

2014. 08

제26회 국민안전 119소방정책 컨퍼런스

재난현장 웨어러블 디바이스 도입 필요성과 활용방안



광주광역시
(소방안전본부)

2014. 08

제26회 국민안전 119소방정책 컨퍼런스

재난현장 웨어러블 디바이스 도입 필요성과 활용방안

광주광역시 소방안전본부 연구팀

외부 연구위원 광주대학교 교수 김병완

소방안전본부 연구책임관 지방소방정 조태길

연구위원 지방소방경 나홍원

연구위원 지방소방경 송민영

연구위원 지방소방위 문선우

서부소방서 연구책임관 지방소방정 임근술

연구위원 지방소방경 신생균

연구위원 지방소방위 황 선

연구위원 지방소방장 천승권

연구위원 지방소방장 형성종

- 목 차 -

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	1
제2절 연구의 범위 및 방법	3
제2장 웨어러블 디바이스 도입필요성 및 여건분석	5
제1절 소방장비의 발전과정 및 웨어러블 디바이스 도입 필요성 ..	5
1. 소방차량의 발전현황	5
2. 개인보호장비의 발전현황	6
3. 웨어러블 디바이스의 도입 필요성	8
제2절 웨어러블 디바이스 개요 및 발전전망	10
1. 웨어러블 디바이스의 정의 및 발전과정	10
2. 웨어러블 디바이스의 종류 및 발전분야	10
3. 웨어러블 디바이스의 기술발전 및 시장전망	12
제3절 웨어러블 디바이스의 활용사례	13
1. 안전행정부의 라이프태그	13
2. 선진국 소방의 웨어러블 디바이스 동향	15
제4절 웨어러블 디바이스의 도입을 위한 여건분석	18
1. 기술적 도입 여건	18
2. 재정적 도입 여건	21

제3장 소방활동 분석 및 웨어러블 디바이스 활용방안24

제1절 재난현장 소방활동 여건분석	24
1. 재난현장 정보수집 및 교환의 문제점	24
2. 단순기능의 특수방화복	28
3. 근골격계 부상에 대한 대응방안 부재	33
4. 소방대원 수면장애	35
제2절 웨어러블 디바이스 도입을 위한 활용 가능기술	38
1. 증강현실	38
2. 내·외부 정보 취득 기술	41
3. 웨어러블 로봇	44
제3절 웨어러블 디바이스 도입 활용방안	48
1. 소방헬멧 웨어러블 디바이스 도입	48
2. 스마트 방화복 활용	52
3. 착용형 웨어러블 디바이스 활용	52
4. 재난현장에서 웨어러블 로봇 활용	54
5. 수면장애 검사 웨어러블 디바이스 활용	55

제4장 웨어러블 디바이스 문제점 및 해결방안57

제1절 기술적 한계와 극복방안	57
제2절 사생활 침해와 해결방안	59
제3절 보안성 문제와 해결방안	60

제5장 결론 63

[참고문헌]	66
---------------------	-----------

- 표 목 차 -

(표 1) 소방차량 변천현황	6
(표 2) 웨어러블 디바이스의 기술적 분류 및 기술	11
(표 3) 인포테인먼트 주요 제품	12
(표 4) 조사기관들의 웨어러블 디바이스 시장전망	13
(표 5) 급성심장정지 환자 생존율	15
(표 6) 웨어러블 스마트 디바이스용 핵심부품 및 요소기술 현황	19
(표 7) 영상장비 적용 소방헬멧 및 스마트 방화복 도입 소요예산 예측	22
(표 8) 공기온도 상승에 따른 인간의 반응	30
(표 9) 2010년 소방공무원 순직 및 공상 원인별 현황	34
(표 10) 2010년 소방공무원 기타사고 원인별 현황	34
(표 11) 수면장애 검사 설문지	37
(표 12) 웨어러블 디바이스 활용가능 기술수준	47
(표 13) 생체징후 측정 웨어러블 디바이스 종류	53
(표 14) 웨어러블 디바이스의 기술적 한계와 향후 방향	58

- 그림 목 차 -

(그림 1) 방화복의 변천과정	7
(그림 2) 인천 대우 일렉트로닉스 공장화재 현장에서 검게 탄 일반방화복	7
(그림 3) 안전행정부 라이프태그 홍보용 리플렛	14
(그림 4) 스웨덴에서 개발한 최첨단 소방헬멧	15
(그림 5) 최첨단 소방 헬멧을 착용하고 있는 스웨덴 및 미국소방대원	16
(그림 6) 선진국과 우리나라의 소방헬멧 비교	16
(그림 7) 구글글래스를 착용한 미국의 한 소방관	17
(그림 8) 소방대원 위치추적 시스템 개념도	20
(그림 9) 화재진압에 대한 위험요인 설문 분석	25
(그림 10) 화재진압중 위험사항 전파방법 설문 분석	25
(그림 11) 위험사항 전파 장애요인 분석	25
(그림 12) 위험사항 시각화 도움여부 분석	25
(그림 13) 열화상카메라 활용 장면 및 화면	26
(그림 14) 인명보호 자동경보장비(좌: 경보형, 우: 위치추적형)	27
(그림 15) 특수방화복 내외부 온도변화(1m거리)	29
(그림 16) 화재진화 작업중 소방관에게 물을 뿌려주는 장면	31
(그림 17) 소방관 기본 착용장비 무게	31
(그림 18) 제주 물류창고 화재로 탈진한 소방관의 병원 이송 모습	32
(그림 19) 산악사고 요구조자 운반 및 유압장비 훈련 장면	33
(그림 20) 심신안전 치유실(광주광역시 서부소방서, 2014)	38
(그림 21) 증강현실 이해도	39
(그림 22) 보잉사의 증강현실 이용한 배선조립	40
(그림 23) NASA우주인 훈련시스템	40
(그림 24) 스포츠용 웨어러블 장치	41

(그림 25) 의류형 헬스케어 장치	42
(그림 26) Protex의 시스템 구성, 내피, 외피, 신발	43
(그림 27) 필름형태인 유해화학물질 감지센서	43
(그림 28) 록히드 마틴의 HULC(전투용 보조 외골격)	44
(그림 29) 헥사시스템즈의 헥사	46
(그림 30) 증강현실시스템이 장착된 소방헬멧 활용 인명구조 장면	48
(그림 31) 증강현실 적용한 소방헬멧(가상)	49
(그림 32) 증강현실시스템 적용한 소방대원 안전 확보 체계도	49
(그림 33) 실제 화재현장 촬영 영상 캡처 사진	51
(그림 34) Sleep Manager 헤드 밴드형 웨어러블 디바이스 실행 사진	56
(그림 35) 내러티브클립 카메라	59

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

우리 소방은 계속되는 대형화재를 비롯한 다양한 재난에 대한 적극적이고 능동적인 대응의 결과로 인해 화재진압 능력 및 재난대처 능력의 꾸준한 발전과 국민적 신뢰를 받아왔다.

그러나 현대사회는 사회가 발전하는 만큼 재난환경도 급격한 변화를 가져와 도시의 구조는 심층화, 고층화, 고밀집화 현상이 더욱 가속화 되고 있어 각종 재난현장에 가장 먼저 대응해야하는 소방의 여건도 점차 어려움이 발생되고 있으며, 이로 인한 크고 작은 재난의 발생으로 인명 및 재산피해가 계속적으로 발생되고 있고, 대형화재 등으로 인한 인명 및 재산피해가 발생할 수 있는 잠재적 위험요소는 상대적으로 증가하고 있다. 뿐만 아니라 최근 정보통신 산업의 발전에 따른 국민들의 의식 변화는 좀 더 향상된 소방서비스를 요구하고 있다.

이에 소방에서도 현대사회의 발전에 맞추어 소방장비 현대화 및 119신고체계 개선 등의 노력을 하고 있으나, 현대사회의 발전 속도를 따라가기에는 미흡한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 다가올 소방의 미래에 적극적으로 대응하고 현재의 현장활동 보다 한층 더 안전하며 과학적이고 체계적인 현장활동을 위하여 웨어러블 디바이스의 도입필요성을 언급하고 활용하는 방안을 제안하고자 한다.

최근의 재난환경은 매우 빠르게 변화하면서 점차 복잡 다양한 형태로 나타나고 있다.

정보화 시대인 현대사회에서 IT기술의 급격한 발전으로 최근에는 화재 및 재난에 대응하는 소방업무에서도 발달된 IT기술을 이용 화재 및 재난발생시

출동지령 관리를 위한 지령정보시스템 구축과 긴급출동 차량에 차량용 웹패드를 설치하여 최적의 출동로 선정 등 소방업무에 활용하고 있으나, 발전하는 IT기술에 부응하기는 아직은 미흡한 실태이다. 따라서 차세대 ICT기술인 웨어러블 디바이스를 화재 등 재난업무에 도입하여 보다 효과적인 재난대응체제를 구축하여야 할 것이다.

현재 소방활동 여건을 보면 현장지휘를 책임지고 있는 지휘팀에서는 건물내부 현장상황을 진입 대원들의 육안 및 감각으로 파악된 정보를 통하여 수집하여야 하며, 이는 객관적인 정보라기보다는 주관적인 정보에 가깝고, 또한 현장이 넓은 경우 현장의 다양한 상황정보를 종합적으로 파악하기 어렵게 된다.

현장에 진입하는 소방대원들 또한 상황실 및 지휘팀으로부터 건물 구조에 대한 구체적인 정보를 제공받는데 한계가 있어 현장활동에 어려움이 있으며, 위험한 상황에 직면한 소방대원의 정확한 위치를 파악할 수 있는 장치가 없다. 대원들은 열과 연기가 가득한 현장에 있으면서도 현장의 온도, 습도, 가연성 연기의 농도 등 현장 상황에 대한 구체적이며 객관적인 정보를 파악할 수 있는 장비가 없어 대원들 스스로의 감각에 의존하여야 한다. 이처럼 화재 및 재난현장의 가장 큰 자원인 소방대원은 화재 및 재난이라는 현실 앞에 위험하게 노출되어있다.

본 연구에서는 이러한 소방의 현실을 개선하기 위한 해결의 실마리를 새로운 디지털 혁명의 중심에 서 있는 웨어러블 디바이스에서 찾고자 한다.

웨어러블 디바이스는 최근 출시된 삼성의 ‘갤럭시 기어’처럼 착용이 가능한 기기로 손을 자유롭게 사용하면서도 다양한 입·출력 장치를 통하여 정보를 자유롭게 수집하고 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 최근의 기술적 발전은 기기의 소형화, 경량화를 통한 다양한 센서의 개발이 가능해졌고 이러한 센서는 신체 착용을 더욱 용이하게 할 뿐만 아니라 다양한 분야에서 활용할 수 있도록 하고 있다.

이처럼 다양한 기능을 가지고 있는 웨어러블 디바이스는 소방의 현장활동 시 활용할 수 있는 분야가 광범위 할 것으로 판단된다. 현장진입 대원들에게 현장에 대한 다양한 정보를 제공하고, 현장 상황정보를 지휘팀에 실시간 제공하며, 현장대원들의 생체징후의 변화를 파악하고 체력적 근력 한계를 극복할 수 있도록 하는 웨어러블 디바이스의 기술과 이를 활용하는 방안을 제시함과 동시에 소방대원들의 수면패턴 분석을 통한 PTSD(Post Traumatic Stress Disorder)해소를 위한 자료 수집 등 웨어러블 디바이스의 다양한 기능분석을 통한 활용 방안을 찾아보고자 한다.

웨어러블 디바이스와 관련된 연구는 마케팅, 의료, 교육 등의 분야에서 선행 연구가 되어 지고 있으나, 소방업무에서의 웨어러블 디바이스에 대한 연구는 아직 초기단계이다. 따라서 본 연구에서는 웨어러블 디바이스를 소방업무에 적용하는 연구의 초기단계로서 웨어러블 디바이스에 대한 개념과 이와 관련된 선행 연구를 살펴보는 것과 함께 소방기관에서 화재진압 등 소방활동에 활용할 수 있는 방안을 제시하는데 목적이 있다.

제2절 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 차세대 ICT기술인 웨어러블 디바이스를 소방활동에 활용하는데 그 목적이 있으므로 소방장비의 발전현황과 웨어러블 디바이스의 정의 및 종류 그리고 향후 발전전망과 웨어러블 디바이스의 도입 필요성에 대하여 알아보고, 현장활동의 현 실태를 사례와 통계를 통하여 분석함으로써 문제점을 찾아내고 이 문제점을 해결할 수 있는 웨어러블 디바이스의 활용방안을 제시하는 것을 그 범위로 하였다.

특히, 웨어러블 디바이스를 활용할 수 있는 소방대원의 수면장애 해소를 위한 정보수집과 현재 웨어러블 디바이스의 문제점과 해결방안 제시를 그 연구 범위로 포함하였다.

그러나 웨어러블 디바이스는 현재에도 지속적인 개발과 발전을 하고 있는

분야이므로 웨어러블 디바이스를 구성하는 기술적인 분야의 접근은 지양하였으며, 현재 개발되었거나 개발 중에 있으며, 개발 가능한 제품 및 분야에 대한 소방활동에서의 활용방안에 중점을 두었으므로 각 웨어러블 디바이스간의 효율적인 연계방안은 위에서 언급한 기술적 부분에 포함되어 이 또한 연구범위에서 제외하였음을 밝혀둔다.

연구방법은 논문 및 보고서의 분석을 통한 선행연구와 소방활동에서 발생한 크고 작은 사례를 분석한 실증적 연구를 토대로 하였으며, 현장활동의 현실 및 문제점을 알아보고 적용 가능한 웨어러블 디바이스 기술을 바탕으로 한 활용방안을 제시하는 방법을 택했다.

제2장 웨어러블 디바이스의 도입 필요성 및 여건분석

제1절 소방장비의 발전과정 및 웨어러블 디바이스 도입 필요성

1. 소방차량의 발전현황

정부수립 직후의 우리나라 소방장비 보유실태는 백여 대로 추정되는 낡은 소방차와 수동식 완용펌프가 대부분 이었으며 그나마 6.25사변을 거치는 동안 파손 또는 노후화 되어 소방력은 더욱 감소되었다. 6.25사변후 정부에서는 미군 잉여차량을 이양 받으면서 소방관서 및 의용소방대에 얼마간의 미군 잉여차량을 소방차로 개조하여 사용하기에 이르렀고, 60년대의 급속한 경제발전과 더불어 화재요인의 다양화 및 대형화되어 화재위험에 대처할 수 있는 소방장비에 대한 인식이 새롭게 부각됨으로써 화재보험협회 기증, 민간 기증형식, 관급 등으로 21대의 도입소방차를 보강하였다.

그러나, 고도로 성장하는 국가경제발전에 대응하기에는 미흡한 실정으로서 1971년 12월 25일 서울 중구 대연각 호텔에서 발생한 대형화재를 겪으면서 당국과 국민은 다 같이 소방장비 보강의 중요성을 교감하게 되었다.

이를 계기로 내무부에서는 1974년도에 전국 주요도시에 우선적으로 시급한 소방장비 보강을 추진하여 116대의 신예소방차를 일본, 서독으로부터 도입, 보강하였다.

그 후 다시 내무부에서는 1975년 8월 25일 민방위본부 발족후 본격적인 소방장비보강을 위하여 복잡 다양한 소방장비를 체계적으로 분류 파악토록 하였고 소방력 기준을 제정하여 과학소방에 입각한 보강기준을 마련하였으며 소방장비 관리규정을 제정하여 보유 장비의 관리유지향상을 기하도록 하였고 소방장비의 성능을 보강하기 위하여 소방용기계기구 검정규칙을 개정하는 한편, 국산소방차의 개발을 촉진하여 차종의 다양화와 성능의 향상을 기하여 오고 있는바 현재의 국산 소방차를 보면 다양화되고 기능 면에서도 상당한 수준에 올라와 있다.

(표 1) 소방차량 변천현황

사용(제작)년대	장 비 명	비 고
1908	완용펌프	왕궁소방대(60명) 외국에서 수입(6대)
1912	수관마차	
1912	가솔린 펌프	스웨덴(스톡홀름제)
1915	수관자동차, 파괴용자동차	마필차 폐지
1915~1945	독일제 타이무라, 도요다, 닛산, 이스스소방차	
1945~1948	미 잉여 스리코타	서울내연기(방용준)
1948~1970	미국 원조 및 잉여차 - 레오, 인타, GMC	진흥공작소(박윤희) 남영공업사(전성하)
1977	국산수조부, 물탱크차	동아자동차공업(주)
1978	16M굴절탑차, 2.5톤 수조부소방차, 경화학차	
1981	46M고가사다리차	
1984	고발포배연차, 농촌형 펌프차(1톤)	
1986. 7. 17.	61.5M대형고가굴절차	영국 사이몬 엔지니어링사

출처 : 전북소방본부(<http://www.sobang.kr/index.sko?menuCd=FA06001003003>)

2. 개인 보호장비의 발전현황

소방대원이 화재진압시 착용하게 되는 방화복 및 공기호흡기의 발전은 2001년 서울 홍제동 화재가 계기가 되었다. 홍제동 화재 당시 소방관들이 입고 있었던 옷은 달궈진 천정이나 벽체에 뿌려져 뜨거워진 물이 튀는 것을 차단하는 정도가 고작인 방수복(그림 1)과 고무재질의 안전화였다.

(그림 1) 방화복의 변천과정

		
방수복	일반방화복	특수방화복

그 후 소방관들의 열악한 근무 환경이 언론보도를 통해 알려지고 소방장비의 중요성이 강조되면서 소방장비 개선이 이루어져 내열성능이 향상된 일반 방화복이 2003년도에 전 소방대원에게 지급 완료되었다. 지급된 일반방화복은 상·하의로 분리되며, 상·하의는 겹감·중간층·안감으로 구성된 형태로 아라미드 섬유로 내열온도(제품이 파괴되지 않고 유지되는 한계온도)는 220℃이다.

그러나, 2009년 12월 인천 대우 일렉트로닉스 공장화재 현장에서 일반 방화복을 입고 진압에 나섰던 소방대원이 방화복 손상으로 2도 화상을 입으면서 일반방화복 또한 소방대원의 안전을 지켜주지 못한다는 문제가 야기되었다. 일반방화복은 소방산업기술원의 열 방호성능시험에서도 25.9에 그쳤다.(열 방호성능이 30미만이면 플래쉬오버에서 2도 이상의 화상을 입을 수 있다.)

(그림 2) 인천 대우 일렉트로닉스 공장화재 현장에서 검게 탄 일반 방화복



이에 기존의 일반 방화복보다도 3배가량 열 차단 효과가 높은 황토색 계열의 특수 방화복이 2010년부터 일선 소방대원에게 지급되기 시작했다. 특수 방화복은 내열온도가 400℃이며, 열 방호성능시험에서도 31.7을 보여 기존의 일반 방화복보다도 화재 현장에 출동하는 소방대원의 안전을 지켜 줄 수 있다.

