

## 의류·패션산업에서의 3차원 및 디지털 응용기술의 현황

박창규

건국대학교 공과대학 섬유공학과

### Application of Human Body Measurement Technology in Clothing and Fashion Industry

Chang Kyu Park

Dept. of Textile Engineering, Konkuk University

#### 1. 서론

의류산업에서 2차원 컴퓨터 기하학(computer geometry)과 컴퓨터 그래픽스(computer graphics), 수치제어(NC; numerical control) 등을 응용한 CAD/CAM 기술은 이미 성숙되어, 소재나 의류·패션제품의 디자인(illustration), 텍스처 매핑(texture mapping)을 이용한 2.5차원의 가상착용 등을 수행하는 Textile Design CAD 시스템과 Pattern Making, Grading, Marking, Cutting 등을 수행하는 Apparel CAD에 적용되어 성공적으로 사용되어 왔다. 이런 기술의 개발을 통하여 기존의 수작업에 의존하던 작업의 상당부분이 자동화되고 객관화 될 수 있었으며, 그 결과 CAD 시스템에 의해 처리됨으로써 작업의 일관성 뿐 아니라 자료의 공유라는 측면에서 생산 방식에 많은 변화를 가져올 수 있었다.

이러한 기술 바탕 위에 최근 들어 3차원 인체 스캐너의 상용화, 3차원 인체 바디 모델의 표현 기법의 개발, 3차원 인체계측, 3차원 가상 드레이핑 알고리즘, 3차원 패턴 등이 개발되고, 이들 기술이 웹기반 응용 기술이나 정보통신 기술 등에 접목되면서 본격적으로 3차원과 디지털 기술의 패션산업에의 적용이 가시화 되고 있는 추세이다. 이 분야는 이제 PDM(product data management)이나 CIM(computer integrated manufacturing)과 맞물려 패션제품의 고급화와 수요자의 다양한 취향을 고려한 개성화의 흐름에

부합하도록 시스템이 개발되는 현재의 빠른 시장 사이클에 맞춘 생산 방식과도 부합한다. 이에 본 지에서는 3차원 측정 및 계측, 그리고 3차원 인체 표현 기술, 3차원 드레이핑 시뮬레이션 기법에 대하여 이들의 기술 수준과 현재까지의 상용화 시스템에 대하여 그간의 분석된 자료와 중소 기업청에서 시행한 신기술아이디어 사업화 타당성 평가사업의 최종보고서(기술명: '3차원 가상 착의 시뮬레이션 소프트웨어')(1)를 참고하여 간단하게 정리해보고자 한다.

#### 2. 3차원 인체 스캔 및 계측시스템

3차원 인체 스캔 시스템은 이미 국내를 비롯하여 상당수의 시스템이 개발 및 상용화되어 보급 중에 있다. 아직까지는 스캐너 자체의 완성도에 비해 그 응용 시장이 형성되어 있지 않으므로 현재는 그 시장이 그리 크지 않지만, 의류·패션시장에의 적용을 눈앞에 두고 있어 향후 기존의 2차원 Textile/Apparel CAD/CAM 시스템이 의류·패션산업에 미쳤던 큰 영향에 못잖은 시장을 점유할 것으로 보인다.

전통적인 3차원 계측방법으로 접촉식(touch probe) 측정장치가 있으며, 최근 들어 비접촉식인 모와레 스캐너(Moire scanner), 광학(optical) 혹은 레이저(laser) 스캐너, 그리고 음향(acoustic or ultrasonic) 등을 이용한 방식들이 널리 이용되고 있다(2). 이들 장치를 이용하면 3차원 인체나 객체의 디지털 계측 데이터를 얻을 수 있으며,

실이나 천의 3차원 표면, 의류나 각종 산업용 섬유제품의 외관 등의 정확한 데이터를 측정할 수 있다.

