IT 와 전통산업간 융합: 섬유 · IT 융합 기술 동향

김배선
ETRI 웨어러블 컴퓨팅연구팀 선임연구원
bskim72@etri.re.kr
김영성, 조일연
ETRI 웨어러블 컴퓨팅연구팀

1. 개요
2. 섬유 IT 융합 기술의 연구 동향
3. 섬유 IT 융합 발전 방향 및 결언

1. 개요

가. IT 섬유산업 융합의 필요성, 정의, 범위

우리가 맞이한 21C 에서는 유비쿼터스 시대를 맞이하여 A4(Anytime, Anywhere, Anyhow, Anyone)를 실현하기 위한 첨단 인터페이스 기술을 실현하고자 신섬유 · 의류 기술을 사용해야 할 필요성이 절실해지고 있다. 이러한 필요성에 따른 기술을 구현하기 위해 섬유산업과 IT 분야와의 융합은 관련산업 분야에서 구체적으로 요구되고 있고, 이에 따라서 근래에 많은 연구 개발과 더불어 첨단산업 분야에 적용되고 있다. 특히, IT 산업이 급속히 발전해 나아가면서 해외는 물론 한국이 세계적으로 가장 강점인 IT 산업을 축으로 산업간 융합이 새로운 패러다임으로 부상하고 있다. IT 가 아날로그에서 디지털로 변화됨에 따라 디지털 융합화가 IT 산업 자체를 넘어 타 산업으로 급속히 확장되고 있는 것이다. 여기서 신섬유 · 의류산업은 선진국에서 신성장동력으로 선정할만큼 그 파급효과가 크고 대중화 시키기에 중요한 산업임을 인정받고 있다.

IT 와 섬유산업 융합의 섬유소재 분야에 있어 모든 제품과 공정 등을 포함하여 IT 를 중심으로 기술을 융합하는 신섬유 분야를 그 주요산업으로 정의할 수 있다. 여기에는 섬유 · 의류산업의 IT 융합은 물론 IT 융합에 따른 소재, 디자인, 브랜드 개발 등 직접적인 생산에 관계되어 있는 부분까지 포함하는 것이다.

또한 각각의 산업에서 보는 관점에 따라 다음의 두 가지로 표현할 수도 있다. ① IT 산업 즉, 디스플레이나 모바일 산업에서 소재나 부품으로 사용하는 섬유 재료 기술개발 및 융합 분야 ② 섬유소재나 제품에 IT 기술과 부품 또는 제품을 융합하는 인텔리전트 섬유 기술 또는 웨어러블

* 본 내용과 관련된 사항은 ETRI 웨어러블컴퓨팅연구팀 김배선 선임연구원 (☎ 042-860-6778)에게 문의하시기 바랍니다.
**본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 NIPA 의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

기술개발 분야이다.

나. 세계 IT 섬유 분야 시장 현황 분석

VDC(Venture Development Corporation: 미국)사의 “Wearable Electronics”(2005 년) 자료에 따르면 스마트 섬유의 세계 시장은 2004 년 3 억 달러로 연성장률 19%로 잡았을 때 2008 년에는 7 억 2,000 만 달러로 예상된다. 이 중 연소비의 10%는 방위산업 부문에서 소비될 것으로 보고 있다. 고 성장이 기대되는 분야로는 헬스케어, 의료용, 스포츠 및 아웃도어 활용에 필요한 의복, 방위산업 분야를 꼽고 있다. GIA(Global Industry Analysts: 미국)사에서 2008 년 3 월 발행한 “Smart fabric and interactive textiles”에 따르면, Smart fabrics 과 Interacitve Textiles (스마트직물과 상호반응 직물)의 전세계 시장규모는 2007 년에는 538.46 백만 달러에 달하고 2009 년에는 638.7 백만 달러에 달할 것으로 예상된다. 향후 외부 자극에 반응하는 기술의 발달로 2012 년에 13.1 억 달러까지 관련시장이 확대될 것으로 예상되며, 특히 생체물리학적 모니터링 솔루션과 상변화 물질(PCM)이 중요 성장 요인이 될 것으로 보고 있다.

다. 한국의 IT 섬유 분야 환경

한국의 섬유・의류 산업은 세계 9 위권 내에 세계 시장점유율을 가지는 기반 산업이지만 선

(그림 1) 섬유 산업의 변화의 바람[1],[2]

진국 대비 기술 수준은 원사, 원단, 염색·가공, 봉제 등에서 평균적으로 70~80% 정도의 기술력을 보유하고 있다.

