

# 상반신 밀착패턴 제작을 위한 3차원 인체 표면의 곡률기준 분할

박혜준<sup>†</sup> · 홍경희\* · 조영숙\*\*

충남대학교 생활과학연구소, \*충남대학교 의류학과, \*\*동경가정대학 복식미술학과

## Segmentation Using Curvature Information of 3D Body Surface for Tight-fit Pattern Making

Hyejun Park<sup>†</sup> · Kyunghi Hong\* · Youngsook Cho\*\*

Research Institute of Human Ecology, Chungnam National University

\*Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University

\*\*Dept. of Clothing Science & Costume, Tokyo Kasei University

접수일(2008년 8월 28일), 수정일(2008년 10월 7일), 게재확정일(2008년 11월 13일)

### Abstract

It is inevitable to have cutting line to get the 2D pattern from 3D body surface. In this paper the efficiency of curvature plot as a cutting line in the process of flattening 3D surface was investigated. As reference, basic clothing construction line was adopted to divide the 3D surface into small blocks to make the flattening process easy. Female dummy as well as human body were scanned and surface of the upper body was segmented using curvature plot and basic constructing line. 2D tight-fit pattern was developed using three software, the RapidForm 2004, 2C-AN and Yuka CAD. Gap between clothes and body, and the clothing pressure on the body was observed to determine the fit of the clothes. As results, clothes constructed with blocks divided by curvature plot displayed a similar level of tight fit as compared with those by basic construction line. It was found that curvature plot is effective method as a segmentation of the 3D surface even for the actual body which does not have any previous reference line. It is expected that application of curvature plot will be expanded in 3D apparel technology.

**Key words:** Tight-fit pattern, 3D body surface, Segmentation, Curvature plot, Clothing pressure; 밀착패턴, 3차원 인체 표면, 분할, 곡률분포, 의복압

## I. 서 론

컴퓨터와 정보통신기술의 발달을 배경으로 등장한 대량맞춤(Mass Customization), MTM(made to measure) 시스템에 의류산업이 적절히 대응하기 위해서는 3차원 인체 측정기술 및 데이터의 활용이 매우 중요하다.

최근 의복의 사이즈체계, 평면제도, 그레이딩 시스템, 3차원 입체재단 그리고 가상의복인터랙션(virtual clothing interaction) 등을 개발하기 위한 3차원 인체 스캐닝 기술의 활용에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다(Ashdown & Petrova, 2008).

3차원 스캔 데이터의 적극적인 활용이 기대되는 의복구성분야에서는 3차원 스캔 데이터로부터 2차원의 평면패턴을 자동으로 제작하고자 하는 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이들 연구는 크게 3가지로 분류할 수 있다. 1)기존의 2차원 평면제도 방법에 근거하여 3차원 스캔 데이터에서 추출한 1, 2차원의 치수정

<sup>†</sup>Corresponding author

E-mail: aprilgreen@cnu.ac.kr

본 논문은 2007년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(기초과학분야: KRF-2007-359-H00002).

보를 활용하여 패턴을 제도하는 방법이다(서추연, 박순지, 2008; 朴惠俊 외, 2004). 이 방법은 기존의 패턴 제도 방식을 사용하고 있어 의류업계에 종사자들이 이해하기 쉽고 완성된 패턴을 바로 생산으로 연결시킬 수 있으나, 3차원 인체 정보 자체를 직접 사용하지 않아 3차원 데이터의 장점을 충분히 활용하지 못한다. 2)3차원 스캔 데이터의 서피스(surface)를 그대로 2차원 평면으로 전개하여 평면패턴을 제작하는 방법이다(서동애, 2001; 정연희, 홍경희, 2006; 최명혜 외, 2007; 최영림 외, 2006; Daanen & Hong, 2008; McCartney et al., 1999). 이 방법으로 획득한 평면패턴은 인체의 형태를 그대로 표현한 밀착패턴이기 때문에 일상복과 같이 여유분이 있는 평면패턴의 제작에는 한계가 있다. 3)가상의 공간에서 3차원 인체 스캔 데이터 또는 가변형 인체 모델위에 의복을 모델링하여 이를 2차원 평면으로 전개하는 방법이다(Cho et al., 2007; Kim & Park, 2007; McCartney et al., 2005; Sul & Kang, 2006). 이 방법은 3차원 인체 정보를 사용할 뿐만 아니라 여유분이 있는 패턴까지도 제작할 수 있으나, 인체에 밀착되는 디자인은 앞서 언급한 두 번째 방법을 병용하여 밀착패턴을 획득하는 경우가 많다.

최근 섬유·의류산업을 변모시킬 고부가가치 제품으로 주목 받고 있는 웨어러블 컴퓨터 또는 스마트 웨어의 생체신호측정용 의복과 고기능성 스포츠 웨어의 개발에 정확한 밀착성을 갖는 밀착패턴이 요구되고 있어(박혜준 외, 2007; Daanen & Hong, 2008), 3차원 스캔 데이터의 서피스 즉 인체표면을 2차원 평면전개하여 밀착패턴을 만드는 방법에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 복곡면을 갖는 3차원 인체의 서피스를 그대로 2차원으로 전개하는 것은 수학적으로는 엄밀하게 말하면 불가능하므로, 3차원 서피스의 절개(incision) 또는 선(line)을 이용하여 분할하는 것이 필요하다(Azariadis & Aspragathos, 1997; McCartney et al., 1999). 이와 관련된 기존의 연구에서는 3차원 스캔 데이터의 슬라이스 분할(서동애, 2001), 디자인 라인에 따른 분할(정연희, 홍경희, 2006), 2차원 평면패턴의 형태적 특징에 따른 분할(Yang & Zhang, 2007) 그리고 인체 형상의 특징에 따른 분할(윤미경 외, 2007; 최명혜 외, 2007; 최영림 외, 2006)과 같이 평면전개 알고리즘의 특성과 연구목적에 따라 다양한 분할기준이 제시되고 있으며, 이들 연구는 공통적으로 인체의 형상 특징을 잘 반영하는 분할기준을 전제로 한다. 복곡면으로 이루어진 인체의 평면전개에서 인체의 형태

적 특징을 간단하면서도 수량적으로 표현할 수 있는 분할기준을 마련할 수 있다면 3차원 스캔 데이터를 이용한 밀착패턴 제작과정을 체계화시켜 실용화를 촉진시킬 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 개개인의 3차원적 인체 특성을 시각적으로 명확하게 나타내어 체형간의 변별력이 있는 것으로 보고되고 있는 곡률정보(Masuda & Imaoka, 2002)를 3차원 인체 스캔 데이터의 분할기준으로 사용하는 것에 대한 효용성을 검토하여 밀착형 고기능성 의복의 패턴 제작에 관한 기초자료를 제공하고자 한다. 인체의 곡률정보를 이용하여 패턴을 제작한 연구는 인체의 곡률정보를 이용하여 사이클복 하의 패턴을 개발한 연구(정연희, 2006)가 있으나 이는 인체의 특정 동적 상태의 남자 피험자의 하반신을 대상으로 하고 있어 본 연구에서는 정적 상태의 여성의 더미와 실제 피험자의 상반신의 인체 곡률정보를 이용한 밀착패턴 제작에 관하여 연구하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 더미와 인체의 3차원 스캐닝

인체의 스캔 데이터를 얻기 위해 3차원 비접촉식 디지털타이저를 사용하여 란제리 파운데이션용 더미(Dummy) (Nanasai Co. Ltd., Japan) 70B(JIS L4006-1998)와 사이즈코리아의 20대 여성 평균(산업자원부 기술표준원, 2004)에 해당하는 20대 여성(신장: 161cm, 젖가슴둘레: 82cm, 허리둘레: 64cm)을 대상으로 스캔하였다. 체표면 분할에 필요한 최소한의 기준점을 더미와 여성의 인체 표면에 표시한 후 스캔하였다.

