

글로벌 공급체인 시뮬레이터 개발에 관한 연구

A Study on the Supply Chain Simulator

서석주, 김경섭, 박현영

(turtle30@las.yonsei.ac.kr, kyungkim@yonsei.ac.kr, helove@las.yonsei.ac.kr)

연세대학교 산업시스템공학과

Tel. (02) 361-4010 Fax. (02) 364-7807

서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 산업시스템공학과

Abstract

공급망 관리(SCM: Supply Chain Management)는 공급자, 생산자, 고객에 이르는 공급망(Supply Chain) 전체에 대한 합리화된 통합적 관리를 의미한다. 현재까지 최적화와 관련된 분야들에 대한 연구가 많이 진행되어 왔으나 이러한 최적화 값들의 실제 적용에 관한 연구는 미흡하였다. 이에 본 연구에서는 공급망을 모델링하여 원하는 기간 동안의 시뮬레이션을 통해 공급망을 정량화된 데이터로 표현해 주고, 각 구성 요소에서의 운영정책 변화나 공급망 디자인의 변화와 같은 여러 가지 발생 가능한 변인들이 공급망에 어떠한 영향을 미치는지를 나타내 줄 수 있는 Supply Chain Simulator(SCS)에 대한 개략적인 내용을 살펴보고 개발된 SCS들에 대하여 간략하게 알아보하고자 한다.

1. 서론

고객의 요구가 다양해지고 이를 만족시키기 위해서 기업 스스로도 많은 노력을 해 오고 있다. 이에 기업들은 공급자부터 고객에게까지 이르는 공급망 관리에 대한 관심을 더욱 더 많이 기울여 왔다. 하지만 공급망은 자체 내에 많은 불확실한 요소를 내포하고 있는 모델이다. Analytical Solution은 최적화에 주목할만한 결과를 제시해 주었지만 시간에 따라 가변하는 공급망 내의 여러 변수들을 효과적으로 반영하는 것이 불가능 할 뿐만 아니라 각 요소별 부분 최적화에 머무를 수 밖에 없는 한계를 가지고 있다. 이에 대안으로 제시되고 있는 것이 DES(Discrete Event Simulation)에 기반한

공급망 시뮬레이터에 관한 연구이다. 시뮬레이션은 공급망과 같이 여러 구성 요소들이 시간의 흐름에 따라 다양한 모습으로 변화하는 복잡한 시스템을 효과적으로 모델하고 분석 할 수 있는 도구이다.

또한 시뮬레이션은 최적화(optimization)방법론과 연계하여 더 강력한 기능을 가질 수 있게 되었다. 즉 각 공급체인 별로 최적화된 값들을 바탕으로 시뮬레이션을 수행함으로써 전체적인 공급체인 전체의 최적화를 도모할 수 있게 된 것이다.

본 연구에서는 이러한 공급망 시뮬레이션을 효과적으로 수행 할 수 있는 시뮬레이터를 개발하도

록 한다. 이를 위해 본 논문에서는 공급체인 시물레이터의 일반적인 내용들을 정리해 보고 지금까지 연구된 공급체인 시물레이터들에 대하여 간략하게 살펴보도록 한다.

2. 공급망 관리(Supply Chain Management)

공급망 관리(SCM: Supply Chain Management)는 공급자에서 고객까지의 공급 망(Supply Chain) 전체에 대한 합리화된 통합적 관리를 의미하며, 이는 정보의 흐름과 물품의 흐름 모두를 포함한다. 최근 공급망 관리가 중요해진 이유는 다음의 3가지로 요약할 수 있다.

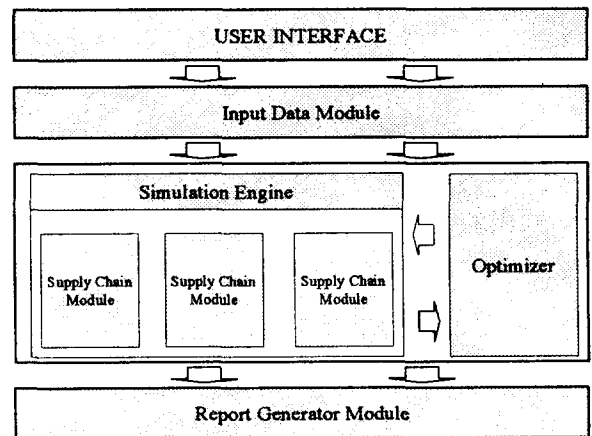
- 1) 고객 중심의 기업 환경으로 변화하고 있다. 지금까지 제조업체들은 생산성의 향상을 위해 꾸준한 관심을 보여 왔으나, 최근에는 고객의 요구에 보다 적극적으로 대처하기 위해서 생산 외부단계까지 통합적으로 관리하기 위한 노력을 기울이게 되었다.
- 2) 공급망 상의 리드타임이 길어지고 불확실성이 증가되었다. 따라서 공급망 및 물류를 합리적으로 계획, 관리, 조정하는 일이 중요한 문제로 대두되었다
- 3) 기술적 환경이 조성되었다. 기업내의 정보가 통합되어가고 있으며 전자상거래, 인터넷, 전자 문서 교환 등의 기술로 인해 공급망 구성 요소 사이의 정보의 공유와 전달이 매우 간편하고 빠르게 이뤄질 수 있게 되었다.