최근 소비자의 기호와 여가 확대 및 여행 증가, 고령화 등 생활 패턴의 변화가 진행되면서 고급의류에 대한 수요 증가라는 의류 수요에 대한 변화가 생기고 있으며, 섬유 쿼터제 폐지, FTA 확산, 중국의 WTO 가입 등 섬유 의류 자유 무역이 확산되고, 인체 무해한 제품 수요 증가와 친환경산업 선호 등 환경 규제가 등장하고 있다. 또한 섬유 기술과 IT, NT, BT 등 타 산업 기술과의 융합에 따른 산업용 섬유의 수요가 확대되고 있는 패러다임의 변화가 일고 있다[1].

또한 여러 타 산업과의 융합 중 IT 와 섬유산업 융합은 섬유소재분에 있어 모든 제품과 공정 등을 포함한 IT 기술과 섬유 기술이 융합하는 산업으로 정의될 수 있다. 여기서 섬유 및 패션 산업의 IT 기술을 적용하는 경우 또는 IT 산업에서 섬유 기술을 활용하는 경우의 섬유·IT 융합 기술의 분야는 (그림 2)와 같이 구성될 수 있다. 융합 기술의 분류는 IT 융합소재, Wearable 제품, Smart 섬유, IT 융합공정 등 4 가지 부문으로 구분하고 있으며[3], 본 고에서는 위 분야들을 중심으로 연구 동향 및 사례 등을 살펴보고자 한다.

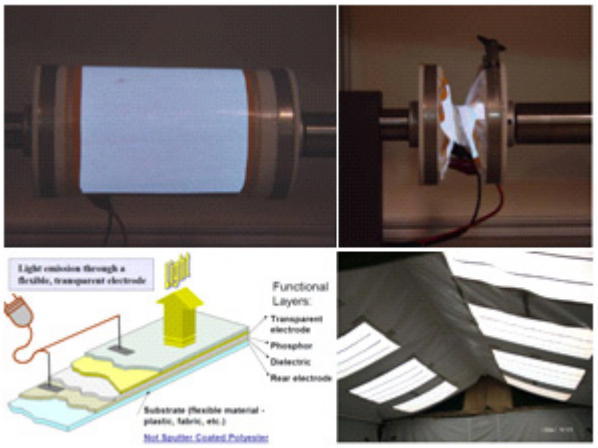
(그림 2) 섬유 IT 융합의 전략 분야[3]

2. 국내외 섬유 IT 융합 기술 연구 동향

가. IT 융합 소재 연구 동향

(1) Flexible EL Lamp

CrossLink 사는 Ultra-Flexebie EL(Electroluminescence) Light System 을 상온에서 스크린 프린팅 장비를 사용하여 개발하였다. 플라스틱, 금속, 섬유소재 및 종이 등의 다양한 소재 위에 구현이 가능하고 열이 발생하지 않으며, -30 도에서 70 도까지 동작온도 특성 또한 우수하다.



(그림 3) ultra-flexible EL lamp, Crosslink 사[4]

(2) HEATEX

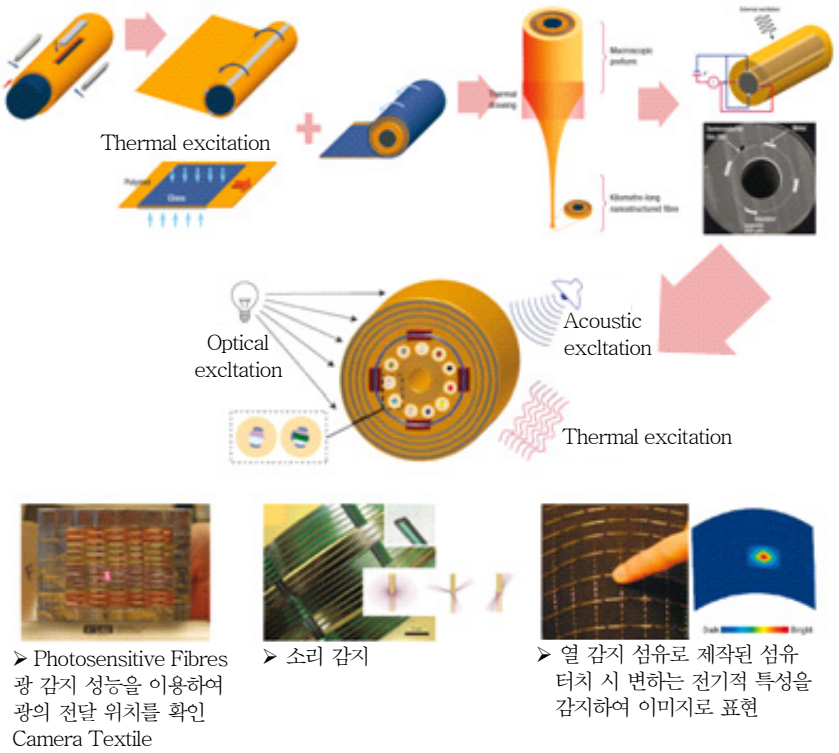
코로롱 글로텍에서는 2009 년 HEATEX 라는 발열 섬유 소재를 제품화하였다. 자체발열 스

