

생체 신호 측정기술에 기반한 건강관리용 스마트 의류 디자인 프로토타입 개발

조현이¹, 이주현², 이충근³, 이명호⁴ .
연세대학교 의류환경학과^{1,2}, 연세대학교 전기전자공학과^{3,4}

passion@yonsei.ac.kr¹

A Development of Design Prototype of Smart Clothing for Healthcare Based on Sensing Technology of Vital Signs

Hyun Yee Cho¹, Joohyeon Lee², Chung Keun Lee³, Myoungho Lee⁴ .
Dept. of Clothing & Textile, Yonsei Univ.^{1,2}
Dept. of Electrical & Electronic Eng, Yonsei Univ.^{3,4}

요 약

스마트 의류의 발달은 pc 를 분산, 부착한 웨어러블 컴퓨터의 연구로부터 진행되어 왔으며, 1990 년대 후반 이후 착용자 감성을 고려해 더욱 편안하며, 의복과 유사한 외관을 디자인 하려는 노력이 전개되고 있다. 스마트 의류는 엔터테인먼트, 비즈니스, 스포츠, 의료 분야에 적용 등 다양한 애플리케이션으로 연구, 개발되고 있으며, 최근 들어서는 생체신호 센서를 이용한 건강관리용 스마트 의류의 연구가 주목 받고 있다. 건강에 대한 관심과 라이프 스타일의 변화, 고령화 사회의 예상으로 인해 건강복지에 대한 필요성이 증가하는 최근 트렌드를 볼 때, 건강 관리용의 스마트 의류의 수요는 증가될 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 기본적인 생체신호 뿐만 아니라 심장 질환, 호흡기 질환을 측정할 수 있는 건강 개념의 스마트 의류 디자인을 개발하였다. 이 스마트 의류는 기존의 의복의 형태와 착용감은 그대로 유지하면서 의복 착용 시 생체 신호를 전송, 모니터링 할 수 있도록 설계하였다. 개발된 의복은 심전도, 체온 센서로 구성되어 있으며, 이를 통해 심전도, 호흡량, 맥박, 체온 등의 생체신호를 얻을 수 있다. 디자인 프로토타입의 기기 위치 선정은 선행 연구에서 제시한 ‘착용성 향상을 위한 웨어러블 컴퓨터 디자인 지침’을 기반으로 설계하여 착용 시 기기로 인한 이물감이 느껴지지 않도록 하였으며 또한, 기기의 하중을 최소화 하였다. 의복의 디자인은 센서의 안정된 부착과 활동성, 센서의 정확한 측정을 고려하여 표피의 면적 변화를 고찰하여 디자인하였다. 이 스마트 의류는 노인, 건강 이상자, 통원 치료자에게 정상시의 건강을 체크 함으로써 보다 원활한 치료의 가능으로 의료 복지에 기여할 것으로 예상되며, 디자인 프로토타입의 개발을 통하여 센서기반 스마트 의류의 가능성을 제시했다는 점에서 이 연구의 의의가 있다.

Keyword : Smart clothing, Design prototype, Bio medical sensor, Vital signs, Healthcare.

1. 서론

스마트 의류는 일상생활에 있어 언제 어디서나 필요한 디지털 기능과 그 소요 장치를 의복 내부에 통합시키면서도 의류제품 고유의 인간친화성을 유지하는 신종의류이다[2]. 스마트 의류의 연구는 1990 년대에 들어서 정보기술의 급속한 발전에 따라 인터넷 사용인구의 급증과 소비자 라이프 스타일이 다양화 추세 속에 따라 활발히 전개되어 왔다. 최근 스마트 의류는 엔터테인먼트, 비즈니스, 스포츠, 의료 분야에 적용 등 다양한 애플리케이션으로 연구, 개발되고 있다. 이러한 스마트 의류의 유형 중 센서기술을 기반으로 하는 스마트 의류가 가장 시장성이 높은 것으로 전망되고 있으며, 건강에 대한 관심과 라이프 스타일의 변화, 고령화 사회의 예상으로 인해 건강복지에 대한 필요성이 증가하는 최근 트렌드와 더불어 건강 관리용의 스마트 의류의 수요는 증가될 것으로 예측된다[7]. 그러나 현재 국내의 센서기반 스마트 의류의 연구, 개발은 미비한 상황이다. 이에 본 연구에서는 기본적인 생체신호 뿐 아니라 심장 질환, 호흡기 질환을 측정할 수 있는 스마트 의류 디자인을 개발하여 생체신호 측정 센서 기술에 기반한 건강 관리용 스마트 의류의 개발 가능성을 탐색하고, 디자인 프로토타입을 개발하였다.

