

## 최근 센서기반 IT기술 응용

박 준 식 전자부품연구원 수석연구원 | e-mail : jspark@keti.re.kr  
 김 동 순 전자부품연구원 책임연구원 | e-mail : dskim@keti.re.kr  
 황 태 호 전자부품연구원 책임연구원 | e-mail : tao@keti.re.kr

물리센서, 화학센서, 바이오센서 등 센서들을 독립적으로 또는 복합적으로 활용하는 다양한 센서기반 IT기술 응용 분야가 있으며, 이 글에서는 최근 센서기반 IT기술 동향과 관련하여 스마트 기기와 스마트 의류에 적용되는 경우를 예를 들어 소개하고자 한다.

MEMS(Micro Electro-Mechanical System)라는 용어가 1986년 미국의 방위고등연구계획국(DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency)에 제출된 제안서에서 처음으로 사용된 이래로, 급속한 발전을 거듭하였다. 그러던 중, 2007년 애플사에서 iOS 기반의 아이폰, 휴대전화, 모바일 인터넷 기능을 결합한 아이폰이 출시되었는데, 여기에 다양한 MEMS센서(이 글에서는 “초소형 센서”로도 표기)를 융합하여 기능성을 높임으로써, 초소형 센서 시장은 급성장세로 전환되는 계기가 되었다고 할 수 있다. 현재 그 시장 성장세가 지속되고 있으며 향후에도 시장이 확대될 것으로 전망되고 있다. 스마트폰과 같은 스마트 기기에서는 제한된 공간, 무게, 배터리 용량 문제 등으로 센서들의 초소형화는 필수 불가결한 요소 중에 하나가 되었다. 최근 스마트폰에서는 매우 다양한 초소형 센서들이 내장 또는 결합되어 사용되고 있거나 사용될 예정인데, 예를 들면, 가속도센서, 자이로스코프센서, 조도센서, 터치센서, 근접센서, 지자기센서, 이미지센서, 음향센서뿐만 아니라 온습도센서, 기압센서, 가스센서, 방사능센서 등이다. 각 초소형 센서들의 종류와 기능 예를 표 1에 정리하였다.

초소형 센서들은 이상과 같이, MEMS기술을 응용하여 기존의 센서들을 소형화하는 방향으로 상당히 진화되고 있으며, 스마트폰뿐만 아니라 여러 종류의 스마트 기기

에 적용되어 이제는 대부분의 현대인들이 센서의 기능을 매일 사용하고 있다고 해도 과언이 아니다. 향후에는 MEMS기술과 나노기술을 융합한 “Nano on MEMS” 또는 “NEMS(Nano Electro-Mechanical System)” 기술로 진화되면서 극소형화, 고기능화, 저소비전력화 등으로 발전되고 있는 상황이다.

최근에는 생체신호 측정에 대한 개발이 진행되어, 맥박을 측정하는 제품들은 스마트폰이나 스마트워치, 스마트 손목용 기기 등에서 적용되고 있다. 이와 같이, 생체신호를 측정하기 위해서는 스마트폰과 같은 스마트 기기를 이용하는 방법 외에 의복에 여러 종류의 초소형 센서를 적용하여 착용 후 생활하는 도중에 자연스럽게 생체신호를 측정하기 위한 노력이 진행되고 있다. 이러한 웨어러블(wearable) 기술은 필요에 따라서, 굽힐 수 있거나(bendable) 신축될 수 있는(stretchable) 기능을 가져야 한다는 큰 이슈가 존재한다. 또한, 필요한 경우에는 물에서 세탁이 가능해야(washable) 하는 높은 수준의 신뢰성을 요구받기도 하기 때문에 기존 스마트폰과 같은 스마트 기기에 적용하는 경우보다 난이도가 높은 기술을 필요로 한다. 최근에는 군인, 경찰 그리고 고위험성 업무 등 특수한 업무를 수행하는 작업자들을 보호하기 위하여, 심전도(ECG: Electrocardiography), 근전도(EMG: Electromyography), 외부온도센서와 피부온

