

## Triangle Simplification에 의한 3D 인체형상분할과 삼각조합방법에 의한 2D 패턴구성

정연희 · 홍경희<sup>†</sup> · 김시조\*

충남대학교 생활과학대학 의류학과 의복인간공학실

\*안동대학교 기계공학부

## Method of 3D Body Surface Segmentation and 2D Pattern Development Using Triangle Simplification and Triangle Patch Arrangement

Yeonhee Jeong · Kyunghi Hong<sup>†</sup> · Seejo Kim\*

Dept. of Clothing & Textiles, Clothing Comfort Laboratory,  
College of Human Ecology, Chungnam National University

\*School of Mechanical Engineering, Andong National University

(2005. 5. 9. 접수)

### Abstract

When we develop the tight-fit 2D pattern from the 3D scan data, segmentation of the 3D scan data into several parts is necessary to make a curved surface into a flat plane. In this study, Garland's method of triangle simplification was adopted to reduce the number of data point without distorting the original shape. The Runge-Kutta method was applied to make triangular patch from the 3D surface in a 2D plane. We also explored the detailed arrangement method of small 2D patches to make a tight-fit pattern for a male body. As results, minimum triangle numbers in the simplification process and efficient arrangement methods of many pieces were suggested for the optimal 2D pattern development. Among four arrangement methods, a block method is faster and easier when dealing with the triangle patches of male's upper body. Anchoring neighboring vertices of blocks to make 2D pattern was observed to be a reasonable arrangement method to get even distribution of stress in a 2D plane.

**Key words:** 3D scan data, 2D pattern development, Triangle Simplification, Tight-fit clothing; 3차원 정보, 2차원 패턴전개, Triangle Simplification, 밀착의

### I. 서 론

3차원 측정도구의 급속한 발달과 더불어 수많은 정보를 가지고 있는 3차원 데이터의 활용은 매우 중요한 문제로 부각되고 있다. 인체의 3차원 정보획득은

이제 정보획득 자체의 문제를 넘어 얻어진 정보를 어떠한 방법으로, 얼마나 어떻게 이용할 것인가가 큰 문제로 대두되고 있다. 3D 정보의 활용은 산업체품 생산설계 및 품질 검사방법, 문화재의 보존과 재현을 위한 측면, 생체공학적 의료 분야 등에서 비교적 적극적으로 활용되고 있는데 비하여, 의류산업에서는 주로 디자인 및 직물 디자인 분야에서 그 활용이 활발하고 패턴제작에 있어서는 그 활용이 부진한 실정이다. 3차원 인체정보를 의복의 설계에 과학적으로

\*Corresponding author

E-mail: khong@cnu.ac.kr

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구과제(R01-2003-000-10423-02004)의 지원을 받아 수행된 결과의 일부임.

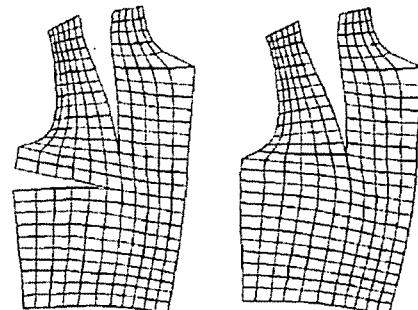
이용하기 위해서는 먼저, 인체의 3차원 형상 데이터에 대한 수학적인 이해가 선행되어야 하고 이를 학제적으로 의복구성과 접목하여 2차원 패턴으로 전개하고 다시 3차원 모델에 착장시켜 의복의 맞음새를 평가할 수 있어야 한다.

그러나, 인체는 2차원으로 직접 펼치기 어려운 복곡면 형태로 이루어져 있어 다양한 3차원 인체를 2차원인 평면으로 구성하는 프로그램은 거의 발표되지 않고 있다. 다만, 의복구성 원리를 프로그램상에 내장시켜 놓고, 측정한 3차원 모델로부터 필요한 치수를 구한 뒤 이를 MTM(made-to-measure) 등의 어페럴 캐드시스템과 접목하여 일반적인 여유분이 허용되는 의복패턴을 제작하는 프로그램이 선진 각 나라에서 발표되고 있다(홍성애 & Daanen, 2004; Bruner, 2004). 또한 국내에서 의복을 인체의 굴곡을 완전히 따라가는 요철구조가 아닌, 그러한 굴곡을 감싸는 볼록한 구조로 보고 가상 인체모형을 사용하여 직물상의 변형을 허용한 상태에서 패턴으로 변환할 수 있는 프로그램이 개발되었다(박창규, 2004). 그러나 이러한 접근 방식을 체형 보정 속옷과 같은 밀착의복에는 사용하기 어려우며, 인체의 다양한 3D 형태적 측면을 인체모형과 의복에 미세하게 반영하는 데에는 제한점이 있다. 또한, 3차원 인체형태를 인간공학적 측면을 고려하여 2차원 패턴 상에서 연구자가 자유롭게 구성하기 어려운 측면이 있다.

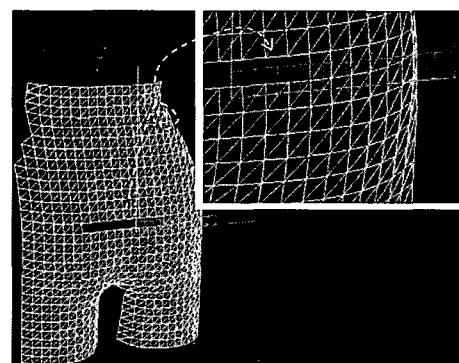
개인의 3차원적 특성을 그대로 반영한 2차원 밀착원형패턴을 갖는 것은 밀착의복이나 화운데이션을 제작하는 데 필요할 뿐 아니라, 기능성 의복개발에 있어 피부신장에 따른, 의복기능에 따른 여유분을 어느 곳에 얼마큼 넣어 주어야 하는가를 결정함에 있어 필요한 기본 패턴자료이다. 이희란(2004)은 여성 상반신을 대상으로 레플리카분할을 수작업으로 수행하여 이를 조합하는 방법을 고안하고 이를 3차원 스캐너를 이용하여 검증하였다. 본 연구는 이희란(2004)의 연구에서 나아가 남성 상반신의 3차원 데이터를 프로그램을 이용하여 합리적인 방법으로 분할하고 이를 2차원 평면상에서 조합하는 방법을 아래와 같은 단계로 연구하고자 하였다. 첫째로 스캐너가 달라 3차원 데이터의 정밀도 등의 특성이 다를 경우 Triangle Simplification을 어떻게 적용하여야 원래의 3차원 형상 데이터를 가능한 한 그대로 유지하면서 남성 상반신 표면을 2차원 평면에 자동으로 분할할 수 있는가를 연구하고자 하였다. 둘째로 분할된 삼각형조각들을 어떠한 방법으로 결합하여야 적절한 패턴이 될 수 있는가를 연구하고자 하였다.

