

## 3차원 어페럴 카드 시스템 개발을 위한 의복 패턴 자동 제작에 관한 연구

김성민, 강태진

서울대학교 섬유고분자공학과

### 1. 서 론

지금까지 국내의 섬유 산업이 외국과 비교해서 어느 정도 경쟁력을 가질 수 있었던 것은 상대적으로 인건비가 선진국 수준에 비해 낮았고 양질의 기술인력을 보유하고 있었기 때문이다. 그러나 최근 국내 인건비가 상승되면서 고급 기능인력의 수요가 많은 의류산업의 경우 원가 상승으로 인한 제품의 가격 경쟁력 저하로 인해 많은 어려움을 겪게 되었다. 이러한 문제의 해결책으로서 제시되는 자동화는, 실용화되어 있는 부분도 상당히 있으나 대부분이 저가의 단순노동력이 필요한 작업이나 숙달된 기술자만이 사용할 수 있는 시스템에 치중되어 있어서 여전히 인력 대체 효과를 크게 보지 못하고 있다 [1,2]. 이를 해결하기 위해서는 고급 기술인력이 필요한 분야부터 자동화를 실현해야 효과를 볼 수 있을 것으로 사료되어 본 연구에서는 의복 기본 패턴 제작 공정을 목표로 선택하였다. 이 공정은 의복 생산공정의 시작이며 많은 기술이 필요한 것으로, 작업자의 숙련도 및 의복의 적합성 판정에 대한 주관적 견해 차이로 인해 많은 시행착오를 야기할 수도 있으므로 최근의 추세인 소량 다품종 생산에 있어 매우 중요한, 제품 개발 주기를 단축할 수 있는 중요한 단계이다. 본 연구에서는 이러한 일련의 공정 자동화를 위해 3차원 계측을 통해 얻어진 인체 데이터로부터 패턴 제도에 쓰이는 계측치를 빠르게 얻을 수 있도록 하였으며 또한 전형적인 의복 형상을 3차원 입체 계측법을 써서 재구성하고 이를 계측된 인체에 가장 잘 맞는 형태로 변형한 후 실제 생산에 사용할 직물의 물성을 고려하여 재단용 평면 패턴으로 변환시키는 시스템을 제작하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1. 3차원 인체 계측 데이터의 활용

본 연구에서는 기존의 측정방법을 대체하기 위해 3차원 인체 데이터로부터 인체 측정치를 얻어내는 방법을 고안하였는데, 주안점을 인체 측정자체가 아닌, 인체 데이터로부터 패턴을 제작하는 것에 두었던 관계로, 본격적인 비접촉 3차원 계측법을 사용하지는 않았으며 슬라이딩 게이지에 의해 계측된 인체의 20개의 횡단면 형상에 대해 화상 분석을 사용하여 원통좌표계 상에서 인체 모형을 재구성하였다. 이러한 인체 모형을 패턴 제작에 사용하기 위해서는 앞목점, 겨드랑이점, 유두점 등의 여러 특이점의 위치를 결정할 수 있어야 하는데, 이를 객관적이며 자동으로 측정하기 위해 본 연

구에서는 푸리에 변환(fourier transform)이라는 수학적 기법을 사용하였다.

또한, 특별한 경우를 제외하면 의복은 인체의 복잡한 굴곡을 따라가는 형태가 아닌 굴곡을 감싸는 convex한 구조를 가지고 있으므로 측정된 인체모형을 이러한 형태로 변환시킬 필요가 있다. Figure 1은 이렇게 convex하게 변형한 뒤 의복과의 형상 일치화를 위해 11개의 특이점을 찾은 인체 모형을 보이고 있다.

