

# 동작시 3D 정보를 이용한 2D 패턴 전개 및 신축성 원단의 신장률을 고려한 사이클 팬츠 개발†

## Development of 2D Patterns for Cycling Pants using 3D Data of Human Movement and Stretch Fabric

정연희 · 홍경희\*

군산대학교 의류학과 · 충남대학교 의류학과

Jeong, Yeonhee · Hong, Kyunghi\*

Dept. of Clothing and Textiles, Kunsan National University

Dept. of Clothing and Textiles, Chungnam National University

---

### Abstract

With recent advances in 3D scanning technology, three-dimensional (3D) patternmaking is becoming a powerful way to develop garments pattern. This technology is now applicable to the made to measure (MTM) system of both ordinary and tightly fitting garments. Although the pattern of fitted clothing has been developed using 3D human data, it is still interesting to develop cycling pants by considering while-cycling body posture and fabric elasticity. This study adopted the Garland's triangle simplification method in order to simplify data without distorting the original 3D scan. Next, the Runge-Kutta method (2C-AN program) was used to develop a 2D pattern from the triangular pixels in the 3D scanned data. The 3D scanned data of four male, university students aged from 21 to 25, was obtained using Whole body scanner (Model WB4, Cyberware, Inc., USA). Results showed the average error of measurement was 4.58cm<sup>2</sup> (0.19%) for area and 0~0.61cm for the length between the 3D body scanned data and the 2D developed pattern data. This is an acceptable range of error for garment manufacture. Additionally, the 2D pattern developed, based on the 3D body scanned data, did not need ease for comfort or ease of movement when cycling. This study thus provides insights into how garment patterns may be developed for ergonomic comfort in certain special environments.

**Keywords** : 3D scanned data, flat pattern development, human body posture, cycling pants, stretch fabric

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성

3차원 측정 기기와 3차원 분석프로그램은 e-business와 e-shopping의 발달과 함께 빠른 속도로 여러 분야에서 개발·응용되고 있으며, 의류학 분야도 예외는 아니

어서 3차원 인체 데이터의 활용과 그 응용은 중요한 문제로 부각되고 있다. 특히 맞춤성과 좋은 외관을 갖는 패턴 개발이란 측면에서 3차원 인체 정보의 활용은 기능성 의복 개발에 있어 그 가능성이 매우 큰데, 그 연유로는 인체의 다양한 형체 정보를 비교적 빠르고 다양하게 필요에 따라 정확하게 담아낼 수 있다는 점에 있다. 특히 사이클 웨어와 같이 특정 동작을 지속적으로 유지해야

---

† 본 연구는 2006학년도 충남대학교 박사학위논문문의 일부임.

\* Corresponding author: Hong, Kyunghi

Tel: 042-821-6828, Fax: 042-821-8827

E-mail: khhong@cnu.ac.kr

하는 기능성 스포츠 웨어의 개발은 향후 다양한 동작을 고려한 3차원 패턴 개발이란 측면에서 그 의의가 있다 하겠다.

3차원 연구의 대략적인 내용을 살펴보면 크게 두 방향으로 이루어지고 있는데, 한 방향은 3차원 데이터로부터 2차원 패턴 전개 및 3차원 체형분류 등을 들 수 있다. 다른 한 방향은 2차원 패턴을 3차원 상에서 시뮬레이션하는 가상 착의 및 가상 패션쇼이다. 이러한 연구는 가까운 미래에 쌍방향 프로세스로 통합되어 3차원 인체 정보에서 3차원 가상착의를 통한 1대 1일 맞춤형복 제작으로 실현될 것으로 기대된다.

그러나 아직까지 3차원 인체 정보를 이용하여 2차원 패턴을 전개하는 연구(김소영, 2008; 윤미경 외, 2007; 정연희, 홍경희, 2006; 최영립 외, 2006)는 모두 인체의 정자세를 2차원 패턴으로 전개한 것으로 인체의 동적 자세에서 획득한 3차원 계측 데이터에 대한 의복 패턴으로의 활용가능성은 아직까지 충분히 연구되지 않았다. 이에 본 연구에서는 사이클 동작시의 3차원 인체정보를 확보하여 기능성 사이클 팬츠 제작의 구체적인 방법을 연구하고자 하였다.

일반적으로 사이클 팬츠와 같은 밀착의는 인체의 동작 특성에 따른 피부 신전을 쉽게 커버하고 인체에 적정 압력을 가하여 운동자의 운동 성능을 조금이나마 상승시키기 위하여 신축성 소재로 제작된다. 신축성 소재는 기존의 수영복이나 속옷 사용 등 협소한 품목에서 그 사용이 주를 이루었으나 현재 일반 의류로 사용영역이 보편화되면서 이에 관한 연구도 활발히 이루어지고 있다(김순분 외, 2004; 박진아, 2003; 이진희 외, 2002; 정연희, 2006b, 2008; 최미성, 2004). 현재까지 탄성소재를 사용한 밀착 패턴 연구에서는 모두 정자세의 인체 계측 데이터(가슴둘레, 허리둘레 등)를 기본으로 사용하였으며, 적정 압력 부여 및 착용 쾌적감 증진을 위하여 인체의 동적 변화량과 소재 신장률을 고려하여 패턴을 보정하였다.

