≪研究論文≫

Journal of the Human Engineering Society of Korea
Vol.2 No.1 June 1983

人体計測値의 主成分分析에 관한 硏究

(A Study on the Principal Component Analysis of Anthropometric Data)

李 相 道† 鄭 重 喜† 金 克 培††

Abstract

Anthropometric data is most basic materials in the all studies related with it. Therefore, in anthropometric data, not only consideration of the state of variance, but more various analysis is needed.

This study selected the 13 parts that properly show a whole characteristics of human body and, anthropometric data were obtained through the actual measurements for male and female workers who were engaged in production factory.

And, to interpret anthropometric data, principal component analysis of multivariate analysis methods was applied.

I. 序 論

人体는 時代的 社會的 經濟的 環境에 따라 變化하기 때문에 週期的이고 計劃性있는 人体計測은 人間工學的인 側面에서 매우 重要하다. 또한 人体計測値는 모든 關聯學問 즉 保健學, 社會學, 醫學, 衣類學 및 人間工學 等의 가장 基本이 되는 資料로서 使用되어지기 때문에 人体에 대한 單純한 變化뿐만 아니라 多樣한 分析方法에 의한 實質的인 接近도 매우 重要하다고 하겠다.

本 硏究는 人体計測資料에 대해 좀 더 多樣한 分析을 행하기 위해 生産現場의 男女 作業者를 對象으로 實際 計測을 통하여 人体計測値를 구하고 人体計測値를 바탕으로 하여 多變量解析技法의 하나인 主成分分析(Principal Component Analysis : PCA)을 행함으로써 特定値와 被計測集團을 適切한 群으로 分類하여 男女間의 差異를 比較하고 各 群에 適合한 作業道具및 生産設備, 나아가서는 作業域의 分割도 考慮할 수 있는 基本資料를 設定해 두고자 하였다.

主成分分析은 相關行列로부터의 分析과 分散·共分散行列로부터의 分析의 두가지가 있으나 本 硏究에서는 相關行列로부터의 分析에 限定한다.

II. 主成分分析法

多變量解析法中 가장 基本的인 手法인 主成分分析은 서로 相關이 있는 어떤 多種類의 特定値가 가진 情報를 서로 無相關한 소수개의 總合特

† 東亞大學校 工科大學 工業經營學科
†† 嶺南工業專門大學 工業經營科

性値(즉, 主成分)로 要約하는 方法으로서, 等質集團에 適用하는 경우와 異質集團에 適用하는 경우가 있으며 各 경우에 따라 解析方法이 달라진다. 또한 原資料의 分散·共分散行列로부터시작하는가, 相關行列로부터 시작하는가에 따라서도 解析은 달라진다. 本 硏究에서는 等質集團에 속하는 人体計測値로서 그 相關行列에 대하여 主成分分析을 하고자 한다.

Ⅰ. 主成分의 導出

Table 1에 나타낸 P개의 特性値 x_1, x_2, x_3 …x_p가 내포한 情報를 式(1)과 같이 다음의 2가지 條件을 만족하는 m個(m<P)의 總合特性値 z_1, z_2…z_m으로 要約할 때 이를 각각 第1, 第2, …第m 主成分이라고 한다.

Table 1. Characteristics and Derived P. C.

Sample No.	Characteristics				Derived P. C.			
	x_1	x_2	…x_i	…x_p	z_1	z_2	…z_k	…z_m
1	x_{11}	x_{12}	…x_{1i}	…x_{1p}	z_{11}	z_{12}	…z_{1k}	…z_{1m}
2	x_{21}	x_{22}	…x_{2i}	…x_{2p}	z_{21}	z_{22}	…z_{2k}	…z_{2m}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
α	$x_{\alpha 1}$	$x_{\alpha 2}$	…$x_{\alpha i}$	…$x_{\alpha p}$	$z_{\alpha 1}$	$z_{\alpha 2}$	…$z_{\alpha k}$	…$z_{\alpha m}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	x_{n1}	x_{n2}	…x_{ni}	…x_{np}	z_{n1}	z_{n2}	…z_{nk}	…z_{nm}

$$\left.\begin{aligned} z_1 &= l_{11}x_1 + l_{12}x_2 + \cdots + l_{1p}x_p \\ z_2 &= l_{12}x_1 + l_{22}x_2 + \cdots + l_{2p}x_p \\ &\vdots \quad \vdots \quad \vdots \qquad\qquad \vdots \\ z_m &= l_{m1}x_1 + l_{m2}x_2 + \cdots + l_{mp}x_p \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (1)$$

단, $\sum_{i=1}^{p} l_{ki}^2 = 1$ (k=1, 2, …m)

主成分導出의 條件은 다음과 같다.

