

피복구성학적 인체계측방법에 관한 연구 — 평면사진계측방법을 중심으로 —

박 찬 미 · 서 미 아*

부천전문대학 의상디자인과 조교수 · 한양대학교 의류학과 교수*

A Study on the Plan Photogrammetry for Clothing Design

Chan-Mee Park and Mi-A Suh*

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

目 次

Abstract	IV. 평면사진계측방법의 개선방안
I. 서론	V. 검증
II. 기존 평면사진계측방법의 검토	VI. 결론
III. 기존 평면사진계측방법의 문제점	참고문헌

Abstract

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 dis-

tortion 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.

I. 서 론

피복제작의 기초가 되는 인체계측법에는 Martin에 의한 측정법 이외에도 인체의 형태정보를 보다 총괄적으로 또는 내적으로 구할 수 있는 방법들이 있다. 이런 방법은 기성복의 형태, 사이즈를 결정하기 위한 체형분류화의 자료가 되며, 또 인대 혹은 인체에 알맞는 의복제도법을 검토하기 위한 자료로도 이용될 수 있을 것이다.¹⁾ 최근 컴퓨터의 도입으로 피복인간공학측면에서의 인체계측은 사진계측방법, 레이저광 주사식에 의한 비접촉 3차원 계측법 등 계측 목적에 따라 방법이 다양해지고 있는데, 이 중 사진계측방법은 종래의 둘레와 길이의 계측만으로는 알 수 없었던 인체가 나타내는 자세와 형태 등의 시각적인 특성을 정확하게 파악할 수 있게하며 투영길이와 각도의 계측, 인체 각 부위의 위치관계 등을 수량화 할 수 있다는 목적 이외에도 간접계측으로서의 계측의 용이함과 특수한 기기를 사용하지 않는다는 등의 편의성이 인정되어 국민체위 조사²⁾와 같은 대규모의 계측조사로부터 비교적 소수를 대상으로 하는 학술적인 연구에 이르기 까지 널리 이용되고 있다. 그러나 사진계측방법 자체에 대한 엄밀한 검증이나 연구가 이를 뒷받침해 주지 못함으로써 계측치의 신뢰도에 대하여서는 한계를 가지고 있음도 사실이다.

본 연구에서는 현재 이용되고 있는 평면사진계측방법들을 검토 분석하여 방법상의 문제점들을 추출해내고, 사진계측방법의 가장 기본적인 근거인 사진의 원리와 메카니즘의 관점에서 분석된 문제점들을 극복할 수 있는 개선된 방법을 모색하고자 한다.

II. 기존 평면사진계측방법의 검토

기존의 의복설계를 위한 연구에서 인체계측시 사용되고 있는 평면사진계측은 사용 기기에 따라 전용장치인 실루에터를 이용하는 방법과 일반 사진기를 이용하는 두 가지 방법으로 구분할 수 있다.

1) 실루에터

실루에터는 일본 실루엣 주식회사에서 개발한 장치로 인체의 체형을 정확한 축척사진으로 촬영하는 것을 목적으로 제작된 장치이다.

인체계측전용으로 제작된 장치인 만큼 촬영장치와 피측정자가 위치하는 측정대 및 조명장

1) 日本纖維機械學會, 被服學體系化分科會 編, 이순원 · 조길수 · 이영숙 공역, 被服科學總論, 서울 교문사, 1991, p.98.

2) 공업진흥청, 국민표준체위조사보고서, 1986.

치, 그리고 사진의 현상장치에 이르기까지를 모두 갖추고 있다. 그리고 이 장치는 피측정자의 1/10 축척의 전신 사진이 촬영되도록 렌즈의 초점거리($f=210\text{ mm}$)와 렌즈와 피측정자간의 거리가 설정되어있다. 따라서 특별한 조작없이 측정대에 피측정자를 세우고 단추 하나를 누름으로서 1/10축척의 역상(negative)사진을 얻을 수 있다. 역상사진이 얻어지는 이유는 필름이 아닌 인화지에 직접 상을 담기 때문이다. 이렇게 필름의 과정을 배제함으로써 확대인화 과정, 즉 필름을 확대하여 사진을 만들어 내는 과정에서 발생할 수 있는 오차를 피함으로써 신뢰도를 높이고 있다. 또한 실루에타는 사진방식에 의해 인체를 형으로 잡고, 3차원적으로 복원시키는 특징을 가지고 있다. 인체의 정면, 측면을 1/10로 촬영하는데 실루엣 사진으로 자세, 각부의 變曲, 들레항목을 포함한 인체 각부의 측정이 가능하다.³⁾

이상으로 살펴보면 렌즈의 초점거리, 렌즈와 피측정자의 거리가 고정되어 있다는 점, 확대인화과정을 거치지 않는다는 점, 또한 들레항목의 측정이 가능하다는 점이 실루에타의 특징이자 장점이며 일반 사진기를 이용하는 방법과 다른 점이다.

한편 실루에타법은 다른 Film Researching Method의 공통적인 문제점과 같은 이동계측시 장비의 이동이 어렵고, 특정 인화지 및 현상기를 쓰기 때문에 자료의 구입이 힘들다는 점과 피측정자가 위치하는 측정대가 스크린 및 라이트 케이스로 둘러싸여 있어 측면체형 계측시에는 자세의 불균형이 가시적으로 확인되지 못하고 촬영되는 경우 좌우계측치간은 물론 정면과 측면체형이 공유하는 항목 계측치간의 오차를 통제하기 힘들다는 결점이 있다.

