

FMC의 構造設計에 관한 研究

金 壯 亨

A Study on the System Layout of Flexible Manufacturing Cell

Kim Jang-hyung.

Summary

The purpose of this paper is to study on the flexible manufacturing cell system layout. A definition of FMS (Flexible manufacturing system) has not been necessarily clarified yet. On the basis of market oriented prouction, FMS can be described as follows. The ultimate objective of applying FMS is to provide a manufacturing system which may flexibly respond to changes in market.

Therefore, for the sake of this purpose, the problems of parts family and machine tool group are most important.

The system layout making use of multivariate analysis was obtained and the program solving the multivariate analysis was developed.

The result in this paper proved that it was possible to use multivariate analysis only if we could get parts numbers, production time and machine tool sequence.

序 論

少品種 多量生産方式은 이제 대부분 볼 수 있지만 使用者의 요구가 다양해지고 수명 cycle이 짧아진 제품을 경제적 또는 效果的으로 더구나 경제변동에 순응한 形式로 生産해 내는 것이 곤란해졌다. 그래서 多品種 中少量 生産을 目的으로 하는 Flexible manufacturing system(FMS)이 주목되고 있다. FMS에 대한 확립된 定義는 없으나 많은 종류의 對象部品를 유연하게 처리하고 높은 生産性을 유지시키는 시스템이다. 즉 flexible automation을 채용한 生産시스

템이라고 할 수가 있다. 그리고 현재 FMS는 部品加工用 시스템의 한 形態인 점에 착안한다면(李, 1983) FMS의 특징을 충분히 발휘하기 위해서 部品를 family化하여 그것을 처리하는 機械群으로 生産 cell(Flexible manufacturing cell)을 構成하는 것이 가장 重要하다. 최근 이와같은 研究가 높아지고 있다.(Solberg, 等, 1980). 본 研究에서는 부품의 family, 그에 따른 機械群形成의 group化 문제에 대해서 數量化分析 Ⅲ類(河口至商, 1983)를 適用하고, FMS의 分類方法을 利用하여 FMC의 system layout 문제를 다루었다. 또한 수치시산예를 통하여 알고리즘을 개발하고 중복이 없는 경우나 계다가 중복

이 있는 경우에도 하나의 프로그램에 따라 lay out 문제가 처리됨을 나타내었다.

연구 방법

1. 數量化的 方法

1) 部品の 情報

加工對象인 部品の 部品番號 및 각 部品마다의 加工工程에 대응하는 加工機械의 sequence를 각각 부품번호 벡터 P 및 가공공정행렬 M_p 로 나타낸다.

$$P = [P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_{NP}] \dots\dots (1)$$

$$M_p = \begin{pmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & \dots & m_{1,m} & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & & \vdots \\ m_{i,1} & m_{i,2} & \dots & m_{i,j} & \dots & \dots & m_{i,ni} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & & \vdots \\ m_{NP,1} & m_{NP,2} & \dots & m_{NP,nNP} & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} \dots\dots\dots (2)$$

여기서 NP는 對象部品の 種類, P_i 는 部品番號, M_p 의 第 i 行은 部品 P_i 의 加工 sequence이다. 즉 $m_{i,j}(i=1, 2, \dots, NP; j=1, 2, \dots, ni)$ 는 部品 P_i 의 第 j 工程에의 加工機械이다.

2) 部品の 生産時間에 關한 情報

部品の 각 工程에서 物품 1개를 生産하는데 필요한 時間은 다음과 같다.

(1) 준비시간(t_p): 素材의 着脫, 절삭공구의 접근, 이탈등 실제 절삭에 관계하지 않는 시간을 말하며 준비시간 행렬로 나타낸다.

$$T_p = \begin{pmatrix} P & P & \dots & P & 0 & \dots & 0 \\ t_{1,1} & t_{1,2} & \dots & t_{1,ni} & & & \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & & \\ P & P & \dots & P & & & \\ t_{i,1} & t_{i,2} & \dots & t_{i,j} & \dots & \dots & t_{i,ni} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & & \\ P & P & \dots & P & & & \\ t_{NP,1} & t_{NP,2} & \dots & t_{NP,nNP} & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} \dots\dots\dots (3)$$

(2) 加工시간(t_m): 실제의 절삭가공에 필요한 시간을 말하며 가공시간 행렬로 나타낸다.

$$T_m = \begin{pmatrix} m & m & \dots & m & 0 & \dots & 0 \\ t_{1,1} & t_{1,2} & \dots & t_{1,ni} & & & \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & & \\ m & m & \dots & m & & & \\ t_{i,1} & t_{i,2} & \dots & t_{i,j} & \dots & \dots & t_{i,ni} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & & \vdots \\ m & m & \dots & m & 0 & \dots & 0 \\ t_{NP,1} & t_{NP,2} & \dots & t_{NP,nNP} & & & \end{pmatrix} \dots\dots\dots (4)$$

(3) 공구교환시간(t_c): 마모한 공구 절삭날을 새로운 것으로 교환하는데 필요한 시간이다. 이때 한개의 마모 절삭날을 새 절삭날과 교환하는데 필요한 시간을 t_c 라 하고, 공구수명을 T 라한다면

$$t_e = t_c \frac{tm}{T}$$

이다. 이것을 공구 교환시간 행렬로 나타낸다면

$$T_e = \begin{pmatrix} e & e & \dots & e & 0 & \dots & 0 \\ t_{1,1} & t_{1,2} & \dots & t_{1,ni} & & & \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & & \\ e & e & \dots & e & & & \\ t_{i,1} & t_{i,2} & \dots & t_{i,j} & \dots & \dots & t_{i,ni} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & & \vdots \\ e & e & \dots & e & 0 & \dots & 0 \\ t_{NP,1} & t_{NP,2} & \dots & t_{NP,nNP} & & & \end{pmatrix} \dots\dots\dots (5)$$

이다.

