

## 3차원 안면자동분석 사상체질진단기의 Hardware 오차분석

곽창규 · 석재화 · 송정훈\* · 김현진\* · 황민우

유정희 · 고병희 · 김종원\*\* · 이의주

경희대학교 한의과대학 사상체질과, \*(주)맥서러시

\*\*동일대학교 한의과대학 사상체질과

### Abstract

#### An Error Analysis of the 3D Automatic Face Recognition Apparatus (3D-AFRA) Hardware

Kwak Chang-Kyu, Seok Jae-Hwa, Song Jung-Hoon\*, Kim Hyun-Jin\*,

Hwang Min-Woo, Yoo Jung-Hee, Kho Byung-Hee, Kim Jong-Won\*\*, Lee Eui-Ju

Dept. of Sasang Constitutional Medicine, College of Oriental Medicine, Kyung-hee Univ.

\*Maxuracy. Co., LTD.

\*\*Dept. of Sasang Constitutional Medicine, College of Oriental Medicine, Dong-eui Univ.

#### 1. Objectives

Sasang Constitutional Medicine, a part of the traditional Korean medical lore, treats illness through a constitutional typing system that categorizes people into four constitutional types. A few of the important criteria for differentiating the constitutional types are external appearances, inner state of mind, and pathological patterns. We had been developing a 3D Automatic Face Recognition Apparatus (3D-AFRA) in order to evaluate the external appearances with more objectivity. This apparatus provides a 3D image and numerical data on facial configuration, and this study aims to evaluate the mechanical accuracy of the 3D-AFRA hardware.

#### 2. Methods

Several objects of different shapes (cube, cylinder, cone, pyramid) were each scanned 10 times using the 3D Automatic Face Recognition Apparatus (3D-AFRA). The results were then compared and analyzed with data retrieved through a laser scanner known for its high accuracy. The error rates were analyzed for each grid point of facial contour scanned with Rapidform2006 (Rapidform2006 is a 3D scanning software that collects grid point data for contours of various products and product parts through 3D scanners and other 3D measuring devices; the grid point data thusly acquired is then used to reconstruct highly precise polygon and curvature models).

#### 3. Results and Conclusions

The average error rate was 0.22mm for the cube, 0.22mm for the cylinder, 0.125mm for the cone, and 0.172mm for the pyramid.

The visual data comparing error rates for measurement figures retrieved with Rapidform2006 is shown in Fig.3~Fig.6. Blue tendency indicates smaller error rates, while red indicates greater error rates

The protruding corners of the cube display red, indicating greater error rates. The cylinder shows greater error rates on the edges. The pyramid displays greater error rates on the base surface and around the vertex. The cone also shows greater error rates around the protruding edge.

**Key Words :** 3 Dimension, Face, Automatic, Sasang Constitutional Medicine (SCM)

• 접수일 2007년 06월 30일; 승인일 2007년 07월 27일  
• 교신저자 : 이의주  
서울특별시 동대문구 회기동 1 경희의료원 한방병원 사상체질과  
Tel : +82-2-958-9230 Fax : +82-2-958-9234

E-mail : sasangin@paran.com  
• 본 연구는 보건복지부 한방치료기술연구개발사업의 지원에 의한 것임.(B05-0010-AM0815-05N1-00020B)

## I. 緒 論

한국전통의학인 사상체질의학에서는 사람을 4가지 유형으로 구분하여 질병을 치료한다. 외모, 심성, 병증 그리고 약물에 대한 반응 등이 체질을 구별하는 중요한 지표가 된다.

사상의학을 창시한 東武 李濟馬는 『東醫壽世保元』 「四象人辨證論」에서 “人物形容 仔細商量 再三推移 如有迷惑 則參互病證”이라 하여 사람의 외모를 자세히 관찰하는 것을 체질진단의 첫 번째 방법으로 삼고 있다<sup>1</sup>.

외모에 대한 특징은 몸통에 나타난 특징을 파악하는 체형기상(體形氣象)과 얼굴에 나타난 특징을 파악하는 용모사기(容貌詞氣)로 구분하여 볼 수 있다<sup>2</sup>. 체형기상에 대한 객관화를 위하여 몸통의 부위별 길이나 둘레를 측정하는 방법과 모아레를 이용한 입체적인 측정 방법이 연구되었다.

