

3차원 안면자동인식기의 Positioning 오차분석

곽창규* · 조용범** · 손은혜* · 유정희* · 고병희* · 김종원† · 김규곤‡ · 이의주*

*경희대학교 한의과대학 사상체질과, **TNTech,
†동의대학교 한의과대학 사상체질과, ‡동의대학교 정보통계학과

Abstract

An Positioning Error Analysis of 3D Face Recognition Apparatus

Kwak Chang-Kyu*, Cho Yong-Beum**, Sohn Eun-Hae*, Yoo Jung-Hee*, Kho Byung-Hee*,
Kim Jong-Won†, Kim Kyu-Kon‡, Lee Eui-Ju*

*Dept. of Sasang Constitutional Medicine, College of Korean Medicine, Kyung Hee University, **TNTech

†Dept. of Sasang Constitutional Medicine, College of Korean Medicine, Dongeui University

‡Dept. of Infomation Statistics, Dongeui University

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 the recognition rate of the three dimensional position using this Apparatus.

2. Methods

We took a photograph of calibrator(280×400mm) with interval of 20mm longitudinal direction of 10 times using 3D Face Recognition Apparatus. In the practice, we obtained 967 point to the exclusion of points deviating from the visual field of dual camera. And we made a comparison between measurement values and three dimensional standard values to calculate the errors.

3. Results and Conclusions

In this test, the average error rate of X axis values was 0.019% and the maximum error rate of X axis values was 0.033%, the average error rate of Y axis values was 0.025% and the maximum error rate of Y axis values was 0.044%, the average error rate of Z axis values was 0.158% and the maximum error rate of Z axis values was 0.269%. This results exhibit much improvement upon the average error rate 1% and the maximum error rate 2.242% of the existing 3D Recognition Apparatus.

In conclusion, we assessed that this apparatus was adaptable to abstract the facial characteristic point from three dimensional face shape in the mechanical aspects.

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

I. 序 論

현대 사상의학 입장에서 가장 중요한 부분은 체질진단의 객관화문제이다. 객관적인 체질진단이 된 후에야 환자의 체질에 대한 혼란이 줄어들 수 있고 치료의 근거가 될 수 있는 임상논문의

가치가 더욱 높아질 수 있다.

체질 진단을 위하여 『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 외모(人物形容)를 자세히 진찰하는 것을 첫 번째 방법으로 삼고 있다. 외모에는 체형에 나타난 기상을 살피는 방법도 있고 안면의 형태에 나타난 특징을 살피는 방법도 있다. 이중 안면형태의 체질별 특징을 연구한 선행 연구들이 있었다^{2,8}. 그리고 안면의 형태를 객관화하기 위하여 Moire를 이용한 사상인 별 형태학적 특징에 대한 연구도 있었다^{9,10}.

• 접수일 2006년 06월 24일; 승인일 2006년 07월 31일
• 교신처: 이의주
서울시 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)

최근에는 광학적 사진계측을 통하여 얻은 평면상의 얼굴 디지털 사진을 가지고 특이점을 계측함으로써 안면 형상에 대한 부분적인 정량화가 가능해졌다. 그러나 사람의 얼굴은 신체부위 중 가장 입체적인 형상을 가지고 있기 때문에 2차원 평면상의 사진을 가지고 분석하는 연구로는 실제와 달리 왜곡된 정보를 도출할 가능성이 크다.

그리고 사람이 직접 안면상의 특이점을 표시하는 방식은 시간도 많이 소요될 뿐 아니라 검사자간의 오차가 발생될 가능성이 높다. 그러므로 3차원적인 안면을 계측하고 진단 특이점을 자동으로 인식할 수 있는 진단기기가 필요하게 된다.

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 사진기나 초음파를 이용한 방식은 중대형의 구조체를 계측하기에 적합한 기계로서 안면을 분석하기에는 한계가 있다.

두 대의 카메라를 이용하는 방법(stereo-camera 법)은 각각의 카메라가 가지고 있는 시각차를 미리 계산된 카메라 교정값을 이용하여 공간상의 계측점을 3차원적인 절대적 위치로 인식하는 과정을 통해 3차원 계측을 한다. 이러한 방식은 사람의 시각과 같이 일반 환경에서 사람의 얼굴을 찾아내고 이를 인식하는 시스템으로 검사자는 특정 행동이나 접촉 없이 카메라만 응시하면 되기 때문에 접근성이 우수하고 가장 자연스러운 생체 인식 기술이라고 할 수 있다. 또한, 0.01초의 영상

획득 시간으로 얼굴의 변형 없이 계측이 가능한 큰 장점도 있다. 단, 2대의 카메라에서 얻은 2차원 영상을 3차원 영상으로 변환하는 재현 알고리즘이 복잡한 단점이 있다.