그러나 동작 자세에서 3차원 데이터를 이용하여 직접 패턴을 추출하였을 때에는 어느 정도의 축소율이 쾌적 착용에 적합한지, 고른 신장률을 얻어내기 위한 직접적인 패턴 제작 방법 및 축소 패턴 제작 방법이 무엇인지는 밝혀지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 소재의 신축성 정보를 고려한 사이클 팬츠의 제작을 위해 동적 자세시의 3차원 인체 데이터를 2차원 패턴 원형으로 전개 하는 세부 방법을 알아보고자 하였다. 또한 이렇게 획득한 2차원 전개 패턴을 소재의 신장특성에 따라 어떻게 축소에

야 하는가를 알아보고 사이클 팬츠에 부착되는 특수 패드의 특성을 고려한 패턴 축소 방법 및 제작방법을 알아보고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 피험자 특성

본 실험에 참여한 피험자는 사이클 경력이 1년 이상 되는 20대 남성 4인이었으며, 피험자의 자세한 정보는 <표 1>과 같다.

<표 1> 피험자 인체정보

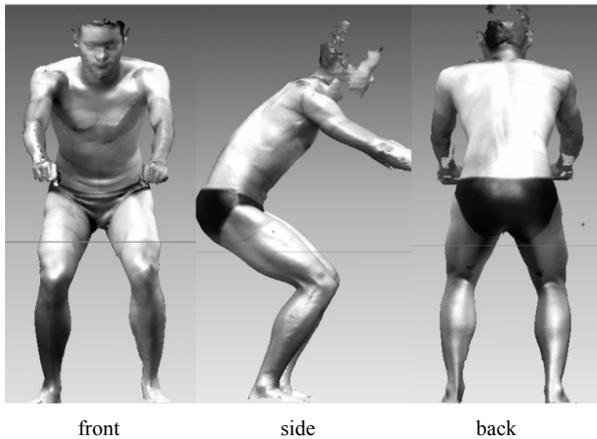
	S1	S2	S3	S4	제5차 한국인 인체치수 (Mean± S.D.)
Ages	21	24	25	25	20~24
Height	168 cm	174 cm	167 cm	170 cm	173.8 ± 5.8 cm
Weight	60 kg	61 kg	60 kg	53 kg	69.5 ± 10.2 kg
Bust girth	95 cm	90 cm	91 cm	82 cm	90.7 ± 6.8 cm
Waist girth	75 cm	74 cm	72 cm	71 cm	77.7 ± 7.4 cm
Hip girth	90 cm	92 cm	88 cm	86 cm	94.6 ± 5.5 cm

본 실험에 참여한 피험자는, 제5차 한국인 인체치수조사 자료의 직접측정에 의한 인체치수 통계자료를 기준으로 살펴보면, 키는 평균 169.8cm로 자료의 173.8cm에 비해 신장은 작으나 표준편차 5.8cm 범위 내에 있었다. 몸무게는 피험자 평균이 58.5kg로 인체치수조사의 통계치의 69.5kg보다 작았으며, 통계치의 표준편차 10.2kg를 벗어나 본 실험에 참여한 피험자가 마른 체형임을 알 수 있었다.

### 2. 3D scanner를 이용한 인체 스캔

피험자 4인의 3차원 측정은 Whole body scanner Model WB4 (Cyberware, Inc., USA)로 하였으며, 피험자는 밀착성이 우수한 삼각 수영복을 착용하고, [그림 1]과 같은 동적자세를 취하고 3차원 스캔을 수행하였다.

동적 자세는 사이클링 시의 동작을 가상하였으며, 허리굴곡각도, 무릎굴곡각도와 어깨 굴곡각도가 90°가 되게 하였으며, 발목 굴곡각도는 60°가 되게 하였다. 본 연구에서 피험자가 취한 자세는 다양한 사이클링(도로, MTB, BMX) 운동에서 많이 사용되는 자세였다.



[그림 1] 3D촬영시 피험자 자세

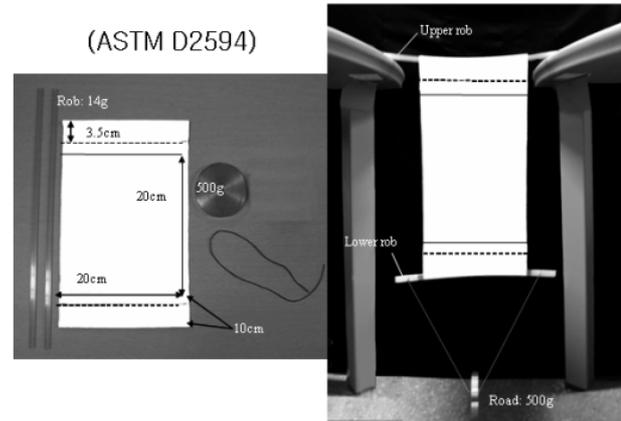
3차원 스캔에 앞서 인체에 표시된 항목은 목둘레, 가슴둘레, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 넓다리중간둘레, 어깨선, 겨드랑이둘레, 위팔둘레, 옆선, 앞·뒤 프린세스라인(어깨길이, 가슴둘레, 허리둘레의 2등분점을 지나는 세로선), 앞중심선, 뒤중심선 등이었다. 기준선은 정자세와 동작시의 체표 변화 측정, 각 신체 사이즈의 변화 비교 및 2차원 패턴전개를 위한 분할선으로 사용하였다.

### 3. 인체의 3차원 데이터를 이용한 2차원 패턴 획득

획득된 3차원 영상으로부터 기본 라인을 형성하고 데이터를 구획화 및 분리하는 작업은 상용 프로그램인 RapidForm 2004(INUS Technology, Inc., Korea)를 사용하였다. 먼저 3차원 인체 데이터를 2차원 평면으로 전개하기 위하여 각각의 3차원 정보는 X, Y, Z 축 방향을 RapidForm 2004의 Track ball tool을 이용하여 단일한 방향에 있도록 정리하였다. 분할된 shell은 2C-AN프로그램(Jeong. *et al*, 2006)을 이용하여 2차원 패턴으로 전개하였다. 즉, Triangle Simplification에 의해 평면화된 패턴은 Yuka apparel CAD(Youthhitech, Co, Ltd.)를 사용하여 2차원 패턴으로 결합되었다. 각 분할된 영역의 면적 및 길이는, 3차원 스캔 상에서는 RapidForm 2004의 측정 도구를 사용하였으며, 2차원 전개 패턴에서는 Yuka CAD를 이용하여 길이 및 면적을 측정하였다.

