

# 인체의 표면적 측정

## - Anthropometry of Surface Area -

이근부\*  
Lee, Keun Boo

### Abstract

This study present a systematic and more economical anthropometric technique to acquire 3-D anthropometric data by the use of moire interferometry, image processing and computer vision techniques.

An experiment was performed to measure in anthropometric variables (head and face), such as head length, head breath, length of ear to top of head, contained face areas, etc.

We took forty-five subjects with wide range of ages (18 years to 33 years old). The face area was calculated based on contour information. The results were then compared with plaster bandage methods. It turned out that the proposed method had 90.85% consistency.

### 1. 서론

1970년초 방산제품들의 국산화를 위한 인체측정연구[1]에서 얼굴부위 36개 항목을 측정하여, 안전모 국산화를 이루는 등 국내의 인체측정 자료가 산업 설계 응용에 기여한바가 적지 않다. 또한, 공진청과 섬유산업 연합회를 주축으로 1997년부터 2년간에 걸쳐 서울, 부산, 대구 등 5대도시에 거주하는 5만명을 대상으로 연령별, 성별로 세분화하여 국민체위조사를 실시할 예정이다[2].

---

\* 청주대학교 산업공학과

본 논문은 1994년도 청주대학교 학술 연구 지원비에 의한 것임.

그러나 이러한 노력의 대부분은 직접계측방법을 이용하거나 체형분류 방안도 모호하여 인체 형상의 특징을 명확히 제시하지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 경제적이고도 신뢰성 높은 체형측정 장비 및 측정 방안을 개발하여 산업설계의 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

이를 위해 본 연구에서는 모아레 등고선을 이용하는 간접 측정 방법론에 대한 연구와 아울러 인체 부위중 그 해석이 가장 난이한 두상(head)을 실험 대상으로 하여 안전모, 가스 마스크 등의 설계를 위한 자료 획득에 연구의 주안을 두었다.

## 2. 실험

본 장에서는 모아레 간섭 굴절계측법[3]과 영상처리 방법[4]으로 다수인의 체형정보를 분석 및 판별할 수 있는 측정방안의 효용성을 실험을 통해 살펴보고자 한다.

### 2.1 피실험자

본 연구에서는 기준을 설정하기 위한 조사연구보다는 3차원 자료를 측정할 수 있는 방안의 개발에 연구의 주된 목적이 있으므로 한정된 인원을 선발하여 계측하였다.

본 실험에서는 18세에서 33세의 남자 42명과 여자 3명을 실험대상으로 하였다. 이들은 모두 정상적인 신체를 가진자들로 외형상의 특기할 만한 이상은 없었고 대학생들로 구성되어 있다.

### 2.2 실험장비

본 실험에서는 모아레 간섭굴절계측을 행하기 위해 영상처리를 위한 시스템과 모아레 무늬 생성을 위한 광원(One point light source) 및 격자(Grating) 등을 이용하여 실험장비를 구성하였다. 이러한 실험장비의 구성은 Fig.1과 같다.

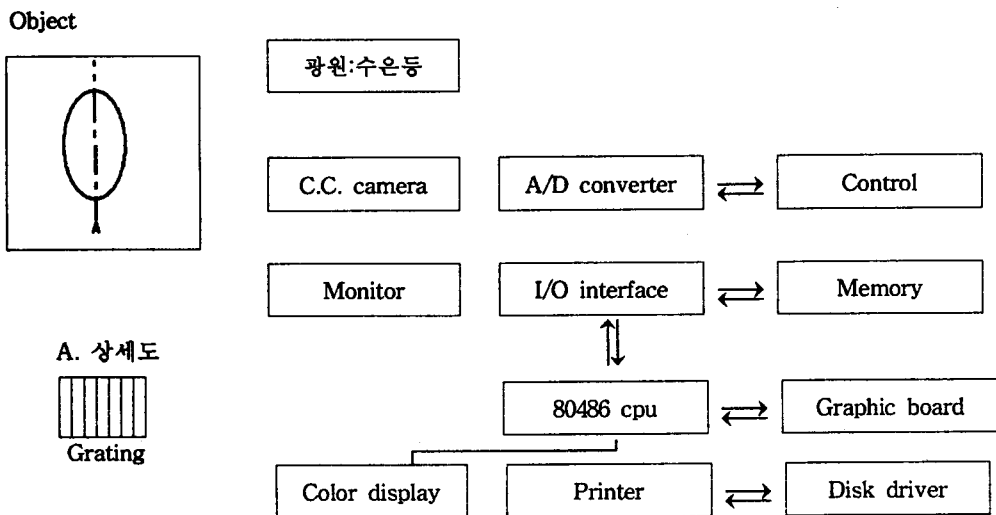


Fig.1. Block diagram of 3D anthropometric data acquisition system

상기한 영상처리 시스템과 광원시스템 및 격자에 대한 세부시방을 정리하면 다음과 같다.

