밀착의형 3차원 파라메트릭 모델을 활용한 상반신 원형의 다투 및 절개분리선 설정에 관한 연구

박순지¹⁾ · 김혜진²⁾

¹⁾영남대학교 섬유패션학부

²⁾영남대학교 대학원 의류패션학과

A Study on Setting Darts and Split Lines of Upper Bodice Pattern on 3D Parametric Model dressed with Tight-fit Garment

Soonjee Park¹⁾ and Hyejin Kim²⁾

¹⁾School of Textiles, Yeungnam University; Gyeongsan, Korea

²⁾Department of Clothing & Fashion, Graduate School, Yeungnam University; Gyeongsan, Korea

Abstract : The purpose of this study was to develop a plausible methodology based on experimental data how to set up darts and split lines on 3D parametric body dressed with tight-fit garment. The results were as following: Through the process of making convex hull, the concave parts were straightened to make a convex hull, especially in the center part of bust, under breast part and scapular part. To figure out the optimum positions of darts and split lines, the inflection points of curve ratio were searched along the horizontal polylines of waist and bust. This procedures produced reliable results with low deviation. Using Rapidform, CATIA and Unigraphics, six patches of bodice patterns were drawn and aligned. Paired t-test results showed the outline and area between 3D surface and 2D were not significantly different, meaning this method could be adaptable when flattening 3D surfaces. The amount of waist dart measured on the pattern showed that the highest portion was allocated on 2nd dart(back), followed by 1st dart(back), 1st dart(front), 2nd dart(front)/side dart, and center back dart. A series of findings suggested that curve ration inflection point could be used as a guide to set up darts and split line on 3D parametric model with low deviation.

Key words: pattern, dart, split line, parametric model, convex processing, curve ratio inflection point, 3D scan data

1. 서 론

다양하고도 수준 높은 기능성 제품에 대한 수요가 증가하면서 형태적, 운동기구적, 생리학적 측면에서의 제품 사용자에게 대한 이해가 더욱 강조되고 있다. 이에, 제품 설계 시 치수 및 체형 특성이 기본적으로 반영되어야 하며, 2차원적 인체형상 데이터로는 얻을 수 없는 윤곽선, 체적, 체표면적 등의 자료는 3차원적 데이터를 통해 얻어질 수 있다. 컴퓨팅 기술의 구현적(representational) 범주, 가상적(virtual) 범주와 연결되는 3차원 측정기술은 최근 각광받는 디지털 기술로서 기계부품의 생산과 품질검사, 문화재의 복원, 영화 및 애니메이션의 제작 등에 광범위하게 응용되고 있다. 최근 주문식 대량생산에 대한 필요성의 대두와 온라인 판매의 확산을 계기로, 3차원 인체측정기술은 의류 산업 분야에도 활발히 도입되어 자동인체측측, 3차원 체형 정보의 디지털화, on-line 가상 가봉(virtual fitting), 맞춤

새 향상, 의복패턴 설계 자동화 등에 접목되고 있다(박창규, 김성민, 2004).

이 중 3차원 인체 스캔 데이터를 이용한 의복 패턴 설계는, 3차원 입체에서 계측한 인체치수로부터 패턴을 제도해 내거나 3차원 표면을 2차원 평면으로 평면화하여 원형을 개발하고 여기에 아이템별로 요구되는 여유량을 배분하는 일련의 과정을 통해 이루어질 수 있다. 이에 3차원 표면을 간단한 도형으로 분할하여 2차원화 하는 일련의 연구들이 수행되어 왔다(윤미경 외, 2007; McCartney & Hinds, 1999). 이 때, 3차원 표면상의 분할(segmentation) 방법이나 2차원에서의 패턴 전개 방법에서 유래되는 오차 및 제한점이 존재한다(Kim & Kang, 2002). 특히, 인체 표면은 요철과 같은 굴곡이 있어 이 형태에 따라 평면화된 조각들 사이에 겹침이나 벌어짐이 나타나 패턴 전개의 기준이 모호해지는 등의 문제점이 드러나기도 하며, 이는 의복의 3차원 형상이 인체와는 다르다는 사실에서 기인한다고 할 수 있다. 이러한 문제점에 대하여 의복의 형상은 인체의 복잡한 굴곡을 따라가는 형태가 아닌 굴곡을 감싸는 불룩한 구조를 가지고 있기 때문에 인체모형 또는 인체의 3차원 데이터 형태

Corresponding author; Soonjee Park
Tel. +82-53-810-2795, Fax. +82-53-810-4684
E-mail: psjee@ynu.ac.kr

Table 1. 피험자 인체측정치

(단위: cm)

인체측정항목		S1	S2	S3	S4	S5	제 5차 한국인인체치수조사자료(산업자원부, 2005) (평균)±0.5(표준편차)
높이	키	161.0	162.5	160.5	162.5	160.2	157.5 ~ 162.5
둘레	젓가슴둘레	82.0	84.5	86.0	81.0	82.5	79.8 ~ 86.2
	젓가슴아래둘레	73.0	72.0	74.5	74.0	71.3	69.9 ~ 74.9
	허리둘레	66.0	66.0	70.0	65.8	68.0	65.5 ~ 71.9
길이	앞중심길이	32.0	33.0	32.3	31.8	32.0	31.5 ~ 33.5
	등길이	37.5	38.0	37.5	38.0	38.2	37.2 ~ 39.4
	어깨길이	12.5	13.0	13.5	12.8	12.4	12.3 ~ 13.5
	목옆젓꼭지길이	25.0	26.0	24.8	25.0	25.3	24.2 ~ 26.4
	젓꼭지사이수평길이	17.0	18.0	17.8	16.6	17.0	16.6 ~ 18.5
	겨드랑앞벽사이길이	31.2	31.0	31.0	30.5	31.5	30.4 ~ 32.7
	겨드랑뒤벽사이길이	36.0	36.0	35.8	34.5	34.8	33.4 ~ 36.0

