

## i-Fashion 구현을 위한 기반기술 개요

김성민 · 박용수\* · 박창규\*\*

전남대학교 응용화학공학부 섬유공학전공, \*(주)아이옴니, \*\*건국대학교 i-Fashion 의류기술센터

### Introduction to the Fundamental Technologies for i-Fashion

Sungmin KIM · Yong-Soo Park\* · Chang Kyu PARK\*\*

Major of Textile Engineering, Faculty of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University

\*i-Omni Co. Ltd.

\*\*i-Fashion Technology Center, Konkuk University

### 1. 서론

최근 산업의 여러 분야에서 전통적인 기술과 첨단기술의 융합이 활발히 이루어지고 있다. 의류산업에 있어서도 이러한 경향은 예외가 아니며 점차 소비자 중심의 생산체제, 다품종 소량생산화, 신속대응, 고부가가치화 등에 부합하는 선진국형 산업으로의 전환이 이루어지고 있다. 이러한 전환은 궁극적으로 개인 맞춤형 의류 생산을 지향하게 될 것이며 이에 대비하여 선진국에서는 정부차원에서 1990년대 말부터 대단위 기술개발 및 인프라 구축을 추진하고 있다.

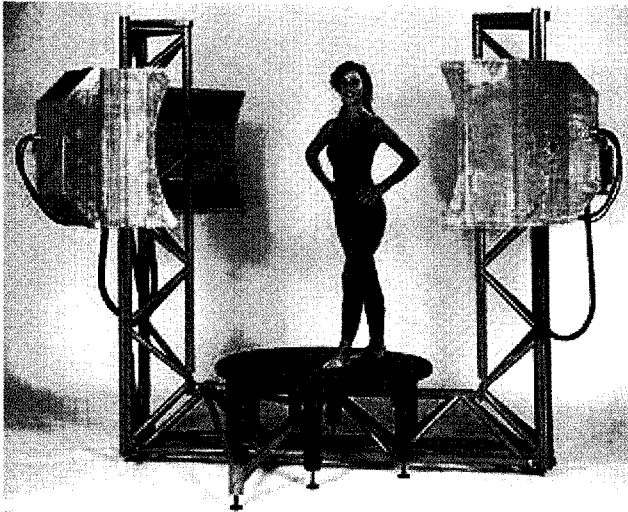
국내에서도 이러한 의류산업 패러다임 변화에 대응하기 위하여 여러 가지 정책과제가 추진되고 있는데, 그 중 i-Fashion 사업은 섬유와 의류관련 기술을 주 기술로, 여기에 소프트웨어와 하드웨어를 아우르는 정보기술을 결합하여 섬유 및 의류제품의 기획, 설계, 생산, 마케팅 등에 필요한 소비자 중심형의 새로운 기술 기반을 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위한 세부적인 연구 과제로는 지능화된 의류 상품 기획 및 설계 시스템 구축, 소비자 중심의 맞춤 주문형 의류 구매 시스템 구축, 합리적 물류 시스템 구축 등이 있는데 이러한 과제를 달성하기 위해서는 다음과 같은 여러 가지 정보화 기술이 필요하다.

먼저 전통적인 의류 설계 공정의 정보화와 자동화를 위해서는 인체의 3차원 정보를 획득하는데 필요한 비접촉

식 인체 계측 자동화 기술, 복잡한 의복 패턴을 효율적으로 설계하고 관리할 수 있는 패턴 CAD시스템 제작 기술, 실제 의복을 만들어보지 않고 의복의 착장 형상을 예측할 수 있는 삼차원(3D) 의복 시뮬레이션 기술 및 가상현실 기술 등의 개발이 필요하다. 의류 상품의 효율적인 기획을 위해서는 PDM이나 ERP 등의 전통적인 정보 기술과 함께 디자인 단계와 생산단계에서의 시제품 제작 및 평가 횟수를 줄이는데 필요한 네트워크 기반의 원격 협업 시스템 등의 구축이 필요하다. 또한 맞춤 주문 시스템의 구현을 위해서는 소비자의 선택사항을 실제 생산공정에 반영할 수 있는 매스 커스터마이제이션(mass customization) 기술이 필요하다. 그리고 합리적인 물류 시스템을 구축하기 위해서는 데이터베이스나 RFID 기술 등이 통합되어야 한다.

이러한 기술들은 현재 대부분 국내 기술로 개발되어 구현이 되어 있으며 이들이 효과적으로 통합된다면 i-Fashion의 궁극적인 목표인 국내 패션의류산업의 첨단 산업화가 가능할 것이다. 또한 i-Fashion 산업을 통해 개발된 여러 요소기술들은 영상, 게임, 교육, 모바일 콘텐츠 등 유행 요소를 가지는 기타 산업 분야로 확대 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 고에서는 이와 같은 i-Fashion의 여러 목표를 구현하는데 필요한 기반 기술에는 어떤 것이 있는지를 열거하고 각각의 기술의 주요 연구 주제 및 개발 현황 등에 대해 간략히 소개하고자 한다.



