

## 3차원 안면자동인식기(3D-FARA)의 Hardware 오차분석

곽창규 · 조용범\* · 손은혜 · 유정희 · 고병희 · 김종원\*\* · 김규곤<sup>†</sup> · 이의주

경희대학교 한의과대학 사상체질과, \*(주)TNTech, \*\*동의대학교 한의과대학 사상체질과,  
<sup>†</sup>동의대학교 정보통계학과

### Abstract

#### A Hardware Error Analysis of 3D Face Automatic Recognition Apparatus(3D-FARA)

Kwak Chang-Kyu, Cho Yong-Beum\*, Sohn Eun-Hae, Yoo Jung-Hee,

Kho Byung-Hee, Kim Jong-Won\*\*, Kim Kyu-Kon<sup>†</sup>, Lee Eui-Ju

Dept. of Sasang Constitutional Medicine, College of Korean Medicine, Kyung Hee Univ.

\*TNTech, Dept. of Sasang Constitutional Medicine, College of Korean Medicine, Dongeui Univ.

<sup>†</sup>Dept. of Information Statistics, Dongeui Univ.

#### 1. Objectives

We are going to develop 3D Face Recognition Apparatus to analyse the facial characteristics of the Sasangin. In the process, we should identify a Hardware Error Analysis of this Apparatus.

#### 2. Methods

We verified The resolution, the repetition ability, the Flatness and the Cylindericity of 3D Face Recognition Apparatus by measuring a triangular pyramid, an exact square pillar and a cylinder.

#### 3. Results and Conclusions

In this test, The resolution of 3D-FARA was 0.0368mm  $\times$  0.0594mm  $\times$  0.2748mm(X Y Z), the repetition ability was 0.1187mm, the Flatness was 0.17188mm. the Flatness of triangular pyramid was 1.39034mm and the Cylindericity of cylinder was 3.1306mm. In conclusion, If we use 3D-FARA, It is necessary to complement the site of top of the nose and the outline of face, which is likely to occur hardware error, by using software invention or attaching the Land mark to subject.

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

### I. 緒 論

사상의학에서 병증진단과 치료를 위하여 체질진단이 필수적인 과정이다.

- 접수일 2006년 10월 18일; 승인일 2006년 11월 27일
- 교신처자 : 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).

체질진단을 위해서는 성정과 외모에 나타난 특징, 평소에 체질별로 나타나는 특이증상 진단 등의 과정이 필요하다. 이러한 체질진단의 과정을 객관화하기 위하여 설문지법을 이용한 시도가 있어왔다. 최근에는 사람에게서 나타나는 다양한 정보를 처리하는 기술의 발전과 더불어 안면과 체형 및 음성 등의 분석을 통하여 사상인별 특징을 찾으려는 연구가 진행되고 있다. 그 중 안면에 나타난 특징을 찾기 위하

여 기존의 카메라1대를 이용한 2D분석법에서 진일보하여 카메라 2대를 이용한 3D 분석법을 이용한 안면진단기기(약칭 3D-FARA)의 개발이 진행 중이다<sup>1-3</sup>.

3차원 안면자동인식기를 이용하여 실제 임상데이터를 취득하여 분석하기 체질적인 특징을 찾기 이전에 본 기기의 오차율을 파악하기 위해 정밀도와 신뢰도검사가 필요하다.

오차검사에는 하드웨어적인 오차와 Data Processing에서 발생하는 오차, 소프트웨어적인 오차 그리고 자동인식과정에서 나타나는 오차가 있다.

하드웨어적인 정밀도는 여러 가지 항목이 혼용되어 사용되고 있으며 공식적으로 정확히 규정된 것은 없지만 대표적인 정밀도 요소인 분해능, 반복능, 평탄도, 원통도 등을 종합적으로 고려해야 한다.

본 연구에서는 하드웨어적인 오차 검사를 위해 복잡한 안면형상을 간략화 하여 이마부위는 정사각기둥으로, 코는 삼각뿔로, 뺨부위는 원기둥으로 대체하여 분해능(Resolution), 반복정밀도, 평탄도(Flatness), 원통도(Cylindricity)등을 확인하고자 한다.

특히 석 등<sup>3</sup>이 선행 연구한 3차원 안면자동인식기의 형상복원 오차검사에서 문제점으로 지적된 안면상의 굴곡이 심한 코끝 부위와 측면 윤곽선부분의 오차가 발생하는 이유를 찾아보고 개선이 가능한지를 확인하고자 한다.

