

# Fuzzy 밀집기법을 이용한 맞춤형 부품분류법의 개발

## (Development of a Company-Tailored Part Classification & Coding System Using Fuzzy Clustering Techniques)

朴珍雨\*

### Abstract

This paper presents a methodology for the development of a part classification and coding system suited to each individual company. When coding a group of parts for a specific company by a general-purpose part classification & coding system like OPITZ system, it is frequently observed that we use only a small subset of total available code numbers. Such sparsity in the actual occurrences of code numbers implies that we can design a better system which uses digits of the system more parsimoniously. A 2-dimensional fuzzy ISODATA algorithm is developed to extract the important characteristics for the classification from the set of given parts. Based on the extracted characteristics and the distances between fuzzy clustering centroids, a company-unique classification and coding system can be developed. An example case study for a medium sized machine shop is presented.

### 1. 연구의 동기

다품종 소량 생산에 있어서의 생산성 향상을 기할 수 있는 중요한 기법으로서 최근 Group Technology (이하 GT라 칭함)가 큰 관심을 끌고 있다. GT는 간략하게 말하자면 제조부품의 유사성을 활용하여 설계, 제조 및 기타 관리업무에서 불필요한 노력의 중복을 피함으로써 생산성을 향상시키고자 하는 기법이다. 그런데 이같은 부품의 유사성을 활용하는 GT기법이 효율적으로 운영되기 위해서는 효과적인 부품분류 및 부호부여 시스템(Part Classification and Coding System, 이하 “부품분류 시스템”이라 칭함)이 필수적으로 수반되어야 한다. 이와 관련하여 1959년 Mitrofanov에 의해 GT가 소개된 이래 많은 종류의 부품분류시스템이 제안

되었으며 그 중 유명한 것으로 OPITZ, MICLASS, CODE, BRISCH-BIRN 시스템 등을 들 수 있다[7]. 또한 우리나라에서도 한국기계연구소가 1983년 KIMM 시스템 등을 개발한 바 있다[17].

일반적으로 부품의 분류방법은 (1)제품과 관련된 것 (2) 부품기능과 관련된 것 (3) 부품형상과 관련된 것 (4) 부품의 가공방법과 관련된 것 등이 있으며 이 중 어느 것이 주어진 여건에 가장 효율적인가는 쉽게 정의 내릴 수가 없다. 상황 및 용도에 따라 그 효율성이 달라지기 때문이다. 주로 설계, 제조상의 잇점을 강조하는 GT 응용분야에서는 이중 부품형상과 부품가공방법이 중시되고 있으나 [10] 기존의 부품분류 시스템 대부분이 특수 여건 하에서 특이한 필요성에 따라 개발된 까닭에 그 보편성이 결여된 경우가 많고 또한 새로이 GT를 도입코자

\* 서울대학교 산업공학과

\* 본연구는 韓國科學財團의 支援에 의하여 이루어진 것임.

계획하는 사용자도 주로 자체 개발된 부품분류 시스템을 채택하거나 [9] 또는 기존의 범용 시스템을 수정하는 방법이 주로 사용된다[18]. 그런데 독자적인 부품분류법을 개발하고자 할 경우 단지 경험에 입각한 일반적 원칙론—예를 들면 숫자 code가 알파벳 code보다 오류가 적다. 한번 고안된 시스템은 최소 25년을 그 수명주기로 설계되어야 한다. 자릿수는 적을 수록 좋다 등—만이 존재할 뿐[8], code의 자릿수 또는 꼭 포함되어야 할 정보의 종류 등에 대한 계량적 설계지침이 존재하지 않는 까닭에 시스템개발에 많은 시간과 경비가 소요되는 경우가 많다.

