

인체신호전달 섬유제품

정 기 수

한국생산기술연구원 디지털섬유공정팀

1. 서 론

Wearable computer는 1980년대 중반부터 개발되기 시작하면서 1990년대에 들어서 본격적으로 개발이 진행되었다. 초기에는 컴퓨터의 각 부품을 분해하여 편리하게 배치하거나 신체의 뒷부분으로 옮겨 조립함으로써 앞에서 보기에 보이지 않게 하는 정도의 매우 투박한 수준이었지만, 전자제품 생산 기술의 발전이 가속화되면서 부품이 소형화되고 성능이 향상되면서 wearable computer의 기능이 크게 업그레이드 되었다. 이러한 노력 덕분에 2001년도부터는 일상생활에서 착용이 가능한 수준의 디지털 의류의 형태로까지 개발되면서 언제 어디서나 네트워크에 접속하여 정보를 공유할 수 있는 유비쿼터스 시대를 향하여 나아가고 있다.

그럼에도 불구하고 디지털 의류의 기능을 업그레이드 하는 데에는 통신 부분에서 기존과 같이 케이블을 그대로 이용하여야 하는 문제와 착용시 쾌적성 문제로 인하여, 어려움이 많이 남아있다. 이러한 문제는 자체적으로 통신이 가능한 스마트 섬유를 개발하여 직물과 의복을 생산해 낼 때, 해결되어질 것이다.

디지털 의류의 사용범위는 광범위하지만, 본 논문에서는 섬유제품기술을 접목하여 상업화할 수 있는 분야 중에서 건강 및 의료용으로 이미 개발된 사례 및 개발이 예상되는 인체신호전달 섬유제품을 중심으로 다루어 보고자 한다[1-4].

2. 본 론

인체신호전달 섬유제품은 신체로부터 발생하는 각종 신호를 감지하고 전달함으로써 신체를 구속시키지 않고 연속적으로 모니터할 수 있는 인체신호감지형 디지털 의류와 모니터한 데이터를 기초로 신체상태를 활성화시킬 수 있는 약품공급형 의류로 나눌 수 있다[5].

2.1. 인체신호감지형 디지털 의류

Bio-Stimu Trend사(1995)는 환자의 신체상태를 파악하여 진단에 도움이 될 수 있는 디지털 의류를 개발하였다. 전선과 전극을 사용하지 않고 전도성 섬유다발을 이용하여 의복을 만들었기 때문에 피부나 전극과 직접 접촉하지 않음으로 쾌적성을 증가시켰다. 또한 인체의 활동을 제약하지 않으면서도 신체의 상태, 즉 심장박동수와 호흡횟수를 지속적으로 모니터할 수 있다.

Oregon 대학(1998)에서는 응급상황이 발생할 경우 현장에서 환자의 상태를 파악하여 곧바로 치료를 할 수 있는 mediwear를 개

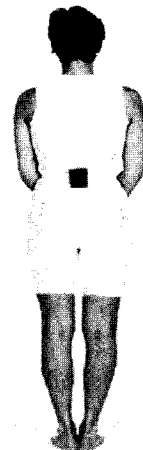


Figure 1. Bio-Stimu Trend사의 인체신호계측 의류.

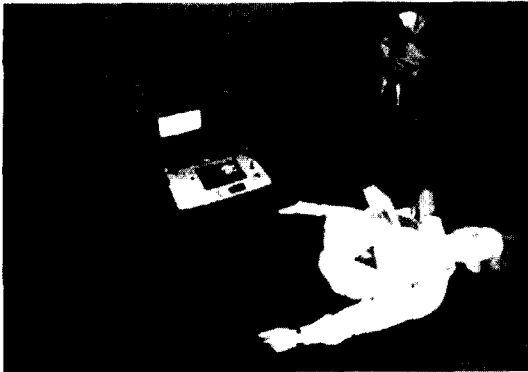


Figure 2. Oregon 대학의 Mediwear.