더미는 미놀타사의 비비드 910(Konica Minolta Sensing, Inc., Japan)을 사용하여 상반신을 4부분으로 나누어 스캔 한 후 머지(Merge)하였다. 20대 여성은 사이버웨어사의 WB4(Cyberware, Inc., USA)를 사용하여 전신 스캔하였다. 3차원 스캐닝 솔루션 래피드폼(RapidForm) 2004(INUS Technology, Korea)를 사용하여 스캔 과정에서 발생한 불필요한 데이터를 정리(clean)하거나, 거드랑이와 살 부분과 같이 스캔 과정에서 생긴 구멍들을 메운(fill-hole) 후 저장하였다.

### 2. 3차원 인체 스캔 데이터의 분할

더미와 인체의 3차원 스캔 데이터의 서피스 즉 표

면 분할에는 래피드폼 2004를 사용하였다. 3차원 공간 상에 존재하는 더미와 인체 형상을 구성하는 셸(shell)의 서피스 위에 의복구성학적 기준선과 인체의 곡률 분포를 분할기준으로 하여 곡선을 그려 블록으로 분할(trim-region)한 후 각 블록의 표면을 복사하였다.

1) 의복구성학적 기준선 분할

인체 각 부위를 세밀하게 측정한 치수를 이용하여 인체 적합성이 좋은 원형을 얻을 수 있는 단촌식 원형제도의 기준점과 선을 분할에 이용하였다. 단촌식 원형제도의 측측 기준점과 선을 <그림 1>에 나타내었다(Yu et al., 2006). 더미와 여성 인체의 3차원 스캔 데이터 위에 단촌식 원형제도법의 인체 측측 기준점을 연결하여 체표면에 선을 그려 의복구성학적 관점의 체표면 분할선을 설정하였다. 이때 모든 기준점을 연결하여 분할선으로 사용하는 세부분할(세부분할 A)과 세부분할을 간소화한 중간분할(중간분할 B)로 나누어 2가지 타입으로 분할하였다.

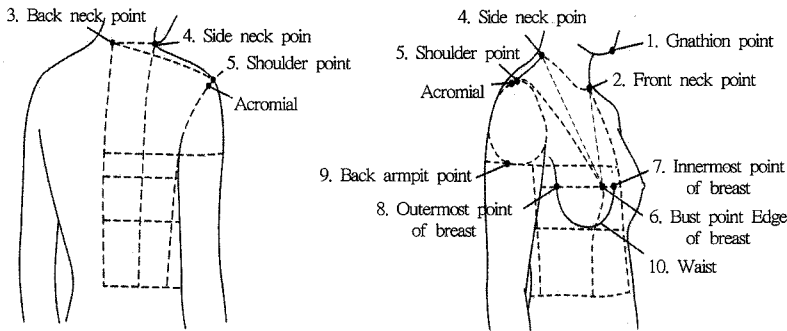
2) 인체의 곡률분포선 분할

복잡한 복곡면으로 이루어져 있는 3차원의 인체 표

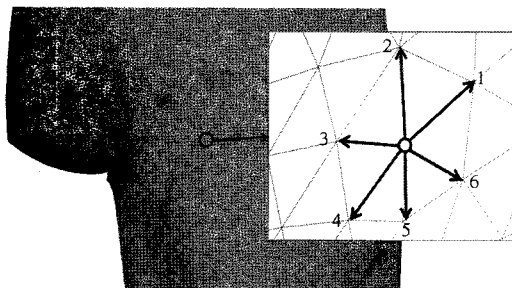
면의 분할 기준으로 인체 표면의 곡률정보를 이용하였다. 래피드폼에서는 <그림 2>에 나타낸 것과 같이 3차원 인체 형상을 구성하고 있는 메시의 정점(vertex) (○표시)에 연결된 가장자리(edge)로 향하는 곡선(1~6)들의 곡률을 계산하여 다양한 평균 곡률을 산출할 수 있다. 본 연구에서는 가장 큰 곡률(maximum curvatruе) 값을 산출하여 그 분포를 색깔로 표현한 곡률분포도 구하였다. 이때 래피드폼의 데시메이트(decimate)와 리메시(remesh) 기능을 사용하여 3차원 인체 형상을 구성하는 점군들을 형태적인 변형이 일어나지 않는 범위에서 줄여 곡률측정의 단위가 되는 메시(mesh)의 크기를 크게 한 후 균일한 메시지를 갖도록 조절하였다. 이러한 과정을 거쳐 완성된 3차원 스캔 데이터의 메시가 갖는 곡률의 분포를 최대/최소값을 조절하여 곡률의 차이가 명확하게 나타나도록 설정한 후 곡률의 절대값이 큰 부분들을 선으로 연결하여 체표면 분할선으로 설정하였다(곡률분할 C).

3. 밀착패턴 제작

의복구성학적 기준과 인체의 곡률분포에 따라 분



<그림 1> 단촌식 원형제도의 기준점 및 기준선



<그림 2> 3D 스캐닝 솔루션(Rapidform)의 곡률계산

할된 체표면 블록을 2차원 평면으로 전개하여 밀착패턴을 추출하는 과정은 크게 3단계로 나눌 수 있다 (Jeong et al., 2006).

- 1단계: 래피드폼을 이용하여 3차원 인체 형상의 체표면을 분할하여 블록화하였다. 블록화된 체표면을 dxf형식의 독립된 파일로 저장하였다.
- 2단계: dxf파일 형식의 3차원 체표면 블록을 2C-AN에 불러들여 삼각각각으로 2차원 평면전개시켜 다시 dxf형식의 파일로 저장하였다.
- 3단계: 2C-AN을 통하여 평면화된 체표면 블록의 dxf파일을 어패럴 패턴카드 유카(Yuka & Alpha, Inc., Japan) 등의 소프트웨어를 이용하여 삼각형간 또는 블록간의 꼭지점과 꼭지점을 연결하여 겹침과 벌어짐을 스트레스(stress)가 자연스럽게 분산되도록 조합하였다(이희란, 2004). 조합된 블록의 외곽선을 곡선으로 연결하여 밀착패턴을 완성하였다.

