

## 3차원 자동체형계측기 정밀도 검사

전수형 · 권석동 · 박세정 · 김정양 · 송정훈\* · 김현진\* · 김종원

동의대학교 한의과대학 사상체질과, \* (주)맥서러시

### Abstract

#### An Accuracy Analysis of the 3D Automatic Body Measuring Machine

Jeon Soo-Hyung, Kwon Suk-Dong, Park Se-Jung, Kim Jung-Yang,

Song Jung-Hoon\*, Kim Hyun-Jin\*, Kim Jong-Won

Dept. of Sasang Constitutional Medicine, College of Oriental Medicine, Dongeui Univ.

\*Maxuracy. Co., LTD.

#### 1. Objectives

The Body Shape and Feature is one of the important standard for classification of Sasang Constitutions. In order to evaluate one's Body Shape and Feature objectively we have been developing the Body Measuring Machine. Now we develop the 3D Automatic Body Measuring Machine(3D-ABMM). So we make an analysis of the 3D-ABMM's Accuracy.

#### 2. Methods

By using the 3D-ABMM and Vivid 9i(3D laser scanner, Konica Minolta) we have a surface scan of the three objects which are the upper body of the female and male Manikin and a male model. We overlap each scan data using the RapidForm2006 (3D scan data solution, INUS Technology) and calculate the average distance and standard deviation between the same point of each scan data.

#### 3. Results and Conclusions

In the female Manikin, the average distance is 0.84mm and the standard deviation is 1.16mm and the maximum distance is 10.68mm. In the male Manikin, the average distance is 1.12mm and the standard deviation is 1.19mm and the maximum distance is 12.00mm. In the male model, the average distance is 3.26mm and the standard deviation is 2.59mm and the maximum distance is 12.75mm.

From the results, 3D-ABMM has good accuracy for scanning body and will be a usable hardware of the 3D Automatic Body Analysis Machine.

**Key Words :** Body Shape and Feature, Sasang Constitution, 3D Automatic Body Measuring Machine, 3D Automatic Body Analysis Machine

## I. 緒 論

體形氣像은 容貌詞氣와 함께 외형에 대한 관찰로 체질 변별의 중요한 지표가 된다. 사상인의 체형을 이체미는 四焦 부위의 盛壯과 孤弱으로 표현하였는데 이후 체형기상에 대한 연구에서 객관적인 평가를 위해 주로 실제 계측치가 이용되었다.

- 접수일 2008년 03월 10일; 승인일 2008년 03월 30일
- 교신저자 : 김종원  
부산시 부산진구 양정2동 동의의료원 사상체질과  
Tel : +82-51-850-8640 Fax : +82-51-867-5162  
E-mail : jwonkim@deu.ac.kr
- 본 연구는 보건복지부 한방치료기술연구개발사업의 지원에 의한 것임.(Grant No. B050010)

대표적으로 허 등<sup>1,2</sup>의 5군데 체간 너비 측정과 김 등<sup>3,4</sup>의 8군데 둘레 측정은 현재 임상에서 사용되고 있고 통계적으로 유의한 것으로 보고된 바 있다. 그러나 큰 수평자로 너비를 측정하고 줄자로 둘레를 측정하는 데는 숙련도에 따른 측정 오차가 발생하고 신체적 접촉이 불가피하여 이에 김 등<sup>5</sup>은 선문대 공대 박윤창교수팀과 IBS-2000<sup>1)</sup>을 수정 보완하여 비접촉식 3차원 체형자동분석 체질진단기 시작품을 개발하였다.

이후 조명의 영향을 덜 받고 측정 속도와 이미지 복원능력이 향상된 (주)맥써러시의 RFS-S100<sup>2)</sup>의 기술을 체형 체형계측에 적용시켜 3D Automatic Body Measuring Machine (3D-ABMM)을 개발하였다.

3D-ABMM은 향후 개발될 3차원 자동 체형분석기(3D Automatic Body Analysis Machine)의 하드웨어로 본 연구에서는 남녀 마네킹과 실제 남성의 상체를 대상으로 3D-ABMM의 정밀도를 계측 정밀도가 높게 평가되는 코니카미놀타의 3차원 정밀 레이저스캐너인 Vivid-9i와 비교하여 그 결과를 보고하는 바이다.

## II. 研究對象 및 方法

### 1. 연구대상

여성마네킹과 남성마네킹의 상체와 남성 모델 상체를 대상으로 하였다(Fig. 1~3). 여성마네킹은 너비 300mm, 높이 550mm, 회색이고 남성마네킹은 너비 300mm, 높이 600mm, 살색이며 재질은 모두 FRP이다. 남성 모델은 바로선 자세에서 팔을 45도 벌린다.

