

미래 일상생활용 스마트의류 기술 개발

조길수, 조자영 · 연세대학교 의류환경학과

1. 연구 제안 배경

‘미래 일상생활용 스마트 의류’란 새로운 고부가가치의 의류로서, 착용자의 신체 상태와 외부 환경 감지 및 IT 기능 등이 포함된 신개념 의류이다. 즉, 이는 의류 내에 각종 신호 전달성 섬유 신기술을 적용하고 각종 디지털 장치들을 내장 시킴으로써, 미래 생활의 라이프스타일에 있어 필수적인 디지털 기능이 언제 어디서나 사용될 수 있도록 고안된 신종 의류 제품을 의미한다. 이는 PC 부품들을 신체에 분산 부착하는 웨어러블 컴퓨터(wearable computer)와는 확연히 다른 개념으로, 착용자의 신체 상태를 감지하는 기능이나 IT 기능을 단순 부착이 아닌 직물내의 한 요소로 통합시킴으로써, 고도의 생활편의성을 추구한다는 점에서 차별화된다.

스마트 의류의 원천기술은 1980년대에 미국의 컴퓨터공학 분야에서 시발되었으며, 1998년부터 섬유패션 분야와 컴퓨터공학 및 전자공학 분야 간의 협업 기술로 발전하였다. 외국 개발 현황을 살펴보면 2000년부터는 미국과 유럽 등을 중심으로 디지털 장치와 기능이 내장된 의류들이 발표되기 시작하였으며 2003년부터 상용화 제품이 국제 제품 전시회에 등장하기 시작하였다.

본 기술 개발의 방향은 크게 나누어, 일상생활 용도, 건강 및 의료보조 용도, 군사 용도, 특수 기능 용도 등의 방향으로 개발되는 추세이다. 그 중 본 기술과 직접 관련 있는 일상생활 용도의 스마트 의류 기술은 주로 레포츠 및 엔터테인먼트 용도, 이동형 사무 용도, 기타 일상적 용도 등을 중심으로 개발되어 왔다.

세계적인 기술 컨설팅 전문회사인 Venture Development Corporation(2002)은, 2004년부터 디지털 정보기기를 내장한 스마트 의류 제품들에 대한 수요가 다양한 시장에서 형성되고 연 90% 이상의 신장률로 급속히 증가하여, 2006년도 경에는 47.5백만 달러의 시장규모가 형성될 것이며, 2005년경부터 섬유패션 산업은 이 기술에 있어 가장 중요한 역할을 담당하는 산업분야가 될 것이라 예측하였다. 이 신종 의류제품군에 대한 건강보조/의료, 군사, 스포츠/레저 분야 시장의 수요는 2006년경부터 실질적인 시장이 형성될 것으로 전망되고 있다.

Table 1. 스마트 의류의 시장 규모 전망

구분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년
수량 (천개)	4,990	9,340	16,800	33,600	67,100
금액 (백만불)	14.1	26.4	47.4	94.8	189.5

* 산출근거: VDC(Venture Development Corporation), 2003

소비자 수요 동향의 관점에서 볼 때에도, 본 기술은 의류 제품에 대한 소비자 수요의 거시적 흐름(mega stream)과 맥락이 일치한다. 1910년대 이래 현재에 이르기까지 전 세계의 의류시장에 있어, 수많은 유행 변화에도 불구하고 소비자들이 변함없이 원해 온 의류제품의 속성은 ‘기능성’이며, 이는 의류 제품이 갖는 고부가가치의 새로운 키워드로 자리 잡았다. 그러나 의류 제품의 기능성에 대한 소비자의 수요가 고감도화 되고 디지털 기능의 사용이 생활화 될수록, 소비자 수요들은 의류 소재에 내재된 기능에만 만족하지 않게 되어, 보다 현시(顯示)적인 기능의 의류제품을 원하고 있다. 본 과제의 ‘미래 일상생활용 스마트 의류’ 기술은 이러한 소비자의 미래 수요에 부응하는 기술이 될 것으로 전망된다.