를 가공, 변환시키는 연구들이 수행되었다(김성민, 강태진, 1999; Park & Miyoshi, 2003). 그러나 이들 연구는 인체모형을 대상으로 하거나 각 포인트 데이터를 연결하여 재구성, 가공하는 방식을 사용하여 불필요한 계산을 수도 없이 실행해야 하며 이로 얻은 결과물 역시 현실적으로 유용성이 낮기 때문에, 의복제작에 적합한 파라메트릭 모델, 즉 불필요한 더미의 굴곡을 제거하여 단순화하고, 파라미터로 조절할 수 있는 인체모델의 작성이 필요하다 하였다(박창규, 김성민, 2004; 박순지 외, 2007). 나아가, 3차원 입체 표면을 단순히 평면화시킨 것이 의복 원형으로 활용되기는 어려우며, 효율적 의복 제작을 위해서는 인체형태에 따라 적절한 위치에 원형의 다투 및 분할절개선 설정이 선행되어야 하나, 이에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 이와 같이, 3차원 인체 데이터를 활용한 첨단 기술개발은 일부에 국한되고 있어 실질적인 의류산업의 첨단화 및 효율화에 기대에는 부응하고 있지 못한 실정으로(남윤자 외, 2006), 효율적이고 만족도 높은 의류생산기술에의 잠재력(Loker et al., 2004)을 고려할 때, 좀 더 표준화, 자동화된 기술개발 및 응용이 요구된다 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 인체 스캔데이터 표면을 직접 분할하여 평면화하기보다는 파라미터로 조절할 수 있는 파라메트릭 모델에 인체 표면의 굴곡을 제거하는 블록화 과정을 적용함으로써, 인체에 밀착되는 의복을 착의시킨 것과 같은 형상의 밀착의형 파라메트릭 모델을 생성하고, 이로부터 객관적 데이터에 근거하여 상반신 원형의 다투 및 분할절개선을 설정하는 방법을 모색하였다.

2. 연구방법

2.1. 피험자 선정

연구대상자 선정을 위한 기준 인체측정 항목은 제 5차 한국인 인체치수조사자료(산업자원부, 2005)의 직접측정치를 참고로 하여 상반신과 관련된 항목으로 선정하였으며, 높이 1개 항목, 둘레 3개 항목, 길이 7개 항목의 총 11개 항목이다(Table

1). 이들 인체측정 항목의 (평균)±0.5(표준편차)에 해당되는 20대 전반기 여성 5인을 3차원 인체 스캔을 위한 피험자로 선정하였다.

2.2. 3차원 인체 스캔

3차원 인체 스캐너로는 3D Body Modeler(4D Culture, 한국)를 사용하였으며, 스캔시 피험자는 신체를 압박하여 인체 형상을 왜곡하지 않으면서 실루엣을 나타낼 수 있는 신축성 브래지어형 민소매 상의와 반바지를 착용하고, 레이저는 검정색을 투과하므로 보다 정확하고 선명한 인체 스캔 데이터 획득을 위하여 밀착형 흰색 수영모를 머리에 착용하도록 하였다. 또한, 다른 체표의 변화를 주지 않는 범위 내에서 팔은 몸에서 약 20°, 다리는 약 30 cm 벌린 자세로 스캔에 임하도록 하였다.

2.3. 3차원 밀착의형 파라메트릭 모델 생성

파라메트릭 모델은 몇 개의 독립적인 매개변수를 이용한 공식에 의해 정의되는 직선, 곡선, 표면 등의 그래픽 데이터를 처리하는 방식을 말하며(Wikipedia encyclopedia, 2010), 본 연구에서 인체 스캔데이터를 3차원 모델링 프로그램을 사용하여 가공함으로써 파라메트릭 모델을 생성하였다.

인체 표면은 뼈, 근육, 지방침착 형태에 따라 오목한 영역과 볼록한 영역이 동시에 존재하고 있어 이 표면을 작은 조각으로

1) 인체데이터 레플리카

2) 블록화 가공후 레플리카

Fig. 1. 블록화 전후의 레플리카 형태 (Park & Miyoshi, 2003)

Fig. 2. 블록화의 기본 개념(Park & Miyoshi, 2003)

나누어 평면화 할 경우, Fig. 1의 1)과 같이 바람직하지 않은 패치의 겹침이나 벌어짐 등이 나타나게 되며, 인체에 의복을 착장시켰을 때와는 다른 형태의 레플리카를 얻게 된다.

본 연구의 목적은 의복 원형 설계를 위한 체표평면전개도를 얻는 데 있으므로, 먼저 인체에 밀착되는 의복을 착의시킨 것과 같은 형상의 밀착의형 모델을 생성하였다. 블록화 방법은 선행연구(Park & Miyoshi, 2003)에 준하여 설정하였으며, 기본적인 원리는 스캔 데이터의 단면상 오목한 부분에 있는 정점을 이웃하는 두 점을 연결한 선분의 이등분점 위치로 이동시킴으로써 오목한 부분을 블록화 하는 것이다(Fig. 2).

