

BOM 구조를 고려한 FMC 상황에서의 재 스케줄에 대한 연구

A Study on FMC Rescheduling with BOM Structure

*박경호, #박진우¹

*J.H. Park, #J.W Park(autofact@snu.ac.kr)¹

¹서울대학교 산업공학과

Key words : Rescheduling, Flexible Manufacturing Cell, BOM

1. 서론

본 연구에서는 셀 유연 생산 셀(FMC, Flexible manufacturing cell)에서 생산 재 스케줄 문제를 다룬다. 재 스케줄 문제의 목적은, 현장에서 발생하는 다양한 변동 상황(기계 고장, pallet 고장 등)으로 인해 발생하는 시스템 내 가용자원(resource)의 변화에 대해 효과적으로 대처하는 것이다. 그리고 이에 대한 방법으로 기존 연구에서는 rolling horizon[1], Adaptive Genetic Algorithm[2] 등의 재 스케줄 방법을 제시해왔다.

본 연구에서는 FMC셀에서 가공하는 제품이 단순 공정으로 끝나는 것이 아니라, multi-layer 상황의 BOM 구조를 가진 상황을 고려한다. BOM 구조를 고려한 일정계획 문제의 경우, 다음 2가지 이유로 단순 공정만을 가정하는 경우보다 문제의 복잡도가 높아진다.

- BOM의 각 단계마다, 하위 단계의 부품 공정이 완료된 후에, 상위 단계의 공정이 가능해진다. 즉 같은 단계에서는 공정 순서가 바뀔 수 있지만, 단계가 다른 공정 사이에서는 공정순서에 대한 제약조건이 존재한다.

- 하나의 완제품을 만드는데 단순 공정으로 끝날 경우에는 routing이 존재하지 않지만, BOM을 고려할 경우 routing이 존재하며, BOM단계가 복잡할수록 routing이 다양해진다.

결국 하나의 완제품을 생산하기 위해서 각 단계 공정들의 BOM 구조를 고려한 재 스케줄 방법이 고려되어야 한다.

본 연구에서는, 하나의 FMC에서 생산되는 부품이 조립라인에서 조립되는 BOM구조를 가진 상황을 가정하고, 시스템에서 기계고장이 발생될 경우, 지연작업의 개수를 최소화 할 수 있는 재 스케줄 우선순위 규칙을 제시하는 것을 목표로 한다. 2장에서

는 문제 상황을 구체적으로 정의하고, 3장에서 재 스케줄 알고리즘을 제시한 후, 4장에서 결론 및 향후 연구방향에 대해 논의할 것이다.

2. 스케줄 문제 정의

본 연구에서는 FMC의 모습을 다음 그림2와 같이 정의하였다.

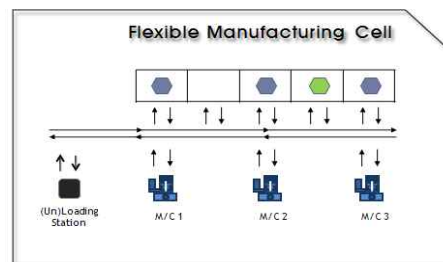


그림 1 기본적인 FMC

FMC 셀은 하나의 Loading/Unloading Station, 2~3개의 NC Machine, 그리고 하나의 Material Handling System 등의 요소로 구성된다.[3] 처음 가공물은 셀 안으로 투입되기 전, 공정준비과정으로 Pallet과 Fixture에 고정되는 셋업을 거친다. 셋업이 마무리된 후, L/UL Station을 통해 셀 안으로 투입되고, 내부 컨트롤러에 의해 바로 Machine에 투입되거나, Rack에 대기하게 된다. 공정을 마친 가공물은 Material Handling System을 통해 셀 외부로 나가게 된다.

위 문제 상황에서 기본 가정은 다음과 같다.

- FMC 셀 내부의 NC machine들은 동일기계이다
- FMC 공정을 위해서는 NC machine의 가공 이전에 셋업이 선행되어야 한다.
- Machine에서의 공정이 수 십 분에서 수 시간이 걸리는 반면, Material Handling Time은 수 십 초로 상대적으로 매우 작기에 무시한다.

