

# 작업부하에 의한 생산셀 설계 모델과 셀설계지원시스템

문치웅\* · 이상용\*

A Manufacturing Cell Design Model and Cell Design  
Support System Based on Workload

Chi Ung Moon\* · Sang Yong Yi\*

## ABSTRACT

This paper presents a workload based model and cell design support system(CDSS) in manufacturing cell design. The proposed model consider manufacturing factor such as machine capacity, production volume, process time, and cell size. Based on those information, workload is calculated and according to the workload, the relationship between machine and part is represented by the workload matrix.

To form the manufacturing cell, correlation similarity coefficient(CSC) among machines are calculated and a pair of machines that has the highest value of CSC is assigned to a machine cell. Repeat the above steps until the desired manufacturing cells are obtained. Finally, a cell design support system that could increase the efficiency in the application of a proposed model is developed. The proposed model and CDSS are illustrated by a numerical example.

## 1. 서 론

많은 기업들이 생산환경과 시장구조의 변화에 능동적인 대처를 위한 방안으로 다양한 형태의 생산 시스템에 깊은 관심을 갖고있다. FMS나

JIT와 같은 생산 시스템과 더 나아가 이러한 시스템들을 통합화한 CIM과 같은 생산개념들로의 접근을 위한 연구들이 계속적으로 진행되고 있다. 이러한 생산 시스템들의 공통적인 특징은 batch 생산을 위해 Robotics와 다른 기계화/자동화한

\* 건국대학교 산업공학과

한 자재운반장치의 운용을 이끌어내므로써 짧은 제품생산 시간을 갖는 통합화한 생산개념으로 바뀌어 가고 있으며, 시스템의 효율적인 운용을 위해 기본적으로 시스템을 셀(cell)단위로 구조화하고 있다[6]. 이러한 생산 시스템의 설계에 있어서 가장 중요한 문제중의 하나가 생산셀 설계 문제이다. 생산셀 설계(manufacturing cell design) 문제는 유사공정을 갖는 부품들을 군(group)으로 형성하고 그 부품군(part family)의 가공을 위해 기계들을 셀(machine cell)로 구성하는 것이다.

생산셀 설계를 위한 많은 방법들[2, 3, 4]이 제시되었으며, 이러한 방법들은 0-1의 이진 가공정보(binary incidence information)를 입력정보로 이용하고 있다. 이러한 0-1의 이진 가공정보는 단지 부품이 임의의 기계의 작업공정을 거치는지의 여부만을 포함하고 있다. 그러나 보다 현실적인 생산셀 설계문제의 해결을 위해서는 단위 부품당 생산량(production volume per part), 기계가용 능력(machine capacity), 공정시간(processing time) 그리고 하나의 셀에 포함되는 최대 기계 종류(type)수로서의 셀크기(cell size)등과 같은 생산관련요인(manufacturing factor)의 고려를 통한 모델화가 요구되어진다.

본 논문은 위와같은 생산관련요인의 고려를 통해 작업부하(workload)를 결정하고, 이 작업부하에 의한 생산셀 설계 모델을 제안하고자 한다. 또한 제안된 모델의 효과적인 운용을 위해 셀설계 시스템을 설계 하였다.

## 2. 생산셀 설계 문제

생산셀 설계를 위한 많은 방법들은 가공정보를 <그림 1>과 같은 0-1의 이진 입력행렬을 이용하고 있다. 여기서  $\alpha_{ij}=1$ 이란, 부품  $i$ 가 기계  $j$ 에서 가공되어 진다는 것이다.  $\alpha_{ij}=0$ 이란 가공이 없다는

것을 의미한다. 이러한 이진정보를 기초로 행과 열의 상호교환을 통해 생산셀을 설계한다.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
M1	1	0	0	1	0	0	1	0
M2	0	0	1	0	1	1	0	1
M3	0	1	1	0	1	1	0	1
M4	1	0	0	1	0	0	1	0
M5	0	0	0	1	0	0	1	1

<그림 1> 이진 가공정보

<그림 1>의 가공정보에서와 같은 0-1의 이진정보는 임의의 부품에 대한 기계의 가공정보가 모두 일정하게 표현되고 있다. 그러나 현실적으로 각 부품의 생산량, 기계의 가용능력, 공정시간등은 서로 다를 것이다. 그러므로 생산셀의 설계에 있어서 관련 요인들을 고려해 문제를 모델화하는 것이 타당하다.

