

인체계측을 위한 평면사진측정방법의 연구

박찬미·서미아*

(부천전문대학 의상디자인과, 한양대학교 의류학과*)

입체로서의 인체에서 디자인에 필요로 하는 인체상이나 pattern making에 필요한 정보를 얻으려면 인체에서 직접 얻을 수 있는 1차원적 길이 외에 2차원적 인체의 실루엣이나 채표의 각도, 단면의 형상 등이 필요하다. 피복인간공학측면에서의 인체계측을 위한 평면 사진측정 방법은 투영길이와 각도의 계측, 인체 각부 위의 위치관계 등을 수량화 할 수 있다는 목적이 외에도 간접계측으로서의 계측의 용이함과 특수한 기기를 사용하지 않는다는 등의 편의성이 인정되어 국민체위 조사와 같은 대규모의 계측조사로부터 비교적 소수를 대상으로 하는 학술적인 연구에 이르기까지 널리 이용되고 있다. 그러나 사진측정방법 자체에 대한 엄밀한 검증이나 연구가 이를 뒷받침해주지 못하고 있음도 사실이다.

본 연구의 목적은 현재 이용되고 있는 평면 사진측정방법들을 검토 분석하여 방법상의 문제점들을 추출해내고, 사진측정방법의 가장 기본적인 근거인 사진의 원리와 메커니즘의 관점에서 분석된 문제점들을 극복할 수 있는 개선된 방법을 모색하여 보고자 한 것이다.

기존 인체계측에서 행하여지고 있는 평면 사진계측방법을 검토한 결과 1) 투시도적 왜곡현상을 도의시하는 데서 오는 오류, 2) 척도 기준으로서의 격자스크린의 유효성 문제, 3) 정면과 측면, 후면 등의 촬영시 피측정자의 자세 변화에서 오는 측정 부위의 불일치라는 면에서 문제점이 발견되었다. 이들 문제를 최소화시킬 수 있는 방법으로써 기준점 방식의 투영좌표계 사진측정방법을 제안하고 투영좌표계에 의한 측정과 기준점 방식에 의한 측정의 유효성을 검증해 보았다.

검증의 내용 및 결과는 다음과 같다.

1) 기준격자의 측정에 의한 투영좌표계의 검증

투영좌표계에 의한 측정의 유효성을 확인하기 위하여 3가지의 실험 측정을 하였다. 측정 대상은 10cm 간격으로 만들어진 수평방향길이 90cm, 수직방향길이 180cm의 기준격자로서 10cm길이의 모든 변을 측정하였다. 촬영은 35mm - 1.8리플렉스 사진기(Canon EOS-5), 105mm렌즈로 했으며, 기준격자와 사진기와의 거리는 4.6m로 하였다.

촬영은 기준격자의 중심점에 렌즈의 중심점이 오도록 하여 엄격히 수직수평이 유지될 수 있도록 설정한 경우([표 1]의 1·2)와, 수평은 유지하되 기준격자의 정면에서 30도 우측에서 촬영하도록 설정된([표 1]의 3) 2가지의 방법을 취하였다. 측정은 기준격자의 중심 정면에서 촬영한 사진에는 직교좌표계([표 1]의 1)와 투영좌표계([표 1]의 2)의 두 가지 방식을 적용하여 측정하고, 30도 우측에서 촬영한 사진은 투영좌표계를 적용([표 1]의 3)하여 측정하였

다.

기준격자의 수평방향 171개, 수직방향 180개의 변 모두를 측정하였으며, 측정된 모든 변의 길이는 10cm이다. 측정에 사용된 타블렛의 측정오차는 0.15mm이고, 측정에 사용된 사진의 축척이 약 1/11이었으므로, 측정장치에 의한 실 거리의 최대오차는 1.67mm이다.

측정오차를 살펴보면 3가지 경우 모두 오차평균이 1mm미만으로 비교적 정확하였다. 먼저 중앙정면에서 촬영한 같은 사진을 직교좌표계와 투영좌표계의 두 가지 다른 방식으로 측정한 1·2번을 비교하면 투영좌표계에 의한 측정에서 표준편차가 현격히 낮아졌음을 확인할 수 있다. 사진촬영에 있어서 사진기의 수평·수직·렌즈 중심점의 높이를 정확히 설정하는 것은 현실적으로 대단히 어렵다. 따라서 촬영에 있어서 어느 정도의 투시도적 왜곡은 있기 마련이어서, 투영좌표계를 적용한 측정이 유효할 수 있다. 다음으로 정면 우측 30도 각도에서 촬영한 사진으로 측정한 결과도 중앙정면에서 촬영한 사진을 측정한 결과와 크게 다르지 않다. 투시도적 왜곡이 현격한 경우에 있어서도 유효한 결과를 얻을 수 있었다.