(1) z_k와 z'_k(k≠k' : k, k'=1, 2, …m)의 相關은 모두 0이다. 즉, 無相關이다.

(2) z_1의 分散은 ($x_1 x_2 \cdots x_p$)의 모든 1次式이 가진 分散中 最大이다. z_2의 分散은 z_1과 無相關인 모든 1次式中에서 最大이다. 이하 같이해서, z_m의 分散은 $z_1, z_2, \cdots z_{m-1}$의 모두와 無相關인 1次式中에서 最大이다. 이 第2의 條件은 「主成分 $z_1, z_2, \cdots z_m$은 본래의 特性値 $x_1, x_2, \cdots x_p$가 가진 情報의 손실이 最小가 되도록 要約한 結果」라고 할 수 있다. 式(1)에서 나타난 m個의 主成分을 구하는 係數 $\{l_{ki}\}$ (k=1, 2, …m, i=1, 2, …P)를 決定하는 과정은 固有値(eigenvalue) 問題로 귀결되어진다.

Table 1에서 나타낸 n×P次元의 原資料行列로 부터 P×P次元의 相關行列 R이 계산되어질 때 固有値問題의 定義에 의해 一般的으로 實對稱正方行列 R은 式(2)를 만족하는 P個의 固有벡터(eigenvector)와 그에 相應하는 P個의 固有値를 갖는다.

$$R \cdot L = L \cdot C \quad \cdots\cdots (2)$$

여기서

R : 相關行列(P×P)

L : 各 固有벡터가 P個의 要素를 갖는 固有벡터行列(P×P)

C : 非對角要素는 0이며, 對角要素가 各 固有벡터에 相應하는 固有値인 固有値行列(P×P)

相關行列 R에 대한 固有벡터 및 固有値는 Jacobi法, Frame法, 累乘法等의 數値分析的 方法을 통하여 구해질 수 있으며, 本 硏究에서는 Jacobi法을 利用하였다.

여기서 z_i의 分散 $V[z_i]=\lambda_i$이므로 k번째主成分의 全体分散說明에의 寄與率은 式(3)과 같이 계산되어질 수 있다.

$$\text{寄與率}(\nu) = \lambda_k / \sum_{i=1}^{p} \lambda_i \quad \cdots\cdots (3)$$

그러므로 條件(2)에서와 같이 固有値의 큰 값順으로 m個의 $\lambda_1 > \lambda_2 > \cdots > \lambda_m$을 취하고 對應하는 固有벡터($\{l_{1i}\}, \{l_{2i}\}, \cdots\cdots \{l_{mi}\}$; i=1, 2, …P)를 취하면 式(3)과 같은 主成分을 導出할 수 있다.

2. 主成分의 選択

主成分의 數, m을 몇개까지 취할 것인가에 대해서는 等質集團일 때 경험적으로 다음과 같은 基準을 들 수 있다.

(1) m個까지의 主成分의 累積寄與率이 60~80% 이상이어야 한다. 60% 이상으로 할 것인가, 80% 이상으로 할 것인가는 解析의 目的에 따라 달라진다. 즉, 아주 대충적인 情報만을 들어내면 될 때에는 60% 前後로 좋으며, 情報의 손실

을 작게하고 싶으면 80% 이상으로 하지 않으면 안될 것이다. 그러나 最小 50% 이상은 되어야 한다.

(2) 第m번째의 主成分의 寄與率이 平均이상이어야 한다. 이 基準은 固有値 λ_m이 다음 條件을 만족하는 것이 된다.

$\lambda_m > 1.0$

主成分 $z_k(k=1,2,\cdots m)$가 어느 것도 總合特性値라 불러우기 위해서는 적어도 이 平均의 情報量 이상을 갖고 있지 않으면 안된다는 것이 여기서의 조건이다. 第m+1번째 이하의 主成分은 모두 이 基準 이하의 情報量밖에 갖지 못하니까, 總合特性値로 불려 질 수도 없으며 버려도 관계 없다고 생각된다.