(그림 4) 코오롤 글루텍, 발열 섬유 소재및 응용 제품[5]

마트 섬유를 이용하여 의복 및 차량용 카시트에 적용되었으며, 안정적인 전기전 성능과 내구성을 가지고 있고, 전기회로 시뮬레이션 프로그램을 통해 IT 접목 스마트 섬유소재를 자유롭게 구현할 수 있기 때문에 다양한 분야에 적용이 가능하다.

(3) Multi-function Fiber

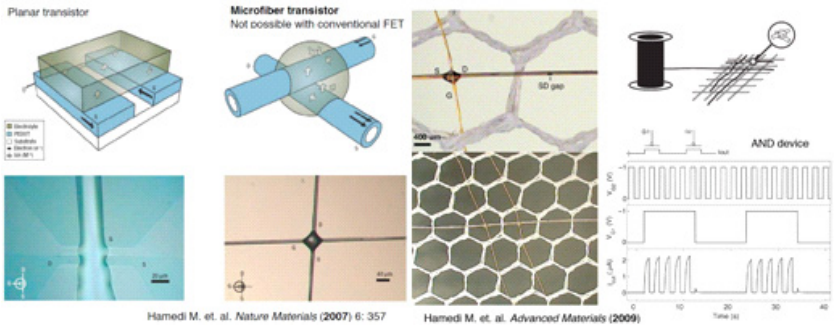
MIT 에서는 우선 열적인 증발을 통해서 다층 구조의 섬유사를 나노 크기의 섬유사로 제작하였고, 반도체 디바이스 공정과 광섬유 제조 공법 바탕으로 많은 파이버들을 2 차원 또는 3 차원 구조로 제작하여 열이나 빛, 소리를 감지할 수 있는 연구를 수행하였다.



(그림 5) MIT 의 Mulitfunction 섬유 제조 및 응용[6]

(4) Woven logic from organic electronic fibers

스웨덴 Linköping Univierity 의 mahiar hamedi 는 WECT(Wire-Electrochemical Transistor) 제작을 통해서 전도성 고분자 얇은 필름이 직경 10~100nm 텍스타일 단일 필라멘트에 코팅될 수 있음을 보였고, 이를 하나의 섬유사 위에 마이크로 크기의 WECT 를 만들어 내는 데 성공하였다.

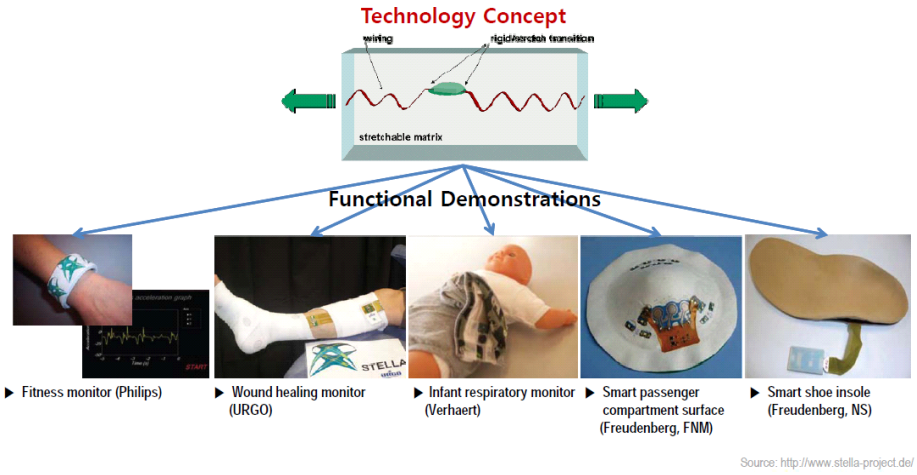


(그림 6) Electronic polymer devices on fibers [7]

나. Wearable 제품 연구 동향

(1) STELLA(2006~2010 년)

STELLA(Stretchable Electronics for Large Area) 프로젝트는 건강, 웰빙 및 기능성 의류에 사용하고 신축성 있는 전도 도선을 가진 신축성과 유연성을 가진 소재 개발과 접합 기술 및 신축성 있는 기판 위에 전자 회로 및 부품을 통합하기 위한 기술들을 개발하는 것을 목적으로 하였다.