본 연구에서는 두 대의 카메라를 이용하여 안면형태를 3차원으로 자동 인식할 수 있는 진단기기(이하 “3차원 안면자동인식기”로 약칭)개발을 위한 선행과정으로 진단기기가 3차원 포인트를 얼마나 정확히 측정할 수 있는지를 확인하고자 한다.

II. 研究方法

3차원 안면자동인식기<Fig. 1 참조>를 이용하여 3차원상의 포인트를 얼마나 정확히 측정하는지를 검사한다.

먼저, 3차원 공간을 인식하는 광학적이고 기계적인 교정을 위하여 새로운 형태의 교정판을 설계하였다.

격자형의 간격 20mm의 정밀세선이 가로 및 세로방향으로 배치되어 있으며 이들 정밀세선의 십자형 교점들을 기준으로 삼았다<Fig. 2 참조>.

이 교정판(280×400mm)을 가지고 전후로 20mm 씩 10회 움직이며 촬영한다<Fig. 3 참조>.

이렇게 해서 얻은 총3780포인트 중 듀얼카메라의 시야각에서 벗어나는 가상의 포인트를 제외한 967포인트를 가지고 3차원 기준 값과 비교 분석하였다.

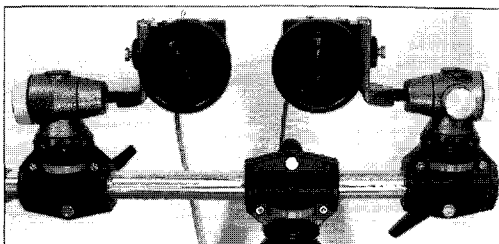


Fig. 1. 3차원 안면자동인식기



Fig. 2. Calibrator

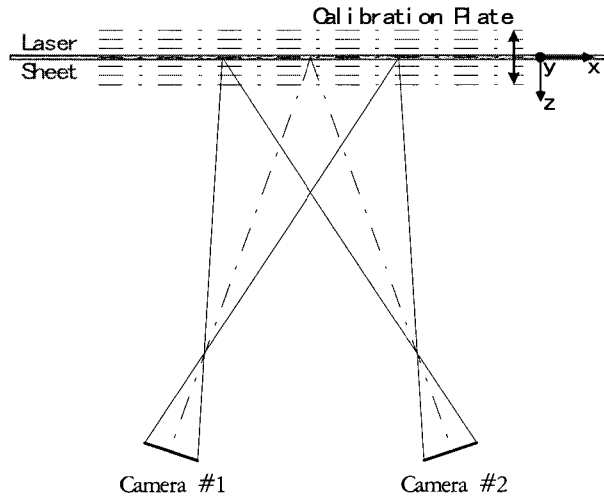


Fig. 3. Test with Moving Plate(Calibrator)

Table 1. Calibration Values of X - Y - Z Axis

<unit : mm>

포인트 번호	측정된x값	기준X값	측정된y값	기준Y값	측정된z값	기준Z값	ABS(x-X)	ABS(y-Y)	ABS(z-Z)
95	-79.962	-80	79.7074	80	-99.8279	-100	0.038	0.2926	0.1721
110	-79.9313	-80	59.7095	60	-99.7283	-100	0.0687	0.2905	0.2717
125	-79.9042	-80	39.7149	40	-99.5664	-100	0.0958	0.2851	0.4336
140	-79.8807	-80	19.7009	20	-99.4023	-100	0.1193	0.2991	0.5977
141	-59.982	-60	19.7408	20	-99.8892	-100	0.018	0.2592	0.1108
155	-79.8721	-80	-0.2868	0	-99.2784	-100	0.1279	0.2868	0.7216
156	-59.9567	-60	-0.2886	0	-99.7417	-100	0.0433	0.2886	0.2583
162	80.0609	80	-0.2581	0	-99.8847	-100	0.0609	0.2581	0.1153
169	-79.8511	-80	-20.2744	-20	-99.1545	-100	0.1489	0.2744	0.8455
170	-59.936	-60	-20.2708	-20	-99.5903	-100	0.064	0.2708	0.4097
.
.
.
3370	39.971	40	-80.105	-80	99.829	-100	0.0287	0.1053	0.1705
3380	-59.937	-60	-100.166	-100	99.791	-100	0.0621	0.1663	0.2086
3381	-39.998	-40	-100.195	-100	99.59	-100	0.0018	0.1954	0.4094
3382	-20.046	-20	-100.224	-100	99.419	-100	0.0461	0.2247	0.5802
3383	-0.061	0	-100.246	-100	99.38	-100	0.0611	0.2462	0.6198
3384	19.941	20	-100.248	-100	99.51	-100	0.0589	0.2483	0.4893
3385	39.962	40	-100.232	-100	99.695	-100	0.0377	0.2327	0.3044
3395	-59.933	-60	-119.999	-120	99.717	-100	0.0669	0.0009	0.2829