다만 전체적으로 수직방향 변들의 상하방향으로의 측정치들간의 편차가 컸으며, 특히 상단 부분과 하단부분에서의 오차가 크게 나타났다. 이점은 렌즈의 광학적 오차가 주변부로 가면서 커짐으로서 나타나는 현상으로 판단된다. 인체측정에서의 사진측정은 촬영대상이 사람이므로 보통 사진기를 상하방향으로 긴 사진을 촬영할 수 있도록 돌려 촬영하므로 상단과 하단 부분이 렌즈의 가장 주변부에 해당하게 되므로 상대적으로 렌즈에 의한 왜곡이 심하게 나타난다. 투영좌표계에 의한 측정은 투시도적 왜곡을 원 좌표로 읽어내는 방법이므로 렌즈의 광학적 오차까지 해결할 수는 없는 것이다.

2) 인대를 이용한 검증

기준선방식의 유효성을 검증하기 위하여 인대에 7개 항목의 계측점들을 표시하고 기준점방식과 기준격자방식으로 측정사진을 촬영한 후 기준점방식으로 촬영된 사진은 투영좌표계로 기준격자방식으로 촬영된 사진은 투영좌표계와 직교좌표계로 측정하여, 측정된 값을 마틴계측기에 의한 직접계측값과 비교하여 보았다. 사진촬영은 35mm 一眼리프렉스 사진기(Canon EOS-5), 105mm렌즈를 이용하였다.

기준격자방식에 의한 측정은 수평방향 90cm, 수직방향 180cm 크기의 10cm 정방형 격자를 사용하였고, 인대와 기준격자의 거리에 따른 측정값의 차이를 확인하기 위해 일반적으로 이용되는 10cm와 20cm의 2가지 경우를 측정하였다.

기준점방식은 수평방향의 봉을 인대의 상부에 설치하고, 이 봉으로부터 수직으로 2개의 추를 단 손을 드리웠다. 이 수직방향 끈에 아래, 위 150cm간격으로 2개의 기준점을 표시하였으며, 두개의 수직끈의 간격은 90cm로 조정하였다. 총 4개의 기준점들은 엄격히 수평과 수직을 유지하도록 조정되었으며, 기준점의 간격은 인대의 직접계측과의 척도의 일관성을 유지하기 위해 마틴계측기로 측정하였다. 인대는 기준점들이 표시된 수직방향의 2개의 끈 사이에 이 두 끈이 연결되는 선과 인대의 측면 수직중심선이 일치되도록 설치되었다.

실험 측정의 결과를 검토하여 보면, 기준점방식 측정이 마틴계측기에 의한 직접 계측의 값과 -0.07cm서 +0.05cm까지의 차이를 나타내어 모두 1mm 이내의 상당히 정확한 값을 얻었다. 반면 기준격자방식은 인대를 격자 앞 10cm에 위치시킨 경우 +0.18cm에서 +0.83cm 범

위의 차이를 나타내었고, 격자 앞 20cm에 위치시킨 경우는 +0.50cm에서 +1.67cm 범위의 차이를 나타내는 값을 얻어 상대적으로 오차가 큰 것으로 나타났다.

측정좌표계가 직교좌표계인가 또는 투영좌표계인가의 차이보다는 기준점방식인가 기준격자방식인가 하는데서 오는 차이가 보다 현격했다. 측정을 위한 사진촬영시 사진기를 중심정면에 설치한 관계로 좌표계에 의한 측정값의 차이는 작았던 것으로 생각된다. 일반적인 측정에서도 사진기를 중심정면에 위치시키므로 측정좌표계에 의한 차이는 그리 크지 않을 것으로 보인다.

