

3차원 스캔한 인체 살부위의 결측부위 복원 방법 비교

김소영 · 홍경희[†]

충남대학교 의류학과

Comparison of the Editing Method of Missing Area
in 3D Scanned Image of Men's CrotchSoyoung Kim · Kyunghi Hong[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University

접수일(2008년 10월 22일), 수정일(2008년 11월 25일), 게재확정일(2009년 1월 6일)

Abstract

The shape of crotch area is very important to develop functional clothing as well as other ergonomic goods such as chair or saddle etc. However, it is inevitable that 3D scanned image of crotch would have missing part due to its folded shape including overlapping legs nearby. Therefore, the objectives of this research was to compare reconstruction methods of missing parts at crotch using seven dummies of real men's replicas. Two reconstruction methods adopted were kinds of 'fill- hole' in Rapidform 2004, one was 'smooth' and the other was 'curvature'. Each restored image was compared with the original shape of the dummies. As results, the average distance was 0.66mm between original and 'smooth' treated images and 0.59mm between original and 'curvature' treated, which was not statistically different. Average area of restored crotch region was 8740.04cm² by 'smooth' method and 8405.02cm² by 'curvature' method which is close to the original area of 8413.76cm². Statistical difference was found between images of original and 'smooth' ones($p=0.04^*$). However, there was no difference between original and 'curvature' treated images, which indicates that 'curvature' method is more useful to fill the hole compared with 'smooth' method.

Key words: 3D, Scan, Missing data, Crotch area, Fill hole; 3차원, 스캔, 결측데이터, 살부위, 결측부위 복원

I. 서 론

지금까지 인체의 3차원 데이터는 3차원 스캐너를 이용하여 신속하고 정확하게 저장되어 왔으나, 아직까지 살부위나 겨드랑이 부분과 같이 직접적인 촬영이 힘든 부분에 대한 처리 문제는 풀어야 할 과제로 남아있다. 3차원 스캐너의 카메라의 숫자와 위치에 따라 스캔하는 대상 부위 중 카메라 앵글에 잡히지 않는 부분이 생기며 이 부분에

데이터의 결손이 생기는 것은 피할 수 없는 현상이다.

예를 들면 겨드랑이나 살부위, 또는 신체의 움직임으로 인해 데이터의 결손이 발생하거나(Brunsmann et al., 1997), 가슴아래, 턱 아래 부분 등 3차원 측정 시에 신체의 어두운 부분이나 카메라가 잡지 못하는 영역과 바닥과 평행하는 부분 등은 구멍이나 데이터의 결손이 생긴다(Ashdown et al., 2004; Fan et al., 2004). 이러한 현상은 국내의 사이즈코리아 2004 연구에서도 역시 피할 수 없는 현상으로 3차원 스캐닝에서 최초로 얻어진 원래의 스캔데이터에는 인체 특정 부위가 다른 부위에 의해 가려짐으로 인해서 스캔되지 못하는 곳이 있고 또 표면이 매끄럽지 못하므로 에디팅

[†]Corresponding author

E-mail: khhong@cnu.ac.kr

본 연구는 충남대학교 학술진흥재단의 지원으로 수행된 결과입니다.

을 해주어야 한다(한현숙, 남윤자, 2004)고 지적된 바 있으며 결측부분은 에디팅을 할 필요가 있음이 보고되었다(산업자원부, 2004).

3차원 스캔데이터와 패턴을 연관시킨 다른 연구에서도 결측부위에 대한 문제가 보고되고 있다. Mckinney (2007)는 3차원 형상의 단면을 이용하여 살부위를 포함한 하반신에 대한 형태적 수치적 분석을 통하여 2차원 패턴에서의 살부위의 피트성을 향상 시키고자 하였는데, 다리 사이의 영역을 스캔하지 못하여 살커브의 아랫부분에서 갭이 생긴다고 보고하였으며 3차원 스캔 시 데이터의 결손에 의해서 인식되지 않는 부위에 대하여 에디팅하지 않고 그대로 분석하였다.