**4. 밀착패턴의 밀착성 평가**

3차원의 인체 스캔 데이터를 2가지 방법으로 분할하여 2차원 평면으로 전개하여 만들어진 밀착패턴의 밀착성에 대하여 관능평가를 실시하였다. 또한 밀착성의 객관적이고 수량적인 평가를 위하여 3차원 기술을 이용한 공극량 측정방법과 공기 주입식 의복압 센서를 이용한 의복압 측정방법을 사용하였다. 상반신 밀착패턴의 실물은 백면포(두께: 0.4mm, 밀도: 24/24(wp/wf/cm<sup>2</sup>))를 사용하여 제작하였다.

**1) 관능평가**

더미와 여성 인체에 착용시킨 밀착패턴의 밀착성에 대하여 의류학 전공자 5명의 패널이 관능평가를 실시하였다. 밀착패턴 원형의 적합조건을 기준(김혜경 외, 2001)과 선행연구방법(서추연, 박순지, 2008)을 바탕으로 13개의 평가항목을 선정하여 5점 척도로 평가하였다. 평가항목 중에서 전체적인 밀착성을 나타내는 항목은 분산분석(SPSS 14)을 실시하여 패턴의 분할방법에 따른 밀착성의 차이를 검증하였다.

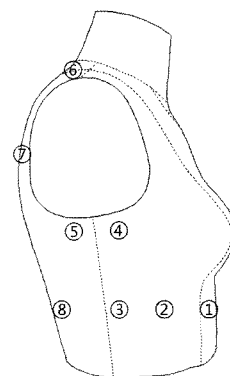
**2) 3차원 형상의 공극량 측정**

더미의 밀착패턴에 대한 밀착성을 3차원 공간에서 평가하기 위하여 래피드폼을 사용하였다. 밀착패턴의 실물 의복을 제작하여 더미에 착용시킨 후 착의상

태를 3차원 스캔하였다. 그리고 더미가 흔들리지 않도록 유의하면서 의복을 벗겨내고 다시 더미만을 스캔하였다. 스캐닝한 3차원 인체 형상과 착의형상의 셀 사이의 편차 즉 공극거리를 측정하는 기능(Shell/Shell Deviation)을 이용하여 밀착성을 평가하였다.

**3) 의복압 측정**

여성 인체의 밀착패턴의 밀착성을 평가하기 위하여 밀착패턴으로 실제 의복을 제작하여 20대 여성이 착용하고 의복압을 측정하였다. 의복압 측정부위는 <그림 3>에 나타내었으며 각 부위는 다음과 같은 기준으로 설정하였다. ① 밀가슴둘레선에서 1.5cm 아래 높이(밀가슴높이)에서 젖꼭지점을 기준으로 왼쪽 3cm 위치(밀가슴높이 왼쪽), ② 밀가슴높이에서 젖꼭지점을 기준으로 오른쪽 3cm 위치(밀가슴높이 오른쪽), ③ 밀가슴높이에서 옆선을 기준으로 앞중심쪽으로 3cm 이동한 위치(밀가슴높이 옆선쪽), ④ 옆선과 진동둘레가 만나는 점에서 2.5cm 내려온 높이에서 오른쪽으로 2cm 이동한 위치(겨드랑옆선 오른쪽), ⑤ 옆선과 진동둘레가 만나는 점에서 2.5cm 내려온 높이에서 왼쪽으로 2cm 이동한 위치(겨드랑옆선 왼쪽), ⑥ 어깨선을 이등분한 후 뒤판쪽으로 4cm 이동한 위치(뒤어깨쪽), ⑦ 뒤판의 진동둘레를 이등분한 높이에서 뒕중심쪽으로 7cm 이동한 위치(견갑쪽), ⑧ 밀가슴높이에서 뒕중심선에서 5cm 옆선쪽으로 이동한 위치(뒕중심쪽). 의복압은 공기 주입식 의복압 센서 AMI 3037-2(AMI Techno, Co. Ltd., Japan)로 측정하였으며, 에어팩 내의 공기가 외기 압력과 같은 상태에서 공기외의 아무런 접촉이 없는 상태를 제로 포인트로 설정하였다. 측정된 결과는 Agilent 34970A(Agilent



<그림 3> 의복압 측정부위

technologies Inc, USA)에 연결하여 데이터를 수집하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 3D 스캔 데이터의 분할

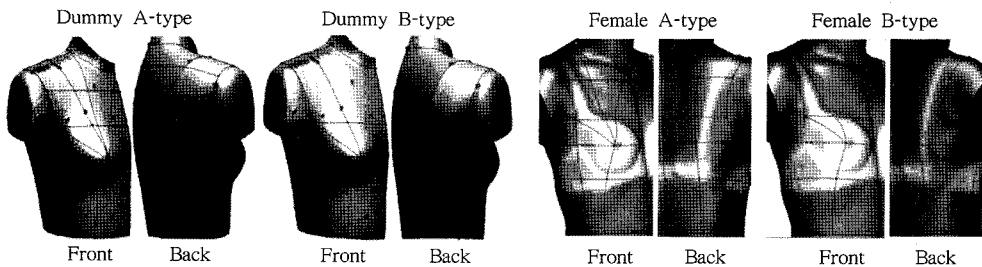
##### 1) 의복구성학적 기준을 이용한 분할

단촌식 원형제도의 기준점과 선을 이용하여 더미와 인체의 3차원 스캔 데이터에 체표면 분할선을 설정하였다. 그 결과를 <그림 4>에 나타내었다. 먼저 단촌식의 원형제도 기준점을 이용하여 겨드랑앞·뒤벽접힘점~어깨점의 1/2점 연결선, 가슴둘레, 젖가슴둘레, 가슴아래둘레 그리고 앞·뒤중심선, 목앞점~젖꼭지점 연결선, 목옆점~젖꼭지점 연결선, 어깨점~젖꼭지점 연결선, 겨드랑앞벽접힘점~젖꼭지점 연결선, 겨드랑앞·뒤벽접힘점~허리둘레선 연결선, 젖꼭지점~허리둘레선 수직연결선, 어깨길이의 1/2점~뒤프린세스라인, 겨드랑점~허리둘레선 수직연결선을 설정하여 앞판은 더미에서 20개, 인체에서는 19개의 블록으로, 뒤판은 더미에서는 15개, 인체에서는 12개의 블록으로 분할하였으며 이를 의복구성학적 세

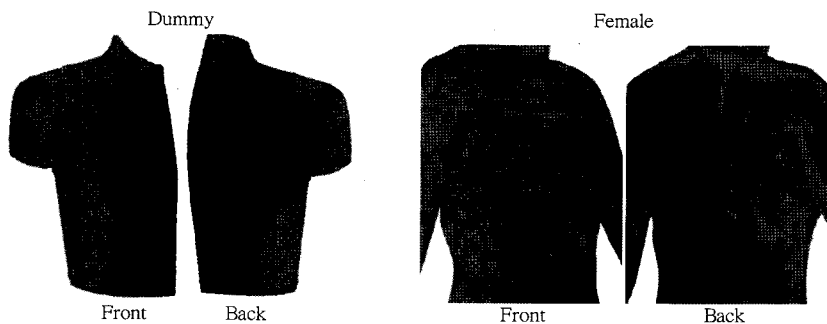
부분할 A라고 정의하였다. 두 번째는 세부분할 A에서 면적이 작은 블록이 생기지 않도록 하면서 인체의 등과 같이 곡률이 작아 평활한 부분은 분할선을 삭제하여 분할한 것으로 의복구성학적 중간분할 B라고 정의하였다. 그 결과 겨드랑앞·뒤벽접힘점~어깨점의 1/2점 연결선, 목앞점~젖꼭지점 연결선, 목옆점~젖꼭지점 연결선, 겨드랑앞·뒤벽접힘점~허리둘레선 연결선을 삭제하고, 등에서는 어깨길이의 1/2점~뒤프린세스라인과 젖가슴둘레선만을 이용하여 더미와 인체 모두에서 앞판은 9개, 뒤판은 4개의 블록으로 분할하였다.