### 2. 연구방법

현재 개발 중인 3차원 자동 체형분석기의 하

- 1) 지스켄(주)에서 개발한 3차원 체형계측기로 회전 다면경을 이용한 위상천이 PMP법을 이용, 150여 개의 슬릿빔을 동시 영상하고 10장의 영상에서 한 면의 전체 형상 측정함. 오차범위 0.02mm
- 2) 맥써러시(주)에서 개발한 공간부호화 기법을 이용한 얼굴전용 3차원 스캐너로 눈을 뜬 상태에서 촬영가능, 촬영시간: 0.8초

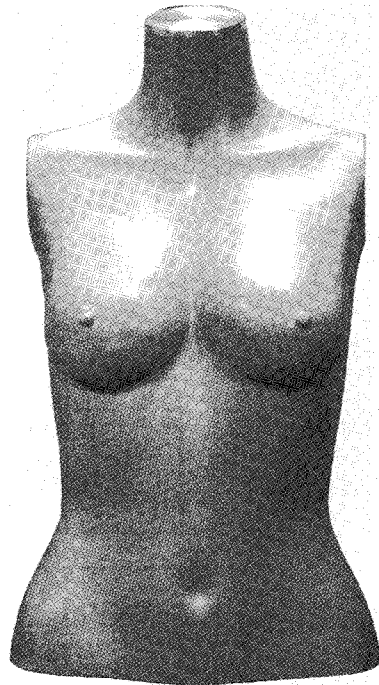


Fig. 1. Female Manikin

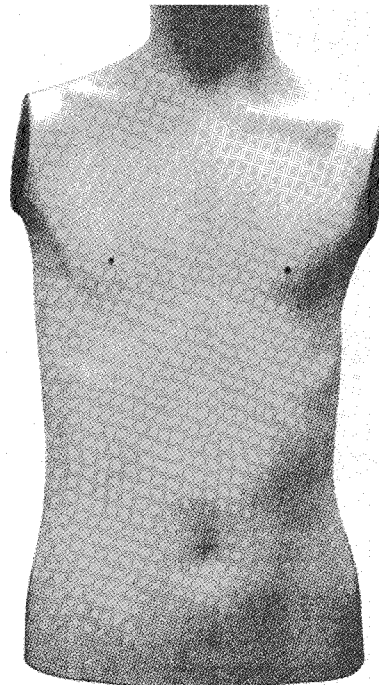


Fig. 2. Male Manikin

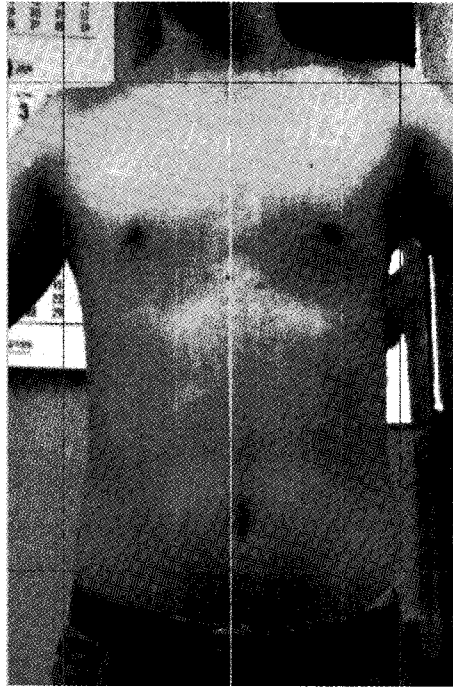


Fig. 3. Male Model

Table 1. 3D-ABMM Specifications

Measurement field	(W)500 X (H)680mm
Measurement time	1 sec
Measurement distance	1.0~1.2m
Measurement type	Spatial Scalable Coding
Texture map	24-bit color
Camera resolution	600 X 800 pixels
Interface	IEEE 1394, RS232C
power	100v~230v 50/60Hz
a source of light	halogen 150W lamp
light	800 lumens

드웨어인 3D-ABMM(Fig. 4)과 비교적 정밀도가 좋은 레이저 스캐너인 Vivid 9i(Fig. 5)의 획득 데이터를 상호 비교한다. 각 기기의 사양은 Table 1, 2와 같다. 위의 각 대상에 대해 600lux 이하 일반 사무환경에서 3회 반복 측정하고 정밀도 분석은 RapidForm2006<sup>3)</sup>을 이용하여 Vivid 9i 스캔 데이터에

3) RapidForm2006: (주)아이너스의 3차원 스캔데이터 솔루션. 스캔데이터를 기반으로 모델링 및 품질검사를 전문으로 하는 소프트웨어임.