## II. 研究對象 및 方法

### 1. 연구대상

3차원 안면자동인식기를 이용하여 안면형상을 부위별로 간략화한 정사각기둥, 삼각뿔, 원기둥(Fig. 1. 참조)을 촬영하고 자료를 분석하여 하드웨어적인 정밀도를 분석한다.

실험모형은 흰색이며 재질은 모두 석고이다.

정사각기둥은 밑변 95mm, 높이 230mm이며 삼각뿔은 밑변 175mm, 높이 218mm이며 원기둥은 지름 87mm, 높이 202mm이다.

### 2. 연구방법

3차원 안면자동인식기를 이용하여 정사각기둥, 삼각뿔, 원기둥을 10회 반복 측정하여 공통적으로 분해능과 반복능을 검증하고 각각 정사각기둥의 평탄도, 삼각뿔의 평탄도, 원기둥의 원통도를 검증한다. 정사각기둥, 삼각뿔, 원기둥의 3차원 측정값은 계측 정밀도가 높게 인정된 레이저 스캐너를 기준 값으로 삼아서 비교 분석하였다.

- 1) 촬영조건 : 170-270Lux 밝기의 실내에서 1.5m 거리에서 촬영한다.
- 2) 촬영 후 OpenGL을 이용해서 modeling을 표현한다.
- 3) 3D-FARA의 제원 및 사양  
3차원 안면자동 인식기의 기기 사양은 Table 1과 같으며 모양은 Fig. 2와 같다.

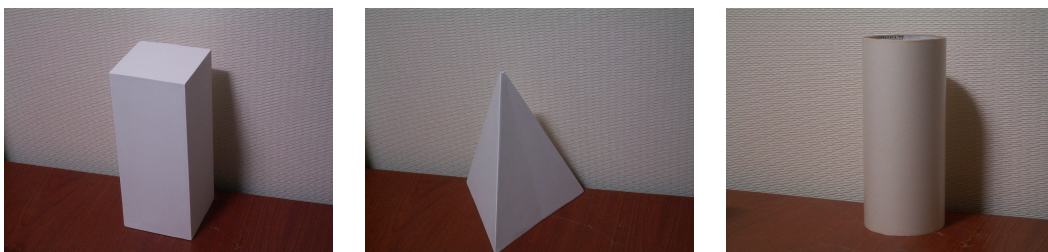


Fig. 1. Square Pillar, Trigonal Pyramid, Circular Cylinder

Table 1. Description of 3D-FARA

제품 유형	비접촉 3차원 Digitizer
측정 방식	스테레오 비전
렌즈 사양	MACRO 300mm f=1.8
측정영역	400mm X 300mm X 260mm
정 도	X, Y, Z : 0.5mm
스캐닝 소요시간	0.5 sec 이내
데이터 전송시간	0.5 sec 이내
조명 환경	170~270 lx 권장
출력 포맷	일반 텍스트, 엑셀
데이터 용량	3.6 MB X 2장
출력 인터페이스	IEE 1394 port
제품 크기	560mm X 1040mm X 610mm
제품 무게	10 Kg 이하 (삼각대 포함)
사용 환경	온도 범위 : 10~40, 상대습도 65%이하
보관 환경	온도 범위 : 0~40, 상대습도 85% 이하
전 원	필요 없음 (IEEE 1394 자체전원이용)
컴퓨터 요구사항	CPU 인텔 펜티엄4, 2 GHz 이상, 메모리 512MB 이상
operating system	Windows 2000, Windows XP



Fig. 2. 3D Face Automatic Recognition Apparatus

4) 비교 Laser scanner 제원 및 사양  
기준값이 되는 Laser scanner의 기기 사양은 Table. 2와 같으며 모양은 Fig. 3과 같다.

Table 2. Description of Laser Scanner (Vivid-700)

형 태	Laser light-stripe triangulation rangefinder
줌렌즈	9mm~46mm, 5 times zoom/8steps
측정거리	0.6m~2.5m
정확도	<1mm
Scanned area(x, y)	70mm × 70mm~1,100mm × 1,100mm
Resolution(x, y, z)	200 × 200 × 256 point
Scanning time	0.6 seconds
Ambient lighting condition	under 500 lux



Fig. 3. Laser Scanner

5) 용어설명

(1) 분해능 (Resolution) : 측정부를 이루는 CCD 카메라의 단위 측정 영역당 취득 되는 점군 데이터의 밀도를 말하는 것으로 측정 점들 간의 간격을 지칭한다.