1-1. 스마트 의류 동향

스마트 의류에 대한 연구 동향은 1960 년대부터 현재에 이르기까지 연구의 시발기, 관심 고조기, 인간 친화성 강화시기, 본격적 의류 제품화 시기로 나눌 수 있다[4]. 스마트 의류는 1960 년대에 들어서면서 테크놀로지의 빠른 발전과 더불어 의류 형태로서의 개발이 급진전되었다. 1966 년 이반 서덜랜드(Ivan Sutherland)가 스마트 의류의 개념을 제시하였으며, 이후 MIT 미디어 랩과 스티브 만(Steve Mann)을 중심으로 연구가 주도적으로 이루어졌다[1]. 1980 년대부터 1990 년대 후반까지 점차 기기의 소형화, 경량화, 고기능화 하는 연구로 이어졌으며[2], 1990 년대 중반 이후부터 스마트 의류

의 연구방향은 보다 의복에 자연스럽게 결합시키면서 기능적으로도 다양한 분야에 적용되기 시작하였다[1]. 2001 년 이후 현재에 이르는 스마트 의류는 본격적인 의류 제품화 시기에 접어들었으며, 신섬유 소재 기술과 디지털 기술이 접목된 스마트 의류가 본격적인 의류 형태를 갖추게 되면서 제품화되었다. 착용자를 둘러싼 물리적 인터페이스로서의 의복에 대한 착용편의성과 사용 편의성, 인체공학적인 측면에 대한 배려 및 사용자 중심의 디자인에 대한 연구가 다각적으로 진행되면서 기능과 디자인, 착용성은 물론 사용편이성에서 보다 진보된 스마트 의류로서 제품화되기 시작하였다[2].

1-2. 생체신호 측정을 위한 스마트 의류의 동향

1)센사텍스(Sensatex)의 스마트 셔츠(Smart shirts)

센사텍스(Sensatex) 사의 스마트 셔츠(Smart shirts)는 플라스틱 광섬유를 이용하여 만든 것으로, 호흡률, 맥박, 체온, 열량 소모 등 인체의 각종 생체신호를 측정할 수 있도록 구성된 의복이다. 측정된 생체 정보를 손목시계나 PDA 를 통해 판독한 후, 무선통신을 통해 컴퓨터로 전송할 수 있는 기능을 가지고 있다[10](그림 1).

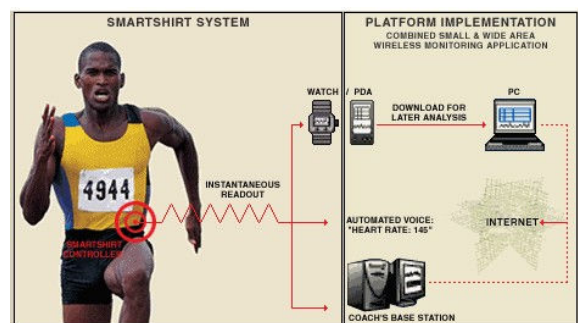


그림 1. 센사텍스(Sensatex)의 스마트 셔츠

2) 비보메트릭사(VivoMetrix)사의 라이프셔츠

비보메트릭사(VivoMetrix)의 라이프셔츠(lifeshirt)는 수술 이후 지속적인 관찰이 필요한 환자와 암 환자들의 통증처치에 사용된다. 환자는 베스트 형태의 의류에 연결된 PDA 를 통하여 지속적으로 자신의 상태를 체크하며, 생체 데이터를 의료진에게

전송, 위급한 상태에 대처할 수 있도록 설계하였다[11](그림 2).



그림 2. 비보메트릭스(VivoMetricx)사의 라이프 셔츠(lifeshirt)

3) 필립스(Philips)사의 건강관리 내의
 필립스(Philips)사가 개발한 건강관리용 내의는 신체 신호를 감지하는 센서가 내장되어 있어 환자의 상태를 지속적으로 모니터하고, 무선으로 그 정보를 의료센터나 컴퓨터로 전송하여 건강상태를 체크할 수 있도록 설계하였다[9](그림 3).



