

# UML과 Visual Basic을 활용한 DBR Scheduling 시스템 개발

## Development of the DBR Scheduling system using UML and the Visual Basic

옥영석, 박철호  
부경대학교

Ock Young-Seck, Park Chul-Ho  
Pukyong Univ.

### 요약

일반적인 생산일정관리 시스템은 ERP(전사적자원 관리)의 모듈로서 MRP(자재소요량계획) 형태로 포함되어 있다. MRP 형태의 생산일정관리 시스템은 설계 및 생산일정의 변화에 신속하고 유연하게 대처할 수 없어 수주생산방식의 중소기업에서 중요한 납기를 지키는 것이 힘든 것으로 알려져 있다. TOC의 DBR Scheduling 시스템은 생산현장의 변화에 유연하고 효과적으로 대처할 수 있는 것으로 알려져 있어 수주생산방식 중소기업의 생산일정을 관리하는데 적합할 것으로 생각한다. 본 논문에서는 TOC 기반의 DBR Scheduling 시스템을 개발하기 위하여 먼저 Together이란 UML 틀을 이용하여 시스템 설계서를 작성하였고 Visual Basic.Net으로 시스템을 개발하였다.

### Abstract

Most production scheduling system in the ERP is based on the MRP. The MRP does not adapt to the change of the product design and the production schedule. It is important to keep due date in make-to-order production small and medium company. But it hard to keep due date on the MRP.

The DBR Scheduling system of the TOC is excellent for adapting to production system change and suitable to make-to-order production small and medium compan.

In this thesis, we make a system design using the Together(UML tool) and develop a production scheduling system using Microsoft Visual Basic.Net

## I. 서론

현재 전 세계적으로 많이 사용되는 생산일정계획수립 방법은 MRP이다. 1970년대 이후 생산관리시스템의 중심이 된 MRP는 생산계획을 수립하는데 혁신적인 발전을 이룩하였고, 1990년대까지 널리 사용되었다. 하지만 1990년대 중반 이후로 고객 중심 및 글로벌 경쟁으로 대변되는 급변하는 시장 환경에서 MRP는 한계점을 드러내기 시작했다. 그럼에도 많은 제조업체들은 MRP를 사용하고 있다. 하지만 시장 환경은 계속적으로 변화를 요구하고 있으며 변화에 대처하지 못하는 회사는 경쟁 시장에서 퇴출되고 있는 것이 현실이다.

오라클(oracle), SAP, 피플소프트(Peoplesoft)로 대표되는 수많은 ERP 업체들과 관련 소프트웨어 개발업체들은 급변하는 시장 환경에 유연하게 대응할 수 있는 생산일정관리시스템을 개발해 사용하고 있으나 이들이 개발한 시스템은 소프트웨어는 고가이며 중소기업 환경에 적용하는데 어려운 측면들이 있다.

부산, 울산 등 경남지역에는 신발산업, 자동차부품산업, 조선기자재산업 등에 관련된 수주생산방식의 중소기업들이 많다. 이들 기업은 제품표준 및 제품수요 변화가 많아 납기일 준수, 재고관리 문제 등이 많이 발생한다. 그래서 생산 스케줄

관리에 많은 애로 사항을 느끼고 있다. 따라서 수주생산방식의 중소기업의 생산일정관리를 해결할 수 있는 유연한 시스템을 UML 시스템 설계를 기반으로 객체지향의 생산일정관리 시스템을 개발하고자 한다.

## II. DBR과 UML

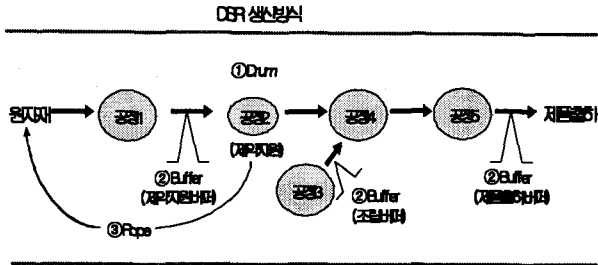
### 1. DBR

TOC란 제약자원을 찾아내고 시스템 전체의 관점에서 제약자원을 집중하여 관리함으로써 기업(공장)전체의 생산성을 지속적으로 개선하는 새로운 경영철학이라고 할 수 있다. TOC는 크게 두개의 요소로 구성되어 있는데

- 1) 생산 Scheduling을 중심으로 한 생산 개선 방식 (Throughput 회계, DBR Scheduling, Critical Chain)
- 2) 개선을 위한 사고 프로세스(Thinking Process)라고 부르는 문제분석 및, 해결 방식이다.