현재 3차원 인체 데이터의 관리를 위해서는 표준화된 데이터 양식인 ASCII 타입의 iv 형식의 데이터를 읽을 수 있어야 하며, 정렬과 불필요 부분 자르기 기능을 이용해서 스캔 된 데이터를 수정할 수 있다. 3차원 데이터 분석을 위하여 인체 데이터로부터 특정 단면의 형상을 추출할 수 있고, Circular-Fitting 등을 이용해서 데이터를 필터링 할 수 있다(3). 국내에서는 K&I Technology사(4)에 의하여 'Gauss 그림 1' 란 제품명으로 3차원 인체 스캐너가 개발되어 상용화 된 바 있다. [표 1]에 현재까지 상용화 된 3차원 바디 스캐너의 사양을 비교하였다.

3차원 바디 스캔 데이터로부터 인체를 재측하는 방법에는 우선 3차원 인체모형에 수동으로 입력되거나 반자동/자동으로 인식된 계측점(landmark)들의 3차원 내의 위치 정보로부터 각종 길이, 둘레, 직선거리, 표면거리 등을 계측할 수 있다. 현재 스캐너 제작업체는 이러한 기능을 가지고 있는 별도의 소프트웨어를 각각 장착하고 있으며, 국내의 경우 아이너스기술[5]의 RapidForm과 디엔엠테크놀로지[6]의 NARCIS-BM 등이 시판되고 있다. 특히 이 분야의 국내 기술 수준은 최고 수준으로 이미 스캐너 제작업체로 역수출되고 있는 실정이다. [그림 2]에 (주)디엔엠테크놀로지의 인체 계측 화면을 보이고 있다.



그림 1 Gauss의 스캔 모습

### 3. 3차원 인체 모델 시스템

'인체 바디 모델 생성'에 대한 기술은 다음의 [표 2]의 내용과 같이 분류할 수 있다.

또한 인체의 바디를 표현하기 위한 기술은 '3차원 스캐너를 이용하는 기술', '캡처(capture)된 사진을 이용하는 방법', 'NURBS 등을 이용하여 표면만을 생성하는 기술', '근육 등을 다층으로 생성하는 기술', '실제로 측정한 결과를 이용하는 기술' 등으로 분류할 수 있다.

'3차원 스캐너를 이용하는 기술'은 현재 의류 · 패션산업에서 가장 널리 쓰이고 있는 방법으로 이 기술에서 중요한 것은 스캐닝 결과로 얻어지는 수많은 메쉬(mesh) 데이터를 실제로 사용할만한 수준으로 간략화 하는 것이다. 이와 더불어 측정의 오차인 잡음을 어떻게 제거하는가도 중요한 문제이다. 그리고 3차원 스캐너의 스캔이 제대로 이루어지지 못하는 머리 끝부분이나 발바닥과 같이 신체의 끝 부분