Table 2. VIVID 9i Specifications

Product Type	Non-contact 3D digitizer
Measuring Method	Triangulation light block method
Laser Scan Method	Galvanometer-driven rotating mirror
Scan Range	0.5 to 2.5m
X direction Input Range	TELE 198~463mm
Y direction Input Range	TELE 69~347mm
Z direction Input Range	TELE 26~680mm
Input time(per scan)	2.5 sec
Accuracy (x,y,z)	±0.05mm
Precision (z, typ.)	0.008mm
Lighting Condition	500 lux or less
Camera resolution	640 X 480 pixels
Date File Size	3.6MB per data
Interface	SCSI II
power	AC 100 to 240V,

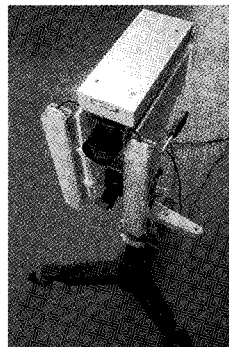


Fig. 4. 3D-ABMM

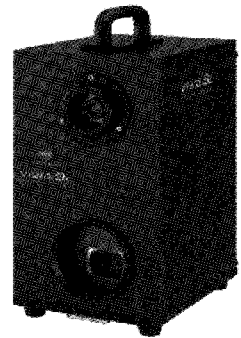


Fig. 5. Vivid 9i

3D-ABMM의 스캔 데이터를 겹쳐 거리오차의 평균과 표준 편차를 구한다.

### III. 研究結果

#### 1. 여성마네킹의 정밀도 측정

3회 반복하여 측정한 결과 평균거리는 0.84mm 이고 표준편차는 1.16mm이고 최대거리는 10.68mm 이다. 오차 비교 영상에서 오차가 클수록 붉은색을 띄고 오차가 작을수록 푸른색을 띈다. 마네킹의 목부위에 붉은색이 집중되어있다(Fig. 6).

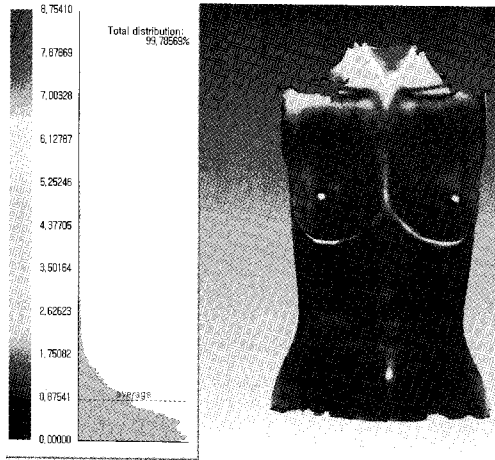


Fig. 6. Comparative Image of Female Manikin

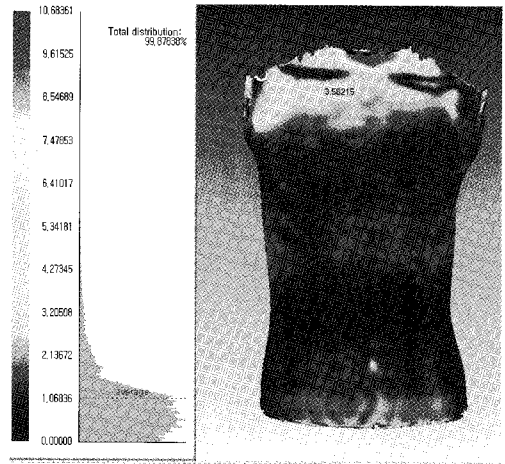


Fig. 7. Comparative Image of Male Manikin

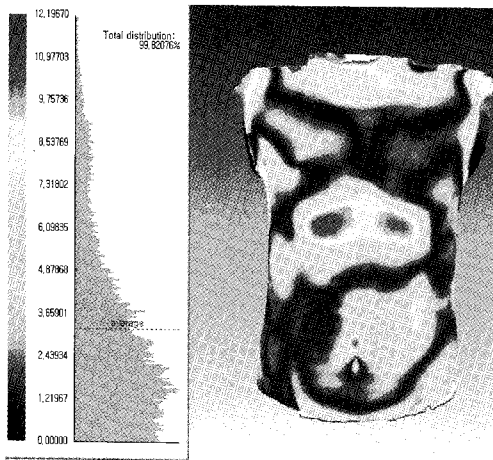


Fig. 8. Comparative Image of a Male Model

상복부에 붉은색이 집중되어 있고 아래위 모서리에서 오차가 평균이상으로 나타난다(Fig. 8).

