동작에 따른 체표변화 측정결과를 이용한 미래 병사 전투복 설계안 개발†

-Moiré 계측 방법을 중심으로

Development of Future Soldier Battle Jacket Design Based on the Measurement by Moiré Photographing

양진희*, 박선형*, 정기삼**, 채재욱***, 김현준***, 최의중***, 이주현*

*연세대학교, **용인송담대학, ***국방과학연구소

ABSTRACT

미래병사를 위한 전투지원 시스템은 여러 가지 디지털 디바이스로 구성되며, 이러한 디바이스들을 적절한 위치에 분산시킴으로써 병사의 전투력을 향상시킬 수 있도록 설계하는 것이 중요하다. 분산 디자인을 위해서는 동작에 따른 인체의 변화를 측정하는 것이 중요하며, 특히 센서를 탑재하기 위해서는 인체 표면의 변화가 세밀히 분석되어야 할 것이다.

본 연구는 Moiré 계측방법을 이용하여 동작에 따른 체표변화를 측정함으로써 각종 디지털 디바이스를 탑재할 적절한 신체 부위를 알아내어 기기를 배치함으로써 미래 전장에 적합한 스마트 전투복 디자인을 개발하는 것을 목표로 한다.

Keyword: 'Smart battle jacket', 'Moiré measurement', 'Future soldier system', 'Digital devices'

† 본 연구는 방위산업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다.(계약번호 UD070026AD)

1. 서론

미래의 정보전의 환경 하에서 병사들은 전투 상황 중에 각종 정보를 획득하고 이에 신속히 대응하는 하나의 체계(system)로서 전투 임무를 담당하게 될 것이며, 미래의 병사들은 종래의 병사의 모습과는 달리 각종 첨단 장비들을 신체에 착용하거나 휴대, 부착하고 전투에 임하게 될 것이다.

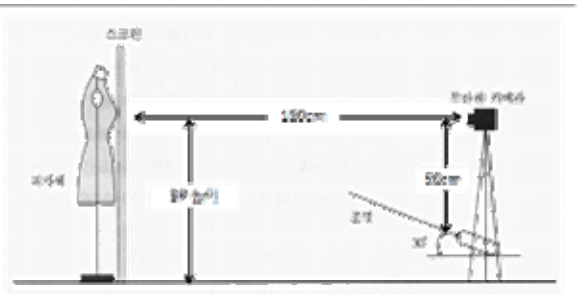
선행연구[1, 2, 3]에서 체형과 동작 특성을 반영한 설계안을 도출한 바 있으며, 본 연구에서는 Moiré 계측방법을 이용하여 동작에 따른 체표변화를 측정함으로써 각종 디지털 디바이스를 탑재할 적절한 신체 부위를 알아내어 기기를 배치함으로여 미래 전장에 적합한 스마트 전투복 디자인을 개발하는 것을 목표로 한다. 본 연구의 구체적 목표는 첫째, 동작에 따른 Moiré 계측을 실시하여 체형을 분석하고, 둘째, Moiré 분석을 통해 동작에 따라 인체 표피의 치수 변화가 큰 지역을 구분하고, 셋째, 이를 기반으로 디바이스 내장형 미래 병사 전투복 설계안을 개발하는 것이다.

2. 연구방법

2.1. Moiré 계측 방법

2.1.1. Moiré 장치

Moiré 장치는 격자무늬 스크린과 카메라, 광원으로 구성된다. 본 연구에 사용된 스크린은 3mm 간격이었으며, 스크린과 카메라의 거리는 150cm 간격을 두도록 하였다. 카메라는 Panasonic Lumix DMC-FX520 이었으며, 광원은 카메라에서 50cm 거리에 두고, 각도는 30°를 이루도록 배치되었다[그림 1].



[그림 1] Moiré장치 설치도

2.1.2. 계측대상

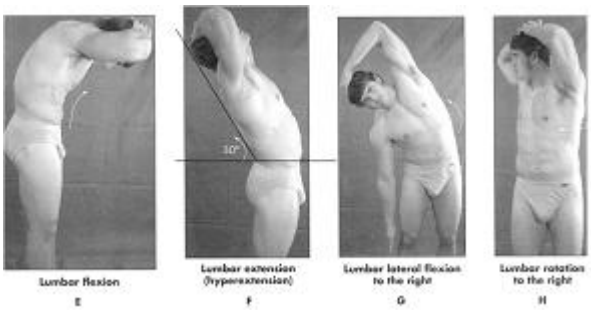
피험자는 군사훈련 경험이 있는 20 대 남성으로 20 명을 대상으로 하였으며, 2009 년 3 월 21 일 - 4 월 18 일 사이에 촬영되었다. 본 연구에서는 인체 부위 중 Moiré 촬영 범위를 torso 로 한정하였다.