### 4. 실험 직물 및 실험 의복

실험 직물은 Nylon(81%)과 Polyurethane(19%)이 혼



[그림 2] 원단 신장률 측정 장치

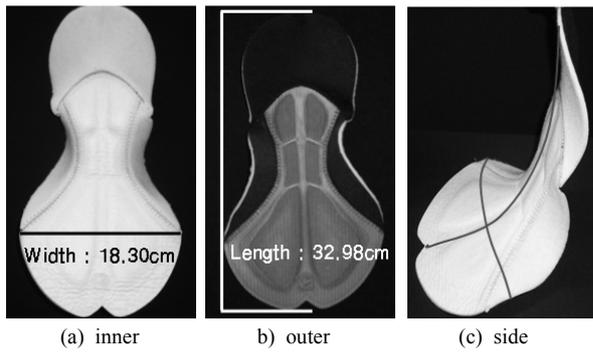
용된 신축성 직물로 현재 업체에서 기능성 의복 제작에 많이 사용되고 있는 소재를 사용하였다. 패턴 축소율 결정을 위한 직물의 신장률 측정 실험 장치는 [그림 2]와 같이 구성하였으며, 실험 방법은 ASTM D2594를 따랐다. 그 결과, 본 실험에 사용된 원단 신장률(% fabric stretch)은 세로방향에서 17.5%, 가로방향에서 29.0%였다.

본 실험 의복은 내의를 착용하지 않는 전문 사이클 의복으로 구성하고자 패드를 실험의복에 부착하였으며, 패드 부착 방법 및 부착 시 원단의 탄성율에 의한 축소율이 어느 정도 적용되어야 하는가를 동시에 고려하였다.

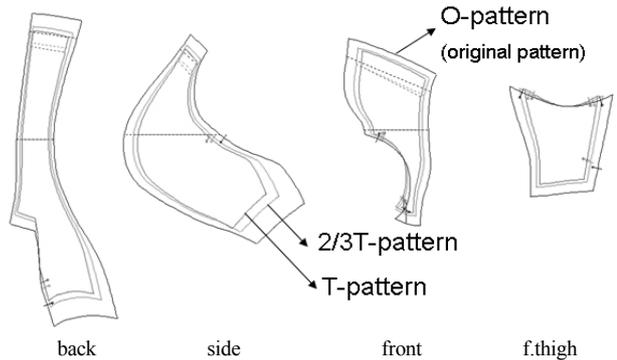
[그림 3]은 본 실험에 사용한 패드(pad)의 모양과 크기를 보여주는 것으로, [그림 3]의 (a)는 패드의 안쪽으로 사이클 팬츠와 접하는 면이며, (b)는 패드의 겉쪽으로 인체와 접촉하는 면이다.

(c)는 측면으로 패드의 3차원적 형상을 볼 수 있다. 3차원 형태인 패드는 부직포를 중첩하여 제작한 것으로 신축성이 거의 없었다. 본 연구에서 제작한 사이클 팬츠는 패드가 봉제되는 팬츠이므로 원단 신장률을 고려하여 가로방향과 세로방향을 따로 적용하였으며, 신축성이 없는 패드를 탄성이 매우 큰 사이클 팬츠 소재에 부착하여 밀착성이 우수한 사이클 팬츠를 구성하기 위해 예비실험을 수행하여 그 결과를 얻었다.

예비 실험 결과, 패드의 가로방향은 [그림 3]의 (a)에서처럼 비교적 적은 길이(18.30cm)이며, 엉덩이둘레부위보다는 살부위에서 인체에 오목하게 접촉되는 형상임으로 원단의 신장률을 그대로 반영하여 패턴 축소를 수행하였다(식 3-1). 즉 가로방향의 패턴축소는 1/2엉덩이둘레와 원단의 가로방향 신장률을 곱하여 패턴 축소량을 결정하였다.



[그림 3] 사이클 팬츠의 패드 형태



[그림 4] 패턴 축소율에 따른 팬츠 패턴의 short cut 그레이딩 결과

세로방향은 패드가 봉제되는 부분과 봉제되지 않는 부분을 나누어서 수행하였는데, 그 방법은 다음과 같다. 세로방향 중 패드가 부착하는 부분의 패턴 축소량은 패드 길이에 원단의 신장률을 곱하여 2등분한 값을 적용하여 주었으며(식 3-2), 패드 길이를 제외한 살의 앞뒤 길이 부분에 대한 패턴 축소량은 식 3-3과 같이 살부위 앞 뒤 길이에서 패드 길이를 뺀 길이에 세로 방향의 신장률을 곱한 값을 이용하는 것이 맞음성이 좋았다.