이와 같이 오목한 부분의 정점을 이동시키는 과정을 각 수평단면과 수직단면에 대해 실시하였다. 인체의 평면도를 보면 중심부는 직사각형, 외곽부는 반원형으로 된 타원형에 가까운 형태이므로, 수직단면에 대한 블록화는 이러한 형태 특성을 반영하여, 중심부분은 정중선과 수평 방향으로, 외곽부분은 방사선형 수행하였다. 또한, 삼각형 망으로 근사하여 이용함으로써 발생하는 형상 오차를 줄이는 파라메트릭 곡면모델인 B-spline 곡면을 구현하고자 3차원 모델링 프로그램인 CATIA P3와 NX 4.0 프로그램을 사용하였다. 블록화 프로그램은 선행연구(Park & Miyoshi, 2003)에 제시된 방법에 준하여 3차원 모델링 프로그램에서 구동할 수 있도록 자체 개발하였으며, Fig. 3의 과정에 준하여 여성 상반신 밀착의형 모델을 생성하였다.

2.4. 다트위치 및 절개기준선 설정

상반신원형을 작성하기 위하여 블록화 과정을 거친 메쉬에 대해 Rapidform XOR 프로그램을 활용하여 곡면을 생성하였으며, 상반신에 해당되는 데이터를 선정한 기준점 및 기준선은 다음과 같다. 외곽기준점은 제 5차 한국인 인체 치수조사자료(산

업자원부, 2005)를 참고로 하여 목앞점, 목옆점, 목뒤점, 어깨 끝점, 허리앞점, 허리뒤점을 설정하였다. 외곽기준선은 목둘레선, 진동둘레선, 앞중심선, 뒤중심선, 어깨선, 옆선으로 설정하였다. 옆선은 선행연구(조정미, 1992)를 참고로 하여, 겨드랑점과 허리두께의 이등분점을 연결한 선으로 설정하였다.

합리적인 원형을 생성하기 위해 다트 및 패턴사이의 분리절개선은 인체의 면 전환위치, 즉 인체 형상을 커다란 면과 면의 조합으로 볼 때 면과 면 사이에 곡률이 바뀌는 위치에 설정되는 것이 바람직할 것으로 사료되어 본 연구에서는 단면의 곡률변곡점을 탐색함으로써 다트위치를 설정하는 방법을 고안, 시도하였다.

이를 구현하기 위하여 3차원 모델링 프로그램인 CATIA의 상용툴인 곡률분석툴을 사용하여 허리단면과 젓기슴단면상에서 곡률변곡점을 탐색하고 이 점들을 기준으로 절개분리선을 설정하였다.

Fig. 4에서 중앙의 허리단면을 기준으로 방사상으로 보여지는 선은 각 정점에서의 곡률을 나타내며, 그 곡률의 변곡이 일어나는 부분(곡률변곡점)이 표시되어 있다. 즉, 곡률변곡점은, 단면의 중심에서부터 시작하여 연속적으로 나타나는 각 단면상

Fig. 4. 곡률변곡점 탐색방법

Fig. 3. 밀착의형 파라메트릭 모델 생성 절차

Fig. 5. 다트위치 계측 방법

정점의 곡률을 옆의 점의 곡률과 비교하여 변곡이 일어나는 위치를 말한다. 다트의 위치는 우반신을 대상으로 중심으로부터 옆선쪽으로 진행하면서 제일 먼저 탐색된 위치를 제 1다트 위치, 다음으로 탐색된 위치를 제 2다트 위치로 설정하였다. 이와 같이 곡률변곡점 탐색방법으로부터 산출된 다트의 생성 위치를 파악하기 위하여, Fig. 5와 같이 젓가슴둘레단면과 허리단면의

앞중심점과 뒤중심점으로부터 탐색된 위치까지의 단면상 곡선 둘레 실측값을 계측하였고, 앞뒤 단면둘레는 앞뒤의 중심점에서부터 옆허리점까지의 둘레를 계측하였다. 앞, 뒷둘레상에서 각 다트가 생성되는 비율적 위치를 파악하고자 앞둘레와 뒷둘레에 대한 각 다트의 위치 비율을 산출하였다.

패턴간 절개분리선 형태는 앞면, 뒷면 모두 첫 번째 절개선은 어깨 프린세스라인 형태, 두 번째 절개선은 암홀 프린세스라인 형태로 설정하였으며, 세부적인 설정방법은 다음과 같다. 앞면 첫 번째 절개분리선은 어깨길이의 이등분점을 시작으로 허리단면과 젓가슴단면의 앞 제 1 다트점을 각각 연결하였다. 두 번째 절개분리선은 겨드랑앞벽접힘점에서부터 젓가슴둘레선의 앞 제 2 다트점, 허리둘레선의 앞 제 2 다트점을 연결하였다. 뒷면의 경우, 첫 번째 절개분리선은 어깨길이의 이등분점을 시작으로 견갑골돌출점을 지나 젓가슴둘레선과 허리둘레선의 뒤 제 2 다트점을 연결하였으며, 두 번째 분리선은 겨드랑뒤벽 접힘점을 시작으로 젓가슴둘레선과 허리둘레선상의 제 2 다트점을 연결하여 설정하였다.

