

가능납기 산정을 위한 ATP 알고리즘 연구

A Study on Available-To-Promise Algorithm for Determining Available Delivery Time

진동주 *
양광모**
김건호***

Abstract

최근 기업활동의 자재구매, 제조, 보관 및 운송, 유통/판매까지 포함한 공급체인 전체에 대해 통합관리가 중요한 비스를 받고 싶어한다. 이에 따라 오늘날의 대부분의 기업들은 고도의 기술을 요하는 정보시스템의 도입과, POS, Data Mining 등과 같은 기술들을 이용하고 고객의 요구 사항들을 적시, 적소에서 파악하여 고객이 요구하는 상품과 서비스를 공급하기 위하여 최선과 을 정리하고 주요 SCM solution에서 제공하는 기능 및 사용된 방법론을 분석하여, 이를 바탕으로 주문 접수 시 주문물량의 가능납기를 산정하기 위한 입력데이터, 고려요소, 연산절차 등을 포함한 ATP(Available to Promise) 모델을 제제로 부각되고 있다. 현대의 고객들은 제품이나 납기, 품질과 같은 부문에서 높은 서의 노력을 다하고 있다. 최초의 공급자로부터 소비자까지 상품이 전달되는 과정 중에서 재고와 물류비용은 모든 비용의 대부분을 차지하고 있다. 이에 대한 비용을 줄이려고 하는 것이 공급체인관리(SCM)의 기본적인 목적이라 하겠다. 이에 본 논문에서는 공급체인관리(SCM)에 대한 개념과 배경, 필요성 등시한다.

제 1 장 연구배경 및 목적

최근에 더욱더 심화되고 있는 고객만족에 대한 기업의 노력들은 기업의 비즈니스 프로세스(business process)를 계속적으로 변화시키는 요인으로 자리잡아 오고 있다. 이러한 변화를 주도하는 핵심 인자는 글로벌한 시장 경쟁, 짧아져만가는 제품생산주기와 제품 life cycle, 그리고 시장의 세분화와 포화라고 할 수 있다. 신속성(speed), 유연성(Flexibility), 단순성(Simplicity)이 BPR의 성공 핵심 요소이지만, 그 개별 프로세스의 관심대상은 오히려 다양한 관련 기업체, 고객, 공급업체 등 상하위 공급업체까지 확장 되어 가는 추세이다.

그러한 사실에서 볼 수 있듯이 최근 기업 경쟁력의 화두로 떠오르고 있는 것이 공급체인관리(SCM, Supply Chain Management)이다. 공급체인이란 원재료로부터 완제품의 최종소비에 이르는 프로세스로서 협력업체 및 거래선과 서로 연결된 부분을 포함한 전체 프로세스, 또는 기업의 제반활동들이 서로 체인처럼 연결되어 가치를 창출하는 가치체인(Value Chain)을 통해 고객에게 제품과 서비스를 제공하는 회사 내·외부의 관련 기능들을 통틀어서 의미하며, 고객-소매상-도매상-제조업체-부품·자재의 공급자 등으로 구성된 공급 활동의 연쇄구조로 정의된다. 최근에는 기업활동의 영역이 글로벌화 되어감에 따라 공급체인상의 리드타임이 길어지고 불확실성이 높아져, 고객에 맞추어 제조, 납품해야 하는 Mass Customization이 확산되면서 지역별, 국가별 제품사양이 더욱 다양하게 되었다. 이러한 Mass Customization 과 고객 필요의 다양함에 따라 로지스틱스 대상 품목이 많아지고 재고 및 물류관리가 복잡해지며 주문관리, 생산계획, 정보관리 및 추적관리가 복잡해진다.