**For, width reduction of pad attachment**

$$Tc = Y \times Sc \text{ ----- (3-1)}$$

Y: Distance from CF(center front) to CB(center back) at the hip level

Sc: (% fabric stretch of course) / 100

Tc: Half body width reduction

**For, length reduction of pad attachment**

$$pTw = (pX \times Sw)/2 \text{ ----- (3-2)}$$

pX: Length of pad

Sw: (% fabric stretch of wale) / 100

pTw: Total pattern length reduction for pad part

**For, length reduction of pants except the pad part**

$$Tw' = X \times Sw \text{ ----- (3-3)}$$

X': Distance from back waist to front waist - Length of pad

Sw: (% fabric stretch of wale) / 100

Tw': Total pattern length reduction

2 단계로, 3차원 스캔 데이터를 2차원 패턴으로 전개하여 얻는 원형 패턴(O-pattern: original pattern, [그림 4])을 사이클복의 경우, 소재의 신장률에 의해 얼마나 축소하여야 의복의 맞음새가 좋은가를 고찰하기 위하여 다

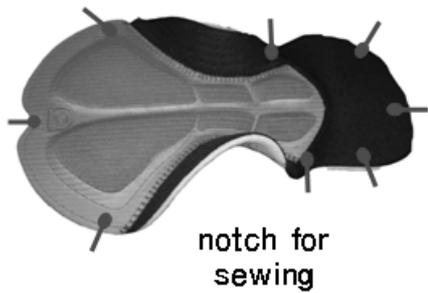
음과 같이 다양한 축소량으로 실험하였다.

<표 2>는 2단계로 축소되는 패턴의 축소량 결정 과정을 보여준다. 2/3T-pattern은 Tw'에 2/3양만큼의 축소량을 적용하고 패드길이에 의한 축소량 pTw를 더하여 세로 방향의 총 축소량을 정하였다. 가로 방향의 축소량은 2/3Tc를 주었다. T-pattern은 세로 방향에서 Tw'에 pTw 더한 값과 가로 방향에서 Tc 축소량을 그대로 사용하여 패턴을 축소하였다. 본 연구에서 맞음새, 적정 압박감 및 착용 쾌적감을 위한 패턴 축소량 선정에서 2/3T-pattern 와 T-pattern의 방법을 적용하였는데, 그 이유로는 선행 연구의 연구결과를 기초로 하였다.

Ziegert와 Keil(1988)은 500g 추를 달아 원단이 늘어난 신장률을 얻어낸 값에 인체의 세로(식서, wale) 방향 길이와 가로(푸서, course) 방향 길이를 곱하여 원단 성질에 의한 총 신장률(세로: Tw, 가로: Tc)을 얻어내었다. 이렇게 얻어진 신장률을 2차원 정보인 둘레와 길이정보를 이용하여 제도한 패턴에 길이와 둘레 모두에서 1/2Tw, 1/2Tc의 축소량을 패턴의 배율에 맞게 적용하였다. 이때 1/2Tw, 1/2Tc씩 줄인 이유는 패턴 제도가 정자세 시 인체 상태를 고려하여 제도하는 제도방법이며, 정자세의 체측 결과를 기본으로 하고 있기 때문에 동작을 위한 여유분의 의미에서 1/2Tw, 1/2Tc를 패턴 내에 남겨두었다. 그러나 최근 정자세의 3차원 인체 정보를 이용하여 2차원 패턴을 전개한 후 적정 패턴 축소를 위하여 다섯 단계로 패턴 축소를

<표 2> 식(3-1), (3-2), (3-3)에 기초한 원단 방향에 따른 패턴 축소

	2/3T-pattern	T-pattern
Wale	pTw + 2/3Tw'	pTw + Tw'
Course	2/3Tc	Tc



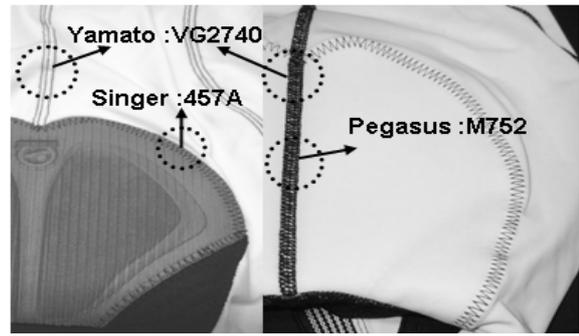
[그림 5] 사이클 패드와 팬츠의 봉제를 위한 너치

다르게 시도한 연구(정연희, 2006a)를 살펴보면, 패턴을 다섯 단계[오리지널(original) 패턴(축소 0%), Ziegert와 Keil(1988)이 제안한 축소량( $1/2Tw$ 와  $1/2Tc$ ), 제안 1 ( $2/3Tw$ 와  $2/3Tc$ ), 제안 2( $Tw$ 와  $Tc$ ), 제안 3(모든 방향에서 15% 축소)]로 축소한 후 착용평가 및 압력실험을 수행하여 세로방향에선  $1/2Tw$  축소량이 선호되었고, 가로방향에선  $2/3Tc$ 로 패턴을 축소하는 것이 착용쾌적감이 좋고 전반적으로 고른 압력분포를 보였다.

그러나 본 실험은 동작을 취한 피험자의 3차원 정보를 2차원 패턴으로 전개하였으므로 이미 패턴 내에 신장과 축소가 포함되어 있어 선행연구에서와는 다른 패턴 축소량을 설정하였다. 패턴 축소는 가로, 세로의 소재 신장률에 의한  $2/3$  축소량( $2/3T$ -pattern)과 전체 축소량( $T$ -pattern)을 적용하였다. <표 2>를 살펴보면  $T$ -pattern인 경우 세로방향은 패드에 의한 패턴 축소량  $pTw$ 와 패드길이를 제외한 패턴길이 축소량  $Tw'$ 를 더하여 총 축소량이 결정되었고, 가로방향은  $Tc$ 만큼의 패턴 축소량이 결정되었다.

[그림 4]는 short cut 방식으로 패턴을 축소한 것을 3차원 인체 데이터에서 2차원 패턴으로 전개한 오리지널 패턴과 비교하여 보여주고 있다. 위와 같은 방법으로 축소한 패턴에 패드는 [그림 5]와 같이 너치(notch)를 기준으로 봉제하였다.