(a) 광학식 계측장치



(b) 마이크로웨이브식 계측장치

그림 1. 3차원 인체스캐너

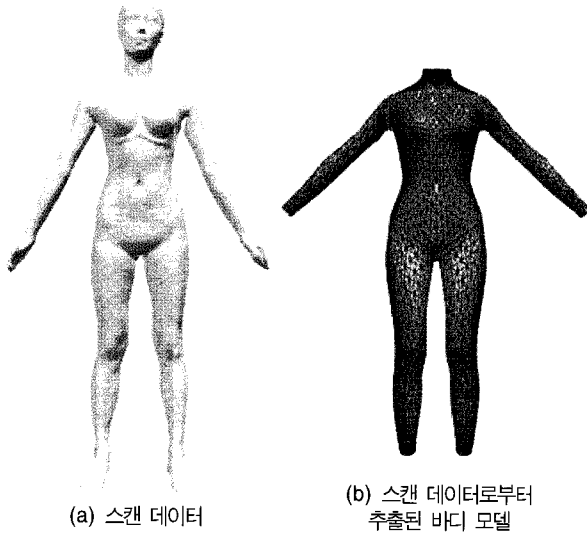
## 2. 인체 모델링 기술

가상현실을 이용한 의복 시뮬레이션에 있어서 인체의 모델링은 필수적인 기술이라 할 수 있다. 과거에는 3차원 모델링을 이용해서 특정한 형태와 크기의 인체 모델을 만드는 방법이 주로 사용되었으나, 최근에는 3차원 인체 측정기의 보급에 의해 인체의 3차원 표면정보를 얻기가 비교적 용이해져 이러한 데이터를 참고한 인체 모델링이 주로 이루어지고 있다. 3차원 계측기에는 <그림 1>에 보인 바와 같이 여러 종류가 있는데 CyberWare, TechMath, Hammamatsu의 계측기와 같이 광학적인 방법을 이용해서 인체 표면상의 점들의 공간 좌표를 측정하는 방법을 주로 이루고 있다. 최근에 Intellifit에서 개발한 신개념의 스캐너는 마이크로 웨이브를 이용하여 인체를 계측하는데, 이 방법은 피계측자의 3차원 표면 형상을 정확히 계측하는 것이 아니라 특정 부위의 치수만을 추출하는 방식이지만 광학식 스캐너의 최대 단점으로 생각되는 실험복 착용이 필요 없어 옷을 벗지 않아도 측정이 가능하다는 장점을 가지고 있어 향후 폭넓은 응용이 기대된다. i-Fashion에서도 최근 Intellifit의 스캐너를 도입하여 인체 계측 및 모델링 서비스에 필요한 추가 기술을 연구 중에 있다.

계측을 통해 만들어진 3차원 인체모델은 단순한 삼각형 메쉬(mesh)들로 이루어진 모델로, 모델의 치수라든가 자세를 변경할 수 없으며 계측기의 해상도의 문제로 인해 얼굴이나 손, 발 등의 디테일한 형상 표현에 한계가 있다. 또한 빠른 의복 시뮬레이션을 하는데 있

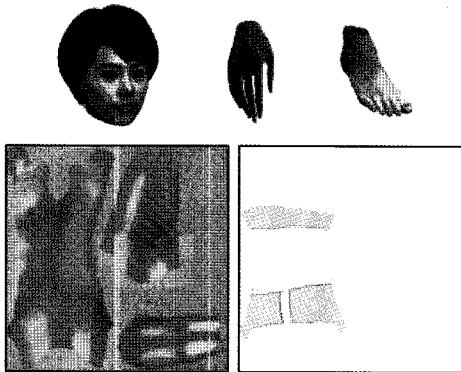
어 과도하게 많은 표면 데이터를 포함하고 있으므로 계측된 모델을 직접 사용하기보다는 용도에 맞게 재 가공할 필요가 있는데, 이러한 과정을 거쳐 만들어지는 모델을 파라메트릭(parametric)모델이라 한다. i-Fashion 사업에서 목표로 하는 3차원 드레이프 시뮬레이션, 맞춤 주문형 의복, 가상매장 등에서 두루 사용되는 파라메트릭 인체 모델의 제작 과정은 <그림 2>에 보인 바와 같다

먼저 약 20만개의 삼각형으로 이루어진 스캔 데이터는 표면 형상을 유지하며 삼각형 1만개 정도로 간략화 된 인체모델로 변형된다. 그런 다음 머리, 손, 발 등의 3차원 모델과 다중 텍스처맵(texture map)이 적용되어 최종 모델을 형성하게 된다. 개개인의 정면과 측면 얼굴 사진을 이용하면 실제와 유사한 머리 모델을 만들 수 있으며 피부와 속옷의 맵이 이중으로 되어 있어 다양한 피부색 및 속옷 스타일을 구현해볼 수 있다. 이렇게 만들어진 인체 모델은 비교적 적은 수의 삼각형으로 구성되기 때문에 드레이프 시뮬레이션의 속도를 비약적으로 증가시키게 된다. 그런데 3차원 계측이 보편화 되어가고는 있으나 현실적으로 모든 사람을 계측해서 각각의 인체 모델을 만드는 것은 아직 어렵기 때문에 대안으로 표준적인 인체 모델로부터 치수를 변형하여 목적인 체형을 만드는 방법을 생각할 수 있다. 즉, 연령, 성별, BMI 지수 등에 따라 적절한 개수의 표준적인 모델을 만들어 두고, 목표로 하는 체형과 가장 유사한 모델로부터 신체 각 부분의 치수를 적절히 변형하여 목적인 형태로 만드는 것을 말하는데 이러한 것은 FFD(Free Form Deformation)에 의