3. 공급망 시물레이터

공급망 시물레이터(Supply Chain Simulator)는 다양한 외부 입력값들을 바탕으로 시물레이션을 수행하여 결과치들을 생성해내는 일반적인 시물레

이터와 유사하다. 그러나 공급망 관리만을 위한 템플릿이나 공급망의 구성요소를 표현하기 위한 특화된 모듈을 가지고 있다. 또한 시물레이션 기능 이외에도 다양한 정책 등에 대한 최적화 기능들도 시물레이터에서 구현되어 시물레이션과 상호 연관을 가지며 동작하도록 되어 있다.

다음은 본 연구에서 개발될 공급 체인 시물레이터의



개념도이다.

<그림 1. 시물레이터 개념도>

- 1) User interface : 그래픽 환경을 기반으로 한 사용자 인터페이스이다. 공급망을 모델링할 수 있으며 애니메이션 기능을 구현할 수 있는 환경을 가지고 있다.
- 2) Input Data Module : 시물레이터 구동을 위해 필요한 데이터를 입력받는 모듈이다.
- 3) Simulation Engine : DES에 기반한 시물레이션을 수행한다. 이 때 시물레이션 엔진은 독자적으로 개발하여 사용 가능하며, 이미 개발된 사용 시물레이터의 엔진을 사용할 수도 있다.
- 4) Supply Chain Module : 공급망 시물레이션을 수행하기 위해 필요한 모듈이다. 이 모듈들은

시물레이터의 구성 요소들을 표현하기 위한 것이다. 또한 모델링의 효율성 향상을 위해 각 산업별로 특화될 수도 있다.

- 5) Optimizer : 시물레이션 수행하기 전에 필요한 최적화 과정을 수행하는 모듈이다. 여기서는 Analytical Solution을 활용한다.
- 6) Report Generator Module : 사용자의 요구에 맞도록 필요한 리포트를 생성하는 모듈이다. 공급망 시물레이터에서는 기업이 직접적으로 관심을 가질 여러 재정적인 데이터에 대한 분석과 보고서를 제공해 준다.

또한 개발될 시물레이터는 객체 지향 시물레이션(Object Oriented Simulation) 기술이 적용된다. 객체지향 시물레이션을 적용하여 개발될 시물레이터는 뛰어난 재사용성 및 확장성을 가지고 있기 때문에 향후 개발 모델의 성능 향상이 용이하다.

3.1 기능

개발될 공급 체인 시물레이터를 사용하여 사용자는 일반적으로 다음과 같은 기능을 수행할 수 있다

- 1) 공급망의 공급자·생산공장·물류센터의 위치와 수 결정
- 2) 가장 적합한 조달/생산 정책의 결정
- 3) 각 단계에서의 제품의 최적 재고 수준 결정
- 4) 사이클 타임, 수배송 시간, 수요 예측 등의 민감도 분석
- 5) 다양한 시나리오들의 비교 분석 및 What-If Analysis
- 6) 시물레이션 결과에 대한 경제적 분석
- 7) 다양한 목적의 보고서 생성

3.2 입력 데이터

입력 데이터를 각 구성 요소별로 살펴보면 다음과 같이 정리 할 수 있다.

Supplier	이름, 위치, 조달정책 등
Manufacturing	사이클 타임, 재고정책, BOM, 제품정보, 생산 정책 등
Transportation	차량 수, 수송비용, 거리, 수송 정책 등
DC	이름, 위치, 재고 정책 등
Customer	이름, 위치, 수요, 수요예측 오차 등