2) 일반 사진기에 의한 평면사진계측

(1) 사용 사진기와 렌즈의 종류

일반 사진기를 이용하는 방법은 특수한 장비를 필요로 하지 않으므로 가장 널리 사용되고 있다. 사진기에는 여러 가지 종류가 특별한 경우가 아니면 가장 일반적인 35 mm—眼리프렉스(SLR : single lens reflex) 사진기를 사용하고 있다. 계측을 위한 정확한 사진을 촬영하기 위해서 중요한 점은 렌즈의 초점거리와 필름의 크기라 할 수 있다. 렌즈의 초점거리는 단축점 거리 렌즈 즉 광각렌즈를 사용하면 광학적 왜곡이 발생하므로 가능한 초점거리가 긴 망원계열의 렌즈를 사용하고 있다. 그러나 초점거리가 길어지면 피측정자와 사진기간의 거리가 길어지므로 넓은 공간을 필요로 하게 된다. 35 mm—眼리프렉스 사진기의 경우 망원렌즈는 100 mm에서 135 mm 정도의 렌즈가 사용되고 있다.^{4,5,6)}

(2) 사용 필름의 종류

필름의 규격은 24 mm×36 mm(35 mm롤필름), 6 cm×4.5 cm, 6 cm×6 cm, 6 cm×7 cm, 6 cm×9 cm(이상 120과 220롤필름), 4inch×5inch, 8inch×10inch(이상 시트필름) 등 다양하나 특수한 경우외에는 35 mm필름 즉, 한 장의 사진이 24 mm×36 mm라는 작은 크기에 담

3) 日本 Silhouetter 株式會社, Silhouetter System, p. 2.

4) 강석경, 슬랙스 실루엣의 도형적 해석을 이용한 패턴 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1995.

5) 이숙녀, 학령후기 여아의 인체 및 걸음형 제작을 위한 피복인간공학적 연구, 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1994.

6) 전은경, 아동의 의복구성을 위한 체형분석 및 인체모형 설계, 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1992.

기는 필름을 사용한다. 원칙적으로는 필름의 크기가 클수록 확대인화시 확대비율이 작아지며, 4 inch×5 inch 이상이 되면 확대하지 않고 필름 또는 1:1 크기의 밀착인화사진으로도 측정이 가능해져 확대인화시의 오차를 줄일 수 있으나, 사진기 등의 기기가 전문적인 것이 되며, 120롤 필름의 경우 1롤 당 12장(6 cm×6 cm 기준) 촬영이 가능하고 시트필름의 경우는 1개의 필름폴더당 2매만이 촬영 가능하므로 비교적 촬영규모가 큰 사진측정에 현실적으로 적합하지 않으며, 일반적인 35 mm 필름도 정밀도에 있어서 크게 떨어지지 않으므로 35 mm 필름을 사용하고 있다.

(3) 사진기의 위치(피측정자와 사진기 사이의 거리와 렌즈의 중심 높이)

촬영거리가 가까울수록 얻어진 인체도는 투시도의 성격이 강한 것이 되며, 거리를 멀리할수록 정투영도에 가까운 인체도가 얻어진다.⁷⁾ 기존 인체계측에서 이러한 조건을 고려한 연구에서는 피측정자로부터 사진기까지 대체로 5 m 내외의 거리를 두고 있다. 이 거리는 35 mm—眼리프렉스 사진기의 초점거리 100 mm 정도의 렌즈를 사용하여 성인 피측정자의 전신을 필름에 담기 위해 5 m 내외의 거리가 필요한 것으로부터 기인하는 것으로 생각된다. 촬영거리가 이보다 짧은 경우는 정투영도의 계측자료를 기대하기 어렵다.

사진기의 높이 즉, 렌즈 중심점의 높이는 정확한 도형으로 찍고 싶은 부위의 높이에 사진기의 중심 높이 즉, 렌즈의 중심높이를 설치해야 하는데, 대부분의 연구가 전신체형을 대상으로 하고 있으므로 측정 대상 집단의 평균 가슴높이를 기준으로 하고 있다.

(4) 격자스크린과 피측정자의 위치

사진을 측정하기 위해서는 측척이 중요하므로, 정확한 측척의 사진을 만들기 위해서 촬영시 측척의 기준을 피측정자와 함께 필름에 담는 방법을 사용하고 있다. 측척의 기준으로서 10 cm 간격의 격자 스크린을 이용하고 있는 경우가 많은데, 이 격자 스크린을 기준으로 앞서 언급한 확대인화 또는 슬라이드 프로젝트시 척도를 맞추고, 그 척도에 따라 스케일로 측정 한 후에 실측치로 환산하는 것이 일반적인 방법이다. 또는 컴퓨터를 이용하여 실제 높이와 넓이로 환산하여 간접계측치로 사용하기도 한다.^{8,9)}

척도의 기준이 되는 격자스크린은 피측정자의 뒤에 위치하는데, 이때 스크린과 피측정자의 거리는 피측정자의 발뒤꿈치선을 기준으로 10 cm를 두는 경우가 일반적이며, 20 cm 이상의 거리를 두는 경우도 있다.¹⁰⁾

(5) 필름의 확대인화 또는 슬라이드 프로젝트

촬영된 필름을 확대인화하여 사진을 만들게 되는데, 측정을 용이하게 하기 위해 1/10 또는 1/8 측척의 사진을 만드는 것이 일반적이다. 이때 35 mm 필름으로 성인의 전신 측정사진을 촬영한 경우 1/10 측척 사진은 약 6.5배 내외, 1/8 측척 사진은 8배 내외로 확대되어진다. 사진으로 확대하지 않고 슬라이드 프로젝트로 스크린에 투영하여 측정하는 경우도 있는데,¹¹⁾

7) 日本文化女子大學校 被服構成學研究室編, 전개서, pp.71-73.