그림 3. 필립스(Philips)사의 건강관리 내의

4) 필립스(Philips)의 일렉트로닉스(Electronics)와 센서 측정 스포츠 의류

필립스(Philips)는 전도성 섬유로 된 의류가 착용자의 바이탈 사인(Vital sign)을 체크함으로써 신체적 상태를 점검하는 건강 자켓을 개발하였다(그림 4-a). 또한 음악과 생체 신호를 동시에 이용할 수 있는 스포츠 의복을 선보였다. 이는 패브릭에 바이오 센서를 부착한 의복으로 심장박동, 혈압, 체온과 그 밖의 다른 생체 신호를 감지할 수 있는 기능을 지닌다[9](그림 4-b).



(a) (b)

그림 4. 필립스 (Philips)의 일렉트로닉스 (a)와 필립스 (Philips)의 센서 측정 스포츠 의류 (b)

5) 코포노브(Corpo Nove)의 모터사이클 자켓
 코포노브(Corpo Nove)에서는 자켓 내부의 열 매커니즘을 이용하여 체온을 모니터링 할 수 있는 오토바이 운전자를 위한 자켓을 개발하였다. 이 자켓은 오토바이 운전자의 부위별 체온을 감지하고, 필요시 운전자의 신체에 열을 공급해 주는 기능을 가지고 있다[8](그림 5).



그림 5. 코포노브(Corpo Nove)의 모터사이클 자켓

1-3. 센서 측정 생체 신호

1) 심전도

심전도는 인체의 특정한 위치에 전극을 부착하여 심장의 전기적 활동을 여러 위치에서 기록한다. 즉, 좌우 심방과 심실로 구성된 4개의 챔버 활동의 관계를 기록한 것이다. 이를 통해 혈압, 맥박 등의 신호를 얻을 수 있다[5].

2) 호흡

호흡에 의한 운동은 흉강의 전기적 임피던스를 변화시키고 이를 감지하여 호흡의 활성도를 관찰할 수 있다. 흉부의 운동을 횡경막 운동의 척도로 사용하여 이 두 구조물의 이동량을 서로 다른 비중을 두어 합산함으로써 흉강의 용적 변화를 추정할 수 있다.

3) 체온

체온은 생체징후의 기초 요소 중 하나로 모든 질병을 파악하는 기본 요소로 작용한다. 주로 신체의 내장의 온도로, 정상 체온은 겨드랑이 온도로 36.9°이며, 소아의 경우 성인보다 약간 높은 체온을 보이며, 노인은 약간 낮은 경향을 보인다.

4) 맥박

심장의 박동으로 인해 대동맥 속으로 급히 유입되는 혈액이 동맥에 나타나는 현상을 말한다. 기본적인 생체 신호의 하나로 팔목, 경동맥, 대퇴동맥, 상완 등의 다양한 부위의 측정이 가능하다[5].

5) 혈압

혈액이 혈관 속을 흐르고 있을 때, 혈관벽에 미치는 압력을 의미하는 것으로 정상의 경우 수축압이 40/140, 이완압이 50/90의 수치를 갖는다.

2. 본 론

2-1. 연구 방법

선행연구의 고찰과 의공학적인 특면을 고려하여 스마트 의류에 적합한 센서를 도출, 기기를 구성하였다. 스마트 의류의 선행연구들과 인간공학적 측면의 선행연구의 고찰을 통하여 디자인을 설계하였으며, 디자인 프로토타입을 제작하였다. 연구 방법은 다음과 같다(표 1).

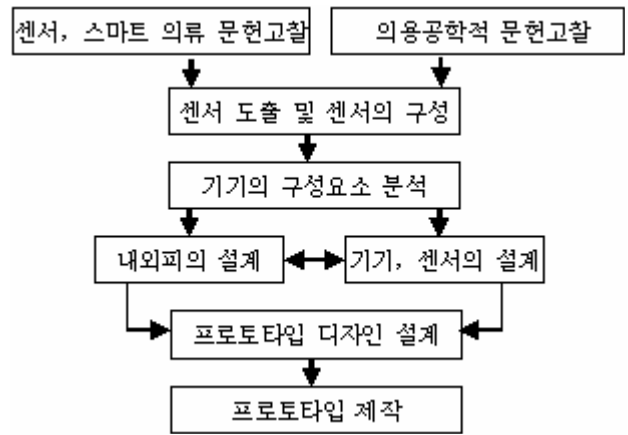


표 1. 연구 방법 및 절차

2-2. 기기의 구성

본 연구에 사용된 센서는 심전도 센서와 체온 센서로 구성하였다. 이를 통해 심전도, 호흡량과 맥박, 체온 등의 기본적인 생체 신호를 얻을 수 있도록 설계하였다(그림 6).