생산관련 요인의 고려에 의한 모델로는 Venugopal[5]의 연구가 있다. Venugopal은 기계가용능력, 작업부하균형, 셀의수 그리고 셀 크기를 고려해 이를 수리모델(mathematical programming model)로 공식화하고 SA(Simulated Annealing) 탐색방법을 이용해 생산셀을 구성하는 모델을 제시하고 있다. 또한 Ballakur등[1]은 셀안에서의 기계이용율, 작업부하, 셀안 가공율 그리고 셀크기를 고려해 생산셀 설계 문제의 해결을 위한 heuristic 모델을 제안하고 있다. Gupta등[3]은 부품의 생산량, 공정순서 그리고 단위당 공정시간과 같은 생산관련 요인을 고려해 유사계수법(similarity coefficient method)으로 문제를 해결하는 모델을 제안하였다.

본 논문에서는 부품의 생산량, 기계의 가용능력, 단위당 공정시간의 고려를 통해 작업부하를

를 계산하고, 이를 기초로 기계쌍간의 상관관계를 계산하여 이를 유사계수에 통합시킨 상관유사계수(correlation similarity coefficient)를 이용해 유연한 크기의 생산셀을 설계하는 모델을 제안하고자 한다. 또한 제안되는 모델의 효과적인 적용을 위해 이를 셀설계지원시스템(Cell Design Support System : CDSS)으로 발전 시킨다.

### 3. 작업부하에 의한 셀 설계 모델

제시되는 생산셀 설계 모델은 부품의 생산량, 기계의 가용능력 그리고 공정시간등의 정보를 이용하며, 이를 이용해 작업부하를 결정한다. 작업부하에 의해 기계쌍간의 상관유사계수를 이용해 생산셀을 설계한다. 또한 모델은 셀 크기의 자유로운 조정이 가능하다. 우선 사용되어질 기호를 정의하고, 기계부하 수식과 기계쌍간의 상관유사계수를 제시하고 알고리즘을 정의 한다.

#### <기호정의>

- $P_k, P_i=k$ , 1번 부품(k, 1=1,2,...,PN)
- $M_i, M_j=i$ , j번 기계(i, j=1,2,3,...)
- $PN$ =부품종류 수
- $PV_k$ =부품 k의 생산량
- $MC_i$ =기계 i의 가용능력
- $PT_{ik}, PT_{jk}$ =기계 i, j에 대한 부품 k의 공정시간
- $WL_{ik}$ =부품 k에 대한 기계 i의 작업부하
- $\bar{M}_i, \bar{M}_j$ =기계  $M_i, M_j$ 의 작업부하에 대한 평균
- $SD_i, SD_j$ =기계  $M_i, M_j$ 의 작업부하에 대한 표준편차
- $M_{ij} = \sum_{k=1}^{PN} WL_{ik} * WL_{jk}$
- $CC_{ij}$ =기계  $M_i, M_j$ 에 대한 상관계수
- $CS_{ij}$ =기계  $M_i, M_j$ 에 대한 상관유사계수
- $SW_i, SW_j$ =기계,  $M_i, M_j$ 의 작업부하가 '0'이 아닌

- 값을 가지는 갯수
- $NO_{ij}=WL_{ik}$ 와  $WL_{jk}$ 가 공통으로 '0'이 아닌 값을 가지는 갯수
- $C_i$ =i번 셀
- $CS$ =셀크기, 즉 하나의 기계셀에 포함되는 최대 기계수( $CS \geq 1$ )
- $TW_i$ =기계 i의 부하량의 합
- $NM_i$ =기계 i의 필요갯수
- $CFE$ =셀구성 효율
- $TWL$ =시스템 부하량
- $TICL$ =셀간 이동부품에 대한 부하량의 합
- $SWR$ =시스템 부하율

#### 3.1 작업부하

생산셀 설계를 위한 기계와 부품의 분석에서 각 부품의 생산량과 가공공정 그리고 기계의 가용능력은 서로 다르다. 또한 단위당 공정시간도 공정 작업에 따라 서로 다르게 나타난다. 이러한 정보들을 기초로 식 (1)에 의해 부품 k에 대한 기계 i의 작업부하  $WL_{ik}$ 을 결정한다.

$$WL_{ik} = \frac{PV_k * PT_{ik}}{MC_i} \dots\dots\dots(1)$$

<그림 1>의 가공정보에 대한 기계의 가용능력 ( $MC_i$ ), 부품의 생산량( $PV_k$ ) 그리고 단위당 공정시간( $PT_{ik}$ )정보가 <그림 2>와 같을 때, 부품 k에 대한 기계 i의 작업부하  $WL_{ik}$ 는 식 (1)을 이용해 계산할 수 있다.

