

3D 동체 모형을 이용한 2D 전개 패턴 연구*

김명수** · 홍경희**

2D Flat Pattern Development Using Simplified 3D Torso Model

Myoung-su Kim **, Kyunghi Hong **

ABSTRACT

To understand the basic relationship between 3D curved surface model and 2D pattern, simplified torso model was generated by commercial CAD program (IDEAS). 3D torso model was then divided into different blocks and unfolded into a flat pattern as in ordinary works of clothing item design. As results, 2D pattern development of different part of 3D torso model was attempted and analyzed mathematically. It was found that different height, radius and tangent slope of 3D blocks resulted in different 2D pattern. The relationships between the shape parameters of 3D torso blocks and those of 2D patterns were analyzed using regression equations. Direct way of drawing a 2D pattern of corresponding 3D torso block was also illustrated for the convenience of pattern making using conventional measurements of upper/ lower radii and height of 3D torso block.

Keyword: 3D Model, Curved surface, Unfolding pattern, 2D pattern development

1. 서 론

3D 데이터의 활용은 3차원 측정 도구의 급속한 발달로 인하여 의학, 법의학, 인간공학, 인체측정학, 문화재 복원, 지도제작, 비교형태학, 가상현실, 영화, 애니메이션 등 다양한 분야뿐 아니라 인체와 밀접한 의류학 분야에서도 매우 중요한 문제로 부각되고 있다. 이에 따라 3차원 측정 장비를 이용하여 인체측정과 의복 패턴을 연결하고자 하는 연구(천종숙 외, 2002; Kang & Kim, 2000, 2001, 2002; Hinds et al., 1991; Rodel et al., 2001; 이현영, 2002; 이예진 외, 2002; 이예진과 홍경희, 2004, 홍성애와 Daanen, 2004; 박창규, 2004; Bruner, 2004; Kouchi & Mochimaru, 2004; 남윤자 외, 2004 등)들이 최근 많이 시도되고 있다.

의복은 2차원상의 패턴 설계를 통해 3차원의 인체에 입혀

지는 것으로서 3D 입체정보를 2D 평면으로 전개하기 위해서는 입체의 복곡면에 대한 이해를 바탕으로 3D 입체와 2D 패턴간의 쌍 방향관계에 대한 예측식이 필요하다(三吉滿智子, 2002).

그러나 복잡한 복곡면 형태의 인체를 평면상에 그대로 전개한다는 것은 원칙적으로 불가능하여 오차가 따를 수 밖에 없다. 이에 따라 오차를 최대한 줄이는 전개 방법이 발표되기도 하였고(이희란과 홍경희, 2004) 오차로 인해 생기는 인체와 의복간의 공극량을 착시 효과를 고려하여 합리적으로 분산시키는 연구도 진행되고 있다. 그러나, 3차원 입체를 의복구성과 연관지어 2차원 패턴으로 전개할 때 어떠한 특성치들이 어떻게 관련되는가는 기본적으로 알고 있어야 3차원 스캐너와 소프트웨어에 의한 전개도에만 의존하지 않고 의류학 자체의 콘텐츠를 강화시키고 개발할 수 있다.

이에, 본 연구에서는 인체 곡면 형태를 오목과 볼록 형태

*본 연구는 한국과학재단 특정기초연구과제(R01-2003-000-10423-02004)지원으로 수행된 것임.

**충남대학교 의류학과

교신저자: 홍경희

주 소: 305-764 대전광역시 유성구 궁동 충남대학교 의류학과, 전화: 042-821-6828, E-mail: khhong@cnu.ac.kr

의 도형으로 단순화, 모형화한 후 이를 이용하여 여러 가지 절개를 한 후 전개되는 2D 패턴의 특성을 분석하고자 하였다. 일찍이 도형의 전개에 관한 연구는 일본에서 시도되어, 원추 곡선으로 3차원 형상과 2차원 패턴 사이의 관계를 연구 발표(篠原 昭, 1997) 하기도 하였으나 인체를 원추 곡선이나 원뿔로 표현한 것은 지나친 단순화 방법으로 실제 3차원 형상과 2차원 패턴 상 적지 않은 차이가 발생하게 된다. 또한, 복곡면 형상을 나타내지 못하는 등 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 인체의 복곡면 형상을 잘 나타내주는 모형을 만든 후 이 모형에서 길이, 높이, 각도를 다르게 구획하여 이를 2차원 패턴으로 전개할 때 2차원 패턴은 어떠한 특성을 갖게 되는 가를 파악하고자 하였다. 이 때 3차원 원적 특성을 기존 패턴 설계의 기본적 접근 방법에 쉽게 반영하는 방법도 찾고자 하였다.