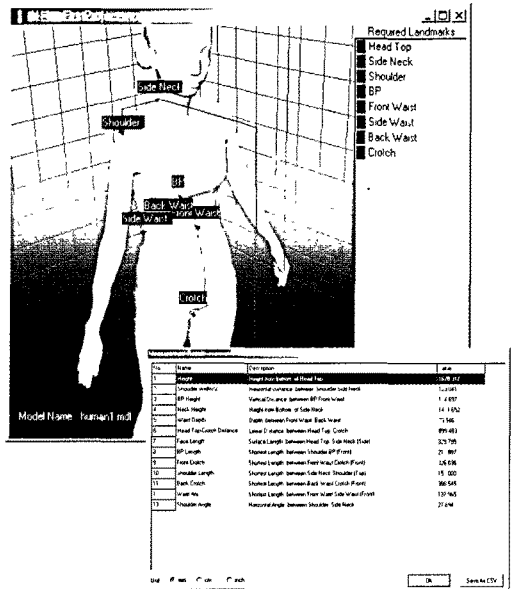


그림 2. 3차원 인체계측

표 1. 3차원 바디 스캐너의 사양 비교

Scanner Model	214s	WR4	Ramis	Woman 100/120s	BL C4548	Symcad	TriForm	Gauss
Developer	ICP	Cyberware	Topcon	NEC	Harris	metals	Tamag	Wires & Wilson
Country of origin	USA	USA	Germany	Japan	Japan	France	UK	Korea
Optical method	Structure light	Laser	Laser	Laser	Wires-ref	Structure light	Structure light	Laser
No. of projector	6	4	4	4	6	8	2	8
Body size (mm)	33*38*24	38*39*28	20*28*11	18*16*18	17*26*16	31*24*16	23*24*15	13*28*26
scan time(sec)	8	17	1-2	8*view	16	1/25	10	20/30
Process time(sec)	4s	30	30	30*view	30	30	240	30
Accuracy	±0.07mm	5mm	0.5-3mm	0.20%	0.10%	2mm	2mm	2mm
Assessment of measurement	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Price	2.0k	300-400k	2.0k	30k	150k	200k	150k	

표 2. 인체 바디 모델 생성 및 변형에 대한 연구

대분류	중분류	소분류	원천
인체 바디의 모델링 및 형체 변형	자유 변형 기법	자유변형(FFD) 기법	[7]
		제어 격자 기법	[8]
	예제 기반 기법	FFD와 동역학	[9]
		포즈 공간 변형 기법	[15]
	물리 기반 기법	레이저 스캔과 보강	[10]
		물리기반 동적 시뮬레이션	[11, 12, 13]
		물리기반 연결체 시뮬레이션	[14]

에는 메쉬가 제대로 생성되지 못하고 구멍이 뚫어지는 현상이 발생하는데 이를 채울 수 있는 기술의 개발이 중요하다. [그림 3]에 그 예를 보이고 있다.

‘캡처 된 사진을 이용하는 방법’은 컴퓨터 비전 기술을 이용하는 것인데, 3차원 스캐너를 이용하는 것에 대하여 정밀도는 떨어지지만 옷을 입은 상태에서도 바디 생성이 가능하다는 측면에서 사용이 간편하다는 큰 장점이 있다. ‘NURBS 등을 이용하여 표면을 생성하는 기술’은 ‘SGI’의 ‘Maya’, ‘Microsoft’의 ‘SoftImage’, ‘AutoDesk’의 ‘3D Max’ 등을 비롯한 많은 3차원 컴퓨터 그래픽스 프로그램에서 채택하고 있는 방법이다. ‘근육 등을 다층으로 생성하는 기술’은

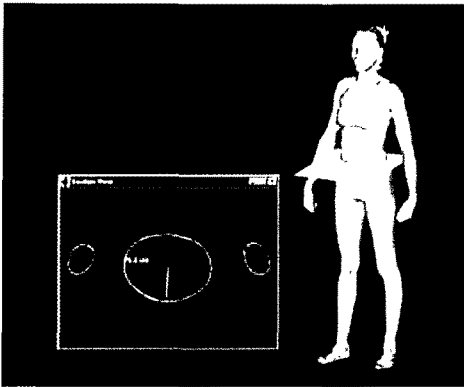


그림 3. 3차원 스캐너를 이용한 인체 표현

인체의 뼈, 근육, 피부 등을 실제로 모두 다 고려하여 모델링 하는 기술로 인체 바디 모델의 애니메이션까지 고려할 경우에는 바람직한 방향으로 평가할 수 있지만, 구현이 어렵고 상당히 복잡한 계산을 요구한다는 단점이 존재한다. 또한 ‘실제로 측정된 결과를 이용하는 기술’은 일부 웹 사이트에서 사용되고 있는데, 얼굴형, 체형 등의 각 요소를 사용자가 선택해서 마치 몽타주를 만드는 것과 유사한 형태로 3차원 인체를 구현하는 방식으로 매우 쉽고 간편하지만 이를 의류·패션산업에 적용하기는 다소 무리가 있다.