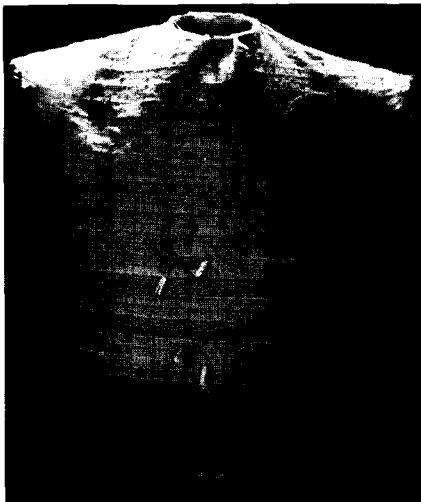


Figure 3. Georgia Tech의 GTWM.

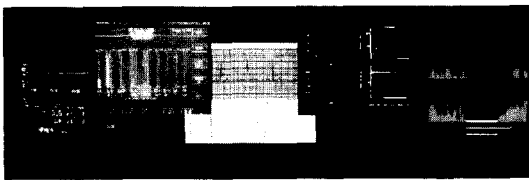


Figure 4. GTWM으로 측정된 인체신호.

발하였다[6].

Georgia Tech(1999)에서 1996년부터 미 해군의 지원을 받아 군사용으로 GTWM(georgia tech wearable motherboard) 개발하였다. 광섬유와 센서를 이용하여 착용자의 심박동수, 호흡수, 체온, 소모된 칼로리를 파악할 수 있다. 또한 착용자의 신체상태



Figure 5. 유아용 스마트셔츠.

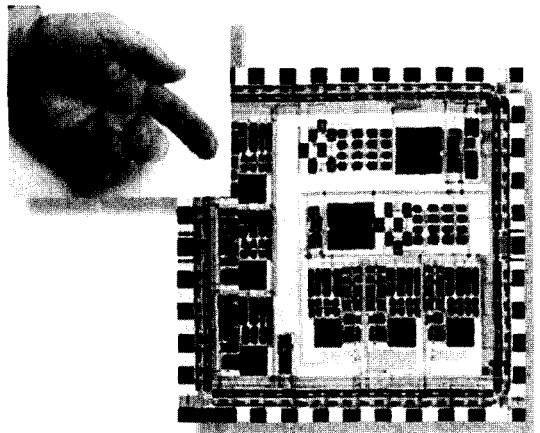


Figure 6. Tennessee 대학의 MEMS 센서.

에 대해서 수집한 데이터는 컨트롤러에 의하여 송신함으로써 원거리에서 있는 모니터를 통해서 착용자의 현 상태를 판단할 수 있다. 뿐만 아니라 피격에 의하여 착용자가 부상을 당하였을 경우에는 부상부위 및 부상의 정도를 파악할 수 있다. GTWM은 Sensatex사를 통해서 스마트 셔츠의 상품명으로 일반인에게도 판매가 되고 있다. GTWM은 심장박동수, 호흡수, 체온을 원거리에서 지속적으로 모니터링할 수 있기 때문에 어린 유아에게 입힐 경우, 급작스런 유아사망을 예방할 수 있다[7-8].

현재 군사용으로 개발되고 있는 MEMS(micro-electro-mechanical system) 센서는 크기가 3 mm × 3 mm의 초소형으로 필름과 같은 형태임에도 불구하고 각종 센서, 배터리와 안테나가 내장되어 있다.

Table 1. 65세 이상의 노령인구와 치매인구

	2002	2015	2020
65세 이상 노령인구(명)	3,300,000	-	7,000,000
전체인구대비 %	7	-	14
65세 이상 치매인구(명)	277,048	527,068	619,132
전체인구대비 %	8.3	9	9

이 센서를 통해서 맥박, 혈압, 체온, 혈중산소량과 같은 인체신호를 측정할 수 있으며 온도의 경우 0.1℃의 정확도로 측정이 가능하다. 이와 같은 유형의 센서가 개발이 되면 다양한 신체의 상태를 측정할 수 있는 인체신호감지형 디지털 의류가 개발될 것으로 생각된다.

영국의 Birmingham 대학 연구팀(2002)은 운동용 스마트셔츠인 sens vest를 개발하였다. 이는 전도성 섬유소재와 센서를 기반으로 하여 착용자의 운동속도와 가속도, 체온, 맥박 등의 다양한 데이터를 라디오 네트워크를 통해서 전송하는 기능을 가진 운동선수용 의류이다[5].

