

3차원 안면자동인식기(3D-AFRA)의 인식도 연구

김윤희 · 양춘석* · 이준희 · 정용재 · 유정희 · 이승현* · 고병희 · 이의주

경희대학교 한의과대학 사상체질과, (주)맥써러시*

Abstract

Accuracy of 3D Automatic Face Recognition Apparatus(3D-AFRA) Recognition

Kim Yun-Hee, Yang Chun-Seok*, Lee Jun-Hee, Jung Yong-Jae, Lee Seung-Hyun*,
Yoo Jung-Hee, Koh Byung-Hee, Lee Eui-Ju

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

*Maxuracy. Co., LTD.

1. Objectives

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 accuracy of 3D-AFRA recognition.

2. Methods

Each scanned pictures were pointed with the 3D Automatic Face Recognition Apparatus(3D-AFRA). And the results were compared with data pointed pictures with manual. And we analysed the difference between Automatic and manual by paired -test.

3. Results and conclusions

In frontal face, the P-value was more than 0.05. In conclusion, We assessed that accuracy of recognition of 3D Automatic Face Recognition Apparatus(3D-AFRA) is considerably good. But we should develop methods of measurement for lateral face and indistinct points of frontal face.

Key Words : Face Recognition, 3D-Automatic Face Recognition Apparatus(3D-AFRA), Sasang Constitutional Medicine (SCM)

I. 緒 論

최근 한의학에서는 변증진단과 임상에 객관적이고 정량적인 방법을 도입하여 이를 체계화하려는 시도가 많이 이루어지고 있다. 특히 변증 기준과 유형분류를 위해 설문조사를 이용하

고, 진단의 객관화를 위해 각종 계측기와 연계한 연구 등이 진행되고 있으며 사상의학에서도 체질진단의 객관화를 위한 시도가 이루어지고 있다. 사상학을 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”¹⁾이라 하여 사람의 외모를 자세히 진찰하는 것을 체질진단의 첫 번째 방법으로 삼고 있다.

사상의학은 외모에 대한 특징을 체형기상(體形氣像)과 용모사기(容貌詞氣)로 구분하여 설명하고 있다. 체형기상(體形氣像)에 대한 객관화를 위하여 몸통의 부위별 길이나 둘레와 사상체

• 접수일 2008년 03월 10일; 승인일 2008년 03월 30일
• 교신저자 : 이의주
서울특별시 동대문구 회기동 1 경희의료원 한방병원 사상체질과
Tel : +82-2-958-9233 Fax : +82-2-958-9234
E-mail : sasangin@paran.com
• 본 연구는 보건복지부 한방치료기술연구개발사업의 지원에 의한 것이다.(B05-0010-AM0815-05N1-00020B)



Fig. 1. 3D-AFRA

질과의 관련성 연구가 있어왔으며, 용모사기(容貌詞氣)에 대한 객관화를 위하여 안면의 특징에 대한 연구가 다방면으로 이루어지고 있다.² 이러한 연구는 체질진단의 객관화를 위하여 진행된 연구로서 사상체질의 객관화 및 세계화에 도움을 줄 것으로 사료된다.

안면 형태분석에 대한 현재까지의 연구는 2차원의 광학적 사진을 이용하여 두면부의 형태학적 특징을 정량화하려는 시도가 대부분이었다. 현재 새롭게 개발 중인 3차원 안면자동 인식기는 공간분할 부호화 광학식을 이용하여 안면의 재현 가능한 특이점을 3차원적인 절대 위치 X, Y, Z의 수치적인 값으로 정량화한 것으로, 입체적인 안면 영상과 수치를 얻을 수 있다는 점에서 보다 효과적인 방법이다.³

본 연구에서는 3차원 안면자동인식기(Fig. 1)와 수동으로 추출한 안면 특징점의 인식 위치를 비교하여 3차원 안면자동인식기의 안면특징점 인식 정확도를 검증하고자 한다.