부품 k에 대한 기계 1의 작업부하를 계산하면,  $WL_{11}=200*5/2500=0.4$ ,  $WL_{14}=260*7/2500=0.73$  그리고  $WL_{17}=170*8/2500=0.54$ 가 된다. 같은 방법으로 나머지 기계들에 대해 계산하면 <그림 3>과 같은 결과가 얻어진다.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	MC <sub>i</sub>
M1	5	0	0	7	0	0	8	0	2500
M2	0	0	2	0	9	3	0	6	2400
M3	0	5	5	0	2	3	0	3	2850
M4	8	0	0	7	0	0	9	0	3000
M5	0	0	0	3	0	0	5	2	26000
PV <sub>i</sub>	200	190	300	260	220	250	170	240	

〈그림 2〉 기계-부품 가공정보

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
M1	0.40	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.54	0.00
M2	0.00	0.00	0.25	0.00	0.83	0.31	0.00	0.60
M3	0.00	0.33	0.53	0.00	0.15	0.26	0.00	0.25
M4	0.53	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	0.51	0.00
M5	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.32	0.18

〈그림 3〉 작업부하 행렬

3.2 상관유사계수

작업부하 행렬에서 기계쌍간의 유사성 계산을 통해 관련도가 큰 기계쌍을 우선 셀로 배정할 수 있다. 〈그림 3〉에서 보여지듯이 기계 i에 대한 부품 k의 작업부하량은 서로 다르기 때문에 '0'과 '1'을 입력정보로 이용하던 기존의 방법[2, 3, 4]으로는 이러한 문제를 해결할 수 없다. 본 논문에서는 이러한 문제의 해결방법으로 기계쌍간의 관련도 계산을 위해 상관계수(correlation coefficient:  $CC_{ij}$ )를 도입하고자 한다.  $CC_{ij}$ 를 통해 서로 다른 작업부하를 갖는 기계쌍간의 상관정도를 계산하고, 이를 다시 유사계수로 통합한 상관유사계수(correlation similarity coefficient)를 구한다. 기계쌍간의 상관계수를 정의하면 식 (2)와 같다.

$$CC_{ij} = \frac{M_{ij} - PN * \bar{M}_i * \bar{M}_j}{PN * SD_i * SD_j} \dots\dots\dots(2)$$

여기서  $\bar{M}_i$ ,  $\bar{M}_j$ ,  $SD_i$ ,  $SD_j$ 는 기계  $M_i$ ,  $M_j$ 에 대한 작업부하의 평균과 표준편차이며, PN은 부품수를 나타낸다. 또  $M_{ij}$ 는 부품 k에 대한  $\sum_{k=1}^{PN} WL_{ik} * WL_{jk}$ 을 나타낸다. 식 (2)을 이용해 〈그림 3〉의 작업부하 행렬의 각 기계쌍에 대한 상호의존관계가 계산되며, 이때 기계쌍  $M_i$ ,  $M_j$ 에 대한

계수값이 1에 가까울수록 상호의존도가 크게 된다. 예를들어, M2와 M3에 대한 다음의 작업부하 정보,

$$\begin{matrix} M2 & 0 & 0 & .25 & 0 & .83 & .31 & 0 & 60, \\ M3 & 0 & .33 & .53 & 0 & .15 & .26 & 0 & .25 \end{matrix}$$

에 대해  $CC_{23}$ 를 계산하면 0.26이 된다.