제약자원은 공장 전체의 생산능력을 결정짓는 핵심으로 제약자원을 이용하여 공장에서 제품의 흐름을 통제하고 관리하는 기법이 DBR이다. DBR에서는 원자재를 첫 공정이 아니라

가공능력이 가장 낮은 제약자원의 가공속도에 맞추어 투입한다. 그러므로 원자재 투입속도는 제약자원의 가공속도에 따라서 결정된다. 이러한 DBR을 이용한 생산방식은 <그림 1>과 같은 형태로 진행된다.



▶▶ 그림 1. DBR 생산방식

각 구성요소에 대한 설명은 다음과 같다.

1.1 Drum

제약자원을 최대로 가동시키고 생산 흐름을 통제할 수 있도록 제약자원을 제외한 나머지 자원을 제약자원에 종속시킨다.

1.2 Buffer

불시의 상황에 대비해 제약자원을 항상 가동시키기 위하여 원자재 투입과 제약자원에 의한 부품가공 사이의 시간적 완충 역할을 한다.

1) 제약자원버퍼

제약자원 앞 공정에서 발생하는 문제로 인해 제약자원으로 흘러 들어가는 부품의 흐름이 끊기지 않도록 제약자원 앞에 쌓아 두는 안전재고 개념

2) 조립버퍼

제약공정을 거친 부품이 다음 단계에서 비 제약공정을 거친 부품과 함께 조립이 되는 경우 비제약부품의 부족으로 인해 조립이 지연됨으로 해서 생산의 흐름이 끊기는 것을 방지하기 위해 조립공정 앞에 쌓아두는 안전재고 개념

3) 제품출하버퍼

납기를 보호하기 위한 완제품재고 개념

1.3 Rope

최초의 공정에 원자재를 투입하는 시기와 제약자원의 가공시기를 연결하여 제약자원 앞에 재고품재고가 쌓이는 것을 방지한다.

2. UML

UML이란 소프트웨어 개발 과정에서 산출되는 산출물들을 명시, 개발, 문서화하기 위한 모델링 언어이다. UML은 소프트웨어 개발에 사용하기 위한 여러 다이어그램들을 정의하고 있으며, 또 다이어그램들의 의미들에 대해 정의하고 있다. UML은 여러 가지 다이어그램들을 제시함으로써 소프트웨어 개발과정의 산출물들을 비주얼하게 제공하고, 개발자들과 고객 또는 개발자들 간의 의사소통을 원활하게 할 수 있도록 하고 있다. UML은 시스템을 모델링 할 수 있는 다양한 도구들을 제공하기 때문에, 도메인을 모델링하기가 훨씬 용이할 뿐만 아니라 모델링한 결과를 쉽게 파악할 수 있게 된다. 또한 산업계 표준으로 채택되었기 때문에 UML을 적용한 시스템은 신뢰성 있는 시스템으로 평가받을 수 있다.

III. 시스템 개발

1. 기업 현황

시스템 개발을 위해 수주생산 방식의 기업(이후로는 H사로 정함) 인 H사를 기반으로 개발하였다. H사는 선박용 냉동 공조기를 제작하여 생산하는 회사로 산업용 및 해상용 에어컨 디서닝 시스템(A/C,AHU) 및 송환풍(Fan) 시스템을 생산한다. 수주생산 업체로 사내외주기업을 많이 두고 있고 Fan과 Accessory가 총 40 여종 품목별 크기별로 다양하지만 수주 관리가 제대로 이루어지고 있지 않고 A/S 수정작업, 납기변경, 추가작업지시, 도면 출도일 지연 등 변화가 빈번히 발생하여 재공재고를 많이 가지고 있다. 그리고 제품 리드타임도 최소 21일에서 48일로 다양하다.

