

3차원 정보가 반영된 브래지어 패턴 설계 - Ruled surface의 활용 -

이예진 · 홍경희

충남대학교 생활과학대학 의류학과

Brassiere Pattern Design Using the 3D Information - Application of Ruled Surface-

Yejin Lee · Kyunghi Hong

Dept. of Clothing & Textiles, Chungman National University
(2004. 8. 2. 접수)

Abstract

Garment is made by a 2D pattern and should be fitted to a human body which has 3D characteristics. Therefore, to design a pattern more effectively, the use of 3D information of a human body and the investigation of relationship between the 3D garment and 2D pattern are necessary. In this work, ruled surface method was used to reflect the 3D information of a human body for a pattern design. The images of the brassiere line on the woman's dress form were captured by phase-shifting projection moiré system and the 3D information on the design line was obtained. 2D patterns on the various parts of the brassiere were developed directly from the 3D data by the ruled surface method. In addition, design line, the area and the amount of dart were quantified. And then we verify the appropriateness of the ruled surface method to the 2D pattern development by measuring the distribution of the space between women's figure and segmented clothing item. It was found that the ruled surface method is useful to transform the 3D design line to the 2D pattern, if we followed the steps suggested in this paper.

Key words: Brassiere, Developed pattern, Ruled surface method, 3D information; 브래지어, 전개 패턴, Ruled surface 방법, 3차원 정보

I. 서 론

의복은 2차원 평면상의 패턴 설계를 통해 3차원 인체 위에 입혀지는 것이다. 보다 쾌적하며 의도한 디자인이 정확하게 형상화 되도록 의복을 제작하기 위해서는 3차원 입체와 2차원 평면 전개도 사이의 관계를 이해하는 것이 필요하다(三吉滿智子, 2002). 뿐만 아니라 3차원상의 디자인 라인이 2차원으로 어떻게 변하는지 이해하는 것은 의복 설계에 큰 도움이 될 수 있다. 즉 3차원 정보를 충분히 반영시킨 2차원 패턴 연구는 한국과학재단 특정기초연구과제(R01-2003-000-10423-0)의 지원을 받아 수행되었습니다.

턴 설계는 인체에 적합한 의복 제작의 필수 불가결한 요소라고 할 수 있다.

그러나 3차원적 특성을 2차원의 패턴 설계를 통해 구현하는 것이 어렵기 때문에 아직까지 3차원 정보를 실제적으로 의복에 접목하는 연구는 거의 찾아 보기 힘들다(Robinette, 2002). 현재 브래지어에 관한 연구(이현영, 홍경희, 2002)와 일반 의복에 대한 소수의 연구만이 발표 되어 있고(서동애, 2001; 서추연, 2002; 석은영; 천중숙 외, 2002), 획득된 3차원 데이터에서 2차원 전개도를 구하여 의복 패턴 설계에 응용한 연구는 거의 없는 실정이다. 이는 인체의 표면이나 의복이 수학적으로 표현하기 어려운 복잡한 구조의 입

체

로서 전개하기 어려운 특성을 가지고 있기 때문이다. 그러한 가운데에도 인체와 패턴과의 관계를 기하학적인 도형을 이용하여 연구하려는 시도는 일찍이 있어왔다. 篠原 昭(1997)는 길원형을 원뿔의 응용인 원추곡선으로 표현하여 2차원 패턴과 3차원 형상 사이의 관계를 파악하였다.

원추곡선은 전개가 가능하여 패턴에 쉽게 적용할 수 있는 장점이 있지만 실제 형상을 지나치게 단순화 하여 표현하므로 3차원 인체나 의복 형상과 큰 차이가 발생하는 단점이 있다. 따라서 전개가 가능하면서 인체의 3차원적 특성이 강하게 나타나는 부분을 잘 표현할 수 있는 방법이 필요하다. 곡면을 표현하는 다양한 방법 중에서 ruled surface는 전개가 가능하며 원추 곡선에 비하여 그 적용 범위가 넓어 인체의 3차원적인 특성을 잘 표현하는 특징을 가진다.