본 실험의복을 제작하기 위하여 사용된 기기는 세 종류이며, 그 각각은 다음과 같은 기능을 수행하였다.



(a) inner side of pants (b) outer side of pants

[그림 7] 다양한 봉제기기를 사용하여 제작된 사이클 팬츠의 봉제 모습

[그림 6]의 (a)는 솔기 봉제 시 사용한 기기로 Pegasus의 type M752이다. 솔기는 0.6cm 시점으로 재단하여 제작하였다. 봉제는 재단물의 안면과 안면을 맞대어 봉제하여 시점이 겹으로 나오게 하였으며, 이는 봉제 솔기에 의한 거슬림을 방지하기 위함이었다. 시점이 겹으로 형성되어 모든 시점을 위에서 눌러 봉제하고자 [그림 6]의 (c)인 Yamato VG2740 재봉틀을 이용하였다.

이 재봉틀은 0.6cm폭으로 봉제되는 것으로 시점을 의복면과 고정시켰다. [그림 6]의 (b)는 Singer 457A로 사이클 팬츠와 패드를 지그재그 방법으로 고정하는데 이용되었다. 각각의 재봉틀에 의해 봉제된 모습은 [그림 7]과 같다.

### Ⅲ. 연구 결과 및 고찰

#### 1. 동작시 3차원 인체 정보로부터 2차원 패턴 전개의 정확도 고찰

본 실험에서는 2C-AN 프로그램을 이용하여 3차원 스캔 데이터를  $4cm^2$  단위로 삼각화하여 2차원 평면패턴으로 전개하였다. 이는 선행 연구(Jeong *et al.*, 2006)에서 삼각 메쉬 단순화 시 그 단위를  $9cm^2$ 로 하여도 복곡면의



(a) Pegasus : M752 (b) Singer: 457A (c) Yamato: VG2740

[그림 6] 사이클 팬츠 제작을 위한 봉제기기

〈표 3〉 3D 스캔데이터와 전개된 2D 패턴의 면적정보 비교  
(Unit: cm<sup>2</sup>)

Subject	Parts	back	side	front	f.thigh	total area
	Area					
S1	3차원표면면적	749.67	868.19	416.03	359.53	2393.42
	2차원면적	746.17	849.14	436.12	360.07	2391.5
	면적 차	-3.50	-19.05	20.09	0.54	-1.92
	백분율 (%)	-0.47	-2.19	4.83	0.15	-0.08
S2	3차원표면면적	655.70	1091.72	385.08	394.80	2527.30
	2차원면적	659.93	1078.25	400.01	396.20	2534.39
	면적 차	4.23	-13.47	14.93	1.40	7.09
	백분율 (%)	0.65	-1.23	3.88	0.35	0.28
S3	3차원표면면적	692.75	1004.54	386.82	243.41	2327.52
	2차원면적	704.63	968.81	408.91	242.76	2325.11
	면적 차	11.88	-35.73	22.09	-0.65	-2.41
	백분율 (%)	1.71	-3.56	5.71	-0.27	-0.10
S4	3차원표면면적	743.45	883.17	343.1	268.49	2238.21
	2차원면적	730.05	870.69	353.85	276.71	2231.30
	면적 차	-13.40	-12.48	10.75	8.22	-6.91
	백분율 (%)	-1.80	-1.41	3.13	3.06	-0.31

형태에 따라 그 크기가 매우 다양하게 조절되는 장점이 있어 단순화의 기본크기로 9cm<sup>2</sup>를 제안하였으나, 본 실험은 정자세의 남성인대가 아닌 동적 자세의 실제 인체 입으로 보다 정확한 패턴전개를 위하여 삼각 메쉬 단순화의 단위를 선행연구보다 작게 하였다.

〈표 3〉은 삼각 메쉬 단순화를 수행하고 Yuka CAD로 외곽선이 정리된 패턴의 면적을 3차원 표면 면적과 비교하여 각각의 오차를 정리한 것이다. 오차율의 계산은 2차원 면적에서 3차원 면적을 빼고 3차원 면적으로 그 값을 나누어 준 후 100을 곱하여 준 것으로 오차율이 음(-)의 값을 갖는 경우는 2차원 면적이 3차원 보다 작아졌음을 의미하며, 양(+의 값을 갖는 경우는 2차원 패턴 면적이 늘어났음을 의미한다. <표 3>에서 보는 바와 같이 3차원 표면 면적과 삼각 메쉬 단순화 이후 Yuka CAD로 형성된 패턴의 면적 오차(총면적오차율)를 검토해 보면 피험자에 따라 -0.08%에서 0.31%사이의 오차(4.58cm<sup>2</sup>, 0.19%)가 발생됨을 알 수 있었다. 이러한 오차는 선행연구(정연희 외, 2005)의 오차 범위와 유사하였다.

〈표 4〉는 3차원 인체 데이터와 2차원 전개 패턴의 각 부위 길이 정보와 그 오차를 정리한 것이다. 길이와 둘레 정보의 3차원 스캔 정보와 2차원 패턴 정보와의 비교를 보면, 길이 차는 0~0.61cm(0.0%~1.47%; 절대값 범위) 정도 발생하였다.

