

Job Shop 일정계획의 성능 향상을 위한 할당규칙의 정보[†]

배 상 윤

전주비전대학 경영정보과

The Information of Dispatching Rules for Improving Job Shop Performance

Sang-Yun Bae

Dept. of Management Information Systems, Vision College of Jeonju

This study presents the new dispatching rules for improving performance measures of job shop scheduling related to completion time and due dates. The proposed dispatching rule considers information, which includes the comparison value of job workload, work remaining, operation time, and operation due dates. Through computer experiments, the performance of the new dispatching rules is compared and analyzed with the existing rules. The results provide a guidance for the researchers to develop new dispatching rules and for practitioners to choose rules of job shop scheduling.

Keywords : Job Shop Scheduling, Dispatching Rules

1. 서 론

본 연구의 목적은 다양한 제품이나 서비스 등의 재화(job)를 만들어 내는 개별공정(job shop)에서 인력, 설비 및 보조 장비 등의 자원(resource)에 효율적인 일정계획(scheduling)을 위한 할당규칙(dispatching rule)의 정보를 다루고자 한다.

개별공정은 대부분의 중소제조업, 보건의료기관, 병원, 교육기관, 대형쇼핑몰 및 백화점과 같이 다품종소량의 재화나 서비스를 생산하는 시스템으로 고객의 제품에 대한 요구가 다양화되어 감에 따라 점차 증가 추세에 있다고 볼 수 있다.

고객의 다양한 요구를 수용하기 위하여 주문이나 단기 계획에 의하여 재화를 생산하므로 물류흐름과 생산성 면으로 볼 때 흐름라인(flow line)이나 흐름공정(flow shop)에 비하여 상대적으로 다소 비효율적인 시스템의 형태를 갖는다[3].

개별공정 일정계획은 계획된 생산을 위하여 재화의

요소작업인 공정(operation)을 주 자원이나 보조 자원 등에 동기화하는 것으로 일정계획의 성능은 사용하는 일정계획 전개 방법과 할당규칙의 정보에 많은 영향을 받게 된다[1-3]. 그러나 할당규칙의 정보가 일정계획의 성능에 영향을 주는 요소임에도 불구하고 이에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 개별공정 일정계획을 위한 할당규칙의 다양한 정보를 분석하고 컴퓨터 실험을 통하여 성능 향상에 기여하는 새로운 정보를 찾아 새로운 할당규칙을 개발하는 연구자나 현장의 생산계획 및 일정계획 담당자에게 제공하고자 한다.

2. 개별공정 일정계획

2.1 개별공정

개별공정에서는 흔히 제품이나 서비스 등의 부가가치

[†] 본 연구는 2005년도 전주비전대학 교원학술연구지원 자유공모과제 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

를 창출하는 재화의 종류가 다양하여 물류의 단순한 흐름(flow)이나 단일방향 지향이 어렵고 물류자동화를 위한 자원의 배치가 불가능하거나 비경제적인 경우가 대부분이다. 개별공정의 자원배치는 유사한 기능의 자원이나 보조자원을 포함하는 자원군을 인접 장소에 배치하여 공정이 원활하게 흐를 수 있도록 하여 가능한 비효율성을 줄여보는 노력이 필요하다.

이러한 개별공정에서는 자원의 배치를 재화의 부가가치 창출 과정의 흐름이 아닌 기능에 따라 배치함으로써 흐름라인이나 흐름공정 등과 같은 흐름형태의 시스템에 비하여 비작업시간의 관리가 더욱 중요하게 된다.

개별공정의 비작업시간은 지연시간, 이동시간 및 검사시간 등으로 구성된다. 지연시간은 자원의 사용이 가능하지만 이전 공정이 완료되지 않거나(starving), 이전 공정이 완료되었지만 자원의 사용이 불가능하여 대기(blocking)하는 시간이다. 검사시간은 품질규격의 관리를 위한 시간이고 이동시간은 공정순서에 의하여 다음 자원으로 이동하는 시간으로 볼 수 있다. 많은 현장에서 이동시간은 운반로봇이나 무인반송차 등의 물류장비와 지연 및 대기시간 내에 작업물을 운반하는 등의 방법으로 줄일 수 있다. 검사시간도 공정 진행 중에 실시간 검사장비를 활용함으로써 어느 정도 줄일 수 있다. 하지만 비작업시간의 대부분을 차지하는 지연시간에 의한 유휴시간은 합리적이고 효과적인 일정계획에 의하여 줄여 주어야 한다.