본 기술의 세계적 개발 현황과 추이를 볼 때에, 현재까지의 성과물은 초기 모형 및 기술적으로 제한적으로 생산되는 단계에 있으므로, 아직 초기 단계에 머물러 있는 전 세계의 본 기술 분야에서 국내 기술의 기술적 경쟁 우위 확보가 기대되는 분야이다. 미래 일상생활용 스마트 의류의 개발 기술은 섬유패션 기술과 디지털 관련 기술 간의 협업이 중심이 되는 fusion technology이나, 그 최종 결과물은 의류 제품이므로 ‘의류 제품용’으로 개발된 디지털 관련 기술들이 필수적이다. 따라서 섬유패션 분야의 주도하에 타 분야 기술이 ‘의류 제품용’으로 개발 또는 개량되도록 유도하고 통합시키는 체계 기술이 필요하다. 이에 본 과제는 산업자원부 중기 거점 기술개발사업의 지원을 받아 수행되고 있으며, 현재 1 단계 연구가 진행 중이다.

2. 연구개발 개요

2.1. 연구추진 체계

	신호 전달성 소재 개발	이물질 Wearable 네트워크	Bio-protection filament의 제조기술 개발	E-Textile 기술개발	스마트 의류 제품화
최종사업자	(주)효성	미광섬유	(주)코오롱	(주)조이앤조이	연세대학교
위탁기관	충남대학교 승실대학교	전남대학교 한국생산기술연구원	영남대학교 한양대학교	연세대학교 용인송담대학	
참여자기업	(주)부성 (주)이케이테크		(주)도 (주)세정 (주)우진 w. J&K	순삼섬질기 (주)코오리텍다이빙 (주)에프씨지 (주)엘티전자	

Figure 1. 사업단 구성.

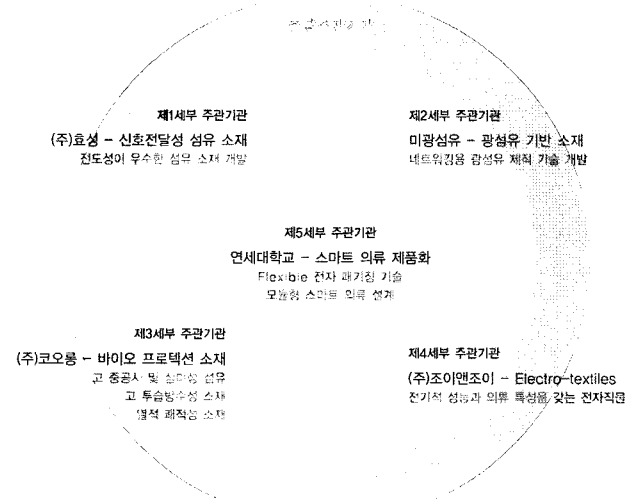


Figure 2. 세부분야 연계.

본 연구과제인 “미래 일상생활용 스마트의류 기술 개발”은 스마트 섬유 제조 기술과 이를 바탕으로 한 직물 제조 및 가공 기술, 그리고 스마트 의류 제조 기술간의 유기적인 협력을 필요로 하는 분야이다. 이에 따라 구성된 추진 체계는 Figure 1과 같이 총괄주관기관(연세대학교)을 필두로 하여 5개 세부기관((주)효성, 미광섬유, (주)코오롱, (주)조이앤조이, 연세대학교)과 7개의 위탁기관(충남대학교, 승실대학교, 전남대학교, 한국생산기술연구원, 한양대학교, 연세대학교, 용인송담대학), 그리고 9개 참여기업이 협력하고 있다.

각 세부기관의 개발 내용은 Figure 2와 같이 유기적으로 연결되어 있다. 즉, 신호전달성 소재, 광섬유 소재, 바이오 프로텍션 소재 및 E-textile 개발을 통해 확보된 기술을 스마트 의류 설계에 적용함으로써, 직물 기반화된 부품으로 설계된 스마트 의류 개발을 가능하게 한다.

2.2. 연구개발 기간

- 총개발기간: 2004.8.1 ~ 2009.7.31 (60개월)
- 1단계기간: 2004.8.1 ~ 2007.7.31 (36개월)
- 2단계기간: 2007.8.1 ~ 2009.7.31 (24개월)

2.3. 연구 개발 사업비

본 사업은 산업자원부 지원으로 5년간 총사업비 150억원 (정부 75억원, 민간 75억원)이 투입될 계획이다.

