



# 3차원 및 가상공간 기술을 이용한 디지털 패션섬유제품

박창규, 김성민\*

건국대학교 섬유공학과, \*전남대학교 응용화학공학부

## 1. 서론

최근의 정보통신(IT; information technology)과 마이크로프로세서(microprocessor) 기술의 급속한 발달은 생활과 문화뿐만 아니라 산업 전반에 걸쳐 많은 변화를 예고하고 있으며, 특히 디지털(digital) 기술의 발전은 섬유·패션 산업 분야에도 혁신을 가져와, 3차원 기술과 가상공간(virtual space) 혹은 가상현실(virtual reality) 응용시스템을 활용한 상품기획과 생산 및 소비가 가능해지고 있으며, 이러한 혁신에 따라 섬유·패션 산업은 생산자 중심의 산업에서 벗어나 소비자 중심의 산업으로 변화되어가고 있다.

디지털 기술을 이용한 패션섬유제품의 개발은 향후 미래 섬유·패션 산업의 핵심이 되는 첨단 디지털 기술을 섬유·패션 산업에 적용함으로써 MTM(made-to-measure)형 의류를 포함한 소비자 중심의 패션제품을 개발하여, 고부가가치 패션 및 의류제품의 생산과 공정혁신 등을 실현할 수 있다. MTM형 의복이란 자동으로 측정된 개인의 3차원 인체치수 데이터로부터 만들어진 3차원 인체모형을 이용하여 디지털화된 패턴공정과 가상착용 등의 공정을 거쳐 만들어진 맞춤형 의복을 뜻한다. 이러한 변화에 따라 패션섬유 제품이 지니는 부가가치의 구심점은 소비자 개개인의 개성과 체형에 맞는 대량 맞춤형 고품질 의류 중심으로 급격히 바뀌고 있으며, 이를 위한 주요 요소 기술들인 MTM형 의복

제조기술, 의류 상품기획을 지원하는 양방향 정보 시스템 및 협업시스템과 가상전시, 가상판매, 가상착용 등의 전자상거래시스템 등은 미래 섬유패션산업에 있어 중요한 역할을 수행하게 될 것으로 전망되고 있다. 또한 이를 위해서는 지식화된 디지털 방식의 품질관리(QC; quality control) 시스템이 필요하며, 이를 지원하는 공정 및 품질의 디지털 계측, 지능형 공정 제어 및 관리 기술, 디지털 감성평가 센서 및 시스템의 개발은 매우 중요한 과제로 대두될 것으로 예상된다[1,2,3].

소프트웨어 측면에서 보면, 우선 가장 화두가 되고 있는 기술이 3차원 응용기술이다. 이는 수치해석 및 근사기술, 기하학적 모델링 기술, 컴퓨터 그래픽스 기술, 컴퓨터 비전 기술 등의 첨단 기법과 개인용 컴퓨터의 성능이 급속히 발전하면서 인체, 의복 등을 3차원으로 표현하는 방법이 가능해 지게 되었다. 특히 디지털 기술을 이용한 패션섬유제품의 핵심이 되는 차세대 어패럴 CAD/CAM은 기존의 어패럴 CAD/CAM이 갖는 기능인 어패럴 CAD/CAM은 패턴 메이킹, 그레이딩(grading), 마킹(marking), 자동재단 등의 기본 기능에 3차원 응용기술, 가상 현실 응용기술, 인공지능 응용기술, 제품데이터 관리(PDM; product data management) 구현기술 등이 추가로 적용된 것을 의미한다. 차세대 어패럴 CAD/CAM의 실현은 컴퓨터 그래픽스 기술, 프로그래밍 기술, 정보통신 기술 등의 소프트웨어 기술의 발달과 더불어 센서나 마이크로프로세서

등의 하드웨어의 급속한 발달로 가능하게 되었으며, 이를 어떻게 적용하는가는 어패럴 산업 분야의 차세대 화두로 떠오르고 있다[4,5,6].

따라서 본지에서는 현재까지 전 세계적으로 연구되거나 상업화된 3차원과 가상공간 기술의 응용 시스템을 소개하고 향후 발전 전망을 논의하고자 한다.

## 2. 현황

### 2.1. 기술현황

현재 선진 각국들의 디지털 기술을 활용한 패션 섬유제품에 관한 연구는 최근 들어 급속하게 추진되고 있는 실정이다. 1980년대 초 어패럴 CAD/CAM 시스템의 상용화가 본격적으로 이루어지면서, 세계 각국의 어패럴 제조자들은 서둘러 어패럴 CAD/CAM 시스템을 도입하여, 디자인, 패턴, 그레이딩, 마킹 등의 준비공정을 디지털 공정으로 전환하기 시작하였으며, 이러한 준비공정의 디지털 데이터들은 연단기, 재단기 등의 CAM에 적용되어 사무 및 공장 자동화 및 정보화가 가능하게 되었다. 이미 국내뿐만 아니라 선진 각국의 섬유·패션 산업에서 생산자 관점에서의 업무 디지털화는 상당수준 진행이 완료된 상태이다. 이러한 기존의 시스템들은 2000년대 초반까지 도입되기 시작하여, 현재 2차원을 기반으로 하는 어패럴 CAD/CAM 시스템은 개도국을 제외하고는 거의 포화상태에 이르게 되었다.

그럼에도 불구하고 최근 들어, 인터넷이나 모바일폰(mobile phone) 등을 이용한 정보통신의 발달과 정보기기의 발달로 인한 패러다임(paradigm)의 변화는 섬유·패션 산업을 생산자 위주의 디지털 시스템에서 소비자 위주의 시스템으로 바꾸기 위한 새로운 수요를 창출하고 있으며, 더욱이 다품종 소량 생산, 단주기화, 소비자의 개성 등이 중요해 지는 시점에서의 패션섬유제품은 새로운 디지털 기술이나 정보통신 기술 등이 활용된 발달된 시스템을 필요로 하게 되었다.

따라서 1980년대부터 학술적으로 연구되어오기

시작한 디지털 기술을 응용한 패션섬유제품에 관한 연구는 1990년대에 들어 적극적으로 가속화되기 시작하였으며, 국가적 지원과 함께 기존의 시스템 공급업자들은 서둘러 새로운 기능이 장착된 시스템의 개발에 착수하기 시작하였다. 이러한 섬유·패션 산업에서의 디지털 기술을 응용한 선진 각국의 연구를 살펴보면 다음과 같다.