2.5. 패턴 작성

설정된 절개분리선에 준하여 3차원 파라메트릭 인체 모델의 표면을 뒤중심면, 뒷면, 뒤옆면, 앞옆면, 앞면, 앞중심면의 6개 조각으로 분리하고 각각을 평면화하고 허리둘레선을 수평으로

Fig. 6. 패턴 작성 방법

Fig. 7. 패턴사이 벌어짐량(다트량) 측정 방법

- a. 허리선 뒤중심 다트량 g. 뒤 어깨 다트량
- b. 허리선 뒤 제 1 다트량 h. 앞 어깨 다트량
- c. 허리선 뒤 제 2 다트량 i. 젓가슴선 뒤중심 다트량
- d. 허리선 옆 다트량 j. 젓가슴선 뒤 제 1 다트량
- e. 허리선 앞 제 2 다트량 k. 젓가슴선 뒤 제 2 다트량
- f. 허리선 앞 제 1 다트량 l. 젓가슴선 앞 제 2 다트량

맞추어 Fig. 6과 같은 절차에 준하여 상반신 밀착의형 원형을 작성하였다. 3차원 파라메트릭 모델 서피스로부터 2차원 평면 패턴을 생성함에 있어 평면화에 따른 적합성을 검증하기 위하여 평면화 전과 후의 외곽길이와 면적에 대해 paired t-test를 실시하였다.

2.6. 닥트량 계속

도면화된 패턴 조각들을 허리둘레선을 기준으로 수평하게 맞추어, 왼쪽에서부터 뒤중심면(B1), 뒷면(B2), 뒤옆면(B3), 앞옆면(F3), 앞면(F2), 앞중심면(F1)의 순서로 정렬함으로써 상반신 타이트 원형을 작성하였다(Fig. 7). 그리고, 젓기습데레선과 허리둘레선상에서 패턴 조각 사이의 벌어짐 분량을 계측함으로써 닥트량을 파악하고, 전체닥트량에 대한 각 닥트량의 비율(%)을 산출하였다.

3. 연구 결과

3.1. 밀착의형 3차원 파라메트릭 모델 생성 결과

인체의 표면은 굴곡에 의해 의복을 착장한 상태와는 다른 형태를 지니므로, 인체 표면의 복곡면을 그대로 평면화하는 경우 굴곡진 부분에 의해 면적 및 형상 등에 오차가 발생하게 되므로 바람직한 의복 원형이 설계될 수 없다. 따라서, 인체 스캔 데이터를 인체가 타이트한 의복을 착장한 형태로 전환시키는 볼록화 과정을 실시하였다.

이는 입체재단용 인체모형이 실제 인체와는 달리 기본형 의복을 착장시킨 형태를 가지고 있는 것과 동일한 개념이다. Park and Miyoshi(2003)는 이러한 방법으로 볼록화한 데이터의 표면을 삼각형으로 재구성하고 평면에 재구성함으로써 인체에 밀착된 상반신 원형을 설계하고 착장평가를 통해 그 타당성을

Fig. 8. 볼록화 전후 수평단면중합도 비교

Fig. 9. 볼록화 전후 입면도 비교

밝혔으며, 그 결과, 블록화하지 않은 데이터에서 나타나는 부적절한 패치간의 겹침이나 벌어짐 등이 나타나지 않으며, 특이체형의 경우 그 효과가 더 크게 나타난다고 하였다. 본 연구에서는 선행연구의 이러한 방법론을 파라메트릭 모델에 적용하여 수행하였으며, 블록화 전과 후의 3차원 인체 모델의 형상 변화를 파악하기 위하여 10 mm간격의 수평단면중합도 및 입면도를 작성하였으며, 그 결과는 Fig. 8, 9와 같다.

블록화 전후의 형태를 비교하여 보면, 각 피험자의 수평단면 중합도에서는 앞면 좌, 우 젖꼭지점사이와 뒷면 견갑돌출점 사이, 빗장뼈 아래부분의 오목한 부분이 편평하게 변환되었음을 확인할 수 있으며, 입면도에서도 앞면 밑가슴돌레, 빗장뼈 아래부분의 오목하게 들어간 부분이 블록화 되었음을 확인할 수 있다. 따라서, 오목한 부분의 정점을 양옆의 점을 연결한 선상으로 이동시키는 블록화 작업을 통해, 밀착의를 착장한 형태의 여성 상반신용 파라메트릭 모델의 생성 작업이 효과적으로 수행된 것으로 사료된다.

3.2. 다트위치 및 절개선 설정 방법 고안 및 설정 결과

3차원 스캔 데이터로부터 의복 원형을 생성하기 위해서는 3차원 입체표면을 평면화하는 과정이 필수적이나, 블록화 과정을 거친 인체 모델일지라도 절개선 없이 한번에 2차원화 하는 것은 불가능하다. 더욱이 3차원 곡면을 2차원 평면으로 평면화할 때의 형상오차가 적도록 작업하더라도 적절한 위치에 절개선이 설정되지 않으면 '의복 원형'으로서 바람직한 결과 도출은 기대되기 어렵다. 즉, 여러 가지 디자인으로의 응용이 용이하고 의복 제작 시 사용된 직물의 경사를 수직으로 맞추기 위한 의복 원형은 허리선이 수평선이고, 인체의 면전환 위치에서

다트나 절개선이 설정되어 있어야 직물로 옷을 만들어 인체를 감쌀 때 인체의 곡면에 잘 적응하여 불필요한 절개선의 삽입이나 들뜸, 주름 등을 방지할 수 있다.

