

3차원 인체의 곡률분포를 이용한 패턴 전개

정연희 · 홍경희*†

군산대학교 의류학과, *충남대학교 의류학과

Pattern Development using the Curvature Plot of 3D Human Scan Data

Yeonhee Jeong · Kyunghi Hong*†

Dept. of Clothing & Textiles, Kunsan National University

*Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University

접수일(2008년 7월 25일), 게재확정일(2008년 8월 18일)

Abstract

The human body composed of concave and convex curvatures, and the current 3D scanning technology which involves inherent measurement errors make it difficult to extract distinct curvature plot directly. In this study, a method of extracting the clear curvature plot and its application to the cycling pants design were proposed. We have developed the ergonomic pattern from the 3D human body reflecting cycling posture. For the ergonomic design line on the 3D human body, the 3D information on the lower part of four male bodies with flexed posture was analyzed. The 3D scan data of four subjects were obtained using Cyberware. As results, the iteration of the tessellated shell was executed 100 times to obtain optimized curvature plots of the muscles on the body surface, and the boundaries of the curvature plots were applied to the design lines. Maximum(Max-pattern) and mean curvature plots(Mean-pattern) were adopted in the design line of the cycling pants, and performance of those lines was compared with that of conventional princess line(Con-pattern). The average error of total area and length in the 2D pattern developed from the 3D flexed body surface in this study were very minimal($4.58\text{cm}^2(0.19\%)$ and $0.15\text{mm}(0.46\%)$), which was within the range of tolerable limits in clothing production. The pattern obtained from the flexed body reflecting cycling posture already included the contraction and extension of the cycling skin, so that the extra ease for movement and good fit was not need to be considered.

Key words: 3D human scan data, Curvature plot, Cycle pants, 2C-AN program; 3차원 인체 스캔 데이터, 곡률분포, 사이클 팬츠, 2C-AN 프로그램

I. 서 론

3차원 인체 정보는 맞춤새와 미적 외관을 위한 패턴 개발이란 측면에서 무한한 자료를 제공하고 있다. 현재까지는 3차원 인체 데이터로부터 의복설계 시 전통적으로 요구되는 인체의 길이, 각도, 둘레, 면적 등을 주요하게 추출하고 이용하여 왔다. 그런데, 이외에도

3차원 인체 정보로부터 추출할 수 있는 매우 유용한 정보 중 하나는 인체 복곡면의 곡률분포 정보라 할 수 있다. 인체의 곡률은 관찰자의 눈의 위치나 3차원 대상물의 정렬상태와 관계없이 항상 일정한 값을 나타낼 수 있다. 다시 말하면, 의복설계 시에 인체 표면의 최대 점이나 최소점을 기준으로 가슴둘레선, 엉덩이둘레선, 허리둘레선 등을 설정하는데, 이 구성 기준선들은 관찰자의 눈의 위치나 3차원 대상의 정렬상태에 따라서 달라지기 쉽기 때문에 대상이 정렬되어 있다 하여도 직

†Corresponding author

E-mail: khhong@cnu.ac.kr

접 주변 부위를 실측해보아야 정확하게 판단할 수 있다. 그러나, 곡률 정보는 관찰 조건과 무관하게 대상 자체에 따른 유일한 값을 한번에 추출할 수 있다.

이러한 이유로 곡률 정보를 인체 형상의 복곡면 관찰에 활용하고 그 결과를 패턴 작업과 직접 연결할 수 있는 효율적인 방안을 고안한다면 3차원 영상을 활용한 의류 제작 방법에 있어서 또 하나의 유용한 방법론이 될 수 있을 것으로 기대된다. 의복구성에 있어 3차원 정보 활용법이 계속 발달되면 이제까지 숙련자의 감각으로만 해결할 수 있었던 절묘한 패턴 기술을 이론화 하는 데에도 크게 기여할 것으로 생각된다.

곡률과 패턴을 연결한 연구로 Masuda and Imaoka (1998)는 3차원 인체의 표면 곡률값과 2차원 패턴의 관계를 연구하였는데, 인체 표면 위에 의복의 외곽선을 그리고 삼각 메쉬 모양으로 내부선을 그려 패턴 내부 격자선의 교차점을 가우시안 곡률(Gaussian curvature ($Kc = 2\pi - \Sigma\theta_i$))로 측정하였다. 외부 외곽라인은 측지 곡률(Geodesic curvature($kc = \pi - \Sigma\theta_i$)))을 사용하여 측정하였으며, 이때 측정된 곡률값의 분포를 색상으로 표현하였다. 이 연구에서 표준 성인의 경우 내부의 가우시안 곡률값과 외곽선의 측지 곡률을 합하면 그 합이 0이 됨을 실증적으로 보여주어 인체 곡면의 특징을 곡률을 통하여 분석하였다.

