

컴포넌트에 기반한 분산 공급사슬계획 시스템 개발*

정한일**, 박찬권***, 이기창****

Development of a Component-Based Distributed Supply Chain Planning System

Hanil Jeong, Chankwon Park, Kichang Lee

Abstract

The objective of supply chain planning is to satisfy the requirements for minimizing inventory costs, transportation costs, and lead times throughout the supply, production and distribution stage dispersed geographically. Therefore, the supply chain planning system should have functionalities to resolve complex optimization problems that have characteristics of multi-stage and multi-product. And, the system should also support collaborative decision making among distributed business partners. In this study, we proposed a distributed architecture for the supply chain planning system. To do this, we analyzed functional requirements by using IDEF-0(ICAM Definition-0) methodology, defined required components, and designed each component by using object-oriented methodology. We implemented a prototype system based on CORBA (Common Object Request Broker Architecture) to show that the proposed distributed architecture based on component technology is feasible and can solve supply chain planning problem collaboratively.

Key Words : *supply chain planning, collaborative planning, component-based system*

* 이 연구는 G7 첨단생산시스템개발사업의 지원하에 수행되었음.
** 대전대학교 컴퓨터정보통신공학부 조교수
*** 영산대학교 정보경영학부 조교수
**** 서울대학교 산업공학과 박사과정

1. 개요

정치, 경제의 변화에 따른 세계화가 가속화되고, 고객 서비스의 중요성이 증대됨과 아울러 이를 뒷받침할 수 있는 정보수집, 전달 및 처리 등과 관련된 기술이 발달하면서, 기업간 협조와 파트너십이 점점 강조되고 있다[14]. 이러한 기업간 연합은 더 복잡한 제품을 더 짧은 시간 내에 국제적 경쟁상황 속에서 제공해야 하는 도전에 직면하면서 그 필요성이 더욱 명백해지고 있다. 이와 같은 상황 하에서 공급자, 생산자, 분배자와 고객을 묶는 가치사슬을 하나의 관리 대상으로 인식하고, 동일한 관리 기준을 적용하고자 하는 공급사슬관리 기법이 최근 활발하게 연구되고 있다[5, 6, 16].

공급사슬계획은 전략적 공급사슬관리와 관련된 공급사슬의 구조에 대한 계획과 재고계획, 수송계획, 분배계획 등의 운영적 수준의 계획으로 나누어 볼 수 있다. 본 연구에서는 전자를 공급사슬구조 계획, 후자를 생산 및 분배계획으로 부르기로 한다. 공급사슬구조 계획은 공장이나 창고의 개수, 최적의 위치, 사이즈, 공급자 및 공급부품 선정, 생산기지 및 생산품 선정, 제품 흐름이 결정 등의 문제에 대한 대안을 포함한다[9]. 이 문제는 설비배치문제의 형태로 많은 연구가 수행된 문제이나, 공급사슬전체에 대한 해결방법론에 대한 연구는 문제 자체의 복잡성으로 인해 부족한 실정이다. 또한, 전략적 수준의 계획이므로 변동요인, 유연성 등과 같은 정성적 요인에 대한 고려를 포함시켜야 하므로 문제 해결이 더욱 복잡하다. 생산 및 분배계획은 주어진 공급사슬구조 하에서 최소의 비용으로 주어진 수요를 충족시키기 위한 생산/재고 계획과

분배계획을 의미한다[13]. 생산 및 분배계획은 문제의 복잡성으로 볼 때, 공급사슬구조계획보다 더 어려운 최적화 문제의 형태를 지닌다.

최근 ERP(Enterprise Resource Planning) 벤더들은 공급사슬계획 기능을 포함하고 있는 향상된 제품을 개발 또는 출시하고 있다. 동시에 각 벤더들은 제품 개발 및 유지관리의 용이성과 다른 제품과의 호환성을 위해 제품의 모습을 컴포넌트화하고 있다[15]. 컴포넌트는 잘 정의된 인터페이스와 이에 대한 구현을 담고 있는 객체의 물리적 형태로 정의할 수 있다[8]. 또, UML(Unified Modeling Language) 스펙에 의하면 구현을 패키지와 인터페이스를 실현한 실질적 대체 가능한 시스템의 한 부분으로 정의된다[10]. 한편, 컴포넌트는 대체로 분산객체의 형태를 띠는 경우가 많다[11]. 이와 같은 컴포넌트의 특징은 공급사슬계획 시스템이 다른 기업 소프트웨어와 연동하여야 하고, 분산된 지점간의 협조적인 의사결정을 지원해야 한다는 측면으로 볼 때 컴포넌트가 공급사슬계획 시스템에 잘 적용될 수 있음을 의미한다. 현재까지 컴포넌트 개념을 공급사슬계획 시스템에 적용한 연구들이 일부 보고되고 있다. Azedevo는 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)를 활용한 분산 오더약속시스템을 위한 아키텍처를 제시하였다. 그는 여기서, 계획과 관련된 컴포넌트로 개략적 계획 모델(Rough planner)과 지역적 용량 모델(Local capacity model)을 설정하였다[4]. 개략적 계획 모델은 고객의 요구에 대응하여 분산노드에 보낼 질의를 작성하여 전달하는 역할을 한다. 이 질의에는 제품, 수량, 완료일 등에 대한 정보를 담고 있다. 지역적 용량 모델은 질의에 대한 응답, 즉 제품, 수량, 완료가

능일, 비용 등에 대한 정보를 되돌려 보낸다. 이 형태는 주요 의사결정이 결국 분산노드에서 내려진다. Zhou는 ESPRIT 프로젝트인 X-CITTIC로 불리는 반도체 산업의 가상기업(Virtual enterprise)을 위한 계획 및 통제 시스템을 제안하였다. 이 연구에서는 가상기업의 각 멤버 기업에 플러그인 될 수 있는 정보관리 컴포넌트를 위한 아키텍처를 언급하였다[17]. 이 아키텍처는 내부 데이터베이스와 인터페이스층, 객체층 및 CORBA 그리고 SEMATECH를 기반으로 하고 있다. Potrandolfo는 글로벌 공급사슬관리를 위해 4개의 단계 - 부품 공급자(Component suppliers), 생산 물류(Inbound logistics), 최종 조립 공장(Final assembly plants), 분배 물류(Outbound logistics) - 를 정의하고 이 단계 사이의 중재역할을 수행하기 위한 중앙조정단위(Central coordinating unit)를 설정함으로써 운영의 유연성을 극대화할 수 있다고 주장하고 있다[12].