이에 본 연구에서는 상반신 중 3차원적인 특성이 뚜렷한 여성의 가슴에 사용하는 브래지어를 대상으로 유방 부근뿐 아니라, 인체 측면을 따라 구성되는 날개부분을 ruled surface를 적용하여 평면 패턴화 하는 방법을 연구하고자 하였다. 여성의 가슴 부위는 3차원적인 특성이 강해, 패턴 설계에 있어 가장 어려운 부분 중 하나이다. 또한 이 부위는 의복의 디자인과 구성에 가장 큰 영향을 미치며 화운데이션 뿐 아니라 타이트 피트가 필요한 각종 특수복의 제작에 있어서도 반드시 이해해야 할 기본적인 부위로 3차원 정보를 패턴 설계에 이용할 때 그 효용이 가장 크다고 할 수 있다.

따라서 본 연구의 세부적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 여성 인대의 가슴부위에 그려진 브래지어의 각 부분에 대한 3차원 정보를 획득하고 이것을 2차원 패턴으로 전개하는 방법을 ruled surface를 이용하여 연구하고자 하였다. 둘째, 전개 패턴을 다시 입체화하여 3차원 인대에 부착시켜 봄으로써 ruled surface 방법론을 검증하고 실제 활용성을 검토하고자 하였다. 셋째, 궁극적으로 몸에 잘 피트 되는 특수복에서 해결해야 할 입체적인 인체 부분에 대하여 3차원 정보가 반영된 패턴의 제작방법에 대한 기초 연구를 수행하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 측정 도구 및 분석 프로그램

본 연구에서는 <Fig. 1>의 표준 사이즈의 여성용

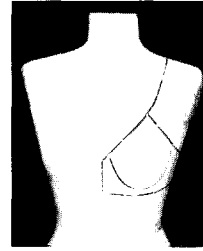


Fig. 1. Experimental dress form

Table 1. Specification of 3D scanner

Measurement range	46cm(height), 58cm(length), 27cm(width)
Camera	640×480 PULX, TM-7CN CCD camera
Light source	Halogen lamp of 300W
Grating	100μm pitch, straight grating
Measurement uncertainty	0.12mm
Measurement reproducibility	0.09mm
Calibration	N-Plane 3D calibration

인대(가슴둘레; 86cm, 허리둘레; 65cm)를 사용하였다. 인대에 원하는 디자인 라인을 형성시키고 3차원 스캐너인 Phase-shifting projection moiré(Intek Plus, Co, Ltd., Korea)를 이용하여 상반신의 3차원 영상을 획득하였다. 3차원 스캐너의 성능은 <Table 1>과 같다.

획득된 3차원 영상으로부터 디자인 라인에 따라 구획화하고 분리하는 작업과 ruled surface 모형화에 필요한 3차원 정보 추출, 전개 패턴 검증은 상용 프로그램인 RapidForm 2004(INUS Technology, Inc., Korea)를 사용하였다. 그리고 구획화된 영역을 분리하여 ruled surface로 모형화하고 이를 전개하는 것은 CAD·CAM 프로그램인 I-DEAS(UGS-plm solutions, USA)를, 전개로 얻은 패턴을 수정하는 것은 Yuka apparel CAD system(Youthhitech, Co, Ltd., Korea)을 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 디자인 라인에 의한 구획화 및 분리

디자인 라인이 그려진 인대로부터 획득된 3차원 영상은 <Fig. 2>와 같다. 획득된 영상 위의 디자인 라인을 따라 RapidForm 2004를 이용하여 곡선을 그리

고 각각을 분리해 낸 후 모형화에 필요한 3차원 정보를 얻었다(Fig. 3).

