

공급사슬경영에 있어서의 납기 회신 시스템

심승배 · 한주윤 · 정봉주

연세대학교 산업시스템공학과

An ATP Quotation System in Supply Chain Management

Seung-Bae Sim · Joo-Yun Han · Bong-Ju Jeong

The accurate quotation of Available-To-Promise (ATP) plays a very important role in enhancing customer satisfaction and fill rate maximization. However, the complexity of Supply Chain structure, which includes all the linkages among procurement, production, and distribution, makes the accurate quotation of ATP be a quite difficult job. This paper presents a computerized ATP quotation system in global SCM environments where the worldwide headquarter, distribution centers, and manufacturing facilities are globally networked. We modeled the ATP quotation processes with the definition of required data flow and a comprehensive ATP-algorithm was newly developed. The illustrative example shows the efficiency of the proposed system is largely affected by the selection of alternative rules used in ATP-algorithm.

1. 서 론

최근의 기업 환경은 정보 기술의 발전과 시장 환경의 글로벌화에 따라 급격하게 변화하고 있다. 기존의 오프라인 중심의 시스템에서 온라인 중심의 시스템으로 이동하고 있으며, 기업 혁신의 중심도 내부에서 외부로 옮겨가고 있다. 과거의 기업들이 라인, 공장 또는 기업내의 생산성 향상, 리드타임 단축, 원가 절감, 품질제고를 위한 합리화 및 리엔지니어링, 기업통합 및 정보화, 자동화 및 CIM(Computer Integrated Manufacturing) 구축 등에 관심을 가렸다면 현재의 기업들은 점점 이러한 내부의 문제를 어느 정도 해결하고 외부의 문제인 물류 관리나 고객 만족을 위해 노력하고 있다. 이러한 배경에서 등장하게 된 Supply Chain Management(이하 SCM)은 원자재의 구매, 조달에서부터 제품의 생산, 운송, 판매 등을 총괄하여 관리하는 것을 뜻하며 각각의 공급자, 생산자, 고객이라는 SCM 구성 요소들간의 필요한 정보의 흐름에 대한 모든 것을 고려하는 것을 의미한다(Thomas and Griffin, 1996). 또한 SCM은 생산 관리의 기본인 MRP(Materials Requirement Planning)나, 정보 기술의 핵심인 ERP(Enterprise Resource Planning), DRP(Distribution Requirement Planning)를 비롯한 지금까지 축적되어온 정보 기술을 기반으로 점점 새로운 영역으로 확장되고 있다.

특히, 정보 기술의 발전에 의한 기업 내부의 전자적인 정보화 수립과 네트워크 기술의 혁신적인 발전에 의한 정보 공유

의 용이성이라는 기술적인 측면, 기업의 부가가치 중 60~70%가 제조과정 외부의 공급 과정상에서 발생한다는 사실과 불확실한 외부 변동에 대한 저비용에 의한 적절한 대응, 그리고 생산자에서 소비자로의 가격결정권의 이동이라는 경제적인 측면, 공급 과정상의 정보 공유 및 상호 협력 요구의 증가와 고객의 다양한 요구에 따른 생산 방식의 변화, 단축되는 상품 수명 주기라는 사회적인 측면은 SCM의 필요성 및 발전 가능성을 더욱 증가시켰다.

이러한 SCM을 위한 구현 시스템은 일반적으로 다음 <그림 1>과 같은 여러 가지 하부 시스템을 통합한 구조를 지니고 있

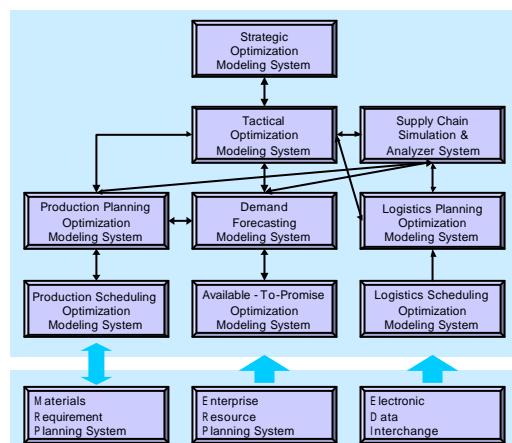


그림 1. 일반적인 SCM의 구조.

으며, 이는 이미 시장에 출시된 SCM의 상용화된 시스템들이 가지고 있는 기본 구조이다. 주요 구성 시스템을 보면 전체적인 기업의 경영 전략이나 SCM의 상위 목표를 설정하는 시스템 (Strategic & Tactical Optimization Modeling System), 직접적인 생산 계획과 관리를 위한 시스템 (Production Planning & Scheduling Optimization Modeling System), 고객 수요 예측과 납기 희선을 하는 시스템 (Demand Forecasting & Available To Promise Optimization Modeling System), 제품의 적절한 배송과 분배 최적화 시스템 (Logistics Planning & Scheduling Optimization Modeling System), 마지막으로 최적의 SCM 정책을 수립하기 위해 각 시스템에서 받은 데이터를 이용해 모의 실험 및 분석을 지원하는 시스템 (Supply Chain Simulation & Analyzer System)으로 이루어져 있다. 이러한 SCM 시스템은 앞에서 설명한 바와 같이 지금까지 구축되어 온 MRP나 ERP, DRP 등의 부분적 또는 전체적인 기능 요소를 필요로 한다.

기존의 ERP Solution을 제공하던 회사들이 새로이 SCM Solution 시장에 참여하면서 수많은 제품들이 등장하고 있다. 이러한 회사의 대표적인 예로는 APO의 SAP, Rhythm의 i2 Technology, Numerix, Manugistics, Paragon 등이 있다. 현재 국내 기업에는 i2의 Rhythm이 많이 적용되고 있는 상태이다. 이러한 SCM Solution들의 자세한 세부 기능은 각 제품에 따라 차이가 있다.

본 논문에서는 이러한 SCM 모듈 중에서 공통 모듈의 중요 부분인 고객의 주문을 받아서 신속하게 납기를 주는 Available To Promise(이하 ATP)를 다룬다. ATP는 용어의 의미 그대로 납기 약속을 주는 기능을 의미한다. 고객의 주문을 받았을 때 주문 상황에 맞게 납기 가능한 시간을 계시하는 것이 기본 목적이며, 세부적인 주문 상황과 기존의 주문 데이터 등을 판단하고 이것을 현재의 물류 상황과 생산 계획 등에 맞추어 실제로 가능한 납기를 계시해야 한다. 전통적인 공급사를 은 구매, 생산, 분배라는 세 가지 시스템으로 구성되어 있으며, 이런 세 가지 시스템은 또한 공급자, 생산자, 고객이라는 비즈니스 요소에 의해 연결되고 서로 영향을 주고 받는다. 많은 연구들은 이러한 관계에서 고객보다는 소매자와 물류 관리자를 중요 요소로 고려하고 있다 (Beamon, 1998). 그러나 고객의 중요성이 점점 증대되고 있는 현재의 기업 환경에서 이러한 ATP는 고객과 직접적으로 대면하는 부분으로서 그 기능 및 역할이 점점 더 증가하고 있는 추세이다.