위의 연구들에서 대상으로 한 공급사슬계획 시스템은 전체 공급사슬에 대하여 최적의 개념으로 계획을 수립하는 기능이 미비하다. 즉, 공급자의 공급자, 공급자, 생산자, 분배자, 소비자, 소비자의 소비자 등 다단계에 걸쳐 있는 공급사슬 전체를 대상으로 접근하는 연구가 부족하다. 또, 계획을 수립하는 방법 또한 단순 검색이나 질의에 의해 가능해를 구하는 것에 제한되어 있다. 한편, 최적화된 수리 모델을 대상으로 하는 연구는 상대적으로 단순한 공급사슬을 대상으로 하거나, 시스템적 구현 방안이 취약하다. 이외에, 계획 수립 정책이 고정되어 있으므로, 여러 가지 시나리오에 대하여 해의 경제성을 검토하는 것이 용이하지 않은 취약점을 지니고 있다.

본 연구에서는 공급사슬계획을 두 가지 유형의 계획, 즉 공급사슬구조계획과 생산 및 분배 계획으로 나누고, 이 계획을 수립, 실행 및 모니터링하기 위한 분산 아키텍처를 제안하는 것을 목적으로 한다. 분산 아키텍처는 CORBA를 사용하는 컴포넌트를 기반으로 구현될 것이며 기존 연구의 약점을 보완할 것이다. 이를 위해 제안될 컴포넌트는 최적화 엔진을 포함하는 중앙조정자와 네트워크 관리자, 다른 컴포넌트와 데이터베이스의 인터페이스를 담당하는 데이터 관리자, 수리적 모델의 수립을 서비스하는 모델 관리자, 단위 사이트와 중앙조정자 사이의 인터페이스를 담당하는 지역관리자 등으로 이루어지게 된다. 본 연구는 상용 케이스 툴 및 CORBA 제품을 활용하여 이와 같은 컴포넌트를 구현함으로써 공급사슬에 대한 최적화된 계획 수립을 지원하는 시스템을 개발하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 분산 공급사슬계획 시스템을 위한 비즈니스 기능과 그 아키텍처에 필요한 구성 모듈을 서술하였다. 3절에서는 개별적인 컴포넌트에 대한 상세 설계와 UML에서 제안하는 각종 다이어그램을 활용하여 여러 관점에서 시스템 구조 및 동적 행위를 파악할 수 있도록 하였다. 4절에서는 프로토타입 시스템에 대한 간단한 묘사와 개발 환경을 언급하였다. 마지막으로, 5절에서는 결론과 추후 연구과제를 제안하였다.

2. 분산 아키텍처 기반 계획

본 연구는 분산 공급사슬계획 시스템 개발을 위해 먼저, 전체 시스템의 기능적인 정의와 입출력 요소를 파악하고자 IDEF0 모형을 정의하였다. IDEF0 모형은 개발될 시스템의 초기 사

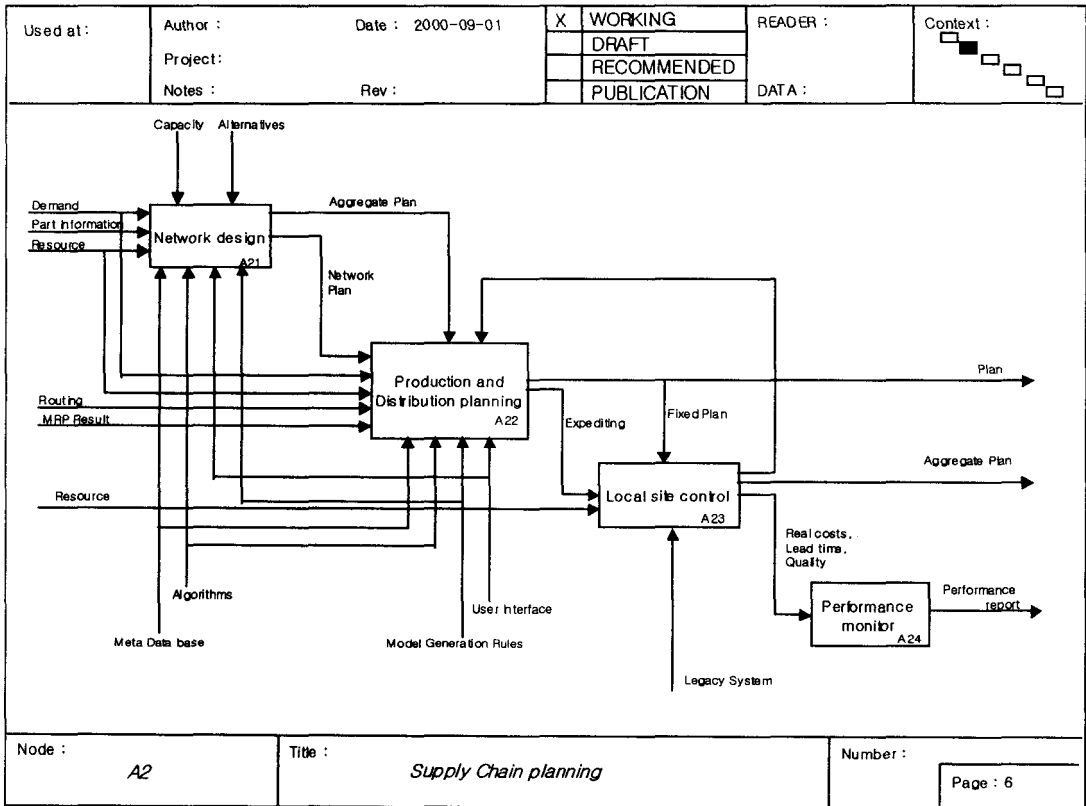
양과 개발 범위를 결정하고, 이를 공유하는데 유용하다. <그림 1>은 정의된 IDEF0 모형을 구성하는 기능을 인덱스와 함께 나열한 것이다 [13]. 본 연구의 초점은 인덱스 A2의 “공급사슬 관리(Supply chain management)”이다. <그림 2>에서 보는 다이어그램은 전체 공급사슬관리 기능을 수요관리, 공급사슬관리, 제조자원관리(Manufacturing resource management), 수송관리(Transportation management), 창고관리(Warehouse management) 그리고, 구매관리(Purchasing management)로 나눌 때, 공급사슬관리를 한 단계 분해한 그림이다. 공급사슬관리는 공급사슬구조계획, 생산 및 분배계획으로 구성

