

# 컴퓨터를 이용한 스커트 패턴 제작 알고리즘에 관한 연구

박순지, 조준우, 류원석, 한성수  
영남대학교 섬유패션학부

## A Study on the Computational Method for Generating Skirt Pattern

Soon-Jee Park, Joon-Woo Jo, Won-Seok Lyoo, Sung-Soo Han  
School of Textiles, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

### 1. 서 론

최근 의류 패션 산업은 다양한 감성을 추구하는 소비자의 요구에 부응하기 위해 다품종 소량 생산을 추구하고 있다. 이를 위해서 신체 치수의 자동 계측 및 계측된 데이터를 이용한 의복 자동 제작이 필수적인 과제가 되었다. 신체 데이터를 자동으로 계측하는 기술이 발달하기 이전에도 여러 가지 방법 [1]으로 획득된 데이터를 이용하여 기계적인 절차를 통해 패턴을 생성하고자 하는 노력은 있어왔다. 이러한 노력들은 인체의 3차원 표면 정보를 쉽게 획득하게 하는 레이저 스캐너의 발달로 더욱 가속화되었다.[2] 아울러 의복 제작 과정 중 반드시 반영되는 인간의 감성과 의사 결정을 해결하기 위한 알고리즘의 개발 또한 필요하게 되었다. 이에 대한 노력들은 현재 전문가 시스템이나 인공지능의 분야로 수렴되고 있다.[3] 하지만, 이러한 해결방법을 위해서는 다년간의 연구와 체계적으로 축적된 데이터가 필요한 문제점이 있다. 특히 패턴 생성을 위해 다트의 위치를 자동으로 결정하는 부분은 대량의 정보를 이용한 전문가 시스템 또는 인공지능과 같은 분야의 도입을 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 보다 효율적인 해결방법을 제시하기 위해 스커트 패턴을 생성하는 전반적인 과정을 수행하고 그 과정 중 발생하게 되는 다트 결정 문제를 3차원 인체 스캐너로부터 획득된 점 데이터의 위치 정보만을 사용하여 해결하는 알고리즘을 개발하고자 하였다.

### 2. 방 법

#### 2.1. 해석자 및 실험 데이터

본 연구에서 사용된 데이터는 한국인 인체치수 조사 자료[4]의 대한민국 표준 체형을 참고하여 허리둘레가 671mm±58mm, 엉덩이둘레가 913mm±51mm를 만족시키는 인체 스캔 데이터이다. 그리고 해석 결과는 자체 제작한 GUI 프로그램과 상용 CAD 프로그램으로 확인하였다. Fig. 1은 실험 데이터 파일을 출력한 모습이다. 데이터는 2mm 간격의 단면으로 이루어져 있으며, 각 단면은 다수의 절점(node)을 가지는 폴리라인(polyline)으로 구성되어 있다. 본 연구는 스커트 패턴의 자동 생성이 목적이므로 인체의 허리 아래부터 살까지의 데이터만을 필요로 한다. 이를 위해 인체의 영역화 역시 패턴 생성에 앞서 선행되어야 할 작업이다.

#### 2.2. 허리단면 검색

스커트 패턴을 위해서는 전술한 바와 같이 허리 아래 데이터만 필요하므로 가장 먼저 허리를 찾는 작업을 하였다. 허리는 인체를 정면에서 보았을 때 가장 들어간 위치로 정의 되므로 데이터상의 좌표값을 가지고 판단하였다. 이 과정은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

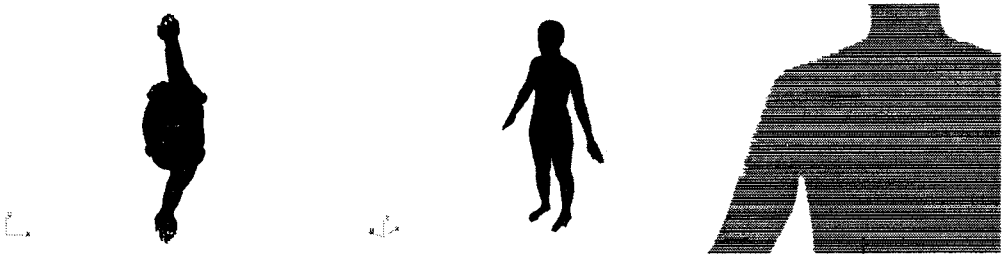


Fig. 1. Point data, displayed in RHINO 3D.