한편, 결측부위에 대한 보완 방법으로 연구자에 따라 소프트웨어의 에디팅 프로그램이 사용되고 있으나, 이에 대한 구체적인 검증은 아직까지 보고된 바가 없다. 도월희(2008)는 모터사이클 재킷의 패턴제작을 위한 체표변화를 분석하기 위하여 정자세와 주행자세에서 인체를 스캔하였으며 팔과 배부위에서 결측치가 많이 발생하여 이러한 부분에서의 영상을 'Metasequoia' 프로그램을 이용하여 결측부위를 보완하였으며, 백경자, 이정란(2008)은 3차원 스캐너를 이용한 남성 상반신 측정에서 스캔 후 미측정부위에 대하여 'RapidForm' 프로그램을 이용하여 3차원 인체형상에서의 인체치수 측정 경로를 따라 최소한의 에디팅을 실시하였다. 윤미경 외(2007)는 20대 여성의 하반신 형상을 2차원 평면으로 직접 전개하여 밀착되는 슬랙스 패턴을 제시하였으나 3차원 영상의 결측부분 및 에디팅 방법에 대하여 제시하지 않아 살부위에서의 데이터의 결손부분에 대한 정확한 에디팅 방법에 대한 연구는 미미한 실정이다.

그러나 살부위의 정확한 커브 모양과 피부, 표면적 등은 인간공학적인 하의 제작 뿐 아니라 자전거, 승마용 안장이나 각종 패드 등 생활용품, 스포츠용품의 제작 시에 유용한 자료이므로 보다 정밀한 데이터가 요구된다. 현재 3차원 영상의 분석에 광범위하게 사용되는 범용소프트웨어인 'Rapidform'(INUS Technology, Inc.)에서의 에디팅 방법으로는 결측부위를 완만하게 보완하는 일반적인 *smooth* 기능 이외에 주변의 곡률을 이용하여 보완하는 *curvature* 기능이 있다. 일반적으로는 *smooth* 기능으로 3차원 스캔영상의 결측부위를 보완하고 있으나 본 연구에서는 *curvature* 기능의 효율성을 검토하고자 하였다. 이것은 선행연구에서 인체분석 시 곡률정보가 고유한 곡면 특성을 표현하는 방법으로 적절함이 지적된 바 있으나(이희란, 홍경희, 2005;

정연희, 홍경희, 2006; Masuda & Imaoka, 2005, 2004), 3차원 스캔데이터의 결손부분을 에디팅하는 방법에도 유용한 가는 검증된 바가 없기 때문이다.

이에 본 연구의 목적은 인체의 석고모형과 인대를 이용하여 살부위를 직접 촬영한 후 정밀하게 합치한 원본영상을 만들고 같은 원본영상에서 직접 촬영한 살부위 영상만을 제외시킨 결측영상을 만들어 에디팅해가면서 원본영상과의 차이를 정량적으로 분석함으로써 최적의 결측부위 보완 방법을 찾는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에서는 <그림 1>과 같이 20대 남성 5인에 대하여 직접 제작한 석고모형과 살부위에서의 데이터를 획득할 수 있도록 대퇴부가 나뉘는, 시중에서 판매되는 인대 2종을 대상으로 3차원 스캔을 실시하였다. 본 연구에서는 각 샘플간의 차이나 여러 샘플의 평균을 비교하는 것이 아니라 각각의 고유한 샘플 안에서의 결측치 처리방법의 정확성을 검증하는 것이 목적이므로 다양한 인체의 석고모형 5종과 인대 2종을 사용하였다. 각각의 치수는 <표 1>과 같으며 사이즈코리아의 남성 평균 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레의 치수를 제시하여 비교하였다.