공기호흡기 또한 홍제동 화재 이전에는 30분사용이 가능한 150bar 충전압력의 용기를 사용하였으나 이후 45분사용이 가능한 300bar¹⁾ 충전압력의 용기가 보급되었으며, 현재에는 성능 및 안전성에서 더 계량된 모델이 보급되고 있다. 그 밖의 소방대원의 신체를 보호하는 방화두건, 안전장갑, 안전화 등의 개인 보호장비도 그 성능이 향상되어 보급되고 있다.

3. 웨어러블 디바이스의 도입 필요성

앞에서 살펴본 바와 같이 소방장비의 발전 사례를 보면 화재 등 각종 재난으로 인하여 많은 재산과 인명피해가 발생하고 소방관의 희생이 뒤따라 언론 보도를 통해 사회적인 이슈가 되었을 때 소방장비의 중요성이 강조되어 소방장비를 개선하고 있는 것이 현실이다.

이러한 소방의 현 실태를 개선하기 위하여 소방장비에 대한 꾸준한 연구 개발이 이루어져야 하며, 사회 각 분야의 기술변화 및 개발에 민감하게 반응함으로써 소방에 도입할 수 있는 첨단기술의 적극적인 수용과 적용이 필요하다. 또한 소방관서의 첨단기술을 바탕으로 한 소방장비에 대한 수요 욕구는 소방장비 산업의 발전으로 이루어 질 것이다.

그러므로 본 연구에서 제시하고자하는 웨어러블 디바이스의 도입과 활용방안은 IT산업 및 통신 산업의 강국으로 입지를 굳히고 있는 우리나라의 현 상황을 볼 때 스마트폰이 우리의 손을 떠나지 않듯이 향후 수년 안에 우리의 생활의 일부를 차지할 것이라는 미래의 전망은 당연할 듯하다.

우리나라도 ‘경제개발 5개년계획’을 수립시 미래학자 허만 칸(Herman Kahn,

1) 압력의 단위로 1bar = 10^5 Pa = 0.1MPa 이며, 1Pa는 1평방미터(m^2)에 대하여 1뉴턴(N)의 힘이 작용하는 압력(N/ m^2)이다.

밀레니엄프로젝트 창시자)을 수십 차례 한국에 불러 미래예측 기법을 도입하여 계획을 추진하였고, 「유엔미래보고서」가 소개한 미래의 첨단기술인 3D프린터, 나노기술, 뇌공학, 웨어러블 컴퓨터 등이 현실화 되고 있음을 볼 때 SF 영화에서나 볼 수 있었던 일들이 머나먼 미래의 이야기가 아님을 실감할 수 있다.

PC시장이 스마트폰과 태블릿 PC의 등장으로 1차 디바이스 혁명을 겪은 것처럼 웨어러블 디바이스는 스마트폰과 태블릿 PC를 대체하는 새로운 디바이스로 부각하고 있으며 이는 수년 안에 현실로 나타날 것이다. 이에 우리 소방도 대형재난이나 소방대원의 희생 후에 장비를 개선하는 후진적 자세에서 벗어나 새로운 기술의 도입과 적극적인 연구·개발로 소방대원의 안전을 확보하고 재난에 선제적으로 대응하여야 할 필요가 있다. 이러한 관점에서 볼 때 웨어러블 디바이스의 시대의 도래를 대비하여 현장활동 등에 도입할 수 있는 웨어러블 디바이스의 연구와 개발에 박차를 가하여 미래의 변화에 능동적으로 대처하여야 한다.

소방은 정부수립 이후부터 꾸준히 소방장비에 대한 보장 및 기술개발을 추진하여 왔고 현재에는 상당한 수준에 올라와있다. 지금의 수준에 올라오기까지는 대형화재 및 재난 발생에 따른 소방장비의 개선 필요성과 소방대원들의 희생이 밑거름이 되었다.

지금까지의 소방장비의 발전이 양적 팽창을 중심으로 이루어 졌다면 지금부터는 소방장비의 질적 향상이 필요한 시점이다. 현 사회의 각종 스마트 기기의 개발과 발전은 스마트 기기를 소방활동에 도입할 수 있는 사회적 기반을 다져놓았다. 소방활동에 있어 스마트 기기의 도입은 과학적이고 객관적인 현장상황 파악 및 분석이 가능하게 할 것이며, 계량화된 정보 습득과 여러 장비를 휴대하여야 하는 불편함을 해소함으로써 안전하고 효과적인 소방활동을 가능하게 할 것이다.

이러한 소방장비의 질적 향상을 가능케 할 수 있는 스마트 기기가 웨어러블 디바이스이다. 바로 이러한 점에서 소방활동에 있어 웨어러블 디바이스의 도입 필요성이 있다 할 것이다. 이제는 우리 소방도 우리나라의 국격에 맞추어

각종 재난을 사전에 예방하고 소방대원들이 안전한 소방활동을 펼칠 수 있도록 제반여건을 갖추기 위하여 첨단기술에 대한 연구 및 개발, 그리고 기술도입을 위하여 꾸준히 노력하여야 할 것이다.

제2절 웨어러블 디바이스의 개요 및 발전전망

1. 웨어러블 디바이스의 정의 및 발전 과정

웨어러블 디바이스(Wearable Device)는 “사람의 몸에 착용하여 다양한 정보들이 통합 처리되어 사용자의 인지능력, 문제 해결능력 등을 증대시키는 장치라 할 수 있다”²⁾ 이는 다시 말하면 사용자가 이동 또는 활동 중에도 자유롭게 사용할 수 있도록 신체나 의복에 착용 가능하도록 작고 가볍게 개발된 차세대 전자기기로 단순히 액세서리처럼 전자기기를 몸에 착용하는 것이 아니라 사용자 신체의 가장 가까운 곳에서 사용자와 소통할 수 있는 전자기기이다.

웨어러블 디바이스는 1960년대 시계와 신발에 계산기나 카메라를 부착하는 단순 장착 형태로 시작하여 1980년대부터 프로토타입의 등장으로 입출력장치와 컴퓨팅 기능이 도입되며 주로 군사용이나 학술연구용으로 기술 개발이 진행되어 왔으며 90년대 이후부터는 유비쿼터스 컴퓨팅의 등장과 기기의 경량화 소형화로 산업에 적용이 가능해졌고 2000년도에 들어와 발열문제, 배터리 성능, 단말기 소형화 등이 진전되어 발전을 거듭하고 있으며, 최근에는 스마트폰과 태블릿PC 등 스마트 기기가 발전하고 동시에 무선통신 인프라의 구축과 배터리 수명향상 등 기술적 한계들이 극복되면서 일상생활 에서도 사용이 가능한 수준에 이르렀다.

2. 웨어러블 디바이스의 종류 및 발전분야

웨어러블 디바이스는 기술적 관점에서 보면 휴대하는 형태의 제품 및 액세서리와 같은 단순착용형(Portable), 패치와 같이 피부에 부착하거나 의류형태인 의류일체형(Attachable) 그리고 신체에 직접 이식하거나 복용하는 형태의 이터블(Eatable)로 분류할 수 있으며, 이는 웨어러블 디바이스의 발전단계라

2) 김대건, 2013., "웨어러블 디바이스 동향과 시사점", 「정보통신정책연구」, p2

할 수 있다. (표 2)는 웨어러블 디바이스의 기술적 분류 형태를 쉽게 표현한 것이다.

(표 2) 웨어러블 디바이스의 기술적 분류 및 기술

구분	액세서리형 (Portable)	의류일체형 (Attachable)	신체부착/생체이식형 (Eatable)
핵심 기술	-초소형/고용량 배터리 -저전력 고성능 PC -플렉서블, 박막형 투과형 디스플레이 -초소형/정밀 비전 센서 -사용자 인터랙션 기술	-전도성 실, 섬유, 직물센서 개발 -직물 회로보드 기술 -접착형 전자소자 패키징 기술	-고분자 회로보드 및 전자 소자 패키징 기술 -안테나 및 통신 기술 -소재 및 탈부착 기술
문제 점	-크기, 무게, 배터리 지속시간 -입출력 방식	-굽힘, 접힘, 오염 등에 강인한 내구성 -세탁성 및 양산 기술	-신축성/유연성 -인체 무해성 -양산 기술
연구 개발 이슈	-저발열/저전력/초소형화 -웨어러블 통신 기술 -센서일체형 디스플레이 -촉감 표현 기술 -디바이스 협업 및 UI/UX 기술	-의류 디스플레이 기술 -모션인식 의류 기술 -FAN(Fabric Area Network) -상황기반 색/무늬 변화	-고전도성, 저전력화 -유연/투명 부품 기술 -무구속/무자각 생체신호 측정 기술 -의료/웰니스용 생체신호 측정 센터 및 시스템

출처 : 윤영한, 2014., “웨어러블 디바이스 시장의 부상에 따른 충북의 대응전략”, 「충북포커스」, p7

웨어러블 디바이스는 사용자들의 선호에 맞춰 크게 네가지(피트니스 분야, 헬스케어 분야, 인포테인먼트 분야, 군사·산업 분야)기능을 중심으로 발전하고 있다.

웨어러블 디바이스의 피트니스 및 웰빙 분야는 운동 중 음악감상 뿐만 아니라 GPS기능 및 런닝앱을 통하여 웨어러블 디바이스로 수집된 수치화된 데이터들을 바탕으로 자신이 현재까지 뛰었던 거리, 속도, 소모된 칼로리, 심장 박동 수 등 운동량을 체크할 수 있는 기능이며,

웨어러블 디바이스의 헬스케어 기능은 단순히 사용자가 자신의 상태를 입력하던 형태에서 진화하여 자신이 착용하고 있는 전자기기가 정확하게 신체 상황을 측정하여 측정 정보를 환자 및 의사에게 전달하는 기능을 수행한다.

인포테인먼트 기능은 정보의 전달에 오락성을 가미한 기능으로 스마트 안경,

스마트 시계 등이 그 예라 할 수 있다.

(표 3) 인포테인먼트 주요 제품

구분	제품	형태	주요 기능
삼 성	갤럭시 기어	손목시계형	전화, SMS 수발신, 보이스메모
	삼성 글래스	안경형	미정
애 플	아이워치	손목시계형	음성인식 기능, 플렉시블 디스플레이
구 글	구글 글래스	안경형	실시간 사진 촬영, 길 찾기, 동영상 재생, 메시지 전송, 인터넷 접속
	넥서스 워치	손목시계형	미정

출처 : 김대건, 2013., “웨어러블 디바이스(Wearable Device)동향과 시사점”, 「정보통신정책연구」, p13

웨어러블 디바이스는 기업체와 군대에서도 다양하게 사용되고 있다. 기업체나 군대에서 사용하는 웨어러블 디바이스는 중량이 무겁거나 복잡한 기능들이 탑재되어 있으며 산업분야는 주로 항공기 엔진과 같이 하이엔드(high-end) 수리 시장에서 많이 사용되고 군대에서는 로봇 형태의 웨어러블 디바이스로써 신체를 보호할 수도 있으며 무기를 탑재하거나 무거운 물품 등을 이동하는데 사용된다.

3. 웨어러블 디바이스의 기술발전 및 시장전망

미래의 웨어러블 컴퓨터는 핸드폰처럼 사용하다가 잡아 늘려 펼치면 자판으로 사용할 수도 있고, 둘둘 말아 팔찌처럼 찰 수도 있게 된다. 심지어 이물질이 묻어도 안으로 스며들지 않도록 하는 표면의 자정(Self-Cleaning) 능력과 주변 환경의 오염도를 측정하거나 표면 전체가 태양광 전지역할을 하는 환경센싱(Sensing The Environment) 능력을 보유한 차세대 컴퓨터도 등장할 것으로 보인다.

웨어러블 디바이스의 시장은 예상보다 빠르게 확대되고 있으나 시장 전망에 대해서는 (표 4)와 같이 조사기관별로 큰 편차를 보이고 있다. 출하량 기준으로 ABI Research는 웨어러블 디바이스 시장이 2012년부터 지속적인 성장세를 보이면서 2018년까지 연간 4억 8,500만대를 기록할 것으로 전망하였으며,

비즈니스 인사이더 인텔리전스는 2014년 1억대를 넘어 2018년에는 3억대에 이를 것으로 예상하였고, 버그 인사이트는 2012년 830만 대에서 2017년에는 6,400만대로 급증할 것으로 전망하였다.

또한, 매출액 기준으로 IMS Research는 2016년 웨어러블 디바이스 시장규모가 60억 달러로 성장할 것으로 예측하였고, 투자은행인 크레디트스위스는 2013년 30억 달러, 2018년 300억 ~500억 달러까지 증가할 것으로 전망하였다.³⁾

(표 4) 조사기관들의 웨어러블 디바이스 시장전망

시장조사기관	출하량 전망	매출액 전망
ABI Research	2018년 4억 8,500만 대	
비즈니스인사이더 인텔리전스	2014년 1억대→2018년 3억대	
버그인사이트	2012년 830만대→2017년 6,400만대	
IMS Research		2016년 60억 달러
크레디트스위스		2013년 30억→2018년 300억~500억

출처 : 전황수, 2014., “차세대 PC 웨어러블 디바이스 시장 및 개발 동향”, 「주간기술동향」, p15

위에서 살펴본 바와 같이 글로벌 웨어러블 디바이스 시장은 헬스케어 및 의료, 인포테인먼트, 피트니스 및 웰빙 시장의 수요 확대로 해당시장을 중심으로 고성장이 예상되며, 향후 웨어러블 디바이스는 제조업을 비롯해 군사, 피트니스 및 웰빙, 인포테인먼트 산업에서도 수요가 크게 증가할 것으로 전망된다.

제3절 웨어러블 디바이스 활용사례

1. 안전행정부의 라이프태그

3) 전황수, 2014., "차세대 PC 웨어러블 디바이스 시장 및 개발 동향", 「주간기술동향」, p15

우리나라 안전행정부에서도 만성질환자나 기초생활수급자·독거노인 등 응급구조가 필요한 사람들에게 웨어러블 디바이스를 활용한 ‘라이프태그’가 보급되어 응급 구조활동에 활용될 예정이다.

(그림 3) 안전행정부 라이프태그 홍보용 리플렛

한눈에 보는 라이프태그

당신의 소중한 가족의 생명을 가장 가까이서 지켜드립니다.

라이프태그 시작하기

Step 1
먼저 라이프태그 홈페이지에서 우리 가족 라이프태그를 신청합니다.

Step 2
의료진이 입력하신 정보를 바탕으로 응급상황에 대처할 수 있도록 확인 후 발급해드립니다.

Step 3
가족의 안전을 위해 항상 라이프태그와 함께 하세요.

응급상황 발생 시 라이프태그

라이프태그를 휴대한 응급환자 발견 시 NFC칩이 내장된 스마트폰을 이용하여 라이프태그에 접촉하면 119 신고와 함께 환자 정보, 위치정보를 바로 전달할 수 있게 됩니다.

현장출동 구급대원의 라이프태그 활용

라이프태그를 휴대한 응급환자 발견 시 NFC칩이 내장된 스마트폰을 이용하여 라이프태그에 접촉하면 119 신고와 함께 환자 정보, 위치정보를 바로 전달할 수 있게 됩니다.

라이프태그 도입으로 응급환자 소생율 증가

라이프태그를 활용하여 대상자를 최적의 병원으로 신속하게 이송함으로써 현장-이송-병원의 연계성을 확보하여 응급환자의 소생율을 높일 수 있습니다.

LIFETAG
응급상황정보시스템

안전행정부의 ‘라이프태그’는 만성질환자, 중증질환자, 희귀난치성 질환자 등의 의료취약계층에서 본인이 원하면 발급해 생명을 해칠 수 있는 응급 상황에 효율적으로 대처하기 위한 서비스이다. 팔찌 형태의 라이프태그를 휴대하고 있는 사람이 응급상황에 처하게 되면 누구라도 스마트폰 접촉을 통해 응급환자의 병명, 응급상황시 행동요령, 119긴급통화, 보호자 통화 등의 정보를 확인해 대응할 수 있게 된다. 또한, 이 경우 119상황실에 해당 환자의 위치 정보가 직접 전송되어 구조 활동에도 도움을 주게 될 뿐만 아니라, 응급 출동한 구급대원은 스마트폰 앱을 통해 주진료 병원 정보, 주치의 정보, 의사 지시 정보, 주요 건강정보를 수집할 수 있어 응급처치 및 구조에 많은 도움을 줄 수 있게 된다. 이 서비스는 올 12월까지 세브란스병원 등록환자를 대상으로 시범 운영한 뒤 기초생활수급자, 독거노인 등으로 대상을 확대할 예정이다.

(표 5)에서 보는 바와 같이 119구급차를 이용해 응급실에 내원한 환자의 발생건수는 해마다 증가하고 있으나(2010년: 25,909명, 2011년: 26,382명, 2012년: 27,823명), 생존 퇴원율은 2012년 4.4%에 불과해 선진국에 비해 현저히 낮은 수준이다.

(표 5) 급성심장정지 환자 생존율

급성심정지 생존퇴원율	국내	미국, 캐나다	일본
	4.4%	8.9%	10.2%

출처 : 보건복지부 보도자료, 2013. 6. 18. , 급성심정지 환자 생존율

안전행정부에서 추진하는 라이프태그가 취약계층을 중심으로 자리 잡는다면 급성심정지에 대한 생존 퇴원율 향상에 도움을 줄 것으로 판단된다.

2. 선진국 소방의 웨어러블 디바이스 동향

(1) 스웨덴의 첨단 소방헬멧

스웨덴에서 개발한 이 첨단 소방헬멧은 소방대원들이 많은 장애물과 방해물들을 피해 화재를 진압하는데 중요한 역할을 수행하며, 전면의 디스플레이헤드에서는 현장의 추가정보를 보여주며 통신장비도 연결 돼 있어 지원 소방대에 연결되어 효율적인 화재진압을 할 수 있다.

(그림 4) 스웨덴에서 개발한 최첨단 소방헬멧



출처 : <http://cafe.naver.com/qpdltmqhfdpsfhs/110>

또한, 소방헬멧에는 화재진압 수행의 필요성과 가의 가시성 순으로 화재 및 구조현장에서 발생하는 수많은 장애물을 확인하는 열 영상 장비가 갖추어져 있으며, 증강현실 비전 기술을 사용하여 화재진압에 도움이 되는 유용한 응용

프로그램을 추구하는 기술을 활용하였다. 화재현장에서 농연과 낮은 가시성의 상황에서 바이저는 착용자에게 증가 가시성을 제공 할 뿐만 아니라, 팀 커뮤니케이션 및 산소공급 장치까지 장착이 가능 하도록 하였다.

(그림 5) 최첨단 소방헬멧을 착용하고 있는 스웨덴 및 미국소방대원



출처 : <http://cafe.naver.com/qpdltmqhfdpsfhs/110>

이 소방헬멧은 화재현장 진입 시 각종장비 착용에 따른 준비시간의 감소와 별도로 열화상 장비를 휴대할 필요 없이 일체형으로 되어 있기 때문에 화재 진압능력에 중요한 골든타임을 확보 할 수 있다.