개별공정에서 비작업시간을 줄이는 노력은 재화의 부가가치를 창출하는 소요시간을 줄이고 원가를 낮춤으로써 기업의 이익을 증대시키는데 기여하게 된다. 또한 단위시간 당 산출을 높임으로써 자본 및 노동 생산성을 증대시켜 효율성 면에서 기업경쟁력을 향상시키게 된다.

2.2 성능평가척도

개별공정 일정계획은 비작업시간의 지연시간을 줄임으로써 재화 창출에 걸리는 처리시간을 단축하여 재공재고(work in process)와 납기지연을 낮추고 제조원가를 절감하는데 기여할 수 있다. 따라서 제조원가의 절감은 처리시간 및 납기 관련 척도와 밀접하게 관련 되어 있다.

일정계획의 성능을 평가하는 정규척도(regular measure)는 평균처리시간(mean flowtime), 평균순수납기지연(mean tardiness), 최대처리시간(Maximum flowtime), 최대순수납기지연(maximum tardiness) 및 순수납기지연부품수(number of tardy jobs)가 있다[3]. 정규척도는 수학적 의미 외에도 지연시간, 재공재고, 납기지연 및 재화 창출과정의 혼잡도(shop conjection)의 계량적인 수준을 알아 볼 수 있는 이유로 현장에서도 중요하게 다루어지

고 있다[1, 9, 11].

평균처리시간은 일정계획 되는 모든 재화의 순수작업시간과 비작업시간의 합인 생산리드타임의 평균을 나타내며, 이는 지연시간과 재공재고와 밀접하게 관련되어 있다. 평균순수납기지연은 납기가 지연되는 재화의 납기지연시간의 평균을 나타내며, 납기지연벌금과 납기에 따르는 신뢰도와 관련되어 있다. 최대처리시간은 일정계획되는 모든 재화의 생산리드타임에서 가장 큰 시간으로 기존의 이론연구에서 일정계획 기법의 최적해(optimal solution)를 찾는 척도로 사용되어 왔다. 최대순수납기지연은 납기가 지연된 재화의 가장 큰 납기지연시간으로 납기지연을 줄이는 이론 연구에서 의미 있는 척도로 사용되어 왔다. 순수납기지연부품수는 납기가 지연된 재화의 전체 수를 가리키며, 납기지연과 관련된 척도로 현장에서 중요하게 다루어져 왔다.

이러한 정규척도 외에도 납기와 관련하여 최대대기시간(maximum waiting time), 총납기지연(total lateness), 평균순수납기지연의 제곱근(root mean square of tardiness) 등이, 자원의 가동률(utilization)과 관련하여 자원의 가동시간과 유휴시간을 나타내는 평균자원가동률과 자원별 가동률의 평균절대편차(mean absolute deviation) 등이, 재공재고를 다루는 척도는 재공재고의 수준과 재고비용을 나타내는 평균재공재고 등이 있다.

정규척도는 새로 제안되는 일정계획 기법에 대한 성능평가에 대한 수학적 의미와 제조원가 및 납기지연 벌금을 줄이는 현장 활용성의 실제적 접근 측면의 의미를 갖는다, 따라서 본 연구에서는 제안하는 할당규칙에 대한 분석 정보 및 새로운 할당규칙을 만드는 방법론에 대한 성능평가는 정규척도를 사용하기로 한다.