우선 미국, 일본, 유럽 등 섬유패션산업의 선진국의 범국가적인 연구개발 정책을 살펴보면, 미국의 경우 DAMA(demand activated manufacturing architecture: 실수요대응형생산시스템) 프로젝트를 미국 에너지성(DOE)이 로스아라모스 브루크헤븐 등 10여 개의 정부직할 연구소와 섬유관련 연구기관, 그리고 듀폰과 밀리켄사 등 150개 기업이 공동으로 AMTEX(미국섬유제조업공동체)를 설립하여 93년부터 연간 총예산(5,000만 달러)의 절반을 에너지성이 부담하여 추진하고 있다. 본 개발사업과 관련된 DAMA 프로젝트의 주사업에는 섬유의 자동검사, 시스템분석 및 시뮬레이션의 통합화, 정보통신인프라, 섬유산업의 모델링화, 재단·봉제센서기술, 3차원 자동봉제, 수요기동형 생산시스템 구축(QR화), 컴퓨터지원 직물 평가 시스템개발 등이 포함되어 있다. 또한 1992년 상무부 예산을 재원으로 NTC(National Textile Center)를 설립하여, 미국 내 섬유공학 전공 학과가 연구 주체가 되어 섬유소재 뿐만 아니라 QR 시스템 등에 관한 연구를 수행하고 있다[7].

일본정부는 섬유산업의 구조고도화 정책의 일환으로 일본의 21세기 섬유산업의 비전과 신섬유 비전 사업을 통하여 섬유소재의 고기능화, 차별화를 목표로 소재 첨단화를 추진하는 동시에 새로운 섬유소재개발과 용도의 다양화를 추진하고 아울러 동경 컬렉션을 통해 일본 섬유제품의 국제화 고급화를 꾀하고 있다. 이러한 산학관 협동사업으로 촉감 발현기구 해명, 인체데이터 척도화와 쾌적한 의복 설계에의 응용, virtual/augment reality를 응용한 인물 및 복장 표현방식의 개발, 의복 착용감 평가시스템, 정보수집 의류의 개발, 인텔리전트 어패럴 CAD

개발과 고속 네트워크에 의한 생산, 유통, 소비 시스템에의 응용 등의 기술개발을 적극 추진하고 있다. 1998년 Advanced Fiber/Textile Center of Excellency를 설립하여 섬유산업 부흥을 위한 기반 조성에 힘쓰고 있다[8].

유럽의 경우 연합체 형식의 체제로 공동 프로젝트를 지원하고 있다. 공동 의류섬유연합기관인 EURTEX(European Apparel and Textile Organization)를 중심으로 IST(Information Society Technology) 자금을 조성하여 'New IST Project in 2000'를 수행 중에 있으며[9], 디지털 관련 기술로는 'e-Tailor'의 대과제에 'Integration of 3D Body Measurement'와 'Advanced CAD and E-Commerce Technologies in the European Fashion Industry', 'Virtual Retailing of Made-to-Measure Garments', 'European Sizing Information Infrastructure' 등의 세부과제를 수행하고 있다. 이를 위하여 EURATEX 외에도 Hohenstein 연구소(독), Aachen Technology Center(독) 등의 연구소와 Nottingham Trent University-Computer Clothing Research(영), University of Geneva Miralab(스위스) 등의 대학과 Lectra사(프), Investronica사(스페인), Otto Versand(독), Telmat Industries(프) 등의 어패럴, CAD/CAM, 유통 업체들이 공동으로 참여하고 있다. 이밖에도 'FASONME-Fashion Shopping with Individualized Avatars', 'e-T Cluster-Developing Common Standards for the Integration of 3D Body Measurement, Advanced CAD, and Personalized Avatars in the European Fashion Industry', 'CREATIV-Commercial Retrieval for Fabrics and Design Patterns in Virtual Structures', 'CUTTING EDGE-Customized Clothing Tool for the Digitalization of the Textile Supply Chain' 등의 대형 프로젝트가 수행 중에 있다. 또한 영국의 Leeds 대학과 Bradford 대학을 중심으로 한 지능형 재봉기의 개발, 독일 IFN(Institute fur Nahtechnik)을 중심으로 한 로봇을 이용한 3차원 봉제기계 개발, 봉제공정관리 및 품질관리, 공정 자동화 등에

특화된 연구가 진행되고 있다. 스웨덴의 경우도 IFP(The Swedish Institute of Fibre and Polymer Tech.) 국립 연구소를 중심으로 디지털 기술의 적용을 핵심으로 하는 STRAP 프로젝트를 정부주도로 추진하고 있다[10].

이밖에 포르투갈의 Minho 대학, 신사복의 주원료인 양모를 생산하고 있는 남아프리카 공화국의 CSIR(Council for Scientific and Industrial Research), 호주의 CSIRO(Scientific and industrial research for Australia), 뉴질랜드의 WRONZ(Wool Research Organization of New Zealand) 등도 디지털 기술의 활용에 대한 연구가 진행 중이다[10].

기업단위로는 최근 이탈리아의 베네통사, 미국의 리바이스사 등과 같은 세계의 섬유·패션기업들은 소득수준의 향상과 생활패턴의 변화에 따른 소비자 욕구의 다양화, 고급화와 함께 빨라지는 유행주기에 맞춰, 기획, 생산, 판매단계의 네트워크를 통하여 신속대응시스템(QRS; quick response system), 품질관리시스템, 제품 데이터관리 시스템 등의 거시적 디지털 시스템을 구축하고 있으며, 모든 과정의 데이터를 디지털화 하는데 초점을 맞추고 있다[11]. 이러한 기업들은 유틸 패션·의류의 CAD/CAM 회사(Lectra사, Gerber사, Asahi사, OptiTex사, Toyobo사, Brownsweat사 등)와의 협력을 중심으로 연구단계의 개발을 추진하고 있으며, 일부회사에서는 상품화를 부분적으로 완료하였다. 또한 이러한 CAD사와 연계된(소유 지분, 제휴 관계 등) 기업체에서 제품을 개발하여 각종 전시회에 출품하고 있으나, 상업적으로 의미 있는 제품은 아직 개발되지 않은 상황이다. 학교나 연구소에서는 스위스의 MIRA Lab.이나 독일의 Dresden 대학 등에서 이와 비슷한 형태의 개발 논문이 발표되고 있으나 제품화된 것은 없다. 또한 일부 상용화된 모듈들은 대부분 드레이프 시뮬레이션에 초점을 맞추고 있으며 3차원 패턴 생성에 대한 제품화는 없다. 따라서 실제 첨단 디지털의 패션·의류산업에의 응용기술은 이슈는 되어있지만 어느 선진국도 완전히 상용화된 기술을

제시하지는 못하고 있는 실정이다.

결론적으로 패션·의류제품에서의 3차원 및 가상 공간 응용기술은 현재 섬유패션산업 분야의 차세대 화두이며, 신뢰성 있는 제품의 시장 선점이 이슈가 되고 있는 상황이다. 또한 가상촉감이나 디지털 감성기술 등은 현재 개발을 시도하고 있는 수준이다. 그러나 점차 시장의 수요가 발생하고 있고 디지털 시스템의 필요성이 부각되고 있기 때문에 시장은 초기 형성 단계에 있고 폭발적인 수요증가가 예상된다.