II. 研究對象 및 方法

1. 연구대상

2007년 10월부터 12월 31일까지 임상 시험 참가자 중 무작위로 200명을 추출하여 안면영상을 3차원 안면자동인식기로 측정하여 포인팅하였으

며 숙련된 전문가 1인이 수동으로 포인팅하여 두 점을 비교하였다. 참가자는 후천적으로 안면에 변형이 없는 20세 이상의 성인남녀를 대상으로 하였다. 그 중 3차원 안면자동인식기로 측정되지 않아 자동데이터가 추출되지 않거나 안면사진 촬영시 표정의 변화가 있었던 4명은 제외하였다.

2. 3차원 안면자동인식기(3D Automatic Face Recognition Apparatus: 3D-AFRA)의 안면 특징점 자동 추출 방법

1) 위치 표준화

3D 렌더링 영상 모델의 정면이 아닌 경우 정면으로 위치를 조정하는 것을 말한다.

① 목적 : 정확한 특징점 좌표값을 획득하기 위한 전처리 작업이다.

발제점(L1), 비침점(L2) 과 턱하점(L3) 은 수직 선상에 놓인다.

3D 렌더링 영상 모델은 발제점(L1) 과 턱하점(L3) 의 수직선에 대해 대칭한다.

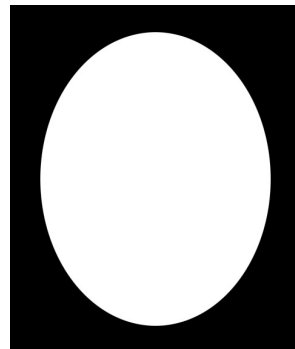
② 방법

발제점(L1), 턱하점(L3) 과 비침점(L2) 를 순서대로 포인팅한다.

발제점(L1) 과 턱하점(L3) 은 3D 렌더링 영상 모델을 직립하도록 한다.

비침점(L2) 은 회전한 3D 렌더링 영상 모델을 정면을 향하도록 한다.

2) Frontal Facial Mask



① 목적 : 특징점이 잘못 추출될 수 있는 확률을 줄이기 위해 얼굴이 아닌 부분 제거한다.

3) Eye&Mouth Map

정확한 Eye, Mouth Part 의 특징점을 추출하기 위해 영역을 제한한다.

4) 특징점 추출방법

① Pupil(동공점) : S1, S2

Eye Map 으로 영역을 제한하고 Histogram Equalization, Stretching 을 통하여 1st, 2nd pupil map을 획득한 후 1st, 2nd pupil map 에서 중복되는 영역의 중점을 동공점으로 결정한다.

② Upper/Lower Eyelid(상/하안검열점) : 2.3, 2.4, 2.5, 2.6

Eye Map 으로 영역 제한한 후 Histogram Equalization, Stretching, Fill Hole 을 통한 Map 획득하고 상위 경계선은 상안검열점으로, 하위 경계선은 하안검열점으로 결정한다.

③ Endocanthion(내안각점) : 2.9, 2.10

좌우 동공점의 좌표를 이용하여 영역 제한한 후 Normalization, Posterization 을 통한 Map 획득하여 Map 과 동공점과의 거리 계산하여 최대거리 좌표를 내안각점으로 결정한다.

④ Ectocanthion(외안각점) : 2.11, 2.12

좌우 동공점의 좌표를 이용하여 영역 제한한 후 Histogram Equalization, Stretching,

Posterization 을 통한 Map을 획득하여 Map 과 동공점과의 거리 계산하여 최대거리 좌표를 내안각점으로 결정한다.

⑤ Upper/Lower Margin (눈썹 상/하연점): 1.1, 1.2, 1.8, 1.9

Eye Part 의 특징점 좌표를 이용하여 영역 제한한 후 Histogram Equalization

Posterization, Labeling, Sort, Morphology 연산으로 Map 획득하고 상/ 하위 경계점을 눈썹 상/ 하연점으로 결정한다.

⑥ Proximal(미모기시점) : 1.3, 1.4

Eye Part 의 특징점과 눈썹 상/ 하연점의 좌표를 이용하여 영역 제한한 후 눈썹 상, 하연점의

Map 획득방법과 동일한 방법으로 Map을 획득하여 Map 과 눈썹 상/ 하연점과의 최대거리 좌표를 미모기시점으로 결정한다.