SCM Solution 공급 업체들에서 공식적으로 발표하는 자료에는 각각의 모듈에 기본적인 구조에 대한 설명은 있으나, 실제적으로 구현되는 알고리듬에 대한 세부 설명은 나와 있지 않다. 따라서 본 논문에서 설명하고 있는 ATP에 대해 기존 SCM Solution과의 비교는 현실적으로 어려움이 있다.

ATP 관련 기존의 연구는 주로 납기일 계시를 위한 모형 및 알고리듬 개발에 초점이 맞추어져 있다. 대표적인 Survey 연구로서 Cheng과 Gupta(1989)의 연구가 있으며, 이 연구에는 주어진 정격인 Job Shop 환경에서 납기를 결정하는 CON, RAN,

TWK, SLK, NOP 등의 방법과 최적 납기를 구하는 방법, 그리고 동격인 Job Shop 환경에서 분석적 방법이나 시뮬레이션을 이용하여 납기를 결정하는 것에 대한 여러 가지 방법이 정리되어 있다 (Cheng and Gupta, 1989). Chung-Luu and Cheng(1999)은 하나의 기계에서 Maximum Weighted Tardiness를 최소화 시키는 납기를 결정하는 문제에 대하여 동적 계획법을 사용하여 모델링하고 분석하였고, Ghosh and Wells(1992, 1993)는 하나의 기계에서 주어진 데이터를 이용하여 납기의 최적값을 결정하는 방법을 연구하였으며, 또한 Forbidden Early Shipments를 고려한 납기 결정 문제를 동적 계획법을 사용하여 모델링하여 분석하였으며, Lawrence(1995)는 복잡한 시스템 환경에서 Flow Time을 예측하고 납기를 결정하는 방법론을 제시하였다 (Chung-Luu and Cheng, 1999; Ghosh and Wells, 1992, 1993; Lawrence, 1995). 최근에 Sam and Gerardi(1999)는 납기를 결정하는 데 있어 생산 능력을 고려하는 방법을 제시하였다 (Taylor and Fleischman, 1999). 이 연구에서는 하나의 주문에 대한 납기를 만족시킨 후에 생산 능력을 고려하여 다음 납기를 주는 방법론을 제시하였다. 또한, Moses(1999)는 주문량이 변하는 동격인 환경에서 Flow Time을 예측하고 불확실성에 대한 Time Buffer를 조절하는 방법을 Feedback Control 개념을 사용하여 제시하였다 (Moses, 1999).

기존의 이러한 연구들이 지니고 있는 한계는 SCM 전체 구조에서 납기 희선을 하는 ATP 시스템 관점에서는 이루어지지 않고 있다는 점이다. 본 논문에서는 SCM의 구조에서 고객의 주문에 대한 납기 계시를 위한 ATP 시스템을 제안하고 세부 데이터 흐름 및 납기 희선 알고리듬을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 ATP 모듈에 대한 구조와 데이터 및 프로세스의 흐름을 제시하며, 3절에서는 ATP를 산출하는 알고리듬 및 입출력 데이터의 정의, 그리고 시스템 실행을 통한 예시를, 마지막 4절에서는 결론 및 추후 연구 방향을 제시하였다.

2. ATP 시스템 구조

2.1 ATP 네트워크 구조

ATP의 전체 구조는 다음의 <그림 2>와 같은 형식으로 이루어진다. 이러한 ATP 구조의 기본 구성 요소로는 Headquarter, Distribution Center(이하 DC), Factory가 있다. Headquarter는 고객이 어느 지역에서 주문을 해도 모든 고객의 주문을 하나의 데이터베이스로 취합하고 고객에게 ATP를 제공하는 역할을 한다. Headquarter는 DC와 Factory에 관련된 모든 자료를 실시간으로 가지고 있으며 이러한 자료를 기반으로 고객에게 정확한 납기 약속을 주게 된다. DC는 일반적으로 Factory에서 생산된 제품의 보관 및 Headquarter의 지시에 따라 고객에게 직접 제품을 배송하는 업무를 담당한다. 마지막으로 Factory는 제품의 생산을 담당하는 기본적인 생산 단위이다. 또한 Factory는 배송

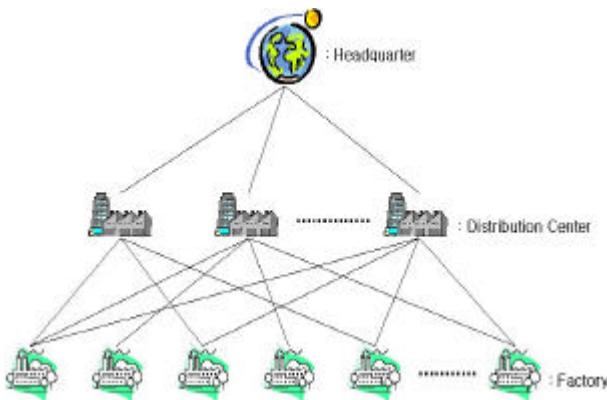


그림 2. SCM에서의 Global ATP 네트워크의 개념적 구성.

계획을 통해 생산된 제품을 DC로 배송하는 역할을 한다. 이러한 제품의 배송은 정해진 하나의 DC에 제품을 배송하는 것이 아니며, 제품의 성격과 주문한 고객의 위치, 각 DC의 현재 재고량 및 Factory와의 거리 등을 고려하여 가장 적절한 DC에 제품을 배송하게 된다. 이러한 작업은 ATP가 단독으로 수행하는 것이 아니라 배송 및 수송을 담당하고 있는 시스템과의 인터페이스를 통해서 최적의 대안을 찾아내어 수행하게 된다.

이러한 ATP 구조는 고객의 주문이 들어왔을 때 실시간으로 ATP를 제공해 주기 위한 필수 조건이며 이것을 만족시키기 위하여 각각의 DC와 Factory는 다음과 같은 기본적인 데이터를 가지고 Headquarter는 이런 데이터를 이용하여 고객에게 ATP를 주며 전체 데이터베이스를 실시간으로 업데이트 한다. 각 Factory에서는 아직 DC로 배송되지 않고 창고에 저장되어 있는 각 제품별 재고량, 기준생산일정(MPS)으로부터 향후 일정 기간 동안 생산되기로 확정되어 있는 제품의 일자별 생산 예정량, 아직 생산이 확정되지 않은 제품을 공정에서 생산하기 위해 필요한 자재 명세서(BOM)와 자재 확보 현황 등에 대한 데이터를 가지고 있다. 각 DC에서는 현재 보유하고 있는 제품별 재고량, Factory로부터 향후 배송될 제품별 입고량, 현재 자신의 DC에 배송이 가능한 Factory의 종류와 각 Factory의 기본적인 제품별 예측 생산량 등을 가지고 있어야 한다. Headquarter의 경우 주문을 받은 고객에게 정확한 ATP를 주어야 하기 때문에 각각의 Factory의 정보를 취합하고 있는 DC의 정보와 함께 개별적인 Factory에 대한 정보도 따로 취합하고 있어야 한다. 다음 절에서는 Input, Main ATP Engine, Output으로 이루어진 ATP의 프로세스 및 각각의 세부 모듈에 대한 간략한 설명을 하였다.