3. 연구 개발 목표

3.1. 최종 목표

- **신호전달성 소재 개발:** 전도성이 우수한 NY 및 PET 변형 단면 도전사를 개발한다.
- **POF 직물을 이용한 wearable 네트워크 기반 기술 개발:** 스마트 웨어의 디지털 기기간의 연결통로인 광섬유를 목적에 맞게 배열시킬 수 있는 직물을 개발하여 POF 자동화 제직 기술을 확립한다.
- **Smart fabric 용 다기능성 bio-protection filament의 제조기술 개발:** 인체학적 bio-protection(콜링/쾌적성, 하중 조절 능력), 기구학적 bio-protection(내연소성, 내충격 방호성, 항온 기능성, 나노 프로텍션) 기능의 smart fabric용 다기능성 bio-protection 섬유를 개발한다.
- **스마트 컨버팅을 통한 E-textile 개발:** 전기적 성능과 의복 재료로서의 조건을 만족시키는 직물 즉, E-textile의 개발을 목표로 하여, 전도성 직/편물 제작 기술과 후가공 기술을 개발하여 스마트 의류의 핵심 부품 생산 기술을 확립한다.
- **스마트 의류 제품화:** 섬유 패션 분야와 타 관련분야 간의 협업을 통하여, 의류의 고유 속성을 유지하면서도 착용자의 신체상태와 외부 환경감지 및 IT 기능 등이 포함된 미래 일상생활용 스마트 의류를 개발하고 상용화한다.

3.2. 단계별 개발 목표

3.2.1. 1단계 개발 목표

1단계에서는, 전도성 신호전달 섬유와 광섬유를 기반으로 한 쾌적하고 안전한 스마트 의류용 소재를 개발하고, E-textile 기술을 이용하여 스마트 의류 소재를 개발한다. 또한 스마트 의류용 소재를 사용하여 의류의 감성적 속성을 유지하면서도 각종 디지털 기능과 감지 기능을 의복에 부여하는 융합 기술을 연구하고, 그 결과가 집결된 스마트 의류 모형을 개발한다. 구체적인 목표는 다음과 같다.

- **신호전달성 소재개발:** 전도성이 우수한 소재를 발굴 및

과제 수행기간: 2004. 8 ~ 2007. 7

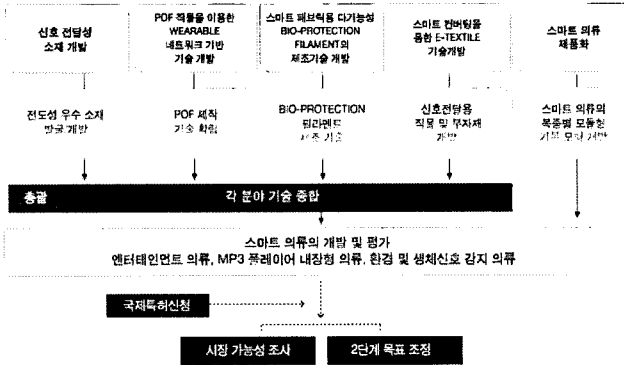


Figure 3. 1단계 목표.

개발하여 강도 2.5 g/d이상, 신도 25%이상의 물성을 발현하는 복합 섬유 및 전기비저항 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 를 나타내는 단면 변형 섬유 제조방식을 연구한다.

- **POF 직물을 이용한 wearable 네트워크 기반 기술 개발:** 스마트 의류용 광섬유 직물 제조기술을 개발하기 위하여, POF 제작 기초 기술을 확립하고 POF 직물 prototype을 개발한다.
- **Smart fabric 용 다기능성 bio-protection filament의 제조기술 개발:** 쿨링/패적성, 경량화, 내연소성, 내충격 방호성, 향온 기능성을 갖춘 섬유 소재를 개발하고, 다기능성 복합방사 PACK을 설계 제작한다.
- **스마트 컨버팅을 통한 E-textile 개발:** E-textile 기술은 스마트 신섬유 재료의 컨버팅 기술을 개발함으로써 신섬유 재료와 스마트 의류제품을 유기적으로 통합시키기 위한 연계 솔루션을 제공하는 요소 기술이다. 스마트 의류에 적용 가능한 전도성 직물 및 편물 제조, 스마트 소재에 적합한 후가공, 모듈화 부품설계 기술을 적용한 부자재 등을 개발한다.
- **스마트 의류 제품화:** 스마트 의류 디자인 및 의류 복종별 모듈형 기본 모형을 개발하고, 유연성 전자소자 및 센서 기술과 스마트 의류의 사용성 평가 기술을 개발한다. 본 융합 기술에 기초하여, 이미지 센서 기술 기반의 엔터테인먼트용 스마트 의류, flexible MP3 player 내장 의류, 생체신호 감지 의류의 프로토타입을 의류 복종 별로 개발한다.

