

# 산업별 특징에 따른 스케줄링 소프트웨어 개발에 관한 연구

## A study on developing scheduling software according to industrial characteristics

\*#나홍범<sup>1</sup>, 서진우<sup>1</sup>, 박찬권<sup>2</sup>, 박진우<sup>1</sup>

\*#H. B. Na(mai\_nahb@mailab.snu.ac.kr)<sup>1</sup>, #J. W. Seo<sup>1</sup>, C. K. Park<sup>2</sup>, J. W. Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 서울대학교 산업공학과, <sup>2</sup> 한양사이버대학교 경영학부

Key words : Scheduling software, industrial characteristics, APS

### 1. 서론

기업 내의 복잡한 문제를 해결하고 전체 공급사슬의 효율적인 계획 수립과 운영을 위해 APS(Advanced Planning & Scheduling) 시스템을 도입하는 기업들이 증가하고 있다. APS 시스템은 생산 및 물류의 계획과 분석을 단기, 중기, 장기에 걸쳐 수행하는 시스템으로 최적화와 시뮬레이션을 수행하는 고급 수학적 알고리즘이나 로직이 적용된 모든 종류의 컴퓨터 프로그램을 말한다. (김은 외, 2005) APS 시스템이 포함하는 문제 중에서 생산 설비에 대한 스케줄링은 생산 계획 및 통제의 관점에서 매우 어려운 문제로서 다양한 측면에서 연구되어 왔다. 그런데 스케줄링 문제에 대한 연구들은 대부분 현실의 문제를 축소하여 수학적으로 최적해를 구하는 측면에서 접근하는 경우가 많아서 연구 결과를 현장에 적용하는 데에는 무리가 있었다.

실제로 기업에서 사용하는 스케줄링 소프트웨어들은 최적해를 구하는 엔진을 포함하는 경우도 있지만 많은 경우보다 단순한 작업배분(Job dispatching) 규칙을 활용한다. 대부분의 상용 스케줄링 소프트웨어들은 스케줄링 문제의 복잡성으로 인하여 개별생산(Job shop) 방식 또는 흐름생산(Flow shop) 방식과 같은 일반적인 공정 형태에 대하여 작업 순서를 결정하는 기능을 제공하는 경우가 많다. 이 경우 스케줄링 소프트웨어를 활용하는 업체의 입장에서는 자신의 산업에 스케줄링 소프트웨어를 적용하기 위해서 복잡한 생산 공정을 단순하게 표현하거나 별도의 해법을 추가로 개발하여야 하는 부담이 존재한다.

본 연구는 다양한 산업의 공정 특징을 파악하고 그에 따라 차별적으로 요구되는 스케줄링 기능들을 파악함으로써 실제 기업에서 활용할 수 있는 스케줄링 소프트웨어를 개발하는 데 목적이 있다.

### 2. 스케줄링 소프트웨어의 형태

현재 상용으로 판매되고 있는 스케줄링 소프트웨어들 중 일부는 선형계획법이나 혼합정수계획법으로 표현되는 문제의 해를 구하는 엔진을 제공하거나 그러한 방법이 어려운 문제에 대해서는 탐색(search) 기법을 통하여 스케줄을 생성하도록 한다. 이 경우 사용자의 의도에 따라 설정된 목적함수에 대하여 최적해를 도출할 수 있다는 장점이 있으나 표현할 수 있는 문제의 규모가 축소되고 많은 수의 제약식이 필요하며, 실제 연산을 위한 컴퓨팅 자원이 많이 소모된다는 문제점이 있다. 그리고 알고리즘에 대하여 연산을 수행하는 엔진의 형태로 제공되므로 실제 공정의 형태와 기준정보를 반영하여 수리계획 모델을 작성하기 위해서는 프로그램을 고객화(customization)하거나 별도의 애플리케이션을 개발하는 데 많은 노력이 필요하다.

최적화 엔진을 활용하는 소프트웨어는 사용하는 데 있어서 많은 제약과 비용이 요구되기 때문에 다수의 기업에서는 비교적 간단한 작업배분 규칙을 활용하는 스케줄링 소프트웨어를 도입하여 활용하고 있다. 이러한 소프트웨어는 주로 생산자원에 대하여 forward scheduling 규칙과 backward scheduling 규칙에 따라 생산주문을 배치하는 알고리즘을 따르며 공정의 표준 라우팅에 대하여 스케줄링을

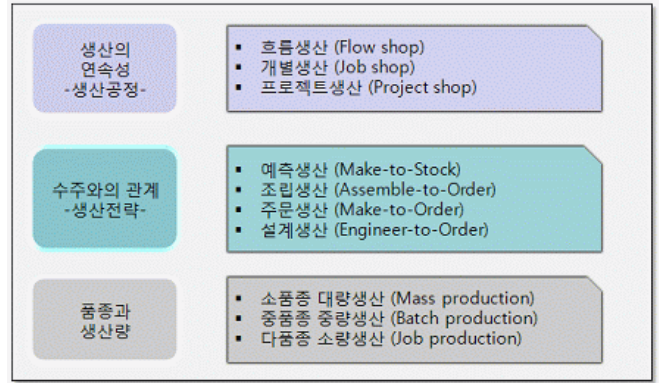


Fig. 1 Classification of production system

실행한다.