다양한 곡률로 구성된 구와 원환체의 전개에 대한 연구(Hinds et al., 1991)를 살펴보면, 모든 점에서 가우시안 곡률값이 0이 되는 경우, 이 부분은 2차원로의 전개가 가능하다고 하였다. 실제 3차원 인체 복곡면은 사실상 2차원으로 오차 없이 전개될 수 없는 데 각각 모양의 메쉬와 방사선 모양의 메쉬를 이용하여 인체 복곡면의 전개를 시도하였다. 이러한 방법을 통해 자연스런 메쉬의 벌어짐(gap, widen)과 겹침(overlap)이 발생하여 의복에 생성될 닳트(dart)의 크기나 부(gusset)의 영역을 추론하였다.

한편, 이에진, 홍경희(2004)는 3차원 이미지를 분석하기 위한 기준점을 선정할 때 곡률을 사용하는 것에 대한 장점을 언급하였다. 즉, 3차원 스캔 이미지를 X, Y, Z축에 대해 정렬하지 않고 시각에만 의존하여 최대한의 볼록한 점과 오목한 점을 선정하면 유일한 점이 나오지 않으며, 관찰자가 3차원 이미지를 보는 방향에 따라 오차가 발생할 수 있다고 지적하였다. 이에 표면 고유의 곡면 정보를 분석할 수 있는 곡률 정보 사용은 3차원 영상의 X, Y, Z축의 정렬에 관계없이 곡면 정보에 따라 절개선이나 구조선을 설정하고 이를

맞춤 패턴 설계에 응용할 수 있음을 제안한 바 있다.

인체의 곡률 정보를 의복설계에 좀 더 본격적으로 활용한 연구로는 이현영, 홍경희(2002)의 유방 분석과 와이어 제작 연구가 있다. 여기에서 한 점에서의 곡률반경보다는 거시적 의미에서의 평균 곡률반경이 측정 재현성의 측면에서 중요하며 이에 따라 평균 곡률반경 설정을 위한 세 점의 간격이 1cm보다 커야 와이어 제작에 유용하다는 점을 지적하였다. 세 점들 간의 거리를 1cm 이내로 인접하게 잡으면 surface noise에 의하여 곡률이 매우 민감하게 변함을 지적하였다. 즉, 3차원 스캔 데이터 격자가 조밀하게(1.5mm 간격) 형성되어 있는 원(raw) 자료일 경우 곡률을 산출하기 위한 세 점이 어느 정도 멀어야 표면 노이즈가 큰 영향을 미치지 않음을 보여주었다. 이희란 외(2004)는 모터 사이클복의 프로텍터 커버 패턴 설계에 있어 가우시안 곡률을 이용하여 커버를 설계하였는데, 프로텍터 커버에 주름이 가능한 한 생기지 않도록 패턴을 제작하는데 있어 주방향의 곡률 중 어느 것이 절개선으로 타당한가를 연구하였다. 한편 이에진(2005)은 원형 격자 도장의 변형을 스캔하여 주방향에서의 거시 곡률반경과 해당하는 방향의 원단에 가해지는 인장력을 이용하여 비접촉식으로 비교적 정확한 압력을 얻을 수 있는 의복압 예측식을 제안하였다.

이와 같이 곡률 정보는 3차원 복곡면 인체에 랜덤마크를 붙이지 않은 경우에도 최대 볼록점과 오목점 또는 주변에 비하여 상대적으로 곡률의 크기나 방향이 다른 경계를 찾아내고 이를 의복구성의 기준선이나 절개선으로 활용하는 데에도 적합하며 의복압을 예측하는 데에도 사용할 수 있는 과학적 방법이다. 그러나, 3차원 스캔 데이터를 대상으로 일반적인 상용 소프트웨어를 이용하여 구하는 곡률분포는 표면의 점 데이터(Cloud point)가 미세하게 변동함에 따른 오차가 커서 곡률분포도를 깨끗하게 구하기 어렵고 3차원 디자인이나 의복구성에 활용하기 위한 충분한 방법론이 제공되어 있지 않다.

이에, 본 연구에서는 아직까지 인체 표면의 분석이나 의복구성에 있어서 많이 사용되고 있지 않은 곡률 정보를 패턴 제작에 적극 활용하기 위하여 3차원 스캔 데이터로부터 다양한 종류의 곡률을 추출하고 이를 절개선으로 직접 활용하기 위한 방법을 모색하였다. 아울러, 곡률의 종류에 따라 설정된 절개선에 따라 패턴이 어떻게 전개되는가를 비교하였다. 이 연구는 곡률 정보를 이용하여 하퇴 근육군의 표면요철에

다른 절개 및 봉제를 유도하면 의복압을 크게 하지 않아도 인체 요철 부위를 가능한 밀착되게 감쌀 수 있을 것이라는 가설에 그 기반을 두고 있다.