또한, 선택적 능동형 소음 취소 기능은 소방관이 호흡소리를 줄이고 잠재적인 구조적 균열 소리와 요구조자와의 더 나은 의사소통을 위해 특별히 기능을 추가 하였다. 이러한 현대기술을 이용한 최첨단 소방장비의 보급은 소방활동의 효율성을 높이는데 기여하고 있다. 위 헬멧은 비록 스웨덴에서 제작되어 사용하고 있지만 미국에서는 이 헬멧을 도입하여 이미 일선 소방서에서 활용 되어지고 있다고 한다.

(그림 6) 선진국과 우리나라의 소방헬멧 비교



(2) 미국의 구글글래스 활용

미국에서는 착용형 웨어러블 디바이스인 구글글래스가 백악관, 언론, 군수산업, 교육기관 등에서 보급이 확대되고 있다. 관련 업계에 따르면 백악관 IT팀은 대통령의 정치활동 홍보와 관련해 구글글래스의 활용 방안을 검토 중인 것으로 전해졌다. 백악관은 내부적으로 "차기 대선에서 구글글래스가 열쇠를 쥐고 있다"는 분석까지 내놓고 있는 상황이다. 일례로 유권자의 집을 방문했을 때 선거운동본부로부터 구글글래스에 정보가 전송되고, 이를 통해 맞춤형 캠페인을 전개할 수 있다.

군수산업에서도 구글글래스의 활용도가 주목받고 있는데 총탄이 빗발치는 전장의 엄폐물에서 머리를 내밀어 조준 사격하는 대신 안전한 위치에서 사격할 수 있는 각종 무기가 개발될 수 있다는 의미다. 지휘본부 입장에서는 구글글래스에 내장된 GPS와 카메라를 통해 실시간으로 현장 상황에 따른 전술을 운용할 수 있다는 장점이 있다.

특히, 미국 소방에서는 구글글래스를 도입하여 화재진압 및 소방활동에 활용하고 있으며, 노스캐롤라이나주 록키마운트소방서 한 소방관은 응급구조나 화재 진압 시 해당 건물의 설계도면이나 위험요소 등 유용한 정보를 표시해 주는 애플리케이션을 직접 개발해 선보이기도 했다.

(그림 7) 구글글래스를 착용한 미국의 한 소방관



출처 : <http://www.newstomato.com/ReadNews.aspx?no=475>

이 앱은 아직 초기 단계지만, 구호 상황에 유용하게 쓸 수 있도록 만들어졌으며, 출동 명령을 받으면 출동 현장까지 찾아가는 길을 내비게이션으로 보여주고, 소방본부에서 보낸 지시사항을 받는 것이 앱의 역할이다. 또 다른 앱은 근처 소화전을 찾아준다.

이 소방대원의 목표는 자신과 동료 소방대원이 현장에서 필요한 모든 정보를 구글안경으로 볼 수 있게 하는 것이다. 구글안경 앱에 재난 현장의 지도나 건물 도면을 보여주는 기술을 개발 중이다. 소방대원이 낮은 환경에서 더 안전하게 임무를 수행할 수 있도록 하기 위해서다. 차량 설계도를 띄워주는 기능도 준비 중이다. 교통사고로 일그러진 차에서 사람을 안전하게 구하려면 차량 일부를 잘라내야 하는데, 이 때 절단부를 정확히 확인할 수 있으면 더 빨리 사람을 구할 수 있기 때문이다.

이 앱은 미국 내 다른 주 소방관서에서도 관심을 갖고 열영상 카메라 등 기존 장비와 연동해 더욱 향상시키려는 방안 등을 연구 중이다.

제4절 웨어러블 디바이스 도입을 위한 여건 분석

1. 기술적 도입여건

(1) 우리정부의 노력

우리나라 또한 2013년 창조경제의 핵심 성장동력으로 ‘13대 창조경제 산업 엔진 프로젝트’와 ‘임베디드 SW발전전략’에서 ‘웨어러블 스마트 기기 산업’을 육성하기로 하였다. 뿐만 아니라 향후 웨어러블 산업의 성장 가능성을 가늠하고 관련 트렌드, 법, 규제 등을 통합적으로 조망하기 위하여 미래학자, 디자이너 및 법률전문가 등 분야별 전문가로 ‘웨어러블 스마트 디바이스 육성을 위한 포럼’을 발족하였다. 이 포럼에는 삼성, LG 등 대기업 뿐 아니라 임베디드 SW, 반도체 칩, 플랫폼을 제작하는 중소 IT기업이 다수 포함되고, 전국 주요 공과대학을 비롯하여 전자부품 연구원, 한국 전자통신원 및 전기연구원 등 핵심 출연 연구기관도 참여할 예정이다.

(표 6) 웨어러블 스마트 디바이스용 핵심부품 및 요소기술 현황

분 야		핵심기술(예시)
4대 핵심 소재/부품	입력	- 사용자 인터페이스(UI/UX) 기술 - 생체정보 측정기술, 환경정보 식별기술
	출력	- 디자인 주도형 정보표시 기술, 확장 지능형 디스플레이 기술 - 섬유일체형/신체부착형/신체이식형 정보표시 기술
	처리	- 패브릭 반도체 기술, 신축유연 회로 기판 기술 - 웨어러블 마이크로 프로세서 기술, 저전력 고효율 SW기술
	전원	- 다기능 양음극재 소재 기술, 패브릭 배터리 기술 - 신축유연 에너지 하베스팅 기술
3대 플랫폼	생활·문화	- 유무선 충전 및 전원공급 플랫폼 기술 - 생활 속 건강관리 플랫폼 기술, 근력직물 플랫폼 기술
	특수업무	- 위험관리 시스템 기술, 실시간 안전 네트워크 기술 - 특수임무 지원 플랫폼 기술
	사용자 기기 연결	- 브레인 뇌파 커뮤니케이션 시스템 기술 - 제조현장의 생산성 향상 지원 플랫폼 기술

출처 : 윤영환, 2014., “웨어러블 디바이스 시장의 부상에 따른 충북의 대응전략”, 「충북포커스」, p16

웨어러블 스마트 기기 산업 육성은 중소 IT 기업의 기술력 향상에 초점을 두고 있으며 (표 6)과 같이 웨어러블 분야에 특화된 핵심부품, 소재 및 요소 기술 개발이 주를 이루고 있는 대형·장기 R&D 사업⁴⁾ 형태로 추진된다.⁵⁾

(2) 소방방재청

정보통신기술의 발달은 소방업무에도 적용되어 119종합상황실에 설치되어 있는 출동지령시스템은 화재 등의 사고를 당하거나 목격한 사람이 119신고를 할 경우 신고자의 위치를 GPS 기능을 이용하여 신고자의 위치를 확인할 수 있으며, 이러한 정보를 이용하여 긴급출동차량에 설치되어 있는 차량용 웹패드에 정보를 전달하여 화재가 발생한 장소까지 최적의 출동로를 선정하여 긴급차량이 최단 시간내에 화재 현장 등에 도착할 수 있도록 하는 시스템을 구축 운영 중에 있다. 또한, 화재 등의 현장에 출동하는 소방대에게 화재가 발생한 대상에 대한 정확한 정보 등을 제공하기 위하여 화재발생 대상의 건축물 현황, 위험물 보관실태, 주변의 연소 확대 위험성 등의 정보를 소방민원정보시스템을 가동하여 제공할 목적으로 신기술 개발을 하고 있다.

4) Research and Development의 약자로, ‘연구개발’을 뜻함

5) 윤영환, 2014., “웨어러블 디바이스 시장의 부상에 따른 충북의 대응전략”, 「충북포커스」, p15

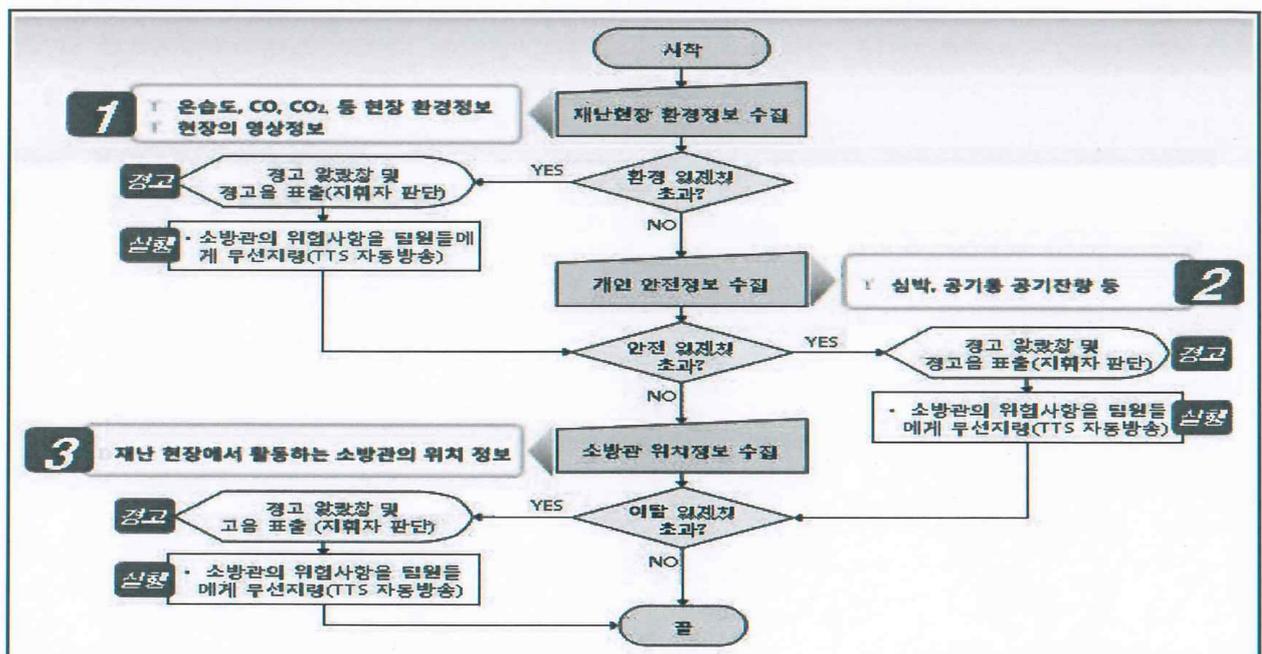
소방방재청에서는 2012년 인천 물류공장 화재현장에서 현장활동 대원이 화재진압 중 현장에 고립되어 순직하는 사고를 계기로 현장활동 대원에 대한 안전사고예방 및 체계적인 안전관리를 위하여 ‘현장안전관리 시스템구축’ 프로젝트6)를 추진 중에 있다.

소방방재청은 본 프로젝트를 ‘119소방현장 통합관리시스템 구축’, ‘소방대원 위치추적 프로그램 개발’, ‘인공지능형 소방진압복 개발’의 3개 분야로 나누어 추진하고 있으며 개발 예산은 총 71.8억 원이다.

‘119소방현장 통합관리 시스템’은 현장지휘관이 대원들의 내부진입 등 현장활동 동 판단을 위해 필요한 내부구조, 소방시설, 위험물질 등에 대한 정보를 현장에서 조희 확인함으로써 신속한 현장대응 및 안전사고 방지를 위한 시스템이다.

‘소방대원 위치추적 시스템’은 건물 내 및 지하공간에서 활동하는 진입대원의 위치, 생체정보, 활동 동영상을 실시간 모니터링 할 수 있는 시스템이며, ‘인공지능형 소방진압복 개발’은 화재현장 온도와 가연성 가스농도 등의 정보를 제공할 수 있도록 화재진압복에 탈부착 가능한 고온에서 동작하는 센서 네트워크 시스템 개발이다. (그림 8)은 ‘소방대원 위치추적 시스템’의 개념도 이다.

(그림 8) 소방대원 위치추적 시스템 개념도



출처 : 2014년 소방방재청 업무보고

6) 2014년 소방방재청 업무보고

위에서 살펴본 바와 같이 우리정부에서는 창조경제의 핵심 성장 동력으로 웨어러블 스마트 기기산업을 선정하여 육성하고 있으며, 소방방재청에서도 정보통신기술의 발달에 따라 소방활동에 활용하고 있으나 아직까지는 미흡한 실정이다. 그리고 지난 2012년 인천 물류공장 화재 이후 소방대원의 안전을 확보하고 효과적인 현장활동을 위하여 ‘119소방현장 통합관리시스템 구축’, ‘소방대원 위치추적 프로그램 개발’, ‘인공지능형 소방진압복 개발’등의 R&D 사업을 추진하고 있는 점은 고무적이라 할 수 있다.

우리정부의 웨어러블 디바이스 산업에 대한 정책적 육성과 소방방재청에서의 R&D사업 추진 등을 고려하여 볼 때 소방에 대한 웨어러블 디바이스의 도입을 위한 여건조성은 점차적으로 이루어질 것으로 보인다.

뿐만 아니라 사회 전반적으로 스마트 폰을 중심으로 하는 스마트 기기에 대한 적극적인 활용 여건이 형성되어 있으며, 각 산업분야에서도 웨어러블 디바이스에 대한 연구 개발이 지속되고 있고 웨어러블 디바이스의 기반이 되는 IT기술, 정보통신 기술, 소재 및 요소 기술 또한 꾸준한 발전을 하고 있어 웨어러블 디바이스의 소방도입을 위한 기술적 기반은 갖추어진 것으로 판단된다. 그러나 소방활동의 특성상 내구성, 소형화, 경량화 등 소방의 특성에 맞추어 개발하기 위한 연구노력이 필요할 것으로 판단된다.

2. 재정적 도입여건

웨어러블 디바이스를 소방업무에 적용하여 활용된 사례가 아직은 없어 기술 개발 및 보급을 위한 예산 소요 정도를 예측하기에는 어려움이 있다. 그러나 각 분야에서 특정 목적을 가지고 생산되는 웨어러블 디바이스나 영상장비 등을 헬멧 및 방화복에 적용한다는 단순한 가정 하에 예산 소요정도를 예측해 볼 수는 있을 것이다.

먼저 소방헬멧의 경우 기존의 헬멧에 4채널(4인 사용)영상장비 즉 휴대형 영상저장 장치, 소형카메라, 정션박스, 무선송신장치, 수신기(4채널) 등을 부착하였을 경우 약 2억 4천만원정도의 예산이 소요된다. 그리고 2012년 12월 5일

소방방재청에서 6개 산단내 합동방재센터 및 중앙119구조본부 특수사고대응팀을 연계한 “인명구조용 무선영상전송시스템”을 공개하였는데 이 시스템을 구축하는데 약 7억9천6백만 원의 예산이 소요되었다.

특수방화복의 경우 방화복의 가격은 1벌에 약 60만원 소요되며 휘트니스 기능의 웨어러블 디바이스의 가격이 15만원 정도로 형성되어 있음과 송수신을 위한 모듈가격 등을 감안할 때 구입가격은 150만원을 상회할 것으로 예상된다.

뿐만 아니라 소방대원간 그리고 현장지휘팀과의 네트워크 시스템 등 기반시스템 구축을 위한 예산 또한 상당할 것으로 예상된다. 여기에 소방활동에 적합한 웨어러블 디바이스 개발 비용을 더하면 예산 소요금액은 더욱 증가할 것이다.

(표 7) 영상장비 적용 소방헬멧 및 스마트 방화복 도입 소요예산 예측
(단위: 만원)

장비명	예산단가	도입기준	수량	소요예산	보급기간	1년 소요예산
영상장비 적용 소방헬멧 (4인기준)	24,000	안전센터별 1세트	1,172	28,128,000	5년	5,625,600
스마트 방화복	150	1인당 1벌	39,197	5,879,550	5년	1,175,910

이러한 점을 고려할 때 단위 소방본부 및 소방기관에서 웨어러블 디바이스를 도입하기에는 재정적 한계에 부딪힐 수밖에 없다. 그러므로 중앙부처인 소방방재청의 적극적인 연구·개발 지원과 소방장비 현대화를 위한 지원이 필요하다. 또한, 소방에 도입한 웨어러블 디바이스를 일시에 전 소방대원에게 보급하는 것은 재정적 부담과 함께 실효성이 검증되지 않은 상태에서 도입하는 우를 범할 수 있으므로 단계적·연차적·시범적인 도입이 필요할 것이다.

웨어러블 디바이스의 실효성 검증과 초기 도입 시 오류를 해결하기 위하여

중앙119구조본부의 시범운영이 필요하다. 중앙119구조본부는 소방방재청 직속의 구조본부로 시·도에 소속되어있는 소방관서 보다 예산지원 및 정책추진에 있어 원활하게 진행될 수 있으며, 첨단장비의 운용과 운용상 발생하는 오류를 빠르게 환류 하여 수정할 수 있는 장점이 있다.

각 시·도에서는 일시적으로 과도한 예산확보의 어려움을 해결하기 위하여 장기적인 계획을 세워 예산을 확보하고 스마트 방화복의 경우에는 현장활동이 많은 119구조대와 119안전센터를 중심으로 도입하되 특수방화복의 내용연수 5년을 고려하여 노후한 특수방화복 교체시기에 맞추어 도입한다면 더욱 효과적일 것이다. 소방헬멧의 경우 방화복보다 구입가격이 높게 형성될 것으로 판단되는 바 각 안전센터의 관창수와 구조대원의 선임대원에게 선 지급하여 활용하는 방안도 검토해볼 필요가 있다.

각 시·도에 소속되어있는 소방조직의 여건상 열악한 재정여건 속에서 일시에 고가의 첨단장비를 도입하기에는 어려움이 많으므로 소방방재청과 긴밀한 협조 속에서 장기적인 웨어러블 디바이스 도입 계획을 세워 추진할 필요성이 있다.

제3장 소방활동 분석 및 웨어러블 디바이스 활용방안

제1절 재난현장 소방활동 여건분석

1. 재난현장 정보수집 및 교환의 문제점

(1) 객관적 정보수집 경로 부재

화재·폭발 등의 각종 재난사고 현장은 예측할 수 없는 수많은 위험요소가 도사리고 있다 특히, 화재현장은 열과 연기로 가득하여 한치 앞을 구별할 수 없는 열악한 조건이다. 화재현장에 진입하는 대원들은 이러한 조건 속에서 육안 및 감각을 이용하여 상황을 판단하며 화점을 찾아 화재를 진압하게 된다. 이러한 활동 속에서 파악하게 되는 정보들은 무전기를 통하여 현장지휘부에 보고하게 되고 다른 부분의 현장상황 및 정보 또한 무전기를 통하여 수집하게 된다. 현장상황에 대한 각종 정보가 대원들의 육안과 감각에 의하여 인지된 정보들의 조합에 의존하고 있는 것이다.