#### IV. 考 察

그동안 체질변증의 객관화를 위한 많은 연구가 진행되었다. 그 중에서 知人의 시작이라고 할 수 있는 체형의 평가는 四焦의 발달 정도에 대한 설문과 계측기를 이용한 신체 계측치 비교가 주로 이용되었다.

대부분의 설문지에서 환자 스스로가 자신의 체형을 비교 평가하도록 되어있으나 실측치와 체형에 대한 설문 결과를 비교한 이 등<sup>6</sup>의 연구에서 환자의 주관적 평가와 실측치 간에는 상당한 차이가 있고 같은 내용이라도 질문을 어떻게 하느냐에 따라 이해도가 달라져 결과는 다르게 나타날 수 있음을 지적하였고 설문형태의 개선이 필요하다고 하였다.

신체계측의 경우 체간의 너비와 둘레가 주로 이용되는데 계측이 정확하지 않으면 오히려 결과를 신뢰할 수 없게 된다. 기존의 직접 계측은 신체적 접촉으로 인해 불쾌감이 유발되고 측정자의 숙련도에 따라 많은 오차가 발생하여 이를 개선하고자 김<sup>4</sup>은 비접촉식 3차원 체형자동분석기를 개발 중에 있으며 2006년 IBS-2000을 수정

### 2. 남성마네킹의 정밀도 측정

평균거리는 1.16mm이고 표준편차는 1.19mm이고 최대거리는 12.00mm이다. 오차 비교 영상에서 목 부위에 붉은색이 집중되어 있고 가슴윗부분에서 오차가 평균이상으로 나타난다(Fig. 7).

### 3. 남성 상체의 정밀도 측정

평균거리는 3.26mm이고 표준편차는 2.59mm이고 최대거리는 12.75mm이다. 오차 비교 영상에서

보완하여 1차 시작품을 개발하였고 수동식계측과 비교하여 성별, 나이별, 비만도별 체질진단 정확률을 발표하였다.<sup>5)</sup>

1차 시작품은 많은 장점에도 불구하고 촬영시 반드시 빛을 차단하여야하고 기기의 움직임이 다소 제한되는 단점이 있었다. 이후 일반사무 조명에서 촬영이 가능하고 측정 속도와 이미지 복원 능력이 뛰어난 (주)맥써러시의 RFS-S100을 체형의 측정에 이용하였다. 그러나 RFS-S100은 얼굴전용 스캐너로 개발되어 측정 범위가 작아 체형계측에 적합하지 않았다. 현재 RFS-S100은 이 등<sup>6,7)</sup>의 3차원 안면자동분석 사상체질진단기 개발에 이용되고 있고 정확도에 대한 테스트 결과를 발표하였다.

2007년 겨울 (주)맥써러시와의 공동연구결과 체형의 이미지를 충분히 복원해내는 3D Automatic Body Measuring Machine(3D-ABMM)를 개발하였다. 이것은 향후 개발될 3차원 자동체형분석기의 하드웨어로 공간부호화 기법<sup>7,8)</sup>을 이용한 형상계측기이다.

본 연구는 3D-ABMM의 정밀도 검사로 정밀도 분석은 아주 정밀하게 제작된 정밀도 측정용 타겟을 스캔하여 타겟의 실측값과 스캔 데이터값을 비교하는 것이 원칙이나 비교 대상인 Vivid-9i는 정밀도가 매우 높게 평가되는 레이저 스캐너이므로 두 기기의 스캔 데이터간의 오차거리를 보는 것도 의미 있는 검사방법이라 생각된다. 추후 3D-ABMM의 성능이 더욱 향상되어 제품으로 출시될 경우 정밀도 타겟을 이용해 최종 검사해야할 것이다.

3D-ABMM은 사람을 대상으로 체형 측정이 목적이므로 성인의 신체 사이즈와 유사한 크기의 남녀 마네킹을 실험 대상으로 하였고 또한 실제 사람을 대상으로 하여 고정된 사물과 어떤 차이가 있는지 살펴보았다. 매회 측정값이 비슷하여 3회씩 반복 촬영하여 획득한 데이터로 평균거리, 표준편차, 최대거리를 계산하였다.

