

日本大学工学部

○小林 義和, 白井 健二

要　旨

設計工程の効率化を図るため本研究では既存の設計データベース内にある設計情報を活用することで設計者を支援するシステムを構築している。本システムは設計情報をカテゴリーデータと数量データの二つに分類し、多変量解析の手法を用いこれらのデータを解析することにより設計者のイメージに近い形状を既存の設計データベース内から検索している。その結果、設計工程にかかる時間は短縮化でき、また、生産情報の類似性を形状の類似性の面から評価できた。

1. 緒言

本研究では既存の設計・生産データを活用することで設計・生産効率の向上を目的としている。この場合、過去のデータから選択された設計図形データが設計者のイメージに近いか否かで設計工程にかかる時間は大きく依存する。文献1)では設計対象部品の有無を表すカテゴリーデータを基に設計対象物の形状類似性を議論した。本研究では、さらに評価因子を多く取り、部品に付加されるフィーチャの使用回数およびフィーチャパラメータを表す数量データを考慮した設計支援システムを構築し、同様に生産情報の類似性の評価も行った。

2. 本システムの基本概念

設計・生産工程を考慮した支援システムの流れは図1となる。本システムにおける情報検索は設計工程に既存の設計情報を渡す第一段階と生産工程に生産情報を渡す第二段階の二通り存在する。第一段階の検索では設計者のイメージする图形に最も近いと考えられるものをデータベース内から検索し、その検索された图形を部分修正することでイメージ图形に近づける。第二段階の検索では設計工程で得られた图形のカテゴリーデータとフィー

チャパラメータの数量データを考慮して既存の生産情報を検索する。この場合、生産情報（加工手順、加工方法等）はフィーチャパラメータおよびフィーチャの空間的配置位置の寸法（数量データ）と関連するものとしている。

また、検索情報を入力するため本研究では図2のように設計対象物を細分化して考える。設計対象の全体構造（structure）を部分構造（sub-structure）に分けその内部構造として部品（part）を定義する。それら部品（part）はfillet, boss等のフィーチャが付加されている。この場合、検索するための入力情報は部品、フィーチャの有無で表されるカテゴリーデータとフィーチャパラメータ等の数量データに分類できる。

3. 類似形状の検索

類似形状の検索を行う場合、検索情報としてどの程度の情報を入力するかが問題となる。第一段階の検索では設計工程を支援するという立場から検索情報の入力は簡単にすべきである。したがって、ここでの入力は図2で

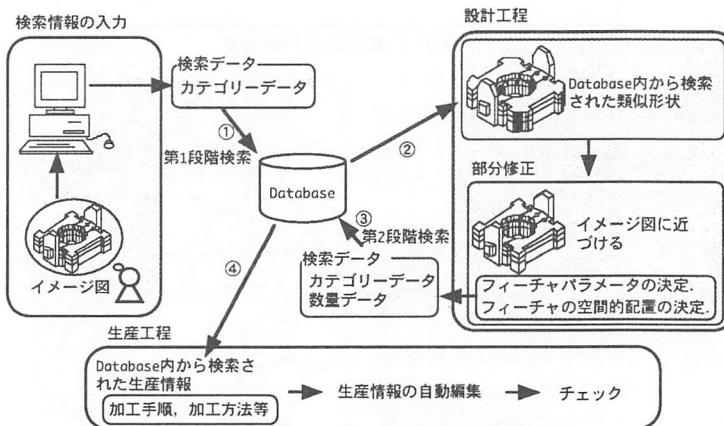


図1 本システムの基本概念

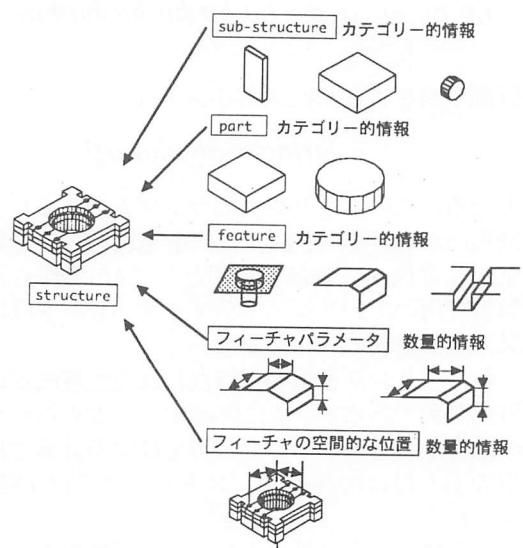


図2 設計対象物の構成要素

表1 サンプル (structure) とカテゴリーの組み合わせ表

Feature	sub-structure (body)						sub-structure (leg right)						sub-structure (leg left)						sub-structure (grip right)						sub-structure (grip left)							
	part1			part2			part3			part4			part5			part6			part7			part8										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6		
structure 1		7	1	6					1	2		1	2		2	1				2	1											
structure 2	4	5	1	6					1	1		1	2				1	1					1	1								
structure 3	4	5	1	4					1	2	2	1	2	2	1																	1
structure 4					7	5	4	2		3	2	3	1	1						1	1					1	1					
structure 5					5	5	4	2	1	2	1	2	1	4	1				1			4	1									
structure 6					7	5	5	4	1	2	2	1	1	1					1											1		
structure 7		7	1	4					1	1		1	1				1	1				1	1					1	1			
structure 8					7	5	4	2		3	2	3	2	1					2	1			2	1								
structure 9	4	5	1	4					2	1		2	1	1	1						1	1										