되는 공급사슬계획 기능과 단위 노드의 실행 모니터 및 통제에 해당하는 지역 통제(Local control) 그리고, 공급사슬 전체의 수행도를 평가하여 전략적 의사결정에 반영하는 수행도 평가(Performance monitor)가 있다. 이와 같이 각 기능에 대한 묘사 및 주요 입출력 정보가 함께 보여지고 있다.

개요에서도 살펴본 바와 같이 공급사슬계획에 있어서 공통의 이익을 추구하는 의사결정을 관리하기 위한 독립적 단위가 있는 것이 시스템의 효율성을 높이고, 설계의 용이성을 보장해 줄 수 있다. 본 연구에서는 최적의 의사결정에 대한 강조를 위해 수리적 모델 관리시스템에

Used at :	Author :	Date : 2000-09-01	X	WORKING	READER :	Context :		
	Project :			DRAFT				
	Notes :	Rev :		RECOMMENDED				
				PUBLICATION			DATA :	
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> A0. Global SCM A1. Demand Management A11. Forecasting A12. Order promising A13. Order entry A14. Quality inspection A15. Shipping & Invoicing A2. Supply chain management A21. Network design (DOSC) A211. Request for supplier A212. Network construction A22. Production and distribution planning (PADO) A221. Request identification A222. Generate plan A223. Plan review A23. Local site control A231. Plan assignment A232. Plan execution monitor A233. Expediting A24. Performance monitor </td> <td style="vertical-align: top;"> A3. Manufacturing resource planning A31. MRP A32. CRP A33. Scheduling A34. Production control A35. Costing A4. Transportation Management A41. Transportation planning A42. Vehicle routing and scheduling A43. Delivery execution and shipment tracking A44. Performance management A5. Warehouse Management A51. Order management A52. Labor planning A53. Dock area planning A54. Receiving A55. Put-away A56. Picking A57. Shipping A6. Purchasing Management A61. Purchasing requisition A62. Purchase order preparation A63. Purchase order maintenance A64. Quotation request A65. Release purchase order </td> </tr> </table>							A0. Global SCM A1. Demand Management A11. Forecasting A12. Order promising A13. Order entry A14. Quality inspection A15. Shipping & Invoicing A2. Supply chain management A21. Network design (DOSC) A211. Request for supplier A212. Network construction A22. Production and distribution planning (PADO) A221. Request identification A222. Generate plan A223. Plan review A23. Local site control A231. Plan assignment A232. Plan execution monitor A233. Expediting A24. Performance monitor	A3. Manufacturing resource planning A31. MRP A32. CRP A33. Scheduling A34. Production control A35. Costing A4. Transportation Management A41. Transportation planning A42. Vehicle routing and scheduling A43. Delivery execution and shipment tracking A44. Performance management A5. Warehouse Management A51. Order management A52. Labor planning A53. Dock area planning A54. Receiving A55. Put-away A56. Picking A57. Shipping A6. Purchasing Management A61. Purchasing requisition A62. Purchase order preparation A63. Purchase order maintenance A64. Quotation request A65. Release purchase order
A0. Global SCM A1. Demand Management A11. Forecasting A12. Order promising A13. Order entry A14. Quality inspection A15. Shipping & Invoicing A2. Supply chain management A21. Network design (DOSC) A211. Request for supplier A212. Network construction A22. Production and distribution planning (PADO) A221. Request identification A222. Generate plan A223. Plan review A23. Local site control A231. Plan assignment A232. Plan execution monitor A233. Expediting A24. Performance monitor	A3. Manufacturing resource planning A31. MRP A32. CRP A33. Scheduling A34. Production control A35. Costing A4. Transportation Management A41. Transportation planning A42. Vehicle routing and scheduling A43. Delivery execution and shipment tracking A44. Performance management A5. Warehouse Management A51. Order management A52. Labor planning A53. Dock area planning A54. Receiving A55. Put-away A56. Picking A57. Shipping A6. Purchasing Management A61. Purchasing requisition A62. Purchase order preparation A63. Purchase order maintenance A64. Quotation request A65. Release purchase order							
Node :	Title :		Number :		Page :			
A-2	NODE INDEX				1			