##### 2) 인체의 곡률분포를 이용한 분할

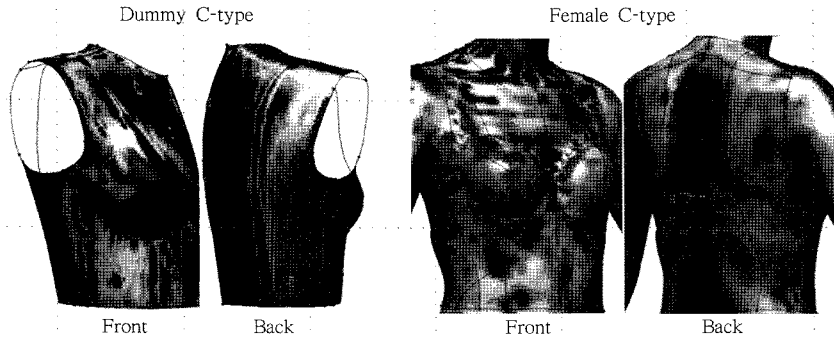
인체 표면의 최대곡률 분포를 기준으로 인체 표면을 분할하였다. <그림 5>는 더미와 인체의 3차원 스캔한 Raw 데이터의 최대곡률의 평균 분포도를 나타내었다. 더미의 곡률분포는 표면의 봉제선과 머지를 위해 부착한 기준점, 실제 인체의 곡률은 속옷 착용을 그대로 반영하고 있어 전체적인 곡률의 특징을 파악하기 어렵다. 이에 이현영(2002)과 이에진(2005)의 곡률측정점의 거리가 가까운 미시적 곡률보다는 거리가 먼 거시적 곡률이 피부 표면의 요철에 의한 노이즈를



<그림 4> 의복구성선을 이용한 체표면 분할선



<그림 5> Raw 데이터 상태의 더미와 실제 인체의 곡률분포 맵핑



<그림 6> 곡률분포를 이용한 체표면 분할선

제거하면서 의복설계에 필요한 곡면 자체 정보를 제공한다. 보고를 근거로 형태적인 변형이 없이 곡률 측정점사이의 간격을 크게 하기 위하여 면(face)수를 축소하였다. 면의 수를 약 50% 축소한 결과, 더미와 인체의 메시의 점들의 간격은 약 1~2mm와 약 4~5mm에서 약 4~5mm와 약 6.5~8mm로 커지면서 형태적인 변화와 사이즈 변화는 거의 일어나지 않았다. <그림 6>은 더미와 인체의 3차원 스캔 데이터의 면수를 50%로 축소한 후 추출한 체표면의 최대곡률분포를 근거로 분할한 결과이다(곡률분할 C). 인체의 특정부위나 일부분의 곡률반경을 측정할 수 있는 선형연구(이현영, 2002)에서 거시적 곡률반경 측정을 위해 제안한 세 점간의 거리 2~10cm에는 미치지 못하였으나 더미와 인체의 거시적인 형태 특징을 잘 파악할 수 있는 곡률분포를 산출할 수 있었다.

<그림 6>의 더미의 곡률분할 C를 보면, 곡률분포의 표시범위를 조절한 결과 양(+)의 곡률이 큰 부분은 빨간색으로 곡률이 영(0)에 가까운 평평한 부분은 파란색으로 나타났다. 곡률이 큰 빨간색 부분을 기준으로 하여 선의 형태로 나타나는 빨간색은 그 자체를 분할선으로 사용하고, 넓은 면적을 갖는 빨간색 부분은 그 중심을 지나도록 분할선을 설정하여, 전부 9개의 블록으로 체표면을 분할하였다. 한편, 실제 인체의 곡률분할 C에서는 더미의 곡률분포와 비교하여 인체의 세부적인 형태 특징은 물론 전체적인 특징을 잘 나타낼 수 있었다. 인체의 곡률분할 C는 빨간색의 양(+)의 곡률, 파란색의 음(-)의 곡률 그리고 흰색의 제로(0)의 곡률을 갖는 부분으로 곡률분포를 나타내었다. 이를 기준으로 빨간색과 파란색이 진한 부분 즉 곡률의 절대값이 큰 부분을 연결하여 인체의 체표면을 분할하는 분할선을 그려 전부 19개의 블록으로

분할하였다.

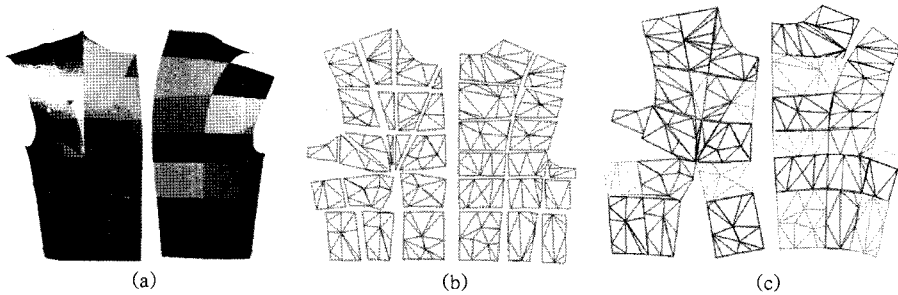
인체 표면의 곡률분포를 시각적으로 표현하는 것은 복잡한 개개인의 인체가 갖는 형태적인 특징 파악을 쉽게 이해시킬 수 있다는 보고(Masuda & Imaoka, 2002)와 같이, 본 연구에서 구한 곡률분포도를 3차원 인체 형상 데이터에 맵핑(mapping)한 결과로부터 인체의 해부학적, 형태적 특징을 시각적으로 파악할 수 있었다. 따라서 인체의 곡률분포 정보는 3차원 인체 형상을 이용한 의복설계에 필요한 중요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

## 2. 밀착패턴 제작

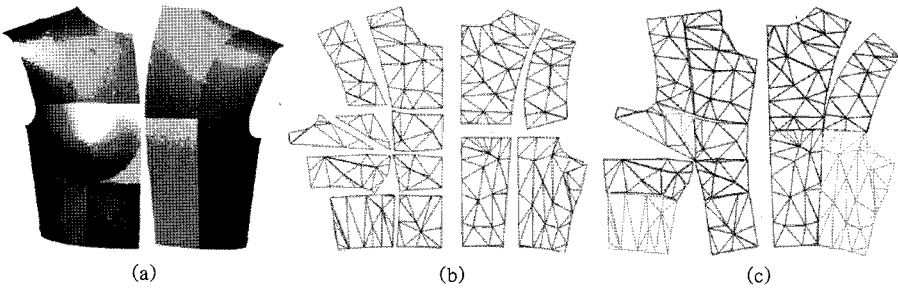
2C-AN을 이용한 3차원 블록의 2차원 전개에 따른 길이와 면적의 변화는 매우 적어 의복설계에 유용함이 선행연구(정연희, 홍경희, 2006; 정연희 외, 2005)에서 검증되어 있다.