II. 연구방법

본 실험에 참여한 피험자는 사이클 경력이 1년 이상 되는 20대 남성 4인이었으며 피험자의 신체적 특성은 신장 169.8cm(S.D ±1.55cm), 체중 58.5kg(S.D ±1.85kg)이었다(가슴둘레 89.5cm(S.D ±2.72cm), 허리둘레 73.0cm(S.D ±0.91cm), 엉덩이둘레 89.0cm(S.D ±1.29cm)). 3차원 측정 은 Whole body scanner Model WB4(Cyberware, Inc., USA)로 하였으며, 측정자세는 사이클을 타는 자세로 몸통과 대퇴부, 대퇴부와 종아리의 각도가 90°을 유지하도록 하여 <Fig. 1>과 같이 측정하였다.

획득된 3차원 영상으로부터 기본 라인을 형성하고 구획화 및 분리하는 작업은 상용 프로그램인 Rapid-Form 2004(INUS Technology, Inc., Korea)를 사용하였다. Rapidform 2004는 3차원 인체 정보를 다루는 소프트웨어로 5가지의 곡률정보를 제공하고 있다.

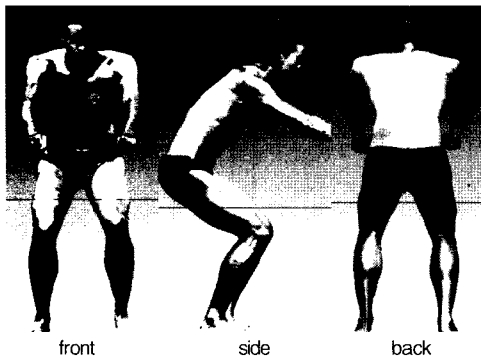


Fig. 1. Posture of subject.

Rapidform 2004의 곡률분포는 <Fig. 2>와 같이 메쉬의 꼭지점(vertex)에 인접해 있는 주변 메쉬의 각 곡률값들을 이용하여 계산하며, Rapidform 2004의 5가지의 곡률분포의 생성의 방법은 <Table 1>과 같다.

Rapidform 2004의 곡률 정보를 이용하여 디자인 라인 및 패턴 절개 라인을 그리고, 이 절개된 라인을 기준으로 구획화한 후 각 영역을 분리하였다. 분리된 영역을 2차원 평면으로 전개하는 것은 자체 개발한 2C-AN(정연희 외, 2005) 프로그램을 활용하였다. 평면화된 패턴은 Yuka apparel CAD system(Youthhitech, Co, Ltd., Korea)을 사용하여 2차원 패턴으로 정리하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 곡률분포 형성 방법

인체의 원(raw) 스캔 데이터는 점 데이터로 이루어져 있는데 이 상태에서 곡률을 표시하면 <Fig. 3>에서와 같이 표면노이즈로 인해 곡면 상에서 깨끗한 곡률정보를 추출할 수 없다. 이에 따라, 3차원적 기본 형상을 유지하면서도 복곡면의 형상을 곡률로 볼 수

Table 1. Creating method of curvature plot using Rapidform 2004

곡률	설명
Maximum curvature	k_{max} 가장 큰 곡률값을 이용
Minimum curvature	k_{min} 가장 작은 곡률값을 이용
Mean curvature	k_{max} 과 k_{min} 값의 평균 곡률값을 이용
Average curvature	꼭지점(vertex) 주위에 존재하는 모든 곡률값들의 평균을 이용
Gaussian curvature	Gaussian 식을 이용하여 계산된 곡률값을 이용

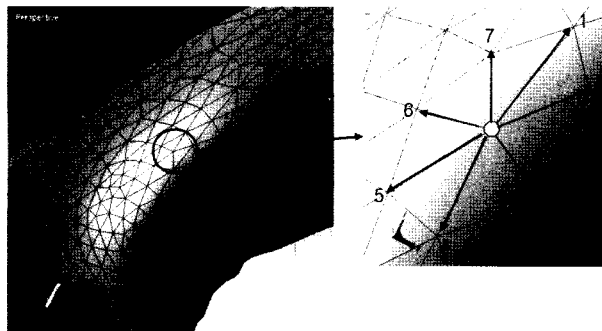


Fig. 2. Method of creating curvature with Rapidform 2004.

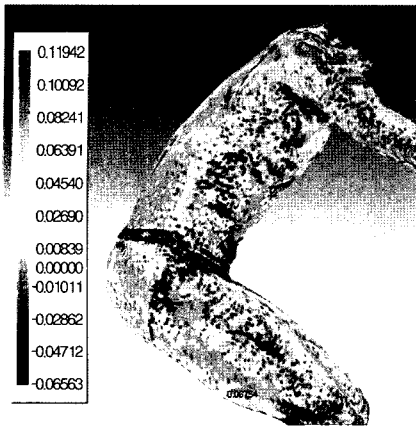


Fig. 3. Curvature plot of 3D human data on the original skin surface.