* 현대오토넷

** 명지대학교 산업공학과

***안산공과대학

동시에 리드타임이 길어지고 불확실해짐에 따라, 재고가 증가하고 주문충족도가 악화되는 등

효율이 급속히 저하되게 되었다. 이에 따라 공급체인관리의 기능이 점점 중요하게 대두되고 있다. 이에 공급체인의 효율적인 관리와 납기 약속 수준을 가능한 정확하게 유지 할 수 있게 하는 SCM 패키지 만이 상당히 치열한 E-business 시장에서 살아 남을 수 있는 방법이 될 것이다. 그 중에서도 공급사슬 내에서 서로 밀접한 관련이 있는 공급자와 수요자 관계에 있는 모든 공장이나 업체들의 수요계획은 SCM패키지 개발의 핵심으로 대두되어 오고 있다.

이에 본 논문에서는 세계적으로 가장 높은 시장점유율을 보이고 있는 I2 Technology 사의 Rythem 제품에 대한 각 모듈의 이해와 ATP 시스템의 구조와 이해 그리고 마지막으로 ATP (납기산정)계산에 영향을 주는 요소들과 필요한 데이터를 규명하고, 납기를 산정하는 절차에 대한 모델을 제시하여 본다.

제 2 장 SCM solution Overview

제 1 절 공급사슬 시스템의 5가지 요소

본 장에서는 i2 Tech사의 SCM 솔루션인 Rythem 에 대한 개략적인 모듈과 설명에 대한 내용과 ATP 계산 알고리즘과 모델링을 제시하기로 하였다. 모델을 하기 위한 우선작업으로서 가장 큰 시장점유율을 보이고 있는 솔루션에 대한 이해가 선행되어야 한다고 생각한다. 그래서 이번 장에서는 Rythem에 대한 개관에 대해서 알아보기로 한다.

Rythm소개를 들어가기 전에 Supply Chain Management를 위한 기본적인 요소를 정리하도록 한다. 통합된 공급사슬 시스템을 위한 5가지 요소는 다음과 같다.

- ① 동시계획 (Concurrent planning)은 운영능력 (생산, 재고, 운송능력)과 자재수급에 관련된 이슈들을 동시에 고려 공급사슬 전체(판매계획, 물류계획, 생산계획, 자재수급계획)를 동시에 고려하고 단기, 중장기 계획을 동시에 고려한다. 이러한 동시계획을 수행함으로써 생기는 효과는 계획 사이클 시간을 줄일 수 있고, What-if 분석에 효과적이다.
- ② 연속계획 (Continual planning)은 변화분에 대한 계획은 계획의 "Nervousness"를 감소시킨다.
- ③ 신속한 What-if 분석은 다른 시간구간 내에서 계획상세도와 노력의 차별화 중장기 목적에 대한 관점을 잃지 않으면서 단기계획의 문제점에 집중함 제약조건 관리 (Constraint management) 자산과 업무행위의 제한은 성과를 결정한다. 제약조건은 운송수량(창고의 재고수량 이하)과 같은 Hard 제한과 최소재고수준과 같은 Soft 제한조건으로 나뉜다. 전략적 재고정책 관리, 생산능력 보유 관리, 적합한 생산스케줄 계획에 효과적이다.
- ④ 전체 공급사슬 가시성 (Global visibility)은 공급사슬상에서의 전체 제한조건들은 동시에 고려되어야 하고, 어느 특정 제한조건에서의 변화는 다른 모든 프로세스에 영향을 끼친다. 양방향 가시성이 보장되어야 한다.
- ⑤ 합동계획 지원 (Collaboration planning support)은 기업내 뿐만 아니라 다양한 가시성 종류에 따른 회사밖의 계획정보 공유할 수 있다.

이와 같은 5가지 중요한 기능으로 인해 통합화된 시스템의 이점은 실현 가능한 계획의 신속한 수립과, 자재수급, 생산능력, 운송능력을 동시에 고려한 실시간 수주 견적, 그리고 판매채널과 고객별 자재와 생산능력 할당, 재고자산 감소, 물류창고 제한 반영 등이 있다.