(2) 반복능 (Repetition) : 반복정밀도로써 여기서는 10회의 최대 반복오차의 평균값을 말한다.

(3) 평탄도 (Flatness) : 3차원 안면자동인식기는 광학계의 원리를 이용한다. 그러므로 광학렌즈의 왜곡현상이 발생할 수밖에 없다. 렌즈의 왜곡현상이란 평면을 측정하여도 정확하게 평면으로 획득하지 못하고 렌즈 가장자리의 곡률 때문에 가장자리 데이터가 왜곡되어 측정되는

것이다. 또한 과장 편차가 발생하는데 이를 평탄도를 통해 검증할 수 있다.

(4) 원통도 (Cylindricity) : 진원도를 확장한 개념으로써 측정데이터의 원통면이 2개의 동심 원통면 사이에 있어야 할때 두 동심원통면의 반지름 거리를 말한다. 좌표 보정 정밀도와 기구부 이동 안정성(직전성)을 평가할 수 있다.

### Ⅲ. 研究結果

#### 1. 분해능

분해능은 측정부를 이루는 CCD 카메라의

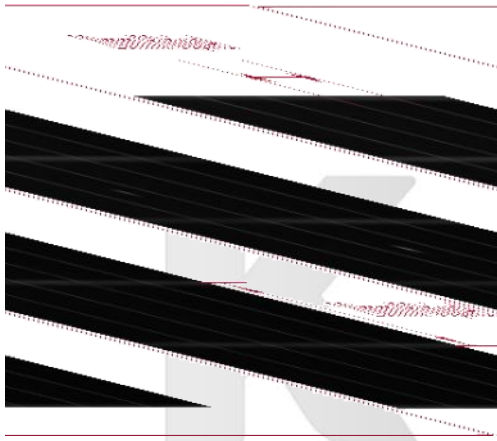


Fig. 4. Resolution of 3D-FARA

단위 측정 영역당 취득 되는 점군 데이터의 밀도를 말하는 것으로 측정 점들 간의 간격을 지칭한다.

측정된 3차원 안면 자동인식기의 시야(Field of View)는 300mm×400mm×200mm (X, Y, Z)이며 디지털화(Digitization)는 1280×960 (X, Y)이고 평균 해상도(Average Resolution)는 0.0368mm×0.0594mm×0.2748mm이다.

#### 2. 반복능

3차원 안면 자동인식기로 10회 촬영할 경우 발생되는 최대반복오차의 평균값인 반복능값은 0.1187mm이다. 이를 기준으로 정사각기둥과 삼각뿔의 평탄도 및 원기둥의 원통도의 에러 정도를 확인할 수 있다.

#### 3. 정사각기둥을 이용한 평탄도

정사각기둥 10회 반복 측정하여 얻은 평탄도는 X축을 중심으로한 Z축의 변화값이 0.17188mm로 반복능의 기준오차인 0.1187mm에 비해 1.4배 정도 에러가 발생한다.

#### 4. 삼각뿔을 이용한 평탄도

삼각뿔을 10회 반복 측정하여 얻은 평탄도는 X축을 중심으로한 Z축의 변화값이 1.39034mm로 반복능의 기준오차인 0.1187mm에 비해 11배 정도 에러가 발생한다.