⑦ Distal(미모중지점) : 1.5, 1.6

Eye Part 의 특징점과 눈썹 상/ 하연점의 좌표를 이용하여 영역 제한한 후 미모기시점 Map 획득방법과 동일한 방법으로 Map 을 획득하나 영역을 세분화하고 연산의 파라미터를 조정하여 Map 을 획득하여 Map 과 눈썹 상/ 하연점과의 최대거리 좌표를 미모중지점으로 결정한다.

⑧ Pronasale(비첨점) : L2

동공점과 Mouth Map 의 좌표를 이용하여 영역 제한한 후 Histogram Equalization, Stretching 을 이용하여 Map 획득하고 가장 밝은 영역의 중점을 비첨점으로 결정한다.

⑨ Lateral of Nasal ala(비익점) : 3.2, 3.3

전치리를 통한 nostril(콧구멍) 을 검출하고 Histogram Equalization, Stretching, Labeling 을 통한 경계선 Map 획득한 후 nostril 과 최대 거리의 경계선을 비익점으로 결정한다.

⑩ Labiale Superius(상순점) : 4.1

구각점의 좌표를 이용하여 영역 제한한 후 Blurring, Histogram Equalization, Stretching, Binarization 을 통해 Map 획득하고 Map 에서 비첨점과 가장 근접한 좌표를 상순점으로 결정한다.

⑪ Stomion/Inferius(구열점, 하순점) : 4.2, 4.3

상순점의 수직선을 제한 영역으로 설정한 후 Histogram Equalization, Stretching 으로 구열점과 하순점의 후보를 반복하여 획득한 Map 에서 상순점과의 최대거리를 갖는 후보를 구열점과 하순점으로 각각 결정한다.

⑫ Oral Angle(구각점) : 4.4, 4.5

Mouth Map 의 좌표를 이용하여 영역 제한한 후 Histogram Equalization, Contrast, Stretching, Morphology 연산을 통해 획득한 Map 에서 좌우 최대 외각 좌표를 구각점으로 결정한다.

⑬ Gnathion(턱하점) : L3

Inferius(하순점) 에서 수직의 화소들로 영역을 제한한 후 Histogram Equalization, Stretching 을 통해 획득한 Edge 의 좌표를 턱하점으로 결정한다.

Ⅲ. 研究結果

1. 연구대상

연구 대상은 임상시험에 참가한 400명 중 196명을 무작위 추출하여 안면 특징점을 추출하였으며 대상자의 특성은 다음과 같다.

1) 대상자의 성별-체질별 분포

연구 대상자 196명 중 여성이 126명이며 남성이 70명으로 여성의 비율이 남성보다 높았다. 여성 중 체질별 분포는 태음인 54명(42.9%)으로 가장 많았으며 소양인, 소음인은 36명(28.%)로 다음으로 같은 분포를 보였다. 남성 중 체질별 분포는 태음인이 30명(42.9%)으로 가장 많았으며 소양인이 29명(41.4%), 소음인이 11명(15.7%)의 분포를 보였다. 전체적인 체질별 분포는 태음인(42.9%), 소양인(33.2%),소음인(24.0%)의 순서를 보였다.

2) 대상자의 연령별 분포

대상자의 평균연령은 44.80±11.85이며 40대가 가장 많은 분포를 보였으며 30대와 50대가 각각 51명 44명으로 고른 분포를 보였다.

Table. 1. Distribution of Patients to Sex & Constitution

	Soyangin	Tacumin	Socumin	Total
Female	36(28.6%)	54(42.9%)	36(28.6%)	126(100.0%)
Male	29(41.4%)	30(42.9%)	11(15.7%)	70(100.0%)
Total	65(33.2%)	84(42.9%)	47(24.0%)	196(100.0%)

Table. 2. Distribution of Patients to Sex & Age

Age	Male	Female	Total
20~29	8	12	20
30~39	20	31	51
40~49	16	41	57
50~59	19	25	44
60~69	5	13	18
70~	2	4	6
Total	70	126	196

* 대상자의 평균나이는 44.80±11.85

2. 3차원 안면자동인식기와 수동 측정시의 오차 비교

3차원 안면자동인식기와 숙련된 전문가의 수동으로 추출된 안면점의 차이를 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

동일한 안면점에 대해 자동-수동으로 각각 측정했을 때 추출된 값이 서로 차이가 있는지 비교하기 위해 Paired-T test를 사용하였다.