## 2.2. 시장현황

향후 디지털 섬유제품에 대한 시장의 방향은 다음 4가지 정도로 압축할 수 있다.

**대량 MTM형 의류시대의 도래:** 통신 및 생산시스템 등의 첨단 기술의 발전은 기존의 생산자 중심의 섬유·패션 산업을 소비자 중심 산업으로 변화하고 있으며, 이에 따라 미래 선진국 형 패션섬유 제품은 개성을 중요시하고, 소비자 개개인의 체형에 맞는 대량 맞춤형 의류 중심으로 급격히 바뀌고 있으며, 대량 맞춤형 의류는 차세대 고부가가치형 의류의 가장 큰 시장을 형성할 것으로 전망된다.

**3차원 응용 시스템의 활용 증가:** 현재 선진국에서 독점하고 있는 2차원 응용 시스템은 추후 3차원 응용 기술로 확대될 것이며, 3차원 인체 측정 시스템의 상용화가 이루어짐으로써 이들 데이터를 의류에 적용한 3차원 응용 시스템과 이를 활용한 패션 섬유 제품은 차후 시장에서 급속하게 확대될 것이며, 추후 3차원 공간에서 미래형 패션섬유 제품을 설계, 생산, 착용, 평가하게 될 것이다.

**가상공간 응용시스템의 활용증가:** 인터넷이 급속히 확산되면서, 인터넷을 기반으로 하는 생산자간 혹은 생산자-소비자간 의복의 양방향 지원 정보시스템, 협업시스템 등의 디지털 커뮤니케이션 시스

템과 가상전시, 가상판매, 가상착용 등의 전자상거래시스템 등은 섬유·패션산업의 중요한 역할을 수행할 것이다. 이러한 가상공간 응용시스템의 활용은 추후 의류의 주문, 생산 및 소비문화의 근간이 될 것으로 예상된다.

디지털 기술이 적용될 시장규모를 살펴보면, 국내 패션의류 산업은 국민의 의생활을 선도하는 주요 생활 산업으로 현재 의류업체 7,500개, 패션 shop 및 패션 몰 등이 2만 개 이상으로 전국적 유통망을 형성하고 있으며, 의류 수출 52억 달러 (2001년)와 섬유류의 내수공급이 19조원에 달하는 등 국민 경제, 생활에 기여 효과가 매우 큰 산업이다.

디지털 기술이 적용된 고부가가치 소비자 지향적인 MTM형 패션·의류의 부가가치 창출은 현재 가지고 있는 국내 패션·의류산업의 기술경쟁력과 고부가가치 제품 경쟁력을 크게 강화할 수 있다. 이 밖에도 생산라인의 최적화 및 생산공정 최적화, 소비자 지향적인 판매기술의 최첨단화는 국내 패션의류산업의 판매를 극대화할 수 있다. 또한 약 50%에 달하는 생산비용의 절감효과를 얻을 수 있으며, 디지털 기술과 관련한 수만 명의 첨단 기술 인력의 고용창출 효과를 얻을 수 있다.

또한 3차원 응용 및 가상 현실과 관련된 제품의 시장현황만을 보면, 국내 현 어패럴 CAD 시장규모는 720억원 정도이며, 전량 외국에 수입하고 있으므로 이를 대체할 수 있다. 세계시장을 보면, CAD/CAM 업계 2위이며, 유럽 EURATEX 프로젝트에 적극 참여하고 있는 Lectra사(프)의 경우 2000년 기준 관련사가 10,000개사이고 60,000 copy를 보급하고 있다. 또한 1993-2000 사이에 연평균 17%의 성장을 기록 중이다. 이 회사의 시장점유율이 25%가량이므로 전체 사용자는 25만 copy로 예상되고 이중 국내 시장은 5,000 copy로 추정된다. 따라서 본 CAD/CAM 모듈을 1만불로 추정하면 기존의 CAD 사용자만 고려해도 시장규모는 25억불이다. 추후 애니메이션, 게임, 사이버 패션쇼 등의 추가시장을 감

안하면 급속한 시장 성장이 예상된다.

### 3. 3차원 및 가상공간 응용 기술

#### 3.1. 기술의 개요

3차원 섬유·의류용(3D textile and apparel) CAD 시스템의 경우, 가장 활발히 3차원 기술이 적용되는 분야이다. 이러한 3차원 CAD 시스템이 갖추어야 할 기능은 다음과 같이 요약될 수 있다[4,6,12-14].

- 3차원 인체(body) 계측 및 모델링
- 의복제작용 파라메트릭(parametric) 인체 모형(혹은 더미(dummy))의 생성 및 변환
- 드레이프 시뮬레이션(drape simulation)을 위한 원·부자재 모델링
- 3차원 가상 착용을 위한 실제 드레이프 시뮬레이션
- 가상 봉제 및 가상 착용
- 제품에 원단 외관과 문양이 반영된 텍스처 매핑(texture mapping)
- 동적 시뮬레이션 및 애니메이션(animation)
- 3차원으로부터 얻어진 2차원 평면 패턴 메이킹
- MTM형 패션섬유제품을 위한 시스템 통합

가상공간의 활용기술은 최근 급속히 발달한 인터넷(혹은 웹)이나 모바일 폰 기반의 환경 하에서 주로 구현되는 것으로, 주로 정보통신을 이용한 커뮤니케이션(communication)과 전자상거래 등에 적용되며, 생산자간 혹은 소비자 중심의 구매와 소비를 지원하기 위해 개발되고 있다. 가상공간 응용 시스템이 가지고 있는 기능은 다음과 같다[3, 15].

- 패션섬유제품의 전자상거래를 위한 디지털 커뮤니케이션 기술
- 인터넷을 기반으로 하는 협업 시스템
- 패션섬유제품의 가상 전시(virtual display mall) 기술
- 의복의 가상 착용감/촉감/감성평가 기술

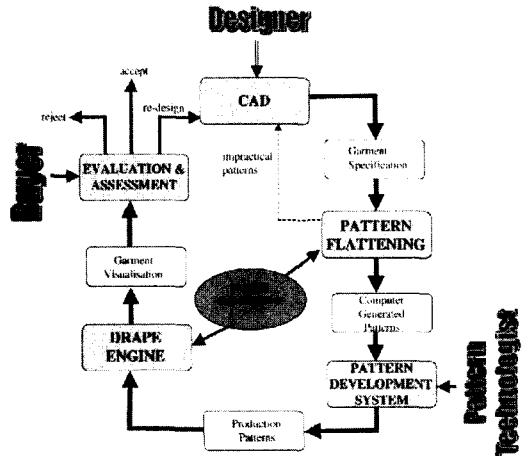


Figure 1. Garment design cycle proposed by J. McCatney, et. al.