Philips사(2003)는 소형칩을 내의에 내장시킴으로써 인체의 각종 생체신호를 감지하고 서버로 전송하는 기능의 내의를 개발하였다[9].

위와 같이 개발된 인체신호감지형 디지털 의류는 노인들의 건강검진 및 예방차원에서 유용하게 사용될 수 있다. Table 1과 같이 65세 이상의 노인인구가 전체 인구대비 7%를 차지하면서 매우 빠른 속도로 증가하고 있으며 2010년 안에 전체인구대비 10%에 이를 것으로 예상된다[10-11].

이미 노령화 사회에 접어든 우리나라의 경우, Table 2와 같이 65세 이상의 노인들의 의료비의 비중이 지난 10년간 매우 빠르게 성장하여 2002년에는 전체의료비에서 차지하는 비중이 약 20% 정도이며 앞으로 더 증가할 추세이다.

노인들은 신체의 저항능력이 떨어지기 때문에 약간의 건강이상도 발생할 경우, 치명적인 질병으로 악화되고 장기간 고생하게 하게 된다. 이런 노인들이 건강관리 차원에서 평소에도 인체신호감지형

Table 2. 65세 이상 노인의 의료비

	1990	2000	2001	2002
65세 이상 노인의료비(원)	2,400억	22,900억	31,700억	36,800억
전체의료비에서 차지하는 비중(%)	10.8	17.4	17.8	19.3

디지털 의류를 착용하게 되면, 신체에서 발생하는 생체신호의 데이터를 측정하여 보관함으로써 단기, 중기, 장기적인 건강관리를 할 수 있으며 건강상의 이상이 발생할 경우 쉽게 체크하여 치료할 수 있다. 따라서 노인들에게는 인체신호감지형 디지털 의류는 치료차원이 아니라 예방차원에서 건강관리에 사용할 수 있으며 이들이 질병으로 인하여 지출하는 의료비용을 줄일 수 있고 국가도 이들을 지급하는 의료보험비의 지출을 줄일 수 있다 [12-13].

특별히 인체신호감지형 디지털 의류를 치매노인들에게는 절대적으로 착용시키도록 해야 한다. 2002년 약 28만명에 해당하는 65세 이상의 노인들이 치매환자로 분류되고 있다. 치매환자는 갑자기 집을 나가서 길을 잃고 헤매며 방황하기 때문에 치매환자가 있는 가정은 온 가족이 치매환자를 찾으러 돌아다녀야 하는 수고를 하여야 한다. 실제로 전문요양기관에서 치료를 받지 못하여 가정에 있는 치매환자의 경우에는 그 가정의 가족이 치매환자로 인하여 정상적인 생활을 하지 못할 정도로 고생을 하기 때문에 사회적 문제가 되고 있다. 이런 치매환자들에게 인체신호감지형 디지털 의류를 입히게 되면, 집을 나가서 방황을 하더라도 쉽게 위치를 파악하여 찾을 수가 있다.

도시에 거주하면서도 거동이 불편하여 병원에 가기 어려운 환자나 건강상태가 나쁘기 때문에 집중적으로 관리가 필요한 환자나 의료시설이 열악한 산간벽지나 어촌지역에 거주하는 사람들의 경우, 인체신호감지형 디지털 의류를 착용하게 되면, 원거리에 있는 중앙건강관리센터에서 각 사람을 관리하

면서 건강관리를 해줄 수 있으며 긴급한 상황인 경우, 신속하게 응급처치를 할 수 있다.