3.2.2. 2단계 개발 목표

2단계에서는 더욱 기능이 고도화된 신호전달성 직물과 광섬유 직물 제조 기술, 바이오프로텍션 기능을 갖춘 의류 소재를 개발하고, 이를 사용하여 스마트 의류에 적합한 E-textile 제품을 개발한다. 이와 같이 개발된 신 섬유소재와 flexible

과제 수행기간: 2007. 8 ~ 2009. 7

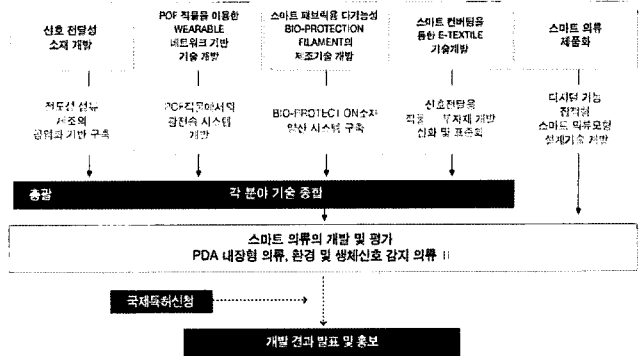


Figure 4. 2단계 목표.

전자패키징 기술, 직물 기반 전자 패키징 기술 등을 활용하여, 인간친화성이 더욱 강화된 스마트 의류의 기본 모형 및 상용화 모형을 개발하며, 스마트 의류의 디자인/설계 표준화안을 제시한다. 구체적인 목표는 다음과 같다.

- **신호전달성 소재개발:** 강도 2.5 g/d이상, 신도 25%이상의 물성을 발현하고, 최종 전기비저항이 $10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ 를 구현하는 복합섬유를 제조하고, 사중 및 수지를 다양화하여 다양한 제품에 적용할 수 있도록 한다. 또한 방사작업성 및 방사 조건 재현 등 공업화 진행을 위한 데이터를 구축한다.
- **POF 직물을 이용한 wearable 네트워크 기반 기술 개발:** POF의 최적 제작 시스템 구축에 의한 양산기술을 개발하기 위하여, 생체신호 감지용 POF sensor 및 기능성 POF를 개발하며, POF 직물에서의 광전송 시스템을 개발하고, POF 원단의 성능 평가 기준을 개발한다.
- **Smart fabric 용 다기능성 bio-protection filament의 제조기술 개발:** 인체학적, 기구학적 기능을 갖춘 bio-protection 섬유 소재를 개발하고, 그 패적성, 건강위생성, 환경안정성에 관한 인증을 확보한다. 또한 이를 양산하기 위한 설비와 시스템을 구축한다.
- **스마트 컨버팅을 통한 E-textile 개발:** 스마트 의류 개발에 필요한 스마트 직물 제조 신기술 등 스마트 컨버팅을 위한 상용화 기술을 심화하며, 신소재를 활용하여 직물 기반 입력 장치를 개발한다. 또한 개발된 스마트 의류소재의 직조 기술, 레이어링, 봉제, 패적 설계 및 평가 기술을 확보한다.
- **스마트 의류 제품화:** 인간 친화성과 기능성의 향상을 위해, IT 기능이 집적화(integration)된 스마트 의류의 모형을 설계하는 기술을 개발한다. 개발 결과로서 flexible PDA 내장형 스마트 의류, 생체분비물 감지 기능 스마트 의류 등의 기본 모형과 상용화 모형을 개발하고 사용성 평가 기준을 개발하며, 그 디자인 및 설계 표준안을 구축한다.

4. 세부주관기관별 연구개발 내용 및 진행상황

4.1. (주)효성

“신호 전달성 소재 개발” 과제의 세부주관기관인 (주)효성은 사중 다양화를 통해 도전사와 코팅사를 개발하였다. 도전사의 경우, 강도(2.5 g/d 이상)와 신도(25% 이상)가 우수하며 전기비저항이 $1.2 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 까지 낮은 섬유를 개발하였으며, 도금 소재 개발을 통해 $1.9 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 까지 전기저항을 낮추었다(Table 2).

이를 위해, PET 도전사용과 nylon 도전사용 master batch를 개발하였고, 도전성이 향상된 단면 구조 설계 기술을 확보하였다. 추후에는 전기비저항이 더욱 낮은 복합섬유를 제조하고, 공업화 진행을 위한 데이터를 구축할 예정이다.