H사의 현상은 TOC공정 중 A형 공장에서 자원배정 오류로 나타나는 형태로 대표적인 현상은 <표 1>에 잘 나타나 있다.

[표 2] A형 공장의 문제점

· 자원배정 오류 때문에 조립공정이 결품에 시달린다.
· 결품으로 인한 독촉 때문에 예정에 없던 잔업이 많다.
· 결품 때문에 자원 가동률이 낮다.
· 경영자는 서로 상반되는 현상을 보고 부하를 나무란다. -과잉재고에도 결품현상 독촉 -자원 활용도 낮음 잔업 많음
· 관리자는 그 이유를 정보시스템의 자료 부정확으로 돌림

이를 기반으로 수주환경에서 Visual Basic.Net으로 DBR Scheduling 시스템 개발을 하고자 하며, UML을 이용 모델링 한다.

## 2. 요구 분석

H사는 공정과 수주를 효율적으로 스케줄 관리를 위해 시스템을 구축하려고 한다. 수주를 받아 공정스케줄을 관리하기 위해서 공정 관리 기능, 수주 관리 기능, 기준정보관리, 분석 및 보고서 관리 기능을 제공하여야 한다.

### 2.1 공정 관리

공정관리에서는 TOC의 DBR Schedule을 이용하여 관리하며, (그림2 참조)

#### 1) DRUM

생산 능력을 기준으로 생산 일정을 작성한다.(Backward 우선)

Scheduling에 요구되는 InputData =  
표준공정정보+납기(MPS)

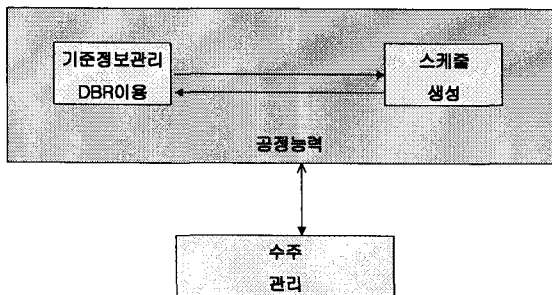
제품 생산 순서를 납기준수를 우선적으로 하여 선정하면 다음으로 Throughput 이득을 보고 선정한다. 제약은 물리적 제약자원만 고려한다.

#### 2) Buffer

Buffer는 사용자에게 의해 입력된다. 현재 생산리드타임의 1/4 과 같은 방법("TOC 동기화경영"참고)에 의해 계산된 값을 Buffer의 기본 값으로 제공하며 외주 부품을 받아오므로 조립공정 앞에도 Buffer를 설정할 수 있도록 한다.

#### 3) ROPE

ROPE는 DRUM의 일정에 따라 표준공정정보 + Buffer를 참조하여 원자재 투입 시기를 계산하며, 제약자원이 아닌 자원의 능력이 초과할 때는 유한 능력 스케줄링을 한다.



▶▶ 그림 2.DBR 흐름

### 2.2 수주관리

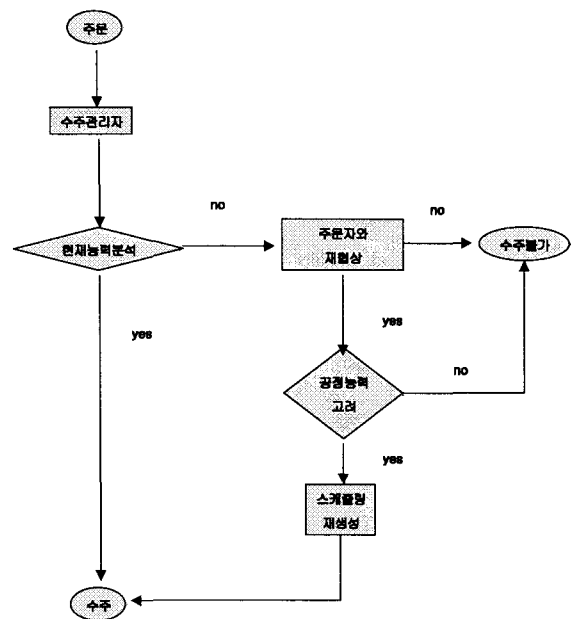
수주관리 담당자는 새로운 수주와 기존 수주 정보를 관리해야 한다. 새로운 수주를 등록하거나, 수정, 삭제, 조회가 가능해야 한다.