$$h = \arg \min [\max_{0 \leq l \leq L} y_{ij}] \quad (1)$$

이 식에서,  $h$ :허리단면의 인덱스,  $y_{ij}$ : $i$ 번째 단면에 있는  $j$ 번째 점의  $y$ 좌표값,  $l$ :단면곡선의 최대 인덱스,  $k$ :단면 곡선을 이루는 점의 최대 인덱스

단, 영역화 된 상반신은 목 부분의 데이터도 포함하고 있다. 전술한 식(1)은 목 부분의 단면을 허리 단면으로 판단할 가능성이 있기 때문에 허리 검색 범위의 상한 값을 지정하는 방법으로 오류를 방지하였다. Fig. 2의 가장 위쪽에 위치한 단면이 검색된 허리 단면이다.

### 2.3. 볼록화(constructing the hull)

인체를 표현하는 곡면은 볼록 형상이 아니므로 평면화 되었을 때 전개도가 겹치는 문제를 해소하기 위해서 곡면을 볼록한 형상으로 만들 필요가 있다. 일반적으로 여성 스커트의 경우 착의 되었을 때 인체의 돌출된 부위를 따라서 볼록한 형상을 이루게 된다. 따라서, 인체 데이터의 오목한 부분을 제거하여도 스커트 패턴을 생성하는데 있어서 큰 영향 미치지 않는다. 주어진 점군에서 볼록 다각형(convex hull)을 찾는 방법에는 많은 연구가 이미 진행되어 있다.[5] 본 연구에서는  $O(n \log n)$ 의 시간 복잡도를 가지는 그라함(Graham) 스캔 알고리즘을 사용하였다. 단, 볼록 다각형에 기여하지 않는 점을 탈락 시키는 그라함 스캔 알고리즘의 특징은 인체 점 데이터의 많은 손실을 야기한다. 따라서 본 연구에서는 탈락되는 점을 보존하기 위해 인체 단면을 3개의 구간으로 나누고, 수정된 그라함 스캔 알고리즘을 도입하였다. Fig. 3은 수정된 알고리즘에서 탈락되는 점을 보존하는 방법을 설명한다. Fig. 3의  $d$ 는 식(2)와 같이 구할 수 있다.

$$d = \frac{\left\| \begin{array}{c} \max_{0 \leq l \leq L} v_{ij} - \min_{0 \leq l \leq L} v_{ij} \\ 0 \leq j \leq k \end{array} \right\|}{2} \quad (2)$$

이 식에서,  $v_{ij}$  :  $i$ 번째 단면에 있는  $j$ 번째 점데이터,  $l$  : 단면곡선의 최대 인덱스,  $k$  : 단면 곡선을 이루는 점의 최대 인덱스

수평 방향 볼록화를 완료한 다음 수직 방향으로 각 단면의 점을 묶어 수직 방향 볼록화 작업도 수행한다. 하지만, 이러한 방법은 3차원 데이터에 2차원 볼록화 방법을 순차적으로 도입한 것이므로 최종적으로 엄밀한 볼록 형상이 생성되지 않는다. 따라서 수평, 수직 방향 볼록화 작업을 만족할 만한 수준에 도달할 때까지 반복적으로 수행할 필요가 있다. 반복 수행의 기준은 식(3)과 같이 정의하였다.

$$e_j = \frac{\sum_{i=1}^n \|C_i^{j-1} - C_i^j\|}{n}, \quad j \geq 2 \quad (3)$$

이 식에서,  $e_j$  :  $j$ 번째 볼록형상과  $j-1$ 번째 볼록형상과의 차이,  $n$  : 볼록형상에 존재하는 점 데이터 개수,  $C_i^j$  :  $j$ 번째 생성된 볼록형상의  $i$ 번째 점 데이터