2. 분리된 영역을 ruled surface로 표현하는 방법

1) 브라지어의 앞판과 날개부분에 대한 ruled surface 모형화

<Fig. 3>에서 분리한 앞판과 날개부분에 대한 모형화를 위해서 ruled surface를 이용하였다. ruled surface

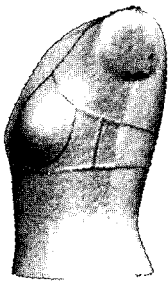


Fig. 2. Acquired 3D image of woman's dress form with design line

는 <Fig. 4>에서 보는 바와 같이 2개의 NURBS(Non-Uniform Rational B-Spline) 곡선을 직선으로 연결하여 생성된 surface이다.

이에 따라 <Fig. 5>에서와 같이 앞판의 경우는 윗방의 하연 곡선과 밑단 곡선의 3차원 정보를 얻은 후 이 2개의 곡선을 직선으로 연결하여 모형화 하였다. 날개의 경우에는 날개의 위쪽과 아래쪽 곡선의 정보를 획득한 후 이 두 곡선을 직선으로 연결하였다.

2) 브라지어 컵의 ruled surface 모형화

브라지어 컵은 가운데가 볼록한 형상으로 컵을 모

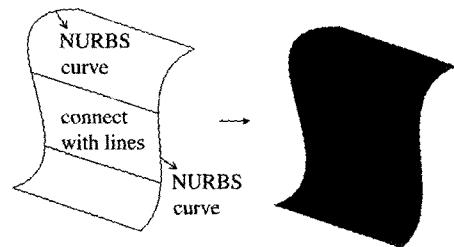


Fig. 4. Definition of a ruled surface

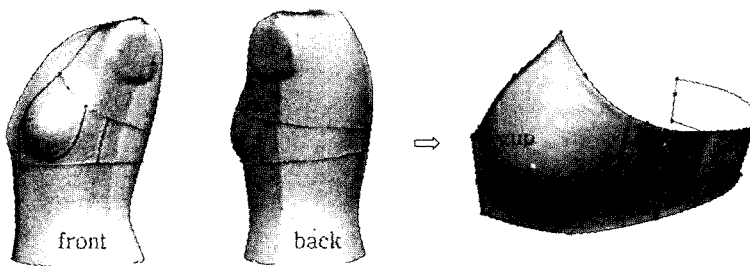


Fig. 3. Segmentation of the 3D image using the design line of the brassiere

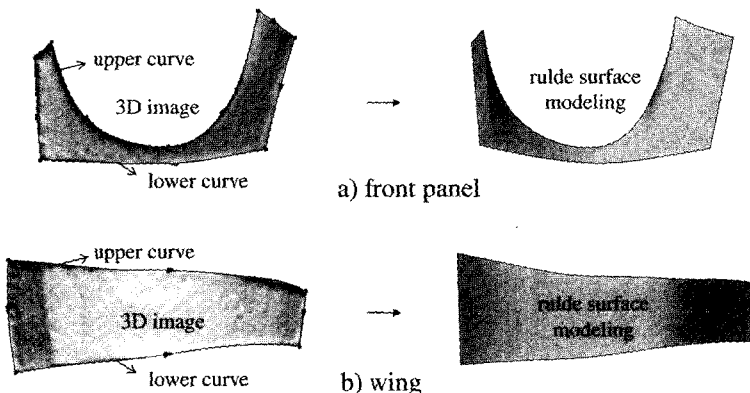


Fig. 5. Modeling of the front panel and wing by the ruled surface method

형화 하기 위해 <Fig. 4>에서 보이는 바와 같은 ruled surface의 정의를 그대로 사용할 수가 없어 <Fig. 6>과 같이 1개의 NURBS 곡선과 고정된 점을 직선으로 연

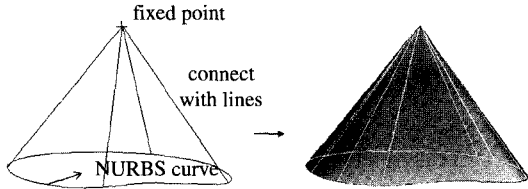


Fig. 6. Application of the ruled surface method for the brassiere cup

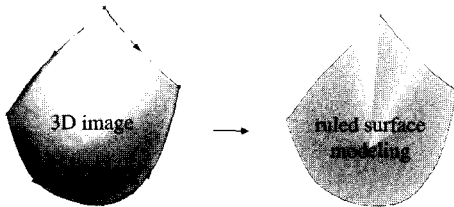


Fig. 7. Modeling of the brassiere cup by the ruled surface method

결하는 방법으로 모형화 하였다.

