

중첩생산을 고려한 개별생산방식의 일정계획에 관한 연구[†]

- A Study on Job Shop Scheduling with Overlapping Production -

김 봉선*
이 춘선*

Abstract

The algorithm of Giffler and Thompson is modified for solving job shop scheduling problems related to the overlapping production. The start-lag and stop-lag are also applied. New priority rules for the overlapping production are proposed and the efficiency of them is compared with that of the classical priority rules.

1. 서론

個別生産方式의 日程計劃에 관한 종래의 연구는 일련의 가정에 따라 문제를 축소내지 단순화하여 그 해를 얻고자 하였다. 일련의 가정 가운데 특히 선후工程간에 있어서, 앞 工程의 모든 作業이 완료된 후에 뒤 工程의 作業이 시작될 수 있다는 가정은, 롯트(lot) 또는 배치(batch) 生産形態에서는 현실과는 매우 차이가 있는 내용이다[3,4,5,6]. 기계공장에 있어서, 롯트 生産形態로 제작되는 일련의 부품들은, 롯트 전체에 대한 앞 工程의 作業이 완료되지 않았어도 뒤 工程의 作業이 시작될 수 있다[1]. 다시 말하면, 先行工程이 시작되고 일정시간이 경과된 후에 다른 機械에서 後續工程이 시작될 수 있는, 즉, 연속되는 두개의 工程이 상이한 機械에서 동시에 수행되는, 重疊生産(overlapping production)을 고려한 경우의 效率의인 日程計劃 樹立을 위한 發見的 解法에 대하여 연구하고자 한다.

본 연구에서는 Giffler와 Thompson이 총처리시간(makespan)의 최소화를 목적으로 개발한 效率的 日程計劃(active schedule) 및 非遲延 日程計劃(nondelay schedule) 生成 알고리즘에 L.G. Mitten이 제시한 始作遲延(start-lag)과 完了遲延(stop-lag)을 적용하여, 重疊生産을 고려한 경우에 활용가능한 效率的 및 非遲延 日程計劃 生成 알고리즘을 유도하였다[7,9].

2. 중첩생산을 고려한 일정계획

2.1 시작지연과 완료지연

L.G. Mitten은 그의 논문에서, n개의 作業이 각각 두 대의 機械 M_1 과 M_2 를 차례로 거치면서 作業이 진행되는 흐름공정(flow shop)의 예를 들어 始作遲延과 完了遲延을 제시하였다(그림 2-1 참조).

作業 i의 始作遲延(a_i)은 作業 i의 첫번째 工程이 機械 M_1 에서 시작된 후, 두번째 工程이 機械 M_2 에서 시작되기까지 경과해야 되는 최소의 時間을 의미하고, 作業 i의 完了遲延(b_i)은 作業 i의 첫번째 工程이

[†] 본 연구는 1992년도 인하대학교 산업과학기술연구소의 지원으로 이루어졌음

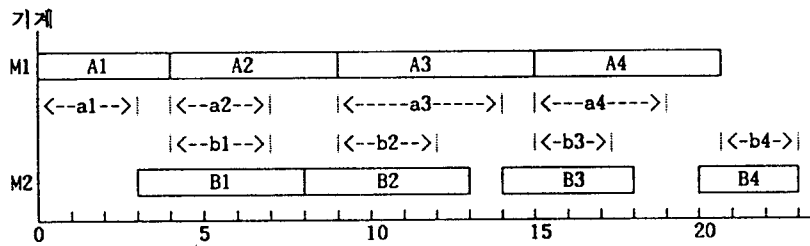
* 인하대학교 공과대학 산업공학과

접수 : 1993년 10월 29일

확정 : 1993년 11월 8일

機械 M₁에서 완료된 후, 두번째 工程이 機械 M₂에서 완료되기까지 경과해야 되는 최소의 時間을 뜻한다. 다시말하면, 機械 M₁에서 作業 i의 시작 시점부터 作業 i의 始作遲延(a_i)이 경과하기 전에는 機械 M₂에서 作業 i가 시작될 수 없고, 또한 機械 M₁에서 作業 i의 완료 시점부터 完了遲延(b_i)이 경과하기 전에는 機械 M₂에서 作業 i가 완료될 수 없다.