2. 연구 방법

인체에 비슷한 모델로 모형화하기 위해 성인여성 25~29세의 신체 평균 사이즈를 참고로(국민 표준 체위조사 보고서, 1997) 가로는 윗가슴너비, 허리너비, 엉덩이너비 세로는 허리높이, 겨드랑점높이, 대퇴골점높이 정보를 이용하였고, 표 1과 같다.

표 1. 인체모형화를 위한 25~29세의 신체 평균 사이즈

가로항목		세로항목	
윗가슴너비	314	겨드랑점높이	1232
허리너비	236	허리높이	964
엉덩이너비	342	대퇴골점높이	796

3차원 도형으로의 모형화와 2차원 전개는 CAD, CAM 상용 프로그램인 IDEAS(UGS-plm solutions, USA)를 사용하였다.

표 1를 참고로 치수를 주고, 복곡면을 고려하여 옆선을 오목곡면과 볼록곡면으로 구성하였다. 이렇게 구성한 도형을 중심축을 기준으로 회전시켜 회전체를 획득하였고, 모형화한 도형은 그림 1과 같다.

획득한 인체동체부 모형을 두 가지 방법으로 분할하였다. 하나는 상부길이는 같으면서 높이를 다르게 하였고(그림 2) 다른 하나는 상하부의 길이, 단면 반지름, 외측의 곡률도 변하도록 모형의 높이를 2, 4, 8, 16등분하여 분할하여 전개 하였다(그림 3).

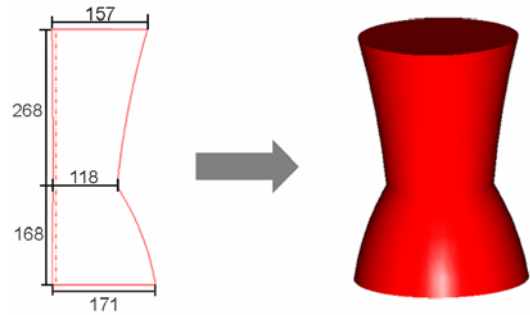


그림 1. 인체동체부의 모형(단위: mm)

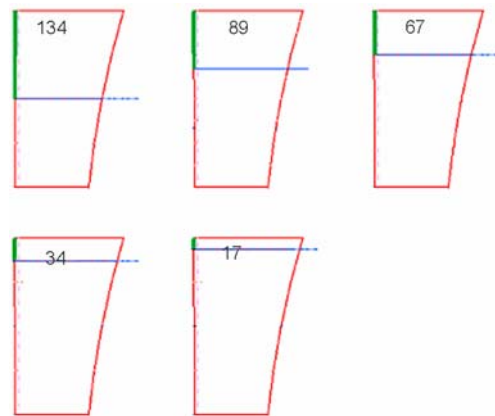


그림 2. 3차원 도형의 높이에 따른 분할(단위 mm)

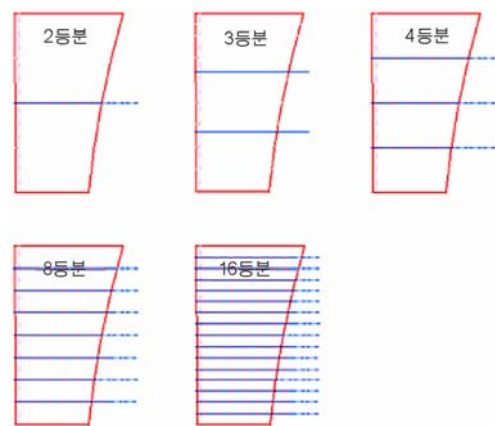


그림 3. 3차원 모형의 높이, 길이, 곡면에 따른 분할

3차원 모형 도형은 회전체이므로 도형 전개 시 실제로는 그림 4에서처럼 18도로 분할하여 전개 후 이를 복사하여 1/4(90도)크기의 전개패턴을 얻었다. 2차원 전개 과정을 간단히 살펴보면, 우선 도형의 측면표면에 일정한 메쉬를 그리

고, 각 메쉬를 연속적으로 연결하여 표면 데이터화 시킨 후 이를 전개하였다.