표 1 스마트폰에 적용되고 있거나 적용될 예정인 초소형 센서의 종류와 기능 예

종류	기능
가속도센서	직선 운동 시 충격이나 가속도를 측정하며, 운동량 등을 측정할 때 활용
자이로스코프센서	회전 운동량을 측정하여 스마트폰의 기울기를 감지, 다양한 동작을 인식하는 게임 등 애플리케이션 개발에 활용
조도센서	주변의 밝기를 감지하여, 예를 들면, 가방 등에 넣어둘 경우 벨소리를 크게 해 주는 기능 등에 활용
터치센서	터치스크린 등을 이용한 입력기능과 지문인식 기능
근접센서	사물이 가까이 있는지 없는지를 감지하여 얼굴에 스마트폰을 접촉하게 될 경우 화면이 꺼지는 기능
지자기센서	지구 자기장을 감지하여 방위각을 인지, GPS와 조합된 위치기반서비스 제공
이미지센서	카메라 기능의 핵심 부품으로 이미지를 인식하는 데 사용됨.
음향센서	마이크로 폰을 이용한 음향감지특성을 활용하여 목소리를 인식하는 기능
온습도센서	주변의 온도와 습도를 감지
기압센서	주변의 압력을 감지
가스센서	주변의 유해 가스 등을 감지
방사능센서	주변의 방사능 정도를 감지
맥박센서	일반적으로 PPG(Photo-plethysmography) 방식을 이용한 생체신호 중 하나인 맥박 감지

도센서, 가속도센서 등을 의복에 적용하는 웨어러블 센서 시스템들이 개발되고 있다. 이와 같은 웨어러블 센서 시스템은 조선소의 작업자, 소방관 등 위험한 상황에 처할 가능성이 있는 다양한 특수 목적의 업무를 수행하는 작업자들에게 본인의 건강 상태를 모니터링하면서도 외부의 환경도 모니터링하여 중앙관제센터와 송수신하여 여러 작업자들의 상태와 처한 상황을 원격으로 인지할 수 있는 스마트한 시스템 구현이 가능하다. 웨어러블 센서들은 경우에 따라서는 MEMS기술을 이용한 초소형 센서 이외에 나노소재 기술과 인쇄전자(printed electronics) 기술 등 새로운 기술을 융합하여 센서 자체가 유연(flexible)하면서도 신축될 수 있는 센서기술을 요구하고 있는 상황이다.

더 나아가 이러한 센서기술을 바탕으로 기존 의류 및 섬유제품들이 단순히 신체보호와 아름다움을 추구하던 과거의 수동적 기능에서 벗어나 다양한 IT기술과의 접목을 통해서 미래 환경에 맞는 능동적 기능을 갖춘 지능형의 인텔리전트 의류로서 인간생활을 더욱 편리하게 만드는 것이 가능해지고 있다. 이를 스마트 의류, 스마트 의복, 스마트 섬유, 또는 전자 섬유(영문으로는 smart textiles, smart clothing, smart fabrics, e-textile 등으로

표기하여 사용하고 있음) 기술이라고 할 수 있다. 이와 같은 스마트 의류는 섬유제품 고유의 감성적 속성을 유지하면서 각종 IT, NT, BT, ET 기능이 추가된 미래형 섬유제품으로 의류의 새로운 시장창출 및 용도 다변화를 통해서 미래 핵심전략산업의 중추적인 역할을 할 것으로 기대되고 있다. 이러한 스마트 의류의 가장 가시적인 적용은 신체 상태의 변화를 체크하고 그에 따라 상황을 알려줄 수 있는 의류로 레저 및 산업관련 안전사고와 그로 인해 발생하는 인적·경제적·사회적인 손실을 대폭 절감할 수 있게 해 줄 수 있다. 대표적으로 국내·외적으로 경찰·소방과 같은 특수산업에서 공공인력의 효율적인 사용을 위해서 다양한 컴퓨팅 기능을 포함하는 디지털 의복 개발이 많이 이뤄지고 있으며, 이를 통해 공공인력의 업무수행능력을 극대화시키고 공공의 안전을 향상시킬 수 있게 될 것으로 예상하고 있다. 센서기반 섬유 IT기술의 시장에 관해 알아보면, 섬유·IT 융합 산업 관련 전세계 시장은 In-Stat, Gartner, VDC Wearable Electronics System 및 GIA(Global industry Analysts)의 해외 예측 기관들에 의해서 2010년 1,737억 달러에서 2015년 2,033억 달러, 2020년 2,473억 달러 규모로 성장할 것으로 추측하고 있다. 현재는 정보화기기

가 장착된 입는 컴퓨터 플랫폼 제품군이 세계적으로 태동하고 있으며, 헬스케어 의류, MP3 의류 등의 스마트 의류 플랫폼 제품군을 중심으로 시장이 확산되어 형성되고 있는 단계로 향후 인테리어 등의 다양한 섬유제품군으로의 시장으로 적용될 것으로 보고 있다.