즉 컵의 3차원 영상에서 곡선 정보와 고정된 점의 좌표값을 얻은 후 고정된 점을 곡선의 궤도를 따라서 직선으로 연결하여 ruled surface 모형을 생성하였다. 만들어진 컵의 ruled surface 모형은 <Fig. 7>과 같다.

3. Ruled surface 모형의 전개 방법 및 전개도

Ruled surface 모형은 직선으로 연결하여 만든 surface이기 때문에 한번에 전개가 가능한 장점이 있다. 모형의 전개는 다음의 단계에 의해 이루어졌다.

- 1단계: 3차원 측정을 통해 얻어진 NURBS 곡선의 등 간격화.
- 2단계: 점들을 연결하여 3차원 상에서 삼각 평면 생성.
- 3단계: 3차원 상의 각 삼각평면(모든 삼각 평면이 다른 높이를 가짐)을 2차원 평면 상으로 mapping(각 삼각 평면의 회전과 이동을 통해 모든 삼각 평면이 같은 높이를 가짐)

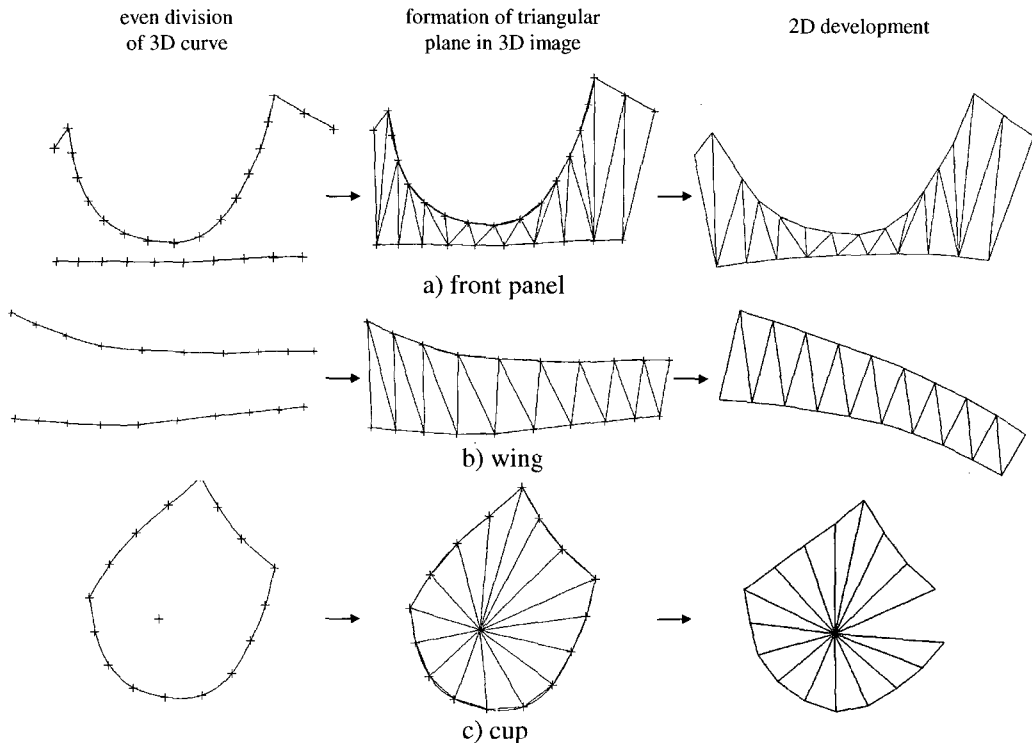


Fig. 8. Development process of the ruled surface

이러한 3단계의 전개 과정을 나타낸 것이 <Fig. 8>이다. 이와 같은 모형의 전개도를 통해 3차원 입체 위에서의 곡선이 2차원 평면상에서 어떻게 변화하는지 확인 할 수 있었다. 3차원 상의 이미지와 ruled surface 방법으로 얻은 2차원 패턴을 비교해 보면 그 형상에 차이가 있음을 알 수 있는데 특히 날개의 경우 <Fig. 8b>에는 3차원 입체상의 곡선 형태가 2차원 패턴상의 경우와 많이 다름을 확인할 수 있다.