8) 김구자, 남성복의 치수규격을 위한 체형 분류, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1991.

9) 강석경, 전개서.

10) 김구자, 전개서.

11) 남윤자, 실루엣에 의한 한국여성의 체형분석, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1982.

<표 1> 평면사진계측방법을 이용한 기존 연구의 촬영조건

연구자	사진기 기종	렌즈초점 거리	Shutter speed	필름	기준격자	스크린과 피험자와의 거리	인화확 대비율	사진기와 스크린 사이 의 거리	렌즈의 중심높이
이혜주 (1983)	Asahi Pentax	*	*	*	5×5	*		3.4 m	*
남윤자 (1991)	Nikon FM2	35~ 105 mm	*	ASA400	10×10	20 cm	1/5	320 cm	125 cm
김구자 (1991)	Nikon FM2	35~ 105 mm	*	ISO/ ASA400	*	정면100 cm 측면149 cm	1/10	정면428 cm 측면444 cm	95 cm
김경숙 이춘계 (1990)	Cannon AE-1	50 mm	*	*	*	*	1/10	3.3 m	100.5 cm
전은경 (1992)	Nikon F501AF	105 mm	1/250s	Kodac GCB4-24 ISO/ASA400	10×10	10 cm	1/10	500 cm	85 cm
김순자 (1993)	Contax AF RTS3	85 mm	1/125s	*	10×10	20 cm	1/10	500 cm	110 cm
이숙녀 (1994)	Nikon F401s	135 mm	60	Kodac	10×10	10 cm	1/8	500 cm	100 cm
권숙희 (1994)	Pentax AS RTS3	85 mm	1/125s	*	10×10	10 cm	1/10	200 cm	115 cm
강석경 (1995)	Pentax Espio 110	110 mm	*	*	10×10	*	10.16× 15.24	발2등분선 과467.5 cm	72 cm

※연구논문에 촬영조건이 명시 되어 있지 않은 경우는 * 표시 하였음.

※스크린과 피사체와의 거리는 스크린과 피사체의 발뒤꿈치와의 거리임.

이때 1/1의 실척도의 상을투영한다면 약 65배로 확대하는 것이 된다.

평면 사진계측방법을 이용한 기존연구의 촬영조건을 정리하면 <표 1>과 같다.

Ⅲ. 기존 평면사진계측방법의 문제점 분석

이상과 같이 인체 계측을 위한 기존 연구의 평면사진계측방법에 대하여 살펴보았는데, 사진 계측방법의 과정을 크게 나누어 보면 사진촬영, 계측자료의 제작, 계측과 같은 3단계로 이루어진다.

여기서 첫 번째 단계인 촬영은 사진기기를 사용하여 측정 대상의 사진을 촬영하는 것으로서, 패턴 제작을 도학적으로 생각할 때는 정투영도가 필요하므로 촬영시 주의가 요구된다. 사

진을 찍어서 인체를 계측하는 경우의 문제점은 영상의 오류, 즉 영상의 끝부분에서 상이 휘어지는 것이다. 이의 해결을 위해서는 초점거리가 큰 렌즈를 사용하는 것이 바람직한데, <표 1>에서와 같이 렌즈의 초점거리가 클수록 카메라와 피사체간의 최소 필요거리 또한 커야 한다는 문제가 있다. 이 단계에서는 실루에터를 사용한 경우를 제외하고는 측정대상을 촬영한 필름이 얻어진다. 실루에터를 사용하는 경우는 촬영에서 필름의 과정을 거치지 않고 직접 인화지에 네가티브 상태의 사진이 얻어진다. 두 번째 단계인 계측자료의 제작은 첫 번째 단계에서 얻어진 필름을 확대 인화하여 사진을 만들거나, 슬라이드 프로젝터 등을 이용하여 확대된 상을 만들어내는 과정이다. 사진의 필름의 규격은 24 mm×36 mm(35 mm 롤필름), 6 cm×4.5 cm, 6 cm×6 cm, 6 cm×7 cm, 6 cm×9 cm(이상 120과 220롤필름), 4 inch×5 inch, 8 inch×10 inch 등 다양한 크기가 있으나, 특수한 경우외에는 35 mm 필름 즉, 한 장의 사진이 24 mm×36 mm라는 작은 크기에 담기는 필름을 사용하므로 필름에 담긴 상을 축적이 가능한 크기로 만들기 위해서 확대 인화하여 인화된 사진을 만들거나, 슬라이드 프로젝터로 확대하는 과정을 거쳐야만 한다. 여기서도 예외의 경우는 실루에터로 실루에터에서는 1/10 축척의 인화된 사진이 직접 얻어지므로 두 번째 단계는 거치지 않는다. 세 번째 단계에서는 두 번째 단계에서 만들어진(실루에터는 첫 번째 단계) 계측자료를 스케일 또는 디지털타이저를 이용하여 계측하는 과정이다.