#### 4. 의류·패션제품의 3차원 시뮬레이션과 가상착용 기술

의류·패션제품을 시뮬레이션할 때에는 엄청난 양의 계산복잡도가 요구된다. 따라서 알고리즘의 실행속도가 실제적인 면에서 볼 때 아주 중요하게 대두된다. Baraff와 Witkin이 제안한 반암시적(Semi-Implicit) 적분법(16)은 계산과정을 줄이고 안정성을 증대시켜 의상 애니메이션의 시각적 효과를 크게 향상 시켰으며, 이후 관련 연구가 진보하는 가운데 최근에 Choi와 Ko(17)는 사실적이고 처리속도가 향상된 주름을 만들어 낸 바 있다. [그림 4]는 Choi와 Ko의 연구 결과이다.

한편 의복간 혹은 의복-인체간 충돌(collision) 처리는



그림 4 Choi와 Ko의 3차원 시뮬레이션

의복 및 패션제품의 시뮬레이션에 있어서 매우 중요한 요소이다. 복잡한 시뮬레이션할 때 전체 계산 시간의 70% 이상이 충돌 처리를 하는 데에 사용된다. [그림 5]는 Bridson 등의 충돌을 고려한 연구결과이다(18).

섬유나 의복공학적인 접근 방식을 이용하면 컴퓨터 그래픽스 기법과는 약간 차별화 된다. 이러한 방법을 이용하며, 원부자재의 특성과 2차원 평면패턴 정보와 재봉 정보로부터 원하는 3차원 착용대상에 실제 의복이나 제품을 착용해 볼 수 있다. 이때 원단의 소재특성에 따라 의복의 실루엣을 검토해 볼 수 있으며, 특정부위에서 일어나는 착용상태, 착용시 원단이 부위별로 받고 있는 변형량, 의복압 등을 확인 할 수 있다. 또한 착용시 시뮬레이션 결과는 모두 3차원 기반의 데이터이므로 부위별 인체와 의복사이의 공간을 단면 형상으로 확인 할 수도 있다(19, 20). [그림 6]에 국내 (주)디엔엠테크놀로지(6)의 NARCIS 시스템의 가상착용을 보이고 있다.

현재 학계에서 가장 주목받고 있는 연구 그룹으로는 'Nadia M.-Thalmann'이 이끌고 있는 스위스 '제노바 대학'의 'MIRALab'(21)을 들 수 있는데, 이 연구소에서는 '3차원 가상 착의 시뮬레이션'을 위한 모든 분야의 기술, 즉 '인체

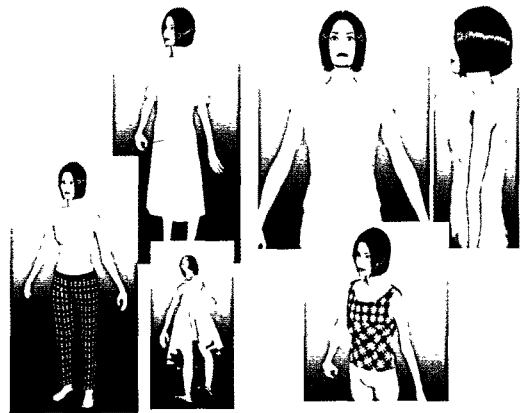


그림 6 NARCIS의 가상착용 시스템

바디 모델 생성', '패턴을 이용한 의복 디자인', 그리고 '착의 시뮬레이션'을 종합적으로 연구하고 있다. 그리고 '의복 애니메이션'과 '사실적인 의복 렌더링'에 있어서 최고의 기술을 보유한 곳으로는 미국의 '스탠포드 대학'을 들 수 있다(18). 국내의 경우 기술적 수준은 이미 세계적으로도 충분히 경쟁력을 갖추고 있는데, 우선 컴퓨터 그래픽 분야로 접근하고 있는 '서울대학교'의 '그래픽스 및 미디어 시스템 연구실'(22)에서도 '의복 애니메이션' 분야에서 주목할 만한 기술적 성과를 보여주고 있으며, 또한 섬유공학을 기반으로 두고 있는 건국대학교와 전남대학교가 연합한 '디지털 패션기술 연구팀'이 의류 및 패션산업체에 도입 가능한 시스템 개발을 주도하고 있다(3, 19-20). 또한 일본의 신슈대학의 감성공학부(23)에서 이끌고 있는 연구팀도 일본 내 산업계의 지원을 받아 활발한 연구를 하고 있다.