있도록 하기 위하여 다음과 같은 과정을 거쳐 인체 표면을 모자이크식 표면(tessellated shell)으로 발전시켜 곡률을 분석하였다.

1) 서피스(surface)와 셸(shell)의 형성

먼저 곡률분포가 필요한 3차원 인체 부위에 표면을(surface) 구축한 후 이 표면을 모자이크식 면(tessellated shell)으로 형성하였다. <Fig. 4>는 서피스(surface) 구축 및 모자이크식 면을 형성한 3차원 데이터를 보여준다.



Fig. 4. Creation of the new surface and the tessellated shell.

2) 형성된 면(shell)의 처리

형성된 면(shell)은 평탄화(smoothing)를 수행하여 보다 분명하게 곡률분포를 구성하도록 하였다. 이 때 평탄화 반복(smoothing iteration)횟수를 100회로 하였으며, 면(shell)의 외곽 라인은 유지하도록 하였다. 인체의 경우 적당한 반복(iteration)횟수를 60, 80, 100, 120 등으로 한 결과 100회 정도가 본 연구와 같은 인체 동작 시 인체의 곡률분포를 쉽게 볼 수 있어 최종 횟수를 100회로 하였다. <Fig. 5>의 (a)는 서피스에 곡률분포를 형성한 것이고, <Fig. 5>의 (b)는 이러한 곡률분포를 3차원 인체 상에 결합하여 인체의 형태와 함께 곡률분포를 이용하여 디자이너가 절개선을 설정하도록 준비한 이미지이다.

2. 다양한 곡률분포와 근육의 형태를 고려한 패턴 디자인 형성 방법

1) 다양한 곡률분포 형태

<Fig. 6>은 RapidForm 2004를 이용하여 동일 피험자에 대하여 다섯 가지 곡률(Minimum, Gaussian, Average, Mean, Maximum curvature)로 분석한 결과를 3차원 상의 분포도로 나타낸 것이다. 대체적으로 Minimum과 Gaussian 곡률분포 형태가 비슷하였고, Average와

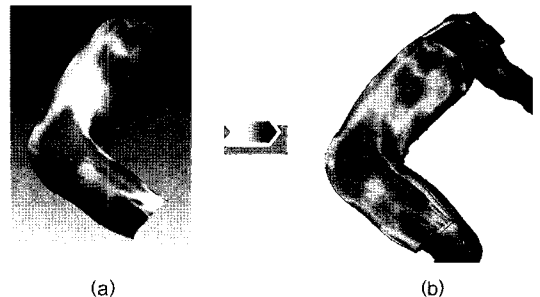


Fig. 5. Creation of the curvature plot and attachment of the curvature plot onto the 3D body.

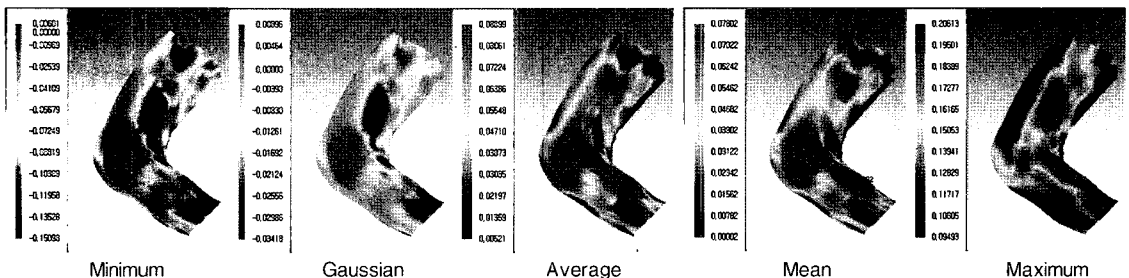


Fig. 6. Various curvature plots using RapidForm 2004.

Mean 곡률이 흡사하였으며, Maximum 곡률은 특이한 분포도를 나타내었다. 이에, 본 연구에서는 그 중 대표적으로 절개 형태가 다른 Mean과 Maximum 곡률 분포를 이용하여 패턴을 전개하였다. 또한 일반적으로 의복구성 시 다양한 형태의 프린세스 라인을 이용하여 패턴 제도를 수행하므로 기본 원형으로 프린세스 라인을 채택하여 패턴 전개를 수행하였다.