이 경우 3차원 입체상에서 날개의 가운데가 오목해 보이지만 2차원 패턴으로 변환하면 가운데가 볼록한 곡선 형태이면서 전체적으로 외곽 라인의 경사가 커짐을 알 수 있다. 이것은 그 동안 경험적으로 알려져 왔던 3차원 형상과 패턴 사이의 상호 관계를 보여주는 예제로 실제 패턴 구성 시 필요한 중요한 정보를 제공하고 있다.

4. Ruled surface 모형의 검증

모형화의 전개로 획득된 2차원 평면 패턴을 dxf파일로 변환 한 후 Yuka apparel CAD system에서 B-spline곡선을 이용하여 최종적으로 정리하였다. 이를

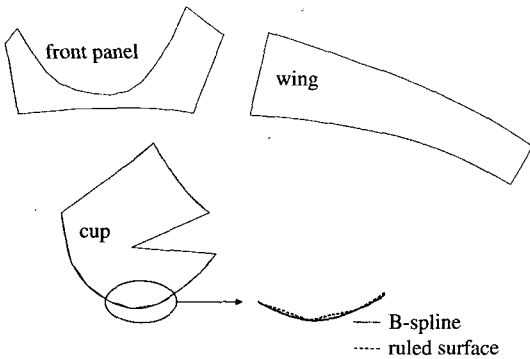


Fig. 9. The final patterns developed by the three steps suggested in this study (lower portion of the cup was adjusted by the B-spline)

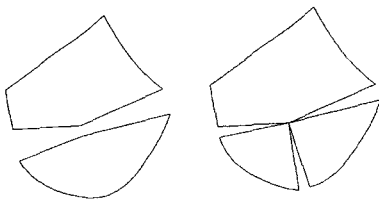


Fig. 10. Pattern modification of brassiere cup by the dart manipulation

통해 얻어진 최종 패턴은 <Fig. 9>와 같다. 이 패턴들은 CAD 파일로 변환이 되었기 때문에 닥트 변경, 디자인 라인의 수정 등 디자이너가 원하는 대로 변형하는 것이 용이하였다. 컵의 경우를 예로 보면 <Fig. 10>과 같다.

Ruled surface 모형의 전개에 의해 얻어진 최종 패턴을 검증하기 위해 3가지 방법을 사용하였다. 첫째, 3차원 영상에서의 곡선 길이와 최종으로 얻어진 2차원 전개 패턴에서의 길이를 비교하였다. 둘째, 광목을 이용하여 인대에 부착 시켜 얼마나 잘 맞는지를 살펴 보았다. 셋째, 3차원 영상에서의 걸면적과 2차원 전개 패턴의 걸면적을 비교하였다.