(3) m個의 主成分의 各 特性値 x_i에 대한 寄與率 $v_i(i=1,2,\cdots P)$가 어느 x_i에 대하여도 50% 이상이 되어야 한다. 이 基準은 매우 엄격하며 이것을 만족시키려고 하면 들어내어야 할 主成分의 數, m이 必要이상으로 커지는 일이 있다. (1)(2)의 基準에서 定한 m에 대하여 v_i가 이상하게 작은 特性値 x_i가 있다면 오히려 x_i를 제거하여 계산을 다시 하는 편이 좋다.

III. 人体計測

本 研究에서는 人体의 全体的인 特性을 고루 나타낸다고 생각되는 13個 部位를 選定하여 計測値를 구하였다.

計測對象은 釜山市內 5個 生産業体에서 random하게 抽出한 作業者(男子 164名, 女子 156名)를 對象으로 하였으며, 對象者의 性別, 年齡別 分布狀況은 Table 2와 같다. 計測方法은 Martin式 人体計測器를 使用한 직접計測을 행하였으며 計測期間과 場所는 1982年 8月 1日부터 8月 31日 사이에 各 工場의 寄宿舍와 休憩室에서 餘暇時間을 利用하였고, 計測員은 人体計測基準點과 基準部位에 대한 事前教育을 통하여 충분히 訓練된 男子 3名, 女子3名을 2名 1個組(男子1名, 女子1名)로 나누어 計測하였다.

計測의 基準点 및 基準陪位는 人間工學 handbook과 人体計測値圖表를 參考하였다.

Table 2. Distribution of Workers by age group

Age	Male		Female	
	persons	%	persons	%
16		3	14	2.56
17	3	1.84	12	7.69
18	4	2.45	14	8.97
19	6	3.67	23	14.74
20	17	10.30	23	14.74
21	21	12.80	27	17.31
22	13	7.93	12	7.69
23	7	4.27	16	10.26
24	7	4.27	7	4.49
25	10	6.10	5	3.21
26	12	7.32	3	1.91
27	11	6.71	2	1.28
28	9	5.49	1	0.64
29	6	3.65	1	0.64
30	4	2.44	2	1.28
31	6	3.65	2	1.28
32	8	4.88	1	0.64
33	4	2.44		
34	3	1.83	1	0.64
35	3	1.83		
36	2	1.22		
37	5	3.05		
38	2	1.22		
39	1	0.61		
Total	164	100	156	100

IV. 結果解析 및 考察

1. 原資料의 解析

앞에서 計測한 人体의 13個 部位(즉, 特性値)의 平均(M), 標準偏差(S.D), 變動係數(C.V)는 Table 3, 4와 같다. 또 相關係數는 Table 5와 같다. Table 3, 4, 5에서 볼 수 있듯이 原資料들은 다음과 같은 特性을 나타내고 있다.

(1) 標準偏差가 특히 큰 特性値는, 男子는 stature, cervical h., abdominal c.等이고 女子는 stature, cervical h., chest c., abdominal c., 等이다. 또 標準偏差가 작은 特性値는 男子

Table 3. M, S·D, C·V of data for P=13, n=16 P=13, n=164(Male)

	characteristics	M	S.D	C.V
1	stature	167.27	5.97	0.0356
2	sitting height	90.76	3.45	0.0379
3	cervical height	142.35	5.45	0.0382
4	middle fingertip height	62.16	3.39	0.0544
5	knee height	45.99	2.87	0.0622
6	shoulder elbow length	34.54	2.27	0.0654
7	forearm hand length	44.78	2.38	0.0527
8	biacromial diameter	38.83	2.27	0.0582
9	neck girth	34.60	1.61	0.0465
10	chest circumference	86.89	4.67	0.0536
11	abdominal circumference	70.91	5.46	0.0767
12	hip circumference	87.00	4.10	0.0470
13	hand length	18.35	0.86	0.0463

Table 4. M, S.D, C.V of data for P=13, n=156(Female)

		M	S.D	C.V
1	stature	155.83	4.87	0.0312
2	sitting height	84.91	3.05	0.0358
3	cervical height	131.19	4.58	0.0343
4	middle fingertip height	59.18	3.07	0.0530
5	knee height	43.35	2.29	0.0526
6	shoulder elbow length	31.76	1.51	0.0472
7	forearm hand length	41.07	1.66	0.0402
8	biacromial diameter	34.61	1.48	0.0425
9	neck girth	31.11	1.79	0.0575
10	chest circumference	83.81	5.80	0.0690
11	abdominal circumference	67.62	6.11	0.0901
12	hip circumference	88.92	4.31	0.0482
13	hand length	16.95	0.71	0.0413