(그림 7) Stella 프로젝트에서 적용한 의류 제품들[5][8]

(2) PROETEX(2006-2010 년)

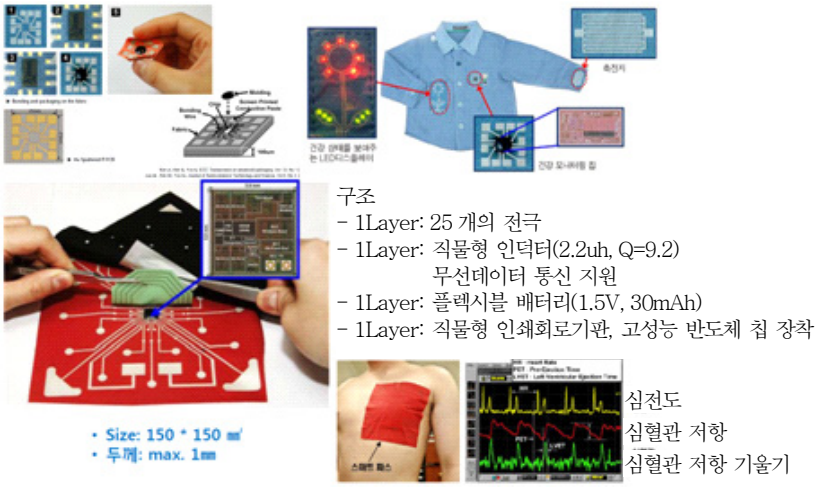
PROETEX 프로젝트는 벨기에 Gent 대학이 중심이 되어 인명 구조대원용 스마트 슈트(Smart Suite) 개발을 추진하고 있다. 이 스마트 슈트는 이너, 아우터, 바이 및 구두로 구성되어 각각 센서, 전자 디바이스, 배터리가 장착되어 있으며, 텍스타일 센서는 원거리 통신이 가능하게

(그림 8) Proetex 프로젝트 중 개발되어진 프로토타입[5],[9]

하고, 착용자의 생체정보(혈압, 심박수 등)를 상시 모니터링 하여 위험한 상태가 되면 경보 신호를 송신하는 시스템으로 구성되어 있다. 또한 이 슈트는 GPS 시스템이 장착되어 있어 착용자가 있는 곳을 특정할 수도 있다.

(3) P-FCB

KAIST 연구팀은 일반 옷감에 사용되는 직물 위에 직접 전자회로를 구성하고, 그 속에 건강 모니터링 칩을 장착한 입는(웨어러블) 건강모니터링 시스템을 개발하고 있다. 이 연구를 통해 직물 위에 전극을 직접 인쇄하여 전자회로를 구성하는 평면 패션회로기판(Planar-Fashionable Circuit Board: P-FCB) 기술을 개발하였고, 이를 이용하여 심장 근처에 부착하면 심장 상태를

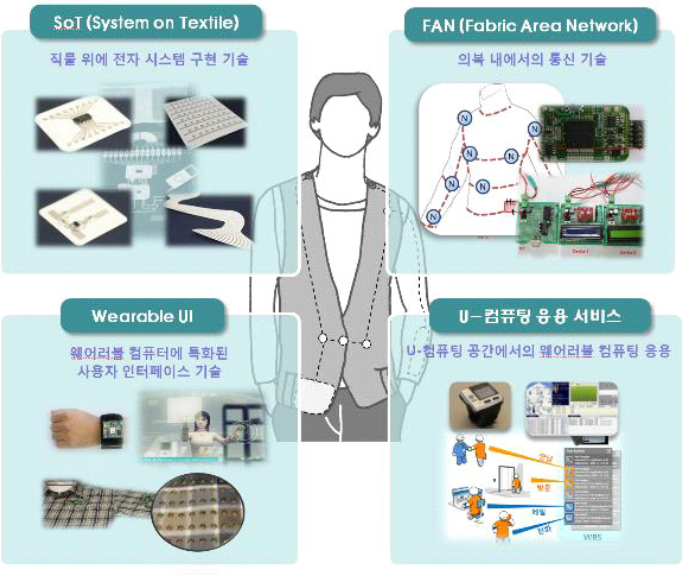


(그림 9) KAIST P-FCB 와 스마트 파스[5],[10]