이상의 세 단계의 과정에서 주목해야 할 것은, 첫 번째 단계에서 계측 대상인 3차원의 상을 사진기를 이용하여 2차원인 평면의 필름에 축소하여 담는다는 것과, 두 번째 단계에서는 필름에 담긴 2차원의 축소된 상을 확대기나 슬라이드 프로젝터로 확대한 상을 만들어낸다는 점이다. 사진기와 확대기·슬라이드 프로젝터는 정반대의 기능을 하는 기기이나 그 원리와 기계적 구성은 거의 같다고 할 수 있다. 즉 사진기가 촬영대상인 물체에 반사된 빛을 필름에 담아내는 것이라면 확대기·슬라이드 프로젝터는 필름에 담긴 상을 전기적인 광원을 이용하여 인화지나 스크린으로 투영하는 것이지만, 빛이 투사되는 방향만 반대일 뿐 기본적인 기계적 구성은 같다. 문제가 되는 점은 측정자료를 얻기 위하여 두 번의 과정을 거친다는 점이다. 즉, 상을 축소하여 필름에 담고 다시 그것을 확대하여 인화지 또는 스크린에 담는 과정에서 발생하는 왜곡 등의 문제가 발생한다. 기존 조사·연구의 사진측정에서 이용된 사진기와 렌즈를 검토하여 보면, 촬영에 있어서는 렌즈의 왜곡을 의식하여 왜곡이 적은 초점거리가 긴 망원계의 렌즈를 대부분 사용하고 있음을 확인할 수 있다. 그러나 이 문제는 촬영시만 발생하는 것이 아니라 필름을 인화지로 확대 인화하는 과정과 스크린에 슬라이드 프로젝터로 확대 투영하는 과정에서도 똑 같이 발생한다. 그러나 기존 조사·연구에서는 확대인화과정에서 어떠한 기기를 사용하고 어떠한 초점거리의 확대렌즈 또는 슬라이드 프로젝터의 렌즈를 사용하였는지 밝히고 있는 경우가 없다. 이 점에 대해서는 의식하고 있지 않거나, 무시하고 있는 것으로 생각되어진다. 촬영시와 확대인화 또는 슬라이드 프로젝트시 모두 왜곡을 최소화할 수 있는 렌즈가 사용되어야 한다.

그러나 보다 근본적인 문제는 사진기를 통하여 3차원의 대상이 2차원의 평면 화상으로 변환된다는 데 있다. 3차원의 물체를 2차원의 평면상에 담는 방법을 입체도학에서는 크게 평행투상법(Parallel Projection)과 중심투상법(Central or Perspective Projection)으로 나누고 있다. 평행투상법은 1906년 미국의 Adam V. Miller가 고안한 방법으로 투상의 중심이 무한

대의 거리에 있어 대상물체로의 시선을 평행한 선으로 보고 투영하는 방법으로서 자연과학과 공학분야에서 3차원 물체의 형태, 치수 등을 객관적으로 정확히 표현하기 위해 주로 이용되고 있다.¹²⁾ 기계설계도면이나 건축설계도면(평면도, 입면도 등, 투시도 또는 조감도는 제외)이 이에 속한다. 즉, 공학적인 도면 등에서 3차원의 물체를 객관적으로 표현하는 방법으로 평행 투상법이 이용되는데, 의류학 분야의 인체계측을 위한 사진측정방법의 사진도 단순히 인체관찰을 목적으로 하는 경우가 아니고는 가급적 일반 도면에 가까운 평행투상도적인 사진을 전제로 한다.

그런데 사진기는 기본적으로 중심투상법적인 원리를 가지고 있다. 사진기의 조상은 바늘구멍 사진기로서 기원전 4세기에 이미 아리스토텔레스가 그 원리를 기록하고 있다. 즉, 사진기는 그 출발부터 중심투상법 다시 말해 투시도의 세계에 속해 있었다. 현재의 사진기도 중심투상법의 원리와 같다. 물론 긴 초점거리의 망원계의 렌즈를 사용하여 먼거리로부터 촬영할 경우 평행투상법적인 사진이 얻어질 수는 있지만, 기계적 원리는 중심투상법적이다. 문제는 측정 자료로서 적합한 평행투상법적 또는 도면의 성격에 가까운 사진을 얻기 위하여 중심투상법적 원리를 갖고 있는 사진기를 사용한다는 데 있다. 실제로 이 점을 극복하기 위하여 여러 가지 방법들이 고안되고 있음을 기존의 조사·연구의 사진측정 방법들에서 발견할 수 있다. 그 대표적 방법의 예가 측정 대상의 후면(또는 전면)에 기준 격자를 설치하여 촬영하는 것이다. 기준격자를 통해 스케일의 기준은 물론 얼마만큼 완전한 평면상태인가를 확인하기 위하고자 하는 의도도 포함되어 있는 것이다. 즉 투시도적 왜곡을 최소화하기 위한 방편의 하나로서의 의미있다고 분석된다.

또 한가지의 문제는 계측을 위해 사진에 정확한 척도를 재현해야 한다는 점이다.