전개한 패턴은 18도만큼의 크기이므로 1/4(90도)크기의 전개패턴을 얻기 위해 이를 복사하여 획득하였다. 이렇게 얻은 2차원으로 전개된 패턴의 윗곡선의 곡률값(이하 상곡률)을 구하였다.

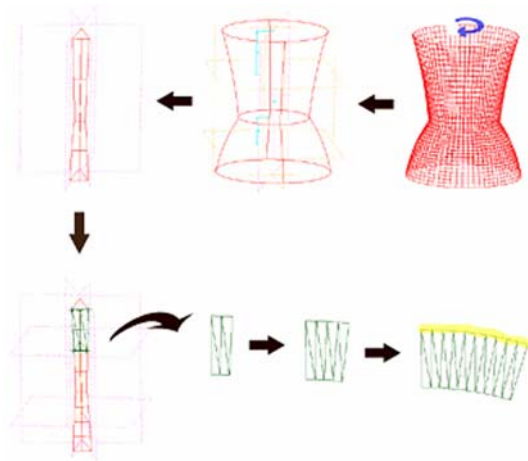


그림 4. 3차원에서 2차원에서의 전개 과정

3. 연구 결과

3차원 모형의 특성(X축 - 반지름, 높이, 절개 시작점에서의 접선의 기울기)과 2차원 전개 패턴의 2D 곡률(Y축 - 상곡률)을 측정하여 표 2에 나타내었다.

표 2. 3차원 모형과 2차원 패턴전개의 측정치

X축		Y축
3D반지름 (mm)	3D높이 (mm)	3D접선의 기울기(각도°)
157	134	104
131	134	98
157	89	104
138	89	100
125	89	96
157	67	104
142	67	101
131	67	98
...

3.1 3차원 모형과 2차원 전개 패턴과의 관련성

3차원 모형과 2차원 전개 패턴과의 관련성을 보기 위해 그림 5, 6, 7에 3D 모형과 2D 패턴을 나타내었다. 그림 8, 9는 오목도형의 경우이며, 그림 10, 11은 볼록도형의 경우의 결과를 그래프로 나타내었다.

그림 5에서처럼 3D 모형의 반지름의 길이(157mm)가 같더라도 높이(67, 134mm)가 달라지면 2D 패턴 전개 시 곡률값(139, $123 \times 10^{-5} \text{mm}^{-1}$)이 달라짐을 알 수 있다. 즉 3차원상에서는 모형 윗부분의 같은 선이었던라도 절단하여 2차원 패턴으로 전개하면 잘라진 모형의 높이와 길이 정보가 폐곡선의 전개도 상에서 모두 제한 조건이 되어 윗부분의 선을 끌어 당기는 효과가 있게 되고 이에 따라 상곡률값에 영향을 주는 현상을 발견할 수 있다.

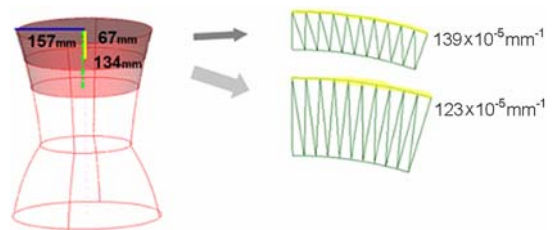


그림 5. 3D 모형의 높이에 따른 2차원 패턴의 상곡률값

그림 6에서처럼 3D 모형의 높이(67mm)가 같더라도 반지름의 길이(123, 131, 142, 157mm)가 달라지면 2D 패턴 전개 시 전개 상면의 상곡률값(56, 91, 118, $139 \times 10^{-5} \text{mm}^{-1}$)이 달라짐을 알 수 있다.

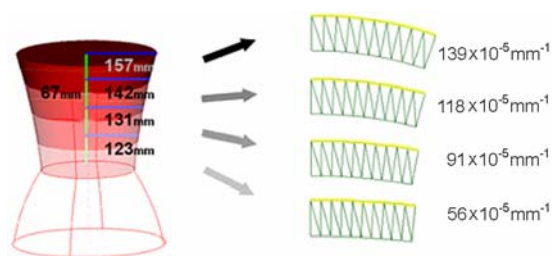


그림 6. 3D 모형의 반지름에 따른 2차원 패턴의 상곡률값

그림 7에서처럼 3D 모형의 접선의 기울기는 양의 값을 갖는지 음의 값을 갖는지에 따라 2D 패턴의 곡률의 방향성을 의미하는 중요한 요인임을 알 수 있다. 즉 오목인지 볼록인지에 따라 2D 패턴의 곡률의 방향성이 달라짐을 알 수 있다.