Figure 1에 3차원과 가상공간 기술이 어패럴 CAD에 적용되는 경우에 있어서의 제품의 설계 과정을 보이고 있다[12]. 패턴의 제작을 지원하는 CAD 시스템과 소재의 특성을 반영하는 3차원 착용엔진을 축으로 가상공간에서 재설계를 하거나 제작·주문·발송을 통합하는 환경이다.

#### 3.2. 인체의 3차원 측정 및 치수의 계측

2000년대 들어, 비접촉식 3차원 입체 스캐너가 상용화되어 업체에 보급되기 시작하면서 기존의 치수 정보로 표현되는 인체의 형상이 매우 최근에는 정밀하게 표현될 수 있다. 3차원 객체의 데이터를 측정하기 위한 방법으로는 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 있으나 현재는 광학식 측정기가 가장 널리 쓰이고 있다[5]. 아울러 최근의 여러 스캐너들은 부가적인 비디오 카메라(video camera or CCD)와 결합하여 표면의 색상정보를 얻을 수도 있으며, 이들 색상 정보로부터 인체에 부착된 계측점(landmark)



Figure 2. 3-D Scanner.

을 인식할 수 있다. 이들 3차원 인체 스캐너를 이용한 인체계측의 장점은 간편하고, 영구적인 데이터의 보존이 가능하고, 계측에 소요되는 시간이 1분 이내로 매우 짧으므로 피험자에게 신체적인 부담감이 없으며, 체형의 과학적인 분류가 가능한 자료의 활용범위가 넓다는 것이다.

국내의 경우 이미 3차원 스캐너를 이용한 기술이 맞춤형 속옷 분야에 일부 적용하고 있으며, 아직 어패럴 분야에까지 적용은 되지 않았지만 산업자원부 기술표준원에서는 Size Korea 2000[16]라는 국가 프로젝트를 통하여 국민 개인의 치수 및 체위조사사업을 위한 비접촉식 3차원 인체 스캐너를 사용하고 있다. 3차원 스캐너로는 Cyberware(미국), Tecmath(독일), Photonics(일본), Telmat(프랑스) 등이 시판되고 있다. 특히 Tecmath은 Lectra사와 제휴를 통하여 어패럴 CAD 시스템에 적용하고 있으며, 일본의 어패럴 CAD/CAM 업체인 Asahi Kasei 사는 Photonics사와 제휴하고 있다. 국내의 경우도 (주)K&I 테크놀로지에서 개발한 3차원 스캐너가 이

미 신발 등에 적용되고 있다[17]. Figure 2에 Tecmath사의 3차원 스캐너를 보이고 있다.

또한 원하는 정보를 얻기 위해서는 3차원 입체 스캐너로부터 얻어진 무수히 많은 점들의 집합(point clouds), 즉 불분명한 경계와 형상정보를 갖는 3차원 측정의 계측치들을 원래의 객체와 동일하거나 유사한 형상으로 재형성(reconstruction)해야 한다. 이러한 방법으로는 주어진 3차원 객체의 측정점들의 정보를 이용해 3차원 객체를 다각형(주로 삼각형)의 표면으로 분할하고, 근사(interpolation)시키는 방법인 피스와이즈-리니어 재구성법(piecewise-linear reconstruction), 피스와이즈 폴리노미얼(piecewise polynomial)과 파라메트릭 또는 임플리시트(implicit) 표면으로 측정점을 근사하는 기술인 표면피팅법(surface fitting), 3차원 객체의 표면이 '변형(deformed)' 하는 대상으로 간주하고, 객체에 주어진 외력(forces)이나 내부작용(internal reaction)에 의해 변형하는 형상을 표현하는 기술인 피지컬리베이스 모델링법(physically-based modelling) 등이 사용된다[5].

이렇게 재형성된 형상으로부터 인체치수를 계측

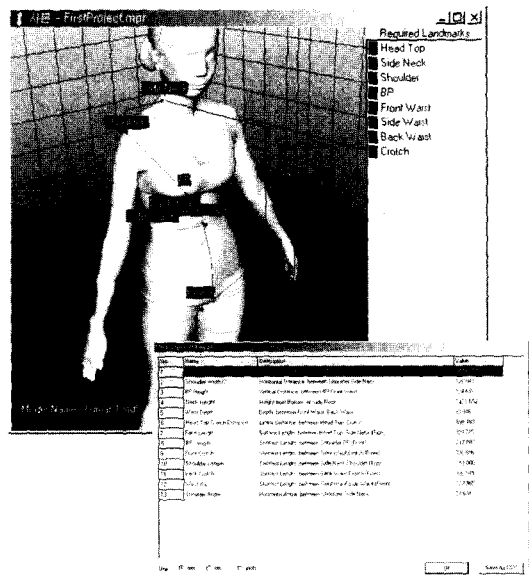


Figure 3. Body Measurement.

하기 위한 방법으로는 우선 3차원 인체모형에 수동으로 입력되거나 자동으로 인식된 측정점들의 3차원내의 위치 정보로부터 각종 길이, 둘레, 직선거리, 표면거리 등을 측정할 수 있다. 현재 스캐너 제작업체는 이러한 기능을 가지고 있는 별도의 소프트웨어를 각각 장착하고 있으며, 국내의 경우 (주)아이너스기술의 rapidform[18]과 (주)디엔엠테크놀로지의 NARCIS-BM[15] 등이 시판되고 있다. 특히 이 분야의 국내 기술 수준은 최고 수준으로 이미 스캐너 제작 업체로 역수출되고 있는 실정이다. Figure 3에 (주)디엔엠테크놀로지의 인체 측정 화면을 보이고 있다.

이러한 3차원 스캐너를 활용한 인체 측정 및 측정 기술은 MTM형 의복의 대량생산의 실현을 구체화할 뿐만 아니라, 패션섬유 업체입장에서는 잘 맞는 제품을 설계하기 위해 현재 사용하고 있는 인체 치수 정보를 기반으로 하는 기존의 패턴 메이킹의 방법과 그레이딩 방법의 급속한 변화를 예고하고 있다. 업체는 개인 고객의 3차원 정보를 쉽게 얻을 수 있을 뿐만 아니라 업체에서 사용하고 있는 표준 터미를 다양하게 제작하여 3차원 정보로 관리할 수 있게 된다. 이러한 3차원 스캐너의 등장은 기성복의 치수 체계를 복잡 다양화하고 대량 맞춤복의 소비자 중심 제품 생산으로의 전환을 예고하고 있다. 추후 개개인은 3차원 스캐너로부터 본인의 3차원 인체 치수 정보를 가지고 있게 되며, 이는 바로 어패럴 업체에 전달되어 의복으로 구체화될 수 있다. 따라서 이러한 3차원 치수 정보를 어떻게 어패럴 CAD/CAM을 이용해서 활용할 것인가가 차세대에 매우 중요한 기술로 등장할 것이다[5,6].