진단해주는 '스마트 파스'를 개발하였다. 이 장치는 붙이는 파스 형태로 심혈관 저항 및 심전도를 측정할 수 있는 반도체 집적회로(헬스케어칩)가 장착되어 있다. 파스 표면에는 25 개의 전극이 있어서 심장의 수축과 이완 능력, 심전도 신호를 검출해 무선으로 외부에 전송한다.

(4) 웨어러블 컴퓨팅 기술(2008~2012 년)

한국전자통신연구원의 웨어러블 컴퓨팅 기술은 의복이나 액세서리와 같이 신체의 일부처럼 항상 착용하고 다니면서 언제 어디서나 서비스에 접속할 수 있는 의류형 컴퓨팅 시스템, 웨어러블 사용자 인터페이스 및 응용 서비스로 구성된다. 직물 일체형 전자 시스템을 개발하기 위해 SoT(System-on-Textile) 기반의 직물형 회로보드 기술, 의복 내·외부 간의 통신을 위한 FAN(Fabric Area network) 기술 및 의류형 컴퓨팅 시스템 실용화 기술을 개발하고 있으며, 향후 휴대폰을 꺼내지 않고도 통화를 할 수 있는 제품을 목표로 연구를 하고 있다.

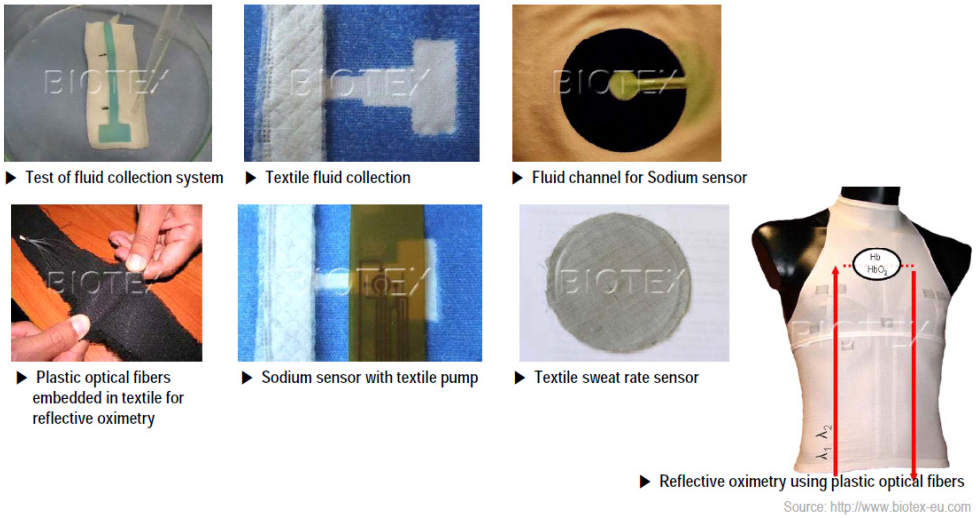


(그림 10) 웨어러블 컴퓨팅 인터페이스[11],[12]

다. Smart 섬유의 연구 동향

(1) BIOTEX(2006~2008 년)

BIOTEX 는 유럽 위원회의 STREP(Specific Targeted Research or Innovation Project)의 6 번째 프레임워크 프로그램으로 섬유에 호환될 수 있는 전문화된 바이오 센서 기술 개발을 목적으로 하였다.



(그림 11) Biotex 프로젝트에서 의류에 적용한 예[5],[13]

(2) 위장막

MILLIKEN 사에서 마이크로 웨이브에 대해 반사율과 투과율이 물질의 전도도에 따라 좌우되는 성질을 이용하여 위장포를 적당한 전도도가 나오도록 carbon 코팅된 섬유나, Poly-pyrrole 코팅된 섬유를 이용하여 위장막을 제작하였다. 이는 현재 섬유 기반의 레이더 위장막보다 향상된 성능을 나타내었다.