용모사기의 객관화를 위해서는 카메라로 안면을 촬영한 후 2차원적인 얼굴사진에 특징점을 포인팅하고 데이터화 하여 체질별 특징을 연구하는 방법이 사용되었는데 홍 등<sup>3</sup>은 사상인의 이목구비에 나타난 형태학적 특징에 대하여 연구하였고, 윤 등<sup>4,5</sup>은 한국인의 연령대별로 사상인의 얼굴에 나타난 특징을 연구하였다.

그러나 3차원인 얼굴형상을 2차원인 평면사진으로 변환하면서 발생하는 정보의 왜곡과 검사자가 손으로 직접 포인팅을 하는 과정에서 발생하는 오류가 있기 때문에 진단 정확률이 높지 않았다.

이에 3차원적인 얼굴형상을 그대로 데이터화 하여 체질별 특징을 비교하는 방법의 필요성이 대두되어 듀얼카메라를 이용한 3차원 안면진단기기의 개발이 진행되었다.

그러나 개발 중이던 안면진단기기는 광학적인 특징 때문에 삼각뿔의 꼭짓점이나 원기둥의 측면에서 오차가 많이 발생되었다<sup>6,9</sup>.

이는 안면상의 굴곡이 심한 코끝 부위와 측면 윤곽선부분의 오차가 발생하는 원인이 되어 기기의 하드웨어적인 오차 때문에 체질진단에 한계를 나타내었다.

이를 보완하기 위하여 공간분할 부호화 광학방식의 3차원 형상 복원법을 활용하여 새로 3차원 안면자동진단기를 개발 중에 있다.

본 연구에서는 향후 진행될 3차원적인 안면 값을 이용하여 체질을 진단할 때 신뢰도를 높이기 위하여 개발 중인 3차원 안면자동진단기의 하드웨어적인 정밀도를 검사하여 보고하는 바이다.

## II. 研究對象 및 方法

### 1. 연구대상

3차원 안면자동인식기를 이용하여 안면형상을 부위별로 간략화한 사각기둥, 원기둥, 원뿔, 삼각뿔을 촬영하고 자료를 분석하여 하드웨어적인 정밀도를 분석한다(Fig. 1).

실험모형은 흰색이며 재질은 모두 석고이다. 사각기둥은 가로 103.22mm, 세로 103.97mm, 높이

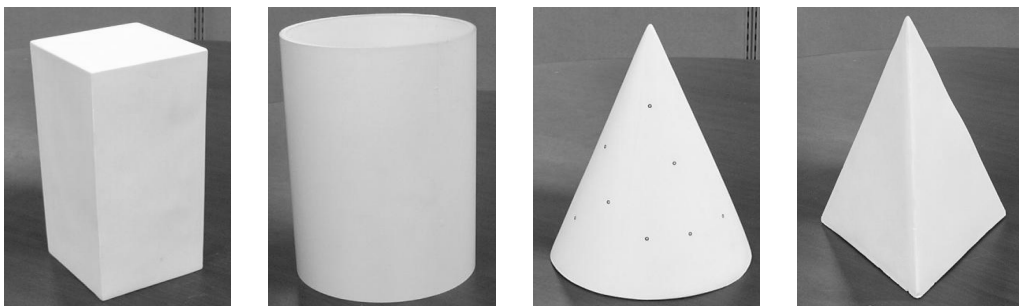


Fig. 1. Cube, Cylinder, Cone, Pyramid

238.7mm이며 원기둥은 지름 160.17mm, 높이 220.2mm이다. 원뿔은 지름 164.5mm, 높이 211.15mm이고 삼각뿔은 밑면이 각각 170.2mm, 170.77mm, 170.75mm, 높이 223mm이다.

**2. 연구방법**

3차원 안면자동인식기를 이용하여 사각기둥, 원기둥, 원뿔, 삼각뿔을 각각 10회 반복 측정하여 정밀도를 검증한다.

사각기둥, 원기둥, 원뿔, 삼각뿔의 3차원 측정값은 계측 정밀도가 높게 인정된 레이저 스캐너(VIVID 9i 스캐너)를 기준 값으로 삼아서 비교 분석한다.

3차원 값은 RapidForm2006 사용하여 획득된 모든 점에서 오차 값을 추출한다.

Rapidform2006은 3차원 스캐너를 비롯한 다양한 3차원 측정 장비를 이용해 획득한 실제 제품 및 부품의 형상 정보인 점군 데이터를 고품질, 고정밀의 폴리곤 및 곡면 모델로 재구성하여 주는 3D 스캐닝 소프트웨어로써 3차원 안면자동인식기와 Laser Scanner(vivid 9i)로 계측한 데이터의

오차 값을 비교하여 수치화할 수 있는 프로그램이다.