대부분의 스케줄링 소프트웨어들은 적용 업체가 생산하는 제품의 속성에 따라 기능을 특성화시킬 수 있지만 산업별 특성에 맞는 개별적 기능을 제공하기보다는 적용 업체에 맞추어 특성화된 애플리케이션을 새롭게 개발하는 경우가 대부분이다. 따라서 완제품의 특성에 따라 구분되는 산업별로 산업 내에서의 표준적인 공정을 제시하고 공정에 대한 스케줄링을 수행할 수 있는 기능이 필요하게 된다.

### 3. 산업별 특징

제품의 특성에 따라 다양한 종류의 산업이 존재하고 각 산업별로 제품 생산에 적합한 제조시스템 및 생산 전략이 존재한다. 본 연구에서는 다양한 형태의 산업을 표현하기 위하여 대부분의 제조 산업에서 활용되는 생산 방식을 생산의 연속성, 수주와의 관계, 품종 및 생산량이라는 세 가지 기준에 따라서 나누어 보도록 한다. Fig. 1은 이러한 기준들에 속하는 생산 방식들을 표현한다. 제조 산업에서 각각의 기준들은 생산하고자 하는 제품의 특성을 반영하여 제품을 생산하기에 가장 유리한 형태로 표현된다.

일반적으로 제조산업은 생산하는 제품의 속성 또는 생산 공정의 형태에 따라 다양하게 구분된다. 본 연구에서는 현재 우리나라가 세계적으로 경쟁력을 가지는 산업을 위주로 하여 다양한 형태의 공정에 대하여 대표성을 지니는 산업들을 선정하고 이들을 산업별 템플릿으로 정의한다. 산업별 템플릿으로 대표되는 산업은 조선, 기계, 철강/화학, 자동차/휴대폰, 반도체/TFT-LCD 등 다섯 가지이며 이들은 각각 다른 공정들과는 구분되는 특징을 가진다. Fig. 2는 Fig. 1에서 제시한 생산시스템의 분류 기준을 산업별 템플릿에 적용하여 보여준다. Fig. 2에서는 각각의 산업에 대하여 생산 공정에 따른 분류를 개략적으로 제시하였지만 실제로는 매우 다양한 형태의 생산공정을 포함하고 있다. 각 산업의 특징에 대해서 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

#### 1) 조선산업

조선산업은 대상 제품의 규모가 매우 크기 때문에 전체적으로는 프로젝트생산의 형태를 띠게 되는데 선각공정, 의장공정, 도장공정이라는 세 개의 공정으로 나누어 볼 수 있다. 이 중에서 선각공정은 자재 및 부품의 절단과 성형, 그리고 블록을 만들고 쌓아서 선박을 만들어서 진수하는



Fig. 2 Classification of manufacturing industry

과정을 포함한다. 이 경우 블록을 조립하기 이전의 부분품 가공 공정은 개별생산 방식을 따르게 된다.

2) 기계산업

기계산업은 개별생산 방식의 전형적인 예로서 생산자들이 기능별 배치(process layout)에 따라 구축된 작업장에서 다양한 종류의 제품을 생산한다.

3) 철강/화학 산업

철강 및 화학 산업은 개별 제품이 하나씩 생산되는 것이 아니라 대규모의 장치설비에 서로 다른 비율의 원자재를 투입하여 연속공정(continuous process)을 거치게 함으로써 완제품을 생산한다.

4) 자동차/휴대폰 산업

자동차 산업과 휴대폰 산업은 생산하는 제품의 성격은 매우 다르지만 완성품을 조립하기 위해서 제품별로 구분된 라인을 따라 생산하는 흐름생산 방식을 따른다는 점에서 유사성을 가진다. 자동차 산업의 경우 완성차의 조립공정은 차체공정(body shop), 도장공정(paint shop), 의장공정(trim shop)으로 이루어져있는데 도장공정은 사실상 개별생산의 형태에 가까우며 도장공정은 병렬로 구성된 단일기계들에서의 생산 형태를 띠게 된다.