이러한 견지에서의 패턴간 분리절개선의 탐색 논리는 곡면을 여러 개의 평면으로 재구성한다는 개념을 바탕으로 하였다. 인체의 수평단면도를 보면, 가운데 직사각형부분 양옆에 반원이 결합된 형태, 즉, 타원에 가까운 형태를 가지므로, 앞면이나 뒷면의 중심부분은 곡률변화가 작아 거의 하나의 평면에 가까운 형태를 가지며 중심에서부터 오른쪽, 또는 왼쪽으로 진행되면서 곡률변화가 점차 심해져 곡면 형태를 가지게 된다. 따라서, 평면에서 곡면으로 전환되는 면전환 위치를 찾아 이 부분을 절개한다면 입체재단시 가위집을 넣거나 다트를 형성하는 것과 마찬가지로 3차원 형태를 2차원으로 재구성하는 가장 기본적인 논리적인 방법의 하나라고 할 수 있다. 더불어, 이 위치에서는 3차원 형상도 크게 전환될 것으로 예견되므로, 각 수평 단면에서 추출된 이들 곡률변곡점들을 연결하여 3차원 입체의 절개기준선을 설정한다면, 합리적으로 3차원 곡면을 다수의 평면으로 재구성할 수 있을 것으로 사료된다. 이러한 방법의 고안 및 시도는 주관적 판단에 의해 절개선을 설정하기 보다는 객관적, 이론적 근거에 준하여 패턴간 절개선 위치를 설정할 수 있는 근거를 마련한다는 데 그 의의를 찾을 수 있다 하겠다.

이상의 고안된 방법에 준하여 모델링 프로그램의 곡률분석 상용툴을 사용하여 우반신의 젖가슴돌레선, 허리돌레선의 앞, 뒤중심점에서부터 시작하여 곡률의 변곡지점, 즉 다트 생성 위치를 탐색하였다(Table 2).

허리돌레 앞면 제 1다트의 위치는 앞허리중심점으로부터 평균 7.8 cm 떨어진 위치로, 표준편차 0.79 cm의 비교적 작은 편

Table 2. 블록화 후 곡률변곡점 위치

(단위: cm, %)

곡률변곡점위치			S1	S2	S3	S4	S5	평균	S.D.
허리돌레	앞 제 1 다트	위치(cm)	6.6	7.9	8.8	7.9	7.6	7.8	0.79
		비율(%)	39.8	46.2	50.3	43.4	43.7	44.7	3.47
	앞 제 2 다트	위치(cm)	11.7	13.0	12.9	13.7	11.8	12.6	0.85
		비율(%)	70.5	76.0	73.7	75.2	67.8	72.6	3.07
	뒤 제 1 다트	위치(cm)	6.2	6.5	7.2	6.4	8.0	6.9	0.74
		비율(%)	37.8	35.3	41.1	40.5	42.9	39.5	2.67
	뒤 제 2 다트	위치(cm)	11.2	10.8	12.0	11.0	12.5	11.5	0.72
		비율(%)	68.3	58.7	68.6	69.6	62.3	65.5	4.26
가슴돌레	앞 제 1 다트	위치(cm)	7.5	9.6	9.9	10.6	9.4	9.4	1.16
		비율(%)	34.1	42.1	41.8	58.2	54.0	46.0	8.80
	앞 제 2 다트	위치(cm)	15.8	16.6	16.7	15.5	16.0	16.1	0.52
		비율(%)	71.8	72.8	70.5	85.2	72.3	74.5	5.39
	뒤 제 1 다트	위치(cm)	7.1	9.2	8.4	9.0	8.5	8.4	0.82
		비율(%)	37.4	50.5	43.5	57.0	50.9	47.9	6.76
	뒤 제 2 다트	위치(cm)	11.2	13.4	12.9	12.5	13.7	12.7	0.98
		비율(%)	58.9	69.8	66.8	79.1	72.0	69.3	6.60

치를 보여 안정적으로 위치가 탐색되었음을 알 수 있으며, 전체 앞 허리둘레의 46%정도의 위치에 해당하는 것으로 나타났다. 허리둘레 앞면 제 2다트의 위치는 평균 12.6 cm, 전체 앞 허리둘레의 72.6%에 해당하는 위치로, 표준편차가 0.76 cm로 나타나 피험자간 변이가 1 이하로 비교적 적게 나타났음을 알 수 있다. 허리둘레 뒷면 제 1다트 위치는 6.9 cm로 전체 뒤허리둘레의 39.5%에 해당하는 위치이며, 편차는 0.66 cm인 것으로 나타났고, 제 2다트 위치는 11.5 cm, 전체 뒤허리둘레의 65.5% 위치로, 편차는 0.64로 나타났다. 이로써, 뒷면 허리다트는 앞면에 비해 조금 더 중심쪽으로 치우쳐 있으며, 편차가 좀 더 작아 안정적으로 탐색되었음을 알 수 있다.