먼저 기술적으로 어느 정도로 정확한 척도의 사진을 확대 인화할 수 있는가의 문제가 있다. 이 점은 현실적으로 정확한 축척의 사진을 확대 인화할 수 있다 하여도, 원리적으로 앞서 언급한 바와 같이 사진이란 정확히 직교되는 좌표계를 반영할 수 있는 정투상법이 아닌 좌표계가 투시도적으로 왜곡되는 중심투상법적인 원리로 만들어졌으며 촬영시 사진기의 렌즈 및 확대인화시의 확대기의 렌즈의 광학적 오차가 있으므로 현실적으로 일관된 직교좌표계적인 정확한 척도를 재현한다는 것은 대단히 어려운 일이다. 따라서 어떠한 부분을 기준으로 척도를 재현하는가 하는 문제가 발생하며, 현실적으로 사진의 부분에 따라 척도가 미묘하게 변하게 되어 스케일에 의한 실측시의 오차 이전에 이미 사진에 척도가 일관되게 반영되지 못한다는 문제를 가지게 된다.

그러나 이 점보다도 실제로 큰 오차를 발생시키는 점은 척도의 기준면과 실측지점들을 같은 평면상에 위치시키지 못한다는 데서 비롯되고 있다. 기존의 계측방법들을 보면(<표 3-1>참조) 일반적으로 피측정자와 척도의 기준이 되는 스크린 사이에 10 cm 또는 20 cm의 거리를 두고 있다. 이미 수차례 언급한 바와 같이 사진기는 투시도와 같은 중심투상의 원리를 따르고 있는 것이므로 사진기의 위치에서 멀어지면 크기가 작아진다. 따라서 척도의 기준이 되는 스크린을 피험자의 뒤에 위치시키면 척도의 기준이 실제 피험자의 측정부위에서 보다 작아지게 되고 작아진 척도기준으로 측정부위를 계측하게 되면 길이가 커지는 결과를 낳게 된다. 다음절의 인대를 이용한 측정실험결과(<표 3-3>참조)에서도 나타나듯이 이러한 원

12) 강문명·김정계·이중우, 건축도학, 학문사, 1985.

리적인 문제가 상당히 큰 오차를 발생시키고 있음을 확인할 수 있다. 격자스크린이 피측정자 뒤 10 cm 또는 20 cm 지점에 위치한다 하여도 실제 측정면은 피측정자의 사진기를 향한 스크린의 반대면이 되게 되므로 실제 스크린과 측정점과의 위치 차이는 상당히 커지게 되고, 전면부의 측정시 보다는 측면의 측정시에 더욱 그 거리의 차이가 커지게 되며 따라서 오차도 커질 수밖에 없다. 척도의 기준이 되는 스크린의 위치를 조정하든지 아니면 계측치를 보정하는 방법이 강구되어야 할 것이다.

이상의 문제점들과 성격을 달리하는 것이기는 하나 현실적인 계측작업에서 현재 이용되고 있는 계측방법으로서 만족시키고 있지 못한 문제점이 또 한가지 있다. 인체계측에서는 한가지의 자세뿐만 아니라 정면과 측면 그리고 배면과 같이 계측치에 일관성이 유지되어야 할 여러 자세 또는 측면을 계측해야 할 경우가 많다. 현재 이용되고 있는 계측 방법들에서는 이들 여러 측면들의 사진을 시차를 두어 피험자가 자세와 방향을 바꾸어가며 차례로 촬영하고 있다. 여기서 시차에 따른 그리고 자세가 변화함에 따른 피측정자의 변화로 일관성이 유지되어야 할 계측치들 간의 일관성이 깨어질 수 있다.

이와 같이 일반사진기를 사용하는 기존의 평면사진계측 방법에서 발견되는 중요한 문제점들을 정리하면 첫째, 투시도적 왜곡현상이 무시되고 있으며 둘째, 척도 기준으로서의 격자스크린의 유효성, 셋째, 前面과 側面촬영시 피측정자의 자세의 변화로 야기될 수 있는 계측오차에 대한 배려가 없다는 점등을 지적할 수 있다.

IV. 기존 평면사진계측방법의 개선방안

이상과 같이 기존 평면사진계측방법의 문제점을 살펴 보았는데, 이들 문제를 최소화 하는 방안은 기본적인 발상을 단순히 평면사진을 촬영한다는 것으로부터 3차원의 공간을 2차원의 평면으로 옮긴 사진을 촬영하여 계측한다는 것으로 바꿈으로서 실마리를 찾고자 한다. 3차원 공간을 사진기로 촬영한다는 근원적인 조건을 계측방법의 기본조건으로서 받아들이는 것이 필요하다. 이 점은 사진기를 사용하여 평면사진을 촬영하여 계측하는한 피할 수 없는 문제이기 때문이다. 따라서 3차원을 2차원으로 표현하는 투상도의 원리에 따라 일반적인 직교좌표계가 아닌 투영좌표계를 기준으로 계측을 하여야 한다.

또한 직교좌표계에서와 달리 투영좌표계에서는 좌표계 자체가 투시도적 왜곡을 반영하기 때문에 같은 크기라도 좌표계 상의 위치에 따라 보이는 크기가 달라진다. 따라서 좌표계의 기준으로서 방안지와 같은 역할을 한 기존의 격자스크린은 그 기능적 의미가 줄어들게 된다. 투영좌표계를 설정하기 위해서는 최소 4개의 기준점들만 확보하면 된다. 그리고 이 기준점들을 기존의 격자스크린이 아닌 공간상에 분리된 개별적인 점으로 설정함으로써 피계측자와 스크린이 다른 평면상에 존재할 수밖에 없던 기존의 문제를 해결할 수 있다. 이 방법을 기준점방식이라 하고자 한다. 따라서 이상의 두 가지 개선방안 즉, 투영좌표계와 기준점 방식을 반영한 평면사진계측방법을 기준점 방식 투영좌표계 사진계측방식이라 이름하기로 하며, 그 개선효과를 실험을 통하여 검증해 보기로 한다.