## II. 이론적 배경

3차원 데이터를 2차원 평면 데이터로 변환하여 사용하고자 하는 시도는 여러 방향으로 시도되어 왔다. 이는 X, Y, Z의 데이터를 면적변화 없이 Z 데이터를 소멸시켜 X, Y 데이터만을 갖는, 즉, 2차원 데이터로 만들려는 것으로 3차원 형상을 다양한 크기로 분할하여 2차원 평면 데이터로 변환하는 방법이 사용되고 있다. <Fig. 1>은 이러한 방법의 대표적인 예로 (a)는 3차원 형상을 사각형으로 분할하여 사용하는 방법으로 사각형의 변형 허용치를 주어 2차원 패턴으로 전개하고 있으며, (b)는 3차원 형태를 동일한 사각형으로 구성한 후 각 사각형에 대각선을 그어 이를 2차원으로 전개하는 방법이다. 이러한 방법은 기본 사각형의 크기에 따라 형태 오차가 급격히 증가하는 단점을 갖고 있으며 복곡면 형태를 반영한 2차원 전개를 수행하기 어려운 측면이 있다. 이에 반해 Garland의 Triangle Simplification은 모든 평면에서 수학적으로 최소의 오



(a) 곡면의 사각형 전개(김성민, 1999)



(b) 사각형과 3각형으로 전개(이예진 외, 2004)

Fig. 1. 3차원 형상의 전개방법

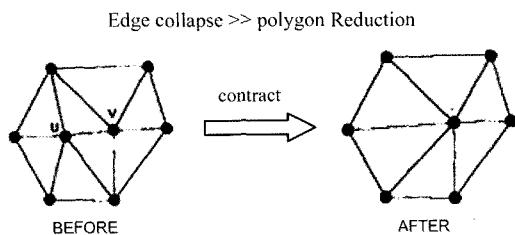


Fig. 2. Garland에 의한 Edge contraction (Michael Garland, 1999)

차를 형성하는 새로운 꼭지점을 선택해 내어 다양한 크기의 삼각 면을 만드는 방법으로, <Fig. 2>는 형태의 심한 변형 없이 가능한 한 작은 수의 삼각형으로 3 차원 면적의 갯수를 축소하는 과정을 보여주고 있다. 이러한 방법은 3차원 정보량이 너무 많아 그 정보량을 있는 그대로 사용하기 어려운 작업에 있어 매우 유용한 방법이다. 특히 인체는 매우 복잡한 복곡면으로 형성되어 있으므로 평활한 부위는 좀 더 큰 삼각형으로, 복곡면이 강한 어깨, 가슴, 엉덩이 부위 등은 작은 삼각형으로 구획화하는 것이 형태 유지에 유리한데 인체와 같은 형태 정보량이 매우 큰 경우의 데이터 처리에는 Garland (1999)의 Triangle Simplification이 적절하다.

<Fig. 3>는 Triangle Simplification의 대표적인 예로 토끼의 복곡면을 다양한 크기의 삼각형으로 구성하여 전체 데이터양의 변화에도 불구하고 토끼의 전체적 형태는 일관성을 유지하고 있음을 보여준다. 오

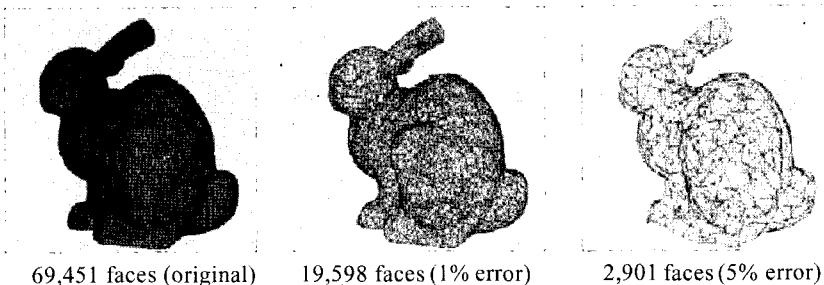
리지널 데이터가 약 7만여 개의 삼각면으로 구성되어 있으나 약 3천여 개의 삼각면으로 데이터를 줄였음에도 형태는 유지되는 반면 오차는 5% 정도밖에 나지 않고 있다.

그러므로 Triangle Simplification을 3차원 인체를 2 차원 패턴으로 형성하는 데에 있어 적정 삼각조각 수로 분할하는데 활용한다면 3차원의 정보를 살리면서도 쉽고 빠르게 2차원 패턴으로 전환하여 사용할 수 있을 것이라 판단되어 본 실험에 이용하였다. 또한 <Fig. 1>의 (a)와 같은 4개 꼭지점 각각의 X, Y, Z 좌표값이 다른 사각형이 2차원으로 전개되기 위해서는 적정 변형을 고려하여 평면화시켜야 하는 것과는 달리 삼각형의 경우는 세 각의 꼭지점 좌표값이 달라도 2차원으로 펴는 작업이 수월한 구조이므로 Triangle Simplification을 본 연구에 도입하였다.