3) 部品の 生産갯수

생산갯수를 N_p 로 나타낸다면

$$N_p = [n_1^p, n_2^p, \dots, n_i^p, \dots, n_{NP}^p] \dots\dots\dots (6)$$

여기서 n_i^p 는 P_i 의 생산갯수를 나타낸다.

2. 生産 System의 構造化

위에서 열거한 각각에 따른 部品の 정보에서 加工工程에서 使用된 機械類의 類似度에 기초한 부품 family를 構成하고 그에 따른 加工機械群을 構成하기 위하여 加工工程 行列 M_p 에서 중복되는 加工機械를 제외한 모든 加工機械를 추출하여 벡터 M 으로

나타낸다.

$$M = [m_1, m_2, \dots, m_i, m_{NM}] \dots \dots \dots (7)$$

그 다음 加工機械에 대한 部品の 生産時間을 R_{PM} 으로 표시한다.

$$R_{PM} = \begin{pmatrix} t_{1,1} & \dots & t_{1,j} & \dots & t_{1,NM} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{i,1} & \dots & t_{i,j} & \dots & t_{i,NM} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{NP,1} & \dots & t_{NP,j} & \dots & t_{NP,NM} \end{pmatrix} \dots \dots (8)$$

$$\text{여기서 } t_{i,j} = \sum_{\{k | m_{i,k} = m_j\}} (t_{i,k}^P + t_{i,k}^m + t_{i,k}^c)$$

식 (1), (8), (9)에 의해서 加工機械 벡터 M , 부품벡터 P 의 각 배열요소를 적당하게 나열하면 부품과 機械의 대응행렬 R_{PM} 은 다음과 같은 形態로 만들 수가 있다.

$$C_M = [M^1 : M^2 : \dots : M^{NC}] \dots \dots \dots (9)$$

$$C_{R_{PM}} = \begin{pmatrix} R^1_{PM} & & & 0 \\ & R^2_{PM} & & \\ & & \dots & \\ 0 & & & R^{NC}_{PM} \end{pmatrix} \dots \dots \dots (10)$$

$$C_P = \begin{pmatrix} P^1 \\ \dots \\ P^2 \\ \dots \\ \vdots \\ \dots \\ P^{NC} \end{pmatrix} \dots \dots \dots (11)$$

이때 P^i 는 部品 family를 構成하고 M^i 는 部品 family에 對應하는 機械群을 構成할 수가 있다. $P^i = [P^i_1, P^i_2, \dots, P^i_{NP_i}]$ 이며 $i=1, 2, \dots, NC$ 이다. 그리고 $\sum_{i=1}^{NC} NP_i = NP$ 가 된다.

$M^i = [m^i_1, m^i_2, \dots, m^i_{NM_i}]$ 이며 $i=1, 2, \dots, NC$ 이다. 그리고 $\sum_{i=1}^{NC} NM_i = NM$ 이다.

또 R^i_{PM} ($i=1, 2, \dots, NC$)은 部品 family P^i 와 機械群 M^i 의 對應行列이다. 여기서 R^i_{PM} 을 cell行列, R_{PM} 을 構造行列이라고 한다. 構造行列 R_{PM} 에서 각 cell行列 R^i_{PM} ($i=1, 2, \dots, NC$) 사이에 重

複部分이 없는 完全하게 독립된 경우에는 각 部品 family P^i 는 機械群 M^i 내에서 完全하게 처리되고 각 機械群은 完全하게 독립 cell을 構成하는 것이 가능하다. 중복이 있는 경우에도 식 (10)에서 非零要素가 적을 때 즉 部品 family P^i 에 속한 部品の 일부 工程이 機械群 M^i 이외의 일부 기계에 負荷되는 경우에도 독립한 生産 cell을 構成할 수가 있다. 이 양자의 경우를 FMC system layout이라고 한다. 여기서는 非零要素가 많은 경우는 취급하지 않았다. 그리고 현재 FMS는 加工機能과 搬送機能이 주요 기능을 이루고 있다는 점에 착안하고, 여태까지 이루어진 FMS의 形態를 고려한다면 다음과 같이 分類할 수가 있다(Machinist, 1981).