Table 5. Correlation coefficients between Characteristics

Female \ Male	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1.000	0.836	0.966	0.734	0.734	0.613	0.666	0.501	−0.087	−0.035	−0.039	−0.060	0.154
2	0.472	1.000	0.779	0.652	0.527	0.463	0.515	0.514	−0.059	−0.082	−0.141	−0.102	0.096
3	0.890	0.457	1.000	0.763	0.747	0.633	0.679	0.490	−0.097	−0.054	−0.016	−0.074	0.085
4	0.364	0.143	0.423	1.000	0.616	0.521	0.533	0.502	0.005	−0.045	−0.024	−0.093	0.141
5	0.619	0.387	0.658	0.296	1.000	0.735	0.812	0.570	0.000	−0.027	0.007	−0.075	0.113
6	0.623	0.415	0.601	0.148	0.464	1.000	0.916	0.631	0.000	0.000	−0.017	−0.092	0.012
7	0.751	0.437	0.754	0.161	0.579	0.653	1.000	0.650	0.035	0.012	0.053	−0.067	0.125
8	0.512	0.215	0.562	0.336	0.413	0.357	0.518	1.000	0.043	0.097	0.021	−0.110	0.032
9	0.087	−0.095	0.011	0.055	−0.062	0.014	0.091	0.185	1.000	0.569	0.415	0.532	0.053
10	0.109	−0.030	0.050	−0.129	−0.020	0.148	0.171	0.193	0.587	1.000	0.410	0.588	0.091
11	0.109	0.006	0.082	0.001	−0.070	0.020	0.105	0.162	0.687	0.691	1.000	0.337	0.113
12	0.107	−0.078	0.108	0.009	−0.073	−0.002	0.078	0.194	0.576	0.691	0.672	1.000	0.131
13	0.001	−0.092	0.009	0.015	−0.012	0.084	0.026	0.097	0.063	0.124	0.000	0.005	1.000

는 neck girth, hand l. 이고 女子는 hand l.로서 대체로 平均値에 比例되어있다.

(2) 分散의 相對的인 크기를 표시하는 C.V는 男女 共히 abdominal c.가 8～9%로 가장 크고 stature, sitting h., cervical h. 等이 3～4%로 가장 적다.

(3) 相關係數는 0.8이상되는 큰 값과 거의 0에 가까운 값에 주의를 기울인다.

① stature는 cervical h. 와 0.966이란 높은 相關을 가지는데 이것은 당연하다. 그 外에 stature와 0.7이상의 높은 相關을 가지는 것으로, sitting h., middle fingertip h., knee h. 等이며 9～12번 까지의 둘레部位와는 거의 相關을 가지지 않는다.

② sitting h., cervical h., middle fingertip h., knee h., shoulder elbow l., forearm hand l.도 stature와 비슷한 相關을 가지고 있다.

③neck girth, chest c., abdominal c., hip

c.는 높이部位와는 거의 相關이 없으나 서로의 둘레部位와는 0.4~0.6의 相關을 가진다.

④hand l.는 다른 部位와 거의 相關이 없다.

2. 主成分分析의 結果

P=13個 特性値에 대해 相關行列 R 로부터主成分分析한 結果는 Table 6, 7, 8과 같다.

Table 6. Eigenvalues and accumulated Contribution rate of P=13

P.C No.	Male		Female	
	eigenvalue	a.c.r.	eigenvalue	a.c.r.
1	5.61	0.43	4.54	0.35
2	2.47	0.62	2.98	0.58
3	1.06	0.70	1.07	0.66
4	0.89	0.77	1.04	0.74
5	0.69	0.82	0.67	0.79
6	0.57	0.86	0.54	0.83
7	0.47	0.90	0.49	0.87
8	0.36	0.93	0.46	0.91
9	0.34	0.96	0.39	0.94
10	0.24	0.98	0.28	0.96
11	0.15	0.99	0.25	0.98
12	0.13	1.00	0.21	1.00
13	0.02	1.00	0.09	1.00

Table 6의 個有値와 寄與로부터 다음을 알 수 있다. 入≧1인 것은 男子는 第3主成分까지이며, 約70%의 情報가 이 3個의 主成分에 集約된다. 또 女子는 第4主成分까지이며, 約74%의 情報가 이 4個의 主成分에 集約된다.