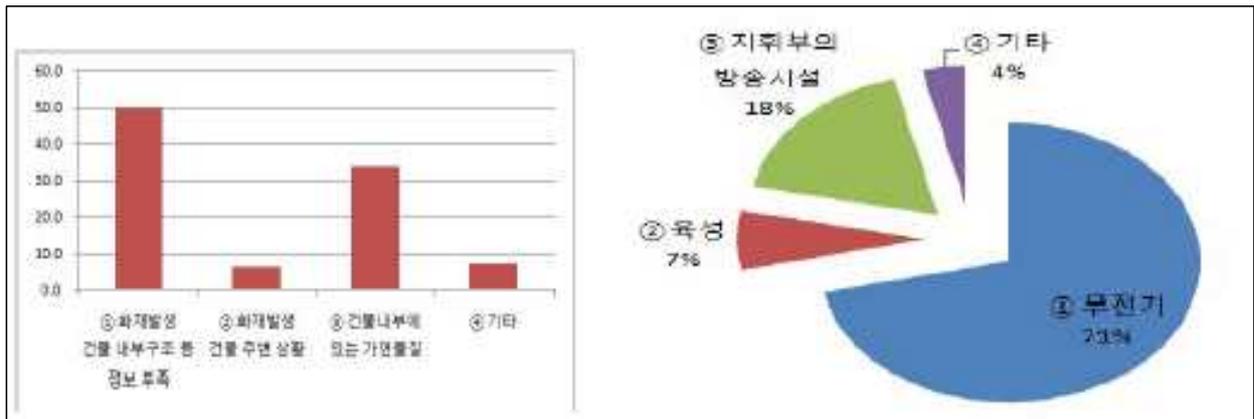
이로 인하여 현장 지휘관은 현장상황 즉 현장의 온도, 가연성 연기의 농도, 현장대원들의 활동상황 등을 객관적이고 정량적으로 수치화하여 파악하지 못하고 대원들의 주관적인 판단에 의존할 수밖에 없으며, 이를 토대로한 현장의 정보를 다시 다른 대원들에게 제공하고 현장을 지휘하게 된다. 이러한 현장상황의 주관적인 정보를 객관적이고 과학적인 정보로 전환하기 위해서는 현장상황을 정확히 확인할 수 있는 영상장비, 온도파악 장비, 가연성 연기농도를 확인할 수 있는 장비가 필요하나 현재 소방활동에서는 위의 장비가 부재하거나 활용이 미흡한 실정이다. 이는 현장지휘관에게는 효과적인 현장지휘의 한계로, 대원들에게는 안전사고의 위험으로 나타나고 있다.

김인겸의 2010. 8. ‘차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰’의 화재현장 위험성 전파에 대한 설문 조사는 우리에게 시사해 주는 바가 크다. 그의 연구 설문에 따르면 “화재현장에서 소방대원들에게 위험을 줄 수 있는 가장 큰 요인은 무엇이라고 생각하십니까” 라는 질문에 설문조사 대상의 200명중 184명이 답변한 결과 화재발생 건물 내부구조 등 정보 부족 94명(49.7%), 건

물내부에 있는 가연물질 64명(33.9%), 화재발생 건물 주변 상황 12명(6.3%), 기타 14명(7.4%)순이며, “화재 현장의 위험상황 발생 시 대원들에게 위험상황 전파방법은 무엇입니까” 라는 질문에는 무전기 135명(71.4%), 지휘부의 방송시설 34명(18%), 육성 13명(6.9%), 기타 7명(3.7%) 순으로 집계되었다.

(그림 9)화재진압에대한 위험요인 설문 분석

(그림 10)화재진압중 위험상황 전파방법 설문분석

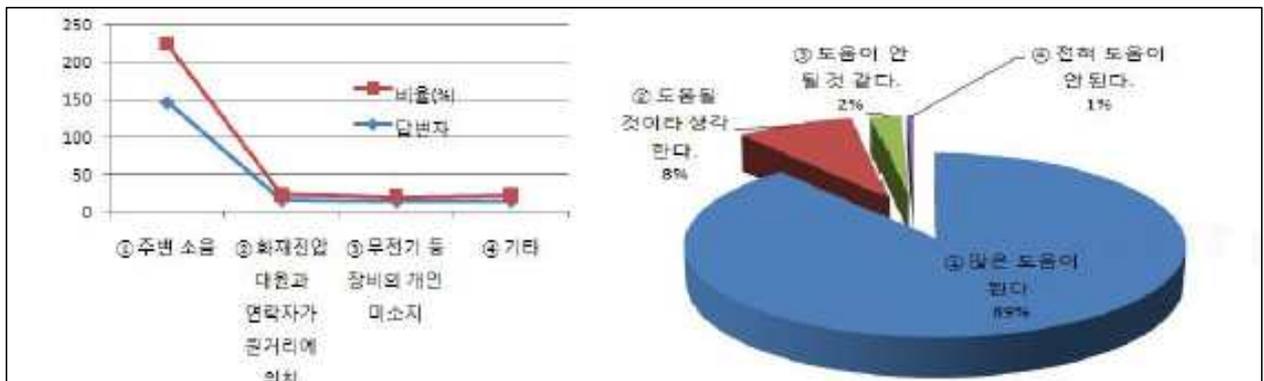


출처: 김인겸, 2010., “차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰”, 「서울시립대 석사학위논문」, p76

“위험상황을 전파할 경우 장애요인은 무엇입니까”에 대한 답변은 주변소음 147명(77.8%), 화재진압대원과 연락자가 원거리에 위치 15명(7.9%), 무전기 등 장비의 개인 미소지 13명(6.9%), 기타 14명(7.4%)으로 집계 되었으며, “화재진압대원에게 위험상황을 시각적으로 보여줄 수 있는 시스템이 개발된다면 도움을 받을 수 있을 것이라고 생각 하십니까” 라는 질문에는 많은 도움이 된다. 168명(88.9%), 도움이 될 것이라 생각된다. 16명(8.5%), 도움이 안 될 것 같다. 4명(2.1%), 전혀 도움이 안 된다. 1명(0.5%)이 응답을 하였다.

(그림 11) 위험상황 전파 장애요인 분석

(그림 12) 위험상황 시각화 도움여부 분석



출처: 김인겸, 2010., “차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰”, 「서울시립대 석사학위논문」, p76

화재현장에서는 많은 소음 등으로 인하여 무선통신의 음향을 제대로 듣지 못하는 등의 경우가 발생된다. 이러한 위험상황에 대한 장해요인을 극복하기 위하여 화재진압대원들에게 위험상황을 시각적으로 보여줄 수 있는 시스템 개발에 대해서는 90%가 넘는 소방대원들이 긍정적 표시를 하고 있어 이러한 시스템 개발이 이루어져 화재를 진압하는 소방대원들에 대한 안전을 확보하여야 할 것으로 분석되었다.⁷⁾

(2) 기존 소방장비 활용의 문제점

(그림 13)에서 보는 바와 같이 열화상 카메라는 소방대원들이 연기를 뚫고 앞을 볼 수 있는 장비로 화재현장에서 사람을 신속하게 발견하여 구조할 수 있으며, 잔화정리 시 불씨가 남아 있는지 여부를 확인할 수 있다. 연기로 가득찬 화재현장에서 적외선 카메라의 유용성이 탁월함에도 불구하고 실제 화재현장에 투입되는 대원들의 적외선 카메라 사용은 극히 드문 게 현실이다. 가용 가능한 소방인력은 한정 돼 있어서 화재현장에서 적외선카메라 장비만을 취급하는 대원도 없고 또한 화재 진압현장은 고도로 위험한 현장으로 각종 소방장비를 손에 들고 있는 가운데 적외선 카메라를 활용하기는 어려운 실정이다

(그림 13) 열화상카메라 활용 장면 및 화면



출처 : <http://blog.naver.com/flirsystem?Redirect=Log&logNo=30185391499>

대원의 안전에 위험이 발생했을 경우 경보음을 울리는 ‘인명구조 경보기’는 경보형과 위치추적형으로 구분 할 수 있다. 경보형은 화재를 진압하는 대원들이 착용하고 화재진압활동 중 약 30초간 움직임이 없을 경우 경보음을 발

7) 김인경, 2010., "차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰", 「서울시립대 석사학위논문, p77

하는 장비이며, 위치추적형은 수신기와 송신기로 구성된 전파 또는 초음파 방식의 장비로서 송신기를 착용한 대원들이 화재진압활동 중 약 30초간 움직임이 없을 경우 경보음 및 송신기에서 전파를 송출하여 현장지휘본부에 비치되어 있는 수신기에 긴급상황이 발생되었음을 시각 및 청각으로 알려주는 장비이다.⁸⁾

(그림 14) 인명보호 자동경보장비(좌: 경보형, 우: 위치추적형)



출처: 김인겸, 2010., “차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰”, 「서울시립대 석사학위논문」, p75

화재현장에서 활동하는 소방대원들은 화재진압 등 활동 시 긴급상황 전파 등을 위하여 휴대용 무선통신장비와 건물 붕괴 등 화재현장에서 건축물 등의 붕괴로 인한 자력탈출이 불가능한 고립상황 발생 시 인근에 있는 동료들에게 위험상황을 전파하여 구출을 받을 수 있도록 하기 위한 인명구조 경보기를 개인별로 휴대하고 화재진압 등의 임무를 수행하고 있으나 화재진압을 하는 소방공무원들이 소음 등에 의하여 무전기 청취를 잘 못하는 상황이 발생되어 화재로 인한 위험상황 발생 시 신속한 상황전파가 이루어지지 못함으로써 소방공무원들은 화재확산 등에 의한 위험에 상시 노출되어 있는 실태이다.

또한 인명구조 경보기가 경보음을 발생하여 대원의 위험을 인지한다하더라도 대형건축물 및 지하공간 화재의 경우 그 구조가 복잡하고 연기로 인한 시야 확보가 어려워 위험에 처한 대원의 위치를 찾기는 쉽지 않다.

현재의 방화복과 장갑 등 개인 장구의 성능은 화염, 열, 유독가스와 같은 화

8) 김인겸, 2010., “차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰”, 「서울시립대 석사학위논문」, p74

재현장의 위험 요인들로부터 구조대원 및 진압대원을 방어하는데 충실하나, 화재현장에서 소방대원이 노출되어 있는 외부환경에 대한 아날로그 또는 디지털 정보를 제공하지 못하고 있으며, 따라서 화재현장의 위험수위를 소방대원들의 경험에 의존해야하는 실정이다.

특히, 일상에서 가장 많이 사용하는 LPG, LNG의 경우 누출을 쉽게 인지할 수 있도록 독특한 냄새를 첨가하였으나 화재 및 재난현장에서 누출된다 하더라도 대원들은 공기호흡기의 착용으로 누출여부를 쉽게 인지할 수 없으며, 구미시의 불산 누출 사고와 같이 유독가스의 누출은 지역주민의 안전뿐 아니라 현장활동 대원의 안전에도 치명적이나 현장활동에서는 유독가스 누출을 확인할 수 있는 장비가 부족하고 상시 휴대장비가 아니므로 가스누출을 빨리 인지할 수 없는 실정이다.

2. 단순기능의 특수방화복

일선 소방대원이 현장에서 착용하는 특수방화복은 아라미드(aramid)섬유⁹⁾로 제작되었다. 이 섬유는 겉감이 PBI(polybenzimidazole)계 섬유 40%와 para-aramid계 섬유 60%를 사용한 섬유직물로 이뤄져 내열성능이 극대화된 특수방화복이다. 기존 일반방화복의 내열온도는 220℃에 불과하지만 500℃ 이상 직사 고열에서도 형태안전성이 뛰어나 소방대원을 효과적으로 보호할 수 있는 방호성능을 지니고 있다.

(1) 외부환경 파악의 취약성

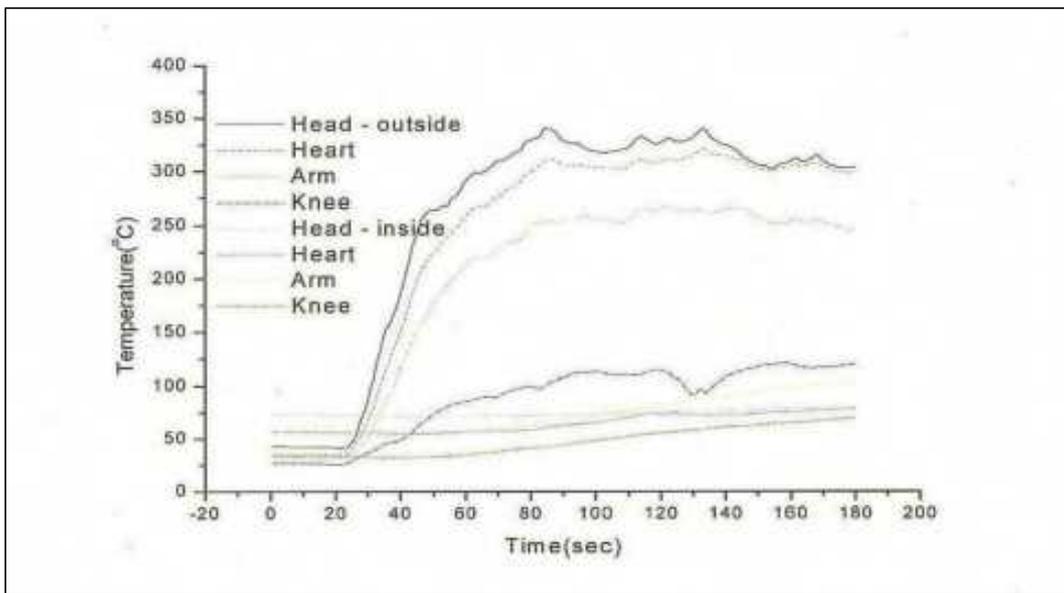
현장대원이 화재 및 재난현장에서 화염, 열과 연기 또는 각종 장애물로부터 신체를 보호하기 위하여 착용하는 방화복은 외부와 직접적으로 면하고 있어 외부의 변화에 가장 민감한 곳임에도 불구하고 직물이라는 특성으로 인하여 외부의 자극을 신체에 직접적으로 전달되지 않도록 방어의 역할만 할 뿐 외부 환경의 변화에 대한 정보를 착용자에게 빠르게 전달하지 못한다. 이는 외부의 자극으로부터 신체를 보호하기 위해 착용하는 방화복이 외부의 온도, 습도,

9) 열에 강하고 튼튼한 방향족 폴리아마이드 섬유로 인장강도, 강인성, 내열성, 탄성이 뛰어나 항공우주 분야나 군사적으로 많이 이용된다.

연기의 농도 등 환경의 변화에 적극적으로 반응하거나 정보를 제공하는 역할은 하지 못한다는 단점이 있으며 이로 인하여 소방대원들은 외부환경 변화에 취약할 수밖에 없다.

(그림 15)는 1MW급의 화염에 대해 1m 거리에서 전달되는 복사열로 인한 방화복 내·외부의 시간에 따른 온도변화를 측정한 결과다.

(그림 15) 특수방화복 내·외부 온도변화(1m 거리)



출처 : 중앙소방학교 소방연구실, 2005, “화재성상 메커니즘 연구”

먼저 머리와 발 부위의 특수방화복 외부 온도차이가 크게 나타나는데, 확산 화염은 높이에 따라 온도차이가 크게 나타나며 하단부보다 상단부로 갈수록 온도가 높아진다.

복사열 전달은 온도의 4제곱에 비례하여 결정되므로 온도가 높은 머리 부분 (헬멧 착용부분)의 복사열전달 효과가 크게 나타나 머리의 온도가 훨씬 높게 나타난다. 물론 화재실 내의 대류에 의한 열전달 효과도 포함되어 있겠지만 여기서는 복사열에 의한 열전달이 훨씬 우세한 조건이다.

화염 1m앞에서 머리 부분의 온도는 350°C에 가까운 고열이었고 가슴부분도 큰 차이가 없다. 보다 아래쪽인 팔에서의 온도는 약 100°C가량 낮았으며, 무

를부위 온도는 100℃ 정도로 나타난다. 반면에 같은 위치에 대한 방화복 내부의 온도는 모든 부위가 100℃ 이내로 통제되었는데, 특히 머리와 가슴부위는 75℃ 이내로 안정되었으며 다리는 50℃ 이하로 유지되었다¹⁰⁾

(표 8) 공기온도 상승에 따른 인간의 반응

공기온도(℃)	인간의 반응
20~22	쾌적한 조건(습도, 공기 흐름, 기타요인에 의함)
55~60	1시간까지는 견딜 수 있다(습도, 의복, 체력에 의한다)
100~110	25분 이내 견딜 수 없게 된다
120	15분 이내 견딜 수 없게 된다
135	5분 이내 견딜 수 없게 된다
175	30초 이내 피부가 말라 회복할 수 없는 상처가 된다.

출처 : 중앙소방학교 소방연구실, 2005, “화재성상 메커니즘 연구”

공기온도가 100℃가 되면 견딜 수 있는 시간이 20~30분정도 밖에 되지 않으므로 웨어러블 소방헬멧의 디스플레이에 화재현장의 온도를 실시간으로 측정하여 소방대원에게 제공한다면 현장 상황의 변화에 대한 객관적 인지가 가능하여 대원의 안전사고 예방에 도움이 될 것이다.

(2) 생체정보 파악의 취약성

한국 소방산업기술원의 소방용 특수방화복 인정 기준은 화재 현장에서 특수방화복의 내부 온도가 47℃ 이상 상승하면 안 되도록 기준을 정하고 있으며 그 이유는 47℃를 넘으면 탈수가 빨라져 소방대원이 쉽게 지치고 쇼크 등의 위험이 따르기 때문이다. 그러나 특수방화복은 그 특성상 현장활동시 발생하는 신체의 열은 효과적으로 배출하지 못한다. 그로 인하여 소방대원들은 외부의 열과 신체에서 발생하는 열로 2중고를 겪고 있는 셈이다. 다시 말하면 방화복은 신체와 접하여 있으면서도 신체의 체온, 심박수 등 변화에 대한 정보를 제공할 수 없는 단점이 있다.

10) 중앙소방학교 소방연구실, 2005, 화재성상 메커니즘 연구

(그림 16) 화재 진화 작업중 동료 소방관에게 물을 뿌려주는 장면(2013.7.14일 인천시 남동산단 의류공장 화재)



출처 : <http://home.kppa.or.kr/news/view/?idx=375>

뿐만 아니라 소방대원은 화재 진압을 위해 공기호흡기, 헬멧, 장화 등을 착용하고 화재 진압 현장에 투입된다. (그림 17)과 같이 소방관 한 사람이 화재 현장에 들어갈 때 갖춰야 하는 개인안전장비는 특수방화복, 헬멧, 장화, 공기호흡기, 개인로프, 랜턴, 방화장갑 등 기본 7가지다. 11kg의 공기호흡기를 등에 메고 3.8kg의 방화복, 2.9kg의 안전화도 신어야 한다. 기본장비 무게를 합하면 20kg을 넘나든다. 완전군장 하나를 메고 화재 현장에 뛰어드는 것과 같다. 여기에 현장 특성과 개인 임무에 따라 개인 로프, 도끼, 동력절단기 등 장비 2~3종이 추가된다. 위 장비를 몸에 착용하고만 있어도 산소는 17%더 섭취해야 되고, 심장박동수는 5% 증가한다.