### 1) 더미의 밀착패턴

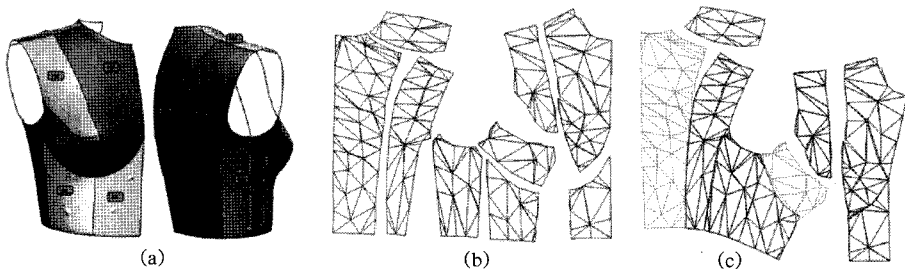
<그림 7>에는 더미의 3차원 형상을 의복구성학적 세부분할 A로 패턴을 추출하는 과정을 나타내었다. (a)는 블록으로 분할된 체표면을 나타내며, (b)는 (a)의 3차원의 블록을 2차원 전개하여 삼각조각들의 꼭지점과 꼭지점을 연결하여 만든 2차원 블록이다. 이들 블록들을 (c)와 같이 조합한 후 최외각선을 연결하여 패턴을 완성하였다. <그림 8>에는 중간분할 B로 패턴을 추출하는 과정을 나타내었다. 블록과 블록의 조합은 3D 표면 형상의 원래 면적과 대비하여 겹침과 벌림이 반복으로 최소면적 오차 및 좋은 외관을 갖는 방법으로 제안한 블록의 최외각의 꼭지점을 연결하는 방법을 사용하였다(이희란, 2004; 정연희, 2006).



<그림 7> 세부분할 A에 의한 더미의 밀착패턴 제작과정



<그림 8> 중간분할 B에 의한 더미의 밀착패턴 제작과정



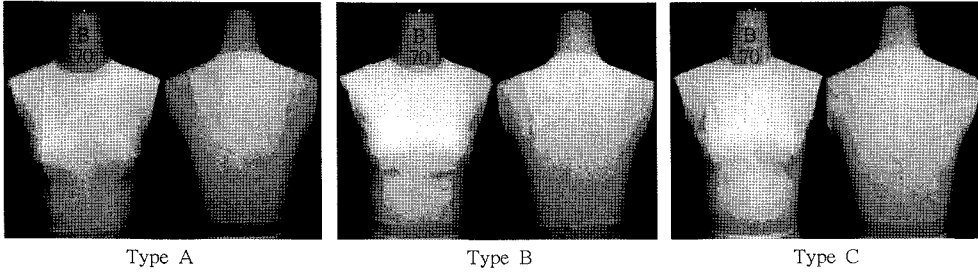
<그림 9> 곡률분할 C에 의한 더미의 밀착패턴 제작과정

본 연구에서는 블록간의 겹침과 벌어짐을 최소화하기 위하여 의복구성학적 세부분할 A와 중간분할 B의 앞판에서는 허리와 가슴 다투를, 뒤판은 어깨 다투를 갖는 패턴으로 블록을 조합하였다.

곡률분할 C는 <그림 9>에 나타난 것과 같이 허리와 가슴 그리고 어깨 다투가 있으나, 앞·뒤판의 연결되어 옆선이 없어 의복구성학적 분할을 통해 추출한 패턴과 다른 형태를 나타내었다. (a)는 곡률분포의 최대곡률을 기준으로 체표면을 분할한 것을 나타내며, (b)는 3차원 블록들을 평면 전개한 삼각조각들의 꼭지점과 꼭지점을 연결하여 만든 2차원 블록을 나타내며,

(c)에는 블록과 블록을 재조합한 결과를 나타내었다.

광목으로 패턴의 실물을 제작하여 더미에 착용시킨 사진을 <그림 10>에, 착의상태에 대한 관능평가 결과를 <표 1>에 나타내었다. 세부분할 A는 가슴부위, 앞땀, 앞허리, 등, 뒤핀, 뒤통리 등의 부분적 밀착성은 물론, 앞·뒤판의 밀착성도 4점 이상의 평점을 얻어 밀착성이 좋게 평가되었다. 중간분할 B는 부분적인 밀착성은 3~4점이고, 가슴의 진동둘레쪽으로 주름이 있는 것으로 평가되고, 앞·뒤판의 밀착성은 세부분할 A보다 낮게 평가되었다. 곡률분할 C는 부분적인 밀착성과 주름에 대한 평가는 중간분할 B와



<그림 10> 3가지 밀착패턴의 더미 착용결과

<표 1> 3가지 패턴의 더미와 여성 인체에 착의시킨 상태의 관능평가결과

평가항목	Dummy			Female			
	A	B	C	A	B	C	
1	가슴부위가 밀착된다	4.4	3.6	3.0	3.4	2.8	4.6
2	앞폭이 밀착된다	4.0	3.2	3.4	3.4	3.6	4.0
3	앞허리가 밀착된다	4.4	4.4	4.4	4.6	4.4	4.6
4	가슴의 앞중심쪽으로 주름이 있다	1.4	1.8	2.8	1.6	2.0	2.2
5	가슴의 진동둘레쪽으로 주름이 있다	2.0	4.2	4.0	3.2	4.4	2.2
6	앞진동둘레에 주름이 있다	2.0	3.8	3.6	2.6	3.0	2.2
7	앞판이 전체적으로 밀착된다	4.4	3.6	3.4	3.4	2.8	4.6
8	등부위가 밀착된다	5.0	4.0	4.2	3.6	4.0	4.8
9	뒤폭이 밀착된다	4.8	4.2	4.4	3.4	3.6	4.8
10	뒤허리가 밀착된다	4.6	4.6	4.6	3.0	4.2	4.2
11	뒤진동둘레에 주름이 있다.	1.2	1.8	1.4	1.8	2.2	1.8
12	뒤판이 전체적으로 밀착된다	4.2	3.8	4.2	3.8	3.4	4.4
13	전체적으로 밀착된다	5.0	3.8	4.0	3.6	3.2	4.6

비슷한 경향으로 평가되었으나 뒤판의 밀착성은 세 부분할 A와 같이 높게 평가되었다. 3가지 패턴의 밀착성에 대한 전체적인 평가에서 의복구성학적 세부분할 A, 곡률분할 C 그리고 의복구성학적 중간분할 B의 순으로 밀착되는 것으로 평가되었으며 이는 통계적으로도 유의미한( $p<.006$ ) 차이를 나타내었다.