가. 비디콘 카메라(Vidion camera)

본 실험에서는 Tech사의 TV camera (PS-124U)를 영상처리를 위한 데이터 입력 장치로 사용하였다.

나. 영상 처리 장비(Image processing board)

영상 처리 전용 하드웨어 보드는 VT 2853-60Hz를 사용하였으며 이는 해상도가 512×512×256 레벨이며 보드자체에 2개의 전용 버퍼가 있고 총용량은 5M 바이트이다.

다. 국부용 격자(Grating)

인체부위 계측 및 해석에 난제가 있는 두상을 세밀히 측정하기 위해 직경 0.5mm인 나일론 사를 이용하여 간격 0.5mm, 유효면적 270mm×370mm인 격자를 제작하여 실험에 사용하였다.

### 2.3 실험계획

본 연구를 위한 주요 실험과정은 다음과 같다.

비디콘 카메라의 왜율에 대한 교정을 행한후 전술한 장비들을 사용하여 생성된 모아레 무늬를 비디콘 카메라로 영상화 시킨후, 이를 영상 처리하여 획득한 contour들을 컴퓨터 메모리에 수록하였다.

또한, 작성된 contour 간의 사면면적을 구해 체형의 판별분석(Cluster analysis)[5]을 행하였고, 각 contour level 간의 분산분석을 통해 유의성을 검정하였다.

가. 카메라 왜율교정

영상에 맺히는 물체의 크기는 거리에 대단히 민감하게 반응하므로 이를 교정하기 위해 본 실험에서는 비디콘 카메라를 10cm씩 이동 시키면서 생성된 영상의 화소수로써 면적비를 구하였다.

나. 영상처리

피실험자를 격자후면 중앙에 위치하도록 한 후 모아레 등고선을 생성시켰다. 이를 영상처리[6] 시킨후 획득한 2차원 좌표들을 메모리에 수록하였다. 본 실험에서 이용한 알고리즘 블록도는 Fig.2와 같다.

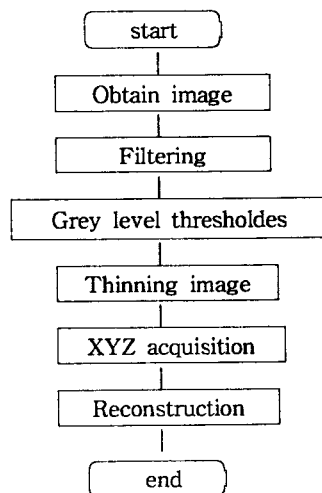


Fig.2. Image Analysis

생성된 모아래 등고선 자체가 높이 h를 지니는 등고선은 Z축에 대한 고유 좌표치를 지니므로 실측표본형상에 대한 3차원 좌표를 구할 수 있게된다.[7]

### 3. 실험의 결과

총 45명에 대해 두상 측정 자료들을 중심으로 실시된 실험결과는 Tab.2과 같다.

Tab.2. Specific regions of face area and grouping of cluster analysis

No.	Face area (píxeles)	Cluster category (píxeles)	No.	Face area (píxeles)	Cluster category (píxeles)
1	7537	4	24	6940	1
2	6463	5	25	7016	5
3	6269	2	26	6638	1
4	7057	4	27	6937	1
5	7647	4	28	7035	5
6	6671	1	29	6834	1
7	6728	2	30	7001	1
8	6177	2	31	6551	5
9	7379	3	32	6350	5
10	7339	1	33	6759	1
11	6718	3	34	6717	3
12	6765	1	35	6784	5
13	6989	3	36	6640	5
14	6434	3	37	6612	5
15	6766	5	38	6746	1
16	6943	3	39	6075	5
17	7110	5	40	7081	1
18	6635	3	41	6142	3
19	7451	1	42	6518	1
20	7125	3	43	6354	1
21	7242	1	44	7005	1
22	7109	1	45	6347	1
23	6840	1			

Tab.2에 나타난 피실험자들의 두상자료(면적)들은 pixel 수로 표현되어 있으므로(비디콘 카메라와 격자거리=77cm) 다른 조건하에서는 비례수식이 필요하다고 생각되어지며 생성된 등고선들이 만들어 내는 사면(두상의 표면에 상용)의 면적에 따라 형상특성이 표현되므로 형상과 사면은 서로 대응 관계에 있다. 그러므로 이를 cluster analysis 함으로써 두상의 형상분류가

가능하다. C.A는 SAS 의 계층적 판별분석중 ward[8]의 최소분산에 의한 알고리즘을 이용하였으며 그 결과 5개의 집락으로 형성되었다.