아직까지는 측정된 인체의 측정점들을 3차원 표면으로 재구성하여 원하는 부위별 치수를 구하는 단계에 머무르고 있지만, 추후 소비자들은 쉽게 개인의 3차원 인체 측정 데이터를 보유하게 되며, 이는 3차원 어패럴 CAD 시스템과의 접목을 통하여 인체계측 패턴생성-피팅에 이르는 전 공정이 자동으로 가상공간에서 이루어짐으로써 소비자 중심의

섬유·패션 산업으로 전환될 전망이다.

### 3.3. 의복 제작을 위한 파라메트릭 바디의 구현

3차원 스캐너로부터 얻어진 인체 혹은 터미의 3차원 모델을 의류제작용으로 활용하기 위해서는 파라메트릭 바디로 재구성해야 한다. 이는 스캐닝 된 데이터로부터 단순히 3차원으로 재구성된 인체나 터미 등은 아직 무수히 많은 굴곡과 곡면으로 구성되어있으며, 내부적으로는 표면 정보가 실제 삼각형 요소의 집합으로 표현되어 있기 때문이다. 이러한 인체나 터미는 실제 2차원 평면 패턴을 가지고 3차원 인체모델에 가상착용을 해본다든지, 3차원으로부터 직접 입체 패턴을 얻어낸다든지 할 때 원단-인체모델간 무수히 많은 충돌(collision)을 고려해야 하거나, 인체의 무수히 많은 굴곡을 반영한 패턴을 얻어야 하는 불필요한 계산을 수도 없이 실행해야 하며, 이렇게 얻어진 결과 또한 현실에 적용하기 어려운 것이다. 따라서 의복제작에 적합한 파라메트릭 바디, 즉 불필요한 인체나 터미의 굴곡을 제거하여 단순화하고, 파라미터(parameter)로 조절이 가능한 바디의 재구성이 반드시 필요하다. 이에 대한 연구는 수년간 계속적으로 수행되어 왔다. 현재 3차원 인체 데이터의 관리를 위해서는 표준화된 데이터 양식인 ASCII 타입의 iv 형식의 데이터를 읽을 수 있어야 하며, 정렬과 불필요 부분 자르기 기능을 이용해서 스캐닝 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[4,14].

파라메트릭 바디를 이용하면 바디가 가지고 있는 파라미터들을 이용하여 기준 바디로부터 유사한 유형의 바디인 경우, 즉 큰 변화가 없는 체형의 경우 바디의 길이, 둘레, 너비 등을 간단하게 늘이거나 줄일 수 있기 때문에 일일이 모든 바디를 스캐닝 할 필요가 없다.

이를 활용하여 의류 제조업체는 각각의 업체가 보유한 단순 수치 정보인 치수정보를 가지고 입의

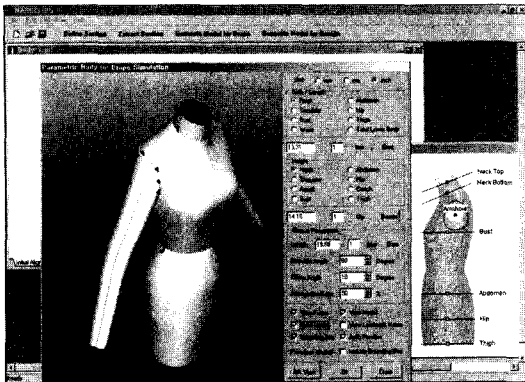


Figure 4. Parametric body.

의 3차원 파라메트릭 바디를 자유로이 얻을 수 있으며, 업체별 표준 더미를 가상공간 내에서 확보할 수 있다. 이는 2차원 패턴을 파라메트릭 더미에 가상으로 입혀봄으로써 제품을 기획하거나 평가할 수 있으며, 나아가 표준더미로부터 3차원 패턴을 얻어 낼 수도 있다. 개개인은 향후 자신의 3차원 인체 스캔 데이터를 파라메트릭 바디로 재구성할 수 있으므로, 디지털화 된 파라메트릭 정보를 업체에 제공하여 스타일과 디자인 등만 결정하면 자신의 몸에 가장 잘 맞는 의복을 얻을 수 있다. 또한 파라메트릭 표면로부터 임의의 형상을 마음대로 뜯어낼 수 있기 때문에 3차원 패턴을 얻어낼 때도 유용하게 쓰일 수 있다. Figure 4는 (주)디엔엠테크놀로지의 파라메트릭 바디를 보이고 있다[15].

### 3.4. 드레이프 시뮬레이션

원단의 특성정보와 피착용대상이 결정되면 실제 원단을 가상공간에서 착용시키는 기능으로 이미 많은 연구가 선행되어 왔다[5,12]. 본 지에서는 이에 대한 자세한 고찰은 생략하기로 한다. Figure 5에 원단의 드레이프 시뮬레이션을 보이고 있다.

### 3.5. 가상봉제 및 가상착용

원부자재의 특성과 2차원 평면패턴 정보와 재봉 정보로부터 원하는 3차원 착용대상에 실제 의복이

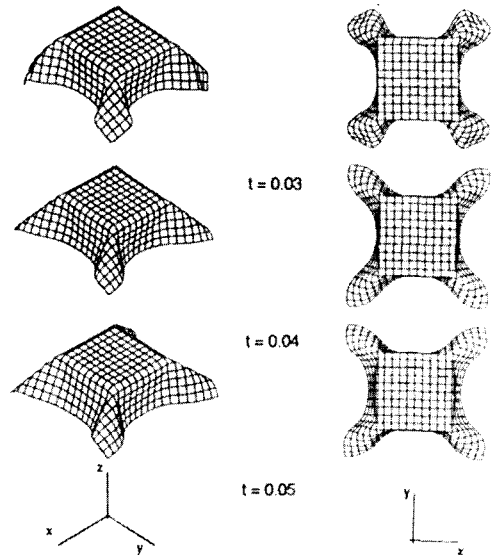


Figure 5. Drape simulation.

나 제품을 착용해 볼 수 있다. 이때 원단의 특성에 따라 의복의 실루엣을 검토해 볼 수 있으며, 특정 부위에서 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[4,13].

의복의 3차원 착용시 형상을 파라메트릭 인체 모형과 평면 패턴을 이용해서 예측하기 위해서는 다음의 기능을 포함하고 있어야 한다. 우선 기존 평면 패턴의 조작해야 하는데, 현재 전 세계적으로 상업화되어 있는 시스템들은 자사의 평면 패턴을 이미 표준화되어 사용되고 있는 AAMA 호환의 DXF 데이터로 만들어 타 시스템과도 호환할 수 있도록 지원하고 있다. 따라서 이러한 표준화된 파일 형식을 지원함으로써 어떤 종류의 2차원 CAD 시스템에서 만들어진 DXF 패턴이라도 불러와서 수정하고 처리할 수 있다. 또한 대칭, 회전, 자르기 등의 기본 기능을 이용해서 패턴의 간단한 형태 변경이 가능해야 한다.