Table 2. 섬유의 성능

구분	물성				단면 형태
	섬도 (D/F)	강도 (g/d)	신도 (%)	전기비저항 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	
Nylon Black	60/6	3.7	45	2.9×10^3	일자
	30/6	3.9	51	1.2×10^3	일자
	20/3	3.4	49	2.6×10^3	일자
Nylon Gray	20/3	3.2	55	7.8×10^3	심초
도금	57	4.9	53	1.9×10^3	심초
PET Black	20/3	3.6	42	4.8×10^3	일자
	20/6	3.8	47	1.6×10^3	일자

4.2. 미광섬유

“POF 직물을 이용한 wearable 네트워크 기반 기술 개발”

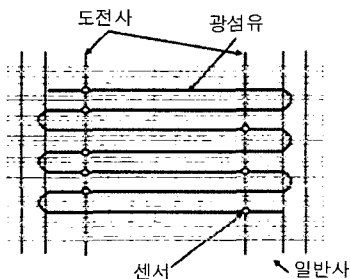


Figure 5. Mixing array 직물 설계도.

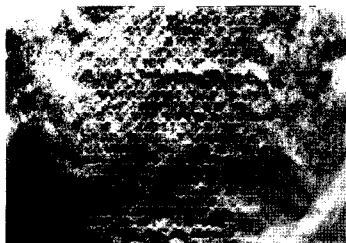


Figure 6. Mixing array fabric.



Figure 7. POF를 이용한 측광 직물 제품.

과제의 세부주관기관인 미광섬유는 POF 및 도전사의 mixing array 직물을 개발하였다. 본 직물의 제직 속도는 평균 75 rpm이며, 직물 변사 안쪽으로 array 시 직각 부분을 등글게 처리하였다. 다양한 조직 효과를 위해 자카드를 활용한 곡면 커브 array 개발을 시도 중이며, 직물과 직물 사이에 POF 및 도전사를 연결하기 위한 브릿지 제직 기술을 개발을 연구 중이다.

한편, POF 직물의 제직 기술 및 광섬유 클래드 etching 기술 개발을 통해 측광 직물을 개발하였다. 이 측광 직물은 적용 조직에 따라 다양한 디스플레이 기능 발휘가 가능하여 시장성이 특히 유망한 소재이다.

4.3. (주)코오롱

“smart fabric 용 다기능성 bio-protection filament의 제조 기술 개발” 과제의 세부주관기관인 (주)코오롱은 고중공사 및 심미성 섬유 소재, 고투습방수성 소재, 열적 쾌적성 섬유 소재를 개발하였다.

고중공사는 30% 이상의 중공률에 의해 물에 뜰 정도의 월등한 경량 효과를 발휘하여, 스마트 디바이스가 탑재되는 스마트 의류의 중량 문제를 경감할 수 있다(Figure 8). 심미성 소재를 위한 고차원 복합 사가공 기술을 개발, 온화함과 천연 섬유와 같은 특성을 부여하였다(Figure 9). 고투습방수성 부여를 위해 개발한 나노섬유를 이용한 나노 웹 형성을 통해 우수



Figure 8. 고중공사 단면.

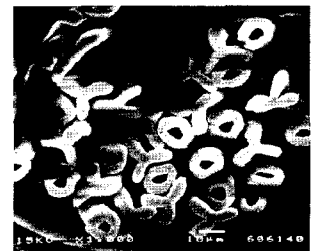


Figure 9. 심미성 중공사 단면.



Figure 10. PCM 마이크로캡슐이 포함된 섬유 단면.

한 통기성과 방수기능성을 갖는 투습방수직물을 얻을 수 있다. 또한, 열적패적성 소재 개발을 위해 상전이에 의한 항온기능성을 가지는 PCM(phase change material) 마이크로 캡슐을 섬유 내로 도입하여(Figure 10), 온도변화로 인한 스트레스를 줄여주며, 특히 스마트 디바이스의 발열을 해소하여 준다.

4.4. ㈜조이앤조이

“스마트 컨버팅을 통한 E-textile 개발” 과제의 세부주관기관인 ㈜조이앤조이는 스마트 의류를 구성하기 위한 주요 재료로서 전도성 직물/편물, 신호전달용 전도성 밴드, 스위치 직물, 직물기반 키패드 등을 개발하였다.