본 논문에서는 각 회사별로 가장 적합한 부품분류법의 개발을 위한 계량적 방법론을 제시하고자 한다. 제 2 절에서는 각 부품에 대한 개체-속성별 (Entity-Attribute) 분석을 통해 기존 부품분류 시스템의 개괄적 분류가 시도되며 그들 시스템을 현실에 적용하고자 할 때의 문제점도 제기된다. 이하 제 3 절에서는 맞춤형 부품분류 시스템 개발을 위한 방법론 및 여타 유사연구와의 차이점이 제시된다. 또한 제 3 절에서는 회사별 부품 특성에 따라 부품분류에 가장 효과적인 속성만을 자동적으로 산출하여 주는 2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘도 제시될 것이다. 제 4 절에서는 중 규모의 국내 기계제조업체를 대상으로 그같은 알고리즘의 실제 적용예가 제시된다. 마지막으로 제 5 절에서는 결론 및 추후 연구방향이 제시될 것이다.

## 2. 기존 부품분류 시스템의 분석

설계 및 제조를 위한 부품분류 시스템에서는 부품을 세부 그룹으로 나누기 위하여 부품의 속성을 이용하는데 그중 대표적인 속성은 다음과 같다[13].

1. 형 상 정 보 : 전체형상, 외부형상, 내부형상
2. 부수적 특성 : 홈, 구멍의 수 및 형상, 돌출 부분, 흰 부분
3. 치 수 : (길이×너비×높이) 및 (길이×직경), 정밀도
4. 원 자 재 : 재질, 형태, 표면상태, 열처리, 무게

5. 제 조 공 정 : 주공정(주로 단조, 절삭, 성형작업) 및 세부공정 (절삭의 경우 드릴링, 밀링, 터닝 등)
6. 관 리 정 보 : 제품모델, 반조립품, 원가

이중 형상정보, 부수적 특성, 치수등은 비교적 불변의 부품 고유속성으로 간주될 수 있으며 기존의 부품분류 시스템에서 채택되고 있다.

참고적으로 이같은 고유속성을 표시하기 위하여 기존의 유명한 부품분류 시스템에서 요구하는 Code의 자릿수는 아래 [표 1]과 같다.

[표1] 기존의 유명한 10진법 부품분류 시스템의 부품 고유속성 표현용 자릿수

		OPITZ	MICLASS	KIMM-1
형상정보	전체형상	1 [*]	1	1 [**]
	외부형상	1	1	2
	내부형상	1		1
부수적특성 (홈, 구멍)		1	3	2
치 수	외부치수	1	1	1 [**]
	치수간 비율	1 [*]	2	1 [**]
	정밀도	1	2	1
원 자 재	재질	1	2	1
	형태	1		
	열처리, 표면처리			1
제조공정	주공정			
	세부공정	1		
관리정보			18	
기능명칭				2
총 자릿수		9	30	12

범례 : [\*] OPITZ 시스템에서는 전체형상 및 치수간 비율을 한 자리로 혼합하여 표현

[\*\*] KIMM-1 시스템에서는 전체형상, 외부치수 및 치수간 비율을 합하여 2 자릿수로서 표현

[표 1]은 각 시스템 별로 부품의 고유속성을 표현하는데 사용되는 격자(Slot)의 수, 즉 사용하는 자릿수가 상당히 차이를 보여주고 있다. 예를 들면 형상 정보를 표현함에 있어 OPITZ 시스템은 3 자리, MICLASS 시스템은 2자리, KIMM-1 시스템은 4자

리를 각각 사용하고 있다. 이와 같이 동일한 부품이라도 사용되는 시스템에 따라 각각 다른 부호를 부여받게 될 뿐 아니라 그 부호의 자릿수도 상이하게 됨을 알 수 있다.