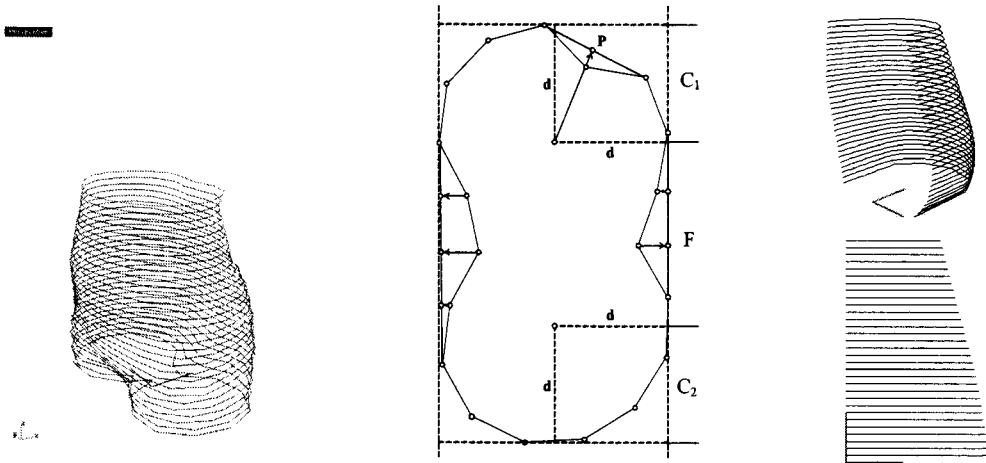


Fig. 2. Waist sectional polyline. Fig. 3. Eliminated point relocation. Fig. 4. Convex hulls

허용치를  $10^{-6}$ 으로 하였을 때 11번 반복 후 수행을 멈출 수 있었다. Fig. 4는 블록화 작업 후 인체의 오른쪽 부분만을 남긴 최종 결과를 보여준다.

#### 2.4. 패턴 생성

다트의 위치를 결정하기 위해 모든 점 데이터의 최외각을 포함하는 가상의 외포 둘레를 생성한다. 그러면 허리를 나타내는 폴리라인과 외포 둘레를 나타내는 폴리라인의 거리차를 가지고 식(4)와 같은 거리 함수를 정의할 수 있다.  $\Delta$ 의 도식적 표현이 Fig. 5에 나타나 있다.

$$\Delta(\theta) = |P_o(\theta) - P_w(\theta)|, \quad 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \quad (4)$$

이 식에서,  $P_o(\theta)$  : 외포둘레 폴리라인,  $P_w(\theta)$  : 허리단면 폴리라인

본 연구에서는 허리 라인과 외포 둘레 차가 두드러지게 증가하는 지점이 다트의 적합한 위치라 보고  $\Delta$ 의 2계 미분 값이 0이 되는 점을 찾아 적합한 다트 위치로 설정하였다. 다시 말해 정의된 거리 함수의 변곡점을 찾는 문제로 다트의 위치를 결정하였다.  $P_o(\theta)$ 와  $P_w(\theta)$ 는 폴리라인으로 정의되어 있으므로, 거리함수  $\Delta$ 는  $C^0$ 연속만을 보장한다. 따라서 최소 자승법(the least square)을 사용하여 거리함수  $\Delta$ 를 4차 다항 함수로 근사하였다. 이는 스커트의 패턴에는 일반적으로 앞, 뒤 각각 두 개의 다트를 잡을 수 있는데 4차로 근사하여 최대 2개의 변곡점을 구하기 위해서이다. Fig. 6은 실험 데이터에 대한 거리함수 값과 근사함수를 그래프로 나타낸 것이다. 근사함수의 변곡점을 구하기 위한 수치해법으로는 뉴턴 반복법을 사용하였다. 초기 값을  $0, \pi/2$ 로 각각 다르게 하여 두 번 해를 찾아 거리함수의 변곡점을 최대 2개까지 찾아내었다. Table 1에 찾아진 변곡점을 나타내었다. Fig. 7은 결정된 다트를 본 연구를 위해 제작한 소프트웨어에서 나타낸 것이다. Fig. 8은 결정된 다트 위치를 이용하여 각 단면의 선분을 2차원 평면위로 좌표 변환하여 얻은 패턴의 모습이다.