단, 절대값으로 비교하지 않고 T값으로 변환하여 통계처리 하였다.

자동으로 측정한 S1에서 S2까지의 거리의 평균±표준편차는 6.48±0.36이고 수동으로 측정한 S1에서 S2까지의 거리의 평균±표준편차는 6.51±0.32이다. S1-S2 사이의 거리 추출에서 자동-수동의 측정값 차이의 P-value는 0.98로서 유의한 차이가 없었다. 위의 표에서 알 수 있듯이 3차원 안면자동인식기에서 추출한 안면특정점과 수동으로 측정한 안면특정점간의 차이에 대한 T값의 p-value는 0.83~1.00로서 두 값이 서로 유의한 차이를 보이는 경우는 p-value가 0.05이하인 경우이므로 자동으로 추출한 안면점과 수동으로 추출한 안면점이 유의한 차이가 거의 없다는 것을 알 수 있다. 즉, T값의 p-value가 0.8이상을 보이며 3차원 안면자동 인식기의 인식 정확도가 매우 높다고 할 수 있다.

3차원 안면자동인식기의 부위별 인식도는 다음과 같다. 정면부에서 발제점, 비침점, 턱하점에 대한 인식은 수동에서 인식하는 부분과 거의 일치하는 범위 내에서 특이점을 인식하였다. 눈썹부분

Table. 3. Comparison of Error between Manual and Autonomic Measurement

FDP	S1기준		S2기준		P-value	
	Auto	Manu	Auto	Manu	S1 [†]	S2 [‡]
S	6.48±0.36	6.51±0.32				0.98
L1	8.86±0.69	8.99±0.72	8.92±0.71	9.07±0.74	1.00	1.00
L2	5.91±0.56	5.78±0.37	5.74±0.53	5.63±0.36	1.00	1.00
L3	12.37±0.78	12.56±0.65	12.31±0.79	12.50±0.63	0.88	0.88
1.1	2.65±.33	2.71±0.30	7.00±0.40	7.04±0.36	1.00	1.00
1.2	7.02±.38	7.07±0.34	2.67±0.39	2.75±0.33	1.00	1.00
1.3	2.56±0.38	2.58±0.29	5.52±0.39	5.35±0.39	1.00	1.00
1.4	5.58±0.38	5.24±0.35	2.58±0.40	2.64±0.31	1.00	1.00
1.5	3.09±0.50	3.18±0.50	8.75±0.66	8.91 ±0.61	1.00	1.00
1.6	8.63±0.64	8.79±0.47	3.05±0.52	3.01±0.35	0.90	0.98
1.7		3.86±0.25		3.85±0.34		
1.8	2.07±0.35	1.99±0.45	6.80±0.39	6.77±0.45	1.00	1.00
1.9	6.82±0.37	6.80±0.37	2.11±0.40	2.02±0.34	1.00	1.00
2.1		0.79±0.13		6.55±0.30		
2.2		6.57±0.30		0.81±0.13		
2.3	0.50±0.13	0.49±0.12	6.49±0.36	6.52±0.32	1.00	1.00
2.4	6.50±0.36	6.53±0.32	0.51±0.17	0.51±0.12	1.00	1.00
2.5	0.47±0.09	0.55±0.09	6.49±0.36	6.53±0.32	1.00	1.00
2.6	6.50±0.37	6.54±0.32	0.48±0.13	0.54±0.09	1.00	1.00
2.7		1.12±0.12		6.61±0.32		
2.8		6.62±0.32		1.09±0.13		
2.9	1.45±0.13	1.43±0.18	5.13±0.31	5.17±0.28	1.00	1.00
2.10	5.16±0.31	5.16±0.27	1.42±0.15	1.43±0.17	1.00	1.00
2.11	1.69±0.24	1.55±0.23	8.06±0.44	7.98±0.39	1.00	1.00
2.12	7.95±0.47	7.83±0.37	1.58±0.34	1.41±0.19	1.00	1.00
3.1		3.41±0.19		3.33±0.29		
3.2	4.82±0.59	4.62±0.33	6.99±0.58	6.87±0.39	1.00	1.00
3.3	7.09±0.57	6.97±0.36	4.78±0.62	4.61±0.37	1.00	1.00
4.1	7.99±0.58	7.92±0.45	7.87±0.57	7.80±0.45	0.95	0.91
4.2	8.53±0.64	8.51±0.44	8.42±0.63	8.40±0.44	0.92	0.88
4.3	9.41±0.66	9.29±0.47	9.31±0.67	9.22±0.46	0.88	0.83
4.4	7.80±0.69	7.76±0.46	9.56±0.74	9.59±0.48	0.94	0.93
4.5	9.59±0.66	9.62±0.45	7.74±0.62	7.72±0.55	0.91	0.94
5.1	9.77±0.86	10.64±0.80	12.26±0.92	13.19±0.82	0.93	0.92
5.2	12.24±0.86	13.12±0.83	9.72±0.73	10.58±0.84	0.91	0.88
5.3	11.46±0.77	11.65±0.74	12.73±0.79	12.97±0.70	0.87	0.86
5.4	12.75±0.81	12.99±0.69	11.43±0.70	11.64±0.71	0.88	0.85