### III. 연구방법

#### 1. 측정 도구

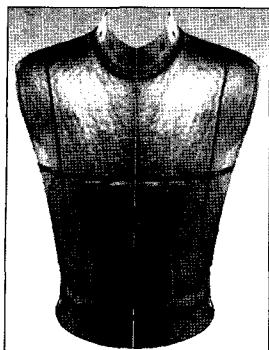
본 연구에서 사용된 남성 인대는 <Fig. 4>로 Form-design사의 BM 82을 사용하였으며 가슴둘레와 허리둘레는 각각 100cm, 79cm이었다. 남성 인대에 원하는 디자인 라인을 형성시키고 3차원 스캐너인 위상천이 모아래(Intek Plus, Co, Ltd., Korea)와 Exyma-E1200(Z-



<Fig. 3> 3차원 토끼형상의 Triangle Simplification (Michael Garland, 1999)

Table 1. Specification of 3D scanner

	위상천이 모아래	Exyma-E1200
Scanning Area(mm)	460×580×270(width×length×depth)	700×1200×400(width×length×depth)
Camera	640×480 CCD camera	640×480 Pixels
Light source	Halogen lamp of 300W	Laser Class II Type
Accuracy	0.12mm	X, Y축: 0.46mm, Z축: 0.01mm
Reproducibility	0.09mm	0.01mm
Calibration	N-Plane 3D calibration	N-Plane 3D calibration



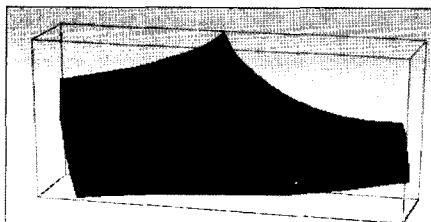
&lt;Fig. 4&gt; 실험 남성

SCAN, Co, Ltd., Korea)를 이용하여 상반신의 3차원 영상을 획득하였다. 본 연구에 사용한 3차원 기기들의 성능은 <Table 1>과 같다.

## 2. 분석 프로그램

획득된 남성 상반신 3차원 영상을 디자인라인에 따라 구획화하고 분리하는 작업은 RapidForm 2004 (INUS Technology, Inc., Korea)를 사용하였다. <Fig.

5>는 Garland(1999)의 Triangle Simplification을 이용하여 어깨부분을 변환시킨 것이다. (a)는 3차원 형태를 그대로 유지한 shell 데이터이며, (b)는 삼각조각으로 곡면을 단순화 시킨 것이다. <Fig. 5>의 상태에서 Triangle Simplification된 삼각조각은 X, Y, Z의 좌표값을 보유하고 있으므로 여전히 3차원 상에 놓여있다. 그러므로 삼각조각을 X, Y상의 좌표값 만을 갖는 평면으로 펼치는 작업이 필요하다. 이를 위하여 자유낙하 프로그램인 Runge-Kutta Method를 이용하여 3차원 공간상의 삼각 조각을 2차원으로 펼치는 작업을 수행하였다. 이는 <Fig. 6>과 같은 연속과정을 통하여 이루어졌다. <Fig. 6>의 (a)는 Triangle Simplification된 3차원 형태정보로 자유낙하 되기 직전의 모습이며 각 삼각조각의 꼭지점은 X, Y, Z값을 갖고 있다. (b)는 삼각조각들이 1/4로 축소되어 낙하되는 과정을 보여주는 것으로 삼각 조각들의 상호관련정보를 유지하기 위하여 원 삼각조각은 축소되는 동시에 각 꼭지점간 연결선을 형성하며 자유낙하 된다. (c)는 낙하된 삼각조각이 완전한 평면으로 바뀌게 된 모습이며, 즉 Z값이 소멸된 상태이며, 이 파일은 상용 패턴프로그램으로 사용가능토록 .dxf file로 저장되었다.

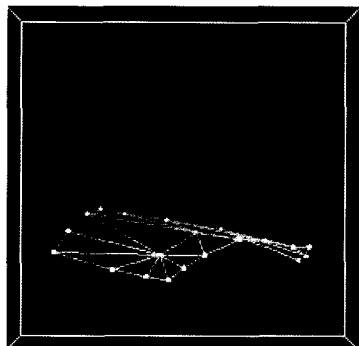


(a) Original 3D scan data

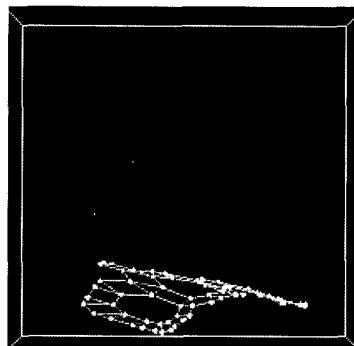


(b) After Triangle Simplification

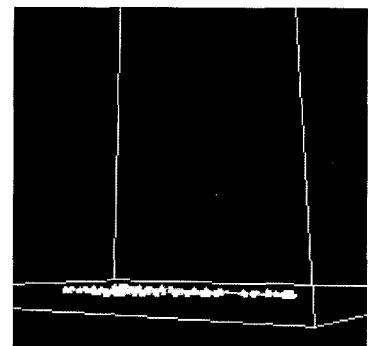
&lt;Fig. 5&gt; 남성 인대의 뒷목부위 Triangle Simplification(이후 T.S)