2.2. 약물공급형 의류

의류를 통해서 약품을 공급하는 방법으로 현재 개발된 기술은 마이크로 캡슐을 이용하는 방법이 있다. 필요한 의약품이나 물질을 마이크로 캡슐로 포장하여 의류에 코팅할 경우, 마찰작용에 의하여 마이크로 캡슐의 외벽이 파괴되면서 안의 내용물이 빠져나오게 된다. 향기를 지속적으로 발산하는 방향성 섬유, 냄새제거하는 방취섬유, 비타민을 공급하는 건강섬유등이 마이크로 캡슐을 이용한 대표적인 사례이다. 마찰에 의한 방법은 무작위적이고 투입량을 조절할 수 없기 때문에 의료용으로 쓰기에는 부적합하다. 따라서 의료용으로 쓰기 위해서는 피부를 통해서 공급되는 양과 공급위치를 조절할 수 있어야 한다. 이를 위해서 내용물을 포장하는 마이크로 캡슐의 외벽물질이 전기신호에 반응하여 파괴될 수 있는 기술이 개발되어야 한다. 또한 대량의 약품이 공급되어야 하는 경우에는, 만년필과 같은 크기의 소형탱크에 저장되어 있다가 전기신호에 의한 밸브조절로 의약품이 중공사의 빈 공간을 통하여 일정한 거리를 움직여서 피부에 공급이 될 수 있게 하거나 침의 형태로 피부를 찔러서 바로 피부 안으로 공급하는 기술이 개발되어야 한다[14].

특히 전 세계적으로 당뇨병환자는 현재 약 2억명이며 매년 400여만명이 당뇨병으로 목숨을 잃고 있으며 합병증으로 인한 사망자까지 계산하면 전 세계 사망자의 약 30%가 당뇨병으로 희생당하고 있다. 또한 청소년층 가운데 급속하게 당뇨병환자가 증가하면서 장기적으로는 인류가 직면하게 될 가장 무서운 질병중의 하나가 될 것으로 전문가들이 예상하고 있다. 그럼에도 불구하고 당뇨병환자가 혈당관리를 잘하면서 적기에 인슐린을 투여하기만 한다면, 더 이상 악화되지 않고 현 상태를 유지시킬 수 있다. 따라서 당뇨병환자의 경우에는 일정한 시간간격

Table 3. 전세계 당뇨병환자수

년도	2003년	2025년
명수	194,000,000	333,000,000

으로 자동적으로 인슐린을 공급할 수 있도록 약물 공급형 의류를 착용하게 되면, 당뇨병으로 인하여 발생할 수 있는 합병증을 예방과 함께 정상적인 생활을 하도록 도와 줄 수 있다[15].

우리나라의 경우 연간 24만명이 사망하는데, 그 중 혈장질환으로 매년 약 6만명이 목숨을 잃고 있다. 혈장질환은 갑자기 찾아와서 사망에 이르게 하는 무서운 질병중의 하나이다. 혈장질환의 유형에는 심근경색, 뇌졸중 및 폐쇄우각 녹내장이 있다. 심근경색이 발생하게 되면, 심장근육이 갑자기 활동을 중지하면서 심장박동이 이루어지지 않게 된다. 이런 상태로 5분이 경과하게 되면, 산소공급 부족으로 뇌사하게 된다. 뇌졸중은 갑자기 뇌의 혈관이 막히는 질병으로써, 막힌 뇌혈관을 혈전용해제를 투입하여 뚫어야 한다. 그런데 질병의 발생시, 이송 및 병명을 판단하는데 시간이 너무 소요되어 4시간을 넘길 경우에는 뇌혈관이 막힌 상태로 있기 때문에 산소공급 부족으로 인하여 사지가 마비가 되는 중풍이 발생한다. 폐쇄우각 녹내장은 안구의 압력이 갑자기 증가하는 질병이다. 3~4 시간안에 치료하지 않으면, 시신경이 파괴되어서 실명을 하게 된다. 따라서 혈장질환이 발병할 가능성이 많은 사람은 발병즉시 응급조치를 취하지 않으면 치료되더라도 중풍에 걸리게 되거나 실명하게 되므로 삶의 질이 한 순간에 현저하게 떨어지게 되어 개인적으로 매우 큰 고통을 감당하여야 한다. 이 때문에 혈장질환이 발생할 수 있는 사람들은 예방차원에서 인체신호감지와 약물공급의 기능이 있는 의류를 착용하게 하여야 한다. 그러면 중앙건강센터에서 이런 사람들의 신체상태를 원거리에서 항상 점검하고 파악하면서, 혈장질환으로 갑자기 쓰러지는 긴급 상황이 발생할 경우 의료진이나 구조대를 보내는 것과 같은 응급조치를 취할 수 있다. 또한 의료진이나 구조대가 환자가 있는 현장까지 출동하는데 걸