V. 검 증

투영좌표계에 의한 측정과 기준점 방식에 의한 측측의 유효성을 검증해 본다. 모든 사진계측은 계측의 일관성을 유지하기 위해 WACOM SD-422A 타블렛을 이용하였다. 이 타블렛의 판독 오차는 0.15 mm이다.

1) 기준격자의 측정에 의한 투영좌표계의 검증

투영좌표계에 의한 계측의 유효성을 확인하기 위하여 3가지의 실험 계측을 하였다. 계측 대상은 10 cm 간격으로 만들어진 수평방향길이 90 cm, 수직방향길이 180 cm의 기준격자로서 10 cm 길이의 모든 변을 계측하였다. 촬영은 35 mm 一眼 리플렉스 사진기(Canon EOS-5), 105 mm 렌즈로 했으며, 기준격자와 사진기와의 거리는 4.6m로 하였다.

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

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

계측오차를 살펴보면 3가지 경우 모두 오차평균이 1 mm마만으로 비교적 정확하였다. 먼저 중앙정면에서 촬영한 같은 사진을 직교좌표계와 투영좌표계의 두 가지 다른 방식으로 계측한 1·2변을 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 계측이 유효할 수 있다. 다음으로 정면우측 30도 각도에서 촬영한

<표 2> 측정방식에 따른 기준격자 각변(10 cm)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	중앙우측30도	투영좌표계	9.95	0.09	9.95	0.09

※ 단위 : cm

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

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

사진으로 계측한 결과도 중앙정면에서 촬영한 사진을 계측한 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 하단 부분에서의 오차가 크게 나타났다. 이 점은 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

기준점 방식의 유효성을 검증하기 위하여 인대에 7개 항목의 계측점들을 표시하고 기준점

<표 3> 인대를 이용한 계측방식에 따른 측정값의 비교

	촬영 및 계측방식			계 측 항 목							
	방식	인대 위치	촬영 높이	계측 좌표계	1	2	3	4	5	6	7
1	직접 계측				30.15	23.30	29.95	32.30	13.05	29.22	17.71
2	기준점 방식	중심선	중심	투영 좌표계	30.08 (-0.07)	23.26 (-0.04)	29.99 (+0.04)	32.30 (0.00)	13.06 (+0.01)	29.16 (-0.06)	17.71 (0.00)
3			150cm	투영 좌표계	30.11 (-0.04)	23.35 (+0.05)	29.92 (-0.03)	32.30 (0.00)	13.06 (+0.01)	29.27 (+0.05)	17.75 (+0.04)
4	기준점 자방식	10cm	중심	투영 좌표계	30.89 (+0.74)	23.55 (+0.25)	30.58 (+0.62)	33.13 (+0.83)	13.23 (+0.18)	29.48 (+0.26)	18.47 (+0.76)
5				직교좌 표계	30.95 (+0.80)	23.54 (+0.24)	30.52 (+0.57)	33.09 (+0.79)	13.28 (+0.23)	29.53 (+0.31)	18.49 (+0.78)
6				20cm	투영 좌표계	31.50 (+1.35)	24.02 (+0.72)	31.05 (+1.10)	33.84 (+1.54)	13.55 (+0.50)	29.95 (+0.73)
7				직교 좌표계	31.60 (+1.45)	24.19 (+0.89)	31.20 (+1.25)	33.97 (+1.67)	13.55 (+0.50)	30.13 (+0.91)	18.94 (+1.23)

※ 단위 : cm

※ () 안은 각 측정항목의 직접계측값과의 차이.

※ 직접계측은 마틴계측기에 의한 것.

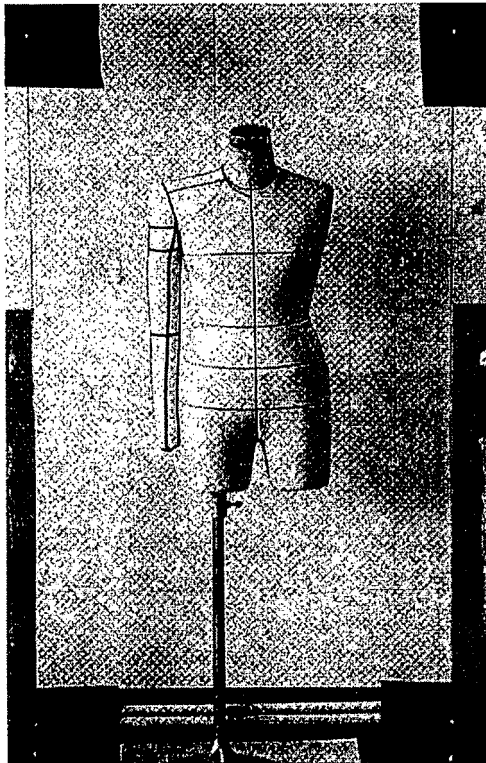
※ 계측항목 : 1. 가슴너비, 2. 허리너비, 3. 배너비, 4. 엉덩이너비, 5. 어깨길이, 6. 목앞점 - 허리돌레션, 7. 허리돌레션 - 엉덩이돌레션까지의 수직투영길이

※ 계측값은 5회 실시한 계측 중 최소와 최대치를 제외한 3회의 평균값임.