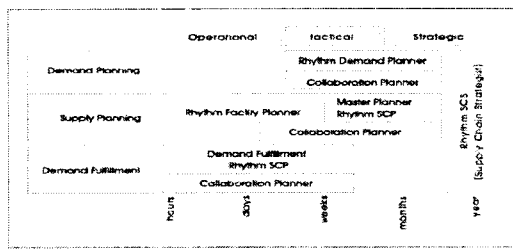
제 2 절 Rythem Overview

2.2.1 Rythem의 구성

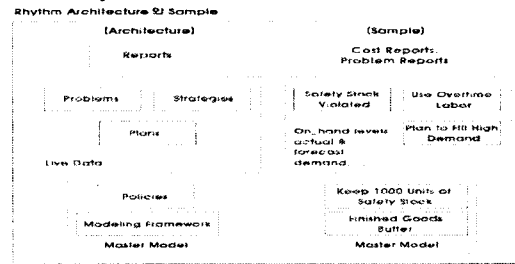
SCM 솔루션은 세계에 약 50여 가지의 제품이 만들어져 있다. 수많은 관련 제품이 많지만 여기서는 가장 중요한 SCP(Supply Chain Planner)를 중심으로 알아보기로 한다. 그림으로 표현하면 크게 아래와 같이 표현할 수 있으며, 가장 중요한 부분은 다음과 같다. Master Planning을 해주는 Supply Chain Planner, 수요예측과 Forecasting을 담당하는 Demand Planner, ATP(Allocated to Promise:납기약속)을 담당하는 Demand Fulfillment부분과 현장의 Scheduling과 Plan을 담당하는 Factory Planner부분이 이 제품의 근간을 이루고 있으며, 점차 Collaboration과 Strategy부분의 제품으로 확장되어 나가고 있는 추세이다.

2.2.2 Architecture의 이해

Supply Chain Management의 핵심은 어떻게 Modeling을 잘하는가에 달려 있다고 해도 과언이 아니다. Rhythm Package는 다양한 Modeling을 지원하기 위한 Framework과 Model과 관련된 다양한 Policy들을 Master Model측면에서 가지고 있으며, Modeling을 기반으로 하여 Live Data를 흘리기 위한 Plan과 이 Plan을 수행할 시에 발생하는 문제, 그리고 이 문제를 해결하기 위한 Strategy들을 가지고 있음으로서 문제를 해결하는 방식을 채택하고 있으며, 이를 Report의 형태로 발행 할 수 있도록 되어있다. <그림 2-2>은 Rhythm의 Architecture와 그 예이다.



<그림 2-1> Rhythm모듈의 구성



<그림 2-2> Rhythm의 Architecture와 그 예

Rhythm패키지의 System Architecture를 살펴보면 OIL(Object Interaction Language)이라는 언어를 사용하여 개발된 SCP Engine을 중심으로 RhythmLink라는 Legacy Data와의 Interface를 제공하는 부분과 user들이 볼 수 있는 UI화면으로 크게 구성된다고 볼 수 있다.

이제부터는 시스템 아키텍처의 내용을 살펴보려 한다.

- ① Import : import는 Data를 SCP에 반영하는 과정이며 data file(확장자 dat)와 import file(확장자 imp)를 이용한다. 그리고 data file은 SCP에 반영되는 data의 값이며, data의 각 field와 SCP Model과의 관계 및 특성 등을 정의한다. OIL(Object Interaction Language)를 이용한다.
- ② Export : 사용자가 원하는 SCP의 모델의 특성 등을 Data file로 생성하는 과정이며 export file(확장자 exp)를 이용한다. export file은 생성될 data의 각 field와 SCP 모델과의 관계를 정의하며 Import 와 마찬가지로 OIL을 이용한다. data file은 VB-UI 혹은 OIL Debugger에서 export 작업 후 생성된다.
- ③ CDM(Common Data Model) : CDM은 Data를 SCP에 반영하는 과정이며, i2社에서 제공하는 CDM Record Manual에 따라 반영하고자 하는 Data의 Model의 Field를 정의하여 Data를 SCP에 반영하는 과정이다. 그리고 별도의 OIL Coding 작업이 필요 없으며, (import과정보다는 CDM을 이용, Rhythm LinK를 이용하여 SCP와 Data의 서로 주고 받고 원하는 Data를 생성할 수 있다.
- ④ Supply Chain Planner의 조작

VB-UI 혹은 OIL(Object Interaction Language) Debugger를 이용하며, OIL Debugger를 이용하면 SCP에 대한 다양하고 Detail한 접근이 가능하다.