### 2.3 사용자 관리 기능

시스템 관리자가 아이디와 암호를 부여 사용자를 관리한다.

### 2.4 시스템 기본흐름

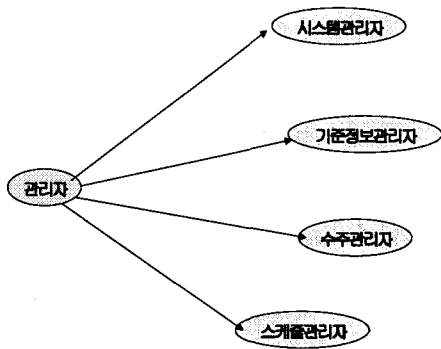
H사의 프로젝트에서 시스템에 대한 기본 흐름정의는 <그림 3>, <표 2>에 나타내었다. 요구사항에 맞추어 사용자에서 관리자에 의해 시스템에 접근하고 관리가 이루어져서 관리자에 대해 기능별로 분류하여 <그림 4>에 나타나게 하였다. 시스템애플리케이션의 핵심을 이루게 될 액티(actor)들에 대해 <표 3>에 정의해 나타내었다.



▶▶ 그림 3. 시스템 흐름

[표 2] H사에 대한 요구사항에 따른 기능별 사용자

기능범주	기능	사용자
파일	·로그인을 통한 ·사용자 관리 기능 ·DB 관리기능	·시스템 관리자 ·관리자들
기준정보관리	·가용시간설정 ·공장설정 ·제품관리 기능 ·공정관리 기능 ·자원관리 기능 ·고객관리 기능 ·제작처관리 기능	·기준정보관리자
수주관리	·수주목록 관리 ·수주등록 관리	·수주관리자
스케줄	·생산일정 관리 ·일정보기 ·실적관리	·스케줄관리자
보고서	·시스템 현 상태 기록 ·개선점 기록 ·유의사항 기록	·관리자들



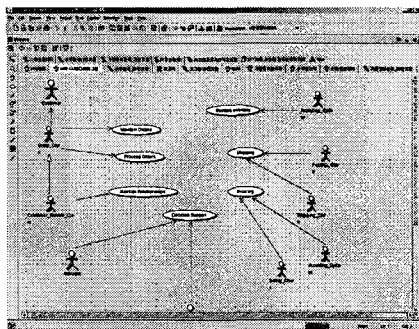
▶▶ 그림 4. 관리자의 기능별 분류

[표 3] H사에 대한 액터들

액터	정의
고객	제품에 대한 주문을 한다.
공급자	H사에 부품을 공급한다.
수주관리자	수주를 관리한다.
기준정보관리자	공정의 현재상태를 파악 관리한다.
스케줄 관리자	생산일정을 관리한다.
시스템 관리자	시스템 관리를 한다.

### 3. TOGETHER을 활용한 UML 모델링

위에서 분석된 내용을 바탕으로 <그림 5> use case를 작성하였다. 여기서 각 액터는 하나의 관계를 통해 다른 액터들과 연결된다.



▶▶ 그림 5. use case

use case를 작성한 후 시스템의 흐름에 맞추어 경로 분석을 하였다. 정상(happy), 대체(alternate) 및 예외(exception)라는 세 가지 유형의 경로로 작성하였다. 정상 경로는 모든 것이 정상적으로 진행되었을 때 거치는 경로이며, 대체 경로는 최상은 아니지만, 양호한 경로를 말한다. 예외 경로는 오류를 처리하기 위한 경로를 의미한다.