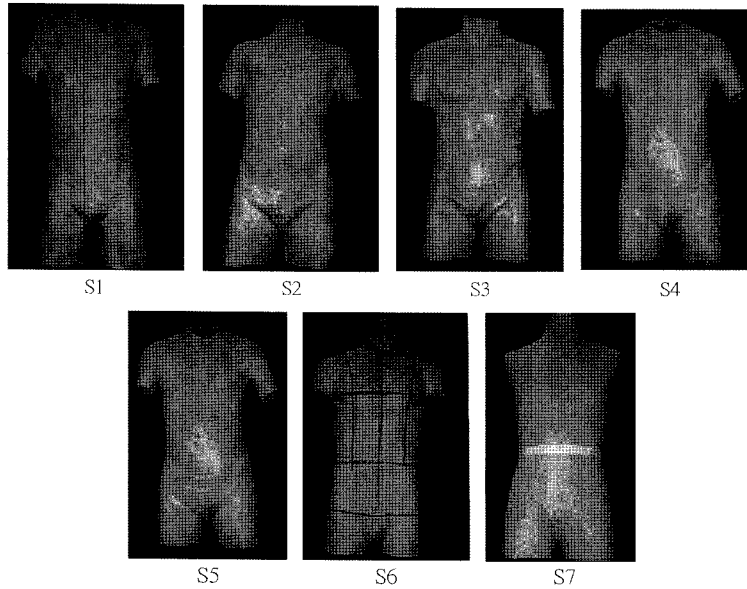
2. 방법

1) 3차원 영상 획득

비접촉식 3차원 스캐너인 'Vivid 910(Konica Minolta Sensing, Japan)'을 사용하여 총 일곱 개의 인대를 각각 <그림 2>와 같이 전·후·좌·우와 앞·뒤 살부위에 대하여 3차원 측정을 실시하였다. Vivid 910은 정확도가 뛰어나(Fine 모드시 정밀도: $\pm 0.008\text{mm}$) 인대를 사용할 경우 기준점을 여러 개 찍어 합치하면 원본영상이 깨끗하게 완성되었다. 영상을 합치하기 위한 방법으로 기준점을 여러 개 이용하였으며 정확도를 증대시키기 위하여 기준점을 5개 이상 미리 설정하였다.

2) 살영상을 첨가한 원본영상과 첨가하지 않은 비교 영상

전·후·좌·우·앞살·뒤살 여섯 측면에서 3차원 스캔한 영상을 합치(Register & Merge)하여 <그림 3(a)>와 같이 원본영상을 완성하였다. 합치(Register & Merge)



<그림 1> 20대 남성 5인의 석고모형과 2종의 인대

<표 1> 석고모형과 인대의 치수

(단위: cm)

Subject	가슴둘레	허리둘레	엉덩이둘레
S1	95.0	75.0	90.0
S2	90.0	74.0	92.0
S3	91.0	72.0	88.0
S4	82.0	71.0	86.0
S5	88.0	70.5	89.5
S6	94.0	76.5	95.0
S7	95.0	78.0	95.0
20~24세 평균 및 표준편차	95.1±6.2	77.7±7.4	94.6±5.5

평균 및 표준편차는 2004년 Size Korea의 인체치수 자료임.

는 상용프로그램인 'RapidForm'에서 Register와 Merge의 기능을 사용하여 실시하였다. 'RapidForm'은 3차원 스캔데이터를 다양한 방법으로 처리하는 기능과 다양한 분석도구를 제공하는 범용 3차원 역설계 모델러(3D Reverse Modeler)이다. Registration 작업은 두 개의 dataset에서 공통되는 부분을 찾아냄으로써 이루어지는데 두 개의 shell을 비교하여 공통되는 기하학적 형상의 위치를 계산하여 정렬시켜 주는 것이다. 'RapidForm'에서는 두 개의 shell에서 공통되는 3개의 기준점을 지정해주어야 Registration이 시행되며, shell이 하나로 합쳐졌을 때 나쁨(bad), 보통(good), 최상(excellent)의 세 가지 경우로 결과를 나타내준다. 본 연구에서는 Registration

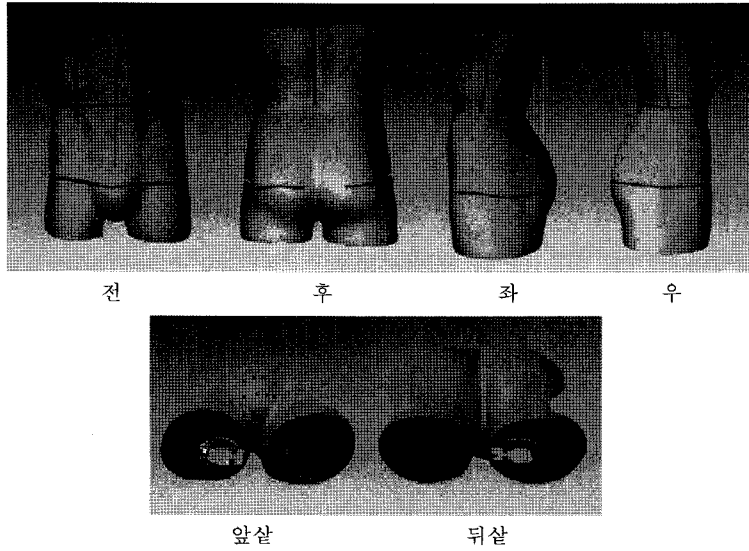
의 정확도를 증대시키기 위하여 기준점을 5개 이상 미리 설정하였으며, 결과가 최상(excellent)이 될 때까지 기준점을 바꿔가며 Registration을 실행하였다.