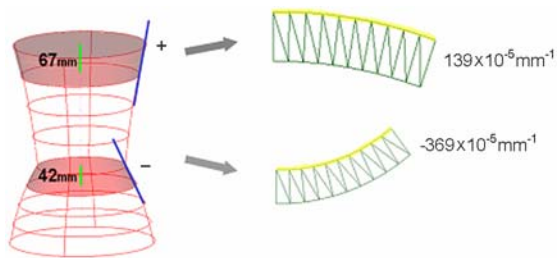


그림 7. 3D 도형의 접선의 기울기에 따른 2차원 패턴의 상곡률값

옆면이 오목인 도형인 경우 3D 도형과 2D 패턴의 관련성을 그래프로 살펴보면, 그림 8에서 보는 바와 같이 3차원 도형의 접선의 기울기(98~104°가 커질수록, 높이(17~134mm)가 작아질수록 2차원 패턴의 상곡률값(72~151mm⁻¹)은 커짐을 알 수 있다.

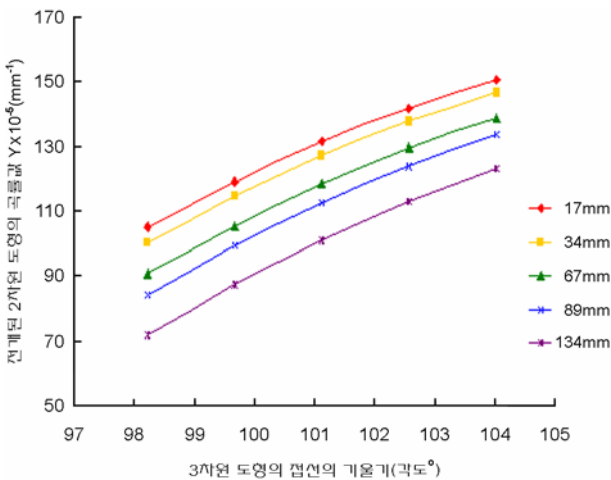


그림 8. 3차원 도형의 접선의 기울기와 높이에 따라 전개된 2차원 도형의 곡률변화(상부 모형: 옆면이 오목형)

그림 9를 보면 3차원 도형의 반지름(131~157mm)이 커질수록 높이(17~134mm)가 작아질수록 2차원 패턴의 곡률값(72~151mm⁻¹)은 커짐을 알 수 있다.

옆면이 볼록인 도형인 하부 모형의 경우 3D 도형과 2D 패턴의 관련성을 그래프로 살펴보면, 그림 10처럼 3차원 도형의 접선의 기울기(-73 ~ -61°)의 절대값이 커질수록, 높이(11~84mm)가 커질수록 2차원 패턴의 곡률값(-132 ~ -398mm⁻¹)의 절대값은 작아짐을 알 수 있다.

그림 11에서처럼 3차원 도형의 반지름(118~154mm)이 커질수록 높이(11~84mm)가 커질수록 2차원 패턴의 곡률값 (-132 ~ -398mm⁻¹)의 절대값은 작아짐을 알 수 있다.

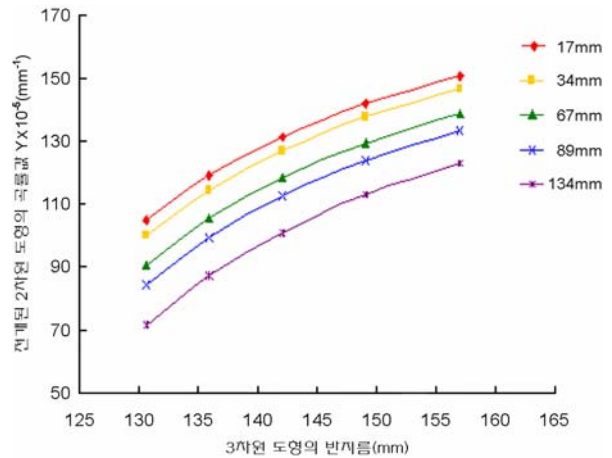


그림 9. 3차원 도형의 반지름과 높이에 따라 전개된 2차원 도형의 곡률변화(상부 모형: 옆면이 오목형)