방식과 기준격자 방식으로 계측사진을 촬영한 후 기준점 방식으로 촬영된 사진은 투영좌표계로, 기준격자방식으로 촬영된 사진은 투영좌표계와 직교좌표계로 계측하여 측정된 값을 마틴계측기에 의한 직접계측값과 비교하여 보았다. 사진촬영은 35 mm -眼리프렉스 사진기 (Canon EOS-5), 105 mm 렌즈를 이용하였다.

실험계측의 대상으로 인대를 선택한 것은 여러 계측방법의 계측값을 비교한다는 본 실험의 성격상 각각의 실험에서 측정대상이 엄격히 동일한 상태를 유지해야 한다는 조건과 계측점이 실제의 인체와 같은 위치에 설정되는 것이 바람직하다는 2가지 이유에서 이었다. 즉 실제 인체는 계측사진을 동시에 촬영하지 않는 한 엄격히 같은 자세를 취하기 어려우며, 계측값 평가의 기준이 되는 직접계측에서 계측시 피부의 탄력에 의한 형태의 변화로 인해 간접계측을 평가하는 기준값으로 이용할 수 있는 정밀한 계측이 어렵다는 문제도 있다. 한편 원통이나 직방체와 같은 기하학적인 형태의 실험체는 그 형태가 단순하여 실제 인체에서와 같은 계측점의 상태를 반영할 수 없어 계측점의 3차원적인 위치의 변화에 따른 오차의 차이를 해석해 내기 어렵기 때문이다.

기준격자 방식에 의한 계측은 수평방향 90 cm, 수직방향 180 cm 크기의 10 cm 정방형 격자를 사용하였고, 인대와 기준격자의 거리에 따른 계측값의 차이를 확인하기 위해 일반적으로 이용되는 10 cm와 20 cm의 2가지 경우를 계측하였다.



<그림 1> 인대를 이용한 기준점방식의 유효성 검증

기준점방식 사진계측은 <그림 1>과 같이 수평방향의 봉을 인대의 상부에 설치하고, 이 봉으로부터 수직으로 2개의 추를 단 끈을 드리웠다. 이 수직방향 끈에 아래, 위 150 cm간격으로 2개의 기준점을 표시하였으며, 두 개의 수직끈의 간격은 90 cm로 조정하였다. 총 4개의 기준점들은 엄격히 수평과 수직을 유지하도록 조정되었으며, 기준점의 간격은 인대의 직접계측과의 척도의 일관성을 유지하기 위해 마틴계측기로 계측하였다. 인대는 기준점들이 표시된 수직방향의 2개의 끈 사이에 이 두 끈이 연결되는 선과 인대의 측면 수직중심선이 일치되도록 설치되었다.

직접계측을 포함한 7가지 부위의 측정 결과는 앞면의 <표 3>과 같다.

실험 계측의 결과를 검토하여 보면, 기준점방식 계측이 마틴계측기에 의한 직접계측의 값과 -0.07 cm에서 $+0.05$ cm까지의 차이를 나타내어 모두 1 mm 이내의 상당히 정확한 값을 얻었다. 반면 기준격자방식은 인대를 격자앞 10 cm에 위치시킨 경우 $+0.18$

cm에서 +0.83 cm 범위의 차이를 나타내었고, 격자 앞 20 cm에 위치시킨 경우는 +0.50 cm에서 +1.67 cm 범위의 차이를 나타내는 값을 얻어 상대적으로 오차가 큰 것으로 나타났다.

계측좌표계가 직교좌표계인가 또는 투영좌표계인가의 차이보다는 기준점방식인가 기준격자방식인가의 차이가 보다 현격했다. 계측을 위한 사진촬영시 피사체의 계측항목이 사진기의 중심정면에 위치한 관계로 좌표계에 의한 계측값의 차이는 작았던 것으로 생각된다. 일반적인 계측에서도 사진기의 중심정면에 위치한 계측항목의 계측치는 다른 항목에 비해 계측좌표계에 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 10 cm에 인대를 위치시키는 경우도 실제 인대의 측면중심은 $[10 \text{ cm} + (\text{인대의 측면 두께}) / 2]$ 가 되며 실제 계측점의 위치는 체표면에 위치하므로 $[10 \text{ cm} + (\text{인대의 측면두께}) / 2]$ 에서 $[10 \text{ cm} + (\text{인대의 측면두께})]$ 사이에 위치하게 된다. 이러한 척도기준평면과 계측점과의 위치의 차이가 가장 큰 오차의 원인이 되고 있는 것으로 판단된다.

기준격자와 인대의 거리를 20 cm로 한 경우는 직접계측과 1 cm 이상의 차이를 나타내고 있어 계측값으로서의 가치에 문제가 있는 것으로 보인다. 사실 이러한 척도기준평면과 계측점과의 위치의 차이는 기준점방식에서도 나타난다. 본 실험측정에서는 척도기준평면이 인대의 측면 중심선에 위치시켰으므로 척도기준평면과 계측점과의 차이는 0에서 $[(\text{인대의 측면두께}) / 2]$ 사이에 있게 된다. 본 실험계측에서 기준점방식에서 얻어진 계측결과와 직접계측치의 차이는 문제될 정도의 크기가 아니지만, 방법론 상으로 기준점의 위치를 체표면의 가장 앞에 위치한 계측점과 가장 뒤에 있는 계측점의 중간에 위치시키는 것이 보다 오차를 줄일 수 있을 것이다. 이 점은 정면이 아닌 측면을 계측할 경우 더욱 중요해진다. 피측정자의 개인적인 편차까지를 고려하여 가장 적합한 척도기준평면의 위치를 정하는 것이 계측의 정확도를 좌우하는 가장 중요한 요인이 된다.