다음으로 재봉조건과 사용하고자 하는 원단 물성



의 정의 기능을 가지고 있어야 한다. 물론 서로 재봉이 되어야 할 부분의 재봉선을 지정하고, 이때 재봉선의 길이가 서로 다른 경우에도 재봉조건을 지정할 수 있어야 한다. 이는 실제 재봉과 같은 효과를 내기 위해서이다. 원단의 물성은 경사와 위사 방향으로 상이하게 지정할 수 있어야 한다. 최근의 시스템들은 다양한 원단의 DB를 구축하여 사용자가 일일이 원단의 물성을 입력하지 않아도 쉽게 원단을 선택할 수 있도록 지원하고 있다. 또한 다양한 원단의 문양을 적용해 볼 수 있다.

의복의 3차원 시각화를 위해서는 다수의 평면 패턴을 자동적으로 공간상에 배치하고, 빠르고 안정적인 드레이프 알고리즘을 이용하여 가상착용을 수행하며, 이때 원단의 물성에 따라 파라메트릭 바디와 원단간의 충돌 등을 고려할 수 있다. 또한 이러한 실제 드레이핑 과정을 손쉽게 AVI 무비를 만들 수도 있으며, 착용시 원단이 받고 있는 변형율의 분포나, 단면형상 등의 부가 정보로부터 바디와 의복간의 여유량 등을 쉽게 확인할 수 있다.

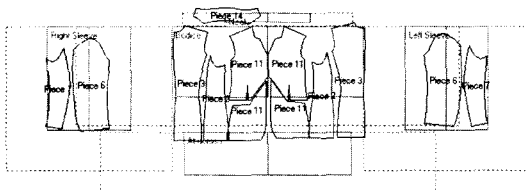
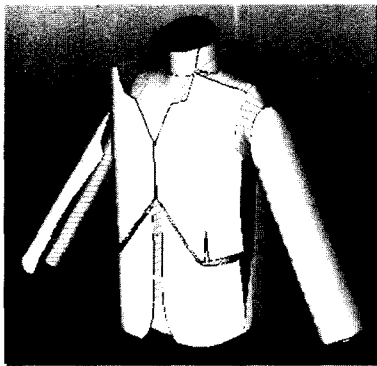


Figure 6. Selection of seam line and pattern arrangement.

가상착용을 위해서 파라메트릭 인체 모형을 이용함으로 다양한 인체 치수에 맞춰서 드레이프를 해 볼 수 있으며, 재봉조건을 지정시 직관적 인터페이스를 이용해서 다양하고 복잡한 재봉조건을 지정할 수 있다. 또한 패턴의 자동 배치를 위하여 바운딩 박스 알고리즘(bounding box algorithm)을 이용해서 2차원 조작을 통해 3차원적으로 패턴을 공간상

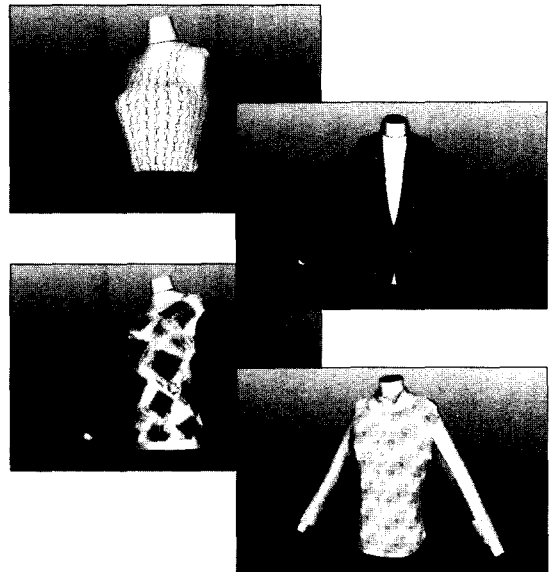


Figure 7. Virtual garments of NARCIS system.

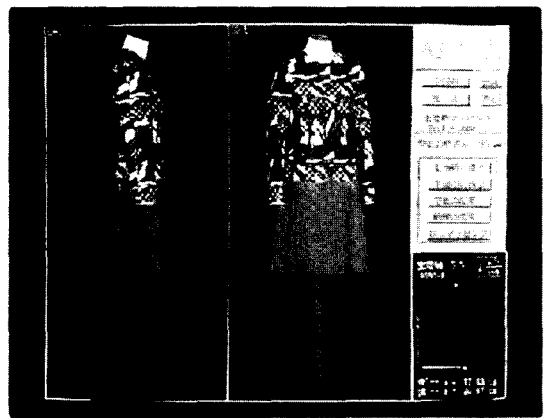


Figure 8. Virtual garment of Asahi Kasei system.

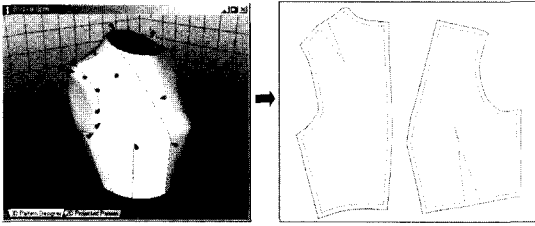


Figure 9. 3-D pattern generation system.

에 자동으로 배치할 수 있다. 현재 출시된 시스템들은 대개 고속 드래이프 시뮬레이션을 이용하여 대부분의 의복의 경우 1분 이내로 드래이프를 해볼 수 있으며, 3차원적인 의복 상에 다양한 텍스처나 문양을 맵핑해 볼 수 있다[13,15]. Figure 6과 7에서는 (주)디엔엠테크놀로지의 NARCIS 시스템, Figure 8에서는 Asahi Kasei사의 가상착용을 보이고 있다.

### 3.6. 3차원 패턴의 생성

최근에 들어 아직 상업화된 시스템은 나와 있지는 않지만 부분적으로 인체모형으로부터 직접 3차원 의복 패턴을 가상공간에서 얻고자하는 시도가 추진되고 있다. 이는 3차원 더미나 인체 스캔 데이터로부터 직접 의복제작에 필요한 3차원 파라메트릭 의복 모형을 만들고, 이 모형위에 직접 의복의 외곽선과 재봉선, 다투(dart)의 위치 등을 드로잉 함으로서 가장 피팅(fitting)이 좋은 2차원 평면 패턴을 만들 수 있다[12,15]. 주요 기능을 살펴보면, 우선 파라메트릭 인체모형 이용이 가능해야 하며, 인체 모형의 치수를 변경함으로써 다양한 치수의 의복을 디자인할 수 있어야 한다. 3차원 패턴 제작을 위해서 인체 모형의 표면에 가상적인 핀(pin)과 테이프(tape) 등을 이용하여 패턴을 직접 디자인할 수 있으며, 다양한 텍스처 이미지를 맵핑하여 볼 수 있으므로 원단의 디자인을 의복에 적용시켜 볼 수 있다. 이렇게 얻어진 3차원적으로 디자인한 의복은 원단의 성질 등을 고려하여 평면으로 전개될 수 있다. 패턴 표면의 생성을 위해서는

지정된 패턴의 외곽선을 따라서 표면을 자동적으로 생성할 수 있다. 3차원 패턴의 경계를 따라 평면을 생성하면 이를 전개할 수 있으며, 패턴상의 변형을 분포 등을 볼 수 있으므로 올바르게 전개가 되었는지 여부를 쉽게 확인할 수 있다. 전개된 패턴은 AAMA 표준 DXF로 저장할 수 있으므로 다른 CAD 시스템에서 불러 사용할 수 있다. 이때, 인체 모형의 모양이나 사이즈를 변경하면 자동으로 패턴의 형상이 변경될 수 있어야 한다. Figure 9에서는 (주)디엔엠테크놀로지의 3차원 패턴 시스템을 보이고 있다.