식 (2)의 상관계수를 이용해 기계쌍간의 유사성 척도를 위한 상관유사계수를 제시하면 식 (3)과 같다.

$$CS_{ij} = \frac{(NO_{ij})^2}{SW_i + SW_j - NO_{ij}} * CC_{ij} \dots\dots\dots(3)$$

식 (3)에서  $SW_i$ ,  $SW_j$ 는 부품 k에 대한 기계  $M_i$ ,  $M_j$ 의 작업부하가 '0'이 아닌 값을 가지는 수이며,  $NO_{ij}$ 는  $WL_{ik}$ 와  $WL_{jk}$ 가 공통으로 '0'이 아닌 값을 가지는 수를 나타낸다. 또  $\frac{(NO_{ij})^2}{SW_i + SW_j - NO_{ij}}$ 는 기계쌍간의 공정 유사성을 나타낸다. 식 (3)은 기계쌍에 대해  $CS_{ij}$ 를 계산하고 최대 값을 보이는 기계쌍을 셀 C<sub>ij</sub>로 배정한다. 식 (3)의 계산 과정을 예로들면,

$$\begin{matrix} M2 \text{에 대한 } SW_2 = 4, \\ M3 \text{에 대한 } SW_3 = 5, \\ NO_{23} = 4 \text{이다.} \end{matrix}$$

그러므로

$$CS_{2.3} = \frac{4^2}{4+5-4} * 0.26 = 0.83 \text{ 이다.}$$

### 3.3 셀 설계 알고리즘

단계 1. 부품수, 기계수, 각 부품의 생산량, 기계의 가용능력 그리고 공정시간의 정보를 이용해 기계-부품 가공행렬을 구성한다.

단계 2. 식 (1)을 이용해 부품 k에 대한 기계 i의 작업부하  $WL_{ik}$ 를 계산하고, 이 결과를 작업부하 행렬로 구성한다.

단계 3. 하나의 셀안에 포함될 수 있는 최대 기계수로서의 셀크기(CS)를 지정한다.

단계 4. 단계 2의 작업부하 행렬에서 기계  $M_i, M_j$ 에 대한 상관관계를 식 (2)에 의하여 구하고 이를 이용해 상관유사계수  $CS_{ij}$ 를 식 (3)에 의하여 구한다.

단계 5.  $CS_{ij}$ 중 최대값을 갖는 기계쌍  $M_i, M_j$ 에 대한 부품의 공정시간  $PT_{ik}$ 와  $PT_{jk}$ 값 중 큰 값을 선택하고, 이를  $C_i$ 의 작업부하량으로 놓고 다시 작업부하행렬을 구성한다.

단계 7. 하나의 셀을 포함되는 기계수가 단계 3에서 지정된 범위내에서 단계 4에서 단계 6을 반복한다. 만약, 임의의 셀  $C_i$ 에 포함된 기계수가 CS와 같으면 그 셀에는 더이상 기계를 배정하지 않는다.

기계수가 한대씩 감소할 때마다  $CS_{ij}$ 의 계산횟수는 (기계대수-1)만큼씩 감소하게 된다.

단계 8. 최종 생산셀을 구성한다.

모든 기계들이 셀  $C_i$ 에 배정되면, 각 셀에 포함된 기계들에 대한 작업부하량 ( $TW_i$ ), 필요기계대수( $NM_i$ ) 그리고 시스템부하량( $TWL$ )를 구하고 최종 셀 및 부품군을 구성한다.

### 3.4 수행도 분석

제안된 알고리즘을 적절한 평가 기준에 의한 수행도 분석이 필요하다. 이를 위해 아래에 두 기준을 제시하였다.

$$CFE = 1 - \frac{TICL}{TWL} \dots\dots\dots(4)$$

$$SWR = \frac{TWL}{\sum NM} \dots\dots\dots(5)$$

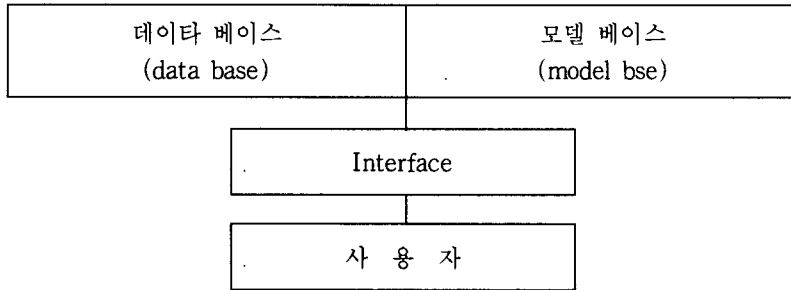
식 (4)의 CFE는 셀부하에 대한 기준으로 셀안에서의 공정작업을 최대한 하고자 하는 것이다. 만약 셀간 이동이 없다면 CFE 값은 1이 된다. 식 (5)는 기계수에 대한 기준으로, 전체 필요기계수에 대해 부하를 계산하고자 하는 것이다. 모든 기계들이 유휴시간(idle time)의 발생없이 완전 가동된다면 SWR은 1이 된다.