[†] S1:S1을 기준으로 자동으로 추출한 안면측정값과 수동으로 추출한 안면측정값 차이의 T값 비교

[‡] S2:S2를 기준으로 자동으로 추출한 안면측정값과 수동으로 추출한 안면측정값 차이의 T값 비교

단위 : cm

(1.1-1.9)에서는 자동이 수동에 비해서 1개의 특징 점에 대한 인식을 하지 못하여 88.9%를 자동인식 하였다. 눈의 형태를 나타내는 부분(2.1-2.12)에서는 12개의 특징점 중 4개를 인식하지 못하여 66.7% 만을 자동인식 하였으며 코의 형태를 나타내는 부분(3.1-3.3)에서는 3개의 특징점 중 1개를 인식하

지 못하여 66.7%만을 자동인식하였다. 입의 형태 를 나타내는 부분(4.1-4.5)과 턱의 윤곽선을 나타 내는 부분(5.1-5.4)은 모두 인식하여 100%의 자동 인식률을 보였다.

결과적으로 3차원 안면자동인식기는 정면 38개 안면 측정점 중에 32개를 95%의 신뢰범위에서 자동

인식 하였다(84.2%). 그러나 측면 15개 안면 측정점은 자동인식을 위한 더 많은 연구와 시간이 필요할 것으로 생각된다. 즉, 현재 총 53개 안면측정점 중에서 32개를 자동인식 하므로 60.4%의 자동인식률을 나타낸다.

IV. 考 察

체질 진단의 객관화는 진단의 정확성을 위해 중요한 작업이며 3차원 안면자동인식기를 이용하여 사상인 안면의 형태학적 특이점을 찾아낸다면 보다 사상인 안면특징을 파악하는 데 용이할 것이다.

본 연구에서는 3차원 안면자동인식기의 인식의 정확도를 검증하기 위해서 숙련된 전문가 1인이 수동으로 추출한 안면점과의 비교를 하였다. 추출된 안면점의 평균과 표준편차를 이용한 T값을 기준으로 Paired-T test를 통하여 자동-수동 간의 인식의 일치도를 검증하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

3차원 안면자동인식기는 사람의 안면부의 특징을 객관적이고 수식적으로 계측하기 위한 기기이며, 안면점의 인식 과정에서 수동과 비교해 거의 차이를 보이지 않아(P-value>0.05) 높은 인식도를 보이고 있음을 알 수 있다. 따라서 3차원 안면자동인식기를 활용한다면 안면 특징점을 수동으로 추출할 때 발생할 수 있는 오차를 줄여 보다 객관적인 체질진단에 활용할 수 있을 것이다. 이렇게 사람이 직접 안면특징점을 포인팅하는데 있어서 사람마다 다른 추출점 기준의 차이, 포인팅 하는 공간의 차이, 컴퓨터의 화면의 밝기와 같은 변수를 제거할 수 있는 것이 3차원 안면자동인식기의 중요성이라 보여진다.