2.2.3 주요 모듈

가장 핵심적인 제품은 Master Planning, Demand Planning, Demand Fulfillment(AATP), Factory Planning을 담당하는 Planner들이 되며, 그들의 관계는 <그림 3-4>와 같다.

1) 수요계획 (Demand Planning)

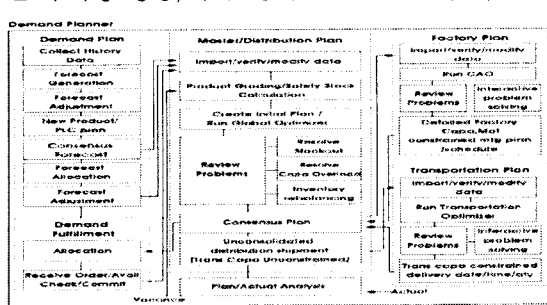
수요계획의 목적은 시장 동향을 파악하고 고객 선호도 변화를 예측하여 시장수요에 대한 정확하고 신뢰성 있는 전망을 수립하는 것이다. 수요 계획의 서브 프로세스로는 판매구조, 제품구조 정의, 기본적인 통계적 수요예측, 특화된 수요예측모델, Top-down, Bottom-up, Middle-up 수요예측 기법, 수요예측 정확도 평가, 제품수명주기 계획 반영 등이 있고, 업무 활용측면에서 본다면 가시적인 수요예측 정보 분석과 조절, 제품수요 경향과 계절성 확인, 그리고 매출과 판촉 행사 연관성 분석, 시장 데이터를 이용한 여러 방법의 예측 시도 등을 할 수가 있으며, 그에 따른 효과는 수요예측 정확도 향상, 조직 계층간 통합되고 합의된 수요예측, 단일 Table에서 수요예측정보 동시 공유 (과거 : 수요예측의 순차적 가공전달), 그리고 수요예측 실명화에 따른 목표관리 (각 판매조직별, 개인별), 고객서비스 향상, 재고 회전을 증가, 재고자산 감소 등을 기대할 수 있겠다.

2) 공급사슬계획 (Master Planning : Supply chain Planning)

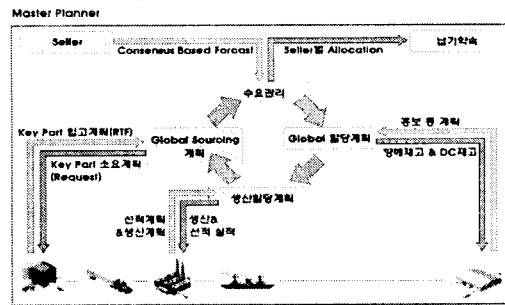
공급사슬계획의 목적은 수요예측에 대해 제한사항을 감안한 최적 공급계획 수립하는 것이다. 서브 프로세스는 제한된 모델 정의, 수요예측 netting, 재고 계획, 생산, 물류, 자체수급 계획 수립, 합동계획 수립, 할당계획, 운송계획 수립 등이 있으며 그에 따르는 효과는 계획수립단계 축소, 전부분 실시간 정보공유 (시장현황 및 계획정보), 글로벌 제약조건을 동시에 고려하는 단일 계획 수립, 고객서비스 향상, 재고 회전을 증가, 물류비용 감소 등이 있다.

3) 납기회답(Demand fulfillment : AATP)

AATP 모듈의 목적은 고객수주에 대한 신속, 정확, 신뢰성 있는 납기약속과 이에 대한 수익성 관리하는 것이다. 서브 프로세스는 판매구조, 제품구조, 물류망 구조 정의와 수요 입력, 수주 건적 & 확장, 수주 배송 스케줄링, 수주 잔고 관리, 수주 Tracking들이 있으며 그에 따르는 효과는 수익성 향상, 수주 충족도(fill rate) 향상, 시장 침투율 향상, 건적시간 감소 등이 있다.