젓가슴둘레 앞면 제 1 다트의 위치는 평균 9.4 cm, 전체 앞면 젓가슴둘레의 46.0% 위치로 나타났다. 표준편차는 1.03 cm로 앞, 뒷면 전체적으로 가장 큰 편차를 보였으며, 이는 개인별 유방의 형태차이에 따른 결과로 분석된다. 젓가슴둘레 앞면 제 2다트의 위치는 평균 16.1 cm, 전체 앞허리둘레의 74.5%에

해당되는 위치로, 표준편차가 0.46 cm로 나타나 피험자간 변이가 작고 제 1 다트보다 더욱 안정적으로 탐색된 것으로 사료된다. 젓가슴둘레 뒷면 제 1 다트의 위치는 8.4 cm, 전체 뒷면 젓가슴둘레의 47.9%에 해당하는 위치로, 0.73 cm의 편차를 나타내었다. 젓가슴둘레 뒷면 제 2다트의 위치는 12.7 cm, 전체 젓가슴둘레 뒷면 둘레의 69.3%에 해당하는 위치로, 0.87 cm의 편차를 나타내어, 젓가슴둘레 앞면 제 1 다트에 이어 높은 변이가 발생하는 위치임을 알 수 있다.

따라서, 평균적인 허리둘레 앞면 제 1다트 위치는 7.8 cm(45%), 제 2다트 위치는 12.6 cm(73%), 뒷면 제 1다트 위치는 6.9 cm(40%), 제 2다트 위치는 11.5 cm(66%)위치임을 알 수 있다. 젓가슴둘레의 경우, 앞면 제 1다트 위치는 9.4 cm(46%), 제 2다트 위치는 16 cm(75%), 뒷면 제 1다트 위치는 8.4 cm(48%), 제 2다트 위치는 12.7 cm(70%)로 나타났다. 이들 치수는 기존의 원형 제도법에 제시된 다트 위치 설정범위에 근접한 치수로, 도출된 결과가 적절함을 알 수 있다. 또한, 다트위치의

Fig. 10. 피험자별 패턴 작성 결과 (1/16 축소)

Table 3. 외곽곡면의 길이와 면적의 차이비율

(단위: mm, mm²)

패턴	시험자	3차원		2차원		t값	p값
		평균	(표준편차)	평균	(표준편차)		
B1	외곽길이	896.6	(28.81)	896.72	(29.56)	-.147	.890
	면 적	9208.9	(795.83)	9273.3	(802.97)	-1.127	.323
B2	외곽길이	791.22	(28.23)	789.18	(29.47)	1.589	.187
	면 적	5866.7	(1133.73)	5872.4	(1134.28)	-2.499	.067
B3	외곽길이	480.22	(58.68)	477.71	(58.19)	2.092	.105
	면 적	5415.8	(1306.06)	5425.6	(1298.55)	-2.371	.077
F1	외곽길이	894.81	(28.65)	716.35	(393.62)	.988	.379
	면 적	11419.7	(1761.70)	11429.9	(1762.13)	-2.053	.109
F2	외곽길이	786.38	(31.01)	786.25	(34.71)	.046	.966
	면 적	7476.9	(1897.14)	7489.1	(1897.21)	-2.361	.078
F3	외곽길이	477.78	(61.77)	475.08	(60.61)	2.252	.087
	면 적	7712.9	(2070.61)	7738.3	(2063.37)	-1.593	.186

비율을 살펴보면, 허리둘레의 다트위치가 젓가슴둘레 다트위치에 비해 비율적으로 중심쪽으로 설정되어 있음을 알 수 있으며, 허리둘레의 경우, 앞면보다는 뒷면의 다트가 비율적으로 더 중심쪽으로 설정되어 있음을 알 수 있었다. 이상의 결과는, 본 연구에서 고안, 시도된 곡률변곡점을 위치를 찾아 다트위치설정에 적용하는 방법이 비교적 개인변이가 적고 안정적으로 다트 위치를 탐색할 수 있는 방법임을 시사한다.

3.3. 파라메트릭 모델로부터 상반신 원형 작성 결과

곡률변곡점으로 탐색된 점들을 연결한 절개분리선을 3차원 파라메트릭 모델 곡면상에 설정하고, 이를 기준으로 각 조각을 분리하고 평면화하고, 이들 2차원 패턴을 허리둘레선 기준으로 수평 배열하여 상반신 원형을 작성하였다(Fig. 10).

또한, 3차원 인체 데이터와 2차원 패턴간의 평면화 전후의

외곽길이와 면적에 있어서의 차이를 파악하고자 paired t-test를 실시한 결과를 Table 3에 제시하였다.

그 결과, 3차원 곡면을 2차원 평면화할 때 모든 패턴의 외곽 길이에 면적에 있어 $p < .05$ 수준에서 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났으며, 이는 본 연구에서 시도한 방법론 및 수행 과정이 이후 3차원 인체모델로부터 패턴 설계시 적용가능한 방법론임을 시사한다.

3.4. 패턴간 벌어짐량 및 다트량 분석

허리둘레선을 기준으로 수평 배열한 상반신 원형의 각 패턴 간 벌어짐 분량인 다트량을 측정한 결과는 다음 Table 4와 같다.