重疊生産의 경우 始作遲延과 完了遲延을 동시에 고려해주어야 되며, 始作遲延의 제약보다 完了遲延의 제약이 우선해서 만족되어야 한다.



<그림 2-1> 시작지연(a_i)과 완료지연(b_i)

단, A_i = 作業 i의 M₁에서 作業시간, B_i = 作業 i의 M₂에서 作業시간
 a_i = 作業 i의 시작지연, b_i = 作業 i의 완료지연

임의의 始作遲延과 完了遲延이 적용된 重疊生産 日程計劃의 예를 그림 2-1에서 살펴보기로 한다. 作業 1의 두번째 工程인 B₁은 機械 M₁에서 그의 先行工程인 A₁이 시작된 후 始作遲延(a₁)이 경과된 시점 3에서 시작되었고, 機械 M₂에서 作業 3의 두번째 工程인 B₃의 경우에는, 機械 M₂만의 여건에서 보면 시점 13에서 시작될 수 있으나, 始作遲延(a₃)의 제약으로 인하여 시점 14에서 시작될 수가 있다. 또한 作業 4의 두번째 工程인 B₄는 始作遲延(a₄)의 제약만을 고려할 경우에는 시점 19에서 시작될 수 있으나, 完了遲延(b₄)의 제약도 동시에 고려해 주어야 하기 때문에, 실제로는 두 제약 조건을 모두 만족시키는 시점 20에서 시작이 가능하게 된다.

2.2 효율적 일정계획

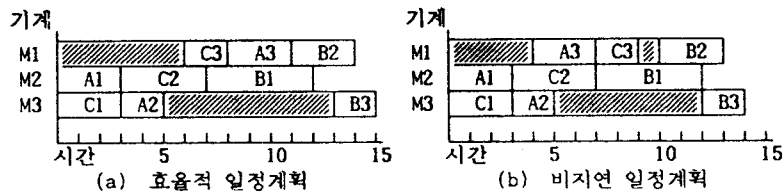
始作遲延과 完了遲延으로 각각 단위시간을 적용한 그림 2-2의 (a)와 같이, 다른 作業의 시작을 지연시키지 않으면서, 각 工程의 시작시점을 가능한 경우 모두 좌측이동(left-shift)시켜서 수립한 日程計劃을 重疊生産을 고려한 效率的 日程計劃이라 한다.

[표 2-1] 사용기계

| | | | |
|---------|---|---|---|
| 공정 \ 作業 | 1 | 2 | 3 |
| A | 2 | 3 | 1 |
| B | 2 | 1 | 3 |
| C | 3 | 2 | 1 |

[표 2-2] 공정시간

| | | | |
|---------|---|---|---|
| 공정 \ 作業 | 1 | 2 | 3 |
| A | 3 | 2 | 3 |
| B | 5 | 3 | 2 |
| C | 3 | 4 | 2 |



<그림 2-2> 중첩을 고려한 日程計劃(斜線:유휴시간)

2.3 비자연 일정계획

그림 2-2의 (a)에서 A작업의 마지막 공인 A₃는, 우선 작업에 필요한 기계 M₁이 유휴상태이고, 또한 단위시간의 始作遲延과 完了遲延을 각각 적용할 경우에, 기계 M₁에서 시점 4에서 시작될 수 있다. 이를 실현시킬 경우 그림 2-2의 (b)와 같이 되며, 이 경우 C작업의 마지막 공인 C₃의 시작을 지연시키게 된다. 이와같이 다른 공인의 시작이 지연되더라도, 시작가능한 공인을 먼저 처리함으로써 기계의 遊休時間이 발생하지 않도록 수립한 日程計劃을 重疊을 고려한 非遲延 日程計劃이라 한다.

3. 중첩생산을 고려한 발견적 해법

본 연구에서 알고리즘의 수행을 위한 전제조건은 다음과 같다.

- 1) 작업의 수 n과 기계의 대수 m은 알려져 있다.
- 2) 각 작업은 최대 m개의 공인을 가질 수 있고, 한 기계에서 최대 한 번의 가공이 이루어 진다.
- 3) 일단 작업이 시작된 공인은 완료될 때까지 다른 공인에 의하여 방해받지 않는다.
- 4) 重疊生産이 가능하며 始作遲延과 完了遲延은 각각 단위시간으로 한다.
- 5) 공인時間은 작업수행순서와 무관하고 준비시간을 포함한다.
- 6) 공정간 在庫에는 제한이 없다.
- 7) 日程計劃 기간동안 기계의 故障 또는 停止와 같은 우발적인 상황은 발생하지 않는다.