## 4. 셀설계지원 시스템

본 논문에서 제안된 생산셀 설계모델의 보다 효과적인 활용을 위해 이를 시스템(CDSS)으로 발전 시키겠다.

생산셀 설계 문제는 많은 양의 데이터와 반복 계산을 필요로 한다. 그러므로 데이터 구조화와 기억장소의 효율적인 이용 그리고 규칙(rule)의 표현이 자유로운 개발도구여야 하겠다. 본 논문의 CDSS는 C-언어를 이용하여 PC의 DOS환경에서 개발되었다. 프로그램의 수행은 대화식 구조로 각 진행단계에서 제시되는 메뉴를 선택함으로써 원하는 작업을 수행할 수 있다.

시스템의 구성은 <그림 4>와 같으며, 4 개의 부분요소로 구성된다.



〈그림 4〉 시스템의 구성

(1) 데이터 베이스 : 기계와 부품에 관련된 정보-부품 수, 기계수, 생산량, 기계의 가용능력, 공정시간 그리고 셀크기를 포함한다.

(2) 알고리즘 베이스 : 앞 절에서 제시된 절차와 G. T의 기본 과정들을 IF (조건) THEN (행동) 규칙으로 표현 하였다. 규칙 표현을 위한 한 예를 들면 다음과 같다.

Rule :

IF Cell Size = X AND Max{S/ i/ [ j]} on M<sub>i</sub> & M<sub>j</sub>  
THEN Cell C<sub>i</sub> is Completed AND

Find Next Cell C<sub>j</sub>.

(3) Interface : 사용자와의 대화방식을 통해 문제를 해결하도록 설계하였다.

### 5. 수치예

8대의 기계와 14개의 부품이 있을 때, 이에 대한 부품의 생산량, 기계의 가용능력 그리고 단위당 공정시간 정보를 수집하고 〈그림 5〉과 같은 기계-부품 가공정보 행렬을 구성한다.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	MC <sub>i</sub>
M1	7	0	0	8	0	7	0	0	5	4	5	0	0	0	7000
M2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	9	7	6	7500
M3	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	7	8	7	8000
M4	0	7	8	0	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	7200
M5	6	0	0	7	0	4	0	0	7	8	9	0	0	0	7200
M6	0	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0	8	9	6	7700
M7	0	8	5	0	0	0	8	9	0	4	0	0	0	0	8000
M8	0	4	6	0	0	0	7	5	0	0	0	0	0	0	7800
PV <sub>i</sub>	200	150	150	300	180	220	240	200	140	270	240	280	160	180	

〈그림 5〉 기계-부품 가공정보

<그림 5>에서 보여지는 정보를 지정 메뉴에 따라 시스템에 입력하면 <그림 6>과 같이 된다. 입

력은 3개의 윈도우에서 독립적으로 이루어진다.

<Machine>	<Part Vol.>	<Process Time>	<Help>
Mach. 1 7000	Part 1 200	P_T. 1 7	
Mach. 2 7500	Part 2 150	P_T. 2 0	
Mach. 3 8000	Part 3 150	P_T. 3 0	
Mach. 4 7200	Part 4 300	P_T. 4 8	
Mach. 5 7200	Part 5 180	P_T. 5 0	
Mach. 6 7700	Part 6 220	P_T. 6 7	
Mach. 7 8000	Part 7 240	P_T. 7 0	
Mach. 8 7800	Part 8 200	P_T. 8 0	
	Part 9 140	P_T. 9 5	
	Part 10 270	P_T. 10 4	
	Part 11 240	P_T. 11 5	
	Part 12 280	P_T. 12 0	
	Part 13 160	P_T. 13 0	
	Part 14 180	P_T. 14 0	
		P_T. 15 0	
		P_T. 16 0	
		P_T. 17 0	
		.....	
		..... 8	