- (1) 직선形: 비교적 小品種, 所要工程數가 적은 경우, 식 (10)에서 非零要素가 많을 때
- (2) 순환形: 中品種으로 직선형과 random access 形의 中間정도일 때

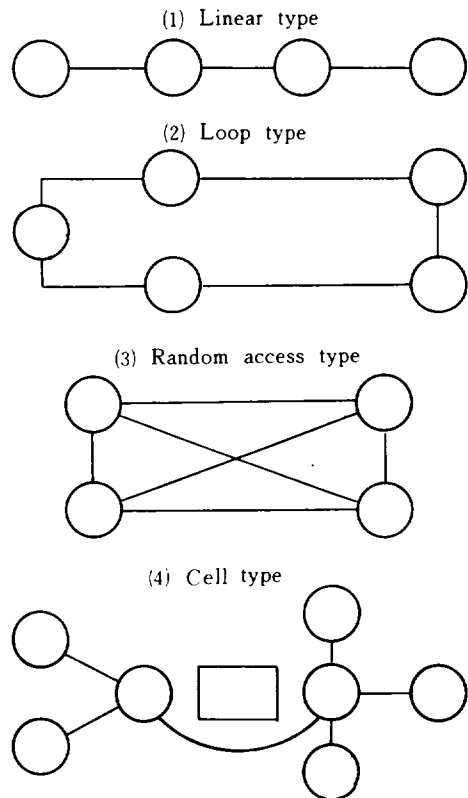


Fig. 1. FMS System layout

(3) random access形 : 多品種, 비교적 복잡한 현상인 경우

(4) cell形 : 多品種, 비교적 단순한 형상인 경우
이 4가지 형을 개념적으로 나타내면 그림1과 같다.
그리고 FMC system layout의 주요 形으로서는 cell形이 많이 使用되고 있다.

3. 數量化分析 Ⅲ類

앞에서 나타낸 部品情報로서 대응行列 R_{pM} 을 構造行列 R_{pM} 으로 변환시키기 위하여 우선 각 部品의 加工工程이 근사한 정도를 나타내는 parameter로서

$$U = [U_1, U_2, \dots, U_{NP}] \dots\dots\dots(12)$$

와 기계의 처리대상이 유사한 정도를 나타내는 parameter로서

$$V = [V_1, V_2, \dots, V_{NM}] \dots\dots\dots(13)$$

을 도입한다. 즉 부품 P_i 와 P_k 의 加工工程이 유사할 때 각각의 값을 U_i 와 U_k 로 대응시킨다. 그리고 기계에 대해서는 m_j 와 m_k 에 각각 V_j, V_k 를 대응시킨다. 이와같은 목적을 위해서는 상관계수 ρ 를 최대로 하는 U 와 V 를 결정해야 한다.

$$\rho = \frac{\sigma_{uv}}{\sqrt{\sigma_u^2} \sqrt{\sigma_v^2}} \dots\dots\dots (14)$$

여기서 σ_u^2, σ_v^2 은 U, V 의 分散, σ_{uv} 는 共分散이며 다음식으로 나타내어 진다.

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^{NP} \sum_{j=1}^{NM} n_{ij} t_{i,j} u_i$$

$$\bar{v} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^{NP} \sum_{j=1}^{NM} n_{ij} t_{i,j} v_j$$

$$\sigma_u^2 = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^{NP} \sum_{j=1}^{NM} n_{ij} t_{i,j} (u_i - \bar{u})^2 \dots\dots (15)$$

$$\sigma_v^2 = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^{NP} \sum_{j=1}^{NM} n_{ij} t_{i,j} (v_j - \bar{v})^2 \dots\dots (16)$$

$$\sigma_{uv} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^{NP} \sum_{j=1}^{NM} n_{ij} t_{i,j} (u_i - \bar{u})(v_j - \bar{v}) \dots\dots (17)$$

그리고

$$T = \sum_{i=1}^{NP} \sum_{j=1}^{NM} n_{ij} t_{i,j} \dots\dots\dots (18)$$

이다. 이때 U 와 V 의 원점은 임의성이 있으므로 $\bar{u} = 0, \bar{v} = 0$ 의 조건을 가지는 것으로 한다. 여기에서 ρ 를 최대로 하는 U 와 V 를 결정하기 위해서는

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial u_i} &= 0 \quad (i = 1, 2, \dots, NP) \\ \frac{\partial \rho}{\partial v_j} &= 0 \quad (j = 1, 2, \dots, NM) \end{aligned} \right\} \dots\dots (19)$$

가 되는 解를 구하면 된다. 식 19에 식 14를 대입하고 계산하면

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{uv}}{\partial u_i} &= \frac{1}{2} \rho \frac{\sigma_v}{\sigma_u} \frac{\partial \sigma_u^2}{\partial u_i} \quad (i = 1, 2, \dots, NP) \\ \frac{\partial \sigma_{uv}}{\partial v_j} &= \frac{1}{2} \rho \frac{\sigma_u}{\sigma_v} \frac{\partial \sigma_v^2}{\partial v_j} \quad (j = 1, 2, \dots, NM) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (20)$$

를 얻는다. 이 식에서 식 15, 16, 17을 대입하고 $\bar{u} = 0, \bar{v} = 0$ 의 가정하에 계산하면

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^{NP} t_{i,k} n_{ij} u_i &= \rho \frac{\sigma_u}{\sigma_v} \sum_{i=1}^{NP} t_{i,k} n_{ij} v_k \\ (k = 1, 2, \dots, NM) \\ \sum_{j=1}^{NM} t_{\tau,i} n_{ij} v_j &= \rho \frac{\sigma_v}{\sigma_u} m_{\tau} n_{ij} u_i \\ (\tau = 1, 2, \dots, NP) \end{aligned} \right\} \dots\dots (21)$$