이러한 평면패턴의 제작이 기존의 패턴 메이킹 방식을 완전히 대체하지는 않겠지만, 추후 상당부분 이러한 3차원 입체재단을 바탕으로 하는 신개념의 패턴 메이킹 방법이 도입될 것이다. 이는 기존의 미숙련 패턴사도 쉽게 3차원을 이용해 쉽게 패턴을 얻을 수 있는 혁신적인 방법이 될 것이다. 이러한 방법은 기존의 기준 패턴에서 그레이딩 양을 조절해서 얻어지는 그레이딩 패턴의 개념 또한 크게 바꾸어 놓게 된다. 패턴사는 그레이딩을 하지 않고, 3차원 의복 모형의 치수만 변화 시키면 자동으로 가장 잘 맞는 패턴을 자동으로 얻을 수 있기 때문이다.

또한 3차원으로 입혀본 의복의 실루엣이나 외곽선, 다투의 위치 등을 변형하면 자동으로 2차원 평면 패턴에 적용되기 때문에, 어패럴 CAD를 이용한 3차원 입체재단이 실현될 수 있다. 이러한 3차원 기술과 이미지 합성 기술을 응용하면, 3차원 공간에서 의복을 마음대로 입혀 볼 수도 있고, 디자인적인 요소도 마음껏 변화시킬 수 있다.

어패럴 산업의 경우 MTM 방식의 새로운 시장이 형성되고 있어 3차원 화상처리 기술은 활발히 이 분야에서 적용될 전망이다. 이미 일본의 경우 여성 속옷이나 체형보정용 의류분야에 있어서 개인의 3차원 인체계측치와 의복 패턴을 조합하여 활용하는 사례가 보고 되고 있다[1,12,15].

### 3.7. 가상공간에서의 협업 및 쇼핑 시스템

인터넷을 비롯한 정보통신 기술의 발달은 가상의 복 환경을 가능하게 하고, 과거 전통적인 섬유·패션 산업의 생산 유통 방식을 크게 바꾸고 있다. 섬유·패션 제품의 digital 커뮤니케이션 기술을 위하여 전자상거래를 지원하는 웹기반 solution이 다양하게 개발 될 것이며, 섬유제품 디자인의 이미지 기반 DB 작성 시스템과 DBMS가 개발되고 있다. 또한 양방향 통신 방식을 통해 섬유·패션 제품의 주문, 수정, 생산, 관리 등을 지원하는 기술, 인터넷을 기반으로 하는 패션 소재 및 제품의 제조공정 및 물류, 업무처리 시스템 (web PDM) 등이 개발되어 출시되고 있다. 이들 협업 시스템의 주요 기능을 살펴보면, 이미지나 작업지시서, 혹은 패턴 등을 공동 작업하기 위한 세션(session)의 구축을 통하여 공동 작업환경 하에서 다수의 사용자가 동시에 접속하여 의견을 교환할 수 있는 환경을 만들 수 있다. 이때 기능과 보안과 안정성이 확보되어야 한다. 또한 사용자는 다양한 형식의 데이터를 상호간에 실시간으로 공유를 통한 MDI(multiple document interface)를 지원함으로써 동시에 여러 개의 데이터를 가지고 작업할 수 있다. 물론 텍스트 기반의 의사소통과 툴바(tool bar)를 이용한 상호간의 의사를 교환할 수 있다. 이러한 협업 시스템은 의사결정을 위한 종래의 오프라인(off-line) 상에서의 커뮤니케이션이나 미팅을 통한 방식을 혁신적으로 개선할 수 있다[15]. 이미 이러한 협업 시스템들은 자동차나 선박 등의 타 산업에서는 활용되고 있는 실정이다.

또한 인터넷상에서의 섬유·의류 제품의 판매나 소비 활동이 증가하고 있으며, 이를 위해서는 보다 개선된 가상 전시장 등과 같은 웹 솔루션의 개발을 촉진 시키고 있다. 의류제품을 온라인으로 홍보하고, 판매하기 위해서는 소비자의 제품에 대한 신뢰감을 더하기 위해서 제품에 대한 상세정보를 제공하여야 한다. 초기에는 단순한 제품 이미지나 상품 사진 자료 등을 제공하였으나, 최근에는 상품의 소재나 피팅에 대한 소비자의 신뢰를 더하기 위해 3

차원적인 제품 이미지, 코디네이션과 제품의 구매 결정을 돕기 위한 개인의 피팅 모델을 구축하여 매장에서의 제품 착용 경험의 현실감을 높일 수 있는 컴퓨터 가상공간 기술이 응용되고 있다. 이러한 3차원 화상처리에 대한 웹(web)상에서의 구현기술이 급속히 발달함에 따라 그 응용범위가 과거의 오프라인 솔루션에서 가상공간 혹은 웹상에서 온라인(on-line)으로 구현이 가능하게 되었다. 인터넷 패션 제품 판매에서의 디지털 기술의 이용은 소비자가 입력한 착용자의 신체치수 혹은 3차원 정보, 체형 특성 등을 입력하면, 모델의 특성이 표현된 개인용 피팅 모델에 구현시켜주고, 개인화된 가상모델에게 가장 잘 어울리는 의복을 제안하거나, 사용자가 선택한 의복을 3차원으로 가상의복에 입힌 모습을 보여줌으로써 구매자가 기존의 매장에서 선택한 제품의 구입에 앞서 그 제품이 자신의 체형이나 치수에 적합한지 검토하는 단계를 거치도록 돕는다. 개인의 얼굴, 머리모양 등도 선택할 수 있다.