2.2 ATP 프로세스

ATP 프로세스는 다음과 같은 기본적인 흐름을 지닌다. 먼저 Input 모듈에서 주문 데이터를 받으면 이것은 User 데이터베이스에 저장된 후 Main ATP Engine으로 보내지게 되며, Main ATP Engine에서는 이것을 분석하여 고객에게 줄 수 있는 ATP를 산출하게 된다. 산출된 ATP는 고객에게 제시되며 고객이 주문을

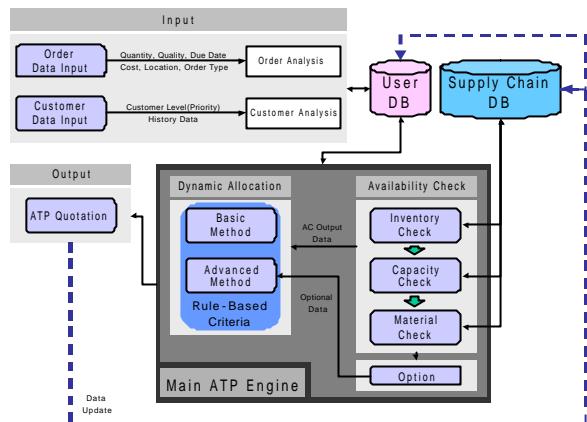


그림 3. ATP 시스템의 데이터 흐름 및 프로세스 구성도.

확인하게 되면 이 정보는 User 데이터베이스와 Supply Chain 데이터베이스에 새로운 정보로 저장된다.

이러한 ATP Process의 기본적인 흐름은 앞 절에서 설명한 ATP의 구조에 따라서 진행된다. Input 모듈과 Output 모듈의 경우 Headquarter에서 고객과 1:1의 관계로 진행되며 Main ATP Engine은 DC와 Factory의 실시간으로 업데이트된 데이터를 가지고 작업을 수행하게 된다. 즉, Inventory Check는 DC의 데이터를 이용하며, Capacity Check와 Material Check는 Factory의 데이터를 이용하여 산출한다. 이렇게 산출된 데이터들은 Rule-Based Criteria에 바탕을 둔 Dynamic Allocation의 두 가지(Basic 및 Advanced) 방법에 의하여 최종적으로 ATP를 산출하는 데 이용된다. ATP산출 과정은 3절에 구체적으로 설명된다.

대상 업종이나 환경에 따라서 약간의 차이는 있지만, 고객에게 ATP를 제공하기 위한 기본적인 프로세스는 <그림 3>에 나타난 바와 같다. 프로세스 내의 각 세부 모듈에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

① Input 모듈

Input 모듈은 Order Data Input과 Customer Data Input으로 이루어져 있다.

- **Order Data Input:** 주문 데이터는 고객의 주문에 대한 데이터로서 주문한 제품의 이름과 수량, 그리고 고객이 주문한 제품을 반기 원하는 장소로 이루어져 있다. 납기일과 비용은 주문한 고객이 특정한 납기일과 비용을 원할 경우에는 선택적으로 주문 데이터에 포함되게 된다. 이러한 주문 데이터는 주문 분석을 통하여 앞으로의 제품별 수요 예측에 활용되게 된다.
- **Customer Data Input:** 고객 데이터는 주문한 고객에 대한 데이터로서 기존 고객의 경우 주문한 고객의 등급과 지금 까지의 주문 내역으로 이루어져 있으며, 신규 고객의 경우 고객 데이터의 새로운 항목을 형성하게 된다. 고객 데이터를 따로 형성하는 이유는 고객 분석이라는 작업을 통하여 개별 고객의 주문 특성을 파악하여 고객별 수요 예

즉과 고객 관리에 활용되게 된다.

② Main ATP Engine 모듈

Main ATP Engine 모듈은 크게 Availability Check와 Dynamic Allocation으로 이루어져 있다. Availability Check는 ATP를 주기 위한 준비 작업으로 주문량을 맞추기 위하여 주문이 들어온 지역의 DC와 Factory의 현재 상황에 대한 기본적인 확인이다. 이 모듈은 Inventory Check, Capacity Check, Material Check, Option으로 이루어져 있다. Dynamic Allocation은 수집된 데이터를 바탕으로 실제 ATP를 주기 위해서, 생산된 제품과 앞으로 생산 가능 제품을 주문에 할당하는 방법으로 Rule-Based Criteria에 의한 Basic Method와 Advanced Method로 이루어져 있다.

- **Inventory Check :** Inventory Check에서는 기본적으로 주문이 들어온 제품을 기준으로 각각의 DC에 저장되어 있는 사용 가능한 재고량을 확인하게 된다. 확인된 사용 가능한 재고량이 주문 수량을 만족시킬 경우 이 데이터를 Dynamic Allocation 모듈로 보내게 된다. 여기서 사용 가능한 재고량이란 다른 주문에 의하여 선점되지 않은 재고 확보량을 의미한다. 예를 들어 A라는 DC에 전체 재고량이 1000개라 하더라도 먼저 들어온 주문에 의하여 500개가 이미 선점되어진 상태라면 Inventory Check에서는 A라는 DC의 Inventory는 500개로 계산된다.
- **Capacity Check :** Inventory Check를 통하여 주문 수량을 만족시킬 수 없을 경우 Capacity Check를 수행하게 된다. Capacity Check란 Factory의 생산 가능량과 현재 공정에 들어가 있는 WIP를 고려하여 현재 시점에서 공정에 있는 WIP들이 제품으로 생산될 양을 분석하는 것으로, 이 부분에서 주문한 수량을 만족시킬 수 있는 데이터가 얻어지면 Inventory Check에서와 마찬가지로 이 데이터를 Dynamic Allocation 모듈로 보내게 된다.
- **Material Check :** Capacity Check를 통하여 주문 수량을 만족시킬 수 없을 경우 Material Check를 수행하게 된다. Material Check는 현재 생산이 되고 있는 제품이 아닌 앞으로 원자재가 투입되어 생산될 제품에 대한 분석으로서, 주문이 들어온 제품의 BOM을 통해 필요한 원자재의 확보량과 앞으로의 생산계획 등을 분석하여 공정에 들어가 있는 WIP가 모두 생산된 다음 기간의 제품 생산량에 대해 분석하는 것이다. 이 부분에서 주문한 수량을 만족시킬 수 있는 데이터가 얻어지면 앞에서와 마찬가지로 이 데이터를 Dynamic Allocation 모듈로 보내게 된다.
- **Option :** 위의 세 가지 방법을 통해서 주문한 수량을 만족시킬 수 없을 경우 마지막으로 Option을 선택하게 되고, 선택된 Option에 따라 Advanced Method를 시행한다. Option의 경우 대체재, Overworking, Outsourcing의 세 가지 경우가 있다. 대체재란 주문이 들어온 제품과 비슷한 성질의 다른 제품으로 주문 수량을 확보하는 것으로 고객에게 먼저 동의를 구한 후 가능한 대체재를 찾아 주문을 만

족시킬 수 있는 ATP를 고객에게 준다. 다음으로 Overworking을 하는 경우가 있다. 이런 경우에는 생산단가가 증가하기 때문에 오히려 기업의 입장에서는 손해를 볼 수도 있지만, 제품을 주문한 고객의 우선 순위가 매우 높거나 제품의 단위 이익이 적어도 주문 수량이 많아서 전체적으로 이익이 높을 경우에는 제품의 단가가 약간 상승하더라도 Overworking을 통해 제품의 생산량을 증가시켜 고객이 만족할 수 있는 ATP를 줄 수 있다. 이러한 Overworking의 경우 Capacity Check와 Material Check가 제대로 이루어져 있어야만 정확한 양의 추가 생산을 예측할 수 있고 고객에게도 정확하고 신속한 ATP를 줄 수 있다. 마지막으로 Outsourcing을 하는 경우이다. 이 경우는 고객이 대체재를 원하지 않고, Overworking으로도 제품의 생산량을 주문량에 맞출 수가 없을 때 많은 양의 제조 원가가 상승하더라도 다른 기업에 하청을 주어 생산함으로써 고객의 주문을 만족시키는 ATP를 주는 것이다.