5) 반도체/TFT-LCD 산업

반도체와 TFT-LCD 를 생산하는 라인은 일반적인 흐름생산으로 생각할 수 있으나 re-entrance 공정이라는 특징을 가진다. 반도체 공정과 TFT-LCD 공정은 각각 웨이퍼와 TFT 를 생산함에 있어서 여러 단계의 공정을 거치는데 이때에 각 단계마다 1 회 이상의 패턴 공정이 필요하게 되고 이를 re-entrance 공정으로 표현한다.

4. 스케줄링 소프트웨어 개발

스케줄링 문제는 기본적으로 제조시스템의 형태가 무엇인지에 따라 서로 다른 기본 가정과 해법을 가지게 된다. 일반적으로 제조시스템의 형태가 복잡할수록 많은 제약이 존재하며 해법 또한 쉽게 구해지지 않는다. 기본적인 생산공정에 대하여 스케줄링 소프트웨어가 제공해야 하는 기능을 정리하면 Table 1 과 같다.

3 장에서 언급하였듯이 각각의 산업은 일반적인 생산 방식 외에도 그 산업만이 고유하게 가지는 공정 특징을 가

Table 1 Basic scheduling function

생산방식	스케줄링 기능
흐름생산	기계그룹 간 순서 지정 및 기계그룹 내 작업할당
개별생산	라인에 따른 제품 투입 순서 결정
프로젝트생산	인력 및 장비의 일정 계획
연속생산	원자재 투입에 대한 질량 및 시간 관리

Table 2 Specific scheduling function

생산방식	스케줄링 기능
조선	- 설비 및 인력에 대한 일정관리 기능 - 주공정을 중심으로 선행공정을 계획하는 backward scheduling 기능
기계	- 대안 라우팅을 가지는 작업을 기능별로 묶인 기계그룹 내에서 개별 기계로 할당하는 기능
철강	- 필요한 코일을 생산하기 위한 원료코일을 지정하는 기능
화학	- 시간 단위에 대한 일관된 표현 및 가감되는 제품의 질량을 나타내는 기능
자동차	- 도장공정에서의 color grouping 및 버퍼 순서 결정 규칙에 대한 기능 제공 - 의장공정에서 부품 투입 순서 결정 기능
휴대폰	- 신속한 라인 변환에 대한 계획 기능
반도체/TFT-LCD	- 생산라인 중간에 반복적으로 반제품이 투입되는 상황을 표현하는 기능

진다. Table 2 는 산업별로 구분되는 특징에 따라 스케줄링 소프트웨어에 추가되어야 할 사항들을 나타낸다. 이와 같이 공통 기능과 세부 기능을 정의함으로써 스케줄링 소프트웨어는 흐름생산 및 개별생산과 같은 일반적인 생산방식에 대하여 포괄적인 해를 제공함과 동시에 각 산업마다 구분되는 공정의 특징을 반영할 수 있도록 한다.

5. 결론

본 연구에서는 다양한 종류의 산업에서 적용할 수 있는 스케줄링 소프트웨어를 개발하기 위하여 산업마다 공통적으로 적용할 수 있는 공정의 형태를 분석하고 각 산업별로 구분되는 특징을 산업별 템플릿의 형태로 분류하였다. 산업별 템플릿을 마련함으로써 스케줄링 소프트웨어를 도입할 때에 요구되는 사항을 보다 명확하게 파악하고 그러한 요구사항을 반영하는 소프트웨어를 개발할 수 있도록 한다. 현재 스케줄링 소프트웨어에 대한 개발이 진행 중이며 각 산업의 특징을 체계적으로 반영할 수 있는 프로그램을 개발하는 데에 보다 많은 연구가 진행될 것이다.

후기

본 연구는 지식경제부에서 추진하는 차세대신기술 개발 사업의 하나로 수행되는 ‘글로벌 정보 공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 개발’ 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김은, 박진우, 박준호, 유세열, Enterprise solutions, 어람출판사, 2005.
2. 이철식, 김태룡, “조선업의 블록조립 및 탑재 공정의 통합 일정계획”, 한국생산관리학회지, 1998, 제 9 권, 제 1 호, pp.121-147.
3. 조한민, 이영훈, “TFT-LCD 생산라인에서의 작업량 결정에 관한 연구”, 한국생산관리학회, 제 11 권, 제 2 호, pp.23-38.
4. A. Agnetis, A. Pacifici, F. Rossi, M. Lucertini, S. Nicoletti, F. Nicolb, G. Oriolo, D. Pacciarelli, and E. Pesaro, “Scheduling of flexible flow lines in an automobile assembly plant”, European Journal of Operational Research, 1997, pp.348-362.
5. L. Mockus and G. V. Reklaitis, “Continuous Time Representation Approach to Batch and Continuous Process Scheduling. 1. MINLP Formulation”, Ind. Eng. Chem. Res., 1999, 38, pp.197-203.