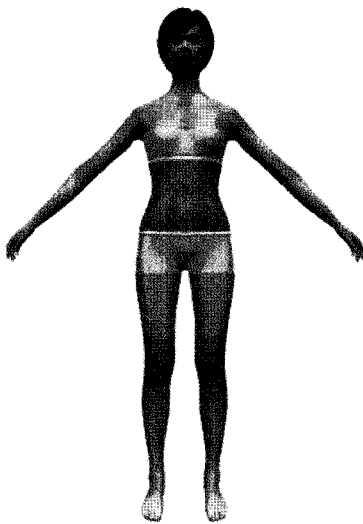


(a) 스캔 데이터

(b) 스캔 데이터로부터 추출된 바디 모델



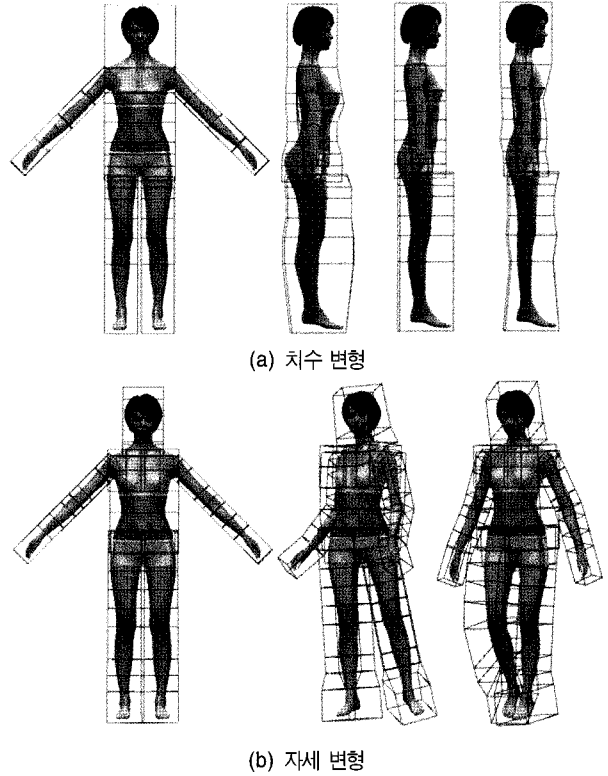
(c) 머리, 손, 발 모델 및 피부와 속옷 텍스처 맵



(d) 최종 모델

그림 2. 파라메트릭 인체 모델의 제작과정

해 구현할 수 있다. FFD란 <그림 3>에 보인 바와 같이 인체 모델을 감싸는 가상의 격자구조를 설정하고, 이 격자를 변형함으로써 내부의 인체모형을 구성하는 각 점들



(a) 치수 변형

(b) 자세 변형

그림 3. FFD를 이용한 인체 치수 및 자세 변형

의 위치를 변형하여 전체적으로 연속적인 평면형상을 가지며 형태를 변형시키는 기술을 말한다. 또한 의복 시뮬레이션에 있어서는 착장시 자세의 변형도 매우 중요한 요소인데, 이것 또한 인체 모델에 관절과 골격을 설정하고 이것을 기준으로 FFD를 설정하고 조정함으로써 해결할 수 있다.

의복 시뮬레이션의 준비과정에서는 수많은 복잡한 형태의 패턴을 인체 주위에 적절히 배치하여야 하는데 획기적인 3차원 사용자 인터페이스 하드웨어가 개발되지 않는 이상 이는 매우 복잡한 작업이라 할 수 있다. 본 파라메트릭 바디에서는 <그림 4>에 보인 것 같이 각각의 패턴이 주로 배치되는 인체 주변의 공간볼륨을 바운딩볼륨(bounding volume)이라 정의하고, 이 볼륨의 표면에 패턴을 붙이는 것과 같이 배치함으로써 각각의 패턴이 적절한 위치에 쉽게 배치될 수 있도록 하였다. 또한 한 번 시뮬레이션 되어 입혀진 의복을 치수나 자세가 다른 인체모델에 다시 입혀야 하는 경우 초기 배치부터 다시 시작하지 않도록 하기 위해 시뮬레이션된 형태를 인체의 골격에 대한 상대좌표를 이용하여 저장하였다가 다시 불러와서 시뮬레이션 할 수 있도록 3차원 골격 구조를 설계 제작 하였다.

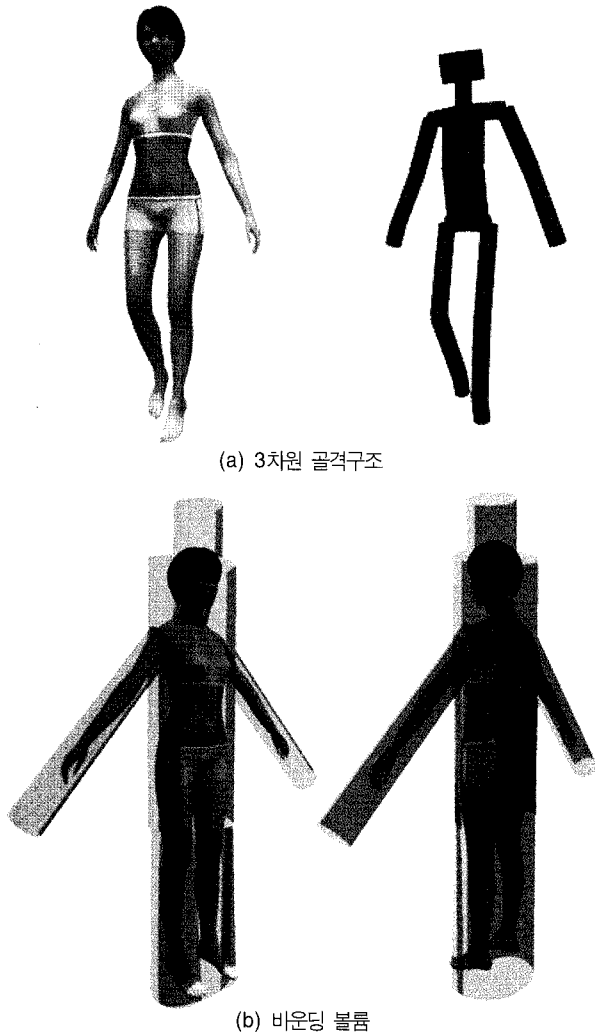


그림 4. 3차원 골격구조 및 바운딩 볼륨

### 3. 의복패턴관리 기술

의복 설계 공정의 자동화를 위해서는 기존에 만들어져 있는 형지 패턴들을 전산화하는 과정이 필수적이라 할 수 있다. 형지패턴의 전산화에는 주로 디지털타이저를 활용한 방법이 쓰이는데, 이 방법은 작업자의 숙련도에 따라 오차가 발생할 수 있으며 패턴이 많은 경우 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 또 다른 방법으로는 형지패턴의 제도법을 수식화하여 컴퓨터에 입력한 뒤 치수를 지정하여 새로운 패턴을 만들어내는 방법으로 이 경우 추가적인 그레이딩 공정이 필요 없다는 장점이 있으나, 기존의 패턴에서 역으로 제도법을 추출하는 것이 어렵기 때문에 주로 새롭게 제작되는 패턴에 적용되고 있다. 또한 이미 제작되어 있는 의복을 시뮬레이션을 통해 재구성하기 위해서는 의복을 분해하여 다시 패턴을 만들어내는 과정도 필요한데 이를 위해서