Table 1. Result of searching dart.

	Front pattern	Back pattern
1st dart position (degree)	5.319647E+001	2.681683E+001
2nd dart position (degree)	N/A	5.869241E+001

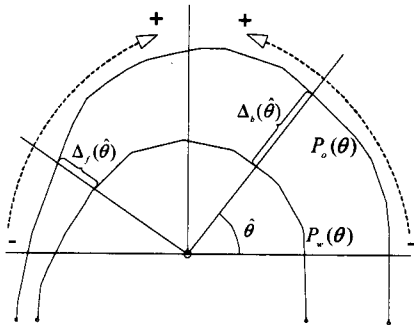


Fig. 5. Schematic of the distance function.

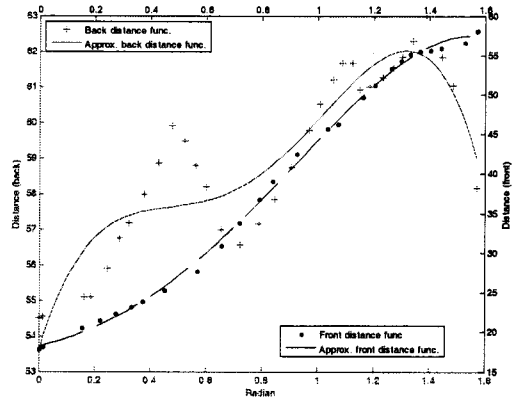


Fig. 6. Approximated distance function.

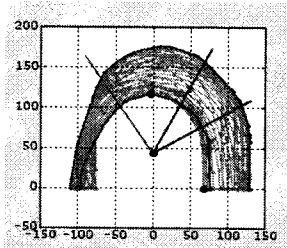


Fig. 7. Determined dart position.

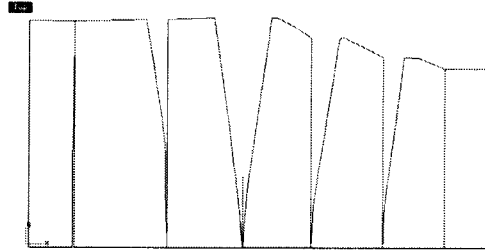


Fig. 8. Automatically generating patterns.

### 3. 결론

본 연구에서는 주어진 인체 표면의 위치 정보만을 사용하여 스커트 패턴을 생성하는 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방법은 통계적 추론법을 사용하지 않기 때문에 사전 데이터를 필요로 하지 않는다. 따라서, 프로그래밍 하기에 용이하고, 기존 캐드 시스템에 쉽게 적용될 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 인체 데이터를 해석적인 곡면 상태로 바꾸지 않고, 단면간의 기하학적인 정보만을 사용한다. 이러한 접근 방법은 곡면을 다루는 방법보다 연산이 복잡하지 않고 빠르며 수치해석 상의 오류도 줄일 수 있는 장점이 있다. 반면, 점의 위치 정보만을 사용하므로 보다 정밀한 기하학적 정보를 생성하지 못한다는 한계를 가지므로 곡면을 생성하는 방법 역시 차후 연구할 필요가 있을 것으로 생각된다.

감사의 글 : 본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-04) 지원으로 수행되었음.

### 5. 참고문헌

1. 김혜경의 공저, "피복인간공학 실험설계방법론", 교문사, 2001.
2. S. M. Kim and C. K. Park, *Fibers and Polymers*, 4(4), 169 (2003).
3. C. K. Park and D. H. Lee, *IJCST*, 8(5), 11 (1996).
4. 산업자원부 기술표준원, 제5차 한국인 인체치수 조사자료, 2005.
5. J. O'Rourke, "Computational Geometry in C", Cambridge University Press, New York, 2000.