Table 2. Absolute Deviation of Standard Values between Calibration Values

<unit : mm>

	abs(x-X)	abs(y-Y)	abs(z-Z)
Average deviation	0.0536	0.1016	0.3169
Standard deviation	0.0390	0.0751	0.2228

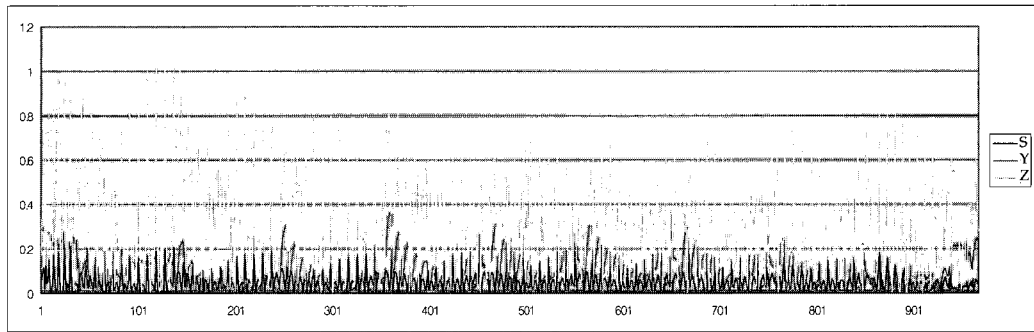


Fig. 4. XYZ축의 오차값 그래프

III. 研究結果

각각의 셀이 20×20mm로 구성되어 있는 직사각형(280× 400mm)의 패넬을 20mm간격을 가지고 전후로 10회 움직이면서 사진 촬영을 하였다.

총3780포인트 중 듀얼카메라의 시야각에서 벗어나는 가상의 포인트를 제외한 967포인트를 비교할 수 있었다<Table 1. 참조>.

X,Y,Z축의 오차의 절대값을 그래프로 나타내면 Fig. 4와 같다.

검사 결과 X축상의 기준값과 측정값과의 차이는 0.0536±0.0390mm이고, Y축상의 기준값과 측정값과의 차이는 0.1016±0.0751mm이며, Z축상의 기준값과 측정값과의 차이는 0.3169±0.2228mm이다<Table 2 참조>.

이러한 결과 값을 X축 280mm, Y축 400mm, Z축 200mm로 나누면 오차율을 확인할 수 있다.

X축의 평균오차는 0.019%이고 최대오차는 0.033%이다. Y축의 평균오차는 0.025%이고 최대오차는 0.044%이다. Z축의 평균오차는 0.158%이고 최대오차는 0.269%이다.

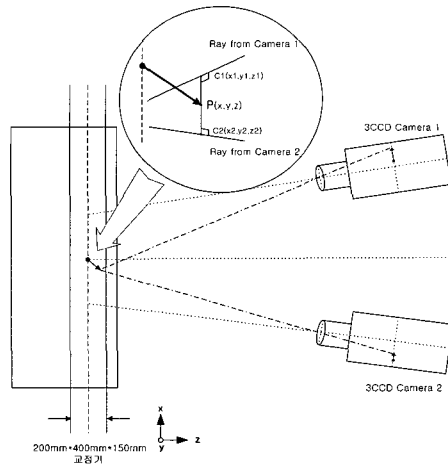
IV. 考 察

체질진단의 방법으로 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 진찰하는 것을 첫 번째 방법으로 삼고 있다¹. 외모에는 체형에 나타난 기상을 살피는 방법도 있고 안면의 형태에 나타난 특징을 살피는 방법도 있다. 이중 안면에 대한 특징을 관찰하여 체질진단의 참조자료로 삼고자 한 연구들이 있어왔다.

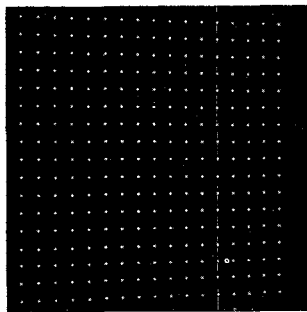
홍등²은 사상인의 이목구비에 나타난 형태학적 특징에 대하여 연구하였고, 윤등^{4,5}은 한국인의 연령대별로 사상인의 안면에 나타난 특징을 연구하였다.