자동으로 패턴형상을 입력하는 방법을 개발하였다. 그 원리는 형지 패턴이나 직물패턴을 <그림 5>에 보인 것 같이 디지털 카메라로 촬영하여 이미지 프로세싱을 통해 패턴을 추출하는 방법으로, 카메라에 의한 왜곡이라든가 이미지 좌표의 실제좌표로의 변형 등의 복잡한 기술을 필요로 한다. 이러한 방법은 많은 양의 패턴을 빠르고 정확하게 컴퓨터에 입력할 수 있으며, 의복의 텍스처맵도 동시에 제작할 수 있으므로 패턴 및 3차원 의복 데이터베이스 구축에 매우 유용하다 할 수 있겠다.

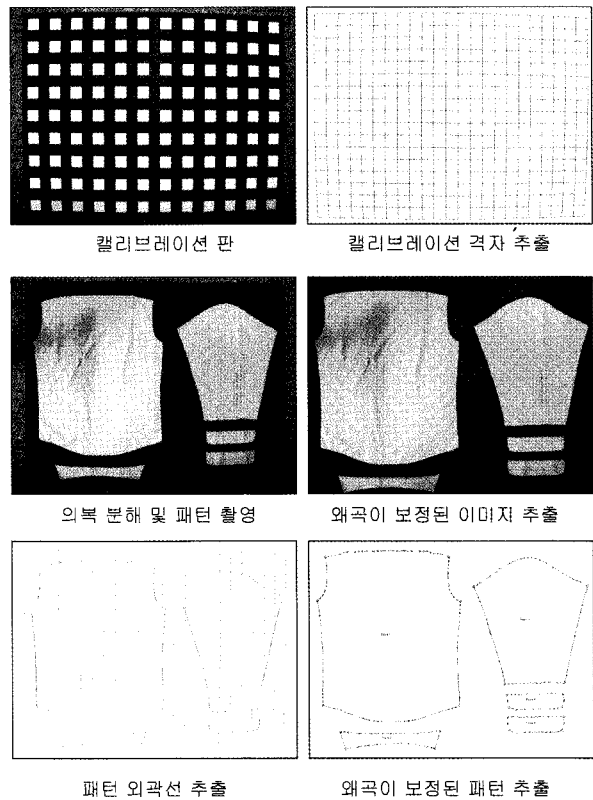


그림 5. 패턴 자동입력 시스템의 개요

디지털타이저, 수식화, 이미지분석 등에 의해 컴퓨터에 입력된 패턴을 드래이프 시뮬레이션에 사용하기 위해서는 재단선 삭제나 다투 정리 등의 기본적인 패턴 수정 기능이 필요하므로 패턴 CAD시스템의 개발은 기본적인 요소라 할 수 있다. 또한 여러 치수의 의복을 시뮬레이션 하기 위해서는 그레이딩 기능이 필요하므로, 이를 위해 여러 가지 치수의 패턴을 입력하면 자동으로 각 패턴상의 모든 점을 일대일로 대응시킨 뒤, 치수 변화에 따라서 각각의 점이 이동해야 하는 양을 자동으로 계산하여 그레이딩할 수 있는 시스템을 개발하였다.

앞서 설명한 바와 같이 의복 시뮬레이션의 준비 공정에

있어 가장 시간이 많이 걸리고 중요한 단계는 패턴을 인체 주위에 3차원적으로 배치하는 것이다. 패턴의 배치는 시뮬레이션의 초기조건이라 할 수 있는데, 적절한 초기조건을 주어야 시뮬레이션 시간도 단축될 수 있으며 최종 형상도 바람직하게 나오게 된다. 패턴을 직관적으로 공간상에 배치하려면 xyz 3축으로 이동 및 회전을 해야 하므로 자유도가 매우 커서 원하는 위치에 배치하기가 어려우며, 인체의 사이즈가 변하는 경우 배치를 다시 해야하는 등 매우 복잡한 문제가 발생한다. i-Fashion에서는 앞서 설명한 바와 같이 인체의 각 부위를 감싸는 바운딩 볼륨을 정의하여 이 문제를 해결하였다. 이것은 <그림 6>에 보인 것과 같이 바디스 패턴은 몸통 주위에, 소매 패턴은 팔을 감싸도록, 바지 패턴은 다리를 감싸도록 배치하게 하는 것이다. 이 때 주의할 것은 패턴의 위치를 절대좌표로 지정한다면 인체의 치수가 변하는 경우 문제가 발생할 수 있으므로 모든 패턴을 인체의 측정 기준점에 대해 상대적인 위치에 배치할 수 있는 인터페이스를 개발하여, 한번만 패턴을 배치해 놓으면 체형이 바뀌더라도 다시 배치할 필요가 없도록 하였다. 또한 한번 시뮬레이션 된 의복의 경우에는 의복을 구성하는 각 점의 좌표를 3차원 골격의 표면상의 삼각형에 대한 상대좌표로 저장함으로써 다른 체형이나 자세의