이상의 고찰을 통해 3차원 인체 스캔 데이터는 2C-AN 프로그램에 의해 2차원 패턴으로 정확하게 전개

〈표 4〉 3D 스캔데이터와 전개된 2D 패턴의 길이, 둘레 정보 비교  
(Unit: cm)

Subject	Parameter	허리 둘레	엉덩이 둘레	허벅지 둘레	뒤중심 길이	앞중심 길이
		3차원	37.10	44.83	43.3	46.25
S1	2차원	36.88	45.07	43.33	46.15	33.52
	길이 차	-0.22	0.24	0.03	-0.10	0.15
	백분율 (%)	-0.59	0.54	0.07	-0.22	0.45
S2	3차원	40.87	45.14	41.59	45.83	36.92
	2차원	40.76	45.10	42.20	45.85	36.77
	길이 차	-0.11	-0.04	0.61	0.02	-0.15
S2	백분율 (%)	-0.27	-0.09	1.47	0.04	-0.41
	3차원	37.31	42.75	42.15	47.46	32.00
	2차원	37.31	42.57	42.2	47.31	32.23
S3	길이 차	0.00	-0.18	0.05	-0.15	0.23
	백분율 (%)	0.00	-0.42	0.12	-0.32	0.72
	3차원	36.83	43.44	37.89	46.56	32.43
S4	2차원	36.92	43.98	37.87	46.54	32.52
	길이 차	0.09	0.54	-0.02	-0.02	0.09
	백분율 (%)	0.24	1.24	-0.05	-0.04	0.28

되고 있음을 알 수 있었다. 이때 3차원 표면 면적 정보와 2차원 패턴 정보 간의 비교 결과 면적(4.58cm<sup>2</sup>, 0.19%)과 길이(0~0.61cm) 등에서 적은 오차를 보였다.

## 2. 소재 신장률에 따른 패턴의 축소 방법 연구

최근 정자세의 3차원 인체 정보를 이용하여 2차원 패턴을 전개한 후 적정 패턴 축소를 한 연구(정연희, 2006a)에서는 세로방향은  $1/2T_w$ 가 적당한 줄임분이나 둘레 방향에서는  $2/3T_c$ 를 줄여  $1/3T_c$ 만을 원단에 의한 여유분으로 남겨두었을 때 착용쾌적감이 좋았다고 보고한바 있다.

이러한 선행 연구를 기반으로 3차원 동작시의 인체정보를 2차원 패턴으로 전개하였을 때 밀착패턴을 위한 패턴 축소 방법을 알아보았다. <표 5>는 <표 2>의 축소량 결정을 위한 식을 기본으로 축소율을 계산한 것이며, <표 6>은 <표 5>를 이용하여 피험자(S1)의 축소량 계산 과정을 정리한 것이며, <표 7>은 S1 피험자에 대한 2D 전개 패턴의 축소 %를 추출한 것이다.

S1 피험자에 대한 오리지널 패턴 축소량은 <표 7>과 같다. 즉,  $2/3T$ -pattern의 경우는 세로방향을 10.46% 축소하고, 가로방향은 19.33%축소하였다. T-pattern의 경우는 오리지널 패턴을 세로방향 13.88%, 가로방향 29.33%를 축소하였다.

〈표 5〉 사이클 패드 부착 및 원단 신장률을 고려한 축소량 계산 방법

	2/3T-pattern		T-pattern	
	Reduction amount	Reduction rate of pattern	Reduction amount	Reduction rate of pattern
Wale	$pTw + 2/3Tw'$	$[(pTw + 2/3Tw')/XJ]*100$	$pTw + Tw'$	$[(pTw + Tw')/XJ]*100$
Course	$2/3Tc$	$(2/3Tc/Y)*100$	$Tc$	$(Tc/Y)*100$

X: Distance from front waist to back waist

Y: Distance from CF(center front) to CB(center back) at the hip level

〈표 6〉 사이클 패드 및 원단 신장률을 고려한 축소량 계산 방법의 예

피험자 (S1)	각 부위	길이 (cm)	2/3T-pattern	T-pattern
세로 방향	패드길이	32.98	$[32.98 \times 0.175]*1/2$	$[32.98 \times 0.175]*1/2$
	밑위길이-패드길이	46.69	$[46.69 \times 0.175]*2/3$	$[46.69 \times 0.175]$
가로 방향	엉덩이 둘레	45.07	$[45.07 \times 0.29]*2/3$	$[45.07 \times 0.29]$

이러한 방법으로 수행된 피험자별 각 패턴 부위의 면적 변화량은 <표 8>과 같다. 패턴의 가로, 세로의 축소율에 의한 각 패턴의 면적변화는 다음과 같았다. 2/3T-pattern은 약 28%의 면적 축소율을 보였으며, T-pattern은 약 40%의 축소율을 보였다.

[그림 8]은 2/3T-pattern과 T-pattern의 착용 모습을 보여주는 것으로 후면과 측면의 모습이다. 후면사진은 패드의 부착모양과 부착 상태를 고찰할 수 있었으며, 측면의 사진은 의복의 주름 형성 등을 살펴볼 수 있었다. 사이클 의복은 속도 경기이므로 가능한 의복에 잔주름이 형성되지 않아 공기의 흐름을 방해하지 않아야 함으로 가급적 주름이 없는 밀착 맞춤새가 중요하다. [그림 8]에서 보는 바와 같이 2/3T-pattern은 엉덩이 부위와 패드가 잘 밀착되지 않으며 특히 뒤 엉덩이의 패드 부위는 의복

이 패드를 감싸주지 못하고 있음을 알 수 있다. 또한 뒤 살부위에서 작은 잔주름이 발생하며 측면의 모양에서도 큰 잔주름을 볼 수 있었다.