(그림 17) 소방관 기본 착용장비 무게



헬멧	방화복	공기호흡기 세트	안전화	랜턴
				
1.2kg	3.8kg	11kg	2.9kg	1kg

이로 인하여 고온에 장시간 노출되고 과도하게 체력을 소모해야하는 소방대원은 열탈진 및 열사병에 예외 일 수는 없다. 촌각을 다투는 인명구조 현장이

나 초기에 불길을 잡지 못하면 막대한 피해로 이어지는 화재현장에서 소방대원의 호흡과 발길은 빨라지고 특수방화복 내부온도는 40°C를 넘나들며 20kg이 넘는 무거운 진압장비를 착용한 상태에서 체력은 급격히 떨어지게 되어 몸을 마음대로 가누기 힘들게 되는 탈진 현상에 이르게 된다. 결국 소방대원의 탈진은 안전사고 발생으로 이어지게 된다. 최근 소방관의 탈진으로 인한 순직 및 사고 사례는 다음과 같다.

2013. 8. 17 경남 김해시 생림면의 재활용 플라스틱 가공공장 화재현장에서 故 김윤섭 소방관이 5시간이 넘는 진화 작업을 하다 과로와 탈진으로 순직하였다. 심야에 발생한 공장화재는 도착했을 땐 시뻘건 화염에 휩싸인 상태였고 동료와 함께 화재 현장의 선두에 선 故 김윤섭 소방관은 화재 진압에 나섰다. 소방대원들이 잔불을 정리하고 장비와 인원을 점검하는 과정에서 김 소방관이 보이지 않아 주변 수색에 나섰다. 김 소방관은 이날 오전 7시40분쯤 현장에서 15m 가량 떨어진 산등성이에서 장갑과 헬멧·신발 등을 모두 벗은 상태로 숨진 채 발견됐다.

또한, 2013. 11. 27. 제주 물류창고 화재로 진압하던 박 소방관이 탈진해 병원으로 옮겨졌으며, 같은 해 2012. 8. 5. 인천 청라지구 페인트 공장 화재로 진압하던 소방관 4명이 6시간 넘게 진압작전에 나섰다가 탈진 증세를 보이며 쓰러져 병원으로 옮겨졌다.

(그림 18) 제주 물류창고 화재로 탈진한 소방관의 병원 이송모습



출처: <http://www.nocutnews.co.kr/news/1139763>

위의 사례에서 보는바와 같이 현 현장활동 소방대원들은 방화복을 착용함으

로써 신체를 보호한다는 장점을 가질 수 있으나 외부의 환경변화와 착용자 신체의 변화에 대한 객관적 정보를 제공받거나 지휘부에 정보를 제공하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 이에 화재현장에서 폭발·붕괴로 인한 외상 및 화재현장 내 고립에 의한 사망 및 공상을 감소시키기 위해 스마트 방화복 도입이 필요하다.

3. 근골격계 부상에 대한 대응방안 부재

화재현장에서 소방대원은 담을 넘거나 사다리를 활용하여 2층이나 3층 혹은 인접 건물로 진입하거나, 통행이 어려운 곳을 통과하거나, 오르기 힘든 곳을 오르거나, 화염 등으로 위험하여 들어갈 수 없는 곳을 진입하거나, 장애물을 파괴해야하며, 무거운 장비를 지속적으로 사용해야 하고 무거운 요구조자를 장시간 운반해야하는 경우도 있다

(그림 19) 산악사고 요구조자 운반 및 유압장비 훈련 장면



현장 활동은 많은 체력이 소모되는 격무이며, 예고 없이 갑작스럽게 이루어 지므로 시간이 경과할수록 정신적·육체적 피로가 가중된다. 일단 행동이 개시 되면 전원이 정신적·육체적으로 극한 상태까지 능력을 발휘해야만 한다. 소방대원의 행동에는 재해확대 속도를 상회하는 신속성, 긴급성이 요구되어 각종 행동장해로 지장을 받게 되며, 안전한계를 극복하며 소방임무를 수행하기 위해서는 대단한 인내력이 필요하므로 신체는 극도로 피로하게 된다. 이와 같이 소

방 활동은 체력소모, 피로증대를 초래하고 정신적인 부담도 크므로 이로 인한 주의력, 사고력 감퇴와 동시에 위험성이 증대된다. 이와 같은 소방활동은 위험한 환경과 비정상적인 상황에서 실시되기 때문에 안전사고의 우려도 높다.¹¹⁾

2010년 소방공무원의 사고부상 원인을 살펴보면 (표 9)에서와 같이 실족 41건(11.7%), 교통사고 40건(11.5%), 하중(허리부상) 35건(10%), 전도 35건(10%), 깔림 27건(7.7%), 충돌 25건(7.1%), 화상 23건(6.6%) 순으로 나타났으며,

(표 9) 2010년 소방공무원 순직 및 공상 원인별 현황 (단위 : 건)

구분	합계	하중	충돌	실족	전도	교통사고	추락	화염접촉	깔림 끼임 찢림	폭행	베임 절단	기타
계	348	35	25	41	35	40	17	23	27	14	5	86
비율 (%)	100	10	7.1	11.7	10	11.5	4.8	6.6	7.7	4	1.4	24.7
순직	8	0	2	0	0	2	3	1	0	0	0	0
공상	340	35	23	41	35	38	14	22	27	14	5	86

출처 : 소방방재청, 2010, 순직·공상 통계

기타 사고부상의 원인으로는 (표 10)에서와 같이 염좌, 열상, 골절, 질병 순으로 주로 상황이 복잡한 화재와 구조현장에서 발생한 것으로 파악된다.

(표 10) 2010년 소방공무원 기타사고 원인별 현황 (단위 : 건)

구분	합계	질병	폭발	염좌	열상	인대파열	골절	기타
계	86	12	2	23	12	12	12	13
비율(%)	100	13.9	2.3	26.7	13.9	13.9	13.9	15.1
공상	86	12	2	23	12	12	12	13

출처 : 소방방재청, 2010, 순직·공상 통계

위의 2010년 소방공무원 순직·공상 원인에서는 하중에 의한 허리부상, 충돌, 실족, 전도 등이 나타났으며, 기타사고 원인에서도 염좌, 인대파열, 골절 등이 큰 비중을 차지하고 있어 소방공무원의 근골격계 손상의 위험이 높은 것을 알 수 있다.

11) 이재호, 2010, 소방공무원의 현장안전사고에 대한 의식과 대책에 관한 연구, p.19~20

이는 현장활동이 육체적, 정신적 피로를 가중시키는 활동임을 알 수 있으며, 특히 무리한 근골격계의 사용은 안전사고로 이어질 수 있는 바 현장활동대원의 체력적 손실을 줄이고 근골격계를 보호함으로써 안전한 활동을 위한 근본적인 대책이 필요하다 할 것이다.

4. 소방대원 수면장애

계절의 변화와 심한 스트레스, 피로누적 등으로 현대인들의 신체 리듬은 그 어느 때보다도 흐트러진 상태 일 것이다. 적당한 수면을 취하는 것이 신체 리듬을 잘 유지 할 수 있는 방법 중 하나이지만, 소방대원은 재난현장에 대한 긴장감, 불안감, 긴박감 등과 24시간 출동대기, 잦은 출동 그리고 주·야간 교대근무와 업무상 화재나 자살사건 현장에서 처참한 시신을 접하는 기회가 많고, 한 치 앞도 내다보기 힘든 화재 현장에서 극심한 고립감에 죽음의 고통을 수시로 접해야 하는 소방업무 특성상 생체 리듬의 장애로 불규칙한 수면 패턴에 노출되기 쉽다.

우리 몸은 생체리듬에 의하여 체온, 호르몬, 심혈관 기능, 소화 기능, 잠들고 깨는 기능 등이 조절된다. 그러나 심야노동은 정상적인 생체리듬을 교란시킨다. 교대노동에서 주간조의 경우는 빠른 기상으로 인해 수면 시간이 감소된다. 야간조의 경우는 낮 시간에 취하는 수면시간이 감소한다. 불규칙적인 수면으로 수면의 질도 감소하게 되며 이 같은 수면의 양과 질의 부족이 수면장애를 유발하게 된다.

수면장애의 대표적인 증상은 잠자리에 들고 잠을 자는데 1시간 이상 걸리는 것은 기본이고 자다가 자주 깨거나 다시 잠들기가 상당히 어려우며 7~8시간 적절한 수면을 취해도 잠을 잔 것 같지 않은 느낌이 들며 일상생활에서는 힘들 정도로 항상 피로감을 느끼게 되고 결국 비번 날 과도한 수면, 무기력감, 과민성 정서장애로 이어진다고 볼 수 있다.

(1) 교대근무자 수면의 질 분석 및 판례

2012년 노동환경 건강연구소에서 작성한 자료를 보면 “교대근무자가 비교대근무자에 비해 수면의 질이 좋지 못하고 주간 졸림증과 불면증이 매우 심각하며 밤샘노동이 수면장애를 유발시키는 중요한 요인임을 다시 한 번 확인한 셈”이라고 강조했다. 특히 조사 결과 주야 맞교대 근무를 하는 노동자가 비교대근무자에 비해 수면습관이 훨씬 좋지 않았다. 누워서 잠들 때 까지 걸리는 시간을 묻는 질문에 30분 이상 걸린다는 답변이 비교대근무자는 6.76%인데 반해 교대근무자는 16.86%로 세 배 가까이 높았다. 한 시간 이상 걸린다는 항목에는 교대근무자 21명이 답했지만 비교대근무자는 한 명도 없었다. 수면의 질 점수(PSQI)를 비교했을 때도 교대근무자 77.69%가 수면의 질이 나쁜 것으로 확인돼 59.24%인 비교대근무자에 비해 월등히 높았다.

주간 졸림증과 불면증 항목에서도 주야 맞교대 근무자 중 60%가 넘는 이들이 증상을 겪고 있다고 답했다. 근무시간이 일상 활동에 미치는 영향을 묻는 질문에도 교대근무자는 쉽게 잠들고 맑은 정신으로 깨어나는 것에 매우 많이 방해받는다라는 답변이 589명(34.2%), 약간 방해가 567명(32.93%)으로 답해 응답자 중 3분의2가 어려움을 호소했다. 응답자들은 현재 시행되고 있는 주야 2교대 근무 시 느끼는 어려움으로 건강문제와 수면부족 및 수면방해를 가장 많이 꼽았다.

이에 따라 2010년 12월 서울행정법원에서는 주·야간 교대근무에 따른 수면 각성장애를 산재로 인정한 첫 판례가 있으며, 2013년 2월 13일 서울고등법원은 최근 자동차 조립공장에서 종사하는 노동자에게 발생한 수면·각성장애와 전신 불안장애를 업무상 재해로 인정하는 판결을 내렸다. 이는 "주야간 교대근무가 노동자의 생체리듬에 교란을 일으켜 결국 수면장애, 불안장애 등 질병을 야기한다는 점을 인정한 최초의 대법원 확정판결이다.

또한, 소방공무원의 장기간 교대근무로 인한 면역력 저하, 지속적인 과로와 스트레스, 야간근무로 인한 생체리듬의 파괴와 수면 불충분의 이유를 소방공무원 뇌출혈을 공무상 재해로 인정한 사례도 있다. 2004. 3. 2. 소방공무원으

로 임용된 김○○은 ○○소방서 소속 ○○센터에서 구급대원으로 근무하다가 2008. 4. 28. 23:20경 집 화장실에서 뇌동맥류 파열로 인한 뇌지주막하출혈로 쓰러져 2008. 5. 2. 뇌압상승, 뇌간기능부전, 중증 뇌지주막하출혈로 사망한 사례로 2009년 서울 고등법원에서는 공무상 재해로 인정 했다.¹²⁾

(2) 소방대원 수면장애 실태 및 치료

소방공무원은 보건안전 및 복지기본법 제16조 「소방공무원의 특수건강진단」에 의거하여 매년 1회 특수건강검진을 실시하고 있으며 그중 아래 (표 11)과 같이 자기기입식 설문 조사 방법을 통해 수면장애 대상 여부를 판단하고 있다. 최근 2년간 광주소방안전본부 소방공무원 특수건강검진 결과를 보면 2012년에는 전체 1,089명 중 117명(10.74%)이, 2013년에는 1,084명 중 420명(38.7%)이 수면장애 진단을 받았으며 1년 사이 급격히 증가 추세를 보이고 있지만 수면장애 대상자 대부분의 소방공무원은 본인이 수면장애 사실을 인지하지 못함은 물론 수면장애를 겪더라도 타인에게 알려지는 것을 주저해 선뜻 치료받겠다고 말하지 못하고 있는 실정이며 적극적으로 문제를 해결하기 보다는 음주, 흡연 등 경직되고 비효율적인 방식의 소극적인 대처 방식을 사용하고 있다.

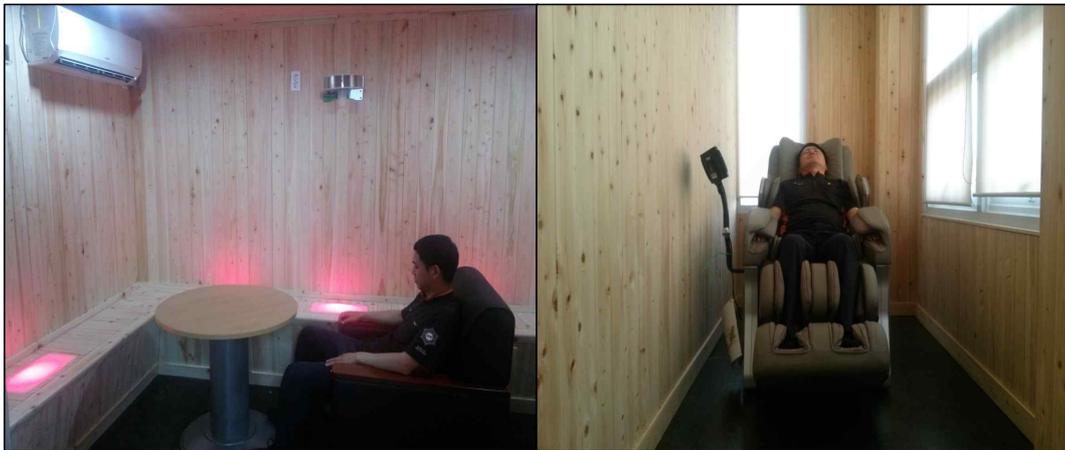
(표 11) 수면장애 검사 설문지

구분	지난 1개월 동안 다음의 항목들을 얼마나 자주 겪으셨는지 빈도별로 ○표시해 주십시오.				
연번	수면장애 횟수	월2회 이하	월3~4회	주 2~3회	4~5회 이상
		거의없다	가끔	자주	거의주로
1	잠자리에 누운 후 잠자는데 30분 이상 걸린다.				
2	잠자리에 누우면 정신이 더욱 또렷해지거나 공상이 많아진다.				
3	잠든 후 자주 깬다.				
4	잠을 자면서도 여러 생각이 들거나 복잡한 꿈을 꾸다.				
5	이른 새벽에 깬 후 더 자고 싶으나 다시 잠들기 어렵다.				
6	아침에 일어난 후 정신이 흐릿하며 맑지 못하다.				
7	낮에 쉽게 피곤하고 집중력이 떨어진다.				

12) [판결] 서울고법2009누12169, 소방공무원의 뇌출혈을 공무상 재해로 인정한 사례

이에 비상출동 대기근무로 신체·심리적 피로가 누적돼 있는 소방대원의 수면 장애 치료를 위해 일부 소방본부 및 소방서에서는 민간 심리상담은 물론 휴식을 취할 수 있는 '심신안정 치유실' 등을 도입 운영하고 있지만 대부분 일회성 행사에 그치고 있어 근본적인 대책은 미흡하다. 수면장애가 장시간 계속 되면 비번 날 과도한 수면, 무기력감, 과민성, 정서장애로 발전 된다. 이는 곳 현장활동을 하는 소방대원에게 집중력 저하 및 실수를 유발하여 소방활동시 안전사고로 직결 될 수 있는 만큼 정확한 검사 및 치료가 절실히 필요하다.

(그림 20) 심신안정 치유실(광주광역시 서부소방서, 2014)



수면장애의 정확한 확진을 하기 위하여 일반 병원에서는 야간수면 다원검사를 실시하고 있다. 야간수면 다원검사는 수면장애를 진단하는 가장 기본적인 중요한 검사 중 하나이다. 수면 중의 뇌파, 눈동자 움직임, 신체 근육의 긴장도, 호흡, 다리움직임, 자세, 심전도, 혈중산소농도, 코골이소음, 적외선 비디오투 촬영한 수면모습 등을 다양한 감지기를 통하여 측정하며 이를 토대로 수면효율, 수면구조, 동반된 수면장애의 특성과 수면장애의 심한 정도를 평가하여 수면장애를 진단하고 있지만 검사비용이 고가이다 보니 소방대원 수면장애 대상자가 쉽게 검사를 받지 못하고 있는 실정이다.

제2절 웨어러블 디바이스 도입을 위한 활용가능 기술

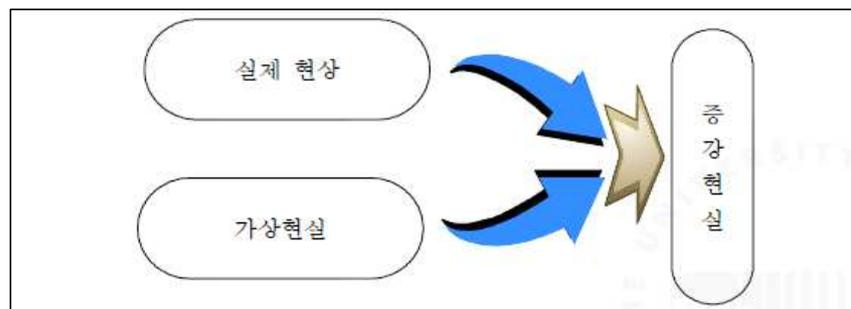
1. 증강현실

(1) 증강현실의 정의

증강현실(Augmented Reality, AR)이란 사용자가 눈으로 보는 현실세계에 가상 물체를 겹쳐 보여주는 기술로서, 현실세계에 실시간으로 부가정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주므로 혼합현실(Mixed Reality, MR)이라고도 한다.

기존의 가상현실은 가상의 공간과 사물만을 대상으로 하고 있으나, 증강현실은 현실 세계의 기반위에 가상의 사물을 합성하여 현실 세계만으로는 얻기 어려운 부가적인 정보들을 보강해 제공할 수 있다. 완전한 가상세계를 전제로 하는 가상현실과는 달리 현실세계의 환경위에 가상의 대상을 결합시켜 현실의 효과를 더욱 증가시키는 것이다.

(그림 21) 증강현실 이해도



다시 말하면 증강현실(Augmented Reality)은 현실의 세계에 실제로 볼 수 없는 가상의 사물 등을 사용자에게 실시간 혼합하여 제공하고 또한, 사용자에게 현실감과 부가정보를 제공함으로써 현실세계에 이해를 극대화 할 수 있는 기술이다.

증강현실 시스템은 2000년대 중반까지는 연구개발 및 시험단계에 머물러 있었으나 최근 기술적 환경이 갖추어 지면서 실용화단계에 진입하고 있으며, 그 활용 범위도 의료부터 게임, 휴대폰 통신 등 다양한 사회적 환경에서 이용되고 있다. 일본의 경우 게임 산업 등에 증강현실 기술을 적용하기 위한 연구가 주로 진행되고 있으며, 미국의 경우 의료 및 국방, 제조업 분야에 증강현실 기술을 적용하기 위한 연구가 시도되고 있다.