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

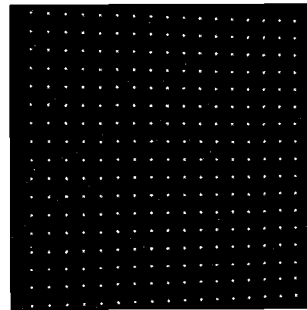
그러나 3차원인 얼굴형상을 2차원인 평면사진으로 변환하면서 발생하는 정보의 왜곡과 검사자가 손으로 직접 포인팅을 하는 과정에서 발생하는 오류가 있기 때문에 진단 정확률이 높지 않았다.



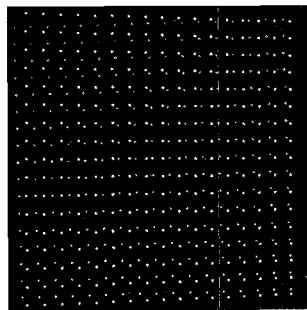
①. 얼굴 형태의 3차원 교정 작업 예상도



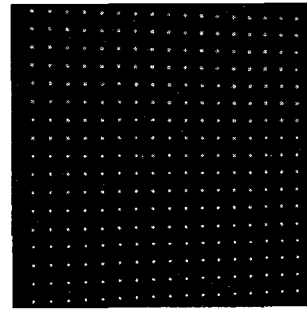
②. 교정기 실제 영상



③. 카메라에서 각 위치점을 인식



④. 자동 교정 작업(고속 공간인식법 적용)



⑤. 카메라 교정 작업 완료

Fig. 5. 3차원 안면형상을 위한 카메라 교정법

3차원적인 안면인식을 위해 홍등^{9,10}은 Moire를 이용한 사상인 별 형태학적 특징에 대한 연구를 하였다. 그러나 실제 진단에 있어서 안면에 대한 모아레방법은 접근성과 계측의 어려움이 있다.

본 연구에서 사용된 3차원 안면자동분석 체질

진단 시스템이란 로봇비전 및 비접촉식 3차원 RP(Rapid prototyping)시스템을 이용한 얼굴의 사상체질적인 특이점을 검출할 수 있도록 개발 중인 제품이다.

비접촉식 장비인 고해상도 카메라를 이용하여

얼굴을 계측하기 때문에 일반인에게 거부감이 적어 접근성이 용이하며 사람의 얼굴을 형상을 순간적인 촬영을 통해서 얼굴의 3차원 형상 데이터를 정밀하게 계측할 수 있다. 또한 R,G,B의 칼라값을 사용함으로써 실질적으로 사람이 얼굴을 인식하는 과정을 적용 실현가능하다.

2대의 카메라를 이용한 스테레오 비전은 각 카메라의 3차원 정보를 알아야 한다. 즉 공간상의 각점을 인식하여 3차원의 정보를 얻고 이를 이용하여 2대의 카메라로부터 입력받은 2차원의 평면의 이미지를 3차원 공간상의 값으로 변환하게 된다.

사람의 안면 형상을 고려한 카메라 교정법은 코나 광대뼈등 신체에서도 가장 3차원적인 형태를 갖고 있다는 점에서 카메라의 심도와 화각 등의 광학적인 어려움을 안고 있다. 따라서 얼굴의 해부학적 특징을 고려해서 설계를 해야 할 것이다.

이는 전체적인 시스템의 정확성과도 깊은 연관성이 있다<Fig. 5 참조>.

실제 3차원 공간을 인식하는 광학적이고 기계적인 3차원 교정법들은 얼굴형태와 같은 형상을 측정하기에는 많은 어려움이 예상된다. 이를 개선하기 위하여 새로운 형태의 교정판을 설계하였다. 격자형의 간격 20mm의 정밀세선이 가로 및 세로방향으로 배치되어 있으며 이를 정밀세선의 십자형 교점들을 기준점으로 삼았다. Fig. 6과 같이 Hough algorithm을 이용한 + shaped 검출 알고리즘을 적용해 조명 및 외부적인 요인으로 인해

기준점의 위치가 어긋나는 형태적 특성을 최소화할 수 있다.

본 연구 결과 3차원 안면자동인식기의 X축상의 기준값과 측정값과의 차이는 0.0536 ± 0.0390 mm이고, Y축상의 기준값과 측정값과의 차이는 0.1016 ± 0.0751 mm이며, Z축상의 기준값과 측정값과의 차이는 0.3169 ± 0.2228 mm이다.