2.3 일정계획 전개방법

개별공정 일정계획에 관한 기존연구는 최적화기법, 발견전기법, 유전알고리즘(genetic algorithm)과 타부서치(tabu search) 등을 이용하여 성능평가척도의 하나인 최대처리시간에 대한 수학적 최적해를 찾는 알고리즘을 제시하는데 중점을 두어 왔다[6]. 이러한 연구가 효율적인 일정계획 방법의 개발에 기여하였지만, 현실적인 문제를 다루지 않음으로써 현장 활용성 측면에서 한계를 갖는다는 문제점도 꾸준히 지적되어 왔다. 현장의 상황, 즉, 주자원 외의 보조자원[8], 대안자원(alternative resource), 대체공정(alternative routing) 및 작업부하의 불균형이 존재하는 현장에서 수십대의 자원에 수십개 이상의 요소작업을 갖는 수백개 이상의 재화에 대한 일정계획은 최적화기법이 효율적인 방법으로 해공간을 탐색하여 좋은해를 찾아내는 방법으로 간단하게 해결되는 것

으로 보기는 힘들다. 예를 들어 6개의 요소작업을 갖는 6개 재화를 6대의 자원에 일정계획하는 작은 문제의 해공간도 $(36!/6!)^6$ 이 되어 수학적으로 최적해를 탐색하는 방법의 어려움을 보여준다. 또한 새롭게 제시된 효율적인 최적화기법도 실제적인 제약인 대안자원, 보조자원 및 실시간 일정계획 산출을 통한 재일정계획(rescheduling)이 요구된다면 알고리즘의 구조 변경과 새롭게 구성되는 해공간의 탐색이 용이하지 않을 수도 있다 [4, 7].

현장에서 쉽게 사용할 수 있는 일정계획 방법은 세가지 방법으로 정리해 볼 수 있다. 우선 요소작업인 공정간의 순서제약(precedence constraint)과 자원이 어떤 시점에서 한 개의 공정만을 작업해야 하는 자원제약(capacity constraint)을 만족하는 공정의 순서로 해당 자원에 할당하여 작업시작 및 작업완료 시각을 산출하는 방법이다. 두 번째는, 자원에 할당할 수 있는 공정 중에서 다른 공정이 작업지연을 발생시키지 않는 공정의 순서로 일정계획을 전개시켜 나가는 방법이다. 세 번째는 자원에서 공정의 작업이 가능할 때 그 자원이 대기하지 않도록 공정을 할당해 나가는 방법이다. 이때 할당규칙은 할당 가능한 복수개의 후보공정에 대한 우선순위를 계산하여 우선순위가 높은 순서로 공정을 선택하게 한다. 두 번째 방법을 active, 세 번째 방법을 nondelay 일정계획이라 한다[3]. Active 일정계획 전개방법에 의하여 산출된 해공간은 최적해를 포함하여 수학적으로 중요할 수 있지만, 기존 연구에서 nondelay 방법이 짧은 시간에 좋은 일정계획을 전개하는데 유리한 것으로 보고하고 있다.

일정계획 방법이 현장에 대한 실제적 접근을 하기 위해서는 계획된 요소작업의 완료시각이 지켜지지 않거나, 자원의 고장 및 긴급품 발생 등 재일정계획이 필요할 때, 작업되는 일련의 공정들의 완료시각 사이에 재일정계획을 산출해 주어야 한다. 또한 현장의 여러 돌발적인 상황에 대응하는 간단하고 유연한 구조의 알고리즘에 의하여 일정계획을 산출할 수 있어야 한다. 이러한 점에서 할당규칙은 현장에서 발생하는 큰 문제에 대한 일정계획을 수초 내에 산출할 수 있고 보조자원, 대안자원 및 대체공정 등의 변수를 쉽게 고려할 수 있다는 점에서 현장 적용 측면의 장점을 갖는다.

2.4 할당규칙

할당규칙의 우선순위 정보는 공정의 처리시간, 재화의 공정 수, 납기와 공정납기(operation due date) 등이 있다[1, 5, 10, 11]. 처리시간과 관련된 정보는 공정의 작업시간, 공정의 시작가능시각, 재화의 총작업시간과 재화