(그림 12) MILLIKEN 사 위장막, NAVAIR 의 비행복[14],[15]

(3) 비행기 조종사복

Naval Air Systems Command 에서 군 비행사를 위한 Physiologic-based warning systems 개발을 진행해오고 있다. 비행 중에 발생하는 Hypoxia(저산소증)이나 G-LOC(중력 가속도에 의한 의식상실)을 검출 및 예측하여 경고하는 시스템을 착용하고 비행을 하게 되는 데 초기에는 장비의 무게가 상당한 부담이었다. 이를 개선하기 위해 e-Textile 소재로 개선작업을 지속해 오고 있다.

(4) 전도성사

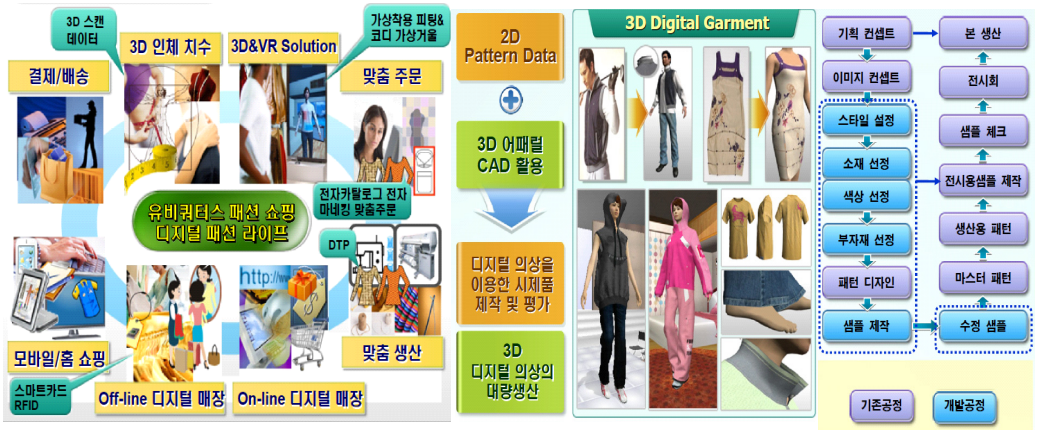
유럽에서 벨기에 Bekaer 사(2006 년), 스위스 ETHZ 연구소(2005 년), 독일 Franumhofer IZM 연구소(2005 년)에 이미 20~40Ω/m 전도도를 가지는 수십 micro-wire 구성된 전도성사를 개발하였다. 국내에서는 2000 년대에 들어와서 전도성사 연구가 시작되어 최근 생산기술 연구원에서 10 ㎛ 구리 필라멘트를 3~7 가닥을 구성된 대용량 통신이 가능한 전도성사를 개발하였다.

(그림 13) 전도성사의 개발사례와 종류[2]

라. IT 융합 공정

(1) i-Fashion 시스템

현재의 의복 준비 공정은 기획-디자인-시제품제작-수정-시제품제작의 반복 작업을 거쳐 수행되고 있으며, 이는 많은 시간과 비용을 요하고 있다. i-Fashion 은 이러한 일련의 수작업 공정을 3D 인체 치수 측정 및 가상 착용 피팅과 코디 가상 거울 등의 IT 기술을 활용하여 가상공간에서 신속하고 저렴한 비용으로 자동화 하고자 하는 섬유 IT 융합 시스템 기술이다. (그림 14)는

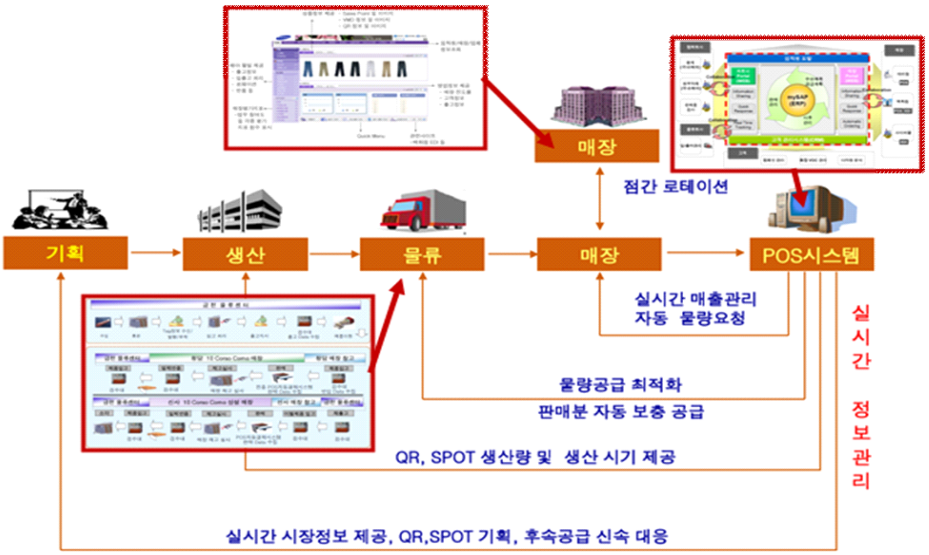


(그림 14) I-Fashion 의 흐름과 적용사례[3]

i-Fashion 기술 개요도 및 사업 개념, 의류 준비 공정의 IT 화 부분을 보여주고 있다.