앞어깨 다트의 경우 평균 6.8 cm, 뒤어깨 다트량은 평균 2.4 cm로 나타났으며, 젓가슴둘레 전체다트량은 2.3 cm, 뒤중심 다트량은 평균 0.6 cm(26.1%), 뒤 제 1 다트는 0.7 cm(30.4%),

Table 4. 패턴간 벌어짐분량(다트량)

(단위: cm)

분류	S1	S2	S3	S4	S5	다트량		다트비율* 평균			
						평균	표준편차	본 연구		선행연구(三吉, 2002)	
허리 뒤중심	0.5	1.7	1.0	1.0	0.5	0.9	0.44	7.7%		7%	
허리 뒤 제 1	2.5	2.4	3.1	1.8	3.3	2.6	0.53	22.2%	53.9%	18%	60%
허리 뒤 제 2	2.3	4.6	3.3	1.6	2.2	2.8	1.05	24.0%		35%	
허리 옆	2.5	1.2	1.9	2.0	0.9	1.7	0.58	14.5%	14.5%	11%	11%
허리 앞 제 2	2.9	1.4	1.7	0.7	1.8	1.7	0.71	14.5%		15%	
허리 앞 제 1	2.3	1.9	1.9	0.9	2.9	2.0	0.65	17.1%	31.6%	14%	29%
앞어깨다트	5.0	8.6	6.2	6.5	7.6	6.8	1.23	-			
뒤어깨다트	2.1	2.9	1.4	2.9	2.5	2.4	0.56	-			
젓가슴 뒤중심	0.3	1.2	0.5	0.6	0.3	0.6	0.33	26.1%			
젓가슴 뒤 제 1	0.5	0.5	1.0	0.6	1.0	0.7	0.23	30.4%			
젓가슴 뒤 제 2	0.5	1.0	0.7	0.4	0.3	0.6	0.25	26.1%			
젓가슴 앞 제 2	0.9	0.5	0.5	0.0	0.1	0.4	0.32	17.4%			

* 허리둘레에서 측정된 총 다트량에 대한 각 다트량의 비율(%)

뒤 제 2 다트는 0.6 cm(26.1%), 앞 제 2 다트는 0.4 cm(17.4%)로 나타났다. 허리둘레 뒤중심 다트량은 평균 0.9로, 허리둘레 전체 다트량(11.7)의 7.7%에 해당되며, 뒤 제 1 다트는 2.6 cm(22.2%), 뒤 제 2 다트는 2.8 cm(24%), 옆 다트는 1.7 cm(14.5%), 앞 제 2 다트는 1.7 cm(14.5%), 앞 제 1 다트는 2 cm(17.1%)로 나타났다. 이 결과를 선행연구(三吉滿智子, 2002)의 자료와 비교하여 보면, 허리둘레 뒤중심 다트비율은 7%로 본 연구(7.7%)와 비슷하게 배분되어 있음을 알 수 있다. 뒤 제 1 다트의 경우, 본 연구 결과는 22.2%, 선행연구는 18%, 뒤 제 2다트 경우, 본 연구결과는 23.9%, 선행연구는 35%로 반대 경향을 보이며, 본 연구결과가 선행연구에 비해 뒤 제 2 다트보다 뒤 제 1 다트 비율일 높음을 알 수 있다. 옆선은 선행연구(11%)보다 본 연구 결과(14.5%)가 다소 많이 설정되었음을 알 수 있으며, 이는 선행연구에서는 옆선을 겨드랑점에서 수직으로 설정한 반면, 본 연구에서는 겨드랑점과 허리두께 이등분점으로 정한 차이에 의한 영향이 반영되었을 것으로 분석된다. 허리 앞 제 1 다트의 경우 본 연구 결과(17.1%)가 선행연구(14%)에 비해 다소 많이 설정되었음을 알 수 있다. 앞면, 옆면, 뒷면 다트량 분포는 뒤 53.9%, 옆 14.5%, 앞 31.6%로 선행연구의 60%, 11%, 29%와 비교해 보면, 본 연구에서 뒤보다는 옆과 앞부분에 배분된 다트 분포량이 많음을 알 수 있다.

이상에서, 전체 허리다트량에 대한 각 부위별 다트량의 비율은 뒤 제 2 다트가 가장 많고, 뒤 제 1 다트, 앞 제 1 다트, 앞 제 2 다트와 옆 다트, 그리고 뒤중심 다트의 순으로 나타나, 뒤옆부분의 다트분포가 가장 크고, 다음이 앞옆부분, 그리고 뒤중심부분의 다트 분포가 가장 적게 나타남을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 3차원 인체 스캔데이터를 활용하여 의복 원형을 설계하는 방법론을 모색하고자 하였다. 이에, 20대 여성 상반신 스캔 데이터를 밀착의형 의복을 착장한 형태로 블록화 과정을 수행하여 파라메트릭 모델을 생성하였으며, 이로부터 곡률변곡점을 탐색하여 면전환 위치에 다트를 설정하는 방법을 고안, 시도하였다.

그 결과, 블록화 과정 수행 후 수평단면도에서 젓꼭지점 사이 부분과 견갑골점 사이부분, 입면도에서 빗장뼈 아래 부분과 밑가슴둘레 부분 등에서 오목한 부분이 확연히 블록화 되었음을 확인 할 수 있었으며, 이로써 본 연구에서 자체 설계된 블록화 프로그램에 의해 밀착의형 3차원 파라메트릭 모델이 효과적으로 생성되었다고 할 수 있다.