의 남아 있는 작업시간 등이 사용된다. 할당되지 않고 남아 있는 나머지 공정수인 재화의 남아 있는 공정 수도 우선순위 정보로 사용될 수 있다. 재화의 납기, 수정된 재화의 납기, 공정을 할당하는 시점에서 납기까지의 여유시간(slack time)인 납기여유와 납기까지 남은 시간 및 납기까지 남은 시간과 할당되지 않은 나머지 공정의 작업시간의 비인 납기임계비(critical ratio) 등은 재화의 납기정보를 우선순위 산출에 사용한다. 한편 재화의 납기를 공정들에게 배분한 공정납기와 수정된 공정납기 및 순수납기지연의 예측치 등도 납기관련 성능평가척도를 고려하는 일정계획에서 좋은 결과를 보여주고 있다. 공정납기를 주는 방법으로 재화의 납기를 모든 공정에 똑같이 배분하는 CON(Constant Flow Allowances), 모든 공정에 같은 크기의 작업여유를 배분하는 SLK(equal SLACK)와 공정의 작업시간에 재화의 납기와 총작업시간의 비율을 고려하는 TWK(proportional to Total Work) 등이 있다[3]. 본 연구에서는 공정납기를 산출하기 위하여 보다 좋은 결과를 얻는 것으로 알려진 TWK방법을 사용하기로 한다.

공정의 처리시간이나 부품의 공정 수 등을 정보로 사용하는 할당규칙은 SPT(Shortest Processing Time)와 LPT(Longest Processing Time)가 있다. FCFS(First Come First Served)와 LCFS(Last Come First Served)는 공정의 시작가능시각을 정보로 사용한다.

TWR(Total Work Remaining), MWKR(Most Work Remaining)와 LWKR(Least Work Remaining)은 재화의 총작업시간과 남아 있는 작업시간 등을 정보로 사용한다.

MOPNR(Most Operations Remaining)과 LOPNR(Least Operations Remaining)은 남아 있는 공정 수를 사용한다.

MST(Minimum Slack Time), S/RPT(Minimum Slack Time/Work Remaining), CR(Critical Ratio), EDD(Earliest Due Dates), MDD(Modified job Due Dates), ODD(Operation Due Dates), MOD(Modified Operations Due Dates), CEXSPT(jobs are Conditionally Expedited by the SPT rule), Hybrid, CR+SPT(Critical Ratio+Shortest Processing Time), S/RPT+SPT(Slack per Remaining Processing Time+SPT), COVERT(Cost Over Time) 및, ATC(Apparent Tardiness Cost) 등은 납기여유, 납기임계비, 부품납기와 수정된 부품납기, 공정납기와 수정된 공정 납기, 순수납기지연 예측치 등의 재화의 납기와 공정납기 등의 납기관련 정보를 사용하고 있다.

3. 할당규칙의 정보를 이용한 일정계획

제시하는 일정계획 방법에서는 할당규칙의 정보를 이용한 nondelay 일정계획을 전개하여 정규척도를 개선하

고자 한다. 이 방법은 공정 순서에 의하여 일정계획 가능한 공정 중에서 가장 빠른 시작시각을 갖는 공정들에 대하여 할당규칙의 우선순위를 계산하고 우선순위가 높은 순으로 일정계획을 전개시켜 나가는 간단한 논리와 구조로 자원에 대한 여러 제약 및 긴급품이나 자원고장 등의 돌발 상황에 대응하는 재일정계획을 용이하게 한다.

제시하는 할당규칙의 정보는 우선 재화의 작업시간과 재화의 평균작업시간에서 재화의 작업시간표준편차를 뺀 값의 차이 값을 산출한다. 이 값을 정보로 이용하여 평균처리시간, 평균순수납기지연과 순수납기지연부품수 척도에서는 양의 값일 때는 공정작업시간과 재화의 작업시간의 곱에 의해 계산된 값이 적을수록 우선순위를 높게 주고, 음이거나 0 값일 때는 재화의 남아있는 작업시간이 적을수록 우선순위를 높게 주는 방법을 사용한다. 최대처리시간과 최대순수납기지연에서는 이 값이 양수일 때는 재화의 납기까지 남아 있는 여유시간이 적을수록 우선순위를 높게 주고, 그렇지 않으면, TWK에 의하여 공정에 배분된 공정납기가 촉박할수록 우선순위를 높게 주어 일정계획을 전개해 나갈 때 자원에 우선하여 할당하는 방법을 사용한다. 제안하는 방법은 CMJ (Comparison of Mean workload and Job workload)로 한다.