(a) 분할된 TS의 자유 낙하 전



(b) 연결선을 가지고 1/4축소되어 낙하됨

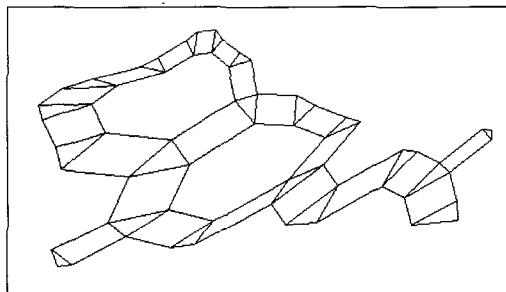


(c) 낙하되어 삼각조각이 평면화 됨

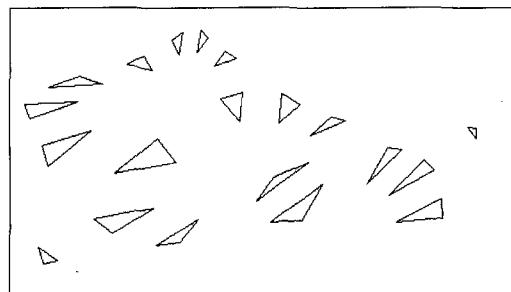
&lt;Fig. 6&gt; 삼각조각의 자유낙하 과정

자유낙하에 의해 완전 평면화 된 삼각조각들은 다시 조각들을 부착하여 2차원 패턴으로 만드는 작업이 요구된다. 현재 사용되는 많은 패턴 작업용 소프트웨어 중 Yuka Pattern Making Program을 이용하여 삼각조각들을 부착하였다. 이는 Yuka 프로그램이 복사와 이동을 자유롭게 할 수 있으며, 삼각조각 간의 부착 및 삼각조각 내의 연결선을 쉽게 삭제할 수 있으며, 또한 3차원 인체를 2차원으로 펼친 후 개인의 원형을 체계화하고 원형간 비교 등에 매우 유용한 프로그램이기 때문이었다. <Fig. 7>는 자유낙하한 .dxf file를 Yuka에서 import한 것이다.

<Fig. 7>의 (a)는 삼각조각들이 연결선을 갖고 있는 상태로 자유낙하한 삼각조각을 그대로 불러들인 것이며, 삼각조각 간의 연결선은 삼각조각의 재결합을 위한 가이드라인 역할을 하는 것으로 Yuka 프로그램 내에서는 자유롭게 삭제 가능하였다. (b)는 삼각조각 간의 연결선을 삭제한 것으로 이 삼각조각들은 자유롭게 이동하여 2D pattern을 형성하였다.

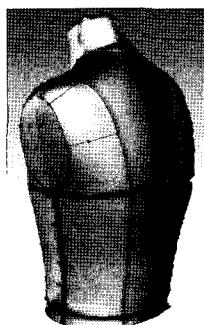


(a) 연결선을 가진 삼각조각

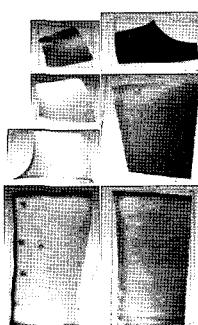
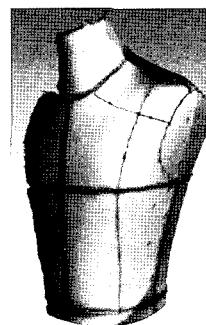


(b) 연결선을 없앤 삼각조각

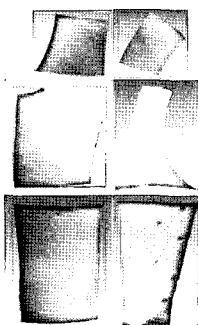
&lt;Fig. 7&gt; Yuka로 import된 삼각조각들



(a) Scan data의 구획화

(b) 뒷면 구획화  
뒷면 3D 데이터의 구획화 앞면

(a) Scan data의 구획화

(b) 앞면 구획화  
3D 데이터의 구획화

&lt;Fig. 8&gt; 남성 인대 뒷면의 3D scan data 분할

## IV. 연구결과 및 논의

### 1. 3D 데이터의 디자인 라인에 의한 구획화 및 분리

남성 인대에 인체계측 기준에 따라 기준점을 잡아 라인 테입으로 <Fig. 8>과 같이 구획을 지었다. 이러한 구획은 스캔한 3차원 자료에서 Triangle Simplification 시 하나의 독립된 블럭으로 사용되었다. 앞, 뒷면의 프린세스라인은 인대의 형태적 측면과 미적 측면을 동시에 고려하여 라인을 형성하였다.

<Fig. 8>은 구획화 된 남성 인대의 스캔 데이터이며, 촬영한 영상은 RapidForm 2004(INUS technology, Inc., Korea)를 이용하여 Triangle Simplification을 위해 라인 테입을 기준으로 앞면은 6구획, 뒷면은 7구획으로 나누어 저장하였다. 본 실험에서는 실험 바디면이 평활한 곳은 크게, 곡률이 심하게 형성되는 곳은 작은 조각으로 나누어 주었다. 특히 목둘레, 어깨부위는 곡면의 곡률이 다른 부위보다 강하며, 의복착장 시

의복의 태를 결정하는 중요 부위이므로 다른 부위에 비해 더 많은 구획을 나누어 주었다.

3차원 측정기기에 따라 동일 부위의 데이터 차이를 살펴보면 <Fig. 9>와 같다. <Fig. 9>에서 보는 바와 같이 3차원 측정기기에 따라 얻어지는 꼭지점과 삼각면의 수는 달라지는데 위상천이 모아레는  $91.52\text{cm}^2$  면적에 꼭지점이 770, 삼각면이 1410개 형성되었으며, Exyma-E1200는  $96.33\text{cm}^2$  면적에 꼭지점이 3266, 삼각면이 6294개 형성되었다.

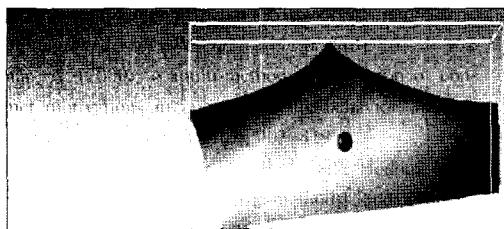
이러한 차이는 데이터를 스캔하는 기기의 성능차이에 의한 것으로 위상천이 모아레는 point cloud 간의 간격이 가로, 세로 2mm, 대각선 3mm 길이며, Exyma-E1200는 가로, 세로 1.5mm, 대각선 2mm으로 각각 점

데이터가 형성되었다. 이에 따라 두 기기로 얻어낸 3차원 데이터는 RapidForm 2004에 의한 surface 구성 시각기 다른 크기로 삼각형화 하여 꼭지점과 삼각면 수에서 차이가 발생되었다.