<표 1. 입력 데이터>

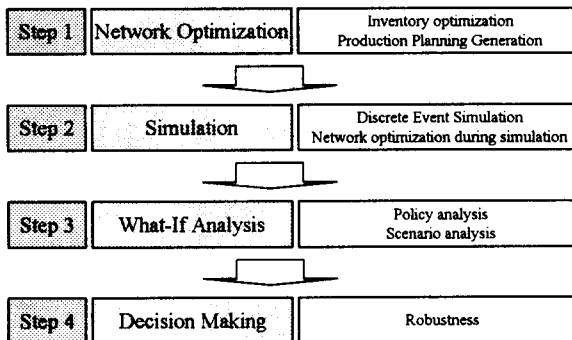
4. 시물레이션 방법론

지금까지 연구된 공급망 시물레이터는 일반적으로 DES(Discrete Event Simulation)을 기반으로 하고 있다. 이는 DES가 Stochastic 모델의 행동양식을 가장 효과적으로 모델링하고 분석 할 수 있기 때문이다. 공급망 시물레이터는 Network Design은 결정되어져 있다고 가정을 한다. 다양한 네트워크 디자인에 대한 대안 분석은 가능하지만 직접적으로 네트워크 디자인에 대한 솔루션을 제공해주지는 않는다. 그리고 시물레이션 수행 이전에 공급망에 대한 최적화 단계가 필요하다. 최적화된 여러 값들을 바탕으로 시물레이션을 수행하고 여러 가지 정책이나 대안(시나리오)들을 분석하게 된다. 공급체인 시물레이터는 다음의 단계를 거쳐 시물레이션을 수행한다[1][4].

- 1) Network Optimization : 네트워크 최적화는 공급망의 모든 조건들을 만족시키면서 비용을

최소화할 수 있도록 공급망의 자원들을 할당하는 과정을 의미한다. 이 단계에서 재고 최적화, 생산 계획 생성 등과 같은 최적화 과정들이 수행된다. 시뮬레이터의 내부 최적화 모듈을 이용한다.

- 2) Simulation : 최적화된 값들을 바탕으로 일정 기간 동안의 DES를 통하여 공급망이 어떤 행동 양식을 가지는지를 실행하는 단계이다. 공급망은 시간의 흐름에 따라 수요예측정보와 같은 값들이 변할 수 있기 때문에 이러한 값들이 재고수준이나 생산 계획에 반영될 필요가 있을 때는 시뮬레이션 중간에 최적화를 수행하도록 한다.
- 3) What-IF analysis : 다양한 정책들을 변화시켜서 다시 시뮬레이션을 통하여 결과를 비교, 분석하여 최선의 운영 정책을 결정하는 단계이다.
- 4) Decision Making : 최종적으로 분석된 공급망 시나리오에 대한 의사결정 단계이다. 시뮬레이션 모델의 Robustness를 체크하고 분석된 결과를 사용자의 전문적인 지식을 바탕으로 제시된 목적에 시뮬레이션 모델이 정확하게 부합하는지를 결정하도록 한다.



<그림 2. 시뮬레이션 방법론>

5. 공급망 시뮬레이터

최근 공급망에 대한 관심이 증폭되면서 공급 체인을 시뮬레이션을 통하여 분석할 수 있는 툴이 개발되고 있다. 개발된 공급 체인 시뮬레이터는 다음의 2가지 유형으로 구별할 수 있다.

- 1) 독립형 : 독립형은 시뮬레이터가 그 하나로서의 시뮬레이션을 수행하는 모델이다. 전형적인 시뮬레이터로서 여러 입력값을 바탕으로 시뮬레이션 엔진을 이용하여 시뮬레이션을 수행하고 결과값을 다양한 형태의 필요한 리포트 형태로 생성해준다. 실시간 데이터 입력이 불가능하며 시뮬레이션이 필요할 때마다 독자적으로 운용이 가능하다

1.1) IBM SCA : IBM의 SCA(Supply Chain Analysis)는 SimProcess를 기반으로 운영되는 공급체인 시뮬레이터이다. 재고 최적화를 위한 Inventory Optimizer와 생산 계획 수립을 위한 Supply Planning Optimizer가 시뮬레이터 내부에 포함되어 있다. 시뮬레이션 결과에 대한 강력한 재정 분석 보고서 기능을 가지고 있는 것이 특징이다[7].

1.2) IBM eSCA : eSCA는 SCA의 확장 버전으로 인터넷을 기반으로 한 Client/Server환경의 시뮬레이터이다. 원격지에서 독립된 어플리케이션 또는 웹 브라우저를 통해서 서버의 SCA에 접근하여 작업이 가능하다. 또한 동시작업을 통한 분산 시뮬레이션과 Batch Simulation기능을 지원하며 특히 모델링의 편의를 위해 각 산업 영역별로 공급망의 Model Dialog를 제공하여 그 효율성을 극대화하고 있다[2].

1.3) Compaq CSCAT : CSCAT(Compaq

Supply Chain Analysis Tool)은 컴퓨터 생산 업체인 컴팩이 자사의 공급망 관리를 위해 ARENA를 기반으로 해서 만든 공급망 시물레이터이다. 세금을 고려한 재정적 분석을 목적으로 한다. 컴팩 자사의 공급망을 위한 것이므로 다른 산업영역의 적용에는 한계가 있다[5].