전도성 직물/편물(Figure 11)은 일정 간격으로 가느다란 구리사를 삽입하여 제작 혹은 편직한 제품이다. 특히, 편물의 경우 신축성이 우수하여 착용감을 향상시킬 수 있는 장점이 있다. Figure 12는 스마트 의류 내에 기기 연결을 위한 직물기반 신호전달용 밴드로서, 기존 PCB 회로나 각종 전자 기기와의 연결이 용이한 것이 장점이다. 금속사와 메탈 돔 스위치를 포함하여 직조한 스위치 직물(Figure 13)은 직물 구조 내부에 금속부가 배치되어 있는 구조이므로 세탁이나 관리가 용이하다. 본 스위치 직물은 직물 기반 입력장치(예: 키패드, 키보드)의 주요 재료로서, 입력 장치의 용도에 따라 매

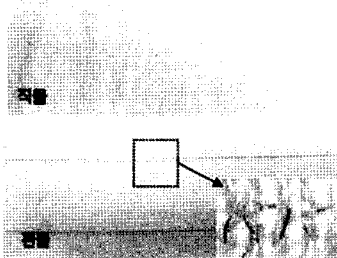


Figure 11. 전도성 금속이 삽입된 직물과 편물.



Figure 12. 직물 기반 전도성 밴드.

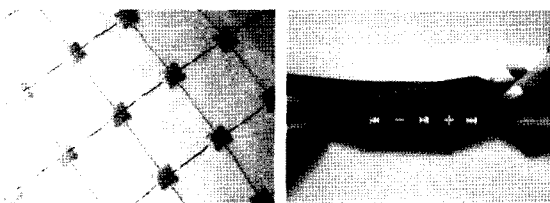


Figure 13. 통전 스위치 직물과 이를 활용한 직물기반 키패드.

트릭스 규모를 조절하여 사용할 수 있으며 신호전달용 밴드(Figure 12)와 연결함으로써 직물 기반 입력 장치 설계가 가능하다.

4.5. 연세대학교

“스마트 의류 제품화” 과제의 세부주관기관인 연세대학교에서는 스마트 의류의 시장가능성 조사 및 사용성 평가, 스마트 의류용 전자 패키징 및 서비스 플랫폼 기술, 스마트 의류 디자인 설계/개발의 세가지 영역 간 유기적 협업을 통한 융합기술을 개발하였다. 본 연구의 구체적인 개발 결과는 다음과 같다.

첫째, 스마트 의류의 시장 가능성 조사 및 어플리케이션 컨셉 도출을 위해, 시나리오 수집 및 실행 가능성 평가 기술을 개발하였다. 둘째, flexible 전자패키징 및 서비스 플랫폼 기술 분야에서는 MP3 player 입력인터페이스 개발 및 센서 컨트롤러 디자인을 개발하였다. 또한, 캐릭터 코드 및 서비스 플랫폼 응용 기술 개발하였다. 셋째, 이를 바탕으로 개발된 기술을 의복에 적용하여 MP3 player 의복, 센서기능 의복, 발광기능 의복 등을 개발하였다. 직물 버튼과 직물 신호선이 사용된 MP3 player 의류(Figure 14)를 이용하여 일상생활 중 직물 버튼의 조작으로 원하는 음악을 들을 수 있다. 센서 기능 스포츠웨어(Figure 15)에서는 심전도, 체온, 외부 환경 감지 기능이 부착되어 있다. 디지털 컬러 기능 의류(Figure 16)에서는 직조



Figure 14. MP3 player 의복.

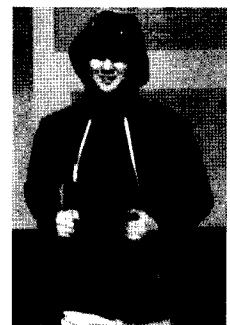


Figure 15. 센서 기능 의복.

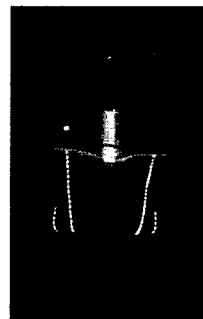


Figure 16. POF 직물을 이용한 발광 의복.

된 광섬유와 LED 모듈 개발을 통해 소리 크기에 반응하여 빛의 밝기가 달라지거나 주변의 색을 인식하여 의복의 색이 변화하는 등의 효과를 발휘한다.