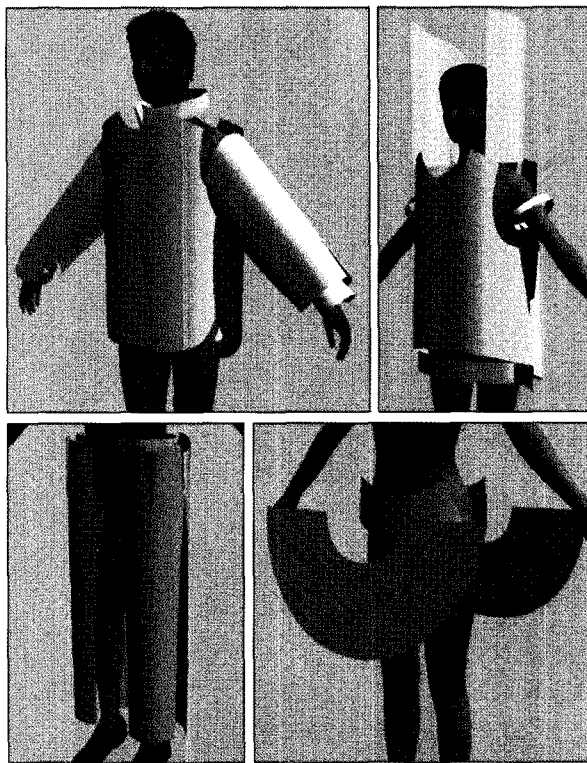


그림 6. 바운딩볼륨을 이용한 패턴의 공간 배치

인체에 다시 드레이프하는 경우 배치과정 자체를 생략할 수 있도록 하여 다양한 인체에 대한 빠른 시뮬레이션을 가능하게 하였다.

#### 4. 드레이프 시뮬레이션 기술

i-Fashion이 목표로 하는 여러 과제에 있어 핵심이 되는 기술은 바로 3차원 의복 드레이프 시뮬레이션이라 할 수 있다. 이는 시뮬레이션을 통해 실제로 의복을 만드는데 필요한 시간을 단축시킬 수 있는 방법일 뿐만 아니라 실제 의복에서 알 수 없는 의복의 각종 물리적인 특성을 정량적으로 확인할 수 있는 방법이기 때문에 매우 중요하다고 할 수 있다. 직물의 거동을 모사하기 위해 사용되는 수학적 모델로는 크게 두 가지가 있는데 하나는 유한요소법(finite element method)을 이용하는 방법이며, 다른 하나는 입자모델(particle based model)을 이용하는 방법이다. 전자는 연구 초기에 많이 사용되던 방법인데 이 방법은 금속 등과 같이 작은 변형을 하는 등방성 균질 연속체의 경우 적합한 방법이나 직물과 같이 큰 변형을 하는 비선형적인 거동을 가지는 비균질 집합적 물체의 경우에는 적합하지 않다. 최근에는 입자모델이 많이 쓰이는데 이는 직물을 작은 요소로 분할한 뒤 각 요소의 질량이 한 점 즉 가상의 입자에 집중되어 있다고 설정한 다음, 각 입자 간에 스프링과 같은 연결구조가 있어 입자간의 상호작용력과 입자에 작용하는 중력이 평형을 이루도록 입자의 위치를 계산하여 직물의 드레이프 형상을 예측하는 방법이다. 입자간의 인력과 척력은 직물의 인장 성질을 반영하며 하나의 입자에 연결된 두 개의 입자가 이루는 각도를 변형시키려는 힘은 직물의 굽힘 거동을 반영하게 된다. 이러한 입자간의 상호작용력은 결국 입자에 작용하는 중력이나 공기저항 등과 평형을 이루게 되는데, 이러한 힘들을 이용해서 일련의 미분방정식을 구성할 수 있다. 이러한 미분방정식은 대개 비선형이기 때문에 수치해석적인 방법을 통해 해를 구하게 되는데, 앞장에서 보인 바와 같이 공간상에 배치된 직물의 상태를 초기상태로 하여 짧은 시간간격(time step)을 이용해서 수치적분을 하면 특정 시간에서의 모든 입자의 위치를 구할 수 있으며 이것이 바로 그 시간에서의 직물의 형상을 나타내게 되는 것이라 할 수 있다. 수치적분에도 여러 가지 방법이 있는데 하나는 explicit method로 이 방법은 계산이 간단하여 시뮬레이션 시간이 짧지만 적분의 특성상 어느 정도의 오차를 피할 수 없다는 단점이 있어서 주로 의복의 개략적인 형상을 확인하는 등의 실시간 응용

이 중요한 분야에 쓰이고 있다. 다른 하나는 implicit method로 explicit에 비해 계산량이 많아 시간은 더 걸리지만 직물의 여러 가지 물성을 충실히 반영하여 물리적으로도 타당한 시뮬레이션이 가능하기 때문에 의복의 맞음성이 중요한 응용 분야에 주로 사용된다. i-Fashion에서는 두 가지 방법을 모두 개발하여 각각의 용도에 맞는 분야에 사용하고 있다 <그림 6, 7>. 그런데 의복 시뮬레이션에 있어서는 직물과 직물간의 봉제라든가, 직물과 인체와의 충돌 검사 등도 매우 중요하기 때문에 단순한 수치적분으로 해결할 수 있는 문제라고는 할 수 없다. 봉제의 경우에는 어깨선 상에 여러 개의 다투가 있는 경우처럼 다수의 패턴상의 점들이 모두 한 점으로 봉제되는 경우라든가, 주머니와 같이 한 패턴이 다른 패턴 위에 봉제되는 경우, 서로 다른 길이의 직물 들을 주름을 잡으며 억지로 봉제하는 경우, 또는 여밈 등을 처리하기 위해 일정 거리를 두고 봉제하는 경우 등 여러 가지 상황이 있을 수 있으므로 이러한 것들을 수치적분에 반영하기 위한 특수한 알고리즘이 필요하다. 또한 의복과 의복, 의복과 인체와의 충돌 검사는 시뮬레이션 중에 가장 많은 시간을 차지하는 공정으로, 공간 분할 등의 기법을 써서 인체를 구성하는 삼각형과 의복의 각 입자들의 충돌검사 횟수를 최소로 유지하는 기법이 필수적이다 <그림 8>.