3.1 효율적 일정계획 생성 알고리즘

PS_t : t개의 계획된 공정을 포함하는 部分 日程計劃(partial schedule)

S_t : 주어진 PS_t에 부합되는 단계 t에서의 計劃可能한 공인들의 集合

o_j : j ∈ S_t인 각 작업의 공인 j가 重疊을 고려하여 始作될 수 있는 가장 빠른 時間

φ_j : j ∈ S_t인 각 작업의 공인 j가 重疊을 고려하여 完了될 수 있는 가장 빠른 時間

을 의미하며 效率的 日程計劃 생성 알고리즘의 절차는 다음과 같다.

단계 1 : t = 0, 또한 PS_t에 포함된 공인은 하나도 없으며 S_t는 先行公인이 없는 모든 공인을 포함한다.

단계 2 : φ* = Min_{j ∈ S_t}(φ_j)와 φ*가 실현될 수 있는 기계 M*를 決定한다.

단계 3 : 기계 M*를 필요로 하며 o_j < φ*를 만족하는 S_t에 속하는 각각의 공인 j에 대하여 이를 PS_t에 추가시키고 공인 j가 o_j에서 시작되는 새로운 部分 日程計劃을 작성한다.(M*를 필요로 하는 공인이 두개 이상 존재할 경우 우선순위 규칙을 적용하여 하나의 공인을 선택한다)

단계 4 : 단계 3에서 작성된 각각의 部分 日程計劃 PS_{t+1}에 따라 다음의 과정을 遂行한다.

(a) S_t로부터 공인 j를 제거한다.

(b) 공인 j의 바로 다음 공인을 S_t에 추가하여 S_{t+1}을 구성한다.

(c) t를 1만큼 증가시킨다.

단계 5 : 단계 3에서 작성된 각각의 PS_{t+1}에 대하여 모든 效率的 日程計劃이 생성될 때까지 단계 2부터 단계 5까지 반복한다.

이와같이 效率的 日程計劃 생성 알고리즘은 모든 공인의 日程計劃 수립이 완료될 때까지 단계 2부터 단계 4까지 반복되어 계산한다. 또한 단계 2에서 重疊生産을 고려한 가장 빠른 완료時間 φ*가 결정되고, 단계 3에서 M*를 필요로 하는 공인이 두개 이상 존재한다면, 優先順位 規則을 적용하여 하나의 공인을 선택해야 한다.

3.2 비지연 일정계획 생성 알고리즘

3.1의 效率的 日程計劃 生成 알고리즘의 단계 2에서 가장 빠른 완료時間 $\phi^* = \min_{j \in S_k} \{\phi_j\}$ 를 가장 빠른 시작時間 $\sigma^* = \min_{j \in S_k} \{\sigma_j\}$ 로, 단계 3의 $\sigma_j < \phi^*$ 를 $\sigma_j = \sigma^*$ 로 代替하면 바로 非遲延 日程計劃 生成 알고리즘이 된다. 效率的 日程計劃 알고리즘과 동일하게 단계 3에서 M^* 를 필요로 하는 工程이 두개 이상 존재한다면 優先順位 規則을 적용하여 하나의 工程을 선택해야 한다.

3.3 발견적 해법의 평가기준 및 우선순위 규칙

수립된 日程計劃의 평가기준은 總處理時間의 최소화로 하였으며, 效率的 및 非遲延 日程計劃 生成 알고리즘의 단계 3에서 선택가능한 工程의 수가 두개 이상이 존재할 경우에는 단계적으로 優先順位 規則을 적용하여 하나의 工程이 선택되도록 하였다. 즉, 첫번째 優先順位 規則을 적용하였을 때, 두개 이상의 工程간에 競합이 발생하면 첫번째로 선택된 優先順位 規則과 성질상 관계가 없는 새로운 優先順位 規則을 적용하여 하나의 工程이 선택되도록 하였고, 그러나 또 다시 두개 이상의 工程간에 競합이 발생하면 FCFS 規則이 적용되도록 하였다.

