

안전가공경로를 위한 기계그룹형성 및 부품결정 모델

임승환*, 이동춘**, 허성관**, 배극윤****

* 경북 외국어전문대학 국제통상과

** 동아대학교 산업공학과

*** 대구대학교 자동차·산업공학부

**** 동아대학교 산업공학과

1. 안전가공경로 기계그룹형성

일반적으로 안전가공경로를 위한 기계그룹형성 및 부품결정모델을 위하여 각 기계에는 제한된 형태의 공구저장소(Tool Magazine)를 장착하고 있으며, 공구저장소에는 기계에서 가공되어질 안전공정을 수행할 공구를 보유하고 있고 이러한 기계들은 필요한 공구를 경제적으로 안전관리하거나, 기계이용율을 증가 또는 준비시간을 감소시키기 위해서 여러개의 그룹으로 형성되어지고 있다.

일반적으로 안전가공경로 기계그룹형성의 목적은 다음과 같다.

- 1) 자제이동비용의 최소화
- 2) 기계중복사용의 최소화
- 3) Cell간 이동비용의 최소화
- 4) 부품의 대체경로를 제공
- 5) 기계그룹간 작업부하불균등문제 최소화
- 6) 안전가공경로 최소화

2. 안전가공 경로 유연성 문제

안전가공경로의 유연성 문제는 다음의 몇몇으로 나눌 수 있다.

- 1) 임이의 기계의 갑작스런 고장에 대비하여 부품들의 안전가공을 계속적으로 수행하기 위한점
- 2) 하나의 부품이 몇몇경로를 거쳐 안전가공될 경우
- 3) 몇몇 공정이 하나 이상의 기계에서 안전가공이 수행되어질때
- 4) 임이의 기계가 특정의 부품을 안전가공하여 다른 부품의 안전가공을 못할 경우

이러한 시스템 운영에서 안전가공 대체경로수를 최대화하는 것은 안전가공경로의 유연성을 최대화하는 것이며 위와 같은 문제를 예방하기 위한 하나의 전략

이다.

2.1 안전가공 대체경로 구축 절차

안전가공경로의 부품군 형성(Part Family)과 안전가공 기계그룹형성(Machine Grouping)방법중의 하나는 부품의 가공 필요조건과 기계의 능력에 근거한다. 부품의 안전가공 필요조건은 부품들을 가공할 공구와 기계의 능력은 각 기계의 안전가공 이용가능한 공구에 달려 있다.

1) 안전가공경로 구축 절차

일반적인 가정은 다음과 같다.

(1) 부품의 각 안전가공공정은 대체공구를 사용하여 안전가공되어 질 수 있다.

(2) 같은 공구가 단지 하나의 기계에서만 이용되어 질 수 있다.

예를들어 부품 1개, 기계 3대에 대해 다음과 같은 가공공정이 이루어진다고 가정하자. 즉 이 부품은 3개의 다른 공정을 거쳐서 가공되어지며, 1번째 공정은 T1, T8을 사용하여 가공되어지고, 2번째 공정은 T3을 사용하여 가공되어지며, 3번째 공정은 T2, T6을 사용하여 가공되어진다. 기계의 경우는 기계 1에서 이용할 수 있는 공구는 T1, T3 이며, 기계 2 의 경우는 T8, T2 이고, 기계 3 의 경우는 T6, T4 이다.

따라서 이 부품이 각 공정에 따라 이용가능한 기계집합은

공정	1	2	3
이용가능한 기계	M1 M2	M1	M2 M3

이상과 같은 시스템에서 의 대체경로는 다음의 표와 같다.

대체경로	각 공정 1,2,3,4에 대한 기계가공순서		
1	M1	M1	M2
2	M1	M1	M3
3	M2	M1	M2
4	M2	M1	M3

위의 표에서 만일 기계 M2 혹은 M3 가 고장나거나 과부하(Overload)상태일 대체경로의 이용이 가능하다.

3. 수리적 모델

일반적인 가정은 다음과 같다.

- (1) 부품의 그룹형성은 이미 알려져 있다.
- (2) 각 부품의 안전가공경로, 가공비용은 알려져 있다.

3.1 기호정의

- i : 부품을 나타내는 기호
- j : 가공경로를 나타내는 기호
- l : 기계형태를 나타내는 기호
- k : 그룹을 나타내는 기호
- NR_i : 부품 i 의 대체경로 수
- M_{ij} : j 경로를 사용하는 부품 i 의 필요 기계수 집합
- NM_{ij} : M_{ij} 의 원소 수 (= $n(M_{ij})$)
- K_i : 부품 i 가 속한 그룹
- NMA_l : l 형태의 기계수
- $X_{lk} = 1$, 기계형태 l 이 k 그룹에 속하면
= 0, 그렇지 않으면
- $Y_{ij} = 1$, 부품 i 가 j 경로를 선택하면
= 0, 그렇지 않으면