여기서 $m_{\tau} = \sum_{i=1}^{NP} t_{\tau,i}$ ($\tau = 1, 2, \dots, NP$)

이다. 식 21에서 연립방정식으로 U_{τ} 를 구하고 식 21의 뒷 방정식에서 U_{τ} 를 소거하면

$$\sum_{i=1}^{NP} \sum_{j=1}^{NM} \frac{n_{ij}^2}{m_i} t_{i,k} t_{i,j} v_j = \rho^2 \sum_{\tau=1}^{NP} t_{\tau,k} n_{\tau}^2 v_k$$

($k = 1, 2, \dots, NM$) $\dots\dots\dots (22)$

가 얻어진다. 여기서

$$b_k = \sum_{i=1}^{NP} t_{i,k} n_i^P \dots\dots\dots (23)$$

$$z_k = \sqrt{b_k} \quad v_k \quad (k, i = 1, 2, \dots, NM) \dots\dots (24)$$

$$c_{k,i} = \frac{1}{\sqrt{b_k}} \frac{1}{\sqrt{b_i}} \sum_{j=1}^{NP} \frac{n_j^P}{m_j} t_{j,k} t_{j,i} \dots\dots (25)$$

로 두면 다음과 같은 고유방정식으로 된다.

$$\sum_{i=1}^{NM} c_{ki} z_i = \rho^2 z_k \dots\dots\dots (26)$$

따라서 ρ 를 최대로 하기 위해서는

$$C = (c_{ki}) \quad (k, i = 1, 2, \dots, NM)$$

로 되는 행렬의 최대고유치를 구하면 좋으나 $\bar{u} = 0, \bar{v} = 0$ 의 조건을 만족시키지 못하므로 ($\rho = 1$ 이 되도록) 1 이외의 최대고유치를 구하여야 한다. 이 고유치에 대응하는 고유벡터가 Z_k 로 된다. Z_k 를 구하면 식 24에서, V_k 를 구할 수가 있고 U_r 도 쉽게 구할 수가 있다. 이와같이 하여 類似度를 나타내는 벡터 u 와 v 가 구해지면 이 要素의 큰 순으로 대응하는 部品과 機械를 나란하게 한다.

結果 및 考察

1) 계산예 1. 완전한 독립 cell을 構成하는 경우 入力정보로서 그림 2에 나타난다. 부품정보로는 각 부품의 생산갯수, 가공공정, 사용기계, 생산시간을 포함하고 있다. 앞에서의 數量化分析 III類를 적용시켜 대응행렬 R_{pm} , 구조행렬 R_{pM} 을 구한 결과를 그림 3(a)와, (b)로 나타내었다. 단 그림 3의 TB는 部品과 가공시간과의 대응관계를 나타내는 기호이다. 구조행렬 R_{pM} 에서 이 生産시스템은 3개의 완전 독립시스템으로 구성된다. 그리고 1이외의 최대고유치를 구하면 R^1_{pm} 에 대해서 $\rho^2 = 0.149927$, R^2_{pm} 에 대해서 $\rho^2 = 0.166811$, R^3_{pm} 에 대해서는 $\rho^2 = 0.189768$ 로 되고 각 cell內的 상관계수 ρ 는 다소 적으므로 더이상 분할 할 필요는 없다. 그리고 각 cell이 구성되면 FMS 分類法에 따라 개념적으로 설계가 가능하다.

그림 3에서 볼 수 있듯이 부품이 family化되고 기

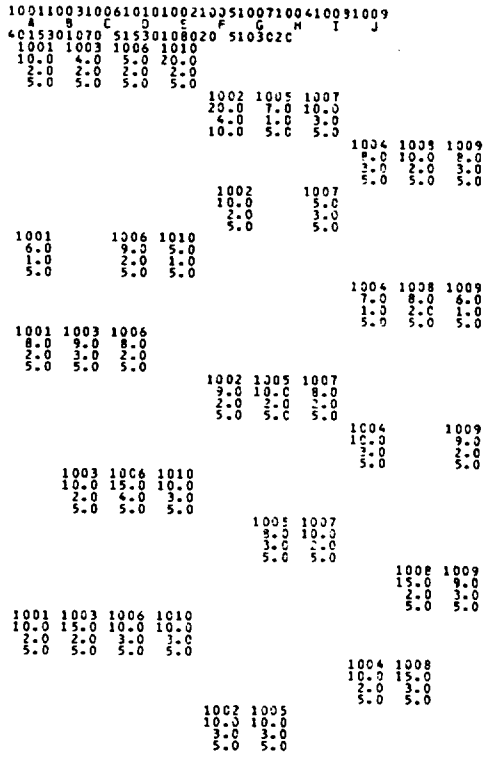


Fig. 2. Parts information of example 1

계가 group化 되어 있음을 알 수가 있다. 각각 독립 cell로 구성되어 있으므로 각각 다음과 같이 개념적으로 나타낸다. (그림 6(a))

2) 계산예 2. 서로 간섭을 가진 생산 cell을 구성하는 경우 入力정보로서 3개의 生産時間을 포함한 것을 그림 4에 나타낸다. 그 결과는 그림 5 (a), (b)로 나타낸다. 계산예 1과 다른 것은 서로 간섭을 가지므로 $\rho = 1$ 이외의 최대고유치를 찾아서 u 와 v 를 크기 순으로 배열한다면 대응행렬 R_{pm} 을 R^2_{PM} 으로 변환시킬 수가 있다. 이 예에서는 $\rho = 0.970885$ 를 취한다. 계산예 1, 2에서 최대고유치와 고유벡터를 구하기 위해서 Eigrs(IMSL에 포함) 프로그램을 이용하여 풀었다. 그리고 계산예 2를 그림 6(b)와 같이 개념적으로 나타내었다.