2) 3차원 인체의 근육 형태 고찰 및 곡률분포를 이용한 패턴 디자인 설정

근육의 모양은 정자세 시 피부 내부에 이완되어 있어 쉽게 찾을 수 없으나 특정 동작에 의해서는 정자세 보다 쉽게 수축, 팽윤된 근육의 형태를 파악할 수 있다. 이에 동작 시 인체의 3차원 근육 형상과 더불어 3차원 인체 곡률을 이용하여 의복 디자인을 하고자 하였다. <Fig. 7>의 (a)는 일반 프린세스 라인(conventional design line)을 이용한 Con-pattern으로 3차원 인체 데이터 상에 디자인 라인을 그려 넣은 것이며, (b)는 평균 곡률(mean curvature plot)을 이용한 Mean-pattern, (c)는 최대 곡률(maximum curvature plot)을 이용한 Max-pattern을 각각 도시하였다.

Mean-pattern과 Max-pattern과의 차이를 보면, Max-pattern의 경우 전면의 대퇴직근을 온전히 포함하나 측면에서는 외측광근 일부만을 포함하는 디자인 라인이라는 점이 Mean-pattern과 다르다. 근육의 형태와 인체 곡률분포에 의해 형성된 디자인 라인은 어느 곳에 위치하는가에 따라 밀착성의 밀착성을 증가시킬 수도 감소시킬 수도 있을 것이다. 근육군의 형성에 의해 인체 형상이 오목과 볼록을 이루는 데 디자인 라인이 이 오목과 볼록의 경계면에 위치된다면 밀착성이 증가된다.

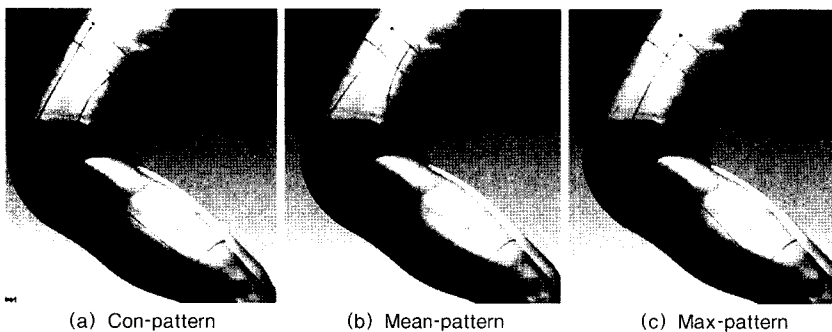


Fig. 7. Drawing the lines on 3D human body depending on the curvature plot and conventional line.

3. 곡률분포를 이용한 패턴 전개 및 전개된 2차원 패턴 비교

1) 곡률분포를 이용한 3차원 데이터의 패턴 전개 방법

<Fig. 8>은 사이클 팬츠에 해당하는 3차원 바디의 기준선을 따라 분할되기 전의 모습을 보여주는 것으로, 분할 부위는 뒤면(back: 4조각), 옆면(side: 4조각), 앞면(front: 4조각)이었다. 각각 분리된 면 데이터들은 <Fig. 9>의 (a)와 같이 Yuka CAD에서 조합되었으며, Yuka CAD의 곡선 그리기를 통해 <Fig. 9>의 (b)와 같이 완성 패턴(back, side, front, f.thigh)을 얻었다. <Fig. 9>의 (b)에서 front 부위는 front와 f.thigh로 나누어 정리하였는데 이는 앞살 부위의 곡률변화가 커 앞허벅지 패턴과 복부 패턴을 하나의 패턴으로 정리할 수 없었기 때문이다. 이는 사이클복 등에서 인체 형태와 동작특성을 반영하기 위하여 패턴을 절개하여 주는 것과 같은 원리이다.

2) 일반 프린세스 라인과 곡률분포로 전개된 패턴의 형태 고찰

<Fig. 10>의 (a) Con-pattern는 3차원 인체에 con-

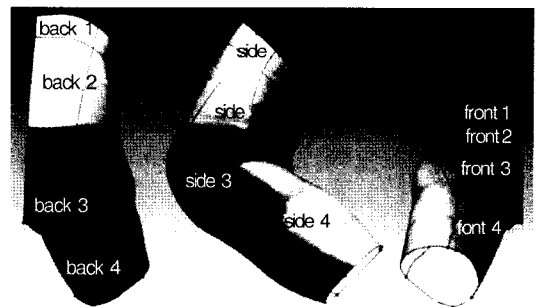


Fig. 8. Regional segmentation of 3D human data for 2D pattern development.

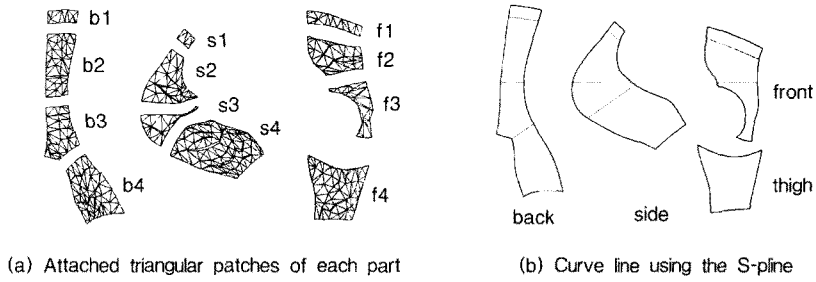


Fig. 9. Final basic pattern drawn by the Yuka CAD.