<그림 1> 공급사슬관리를 위한 IDEF0 기능 목록



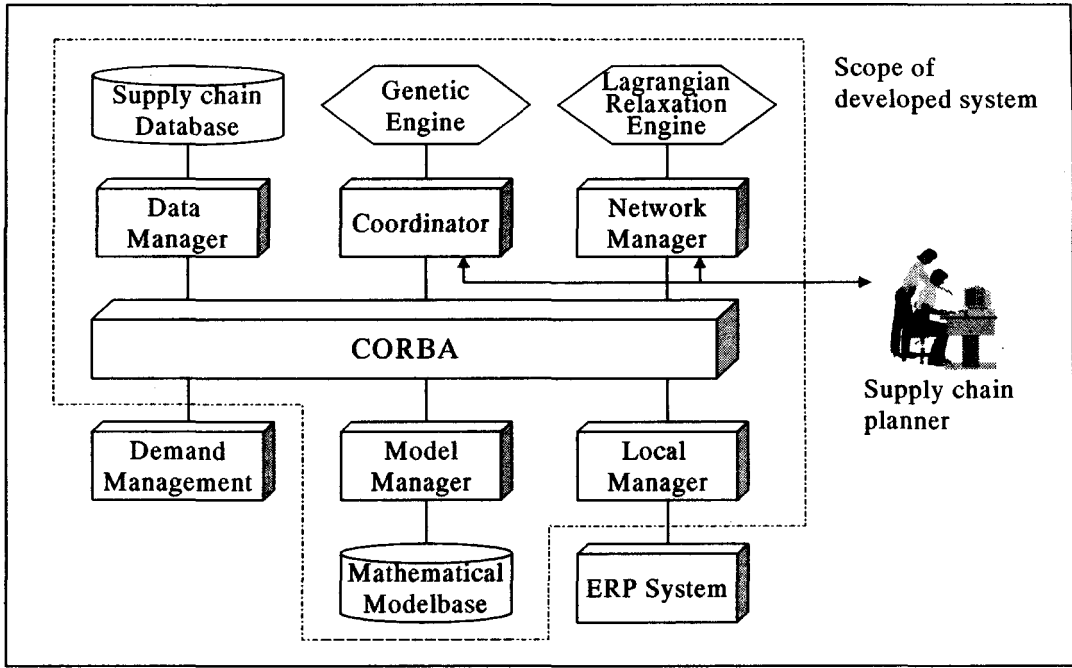
<그림 2> 공급사슬계획에 대한 IDEF0 다이어그램

해당하는 컴포넌트를 추가적으로 제안하였다 [7]. 제안된 컴포넌트는 다음과 같다.

- 중앙조정자(Coordinator) : 중앙 조정 단위의 역할을 대부분 담당한다.
- 지역관리자(Local manager) : 지역 통제 단위와 ERP 시스템과 인터페이스를 담당한다.
- 데이터관리자(Data manager) : 정보 관리 단위의 역할을 담당한다.
- 모델관리자(Model manager) : 수리적인 모델을 런타임으로 생성하기 위한 모델베이스와 서브컴포넌트를 포함하고 있다.

- 네트워크관리자(Network designer) : 중앙 조정단위의 역할 중 공급사슬구조 계획을 수립하는 기능을 담당한다.

<그림 3>은 제시된 컴포넌트를 포괄하는 분산 아키텍처를 나타내고 있다. 수요관리 모듈은 본 연구에 포함되지 않았다. 모두 다섯 개의 컴포넌트는 CORBA를 기반으로 메시지 및 서비스를 교환한다. 사용자와 인터페이스를 수행하는 컴포넌트는 중앙조정자와 네트워크 관리자이다. 이 인터페이스를 통해 사용자가 수립된 계획에 대한 평가, 검토, 수정 및 확정 등의 활동을 수행할 수 있다. 다음 섹션에서는 컴포넌트의



<그림 3> 공급사슬계획을 위한 분산 아키텍처

상세설계 과정과 세부 설명을 서술하였다.

3. 컴포넌트 설계

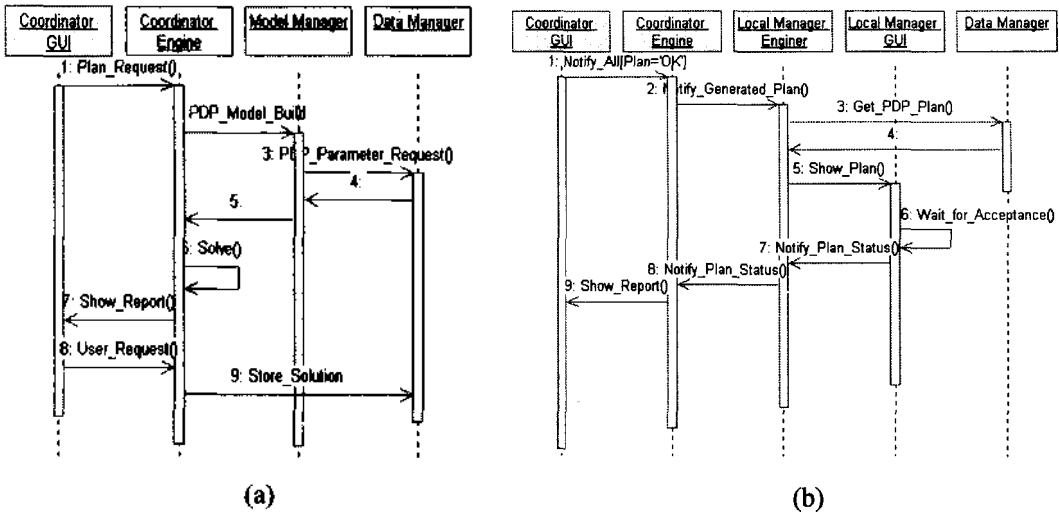
3.1 UML Diagram

본 연구에서 컴포넌트 설계를 수행하면서 사용한 UML 다이어그램은 유즈 케이스(Use case), 클래스 다이어그램(Class diagram), 시퀀스 다이어그램(Sequence diagram), 액티비티 다이어그램(Activity diagram) 등이다.