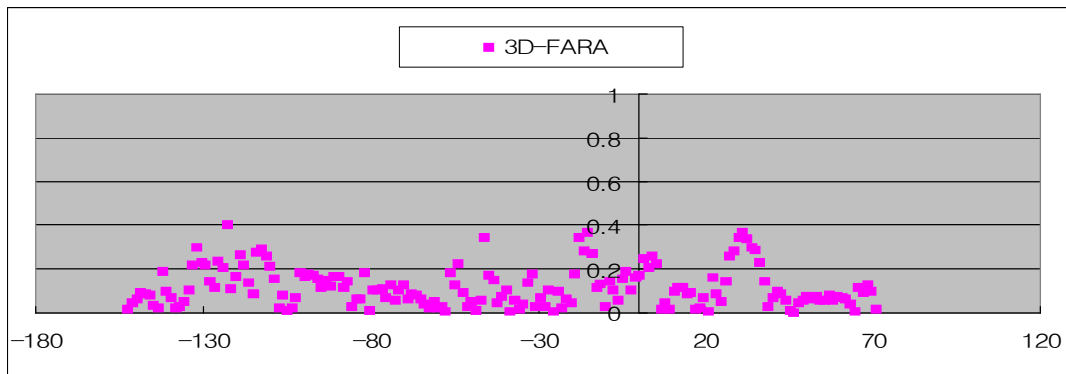


Fig. 5. Resolution of 3D-FARA

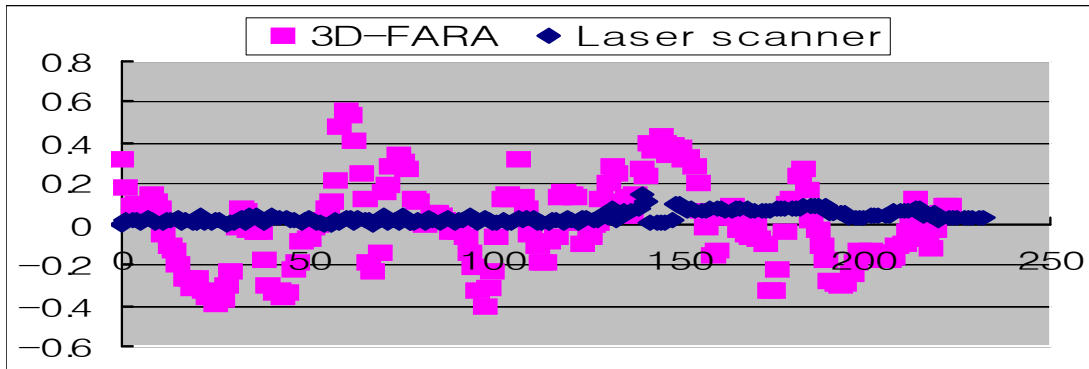


Fig. 6. Flatness of 3D-FARA(a square pillar)

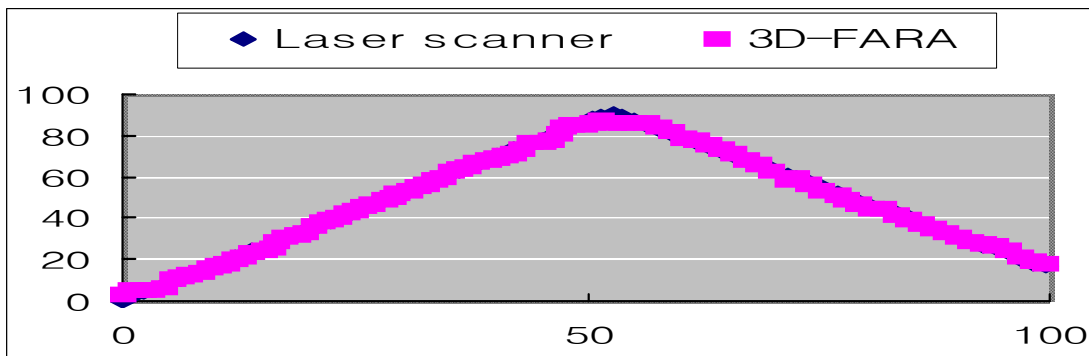


Fig. 7. Flatness of 3D-FARA(a trigonal pyramid)