지금까지 100여종의 優先順位 規則이 연구 발표되었으며[10], 본 연구에서 적용된 優先順位 規則들로는, 가공되어야 될 殘餘作業量을 기준으로 하는 最大 殘餘作業量 規則(most work remaining : MWKR)과 最小 殘餘作業量 規則(least work remaining : LWKR), 해당 공정의 作業時間을 기준으로 하는 最小 作業時間規則(shortest processing time : SPT)과 最大 作業時間規則(longest processing time : LPT), 殘餘工程數를 기준으로 하는 最大 殘餘工程數 規則(most operations remaining : MOPN)과 最小 殘餘工程數 規則(fewest operations remaining : FOPN), 그리고 계획 가능한 工程(S_k)에 들어온 순서를 기준으로 하는 先着順位 規則(first come first served : FCFS)과 後着順位 規則(last come first served : LCFS) 등이다[2,3].

또한 본 연구에서는 기존의 MWKR, LWKR, SPT, LPT 등의 優先順位 規則 외에 重疊生産을 고려한 새로운 優先順位 規則을 다음과 같이 제시하였다.

- 1) 重疊된 最大 殘餘作業量 規則(overlapped most work remaining : OMWKR) : 처리해야 할 後續 工程들의 作業시간을 始作遲延과 完了遲延을 적용하여, 重疊된 後續 工程들간의 作業시간이 가장 많이 남아있는 作業의 工程을 먼저 선택한다.
- 2) 重疊된 最小 殘餘作業量 規則(overlapped least work remaining : OLWKR) : 처리해야 할 後續 工程들의 作業시간을 始作遲延과 完了遲延을 적용하여, 重疊된 後續 工程들간의 作業시간이 가장 적게 남아있는 作業의 工程을 먼저 선택한다.
- 3) 重疊된 最小 作業時間 規則(overlapped shortest processing time : OSPT) : 해당공정과 직후에 연속되는 工程 하나를 始作遲延과 完了遲延을 적용하여, 重疊된 두 工程간의 作業시간을 합산하여 最小값을 갖는 作業의 工程을 먼저 선택한다.
- 4) 重疊된 最大 作業시간 規則(overlapped longest processing time : OLPT) : 해당공정과 직후에 연속되는 工程 하나를 始作遲延과 完了遲延을 적용하여, 重疊된 두 工程간의 作業시간을 합산하여 最大값을 갖는 作業의 工程을 먼저 선택한다.

3.4 알고리즘의 적용 예

3.4.1 비지연 일정계획의 수립절차 예

알고리즘의 수행절차를 보다 상세히 알아보기 위하여, 표 3-1과 표 3-2에 주어진 자료를 非遲延 日程計劃 生成 알고리즘에 적용하였다. 알고리즘의 단계 3에서 競합이 발생할 경우에는 첫번째 優先順位 規則으로 MWKR, 두번째 優先順位 規則으로는 SPT를 적용하였다. 계획가능한 工程 S_k 의 (i, j, k)는 각각 作業, 工程, 機械를 나타내며, 作業 i 에 속한 工程 j 를 機械 k 에서 가공하는 것을 의미한다. 또한 모든 工程에 대한 始作遲延과 完了遲延은 각각 단위시간을 적용하였다.

非遲延 日程計劃 생성 알고리즘에 의한 日程計劃 수립과정은 표 3-3에 단계별로 정리하였다. WKR(work remaining)은 해당 작업에서 後續工程들의 工程時間의 합을 나타내고, PT(processing time)는 해당공정의 工程時間을 뜻한다. σ_j 열에 표시한 별표(*)는 가장 빠른 시작 가능시간을 나타내고, 각 工程의 가장 빠른 완료 가능시간을 나타내는 ϕ_j 열은 σ_j 열과 PT 열의 합으로 구해진다.