그리고 計算을 위하여 使用된 컴퓨터는 濟州대학교의 VAX/780을 利用하였고 Flow chart와 프로그

```

21 READ(5,21) (MTGCL(I),I=1,10)
   FORMAT(10I4)
210 READ(5,210) (ABC(I),I=1,10)
   FORMAT(10A4)
24 READ(5,24) (NO(I),I=1,15)
   FORMAT(15I2)
   DO 26 I = 1,15
   READ(5,15) (TM(I,J),J=1,10)
   READ(5,25) (TP(I,J),J=1,10)
   READ(5,25) (TC(I,J),J=1,10)
   READ(5,25) (TK(I,J),J=1,10)
25   FORMAT(10F5.1)
15   FORMAT(10A5)
26   CONTINUE
C
   DO 27 I = 1, 15
   DO 27 J = 1, 10
27   TB(I,J) = TP(I,J) + TC(I,J) + TK(I,J)
   CONTINUE
C
   WRITE(6,28) (MTGCL(I),I=1,10)
   FORMAT(1H1, ' MACHINE TOOL NUMBER =',10I6//)
28   WRITE(6,29) (NO(I),I=1,15)
   FORMAT(' NUMBER(NO) = ',15I4)
29   WRITE(6,221)
221  FORMAT(///30X, ' *** TB(I,J) *** '/')
220  WRITE(6,220) ((TB(I,J),J=1,10),I=1,15)
   FORMAT(10X,10F5.1)
C
   DO 400 I = 1,15
   DO 400 J = 1,10
400  LL(I) = LL(I) + TB(I,J)
   CONTINUE
   DO 500 J = 1,10
   DO 500 I = 1,15
500  BJ(J) = BJ(J) + NO(I)*TB(I,J)
   CONTINUE
   DO 600 K = 1, 10
   DO 600 I = 1,15
600  BK(K) = BK(K) + NO(I)*TB(I,K)
   CONTINUE
   DO 700 K = 1, 10
   DO 700 J = 1, 10
   DO 720 I = 1,15
720  SUM(K,J) = SUM(K,J) + NO(I)/LL(I)*TB(I,K)*TB(I,J)
   CONTINUE
700  C(K,J) = SUM(K,J)/((BK(K)*BJ(J))*0.5)
   CONTINUE

C
   OPEN(UNIT=7,FILE='MAT99.DAT',STATUS='OLD')
C
   READ(7,35)((ZZ(I,J),J=1,10),I=1,KNT)
   WRITE(6,331)
331  FORMAT(1H1,///,30X, ' *** Z(I,J) *** '/')
36   WRITE(6,36) ((ZZ(I,J),J=1,10),I=1,KNT)
   FORMAT(10F10.6)
C
C
   DO 510 M = 1,KNT
   DO 510 K = 1,10
510  U(M,K) = ZZ(M,K) / SQRT(BK(K))
   CONTINUE
   WRITE(6,811)
811  FORMAT(///)
81   WRITE(6,81) (M,(U(M,K),K=1,10),M=1,KNT)
   FORMAT(' U',11, ' = ',10F9.6)
C
C
   DO 530 M = 1,KNT
C
   DO 530 I = 1,15
   DO 520 K = 1,10
520  SIGMA(M,I) = SIGMA(M,I) + TB(I,K)*U(M,K)
   CONTINUE
   V(M,I) = SIGMA(M,I) /LL(I)