2.1.3. Marking

피험자는 상의를 탈의하여, 인체의 오른쪽 부분에 marking 하였다. 앞·뒤 중심선을 10 등분하여 수평으로 선을 긋고, 수평선을 앞, 뒤 각각 5 등분하여 marking 하였다. 모두 100 개 zone 이 구획되었다.

2.1.4. Moiré 사진 촬영

피험자를 스크린 뒤에 서게 한 후, torso 근육을 최대한 늘어나도록 하도록 규정된 4가지 동작을 취하게 하여[그림 2], 각 동작마다 전면, 측면, 후면에서 촬영하였다.



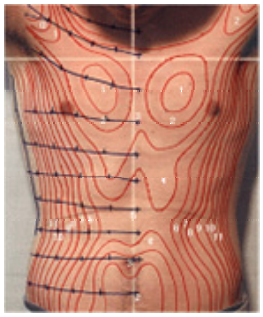
[그림 2] 계측 동작

2.2. Moiré 사진자료 분석

2.2.1. Moiré 등고선 계산

Moiré 사진에 등고선과 마커의 위치를 표시하고,

torso의 횡선과 종선을 표시하고, 각각의 등고선에 번호를 부여하였다[그림 3].



[그림 3] 등고선 번호

Moiré 사진을 분석하기 위해 사진에서 보이는 길이를 실제 길이로 전환해야 하며, 실제 길이를 구하는 공식(1), (2)를 이용하였다.

$$hN = NPI / (d-NP) \qquad (1)$$

$$LN=[\{hN-h(N+1)\}2+P2]^{1/2} \qquad (2)$$

2.2.2. torso 의 횡·종 단면 곡선

실제 피부의 길이를 비교하기 위해 torso 를 가로, 세로로 잘라 각각 마커의 x, y 좌표 값을 도출하였다. 횡선의 경우 각 마커의 x 좌표는 가로좌표로, 앞중심선부터의 상대적 거리 값이며, y 좌표는 등고선의 높이 값이었다. 종선의 경우 x 좌표는 세로좌표로 가장 위의 마커로부터의 상대적 거리 값이며, y 좌표는 등고선의 높이 값이었다. 좌표값의 평균을 구해 횡단면과 종단면 곡선을 그려서 11 개 횡단면과 11 개 종단면 곡선을 완성하였다.

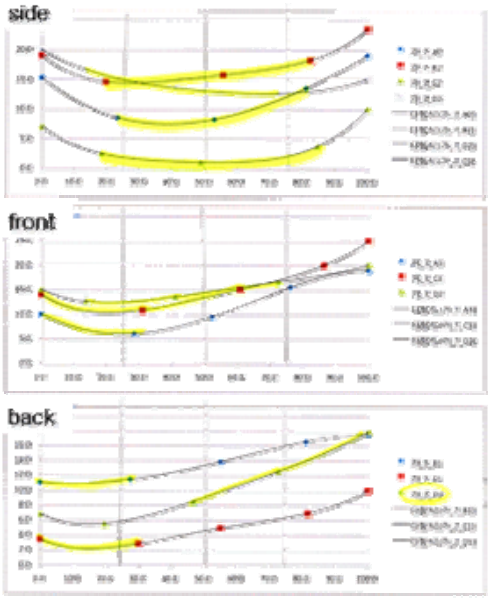
3. 연구결과

3.1. Moiré 등고선의 분석

3.1.1. Moiré 등고선의 횡단면

torso를 가로로 잘랐을 때 11개의 가로선이 생성되며, 따라서 11개의 횡단면을 그려내었다. 가로선의 경우 위에서부터 번호를 붙여 가로선1부터 가로선 11까지 단면이 도출되었으며, 앞, 뒤, 옆의 3가지 곡선으로 나누어 그려졌는데, Moiré 촬영 시 세 측면으로 나누어 찍은 사진을 분석하였다[그림 4].

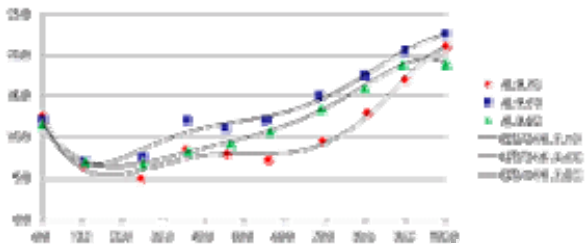
각 횡단면 별로 한 평면에 4 가지 동작을 모두 도시하여 동작 별 zone 의 변화를 비교하여 보고, 3 차원 모형에 stretching zone 을 도시하였다.



[그림 4] 가로선 7 의 횡단면

3.1.2. Moiré 등고선의 종단면

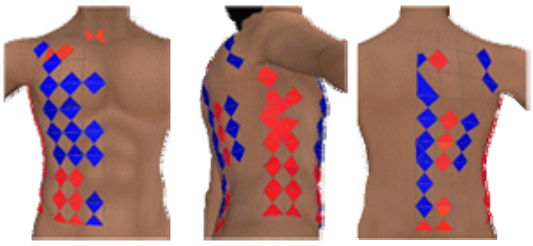
torso 를 세로로 잘랐을 때도 역시 11 개의 세로선이 생성되며, 따라서 11 개의 종단면을 그릴 수 있었다. 세로선의 경우 앞중심선부터 번호를 붙여 세로선 1 부터 세로선 11 까지 단면이 도출되었으며, 세로선 6 이 옆선이 되었다[그림 5].