'Apparel CAD' 분야에서 보면, 'Lectra', 'Investromica', 그리고 'Gerber' 등을 들 수 있는데, 최근에 세계적인 선도 연구 그룹들과 제휴하여 기술을 개발하고 있는 'E-Tailor'도 상당히 주목할 만한 기능을 가지고 있다(24). 일본의 경우 신슈대학과 제휴한 Digital Fashion(25)와 Technoa(26) 등에서 선보인 시스템들도 상당한 수준을 보이고 있다. 국내의 경우 디엔엠테크놀로지(6)의 'NARCIS'가 독창적인 3차원 Apparel CAD 시스템과 웹기반 각종 솔루션을 상용화하여 보급하고 있으며, 이밖에도 국내의 'Richpeace'(27), 그리고 체코의 'PDA-Tailor'(28)를 들 수 있다. 주목할 만한 것은 국내에서 선보인 시스템들이 기술적으로는 외국 제품에 비해 전혀 손색이 없으며, 오히려 앞선 부분도 있다는 점이다. 이들 프로그램들의 종류와 구분은 다음의 [표 3]을 참조하면 된다.

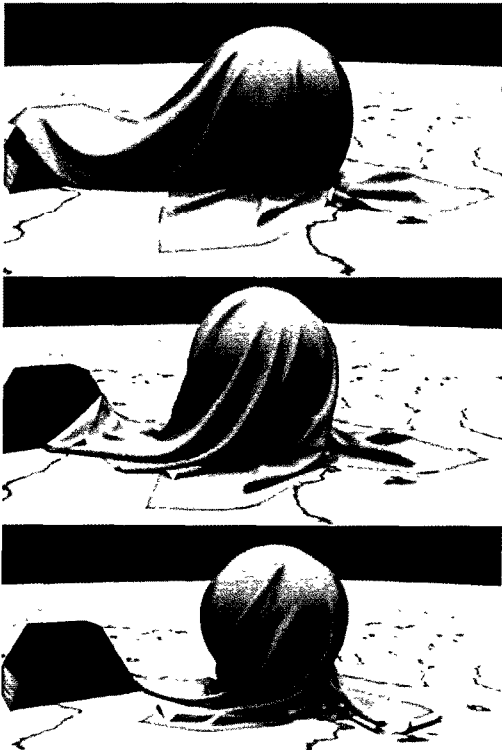


그림 5. Bridson 등의 연구 결과

표 3. '3차원 의복 시뮬레이션' 프로그램들의 종류와 구분

엔진 프로그램	활용 소프트웨어	구분
DressingSim	Investronica 3D Fashion Builder	CAD
Browzwear V-Stitcher	Free Borders	CAD
Asahi APDS-3D	Gerber Technology	CAD
Haute Couture 3D Studio	PAD Systems	CAD
Cloth Reyes	3D Max	Computer Animation
SimCloth	3D Max	Computer Animation
Stutch	3D Max	Computer Animation
DressingSim	3D Max	Computer Animation
Dressing Sim	Maya	Computer Animation
Poser	Maya	Computer Animation
Maya Cloth	Maya	Computer Animation
Animation Master	Maya	Computer Animation
Cloth Extreme	Maya	Computer Animation
SoftImage Cloth	SoftImage	Computer Animation
Runaway	Optitex	CAD
NARCIS	Stand Alone	CAD