## 2. Triangle Simplification시 적정 삼각조각의 결정

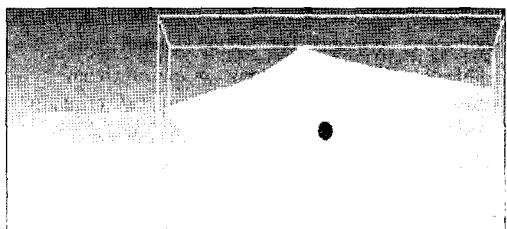
RapidForm 2004에 의해 분할된 각 파일들은 3차원 곡면 정보를 보유한 .dxf 파일로 저장되었으며, 이 파일은 shell 정보에 따라 Triangle Simplification되었다.

<Fig. 10>과 <Fig. 11>은 측정기기에 따라, shell 정보에 따라 다양한 개수의 Triangle Simplification을 수행한 것이다. <Fig. 10>, <Fig. 11>에 나타난 바와



No. of Vertices : 773  
No. of Faces : 1410  
Width of B.Box : 168.74824 mm.  
Height of B.Box : 82.08832 mm  
Depth of B.Box : 37.82605 mm  
Center of B.Box : 59.18179, 121.62505, 31.94049  
Center of Mass : 59.45303, 117.48160, 40.32438  
Area of Shell : 9152.34357 mm<sup>2</sup>  
Volume of Shell : -31853.23994 mm<sup>3</sup> (Open Shell)

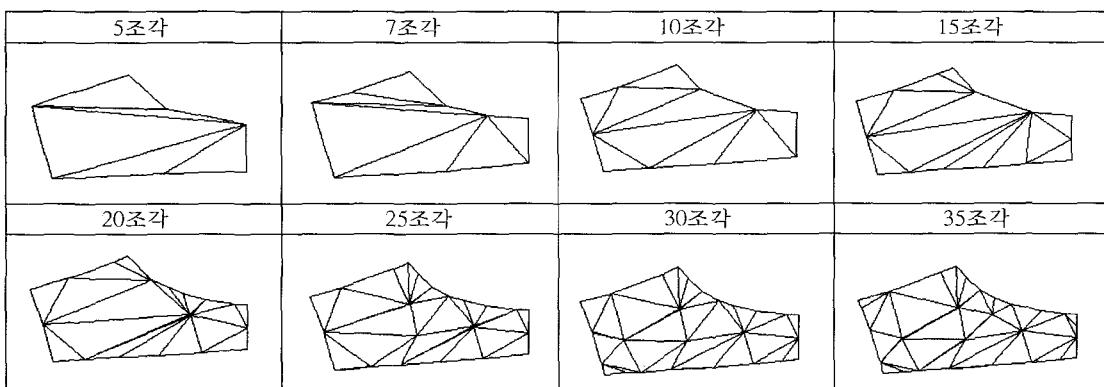
위상천이 모아레에 의한 shell 정보



No. of Vertices : 3266  
No. of Faces : 6294  
Width of B.Box : 169.18170 mm  
Height of B.Box : 73.48695 mm  
Depth of B.Box : 61.00432 mm  
Center of B.Box : -228.49495, 126.77685, 196.38364  
Center of Mass : -231.49997, 128.17379, 186.76425  
Area of Shell : 9633.41756 mm<sup>2</sup>  
Volume of Shell : -305088.16409 mm<sup>3</sup> (Open Shell)

Exyma-E1200에 의한 shell 정보

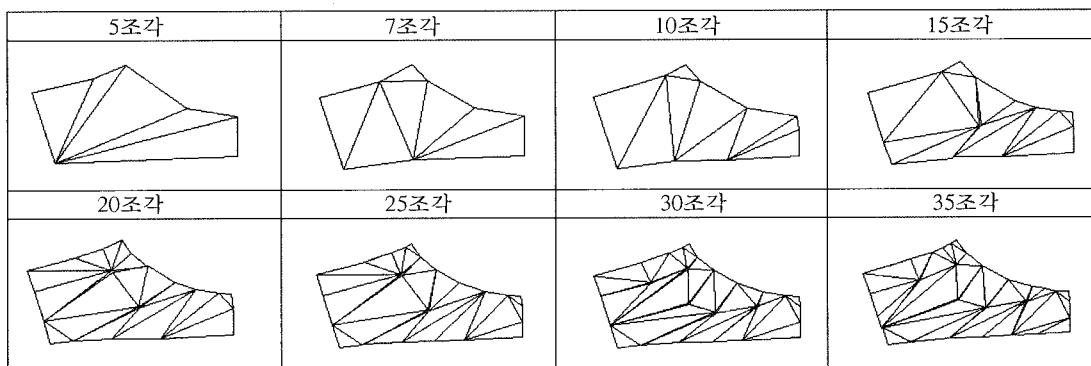
<Fig. 9> 3D 측정기기에 따른 꼭지점과 삼각면수



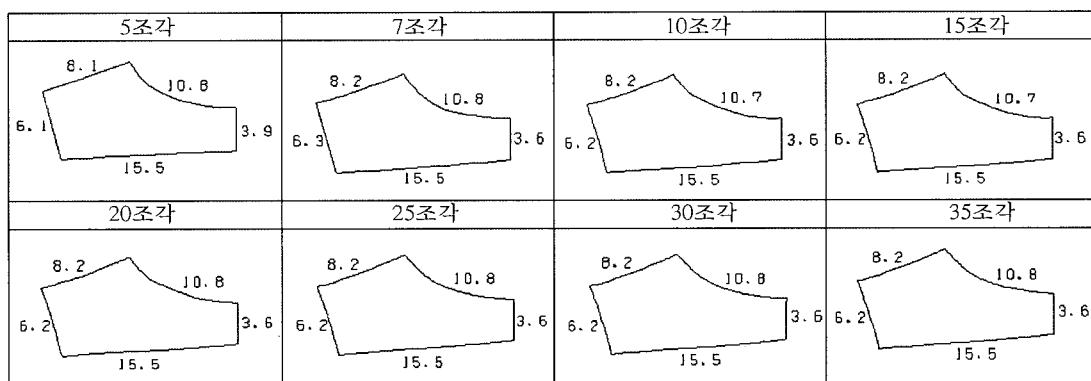
<Fig. 10> Exyma-E1200에 의해 얻어진 뒷목부위 데이터의 Triangle Simplification