<Fig. 11>과 <Table 2>에서 보는 바와 같이 3차원

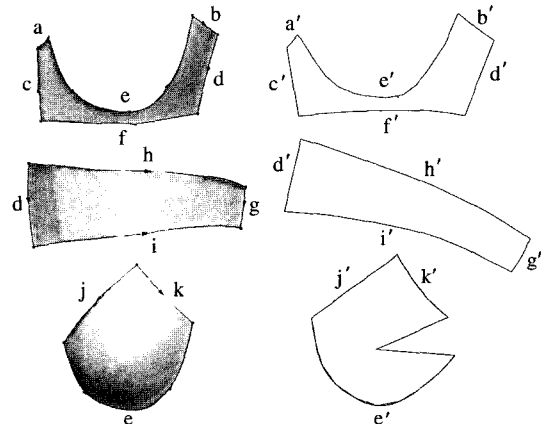


Fig. 11. Comparison of 3D curves and 2D curves (left grey image: 3D shape, right image: 2D pattern)

Table 2. Comparison of 3D curves and 2D curves

3D surface distance (cm)	2D length (cm)
1.6 (a)	1.6 (a')
4.0 (b)	4.0 (b')
6.1 (c)	6.2 (c')
7.2 (d)	7.2 (d')
20.8 (e)	20.8 (e')
15.0 (f)	15.0 (f')
3.7 (g)	3.7 (g')
24.5 (h)	24.4 (h')
23.1 (i)	23.0 (i')
10.4 (j)	10.4 (j')
8.0 (k)	8.0 (k')

영상에서의 곡선 길이와 최종으로 얻어진 2차원 패턴에서의 길이는 11개의 부위 중 3개 부분(c, h, i)에서 1mm씩의 오차가 있었고 나머지는 정확하게 일치하였다. 이것으로 ruled surface 모형화의 전개를 통해

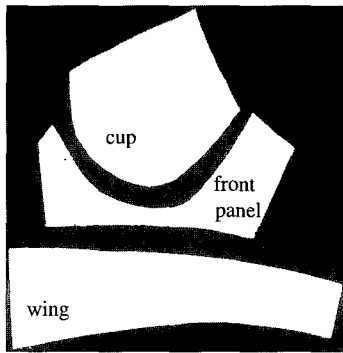


Fig. 12. Cup, front panel, wing made by 2D development pattern in this study (material: muslin)

획득된 2차원 패턴은 곡선의 정보를 그대로 가지고 있는 장점이 있는 것을 알 수 있었다.

광목으로 제작한 후 얼마나 잘 맞는지에 대한 분석은 광목을 인대에 부착 시키기 전과 부착 후의 3차원 영상을 겹쳐서 들뜨는 정도로 알아보았다. 앞판과 날개는 2차원 패턴을 그대로 광목으로 옮겨 만들었고 <Fig. 12>, 컵은 다트가 있는 패턴이기 때문에 봉제를