F1-Mach. capacity F2-Part Volume F3-Process Time F4-Run F10-End

<그림 6> CDSS의 입력화면 예

입력 완료후 실행 key F4를 누르면 식 (1)에 의해 <그림 7>과 같은 작업부하행렬이 구해지며 동시에 셀크기를 지정하라는 화면이 보여지는데,

셀의 크기를 3으로 지정하고 생산셀 설계 과정을 보이겠다.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
M1	.2	0	0	.34	0	.22	0	0	.1	.15	.17	0	0	0
M2	0	0	0	0	.19	0	0	0	0	0	0	.34	.15	.14
M3	0	0	0	0	.14	0	0	0	0	0	0	.25	.16	.16
M4	0	.15	.17	0	0	0	.13	.14	0	0	0	0	0	0
M5	.17	0	0	.29	0	.12	0	0	.14	.3	.3	0	0	0
M6	0	0	0	0	.16	.09	0	0	0	0	0	.29	.19	.14
M7	0	.15	.09	0	0	0	.24	.23	0	.14	0	0	0	0
M8	0	.08	.12	0	0	0	.22	.13	0	0	0	0	0	0

<그림 7> 작업부하행렬

〈그림 7〉의 작업부하 행렬을 기초로 식 (2)에 의해 기계쌍간의 상관계수를 구한후 상관유사계수  $CS_{ij}$ 를 구하고,  $CS_{ij}$  값이 최대가 되는 기계쌍  $M_i, M_j$ 을 셀  $C_i$ 로 배정한다. 만약, 동률을 이루면 먼저 나오는 기계쌍을 택한다. 〈그림 7〉에서 최대  $CS_{ij}$ 값은  $M1$ 과  $M5$ 에서 발생하며,  $CS_{15}=5.16$ 이다. 그러므로 초기 셀  $C_1=\{M1, M5\}$ 가 되며, 부품군은  $\{P1, P4, P6, P9, P10, P11\}$ 이 된다. 초기 셀  $C_i$ 에 대한 작업부하는 다음의 부하정보,

$M1 \ .2 \ 0 \ 0 \ .34 \ 0 \ .22 \ 0 \ 0 \ .1 \ .15 \ .17 \ 0 \ 0 \ 0,$

$M5 \ .17 \ 0 \ 0 \ .29 \ 0 \ .12 \ 0 \ 0 \ .14 \ .3 \ .3 \ 0 \ 0 \ 0$

에서 부품  $P_i$ 에 대한 부하량이 큰 값으로 결정한다. 그러므로  $C_1$ 에 대한 부하량 정보는  $\{.20 \ 0 \ 0 \ .34 \ 0 \ .22 \ 0 \ 0 \ .14 \ .30 \ .30 \ 0 \ 0 \ 0\}$ 이 된다. 여기서 결정된  $C_i$ 은 하나의 기계로 간주되어 다시 〈그림 7〉에 나타난 것과 같은 부하행렬을 구성하고 셀 크기 조건을 만족할 때까지 셀구성 과정을 반복한다.

최종 생산셀이 구성될 때까지의 시스템의 실행 과정을 화면을 통해 나타내면 〈그림 8〉과 같다.

```

Input Cell Size→3
Iteration 1 :
## Maximum  $CS_{ij}=5.16$ 
 $C1=\{M1, M5\}=\{P1, P4, P6, P9, P10, P11\}$ 
            $=\{.2, 0, 0, .34, 0, .22, 0, 0, .14, .3, .3, 0, 0, 0\}$ 
Continue……?(Y/N) y

Iteration 2 :
## Maximum  $CS_{ij}=3.91$ 
 $C2=\{M2, M3\}=\{P5, P12, P13, P14\}$ 
            $=\{0, 0, 0, .19, 0, 0, 0, 0, 0, 0, .34, .16, .16\}$ 
Continue……?(Y/N) y

Iteration 3 :
## Maximum  $CS_{ij}=3.51$ 
 $C2=\{M4, M8\}=\{P2, P3, P7, P8\}$ 
            $=\{0, .15, .17, 0, 0, 0, .22, .14, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$ 
Continue……?(Y/N) y

Iteration 4 :
## Maximum  $CS_{ij}=3.07$ 
 $C4=\{C2, M6\}=\{P5, P6, P12, P13, P14\}$ 
            $=\{0, 0, 0, 0, .19, .09, 0, 0, 0, 0, 0, 0, .34, .16, .16\}$ 
Continue……?(Y/N) y

Iteration 5 :
## Maximum  $CS_{ij}=2.69$ 
 $C5=\{C3, M7\}=\{P2, P3, P7, P8, P10\}$ 
            $=\{0, .15, .17, 0, 0, 0, .22, .23, 0, 14, 0, 0, 0, 0, 0\}$ 

Can Not Continue…

F10-Help F1-Data Input F2-Cell Formation Esc-Escape
    
```