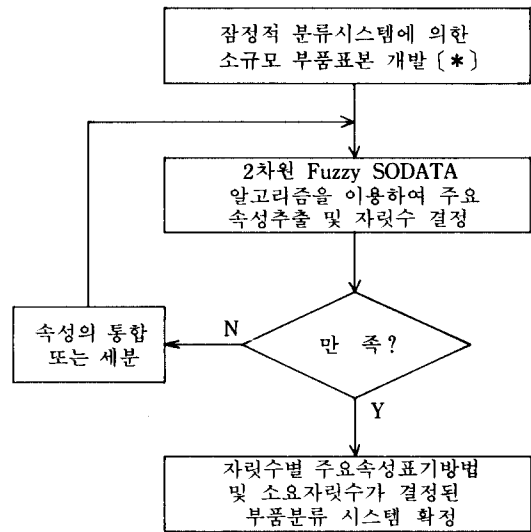
일반적으로 주어진 부품분류 시스템은 사람의 기억능력면의 한계를 고려하여 가급적이면 작은 수의 부호조합으로 표현하는 것이 바람직 하다 [6]. 또한 주어진 부품분류 시스템에 의해 형성된 하나의 그룹에 해당되는 부품들의 수는 각 그룹 별로 균형을 이루어야 하며 하나의 부호 Cell 안에 해당되는 부품의 수는 10-30개가 적합한 것으로 알려져 있다 [10]. 이같이 Cell간의 균형을 맞추어 주는 주된 이유는 제품의 설계시에 노력의 중복을 피하기 위하여, 기존의 설계된 도면들을 탐색하여 유사부품을 선택할 때, 최소한 몇 개의 또는 너무 많지 않은 양의 선택할만한 기존 부품이 주어어야 하기 때문이다. 따라서 각 Cell별로 적정수의 부품을 포함시키며 또한 최소의 자릿수로서 원하는 부품의 분류속성을 만족시킬 수 있는 부품분류시스템은 그렇지 못한 시스템보다 훨씬 바람직한 것이라 생각할 수 있다. 이하 제 3 절에서는 각 회사별로 그 같은 특성을 만족시키는 부품분류시스템을 개발할 수 있는 방법론이 제시될 것이다.

### 3. 맞춤형 부품분류 시스템의 개발

#### 3.1 맞춤형 부품분류법의 개발을 위한 방법론

각 회사별로 가장 적합한 부품분류 시스템을 개발하기 위한 절차는 아래 [그림-1]과 같다.

제시된 절차는 하나의 회사에서 사용되는 부품 집단에 대해 그를 분류하기 위한 주요 특성을 우선 골라 낸다는 의미에서는 Dunlap과 Hirlinger가 제시한 다단계필터(Layered Filter)개념과 유사하다 [5]. 본 연구는 Dunlap과 Hirlinger가 제시한 개념의 계량화된 시도라고 할 수 있다. 또한 [그림-1]에서 볼 수 있는 바와 같이 제시된 방법론의 핵심부분이며 주어진 부품집단의 모든 가능한 속성집합으로부터 주요한 속성만을 추출하는데 사용되는 2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘은 데이터베이스(Database) 탐색분야, 또는 형태인지 (Pattern Recognition)분야에서 많이 알려진 Fuzzy ISODATA 알고



[그림-1] 맞춤형 부품분류시스템 개발의 절차

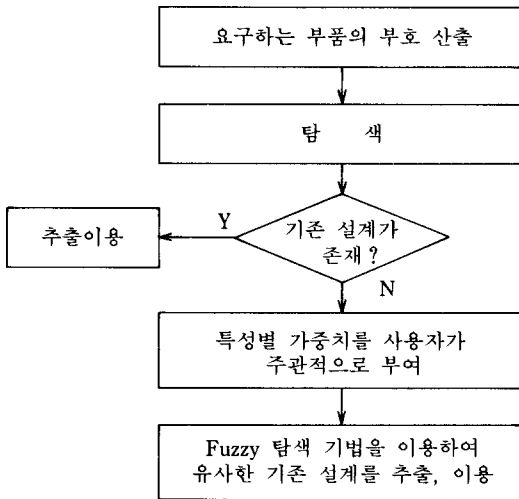
범례 : [\*] 기존의 범용 부품분류 시스템을 사용하거나 또는 가급적 많은 자릿수를 이용하여 가능한 한 대량의 속성을 포함시켜 시작함이 바람직하다.

리즘을 확장한 개념으로 맞춤형 시스템의 개발을 위해 본연구에서 고안된 것이다.