(2) 증강현실 사례

미국 보잉사에서는 1997년 증강현실 시스템을 이용하여 항공기의 배선 조립 업무를 보조하는 시스템을 개발하였다. 사용자의 머리 위치 및 자세를 측정하는 위치 측정 장비 및 See-through 타입의 HMD를 착용한 사용자가 실제 장비를 보면서 조립에 필요한 정보를 즉시 획득할 수 있어 생산성을 높일 수 있다.

(그림 22) 보잉사의 증강현실 이용한 배선조립



출처 : 김인겸, 2010., "차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰", 「서울시립대 석사학위논문」, p15

NASA는 보잉과 함께 화성 탐사 계획의 일환으로 우주 공간에서 증강현실을 적용한 훈련시스템을 시범적으로 개발하고 있다. 화성 탐사계획은 6개월 이상 소요되는 장시간의 우주비행과 우주선과 지구와 원거리로 인해 상호 통신 시 15분 이상 시간 지연이 소요되어 우주선 고장 또는 수술 등 긴급 상황에서 우주인이 신속히 대처하기 어렵다. 따라서 이러한 상황에서 우주인이 보다 유연하게 대처할 수 있는 방안으로 증강현실 시스템을 적용한 훈련 시스템 개발이 진행되고 있다.¹³⁾

(그림 23) NASA우주인 훈련시스템



출처 : 김인겸, 2010., "차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰", 「서울시립대 석사학위논문」, p16

13) 김인겸, 2010., "차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰", 「서울시립대 석사학위논문」, p16

2. 내·외부정보 취득 기술

(1) 스마트 의류

웨어러블 디바이스 기술은 섬유 및 의류 분야에서도 연구되고 있으며 섬유·직물 자체가 외부 환경에 반응하는 소재의 기능성 연구 이외에 전기 전자적 기능을 결합한 전도성 실, 전도성 섬유, 전도성 직물기반의 센서개발 및 직조 기술의 연구가 진행되고 있다. 최근 이러한 섬유분야의 노력과 의류, 패션, BT, IT 등 다양한 분야와의 결합을 통한 획기적인 의류형 웨어러블 디바이스가 개발되고 있다.

유비쿼터스 헬스케어(u-healthcare)는 집에서든 밖에서든 장소에 관계없이 실시간으로 생체신호를 수집하고 건강관리 센터에 전송하여 건강 이상을 지속적으로 관찰하고 이상이 있을 시에 적절한 조치를 취하도록 하는 기술을 포괄한다. 그 동안 IT, BT 융합기술을 통한 홈 및 모바일 헬스케어 시스템이 주로 개발되었으나, 최근 착용성과 편의성을 제공하기 용이한 의류형 헬스케어 시스템이 개발되고 있다.

독일 Adidas사는 Polar Electro사와 합작하여 운동 중 심박 수 등 생체신호를 측정하여 시계형단말로 전송하고 운동량을 표시해주는 운동복을 출시하였다. 가슴 부위에 심박측정섬유와 심박기가 있는 셔츠와 밑창에 스피드 센서가 내장된 신발과 손목 시계형 컴퓨터가 하나의 키트로 구성되어 있다.

한국전자통신연구원(ETRI)에서는 심전도, 스트레스지수, 호흡 수, 운동량 등을 측정하는 바이오셔츠(bio-shirt)를 개발하였다. 이 제품은 심박수와 운동속도가 적정 범위를 벗어날 경우 경고를 준다.

(그림 24) 스포츠용 웨어러블 장치



출처 : 손용기 외 2, 2008., “웨어러블 컴퓨터 기술 및 개발 동향”, 「전자통신동향분석」, p85

미국의 Sensatex사는 Georgia Tech과 제휴하여 심장기능과 체온 등을 광섬유와 전도성 섬유로 모니터링하는 제품인 스마트셔츠(SmartShirt)를 개발하였다. 스마트셔츠는 군인, 소방관, 환자, 운동선수용으로 개발되었으며 건강상태와 위급상태를 체크하여 빠르게 대응할 수 있도록 한다.¹⁴⁾

유럽연합은 SFIT 프로젝트를 통해 미래 섬유기술을 선도하고 있다. 심전도와 호흡, 체온 등을 모니터링 할 수 있는 셔츠(Wealthy, MyHeart)를 개발하였고, 인체의 pH 농도, 염도, 땀의 농도와 같은 생화학적 파라미터를 지속적으로 감시하기 위한 생화학 센서 및 섬유(biotex)를 개발하였다((그림 25)참조).

(그림 25) 의류형 헬스케어 장치



출처 : 손용기 외 2, 2008., “웨어러블 컴퓨터 기술 및 개발 동향”, 「전자통신동향분석」, p84

또한, SFIT 프로젝트에서는 위의 모든 결과물을 활용하는 보호복(proetex) 개발을 진행 중이다. 보호복 내피(inner garment)에는 호흡, 심박, 체온을 측정할 수 있는 직물기반 센서가 내장되어 있다. 보호복 외피(outer garment)에는 소방대원의 움직임 및 자세, 현재 위치, 외부 온도를 측정하는 각각의 센서가 내장되어 있으며, 전원장치인 플렉시블 배터리 (flexible battery)와 블루투스 모듈(bluetooth transmission)과 연동되는 저전력 직물형 안테나 (textile antenna) 및 트랜시버(transceiver)가 포함되어 있다. 보호신발에는 가스센서가 있어 외부의 위험을 감지한다.¹⁵⁾((그림 26) 참조).

14) 손용기 외 2, 2008. 10., 웨어러블 컴퓨터 기술 및 개발 동향, p84

15) 손용기 외 2, 2008. 10., 웨어러블 컴퓨터 기술 및 개발 동향, p87

(그림 26) Proetex의 시스템 구성, 내피, 외피, 신발



출처 : 손용기 외 2, 2008., “웨어러블 컴퓨터 기술 및 개발 동향”, 「전자통신동향분석」, p84

(2) 유해물질 감지센서

유해물질 감지센서는 응답속도가 누액검출 감도 조절기능에 따라 1~5초에 불과하며 최소 1mL 이상만 누출되면 감지가 가능하다. 또 필름타입이어서 바닥이나 파이프 등 원하는 곳에 양면접착제로 손쉽게 설치할 수 있다.

(그림 27) 필름형태인 유해화학물질 감지센서



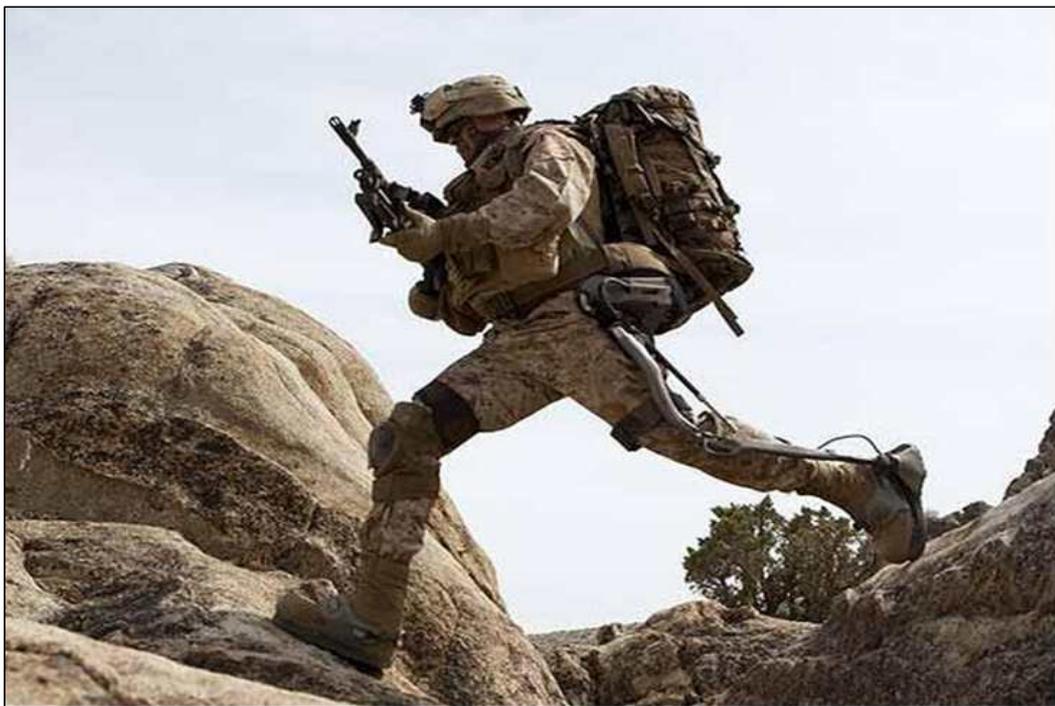
출처 : <http://www.yuminst.co.kr/>

탈부착(웨어러블)이 가능한 유해가스 검지용 센서를 소방헬멧이나 방화복, 안전화에 부착하여 유해가스 누출을 쉽게 인식할 수 있도록 하는 시스템을 구축하고 화재현장 및 유해가스 누출사고 현장 등에서 초기대응 및 조기수습이 가능하도록 할 수 있다.

3. 웨어러블 로봇

미국에서는 DARPA의 지원으로 민간연구소 및 대학에서 군사용 착용형 로봇을 개발 중이다. 개발의 목적은 개인 전투원의 자연적인 힘을 뛰어넘는 능력을 발휘하도록 하는 것으로 특히, 군장을 옮기는 동안 병사의 수행능력을 증가시키고 피로도를 감소시키는 데 집중하고 있다. 또한, 옮길 수 있는 군장의 크기도 증가 시키고 있다. 이 프로그램은 2001년 시작되어 현재 진행되고 있다. HULC(Human Universal Load Carrier)는 Berkeley Bionics에서 제작한 3세대 외골격(Exoskeleton) 시스템이다. 이것은 이전에 개발되었던 ExoHiker와 계단 및 급경사 지역형으로 개발했던 ExoClimber의 스펙을 포함하고 있으면서 다른 특징들도 가지고 있다. 착용자는 별도의 부가적인 힘없이 200pound(90kg)의 짐을 나를 수 있으며, 착용자의 신진대사를 감소시키는 효과가 있다.

(그림 28) 록히드 마틴의 HULC(전투용 보조 외골격)



출처 : <http://dunkbear.egloos.com/3035521>

초기 시험용 버전의 HULC 시스템은 착용 후 2MPH 속도로 보행 시에 5%~15% 정도 감소된 산소 소비량을 보였다. 더욱이 착용자가 짐을 나르는 경우에는 산소 소비량 면에서 더욱 큰 감소가 일어났다. 착용자가 2MPH의

속도로 81pound(36.7kg)의 짐을 나를 때 HULC 착용 전후로 15% 정도의 산소 소비량이 감소되었다.

이와 같은 착용자의 신진대사 감소는 착용자로 하여금 장기간의 임무수행이 가능하게 한다. 과도한 산소 소비는 기존의 Exoskeleton 시스템을 착용했음에도 병사의 피로도를 증가 시켰다. 사실 Berkeley Bionics 연구소는 Natic Soldier System Center로부터 병사의 산소 소비량을 감소시키는 시스템을 개발하는 선행연구를 수행하도록 제안 받았으며, 착용자의 산소 소비량 및 심박수 감소 부분에서 독창적인 기술을 가지고 있는 것으로 파악되고 있다.¹⁶⁾

일본은 미국과 달리 기업 및 대학을 중심으로 의료 및 실버 사용을 위한 민간용 착용형 로봇을 개발 중이며, 이미 상용화 수준에 도달하였다.

Universirty of Tsukuba에서 팔과 다리에 착용할 수 있는 HAL-5(Hybrid Assistive Limb)를 민간사용화 목표로 개발했으며, 상용화 업체인 Cyberdyne Inc. 사에서는 2008년에 기본 모델을 생산했다.

이 시스템은 사람이 동작을 위해 뇌로부터 근육까지 신경 신호를 보내려 할 때 발생하는 미약한 생체신호를 시스템 동작신호로 변환하게 된다. 이렇게 획득된 생체신호를 기반으로 근육의 움직임과 함께 시스템의 동작이 일어난다. 즉, 착용자의 동작보다 먼저 의도를 파악하여 움직임을 만들어 낼 수 있다. 이 시스템은 의료 분야에서 재활훈련 및 장애인 보조기구로 이용될 수 있고, 공장과 같은 곳에서 무거운 짐을 나르는 노동자용으로도 사용될 수 있다.

국내의 착용형 로봇 시스템에 대한 연구·개발은 초기단계이며, 아직 다양한 연구·개발이 이루어지지 못하고 있다. 주목할 만한 성과로는 한양대학교의 연구결과가 있다. 헥사(HEXAR: Hanyang Exoskeleton Assistive Robot)는 한양대학교 첨단로봇 연구실팀이 개발했다.

이 헥사는 인간의 신체구조를 고려한 외골격 메커니즘 설계기술과 인간로봇

16) 홍성대, 2010, 근력증강 착용형 로봇 개발 동향, 「국방과학기술정보」

인터페이스를 바탕으로 한 센서시스템 및 로봇 관절 제어기술 등을 기반으로 하고 있으며, 의복 형태의 기계를 몸에 착용함으로써 인간의 물리적 능력을 증폭시키고 연장시켜 주는 것이다. 헥사는 상·하체 통합시스템으로 운용되며, 사용 목적에 따라 상·하체를 분리하여 별도의 시스템으로 활용할 수 있는 것이 특징이다.

상체시스템은 로봇 팔 말단부에 장착된 힘 센서가 사용자의 동작 의지를 인식하여 구동되며, 최대 40kg 하중의 짐을 옮길 수 있다. 이는 착용자가 로봇을 운용하기 위해 필요한 힘이 수 kg 이내 인 짐을 감안하면 10배 이상의 근력을 증강시키는 효과로 볼 수 있다.

하체 시스템은 다리에 부착된 근경도 센서를 통해 사용자의 보행 의지를 인식하고, 이를 바탕으로 보행 보조기로 활용 가능하지만, 상·하체 통합시스템으로 운용 시에는 상체시스템 하중물의 부하를 받쳐주어 사용자가 상체시스템의 무게를 상당 부분 느끼지 않고 작업할 수 있도록 지원해 준다.

(그림 29) 헥사시스템즈의 헥사



출처 : 홍성대, 2010., “근력증강 착용형 로봇 개발 동향”, 「국방과학기술정보」

앞으로 HEXAR Soldier(군용), Construction,(건설작업용), Rescue(재난구조

용), Rehab(재활보조용), Silver(노약자 근력보조용) 등 다양한 버전으로 개발할 예정이다.¹⁷⁾

(표 12) 웨어러블 디바이스 활용가능 기술수준

장 비 명	도입기술	내 용	비 고
소방헬멧	증강현실	<ul style="list-style-type: none"> - 기술적 환경이 갖추어 지면서 실용화 단계에 진입 - 의료, 게임, 휴대폰 통신 등 다양한 분야에서 이용 - 일본 : 게임산업 중심 개발 - 미국 : 의료, 국방, 제조업 	<ul style="list-style-type: none"> - 스웨덴 : 증강현실 기술이 도입된 첨단소방헬멧 개발 도입됨 - 미국 : 구글글래스 소방업무에 활용
방화복	스마트 의류	<ul style="list-style-type: none"> - 독일 : 아디다스사 생체신호 측정 및 운동량 표시 운동복 출시 - 미국 : 심장기능과 체온 등을 파악하는 스마트 셔츠 개발(광섬유, 전도성 섬유 활용) - 유럽연합 : 미래 섬유기술 선도 심전도, 호흡, 체온 등 모니터링 가능한 셔츠 개발 및 생화학 센서와 섬유 개발, 보호복 개발 중 - 우리나라 : 한국전자통신연구원에서 심전도, 스트레스지수, 호흡 수, 운동량 등 측정하는 바이오셔츠 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 우리나라 : 소방방재청 스마트 방화복 개발을 위한 R&D사업 추진 중
웨어러블 로봇	웨어러블 로봇	<ul style="list-style-type: none"> - 미국 : 군사용으로 개발 중, 4년내 상용화 하기위하여 노력 - 일본 : 의료 및 실버 사용을 위한 민간 착용형 로봇 개발 중, 상용화 수준 도달 - 우리나라 : 아직 초기단계, 한양대 첨단로봇 연구실팀이 헥사 개발, 군용 및 재난구조용 등 다양한 버전으로 개발 중 	<ul style="list-style-type: none"> - 미국 : HULC - 일본 : HAL - 한국 : 헥사

17) 홍성대, 2010, 근력증강 착용형 로봇 개발 동향, 「국방과학기술정보」

제3절 웨어러블 디바이스 도입 활용방안

1. 소방헬멧 웨어러블 디바이스 도입

화재진압 활동 시 건물구조 등이 다양하고, 보관하고 있는 위험물 등에 대한 정보 부족, 화재현장에서의 소음 등으로 인한 무선통신 내용 청취의 한계 등으로 인하여 소방대원들은 화재진압 및 인명구조 활동을 하는데 많은 위험성을 안고 있다.

화재현장에서는 다양한 환경에 의하여 화재가 진행되고, 특히, 건축물은 내부구조 등이 다양하여 화재진압활동에 많은 장애요인이 상존하고 있다. 따라서 소방활동 조사를 통하여 얻어진 정보를 등록·운영하고 있는 민원정보시스템의 DB를 활용하여 증강현실시스템이 적용된 디스플레이장치를 이용하여 화재가 발생한 건물에 대한 정보를 습득할 경우 신속한 정보 수집이 가능하며, 또한 화재를 진압하는 소방대원의 진입 방법 선정 등 원활한 화재 진압작전을 전개할 수 있어 화재현장에서의 인명구조 활동에 원활함을 기하는 동시에 화재가 확산되는 것을 방지하여 피해를 감소시킬 수 있을 것이다.