- **Basic Method :** Availability Check 중 Inventory, Capacity, Material Check를 통해서 얻어진 DC와 Factory에 대한 기본적인 데이터를 이용하여 Dynamic Allocation을 실행한다. 주문한 고객의 위치와 주문한 제품의 종류 및 수량을 만족하는 여러 가지의 대안 중에서 Rule-Based Criteria라는 기본적인 선택 법칙을 적용하여 최적의 대안을 선정한다.
- **Advanced Method :** 등급이 높은 고객이 주문을 하거나 특수한 상황(대량 주문, 긴급 주문 등)이 발생하였을 때, Basic Method를 이용하여 구한 ATP에 Option을 적용한 새로운 ATP를 구해야 할 경우가 있다. 이런 상황에서 사용하는 것이 Advanced Method이다. Advanced Method 역시 Rule-Based Criteria가 적용되며 Basic Method에서 얻어진 기본적인 데이터를 이용한다.

③ Output 모듈

Output 모듈은 고객에게 직접적으로 전달되는 ATP Quotation으로 이루어져 있다. ATP Quotation은 고객이 주문한 제품의 제품명과 수량, 납기 장소, 납기 일 및 비용이 포함된 ATP 데이터로 이루어져 있으며, 고객에게 Confirm된 ATP 데이터는 User 데이터베이스와 Supply Chain 데이터베이스에 다시 저장되고 실제 생산 라인과 물류 공급 라인에 적용된다.

3. ATP 산출 알고리듬

실제적인 ATP의 구현에서 고객의 주문을 받아서 ATP 즉 납기를 주는 부분은 앞에서 언급했던 ATP 프로세스에서 Availability Check, Dynamic Allocation으로 이루어진 Main ATP Engine을 주요 엔진으로 하고, Input 모듈을 입력부분, Output 모듈을 출력부분으로 하는 구조로 되어 있다. 이번 절에서는 Main ATP Engine에 대한 알고리듬에 대해 자세히 설명하겠다.

3.2 입출력 데이터

본 절에서는 ATP 알고리듬에 앞서 고객의 주문 및 현재 재고 및 생산 관련 정보에 대한 입력 데이터와 고객에게 ATP를 주는 마지막 출력부분에 대한 데이터를 설계하고, 데이터들에 대한 변수 및 관계를 정의하였다.

(1) 입력 데이터 설계

입력 데이터는 고객의 주문 데이터와 SCM 상의 DC와 Factory에 대한 데이터로 나눌 수 있다. 기본적으로 ATP 시스템에서 고려하는 데이터는 시간, 수량, 비용과 관련이 있다. 본 논문에서 고려하는 ATP 시스템은 이 세 가지 요인을 이용하여 입출력 데이터를 설계하였다.

우선 고객의 주문 데이터를 고려하면, 고객은 기본적으로 자신이 원하는 주문이 언제까지 가능한지에 대한 응답을 원한다. 따라서 고객이 주문한 제품에 대한 데이터가 필요하며 추가적으로 고객이 원하는 납기 데이터와 기존의 주문 데이터를 통해서 얻은 고객에 대한 데이터가 필요할 수도 있다. <표 1>은 고객의 주문 데이터와 각각에 대한 간단한 설명을 나타낸다.

SCM상의 DC 데이터와 Factory 데이터는 기본적으로 1일을 기반으로 산출된 데이터를 이용한다고 가정 한다.

DC 데이터는 시간, 비용, 수량에 대한 데이터로 구성되는데, 시간에 대한 데이터는 DC에서 고객의 위치까지의 수송 시간에 대한 것이며 비용에 대한 데이터는 재고 비용 및 출고 비용에 관한 것이며 마지막으로 수량에 대한 데이터는 출고되는 양과 출고 계획이 있는 양 및 출고 계획이 없는 양이다. 즉 아직 할당되지 않은 양이다.

시간에 대한 데이터는 제품의 배송 및 수송을 담당하고 있는 다른 SCM 모듈에서 산출된 기존 스케줄로부터 평균 수송 시간을 얻어서 이용하며, 비용에 대한 데이터는 단위 시간, 단위 수량에 대한 재고 비용과 단위 시간, 단위 수량에 대한 출고 비용 등을 제품의 분배를 맡고 있는 다른 SCM 모듈이나 기본 데이터 베이스를 이용하여 산출하며, 마지막으로 수량에 대한 데이터는 1일을 기준으로 출고되는 양과 남아 있는 양 중에서도 출고 계획이 있는 양과 앞으로 할당 가능한 양을 제품별로

표 1. 고객의 주문 데이터

데이터	설명
주문 ID	주문에 대한 식별 기호
제품 ID	고객이 주문한 제품의 식별 기호
제품의 수량 (제품 ID)	주문한 제품의 수량
제품의 가격 (제품 ID)	고객이 원하는 제품의 가격(Option)
주문의 납기	고객이 원하는 주문의 납기(Option)
고객의 파거 주문 데이터	고객의 중요도를 설정하기 위한 데이터 (Option)

표 2. DC 데이터 (1일 기준)

데이터	설명
시간	수송 시간 (DC ID, Location ID)
	DC와 고객 사이의 평균 수송 시간
비용	재고 비용 (제품 ID)
	제품의 단위 시간, 단위 수량에 대한 평균 재고 비용
수량	출고(수송) 비용(제품 ID)
	제품의 평균 출고(수송) 비용(1일 기준)
수량	출고량(제품 ID)
	제품에 대한 평균 출고량
수량	출고 계획량 (제품 ID)
	이미 출고 계획이 있는 제품의 수량
수량	할당되지 않은 양 (제품 ID)
	출고 계획도 없는 할당되지 않은 제품의 수량

산출하게 된다. <표 2>는 DC에서의 데이터와 이에 대한 설명을 나타낸다.

Factory 데이터도 역시 시간, 비용, 수량에 대한 데이터로 구성되며, 시간에 대한 데이터는 제품의 Cycle Time 및 DC에의 수송 계획에 대한 것이며 비용에 대한 데이터는 제품의 단위 생산 비용, 보관 비용(Warehouse Cost), 출고 비용에 대한 것이고 마지막으로 수량에 대한 데이터는 제품의 단위 시간당 생산량(Throughput Rate), 보관량, 출고량 등에 대한 것이다.

시간에 대한 데이터의 경우 생산 계획이나 공정 관리 등의 정보를 이용하여 평균 Cycle Time을 산출하며 DC까지의 평균 수송 시간은 제품의 배송 및 수송을 맡고 있는 다른 SCM 모듈로부터 산출한다. 비용에 대한 데이터도 DC에서와 마찬가지로 기본적인 생산 데이터를 이용하여 제품의 단위 생산 비용, 보관 비용, 출고 비용의 평균 데이터를 산출한다. 그리고 수량에 대한 데이터도 기본적인 생산 데이터를 이용하여 제품의 단위 시간당 생산량, 보관량, 출고량 등을 계산하여 이용한다. <표 3>은 Factory에서의 데이터에 대한 설명을 나타낸다.