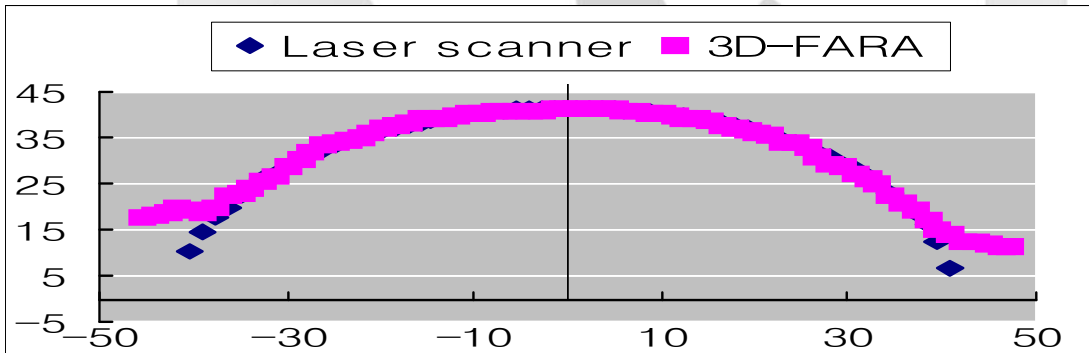


Fig. 8. Cylindricity of 3D-FARA

5. 원통도

원기둥을 10회 반복 측정하여 얻은 원통도는 X축을 중심으로한 Z축의 변화값이 3.1306mm로

반복능의 기준오차인 0.1187mm에 비해 26.4배 정도 에러가 발생한다.

#### IV. 考 察

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>4</sup>. 외모에 대한 특징은 체형기상(體形氣像)과 용모사기(容貌詞氣)로 구분하여 볼 수 있다. 체형기상(體形氣像)에 대한 객관화를 위하여 몸통의 부위별 길이나 둘레를 측정하는 방법과 모아레를 이용한 입체적인 측정 방법이 연구되었다. 용모사기의 객관화를 위해서 용모(容貌)에 대한 부분은 카메라로 안면을 촬영한 후 특징점을 포인팅하고 데이터화하여 체질별 특징을 연구하고, 사기(詞氣)에 대한 부분은 음성을 녹음하고 데이터화하여 체질별 특징을 연구한 한 연구들이 있어왔다. 용모와 관련하여 홍 등<sup>5</sup>은 사상인의 이목구비에 나타난 형태학적 특징에 대하여 연구하였고, 윤 등<sup>7,8</sup>은 한국인의 연령대별로 사상인의 안면에 나타난 특징을 연구하였다.

안면 관찰을 객관화하기 위하여 2차원 안면 사진을 촬영한 후 수동적으로 포인팅 하여 체질을 진단하는 방법을 사용하였다.

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

3차원적인 안면인식을 위해 홍 등<sup>12,13</sup>은 Moire를 이용한 사상인 별 형태학적 특징에 대한 연구를 하였다. 그러나 실제 진단에 있어서 안면에 대한 모아레방법은 접근성과 계측의 어려움이 있다.

이에 두 개의 카메라를 이용한 3차원 안면 진단기기의 개발이 필요하게 되었다.

연구 중인 3차원 안면자동인식기를 이용하여 실제 임상데이터를 취득하여 분석하기 체질적인 특징을 찾기 이전에 본 기기의 오차율을 파악하기 위해 정밀도와 신뢰도검사가 필

요하다.

오차검사에는 하드웨어적인 오차와 Data Processing에서 발생하는 오차, 소프트웨어적인 오차 그리고 자동인식과정에서 나타나는 오차가 있다.

하드웨어 오차 검사는 반복정밀도, 분해능(Resolution), 평탄도(Flatness), 원통도(Cylindricity), Probe 들 간의 상대좌표보정등을 확인할 수 있고 Data Processing 오차 검사에서는 Data processing 후 원시 데이터 변형여부를 확인할 수 있다. 소프트웨어적인 오차 검사에는 자동 및 수동 Land Mark 규정방법, Land Mark 획득정확도, 미측정 부위 치수획득 방법 및 오차확인이 있으며 자동인식 오차 검사에는 Positioning 정확도와 자동인식률 정도를 확인할 수 있다.

본 연구에서는 하드웨어적인 오차를 확인하기 위하여 안면형상을 부위별로 간략화한 정사각기둥, 삼각뿔, 원기둥을 이용하여 분해능(Resolution), 반복정밀도, 평탄도(Flatness), 원통도(Cylindricity) 등 확인하였다

분해능은 측정부를 이루는 CCD 카메라의 단위 측정 영역당 취득 되는 점군 데이터의 밀도를 말하는 것으로 측정 점들 간의 간격을 지칭한다.

측정된 3차원 안면 자동인식기의 시야(Field of View)는 300mm×400mm×200mm(X, Y, Z)이며 디지털화(Digitization)는 1280×960(X, Y)이고 평균 해상도(Average Resolution)는 0.0368mm×0.0594mm×0.2748mm이다.

1pixel = 0.33mm의 오차는 이미지의 분해 능력을 기준으로 하면 기계적으로 존재하며 Average Resolution은 sub pixel단위로 계산된 결과이다. 실제로 영상을 분석할 때는 1pixel이하로 영상을 확대하여 분석하면 이미지 패턴이 존재하지 않을 가능성이 높다.