척도기준의 설정방식이 기준점방식인가 또는 기준격자방식인가의 차이는 척도기준 평면의 위치와 실험대상과의 위치의 차이를 발생시키므로 결과치에 큰 차이가 있었다. 기준점방식이 인대의 측면중심선에 척도기준평면을 위치시키는 반면 기준격자방식은 격자평면의 위치와 측정점의 위치가 일치할 수 없다. 기준격자 앞 10cm에 인대를 위치시키는 경우도 실제 인대의 측면중심은 $[10\text{cm} + (\text{인대의 측면 두께})/2]$ 가 되며 실제 측정점의 위치는 체표면에 위치하므로 $[10\text{cm} + (\text{인대의 측면 두께})/2]$ 에서 $[10\text{cm} + (\text{인대의 측면 두께})]$ 사이에 위치하게 된다. 이러한 척도기준평면과 측정점과의 위치의 차이가 가장 큰 오차의 원인이 되고 있는 것으로 판단된다.

기준격자와 인대의 거리를 20cm로 한 경우는 직접계측과 1cm이상의 차이를 나타내고 있어 측정값으로서의 가치에 문제가 있는 것으로 보인다. 사실 이러한 척도기준평면과 측정점과의 위치의 차이는 기준점방식에서도 나타난다. 본 실험측정에서는 척도기준평면이 인대의 측면 중심선에 위치시켰으므로 척도기준평면과 측정점과의 차이는 0에서 $[(\text{인대의 측면 두께})/2]$ 사이에 있게 된다. 본 실험측정에서 기준점방식에서 얻어진 측정결과와 직접계측치의 차이는 문제될 정도의 크기가 아니지만, 방법론상으로 기준점의 위치를 체표면의 가장 앞에서 위치한 측정점과 가장 뒤에 있는 측정점의 중간에 위치시키는 것이 보다 오차를 줄일 수 있을 것이다. 이 점은 정면이 아닌 측면을 측정할 경우 더욱 중요해진다. 피측정자의 개인적인 편차까지를 고려하여 가장 적합한 척도기준평면의 위치를 정하는 것이 측정의 정확도를 좌우하는 가장 중요한 요인이 된다.

위와 같은 검증 결과로부터 본 논문에서 제안하고자 하는 기준점방식의 사진측정은 측정의 정확도가 기존에 이용되고 있는 기준격자방식 보다 월등한 것으로 밝혀졌다. 측정의 정확도를 향상시킬 수 있었던 이유로 다음의 2가지 점을 지적할 수 있다. 첫째는 사진의 메커니즘에 기인하는 투시도적 왜곡현상을 무시하지 않고 측정에 반영하였다는 점이며, 둘째는 측정의 기준으로 3차원 공간상의 4개의 점을 이용함으로써 기준점들을 측정대상의 중심선 가까이에 위치시킬 수 있게 되었고, 따라서 사진기로부터 척도의 기준평면과 측정점까지의 거리가 다르다는 기준격자방식의 문제점을 상당히 극복할 수 있게 되었다는 점이다.

기준점방식은 측정의 정확성 이외에도 몇 가지의 중요한 장점을 갖고 있는데, 가장 주목할 만한 가능성은 척도의 근거점으로서의 기준격자스크린을 이용하지 않고, 3차원 공간상에 기준점을 자유로이 설정할 수 있음으로 인해 측정대상의 자세의 변화·이동 없이 전면·후면·측면 등을 동시에 촬영할 수 있다는 점이다. 사실 기존의 기준격자방식은 척도의 근거를 격자스크린에 의존함으로써 격자스크린이 측정대상의 한 면을 가리게 되어 전면·후면의 동시 촬영이 불가능하였으며, 측면의 경우는 측정점과 격자스크린과의 거리가 너무 멀어지게 되어

측정의 정확성을 확보하기 힘들었다. 이러한 기준격자 방식의 한계를 극복하고 피측정자의 자세의 변화를 배제하면서 동시에 다면을 촬영할 수 있게 되어 동일 피측정자에 대한 측정의 일관성을 확보할 수 있다.

이상과 같이 기준점방식의 측정은 몇 가지 측면에서 측정의 정확도를 한 단계 향상시킬 수 있었다. 이러한 측정방식의 개선은 측정에 컴퓨터를 적극 이용함으로써 가능하였다. 즉, 컴퓨터와 디지털이저를 이용한 사진상의 측정점의 측정을 전제로 하여 그에 적합한 측정사진의 촬영 및 측정좌표기준점의 설정방법을 제시함으로써 이루어졌다. 본 논문에서는 완성하기 못하였지만 앞으로 기준점방식 사진측정을 위한 프로그램을 개발하여 측정에서 데이터의 처리까지 일관된 과정으로 처리할 수 있는 방안을 모색해보고자 한다.