제안하는 방법은 평균처리시간, 평균순수납기지연과 순수납기지연부품수 척도에서는 일정계획 대상인 재화에 대하여 편차를 제거한 평균작업시간 보다 적은 작업시간을 갖는 재화는 상대적으로 작업부하가 낮으므로 재화나 공정의 작업시간만 고려하여 일정계획을 전개하고, 작업부하가 높은 재화에 대해서는 일정계획 시점에 재화의 남아 있는 작업부하가 적을수록 우선하여 할당해 나가는 방법을 사용하고 있다. 최대처리시간과 최대순수납기지연에서는 작업부하가 낮은 재화는 일정계획 시점의 공정을 기준으로 납기까지 남아 있는 여유시간이 적을수록, 작업부하가 높은 재화에서는 공정납기가 촉박할수록 일정계획 대상인 공정을 우선하여 할당해 나가고 있다.

4. 비교분석

임의로 발생시킨 100문제에 대하여 제안한 방법에 대한 성능을 기존의 23개 할당규칙과 비교하였다. 문제의 크기는 재화 50개, 각 재화의 요소작업 10개, 자원수 10대, 요소작업의 작업시간은 1에서 99를 갖는 일양분포로 발생시켰다.

재화의 납기촉박성(due date tightness)이 할당규칙의 성능에 미치는 영향을 줄이기 위하여 각 재화의 납기는

보통(moderate) 납기촉박성으로 주었다. 이를 위하여 예비실험을 통해 P 는 총처리시간, R 은 0.2, Z 는 0.4로 두고 구간 $P(1-Z-\frac{1}{2}R)$ 에서 $P(1-Z+\frac{1}{2}R)$ 를 갖는 일양분포로 발생시켰다.

작업부하 불균형 수준은 자원별 작업부하 산포에 대한 변동계수(coefficient of variation)를 조정하는 방법으로 설정하였다. 변동계수는 작업시간의 크기가 다른 문제에 대해서도 일관성 있는 산포 척도 값을 주기 위하여 표준편차를 산술평균으로 나눈 백분율 값으로 하였다. 작업부하 불균형 수준이 할당규칙의 성능에 미치는 영향을 낮게 하기 위하여 모든 재화의 10개 공정이 10대의 자원에 겹치게 할당되는 확률을 0.05 정도로 하여 작업부하의 변동계수를 0.074로 조정하였다. 이때, 평균 설비별 작업부하는 2500, 평균 설비별 작업부하의 표준편차는 185.3으로 설정되었다.

그 외 대안자원 수, 보조자원 수는 실험 결과에 영향을 주지 않는 수준으로 설정하였고 일정계획에서 다루는 방법은 기존연구[1, 10]를 사용하였다. 매개변수를 갖는 할당규칙 COVERT와 ATC에서의 매개변수 값을 주는 방법은 기존연구[10]를 따랐다.

<표 1>은 임의로 발생시킨 100문제에 대하여 기존의 23개 할당규칙과 새롭게 제시하는 방법이 구한 5개 정규척도의 값, 가장 좋은 해를 구한 회수와 해당 정규척도에서 각 방법의 순위 및 해의 개선율을 보이고 있다. 해의 개선율은 할당규칙의 평균해와 새로운 할당규칙 해의 차이를 할당규칙의 평균해로 나눈 값으로 나타내었다. 새로운 방법 CMJ는 모든 정규척도에서 기존의 할당규칙들보다 비교적 좋은 결과를 보이고 있다.

이는 할당규칙의 정보로 평균처리시간, 평균순수납기지연과 순수납기지연부품수 척도에서는 재화의 작업시간을 부품평균작업시간과 부품작업시간표준편차의 차와 비교하여 재화 및 공정의 작업시간과 남아 있는 작업시간을 이용하는 효율적인 일정계획을 산출할 수 있는 개연성이 높음을 보이고 있다. 최대처리시간과 최대순수납기지연에서도 재화의 작업시간을 부품평균작업시간과 부품작업시간표준편차의 차와 비교한 값에 따라 납기여유시간과 공정납기를 활용하는 방법이 효율적으로 일정계획을 산출할 수 있음을 보이고 있다.