(2) 출력 데이터 설계

출력 데이터는 고객이 주문한 내용에 대한 ATP 결과를 의미한다. ATP 시스템은 기본적으로 고객에게 가능한 납기를 제시해야 하며, 추가적으로 가격에 대한 정보나 세부 수송 계획 등을 제공할 수도 있어야 한다. <그림 4>는 고객들에 대한 ATP 결과의 출력에 대한 예제이다. 결과창에서 위의 테이블은 기업에서 산출해야 할 ATP 데이터를 의미하며, 아래의 테이블은 고객에게 제시할 수 있는 ATP 데이터를 의미한다. 즉, ‘총길동’이라는 고객의 주문에 대한 예상 납기는 2000년 8월 31일이며 예상되는 가격은 1000개를 기준으로 \$30인 것을 알 수 있다. 고객은 이와 같이 간단한 결과를 보고 기업에게 다시 피드백을 주게 된다. 피드백을 받은 기업은 수정된 데이터를 가지고 ATP 시스템을 다시 실행하거나, 취소된 데이터에 대하여 백업 데이터를 이용하여 기존 데이터를 복구하게 된다.

표 3. Factory 테이터 (1일 기준)

데이터		설명
시간	Cycle Time (제품 ID)	제품의 평균 Cycle Time (공정 테이터로부터 산출)
	수송 시간 (Factory ID, DC ID)	Factory와 DC 사이의 평균 수송 시간
비용	생산 비용 (제품 ID)	제품의 단위 생산 비용(기본적으로 주어지거나, 예측)
	보관 비용 (제품 ID)	제품의 단위 시간, 단위 수량에 대한 평균 보관 비용(Option)
	출고(수송) 비용 (제품 ID)	제품의 평균 출고(수송) 비용(1일 기준)
수량	생산량(제품 ID)	제품의 단위 시간당 평균 생산량 (Throughput Rate)
	보관량(제품 ID)	제품에 대한 평균 보관량(Option)
	출고량(제품 ID)	제품에 대한 평균 출고량
	찰당되자 않은 양 (제품 ID)	이미 출고 계획이 있는 제품의 수량

ATP 결과			
고객 ID	주문 ID	예상 납기	가격(1000개당)
C_3210	O_0123	2000/08/01	\$30
C_3211	O_0124	2000/09/15	\$35
C_3212	O_0125	2000/08/12	\$40
C_3213	O_0126	2000/08/30	\$25
C_3214	O_0127	2000/12/01	\$20

고객 이름	주문 ID	예상 납기	가격(1000개당)
홍길동	O_0123	2000/08/01	\$30

그림 4. ATP 결과 출력 예제.

(3) 입출력 변수 정의 및 입출력 함수

정의입출력 변수는 위에서 분류한 것과 같이 다음의 4가지로 분류할 수 있으며, 각각에 대하여 기본적으로 중요한 변수는 다음과 같다.

• 고객의 주문 데이터 관련 변수

- Location(c[customer id].location) : 고객의 위치
 - Order Quantity(c[customer id, product id].quantity) : 고객이 주문한 제품에 대한 수량
 - Price(c[customer id, product id].price) : 고객이 원하는 최대가격
 - Due Date(c[customer id, product id].due date) : 고객이 원하는 납기
- DC 관련 변수(1일 기준)
- Inventory(d[dc id, product id].inventory) : 제품의 현재 할당 가능한 재고

DC Input(d[dc id, product id].factory[j]) : 여러 Factory로부터 수송된 제품의 수량

Cost(d[dc id, product id].cost) : 제품에 대한 제조 원가 + 수송 비용

• Factory 관련 변수(1일 기준)

Production.Quantity(f[factory id, product id].production quantity) : 제품의 생 산량

Cost(f[factory id, product id].cost) : 제품의 제조 원가

Factory Output(=DC Input) : Factory에서 DC로 수송되는 제품의 수량

• 고객의 주문에 대한 ATP 데이터 관련 변수

ATP(a[customer id, product id].due date) : 고객에게 줄 수 있는 가능 납기

Price(a[customer id, product id].price) : 고객에게 줄 수 있는 가능 가격

Quantity(a[customer id, product id].quantity) : 고객에게 줄 수 있는 가능 수량

입출력 함수 관계는 기본적으로 고객의 주문 데이터와 DC 데이터, DC 데이터와 Factory 데이터 사이에 존재한다고 가정한다. 즉 다음의 <그림 5>와 같은 함수 관계가 성립한다.



그림 5. 입출력 함수 관계.

위의 관계에서 보듯이 본 논문에서 제시하는 ATP 알고리듬은 여러 Factory의 데이터를 1일을 기준으로 하나의 DC 데이터로 모은 후에 DC를 기반으로 주문에 대한 ATP를 주는 시스템으로 구성되어 있다. 앞으로 입출력 함수의 관계에 대해서 좀 더 정확한 관계를 구하는 것에 대한 연구가 필요할 것이다.

3.2 알고리듬

ATP 알고리듬은 기본적으로 Availability Check와 Basic Method를 포함한다. Availability Check는 주문을 받았을 때, Basic Method를 위한 기본 데이터를 제공하며 주문의 납기 가능성 정도를 짐작하는 용도로 사용할 수도 있다. Advanced Method의 경우 알고리듬에서 고려되지 않았는데, 이것은 Advanced Method 자체가 추가 생산, 대체제, 외주 등을 담당하는 기법으로 기업의 의사 결정 범위 중에서 상위 레벨에 속하기 때문이다. 추후 연구에서는 이러한 부분도 추가 가능으로써 고려되어야 할 것이다.

ATP 알고리듬은 기본적으로 여러 개의 주문이 동시에 들어온다고 가정하였으며, 주문의 할당 순서는 여러 가지 기준에

의하여 정한다. 본 논문에서는 들어온 순서대로 할당하는 방법, 주문이 원하는 최대 납기가 작은 순서대로 할당하는 방법, 주문량의 크기에 따라 할당하는 방법, 고객의 중요도를 이용하여 할당하는 방법을 고려하였다.

할당 순서가 정해지면 DC에서 고객까지의 거리, 현재 재고, Factory로부터 수송되는 양, 비용의 네 가지 조건을 기준으로 DC의 평가치를 구하고, 이를 이용하여 주문을 할당하는 부분으로 이루어져 있으며, DC의 평가 함수는 $y=f(\text{거리}, \text{재고}, \text{수송량}, \text{비용})$ 의 형태가 된다.