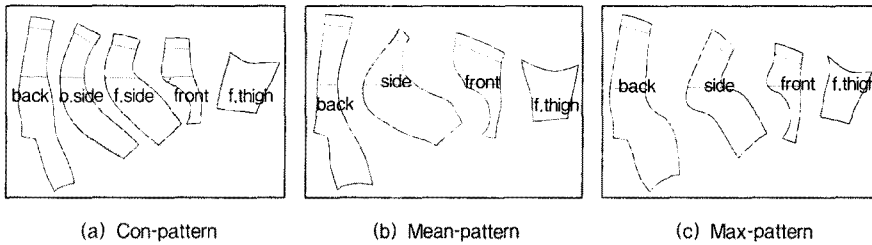


Fig. 10. Three patterns obtained from 3D human data depending on the conventional design line, mean and max curvature plots.

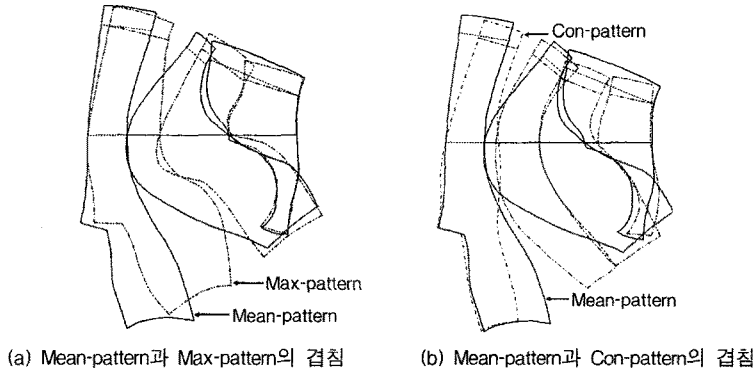


Fig. 11. Comparison of pattern shape with overlapping patterns.

ventional design line에 의해 얻어진 2차원 패턴으로 세로 절개선이 앞프린세스 라인, 옆솔기, 뒤프린세스 라인으로 앞허벅지 부위를 포함하여 5개의 패턴으로 구성되었다. <Fig. 10>의 (b)는 2차원 Mean-pattern으로 몸판의 세로 절개선이 곡률에 따라 두 개 들어갔다. <Fig. 10>의 (c)는 Max-pattern이다.

<Fig. 11>은 Mean-pattern을 기준으로 Max-pattern과 Con-pattern을 겹쳐놓은 것으로 패턴의 형태 차이를 쉽게 볼 수 있다.

이상과 같이 3차원 곡률 및 인체 형태를 반영한 디자인은 전개된 2차원 패턴에서 그 모양과 형태가 상이하게 도출됨을 알 수 있었으며, 패턴 형태와 모양에 의해

원단의 식서 방향이 달라져 의복으로 구성되었을 때 다른 기능과 느낌을 줄 것이라 예측된다. 또한 이러한 방법은 기능적 디자인은 물론 소비자의 취향과 개성에 따라 다양한 3차원 디자인의 가능성을 제시하고 있다.

4. 곡률분포를 이용하여 2차원으로 전개된 패턴의 정보 비교

Con-pattern, Mean-pattern, Max-pattern의 정보를 비교하면 다음과 같다. <Table 2>는 삼각 메쉬 단순화에 의해 얻어진 각 패턴의 피험자별, 패턴별 길이 정보이다.

<Table 3>은 삼각 메쉬 단순화에 의해 얻어진 피험

자별, 패턴별 길이차 및 이를 백분율로 정리한 것이다.
길이차는 2차원 패턴 길이를 3차원 표면 길이로 배

준 것으로 (-)는 2차원 패턴 길이가 짧아졌음을, (+)
는 2차원 패턴 길이가 커졌음을 의미한다. 백분율은

Table 2. Length and girth of three patterns obtained using triangle simplification (unit: cm)

		3차원 정보			
		Con-pattern	Mean-pattern	Max-pattern	
		3차원 정보	2차원 정보	2차원 정보	2차원 정보
S1	1/2허리둘레	37.10	37.36	36.88	36.90
	1/2엉덩이둘레	44.83	44.28	45.07	44.86
	허벅지둘레	43.30	43.26	43.33	43.71
	뒤중심길이	46.25	46.04	46.15	46.10
	앞중심길이	33.37	32.74	33.52	33.27
S2	1/2허리둘레	40.87	40.47	40.76	40.79
	1/2엉덩이둘레	45.14	45.65	45.10	45.17
	허벅지둘레	41.59	41.73	42.20	42.22
	뒤중심길이	45.83	45.85	45.85	45.82
	앞중심길이	36.92	37.14	36.77	36.92
S3	1/2허리둘레	37.31	37.39	37.31	37.24
	1/2엉덩이둘레	42.75	42.47	42.57	43.12
	허벅지둘레	42.15	42.15	42.2	42.22
	뒤중심길이	47.46	47.25	47.31	47.27
	앞중심길이	32.00	32.51	32.23	32.39
S4	1/2허리둘레	36.83	37.03	36.92	36.92
	1/2엉덩이둘레	43.44	43.34	43.98	43.24
	허벅지둘레	37.89	37.77	37.87	37.92
	뒤중심길이	46.56	46.39	46.54	46.64
	앞중심길이	32.43	32.84	32.52	32.51