시퀀스 다이어그램은 시스템 내의 컴포넌트 간 협조 프로세스를 묘사하는 데 유용하다. <그림 4a>는 생산 및 분배계획을 수립하는 과정을 나타내고 있다. 사용자는 중앙조정자 GUI(Graphic user interface)를 사용해서 시스템

에 계획수립요구를 입력하게 된다. 중앙조정자 GUI는 계획요청 메시지를 중앙조정자 엔진에 보내어 그 결과를 다시 사용자에게 보여준다. 한편, 시스템 내부적으로는 중앙조정자와 모델 관리자, 데이터관리자가 상호 메시지를 교환하며 복잡한 수리적 모형에 대한 해를 구하는 절차를 수행한다. <그림 4b>는 <그림 4a>의 절차를 거쳐 수립된 계획에 대한 승인 과정을 묘사한다. 계획의 승인은 중앙조정자 수준의 승인과 지역관리자 수준의 승인이 모두 필요하다. 둘 중 하나의 승인이라도 받지 못하면, 재계획 프로세스가 수행된다.

제시된 컴포넌트에 대하여 내부 프로시저와 인터페이스를 정의하였다. 지면 관계상 중앙조정자에 대해서만 수도(Pseudo) 프로시저와 인터페이스에 해당하는 CORBA IDL (Interface



<그림 4> 계획생성과 리뷰를 프로세스를 위한 시퀀스 다이어그램

definition language)을 설명하였다.

3.2 중앙조정자

중앙조정자는 관련된 이벤트가 발생했을 때, 수리적 모델 생성을 요청하고 이 모델에 대하여 알고리즘을 수행하는 부분으로 구성되어 있다. 통합된 생산 및 분배계획은 공급, 생산 및 분배로 구성되는 다단계 다품목 생산재고 문제를 일괄적으로 최적화할 수 있는 알고리즘을 필요로 한다. 중앙조정자에 포함된 최적화 알고리즘은 유전 알고리즘으로 설계되었다. 알고리즘에 대한 자세한 설명은 [1]을 참조하기 바란다.

1. 휴면상태(Idle)로 있다.
2. 재계획을 수행할 시간이 되었는지 검사한다.
 - 2.1. 시간이 아니면 지역관리자의 요청여부를 검사한다.
 - 2.1.1. 요청이 없으면 1.로 이동.
 - 2.1.2. 요청이 있으면 3.1.로 이동.

- 2.2. 시간이 되었으면 3.2.로 이동
3. 모델관리자에게 모델을 요청하여 생성된 모델을 받는다.
 - 3.1. 지역관리자가 요청한 재계획의 종류를 모델관리자에게 알리고 모델 생성 요청. 모델이 제대로 생성되었으면 4.로, 아니면 3.3.으로 이동.
 - 3.2. 모델 생성을 요청한다. 모델이 제대로 생성되었으면 4.로, 아니면 3.3.으로 이동
 - 3.3. 모델이 제대로 생성 안 되었으면 예외보고서를 생성하고 사용자에게 알린다.
4. 생성된 모델을 엔진으로 넘긴 후 계획 생성 결과를 검사한다.
 - 4.1. 결과가 가능해인 경우 5.로 이동.
 - 4.2. 결과가 비가능해인 경우 6.으로 이동.
5. 결과가 가능해인 경우의 후처리 과정
 - 5.1. 결과에 대한 보고서 작성
 - 5.2. 데이터관리자에게 결과를 넘겨준다.
 - 5.3. 모든 지역관리자에게 새로운 계획이 생

성됐음을 알린 후 결과에 대한 검증을 기다린다.

5.3.1. 모든 지역관리자에서 가능한 경우 데이터 관리자에게 이를 알린 후 1.로 이동한다.

5.3.2. 하나의 지역관리자라도 가능하지 않은 경우 예외보고서를 작성한 후에 1.로 이동

6. 비가능해에 대한 예외보고서 생성하고 1.로 이동.

다음은 중앙조정자에 대한 CORBA IDL을 나타낸 것이다. PlanBucket은 생산계획 및 분배계획의 한 기간을 구성하는 구조체이다. 일반적으로, 수요량, 발주량, 입고량, Projected inventory, ATP 등의 정보로 구성되나, 여기서는 발주량과 projected inventory만 나타내었다. Plan 구조체는 계획을 메시지의 형태로 전달하기 위한 매개체이다. Plan 구조체 내에는 PlanBucket 구조체, m_plantype, m_fromsite, m_tosite, m_item 등의 필드가 포함되어 있다. M_plantype은 생산계획과 분배계획에 대한 구분자이며, m_fromsite는 선적지, m_tosite는 하적지, m_item은 품목을 나타내고 있다.

```
module Coordinator {
  struct PlanBucket {
    long m_period; double m_plannedqty; double
    m_projectedqtyinventory;
  };
  typedef sequence<PlanBucket>
  Plan_Bucket;
  struct Plan {
    Plan_Bucket m_planbucket;
```

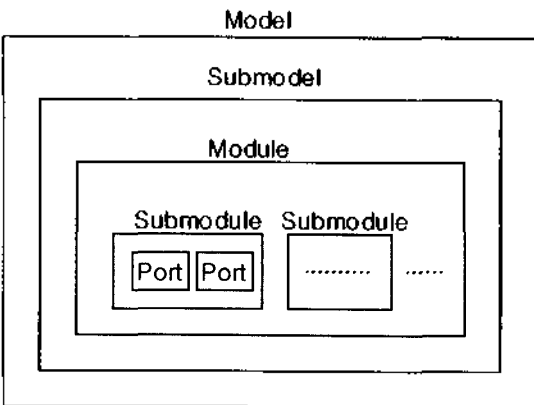
```
string m_plantype;
string m_fromsite;
string m_tosite;
string m_item;
};
interface CoordObject {
  boolean GeneratePlan();
  boolean RegeneratePlanOnPP(in Plan
  ProdPlan);
  boolean RegeneratePlanOnDP(in Plan
  DistPlan);
};
};
```