다음으로 일반적인 3차원 스캔 시 나타나는 살부위 결측영상을 만들었다. 이때 원본영상과 동일한 좌표상에 결측영상이 위치하도록 하기 위하여 'RapidForm' 상에서 원본영상을 복사한 후 원본영상에서 앞살과 뒤살을 뺀 전·후·좌·우 네 방향에서의 영상만을 합치(Register & Merge) 하여 <그림 3(b)>와 같이 결측영상을 완성하였다. 이러한 방법으로 생성한 결측영상을 원본영상과 동일한 좌표상에 위치시키면 살부위를 제외하고는 동일한 3차원 폭면이 된다.

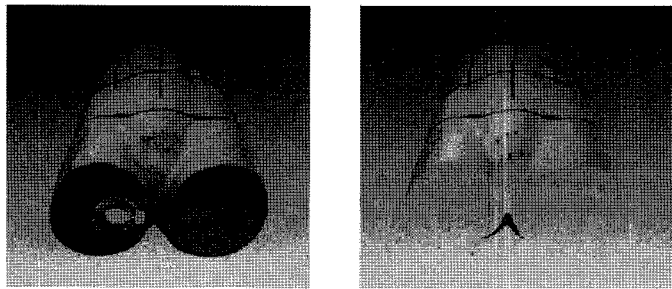
3) 결측영상에 대한 복원

<그림 3(b)>에서와 같은 결측영상을 복사하여 같은 좌 표상에 위치하게 한 다음 <그림 4>와 같이 'RapidForm'

에서 *smooth*와 *curvature*의 두 가지 기능으로 에디팅 (fill hole)하였다. 'RapidForm'에서의 에디팅(fill hole) 기능은 Polygon 구조를 만들어 구멍을 채워주며 구

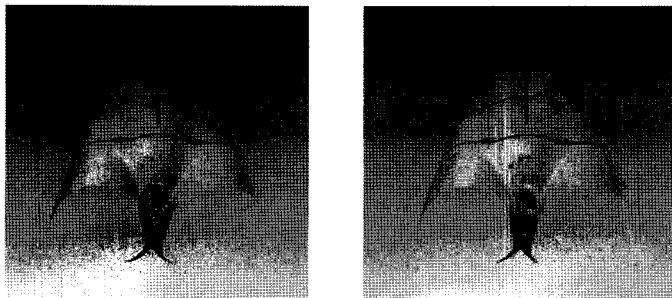


<그림 2> 인대 여섯 부위의 3차원 측정영상



a. 원본영상(샬스캔 영상 포함) b. 결측영상(샬스캔 영상 미포함)

<그림 3> 완성된 영상



a. *smooth* 기능 b. *curvature* 기능

<그림 4> 비교영상의 에디팅(fill hole)

명과 주변 Polygon들의 mesh 구성이 다시 한 번 이루어져 Polygon layout을 만들어 주고 연속성을 띄게 하여주는 것으로 주변의 Polygon들을 참조하여 이루어지는데, *smooth* 기능은 결측부위를 완만하게 보완하는 일반적인 방법이며 *curvature* 기능은 주변의 곡률을 계산하여 둘러싸는 영역에 맞게 굽어지는 영역에서 에디팅(fill hole)하는 기능이다.

4) Curve 를 이용한 살 형상 분할

동일한 부분에서의 면적과 거리를 비교하기 위하여 'RapidForm'을 이용하여 <그림 5(b)>와 같은 형태의 curve를 <그림 5(a)>와 같이 살부위에 생성하여 분할하였다. Curve는 3차원 인체의 살부위에 'RapidForm'에서 curve/create/interpolate 기능을 이용하여 형성하였다. 이때의 살부위 curve의 형태는 자유형태의 곡선이므로 Interpolate curve를 이용하여 polygon 곡면에 곡선을 생성하였다.

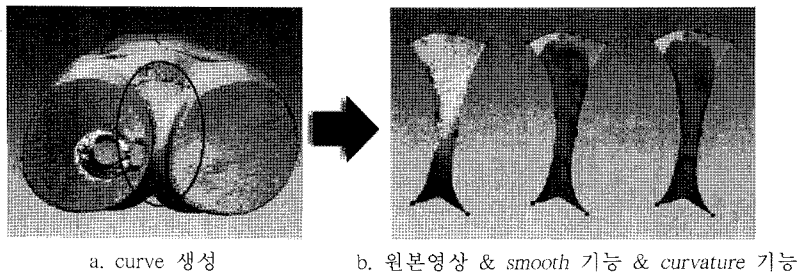
원본영상과 *smooth* 및 *curvature* 기능으로 에디팅한 세 가지 영상에 대해 동일한 부분에서의 면적을 비교하기 위하여 먼저, 이들을 같은 좌표상에 위치시킨 후

동일한 하나의 curve에 의하여 살부위를 분할하였다.