(그림 30) 증강현실시스템이 장착된 소방헬멧 활용 인명구조 장면

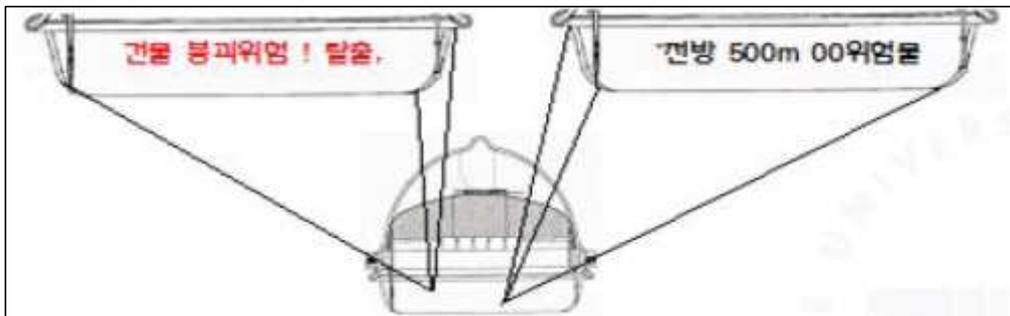


출처 : <http://cafe.naver.com/qpdltmqhfdpsfhs/110>

화재현장은 상황의 예측불가에 따라 화재를 진압하는 소방대원의 안전사고가 발생할 수 있는 위험성이 항상 상존하고 있는 실정이다. 특히, 화재현장은 각종 소음으로 인하여 소방대원들이 무전기 청취에 매우 취약함에 따라 화재

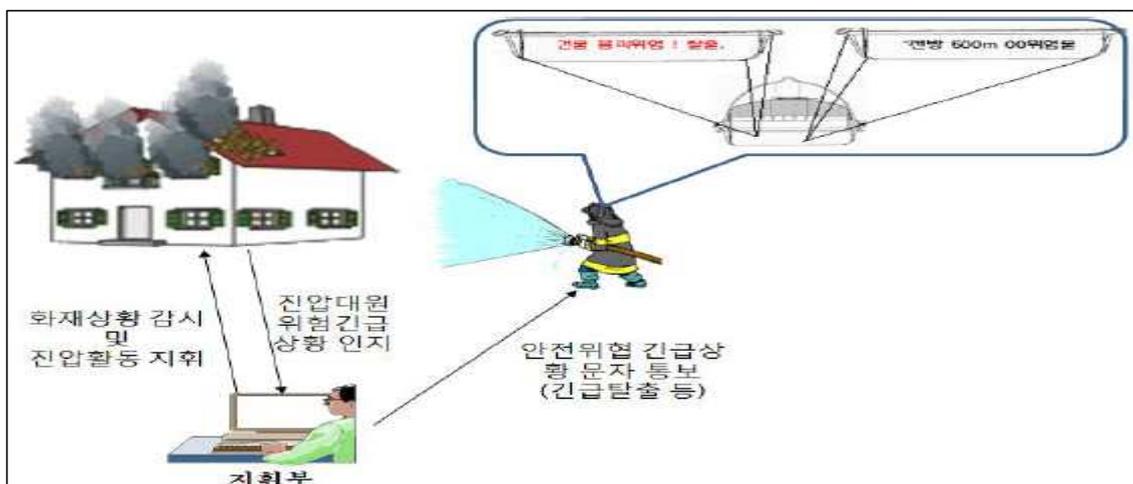
가 발생한 건축물에 대한 화재 확산 상황 또는 건물내부에 있는 위험물에 대한 위험성을 출동한 모든 소방대원들에게 일제히 상황을 전파하기에는 매우 어려운 실정이다. 따라서 증강현실시스템이 적용된 소방헬멧을 사용할 경우 화재현장에서 활동하는 소방대원들이 화재가 발생한 건물 내부에 있는 위험물 등 위험상황을 인지할 수 있으며, 또한, 화재가 급격하게 진행되어 화재를 진압하는 소방대원들이 신속히 화재현장에서 탈출하여야 할 경우 소방헬멧에 적용된 증강현실시스템에 문자정보를 보내주어 화재현장에서 발생하는 소음에 영향을 받지 않고 소방대원들이 위험지역에서 신속히 탈출할 수 있어 안전을 확보할 수 있을 것이다.

(그림 31) 증강현실 적용한 소방헬멧(가상)



출처 : 김인겸, 2010., "차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰", 「서울시립대 석사학위논문」, p78

(그림 32) 증강현실시스템 적용한 소방대원 안전확보 체계도



출처 : 김인겸, 2010., "차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰", 「서울시립대 석사학위논문」, p79

현재는 증강현실시스템을 적용한 소방헬멧이 현장에서 사용 중이지 않으나, 비행훈련시스템 또는 의료 교육용 등으로 Head Mounted Display를 사용하고 있으므로 증강현실 시스템이 적용된 소방헬멧 개발에는 어려움이 없을 것

으로 예상됨에 따라 향후 정부 및 관련 업체 등에서 적극적인 연구와 개발이 필요하다.

한편 증강현실 시스템이 적용된 소방헬멧 활용에 있어서 현장지휘소에서 원격으로 상황을 전파하기 위해서는 전파를 이용하여야 하나 지하가 등과 같은 지하층에서 있어서는 전파에 대한 장애로 인하여 사용상에 제한이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로는 이동용(휴대용) 안테나를 비치하여 지하층 화재진압활동 시 각 층별로 이동용 안테나를 출입구 등에 비치할 함에 따라 전파의 한계성을 극복할 수 있을 것이다.

증강현실 시스템은 화재진압 외에도 소방용수설비 관리, 산악사고 위치확인 시스템 뿐 아니라 소방검사, 긴급출동차량 네비게이션, 구조대원 및 화재진압대원이 사용하는 소방장비 보관 및 관리, 화재 등 각종 재난대응 역량 강화를 위한 시뮬레이션 훈련 등 다양한 분야에 적용 가능할 것이다.

앞서 언급한 바와 같이 현장활동 시 출동에서부터 철수까지 현장상황을 동영상으로 촬영하여 현장지휘팀에서 실시간 모니터링이 가능하다면 좀 더 효과적인 화재진압과 대원 안전관리가 가능할 것이다. 현재 일선에 보급되어 있는 열화상카메라는 휴대용으로 목이나 어깨에 걸어 휴대할 수 있으며, 대원들이 손을 이용하여 안면부에 위치시켜 농연 등으로 육안 식별이 불가능한 공간에서 화점 및 요구조자 수색에 사용하고 있다. 그러나 공기호흡기, 개인조명장비, 진압 및 파괴장비를 동시에 몸이나 손에 휴대해야 하는 소방대원에게는 휴대 및 사용의 불편함을 줄 뿐이다. 뿐만 아니라 화재 및 재난 현장의 동영상 촬영 또한 촬영만을 전담하는 대원이 상시 있어야 하며, 촬영 대원이 위치한 일부분에 국한되어 촬영된다는 단점이 있다.

(그림 33)은 특수 카메라를 헬멧에 장착한 서울 강남소방서 소방대원들이, 긴박한 화재 현장의 모습을 직접 촬영한 영상의 일부이다. 빠른 속도로 도심을 질주하는 출동의 순간부터 이글거리는 불덩어리와 매캐한 유독가스가 가득한 한치 앞을 볼 수 없는 화재 현장으로 진입하는 모습까지 소방관이 직

접 접하는 화재 현장의 모든 것이 영상에 담겨 있다. 국내 통신 벤처기업이 개발한 이 소형 카메라는 현장의 영상을 전파(UHF)를 이용해 외부의 지휘본부에 실시간으로 전송한다. 연구팀에 따르면 ‘화질이 일반 TV보다 4배나 선명해 화염과 연기로 가득 찬 현장의 모습을 생생히 담을 수 있다’고 한다.

(그림 33) 실제 화재현장 촬영영상 캡처 사진



또한, 헬멧 장착형 카메라는 현장 지휘에 필요한 상황을 정확하고 빠르게 전달한다. 방송 카메라를 들고 들어가는 셈이기 때문에 소방관이 일일이 음성 보고를 하지 않아도 현장 상황을 외부에 빠르고 정확히 전달한다. 더욱이 소방대원의 두 손이 자유로워 진화작업에 영향을 주지 않는 데다 현장에서 활동한 기록도 자세히 남는다.

열화상카메라는 현장상황을 온도의 차이를 이용 영상으로 보여줄 뿐 아니라 촬영지점에 대한 온도 표시까지 가능한 장비임으로 현장상황에 대한 실시간 동영상 촬영이 가능한 카메라와 열화상카메라를 헬멧에 부착하여 사용할 수 있다면 더욱 효과적일 것이다. 화재현장은 열과 연기로 가득한 장소이므로 동영상 촬영장비는 열과 연기에 강하게 제작되어야 할 것이며, 열화상카메라는 휴대형이 아니라 헬멧에 탈·부착이 가능하도록 좀 더 소형화, 경량화 하여야 할 것이다. 그러나 위의 장비 또한 각 개별로 사용하기 보다는 이러한 기능을 동시에 사용할 수 있도록 개발할 필요가 있다. 특히 무선통신을 통하여 현장의 촬영 영상이 실시간 지휘팀으로 전해지고 지휘팀에서는 이를 저장, 모니터링이 가능하도록 한다면 화재진압 및 구조활동은 더욱 효과적인 현장지휘를

통하여 안전하게 전개될 수 있을 것이다.

2. 스마트 방화복 활용

위에서 살펴본 바와 같이 내피에는 호흡, 심박, 체온을 측정할 수 있는 직물 기반센서가 내장되고 외피에는 소방대원의 움직임 및 자세, 현재 위치, 외부 온도를 측정할 수 있는 센서가 내장된 방화복과 유해물질 감지센서가 부착된 안전화 등 그 특성과 활용성에 맞는 웨어러블 디바이스를 활용한다면, 현장에서 활동하는 소방대원들은 외부의 환경변화와 방화복 내부인 신체징후의 변화를 좀 더 객관적으로 파악할 수 있으며 이러한 정보가 실시간 지휘팀에 전송됨으로써 현장의 안전을 책임지고 있는 현장지휘관 및 안전점검관은 진입 공간별 상황별 대원들이 위치한 환경의 외부적 상황과 대원들의 신체변화를 모니터링 할 수 있어 좀 더 안전하고 효율적인 현장지휘가 가능 할 것이다.

뿐만 아니라, 현장활동을 하는 모든 소방대원들의 위치를 모니터링 할 수 있어 대원들의 실시간 위치를 파악할 수 있으며, 각 상황에 위치한 대원들의 외부적 환경에 대한 정보 또한 함께 파악이 가능함으로 위험한 상황에 처한 대원들을 사전에 파악하여 안전한 곳으로 대피할 수 있도록 유도할 수 있을 것이다.

이처럼 웨어러블 디바이스 기술은 현장에 진입하는 시점에서부터 철수하는 시간까지 소방대원들의 현장환경과 신체징후 그리고 위치까지 실시간 추적과 모니터링이 가능하도록 할 것이다.

3. 착용형 웨어러블 디바이스 활용

현장활동 소방대원의 생체정보(심장박동수, 혈압, 맥박, 칼로리 소모량, 운동 방향 등)를 측정하는 웨어러블 디바이스를 활용하여 재난 현장에서 활동 중인 현장 대원의 생체정보를 현장안전점검관이 실시간으로 확인 할 수 있다면 현재 무선통신에 의존하고 있는 현장진입 대원의 안전을 확인하는 방법을 다양화 할 수 있고 순직사고 예방 뿐만 아니라 현장 안전 관리에도 활용 할 수 있을 것이다. (표 13)은 현재 제품화된 생체징후 측정 웨어러블 디바이스 종류를 표로 나타내었다.

(표 13) 생체징후 측정 웨어러블 디바이스 종류

웨어러블 디바이스	제품명	기능
	나이키 퓨얼 밴드 (NIKE Fuel)	<ul style="list-style-type: none"> - 운동량 측정과 관리에 특화된 손목밴드 - 걸음수와 거리, 칼로리 소모량 등 측정 - 운동량을 바 형태로 표시 - LED 디스플레이를 통해 목표량 관리
	미스핏 샤인 (Misfit Shine)	<ul style="list-style-type: none"> - 스포츠 밴드나 클래습의 형태로 착용 - 신체활동의 시간과 강도 측정 - 칼로리 소모량, 걸음수와 이동거리 측정 - LED 디스플레이를 통해 진행상황 확인
	위딩 펄스 (Withing Pulse)	<ul style="list-style-type: none"> - 걸음수, 등산, 계단을 오를때의 높이, 이동거리, 수면시간과 숙면정도 분석 - 후면 센서를 이용해 심박수 측정 - 운동관리 전용앱 지원
	가라다핏 (KradaFit)	<ul style="list-style-type: none"> - 머리끈 형태로 착용 - 3D 가속도센서를 통해 칼로리, 걸음수, 이동거리 측정 - 체지방 기록이 가능한 다이어트 앱 지원
	핏빗 플렉스 (Fitbit Flex)	<ul style="list-style-type: none"> - 운동량, 칼로리 소모량 측정 - 수면 패턴 체크 - 스마트기기와 연결하여 측정량 확인
	일본 도코모와 Toray가 공동 개발한 스마트 의류	<ul style="list-style-type: none"> - 나노섬유를 활용해 섬유로부터 직접 신체정보 획득 - 스마트단말기와 연동하여 심박수, 혈압, 운동량, 수면량 등의 정보를 전달하고 확인 - 세탁 등 사용상 불편 없고 내구성 갖추
	삼성 갤럭시-기어핏	<ul style="list-style-type: none"> - 문자확인 및 답장, 전화알람, 멀티미디어 조작 - 만보계, 심박수 측정, 수면패턴 체크 - 화면을 통해 바로 확인 가능
	조본업	<ul style="list-style-type: none"> - 운동량, 칼로리 소모량 측정 - 수면 패턴 체크 - 스마트기기와 연결하여 측정량 확인
	레이저 나부 (Nabu)	<ul style="list-style-type: none"> - 수신전화 및 메시지, 이메일 등 확인 - 위치정보, 걸음수, 움직인 거리, 오른 계단의 수 등 신체 활동량 측정 - 수면 정보 수집

위 표에서 보듯이 현장활동 중 소방대원의 생체정보를 파악하기 위하여 착용이 편리한 시계 형식으로 제작된 웨어러블 디바이스를 소방관들이 손목에 차면 현장지휘팀으로 무선통신을 통해 생체정보(심장박동수, 혈압, 맥박, 체온)를 실시간으로 전송할 수 있다.

현장지휘팀에서는 무선으로 수신된 각 대원별 건강정보가 적정 범위치를 벗어난 이상 징후 대원을 파악하여 충분한 휴식을 취하도록 조치한다면 안전사고 예방에 기여 할 것으로 기대된다.

4. 재난현장에서 웨어러블 로봇 활용

재난 현장에서 소방 활동은 많은 체력이 소모되는 격무이며, 예고 없이 갑작스럽게 이루어지므로 시간이 경과할수록 정신적·육체적 피로가 가중된다. 이로 인해 소방 활동은 체력소모, 피로증대에 따른 정신적인 부담도 커져 주의력, 사고력 감퇴와 동시에 위험성이 증대되어 안전사고가 발생할 위험이 상존한다.

웨어러블 로봇은 이러한 소방 활동 중 소방대원의 육체적 능력을 증가 시켜 무거운 장비를 가지고 오랜 시간 동안 현장활동을 할 수 있게 해주며, 이를 통하여 육체적·정신적 피로도 감소로 원활한 소방 활동을 가능하게 하여 소방대원의 능력을 최대한으로 발휘할 수 있도록 할 것이다. 또한, 소방대원의 근골격계 손상을 예방할 수 있어 안전한 소방 활동이 가능할 것이다.

대형화재에 적응력이 있는 65mm 관창을 한명의 소방대원이 운용 가능하게 될 것이고, 건축물 붕괴사고 현장에서 중장비가 투입되기 전에 각종 장애물을 없애고 고립된 요구조자를 구할 수 있을 것이다. 소방대원의 육체적 능력 증가로 인해 탈진, 요추 및 무릎 부상 등 안전사고도 줄여 안전관리에도 긍정적인 영향을 줄 것이다.

현재 미국과 일본 등 로봇 분야의 선진국들에서는 군용 및 민간분야에 적용

하기 위한 연구·개발이 활발한 상태이다. 국내에서도 산업적 측면에서 노약자 및 장애인 보조용으로 연구·개발을 시도하고 있으나 연구·개발비 및 정책적 지원이 다른 로봇 분야에 비해서 미비한 것으로 판단되며, 웨어러블 로봇 분야의 연구·개발이 활성화되지 못하고 있다. 향후 재난현장에서 소방활동에 적용하기 위해서 뿐만 아니라 군사 및 의료계, 산업체 등에서도 사용 가능성이 매우 높으므로 이러한 분야들에 적용하는 것을 목표로 연구·개발이 진행될 수 있도록 정책적 지원이 이루어져야 할 것이다.

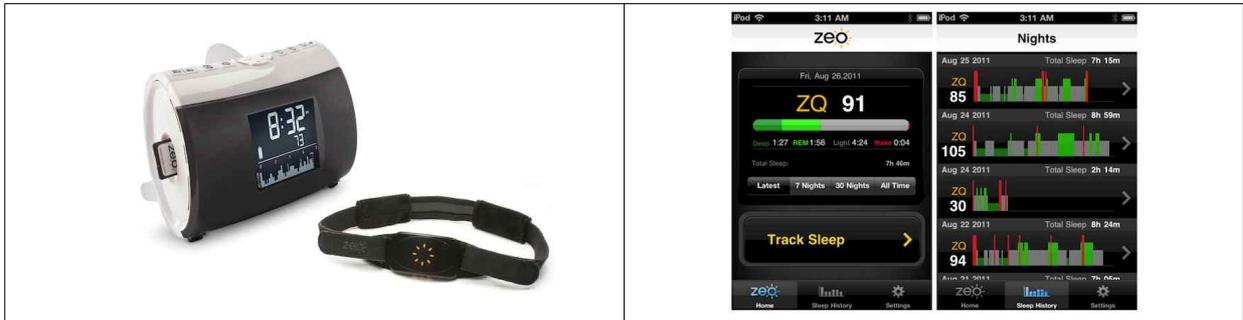
5. 수면장애 검사 웨어러블 디바이스 활용

매년 실시하는 소방공무원 특수건강검진 대상자 중 수면장애 고위험(위험)군 대상자를 우선 선정, 수면장애 검사에 대한 형식적이고 무관심한 자기 기입식 설문조사 방식에서 탈피하여 누구나 손쉽게 사용할 수 있고 객관적인 데이터를 보여 줄 수 있는 헤드 밴드형 웨어러블 디바이스를 착용하여 수면 중 자다 일어난 횟수와 시간, 자면서 몇 번이나 뒤척였는지를 수치로 계산하여 실제 수면의 효율성을 측정하고 수면장애 대상자를 집중 관리·치료 할 수 있도록 하고자 한다.

현재 많은 헬스케어 웨어러블 디바이스 제품이 시장에 선보였지만 수면장애 분야의 기술의 선구적인 Zeo사의 Sleep Manager 헤드 밴드형 웨어러블 디바이스를 도입하고자 한다. 이 기기에는 세 개의 은박 전극이 이마에 닿도록 구성되어 있고 센서는 사용자의 수면 상태를 파악하기 위해 뇌에서 나오는 아주 미세한 전기적 신호인 EEG(Electroencephalography)와 근육의 긴장 정도, 그리고 눈의 움직임을 측정한다. 이를 바탕으로 사용자가 수면 중에 어떤 단계에 있었는지를 크게 다음과 같은 네 가지로 구분 하였다. 깨어있음(Wake), REM 수면(REM sleep), 얇은 수면(light sleep), 깊은 수면(deep sleep) 이렇게 측정된 수치는 침대 옆에 있는 디스플레이 기기 및 본인의 스마트폰에 네 단계의 수면이 각각 붉은 색, 연두색, 회색, 짙은 초록색으로 각각 표시 되며, 측정된 데이터를 기반으로 그날 수면에 대한 총점을 의미하는 ZQ 수치를 한눈에 볼 수 있도록 하였다.