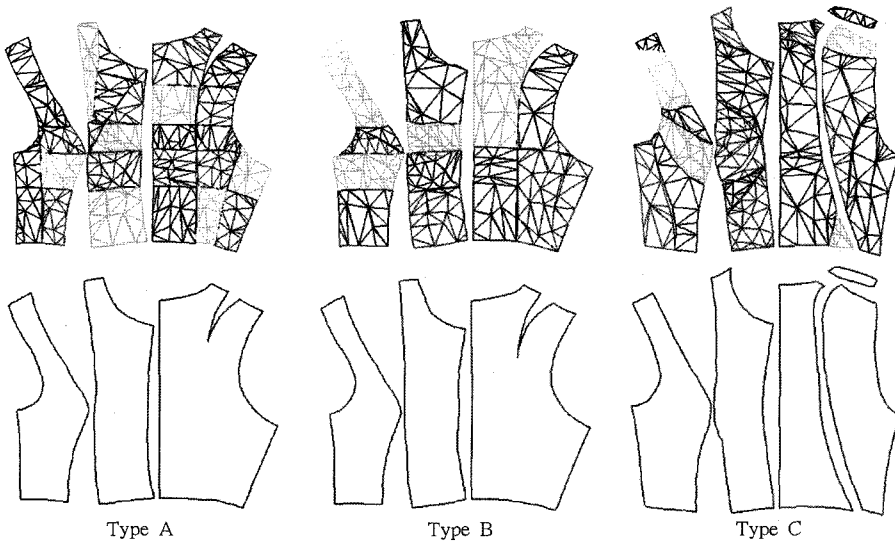
2) 인체의 밀착패턴

<그림 11>에는 실제 인체의 3가지 분할 타입으로 만든 최종패턴을 나타내었다. 세부분할 A와 중간분할 B는 완성된 패턴의 형태가 매우 비슷하였다. 곡률분할 C의 패턴은 더미의 체표에서 얻어진 결과와 많은 차이를 나타내었다. 이는 더미보다 실제 인체의 체표면이 곡률변화가 많아 분할된 블록의 수가 증가하였을 뿐만 아니라, 곡률이 대상이 되는 인체의 3차원적 형상 차이를 직접적으로 반영하기 때문에 작은

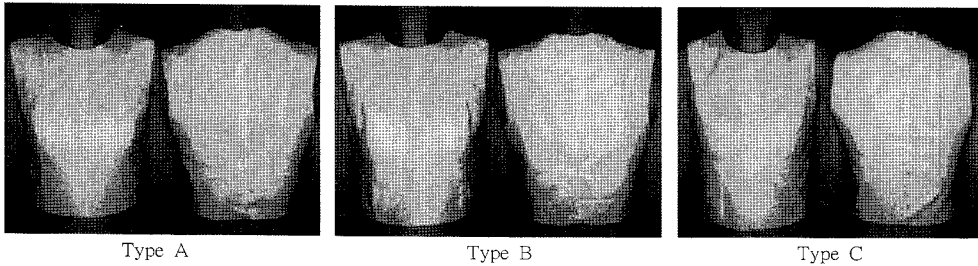
체형적 특징에도 패턴의 형태가 달라질 수 있음을 나타내는 것으로 생각된다.

광목으로 이들 패턴의 실물을 제작하여 실제 인체에 착용시킨 사진을 <그림 12>에, 착의상태에 대한 관능평가 결과를 <표 1>에 나타내었다. 세부분할 A는 부분적인 밀착성과 앞·뒤판의 밀착성 모두 약 3점을 받았으며, 중간분할 B는 등, 뒤폭, 뒤허리의 부분적인 밀착성을 제외하고는 세부분할 A보다는 대부분의 밀착성이 낮고 주름은 많은 것으로 평가되었다. 곡률분할 C는 부분적인 밀착성과 앞·뒤판의 밀착성이 약 4점으로 2가지의 의복구성학적 분할타입보다 밀착성이 우수한 것으로 평가되었다. 밀착성에 대한 전체적인 평가에서 곡률분할 C, 세부분할 A 그리고 중간분할 B의 순으로 밀착되는 것으로 평가되었으며 이는 통계적으로도 유의미한( $p<.038$ ) 차이를 나타내었다. 곡률분할 C가 의복구성학적 세부분할 A보다





<그림 11> 3가지 분할 타입에 의한 인체의 밀착패턴



<그림 12> 3가지 밀착패턴의 실제 인체 착용결과

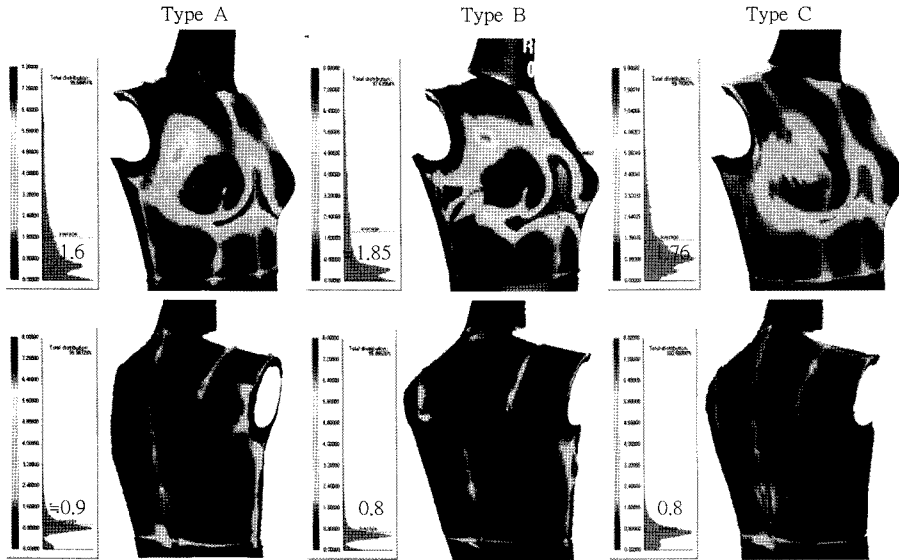
밀착성이 우수한 것으로 평가된 것은 실제 인체의 체 표면 곡률의 특성에 의해 곡률분포 분할선이 증가하여 분할블록수가 증가한 것이 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