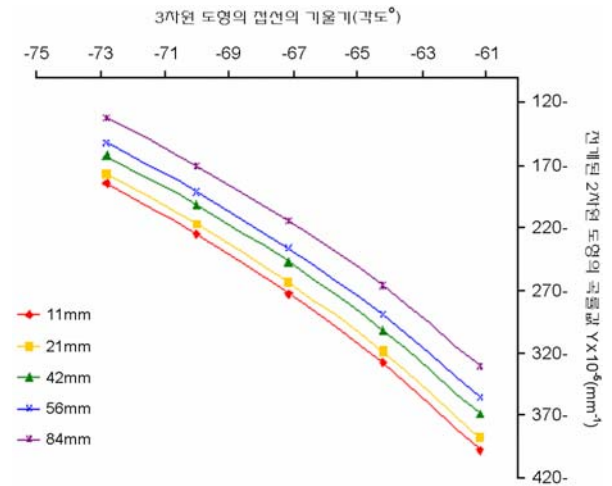


그림 10. 3차원 도형의 접선의 기울기와 높이에 따라 전개된 2차원 도형의 곡률변화(하부모형: 옆면이 볼록형)

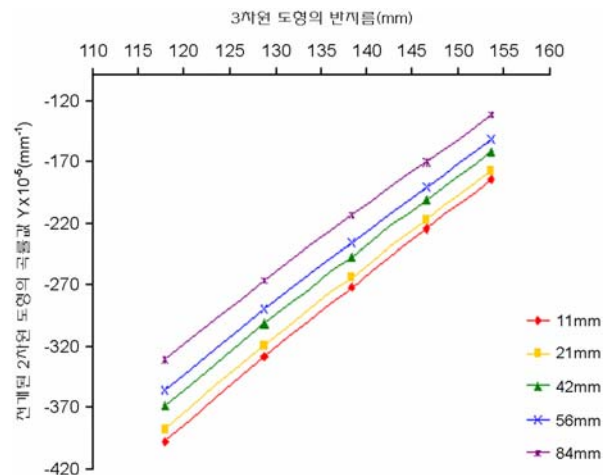


그림 11. 3차원 도형의 반지름과 높이에 따라 전개된 2차원 도형의 곡률변화(하부모형: 옆면이 볼록형)

3.2 3차원 도형과 2차원 전개 패턴의 회귀식

측정 결과를 종합적으로 검토하기 위해 SPSS(Statistical Package for the Social Science) 통계분석 Program을 사용하여 상관분석과 회귀분석을 실시한 결과 3차원 도형의 반지름, 높이, 접선의 기울기가 2차원 패턴의 곡률값을 99.9% 설명하였다(표 3).

표 3. 3차원 도형의 특성항목을 이용한 2차원 전개패턴의 상곡률 값의 회귀분석결과

모형	항목	Standardized Coefficients	
		Beta	R ²
오목	3D-반지름	-0.78	0.999
	3D-높이	-0.36	
	3D-접선의 기울기	1.81	
볼록	3D-반지름	-0.82	0.999
	3D-높이	-0.21	
	3D-접선의 기울기	-0.21	

3차원 도형의 반지름, 높이, 접선의 기울기와 2차원 전개 패턴의 곡률값의 회귀식 산출하였다.

3.2.1 오목곡면일 경우

$$Y = -1.95X_1 - 0.26X_2 + 17.12X_3 - 1317.93$$

3.2.2 볼록곡면일 경우

$$Y = -4.75X_1 - 0.78X_2 - 3.201X_3 + 1155.77$$

$$Y = \text{곡률} \times 10^{-5}$$

$$X_1 = \text{3차원 도형의 반지름}$$

$$X_2 = \text{3차원 도형의 높이}$$

$$X_3 = \text{3차원 도형의 접선의 기울기}$$

3.3 의복용 2D 패턴제작으로의 접목

위와 같은 입체를 실제 2D 패턴으로 전개하기 위해서는 곡률을 쉽게 측정할 수 있고 도식화 할 수 있어야 한다. 곡률을 쉽게 측정할 수 있는 도구가 없을 경우를 위하여 그림 12에서와 같이 곡선을 올바르게 배치하여 그리기 위한 기본적 틀인 가로(y1), 세로선(y2)과 줄임분(y3), 처짐분(y4), 올림분(y5)을 3차원 도형의 특성치(X1, X2, X3)에서 구하는 방안을 마련하였다. 즉, 실제 2D 패턴 제도 시에 3차원 도형의 위, 아랫면의 반지름, 높이 정보를 활용할 수 있는 방법을 강구하였다. 단, 그림 12는 오목곡면일 경우이며 그림 13는 볼록곡면일 경우이다.