Fuzzy ISODATA 기법은 크게 Fuzzy 밀집 기법 (Clustering Technique)과 Fuzzy 탐색 기법 (Query Technique)으로 분류되는데 [3] 본 연구에서 제안된 2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘은 Fuzzy 밀집 기법에만 적용될 수 있는 개념이다. 일반적으로 주어진 데이터베이스에서 부품분류 Code와 같은 Key를 사용하여 원하는 데이터를 분류하거나 탐색하고자 할 때 사용되는 기법은 크게 고정적 분류탐색방법(Hard Classification and Searching Technique)과 Fuzzy 분류탐색방법(Fuzzy Classification and Searching Technique)이 있다. 본 연구에서는 Fuzzy 밀집기법을 이용하여 고정적 분류시스템(Hard Classification System)을 개발하는 것을 1단계로 하여 이후 원하는 데이터의 탐색에는 다음에 제시되는 바와 같이 Fuzzy 탐색기법과 고정적 탐색기법을 공통적으로 활용하는 방안이 제시된다. 이러한 맥락에서 본 연구는 밀집(Clustering), 분류

(Classification), 탐색(Searching) 등 모든 것을 Fuzzy 논리로 처리하는 기존의 Fuzzy 연구와는 벗어난 궤도에 있다고 볼 수 있다.

일단 Fuzzy 밀집법에서 의해 고정적 분류시스템(Hard Classification System)이 개발된 뒤 원하는 데이터를 추출하는 과정은 [그림-2]에 표시되어 있다. 우선적으로는 원하는 속성에 해당되는 Code를 이용하여 데이터베이스를 탐색하는 고정적 탐색법이 이용된다. 만약 고정적 탐색법으로 원하는 기존의 설계를 찾을 수 없는 경우에는 Fuzzy 탐색법을 이용하여 원하는 설계에 가장 유사한 기존의 설계를 추출할 수 있다.



[그림-2] 맞춤형 부품분류시스템 절차

### 3.2 2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘

여기서는 Fuzzy C 분할공간(Space of Fuzzy C Partitions)과 고정적 C 분할 공간 (Space of Hard C Partitions)과의 관계에 대한 Bezdek의 결과 [2]를 이용하여 고정적 밀집점을 찾는 알고리즘이 제시된다.

2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘의 기본적 아이디어는 다음과 같다. 기존의 부품분류시스템에서 채택하고 있는 부품의 속성은 주로 주형상(Main Shape), 보조형상(Auxiliary Shape), 칫수, 재질, 체적, 무게 등을 들 수 있다. 일반적으로 한 회사에서

취급되는 부품집단은 공정의 특성상 공통된 특성을 보유하는 경우가 많을 것이다. 그 중 일부특성은 부품분류에 중요한 반면 일부 특성은 부품분류에 큰 도움을 줄 수 없을 것이다. 예를 들면 스테인레스 스틸 재질의 식기를 생산하는 업체의 입장에서 원자재의 규격은 거의 대부분 동일 성분에 동일 두께의 스테인레스 스틸 철판이다. 따라서 이같은 업체의 부품분류시스템에서 원자재 재질은 부품의 분류에 별 도움을 주지 못할 것이다.

그런데 이미 잘 알려진 Fuzzy ISODATA 알고리즘은 주어진 데이터집단으로부터 원하는 만큼의 밀집중심점(Clustering Centroid)을 생성한 후 주어진 데이터베이스에 존재하는 각 레코드와 밀집중심점 간의 거리행렬(Distance Matrix) 및 소속등급함수(Membership Grade Function)를 추후의 데이터 탐색에 이용하는 것이다. 본 2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘에서는 Fuzzy ISODATA 알고리즘에서 생성되는 밀집중심점을 그 기본으로 하여 새로운 분류공간을 창출한다. 즉 우선적으로 각 자릿수에 표시된 특성간의 친밀도를 나타내는 별도의 척도를 계산하여 그에 따라 일부 상호 유사한 속성을 제거하는 것을 1단계로 한다. 일단 유사한 속성이 제거되면 잔여 속성 중에서 밀집 중심점 간의 산포도가 작은 속성의 분류기준을 변경시켜, 좀 더 효율적인 부품분류 시스템이 최종적으로 제시된다.