### 3. 밀착패턴의 밀착성

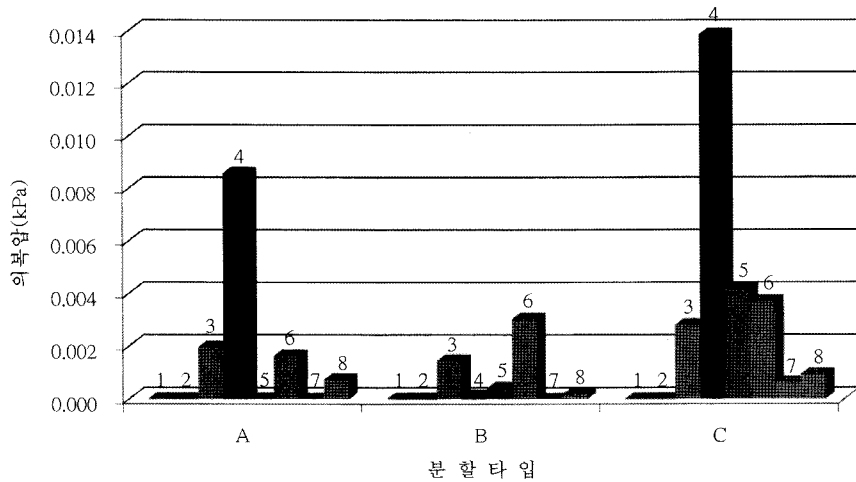
#### 1) 더미의 3차원상의 공극량 평가

패턴의 객관적인 밀착성을 평가하기 위하여 래피드프롬 상에서 더미와 의복사이의 공극을 측정하였다. 공극을 시각적으로 평가하기 용이하도록 색깔과 히스토그램으로 그 분포와 평균으로 나타내고, 원하는 부위에 마우스를 가져가면 해당 부위(vertex)의 공극길이 수치가 표시된다. 공극량을 측정할 결과 <그림 13>과 같이 공극길이의 분포는 뒤판에서는 3가지 패턴 모두 비슷하게 밀착되었으나, 앞판에서는 모두

젓가슴사이에 붉은 색을 나타내고 있어 공극길이가 큰 것을 알 수 있었다. 세부분할 A와 곡률분할 C의 분포는 서로 비슷한 경향을 나타내었으나 젓가슴에서 옆선과 진동둘레방향으로도 붉은 색을 나타내는 중간분할 B와는 차이가 있었다. 앞판에서의 평균 공극길이는 각각 1.60mm, 1.85mm, 1.76mm로 세부분할 A의 공극길이가 가장 작고 다음이 곡률분할 C로 중간분할 B가 가장 큰 것을 알 수 있었다. 뒤판에서는 평균 공극길이는 세부분할 A는 약 0.90mm, 중간분할 B는 약 0.80mm, 곡률분할 C는 0.80mm로 대체로 비슷한 경향을 나타내었다. 따라서 세부분할 A, 곡률분할 C 그리고 중간분할 B의 순으로 밀착됨을 알 수 있었다. 동일한 의복구성학적 분할방법을 사용하더라도 분할블록의 수에 따라 밀착성이 변화됨을 알 수 있었다. 한편 곡률분포를 기준으로 하는 곡률분포 C는 분할블록수가 의복구성학적 중간분할 B보



<그림 13> 더미의 밀착패턴 착용 시의 3차원상의 공극량



<그림 14> 여성 인체의 밀착패턴 착용 시의 의복압

①밀가슴높이 왼쪽 ②밀가슴높이 오른쪽 ③밀가슴높이 옆선쪽  
④겨드랑옆선 오른쪽 ⑤겨드랑옆선 왼쪽 ⑥뒤어깨쪽 ⑦견갑쪽 ⑧뒤중심쪽

다 작음에도 불구하고 의복구성학적 분할 A와 거의 유사한 밀착성을 나타내고 있다. 이는 분할된 체표면을 전개하여 만들어지는 패턴의 밀착성이 분할 블록의 수의 증가에만 영향을 받는 것이 아니라 인체의 3차원 특성을 잘 반영하는 기준선에 의한 분할만으로도 분할 블록 개수와는 상관없이 밀착성을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

2) 인체의 의복압 평가

실제 인체와 의복사이의 밀착성을 의복압을 통하여 평가한 결과를 <그림 14>에 나타내었다. 의복압은 <그림 3>에 나타난 것과 같이 전부 8부위에서 측정하였다. 3가지 분할 모두에서 밀가슴높이 왼쪽(1번 부위)와 오른쪽(2번 부위), 견갑쪽(7번 부위) 그리고 뒤중심쪽(8번 부위)에서는 의복압을 거의 측정할 수 없었

다. 밀가슴높이 옆선쪽(3번 부위)과 뒤어깨쪽(6번 부위)에서는 세부분할 A에서 2부위 모두에서 0.002kPa, 중간분할 B에서는 0.001kPa과 0.003kPa 그리고 곡률분할 C에서는 0.003kPa과 0.004kPa의 의복압이 각각 측정되었다. 겨드랑옆선 오른쪽(4번 부위)은 세부분할 A에서 0.009kPa, 곡률분할 C에서는 0.014kPa의 의복압을 나타내어 가장 밀착되는 부분이었다. 그 외의 겨드랑옆선 왼쪽(5번 부위)은 곡률분할 C에서만 0.004kPa의 의복압이 측정되었다.

이상의 결과에서 곡률분할 C, 의복구성학적 세부분할 A 그리고 의복구성학적 중간분할 B의 순으로 밀착되는 것을 알 수 있었다. 이 결과는 관능평가의 결과와도 일치하였다.

#### IV. 결 론

3차원 스캔 데이터를 2차원 평면 전개하여 밀착패턴을 획득하는 과정을 체계화시키기 위하여, 인체의 형태적 특징을 수량적으로 간단하게 표현할 수 있는 체표면의 곡률을 산출하여 이를 바탕으로 하는 체표면 분할의 유용성을 알아보았다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 더미와 실제 여성의 상반신 3차원 스캔 데이터의 표면을 대상으로 단촌식의 원형제도 기준선을 이용한 의복구성학적 세부분할 A와 의복구성학적 중간분할 B 그리고 체표면의 곡률을 기준선으로 이용한 곡률분할 C의 패턴을 제작하여 더미와 여성의 실제 인체 모두에 밀착패턴을 제작할 수 있었다. 더미 패턴은 세부분할 A는 35개의 블록, 중간분할 B는 13개의 블록, 곡률분할 C는 9개의 블록으로 분할되었으며, 실제 인체 패턴은 세부분할 A는 31개의 블록, 중간분할 B는 13개의 블록, 곡률분할 C는 19개의 블록으로 분할되었다.

2. 더미에서의 3가지 밀착패턴의 밀착성을 3차원 상의 공극량으로 평가한 결과, 앞판의 평균 공극길이는 의복구성학적 세부분할 A가 1.60mm, 의복구성학적 중간분할 B가 1.85mm, 곡률분할 C가 1.76mm였다. 젖가슴사이가 공극량이 가장 많고, 공극량 분포는 세부분할 A와 곡률분할 C가 비슷하고 중간분할 B는 차이가 있었다. 뒷판의 평균 공극길이는 세부분할 A는 약 0.90mm, B와 C는 약 0.80mm로 대체로 비슷한 경향을 나타내었다. 밀착성은 세부분할 A, 곡률분할 C 그리고 중간분할 B의 순으로 관능평가결과와도 일

치하였다. 동일한 의복구성학적 분할방법을 사용하더라도 분할블록의 수에 따라 밀착성이 변화하고, 곡률분포 C는 의복구성학적 중간분할 B보다 분할블록 수가 작음에도 불구하고 의복구성학적 세부분할 A와 유사한 밀착성을 나타내었다.