5. 기대효과

5.1. 기술적 효과

미래 일상생활용 스마트 의류 기술 개발 과제를 통한 기술적 효과는 다음과 같다. 스마트 의류 기술은 미국 유럽 등 선진국에 의해 1998-1999년부터 본격적으로 개발되기 시작하였고 2000년도부터 그 개발 성과가 발표되었으나 현재까지 그 기술은 현재 전 세계적으로 개발 초기 단계에 놓여 있으며, 국내 기술과 선진국 기술 간의 차이는 크지 않다고 사료된다. 따라서 미래 일상생활용 스마트 의류 기술을 신속히 개발한다면, 아직 초기 단계에 머물러 있는 전 세계의 본 기술 분야에서, 국내 기술도 국제적 경쟁력에 있어 매우 높은 위치를 조기에 확보할 수 있을 것이다.

5.2. 산업적 효과

스마트 의류 소재와 의류의 산업적 효과를 비교하기 위해 과제 수행 초기 시점인 2004년도 대비 2008년도의 시장 전망을 분야별로 구분하면 Table 3과 같다.

산업적 측면에서 부가적인 효과는 다음과 같다. 고급 품질 및 고품격 디자인에만 의존해온 기존의 세계적 명품 의류 브

Table 3. 시장 현황 및 전망

단위: 억원

구분	분야	2004년	2008년
세계 시장 규모	신호 전달성 소재	1,000	10,000
	POF 직물	5,400	14,400
	Bio-Protection Filament	4,886	18,762
	E-textile	3,600	5,000
	스마트 의류 제품	169.2	2274
한국 시장 규모	신호 전달성 소재	100	1,000
	POF 직물	120	500
	Bio-Protection Filament	700	2,160
	E-textile	342	2,800
	스마트 의류 제품	0	34

출처: 미래 일상생활용 스마트 의류 기술 개발에 관한 산업분석, 산업자원부, 2004

랜드와는 달리, IT 기술 부가에 의한 새로운 부가가치가 추가된 명품 의류 브랜드를 창출하는 제품 기술이 될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 이러한 신종 의류의 산업화가 전개됨에 따라, 스마트 의류를 각종 의류 유형으로 디자인/설계하는 전문 인력 시장이 생성될 것이며, 현재 타 국가에서 하청 생산되는 의류와 디지털 장치 등을 통합조립(assembly) 생산하는 신생산 인력과 생산 체계가 필요하게 될 것이므로, 본 기술 개발을 통하여 새로운 고용창출 효과가 나타날 것으로 기대된다.

섬유 강국이라 공인 받아 온 국내의 섬유패션 기술과 세계 최고 수준으로 인정받는 국내의 반도체 제조 및 IT기술을 인프라로 삼아 양대 분야의 기술이 융합된 스마트 의류 기술을 개발해 나아감으로써, 빠른 시간 내에 세계 스마트 의류 시장을 확보할 수 있을 것이다.



조길수

연세대학교 의류환경학과

1978. 서울대학교 의류학과 졸업
 1980. 서울대학교 의류학과(석사)
 1984. Department of Clothing and Textiles Virginia Tech., Ph.D.
 1984-현재. 연세대학교 의류환경학과 교수
 1990-1991. Department of Clothing and Textiles, Virginia Tech., Post Doc.
 1998-1998. Department of Industrial and Systems Engineering, Human Factors Engineering Center, Virginia Tech., Visiting Professor
 2006-2007. School of Industrial Engineering, Purdue University, Visiting Professor
 2004-2006, 2007-현재. 산업자원부 중기거점 기술 개발과제 "미래 일상생활용 스마트의류 기술 개발" 총괄과제책임자
 e-mail: gscho@yonsei.ac.kr
 Homepage: <http://suny.yonsei.ac.kr/~gscho>



조자영

연세대학교 의류환경학과

1995. 경희대학교 의상학과 졸업
 2001. 연세대학교 의류환경학과(석사)
 2006. 연세대학교 의류환경학과(박사)
 2006-2007. 포항공과대학교 산업공학과 Post Doc.
 2007-현재. 산업자원부 중기거점 기술 개발과제 "미래 일상생활용 스마트의류 기술 개발" 총괄 과제 전임 연구원

스마트의류 기술개발연구소

(120-749) 서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교 산학협동연구관 506호
 전화: 02-2123-6546 Fax: 02-362-0052
 e-mail: smartwear@yonsei.ac.kr
 Homepage: <http://www.smartclothing.org>