4. 분석 및 고찰

본 연구에서는 data의 분석을 위해 전장에서 소개한 SAS를 사용하여 cluster mean과 cluster S.D를 구하였다.(Tab.3, 4)

Tab.3. cluster mean

cluster	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8
1	0.2458	0.2268	0.2064	0.1598	0.0902	0.0451	0.0260
2	0.2738	0.2444	0.2040	0.1474	0.0785	0.0337	0.0186
3	0.2555	0.2334	0.2104	0.1586	0.0845	0.0386	0.0188
4	0.2449	0.2200	0.1857	0.1453	0.1120	0.0655	0.2665
5	0.2485	0.2253	0.1994	0.1543	0.0922	0.0500	0.0302

Tab.4. cluster standard deviations

cluster	level 2	level 3	level 4	level 5	level 6	level 7	level 8
1	0.0043	0.0027	0.0025	0.0032	0.0034	0.0027	0.0030
2	0.0053	0.0018	0.0084	0.0034	0.0043	0.0027	0.0028
3	0.0025	0.0030	0.0033	0.0036	0.0049	0.0024	0.0043
4	0.0057	0.0030	0.0041	0.0054	0.0026	0.0051	0.0035
5	0.0057	0.0029	0.0043	0.0028	0.0033	0.0030	0.0035

또한 생성된 5개의 cluster category의 contour level에 따른 두상 형상의 사면 면적을 분산분석을 통해 검증하였다. (Tab. 5)

Tab.5. Analysis of variance procedure

	source	DF	Anova SS	MS	Fvalue	Pr >
level 2	CL	4	0.00241804	0.000060451	29.07	0.0001
level 3	CL	4	0.00135895	0.000339740	43.05	0.0001
level 4	CL	4	0.00171779	0.000429450	30.59	0.0001
level 5	CL	4	0.00092689	0.000231720	20.79	0.0001
level 6	CL	4	0.00217111	0.000542780	38.33	0.0001
level 7	CL	4	0.00226232	0.000565580	67.72	0.0001
level 8	CL	4	0.00079461	0.000198650	16.80	0.0001

상기한 분산분석에 의해 5개군의 서로 다른 형상을 구성하는 각 contour의 사면 면적은 유의 수준 0.01%하에서 인정됨을 고찰할 수 있었다.

## 5. 결 론

그 동안 우리나라에서 통용되어온 정부의 「한국 공업규격 외류 치수 규격」은 조사 대상에 한정성을 보였고 측정방법도 직접측정을 고수하였으며 분류의 경우에도 체형을 무시한 것 등의 면면들이 지적될 수 있다.

특히 인체에 밀착되어 사용되는 마스크나 안경 등은 사용자에게 적합해야 하므로 체계화된 설계과정을 위해서는 인체의 3차원적 형상자료를 이용한 곡면의 형태나 면적에 관한 정보를 바탕으로 한 설계가 이루어져야 한다.

본 연구에서는 이러한 문제들을 개선하기 위해 인체형상 자료들을 정밀하게 획득할 수 있는 방법 및 장비들을 개발하였으며 이를 산업설계에 이용할 수 있도록 응용방안을 제시하였다.

본 실험의 피실험자 45명을 대상으로 모아레 간섭 굴절 계측법을 이용하여 등고선들이 형성한 인체의 굴곡(사면)면적에 의한 cluster analysis를 행한 결과 5개의 집단으로 두상을 분류할 수 있었으며 이는 종래의 마틴식 인체 측정 방안과 비교하여 그 분류 과정상의 경제성, 효율성, 객관성이 높다고 판단할 수 있었다.

본 연구는 직접계측이 곤란한 3차원 인체부위, 특히 두상을 대상으로 측정이 능하도록 하는 방법의 정립에 주력하였으며 이를 산업용품들의 표준화를 위한 계측에 활용할 경우 보호 장구 설계등에 유효하게 이용할 수 있으리라 생각한다.

## 참 고 문 헌

- [1]. 한국 표준 연구소, "인체 측정 방법 및 용어의 표준화 연구", 한국 표준 연구소, p.12, 1988.
- [2]. 박 학 용, "국민 체위 조사", 문화일보(1187호), p.8, 1995.
- [3]. Hiroshi Takasaki, "Moire Topography", App.opt., Vol.12, No.4, 1973.
- [4]. Azriel, R.F., and Avinase C.kak, "Digital picture processing", Academic press, pp.153~202, 1980.
- [5]. 이 남 식, "컴퓨터를 이용한 3차원 인체형상의 표현 및 재현", KAIST, 1987.
- [6]. T.Y.Z.hang and C.Y.suen, "A Fast Parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns", Image processing and computer vision, Vol.27, No.3, 1984.

[7]. Hiroshi, T., *op.cit.*, pp.1467~1472.

[8]. SAS Institute, "SAS User's Guide", Cary Inc., North Carolina, 1982.