<표 2>는 임의로 발생시킨 100문제에 대하여 새롭게 제시하는 할당규칙과 기존의 23개 할당규칙의 5개 정규척도에 대한 순위를 보이고 있다. <표 2>에서 알 수 있듯이 새로운 할당규칙 CMJ는 모든 정규척도에서 가장 잘 적용된 것으로 나타났다. 제안한 CMJ는 평균처리시간에서는 다음으로 잘 적용된 할당규칙인 LWKR보다는 1.672% 정도 해를 개선시키고 가장 나쁜 결과보다는 28.53%의 해를 개선시킬 수 있음을 보이고 있다. 평균

<표 1> 정규척도에 대한 비교 실험결과

할당 규칙	평균처리시간				평균순수납기 지연				최대처리시간				최대순수납기 지연				순수납기 지연부품수			
	평균해 ¹⁾	회수 ²⁾	순위 ³⁾	개선율 ⁴⁾	평균해	회수	순위	개선율	평균해	회수	순위	개선율	평균해	회수	순위	개선율	평균해	회수	순위	개선율
RANDOM	2249	0	18	-0.057	498	0	18	-0.130	3003	0	10	0.014	1259	0	14	-0.012	41	0	13	-0.079
SPT	1925	0	6	0.096	330	7	3	0.251	3042	0	13	0.001	1278	0	16	-0.027	29	0	6	0.237
LPT	2355	0	20	-0.106	622	0	20	-0.412	3321	0	23	-0.090	1585	0	24	-0.274	40	0	10	-0.053
FCFS	2417	0	21	-0.136	623	0	21	-0.414	2891	2	5	0.051	1168	0	9	0.061	48	0	19	-0.263
LCFS	2004	0	9	0.058	398	0	13	0.097	3187	0	19	-0.046	1430	0	20	-0.150	30	1	9	0.211
TWR	1805	7	3	0.152	340	5	7	0.228	3227	0	20	-0.059	1456	0	21	-0.170	25	23	3	0.342
MWKR	2468	0	24	-0.160	675	0	24	-0.532	2819	17	3	0.074	1111	1	6	0.107	49	0	22	-0.289
LWKR	1794	20	2	0.157	338	8	6	0.233	3341	0	24	-0.097	1580	0	23	-0.270	24	39	2	0.368
MOPNR	2457	0	23	-0.154	661	0	23	-0.500	2831	19	4	0.071	1108	3	5	0.109	50	0	23	-0.316
LOPNR	1903	0	4	0.106	377	0	11	0.144	3307	0	22	-0.086	1533	0	22	-0.232	27	5	4	0.289
MST	2245	0	17	-0.055	479	0	16	-0.087	2903	3	6	0.047	966	21	3	0.223	43	0	17	-0.132
S/RPT	2216	0	14	-0.041	422	0	14	0.042	3071	0	17	-0.008	1141	0	7	0.083	48	0	19	-0.263
CR	2243	0	16	-0.054	450	0	15	-0.021	3063	0	15	-0.006	1154	0	8	0.072	48	0	19	-0.263
EDD	1937	0	7	0.090	343	1	8	0.221	3177	0	18	-0.043	1220	0	11	0.019	29	0	6	0.237
MDD	1906	0	5	0.105	313	30	2	0.290	3252	0	21	-0.068	1370	0	19	-0.101	28	1	5	0.263
ODD	2435	0	22	-0.144	638	0	22	-0.448	2793	29	2	0.083	926	34	2	0.256	50	0	23	-0.316
MOD	2136	0	12	-0.004	348	0	9	0.210	3015	1	11	0.010	1249	0	13	-0.004	42	0	16	-0.105
CEXSPT	2099	0	10	0.014	362	0	10	0.178	2999	1	8	0.015	1219	0	10	0.020	40	0	10	-0.053
HYBRID	2120	0	11	0.004	336	7	5	0.237	3069	0	16	-0.008	1265	0	15	-0.017	40	0	10	-0.053
CR+SPT	2177	0	13	-0.023	386	0	12	0.124	2925	1	7	0.040	1089	1	4	0.125	47	0	18	-0.237
S/RPT+SPT	1940	0	8	0.089	332	3	4	0.246	3047	0	14	0.000	1282	0	17	-0.031	29	1	6	0.237
COVERT	2237	0	15	-0.051	496	0	17	-0.126	3001	0	9	0.015	1247	0	12	-0.002	41	0	13	-0.079
ATC	2252	0	19	-0.058	501	0	19	-0.137	3032	0	12	0.005	1299	0	18	-0.044	41	0	13	-0.079
CMJ	1764	73	1	0.171	306	46	1	0.305	2785	38	1	0.086	919	55	1	0.261	23	61	1	0.395