1.4) NOKIA LOGSIM : LOGSIM은 핸드폰 생산 업체인 NOKIA가 자사의 공급망 모델링 및 분석을 위해 ProModel을 기반으로 해서 만든 시물레이터이다. 역시 다른 산업영역으로의 응용에 한계가 있다[6].

2) 통합형 : 통합형은 대규모 기업전산운영패키지에 시물레이션이 하나의 기능으로 구현되어 있는 형태이다. 이는 엄밀하게 시물레이터라고 할 수는 없으나 공급망에서 필요한 시물레이션 기능만 수행하여 준다. 일반적으로 기업전산시스템에 상주하면서 실시간 데이터 입력 및 Transaction이 가능하고 다른 최적화 제품들과의 긴밀한 연동을 통하여 작동한다. 사용자의 필요에 따라 시물레이션 기능의 수행이 가능하다.

2.1) SAP APO : 독일의 SAP사가 공급체인 관리를 위해서 내놓은 솔루션이다. APO의 다른 공급망 솔루션(공급 네트워크 계획, 수요 계획, 생산계획, 글로벌 ATP)들과 연동하여 실시간으로 데이터를 주고 받으며 필요에 따라 공급망 조정석(Supply Chain Cockpit)에서 시물레이션 기능을 수행하도록 되어 있다[8].

2.2) i2 eBPO : i2사가 차세대 기업솔루션으로 내놓은 제품이 eBPO이다. 공급망 관리에 있어 넓은 영역에 걸쳐서 솔루션을 제공하고

있는데 자사의 최적화 알고리즘과 접목한 DES 기능을 그 일부로서 제공하고 있다[3].

이상에서 살펴본 바와 같이 외국에서는 공급체인 시물레이터에 관한 연구 및 개발 실적이 많은 상황이나 반면 국내에서의 연구는 매우 미약한 실정이며 공급 체인 시물레이션에 대한 개념정립조차 명확하게 되어 있지 않는 상황이다. 따라서 공급 체인 운영에 관한 기업의 관심이 커지고 있는 이 때 공급체인 시물레이션에 대한 연구의 필요성이 더욱 더 크다 하겠다.

사명	제품명	시물레이션 엔진	특징
IBM	SCA	SimProcess	- 2가지 optimizer 제공
IBM	eSCA	SimProcess	- Client/Server architecture - 분산 시물레이션 - Model Catalog 제공
COMPAQ	CSCAT	ARENA	- 컴퓨터 생산/판매 산업의 공급망 시물레이션
NOKIA	LOGSIM	ProModel	- 휴대폰 생산/판매 산업의 공급망 시물레이션
SAP	APO	-	- 실시간 데이터 입력 - 공급망 조정석에서 시물레이션 수행
i2	eBPO	-	- 실시간 데이터 입력 - 최적화 알고리즘과 연동

<표 2. SCM 시물레이터 비교>

6. 결론

본 연구에서는 공급망 관리와 공급망 시물레이터에 대한 일반적인 내용들을 살펴보았다. 또한 지금까지 개발된 공급망 시물레이터들을 독립형과 통합형으로 분류하고 각각의 제품들과 특징에 대해서 간단하게 살펴보았다. 이러한 연구들을 바탕으로 향후 연구를 통하여 모든 산업영역에서 효과적으로 사용될 수 있는 공급망 시물레이터를 연구하고자 한다. 개발된 시물레이터는 독립형의 형태

를 띄게 되며 객체지향 시뮬레이션 방법론을 적용하여 뛰어난 재사용성과 확장성을 가지게 될 것이다.

7. References

- [1]. Donald A. Hicks, "A Four Step Methodology for Using Simulation and Optimization Technologies in Strategic Supply Chain Planning", Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, pp. 1215-1220, 1999
- [2]. H. Bob Chen, Oliver Bimber, Chintamain Chhatre, Elizabeth Poole, Stephen J. Buckley, "eSCA : A Thin-Client/Server/Web-Enabled System for Distributed Supply Chain Simulation", Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, pp. 1371-1377, 1999.
- [3]. Jeremy Padmos, Bill Hubbard, Tom Duczmal, Slim Saidi, "How i2 Integrates Simulation in Supply Chain Optimization", Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, pp. 1350-1355, 1999.
- [4]. RamKumar Ganeshan "Analytical Essays in Supply Chain Management" The Pennsylvania State University, 1997.
- [5]. Ricki G. Ingalls, Cynthia Kasales, "CSCAT: The Compaq Supply Chain Analysis Tool", Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, pp. 1201-1206, 1998.
- [6]. Saku Hieta, "Supply Chain Simulation with LOGSIM-Simulator", Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, pp. 323-326, 1998.
- [7]. Sugaro Bagchi, Stephen Buckley, Markus Ettl, Grace Y. Lin, "Experience Using the IBM Supply Chain Simulator", Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, pp. 1387-1394, 1998.
- [8] <http://www.sap-ag.de>