다음의 표시법이 알고리즘의 이해에 도움이 될 것이다.

$\bar{X}_i$  = S-차원의 Vector로 표시되는 i번째 Record  
 $X = \{\bar{X}_1, \dots, \bar{X}_n\}$  = 총 n개의 Record로 구성된 데이터 베이스

$\bar{V}_k$  = k번째 그룹의 밀집중심점. S-차원의 Vector (단,  $k=1, \dots, c$ )

$U_k(\bar{X}_i) = \bar{X}_i$ 의 k그룹에의 소속등급(membership grade)

$W_j$  = j번째 속성에 부여된 가중치(단,  $j=1, \dots, s$ )

$\sigma_j^2$  = j번째 속성의 분산

$\in, \theta, m, \phi, \alpha, \beta$  = 임의의 상수 단,  $m > 1$

#### <2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘>

0. 최대의 속성집합(Maximal Attribute Set)을 형성

성하고 그때의  $\bar{X}_i$ 의 차원을 S라 한다.

- 주어진 데이터베이스로부터 첫번째 밀집중심점 ( $k=1$ )을 다음과 같이 구한다.

$$V_{\ell j} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{i\ell}}{n} \quad j=1, \dots, s$$

즉 첫번째 밀집중심점은 모든 속성의 평균치로 둔다.

- $i=1$ 로 둔다.
- 만약  $\bar{X}_i$ 가 밀집중심점 중의 하나가 아니라면 다음의 방법으로 모든 밀집중심점으로 부터의 거리를 구한다. 밀집중심점일 경우 4로 간다.

$$d_{i\rho} = \left\{ \sum_{j=1}^s W_j \left( \frac{X_{i\ell} - V_{\rho j}}{\sigma_j} \right)^2 \right\} \quad \rho=1, \dots, k$$

만약  $d_{i\rho} > \theta$  (단,  $\theta$ 는 임의의 상수)라면  $k=k+1$ ,  $\bar{V}_k = \bar{X}_i$ 로 둔다.

- 만약  $i < n$ 라면  $i=i+1$ 로 두고 3으로 간다.
- $i=1$ 로 둔다.
- 밀집중심점  $\bar{X}_i$ 에 해당하는  $\bar{V}_i$ 가 있을 경우 소속치를 다음과 같이 부여한다.

$$U_j(\bar{X}_i) = 1 \text{ for } j=i$$

$$U_j(\bar{X}_i) = 0 \text{ for } j \neq i$$

$\bar{X}_i$ 가 어떤 밀집중심점과도 다를 경우 소속치를 다음과 같이 부여한다.

$$U_k(\bar{X}_i) = \frac{\left[ 1 / \sum_{j=1}^s W_j \left( \frac{X_{i\ell} - V_{kj}}{\sigma_{j1}} \right)^2 \right]^{m-1}}{\sum_{j=1}^c \left[ 1 / \sum_{j=1}^s W_j \left( \frac{X_{i\ell} - V_{\ell j}}{\sigma_j} \right)^2 \right]^{m-1}}$$

$$k=1, \dots, c$$

- 만약  $i < n$ 라면  $i=i+1$ 로 두고 6으로 간다.
- (원래 Fuzzy ISODATA 알고리즘의 마지막 단계) 즉 새로운 밀집중심점을 다음과 같이 구한다.

$$\hat{V}_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n [U_k(\bar{X}_i)]^m X_{i\ell}}{\sum_{i=1}^n [U_k(\bar{X}_i)]^m} \quad j=1, \dots, s$$

$$k=1, \dots, c$$

만약 모든 중심점에 대하여

$$\left\{ \sum_{i=1}^n (\hat{V}_{kj} - V_{kj})^2 \right\} < \epsilon \text{ 가 성립하면 9로 간다.}$$

불연시 5로 간다.

