

유연 개별공정에서의 의사결정나무 기반 실시간 스케줄링 체계 A decision tree based real-time scheduling mechanism for flexible job shops

*#이동호¹, 권용주², 유재민², 도형호², 김지수², 남성호³

*#D.-H. Lee(leman@hanyang.ac.kr)¹, Y.-J. Kwon², J.-M. Yu², H.-H. Doh², J.-S. Kim², S. H. Nam³
¹한양대학교 기술경영전문대학원/산업공학과, ²한양대학교 산업공학과, ³한국생산기술연구원 디지털협업센터

Key words : Real-time scheduling; Flexible job shop; Decision tree

1. 서론

본 논문에서는 다중 공정계획(multiple process plan)을 고려하는 유연 개별공정(flexible job shop)에 대한 실시간 스케줄링 문제를 다룬다. 다중 공정 계획(multiple process plan)이란 대안공정과 대안기계가 동시에 존재하는 경우이다. (유연개별공정 및 다중공정계획에 대한 자세한 설명은 Doh et al. (2011)을 참조하기 바란다.) 그리고 실시간 스케줄링이란 연속적으로 도착하는 수요에 대해 계획된 시점 혹은 시스템 변동 발생 시 시스템 상태를 기반으로 새로운 스케줄을 생성하는 방법론을 말하며 일반적인 정적 스케줄링 대비 시스템 환경을 실시간으로 분석하여 상황변화에 신속하게 대응할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

실시간 스케줄링에 관한 기존연구는 대부분 시물레이션을 기반으로 하는 연구가 대부분 제안되었다. 예를 들어 Kim and Kim (1994)과 Jeong and Kim (1998)은 유연제조시스템을 대상으로 한 시물레이션 기반 실시간 스케줄링에 관한 연구를 하였다. 그리고 Choi et al. (2011)은 혼합흐름공정(hybrid flow shop)을 대상으로 의사결정나무 기반 실시간 스케줄링에 관한 연구를 하였는데, 이는 시물레이션 기반 실시간 스케줄링에 비해 시물레이션이 필요 없으며 스케줄 생성 시 적은 시간이 소요되는 장점을 보이고 있다.

이에 본 연구에서는 혼합흐름 공정에 대한 기존 연구를 확장하여 좀 더 일반적인 유연 개별공정을 대상으로 의사결정나무 기반 실시간 스케줄링 체계를 제안하고 관련 초기 실험결과를 제시한다.

2. 의사결정나무 기반 실시간스케줄링

아래의 Fig 1은 본 연구에서 제안하는 의사결정

나무 기반 스케줄링 체계를 도식화 한 것이다.



Fig. 1 Decision tree based real-time scheduling

위의 그림에 보는 바와 의사결정나무 기반 스케줄링 체계에서는 실시간 컨트롤러(real-time controller)를 통해 현재의 시스템 상태를 모니터링하고 그 결과 및 기 탑재된 데이터베이스의 자료를 이용하여 스케줄러가 필요한 시점마다 의사결정 나무를 기반으로 우선순위 규칙을 선택하고 이를 기반으로 스케줄을 갱신한다.

의사결정 나무(decision tree)는 데이터마이닝 분야에서 많이 사용하는 기법중 하나로 의사결정의 목적을 위해 개발되었다. 다양한 의사결정나무 알고리즘이 있으나 본 연구에서는 ID3 알고리즘을 이용하여 의사결정나무를 생성한다. 기본 아이디어는 주어진 데이터 집합의 혼잡도(entropy)를 계산하여 특정조건에서의 같은 의사결정을 묶어 나감으로써 데이터 집합의 혼잡도를 차차 낮추어 가장 낮은 상태로 만들어 간다. 이때, 혼잡도가 가장 낮은 상태는 각각의 조건에서의 의사결정이 된다.

본 연구에서 데이터 집합은 사전 실험의 결과를 의미하며, 특정 조건은 시스템 수행도를 의미하고, 의사결정은 우선순위 규칙이 선택됨을 의미한다. 아래의 Fig. 2는 본 연구에서 생성한 의사결정 나무를 나타내며 시스템의 상태에 따라 다른 우선순위 규칙이 선택됨을 보여준다.