[그림 5] 세로선 9 의 종단면 가로선 7 의 횡단면

3.1.3. torso 의 Body Atlas Zone

torso 에 앞서 도출된 분석 결과를 도시하였는데, 각각의 선에서 모든 동작에서 공통으로 많이 늘어나는 곳은 빨간색으로, 특정 동작에서 늘어나는 곳은 파란색으로 표시하였다.



[그림 6] Body Atlas Zone: 구역 표시

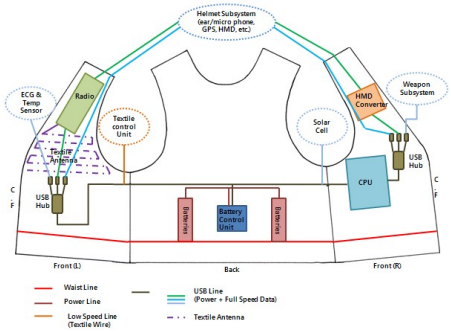
3.2. 미래병사를 위한 전투복의 설계

3.2.1. Devices

미래병사에게 필요한 여러 가지 digital device 들을 표 1 과 같이 구성하고, 이를 Body Atlas Zone 을 참조하여 device 들을 인체 상에 배치하였다[그림 7].

[표 1] Devices 구성

구성품명	사이즈(mm)	무게	장착가능위치
CPU	120x120x10	400g	왼쪽옆구리 오른쪽옆구리
Radio	70x160x50	1200g	왼어깨부위 왼쪽위팔
Battery	30x120x25	500g	몸통
Helmet	215x215x160	1200g	머리
음성 송수신기	50x20x 20	200g	머리
HMD	-	-	머리
ECG TempSensor	10x10x5	50g	몸통
Sensor Controller	20x20x10	70g	몸통
USBHub	30x20x10	70g	몸통
HMD Converter	120x120x30	150g	몸통
Battery	70x80x15	100g	몸통



[그림 7] Total Arrange of Devices

3.2.2. Iinner Layer

Inner layer 는 발한과 발열을 신속히 밖으로 배출하여 위해 흡한 속건소재를 사용하며, 생체신호 센서 및 센서 콘트롤러가 배치되었다.

3.2.3. Middle Layer

미들레이어는 통기성이 좋은 메쉬류의 소재가 사용되며, outer layer 에 탈착이 가능하도록 설계되었다. CPU, battery, battery control unit, HMD converter, USB hub 가 장착되며, outer layer 및 헬멧, 화기 등으로 연결되는 wire 의 경로도 설계되었다.

3.2.4. Outer Layer

최외층 레이어에는 외부의 수분을 차단하고 내부의 땀을 밖으로 배출할 수 있는 고어텍스 등의 투습방수소재가 사용되며, textile 안테나 및 네트워크 통신기가 배치되었다.

4. 결론

본 연구는 동작에 따른 인체표면의 변화를 측정하여 미래병사에 적합한 각종 디바이스를 내장한 전투복을 설계하는 것을 목표로 하였으며, 이를 위해 Moiré 계측을 실시하여 동작에 따른 torso 의 피부 변화를 측정하여 장치를 부착할 수 없는 zone 을 정의하였다. 이를 바탕으로 동작에 따른 변화가 적은 부위에 각종 device 를 배치함으로써 미래병사에게 적합한 전투복의 새로운 모형을 개발하였다.

본 연구는 미래병사를 위한 새로운 개념의 스마트 전투복의 원형을 제시하고, 이를 위해 Moiré 계측 방법을 새롭게 적용하였다는 의의를 가진다.

참고문헌

[1] 박선형, 우승정, 이영신, 최의중, 김현준, 이주현, “미래병사체계를 위한 스마트

전투복의 프로토타입 디자인 - 제 1 보”, 감성과학 제 8 권, 제 3 호, pp.147-175 (2005)

[2] 박선형, 김진형, 이영신, 김현준, 최의중, 홍석균, 이주현, “미래전장환경을 위한 디지털 장치부착 전투복의 프로토타입-II 개발”, 한국감성과학회 추계학술대회 논문집, 제주, 한국감성과학회, pp.25-28 (2005)

[3] 박선형, 송명훈, 이영신, 김현준, 최의중, 홍석균, 이주현, “미래병사체계를 위한 스마트 전투복의 프로토타입 개발-III", 한국감성과학회 추계학술대회 논문집, 충남 공주, 한국감성과학회, pp.17-20 (2006)