[표 3-1] 공정 시간

| | | | |
|---------|---|---|---|
| 작업 \ 공정 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 4 | 3 | 2 |
| 2 | 1 | 4 | 4 |
| 3 | 3 | 2 | 3 |
| 4 | 3 | 3 | 1 |

[표 3-2] 사용 기계

| | | | |
|---------|---|---|---|
| 작업 \ 공정 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 2 | 1 | 3 |
| 3 | 3 | 2 | 1 |
| 4 | 2 | 3 | 1 |

[표 3-3] 비지연 일정계획 수립 단계

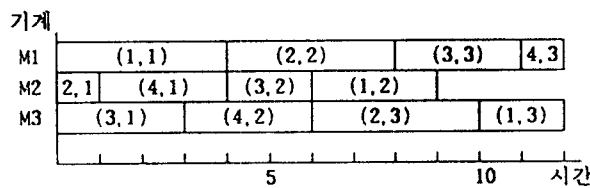
| 단계 | S_t | σ_j | ϕ_j | WKR | PT | 단계 | S_t | σ_j | ϕ_j | WKR | PT |
|----|------------|------------|----------|-----|----|----|------------|------------|----------|-----|----|
| 1 | (1, 1, 1) | 0* | 4 | 9* | 4 | 7 | (1, 2, 2) | 4* | 7 | 5* | 3 |
| | (2, 1, 2)* | 0* | 1 | 9* | 1* | | (2, 3, 3) | 6 | 10 | 4 | 4 |
| | (3, 1, 3) | 0* | 3 | 8 | 3 | | (3, 2, 2)* | 4* | 6 | 5* | 2* |
| | (4, 1, 2) | 0* | 3 | 7 | 3 | | (4, 3, 1) | 8 | 9 | 1 | 1 |
| 2 | (1, 1, 1)* | 0* | 4 | 9* | 4 | 8 | (1, 2, 2)* | 6* | 9 | 5* | 3 |
| | (2, 2, 1) | 1 | 5 | 8 | 4 | | (2, 3, 3) | 6* | 10 | 4 | 4 |
| | (3, 1, 3) | 0* | 3 | 8 | 3 | | (3, 3, 1) | 8 | 11 | 3 | 3 |
| | (4, 1, 2) | 1 | 4 | 7 | 3 | | (4, 3, 1) | 8 | 9 | 1 | 1 |
| 3 | (1, 2, 2) | 2 | 5 | 5 | 3 | 9 | (1, 3, 3) | 8 | 10 | 2 | 2 |
| | (2, 2, 1) | 4 | 8 | 8 | 4 | | (2, 3, 3)* | 6* | 10 | 4 | 4 |
| | (3, 1, 3)* | 0* | 3 | 8 | 3 | | (3, 3, 1) | 8 | 11 | 3 | 3 |
| | (4, 1, 2) | 1 | 4 | 7 | 3 | | (4, 3, 1) | 8 | 9 | 1 | 1 |
| 4 | (1, 2, 2) | 2 | 5 | 5 | 3 | 10 | (1, 3, 3) | 10 | 12 | 2 | 2 |
| | (2, 2, 1) | 4 | 8 | 8 | 4 | | (3, 3, 1)* | 8* | 11 | 3* | 3 |
| | (3, 2, 2) | 2 | 4 | 5 | 2 | | (4, 3, 1) | 8* | 9 | 1 | 1 |
| | (4, 1, 2)* | 1* | 4 | 7 | 3 | | | | | | |
| 5 | (1, 2, 2) | 4 | 7 | 5 | 3 | 11 | (1, 3, 3)* | 10* | 12 | 2 | 2 |
| | (2, 2, 1) | 4 | 8 | 8 | 4 | | (4, 3, 1) | 11 | 12 | 1 | 1 |
| | (3, 2, 2) | 4 | 6 | 5 | 2 | 12 | (4, 3, 1)* | 11* | 12 | 1 | 1 |
| | (4, 2, 3)* | 3* | 6 | 4 | 3 | | | | | | |
| 6 | (1, 2, 2) | 4* | 7 | 5 | 3 | | | | | | |
| | (2, 2, 1)* | 4* | 8 | 8* | 4 | | | | | | |
| | (3, 2, 2) | 4* | 6 | 5 | 2 | | | | | | |
| | (4, 3, 1) | 6 | 7 | 1 | 1 | | | | | | |

WKR 열에 표시한 별표(*)는 MWKR 規則이 적용되었을 경우에 선택 가능한 工程을 가리키고, PT 열의 별표(*)는 MWKR 規則을 적용하였을 때 발생한 경합을 해결하기 위하여 적용된 SPT 規則에 따라 선택된 工程을 가리킨다. S_t 열에 표시된 별표(*)는 계획될 工程으로 선택된 工程을 가리킨다.