이에 반해 T-pattern은 뒤살부위의 잔주름이 없으며 의복이 패드를 잘 감싸주고 측면에 큰 잔주름이 형성되지 않았다. [그림 9]는 T-pattern을 착용하고 동작을 취한 모습이다. [그림 9]에서 보는 바와 같이 정자세에서 형성되었던 약간의 주름은 동작에 의해 없어졌으며 정면, 측면, 뒷면 모두에서 의복이 인체를 매끄럽게 감싸고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 3차원 동작 시의 인체 스캔 데이터를 2차원으로 전개한 패턴은 이미 동작에 의해 피부의 신장과 축소가 발생하였으므로 소재 신장률을 반영한 밀착패턴을 구성하기 위해서 소재 신장률 만큼의 축소량을 패턴(T-pattern)에 적용해 주는 것이 적절하다고 판단된다. 기존의 Ziegert와 Keil(1988), 정연희(2006a)의 연구에서는 가로·세로 방향의 축소를 산정에서 목옆점에서 엉덩이 둘레 위치까지의 길이를 기준으로 축소율 값을 산정하였다.

그러나 본 연구에서처럼 동작시의 3차원 인체를 2차원으로 전개하였을 때는 선행연구 결과의 적용이 적절치 않았으며 허리뒤에서 허리앞까지의, 즉 밑위둘레를 기준으로 산출하는 것이 적절하였다. 이는 패턴의 기준이 2차원 패턴 제도와는 다르기 때문이었다. 또한 패드 등 신축성이 없는 부착물이 의복에 봉제될 때는 부착물의 길이에 봉제되는 소재의 신장률을 곱하여 그 값의 1/2양만을 의복 신장률로 고려하여야 할 것이다. 그러나 가로 방향의 축소율은 패드가 봉제됨에도 패드의 너비가 크지 않으며 패드 부위가 오목한 부위임으로 소재 신장률에 의한 축소량을 모두 주어도 무리가 없었다.

〈표 7〉 〈표 5〉와 〈표 6〉에 따라 결정된 패턴 방향 별 short cut 그레이딩 값

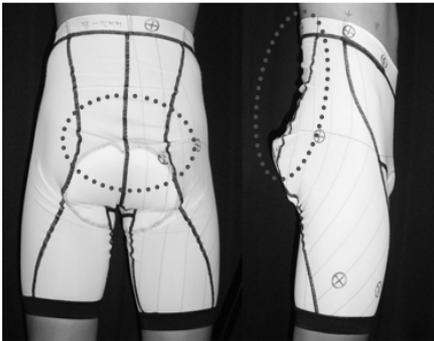
피험자	패턴 종류	패턴 종류	
		세로방향 (패드길이) +(밑위길이-패드길이)	가로방향 엉덩이둘레
S1	2/3T-pattern	원길이(cm)	(32.98) + (46.69)
		축소량(cm)	(2.89) + (5.45)
		총 축소량(cm)	8.33
		축소율(%)	10.46
	T-pattern	축소량(cm)	(2.89) + (8.17)
		총 축소량(cm)	11.06
축소율(%)		13.88	

〈표 8〉 축소율에 따른 사이클 팬츠의 부위별 패턴 면적변화

(Unit: cm<sup>2</sup>)

Sub-ject	pattern	back	side	front	f.thigh	total area
S1	O-pattern	746.17	849.14	436.12	360.07	2391.50
	2/3T-pattern	539.22	613.50	314.66	260.19	1727.57
	축소율(%)	27.70	27.80	27.90	27.70	27.80
	T-pattern	456.69	519.74	266.45	220.41	1463.29
	축소율(%)	38.80	38.80	38.90	38.80	38.80
S2	O-pattern	659.93	1078.25	400.01	396.20	2534.39
	2/3T-pattern	476.58	778.38	288.72	286.26	1829.94
	축소율(%)	27.80	27.80	27.80	27.70	27.80
	T-pattern	402.95	658.25	244.22	241.96	1547.38
	축소율(%)	38.90	39.00	38.90	38.90	38.90
S3	O-pattern	704.63	968.81	408.91	242.76	2325.11
	2/3T-pattern	508.91	700.27	299.87	175.41	1684.46
	축소율(%)	27.80	27.70	26.66	27.70	27.55
	T-pattern	430.94	592.86	252.98	148.47	1425.25
	축소율(%)	38.80	38.80	38.10	38.80	38.70
S4	O-pattern	730.05	870.69	353.85	276.71	2231.30
	2/3T-pattern	527.37	628.88	256.58	199.83	1612.66
	축소율(%)	27.80	27.80	27.50	27.80	27.70
	T-pattern	446.48	532.58	216.65	169.11	1364.82
	축소율(%)	38.80	38.80	38.80	38.90	38.80

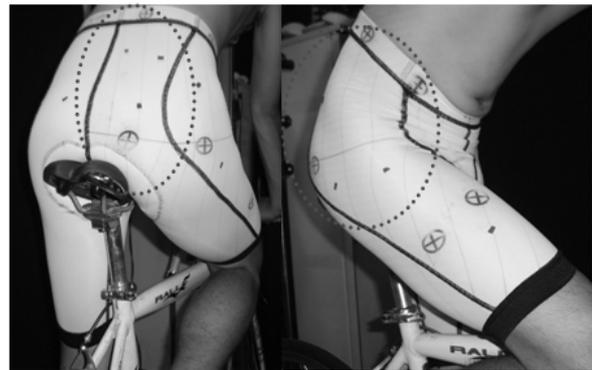
2/3T-pattern



T-pattern



[그림 8] 2/3T-pattern과 T-pattern으로 제작된 팬츠의 착용 평가



[그림 9] T-pattern 팬츠의 사이클링 시 착용 모습

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 의복 구성을 위한 패턴 제작에 있어 3차원 정보 및 2C-AN 프로그램(삼각 메쉬 단순화와 Runge-Kutta 방법)을 이용하여 동작시의 3차원 인체를 2차원 전개 패턴으로 전개하는 세부 방법을 연구하였다. 또한 얻어진 패턴을 맞춤새가 좋은 의복으로 구성하기 위하여 사이클 패드의 부착을 고려한 가로, 세로 양 방향의 패턴 축소방법을 제안하였다.