VI. 결 론

이상 검증해본 바와 같이 본 논문에서 제안하고자 하는 기준점방식의 사진계측은 계측의 정확도가 기존에 이용되고 있는 기준격자방식보다 월등하였다. 계측의 정확도를 향상시킬 수 있었던 이유로 다음의 2가지점을 지적할 수 있다.

첫째는 사진의 메카니즘에 기인하는 투시도적 왜곡현상을 무시하지 않고 계측에 반영하였다는 점이다. 검증 결과 좌표계에 의한 오차는 평균 1 mm 미만으로 나타나 인체계측에서 문제시 될 정도는 아니었으나 투영좌표계의 도입으로 평균오차를 0.05 mm, 각 계측부위에 따른 편차를 0.1 정도 줄일 수 있었다.

둘째는 측정의 기준으로 3차원 공간상의 4개의 점을 이용함으로써 기준점들을 계측대상의 중심선 가까이에 위치시킬 수 있게 되었고, 따라서 사진기로부터 척도의 기준평면과 계측점까지의 거리가 다르다는 기준격자방식의 문제점을 상당히 극복할 수 있게 되었다는 점인데,

검증 결과 마르틴 계측기에 의한 직접계측값과 비교하여 보았을 때 1 mm 미만의 상당히 정확한 값을 얻었으며, 격자 스크린을 기준으로 하였을 때보다는 각 기준부위에 따라 4~16 mm 정도의 오차를 줄일 수 있었다.

또한 기준점방식은 계측의 정확성 이외에도 몇가지의 중요한 장점을 갖고 있다.

가장 주목할만한 가능성은 척도의 근거점으로서의 기준격자스크린을 이용하지 않고, 3차원 공간상에 기준점을 자유로이 설정할 수 있음으로 인해 계측대상의 자세의 변화·이동없이 전면·후면·측면 등을 동시에 촬영할 수 있다는 점이다. 사실 기존의 기준격자방식은 척도의 근거를 격자스크린에 의존함으로써 격자스크린이 계측대상의 한 면을 가리게 되어 전면·후면의 동시 촬영이 불가능하였으며, 측면의 경우는 계측점과 격자스크린과의 거리가 너무 멀어지게 되어 계측의 정확성을 확보하기 힘들었다. 이러한 기준격자 방식의 한계를 극복하고 피측정자의 자세의 변화를 배제하면서 동시에 다면을 촬영할 수 있게 되어 동일 피측정자에 대한 계측의 일관성을 확보할 수 있다.

이상과 같은 계측방식의 개선은 계측에 컴퓨터를 적극 이용함으로써 가능하였다. 즉, 컴퓨터와 디지털자를 이용한 사진상의 계측점의 측정을 전제로하여 그에 적합한 계측사진의 촬영 및 계측좌표기준점의 설정방법을 제시함으로써 이루어졌다. 본 논문에서는 완성하지 못하였지만 앞으로 기준점방식 사진계측을 위한 프로그램을 개발하여 측정에서 데이터의 처리까지 일관된 과정으로 처리할 수 있는 방안을 모색해 보고자 한다.

참고문헌

1. 강문명, 김정재, 이중우, 건축도학, 학문사, 1985.
2. 공업진흥청, 국민표준체위조사보고서, 1986.
3. 심부자, 피복인간공학, 교문사, 1996.
4. 임순, 피복과 인체, 경춘사, 1986.
5. 정옥임, 인체와 의복공학, 수학사, 1996.
6. 日本文化女子大學校 被服構成學研究室編, 박혜숙 譯, 피복구성학 이론편, 경춘사, 1991.
7. 日本纖維機械學會 被服學體系化分科會, 이순원·조길수·이영숙 共譯, 피복과학총론, 교문사, 1991.
8. 강석경, 슬랙스 실루엣의 도형적 해석을 이용한 패턴연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1995.
9. 권숙희, 여대생의 의복설계를 위한 체형분류 및 인대제작에 관한 연구, 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1994.
10. 김경숙, 이춘계, 평면사진계측에 의한 여중생의 체형분석, 한국의류학회지, 제14권 3호, 1990.
11. 김구자, 피복구성학적 인체계측과 집락구조분석(1), 한국의류학회지, 제10권, 제3호, 1986.
12. 김구자, 남성복의 체형분류를 위한 체형분류, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 1991.
13. 김순자, 중년여성의 의복구성용 인대제작을 위한 산반신 체형분류, 연세대학교 대학원 박

사학위논문, 1992.

14. 남윤자, 여성 상반신의 측면 형태에 따른 체형 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 1991.
15. 박찬미, 유아의 의복구성을 위한 체형분석 - 4~6세 유아를 중심으로-, 한양대학교 대학원 석사학위논문, 1984.
16. 이숙녀, 학령후기 여아의 인대 및 길원형 제작을 위한 피복인간공학적 연구, 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1994.
17. 이순섭, Silhouetter에 의한 체형분류와 Dart에 관한 연구, 한양대학교 대학원 석사학위논문, 1980.
18. 전은경, 아동의 의복구성을 위한 체형분석 및 인대모형 설계, 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1992.
19. 정옥임, 계량적 체형연구와 시각적 공간분할로 본 Dart 위치의 조형적 설계, 중앙대학교 대학원 박사학위논문, 1989.