단계 1에서 계획가능한 工程 S_1 는 모든 作業의 첫번째 工程이 해당되고, 始作遲延과 完了遲延을 고려한 시작가능한 시간 σ_j 는 모두 0이 된다. 또한 완료가능한 시간 ϕ_j 는 각 作業의 첫번째 工程의 工程時間과 동일한 값이된다.

단계 1에서 계획 가능한 모든 工程의 가장 빠른 시작 가능시간은 모두 0이 되므로 優先順位 規則을 적용하여 계획될 工程을 선택하여야 한다. 첫번째 優先順位 規則으로 MWKR을 적용하여도 作業 1과 2가 또다시 경합되므로, 두번째 優先順位 規則인 SPT에 의하여 工程 (2,1,2)가 부분일정계획 PS_1 에 포함된다. 또한 계획 가능한 工程 S_2 에는 工程 (2,1,2)의 後續工程인 (2,2,1)가 새롭게 포함된다. 단계 2에서

工程 (2,2,1)의 시작 가능한 시간은 機械 1에 배정된 工程이 없으므로 시점 0에서 가능하지만, 始作遲延의 제약을 받게되어 실제로는 시점 1에서 시작 가능하게 된다. 또한 工程 (4,1,2)는 단계 1에서 배정된 工程 (2,1,2)로 인하여 시작가능한 시간이 0에서 1로 바뀌게 된다. 따라서 단계 2에서는 부분일정계획 PS₂에 工程 (1,1,1)이 포함되며, 계획가능한 工程 S₃에는 工程 (1,1,1)의 後續工程인 工程 (1,2,2)가 새롭게 포함된다. 단계 3에서 工程 (1,2,2)의 시작은, 先行工程 (1,1,1)의 시작 시점으로부터 始作遲延이 경과된 시점 1에서 가능하지만, 完了遲延의 제약으로 시점 2에서 시작 가능하게 된다. 따라서 단계 3에서는 부분일정계획 PS₃에 工程 (3,1,3)이 포함되고, 계획가능한 工程 S₄에 工程 (3,2,2)가 새롭게 추가된다. 이와 같은 방법으로, 마지막 工程 (4,3,1)이 배정될 때까지 12 단계를 거쳐서 樹立된 日程計劃을 圖示하면 그림 3-3과 같다.



<그림 3-3> 수립된 비지연 일정계획

3.4.2 우선순위 규칙들 간의 비교분석

우선순위 규칙들 간의 우열을 알아보기 위하여 다음과 같이 임의의 데이터를 발생시켰다[8].

- 1) 작업수는 평균치(λ)가 15, 20, 25인 포아송 分布에 따라 발생시켰고, 50을 초과한 경우에는 무시하였다.
- 2) 각 작업에 포함된 工程數는 1에서 10 사이의 均一分布로 발생시켰으며, 최대로 사용가능한 機械의 수가 10 이하일 경우에는, 1부터 사용가능한 機械의 수 사이의 均一分布를 따르도록 하였다.
- 3) 機械의 수는 5, 10, 15, 20의 확정된 값을 사용하였다.
- 4) 工程時間은 1에서 10 사이의 均一 分布로 발생시켰다.
- 5) 始作遲延과 完了遲延은 모든 工程에 대하여 단위시간을 적용하였다.

[표 3-5] 우선순위 규칙간의 비교(단, 비율은 %)