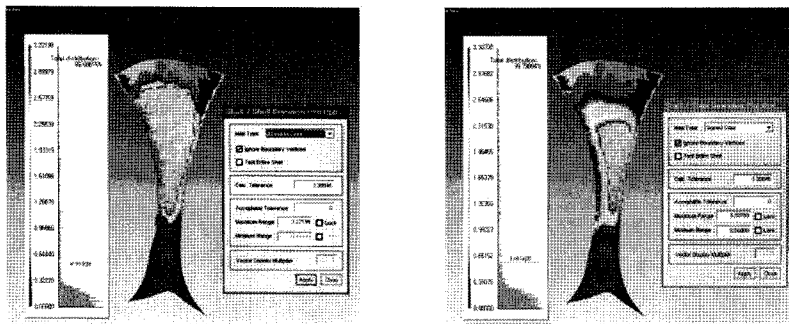
<그림 5(b)>는 동일한 curve 에 의하여 분할된 원본영상과 *smooth* 및 *curvature* 기능으로 에디팅한 결측영상의 살부위 형상을 보여주는 것으로 그 차이는 육안으로 확인될 수 없을 정도로 미세하기 때문에 'RapidForm'의 Shell/Shell Deviation 기능을 이용하여 아래와 같이 분석하였다.

3. 분석

분석은 'RapidForm'을 이용하여 먼저, 살부위의 데이터의 결손이 생기지 않은 원본영상과 *smooth* 기능으로 에디팅을 실시한 결측영상, 원본영상과 *curvature* 기능으로 에디팅을 실시한 결측영상을 겹쳐놓은 후 <그림 6>에서와 같이 Shell/Shell Deviation 기능을 이용하여 분석하였다. Shell/Shell Deviation 기능은 겹쳐진 영상의 공극거리를 색상으로 표현해 주는 것으로써 공극거리별 분포도, 공극거리의 최대값과 최소값, 평균과 표준편차를 제시하여 준다. 에디팅한 부분에서 원본영상과 각 결측영상 공극거리의 평균, 표준편차, 범위



<그림 5> curve를 이용한 살부위 형상의 분할



a. 원본영상과 *smooth* 기능으로 기능영상 b. 원본영상과 *curvature* 기능으로 에디팅한 영상

<그림 6> Shell/Shell Deviation을 이용한 원본영상과 각 결측영상의 공극거리 측정

를 측정하였다. 아울러 <그림 7>에서와 같이 원본영상과 각각의 결측영상의 분할된 살부위 형상에서의 표면적을 측정하고 그 차이를 비교 분석하였고 SPSS 12.0을 이용하여 유의차를 검정하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 합치한 원본영상의 정확성

‘RapidForm’에서 합치(Register & Merge) 하여 만들어진 원본영상과 실제 인대의 둘레치수를 비교하여 차이를 알아보고자 하였다(표 2). 실제 치수와 합치(Register & Merge) 하여 만들어진 영상의 동일한 부분에서의 치수를 비교하기 위하여 실제 제작한 5개의 석고인대에서는 석고인대 제작 시 착용한 팬티라인 윗선을 측정하였으며 시중인대 2종에서는 허리둘레선을 측정하였다. 이것은 동일한 위치로 설정할 수 있는 둘레선이 석고인대에서는 팬티라인 윗선이었으며 시중인대에서는 허리둘레선이었기 때문이다.

2. 원본영상과 에디팅(fill hole)한 결측영상과의 비교

1) Shell/Shell Deviation 기능을 이용한 공극거리 측정
RapidForm2004상의 Shell/Shell Deviation 기능을 이용하여 원본영상과 smooth 기능으로 에디팅한 영상