3차원 모델상의 다트 생성 위치를 주관적 판단이 아닌 이론적 근거에 준하여 설정하고자 젓가슴둘레선과 허리둘레선상의 곡률변곡점을 탐색하여 설정하였다. 그 결과, 허리둘레 앞면 제 1다트 위치는 7.8 cm(45%), 제 2다트 위치는 12.6 cm(73%), 뒷면 제 1다트 위치는 6.9 cm(40%), 제 2다트 위치는 11.5 cm(66%), 젓가슴둘레 앞면 제 1다트 위치는 9.4 cm(46%), 제 2다트 위치

는 16 cm(75%), 뒷면 제 1다트 위치는 8.4 cm (48%), 제 2다트 위치는 12.7 cm(70%)로 나타났으며 개인별 편차도 1 이하로 비교적 적게 나타났다. 이는, 본 연구에서 고안, 시도된 곡률변곡점을 위치를 찾아 다트위치설정에 적용하는 방법이 비교적 개인변이가 적고 안정적으로 다트위치를 탐색할 수 있는 방법임을 시사한다.

곡률변곡점을 기준으로 생성된 패턴간 분리절개선을 적용하여 밀착의형 파라메트릭 모델의 3차원 표면을 2차원화한 결과, 6개 조각의 패턴이 생성되었으며 평면화 전후의 외곽길이 및 면적은 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타나 본 연구에서 시도된 평면화 방법은 향후 3차원 모델에서 패턴을 생성할 때 적용 가능할 것으로 사료된다.

각 패턴조각의 허리선을 수평선상에 맞추어 배열함으로써 패턴 조각 사이의 벌어짐량인 다트량을 예측한 결과, 앞어깨 다트 6.8 cm, 뒤어깨 다트 2.4 cm, 젓가슴둘레 뒤중심 다트량 평균 0.6 cm, 뒤 제 1 다트는 0.7 cm, 뒤 제 2 다트는 0.6 cm, 앞 제 2 다트로 0.4 cm 나타났다. 허리둘레의 경우, 뒤중심 다트량 0.9 cm, 뒤 제 1 다트는 2.6 cm(22.2%), 뒤 제 2 다트는 2.8 cm(24%), 옆 다트는 1.7 cm(14.5%), 앞 제 2 다트는 1.7 cm(14.5%), 앞 제 1 다트는 2 cm(17.1%)로 나타났다. 전체 허리다트량에 대한 각 부위별 다트량의 비율은 뒤 제 2 다트가 가장 많고, 뒤 제 1 다트, 앞 제 1 다트, 앞 제 2 다트와 옆 다트, 그리고 뒤중심 다트의 순으로 나타나, 뒤옆부분의 다트분포가 가장 크고, 다음이 앞옆부분, 그리고 뒤중심부분의 다트 분포가 가장 적게 나타남을 알 수 있었다.

이상의 결과에서, 본 연구에서 고안, 시도된 밀착의형 파라메트릭 모델 생성 및 다트 위치 탐색 방법은 3차원 인체 스캔 데이터로부터 의복 원형 설계시 적용가능한 방법론임을 알 수 있으며, 주관적 판단이 아닌 이론적 방법론 및 데이터에 근거하여 다트위치를 설정할 수 있는 근거를 마련하였다는 점에 본 연구의 의의가 있다. 향후 더욱 많은 피험자를 대상으로 실시함으로써 데이터에 대한 표준화 및 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 사료되며, 다양한 체형, 아이템에의 적용과 그 가능성을 탐색하는 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국연구재단(舊 한국학술진흥재단)의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-331-C00294).

참고문헌

- 김성민, 강태진. (1999). 3차원 어패럴 캐드 시스템 개발을 위한 의복 패턴 자동 제작에 관한 연구. 섬유공학회 춘계 학술발표회 논문집, pp. 142-146.
- 남윤자, 최경미, 박선미. (2006). 3D데이터를 이용한 3차원 인체 모델링. *섬유기술과 산업*, 10(3), 251-258.
- 박순지, 조영한, 박정환, 김재현, 서추연, 김태규, 이희정. (2007).

CAD system을 활용한 의복 패턴용 3차원 인체 스캔데이터 표면 평면화. 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집, pp. 303-304.

박창규, 김성민. (2004). 3차원 및 가상공간 기술을 이용한 디지털 패션섬유제품. *섬유기술과 산업*, 8(1), 30-42.

산업자원부 기술표준원. (2005). 제 5 차 한국인 인체치수조사 자료 - 직접측정에 의한 인체치수 통계.

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

조정미. (1992). 한국 미혼 여성의 하반신 체형분석과 체형변인이 폴 레이스커트 입체 성능에 미치는 영향. 연세대학교 박사학위논문.

三吉満智子. (2002). *복장조형학 이론편*. 서울: 교학연구사, p. 153.

Kim, S. M., & Kang, T. J. (2002). Garment pattern generation from body scan data. *Computer Aided Design*, 35, 611-618.

Loker, S., Ashdown, S., Cowie, L., & Schoengelder, K. (2004).

Consumer Interest in Commercial Applications of Body Scan Data. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 4(1), 1-13.

McCartney, J., & Hinds, B. K. (1999). The flattening of triangulated surfaces incorporating darts and gussets. *Computer Aided Design*, 31, 249-269.

Park, S., & Miyoshi, M. (2003). Development of Theory and Auto CAD Program for Designing the Individual Bodice Pattern from 3D Scanning Data of Human Body. *Journal of ARAHE*, 10(4), 216-225.

Wikipedia dictionary. (2010, May 26). Solid Modeling, from http://en.wikipedia.org/wiki/Solid_modeling

(2010년 4월 26일 접수/ 2010년 5월 31일 1차 수정/
2010년 6월 22일 2차 수정/2010년 6월 22일 게재확정)