(2) 패션 산업 RFID 및 USN 기술을 활용한 정보화 시스템 구축

제일모직에서 2005 년부터 2009 년까지 RFID 를 도입하여 물류센터와 매장 및 RFID 제반 로직을 반영한 패션부문 ERP 시스템을 재구축하여 운영한 결과, 표준체계 수립 및 운영을 통한 안정적인 시스템 운영이 가능해졌으며, 전산 입력 오류로 대폭 감소하였다. 또한 상품의 적재 및 보관 방법이 표준화되어 보관 상태가 양호해졌으며, 상품상태 정보 제공을 통한 소비자의 만족도가 향상되었다.

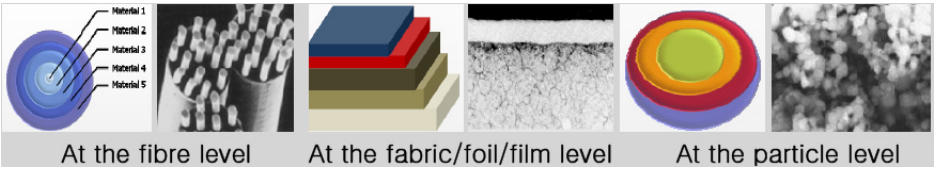


(그림 15) RFID 를 적용한 패션 산업의 성공사례의 예[16]

3. 섬유 IT 융합 발전 방향 및 결언

섬유 IT 융합은 앞에서 언급한 것처럼 IT, NT, BT, ET 기능들이 부가된 융합 섬유소재라는 목적을 가지고 연구 개발되고 있다. 이러한 흐름을 분석해 보면 크게 네 가지 분류로 나눌 수 있다.

첫번째는 산업용 스마트 섬유 소재 분야라 할 수 있다. 기존의 섬유 산업 제품들에 다기능성 및 지능화를 부여하여 경량화 및 고성능화 함으로써 기존의 용도를 뛰어넘고자 하는 연구들이 진행되고 있다. 최근 섬유 소재 기술 연구에 잉크젯 프린팅 기술, 삼원방사 기술, 전기 방사를 이용한 나노 섬유 제조 기술, 화학 증착 및 유전 가열 코팅 기술, 다층 고분자 증착 기술, 메그네트론 스퍼터링 기술, 와이어 공급 금속 증발 기술, 핫멜트 코팅 기술 등 섬유사나 직물, 필름 심지어는 입자 레벨의 다양한 첨단 기술들이 사용되고 있다.



(그림 16) 섬유 개발에 사용되는 첨단 기법[17]

두 번째는 의료 분야로 유비쿼터스 시대에 가장 기대받고 있는 분야 중에 하나이다. 우리나라에서는 헬스케어분야라고 분류하기도 하는데, 일상 생활에서 헬스케어를 적용하기 위해서는 의류에 접목되는 것은 필수적인 일이라 할 수 있다. 앞서 조사했던 유럽의 기술 동향과 미국의 기술동향에서 볼 수 있듯이 의류 또는 이와 근접한 장치에 부착된 시스템을 이용하여 고객의 생체정보를 인식하고 측정, 전달해주는 역할을 하고 있는 것이다. 선진국의 연구소들은 이러한 기능을 이용해서 지속적인 운동을 통해 건강한 신체를 유지하고자 하는 고객과 일시적으로 대도시를 벗어난 지역의 고객의 건강변화를 감시하고자 하는 목적을 가지고 여러 가지 프로젝트를 수행하여 왔다.