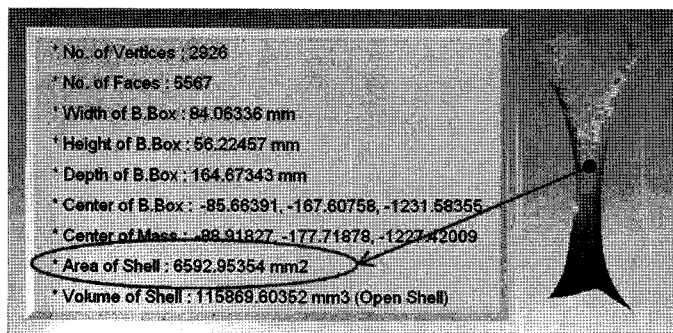
과의 공극거리, 원본영상과 curvature 기능으로 에디팅한 영상과의 공극거리를 <표 3>에 나타내었다. 각 인대별로 공극거리의 최대값, 평균, 표준편차를 구하였다. 공극거리의 최대값, 평균, 표준편차는 ‘RapidForm’ 상에서 자동으로 산출되며 표준편차는 에디팅한 전체면적 중 여러 지점에서의 공극거리를 측정한 후 값을 계산하여 표시해 준다.

원본영상과 smooth 기능으로 살부위의 데이터의 결손부위를 에디팅(fill hole)한 영상과의 공극거리 평균은 0.66mm이었으며 이때의 최대거리의 범위(maximum range)는 2.05-3.93mm, 표준편차의 범위는 0.38-1.11mm이었다. 원본영상과 curvature 기능으로 에디팅(fill hole)한 영상과의 공극거리 평균은 0.59mm이었으며 이때의 최대거리의 범위(maximum range)는 2.04-3.94mm, 표준편차의 범위는 0.37-0.97mm이었다.

2) 면적 측정

‘RapidForm’상에서 각 인대별로 원본영상의 표면적과 smooth 기능, curvature 기능으로 에디팅한 영상의 표면적을 각각 측정된 값을 <표 4>에 제시하였다.

7종의 원본영상의 표면적은 4461.49mm²에서 13239.35mm²의 분포를 나타내었다. 원본영상과 결측을 보완한 영상간의 면적의 차이는 smooth 기능으로 에디팅했을 때 평균 326.28mm²(3.88%)이었으며, curvature 기능으로 에디팅했을 때는 평균 8.74mm²(0.10%)로 curvature 기능으로 에디팅했을 때 원본영상과의 면



<그림 7> 분할한 살부위의 면적 측정

<표 2> 실측한 인대와 합치한 원본영상의 둘레의 차

(단위: cm)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
실측한 인대의 둘레	83.0	83.0	81.0	80.5	79.3	76.5	78.0
합치한 원본영상의 둘레	83.2	83.1	80.9	80.3	79.6	76.2	77.5
차 이	-0.2	-0.1	0.1	0.2	-0.3	0.3	0.5

<표 3> 원본영상과 *smooth/curvature* 기능으로 에디팅한 영상과의 공극거리 비교 (단위: mm)

subject	원본영상과 <i>smooth</i> 기능으로 에디팅한 영상과의 공극거리			원본영상과 <i>curvature</i> 기능으로 에디팅한 영상과의 공극거리		
	최대값	평균	표준편차	최대값	평균	표준편차
S1	2.05	0.60	0.55	2.04	0.50	0.50
S2	3.93	0.98	1.11	3.94	0.81	0.97
S3	2.32	0.34	0.38	2.71	0.34	0.37
S4	3.93	0.94	1.09	3.94	0.77	0.92
S5	3.90	0.63	0.88	3.87	0.60	0.75
S6	3.22	0.5	0.73	3.30	0.60	0.82
S7	2.66	0.66	0.71	2.52	0.51	0.55
평균	3.14	0.66	0.78	3.19	0.59	0.70

<표 4> 원본영상과 비교영상의 면적 (단위: mm²)

	원본영상의 면적	<i>smooth</i> 기능으로 에디팅한 영상의 면적	<i>curvature</i> 기능으로 에디팅한 영상의 면적
S1	4461.49	4420.77	4443.85
S2	11541.43	12414.48	11518.40
S3	5630.74	5616.51	5600.43
S4	13239.35	13859.29	13380.95
S5	10185.91	10482.17	9823.75
S6	6592.95	6697.11	6780.22
S7	7244.45	7689.95	7287.56
평균	8413.76	8740.04(3.88%)	8405.02(0.10%)

적의 차이가 적은 것을 알 수 있었다.