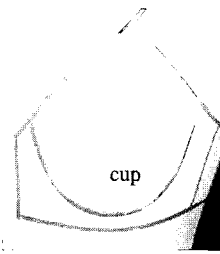


Fig. 13. The image of experimental patterns attached to the dress form

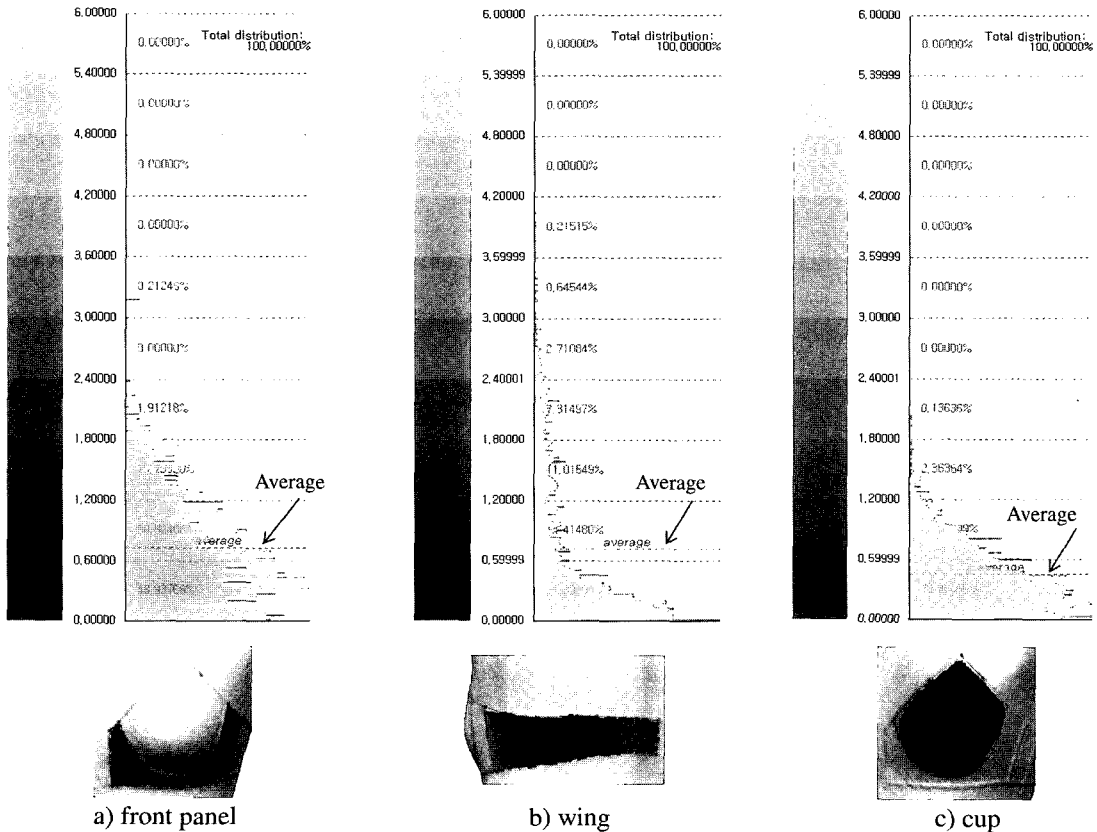


Fig. 14. Evaluation of the fitness of the pattern developed in this study by the distribution of space between clothing and surface of dress form

하여 제작하였다. 봉제한 컵과 앞판, 날개부분을 테이프를 이용하여 인대의 5mm 라인 테이프의 중앙을 지나도록 부착시켰다(Fig. 13).

<Fig. 14>는 두 영상을 겹쳤을 때의 공간 분포를 grey level상의 분포도로 나타낸 것이다. 앞판, 날개, 컵의 들뜨는 정도가 각각 평균 0.73mm, 0.77mm, 0.47mm로 패턴이 비교적 잘 맞음을 확인 할 수 있었다.

그리고 3차원 영상에서의 겹면적과 2차원 전개 패턴의 겹면적을 비교한 결과는 표 3과 같다. 앞판의 경우는 표면적이 거의 일치하였는데, 인체가 곡면이 심할수록 즉 날개나 컵의 경우에는 오차가 각각 3%, 5% 정도가 됨을 확인 할 수 있다. 이는 볼록한 곡면을 ruled surface로 모형화 할 때 <Fig. 15>에서 보는 바와 같이 직선화하는 것에 기인하여 생기는 오차라고 할 수 있다. 컵은 이와 함께 봉제에 의한 오차가 합쳐졌다.

1-5%의 오차는 봉제시나 착용시에 직물 조직의 유연성으로 커버가 될 수도 있으나 더욱 완벽하게 하려면 3차원 상에서의 면적과 2차원 전개 패턴에서의 면적을 비교하여 앞으로 보완하는 방법이 연구 되어야 할 것이다.

Table 3. Comparison of 3D areas and 2D areas of the brassiere components

	Area of 3D image (cm ²)	Area of 2D pattern (cm ²)	Difference (cm ²)
front panel	65.87	65.24	0.63 (1%)
wing	122.59	119.44	3.15 (3%)
cup	123.04	116.28	6.76 (5%)