3.3.1 오목곡면일 경우

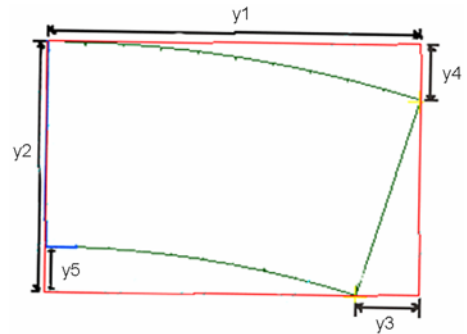


그림 12. 오목곡면인 경우 기준선

$$y1 = 1.526a - 0.098b - 0.003c + 16.598$$

$$y2 = 0.620a + 0.324b + 0.969c - 101.394$$

$$y3 = 1.237a - 1.204b + 0.061c - 4.527$$

$$y4 = 0.792a + 0.167b - 0.037c - 103.324$$

$$y5 = 0.481a + 0.476b - 0.025c - 102.843$$

a = 3차원 도형의 윗면의 반지름

b = 3차원 도형의 아랫면의 반지름

c = 3차원 도형의 높이

3.3.2 볼록곡면인 경우

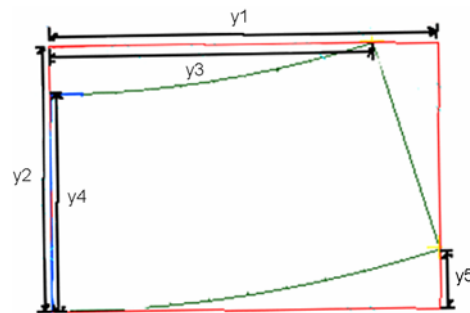


그림 13. 볼록곡면인 경우 기준선

$$y1 = 0.315a + 1.553b + 0.048c - 54.139$$

$$y2 = -0.663a - 0.018b + 0.908c + 154.236$$

$$y3 = 1.675a + 0.196b - 0.002c - 54.465$$

$$y4 = -0.377a - 0.302b - 0.064c + 154.295$$

$$y5 = 0.328a - 0.318b + 1.041c - 2.005$$

a = 3차원 도형의 윗면의 반지름

b = 3차원 도형의 아랫면의 반지름

c = 3차원 도형의 높이

위와 같은 연구 결과를 활용하여 웨이스트 니퍼, 상의 collar, 바지의 허리단, 인텔리전트 의복에서 보조용구를 넣을 수 있는 띠 형태의 소품, 충격 방지용 패드, 각종 인테리어 소품 등의 커버 패턴 디자인 등, 의류용 소품을 설계할 수 있을 것이다.

4. 결론 및 논의

본 연구에서는 인체모형화를 통해 3차원 형상 정보에 따른 2차원 전개 패턴의 기본적 관련성을 파악하였다. 즉, 인체와 같이 복곡면 표면으로서 여러 가지 정보가 정의하기 어렵게 복잡화되었을 때는 일정한 법칙을 발견하기가 어렵기 때문에 모형화를 통하여 주어진 특성치를 1개 혹은 원하는 수만큼 변화시켜가면서 이 모형을 전개함으로써 3차원 입체와 전개 패턴간의 관련성을 쉽게 파악할 수 있었다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 3차원상에서 같은 부분이었어도 구획을 어떻게 나누느냐에 따라서 2차원 패턴이 달라졌다. 나누어진 도형의 높이, 반지름, 절개점에서의 접선의 기울기 등에 따라 2차원 패턴의 외곽선의 곡률값이 일정한 경향성을 보여 이 관계를 회귀식으로 구하였다. 즉, 의복 디자인시 커팅되는 높이와 크기, 해당 인체 부분의 곡률에 따라 2차원 전개 패턴의 곡률도 변화하는 데 그 경향성을 회귀식으로 파악할 수 있었다. 이것으로 절개된 외곽선은 폐곡선상의 한 선으로서 인접 부위가 큰지 작은지, 곡률이 큰지 아닌지에 따라 끌려지는 현상이 있음을 확인할 수 있었다.