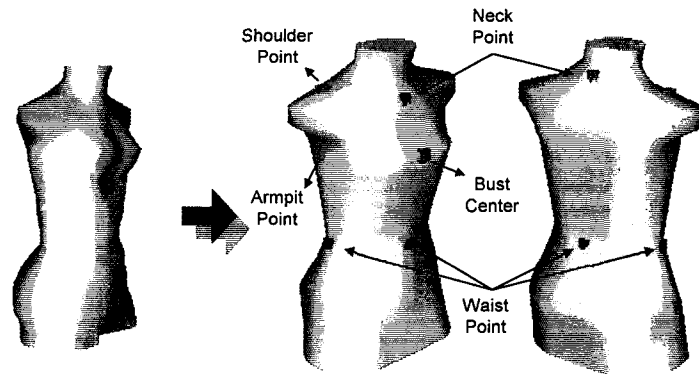


Figure 1. Special point detection after reformation of convex body model

## 2.2. 의복 형상의 3차원 입체 계측 및 재구성

인체 모형에서 직접 패턴을 얻어내는 기존의 방법으로는 소매나 스커트 이외의 복잡한 패턴을 만들기가 어렵다 [3, 4]. 따라서 본 연구에서는 제작하고자 하는 의복의 3차원 모형을 재구성한 후 이를 인체에 맞게 변형시킨 후 평면으로 전개하는 방법을 고안하였으며 우선 상대적으로 복잡한 형상을 갖는 여성복 상의를 대상으로 하였다. 본 연구에서는 인체 모형에 미리 격자를 표시한 후 이를 화상 분석 및 stereoscopy법을 써서 계측하여 각 격자 교차점의 위상적인 관계 및 절대적인 공간 좌표를 얻어냄으로써 패턴 전개 시에 활용할 수 있도록 하였으며 stereoscopy의 원리는 다음과 같다. 즉, 하나의 물체를 두 대의 카메라를 이용해서 약간의 시차를 두고 촬영하게 되면 다른 두개의 화상을 얻게 되는데 두 영상에서 서로 같은 위상적 관계에 있는 두 점을 써서 영상의 차이를 기하학적으로 해석하면 카메라 또는 소정의 기준면으로부터의 해당 점까지의 거리를 계산할 수 있다는 것이다. Stereoscopy는 원리는 매우 간단하지만 시차를 갖는 두 이미지 상에서 서로 같은 점을 결정하는 작업이 매우 어려운데, 본 연구에서는 모형 상에 미리 표시해둔 격자의 교차점을 목표점으로 사용하였다.

인체 모형의 이미지를 얻기 위해서는 640×480 해상도를 갖는 CCD 카메라를 이용하였으며 화상은 256단계의 회색값(gray scale)으로 변환되었다. 그런데 인체 모형을 촬영할 당시 조명 등에 의해 여러 종류의 노이즈가 개입되었기 때문에 Figure 3과 같은 여러 가지 단계의 image filtering 을 거쳐 모형 표면상의 격자만을 검출하도록 하였다 [5].

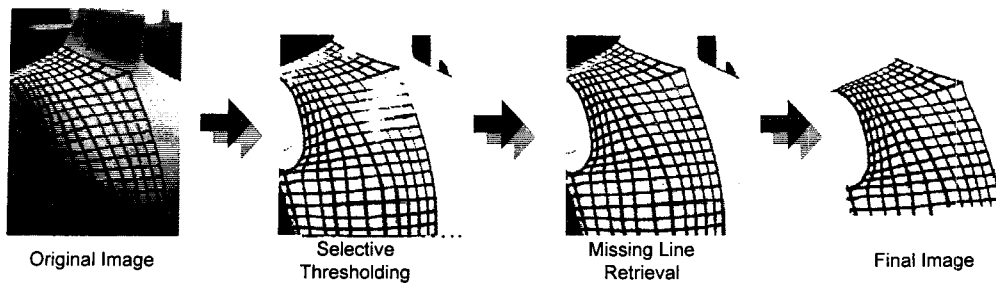


Figure 3. Image filtering processes for the detection of the marking lines

이렇게 얻어진 이미지로부터 좌표를 얻기 위해서는 격자선의 교차점들을 찾아내야 하는데 이미지의 선은 일정치 못한 두께를 갖고 있으므로 교차점 추출을 위해 skeletonization이라는 특별한 기법을 써서 이것을 1 pixel 의 두께를 갖는 세선(thin line)으로 만든 후 선이 서로 교차되는 점을 찾아 인접한 점들과의 연결상태를 따라 검색해가면서 4 step 만에 자기 자신으로 돌아오는 경로를 추적하여 반시계 방향으로 회전하는 4개의 절점(node)을 가지는 요소(element)들을 구성하여 stereoscopy의 기준으로 삼았다. 본 연구에서는 이와 같은 다양한 filtering 및 좌표 추출을 위한 여러 조작을 수행하며 다수의 3차원 형상들을 공간상에서 조합할 수 있게 하기 위한 3차원 계측 시스템을 개발하였으며 이를 통해 완성된 bodice 모형을 얻을 수 있었으며, 이러한 의복 모형에 인체상의 특이점과 대응되는 점들을 정의한 후 목선, 겨드랑이 둘레선 등의 의미 있는 boundary를 자동으로 검출해내어 인체 모형과의 shape matching에 사용할 수 있도록 하였다.

### 2.3. 의복 형상 조정 및 평면 패턴 제작 시스템의 개발

의복 형상을 인체에 가장 적합한 형상으로 조정하는 과정은 다음과 같다. 먼저 의복과 인체 모형을 공간상에 배치한 뒤 의복상의 모든 점이 인체 밖에 위치하도록 유지하면서 의복이 인체 모형의 표면에 밀착되어 가장 적합한 형상이 될 때까지 다음의 3단계 조작을 반복하는 것이다. 첫째는 의복의 수축으로, 초기에 인체와 어느 정도 간격을 가지고 있는 의복을 수축시킨 뒤 다시 모든 점을 인체 밖으로 배출하는 과정을 거치면서 의복을 인체에 밀착시키는 것이며, 둘째는 목선이나 겨드랑이 둘레와 같은 특정 곡선의 형태를 유지시키는 조작이며, 셋째는 위의 두 조작을 거치면서 색인 의복상의 크고 작은 굴곡을 완화시키는 Laplacian smoothing조작이다. Figure 4는 이러한 조작을 거친 의복에 일정한 여유분을 더해 얻은 최종적인 의복 형상을 보이고 있다.