이러한 결과값을 X축 280mm, Y축 400mm, Z축 200mm로 나누면 오차율을 확인할 수 있다. X축의 평균오차는 0.019%이고 최대오차는 0.033%이다. Y축의 평균오차는 0.025%이고 최대오차는 0.044%이다. Z축의 평균오차는 0.158%이고 최대오차는 0.269%이다.

카메라가 초점을 인식하는 특성상 전후방향인 Z축의 초점이 잘 맞지 않기 때문에 Z축의 오차가 상대적으로 높게 나타나는 것을 볼 수 있다.

본 실험의 도구로 사용된 3차원 안면자동인식기의 오차율은 2002년 산업자원부에서 출간한 '3차원 인체형상 계측기의 정밀도 및 신뢰도 개발'에서 비교 모델로 삼았던 3차원 계측기의 최대오차 2.242%, 평균 1% 정도의 오차¹¹에 비하여 상당히 정밀한 수준이라고 할 수 있다.

V. 結 論

3차원 안면 체질진단기가 3차원상의 포인트를 얼마나 정확히 인식하는가를 알아보기 위한 실험

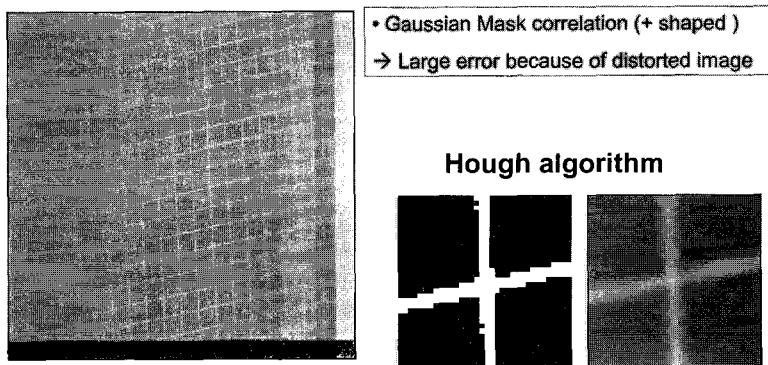


Fig. 6. Hough algorithm을 이용한 카메라 교정 작업

을 실시한 결과 X축의 평균오차는 0.019%, 최대 오차는 0.033%이고 Y축의 평균오차는 0.025%, 최대오차는 0.044%이며 Z축의 평균오차는 0.158%, 최대오차는 0.269%로써 기존 3차원 계측기의 최대오차 2.242%, 평균 1% 정도의 오차에 비하여 상당히 정밀한 수준이라고 할 수 있다.

이상의 연구결과는 본 기기를 가지고 향후 유전알고리즘을 이용하여 3차원 안면형상에서 얼굴의 특징점을 추출하는데 기계적으로 문제가 없음을 나타낸다.

VI. 參考文獻

1. 이제마. 동의수세보원. 사상의학회간행. 대성문화사, 서울, 1998.
2. 홍석철, 고병희, 송일병. 사상인 이목비구의 형태학적 특징 연구. 사상체질의학회지. 1998;10(2): 221-270.
3. 김형순, 최광진. 이제마의 형상관 이해와 안면부 형태의 해석. 사상체질의학회지. 1999;11(1): 311-327.
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. 이화섭, 배나영, 안택원, 조동욱. 사상체질 분류를 위한 안면부내 특징 요소 추출. 사상체질의학회지 2005;17(2):211-327.
7. 이의주, 손은혜, 유정희, 고병희, 송일병, 김종원, 김규곤. 사상인의 용모에 관한 문헌적 연구. 사상체질의학회지 2005;17(3):55-68.
8. 이의주, 김경수, 손은혜, 유정희, 곽창규, 고병희, 김종원, 김규곤. 사상인의 용모에 관한 설문 분석 연구. 대한한의학회지. 2006;27(1):130-137.
9. 홍석철, 이수경, 송일병. 사상체질별 상안부의 형태학적인 특징에 관한 연구-모아래의 횡단면의 특성을 중심으로-. 사상체질의학회지. 1998; 10(1):161-170.
10. 홍석철, 이의주, 이수경, 한기환, 고병희, 송일병. 사상체질별 상안부 Moire 형태의 특징에 관한 연구. 1998;10(2):271-281.
11. 한국표준협회. 3차원 인체형상 계측기의 정밀도 및 신뢰도 개발. 산업자원부, 2002:148.