[표 4] 정상 경로

use case	정상 경로
Order	고객이 제품 주문 문의한다.
수주관리자	제품 주문이 들어오면 수주를 받는다.
기준정보관리자	현 공정 상태를 파악한다.
스케줄관리자	새로운 주문과 기존 스케줄을 조절한다.
발송	주문품이 현재의 재고로부터 고객에게 발송한다.

<표 4>, <표 5>, <표 6>은 각각 H사의 정상 경로, 대체 경로 및 예외 경로들 중의 일부를 나타낸 것이다.

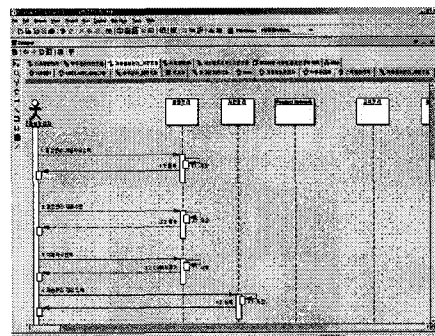
[표 5] 대체 경로

use case	대체 경로
수주관리자	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수주 여부 판단 시 공정 능력이 납기일내 불가능하면 고객과 재협상을 한다.</li> <li>· 고객이 주문의 취소 요청한다.</li> </ul>
스케줄관리자	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제품이 납기일내 출하가 여부 수주관리자에게 알린다.</li> </ul>

[표 6] 예외 경로

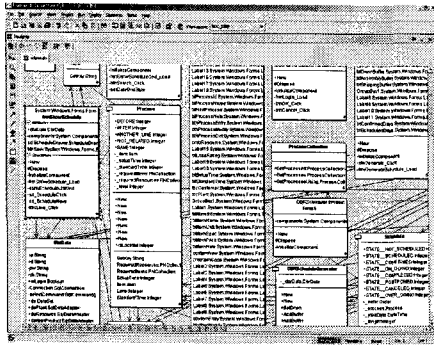
use case	예외 경로
Order	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 고객이 시스템에서 존재하지 않는 주문의 취소를 요청한다.</li> <li>· 고객이 주문내용의 추가를 요청하였지만, 추가될 제품이 존재하지 않는다.</li> </ul>

경로들의 흐름은 sequence 다이어그램을 활용하여 나타내었다.



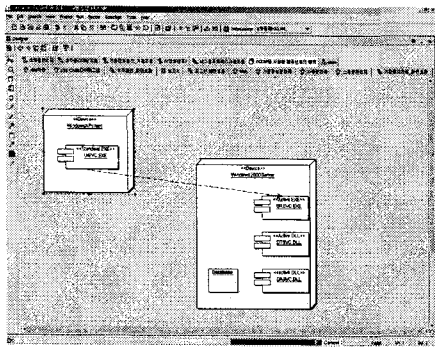
▶▶ 그림 6. sequence 다이어그램

<그림 7>은 정의된 use case들을 기초로 하여 클래스들을 정의하고, 이것들을 클래스 다이어그램으로 나타낸 것이다.



▶▶ 그림 7. Class 구성

<그림 8>은 DCOM을 사용한 컴포넌트 배치전략을 나타낸 것이다.



▶▶ 그림 8. 컴포넌트 배치

## IV. 구현 시스템의 기능

### 1. 파일

시스템의 접근을 로그인을 통해 접근이 가능하게 한다. 시스템 관리자에 의해 관리되며 사용자의 아이디에 의해 시스템의 접근 허용 범위가 정해진다.

### 2. 기준정보관리

공정관리에 필요한 자료를 관리한다.

#### 2.1 가용시간설정

주간 가용시간과 휴무일을 설정에 스케줄링에 반영하기 위한 것이다.

#### 2.2 제품 관리

회사에서 생산되는 제품과 제품을 생산하기 위한 반제품, 원자재, 외주 물품의 상세 데이터를 관리한다.

### 2.3 공정 관리

하나의 제품을 생산하기 위한 표준공정의 세부사항을 관리한다.

### 2.4 자원 관리

생산에 필요한 기업 내의 자원을 관리한다.