i-Fashion에서는 이러한 모든 기술을 자체 개발하여 그



그림 7. 다양한 패션요소의 구현

림 7에 보인 바와 같이 칼라, 커프스, 래글런 소매, 여밈, 주머니 등의 다양한 패션구성 요소를 포함하는 복잡한 의복을 여러 벌 겹쳐 입는 경우에도 10~20초 내외의 빠른 시간에 안정적으로 시뮬레이션할 수 있는 시스템을 구현하였다.

직물은 경사와 위사의 교착에 의해 이루어지기 때문에 단색직물인 경우에도 직물 특유의 조직에 의해 미묘한 명암이 생기게 된다. 그러나 3D 모델로 이러한 미세 구조를 표현하는 것은 복잡도의 문제로 거의 불가능하기 때문에 적절한 2D 이미지를 모델에 입힘으로써 사실적인 형태를 만들어야 하는데, 이를 텍스처 매핑이라 한다. 의복에 텍스처를 입히는 방법에는 <그림 8>에 보인 바와 같은 방법들이 있다. 직물 무늬 반복법은 직물의 고해상도 이미지를 바탕으로 반복시켜서 입히는 방법이며, 풀 텍스처 방법은 의복을 평면화한 상태에서 촬영한 사진을 그대로 의복에 다시 적용시키는 방법이다. 전자의 경우에는 텍스처 이미지를 만들기가 쉬우며 확대를 많이 하더라도 직물 특유의 경위사 교착 구조 등을 뚜렷이 볼 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 같은 무늬를 계속 반복하기 때문에 조명 등에 의해서 생기는 직물특유의 불규칙한 명암 등이 표현되지 않으며, 의복에 있는 단추, 지퍼, 주머니, 봉제선 등의 세밀한 요소들을 표현할 수 없다는 단점이 있다. 후자의 경우에는 이미지의 준비가 비교적 복잡한 반면 의복상에 있는 모든 패션 요소들을 다 반영할 수 있어 보다 사실적인 의상을 구현할 수 있는 장점을 가지지만 이미지 해상도의 한계로 인해 확대했을 때 직물조각법에서와 같은 정밀한 형상을 얻을 수 없다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 i-Fashion에서는 직물의 조직을 표현하는 명암 맵, 의복의 구성요소를 나타내는 패션요소 맵, 그리고 직물 무늬를 나타내는 직물 맵의 3가지 맵을 합성하여 만들어낸 새로운 액티브 텍스처맵 개념을 이용하여 두 가지 방법의 장점을 모두 나타낼 수 있는 기법을 새로 개발하였는데, 이는 의복의 디테일을 유지하며 의복의 부위별로 서로 다른 직물 무늬를 매핑할 수 있으며 직물 조직에 의한 명암효과도 살릴 수 있는 방법이라 할 수 있다. 이 세 가지 방법은 각각 적절한 응용분야에 사용되고 있다.

의복 시뮬레이션의 장점은 실제 의복에서는 불가능한 여러 가지 정량적 분석이 가능하다는 것이다. 즉, <그림 9>에 보인 바와 같이 의복상의 각 부분의 변형률의 분포라든가 의복과 인체사이의 공간량 등을 정량화해서 볼 수 있으므로 인체에 잘 맞는 패턴을 만들기 위해 패턴을 수정할 때 참고할 수 있다. 또한 인체의 각 부분의 단면도



그림 8. 의복 텍스처 매핑 기법

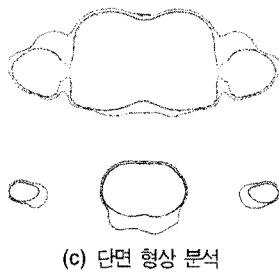
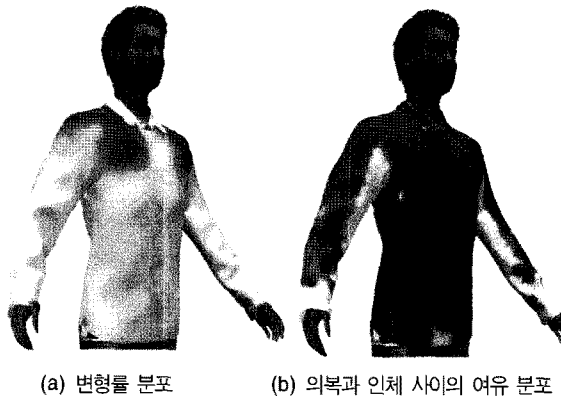


그림 9. 의복 피팅성의 물리적 분석

를 볼 수 있으며 인체와 의복간의 여유량을 측정함으로써 각 부분이 얼마나 잘 맞는가에 대한 피팅성 등을 측정할 수도 있다.