DC를 평가하는 위의 조건들이 필요한 이유는 다음과 같다. 제품을 공급 받는 고객과 DC와의 거리는 일반적으로 가장 기본적인 기준이 된다. 당연히 고객에게 가장 가까운 거리에 있는 DC에서 제품을 공급하는 것이 운송 비용의 최소화 문제나 납기일을 최소화하는 문제에서도 가장 적절한 방법이라고 할 수 있다. 그러나 그러한 알고리듬은 전체 물류 시스템의 Performance의 Global optimality를 얻을 수 있는 방법이 아니다. 따라서 Global optimality를 얻기 위해서는 다음의 세 가지 고려 사항들이 필요하다. 우선 현재 각 DC가 보유하고 있는 재고량에 대한 정보가 필요하다. 아무리 가까운 DC가 있다 하더라도 그 DC의 재고가 부족하거나, 현재 들어온 주문량을 만족시킬 수 있다 하더라도 안전 재고량보다 적은 수준이 유지되게 된다면 가까운 DC에서 주문을 만족시키기 보다는 약간 거리가 떨어져 있다 하더라도 재고량이 많은 DC를 선택하는 것이 전체 시스템의 성능을 향상시키게 된다. 이러한 방법은 또한 재고 비용의 관점에서도 많은 이점이 있다. 다음으로 고려해야 할 사항은 각 DC에 평균적으로 제품이 입고되는 양이다. 이것을 고려하는 이유는 현재 재고량이 적은 DC라 하더라도 앞으로 들어올 제품의 양이 많을 경우에는 우선적으로 선택하여 재고의 양을 줄이는 것이 훨씬 효율적이기 때문이다. 마지막으로 고객이 원하는 가격과 기업에게 적당한 원가를 맞추어 주는 것이 필요하다.

이와 같은 방식으로 DC의 평가치를 산출한 후에도 평가치가 높은 하나의 DC를 이용하여 ATP를 계시하는 방식을 생각할 수 있고, 평가치가 비슷한 경우에는 하나 이상의 DC를 이용하여 ATP를 계시하는 방식을 생각할 수 있다. 하지만 두 방식 모두 고객의 주문 조건인 가격이나 회망 납기와 거리가 먼 결과가 나을 경우 절충점을 찾어야만 한다.

본 논문에서는 거리를 이용한 단일 평가치, 재고를 이용한 단일 평가치를 이용하는 두 가지 기준을 사용하였다. 이러한 내용을 바탕으로 알고리듬을 구성하면 다음과 같다.

[ATP 알고리듬]

Step 1. 고객의 주문 데이터 입력
고객의 주문 데이터를 입력 받는다.

Step 2. 주문의 선택 순서 결정
여러 고객의 주문 데이터가 동시에 존재할 경우에 주문에

대한 선택 순서를 다음과 같이 설정 한다.

<Rule 1 : EIRO> 들어온 주문 순서대로 할당 순서를 결정 한다.
<Rule 2 : mDUB> 회망 납기가 가장 빠른 순서대로 할당 순서를 결정 한다.

<Rule 3 : LQ> 주문량이 가장 많은 순서대로 할당 순서를 결정 한다.

<Rule 4 : Pr> 기존 고객 데이터가 존재할 경우 고객 중요도를 이용하여 할당 순서를 결정 한다.

Step 3. ATP 네트워크 데이터 준비

- 고객과 DC 사이의 거리 데이터 및 수송 관련 데이터를 관련 데이터베이스로부터 얻는다.
- Factory의 데이터(생산량, 제조 원가, DC로의 수송량)를 1 일을 기준으로 계산한다.
- DC의 데이터(재고, Factory에서의 수송량, 제품 비용)를 1 일을 기준으로 계산한다.

Step 4. Availability Check

주문에 대하여 DC의 Inventory, Factory의 생산량, 수송 시간 등을 고려하여 주문의 납기 가능 여부를 조사한다. 본 논문에서는 Step 3의 데이터를 이용하여 간단한 납기를 예측함으로써 가능 여부를 판단하였다. 고객의 주문 데이터에 원하는 최대 납기 데이터가 입력되지 않는 경우에는 주문양에 따라 납기 여부를 판단한다.

- 주문량이 DC의 재고 합보다 작을 경우 예상 납기는 다음과 같이 주어진다.

$$\text{예상 납기} = \text{수송 시간(고객)}$$

이 때, 수송시간(고객)은 각 DC에서 고객에게 수송하는 시간의 평균값이다. 이 값은 SCM 전체 DB에서 구한다.

- 주문량이 DC의 재고 합보다 를 경우 예상 납기는 다음과 같이 주어진다.

$$\text{예상 납기} = \frac{(\text{주문량} - \text{재고(DC)})}{\sum \text{생산량}(Factory)} + \text{수송시간(DC)} + \text{수송시간(고객)}$$

이 때, $\frac{(\text{주문량} - \text{재고(DC)})}{\sum \text{생산량}(Factory)}$ 는 DC에서 처리하지 못하는 양을 1일 단위의 각 Factory 생산량의 합으로 나눈 값이며 수송시간(DC)은 각 Factory에서 DC까지 수송하는 시간의 평균값이며, 마찬가지로 이 값들은 SCM 전체 DB를 통해서 구한다.

위의 예상 납기를 구한 후에 예상 납기에 예상 범위를 벗어나는 주문일 경우에는 납기 불가능 여부를 고객에게 알려주고, 벗어나지 않는 경우에는 다음 Step으로 넘어간다. 주문에 러 범위 및 주문양에 따른 납기 여부 기

준은 ATP 알고리듬을 적용하는 기업에서 상황에 맞게 설정한다.

Step 5. DC 평가

- <Rule 1 : SDC> 가장 거리가 가까운 DC를 선택 한다.
- <Rule 2 : LDC> 현재 가장 재고가 많은 DC를 선택 한다.

Step 6. 알고리듬 실행

위에서 설정된 Rule의 조합을 토대로 다음과 같은 순서로 ATP를 산출 한다.

- (1) Factory의 생산 데이터와 DC로의 수송 관련 데이터를 이용하여 각 DC의 일 단위 재고량을 계산한다.
- (2) 고객의 위치와 DC의 위치 데이터를 확인하여 각 DC에서 고객에게 납기 가능한 시간을 계산한다.
- (3) 설정된 Rule의 조합을 해당하는 DC에 적용하여, 가능한 납기일과 납기량을 구한다.

Step 7. ATP Quotation

Step 6에서 얻은 데이터를 이용하여 고객에게 ATP를 제시 한다.

3.3 ATP 시스템 구현 및 산출 예시

본 절에서는 ATP를 산출하는 프로세스를 예제 프로그램을 통하여 예시하고자 한다. 적용된 ATP 시스템은 Delphi 4.0을 사용하여 구현하였으며 펜타엄 II-400 컴퓨터에서 실행하였다.

Step 1. 고객의 주문 데이터 입력

실험에 사용될 주문 데이터는 1일을 기준으로 5개의 데이터를 일정 범위의 난수로 생성하였고, 고객명, 위치, 주문량, 회장 가격, 회장 납기, 중요도 등의 데이터를 갖는다. <그림 6>는 예제 프로그램의 구동화면과 주문 데이터의 생성 예제를 나타낸다.

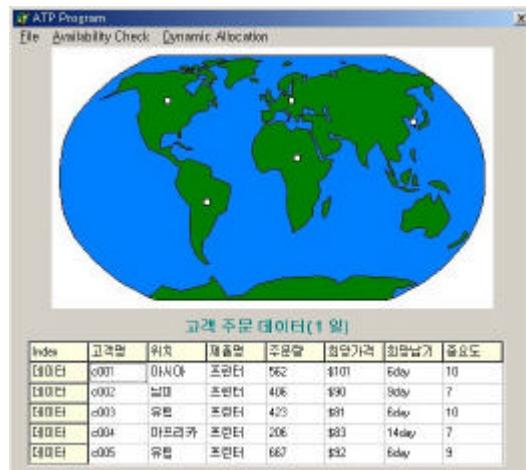


그림 6. 주문 데이터의 생성 예제
(1일 기준으로 5개의 주문 고려).