<그림 3-5> Demand Planner



<그림 3-6> Master Planner

제 3 장 ATP 모델링

3.1.1 입력 데이터(Input Data) 설계

고객의 주문이 영업사원이나 실시간 인터넷 환경에서 특정 제조업체에 특정상품을 주문하였다면 다음과 같은 입력데이터가 발생하여 고객의 주문이 고객이 원하는 납기일자에 납기가 가능한지를 알아보기 위해서는 다음과 같은 입력데이터가 필요하다.

- **재고 데이터(Inventory Data)** : 공장창고 및 물류센터에 산재한 특정품목의 정확한 가용재고정보(즉, 특정고객에게로 예약된 물량은 제외)가 실시간 가용해야 한다. 부품의 현재고

(On-hand)수량, 이미 사용이 예약·할당(Allocation)된 수량, 구매나 생산중(On-Order)인 수량 및 입고예정일, 안전재고(Safety Stock) 정보를 가지고 있어 총소요량에 대한 순소요량(Net Requirement)를 계산하는데 사용된다. 또한 각 부품의 생산 및 구매 리드타임, 기본작업단위산정(Lot Sizing)규칙, 불량률(Scrap), 그리고 수율(Yield)을 관리함으로써 보충계획을 수립한다.

- **생산계획(Production Plan)** : 생산계획은 이익률, 생산성, 고객납기 준수율 등 경영계획에 표시된 일반적인 사업목표를 만족시키면서, 현재의 판매계획을 가장 효과적으로 달성하기 위해 생산 산출물 및 관련 활동의 개략수준을 설정하는 것이다. 기본적인 목표는 고객의 요구를 만족시킴에 있어 작업 인력을 큰 변동없이 안정적으로 유지하면서, 재고와 주문잔고(Backlog)를 최소화 하는 것이다. 생산계획은 보통 판매부서로부터 정보를 받고, 생산, 기술, 원가, 자재 부서의 의견을 조율하면서 이루어져야 하는 매우 광범위한 계획이다. 또한 기준생산일정(MPS)으로부터 향후 일정기간동안 생산되기로 확정되어 있는 품목들의 일자별 예정량이 가용해야 한다.

- **운송시간정보** : 공장 혹은 물류센터로부터 고객에게로 운송시 소요시간정보로서, 주문고객에게 확정되는 제품의 위치에 따라 운송시간이 결정된다.

- **자재명세서(BOM)** : 주문제품의 생산에 필요한 자재의 수량을 명시한 정보로서, 미확정 생산계획으로부터 주문품목을 생산, 납품해야 하는 경우에 BOM을 사용하여 구성품 및 자재를 MRP식으로 전개하여 부족분에 대한 발주가 필요하다. MPS가 지정한 제품을 만들기 위해 소요되는 조립품, 부분품, 부품, 그리고 원자재의 필요량을 보여준다. 이는 부모-자식관계의 나뭇가지 구조로 특정 모품목을 만드는데 필요한 자품목의 수량을 가지고 있다. MPS에 BOM을 곱하면 총소요량을 구할 수 있다.

- **납품소요시간** : 구성품 및 자재에 대한 발주가 나갈 경우 입고까지의 평균소요시간에 대한 정보가 필요하다.

상기한 데이터들이 주문시점에서 가장 최근데이터로 즉각 사용 가능해야 한다. 이를 위해서는 지역적으로 분산된 공장, 물류센터, 공급업체들이 실시간 통신네트워크로 연결되어 있어야 하며, 막대한 량의 데이터를 신속, 정확하게 처리할 수 있는 강력한 DB가 필요하다. 또한 방대한 입력데이터를 DB로부터 읽어들이는 작업이 상당한 시간이 소요되기 때문에 이들을 항상 담고 있을 대용량의 주기억장치가 필요하다.