같이 뒷목부위는 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 35조각 등으로 나누어 재결합한 것으로 두 측정기기 모두 약 20조각 이상에선 곡선 연결을 수행하지 않은 상태인 삼각조각의 조합만으로도 목둘레선이 매우 자연스럽

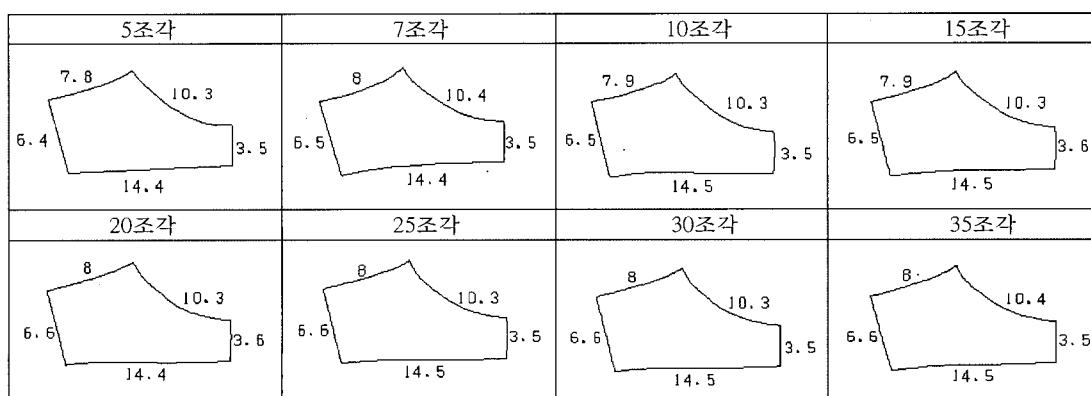
게 형성되었다. 또한 동일 3차원 형상이라 하여도 꼭지점과 삼각면에 따라 삼각형이 형성되는 모양은 상이하였다. 육안으로 보면 두 측정기기로부터 얻어진 simplification은 대략 20조각에서부터 임의로 선을



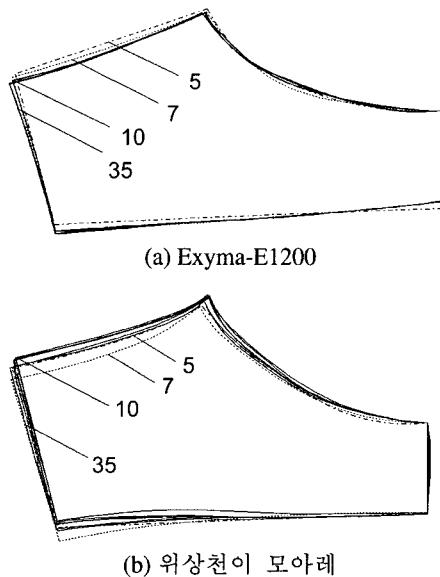
<Fig. 11> 위상천이 모아레에 의해 얻어진 뒷목부위 데이터의 Triangle Simplification



<Fig. 12> Exyma-E1200에 의해 얻어진 뒷목부위 패턴길이(단위 cm)



<Fig. 13> 위상천이 모아레에 의해 얻어진 뒷목부위 패턴길이(단위 cm)



<Fig. 14> curve 형성 후 조각수에 따라 뒷목부위 패턴의 형태 고찰

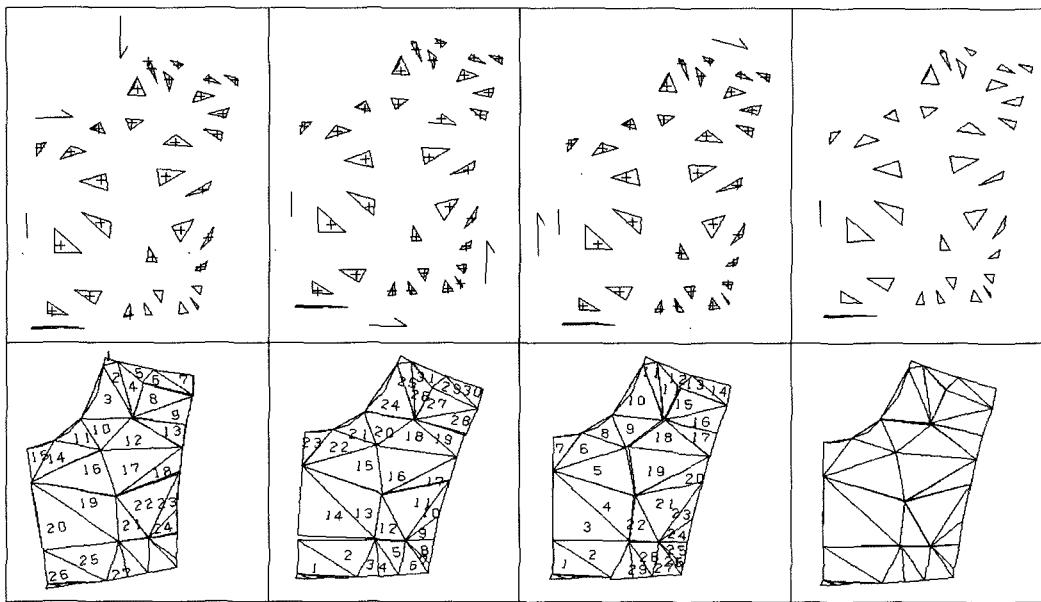
연결하지 않을 상태에서도 각 부위의 최외각라인이 자연스런 패턴의 모습을 보이고 있다. 그러나 실제 뒷목부위의 패턴크기가  $93\text{cm}^2$  정도의 작은 영역이며 모든 삼각조각의 끝을 자연스런 곡선으로 연결하였을 때 패턴 각 부위 치수와 패턴모양이 어느 정도 차이 나는가를 고려하여 의복구성상 사용가능한 Triangle Simplification의 숫자를 정하고자 하였다. 이에 <Fig. 12>, <Fig. 13>는 앞서 얻어진 패턴조각들을 자연스럽게 Yuka pattern CAD의 curve를 이용하여 라인을 형성한 후 각 부위의 길이를 보여주는 것으로 패턴의 차이가 조각수에 따라 발생하는지를 고찰하고자 하였다. <Fig. 12>, <Fig. 13>에서 보는 바와 같이 조각수에 따른 각 패턴부위 치수 변동은 거의 발견할 수 없었으며, 이에 뒷목중심선을 기준으로 패턴을 모두 조합하여 패턴의 모양이 심하게 틀어지거나 모양이 상이한 조각수가 있는지를 고찰하였다.