표 4. 각각의 Rule을 적용한 주문 선택 순서

주문 선택 순서	주문 선택			
	FIFO	mDUE	LQ	Pr
고객별	c001	1	1	2
	c002	2	4	3
	c003	3	2	4
	c004	4	5	5
	c005	5	3	1

Step 2. 주문의 선택 순서 결정

<그림 6>의 주문 데이터를 바탕으로 주문의 선택 순서를 구하면 <표 4>와 같다.

Step 3. ATP 네트워크 데이터 준비

ATP 알고리듬을 위해서 고객과 DC 사이의 거리 데이터 및 수송 데이터, Factory의 생산 관련 데이터, 그리고 DC의 재고 관련 데이터를 1일을 기준으로 계산해야 한다. 예제에서 가정한 SCM 네트워크는 3개의 DC와 5개의 Factory로 구성되어 있으며, 각 DC와 Factory의 연결 관계를 <그림 7>과 같다. 예제에서는 Factory와 DC의 수송 기간을 1일에 한번 수송하는 것으로 가정하였다. 고객의 위치는 5개가 가능하다고 가정하였으며, 각 DC와의 거리 데이터는 <표 5>과 같다.

DC 데이터와 Factory 데이터도 주문 데이터와 마찬가지로 일정 범위의 임의의 난수를 발생시켜서 이용하였으며, 예제 프로그램에서 사용된 데이터는 <그림 8>과 같다. <그림 8>의 좌측 DC 데이터 중에서 재고는 Factory에서 이동되는 양들을 기존의 DC 재고에 더한 것으로 시간에 따라 변화 한다. 생산량은 DC와 관련된 Factory에서 온 양을 모두 합친 값이며, 비용은

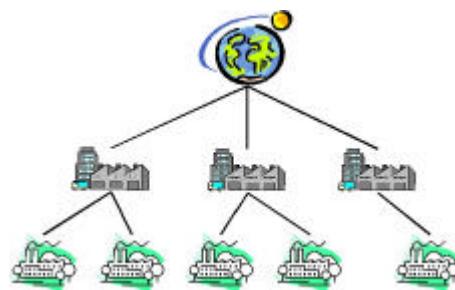


그림 7. 예제에 사용된 SCM 네트워크.

표 5. 고객과 DC 사이의 거리

고객 위치	고객과 DC 사이의 거리(단위: 일)	DC		
		1 : 아시아	2 : 북미	3 : 유럽
고객 위치	1 : 아시아	1	2	3
	2 : 북미	2	1	2
	3 : 유럽	3	2	1
	4 : 남미	2	1	2
	5 : 아프리카	4	3	2

The screenshot shows two tables side-by-side. The left table, titled 'DC#1 | DC #2 | DC#3', has columns 'Day', '재고' (Inventory), '생산량' (Production), and '납기' (Delivery). The right table, titled 'Factory #1 | Factory #2', also has columns 'Day', '가제당' (Per Day), and '가제구입' (Purchase). Both tables show data for days 1 through 8.

Day	DC#1 DC #2 DC#3			Factory #1 Factory #2		
	재고	생산량	납기	가제당	가제구입	
1	558	203	\$42	138	76	
2	761	172	\$41	159	136	
3	933	203	\$41	168	102	
4	1136	192	\$41	207	85	
5	1228	156	\$41	211	95	
6	1484	218	\$41	221	108	
7	1702	168	\$41	221	112	
8	1900	200	\$40	235	110	
9	2000	100	\$40			

그림 8. ATP 네트워크 데이터.

임의로 생성한 제품의 단위 비용을 의미한다. 우측에 있는 Factory 데이터 중에서 재고량은 제품 생산에 필요한 재고의 재고를 의미하며, 재고구입은 구입하는 재고의 양을 의미 한다.

Step 4. Availability Check

Availability Check는 ATP 네트워크 데이터를 이용하여, 주문의 납기가 가능한지 예상해 보는 부분이다. 예제 데이터에서는 DC 데이터와 Factory 데이터를 주문량을 충분히 만족시킬 정도로 평균값으로 해서 발생시켰기 때문에 Availability Check 부분은 이 예제 실험에서는 제외 한다. 하지만, 이것에 대한 연구는 생산 및 재고와 관련된 CAPA 분석 측면에서 중요하며, 차후에 본 논문에서 제시된 간단한 휴리스틱을 보완할 수 있는 휴리스틱을 개발할 필요가 있다.

Step 5. DC 평가

DC 평가는 고객의 주문 위치에서 가까운 DC를 선택하는 Rule(SDC)과 현재 가장 재고가 많은 DC를 선택하는 Rule(LDC)를 이용하여 DC를 선택 한다. SDC의 경우는 고객의 주문 위치에 따라 일정한 DC가 선택되지만, LDC는 현재의 재고를 기반으로 하는 Rule이기 때문에 주문을 할당하는 순서에 따라서 선택되는 DC가 변화 한다.

Step 6. 알고리듬 실행

알고리듬은 <그림 8>과 같이 일 단위로 DC의 데이터를 산출한 후에 각각의 Rule의 조합에 따라 가능 납기를 계산하게 된다.

성능 지표는 주문 수량에 대한 회망 납기 내에 가능한 납기 수량의 비율인 납기율과 회망하는 납기와 계시한 ATP와의 차이인 Slack Value로 설정하였다. 단, Slack Value는 고객이 회망하는 납기 내에 납기가 실제로 불가능한 경우에는 고려하지 않는다. <표 6>과 <표 7>은 예제 데이터를 통해서 구한 납기율과 Slack Value 결과를 나타낸다. 이것을 정리하면 <표 8>와 <표 9>과 같다.

Step 7. ATP Quotation

ATP Quotation에서는 알고리듬에서 산출한 결과를 이용하

표 6. 각각의 Rule 조합에 대한 납기율 결과

주문 선택	DC 선택	납기율(%)					가중 평균
		주문 #1	주문 #2	주문 #3	주문 #4	주문 #5	
FIFO	SDC	100%	100%	100%	100%	58%	88%
FIFO	LDC	100%	100%	100%	100%	100%	100%
mDUE	SDC	100%	100%	100%	100%	91%	97%
mDUE	LDC	100%	100%	100%	100%	100%	100%
LQ	SDC	100%	100%	83%	100%	100%	97%
LQ	LDC	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Pr	SDC	100%	100%	100%	100%	89%	97%
Pr	LDC	100%	100%	100%	100%	100%	100%

표 7. 각각의 Rule 조합에 대한 Slack Value 결과

주문 선택	DC 선택	Slack Value(회망 납기)-ATP)					평균
		주문 #1	주문 #2	주문 #3	주문 #4	주문 #5	
FIFO	SDC	4	8	5	0	0	3.40
FIFO	LDC	4	7	4	10	1	5.20
mDUE	SDC	4	8	4	5	0	4.20
mDUE	LDC	4	5	4	8	2	4.60
LQ	SDC	0	8	0	4	3	3.00
LQ	LDC	2	8	2	8	2	4.40
Pr	SDC	0	8	5	4	0	3.40
Pr	LDC	4	4	5	8	3	4.80