| 작업 도달 회수 규칙 | 평균 ($\lambda=15$) | | 평균 ($\lambda=20$) | | 평균 ($\lambda=25$) | | 전 체 도 달 회 수 | 전 체 도 달 비 율 |
|----------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 도 달 회 수 | 부 분 비 율 | 도 달 회 수 | 부 분 비 율 | 도 달 회 수 | 부 분 비 율 | | |
| MWKR | 88 | 56.77 | 101 | 65.58 | 131 | 71.20 | 320 | 64.91 |
| LWKR | 8 | 5.16 | 8 | 5.19 | 4 | 2.17 | 20 | 4.06 |
| SPT | 58 | 37.42 | 58 | 37.66 | 68 | 36.96 | 184 | 37.32 |
| LPT | 29 | 18.71 | 21 | 13.64 | 29 | 15.76 | 79 | 16.02 |
| MOPN | 25 | 16.13 | 23 | 14.94 | 20 | 10.87 | 68 | 13.79 |
| FOPN | 26 | 16.77 | 21 | 13.64 | 23 | 12.50 | 70 | 14.20 |
| FCFS | 78 | 50.32 | 79 | 51.30 | 106 | 57.61 | 263 | 53.35 |
| LCFS | 24 | 15.48 | 23 | 14.94 | 27 | 14.67 | 74 | 15.01 |
| OMWKR | 96 | 61.94 | 101 | 65.58 | 133 | 72.28 | 330 | 66.94 |
| OLWKR | 9 | 5.81 | 8 | 5.19 | 5 | 2.72 | 22 | 4.46 |
| OSPT | 50 | 32.26 | 47 | 30.52 | 70 | 38.04 | 167 | 33.87 |
| OLPT | 38 | 24.52 | 25 | 16.23 | 29 | 15.76 | 92 | 18.66 |
| 데이터 수 | 155 | - | 154 | - | 184 | - | 493 | - |

임의의 데이터를 非遲延 日程計劃 알고리즘에 적용하여 얻어진 결과를, 우선순위 規則별로 정리하면 표 3-5 와 같다. 모든 데이터에 대하여 절대적으로 우세한 規則은 존재하지 않았으며, 비교된 우선순위 規則들 중에서는 OMWKR과 MWKR이 비교적 우수한 결과를 나타내었고, FCFS, SPT, OSPT가 그 다음의 순서로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 Giffler와 Thompson이 총처리시간의 최소화를 목적으로 개발한 效率의 및 非遲延 日程計劃 生成 알고리즘에 始作遲延과 完了遲延을 적용하여, 重疊生産을 고려한 경우에 활용가능한 效率의 및 非遲延 日程計劃 生成 알고리즘을 유도하였다.

또한 重疊生産을 고려한 경우에 활용될 수 있는 새로운 우선순위 규칙을 제시하였고, 이들과 기존에 알려져 있는 우선순위 규칙들을 임의의 데이터에 적용하여 그 결과를 비교하였다. 모든 문제에서 절대적으로 우세한 우선순위 규칙은 없었으며, 비교된 우선순위 규칙들 중에서는 OMWKR과 MWKR이 비교적 우수한 결과를 나타내었고, FCFS, SPT, OSPT가 그 다음의 순서로 나타났다. 앞으로의 연구과제로는, 재공품의 工程간 이동시간과 工程時間으로부터 준비시간이 분리된 경우 등을 고려하여, 보다 현실적으로 始作遲延과 完了遲延을 계산할 수 있는 방법 및 이를 적용한 日程計劃 수립문제 등을 들 수 있겠다.

參 考 文 獻

- [1] 김봉선, "일정계획 문제의 정식화에 관한 연구," 인하대학교 산업과학기술연구소 논문집, 제 20편, 1992.
- [2] 조규갑, 생산시스템공학, 회중당, 1991.
- [3] K. R. Baker, Introduction to Sequencing and Scheduling, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1974.
- [4] R. Bellman, A. O. Esogbue, I. Nabeshma, Mathematical Aspects of Scheduling and Application, Pergamon Press, 1982.
- [5] R.W. Conway, W. L. Maxwell, L. W. Miller, Theory of Scheduling, Addison - Wesley Publishing Comapny.
- [6] S. French, Sequencing and Scheduling : An Introduction to the mathematics of the Job-Shop, Ellis Horwood Limmited, New York, 1982.
- [7] B. Giffler and G. L. Thompson, "Algorithms for Solving Production Scheduling Problems," O.R., Vol. 8, No.4, 1960.
- [8] J. Hutchinson and Y. L. Chang, "Optimal Nondelay Job Shop Schedules," Int. J. PROD. RES., Vol. 28, No. 2, 1990.
- [9] L. G. Mitten, "A Scheduling Problem : An Analytic Solution Based Upon Two Machine, n Jobs, Arbitrary Start and Stop Lags, and Command Sequence,," The Journal of Industrial Engineering, Volume X, No. 2, 1959.
- [10] S. S. Panwalker and W. Iskander, "A Survey of Scheduling Rules," O.R., Vol. 25, No. 1, 1977.