- 주어진 C개의 밀집중심점으로부터 각 속성별 데이터  $V_{1j}, \dots, V_{cj}$   $j=1, \dots, s$ 를 관측치로 하여 속성간의 거리를 구한다[\*].

- 임계치  $\phi$ 에 대해서 Index Pair의 집합

$$P = \{j, k \mid \rho_{jk} > \phi\}$$

단,  $\rho_{jk}$ 는 속성 j와 k간의 거리 함수이다.

{j, k}중 임의로 하나를 선정하여 속성 집합으로부터 제거한다.

만약 |P|를 집합 P에 속한 원(Element)의 총수(Cardinality)라 둘 때 새로운  $\bar{X}_i$ 의 차원 S는  $S - |P|$ 가 된다.

- 만약  $P = \{\phi\}$ 면 12로 간다.

불연시 1로 간다.

- 속성별 밀집중심점 간의 거리를 다음과 같이 구한다.

$$D_{ik} = \text{Min} \{V_{ik} - V_{kj} \mid i=1, \dots, C$$

$$j=1, \dots, c$$

$$j \neq i$$

- 밀집중심점 간의 산포도가 작은 속성에 대하여 적절한 속성분할 분류 (Classification by an appropriate Partition of an Attribute)를 주어진 데이터베이스의 특징에 맞도록 시도한다.

즉 주어진 임계치  $\alpha$ 에 대해 Index의 집합

$$T_k = \{i \mid D_{ik} < \alpha\}$$

$|T_k| > \beta$ 인 속성에 대해 재 구분을 시도한다.

Fuzzy 논리는 앞의 제 3절에서의 [그림-2]와 같이 표준 공정계획의 탐색에도 적용될 수 있다. 즉, 기존의 표준 공정계획이 존재하지 않는 신규 부품의 경우, 원하는 표준공정계획에 가장 근접한 하나의 부품 또는 부품들을 추출하는데에도 유용하게 사용될 수 있는데, 이는 신규 부품들에 대한 기존의 수동적 접근방법인 계층적 탐색법 [1]이나 Part-Family Matrix File에서의 추출방법[14]에 비해 추출에 소요되는 공정설계자의 노력, 시간을 절약하는데 큰 도움이 될 수 있다. Fuzzy 탐색 알고리즘은 여타의 Fuzzy 문헌에서 참조가 가능하다[4].

[\*] 단지 속성간의 친밀도를 추정하기 위한 방법이므로 앞의 Step 3와 같은 방법 또는 상관계수에 의한 방법 등 여러가지 방법을 사용할 수 있다.

#### 4. 2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘의 실용 예

앞서의 3절에서의 제시된 2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘은 범용의 부품분류 시스템으로 부터 시작하여, 각 회사별로 부품의 분류에 가장 효과적인 속성만을 추출함으로써 더 작은 자릿수의 code를 사용, 각 회사에 적합한 효율적인 부품분류 시스템을 창출할 수 있는 알고리즘이다.

본 절에서는 한국기계연구소에서 개발된 KIMM-1 시스템으로 분류된 국내 중규모 기계공장의 데이터 표본을 이용하여 동회사의 부품집단에 가장 적합한 효율적 부품분류 시스템을 제시하고자 한다. [표-2]는 KIMM-1 시스템으로 분류된 데이터를 나타낸 것이다.

알고리즘은 벡터나 행렬식의 처리에 적합한 Interpreter 언어로 프로그램되었으며 동 언어의 행렬

[표-2] KIMM-1시스템으로 분류된 데이터 표본

도면번호	GT부호	부품명	재질	길이(긴변)	직경(짧은변)
15A016	300500105623	COLLAR	SM45C	15	80
15A017	586710145010	HOUSING	GC30	258	180
15A018	841060021334	ARM KEY	SCM415	95	33
15A019	340500310003	LOCK NUT	SM45C	15	95
15A020	406521310096	SCREW BUSH	BRC2	223	100
15A022	343510355096	NUT	BRC2	65	78
15A023	361510114503	SPLINE KEY	SM45C	30	98
15A024	366690215503	SLIDING KEY	SM45C	230	129
15A025	342502315046	SHIFTER RING	BRC2	50	90
15A026	552110010016	SHIFTER PIN	BRC2	34	35
15A028	138210020513	SHIFT	SM55C	720	44
15A030	621012121020	RACK HOLDER	GC25	100	90
15A031	155000080071	RACK	45C-QG7	190	20
15A032	024220105000	SECTOR GEAR	GC25	128	28
15A033	191570115000	CAM	GC20	25	85