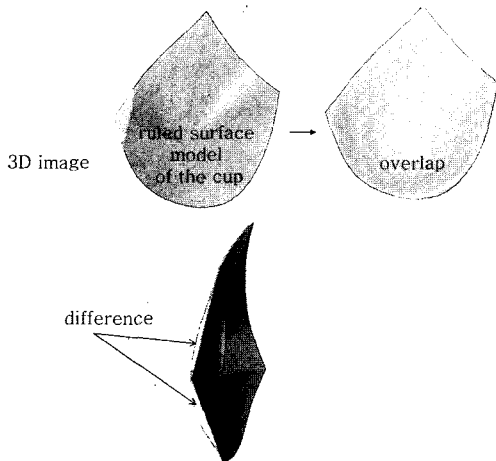


Fig. 15. Comparison of 3D image and ruled surface model of the cup

IV. 결 론

본 연구에서는 3차원 입체와 2차원 전개 패턴 사이의 연관성을 파악하고 이를 통해 3차원 정보를 패턴 설계에 응용하기 위하여 ruled surface를 의복의 패턴에 적용하는 방법을 연구하였다. Ruled surface를 이용하기 위해서는 인체를 구획화 한 후 분리된 도형의 곡선을 NURBS 곡선으로 표현하는 것이 필요하다. 브래지어의 앞판의 경우는 컵이나 날개 부분에 비하여 정확한 ruled surface 모형화와 그에 따른 패턴전개가 가능하였다. 날개의 경우는 3차원상의 디자인 라인과 2차원상이 패턴의 곡선 모양이 흥미로운 결과를 나타내었다. 유방을 커버하는 컵의 경우는 전통적인 2개의 NURBS 곡선을 이용하는 것보다 꼭지점과 한 개의 유방운곽에 대한 NURBS 곡선이 적절하였다.

전반적으로 상반신에 디자인 라인을 그리고, 분리한 후, 이에 대한 ruled surface 모형화를 잘 이용하면 가장 입체적인 여성 가슴의 각 부위에 대해서 3차원 특성이 반영된 2차원 패턴 조각을 잘 모사함을 확인 할 수 있었다. 그 결과 ruled surface를 활용하면 3차원 영상에서 직접 디자인 한 라인을 패턴화 하는데 용이하며, 외곽선, 다투량, 면적 등을 정량화 할 수 있는 장점이 있음을 알 수 있었다. 이에 대한 검증은 공극량의 분포를 이용하여 실시한 결과 오차가 5% 이내로 잘 피트됨을 알 수 있었다.

본 연구에 적용된 방법은 인체를 구획화하면 인체의 다른 부분에도 적용이 가능하므로 인체의 3차원적인 특징을 고려한 특수 용품의 패턴 설계(복대, 팔꿈치 보호대, 손목 보호대 등)나 몸에 피트 되는 특수복 등의 제작에도 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

서동애. (2001). 삼차원 인체 레이저 스캔 데이터를 이용한 남성 재킷 원형 설계방법에 관한 연구. 연세대학교대학원 박사학위 논문.

서추연. (2002). 3D scanner를 이용한 여성복 재킷의 패턴 사이즈에 따른 착의평가 연구. *한국의류학회지*, 26(3/4), 390-401.

석은영, 김혜경. (2002). 3D scanner를 활용한 학령후기 여아의 바지 원형자동제도 프로그램 개발 및 착의평가에 관한 연구. *대한인간공학회지*, 21, 59-81.

이현영, 홍경희. (2002). 중년여성의 3차원 유방 형상 분석을 위한 방법론 연구. *한국의류학회지*, 26(5), 703-714.

- 천종숙, 석은영, 박순지. (1998). 바지원형설계에 직물의 신축성을 적용한 방법에 대한 사례연구. *한국의류학회지*, 22(2), 185-192.
- 三吉滿智子. (2002). 응혜정 외 옮김. *복장조형학 이론편 I*. 교학연구사.
- 篠原 昭. (1997). *衣服の幾何學*(第 1刷 發行). 光生館.
- Piegl, L. & Tiller, W. (1995). *The NURBS Book (1st ed.)*. Springer.
- Robinette, K. M. (2002). 3D or not 3D? That is the question. *대한인간공학회 춘계학술대회 초청강연*.