표 8. ATP 결과(납기율)

DC 선택	주문 선택	납기율(%)			
		FIFO	mDUE	LQ	Pr
SDC		88%	97%	97%	97%
LDC		100%	100%	100%	100%

표 9. ATP 결과(Slack Value)

DC 선택	주문 선택	Slack Value(%)			
		FIFO	mDUE	LQ	Pr
SDC		3.40	4.20	3.00	3.40
LDC		5.20	4.60	4.40	4.80

여 고객에게 적절한 ATP 정보를 제시하는 부분이다. 경우에 따라서 주문 데이터를 수정하여 다시 알고리듬을 실행해야 하는 경우도 있지만 본 논문에서는 그 범위까지 다루지는 않는다. 주문 데이터의 수정에 대한 연구는 앞으로 자세하게 진행되어야 할 것이다. 다음의 <그림 9>는 고객의 주문 데이터에 대하여 ATP Quotation을 수행한 예제 프로그램 화면을 나타낸다.

예제 데이터를 사용하여 적용한 결과만을 분석해 보면, 납기율 측면에서는 빠른 회망 납기를 갖는 주문을 먼저 할당하는 mDUE의 주문 선택 방법과 재고의 양이 많은 DC를 선택하여 주문을 할당하는 LDC의 DC 선택 방법이 좋은 성능을 보였

주문 선택	DC 선택	예상 납기	납기율
FIFO	SDC	2day	100%
FIFO	LIDC	2day	100%
mDUE	SDC	2day	100%
mDUE	LIDC	2day	100%
LQ	SDC	6day	100%
LQ	LIDC	4day	100%
Pr	SDC	6day	100%
Pr	LIDC	2day	100%

그림 9. 고객의 주문 #1에 대한 ATP 계시 예제.

으며 Slack Value 측면에서는 mDUE와 SDC의 조합이 좋은 성능을 보였다. 이것은 SDC가 거리가 가까운 DC를 선택하여 주문을 할당하는 방법이기 때문이다. 예제 결과를 종합해 보면 다음과 같다.

- 납기를 중요시 하는 상황에서는 mDUE로 주문을 선택하고 가장 가까운 DC에서 주문양을 만족시키는 것이 좋다.
- 고객의 중요도나 주문의 중요도가 정해진 기준에서 높다고 판단되면 중요도에 따라 주문을 할당하는 것이 좋다. 이것은 기업에서 내부적으로 정하는 기준으로 기업의 고객 관리와 관련이 있다.
- DC를 선택하는 방법에서는 재고를 중심으로 한 LIDC가 좋은 성능을 보였다. 이것은 DC와 Factory 데이터를 생성할 때 전체 CAPA가 주문을 100% 가까이 수용할 수 있을 정도로 발생시켰기 때문이다.

ATP 시스템 적용 결과, 본 예제에서 사용한 데이터는 실제 데이터가 아니기 때문에 사용된 각 Rule간의 비교는 실제 상황을 반영한 다양하고 충분한 양의 데이터를 이용한 연구에서 가능할 것으로 보인다. 그러나, ATP 시스템의 효율성은 사용된 Rule의 선택에 따라 영향을 받는다는 사실은 입증될 수 있었다.

4. 결 론

최근의 기업의 환경이 오프라인에서 온라인으로, 소규모 물류 시스템에서 대규모 물류 시스템으로 변화하면서 점점 SCM

의 중요성이 부각되고 있다. SCM은 자체의 구매에서부터 생산, 물류에 이르기까지 수요와 공급에 관련된 커다란 네트워크를 관리하는 시스템이며, 그 중에서 Available to promise(ATP)는 고객의 주문을 받아서 가능한 납기, 즉 ATP를 계시하는 부분으로 고객 만족의 측면에서 중요한 기능을 하고 있다.

ATP의 역할은 좀체는 현재의 물류 데이터를 이용하여 고객의 주문에 대한 납기 확답을 주는 부분에서부터 넓게는 구매에서 생산, 물류에 이르는 기업 전반에 대한 데이터를 이용하여 최고 경영자의 관점에서 고객의 주문에 따라 전체 시스템을 재조정하는 부분까지 다양하다. 본 논문에서는 SCM 기능 중에서 고객의 납기 만족을 다루는 ATP 시스템을 계시하였으며, ATP 시스템에서는 ATP의 전제 구조 및 데이터의 입출력 관계를 설명하고 이를 이용한 ATP 알고리듬을 제안하였다. 제안된 알고리듬은 정해진 SCM 네트워크 상의 임의의 예제 데이터를 생성하여 적용하였으며, 적용된 과정 및 결과는 앞으로 기업의 상황을 적절하게 분석하여 ATP를 계시하는 연구에 참고가 될 수 있을 것이다.

추후 연구과제로는 좀 더 정확한 ATP 계시를 하기 위해서 Shop Floor Level에 있어서 재공이나 생산 능력 등을 고려한 실시간 기반의 ATP 알고리듬의 개발과 대체체, 추가 생산, 외주 등을 고려하는 Advanced Method의 개발이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- Beamon, B. M. (1998). Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods, *International Journal of Production Economics*, 55, 281-294.
- Cheng, T. C. E. and Gupta, M. C. (1989). Survey of Scheduling Research Involving Due Date Determination Decisions, *European Journal of Operational Research*, 38, 156-166 (1989).
- Chung-Lun Li and Cheng, T. C. E. (1999). Due-Date Determination with Resequencing, *IIE Transaction*, 31, 183-188.
- De, Prabuddha, Ghosh, Jay B. and Wells, Charles E. (1992). Optimal Due-Date Assignment and Sequencing, *European Journal of Operational Research*, 57, 323-331.
- De, Prabuddha, Ghosh, Jay B. and Wells, Charles E. (1993). Delivery Time Quotation and Order Processing with Forbidden Early Shipments, *Computers & Operations Research*, 20(4), 381-390.
- Lawrence, Stephen R. (1995). Estimating Flowtimes and Setting Due-Dates in Complex Production Systems, *IIE Transaction*, 27, 657-668.
- Moses, Scott A. (1999). Due Date Assignment Using Feedback Control with Reinforcement Learning, *IIE Transaction*, 31, 989-999.
- Taylor, Sam G. and Plenert, Gerhard J. (1999). Finite Capacity Promising, *Production and Inventory Management*, Third Quarter, 50-56.
- Thomas, D. J. and Griffin, P. M. (1996). Coordinated Supply Chain Management, *European Journal of Operational Research*, 94, 1-15.



심승애

연세대학교 산업시스템 공학과 학사
현재: 연세대학교 산업시스템 공학과 석사과정
관심분야: 생산시스템 분석 및 모델링, 스케줄링, SCM



정봉주

서울대학교 산업공학과 학사
서울대학교 산업공학과 석사
Pennsylvania State University 산업공학 박사
현재: 연세대학교 산업시스템 공학과 조교수
관심분야: 생산시스템 분석 및 모델링, 반도체
생산시스템, SCM



한주우

연세대학교 산업시스템 공학과 학사
현재: 연세대학교 산업시스템 공학과 석사과정
관심분야: 생산시스템 분석 및 모델링, SCM,
B-Business