```

```

530 CONTINUE
WRITE(6,811)
WRITE(6,82) (M,(V(M,I),I = 1,15),M=1,KNT)
82 FORMAT(' V',I1,' = ',15F8.6)
C
C
K = 0
DO 450 M = KNT-2,KNT
IF ( V(M,1) .NE. 0.0000 ) GO TO 450
K = K + 1
450 CONTINUE
C

IF ( K .GE. 2 ) GO TO 481
IF ( K .EQ. 0 ) GO TO 482
WRITE(6,451)
451 FORMAT(' EIGENVALUE ERROR ')
STOP

WRITE(6,811)
WRITE(6,71) (LL(J),J=1,15)
71 FORMAT(//' L(I) = ',15F8.1//)
WRITE(6,711)
711 FORMAT(30X,' *** SUM(K,J) ***'/)
WRITE(6,72) ((SUM(K,J),J=1,10),K=1,10)
72 FORMAT(10F10.2)
C
WRITE(6,73) (BK(K),K=1,10)
73 FORMAT(//' BK(K) = ',10F10.3)
WRITE(6,75) (BJ(J),J=1,10)
75 FORMAT(//' BJ(J) = ',10F10.4//)
C
WRITE(6,95)
96 FORMAT(30X,' *** C(K,J) *** '/)
WRITE(6,97)((C(K,J),J=1,10),K=1,10)
97 FORMAT(10F10.5)

C

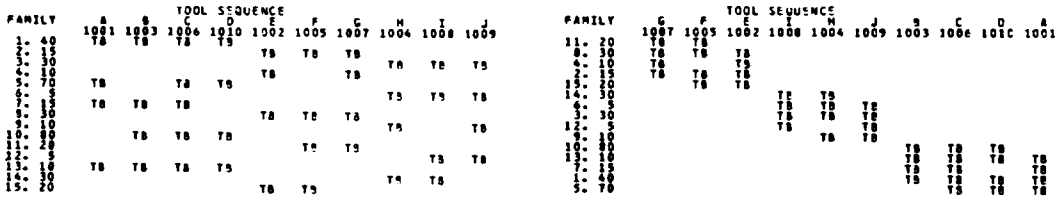
I = 0
DO 22 M = 1,10
DO 22 J = 1,M
I = I + 1
A(I) = C(M,J)
22 CONTINUE
C
WRITE(4,77) (A(I),I=1,10)
WRITE(4,77) (A(I),I=11,20)
WRITE(4,77) (A(I),I=21,30)
WRITE(4,77) (A(I),I=31,40)
WRITE(4,77) (A(I),I=41,50)
WRITE(4,77) (A(I),I=51,55)
77 FORMAT(10F8.5)
C
CLOSE (UNIT = 4)
OPEN(UNIT=4,FILE='EIG9.DAT',STATUS='OLD')
OPEN(UNIT=7,FILE='MAT99.DAT',STATUS='NEW')
N = 10
IZ = 10
JOBN = 2

```

램의 일부를 그림 7, 8로 나타내었다. 그리고 계산 시간은 10초이내이다.

3) 시스템 layout

기본 패턴으로 FMC 시스템 layout은 cell형이 많이 이용되고 있으므로 cell형을 선정하고 이것을 有向 graph로 나타내면 그림 9와 같은 형태로 나타낼 수가 있다.



(a) Correspond matrix (b) Structured matrix

Fig. 3. Correspond and structured matrix of parts and machine tool

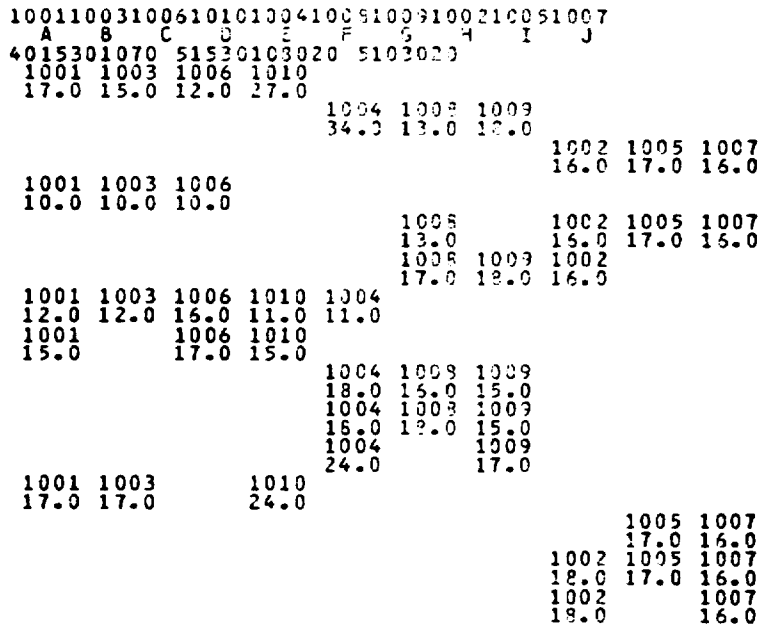
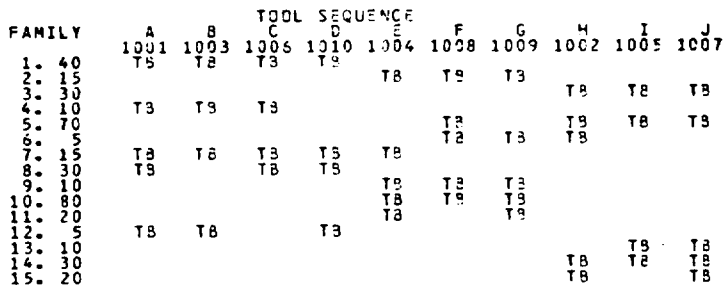


Fig. 4. Parts information of example 2

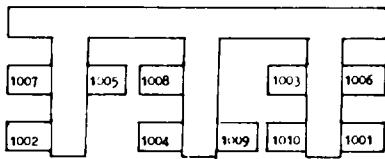


(a) Correspond matrix

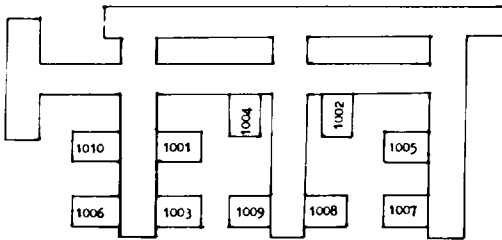
FAMILY	TOOL SEQUENCE									
	D	A	C	B	E	G	F	H	I	J
12. 5	1010	1001	1006	1003	1004	1009	1008	1002	1005	1007
9. 30	T8	T8	T8	T8	T8					
1. 40	T8	T8	T8	T8						
4. 10		T8	T8	T8						
7. 15	T8	T8	T8	T8						
11. 20				T8						
2. 15				T8		T8				
9. 10				T8		T8				
10. 80				T8		T8				
6. 5				T8		T8				
5. 70				T8		T8				
15. 20							T8		T8	
14. 30							T8		T8	
3. 30							T8		T8	
13. 10							T8		T8	