[표 1] 측정방식에 따른 기준격자 각변(10cm)의 측정값

	촬영 및 측정방식		수평방향		수직방향	
	촬영위치	측정좌표계	평균	표준편차	평균	표준편차
1	중앙정면	직교좌표계	9.91	0.11	9.97	0.17
2	중앙정면	투영좌표계	9.94	0.07	9.96	0.11
3	중앙우측 30도	투영좌표계	9.95	0.09	9.95	0.09

※ 단위 : cm

※ 기준격자의 크기 : [전체] 수평방향 90cm × 수직방향 180cm [단위격자] 수평방향 10cm × 수직방향 10cm

※ 측정 변의 수 : 수평방향 171개, 수직방향 180개, 총 351개

[표 2] 인대를 이용한 측정방식에 따른 측정값의 비교

	촬영 및 측정 방식				측정항목						
	방식	인대 위치	촬영 높이	측 정 좌표계	1	2	3	4	5	6	7
1	직접계측(마틴계측기)				32.30	29.95	23.30	30.15	13.05	29.22	17.71
2	기준점방식	중심선	중심	투영좌표계	32.30 (0.00)	29.99 (+0.04)	23.26 (-0.04)	30.08 (-0.07)	13.06 (+0.01)	29.16 (-0.06)	17.71 (0.00)
3				150cm	투영좌표계	32.30 (0.00)	29.92 (-0.03)	23.35 (+0.05)	30.11 (-0.04)	13.06 (+0.01)	29.27 (+0.05)
4	기준격자방식	10cm	중심	투영좌표계	33.13 (+0.83)	30.58 (+0.62)	23.55 (+0.25)	30.89 (+0.74)	13.23 (+0.18)	29.48 (+0.26)	18.47 (+0.76)
5				직교좌표계	33.09 (+0.79)	30.52 (+0.57)	23.54 (+0.24)	30.95 (+0.80)	13.28 (+0.23)	29.53 (+0.31)	18.49 (+0.78)
6				20cm	투영좌표계	33.84 (+1.54)	31.05 (+1.10)	24.02 (+0.72)	31.50 (+1.35)	13.55 (+0.50)	29.95 (+0.73)
7				직교좌표계	33.97 (+1.67)	31.20 (+1.25)	24.19 (+0.89)	31.60 (+1.45)	13.55 (+0.50)	30.13 (+0.91)	18.94 (+1.23)

※ 단위 : cm

※ ()안은 각 측정항목의 직접계측값과의 차이.

※ 직접계측은 마틴계측기에 의한 것.

※ 측정항목 : 1. 엉덩이 나비, 2. 배나비, 3. 허리나비, 4. 가슴나비, 5. 어깨선, 6. 앞목점·허리둘레선까지의 수직길이, 7. 앞중심선 상에서 허리둘레선·엉덩이둘레선까지의 수직길이

※ 측정값은 5회 실시한 측정 중 최소와 최대치를 제외한 3회의 평균값임.

A Study on the Plan Photogrammetry for Somatotyping

Chan-Mee Park and Mi-A Suh*

(Department of Clothing Designs, Bucheon Tech. College
Department of Clothing and Textiles, Hanyang University*)

This study pursues the problems of plan photogrammetry which is widely used in Somatotyping at present, and find out a method which can improve accuracy of measurement on the basis of principles and mechanisms of photography - the basic foundation of the photographic analysis methods.

As a result, this study proposes a new method which is based on the reference point method and perspective coordinate system. And the test measurement was operated to compare the measurement accuracy of the proposed method and the method based on reference grid screen method and perpendicular coordinate system which is commonly used at present. The result of this test measurement showed that the proposed method has higher accuracy.

Two reasons can be pointed out for the improvement of measuring accuracy. The first reason is that the proposed perspective coordinate system reduces the perspective distortion of photography. And second reason is that measuring points can be closely placed to the scale and coordinate reference plan of measurement by the proposed reference point method which make possible to place measuring object(or person) at the center of scale and coordinate reference plan by utilizing reference points of measurement in the three dimensional space not on screen.

As a result, this study proposes a new method which is based on *the reference point method and perspective coordinate system*. And the test measurement was operated to