[표-3] 밀집중심점

		속 성											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
밀 집 중 점	1	2.7	4	2.1	4.2	0.75	0.13	1.4	1.2	3.1	2.4	1.3	3.2
	2	7.4	4	1.2	0.41	5.4	0.016	0.12	1.9	1.2	2.9	2.8	4
	3	3.8	0.64	5.4	4.9	1.8	0.94	2.9	1.2	0.66	0.14	8.2	5.8
	4	3	5.8	5.6	5.8	7.9	0.022	1.9	1.1	4.8	4.6	0.24	3
	5	5.6	2.2	1.2	0.45	0.96	1.8	1.1	1.9	1.2	0.15	2	0.4
	6	1.1	4.9	4.9	0.33	0.84	0.01	0.11	7.5	0.24	0.16	6.6	1.2
	7	1.3	8.3	1.4	4.9	6	0.21	1.1	1.1	4.8	0.21	0.22	0.35

처리 능력을 최대한 반영하도록 노력하였다. 또한 원하는 밀집중심점 (Clustering Centroid)의 수를 대화방식 (Interactively)으로 정하도록 프로그램하였다. 사용된 기종은 IBM-XT급이었으며 별도의 Co-Processor는 사용되지 않았다. 2차원 Fuzzy ISO-DATA 알고리즘은 주로 소수의 표본 데이터만에 대해 적용될 것이므로 본 연구에서는 계산 시간의 통제는 산출하지 않았다. [표-3]은 앞서의 [표-2]로부터 창출된 밀집중심점들을 나타낸다.

2차원 Fuzzy ISODATA 알고리즘은 각 밀집중심점의 고유 속성별 거리척도 (Distance Measure)를 이용, 밀집중심점 간의 친밀도에 의해 유사속성을 제거할 수 있다. 예를 들면 [표-3]에서 2번째 속성과 9번째 속성은 매우 유사함을 알 수 있다. 이 경우 두 가지 속성 중 하나는 제거하여도 부품분류에 별지장을 주지 않을 것이며 그 경우 자릿수도 줄어들 수 있음을 알 수 있다. 또한 6번째 속성과 같이, 나타난 밀집중심점들의 거리가 아주 가까울 경우 분류의 효율을 높이기 위해 실제 KIMM-1 시스템의 구조를 변경할 수 있음도 알 수 있다. 실제로 KIMM-1 시스템의 6번째 속성은 외면가공을 나타내고 있는데 주어진 표본의 경우 15개의 표본 중 12개가 0(외면가공 없음), 1개가 1(홈 또는 나사가공), 2개가 2(회전 홈 또는 절취면 가공)로 되어 그 경우 역시 산포도가 작은 7번째 속성과 같이 혼합하여 하나의 자릿수로도 표현이 가능할 것이다. 앞서 제시된 모든 개선안을 반영한다면 12자리의 부품분류 시스템 대신 7-8자리의 부품분류 시스템으로도 비슷한 부품분류능력을 보유했을 수 있을 것이다.