(b) Structured matrix

Fig. 5. Correspond and Structured matrix of parts and machine tool



(a) Layout of example 1



(b) Layout of example 2

Fig. 6. Manufacturing system block layout

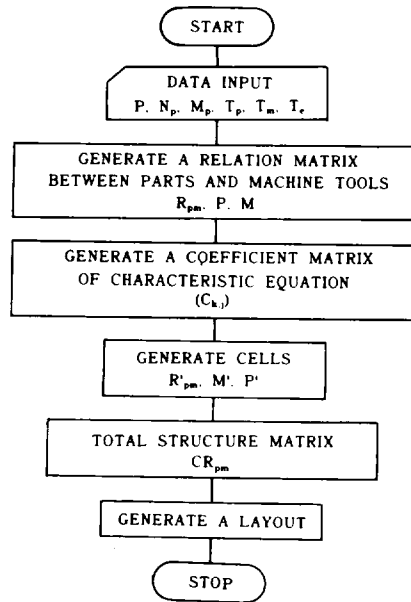


Fig. 7. FMC System layout algorithm

```

1  DIMENSION IM(15,10),TP(15,10),MTOOL(10),SIGMA(10,15),
1  TC(15,10),TK(15,10),TB(15,10),NO(15),V(10,15),
1  UST(10),NTAB(10,15),R(15,10),NTAB1(15),RT(15,10),
2  BJ(10),BK(10),SUM(10,10),C(10,10),ZZ(10,10),U(10,10),
2  RR(15,10),MTAB2(10),MTAB1(10),MTAB(10,10),ABC2(10),
3  NOTAB(10,15),NOTAB1(15),ABC(10),VTAB(15),UTAB(10),
4  NUM(10,15),NUM1(15)
REAL LL(15),A(55),Z(10,10),O(10),WK(65)
INTEGER N,JOBN,IZ,IER
C
DATA SUM /100*0.0/,SIGMA /150*0.0/
DATA LL/15*0.0/
DATA UST /10*0.0/
DATA BJ/10*0.0/ BK /10*0.0/
C
CPEN(UNIT=5,FILE='MAT9.DAT',STATUS='OLD')
CPEN(UNIT=6,FILE='MAT9.LIS',STATUS='NEW')
CPEN(UNIT=4,FILE='EIG9.DAT',STATUS='NEW')
    
```

```

C      READ(4,77) (A(I),I=1,10)
      READ(4,77) (A(I),I=11,20)
      READ(4,77) (A(I),I=21,30)
      READ(4,77) (A(I),I=31,40)
      READ(4,77) (A(I),I=41,50)
      READ(4,77) (A(I),I=51,55)
C
C      CALL EIGRS (A,N,JOBN,D,Z,IZ,WK,IER)
C
31     WRITE(6,31) (D(I),I=1,10)
      FORMAT(//5X,'EIGENVALUE =',10F10.6//)
32     WRITE(6,32) ((Z(I,J),J=1,10),I=1,10)
      FORMAT('EIGENVECTOR'/(10X,10F10.6))
C
35     WRITE(7,35) ((Z(I,J),I=1,10),J=1,10)
      FORMAT(10F10.6)
C
      DO 355 I = 1,10
      IF( O(I) .LT. 0.9999 ) GO TO 355
      KNT= I - 1
      GO TO 356
355    CONTINUE
C
356    CLOSE(UNIT=7)
C

481   DO 45 M = KNT-2,KNT
      DO 45 I = 1,15
      NTAB(M,I) = 1000 + I
      NOTAB(M,I) = ND(I)
      NUM(M,I) = I
      CONTINUE
C
C      DO 46 M = KNT-2,KNT
      DO 46 I = 1,15
      IF ( V(M,I) .NE. 0.0 ) GO TO 46
      V(M,I) = -9.99999
46    CONTINUE
C
      DO 47 M = KNT-2,KNT
      DO 47 I = 1,14
      DO 47 K = I+1,15
      IF( V(M,I) .GE. V(M,K) ) GO TO 47
      SAVE = V(M,I)
      NSAVE = NTAB(M,I)
      KSAVE = NOTAB(M,I)
      MSAVE = NUM(M,I)
      V(M,I) = V(M,K)
      NTAB(M,I) = NTAB(M,K)
      NOTAB(M,I) = NOTAB(M,K)
      NUM(M,I) = NUM(M,K)
      V(M,K) = SAVE
      NTAB(M,K) = NSAVE
      NOTAB(M,K) = KSAVE
      NUM(M,K) = MSAVE
47    CONTINUE
C
      DO 441 M = KNT-2,KNT
      DO 441 K = 1,15
      IF ( V(M,K) .NE. -9.99999 ) GO TO 441
      V(M,K) = 0.0000
441   CONTINUE
C
48     WRITE(6,48)
      FORMAT(//,30X,' *** SORTING V AND U *** ' /)
61     WRITE(6,61) (M,(V(M,I),I=1,15),M=KNT-2,KNT)
      FORMAT(' V',I1,'=',15F8.5)
C
      DO 656 M = 1,KNT
      DO 656 J = 1,10
      MTAB(M,J) = 1000 + J
656   CONTINUE