여기서 男女 Data의 解析에 一貫性을 기하기위해 女子도 第3主成分까지로 한다. 단지 이렇게 함으로써 累積寄與率이 74%에서 66%로 떨어지나 第4主成分이 단지 8% 에 불과하므로 무시해도 관계없다고 생각된다.

Table 7에는 固有벡터가, Table 8에는 主成分 Z_k와 特性値 X_i와의 相關係數(즉, 主成分分析에서의 因子負荷量)가 나타나 있다. 여기서 固有벡터의 各 要素를 係數로 使用하면 各 主成分에 男子의 경우는 式(4)와 같이, 女子의 경우는 式(5)와 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} z_1 &= 0.39x_1' + 0.34x_2' + \cdots + 0.06x_{13}' \\ z_2 &= -0.002x_1' - 0.05x_2' + \cdots + 0.14x_{13}' \\ z_3 &= 0.22x_1' + 0.24x_2' + \cdots + 0.72x_{13}' \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} z_1 &= 0.42x_1' + 0.26x_2' + \cdots + 0.002x_{13}' \\ z_2 &= -0.06x_1' - 0.14x_2' + \cdots + 0.05x_{13}' \\ z_3 &= -0.03x_1' - 0.38x_2' + \cdots + 0.68x_{13}' \end{aligned} \quad (5)$$

여기서 $x_i' = (x_i - \bar{x})/s_i$로 標準化한 것이다.

Table 7. Eigenvectors for principal components

characteristics	Male			Female		
x_i	z_1	z_2	z_3	z_1	z_2	z_3
1	0.39	−0.002	0.2	0.42	−0.06	−0.03
2	0.34	−0.05	0.4	0.26	−0.14	−0.38
3	0.39	−0.01	0.6	0.43	−0.09	0.04
4	0.34	0.01	0.9	0.19	−0.08	0.50
5	0.36	0.04	−0.2	0.34	−0.16	0.0006
6	0.34	0.03	−0.3	0.34	−0.07	−0.12
7	0.36	0.07	−0.2	0.40	−0.04	−0.12
8	0.30	0.06	−0.1	0.32	0.06	0.30
9	−0.03	0.51	−0.0	0.08	0.47	0.06
10	−0.02	0.53	−0.6	0.11	0.48	−0.09
11	−0.02	0.42	−0.5	0.10	0.49	−0.10
12	−0.06	0.50	0.14	0.09	0.48	−0.03
13	0.60	0.14	0.72	0.02	0.05	0.68

Table 8. Factor loadings of principal components

characteristics	Male					Female				
x_i	z_1	z_2	v_1	z_3	v_i	z_1	z_2	v_1	z_3	v_i
1	0.92	−0.002	0.85	0.22	0.90	0.90	−0.10	0.82	−0.03	0.82
2	0.80	−0.06	0.64	0.25	0.71	0.55	−0.24	0.36	−0.40	0.52
3	0.92	−0.01	0.85	0.16	0.87	0.91	−0.15	0.85	0.04	0.85
4	0.80	0.01	0.64	0.20	0.68	0.41	−0.14	0.19	0.51	0.45
5	0.86	0.06	0.44	−0.12	0.76	0.72	−0.27	0.59	0.001	0.59
6	0.81	0.05	0.66	−0.34	0.77	0.73	−0.13	0.55	−0.13	0.57
7	0.85	0.11	0.73	−0.23	0.79	0.85	−0.07	0.73	−0.13	0.74
8	0.71	0.10	0.51	−0.32	0.62	0.68	0.10	0.47	0.31	0.57
9	−0.06	0.81	0.66	−0.11	0.67	0.18	0.81	0.69	0.06	0.69
10	−0.05	0.83	0.69	−0.06	0.70	0.24	0.83	0.75	−0.09	0.75
11	−0.05	0.67	0.45	−0.05	0.45	0.22	0.85	0.77	−0.10	0.78
12	−0.13	0.78	0.63	0.14	0.64	0.20	0.83	0.73	−0.04	0.73
13	0.13	0.21	0.06	0.75	0.62	0.04	0.09	0.01	0.71	0.51

3. 結果의 解析

(1) Table 7에서 第1主成分 Z_1의 係數는 둘레部位가 陰數로서 그 絶對値는 거의 0에 가깝고 나머지는 全部 陽數로서, hand l.를 除外하고는 모두 0.3~0.4까지의 一律的인 값을 가지고 있다. 이것은 第1主成分이 높이나 길이를 나타내는 因子(즉, size factor)라고 할 수 있다. 또 Table 8의 因子負荷量을 보면 第1主成分, z_1은 stature와 cervical h와는 0.92 라는 높은 相關을 가지고 있으며 높이나 길이 部位에서 最下 0.71이상의 높은 相關을 나타내고 있다.