### 5. 결 론

향후 3차원과 디지털 기술이 접목된 의류·패션산업은 많은 변화를 야기할 것이다. 미래형 의류·패션산업에서 소비자는 3차원 인체 스캔 데이터와 이를 통한 개인의 의류·패션제품 제작을 위한 3차원 인체(parametric body)나 더미(dummy), 그리고 자동계측에 의한 개인의 정밀 인체 데이터를 보유하게 되며, 이를 이용하여 2차원 디지털 평면 패턴으로 원단의 물성치(신도, 강성 등)를 감안하여 가상착의를 하고, 나아가서는 3차원 인체를 의복형태(예: 자켓, 치마, 바지 등)로 적용하여 3차원 의복의 패턴을 자동 생성할 수 있게 된다.

이러한 3차원과 디지털 기술의 패션산업에의 적용은 대량 맞춤형 의류·패션제품과 Made-to-Measure (MTM)형 의류·패션제품 산업을 크게 향상시키는 기폭제가 될 것으로 보이며, 이는 추후 3차원 Avatar, 3차원 게임, 애니메이션 등에도 적용될 것이다.

### 참 고 문 헌

1. 3차원 가상 착의 시뮬레이션 소프트웨어, 중소기업청에서 시행한 신기술아이디어 사업화 타당성 평가사업의 최종보고서 (2003).

2. 최상현, 박창규, 이대훈. (2001). *섬유기술과 산업*, 5(1/2), 63.

3. 박창규, 김성민. (2004). *섬유기술과 산업*, 8(1), 30.

4. <http://www.knitech.co.kr>

5. <http://www.rapidform.co.kr>

6. <http://www.dnmco.com>

7. Sederberg, T. W., & Parry, S. R.(1986). *Computer Graphics*, 20(4), 151.

8. MacCracken, R., & Joy, K. I. (1996). *In Proceedings of SIGGRAPH*.

9. Faloutsos, P. et al., (1997). *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 3(3), 201.

10. Allen, B. et al., (2002). *In Proceedings of SIGGRAPH*.

11. James, D. L., & Pai, D. K. (1999). *In Proceedings of SIGGRAPH*.

12. Terzopoulos, D. & Fleischer, K. (1988). *In Proceedings of SIGGRAPH*

13. Terzopoulos, D. et al. (1987). *Computer Graphics*, 21(4), 205.

14. Capell S. et al. (2002). *In Proceedings of SIGGRAPH*.

15. Lewis J. P. et al. (2000). *In Proceedings of SIGGRAPH*.

16. Baraff, D. & Witkin, A. (1998). *In Proceedings of SIGGRAPH*.

17. Choi, K. J. et al. (2002). *In Proceedings of the 29th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, 21(3).

18. Bridson, R. et al. (2002). *In Proceedings of the 29th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, 21(3).

19. Kim, S. & Park, C. K. (2003). *Fibers and Polymers*, 4(4), 169

20. Kim, S. & Park, C. K. (2004). *Fibers and Polymers*, 5(1), 12.

21. <http://miralabwww.unige.ch/>

22. <http://graphics.snu.ac.kr/>

23. <http://www.ke.shinshu-u.ac.jp/default.html>

24. <http://www.atc.gr/e-tailor/>

25. <http://www.dressingsim.com/>

26. <http://www.i-designer-web.com/>

27. <http://www.candf.co.kr/richpeace/tp.htm>

28. [http://www.classicad.cz/en/garment\\_en.htm#PDSTailor](http://www.classicad.cz/en/garment_en.htm#PDSTailor)

### 박 창 규

서울대학교 섬유공학과(학사, 석사)  
 서울대학교 섬유공학과(석사)  
 서울대학교 섬유고분자공학과(박사)  
 한국생산기술연구원(선임연구원)  
 Georgia Institute of Technology(Visiting Scholar)  
 전남대학교 섬유공학과 조교수  
 현재 건국대학교 섬유공학과 조교수