〈그림 8〉 생산셀 설계 과정



〈그림 8〉에서 보여지는 과정을 거쳐 최종적으로 〈그림 9〉와 같은 3개의 기계셀과 각 셀에서 가공되어질 부품군이 구성된다. 또한 기계 j에 대한 부하량 ( $TW_j$ )의 합, 필요기계 댓수( $NM_j$ ), 시

스템 부하량( $TWL$ ) 그리고 전체 기계댓수 ( $\sum NM_j$ )가 계산되어지며, 식 (4)와 식(5)에 의한 수행도 분석 결과과 〈그림 9〉의 하단에 같이 보여진다.

	1	4	6	9	10	11	5	12	13	14	2	3	7	8	$TW_j$	$NM_j$
M1	.2	.34	.22	.1	.15	.17									1.18	2
M5	.17	.29	.12	.14	.30	.30									1.32	2
M2							.19	.34	.15	.14					0.82	1
M3							.14	.25	.16	.16					0.71	1
M6			.09				.16	.29	.19	.14					0.87	1
M4											.15	.17	.13	.14	0.59	1
M8											.08	.12	.22	.13	0.55	1
M7				.14							.15	.09	.24	.23	0.85	1
$TWL = 6.89$ $\sum NM_j = 10$ CFE = 96.7% SWR = 69%																

〈그림 9〉 최종 생산셀 구성과 수행도 분석

## 6. 결론

본 논문에서는 생산관련 요인을 포함하는 보다 현실적인 생산셀 설계문제의 해결을 위한 모델을 제안 하였다. 제안된 모델은 작업부하에 의한 상관유사계수에 의해 생산셀을 설계하며, 셀 크기의 자유로운 조정이 가능하다. 또한 셀간 이동 부하량을 최소화 한다. 그리고 제안된 모델의 효과적인 활용을 위해 셀설계 지원 시스템(CDSS)을 설계하였다. 시스템은 대화식 구조로 각 진행단계에서 제시되는 메뉴를 선택함으로써 원하는 작업을 수행할 수 있도록 하였다. 모델의 수행과정을 수치예를 통해 실증하였고, 또한 결과에 대한 효율성 분석을 실시하였다.

## 참고문헌

- [1] Ballakur, A., Steudel, H. B., "A Within-Cell Utilization Based Heuristic For Designing Cellular Manufacturing Systems," International Journal of Production Research, Vol. 25, NO. 5, 639-665, 1987.
- [2] Chow, W. S., and Hawaleshka, O., "Minimizing Intercellular Part Movement in Manufacturing Cell Formation," International Journal of Production Research, Vol. 31, No. 9, 2161-2170, 1993.
- [3] Gupta, T., Seifoddini, H., "Production Data Based Similarity Coefficient for Ma-

- chine-Component Grouping Decisions in the Design of a Cellular Manufacturing System," *International Journal of Production Research*, Vol. 28, NO. 7, 1247-1269, 1990.
- [4] Heragu, S. S., Gupta, Y. P., "A Heuristic for Designing Cellular Manufacturing Facilities," *International Journal of Production Research*, Vol. 32, No. 1, 125-140, 1994.
- [5] Venugopal, V., Narendran, T. T., "Cell Formation in Manufacturing Systems Through Simulated Annealing: An Experimental Evaluation," *European Journal of Operational Research*, Vol. 63, 409-422, 1992.
- [6] Wemmerlov, U., Hyer, N. L., "Research Issues in Cellular Manufacturing," *International Journal of Production Research*, Vol. 25, No. 3, 413-431, 1987.