그러나 안면의 정면부에 해당하는 특징점에서만 자동인식을 하고 있으며 측면부에서의 특징점 자동인식은 아직 미숙한 단계이다.

안면점 중 1.7¹⁾, 2.1, 2.2²⁾, 2.7, 2.8³⁾, 3.1⁴⁾은 자

동으로 측정시 인식되지 않아 측정값이 도출되지 못한 안면점이다. 이러한 점들은 주로 정면부에서 윤곽이 뚜렷이 드러나지 않는 점으로서 측면에서 추출되기가 용이한 점들을 알 수 있다. 이렇게 정면부에서 윤곽이 뚜렷하지 않아 경계가 모호한 점들에 대한 인식도는 수동에 비해 다소 낮음을 알 수 있었다. 3차원 안면자동인식기는 특정점 추출법에서 추출하고자 하는 부분의 영역을 제한하는 Mask map을 사용하고 있다. 일정한 구역을 제한하여 한정된 영역 내의 안면점을 찾아내는 이러한 방법은 효과적으로 안면부의 특징점을 인식하는 것으로 보인다.

그러나 현재 안면표준점을 자동으로 인식하는데 있어서 Map을 설정하여 구역을 제한한 후 특정점을 찾는 방법에서 정면부에서 경계가 불분명한 미간점, 쌍꺼풀점, 안검구점 등과 귀부분에 대한 자동인식의 경계가 명확하지 않은 부분은 인식이 되지 않고 있다. 따라서 향후 굴곡이 심한 코나 경계가 불분명한 정면부, 입부분과 오차가 심한 턱부분의 안면점에 대한 인식도 및 측면 윤곽선과 경계가 뚜렷하지 않은 귀부분에 대한 인식도를 높이기 위한 검증 및 특이점 추출법에 대한 지속적 연구가 필요하다고 사료된다.

또한 5.1~5.4⁵⁾는 하안부 안면 윤곽의 정확한 추출을 위해 새롭게 정의된 안면점으로서 향후 이미지 재현에 있어 정확도에 대한 검증이 필요할 것으로 사료된다.

1) 미간점: 얼굴의 수직중양선과 좌우미모기시점의 연결선이 교차하는 점
2) 좌, 우쌍꺼풀점: 쌍꺼풀이 있는 경우 좌,우측 쌍꺼풀선과 우측 동공점의 수직연장선이 만나는 점

3) 좌, 우하안검구점: 하안검구와 좌,우측 동공점의 수직연장선이 만나는 점
4) 셀리온: 비근점 아래쪽 코의 시작부위 최내 곡각점
5) 5.1 : 우구각사점(右口角斜点) 우측안면윤곽선과 우구각점의 45도 사선이 만나는 점
5.2 : 좌구각사점(左口角斜点) 좌측안면윤곽선과 좌구각점의 45도 사선이 만나는 점
5.3 : 우구각하점(右口角下点) 우측안면윤곽선과 우구각점의 수직연장선이 만나는 점
5.4 : 좌구각하점 (左口角下点) 좌측안면윤곽선과 좌구각점의 수직연장선이 만나는 점

V. 參考文獻

1. 전국 한의과대학 사상의학교실 위임. 사상의학. 집문당, 서울, 2000.
2. 석재화, 송정훈, 김현진, 유정희, 박창규, 이준희, 고병희, 김종원, 이의주. 3차원 안면자동인식기 (3D-AFRA)의 Hardware 정밀도 검사. 사상체질의학회지. 2007;19(2):31-39.
3. 석재화, 조경래, 조용범, 유정희, 박창규, 이수경, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 형상복원 오차검사. 사상체질의학회지. 2006;18(2):41-49.
4. 석재화, 조경래, 조용범, 유정희, 박창규, 이수경, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 안면 위치변화에 따른 정확도 검사. 사상체질의학회지. 2006;18(3):57-63.
5. 박창규, 조용범, 손은혜, 유정희, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 Positioning 오차분석. 사상체질의학회지. 2006;18(2):34-40.
6. 박창규, 조용범, 손은혜, 유정희, 고병희, 김종원, 김규곤, 이의주. 3차원 안면자동인식기의 Hardware 오차분석. 사상체질의학회지. 2006;18(3):49-56.