3.3 지역관리자

지역관리자의 역할은 중앙조정자 수준에서 수립된 계획에 대한 상세 평가와 ERP 수준의 현황 정보를 갱신하고 이를 중앙조정자에게 인지시키는 것이다. 계획에 대한 평가에 있어서 지역담당자가 직접 이를 검토하는 수작업에 의한 방법과 자동적으로 실행 가능한 계획을 수립할 수 있는 유한용량 스케줄러와 연동하는 방법이 가능하다. 이는 단위 기업의 정보시스템의 수준이나 필요성에 맞추어 결정될 수 있다. 지역관리자가 ERP시스템에 제공하는 서비스는 중앙수준의 계획을 공급해 주는 것이다. 반면에 ERP 시스템이 지역관리자에 제공할 수 있는 서비스는 ERP 패키지에 따라 달라질 것이다. 예를 들어, SAP R/3 시스템은 BAPI(Business Application Interfaces)를 통해 외부 시스템과 인터페이스를 지원하고 있다. 이와 같은 서비스를 통해 지역관리자에 대한 인터페이스를 제공할 수 있을 것이다.

3.4 모델관리자

제안된 모델관리자는 5개의 하위 구성요소 - 모델(Model), 서브 모델(Submodel), 모듈(Module), 서브 모듈(Submodule), 포트(Port) - 로 구성되어 있다(<그림 5> 참조)[3]. 모델은 사용자가 선택한 문제에 해당하는 부분으로서 하나의 수리적 모델 인스턴스를 의미한다. 모델이 선택되면, 데이터베이스에 저장된 모델에 대한 정보를 추출하여, 하부 요소들에 대한 초기화를 수행한다. 모델에는 분해된 문제들이 존재할 수 있다. 서브 모델은 이러한 상황을 위한 구성요소라고 할 수 있다. 모델 베이스에는 각 모델에 필요한 서브 모델에 대한 정보도 함께 저장하고 있다. 만약 사용자가 모델내의 서브 모델 중 하나만 선택하거나, 원 모델이 분해되지 않았다면, 서브 모델은 하나만 생성된다. 모듈은 모델에 대한 정보 중에 좀 더 구체적인 정보를 저장하는 부분이다. 사용자 또는 모델 베이스 관리자에 의해 정의된 모델의 추상적인 수리 모델 정보를 유지한다. 예를 들어 $s_1x_1 + s_2x_2 \leq W$ 의 형태로 표현된 식 자체가 모듈이 된다. 이를 기반으로 하여, 서브 모듈과 포트에 대한 데이터 입력

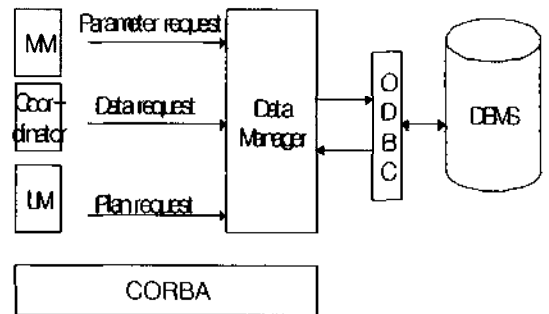


<그림 5> 모델 관리자의 구성 요소

의 위한 작업을 수행하게 된다. Larger Than, Equal, Greater Than 관계가 이곳에서 정의된다. 모델에 해당하는 실제 데이터를 저장하는 구성요소이다. 예를 들어 위의 서브 모듈 중에 s_1 은 입력포트(import) 즉, 솔버(solver)가 모델을 풀기 위한 값을 저장하는 것이고, x_1 은 출력포트(output) 즉, 그 결과 값을 저장하는 변수이다.

3.5 데이터관리자

데이터관리자는 데이터베이스와 이를 사용하는 타 컴포넌트를 분리하기 위해 존재한다 (<그림 6> 참조). 시스템의 개발과정 뿐만 아니라, 실제 구축과정에서도 데이터베이스의 스키마가 변경되는 경우가 많이 발생하게 된다. 만일, 데이터관리자가 없다면 데이터베이스를 사용하는 모든 컴포넌트의 데이터 발취(retrieval), 갱신 등과 관련된 함수를 스키마 변경에 맞추어 재코딩, 컴파일링의 과정을 거쳐야 하는 어려움이 존재한다. 더구나, 데이터 관리자를 통해 데이터 트랜잭션을 발생시키므로 각 컴포넌트는 데이터베이스에 대한 외부 스키마(external schema)에 대한 지식만을 가지고 있으면 충분하다. 즉, 데이터관리자를 통해 다른 일반 컴포넌트들



<그림 6> 데이터 관리자의 역할

은 논리적인 데이터 독립성을 얻을 수 있다. 예를 들어, 데이터관리자가 없다면 데이터베이스를 사용하는 다른 컴포넌트들은 스키마의 세부 사항을 이해하고 있어야 하며, 스키마의 변경에 따라 자신의 코드가 변경되어야 한다.

3.6 네트워크관리자

네트워크관리자는 공급사슬구조에 대한 계획을 수립하는 역할을 한다. 이 문제는 전통적인 설비배치문제(Facility location problem)와 유사하다. 대부분의 설비배치문제와 관련된 기존 연구가 단일 품목에 대한 공급자와 소비자사이의 중간설비배치를 결정하는 알고리즘에 편중되어 있다. 네트워크 관리자는 라그랑지안 완화법을 사용하여 다품목에 대하여 공급자, 중간설비 및 소비자 네트워크에서 공급자와 중간설비의 위치와 수를 결정할 수 있는 알고리즘을 포함하고 있다. 이 알고리즘에 대한 자세한 내용은 [2]를 참조하기 바란다. 네트워크 관리자의 인터페이스는 모델관리자와 데이터관리자에 대한 서비스에 사용되며, 수리적 모델의 요청과 수립된 계획에 대한 저장 등에 사용된다.