## 5. 마케팅 지원 기술

i-Fashion은 단순히 IT 기술을 패션과 접목하는 것을 목표로 하는 것이 아니라 이를 이용해서 새로운 시장을 창출하는 것을 목표로 하고 있다. 새로운 시장의 한 가지 예로는 인터넷 환경에 가상의 의류시장을 만드는 것을 들 수 있다. 월드와이드웹(WWW)의 개발 이후로 인터넷 환경은 급속도로 발전해 왔는데, 최근 Web 2.0 이 발표되면서 본격적인 상호작용이 가능한 환경으로 변화해 가고 있다. 지금도 수많은 인터넷 쇼핑몰이 성업 중에 있지만 앞으로는 다른 쇼핑몰과 차별화된 기술이 있어야지만 경쟁에서 살아남을 수 있으리라는 것은 쉽게 예상할 수 있다. 차별화의 한 가지 방법은 고객이 인터넷 상에서 모델이 입은 옷의 사진만을 보고 옷을 고르도록 하는 것이 아니라, 자신과 똑같은 모양의 아바타(avatar)에 옷을 입혀보고 디자인이나 피팅성 등을 인터랙티브하게 확인해볼 수 있게 하는 기능을 제공하는 것이 있는데, 이러한 것은 Web 2.0 체제하에서 가능해질 수 있다. i-Fashion에서는 이를 위해서 ActiveX 와 Java 등의 기술을 이용하여 인체모델의 제작과 드레이



그림 10. i-Fashion 쇼핑몰

프 시뮬레이션을 웹상에서 구현할 수 있도록 하였다. 이는 프로그램을 설치 없이도 단순히 인터넷 홈페이지에 접속함으로써 고수준의 인터랙티브 콘텐츠를 사용할 수 있게 하는 기술로, 3차원 드래이프 시뮬레이션 등이 구현되는 인터넷 쇼핑몰을 가능하게 해준다. <그림 10>은 실제로 이러한 기술을 사용하여 시범적으로 구현한 i-Fashion 쇼핑몰의 예이다.

가상 드래이프 시뮬레이션은 인터넷 쇼핑몰 뿐만 아니라 기존의 오프라인 쇼핑몰에서도 사용될 수 있다. 이것은 키오스크와 가상거울이라고 하는 시스템을 도입함으로써 구현할 수 있는데 이러한 시스템을 이용하면 고객이 매장에 있는 옷을 입어보는 것은 물론, 매장에 있지 않은 옷을 입어본다거나, 다른 브랜드의 옷과 매칭을 시켜본다거나, 혹은 자신만의 맞춤 주문을 하는 것이 가능해진다. 고객은 컴퓨터 시스템을 이용해서 자신의 아바타를 선택하고, 옷을 고르고, 기타 선택 가능한 옵션 등을 선택한 뒤 이를 가상 거울 시뮬레이션을 통해 확인해 봄으로써 맞춤 주문을 하게 된다. i-Fashion에서는 많은 시범사업을 통해 이러한 오프라인 매장의 구현 가능성을 확인하였으며, 현재도 의류 업체들과 협동으로 오프라인 매장을 개발하는 연구를 계속하고 있다. <그림 11>은 최근 개발이 완료된 맞춤 주문 시스템의 예이다.

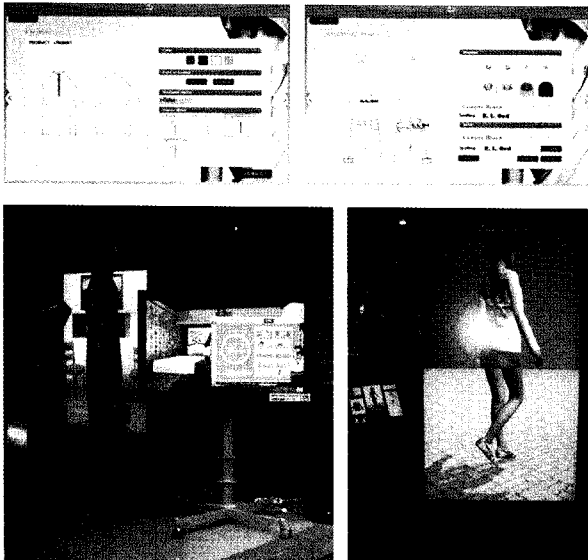


그림 11. 맞춤 주문형 의복 제작 시스템

## 6. 설계 및 생산 지원 기술

i-Fashion은 의류 설계 및 생산관련 기술을 업체에 지원 하는 것을 목표로 한다. 이를 위해서는 IT 뿐만 아니라 기

계, 전자, 전기 등의 실제 오프라인의 기술들과의 통합이 필요하다. 예를 들면 최근 다양한 비접촉식 인체계측기가 개발되어 인체 계측에 쓰이고 있는데, 다양한 계측기의 종류만큼 거기에서 얻어지는 데이터도 다양한 형태를 가지고 있기 때문에 데이터를 얻는다고 해도 막상 활용할 수 있는 분야는 각각의 기계에서 제공하는 응용 프로그램에 의해 제한될 수 밖에 없다. i-Fashion에서는 이러한 문제점을 극복하기 위해서 <그림 12>에 보인 바와 같이 다양한 계측기로부터 얻어지는 데이터를 처리하여 하나의 형태로 변환하고, 변환된 인체데이터로부터 원하는 치수 정보나 형상을 쉽게 추출할 수 있는 인체 계측 시스템을 개발하였다.

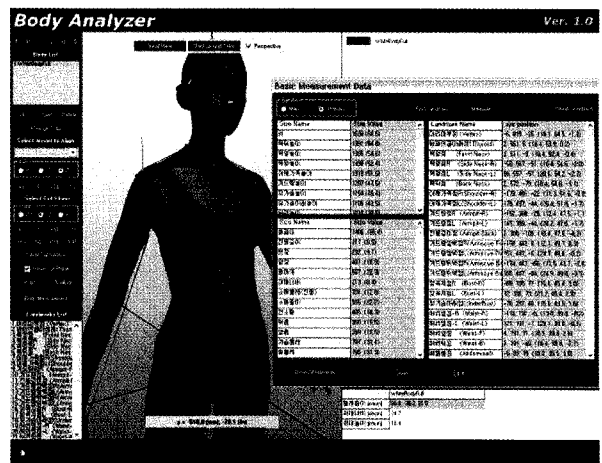


그림 12. 인체 계측 소프트웨어 시스템

또한 최근 디지털 텍스타일 프린팅 (DTP)의 보급이 점차 확대되고 있지만 직물 디자인 이외에 마땅한 소프트웨어가 없어 그 활용 분야가 제한되고 있다. i-Fashion에서는 그리드 매핑(grid mapping) 기술을 이용해서 DTP 결