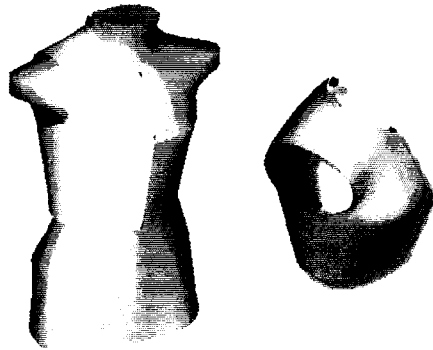


Figure 4. Final shaped garment with ease

이처럼 인체에 정확하게 맞는 의복 형상을 얻은 후 이를 의복 생산에 응용하기 위해서는 평면 패턴으로 전개하는 데는 지금까지 입체를 평면으로 전개하는 것에 대한 다른 분야의 연구와 달리 몇 가지 문제가 있다. 즉, 평면화를 위해서 지나치게 많은 절개선을 만든다면 뒤이은 재단 및 봉제 과정이 매우 힘들어질 수 있기 때문에 1~2개 정도의 절개선(dart)만을 가지도록 해야 하고 의복은 금속이나 종이와 같은 등방성의 연속체로 구성되는 것이 아니라 비등방성이며 shear deformation에 대한 저항이 비교적 적은 직물로 제작되기 때문에 평면 전개시에 이러한 직물의 성질을 고려하여야 한다는 것이다. 이러한 조건을 만족시키기 위해 본 연구에서는 dummy model의 표면을 8개의 구역으로 분할하여 각각의 구역경계선에 절개선을 만들 수 있도록 하였으며 직물의 modulus차이, shear에 대한 저항력의 차이 등을 평면패턴 전개과정에서 고려할 수 있게 하였다. Figure 5는 이러한 점을 고려한 각기 다른 절개선을 가지는 패턴의 예를 보이고 있다.

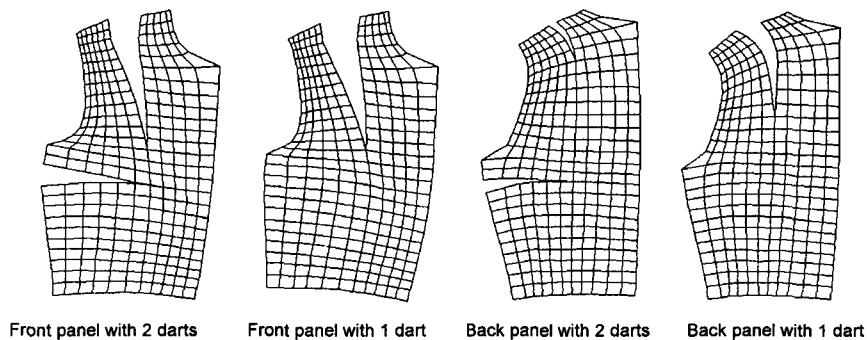


Figure 5. Examples of resulting patterns after rearrangement of dart lines

### 3. 결 론

본 연구에서는 지금까지 수작업에 의존해왔던 의복 기본 패턴의 제작을 자동화하기 위해 3차원 인체 계측자료의 활용 방법을 고안하였으며 입체 계측에 의한 의복 형상 재구성 시스템 그리고 인체에 잘 맞도록 조정된 의복 형상을 평면 패턴으로 전개시키는 시스템을 개발하였다. 어패럴 캐드 시스템을 대량 생산뿐만 아니라 맞춤 의복 생산에서도 보다 효율적인 도구로 발전시키기 위해서는 이러한 3차원적 자동 패턴제작은 필수적인 것이라 할 수 있겠다. 앞으로 인체 측정에 레이저측정 등을 이용한 비접촉 계측 법이 활용되고, 다양한 형태의 의복형상 및 직물의 물성을 반영하는 인자의 데이터베이스화가 및 기존의 관능검사에 의존하고 있는 의복형태의 인체 적합성 판정에 대한 자동적이고 객관적인 기준에 대한 연구가 더 이루어진다면 공정 자동화에 의해 의류산업은 향후 계속될 다품종 소량생산 및 주문형 생산 체제에 신속하게 대처할 수 있는 경쟁력을 가질 수 있게 될 것으로 기대된다.

### 4. 참 고 문 헌

1. S. Shin, *Journal of the Korean Fiber Society*, 33(6), pp 544-554, (1996)
2. B. J. Collier and J. R. Collier, *Clothing and Textile Research Journal*, 8(3), pp 7-12, (1990)
3. F. Heisey, P. Brown, and R. F. Johnson, *Textile Research Journal*, pp 690-696, (1990)
4. B. K. Hinds, J. McCartney, C. Hadden, and J. Diamond, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 4(4), pp 6-14, (1992)
5. R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing Company, (1993)