섬유제품의 가상 전시(virtual display mall) 기술은 웹을 기반으로 조정되는 설비를 장치한 가상전시장 개발 기술이며, 이밖에 소비자가 의류제품을 직접 착용하지 않고, 인체에 갖다대면 그 제품을 착용한 입은 모습이 시뮬레이션 되어 영상출력 되는

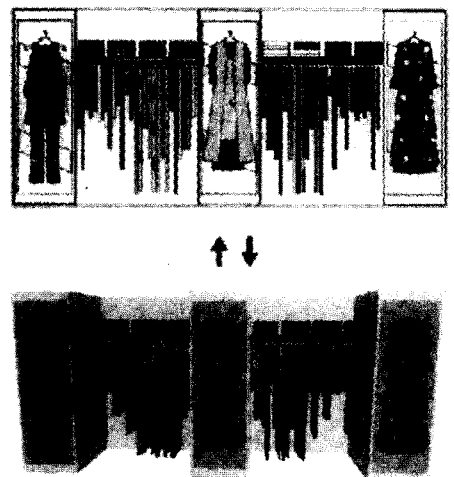


Figure 10. Virtual shopping mall.

가상거울(virtual mirror) 등이 개발 중에 있다[5, 15]. 또한 의류제품의 착용감과 촉감 등을 감지/처리/전송하는 센서가 개발되고, 이를 통해 의류제품의 착용감, 촉감, 기타 감성 등이 가상공간 기술에 의해 디지털화 되어 전송되는 평가 기술이 추후 개발될 예정이다. 이를 기반으로, 섬유제품의 정성적 또는 감성적인 평가 영역을 객관적인 디지털 코드로 변환하는 시스템이 개발될 것이다.

아직까지 통신속도의 제한과 전송용량의 제한은 3차원 화상의 동적거동이나 변화를 실시간으로 가능한 수준은 아니지만, 정적인 3차원 화상의 처리나 시뮬레이션은 이미 활발하게 웹 솔루션의 형태로 상용화되고 있다. 더욱이 화상이나 동영상 전송을 위한 데이터의 압축기술 또한 급속한 속도로 발전하고 있어 머지않아 거의 모든 응용 소프트웨어는 웹기반으로 작성될 전망이다. Figure 10에 PAD 시스템의 가상 쇼핑몰을 보이고 있다.

### 3.8. 가상공간에서의 MTM형 패션섬유 제품

패션섬유 제품의 경우 MTM 방식의 새로운 시장이 형성되고 있어 3차원 화상처리 기술은 활발히 이 분야에서 적용될 전망이다[1-4,12]. 위에서 나열한 3차원 및 가상공간 기술을 이용하면 MTM형 패션섬유 제품의 주문-생산-판매가 가능하다. MTM형 패션의류를 개발하기 위하여, 소비자는 자신의 3차원으로 측정된 인체정보로부터 실제 소비자의 체형 분석을 하고, 3차원 파라메트릭 바디를 만들며, 소비자가 선택한 제품의 스타일과 원부자재의 특성을 고려해 실제 MTM형 패션섬유 제품을 제작할 수 있다.

## 4. 맺음말

본지를 통하여 향후 섬유·패션 산업을 주도할 첨단 기술인 3차원 및 가상공간 활용기술에 대하여 주요 기능과 사례를 들어 정리하여 보았다. 정보통신 기술의 발전은 섬유·패션 산업의 소비자 생활

및 문화와 생산방식을 크게 바꿀 것이며, 이에 부응할 수 있는 3차원과 가상공간 기술은 3차원 계측 장비의 발전과 더불어 섬유·패션분야에 있어서도 그 적용영역이 무한히 늘어날 것이다. 이미 선진국의 경우 많은 섬유·패션분야의 3차원 및 가상공간 기술의 개발과 상용화가 적극적으로 추진되고 있으며, 국내의 기술 또한 세계적인 수준에 접근해 있다는 사실은 매우 고무적인 일이다.

향후 국내에서 이 분야에 대한 연구와 개발에 대하여 선택과 집중이 이루어진다면, 향후 섬유·패션 산업에서의 첨단 기술의 응용 분야와 고부가가치 소비자 위주형 섬유·패션 제품에 대한 기술경쟁력을 확보할 수 있으며, 세계 섬유·패션 산업을 주도할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

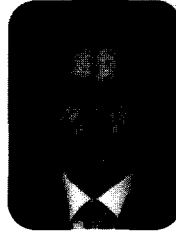
1. Z. Stjepanovic, *Int'l J. Clo. Sci. Tech.*, **7**(2/3), 81 (1995).
2. J. P. Turner, *Int'l J. Clo. Sci. Tech.*, **6**(4), 28 (1994).
3. S. Gray, *IEEE Spectrum*, Feb., 19 (1998).
4. C. H. M. Hardaker and G. J. W. Fozzard, *Int'l J. Clo. Sci. Tech.*, **10**(2), 114 (1998).
5. 최상현, 박창규, 이대훈, *섬유기술과 산업*, **5**(1/2), pp. 63 (2001).
6. 천종숙, *섬유기술과 산업*, **5**(1/2), pp. 76 (2001).
7. <http://www.dama.tc2.com/>
8. 일본의 섬유산업 현황 및 향후전략, 디엔에프 보고서(한국) (2003).
9. <http://www.euratex.org/content/projects.html>
10. 이대훈 외, "봉제공정의 품질관리", 한국생산기술연구원 의류기술지원센터 (1997).
11. 이재덕, 섬유산업의 지식경쟁력 강화 방안, 산업연구원 (1999).
12. J. McCartney, K. K. Hinds, B. L. Seow, and D. Gong, *J. of Materials Processing Technology*, **107**, 31 (2000).
13. S. Kim, and C. K. Park, *Fibers and Polymers*, **4**(4), pp. 169 (2003).
14. S. Kim, and C. K. Park, *Fibers and Polymers*, **5**(1), to be published (2004).
15. <http://www.dnmco.com>
16. <http://www.sizekorea.or.kr>
17. <http://www.knitech.co.kr>
18. <http://www.rapidform.co.kr>

저자 프로필



**박 창 규**

1988. 서울대 섬유공학과 졸업(학사)  
1990. 서울대 대학원 섬유고분자  
공학과 졸업(석사)  
1997. 서울대학교 대학원 섬유고분자  
공학과 졸업(박사)  
1992-1997. 한국생산기술연구원 섬유기술  
센터 선임연구원  
1998-1999. Georgia Institute of Technology  
방문연구원  
2000-2003. 전남대학교 응용화학공학부  
섬유공학전공 조교수  
2003.3~현재. 건국대학교 섬유공학과  
조교수  
전화 : 02-450-4196, Fax : 02-457-8895  
e-mail : ceszar@konkuk.ac.kr



**김 성 민**

1996. 서울대학교 섬유고분자공학과 졸업  
(학사)  
1998. 서울대학교 대학원 섬유고분자  
공학과 졸업(석사)  
2002. 서울대학교 대학원 재료공학부 졸업  
(박사)  
2003.8~현재. 전남대학교 응용화학공학부  
섬유공학전공 전임강사  
전화 : 062-530-1771, Fax : 062-530-1779  
e-mail : smkim71@chonnam.ac.kr