## 5. 결론

부품분류 시스템은 생산성 향상을 위한 GT의 도입에 필수적인 요소일 뿐 아니라, 생산 시스템의 과학적 관리에 있어서도 아주 중요한 역할을 담당하고 있다. 현재 전세계적으로 널리 알려진 범용의 부품분류 시스템만 하더라도 수십종에 이르고 있음이 이를 입증한다 하겠다. 그럼에도 불구하고 국내 기업에서의 부품분류 시스템의 사용은 아직 만족할 만한 수준에 크게 못미치고 있다. 국내에서의 부품분류 시스템의 도입이 지연되는 이유중의 하나는 각 회사별로 가장 적합한 부품분류 시스템을 개발하고자 할 경우, 이에 소요되는 막대한 비용과 노력을 감당할 만한 여력이 아직 없는 때문으로 생각된다. 본 연구에서 제시된 2차원 Fuzzy ISO-DATA 알고리즘은 이 같은 현상을 개선하는데 기여할 것으로 기대된다.

본 연구는 또한 일반적 Fuzzy 분류법의 응용범위를 확장하여 해석하였는데, 일반적으로 Fuzzy 논리를 이용하여 어떤 집단을 분류할 경우에 사용되는 방법은 크게 Fuzzy 동급관계 (Equivalent Relation)법과 ISODATA법을 들 수 있다. 이 중 ISODATA법은 계산효율은 Fuzzy 동급관계법보다 뛰어나지만 그룹의 Class 수를 객관적으로 판정할 수 없는 것으로 알려져 왔다[16].

본 연구에서 제시된 2차원적 ISODATA 알고리즘은 임계치만을 이용한 객관적인 방법으로 Class의 수를 자동적으로 정하도록 설계되었다. 물론 이 경우 계산상의 부하가 증가되는 것도 실험과정에서 인지되었다. 앞으로 이 두가지 방법간의 계산효율에 관한 체계적 연구도 가치가 있는 것으로 생각된다.

[참고문헌]

1. Arn, E.A., Group Technology, Springer-Verlag, 1975.
2. Bezdek, J.C. and P.F. Castelaz, "Prototype Classification and Feature Selection with Fuzzy Sets," IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics, Vol. SMC-7, No.2, Feb. 1977.
3. Dube, R. and E.A. Elsayed, "A Fuzzy Sets Approach to Information Retrieval from a Criminal History Data Base," AIIE Trans., Vol.13, No.3, Sep. 1981.
4. Dubois, D. and H. Prade, Fuzzy Sets and Systems, Academic Press, 1980.
5. Dunlap, G.C. and C.R. Hirlinger, "Well Planned Coding and Classification System Offers Company-Wide Synergistic Benefits," Industrial Eng., Nov. 1983.
6. Eckert, R.L., "Codes and Classification Systems," American Machinist, Dec. 1975.
7. Groover, M.P. and E.W. Zimmers, Jr., CAD/CAM Computer-Aid Design and Manufacturing, 1st ed., Prentice-Hall, 1984.
8. Hyde, W.E., Improving Productivity by Classification, Coding and Data Base Standardization, Marcel Dekker Inc., 1981.
9. Hyer, N.L., "Managemet's Guide to Group Technology," Operations Management Review, Winter, 1984, Vol.2, No.2.
10. Ingram, F.B., "Group Technology," Production and Inventory Management, 4th Qtr, 1982.
11. Kimbler, D.L. and M.H. Agee, "Implications of GT in Automated Standard Data Systems," Computer and Industrial Eng., Vol.6, No.1, 1982.
12. Law, T. D., et.al., "Group Technology. Casting Classification," The British Foundryman, Jan. 1978.
13. Raja, N., K.S. Taraman and N. Hamed, "Group Technology Application-Sheet Metal Fabrication," in Capabilities of Group Technology, N.L. Hyer, ed., SME, 1987.
14. Schaffer, G., "GT via Automated Process Planning," American Machinist, May. 1988.
15. Thompson, A.F., "Establising a Classification and Coding System," in Capabilities of Group Technology, N.L. Hyer, ed., SME, 1987.
16. Zhu, J.Y. and Y.Z. Zhang, "An Expert System of the Part Classification," Annals of the CIRP, 1987.
17. Group Technology의 도입 및 적용, 한국기계연구소, 1983.
18. GT를 응용한 제조관리개선에 관한 연구, 한국기계연구소, 1986. 10.
19. 군분류 기술 개발, 과학기술처, 1986. 10.