주) 100문제에서 각 방법이 구한 1) 평균해, 2) 가장 좋은해를 구한 회수, 3) 할당규칙 순위, 4) 해의 개선율=(할당규칙의 평균해-새로운 할당규칙 해)/할당규칙의 평균해

<표 2> 정규척도에 대한 할당규칙의 평균순위와 평균해

할당규칙	평균처리시간		평균순수납기 지연		최대처리시간		최대순수납기 지연		순수납기 지연부품수	
	평균해 ¹⁾	할당규칙	평균해	할당규칙	평균해	할당규칙	평균해	할당규칙	평균해	할당규칙
CMJ	1764	CMJ	306	CMJ	2785	CMJ	919	CMJ	23	
LWKR	1794	MDD	313	ODD	2793	ODD	926	LWKR	24	
TWR	1805	SPT	330	MWKR	2819	MST	966	TWR	25	
LOPNR	1903	S/RPT+SPT	332	MOPNR	2831	CR+SPT	1089	LOPNR	27	
MDD	1906	HYBRID	336	FCFS	2891	MOPNR	1108	MDD	28	
SPT	1925	LWKR	338	MST	2903	MWKR	1111	SPT	29	
EDD	1937	TWR	340	CR+SPT	2925	S/RPT	1141	EDD	29	
S/RPT+SPT	1940	EDD	343	CEXSPT	2999	CR	1154	S/RPT+SPT	29	
LCFS	2004	MOD	348	COVERT	3001	FCFS	1168	LCFS	30	
CEXSPT	2099	CEXSPT	362	RANDOM	3003	CEXSPT	1219	LPT	40	
HYBRID	2120	LOPNR	377	MOD	3015	EDD	1220	CEXSPT	40	
MOD	2136	CR+SPT	386	ATC	3032	COVERT	1247	HYBRID	40	
CR+SPT	2177	LCFS	398	SPT	3042	MOD	1249	RANDOM	41	
S/RPT	2216	S/RPT	422	S/RPT+SPT	3047	RANDOM	1259	COVERT	41	
COVERT	2237	CR	450	CR	3063	HYBRID	1265	ATC	41	
CR	2243	MST	479	HYBRID	3069	SPT	1278	MOD	42	
MST	2245	COVERT	496	S/RPT	3071	S/RPT+SPT	1282	MST	43	
RANDOM	2249	RANDOM	498	EDD	3177	ATC	1299	CR+SPT	47	
ATC	2252	ATC	501	LCFS	3187	MDD	1370	FCFS	48	
LPT	2355	LPT	622	TWR	3227	LCFS	1430	S/RPT	48	
FCFS	2417	FCFS	623	MDD	3252	TWR	1456	CR	48	
ODD	2435	ODD	638	LOPNR	3307	LOPNR	1533	MWKR	49	
MOPNR	2457	MOPNR	661	LPT	3321	LWKR	1580	MOPNR	50	
MWKR	2468	MWKR	675	LWKR	3341	LPT	1585	ODD	50	

주) 1) : 100문제에서 각 할당규칙이 해당 성능평가척도에 대하여 구한 평균해

순수납기지연에서는 다음으로 잘 적용된 할당규칙인 MDD보다는 2.236% 정도 해를 개선시키고 가장 나쁜 결과보다는 54.67%의 해의 개선율을 나타냈다. 최대처리시간에서는 다음으로 잘 적용된 할당규칙인 ODD보다는 0.286% 정도 해를 개선시키고 가장 나쁜 결과보다는 16.64%의 해를 개선시킬 수 있음을 보이고 있다. 최대순수납기지연에서는 다음으로 잘 적용된 할당규칙인 ODD보다는 0.756% 정도 해를 개선시키고 가장 나쁜 결과보다는 42.02% 해를 개선시킬 수 있었다. 순수납기지연 부품수에서는 다음으로 잘 적용된 할당규칙인 LWKR보다는 4.167% 정도 해를 개선시키고 가장 나쁜 결과보다는 54%의 해의 개선을 가져 올 수 있었다.