### 2.5 Product Network

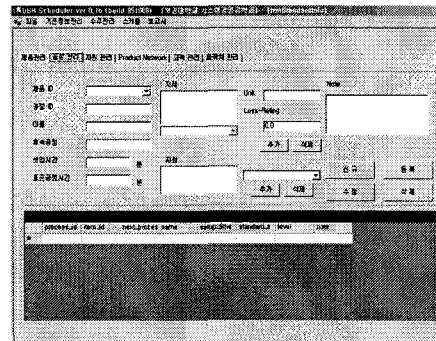
등록되어있는 제품들의 목록과 완제품의 표준공정도(Routing)와 제품구성도(BOM)를 관리한다.

### 2.6 고객관리

자사에서 생산한 제품을 납품하는 업체와 외주업체 데이터를 관리한다.

### 2.7 제작처 관리

제품에 사용되는 원자재, 반제품의 납품업체의 데이터를 관리한다.



▶▶ 그림 10. 기준정보관리화면

### 3. 수주관리

기존 수주 및 신규 수주를 관리한다.

### 4. 스케줄

계약공정을 찾아 DBR Scheduling을 통해 최종일정을 확정한다.

#### 4.1 생산일정관리

일정을 생성하기에 앞서 계약공정을 찾아 Drum과 Buffer를 설정해 최종일정에 반영한다.

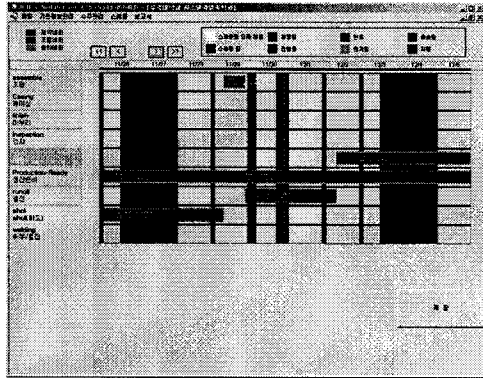
#### 4.2 일정 그래프

공정별 일정계획을 수주번호, 수주품목 번호, 제품번호 등

의 정보로 Gantt Chart 형태의 그래프로 나타내었다.

#### 4.3 상세일정

생성된 일정을 스프레드시트 방식으로 나타낸 것으로 고객별 수주 상황과 작업시작일, 예상 작업시간, 예상 종료일 그리고 완료된 작업에 한해 실제 종료일을 일목요연하게 보여준다.



▶▶ 그림 11. 일정그래프

## V. 결론

수주생산방식 중소기업의 생산일정관리를 위하여 TOC 기반의 DBR Scheduling 시스템을 개발하였다. UML 틀인 Together 을 이용하여 시스템 설계서를 작성하였고 Visual Basic.Net으로 시스템을 개발하였다.

이 논문의 최종 목표는 TOC 기반의 APS(Advanced Planning & Scheduling)개발이다. 현재 개발된 형태는 APS 개발을 위해 프로토타입으로 개발되었다. 현재 내용을 바탕으로 APS 개발쪽으로 발전시켜 나가야 하겠다.

### ■ 참고 문헌 ■

- [1] 한용호 "Visual Basic과 UML을 사용한 애플리케이션 개발 시의 핵심적 단계:주문처리 업무를 중심으로" 산업공학, Vol.16, No.2, pp.268-279, 2003.
- [2] 전병선, .NET Enterprise System 객체지향 CBD개발 방법론, 영진닷컴 출판사, 2004.
- [3] 함정근, TOC동기화경영, 동양문고, 2005.
- [4] 한영근, 김연균 "인터넷을 통한 주문생산환경에서의 실시간 생산 DBR스케줄링" 산업공학, Vol.14, No.4 pp.341-347, 2001.
- [5] 최정길, 김수진, 주정민, 정선화, 정남기 "DBR 기반의 APS 시스템 상세 설계" 산업공학, Vol.14, No.4 pp.348-355. 2001
- [6] Eliyahu M. Goldratt "THE HAYSTACK SYNDROME". North River Press. 1991.