Table 3. Percentage and length difference between 3D human data and each pattern(Con-pattern, Mean-pattern, and Max-pattern) (unit: cm)

		Con-pattern		Mean-pattern		Max-pattern	
		길이차	백분율 (%)	길이차	백분율 (%)	길이차	백분율 (%)
S1	1/2허리둘레	0.26	0.70	-0.22	-0.59	-0.20	-0.54
	1/2엉덩이둘레	-0.55	-1.23	0.24	0.54	0.03	0.07
	허벅지둘레	-0.04	-0.09	0.03	0.07	0.41	0.95
	뒤중심길이	-0.21	-0.45	-0.10	-0.22	-0.15	-0.32
	앞중심길이	-0.63	-1.89	-0.15	0.45	-0.10	-0.30
S2	1/2허리둘레	-0.40	-0.98	-0.11	-0.27	-0.08	-0.20
	1/2엉덩이둘레	0.51	1.13	-0.04	-0.09	0.03	0.07
	허벅지둘레	0.14	0.34	0.61	1.47	0.63	1.51
	뒤중심길이	0.02	0.04	0.02	0.04	-0.01	-0.02
	앞중심길이	0.22	0.60	-0.15	-0.41	0.00	0.00
S3	1/2허리둘레	0.08	0.21	0.00	0.00	-0.07	-0.19
	1/2엉덩이둘레	-0.28	-0.65	-0.18	-0.42	0.37	0.87
	허벅지둘레	0.00	0.00	0.05	0.12	0.07	0.17
	뒤중심길이	-0.21	-0.44	-0.15	-0.32	-0.19	-0.40
	앞중심길이	0.51	1.58	0.23	0.72	0.39	1.22
S4	1/2허리둘레	0.20	0.54	0.09	0.24	0.09	0.24
	1/2엉덩이둘레	-0.10	-0.23	0.54	1.24	-0.20	-0.46
	허벅지둘레	-0.12	-0.32	-0.02	-0.05	0.03	0.08
	뒤중심길이	-0.17	-0.37	-0.02	-0.04	0.08	0.17
	앞중심길이	0.41	1.26	0.09	0.28	0.08	0.25

Table 4. Average of percentage and length difference between 3D human data and each pattern(Con-pattern, Mean-pattern, and Max-pattern)(Calculated absolute value)

	Con-pattern		Mean-pattern		Max-pattern		피험자별 길이차 평균	피험자별 백분율 오차 평균
	길이차 평균 (cm)	백분율 (%)	길이차 평균 (cm)	백분율 (%)	길이차 평균 (cm)	백분율 (%)		
S1	0.34	0.87	0.15	0.37	0.18	0.44	0.22	0.56
S2	0.26	0.62	0.19	0.45	0.15	0.36	0.20	0.48
S3	0.21	0.57	0.12	0.31	0.22	0.57	0.15	0.48
S4	0.20	0.54	0.15	0.37	0.10	0.24	0.15	0.39
패턴별 오차 평균	0.25	0.65	0.15	0.38	0.16	0.40	0.19	0.48

Table 5. Comparison of area between 3D human data and each pattern(Con-pattern, Mean-pattern, and Max-pattern) (unit: cm²)

피험자	패 턴	3차원 면적	2차원 면적	백분율 (%)
S1	Con-pattern	2391.90	2388.65	-0.14
	Mean-pattern	2393.42	2391.50	-0.08
	Max-pattern	2386.82	2389.32	0.10
S2	Con-pattern	2531.65	2524.98	-0.26
	Mean-pattern	2527.30	2534.39	0.28
	Max-pattern	2527.40	2523.42	-0.16
S3	Con-pattern	2306.61	2322.47	0.69
	Mean-pattern	2327.52	2325.11	-0.10
	Max-pattern	2312.06	2309.17	-0.13
S4	Con-pattern	2531.65	2524.98	-0.26
	Mean-pattern	2243.70	2244.80	0.05
	Max-pattern	2238.21	2231.30	-0.31

길이차 값을 3차원 길이로 나누어주고 100을 곱하여 주었다. <Table 3>에서 보는 바와 같이 가장 큰 길이차는 -0.63, +0.63cm였다. <Table 4>는 Con-pattern, Mean-pattern, Max-pattern간 길이차와 백분율을 절대값으로 변환하여 피험자별, 패턴별 오차 평균을 내었다.