(2) 第2主成分 z_2의 係數는 둘레部位만 0.4~0.6사이로 크게 나타나며 그 外는 거의 0에 가깝다. 因子負荷量에서도 z_2는 4個의 둘레部位와 0.6~0.9사이의 높은 相關을 가진다. 이로써 第2主成分은 肥大함의 程度를 나타내는 因子(즉, shape factor)라고 할 수 있다.

(3) 第3主成分 z_3의 係數는 대략 고른 편이나 hand l. 가 0.72로서 상당히 큼을 볼 수 있으며 因子負荷量에서도 z_3와 0.75라는 높은 相關을 가지고 있다.

(4) Table에는 나타나 있지 않으나 第4主成分이후에는 이와 같은 共通的인 性質은 발견되지 않았다.

(5) 13個의 特性値가 第1, 第2主成分에 얼마나 寄與하고 있는가에 따라 因子負荷量에 의한 特性値의 分類를 할 수 있다. 즉, 各 x_i의 z_1, z_2에 대한 因子負荷量을 z_1, z_2軸에 대해 표시하면 Fig. 1과 같다. 그림에서 特性値는 크게 두 集團으로 나뉘어 진다.

"길이"의 特性値 : x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 x_7 x_8

"둘레"의 特性値 : x_9 x_{10} x_{11} x_{12}

어느 것에도 속하지 않는 것 : x_{13}

(6) 第1, 第2主成分의 Score($z_{\alpha 1}$, $z_{\alpha 2}$)를 使用하여 sample集團의 分類를 할 수 있다. 여기서는 $z_{\alpha 1}$과 $z_{\alpha 2}$는 式(6)으로 구해진다.

$$\left.\begin{aligned} Z_{\alpha 1} &= l_{11}x_{\alpha 1} + l_{12}x_{\alpha 2} + \cdots + l_{1P}x_{\alpha P} \\ Z_{\alpha 2} &= l_{12}x_{\alpha 1} + l_{22}x_{\alpha 2} + \cdots + l_{2P}x_{\alpha P} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (6)$$

(단, $\alpha = 1, 2, \cdots n$)

$z_{\alpha 1}$과 $z_{\alpha 2}$를 使用하여 그린 2次元의 散布圖는 Fig. 2, 3과 같으며 이는 n=164名(男子)과 n=156名(女子)의 P=13特性値를 座標軸으로 하는 13次元 空間에 있어서의 散布狀態를 z_1, z_2의 2次元 平面에 나타낸 것이다.