조각에 따른 패턴 부위 길이차가 매우 적어 <Fig. 14>에서처럼 패턴을 상호 겹쳐 패턴의 모양이 심하게 문제되지 않는 최소의 삼각수를 결정하는 것이 적절하다고 판단되어 위의 각 패턴을 겹쳐 보았다. <Fig. 14>의 (a)는 Exyma-E1200에 의해 얻어진 데이터를 것을 겹쳐놓은 것이고, (b)는 위상천이 모아레를 통해 얻어진 패턴을 겹쳐놓은 것이다. 두 기기로 측정된 3차원 데이터 모두 7조각을 제외하고 나머지 모

든 패턴이 기본적 흐름을 유지하고 있었다. 기본적으로  $93\text{cm}^2$  정도의 면적인 경우는 꼭지점과 삼각면수와는 무관하게 10조각 이상의 조각수이면 조각 수의 차이가 패턴에 심대한 영향을 미치지 않았다. 즉, 위상천이 모아레로부터 얻어진 뒷목부위의 shell data는 꼭지점, 770개와 삼각면 1410개였는데, 꼭지점은 약 80개, 삼각면은 140개 정도를 삼각면 1단위로 잡아 Triangle Simplification을 수행했을 때 곡면정보 및 형태 외곡 없이 3차원 데이터를 2차원 데이터로 전환 할 수 있었다. 또한 Exyma-E1200은 스캔 데이터의 삼각 꼭지점수는 3266개, 삼각면의 수는 6294개로 이를 10등분 한 수, 꼭지점수 330개, 삼각면수 630개 정도를 삼각면 1단위로 삼을 때 큰 오차 없이 패턴이 완성되었다. 이러한 크기는 이희란(2004)의 여성 인대의 테이프 법에 의한 레플리카 실험에서  $3\text{cm} \times 3\text{cm}$ 의 1-unit 단위로 테이프를 절개하여 밀착의 fit 패턴을 구성하였을 때의 1-unit의 크기와 흡사하다. <Fig. 9>를 예로 들어보면, 외형적으로는 Triangle Simplification에 의해 면적을 10등분 한 경우 한 단위의 면적이 이희란이 연구한 1-unit 와 평균적인 크기는 같았다. 그러나 그 질적인 측면에서는 Triangle Simplification에 의해 크기가 다른 삼각형으로 면을 분할함으로 3차원 형태를 좀 더 정확하게 재현하고 있다 할 수 있다.

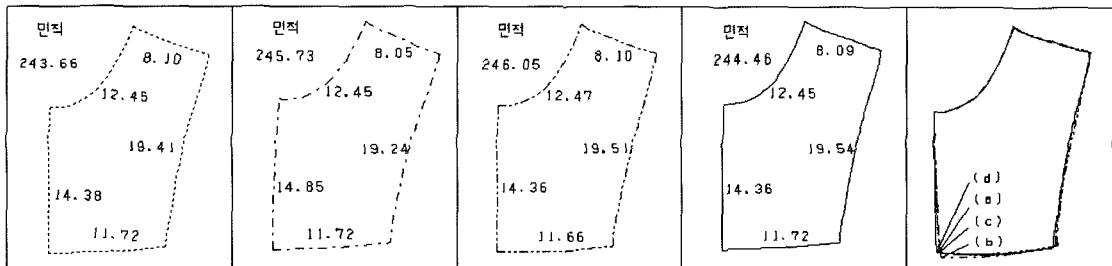
### 3. 삼각조각의 조합방법

3D scan data를 곡면의 형상에 따라 분리한 후 적정 수의 Triangle Simplification 통해 얻어진 삼각조각들은 그 복곡면의 형상에 의해 자연스런 겹침과 벌어짐이 형성되었다. 이러한 이유로 낱개 삼각조합의 조합방법에 따라 최종 2차원 패턴의 형태가 달라지는지를 알아보고 시간과 효율에 있어 최적의 조합방법이 무엇인가를 알아보기로 하였다. <Fig. 15>는 동일한 삼각조각에서 어떠한 방법으로 조각을 결합할 것인가를 연구한 것으로 (a)는 어깨선과 앞 중심선을 기준으로, (b)는 아래선과 외측선을 기준으로, (c)는 아래선과 앞 중심선을 기준으로 삼각조각들을 하나씩 낱개로 조합한 것이다. (d)는 표면을 일정한 블록(수평방향)으로 구획하고 그 구획한 내부의 삼각형을 미리 붙이고, 구획한 블록을 각각 최외각 꼭지점을 기준으로 부착한 방법으로 (a), (b), (c)는 낱개 조합, (d)는 블록 조합으로 명명하였다. 그림에서 숫자는 조각을 붙이는 순서를 표시한 것이다. 위의 3차원 형상 데이터