3. 여성 인체의 3가지 밀착패턴의 밀착성을 의복압을 통하여 평가한 결과, 3가지 분할타입 모두에서 밀가슴높이 옆선쪽과 뒤어깨쪽에서는 의복구성학적 세부분할 A에서 2부위 모두에서 0.002kPa, 중간분할 B에서는 0.001kPa과 0.003kPa 그리고 곡률분할 C에서는 0.003kPa과 0.004kPa의 의복압이 각각 측정되었다. 겨드랑옆선 오른쪽은 가장 높은 의복압을 나타내는 부위로 세부분할 A에서 0.009kPa, 곡률분할 C에서는 0.014kPa이었다. 겨드랑옆선 왼쪽은 곡률분할 C에서만 0.004kPa의 의복압이 측정되었으며 그 외의 부위에서는 의복압이 측정되지 않았다. 밀착성은 곡률분할 C, 세부분할 A 그리고 중간분할 B의 순으로 관능평가의 결과와도 일치하였다. 그리고 곡률분할 C가 의복구성학적 세부분할 A보다 밀착성이 높은 것은 더미와 비교하여 실제 인체의 체표면 곡률의 특성에 의해 분할블록수가 증가했기 때문이다.

인체의 형태적 특징을 간단하면서도 수량적으로 표현할 수 있는 곡률정보를 3차원 인체의 분할기준으로 활용함으로써 분할 블록의 수가 많고 적음에 크게 영향을 받지 않고 밀착성이 높은 패턴을 추출할 수 있을 뿐만 아니라, 의복구성학적인 분할방법 등에서 요구되는 기준점·선을 표시하지 않고도, 3차원 인체의 곡률분포를 맵핑(mapping)시키는 것만으로 인체의 특징을 시각적으로 쉽게 파악할 수 있어 3차원 스캔 데이터를 이용한 고기능성 의복을 밀착패턴 제작 과정을 보다 일관되고 손쉽게 진행 할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- 김혜경, 권숙희, 김순자, 박은주, 서추연, 이숙녀, 전은경, 조정미. (2001). *피복인간공학 실험설계방법론*. 서울: 교문사.
- 박혜준, 손부현, 신승철, 홍경희. (2007). 3D 패턴을 이용한 노인용 u-헬스케어 의복의 센싱효율 개선. 2007년도 한국의류산업학회 추계학술대회 논문집, 312-315.
- 서동애. (2001). *삼차원 인체 레이저 스캔 데이터를 이용한 남성 재킷 원형 설계방법에 관한 연구*. 연세대학교 대학원 박사학위 논문.

- 서추연, 박순지. (2008). 노년 여성의 3-D 입체 형상 데이터를 활용한 상반신 원형 설계방법 연구. *한국의류학회지*, 32(5), 846-856.
- 윤미경, 남윤자, 최경미. (2007). 3차원 인체 형상을 이용한 20대 여성의 하반신 전개패턴에 관한 연구. *한국의류학회지*, 31(5), 692-704.
- 이예진. (2005). *인체의 3차원 형태와 의복의 변형을 고려한 의복압 예측*. 충남대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이현영. (2002). *3차원 계측에 의한 중년 여성용 브래지어의 설계요소 분석*. 충남대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이희란. (2004). *밀착의복의 피트성 향상을 위한 3D 레플리카 조합방법*. 충남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 정연희. (2006). *인체의 3차원 곡률분포와 동작을 고려한 사이클복 하의 패턴 개발*. 충남대학교 대학원 박사학위 논문.
- 정연희, 홍경희. (2006). 3D 스캔 데이터를 활용한 밀착 패턴 원형 개발. *한국의류학회지*, 30(1), 157-166.
- 정연희, 홍경희, 김시조. (2005). Triangle Simplification에 의한 3D 인체 형상 분할과 삼각조합방법에 의한 2D 패턴 구성. *한국의류학회지*, 29(9/10), 1359-1368.
- 제5차 한국인 인체치수조사사업 보고서(2차년도 최종보고서). (2004, 11). 산업자원부 기술표준원. 자료검색일 2007, 10, 10, 자료출처 <http://sizekorea.kats.go.kr/>
- 최명혜, 최영림, 남윤자, 최경미. (2007). 20대 성인 남성 상반신압관 형상의 평면전개를 위한 표준화 연구. *한국의류산업학회지*, 9(4), 418-424.
- 최영림, 남윤자, 최경미. (2006). Grid method에 의한 3차원 형상의 평면전개를 위한 optimal matrix 표준화 연구. *한국의류학회지*, 30(8), 1242-1252.
- 朴惠俊, 高寺政行, 細谷總, 上條正義, 清水義雄. (2004). 3次元着衣形狀の用いるパンツの型紙複製. *感性工學研究論文集*, 4(2), 95-100.
- Ashdown, S. P. & Petrova, A. (2008). Three-dimension body scan data analysis-body and shape dependence of ease values for pants' fit. *Clothing & Textile Research Journal*, 26(3), 227-252.
- Azariadis, P. & Aspragathos, N. (1997). Design of plane developments of doubly curved surface. *Computer-Aided Design*, 29(10), 675-685.
- Cho, Y., Komatsu, T., Inui, S., Takatera, M., Shimizu, Y., & Park, H. (2007). Individual pattern making using computerized draping method for clothing. *Textile Research Journal*, 76(8), 646-654.
- Daanen, H. & Hong, S. A. (2008). Made-to-measure pattern development based on 3D whole body scans. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 20(1), 15-25.
- Japanese Industrial Standards Committee. (1998). *JIS L 4006-Sizing systems for foundation garments-*. Tokyo: Japanese Standard Association.
- Jeong, Y. H., Hong, K. H., & Kim S. J. (2006). 3D pattern construction and its application to tight-fitting garments for comfortable pressure sensation. *Fibers and Polymers*, 7(2), 195-202.
- Kim, M. & Park, H. K. (2007). Basic garment pattern generation using geometric modeling method. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 19(01), 7-17.
- Masuda, T. & Imaoka, H. (2002). The individual difference of a torso shape of young women from the view point of 3D surface curvature for clothing design. *Journal of the Japan Research Association for Textile End-Uses*, 43(3), 204-221.
- McCartney, J., Hinds, B. K., & Chong, K. W. (2005). Pattern flattening for orthotropic materials. *Computer-Aided Design*, 37(6), 631-644.
- McCartney, J., Hinds, B. K., & Seow, B. L. (1999). The flattening of triangulated surfaces incorporating darts and gussets. *Computer-Aided Design*, 31(4), 249-260.
- Sul, I. H. & Kang, T. J. (2006). Interactive garment pattern design using virtual scissoring method. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 18(1), 31-42.
- Yang, Y. & Zhang, W. (2007). Prototype garment pattern flattening based on individual 3D virtual dummy. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 19(5), 334-348.
- Zang, R., Yu, W., & Fan, J. (2006). Breast measurement and sizing. In Yu, W., Fan, J., Harlock, S., & Ng, S. (Eds.), *Innovation and technology of women's intimate apparel* (pp. 28-58). Cambrided: Woodhead Publishing Limited.