3차원 안면자동 인식기의 기기 사양은 Table. 1과 같으며 모양은 Fig. 2와 같다.



Fig. 2. 3D Automatic Face Recognition Apparatus

Table 1. Description of 3D-AFRA

Product type	Non-contact 3D digitizer
Measurement type	Spatial Scalable Coding
Measurement field	(W)230mm×(H)300mm
Scanning time	1sec
Measurement distance	600mm~700mm
Imaging Element	MAX 30만 Points IEEE 1394
Ambient lighting condition	150w DC lamp
Number of Output Pixels	3D data/color data: 640×480
Data	480×640 Pixels
Out interface	IEE 1394 port
Dimensions	(H)1090mm×(W)370mm×(D)400mm
Weight	18.7Kg
Temperature range	5℃~35℃
Power	Commercial AC power, 110 to 220 V
Computer	CPU : Intel PentiumIV 3GHz or above RAM : 1GB or above HDD : 100G or above Graphic card : 128MB or above
Operating system	Microsoft Windows 2000 / XP

기준 값이 되는 Laser scanner는 Vivid 9i를 사용하였으며, 정확도 <0.008mm, Resolution(x, y, z) 200×200×256 point, 측정거리 0.6m~2.5m으로, 현재 3D Game software 개발, 프로덕션 CG나 디자인 교육, 업체 Make-up 디자인 업체, 인체공학 등과 같이 모델이 급변하게 변하는 품목 연구업체,



Fig. 3. Laser Scanner (Vivid 9i)

박물관 등에서 많이 사용되고 있으며, 기기 사양은 Table 2와 같으며 모양은 Fig. 3과 같다.

### Ⅲ. 研究結果

#### 1. 사각기둥의 정밀도 측정

Rapidform2006을 통한 사각기둥의 계측값 오차 비교 영상자료는 Fig. 4와 같다. 비교영상에서 색채상 파란색으로 치우칠수록 오차 값이 작은 것을 나타내고, 빨간색으로 치우칠수록 오차 값이 큰 것을 나타낸다.

10회 측정한 결과 사각기둥의 평균오차값은 0.22mm이고 영상자료에서 나타난 색의 차이를 보면 주로 사각기둥의 돌출된 모서리 부위에서 빨간색이 많이 분포되어 오차 값이 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

최대거리는 2.434mm이다.

Table 2. Description of Laser Scanner(Vivid-9i)

Product type	Non-contact 3D digitizer
Measuring Method	Triangulation light block method
Scan Range	0.6 to 1.0m (In Standard model) 0.5 to 2.5m (In Extended model)
Laser Scan Method	Galvanometer-driven rotating mirror
Laser Class	Class 2(IEC 60825-1), Class 1(FDA)
X direction Input Range(In Extended mode)	TELE 93 to 463 mm
Y direction Input Range(In Extended mode)	TELE 69 to 347 mm
Z direction Input Range(In Extended mode)	TELE 26 to 680 mm
Accuracy (x, y, z)	±0.05mm
Precision (z, σ)	0.008mm
Measurement distance	0.6m~2.5m
Input time(per scan)	2.5 sec
Ambient lighting condition	under 500 lux or less
Number of Output Pixels	3D data/color data: 640×480
Imaging Element	3D data: 1/3-inch frame transfer CCD (340,000 pixel)
Output Format	3D data: Konica Minota format & (STL, DXF, OBJ, ASC II points, VRML)
Data File Size	Total 3D and color data capacity : 3.6MB per data
Power	Commercial AC power, 100 to 240 V
Dimensions	221(W)×412(H)×282(D)mm
Weight	Approx. 15Kg (with lens attached)
Temperature range	10℃ to 40 ℃
Humidity range	65% or less

