다.

- 1) 공급자 : 입지, 부품별 연간공급 등
- 2) 제조업자 : 입지, 사이클타임, 원료비용, 창고로의 운송비, 생산용량과 제조비용, 재고 레벨 등
- 3) 창고 : 입지, 고정비, 변동비( 인건비, 가동비 ), 재고 회전율, 소매업자로의 운송비 등
- 4) 소매업자 : 입지, 제품별 연간수요, 재고레벨 등
- 5) 제품 : 수량, 중량, 보관 유지비용 등
- 6) 소비자 : 주문량, 만족도, 소비예측 등



[그림 5] Simulation Model

시뮬레이션( 그림 5 )을 통하여 얻어진 값은 SCOR의 성과지표를 이용하여 성과를 측정하고 스코어 카드를 활용하여 벤치마킹을 실시한다. 마지막으로 업계내의 Best Practice를 참조하여 기업의 전략적 목표에 도달하기

위해 입력데이터를 수정하며 지속적인 시뮬레이션을 통해 효율적인 의사결정을 한다.

## 6. Conclusion

공급망 관리는 기업의 생존을 위해서 당면과제가 되어버렸다. 그럼에도 불구하고 망의 최적화를 위해 망을 구성하는 파트너간에 필요한 정보를 완전하게 공개한다는 것은 사실상 어려운 일이다. 이런 현실 속에서 최대한 효율적인 의사결정을 위해 본 연구에서는 시뮬레이션기법을 이용한 공급망 결정에 대해 알아보았다.

SCOR 모델의 공급망 성과지표를 통해 성과를 측정하고 스코어카드를 활용하여 벤치마킹 실시, 이를 분석 개선전략을 설정하고 이행해 나감으로써 좀 더 효율적인 SCM 의사결정을 할 수 있을 것이다.

## 7. Reference

- [1] 김태현, 문성암 역, "물류 및 공급체인 관리", 교보문고, 2001
- [2] 박준호, 김경섭, "Arena를 이용한 공급사슬 시뮬레이터개발", 연세대학교, 2001
- [3] 반기동, "제조업 생산부문 정보디지털화가 기업경쟁력에 미치는 효과.", 서강대학교, 2001
- [4] 서석주, 김경섭, "공급 체인 시뮬레이터에 관한 연구", 연세대학교, 2000
- [5] 심정택, "현대기업의 SCM( Supply Chain Management )의 모형과 전략
- [6] 이영해, 정찬석, "SCM의 현황 및 발전 방향", ie매거진, 2000
- [7] 임석철. "한국기업의 SCM 업무사례 분석", 아주대학교, 2000
- [8] 한동철, "공급사슬관리 SCM", 시그마인사이트컴, 2002
- [8] Leyuan Shi, Chun Hung Chen and Enver Yucerna, "Simultaneous Simulation Experiments and Nested Partition for Discrete Resource Allocation in Supply Chain Management", Proceeding of the 1999 Winter Simulation Conference, 1999
- [9] Donald A. Hicks, "A Four Step Methodology for using Simulation and Optimization Technologies in Strategic Supply Chain Planning", Proceeding of the 1999 Winter Simulation Conference, 1999