3. 통계분석을 통한 원본영상과 비교영상간의 차이 검정

1) 원본영상과 비교영상간의 공극거리 검정

원본영상과 *smooth* 기능으로 에디팅한 영상의 공극거리의 평균과 원본영상과 *curvature* 기능으로 에디팅한 영상과의 공극거리의 평균을 대응표본 T 검정을 실시하여 공극거리의 평균간에 차이가 있는지를 검정하였다. 분석결과는 <표 5>에 나타내었으며 $t=1.925$ 이고 $p=0.103$ 으로 유의수준 0.05보다 크게 나와 원본영상과 *smooth* 기능으로 에디팅한 영상의 공극거리의 평균과 원본영상과 *curvature* 기능으로 에디팅한 영상의 공극거리 평균간에는 차이가 없음을 알 수 있었다.

2) 원본영상과 비교영상간의 면적차 검정

원본영상과 *smooth* 기능으로 에디팅한 영상, *curvature*

<표 5> 원본영상과 비교영상의 공극거리의 평균비교 (n=7, 단위: mm)

평균	표준편차	t	자유도	P
0.074	0.102	1.925	6	0.103

기능으로 에디팅한 영상의 면적은 인체의 석고모형 5개와 인대 2개, 총 7개에서 각각 측정하여 SPSS 12.0에서 반복측정(repeated measurement)을 통하여 그 차이를 검정하였다.

분석결과는 <표 6>에 나타내었으며 원본영상과 *smooth* 기능으로 에디팅한 영상은 면적에서 $p=0.04$ (*)로 유의확률이 0.05보다 작으므로 면적의 차이가 있다고 할 수 있었다. 원본영상과 *curvature* 기능으로 에디팅한 영상은 면적에서 $p=0.90$ 으로 유의확률이 0.05보다 크므로 면적의 차이가 없다고 할 수 있었다.

smooth 기능으로 에디팅한 영상과 *curvature* 기능으로 에디팅한 영상의 면적은 $p=0.06$ 으로 유의확률 0.05보다 근소하게 큰 값으로 나와 현 유의수준에서는 둘 간에 차이가 없었으나 $p=0.10$ 수준에서는 유의차가

<표 6> 원본영상과 비교영상의 면적의 차이 비교

(단위: mm²)

(I) 면적	(J) 면적	평균차(I-J)	표준오차	유의확률(a)	차이에 대한 95% 신뢰구간(a)	
					하한값	상한값
1	2	-326.28*	129.13	0.04*	-642.24	-10.32
	3	8.74	67.15	0.90	-155.57	173.04
2	1	326.28*	129.13	0.04*	10.32	642.24
	3	335.02	142.20	0.06	-12.93	682.96
3	1	-8.74	67.15	0.90	-173.04	155.57
	2	-335.02	142.20	0.06	-682.96	12.93

*는 0.05 수준에서 유의함 1=original, 2=smooth, 3=curvature

나오므로 샘플 수를 늘리면 두 가지 방법이 $p=0.05$ 수준에서 유의차가 있을 것으로 예측된다. 이것은 정확한 살부위 형상이 요구되는 상황에서는 *curvature* 기능을 이용하는 것이 좋다는 것을 의미한다.

IV. 결 론

살부위의 형태에 대한 정확한 정보는 인체공학적인 의복 및 제품의 제작에 매우 중요하나 3차원 스캔 시 결손부위가 필연적으로 발생한다. 현재까지는 이러한 데이터의 결손을 기존의 상용프로그램에서 에디팅하여 사용해 왔으나 그 정확성에 대한 검증은 이루어지지 않은 실정이다.

이에 본 연구에서는 인체를 직접 석고모형으로 만들어 다양한 각도로 찍고 정밀하게 합치하여 원본영상을 추출하고 이를 기준으로 살부위가 결손된 일반적 영상을 보완하는 fill-hole 방법 두 가지(*smooth* 기능과 *curvature* 기능)를 비교하여 적절한 에디팅 방법을 찾고자 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

첫째 'RapidForm'에서 합치(Register & Merge) 하여 만들어진 원본영상과 실제 인대의 둘레치수를 비교한 결과 실측한 인대둘레와 합치한 원본영상의 차이는 0.1-0.5mm로 평균 0.24mm의 차이가 있었다.

둘째, 원본영상과 에디팅한 영상간에 Shell/Shell Deviation을 통한 공극거리를 측정된 결과 원본영상과 *smooth* 기능으로 살부위의 데이터의 결손부위를 에디팅(fill hole)한 영상간의 공극거리의 평균은 0.66mm이었으며, 원본영상과 *curvature* 기능으로 에디팅한 영상간의 공극거리의 평균은 0.59mm로 *curvature* 기능으로 에디팅한 영상이 원본영상에 더 가까운 것을 알 수 있었다.