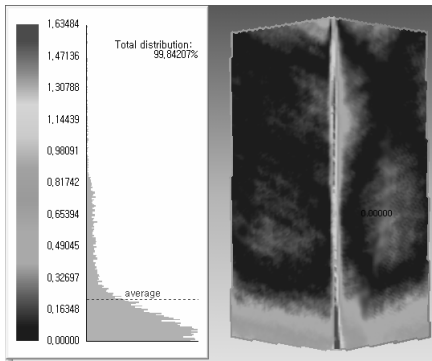


Fig. 4. 사각기등의 계측값 오차 비교 영상

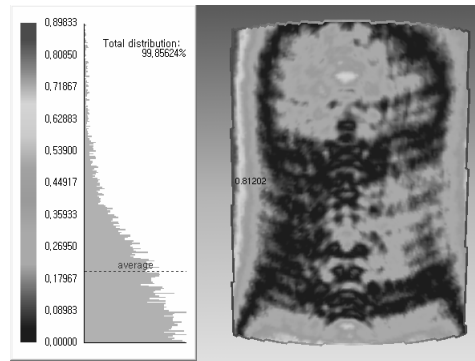


Fig. 5. 원기등의 계측값 오차 비교 영상

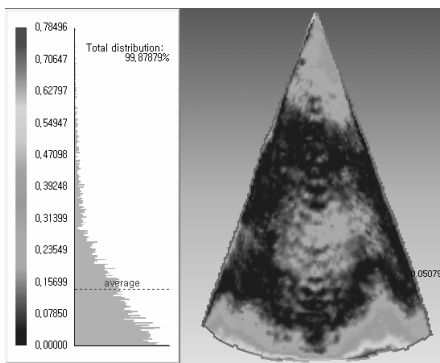


Fig. 6. 원뿔의 계측값 오차 비교 영상

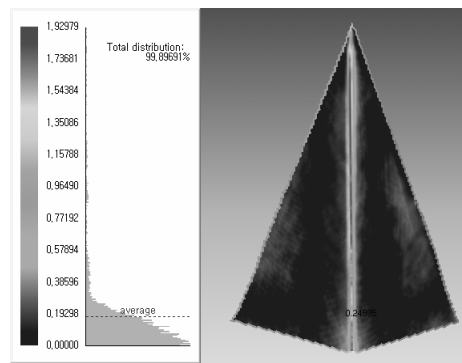


Fig. 7. 삼각뿔의 계측값 오차 비교 영상

## 2. 원기등의 정밀도 측정

10회 측정한 결과 원기등의 평균오차값은 0.22mm 이고 영상자료에서 나타난 색의 차이를 보면 주로 원기등의 양측 측면에서 빨간색이 많이 분포되어 오차 값이 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

최대거리는 1.427mm이다.

## 3. 원뿔의 정밀도 측정

10회 측정한 결과 원뿔의 평균오차값은 0.125mm 이고 영상자료에서 나타난 색의 차이를 보면 주로 원뿔의 아랫면과 꼭지점주위에에서 빨간색이 많이 분포되어 오차 값이 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

최대거리는 0.918mm이다.

## 4. 삼각뿔의 정밀도 측정

10회 측정한 결과 삼각뿔의 평균오차값은 0.172mm 이고 영상자료에서 나타난 색의 차이를 보면 주로 삼각뿔의 돌출된 모서리 부위에서 빨간색이 많이 분포되어 오차 값이 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

최대거리는 2.057mm이다.

## IV. 考 察

사상의학에서 체질을 진단하는 방법은 『동의수세보원』<sup>1)</sup>에 나타난 체형기상, 용모사기, 성질재간, 병증약리 등을 근거로 종합적으로 진단하게 된다.

그 중 사상인별로 얼굴에 나타난 용모의 차이를

구분하고자 하는 연구들<sup>10-12</sup>과 얼굴에서 획득할 수 있는 정보를 객관화하기 위한 연구들이 진행되어 왔다. 초기에는 얼굴을 디지털카메라로 촬영하여 얻은 2차원 사진을 디지털화하여 수동적으로 포인팅 하여 체질을 진단하는 방법을 사용하였다<sup>3-5</sup>.

그러나 3차원인 얼굴형상을 2차원인 평면사진으로 변환하면서 발생하는 정보의 왜곡과 검사자가 손으로 직접 포인팅을 하는 과정에서 발생하는 오류가 있기 때문에 진단 정확률이 높지 않았다. 그래서 3차원적인 안면정보를 계측할 수 있는 기기의 개발이 필요하게 되었다<sup>13-14</sup>.