반복능은 3차원 안면 자동인식기로 10회 촬영할 경우 발생하는 최대반복오차의 평균값으로 본 연구에서는 0.1187mm로 나타났다. 이를 기준으로 정사각기둥과 삼각뿔의 평탄도 및 원기둥의 원통도의 에러정도를 확인할 수 있다.

정사각기둥 10회 반복 측정하여 얻은 평탄도

는 X축을 중심으로한 Z축의 변화값이 0.17188mm로 반복능의 기준오차인 0.1187mm에 비해 1.4배 정도 에러가 발생한다.

삼각뿔을 10회 반복 측정하여 얻은 평탄도는 X축을 중심으로한 Z축의 변화값이 1.39034mm로 반복능의 기준오차에 비해 11배 정도 에러가 발생한다. 특히 삼각뿔의 꼭짓점부위에서의 에러가 증가함을 확인할 수 있다.

원기둥을 10회 반복 측정하여 얻은 원통도는 X축을 중심으로한 Z축의 변화값이 3.1306mm로 반복능의 기준오차에 비해 26.4배 정도 에러가 발생한다. 특히 원기둥의 양측면에서의 에러가 증가함을 확인하였다.

이는 석 등<sup>3)</sup>의 연구에서 안면의 코끝부위와 얼굴 양측면 부위에서 오차가 증가하는 원인이 조명이나 장소등 외부적인 환경영향이라기 보다는 하드웨어적인 광학카메라 자체에서 발생하는 오차라는 것을 확인할 수 있다.

이를 개선하기 위한 하드웨어적인 개선도 필요하겠지만 향후 안면의 특징점을 가지고 연구를 진행할 때 하드웨어적으로 오류가 발생할 확률이 높은 코 끝부위와 얼굴외곽선부위는 modeling과정에서 프로그램 상으로 보완하거나 Land mark를 사용하는 방법으로 보완하는 것이 필요하다.

## V. 結 論

3차원 안면자동인식기의 하드웨어적인 오차를 검사하기 위하여 정사각기둥, 삼각뿔, 원기둥을 10회 반복 측정하여 공통적으로 분해능, 반복능, 정사각기둥의 평탄도를 검증하고, 삼각뿔의 평탄도와 원기둥의 원통도를 검증한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 3D-FARA의 분해능은 0.0368mm×0.0594mm×0.2748mm(X×Y×Z)이고 반복능은 0.1187mm이며 평탄도는 0.17188mm 이다
2. 안면의 코에 해당되는 삼각뿔의 평탄도는

1.39034mm 이고, 안면윤곽선에 해당되는 원기둥의 바깥부근에서 원통도는 3.1306mm이다.

3. 안면의 특징점을 가지고 연구를 진행할 때 하드웨어적으로 오류가 발생할 확률이 높은 코 끝부위와 얼굴외곽선부위는 modeling과정에서 프로그램 상으로 보완하거나 Land mark를 사용하는 방법으로 보완하는 것이 필요하다.

## VI. 參考文獻

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

9. 이화섭, 배나영, 안택원, 조동욱. 사상체질 분류를 위한 안면부내 특징 요소 추출. 사상체질의학회지. 2005;17(2):211-327.
10. 이의주, 손은혜, 유정희, 고병희, 송일병, 김종원, 김규근. 사상인의 용모에 관한 문헌적 연구. 사상체질의학회지. 2005;17(3):55-68.
11. 이의주, 김경수, 손은혜, 유정희, 곽창규, 고병희, 김종원, 김규근. 사상인의 용모에 관한 설문분석 연구. 대한한의학회지. 2006; 27(1):130-137.
12. 홍석철, 이수경, 송일병. 사상체질별 상안부의 형태학적인 특징에 관한 연구. 모아레의 횡단면의 특성을 중심으로-. 사상체질의학회지. 1998;10(1):161-170.
13. 홍석철, 이의주, 이수경, 한기환, 고병희, 송일병. 사상체질별 상안부 Moire형태의 특징에 관한 연구. 사상체질의학회지. 1998;10(2):271-281.
14. 한국표준협회, 3차원 인체형상 측정기의 정밀도 및 신뢰도 개발. 산업자원부, 2002. 148.

K C I