Table 4. 사망원인 분류

연간 사망자(명)	암 사망자(명)	혈장질환 사망자(명)	
		뇌졸중	심장병
240,000	60,000	40,000	20,000

리는 시간이 있으므로 이 시간동안 착용한 의류에서 약품이 피부나 혈관으로 공급이 되면, 뇌사나 중풍 또는 실명과 같이 악화되는 사태를 막을 수 있다[16].

3. 결론

고령화 사회로 빠르게 진행하고 있는 한국의 상황에서 볼 때, 노인질환과 합병증으로 인한 비용지출이 너무 크기 때문에 사전예방차원에서 또한 중환자들의 지속적인 건강관리차원에서 인체신호전달용 섬유제품의 시장이 머지않아 본격적으로 형성될 것이며 그 시장이 급신장할 것으로 예상이 된다 [17]. 건강과 의료용으로 개발된 디지털 의류를 살펴볼 때, 개발속도가 매우 빠르게 진행이 되고 있으며 성공적으로 상용화된 제품도 있었다. 앞으로 이런 제품들이 좀 더 실용화되기 위해서는 몇 가지 기능을 보강하여야 한다. 여러 가지 인체신호를 측정할 수 있는 초소형 센서의 개발과 함께 여러 가지 항목을 복합적으로 측정이 가능한 MEMS 센서의 개발이 필요하다. 또한 약품공급기능중에서 전기신호에 따라 마이크로 캡슐을 파괴하여 약품을 공급하거나 소형저장탱크에서 피부로 직접분사하는 방식이 개발이 되어야 한다. 이런 기술적인 문제들이 해결되게 되면, 인체신호전달용 섬유제품이 광범위하게 보급되어서 속내의와 같이 일상생활에서 항상 착용하여야 하는 필수품목으로 자리 잡게 될 것 이다.

참고문헌

1. 안영무, “입는 컴퓨터”, 한국의류산업학회지, 4(3), 217(2002).
2. 안영무, “입는 컴퓨터”, 2002년도 한국생활과학회 동계학술대회 논문집, 기조강연, p. 1-26, 2002.
3. 안영무, “입는 컴퓨터의 개발 실례”, 한국염색가공학회지, 15(2), (2003).
4. 서문원, “Issues to be resolved for Information-Age Textiles and Clothing Development”, 스마트섬유 워크샵, 2002. 12. 18.
5. 산업자원부, “산업기술로드맵 -스마트 섬유”, p.185-240, 2003.
6. <http://www.cs.uoregon.edu/wearables>
7. <http://www.smartshirt.gatech.edu>
8. <http://www.sensatex.com>
9. 매트르, “건강이상감지 특수속옷 개발”, p. 6, 2003. 10. 10.
10. 보건복지부, 연금통계과 자료, 2003.
11. 통계청, 노인인구통계, 2003.
12. 건강보험심사평가원, “65세 이상 노인의 의료비”, 2003.
13. 동아일보, “고령화사회대책 서두루자”, 2003. 10. 8.
14. 노환권, “SMART 섬유의 개발 동향”, 스마트섬유 워크샵, 2002. 12. 18.
15. 동아일보, “성인당뇨 인슐린 조기투약 효과”, 2003. 9. 8.
16. 중앙일보, “혈장질환”, 2003. 8. 22.
17. Venture Development Cooperation, “The Global Market for Wearable Computers: The Quest for Killer Applications”, 2002.

저자 프로필



정 기 수

1988. 경희대학교 섬유공학과(학사)
 1991. 경희대학교 섬유공학과(석사)
 1994. 9-2000. 3. 독일 Stuttgart 대학
 공정공학과(박사)
 2001. 2-현재. 한국생산기술연구원 디지털
 섬유공정팀 선임연구원
 (100-195) 서울 중구 을지로5가 40-3
 전화 : 02-3406-3213
 e-mail : gschung@kitech.re.kr