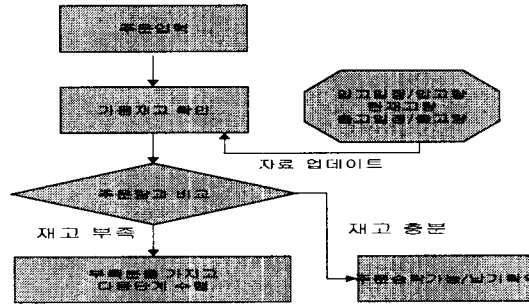
3.1.2 ATP의 연산

ATP 연산방법은 대상업종이나 site에 따라 달라질 수 있겠으나 본 절에서는 일반적인 연산 절차를 다음과 같이 제시한다.

- ① 주문입력 후 고객에 가장 가까운 DC(물류센터)의 재고정보를 체크하여 주문수량 가능여부를 판단하여 가능하면 결과를 출력하고, 부족분에 대하여 다음 단계를 수행한다.
- ② 다음으로 가까운 DC의 재고정보를 검토하여, 주문수량 가능여부를 판단하여 가능하면 결과를 출력하고, 부족분에 대하여 다음 단계를 수행한다
- ③ 제조업체와 공급업체, 외주업체의 데이터를 사용하여 주문수량 가능여부를 판단하여 가능하면 결과를 출력하고, 부족발생시 부족분에 대하여 다음 단계를 수행한다.
- ④ 대체품목을 확인하고, 있다면 대체품목과 수량을 포함한 결과와 주문품목에 대한 가능한 남기를 동시에 출력한다.

1) 1단계 연산

- ① 입고일정/입고량, 출고일정/출고량, 재고량을 비교하여 가용재고를 확인한다.
- ② 주문을 고려하여, 재전개하여 주문충족 여부를 확인한다. 재고량을 감안하여 주문을 충족하면 납기 확정한다.
- ③ 주문이 충족되지 않을 경우 다음단계를 수행한다.



<그림 3-1> 1단계 ATP 연산로직

2) 2단계 연산

- ① 각 DC로부터 입고일정/입고량, 출고일정/출고량, 재고량의 자료를 받는다.
- ② 각 DC별로 가용재고를 확인하여, 가용하면 운송시간/운송비용을 고려하여, 납기 확정한다.
- ③ 모든 DC의 가용재고가 충분하지 않을 경우에는 다음단계를 진행한다.

3) 3단계 연산

- ① 기존 MPS와 확정된 주문을 가지고 가용수량을 계산한다.
- ② 주문과 가용수량을 비교하여 가용하면 납기 확정한다.
- ③ 부족한 수량에 대해서는 MRP를 전개하여 시장구매품은 시장에서 구매하고, 공급업체로부터 납품 받는 부품에 대해서는 공급업체 능력을 고려한다. 공급업체로부터 납기에 맞춰 공급이 불가능하면 다음단계를 진행하고, 공급이 가능하면 ④를 진행한다.
- ④ 작업시간, 불량률, 사이클 타임, 촉진을 고려하여 생산능력을 계산하고, 생산능력이 가능할 경우에는 납기 확정한다. 생산량이 생산능력을 초과할 경우에는 외주업체 능력을 고려하여, 가용하면 납기 확정하고, 외주업체 능력을 초과하면, 다음단계를 고려한다.