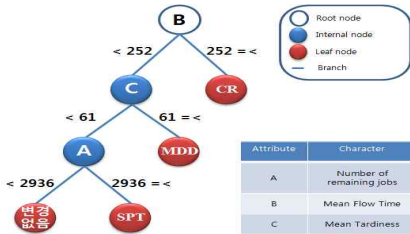


Fig. 2 Decision tree based rule selector

3. 실험결과

본 연구에서는 주어진 하나의 우선순위 규칙을 사용한 결과와 의사결정나무를 이용하여 우선순위 규칙이 변경되는 결과를 비교하였다. 성능 평가를 위해 생산율, 재공재고, 납기만족 관련 목적함수를 사용하였으며 평가 기준으로는 아래와 같은 relative performance ratio를 사용하였다.

$$100 \cdot (C_a - C_{best}) / C_{best}$$

여기서, C_a 는 스케줄링 방법 a 를 사용한 목적함수 값을 C_{best} 는 가장 좋은 목적함수 값을 의미한다. 본 실험을 위해 시스템 내 기계의 수는 20대, 가공품이 도착하는 주기는 30으로 하였으며, 의사결정을 하는 시점은 [10000, 25000, 50000]으로 설정하였다. (생성한 문제들에 대한 자세한 데이터는 생략한다.)

아래의 Table 1는 실험결과를 보여주고 있다. 계산실험 결과 의사결정나무를 이용하여 우선순위 규칙을 변경한 경우가 하나의 우선순위 규칙을 사용 결과보다 전반적으로 우수한 결과를 주었다. 다시 말하면, 하나의 우선순위 규칙을 사용하는 경우 개별 성능평가 기준으로는 우수한 결과를 주는 경우도 있으나 의사결정 나무 기반 스케줄링의 경우 생산율, 재공재고(흐름시간) 및 납기준수에 관련된 모든 성능평가 기준에 대하여 모두 적절한 성능을 줄 수 있다. 예를 들어, 생산율의 경우 MDD가 우수하나 재공재고(흐름시간) 및 납기준수 측면에서는 좋지 않은 결과는 주었다.

Table.1 Test results

		Throughput	Mean Flow Time	Mean Tardiness
	FIFO	1.57	41.89	232.82
	SPT	0.27	7.77	56.30
	CR	0.38	0.00	32.12
	MDD	0.00	25.65	5.53
DT	10000	6.03	0.20	18.74
	25000	6.30	0.94	16.49
	50000	7.24	1.82	0.00

4. 결론

본 연구에서는 유연 개별공정에서의 의사결정 나무 기반 실시간 스케줄링 체계를 제안하고 간단한 실험결과를 제시하였다. 추후 연구방향으로는 다른 시스템 환경, 예를 들어 치·공구 제약이 있는 재구성 생산시스템에서의 적용, 의사결정나무 생성 및 적용 방법의 고도화 등이 필요하다.

후기

본 연구는 지식경제부 산업원천기술 개발사업(과제번호: 10033895-2009-11)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- Kim, M.-H. and Kim, Y. -D., "Simulation-based real-time scheduling mechanism in a flexible manufacturing system," Journal of Manufacturing Systems, **13**, 85-93, 1994.
- Jeong, K.-C. and Kim, Y. -D., "A real-time scheduling mechanism for a flexible manufacturing system: using simulation and dispatching rules," International Journal of Production Research, **36**, 2609-2626, 1998.
- Choi, H.-S., Kim, J.-S. and Lee, D.-H., "Real-time scheduling for reentrant hybrid flow shops: a decision tree based mechanism and its application to a TFT-LCD line," Expert System with Applications, **38**, 3514-3521, 2011.
- Doh H.-H., Yu J.-M., Kim J.-S., Lee D.-H. and Nam S.-H., "Priority rule based algorithms for flexible job shop scheduling with multiple process plans," Proceeding of Spring KSPE conference, Jeju, South Korea, 2011.