센서기반의 섬유 IT융합기술로 가장 많은 연구가 필요한 부분 중 하나인 직물기반 회로 구현 기술은 전자기 기에서 사용되는 PCB(Printed Circuit Board)와 같은 형태의 회로 기관의 패턴을 직물에 구현하는 기술이라고 정의할 수 있다. 이를 위해서는 전도성을 갖는 원사(conductive yarn)를 원하는 회로 구현을 위해 적당한 간격과 배열로 삽입하여 원단을 직조(weaving)하는 기법, 자수 기계를 사용하여 회로를 바느질을 통해 자수(embroidering)로 구현하는 방법, 전도성 잉크를 일반 직물에 인쇄(printing)하여 구현하는 방법 등이 연구되고 있다. 각 방법에 있어서 조각회로 연결, 다층으로 구성된 회로교차(cross-over) 및 절연, 회로 유연성 및 세탁성을 만족하면서 의류 제작의 양산이 가능한 기술 등을 확보해야 한다. 그리고 통신/시스템 기술은 다양한 적용을 위해 근거리(예를 들면, 신체 주변 3m 이내)에서 응용에 따라 수 kbps에서 10Mbps의 신뢰성 있는 무선 통신 기능이 필요하며, 저전력 시스템 기술은 물론 이와 관련된 전원(battery) 기술, 에너지 하베스팅(energy harvesting) 기술 등을 포함하며, 이를 위해 직물에서 전기적 특성 및 응용에 최적화된 시스템 기술이 중요하다고 할 수 있다.

세계의 센서와 섬유를 이용한 기술 개발 프로그램들을 간략히 살펴보면, 미국에서는 정부 주도로 군사 관련 wearable electronics 기술이나 건강관리를 위한 센싱과 모니터링 스마트 텍스타일 기술 개발 중심으로 다양한 개인들을 위한 DIY(Do It Yourself)용 제품과 맞춤형 e-textile 제품 중심으로 대중에 확산되고 있다. 예를 들면, 미국의 SoftSwitch 사의 경우 전기 전도성을 갖는 e-textile을 개발하였으며, Sensatex 사는 착용자의 인체로부터 발생하는 생체 신호를 센싱하고 전송하여 건강상태를 원격

으로 관리할 수 있는 의류를 개발하여 발표한 바 있다. Textronics 사는 금속/고분자 혼합물 기반의 직물 전극과 신호선을 이용하여 심박측정 및 전송 기능을 갖는 의복을 개발 및 상용화 하였으며, 착용자가 심박을 측정, 손목에 부착된 모니터를 통해 신호를 전송할 수 있도록 고안된 지능형 스포츠 의류를 개발한 센서 응용 제품을 만들기도 하였다. 이와 유사하게 캐나다에서는 X-Sensor사에서 병원이나 요양시설에 거동이 불편한 환자들을 대상으로 환자의 신체상태 체온, 심박, 혈압 등의 생체정보를 Fabric 패드에 압전 센서를 삽입하여 분석하는 프로세서 및 제품을 개발하여 공급하였고, 병원이나 요양시설에서 항상 환자들을 모니터링 가능한 시스템을 상용화 발표하였다. 유럽에서는 센서를 융합한 스마트 의류 및 유연신축소자와 관련하여 EU를 중심으로 New IST(Information Society Technology) 프로젝트, STELLA(STretchable ELectronics for Large Area applications) 프로젝트 등 여러 프로그램을 진행하고 있다.

국내의 경우도 전자부품연구원, 패션산업연구원, 한국생산기술연구원, 한국전자통신연구원, KAIST 등에서 스마트 의류와 관련된 연구개발을 정부의 지원을 받아 산학연 협동 연구를 활발히 수행하고 있다.

이상에서와 같이, 초소형 센서기술은 IT기술이 융합되어 스마트폰, 태블릿(tablet) PC 등 다양한 형태의 스마트 기기로 활용되고 있으며, 고 기능화를 위한 진화를 거듭하고 있다. 또 다른 예로, 센서기술, 유연/신축소자 기술, 섬유기술 등이 IT기술과 융합된 스마트의류 기술을 통해 인류가 행복하고, 안전하고, 편안한 삶을 영위하는 데 많은 도움을 줄 것으로 보여, 센서기반의 융합 IT기술의 미래 전망은 매우 밝다고 할 수 있다. 한편, 이러한 스마트 기기와 스마트 의류를 사용하면서 발생될 수 있는 부수적인 문제점에 대해서도 함께 연구되고 고민한다면, 이들이 더욱 친환경적이면서 친인류적인 문명의 이기로 자리매김될 것으로 생각한다.