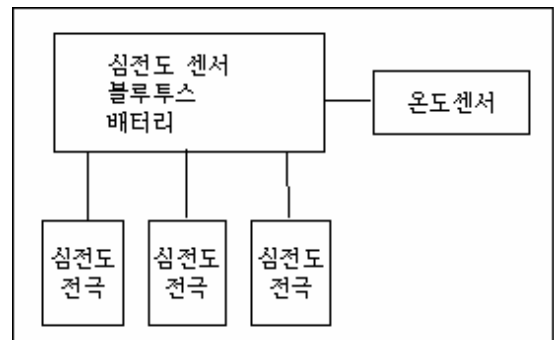


그림 6. 기기 구성 설계도

2-3. 스마트 의류 디자인 설계

본 연구는 스마트 의류의 선행연구를 기반으로 하여 센서 기반형 의복에 적합하도록 디자인을 설계, 제작하였다.

이 디자인은 기존의 의복의 형태와 착용감은 그대로 유지하면서 의복 착용 시 생체 신호를 전송, 모니터링 할 수 있도록 설계하였다. 또한 내외피의 분리 및 내 외피간의 호환이 가능하게 하였으며, 기기의 탈 부착을 통해 세탁이 가능하도록 구

성하였다.

1) 소재의 구성

외피는 흡한 속건 소재인 ‘COOLEVER’를 사용하여 땀을 빠르게 흡수하고 외부로 발산시켜 착용자가 쾌적한 상태를 유지할 수 있도록 하였다.

내피는 센서의 정확한 측정과 착용성을 고려해 라이크라가 혼합된 소재로 구성하였다. 센서와 메인보드간의 신호 전달을 위해 전도성 섬유를 사용하였으며, 기기의 보호를 위해 폴리우레탄 소재를 기기 수납 부위에 사용하였다.

2) 외피의 설계

외피는 일상적인 스포츠 의류의 형태로, 내피와 어울리게 디자인하였다. 와이어는 외피의 암홀 부분에 트리밍 처리 하였으며, 와이어는 외피를 통해 내피의 메인보드 부분과 연결이 되도록 설계하였다 (그림 7).



그림 7. 외피 디자인

3) 내피의 설계

내피 디자인은 센서의 안정된 부착과 활동성을 고려하여 피복인간공학적인 측면을 고찰하여 디자인하였다[4]. 착용자의 움직임에 따라 센서 측정의 정확도가 달라짐을 고려하여 활동성이 좋고, 센서 측정에 영향을 주지 않는 라글란 소매로 디자인하였다. 또한 다양한 외피와의 호환을 위해 짧은 팔의 내피로 디자인하였다(그림 8).

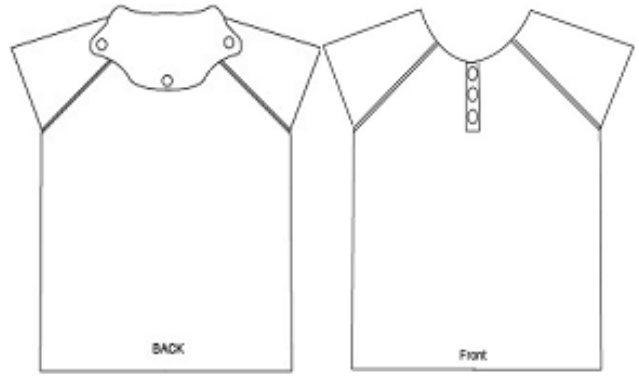


그림 8. 내피 디자인 도식화

기기의 부착위치는 카네기 멜론대학의 연구에서 제시한 ‘착용성 향상을 위한 웨어러블 컴퓨터 디자인 지침’[7]을 기반으로 피복 공학적인 측면을 고려하여 선정하였다. 센서의 메인보드 부분은 목 뒤쪽에 부착되도록 설계하였으며, 체온센서는 체온을 가장 정확하게 잴 수 있는 암홀 아래 부분에 부착하였다. 심전도 전극은 의용공학적인 이론에 기초하여 가장 정확한 신호를 얻을 수 있도록 거리, 방향성, 부착성을 고려하여 양쪽 윗가슴, 왼쪽 등 뒤의 세 방향에 전극의 위치를 선정하였다(그림 9).