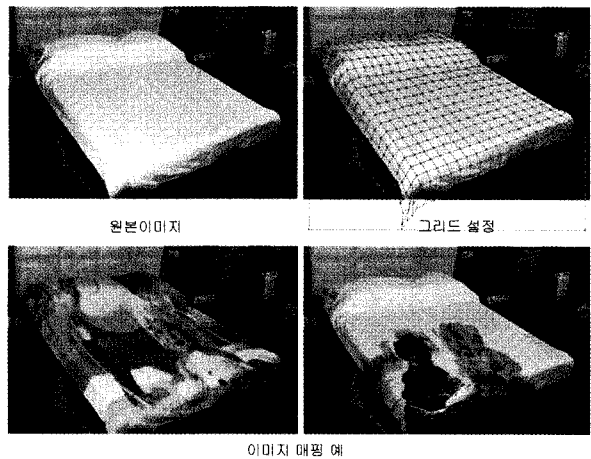


그림 13. 그리드 매핑에 의한 미리보기 시뮬레이션



과를 미리 볼 수 있게 해주는 시뮬레이션 소프트웨어를 개발하여 의류나 침구 분야에서 DTP를 응용할 수 있는 어플리케이션을 개발하였다. 그리드 매핑이란 <그림 13>에 보인 바와 같이 사진 상에 그리드를 설정하고 사진에 나타난 물체의 형태에 맞추어 그리드를 변형한 다음, 그리드에 맞춰서 특정한 이미지를 변형하여 매핑함으로써 사진상의 오브젝트에 임의의 이미지를 합성하는 기술이다.

## 7. 결론

본 고에서는 i-Fashion 사업에서 수행하고자 하는 과제의 개요 및 각각의 과제에 필요한 요소기술에 대해 설명하였다. 현재 모든 기술은 연구팀에서 자체적으로 개발되고 있는데, 보다 완벽한 기술의 확보를 위해서는 섬유공학, 의류학, 물리학, 컴퓨터공학, 전자공학 등 여러 분야의 학제적 협동이 필수적이라 할 수 있다. 인체모델링 기술의 궁극적인 목표는 남녀 단 두개의 통합바디(universal body) 모델을 이용해서 모든 인종, 연령, 체형의 인체를 구현하는 것인데, 이를 위해서는 체형에 대한 보다 체계적이고 광범위한 분석이 필요하다. 패턴 관리와 수정에 있어서는 의복 구성에 대한 연구는 물론 효율적인 소프트웨어와 하드웨어적 사용자 인터페이스의 개발이 필수적이다. 드레이프 시뮬레이션의 궁극적인 목표는 여러 겹의 복잡한 구조의 의복을 직물의 물성을 직물 조직에 따른 차이까지 반영하면서 실시간으로 입히는 것인데, 이를 위해서는 병렬 처리나 실시간 광선추적기법 등의 최첨단 컴퓨터 기술과, 직물 조직에 의한 효과까지도 고려할 수 있는 획기적인 직물 물리 모델의 개발이 필요할 것으로 생각된다. 이를 통해 실제 의복과 유사한 시뮬레이션이 완성된다면 의복 제작 기간이나 비용이 획기적으로 단축될 것이며, 이는 다품종 소량 생산 체제의 정착에도 기여하게 될 것이다. 맞춤 주문형 의복 제작 및 유통 시스템의 구현을 위해서는 Web 2.0 표준에 대응할 수 있는 첨단 인터넷 기술이나 RFID를 이용한 물류 기술을 지속적으로 연구 개발할 필요도 있다. 또한 궁극적으로 의복의 다품종 소량 생산을 달성하기 위해서는 의복 생산 공정 자체를 자동화해야 하는데, 이를 위해서는 기계공학이나 전자공학 분야와도 많은 협동 연구가 이루어져야 할 것이다. 이러한 여러 분야의 많은 연구자들의 지속적인 관심과 노력이 이루어진다면 i-Fashion이 지향하는 첨단

패션산업도 빠른 시일 내에 이루어 질 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- A. Fuhrmann, C. Grob, V. Luckas, and A. Weber, Interaction-free Dressing of Virtual Humans, *Computer & Graphics*, 27, pp.71-82, 2003
- C. Ericson, *Real Time Collision Detection*, Elsevier, Amsterdam, 2005
- D. A. Forsyth and J. Ponce, *Computer Vision a Modern Approach*, Prentice Hall, New Jersey, 2003
- D. H. House and D. E. Breen, *Cloth Modeling and Animation*, A. K. Peters, Natic, 2000
- FFD 설명 책
- P. R. M. Jones and M. Rioux, *Three-dimensional Surface Anthropometry : Applications to the Human Body, Optics and Lasers in Engineering*, 28, pp.89-117, 1997
- P. Volino and N. M. Thalmann, *Virtual Clothing Theory and Practice*, Springer, Berlin, 1998
- <http://www.intellifit.com>
- <https://www.ifashionmall.co.kr>

### 김성민

서울대학교 섬유고분자공학과(학사, 석사)  
 서울대학교 재료공학부(박사)  
 현재 전남대학교 응용화학공학부 조교수

### 박용수

서울대학교 기계설계학과(학사, 석사, 박사)  
 현 (주)아이음니 연구원

### 박창규

서울대학교 섬유고분자공학과(박사)  
 한국생산기술연구원 섬유기술센터 선임연구원  
 Georgia Institute of Technology 방문연구원  
 전남대학교 응용화학공학부 조교수  
 현 건국대학교 섬유공학과 부교수  
 현 i-Fashion 의류기술센터 센터장