<Table 4>에서 보는 바와 같이 상대적으로 조각을 많이 낸 Con-pattern이 다른 Mean-pattern과 Max-pattern보다 길이차가 조금 더 발생하였다. 피험자에 의한 오차는 평균 0.19cm였고 백분율로는 0.48%였다.

<Table 5>는 Con-pattern, Mean-pattern, Max-pattern의 면적을 비교한 것으로 피험자간 패턴간 면적 차이는 크지 않았다. 즉 각기 다른 곡률분포에 따라 절개선을 다르게 삽입한 세 가지 패턴의 경우, 후속되는 인체 착용 실험에서 착용 쾌적감이 다르게 유발되는 것을 알아보기 위한 전제조건으로서 패턴 면적이 같아야 된다는 점을 만족하고 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 기능성 의복용 패턴 제작에 있어서 3차원 곡률을 활용하기 위한 방법을 제안하고 이를 이용하여 동적 자세에서의 하반신 근육의 형태에 따른 곡률 정보를 추출하였으며 이를 디자이너가 절개선으로 그린 후, 사이클복 패턴으로 전개하는 전체적인 방법을 제안하고 그에 따른 패턴을 검증하였다.

(1) 복곡면인 3D 인체를 곡률로 평가하기 위해 3차원 인체에 서피스를 구축하고 모자이크 면을 형성한 후 표면을 평탄화하였다. 평탄화는 곡률분포의 활용목적에 따라 다양하게 수행할 수 있으며, 곡률형성 방법 및 활용에 대한 방법은 향후 곡률을 이용한 디자인 개발에 사용될 수 있을 것이다.

(2) 다양한 곡률 중에서 본 연구에서는 Mean, Maximum curvature 및 일반 프린세스 라인을 이용하여 디

자인 라인을 설정하였으며 이를 절개선으로 활용하여 패턴을 전개하고 비교하였다. 곡률에 따른 패턴 형태는 달라졌으나, 2차원 전개 패턴과 3차원 인체 상의 실제 정보와의 오차는 크지 않았다. 평균 길이차는 0.15cm (오차 평균, 0.46%), 면적오차는 4.58cm²(오차 평균, 0.19%)였다.

(3) 동작을 고려한 패턴은 정지 시 2차원으로 전개된 패턴의 형태 및 세부 정보가 크게 변화하였는데, 허리둘레는 증가(1.56cm, 4.40%)하였고, 뒤중심길이(5.29cm, 12.87%)와 옆술기길이(1.29cm, 4.66%)가 각각 늘어났으며, 앞중심길이(6.83cm, 17.22%)가 줄었다. 이 결과는 사이클 팬츠와 같은 기능성 웨어의 패턴 개발인 경우 동작 시의 3차원 정보로 직접(one stop) 패턴을 전개하면 정자세 정보로 기본 패턴을 그린 후 동작 시의 부위에 따라 다양한 변화를 다시 반영해주시 않아도 되는 기능적 이고 합리적인 패턴 제작 방법임을 보여주고 있다.

향후 본 연구에서 얻어진 패턴을 이용하여 착의 실험과 압력 실험을 통해 착용 쾌적성 및 밀착성이 우수한 패턴은 어떠한 곡률을 이용한 것인 가를 검토하고자 한다.

참고문헌

- 엄상섭. (1992). *대학일반기하학*. 서울: 교학연구사.
- 이예진. (2005). *인체의 3차원 형태와 의복의 변형을 고려한 의복압 예측*. 충남대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이예진, 홍경희. (2004). 특수복 설계를 위한 3차원 인체 정보의 활용 방안. *패션정보와 기술*, 1, 28-37.
- 이현영, 홍경희. (2002). 중년 여성의 3차원 유방 형태 분석을 위한 방법론 연구. *한국의류학회지*, 26(5), 703-714.
- 이희란, 김소영, 김명수, 홍경희. (2004). 특수기능성 의류용 3D 보조용구의 2D 패턴 연구. *한국감성과학회 춘계학술대회 논문집*, 62.
- 정연희, 홍경희, 김시조. (2005). Triangle simplification에 의한 3D 인체 형상분할과 삼각조합방법에 의한 2D 패턴 구성. *한국의류학회지*, 29(9/10), 1359-1367.
- Masuda, T. & Imaoka, H. (1998). 3D torso surface curvatures as it relates to clothing design. *Sen'i Seihin Shohi Kagaku*, 54(6), 299-308.
- Hinds, B. K., McCartney, J., & Woods, G. (1991). Pattern development for 3D surfaces. *Computer-aided Design*, 23(8), 583-592.