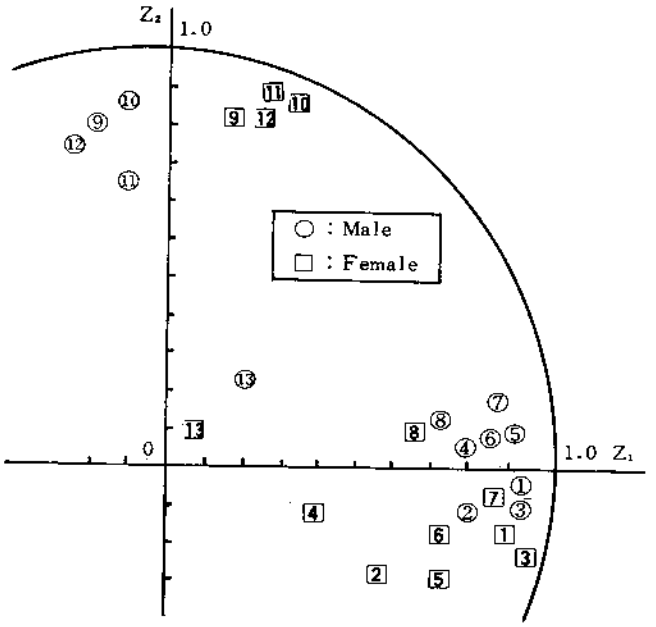

Fig. 1. Distribution of characteristics by factor loadings

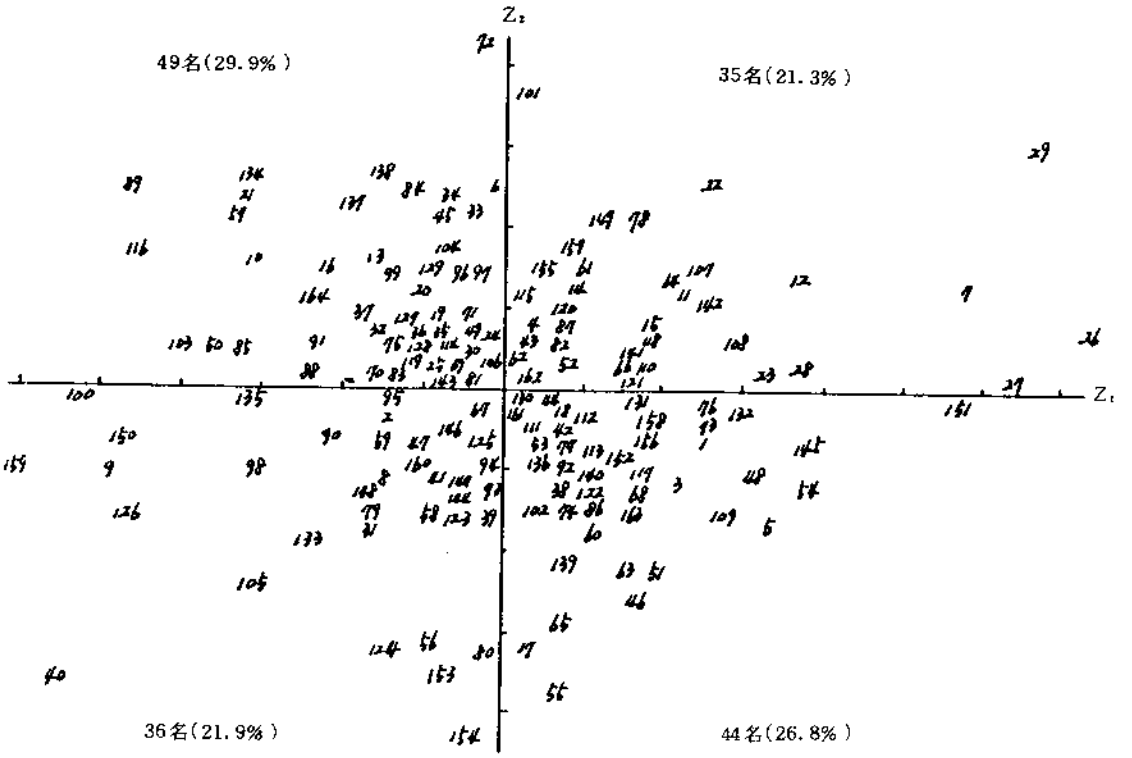

Fig. 2. Dispersion by P. C. score(Male 164名)