현재 일반적으로 사용되는 3차원 계측기로는 레이저 스캐너를 이용한 방식과 등고선 사진을 이용한 모아레방식, 초음파를 이용한 방식 그리고 stereo-camera법이 있다. 이 중 레이저 스캐너를 이용한 방식은 고가의 장비와 장시간의 측정이 요구되므로 현실적으로 사용하기 어렵고, 모아레 사진이나 초음파를 이용한 방식은 중대형의 구조체를 계측하기에 적합한 기계로서 안면을 분석하기에는 한계가 있다. 그래서 단시간에 촬영이 되는 사용자의 편리성과 상대적으로 작은 부피를 가진 구조적인 장점을 가지고 있는 스테레오카메라 방식의 3차원 안면자동인식 시스템을 우선 개발하여 하드웨어적, 소프트웨어적인 정밀도를 검증하였다<sup>6-9</sup>.

그런데 석 등<sup>7</sup>이 3차원 안면자동인식기의 형상복원 오차검사에서 연구한 것처럼 안면의 코끝부위와 얼굴 양측면 부위에서 오차가 증가하는 것과 곽 등<sup>9</sup>이 3차원 안면자동인식기의 Hardware 오차분석연구에서 지적한 것처럼 삼각뿔의 꼭짓점과 원기둥의 양측 면에서 어려움이 심하게 증가하는 것은 스테레오 카메라방식의 3차원 안면자동인식기의 구조적인 한계를 보여주었다.

이를 대체하기 위하여 공간 부호화 기법원리를 이용한 새로운 3차원 안면자동인식기를 개발 중에 있다. 본 시스템에서 사용하는 공간 부호화 기법 원리는 슬릿 광 방식과 함께 광 삼각법의 원리에 기초를 두고 있는 3차원 측정

방법이다.

슬릿광 형상 측정법은 광원으로부터 슬릿광을 측정물체에 투영시켜 형상에 따라 변형된 슬릿광을 얻고, CCD 카메라로 변형된 슬릿광을 획득하여 기하학적 관계로부터 형상의 삼차원 좌표를 산출하는 방법이다.

그러나 슬릿광 형상 측정방식 사용 시, 측정 시간을 줄이면서 측정 정도를 높이기 위해서 가능한 한 미세한 슬릿 광을 많이 투사하여야 하지만, 동시에 수많은 슬릿 광을 투사할 경우에 각각의 슬릿 광이 몇 번째 인지를 파악할 수 없게 된다.

이를 해결하기 위한 측정법으로 슬릿 광 방식과 함께 광 삼각법의 원리에 기초를 두고 있는 공간 부호화 기법이 있다. 공간 부호화 기법은 투사 광학계에 액정소자 혹은 필름 등을 넣어서 측정할 피사체에 처음에는 큰 폭의 격자를 사용하고, 다음에는 폭을 1/2씩 줄여가면서 여러 차례에 걸쳐 영사하게 된다. 이렇게 투사된 여러 장의 이미지에서 빛이 맞았는지(ON), 차단되었는지(OFF)를 순차적으로 따져서 몇 번째 슬릿 광인 지를 파악하고, 그것에 해당하는 평면 방정식과 이미지센서의 직선 방정식의 교점으로부터 높이 값을 구하는 방식이다. 예를 들어, 슬릿 광 형상측정법에서 256개의 슬릿 광을 투사할 경우에 256장의 이미지를 포착하고 해석해야 하는 반면에 공간 부호화 기법을 이용할 경우에는 8번(28=256)의 이미지를 포착하기 때문에 슬릿 광에 비해 효과적이다.

새로 개발 중인 공간 부호화 기법원리를 이용한 새로운 3차원 안면자동인식기의 하드웨어적인 정밀도를 검사하기 위하여 얼굴형상을 부위별로 단순화하여 이마부위는 정사각기둥으로, 코는 삼각뿔로, 턱은 원뿔로, 얼굴 측면부위는 원기둥으로 대체하여 정밀도를 검사하였다. 각각의 도형들을 10회 반복 측정하여 기준 값이 되는 레이저스캐너와 유효영역 내에서의 획득 데이터를 비교하여 오차를 측정하였다.

기준값이 되는 Laser scanner는 Vivid 9i를 사용하였는데 오차가 0.008mm 이내로 알려져 있다.

곽 등<sup>9</sup>이 기존의 듀얼카메라를 이용한 3차원 안면진단기기의 하드웨어적인 정밀도를 연구한 3차원 안면자동인식기의 Hardware 오차분석의 결과 값과 비교하면 사각기둥은 0.17188mm에 비해 0.22mm로 오차 값이 더 크게 나타났지만, 삼각뿔은 기존의 1.39034mm에 비해 0.172mm로, 원기둥은 기존의 3.1306mm에 비해 0.172mm로 오차 값이 현저하게 낮게 나타난 것을 확인할 수 있다.