2) 곡률이나 절개점에서의 접선의 기울기 등을 쉽게 구하기 어려울 때에는 곡면의 위 아래, 반지름과 높이로부터 기준 사각틀을 만들고 이들 꼭지점으로부터 올림분, 처짐분, 꺾음분을 추정하여 2차원 패턴을 그리는 방법을 제안하였다.

3) 위와 같은 연구 결과는 웨이스트 니퍼, 상의 collar, 바지의 허리단, 인텔리전트 의복에서 보조용구를 넣을 수 있는 띠 형태의 소품, 충격 방지용 패드, 각종 인테리어 소품 등의 커버 패턴 디자인 등, 의류용 소품 디자인설계에 활용가능할 것이다.

참고 문헌

김순자., 모아레 사진 촬영법을 이용한 중년 여성 유행과악 및 착의 평가, *한국의류학회지*, 19(2), 366-379, 1995.

- 김혜경, 서추연, 석은영, 박순지, 임지영., 3D Scanner를 이용한 여성용 기성복 재킷의 착의적합성에 관한 비교평가 연구, *한국의류학회지*, 25(10), 1707-1718, 2001.
- 남윤자, 최경미, 정의승, 윤명환., Size Korea 3차원 인체측정 방법 표준화. *패션정보와 기술지*, 1, 6-19, 2004.
- 박창규., 의류·패션산업에서의 3차원 및 디지털 응용기술의 현황. *패션정보와 기술지*, 1, 96-100, 2004.
- 이예진, 홍경희., 브래지어 하집을 이용한 Ruled surface 모형의 전개도 검증. *한국감성과학회춘계학술대회*, 2004.
- 이예진, 홍경희., 인체 복곡면과 전개 특성. *한국의류학회 춘계학술대회*, 2004.
- 이예진, 홍경희., 3차원 정보가 반영된 브래지어 패턴 설계, -Ruled surface의 활용-. *한국의류학회지*, 28, 1536-1543, 2004.
- 이현영., 3차원 계측에 의한 중년 여성용 브래지어의 설계요소 분석. *충남대학교 대학원 박사학위논문*, 2002.
- 이현영, 홍경희., 길이 파라미터를 이용한 3차원 유방부피의 예측 방법. *한국섬유공학회, 한국의류학회, 한국염색가공학회 공동 학술대회 논문집*, 2002.
- 홍성애, Daanen H., TNO의 3D관련 연구와 의류산업에서의 활용방안. *패션정보와 기술지*, 1, 72-80, 2004.
- 三吉滿智子., 옹혜정 외 옮김. 복장조형학 이론편 I. *교학연구사*, 2002.
- 국민표준체위조사보고서. 한국표준과학연구소, 국립기술품질원, 1997.
- 篠原 昭., 衣服の幾何學(第 1刷 發行). 光生館, 1997.
- Bruner D., Applications of 3D White Light Body Scanning. *fashion information and technology*, 1, 20-27, 2004.
- Kang, T. J. and Kim, S. M., Development of Three-dimensional Apparel CAD System; Part 1: Flat Garment Pattern Drafting System. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 12, 26-38, 2000.
- Kang, T. J. and Kim, S. M., Development of Three-dimensional Apparel CAD System; Part 2: Prediction of Garment Drape Shape. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 12, 39-49, 2000.
- Kang, T. J. and Kim, S. M., Application and Research Status in Three-dimensional Non-contact Measurement in Textiles and Apparel Industry. *Proceedings of the KSCT/ITAA Joint World Conference*, 19-23, 2001.
- Hinds, B. K., McCartney, J. and Woods, G., Pattern Development for 3D Surfaces. *Computer-aided Design*, 23(8), 583-592, 1991.
- Kouchi, M. and Mochimaru M., Modeling, Analysis, and Application of 3D Digital Human Data. *fashion information and technology*, 1, 38-44, 2004.

●저자 소개●

❖ 김 명 수 ❖

현재 충남대학교 의류학과 석사과정

주요관심분야: 의복인간공학, 특수복, 파운데이션 의류

❖ 홍 경 희 ❖

현재 충남대학교 의류학과 교수

주요관심분야: 의복인간공학, 피복환경학, 특수복

논문접수일 (Date Received) : 2004년 10월 30일

논문게재승인일 (Date Accepted) : 2005년 05월 20일