3.2 제안된 모델

일반적으로 대체경로를 최대화하면 이에 관계되는 비용/거리가 증가한다. 따라서 경제적이지 못하다. 이러한 안전대체경로중에서 최소의 비용을 갖는 경로 1개만을 선택하는 것 또한 중요한 전략이다.

$$\text{Minimize } Z = \sum_i \sum_j C_{ij} Y_{ij} \quad (1)$$

이 모델의 목적함수는 각 그룹내에 있는 각 부품들의 대체경로중 하나를 택하여 비용을 최소화하는 것이며, 제약조건 다음과 같다.

$$\text{subject to } \sum_k X_{lk} \leq NMA_l \quad \text{for all } l \quad (2)$$

안전가공경로 제약조건 (2)는 같은 형태의 이용가능한 기계수를 제약한다.

$$\sum_{i \in M_{ij}} X_{lk} \geq NM_{ij} Y_{ij} \quad \text{for all } i, j \quad (3)$$

안전가공경로 제약조건 (3)는 i부품이 j경로를 따라 가공될때 필요로 하는 기계는 전부 i부품이 속해 있는 그룹내에 있어야 한다.

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \text{for all } i \quad (4)$$

안전가공경로 제약조건 (4)는 각부품의 대체경로중에서 1개만을 선택하는 것이다.

$$Y_{ij}, X_{jk} \in 0,1 \quad \text{for all } i, j, k \quad (5)$$

안전가공경로 제약조건 (5)는 사용되는 결정변수가 0,1만을 가져야 한다.

4. 사례연구

사례연구에서 사용될 기계·부품 및 각 기계의 안전가공을 위한 필요조건은 다음과 같다.

기계 번호	1	2	3	4	5	6
보유 기계수	1	2	1	2	1	1
부품군 1	1	2	4	6	8	9
부품군 2	3	5	7	10		

부품	안전가공기계 필요조건			
	안전가공번호			
	1	2	3	4
1	M2	M6	M3/M5	
2	M4	M6	M2	M2/M5
3	M1	M2	M4	
4	M2	M5/M6	M4	
5	M1/M4	M3	M4/M5	
6	M2/M6	M4		
7	M3	M1		
8	M6	M4	M2	M1/M5
9	M4/M5	M2	M6	
10	M1/M4	M3/M5		

이를 이용하여 위에서 제시된 모델에 대입하여 풀면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

기계그룹 1	2	4	5	6
기계그룹 2	1	2	3	4

부품	경로(기계가공순서)
1	2-6-5
2	4-6-2-2
3	1-2-4
4	2-6-4
5	1-3-4
6	2-4
7	3-1
8	6-4-2-5
9	5-2-6
10	1-3

5. 결 론

본 연구는 안전가공경로 기계그룹을 형성하기 위한 모델로서 여기에는 안전 대체경로를 고려하고 있다. 대체경로설정의 문제는 크게 두가지로 나눌 수 있다. 그 하나는 이용가능한 안전대체경로의 수를 최대화 하기위한 모델로서 이는 돌발적인 기계의 고장이나 과부하상태일때를 고려한 경우이며 나머지 하나는 이러한 안전대체경로를 여러개 고려할 경우에 발생하는 불필요한 비용/거리를 줄이기 위해서 제시된 안전가공경로모델에서 최적(비용을 최소화)의 안전가공경로 하나만을 선택하는 것이다.

본 연구는 안전가공작업부품의 그룹이 이미 형성되었다는 가정에 근거하고 있다는 단점이 있지만, 앞으로 이를 해결하고 좀더 유연성있는 시스템을 구축하려는 것이 차후의 연구과제이다.

참고문헌

1. 김영웅 '建設工事 安全管理의 效率化 方案에 관한 연구' 중앙대, 1989
2. 이상춘 '建設工事 효율적인 安全事故 대처 방안에 관한 調査研究, 동국대 1990.12
3. 韓國産業安全工團 '安全保健' 1993.
4. 勞動部 '産業災害分析' 1992
5. Heinrich H.W. Industrial Accident Prevention. 4th ed., New York : McGraw - Hill,1959.
6. Haddon Et al.,Accident Reserch : Methods & Approaches, New York : Haper & Row1964,p.28
7. National Safety Souncil,Accident Facts 1973 Edition,Chicage,1973,p.97
8. CHEN, I. J. & CHEN-HUA CHUNG, " Effects of Loading and Routing Decisions on Performance of Flexible Manufacturing Systems, " INT.J.PROD.RES., 1991, VOL.29, NO.11, PP.2209-2225.
9. STECKE, K. E., " Production Planning Problems for Flexible Manufacturing Systems, " PH.D.Dissertation, Purdue University, West Lafayette, Indiana, 1981.
10. ROVITO, V. P., & DVORSKY, R. E., " Planning Models for Designing FMS, " Technical Report, Cincinnati Milacron, Cincinnati, Ohio.1984.