셋째, 원본영상과 에디팅한 영상의 면적을 측정한

결과 원본영상 살부위 표면적의 평균은 8413.76mm²이었으며, *smooth* 기능으로 에디팅했을 때는 3.88% 차이가 났으며, *curvature* 기능으로 에디팅했을 때는 0.10% 차이가 났다. 이에, *curvature* 기능으로 에디팅했을 때 원본영상과의 면적의 차이가 적어 보다 원본영상에 가까운 것을 알 수 있었다.

넷째, 원본영상에 대하여 *smooth* 기능이나 *curvature* 기능으로 에디팅한 영상과의 공극거리의 평균을 대응 표본 T 검정을 실시한 결과는 통계적으로 유의하지 않아 에디팅의 두 가지 방법 모두 원본영상과의 공극 거리는 차이가 없는 것을 알 수 있었다. 그러나 면적의 차이를 반복측정(repeated measurement)을 통하여 검정한 결과 원본영상과 *smooth* 기능으로 에디팅한 영상의 면적은 $p=0.04(*)$ 로서 면적의 차이가 있음을 알 수 있었으며 원본영상과 *curvature* 기능으로 에디팅한 영상은 $p=0.90$ 으로 면적의 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

결론적으로 3차원 인체 스캔데이터의 결손부분을 기존의 상용프로그램인 'RapidForm'을 이용하여 에디팅할 시에는 *smooth* 기능으로 에디팅하는 것보다 *curvature* 기능으로 에디팅하는 것이 더욱 원본영상에 가까운 우수한 3차원 인체 스캔데이터를 획득하는 에디팅 방법이라고 사료된다.

본 연구의 결과는 3D 영상 획득 스캐너의 종류나 이미지 확장자의 종류에는 관계가 없으나 'RapidForm'을 제외한 영상 분석용 소프트웨어에는 일반화시킬 수 없는 제한점이 있다.

참고문헌

도월희. (2008). 3차원 인체데이터에 의한 20대 성인남성의 상반신 체표면화 분석-모터사이클복 패턴설계 시 적용

- 을 중심으로-. *한국의류학회지*, 32(4), 530-541.
- 백경자, 이정란. (2008). 3차원 바디스캐너를 이용한 남성 상반신 인체측정-직접측정과의 비교-. *한국의류학회지*, 32(1), 24-34.
- 제5차 한국인 인체치수조사 사업보고서. (2004). 산업자원부. 자료검색일 2008. 6. 6, 자료출처 <http://sizekorea.kats.or.kr>
- 윤미경, 남윤자, 최경미. (2007). 3차원 인체형상을 이용한 20대 여성의 하반신 전개패턴에 관한 연구. *한국의류학회지*, 31(5), 692-704.
- 이희란, 홍경희. (2005). 3D 레플리카를 이용한 여성용 밀착 상의의 패턴전개방법. *한국의류학회지*, 29(7), 1008-1017.
- 정연희, 홍경희. (2006). 인체의 3차원 곡률분포와 동작을 고려한 사이클복 하의 패턴개발. *한국의류학회 춘계학술대회*, 75.
- 한현숙, 남윤자. (2004). 체표면적 측정을 위한 3차원 스캔법의 적합성에 대한 연구. *한국섬유공학학회지*, 41(3), 223-229.
- Ashdown, S. P., Loker, S., Schoenfelder, K., & Clarke, L. L. (2004). Using 3D scans for fit analysis. *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*, 4(1), 1-12.
- Brunsmann, M. A., Dannen, H., & Robinette, K. M. (1997). Optimal postures and positioning for human body scanning. *Proceeding of International Conference on Recent Advance in 3D Digital Imaging and Modeling*, 266-273.
- Fan, J., Yu, W., & Hunter, L. (2004). *Clothing appearance and fit: Science and technology*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Masuda, T. & Imaoka, H. (2004). Classification of tight-fitting bodice patterns of young women using concentrated gaussian curvature. *Journal of the Society of Fiber and Technology*, 60(12), 377-385.
- Masuda, T. & Imaoka, H. (2005). Classification of curved shapes for tight-fitting bodice patterns of young men using concentrated gaussian curvature. *Journal of the Society of Fiber and Technology*, 61(9), 247-255.
- Mckinney, E. C. (2007). *Towards a three-dimensional theory of pattern drafting: Relationship of body measurements and shapes to pattern measurements and shapes*. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota, Minneapolis.