4) 4단계 연산

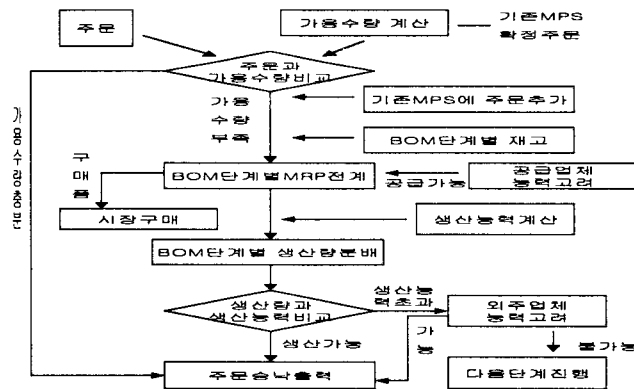
- ① 부족한 수량에 대해서는 대체품을 찾고, 대체품이 있다면 대체품에 대한 가용여부를 1단계부터 3단계를 통해 산출하고, 가능한 납기확약정보를 고객에 제공한다.
 - ② 납기에 맞춘 대체품이 불가능하면 고객주문품목 및 수량을 공급할 수 있는 시점을 산출하여 고객에게 제공한다.
 - ③ 대체품 재고가 있지만 수량이 부족할 경우 요구수량이 충족되는 시점을 산출하여 제시한다.
- 입력데이터를 사용하여 납기준수 가능여부를 결정하는 알고리즘은 현재 문헌상에 공개된 것이 없다. 주문접수시 고객에게 직접 상담중에 응답하기 위해서는 짧은 시간 내에 결과를 산출해야 한다고 볼 때 복잡한 최적화 알고리즘을 사용하기는 어려우며, 간단한 경험적인 알고리즘을 사용할 수밖에 없다. 그러나 많은 경우에 고객의 주문을 하루동안 접수한 후 주문의 우선순위 등을 고려하여 일괄처리 하는 배치프로세싱의 경우에는 알고리즘 수행시간이 좀 더 허용될 수 있다.

구체적인 알고리즘은 비즈니스 모델에 따라 업종별로 달라질 수 있다. 알고리즘에 포함될 수 있는 납기조정 메커니즘으로는 대체(Substitution), 촉진(Expedition), 외주생산(Outsourcing)등이 있다.

제 4 장 결론

최근 급속도로 발전하고 있는 인터넷 기술의 영향으로 세계 기업들의 환경들도 오프라인에서 전체적으로 온라인화 되어 가고 있는 추세이다. 그러한 인터넷의 결과는 공간의 제약을 상당부분 없앴으로써 소규모 물류시스템에서 대규모 물류시스템으로 변화하게 되어 점점 SCM의 중요성이 부각되고 있다. SCM은 자재의 구매에서부터 생산, 물류에 이르기까지 수요와 공급에 관련된 커다란 네트워크를 관리하는 시스템이며, 그중에서 Available to Promise(ATP)는 고객의 주문을 받아서 가능한 납기, 즉 ATP를 제시하는 부분으로 고객 만족의 측면에서 중요한 기능을 하고 있다.

ATP의 역할은 좁게는 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 기능중에서 고객의 납기 만족을 다루는 ATP 시스템을 제시하였으며, ATP 프로세스를 규명하였으며, 각종 자료를 이용하여 고유의 ATP 연산을 하는 모델링을 제안하였다. 추후 연구로는 컴퓨터, 가전 등 주요 업종에 대한 실제 생산프로세스를 포함하는 업종별 ATP 모델의 개발이 이루어져야 할 것이다.



<그림 4-3> 3단계 ATP 연산로직

참 고 문 헌

- [1] 송광섭, 최지영, 김성봉, 임석철, "Modeling of Available To Promise for Supply Chain Management", 대한산업공학회 '99추계 학술대회' 논문집CD, 1999
- [2] 여성주, 류석곤, 왕지남, "MTO와 MTS 기반의 생산방식에서의 CTP 시스템 개발에 관한 연구", 대한산업공학회/한국경영과학회 2000 춘계공동학술대회 논문집, 534-537, 2000
- [3] 김내현, 노승중, 왕지남, 임석철, "SCM을 위한 납기확약기반 생산계획 및 수주시스템, IE Interfaces 제13권 3호, pp396-404, 2000
- [4] 심승배, 한주윤, 정봉주, "공급사슬경영에 있어서의 납기 회신 시스템" IE Interfaces 제13권 3호, pp 405-415, 2000
- [5] Clay, P., "Advanced available-to-Promise, Concepts and Techniques", 1990 APICS Conference Proceedings, pp.33-41