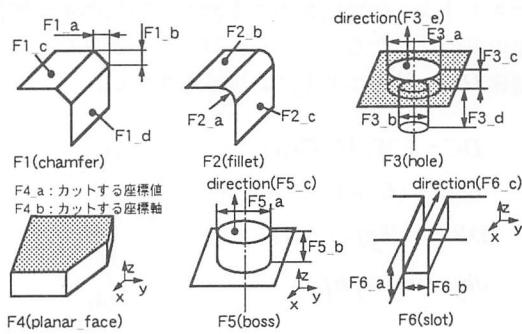


図3 本研究で用いるフィーチャ

表されているカテゴリーデータを用いて検索を行う。この場合、カテゴリーデータは数量化3類²⁾を用い解析する¹⁾。なお、本研究ではフィーチャの種類を図3の6種類に限定し解析する。第2段階の検索では、次の研究対象である生産支援システムの開発のことも考慮に入れ、数量データを考慮に入れた検索手法を提案する。この場合、始めにカテゴリーデータにより検索対象を絞り、続いて数量データを用いて検索を行った。カテゴリーデータは数量化3類により解析し、数量データはイメージ図形と対応する数量データのばらつきを表す評価パラメータPを用い類似性を評価した。

$$P = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n \frac{|\mu_{i,j} - \mu_{i,j}|}{\sigma_{i,\text{mean}}}$$

N: イメージ图形と評価対象图形の一一致するフィーチャの数

n: 各部品 (part) におけるイメージ图形と評価対象图形の一一致するフィーチャの最大使用回数

$\mu_{i,j}$: 各部品 (part i) における $\mu_{i,j}$ に最近接なイメージ图形パラメータの値

$\mu_{i,j}$: 各部品 (part i) における各フィーチャ (Fj) パラメータの値

$\sigma_{i,\text{mean}}$: 各部品 (part i) における各フィーチャ (Fj) パラメータの標準偏差

4. 解析例

本研究では図4に示す部品 (part) を用い、表1の組み合わせ表で表せる形状を解析対象とする。表中の数字はフィーチャの使用回数を表しており、数字の存在する部分が全体構造 (structure) とフィーチャの組み合わせを表している。全体構造 (structure) は9種類であり structure1 を設計者のイメージ图形とし、structure2～9を既存图形データとする。また実際のフィーチャパラメータの値を

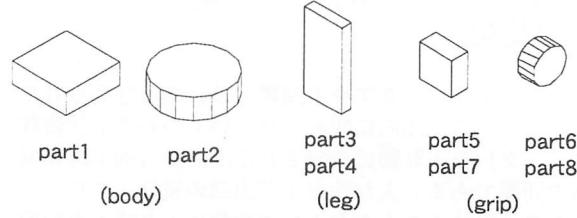


図4 本研究で用いる部品 (part)

F3(hole)					
F3_1	34	30	5	15	z
F3_2	4	0	10	0	z
F3_3	4	0	10	0	z
F3_4	4	0	10	0	z
F3_5	4	0	10	0	z
F3_6	4	0	10	0	z
F3_7	4	0	10	0	z

F6(slot)			
F6_1	5	40	z
F6_2	5	5	z
F6_3	5	5	z
F6_4	5	40	z
F6_5	5	5	z
F6_6	5	5	z

F4(planar_face)		
F4_1	5	40

図5 フィーチャパラメータの例 (structure1-part1)

一例として図5に示す。第1段階の検索において数量化3類を用いて解析した結果、structure4,8 が類似形状として検索される。この図形を修正してイメージ图形 (structure1) に直したと仮定すると、第2段階の検索では structure8 が抽出され、その生産情報が生産工程に渡される。

5. 結言

多変量解析の一手法である数量化3類を用いることにより、データベース内から類似形状を検索し、設計工程の効率化を図る手法を提案した。その結果、次の結論を得た。

- (1) 形状名称によるカテゴリーデータを基にした評価により簡単に検索情報を入力し、既存のデータより検索でき設計に要する時間を短縮化した。
- (2) 本検索手法は従来の検索方法と異なり、既存データを作成した設計者の考え方を反映した検索方法となる。

参考文献

- 1) 小林義和・白井健二: 多変量解析を用いた形状類似性評価、1996年精密工学会春季大会学術講演会講演論文集
- 2) 田中豊・脇本和昌: 多変量統計解析法、現代数学社