(A) 어깨, 앞 중심선 기준 (B) 아래, 외측선 기준 (C) 아래, 앞 중심선 기준 (D) 수평 블록

&lt;Fig. 15&gt; 삼각조각의 다양한 조합 방법

<Fig. 16> 삼각조각의 다양한 조합방법에 의한 패턴의 형태, 면적( $\text{cm}^2$ ) 및 길이(cm) 비교

는 shell 면적이  $248.71\text{cm}^2$ 이며 각 부위의 길이는 앞 목  
둘레  $13.0\text{cm}$ , 어깨부위  $7.58\text{cm}$ , 프린세스  $20.6\text{cm}$ , 가슴  
선  $11.7\text{cm}$ , 앞 중심선  $14.4\text{cm}$ 였다. RapidForm 2004의  
shell 정보를 통해서 위의 날개 조합방식과 블록 조합  
방식에 의해 형성된 패턴을 비교한 결과를 살펴보면  
<Fig. 16>과 같았다. 면적에서는 모두  $2\sim4\text{cm}^2$  ( $1\sim2\%$ )  
정도가 작아졌으며, 길이도 ( $2\sim4\%$ ) 축소되었다. 이러한  
축소는 Simplification에 의해 곡면이 삼각형으로 깨임  
에 따라 유발된 것으로 최종적으로 패턴을 수정보완 할  
때 기초 보정을 수행하여야 할 것이다. 조합방법 간의  
차이를 살펴보면, 날개 조합과 블록 조합을 외곽선만  
연결하여 면적과 각 길이, 형태를 비교한 결과 모든 조  
합방법이 면적이나 길이 항목에서 커다란 차이를 보이

지 않았다. 이에 작업 시 시간절약의 측면에서 블록 조  
합이 조합방법 중 최적의 방법이라 생각된다.

이러한 블록 조합방식은 Triangle Simplification 이  
후 자동화 프로그램의 개발을 통해 2차원 평면패턴을  
빠르게 구할 수 있는 장점이 있다.

## V. 결 론

본 연구는 남성 상의의 3차원 형상 데이터를 Triangle Simplification과 Runge-Kutta Method를 이용하여 2차원 패턴으로 제작할 때, 어떠한 방법으로 Triangle Simplification을 패턴제작에 적용해야 하는가를 밝히고, Triangle Simplification을 통해 얻어진 삼각조각을 어

떠한 방법으로 조합하여야 하는가를 연구하여 이후 3차원 형상 데이터를 직접 2차원 패턴으로 구성하기 위한 기초 연구로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 3차원 형상 데이터를 이용하여 2차원 패턴을 구성하고자 할 경우 우선 기본적인 구획을 나누어 전개하는 것이 유리하였다.

2. 3차원 측정기기의 스캔 간격이 다르고 데이터 수가 달라도 3차원 표면의 전체 면적에 따라 Triangle Simplification의 삼각형 면수를 정할 수 있음을 알 수 있었는데, 그 단위 표면적은 3cm×3cm가 적절하였다. 위상천이 모아레인 경우 평균 3cm×3cm 단위 표면적에 해당하는 삼각조각 하나당 원 데이터의 꼭지점 수는 70개, 삼각면수는 140개였고, Exyma-E1200 스캐너는 단위 표면적의 삼각조각 하나당 꼭지점은 330개, 삼각면은 630개가 적절하였다.

3. Triangle Simplification에 의해 얻어진 삼각조각은 2차원 패턴으로 조합될 때 날개 조합방식보다 블록을 형성하여 블록의 최외각 꼭지점과 꼭지점을 연결하는 블록 조합방식이 시간절약과 형태 유지 등에서 모두 우수하였다. 이러한 블록 조합방식과 단위 삼각형에 해당하는 꼭지점의 개수와 삼각면수는 기본적으로는 이희란(2004)의 연구결과와도 일치하였다.

결론적으로 본 연구를 통하여 Triangle Simplification과 Runge-Kutta 방법을 적용한 방법론이 적은 데이터 수로 남성 상의의 3차원 정보를 최대한 구현하는 유용한 반자동화 방법임을 알 수 있었다. 앞으로는 다양한 체형의 3차원 표면에 대하여 본 연구에서의 방법론을

확대 적용하고, 의복에서 필요한 여유분을 배치하는 방법론이 연구되어 최적 밀착의복 패턴구성에서 나아가 일반 의복패턴구성을 위한 연구로 나아가야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김성민, 강태진. (1999). 삼차원 어페럴 캐드 시스템 개발을 위한 의복패턴 자동 제도에 관한 연구. *한국섬유공학회지*, 36, 489-500.
- 박창규. (2004). 의류·패션산업에서의 3차원 및 디지털 응용기술의 현황. *패션정보와 기술*, 1, 96-100.
- 이예진, 홍경희. (2004). 특수복 설계를 위한 3차원 인체정보의 활용방안. *패션정보와 기술*, 1, 28-37.
- 이예진, 이옥경, 홍경희. (2004). 브래지어 하컵을 이용한 Ruled surface 모형의 전개도 검증. 2004 한국감성과학회 춘계학술대회 초록집, 41.
- 이희란. (2004). 밀착의복의 퍼트성 향상을 위한 3D 레플리카 조합방법. 충남대학교 대학원 석사학위 논문
- 홍성애, Hein Daanen. (2004). TNO의 3D 관련 연구와 의류 산업에서의 활용방안. *패션정보와 기술*, 1, 72-80.
- Burden, Richard L. (2003). 수치해석. 사이텍미디어
- David Bruner. (2004). Applications of 3D White Light Body Scanning. *패션정보와 기술*, 1, 21-27.
- Makiko Kouchi & Masaaki Mochimaru. (2004). Modeling, Analysis, and Application of 3D Digital Human Data. *패션정보와 기술*, 1, 38-44.
- Michael Garland. (1999). *Quadratic-Based Polygonal Surface Simplification*. Doctoral dissertation, School of Computer Science Carnegie Mellon University