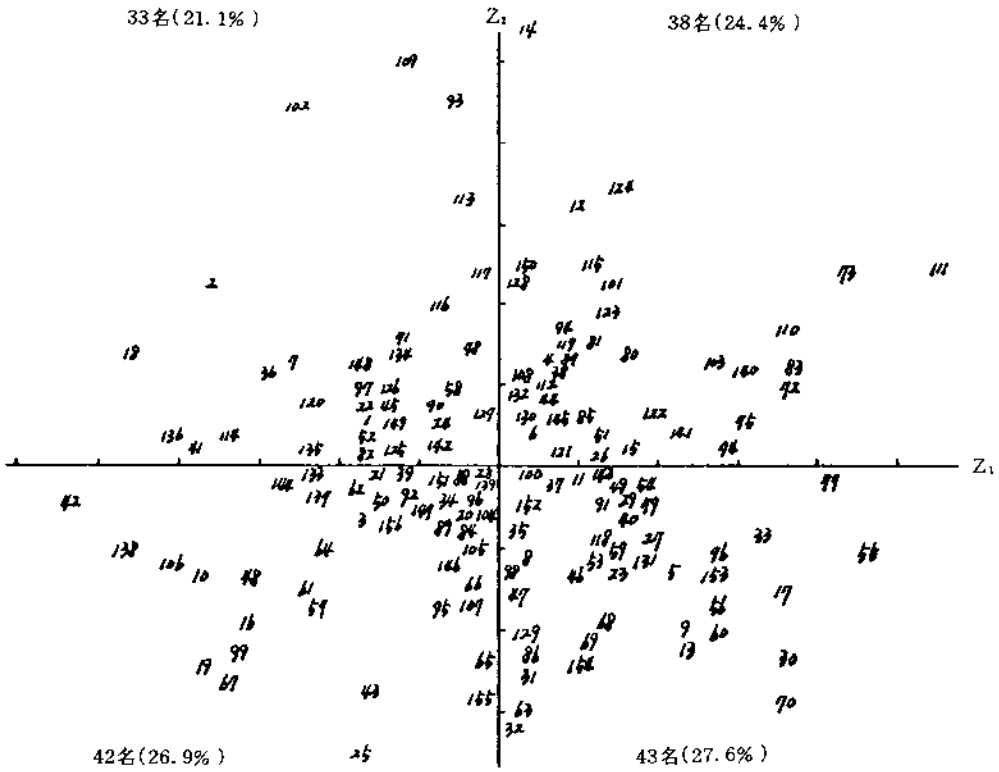

Fig. 3. Dispersion by P.C. score(Female 156名)

V. 結 論

週期的이고 計劃性있는 人体計測은 人間의 体格 및 体型이 時代的 社會的 經濟的 環境에 따라 變化하기 때문에 人間工學的인 側面에서 매우 重要하다. 이러한 人体計測値로서 單純한 變化를 追跡하는 것도 큰 意義를 가지지만 좀 더 多樣한 分析으로서 現實에 適用해 볼 수도 있을 것이다.

本 硏究는 生産現場의 作業者를 對象으로 하여 人体의 全体的인 特性을 고루 나타낸다고 생각되는 13個 部位를 직접 計測하였고 그 相關係數를 구하였다. 또한 計測資料에 對하여 多變量解析技法의 하나인 相關行列로부터의 主成分分析으로 人体計測値를 解析해 본 結果, 特性値를 分類해서 男女間의 差異를 比較하였고 또한 sample을 적절하게 群으로 分割할 수 있음을 보였다.

이러한 人体計測値에 대한 主成分分析은 實質的 作業造型을 위한 作業道具 및 生産設備의 設計, 作業域의 設定等에 대한 基礎資料를 提供할 수 있다고 생각한다.

앞으로 繼續的인 補充硏究는 물론, 分散·共分散行列로부터의 主成分分析을 행하여 相關行列로부터의 分析 結果와 比較할 價値가 있다고 생각하며, 또한 人体計測資料의 多方面에 걸친 解析과 適用이 必要하다고 생각된다.

參 考 文 獻

[1] 李相道, 鄭重喜, "人体計測에 의한 標準作業域의 硏究", 大韓産業工學會誌, Vol. 2, No. 1, p. 73, 1976.

[2] 崔雲永外, "主成分分析에 의한 特性値評價에 관한 硏究", 工業經營論叢, 第3卷, 第3輯, pp. 23～34, 1980.

[3] 白成玉外, Eigenvector方法을 利用한 都市大氣汚染의 Pattern에 관한 硏究" 東亞大學學校附設 韓國公害問題硏究所 硏究報告, 第5卷, 第1號, pp. 1～10, 1981.

[4] 人間工學ハンドブック編集委員會編, "人間工學ハンドブック", 金原出版(株), pp. 256～267, 1972.

[5] 人間工學人体計測編集委員會編, "人体計測値圖表" 人間と技術社, pp. 3～31, 1973.

[6] 奥野忠一, "主成分分析の 應用硏究への 利用と その解析", 標準化と品質管理, Vol. 18, No. 1, 2, pp. 33～38, 1965.

[7] 吉川誠次外, "主成分分析による 國際食糧供給ペタンに關する硏究, 食糧硏究所報告, 第24號, pp. 23～30, 1969.

[8] 奥野忠一外, "多變量解析法(改訂版)", 日科技連出版社, pp. 159～208, 1981.

[9] 脇本和昌外, 多變量グラフ解析法", 朝倉書店, pp. 28～37, 1979.

[10] C. Chatfield et al., *Introduction to Multivariate Analysis* Chapman and Hall, pp. 57～79, 1980.

[11] Morrison, *Multivariate Statistical Methods*, McGraw－Hill, pp. 266～289, 1976

[12] Shan S. Kuo, *Computer Applications of Numerical Methods*, Addison－Wesley, pp. 213～238, 1972