정확도 검사결과 평균거리, 표준편차, 최대거리

모두 여성마네킹, 남성마네킹, 남성 모델 순으로 작게 나타났다. 마네킹에서 여성마네킹 측정이 더욱 정밀하게 나타난 것은 여성마네킹의 체형이 부드러우면서도 굴곡이 있고 유두점과 같은 특이 점이 있어 두 기기의 스캔 데이터가 잘 겹쳐진 결과라 생각된다.

오차 비교 영상에서 오차가 클수록 붉은색을 띄고 오차가 작을수록 푸른색을 띄는데 남녀 마네킹 모두 목 부위에 붉은색이 집중된 반면 몸통의 좌우 모서리쪽은 모두 고르게 푸른색으로 나타났다. 체형의 평가는 주로 몸통의 너비와 체표거리를 이용하게 되므로 목 부위의 결과는 크게 중요하지 않다. 또한 평균거리가 1mm내외로 3D-ABMM의 정밀도는 Vivid-9i와 비슷하다고 할 수 있다.

남성 모델을 대상으로 한 경우 평균거리 3.26mm, 표준편차 2.59mm로 고정된 마네킹에 비해 평균거리와 표준편차가 모두 3배 정도 증가하였다. 남성 모델이 촬영시 매회 같은 자세를 유지할 수 없기 때문에 증가한 것이라 생각되고 3D-ABMM은 스캔 시간이 1초로 Vivid-9i의 2.5초보다 짧으므로 움직임을 완전히 배제할 수 없는 사람을 대상으로 할 때는 3D-ABMM이 더욱 유리할 것으로 생각된다. 추후 남녀 사람을 대상으로 기기별 측정값의 평균과 편차를 비교해보는 실험이 진행되어야 할 것이다.

모델을 대상으로 한 오차 비교 영상에서 특히 상복부에 붉은색이 집중된 것은 호흡과 관련이 있는 것으로 생각된다. 촬영시 모델은 들숨과 날숨의 중간에서 정지하는데 그 중간지점이 매번 정확할 수가 없다. 차후 호흡 정지시 떨림을 최소화할 수 있는 자세에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 結 論

남녀마네킹과 남성 모델의 상체를 3D-ABMM과 Vivid 9i로 스캔하고 RapidForm 2006을 이용하여 각각의 스캔 데이터를 겹쳐 거리오차의 평균과 표준 편차를 구한 결과 현재 개발된 3D-ABMM의 정밀도는 우수한 것으로 나타났다. 그리고 3D-

4) 2005년-2008년 보건복지부 한방치료기술연구개발사업에 의해 진행된 "사상체질진단 자동화기기 개발"의 중의대 김종원

ABMM의 용도가 체형의 측정인 만큼 호흡과 떨림으로 인한 측정 오차를 줄일 수 있는 보정프로그램 개발이나 촬영자세 등에 대한 연구가 계속 진행되어야 할 것이다.

## VI. 參考文獻

1. 허만희, 송정모, 김달래, 고병희. 사상인의 형태학적 도식화에 관한 연구. 사상체질의학회지. 1992; 4(1):107-148.
2. 허만희, 고병희, 송일병. 체간측정법에 의한 체질판별. 사상체질의학회지. 2002;14(1):51-66.
3. 김종원, 전수형, 설유경, 김규곤, 이의주. 신체계측법을 이용한 사상체질별·성별 체형연구. 사상체질의학회지. 2006;18(1):54-61.
4. 김규곤, 김종원, 이의주. 사상체질분류에 사용되는 인체측정자료의 변수변환 방법. Journal of the Korean Data Analysis Society. 2005;7(4): 1175-1185.
5. 설유경, 이의주, 김규곤, 김종원. IBS-2000보정기기를 이용한 체형측정방법에 따른 사상체질 진단정확률 비교연구. 사상체질의학회지. 2007; 19(1):78-89.
6. 이희승, 박성식. A Clinical Study About Difference Between Recognition of One's Own Body Figure and the Real Body Shape. Korean Journal of Oriental Medicine. 2007;28(4):52-60.
7. 박창규, 석재화, 송정훈, 김현진, 황민우, 유정희, 고병희, 김종원, 이의주. 3차원 안면자동분석 사상체질진단기의 Hardware 오차분석. 사상체질의학회지. 2007;19(2):22-29.
8. 석재화, 송정훈, 김현진, 유정희, 박창규, 이준희, 고병희, 김종원, 이의주. 3차원 안면자동인식기(3D-AFRA)의 Hardware 정밀도 검사: 형상복원 오차분석. 사상체질의학회지. 2007;19(2):30-39.