```

```

C
  DD 672 M = KNT-2,KNT
  DD 672 J = 1,10
  IF ( U(M,J) .NE. 0.0000 ) GC TO 672
    U(M,J) = -9.99999
  C 672 CONTINUE
C
  DD 673 M = KNT-2,KNT
  DD 673 J = 1,9
  DD 673 K = J+1,10
  IF ( U(M,J) .GE. U(M,K) ) GO TO 673
  SAVE = U(M,J)
  U(M,J) = U(M,K)
  U(M,K) = SAVE
C
  NSAVE = MTAB(M,J)
  MTAB(M,J) = MTAB(M,K)
  MTAB(M,K) = NSAVE
C 673 CONTINUE
C
  DD 674 M = KNT-2,KNT
  DD 674 J = 1,10
  IF ( U(M,J) .NE. -9.99999 ) GO TO 674
    U(M,J) = 0.0000
  C 674 CONTINUE
C
  WRITE(6,83)
  WRITE(6,668) (M,(U(M,J),J=1,10),M=KNT-2,KNT)
  FORMAT(' U',I1,'=',I10F10.5)
C 668
  
```

Fig. 8. System layout program

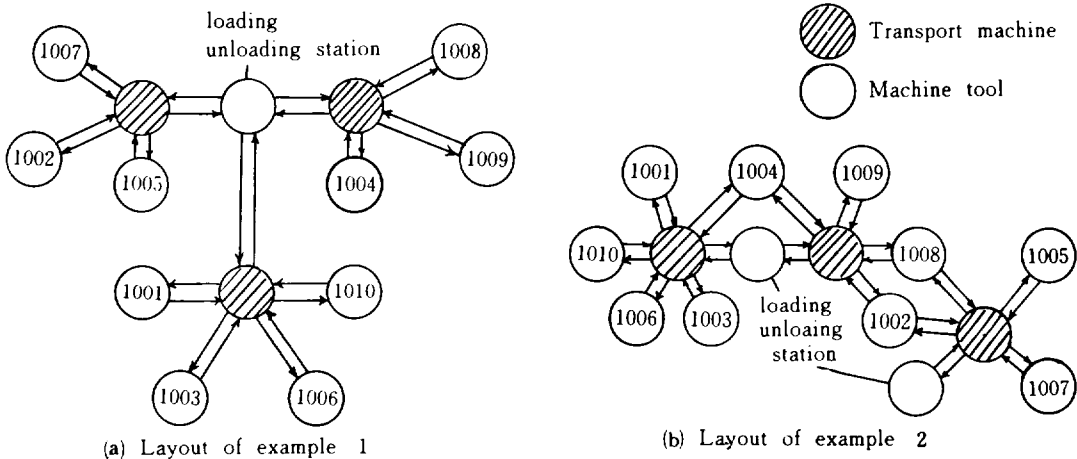


Fig. 9. Directional graph system layout

摘 要

본 研究에서는 적절한 FMC 시스템 layout 문제를 다루기 위하여 數量化分析 Ⅲ類를 적용하여 部品 family와 機械 group 問題를 다루었다. 그 결과

1. 部品情報와 加工 sequence만 주어진다면 數量化分析 Ⅲ類가 適用 가능하다.
2. 數量化分析 Ⅲ類를 利用하기 위하여 프로그램

을 개발하고 부품정보와 加工 sequence만 주어진다 면 서로 독립인 경우나 간섭을 가진 두 경우 모두 한번에 처리가능하다.

3. 20개 이하의 部品情報와 15 step이하의 加工工程이 있을 경우와 또한 非零要素가 적은 경우라도 ρ (상관계수)에 따라 部品 family, 기계 group을 이룰 수 있으므로 layout시 意思決定 지표로 삼을 수가 있고 제한된 공간을 적절히 利用할 수가 있다.

参 考 文 献

- 大場., 加藤., 津村., 安田. 1984. フレキシブル生産システムの構造設計. 日本機械學會論文集(c). Vol.50. p.1306~1312.
- 藤原., 大崎., 菊池. 1979. 決定理論を應用したレイアウト手法. 日本機械學會論文集 Vol.45. p.1426~1433.
- Machinist. 1981. 歐米の FMS 事例集.
- Solberg. J. J., NOF. S. Y. 1980. Analysis of flow control in alternative manufacturing configurations. Journal of Dynamic systems. Vol. 102. p.141~147.
- 伊東正智, 1979. FMSの導入と加工機械の選定条件. 機械技術 Vol.30. p.46~51.
- 李奉珍., 金壯亨. 1985. 生産システム工學 技術情報. p.100~199.
- 李奉珍., 宋森弘. 1983. 生産設計工學, 正祐社. p.64~79.
- 河口至商. 1983. 多變量解析入門, 森北出版株式會社. p.89~102.