다만 사각기둥의 모서리, 삼각뿔의 꼭짓점 부위, 원기둥의 양측면등과 같이 오차 값이 주로 발생하는 부위는 두 실험모두 유사하게 나타나고 있다. 이는 하드웨어를 구성하고 있는 광학기기가 가지고 있는 일반적인 한계에서 기인된다고 사료된다.

## V. 結 論

3차원 안면자동인식기의 하드웨어적인 오차를 검사하기 위하여 사각기둥, 원기둥, 원뿔, 삼각뿔을 10회 반복 측정하여 레이저스캐너와 유효영역 내에서의 획득 데이터를 비교하여 오차를 측정 한 결과 사각기둥의 평균 오차는 0.22mm이고 원기둥의 평균 오차는 0.22mm이며 원뿔의 평균 오차는 0.125mm이고 삼각뿔의 평균 오차는 0.172mm이다. 이는 3차원안면진단기를 이용하여 얼굴에 나타난 특징을 파악하는데 장애가 되지 않는 정밀도라고 할 수 있다.

다만, 사각기둥과 삼각뿔에서의 돌출된 모서리 부위, 원기둥에서의 양측 측면, 원뿔에서의 아랫면과 꼭짓점 주위에서는 오차 값이 더 높게 나타나기 때문에 이부위의 결과 값을 해석할 때는 프로그램 상으로 보완하거나 Land mark를 사용하는 방법으로 보완하는 것이 필요하다. 또한, 각 도형별로 오차가 더 많이 생기는 부위에 대해서는 정밀도를 높일 수 있도록 지속적인 연구가 필요하겠다.

## VI. 參考文獻

1. 이제마. 동의수세보원. 사상의학회간행. 대성문화사, 서울, 1998.
2. 김형순, 최광진. 이제마의 형상관 이해와 안면부 형태의 해석. 사상체질의학회지. 1999;11(1):311-327.
3. 홍석철, 고병희, 송일병. 사상인 이목비구의 형태학적 특징 연구. 사상체질의학회지. 1998;10(2):221-270.
4. 윤종현, 이수경, 이의주, 고병희, 송일병. 한국인 남녀 50~60대의 사상체질별 안면형태에 관한 표준화 연구. 사상체질의학회지. 2000;12(2):123-131.
5. 윤종현, 임규성, 김상복, 이준희, 박계수, 이수경, 이의주, 고병희, 송일병. 한국인 남자 30~40대와 50~60대의 사상체질별 안면형태에 관한 비교 연구. 사상체질의학회지. 2000;12(2):143-152.
6. 곽창규, 조용범, 손은혜, 유정희, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 Positioning 오차분석. 사상체질의학회지. 2006;18(2):34-40.
7. 석재화, 조경래, 조용범, 유정희, 곽창규, 이수경, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 형상복원 오차검사. 사상체질의학회지. 2006;18(2):41-49.
8. 석재화, 조경래, 조용범, 유정희, 곽창규, 이수경, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 안면 위치변화에 따른 정확도 검사. 사상체질의학회지. 2006;18(3):57-63.
9. 곽창규, 조용범, 손은혜, 유정희, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 Hardware 오차분석. 사상체질의학회지. 2006;18(3):49-56.
10. 이의주, 편용범, 곽창규, 유정희, 김종원, 김규곤, 고병희. 사상인 용모분석을 위한 얼굴표준 및 얼굴유형에 대한 연구현황. 사상체질의학회지. 2006;18(2):25-33.
11. 이의주, 손은혜, 유정희, 고병희, 송일병, 김종원

- 김규곤. 사상인의 용모에 관한 문헌적 연구. 사상체질의학회지. 2005;17(3):55-68.
12. 이의주, 김경수, 손은혜, 유정희, 곽창규, 고병희, 김종원, 김규곤. 사상인의 용모에 관한 설문분석 연구. 대한한의학회지. 2006;27(1):130-137.
  13. 홍석철, 이수경, 송일병. 사상체질별 상안부의 형태학적인 특징에 관한 연구-모아레의 횡단면의 특성을 중심으로-. 사상체질의학회지. 1998;10(1):161-170.
  14. 홍석철, 이의주, 이수경, 한기환, 고병희, 송일병. 사상체질별 상안부 Moire형태의 특징에 관한 연구. 사상체질의학회지. 1998;10(2):271-281.