5. 결론

본 연구에서는 다양한 재화를 만들어 내는 개별공정에서 자원에 요소작업을 할당해나가는 효율적인 일정계획을 위한 할당규칙의 정보를 분석하였다. 컴퓨터 실험을 통하여 정규척도에 대한 성능 향상에 기여하는 정보를 찾아 새로운 할당규칙을 제시하고 기존의 23개 할당규칙과 비교하였다.

정규척도인 평균처리시간, 평균순수납기지연과 순수납기지연부품수에서는 재화의 작업시간을 부품평균작업시간과 부품작업시간표준편차의 차와 비교한 값을 사용하여 양의 값일 때는 공정작업시간과 재화의 작업시간의 곱에 의해 계산된 값이 적을수록, 음이거나 0 값일 때는 재화의 남아있는 작업시간이 적을수록, 우선순위를 높게 하는 할당규칙의 정보를 사용하여 재화의 공정을 자원에 할당해나가는 일정계획 방법이 잘 적용됨을 보이고 있다. 최대처리시간과 최대순수납기지연에서도 마찬가지로 재화의 작업부하를 비교한 값이 양수일 때는 재화의 남기까지 남아 있는 여유시간이 적을수록, 그렇지 않으면, TWK에 의하여 공정에 배분된 공정납기가 촉박할수록, 우선순위를 높게 주는 정보가 효율적으로 일정계획을 전개하는 방법이 될 수 있음을 보이고 있다.

본 연구의 결과는 새로운 할당규칙 및 일정계획 전개방법의 개발과 현장의 생산계획 및 일정계획에서 활용될 수 있다. 또한 개별공정에서 사용되는 ERP(Enterprise Resource Planning)와 APS(Advanced Planning and Scheduling)의 현장 적용성과 일정계획 모듈의 효율성을 높이

는데 기여할 수 있다.

참고문헌

- [1] Anderson, E. J. and Nyirenda, J. C.; "Two New Rules to Minimize Tardiness in a Job Shop," *International Journal of Production Research*, 28(12) : 2277-2292, 1990.
- [2] Ashour, S.; *Sequencing Theory*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, Ch.1-3, 1972.
- [3] Baker, K. R.; *Introduction to Sequencing and Scheduling*, John Wiley & Sons Inc., New York, Ch.2-8, 1974.
- [4] Bestwick, P. F. and Lockyer, K. G.; "A Practical Approach to Production Scheduling," *International Journal of Production Research*, 17(2) : 95-109, 1979.
- [5] Blackstone, J. H., Phillips, D. T., and Hogg, G. L.; "A State-of-Art Survey of Dispatching Rules for Manufacturing Job Shop Operations," *International Journal of Production Research*, 20(1) : 27-45, 1982.
- [6] Blazewicz, J., Domschke, W., and Pesch, E.; "The Job Shop Scheduling Problem : Conventional and New Solution Techniques," *European Journal of Operational Research*, 93 : 1-33, 1996.
- [7] Chang, Y. L., Sueyoshi, T., and Sullivan, R. S.; "Ranking Dispatching Rules by Data Envelopment Analysis in a Job Shop Environment," *IIE Transactions*, 28: 631-642, 1996.
- [8] Gargeya, V. B. and Deane, R. H.; "Scheduling Research in Multiple Resource Constrained Job Shops : A Review and Critique," *Journal of Operations Management*, 34(8) : 2077-2097, 1996.
- [9] Graves, S. C.; "A Review of Production Scheduling," *Operation Research*, 29(4) : 646-674, 1981.
- [10] Kim, Y. D.; "A Comparison of Dispatching Rules for Job Shops with Multiple Identical Jobs and Alternative Routeings," *International Journal of Production Research*, 28(5) : 953-962, 1990.
- [11] Raman, N., Talbot, F. B., and Rachamadugu, R. V.; "Due Date Based Scheduling in a General Flexible Manufacturing System," *Journal of Operations Management*, 8(2) : 115-132, 1989.