· 가공도중 기계고장 발생시, 해당 소재를 재가공하는 것은 물론, 하위 모든 공정을 처음부터 다시 하는 것으로 정의한다. (Preemption Repeat)

3. 재 스케줄 알고리즘

본 알고리즘은 NC Machine이 두 대이고, 셋업스태이션이 하나인 상황에서 각 BOM 단계마다 2개의 가공물이 결합하는 상황을 가정한다. Moore (1968)는 Single Machine에서 지연작업의 개수를 최소화하는 알고리즘을 구현했다. 본 연구에서는 Moore의 알고리즘을 현재 문제 상황에 변형하여 적용하고자 한다.

이에 사용되는 변수들은 다음과 같다.

- s_{nl} n레벨에서 l번째 공정의 셋업시간
- t_{nl} n레벨에서 l번째 공정의 가공시간
- D_m m job의 due date

Algorithm

Step 1. 모든 Job에 BOM 레벨당 다음 값을 구하고,

$$\begin{aligned} &Min (Max(s_{n1} + s_{n2} + t_{n1}, s_{n2} + t_{n2}), \\ &Max(s_{n1} + t_{n1}, s_{n1} + s_{n2} + t_{n2})) \end{aligned}$$

위 값을 T_{mm} 이라고 할 때, 다음 A_m 값을 구한다.

$$A_m = \sum_1^n T_{mm}$$

Step 2. 두 개의 NC Machine중 공정이 늦게 사용가능한 시점을 L이라 할 때, $A_m + L > D_m$ 인 Job은 Job set J_2 로 배치하고, $A_m + L \leq D_m$ 인 Job은 Job set J_1 으로 배치한다.

Step 3. J_1 set에 있는 Job들을 Moore의 알고리즘을 통해 재 스케줄을 수행하되 같은 레벨을 가진 공정들의 배치 순서는 T_{mm} 값을 구할 때, 낮은 값이 나온 셋으로 선택하여 순서를 정한다.

Step 4. J_1 set에 있는 Job을 모두 배치한 후, 두 Machine중 늦게 끝나는 Machine을 사용가능한 시점을 L로 정하고, Step 2를 진행한다. 만약 J_1 에 배치되는 Job이 하나라도 있을 경우에는 Step 3를 진행하고, 하나도 없을 경우에는 due date이 낮은 순서대로 Machine에 배치한다.

이상의 본 연구에서 제시하는 알고리즘은 BOM 구조에서 각 공정의 셋업 및 공정시간과 납기지연을 고려한 알고리즘으로서, Single Machine상황에서의 Moore의 법칙과는 달리 최적해를 보장하지는 못하지만, 각 job별로 최대 공정가능시간을 파악하여, 이미 늦어버린 job들을 제외한 나머지 job들을

대상으로 due date를 고려하여 재 스케줄 만들기 때문에 개선알고리즘으로서 기존 스케줄을 향상시킬 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 BOM 구조를 고려한 FMC 상황에서 Moore의 알고리즘을 바탕으로 지연작업의 개수를 최소화하기 위한 알고리즘을 제시하였다.

추후 연구과제로 우선 본 연구에서 제시한 알고리즘에 대한 평가가 필요하다. 이를 위해서, 시뮬레이션을 통해 알고리즘을 적용하지 않았을 때와 적용했을 때, 같은 시점에 고장이 발생한다는 조건 하에서 반복실험이 추후 이루어 질 것이다.

후기

본 연구는 지식경제부에서 추진하는 산업원천 기술개발사업의 하나로 수행되는 ‘자율적용 생산 시스템의 통합운용기술’과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. JIE CHEN and F. FRANK CHEN 2003. Adaptive scheduling in random flexible manufacturing systems subject to machine breakdowns. International Journal of Production Research. Volume 41, Issue 9, 15 June 2003, Pages 1927-1951
2. YANG HONGHONG and WU ZHIMING 2003. The application of Adaptive Genetic Algorithms in FMS dynamic rescheduling. International Journal of Computer Integrated Manufacturing. Volume 16, Issue 6, September 2003, Pages 382-397
3. Liu, J. and MacCarthy, B.L., 1996. The classification of FMS scheduling problems. International Journal of Production Research. Volume 34, Issue 3, March 1996, Pages 647-656
4. Moore, J., "An n Job, One Machine Sequencing Algorithm for Minimizing the Number of Late Jobs", Management Science, 15, 102-109, 1968.