4. 시스템 프로토타입

3절에서 제시된 상세 설계는 상용 케이스틀인 Object designer 및 System architect 2000을 사용하였다. 클래스 다이어그램을 통해 컴포넌트를 위한 기본적 데이터 타입 및 데이터베이스 스키마를 추출하고, Visual C++ 6.0을 사용하여 각 컴포넌트를 구현하였다. 또, CORBA 제품의 하나인 Visibroker 3.3을 컴포넌트간 통신 미들웨어로 채택하였다. 본 연구에서 개발한 시스템

프로토타입의 적용 과정을 보이기 위해 자동차 산업에서 부품공급업체, 조립업체 및 분배 센터로 구성된 공급사슬망을 가정하였다. 부품공급업체는 와이퍼 생산업체로서 조립업체에서 제공하는 생산계획을 바탕으로 자체적인 월 단위의 생산계획을 수립한다. 주단위의 생산은 칸반을 통한 JIT 시스템에 의해 통제된다. 조립업체는 분배센터의 재고운용계획을 바탕으로 월간 생산계획을 수립한다. 마지막으로, 분배센터는 최근 수년간의 고객수요를 바탕으로 수요예측을 수행하고, 주문수량을 계획한다. 본 연구에서는 이와 같은 공급사슬의 파트너들이 상호 생산계획을 공유하며 일관된 공급사슬계획에 의해 생산 및 분배 활동을 수행한다고 가정하였다. <그림 7>의 (a)는 중앙조정자에 의해 할당된 생산자의 생산계획을, (b)는 공급자의 생산계획을 보여준다. 중앙조정자의 수리모델은 각 거점의 생산용량 제약을 고려하고 있으므로, <그림 7>과 같은 계획은 대략적 수준에서 각 거점에 적합할 것으로 예상할 수 있다. <그림 8>은 공급자에서 상세 스케줄링을 수행한 결과 기간 2에 완료 예정으로 작성된 오더의 연장이 불가피한 상황을 나타낸다. 이러한 상황은 중앙조정자의 모델에 반영되지 않은 상세 수준의 자원 운용 계획이나 현장의 이상상황 등에 의해 발생할 것이다. 이와 같은 경우에, 공급자의 계획 담당자는 수정 요구사항을 <그림 8>과 같은 메시지에 의해 중앙조정자에 전달한다. 중앙조정자의 계획 담당자는 이 메시지를 접한 후에 여러 가지 대안을 선택할 수 있다. 여기서는 공급자의 제약을 만족시키기 위해 생산자의 안전재고수준 제약을 완화하여, 중앙조정자에 입력함으로써 계획을 재수립하였으며, <그림 9>에서 새로 수정된 계획이 할당된 것을 보여주고 있다. <그림 9>

에서는 생산자의 재고가 10까지 내려가는 경우가 발생하는 대신에 공급자의 제약조건을 만족시킴을 알 수 있다. 만일, 가능한 조정 시나리오가 발견되지 않으면, 최종적으로 수요 데이터

를 수정하여야 한다. 이상과 같은 프로세스는 CORBA를 통해 분산환경에서 수행됨으로써 부하의 분산과 지리적 분산의 제약을 만족시키게 된다.

50		50	30	50	30	80	
	10		10		10		
50	60	70	50	60	40	20	20
		60		60		60	

Period							
	240	240		240			
	200	110	110	20	170	80	80
	150	150	150	150	150		

(a) (b)
 <그림7> 생산자와 공급자에게 할당된 초기 계획

			240
	200	110	
	150	150	

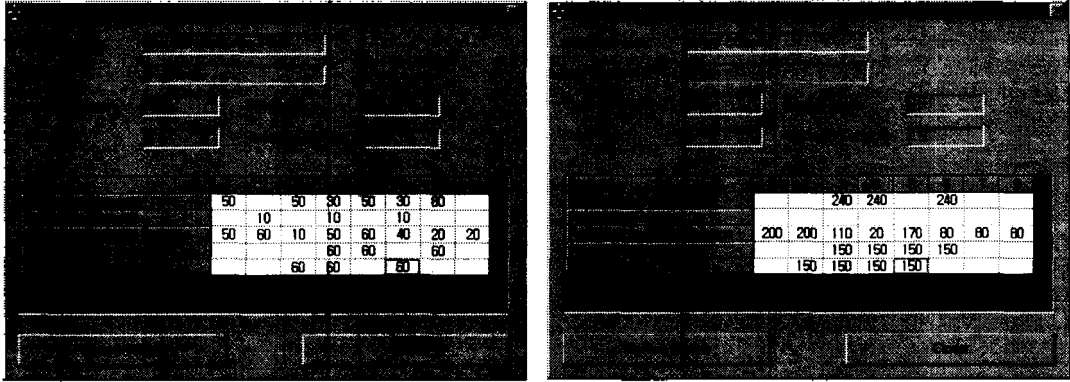
Request to delay order

Request Plan

Project Plan

Request to delay order due at period 2(150 EA.) to period 3.