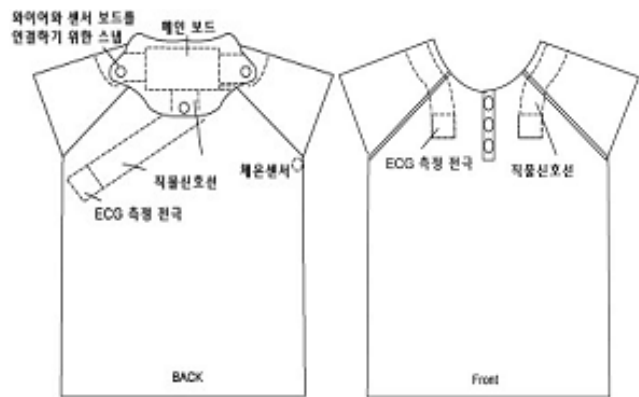


그림 9. 내피의 설계도

메인 보드는 뒷목 부분에 반 주머니 형태로 설계하여 기기의 탈 부착이 가능케 하였으며, 주머니 안쪽에 폴리 우레탄으로 홈을 만들어 기기를 충격으로부터 보호할 수 있도록 하였다. 직물 신호선은 내피 내부에 설계되어 메인보드와 연결되도록 하였으며, 스냅단추를 통하여 전기적 신호가 전달되도록 구성하였다(그림 10).

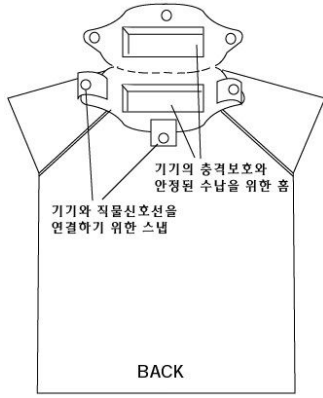


그림 10. 메인보드 수납주머니와 연결방식

3. 결론

본 연구에서는 센서 측정을 이용한 건강관리용 스마트 의류의 가능성을 탐색하고 디자인 프로토타입을 개발하였다. 이 의복은 기존의 의복의 형태와 착용감은 그대로 유지하면서 심장박동, 혈압, 맥박, 호흡, 체온을 측정할 수 있도록 하였으며, 측정 결과를 실시간으로 메인 컴퓨터에 전송할 수 있도록 하여 심장 질환, 호흡기 질환 등의 다양한 질병을 예방할 수 있도록 설계하였다. 이 스마트 의류는 노인, 건강 이상자, 통원 치료자에게 평소시의 건강을 체크함으로써 보다 원활한 치료의 가능으로 의료 복지에 기여할 것으로 예상되며, 디자인 프로토타입의 개발을 통하여 센서기반 스마트 의류의 가능성을 제시했다는 점에서 이 연구의 의의가 있다.

참고 문헌

- [1] 남혜진 2004. 엔터테인먼트를 위한 인텔리전트 의류의 디자인 프로토타입 연구. 연세대학교 대학원 석사학위 논문.
- [2] 박선민 2004. 지체 장애인을 위한 디지털 의류의 디자인 모형개발. 연세대학교 대학원 석사학위 논문.
- [3] 심부자 1996. 피복인간공학. 서울: 교문사.
- [4] 우승정 2005. 미래 전장환경을 위한 스마트 의류형 전투복 재킷의 탐색적 연구. 연세대학교 대학원 석사학위 논문.
- [5] 의공학교육연구회 1998. 의용계측공학, 의공학 교육연구회.
- [6] F.Axisa, C. Gehin, G. Delhomme, C.Collet, O.Robin, A Dittmar. 2004. "Wrist Ablulatory Mornitoring System and Smart Glove for Real Time Emotional, Seniorial and Physiological Analysis". Proceeding of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS, 1-5 September, San Francisco, CA, USA.
- [7] Gamperle, F.,C. Kasabach, Stivorie, J.,M.Bauer, and Martin, R. 1998. "Design for Wearability", Digest of Paper Forth International Symposium of Wearable Computer. Los Alamitos, California:IEEE.
- [8] www.Sensatex.com
- [9] www.phllips.com
- [10] www.i-wear.com/moterbikejacket.htm
- [11] www.VivoMetrix.com