세 번째는 환경 분야와 접목된 의류분야로 유럽에서는 PROETEX 등과 같은 프로젝트를 통해 이미 1차 개발을 마무리 하였고, 미국 또는 유럽에서 연구 개발을 활발히 하고 있는 분야이다. 환경 분야에 사용되는 의류는 외부 환경변화에 반응하도록 만들어진 의류 또는 섬유제품을 말하는 것으로 예를 들면 특정 소리가 나면 이에 감응하여 빛을 내거나, 일정 온도 이상으로 기온이 올라가면 반짝이는 의류로 색깔이 지속적으로 변화하는 사용자의 편리와 안정성을 위한 디자인과 설계를 구현한 제품 또는 지진과 같은 외부의 물리적인 충격을 유연한 극세사 구조로 그

파괴력을 분산할 수 있는 기능을 구현하는 제품을 말하고 있다.

네 번째는 군사 분야로 주로 의류를 착용하는 병사를 물리적인 공격으로부터 보호할 수 있는 분야로 시작하였다. 가장 간단한 부분으로는 방탄 분야에서부터 시작하여 앞서 말한 의료, 미디어, 환경분야를 모두 접목시켜 첨단전쟁을 수행할 수 있도록 하는 것을 그 목표로 하고 있고, 대부분의 나라에서는 국가에서 지원을 받아 군과 컨소시엄을 형태로 기술 개발을 진행하고 있다. 특히 미국은 2000 년대 초반부터 이러한 스마트 시스템을 개발하기 시작하였고, 그 결과물들을 모의전투지역에서 실험하여 기능을 검토하는 실용화 검사를 하고 있다. 우리나라에서도 군사 분야의 피복과 방탄부분을 지속적으로 개발되고 있고, 차례차례 적용되고 있지만, 아직 국외에서 개발 중인 스마트 셔츠의 첨단기능에는 미치지 못한 실정이다.

그럼 유럽과 미국과 비교해서 우리나라가 섬유 분야에서 미래기술을 선도할 수 있는 기회는 어디에 있을까? 물론 당연히 화두에 꺼내었듯이 섬유와 IT, BT, ET 등과의 융합이 그 해답이다. 그 중에 우리나라가 다른 선진국과 비교하여 앞선 부분은 IT 분야라 할 수 있고 이것을 섬유기술과 접목하는 방법은 무한한 가능성이 있다. 이러한 융합부분에서 선진국의 기술력이 우리나라보다 2~3 년 정도 앞서고 있지만 아직까지 선도적인 기술은 나오지 않았다. 현재로서는 그러한 기술이 나오기에는 우선적으로 해결되어야 할 부분이 많이 남아있기 때문에 이러한 해결점들을 먼저 파악하여 원천기술을 확보할 수 있는 부분을 파악하는데 중점을 두어야 할 것이다. 또한 가장 중요한 성장동력으로써 키워야 할 섬유 분야에서도 IT 의 아이폰같이 파괴력 있는 선도적이면서도 창조적인 발상의 전환이 이루어진 응용 분야가 적용된, 또는 콘텐츠를 찾아내야 할 당면과제를 우선 해결해야 할 것이다.

<참 고 문 헌>

[1] “2015 섬유 의류 산업의 비전과 발전 전략”, 산업자원부, 2005. 11.
[2] 장순호, “섬유산업의 IT 융합화 기술동향”, 한국섬유개발 연구원 섬유정보팀, 2010. 1.
[3] ‘산업 IT 융합포럼 섬유분과위원회’, 종합 활성화 방안 보고서, 2008. 9.
[4] steve welker “smart fabrics 2008”.
[5] 박성미, “2010 한-독 기술섬유 심포지엄”, 2010. 9.
[6] Y. Fink “nature materials “ VOL 6 May 2007 : www.nature.com/naturematerials
[7] Mahiar Hamedi “smart fabrics 2009”.
[8] STELLA “smart fabric 2009” : http://www.stella-project.de/
[9] http://www.proetex.org
[10] http://ssl.kaist.ac.kr/bio/bio_research.html

[11] “u-컴퓨팅 공간 협업을 위한 Wearable Personal Companion 기술 개발”, 수행 계획서 2010.
[12] 김지은, “디지털 의류 기술 개발 동향”, 전자통신동향분석, 제 24 권 제 5 호 2009. 10.
[13] http://biotex-eu.com
[14] fred DeAngelis “smart fabrics 2007”.
[15] Barry S. Shender “smart fabrics proceedings 2010”.
[16] “패션 산업 RFID/USN 활용사례”, 제일모직, 제 4 회 RFID/USN 산업화 대상 후보 사례 2009. 3.
[17] 주창환, “최근 섬유기술 개발 동향”, 충남대, Technical Textiles Research lab, 2009.