동작 시 인체의 3차원 스캔 정보는 2C-AN 프로그램, 개발된 블록조합 프로그램 등을 이용하여 2차원 패턴으로 전개하였다. 2차원 전개 패턴과 3차원 인체 정보와의 평균 길이 차는 0~0.61cm, 면적오차는 4.58cm<sup>2</sup>(오차평균, 0.19%)였다. 사이클 팬츠와 같은 기능성 웨어의 패턴 개발인 경우 동작시의 3차원 정보로 직접(one stop) 패턴을 전개하면 정자세 정보로 기본 패턴을 그린 후 동작시의 부위에 따라 다양한 변화를 다시 반영해주지 않아도 되는 기능적이고 합리적인 패턴 제작 방법임을 보여주고 있다.

동작시의 3차원 인체는 이미 동작에 의한 피부 신장과 수축이 발생한 데이터이므로 2차원으로 전개된 패턴은 그 자체로 신장과 축소를 내포하고 있다. 이에 기존에 적용되었던 동작에 의한 여유분(2/3T-pattern의 경우)은 필요치 않았으며, 착용 쾌적감이 좋은 패턴 축소율은 소재 자체의 신장률을 적용한 패턴(T-pattern)이 우수하였다.

사이클 팬츠는 내의 없이 착용하는 의복으로 인체의 회음부를 보호하기 위하여 패드를 의복 안쪽에 봉제하여 사용하였다. 본 연구에서 사용한 패드는 신장성이 전혀 없는 것으로 패드 부위에 대한 축소율은 패드가 부착되지 않는 부위와 다르게 적용하였다. 연구 결과 패드가 봉제 되는 세로방향 축소는 사이클 패드 세로길이의 1/2신장률을 고려하고, 가로방향은 원단의 축소율을 그대로 따라 적용하는 것이 착용평가가 우수하였다.

본 논문의 의의는 3차원 인체 정보를 이용하여 정확도가 높은 2차원 패턴을 제작하는 기본 방법을 제안하고, 동작 시 3차원 정보를 활용한 패턴을 의복 소재의 특성에 알맞게 변형하는 과정을 보여준 것으로, 이러한 방법은 다른 형태의 의복 제작에도 유용하게 이용될 수 있을 것이다. 향후 주관적 착용 쾌적감 및 의복압 측정을 통한 주·객관적 평가가 이루어져야 할 것이다.

**주제어** : 3차원 스캔 데이터, 2차원 평면 패턴 전개, 인체 동작, 사이클 팬츠, 신축성 소재의 신장률

### 참 고 문 헌

김소영. (2008). 동작자세와 피부분적을 이용한 기능성 밀착 의복 제작 프로세스 개발. 충남대학교 박사학위논문.

김순분, 광명숙, 박채현. (2004). 스트레치 소재를 사용한 현대 무용 타이즈팬츠원형 설계. *대한가정학회지*, 24(4), 45-54.

박진아. (2003). Stretch 소재를 사용한 여성용 Bodysuit 원형 설계에 관한 연구. *한국섬유공학회지*, 40(6), 562-571.

이진희, 최혜선, 도윤희. (2002). 하의용 시판 신축성 소재의 물리적 특성과 맞춤새에 관한 연구-스커트를 중심으로. *한국의류학회지*, 26(9/10), 1467-1477.

윤미경, 남윤자, 최경미. (2007). 3차원 인체형상을 이용한 20대 여성의 하반신 전개 패턴에 관한 연구. *한국의류학회지*, 31(5), 692-704.

정연희, 홍경희, 김시조. (2005). Triangle simplification을 이용한 3D 인체 형상분할과 삼각조합방법에 의한 2D패턴 구성. *한국의류학회지*, 29(9/10), 1359-1367.

정연희, 홍경희. (2006). 3D 스캔 데이터를 활용한 밀착 패턴 원형 개발. *한국의류학회지*, 30(1), 157-166.

정연희. (2006a). 인체의 3차원 스캔 데이터를 이용한 밀착 바디 슈트 개발. *한국생활과학회지*, 15(3), 481-490.

정연희. (2006b). Size Korea 2004의 한국인 인체치수를 이용한 남성용 밀착 팬츠 패턴 개발. *한국생활과학회지*, 15(5), 791-802.

정연희. (2008). 신축성 원단의 축소율과 의복압에 대한 기초 연구. *한국생활과학회지*, 17(5), 963-973.

최미성. (2004). 사이클 선수들을 위한 투피스형 사이클복의 패턴개발과 관한 연구. *한국의류학회지*, 28(5), 637-647.

최영림, 남윤자, 최경미. (2006). Grid method에 의한 3차원 형상의 평면전개를 위한 optimal matrix 표준화 연구-18~24세 여성 Upper Front Shell을 중심으로-. *한국의류학회지*, 30(8), 1242-1252.

Jeong, Y., Hong, K., & Kim, S. (2006). 3D pattern construction and its application to tight-fitting garments for comfortable pressure. *Fibers and polymers*, 7(2), 195-202.

Ziegert, B., & Keil, G. (1988). Stretch fabric interaction with action wearables: Defining a body contouring pattern system. *Clothing and Textiles Research Journal*, 6(4), 54-64.

접 수 일 : 2010. 04. 19.  
수정완료일 : 2010. 05. 03.  
게재확정일 : 2010. 05. 07.