<그림8> 공급자의 계획 변경 요청 상황



<그림 9> 공급자의 요구사항을 반영하여 수정된 계획

5. 결론 및 추후연구과제

본 연구에서는 공급사슬계획에 대한 실행 가능하고 최적화된 해를 구하고, 계획의 실행 및 관리 활동까지 지원 가능한 분산 아키텍처를 제안하였다. 또, 제안된 아키텍처의 프로토타입을 분산 컴퓨팅 환경에서 구현함으로써 효과적인 공급사슬계획 시스템 개발을 위한 본 연구의 적용성을 보였다. 즉, 공급, 생산, 분배 단계에 걸친 공급사슬전체에 대한 최소 비용의 계획을 수립하기 위한 중앙조정자, 네트워크 관리자 등의 컴포넌트를 제시하였으며, 모델관리자를 통하여 여러 가지 비용요소에 대하여 다양한 계획을 수립해 볼 수 있는 기능을 구현하였다. 한편, 데이터관리자를 통해 데이터베이스와 다른 컴포넌트 사이의 인터페이스를 수행함으로써 데이터베이스의 독립성과 데이터 접근의 효율성을 추구하였다.

본 연구는 분산 아키텍처의 구현을 위해 구조화된 시스템 개발 방법을 적용하였다. IDEF0를 사용하여 대상 시스템의 요구사항을 기능별로 정의하였고, UML Diagram을 통해 설계를 수

행하였다. 이러한 프로토타입을 통해 본 연구에서 제안된 분산 공급사슬계획 시스템은 분산된 비즈니스 개체들이 상호 협조와 조정을 통해 공급사슬계획을 수립하는 것을 효과적으로 지원할 수 있음을 보였다.

추후연구과제는 현재까지 진행 중인 공급사슬계획시스템의 개발을 계속하여 안정화 및 기능 확장을 목표로 한다. 특히, 지역관리자는 다양한 시나리오와 기존 시스템과의 인터페이스를 고려하여야 한다. 향후 다음과 같은 추가적 연구가 지향될 것이다.

- 중앙조정자와 지역관리자의 다양한 인터페이스 정의
- 지역관리자에 룰 베이스를 구축함으로써, 중앙관리자와 협조적 운영체계를 강화
- 분산 업무를 다양하게 충족시키기 위한 메시지 정의
- 데이터 교환을 위한 제품 모델 및 문서교환표준과 관계 강화

참고문헌

- [1] 변명희, "공급사슬시스템에서의 분산 생산 및 분배 계획의 통합," Proc. of SCM Korea 2000 Conference(CD-ROM), 2000.
- [2] 심역수, "Supply Chain Network Design Considering Multi-level, Multi-product, Capacitated Facility," Proc. of SCM Korea 2000 Conference(CD-ROM), 2000.
- [3] 양영철, 장양자, 박찬권, 박진우, "Design and Implementation of Model Manager for Flexible Supply Network Planning Model," *IE Interface*, Vol. 15, No. 1, pp40-48, 2002.
- [4] Azevedo, A. L. and Sousa, J. P., "A component-based Approach to Support Order Planning in a Distributed Manufacturing Enterprise," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 107, pp431-438, 2000.
- [5] Beamon, B. M., "Supply Chain Design and Analysis : Models and Methods," *International Journal of Production Economics*, Vol.55, pp. 281-294, 1998.
- [6] Erenguc, S. S., Simpson, N.C., Vakharia, A.J., "Integrated Production/Distribution Planning in Supply Chains: An Invited Review," *European Journal of Operational Research*, Vol. 115, pp219-236., 1999.
- [7] Geoffrion, A. M., "An introduction to structured modeling," *Management Science*, Vol. 33, No. 5, pp547-588, 1987.
- [8] Hopkins, J., "Component Primer," *Communications of the ACM*, Vol. 43, No. 10, pp. 27-30, 2000.
- [9] Jimenez, S., Brown, T., Jordan, J., "Network-Modelling Tools - Enhancing Supply Chain Decision Making," *Strategic Supply Chain Alignment-Best Practice in Supply Chain Management*, Editor : John Gattorna, Gowler, 1998.
- [10] Kobryn, C., "Modeling Components and Frameworks with UML," *Communications of the ACM*, Vol. 43, No. 10, pp31-38, 2000
- [11] Lewandowski, S. M., "Frameworks for Component-based Client/Server computing," *ACM Computing Surveys*, Vol. 30, No.1, pp3-27, 1998.
- [12] Pontrandolfo, P., Okogbaa, O. G., "Global Manufacturing: a Review and a Framework for Planning in a Global Corporation," *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No. 1, pp1-19, 1999.
- [13] Richmond, B., et. al., "Supply Chain Management Tools," *Strategic Supply Chain Alignment - Editor John Gattorna, Gowler, 1998.*
- [14] Robeson, J. F. and Copacino, W. C., *The Logistics Handbook*, The Free Press, 1994.
- [15] Sprott, D., "Componentizing the Enterprise Application Packages," *Communications of the ACM*, Vol. 43, No. 4, pp63-70, 2000.
- [16] Walker, W. T. and Alber, K. L., "Understanding Supply Chain Management," *The Performance Advantage - APICS*, Vol. 99, No. 1, 1999.
- [17] Zhou, Q. and Besant, C. B., "Information Management in Production Planning for a Virtual Enterprise," *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No. 1, pp207-218, 1999.

저자 소개

정한일 (e_mail : hijeong@dju.ac.kr)

서울대학교 산업공학과 학사, 석사, 박사
서울대학교 자동화시스템공동연구소 특별연구원
현, 대전대학교 컴퓨터정보통신공학부 조교수
관심분야: ERP/EC, SCM, 생산정보시스템

박찬권 (e_mail : chankwon@mail.ysu.ac.kr)

서울대학교 산업공학과, 학사, 석사, 박사
서울대학교 자동화시스템공동연구소 특별연구원
현, 영산대학교 정보경영학부 조교수, 영산대학교 경제경영연구소장
관심분야 : 전자상거래, ERP, SCM, 정보시스템

이기창 (e_mail : lkc@ultra.snu.ac.kr)

서울대학교 공과대학 산업공학과 학사, 석사
현, 서울대학교 공과대학 산업공학과 박사과정
관심분야: 생산시스템 모델링, 생산계획, ERP, 시뮬레이션