이 기기의 정확도는 29명의 건강한 성인 남성들을 대상으로 수면 실험실에서 측정한 결과, 일반 수면상태와 비교하여 수면 단계를 구분하는 결과에 있어서 75% 정도 일치하였으며 또한, 수면 상태와 깨어 있는 상태를 구분하는 실험에서 polysomnography¹⁸⁾와 90%가 넘게 일치하는 높은 정확도를 보여주었다.

(그림 34) Sleep Manager 헤드밴드형 웨어러블 디바이스 실험 사진



출처 : <http://blog.daum.net/kimuks/7536493>

이렇게 수집된 측정 정보는 소방공무원 수면장애의 정확한 검사가 이루어질 수 있을 뿐 아니라 전문가에게 분석 의뢰하여 수면장애의 치료 및 예방법을 적극적으로 모색 할 수 있으며, 수면 장애를 개선시켜주면 낮 동안의 각성도가 향상되어 더욱 효율적으로 현장활동에 임할 수 있어 안전사고 예방에 기여 할 것이다.

18) polysomnography(수면다면검사) : 수면 중에 발생하는 질환은 보통 일반적인 질환처럼 한 장기의 문제라기보다는 여러 장기의 복합적인 문제로 생겨나는 경우가 많다. 이런 수면 중 질환들을 진단하기 위하여 다각적인 검사 장비들이 동원되는데, 뇌기능 상태를 알기 위한 뇌파 검사(EEG), 눈 움직임을 보기 위한 안전도 검사(EOG), 근육 상태를 알기 위한 근전도 검사

제4장 웨어러블 디바이스 문제점 및 해결방안

웨어러블 디바이스는 말 그대로 사람의 신체에 부착하여 컴퓨터의 일부 기능을 사용할 수 있게 해주는 기기다. 인간의 능력을 보완하거나 생활에 편리함을 주기 위한 목적으로 생겨났다.

웨어러블 디바이스는 양손을 자유롭게 사용하며 작업 매뉴얼을 봐야 하는 비행기 정비사를 위해 개발되었는데 최근에 의료, 건강관리 및 택배, 창고관리, 군사 분야 등 응용 범위가 확대되고 있다.

이처럼 다양한 분야에서 웨어러블 디바이스가 나타나는 것은 우리의 생활 속에 웨어러블 디바이스가 차지하는 비중이 그만큼 커지고 있다는 것을 의미한다. 사실 스마트폰과 태블릿이 인기를 끌고 있는 이유도 작은 컴퓨터를 쉽고 편하게 휴대하고 다니며 사용할 수 있기 때문이라고 할 수 있다. 몇 년 전까지만 해도 이 자리는 노트북이 차지하고 있었지만 이제는 스마트폰과 태블릿에 자리를 내주고 있다. 그리고 얼마 뒤에는 스마트폰과 태블릿의 자리를 웨어러블 디바이스가 차지하게 될 것이다.

컴퓨터의 형태는 점점 더 휴대하기 편리한 형태로 변하고 있다. 가방에 넣고 다니던 노트북컴퓨터는 이제 손바닥 안에 들어올 정도의 스마트폰으로 작아졌고, 이마저도 불편해져 다시 몸에 걸치는 웨어러블 디바이스 형태로 발전하는 것이다.

웨어러블 디바이스는 스마트폰과 태블릿이 가져온 변화보다 더 많은 변화를 가져올 것이다. 다만 웨어러블 디바이스가 주는 편리함을 혜택으로 만들 수도 있지만 이로 인한 사생활 침해, 사용자 안전, 기업보안 등 사회적 이슈도 해결해야 할 문제다.

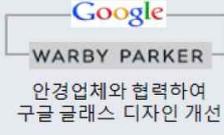
제1절 기술적 한계와 극복방안

웨어러블 디바이스의 높은 활용 가능성과 가치창출에 대한 기대만큼이나 극

복해야 할 기술적 한계와 개인정보 유출, 사생활 침해, 안정성, 효용성에 대한 연구부족 등 개선해야 할 점이 많다.

기술적 문제로는 웨어러블 디바이스의 짧은 배터리 수명, 무거운 중량, 디스플레이의 정보표시 한계와 불편한 입력방식, 신체에 착용하는 특성에 따른 불편감과 신체적 피로의 상승이다. 웨어러블 디바이스는 ‘상시 착용’의 특성상 배터리 사용가능 시간과 기기의 무게가 중요하며 자주 충전해서 사용해야 한다면 일상생활뿐만 아니라 재난현장에서 무용지물이 될 것이다. 또한 사용상 입력 방법은 음성, 제스처, 터치 상황인식 등이 가능하나 터치를 제외하고는 아직 기술적 완성도가 낮아 사용에 불편함이 있다. 안경형 제품은 눈앞에 디스플레이가 위치하므로 해상도가 낮아 정보의 가독성이 떨어지고 밝은 곳에서 잘 보이지 않는 단점이 있다.

(표 14) 웨어러블 디바이스의 기술적 한계와 향후 방향

	배터리(사용시간)	입력방식	무게	디스플레이
핵심 이슈	<ul style="list-style-type: none"> 배터리 지속 시간이 짧음 (배터리 사이즈/용량 한계) 	<ul style="list-style-type: none"> 터치, 제스처 불편함 음성 이용 제약 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 시계/안경보다 무게 부담 大 	<ul style="list-style-type: none"> 디스플레이 정보 표시 한계, 화질 低
현재 문제	 구글 글래스 3~5시간에 불과  소니 스마트워치 2~3일로 일반 시계와 큰 차이	 안경 옆면 터치, 시각 제약 불편  음성인식을 낮고 야외 이용 제약  화면 작고 키보드 없어 입력 불편	 30g < 30~50g < ~50g 일반 안경 < 선글라스 < 구글 글래스  ~10g < ~100g > 36g 일반시계 < 메탈시계 > 페블워치	<안경>  표시되는 정보가 선명하지 않음 <시계>  정보표시 제한적, 영상, 이미지 등 표시 어려움
향후 방향	<ul style="list-style-type: none"> 소재 혁신(리튬이온→아연) 고효율/고밀도화/플렉서블  아연 기반 플렉서블 배터리 IMPRINT energy (실리콘밸리 벤처기업)	<ul style="list-style-type: none"> 촉감, 제스처 활용 고도화 작은 화면 확대 입력  동작인식 장치 Myo ('13 출시)  ZoomBoard (확대 입력방식)	<ul style="list-style-type: none"> 소재 혁신(얇은 소재) 저전력 시스템/디자인 개선  Google WARBY PARKER 안경업체와 협력하여 구글 글래스 디자인 개선	<ul style="list-style-type: none"> OLED 디스플레이 플렉서블 디스플레이  <http://www.tumblr.com>

출처 : 권덕기, 2013. 5., 웨어러블 기기의 부상과 성공조건, SERI경영노트, 제184호

이러한 웨어러블 디바이스의 기술적 문제를 해결하기 위해서는 착용감을 증진시키기 위한 유연화, 경량화 기술이 필수적이다. 그래핀, 탄소나노튜브와 같은 신소재를 이용하여 사용자 편의성을 증대시켜야 할 것이다. 뿐만 아니라 재난 현장이라는 특수한 상황에서 사용하기 위하여 충격에 강하고, 방수기능 및 오염물질에도 성능이 떨어지지 않는 내구성을 갖추어야 한다. 또한 웨어러

블 기기의 소형화에 따라 입·출력의 문제가 동반되므로 향후 플렉서블 디스플레이, OLED(Organic Light Emitting Diode)디스플레이 등 출력방식과 음성 인식 및 터치, 동작 및 상황인지 등 입력방식, 차세대 UI(User Interface)의 낮은 기술적 완성도를 끌어올려야 소방대원이 재난현장에서 웨어러블 디바이스를 활용하여 현장활동을 하는데 어려움이 없을 것으로 보인다. 그러나 최근 고용량 플렉서블 배터리를 비롯한 하드웨어의 초소형화, 경량화, 디자인 개선 등 다양한 기술이 개발되고 있어 문제가 해결 될 전망이다.

제2절 사생활 침해와 해결방안

사회문화적 문제로는 사생활침해 논란이다. 웨어러블 컴퓨터를 통해 언제 어디서든 손쉽게 사진과 동영상을 촬영할 수 있어 몰래카메라, 도청 등 사생활 침해를 두고 논란이 발생할 가능성이 크기 때문이다.

(그림 35) 내러티브클립 카메라



출처 : <http://www.zdnet.co.kr>

내러티브 클립은 옷깃이나 핸드백에 달아 본인의 일상을 30초 가적으로 기록한다. 의식하지 못하고 흘러보냈던 시간을 되새기고 중요한 장면은 다시 확

인한다는 의미가 있다. 촬영한 사진은 웹사이트에 올려 다양한 방법으로 편집해 재생할 수 있다.

경찰관이 쓰는 캡캠(Cop cams)은 음성 녹음이나 동영상 촬영을 위한 초소형 카메라로 선글라스나 소매, 헬멧, 견장에 달고 증거 자료를 수집하는 데 쓰인다. 이러한 웨어러블 디바이스는 공정성을 가져야할 법 집행자가 촬영한 동영상을 특정인에 유리하도록 편집할 수 있다는 위험성이 있다. 또한 범죄와 관계없는 일반인에 대한 무차별 감시도 우려된다.

공공장소에 폐쇄회로를 설치하려면 적절한 위치선정과 촬영·녹화를 알리는 알림판 설치가 필수적이지만, 네러티브 클럽과 같은 웨어러블 디바이스는 움직이는 몰래카메라가 되어 주위를 공포에 떨게 할 수 있기 때문에 감시당하고 녹화된다는 공포 없이 자유롭게 말하고 행동할 수 있는 기본권과 자유가 위협받을 수도 있다. 때문에 사생활 침해로 이유로 웨어러블 디바이스 출시를 반대하는 시민모임도 결성되고 있다. 실제로 미국, 영국, 네덜란드 등 시민단체를 중심으로 웨어러블 디바이스의 개인정보 유출과 프라이버시 침해를 우려하는 ‘웨어러블 디바이스 출시 반대 운동’이 추진되고 있다.

웨어러블 기기는 혁신을 불러올 것으로 기대되지만 사생활 보호 권리와 규제 없이 수집되는 데이터는 전혀 상상하지 못했던 방식으로 악용될 수 있기에 웨어러블 디바이스 상용화에 앞서 사회적 공감대 형성과 정책, 법적인 보완책이 필요하다. 그러므로 향후 웨어러블 디바이스를 도입하여 재난현장에서 활용할 경우 개인정보와 사생활을 보호하기 위한 법과 제도적 장치를 마련해야 할 것이다.

제3절 보안성 문제와 해결방안

웨어러블 디바이스가 확산되고 기술이 진화할수록 건강관리, 금융결제 등과 같이 보안이 뚫렸을 때 막대한 피해를 줄 수 있는 위험성도 동시에 커진다.

그러므로 웨어러블 디바이스의 기술이 발전할수록 기기들의 보안성도 더욱 강화되어야 한다.

2012년 블랙햇 보안 컨퍼런스에서는 해커가 800m 밖에서 인슐린 펌프 조작을 통해 복용량을 마음대로 조절해 환자를 사망하게 할 수 있다는 것을 증명했다. 딕 체니 전 미국 부통령은 이러한 위험성을 알고 CBS 시사 프로그램에서 웨어러블 디바이스의 일종인 자신의 가슴에 심은 '자동 심장세동제거기'의 무선 기능을 차단했다고 밝혔다. 세동제거기는 웨어러블 디바이스의 일종으로 심장박동의 불규칙성을 감지하면 전기충격을 가해 정상으로 전환시키는 역할을 하는 기기다. 테러리스트가 세동제거기를 해킹해 목숨을 뺏을 수 있다는 우려 때문이다.

웨어러블 디바이스 사용을 통해 생성된 개인의 건강관리 기록은 헬스케어 분야의 '빅데이터'로 활용가치가 높은 반면, 체니 부통령 사례처럼 데이터를 축적하고 분석하는 과정에서 개인정보 유출과 같은 보안문제가 발생할 수 있다. 때문에 건강관리 기능을 제공하는 웨어러블 디바이스의 경우 사람의 생명과 관련된 정보를 처리할 수 있기 때문에 더욱 강력한 보안성이 요구되고 있다.

이러한 웨어러블 디바이스의 보안 문제 해결을 위해 웨어러블 디바이스 제품 개발 시 SW개발 단계에서부터 사이버공격에 대응하기 위해 보안 취약점을 제거하고, 보안을 고려해 설계·구현하는 규정인 소프트웨어(SW) 시큐어코딩(개발보안)을 반드시 준수해야 한다. 그리고 웨어러블 디바이스의 배터리 잔량이 낮은 경우에도 일정 수준 이상의 보안 강도를 유지하기 위해 보다 경량화 된 암호화 알고리즘 개발이 필요하다.

아울러 웨어러블 디바이스는 네트워크를 통해 수많은 기기들과 연결되어 사용되므로, 웨어러블 디바이스와 연결되는 개별 기기들까지도 보안성을 강화해야 할 것이다.

재난 현장에서 소방대원이 사용하는 웨어러블 디바이스를 통해 대상물의 정보를 소방 서버에 전달하고 다시 현장 활동 소방대원이 웨어러블 디바이스에 정보를 받는 과정에서 보안상의 취약점과 해킹으로 인해 개인정보 및 대상물의 정보가 유출될 우려가 있다.

따라서 우리는 웨어러블 디바이스를 재난 현장에 도입함에 있어 개인정보보호 규제를 강화하여 안전한 틀 안에서 개인정보의 적절한 활용과 보호가 균형 있게 이뤄지도록 해야 할 것이다.

제5장 결 론

오늘날 사회, 경제, 문화, 산업의 급속한 발전은 소방대원들의 현장활동 환경 또한 바꾸어 놓았다. 건물은 고층화 거대화 되어가고 있으며 지하건축물 또한 증가하고 있다. 뿐만 아니라 경제발전은 국민들의 생활환경의 개선과 편리성을 증가시켰으며, 스마트폰의 대중화는 생활패턴의 변화를 가져왔다. 국민들의 의식 또한 변화하여 소방서비스에 대한 기대치를 높이고 있다. 이러한 현실에서 우리 소방은 급변하는 소방 환경을 직시하고 적극적인 정책추진을 통해 국민의 기대에 부응하여야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 위에서 살펴본바와 같이 현장활동에서 발생하는 여러 가지 문제점을 분석하였고 이에 대한 대응방안을 현재 차세대 ICT기술인 웨어러블 디바이스에서 찾았다.

웨어러블 디바이스는 1960년대 이후 꾸준한 발전을 통하여 SF영화에서나 볼 수 있었던 기술들이 현재 개발되었거나 개발 중에 있다. 신체나 옷에 착용하여 언제 어디서든 원하는 정보를 수집하고 활용할 수 있는 이 기술은 열과 연기 속에서 인명을 구조하고 화재를 진압하는 소방대원들에게 그 활용 가치가 아주 높은 기술로 판단된다.

앞에서 소개한 바와 같이 소방대원이 착용하는 소방헬멧에는 출동과 함께 동영상 촬영될 것이고, 화재현장에 진입하게 되면 열화상카메라를 통하여 건물 내부의 화재 상황을 실시간으로 확인가능하며 증강현실 기술은 소방관에게 좀 더 정확하고 안전한 현장의 정보를 제공할 것이며, 화재현장의 온도와 연기농도 및 공기잔압에 대한 정보는 소방대원이 인지하기 쉽도록 제공될 것이다. 뿐만 아니라, 신체에 착용한 웨어러블 디바이스는 현장활동 시 소방대원들의 생체징후에 대한 정보를 실시간으로 지휘부에 보내게 될 것이며 이러한 현장 및 대원에 대한 객관적인 정보는 현장지휘를 하는 지휘관에게는 좀 더 과학적이고, 효율적이며, 안전한 현장지휘를 가능케 할 것이다.

웨어러블 디바이스를 소방현장에 활용하는 것은 지금 우리가 활용하고 있는 그 어떤 장비보다 중요하게 될 것이다. 소방공무원의 가장 큰 임무인 화재를 진압하고 인명을 구조하는 활동에 커다란 변화를 가져올 것이기 때문이다. 안전하고 효율적인 화재진압 및 인명구조활동의 전개는 소방이 소방의 임무를 완벽히 완수하는 것이며 이는 국민에게 더욱 안전하고 행복한 대한민국을 안겨 줄 수 있기 때문이다.

뿐만 아니라 웨어러블 디바이스는 소방대원들의 안전에 대한 커다란 변화를 가져올 것으로 기대된다. 생체징후 변화에 대한 정보의 제공과 수집을 통하여 각 대원의 체력의 장점과 단점을 객관적으로 파악할 수 있을 것이고 이것은 대원들 각자에 적합한 맞춤형 체력단련 프로그램을 제공할 수 있을 것이다. 더욱이 대원들의 수면패턴 분석을 통하여 PTSD에 시달리는 대원들에게도 좀 더 의학적이고 과학적인 접근이 가능하고 이를 치유하기 위한 구체적인 프로그램 개발도 가능할 것이다.

우리는 본 연구에서 현재 개발되었거나 개발 중에 있는 웨어러블 디바이스 기술들을 소개하였으며 이러한 웨어러블 디바이스를 소방활동에 활용할 수 있는 방법들을 소개하였다. 본 연구에서 소개한 활용방안은 웨어러블 디바이스 기술들의 개별적인 활용방안이지만 머지않아 웨어러블 로봇을 이용한 일체형의 웨어러블 디바이스 개발도 가능할 것으로 판단된다.

그러나 웨어러블 디바이스는 아직 미완의 기술이다. 소방현장에 상용화를 위해서는 소형화, 경량화, 내구성, 배터리 성능 강화 등 기술적인 발전이 더 필요하며 무선 네트워크를 활용해야 함에 따른 보안강화 및 개인정보 보호를 위한 제도적 개선도 필요하다.

웨어러블 디바이스는 스마트 폰이 우리에게 급속히 다가왔듯 더 빠른 속도로 우리의 생활 속에 파고들 것이다. 우리 소방 또한 이러한 변화에 능동적으로 대처해야 한다. 본 논문에서 제시한 활용방안의 일부는 앞서 언급했듯이 소방방재청 에서도 R&D사업을 통하여 추진 중에 있다. 이점은 아주 긍정적

으로 평가된다. 지금의 IT기술들의 발전 속도는 아주 빠르다. 그러므로 지속적인 기술의 변화에 귀를 기울여야 할 것이다.

본 연구에서 제시한 활용방안이 우리 소방의 현장대응 환경 변화에 큰 도움이 되길 기대하며 웨어러블 디바이스의 도입으로 효과적이고 안전한 현장활동을 담보하고 국민의 기대와 신뢰에 부응하는 소방으로 거듭나길 기대한다.

[참고 문헌]

- 김대건, 2013, “웨어러블 디바이스(Wearable Device)동향과 시사점”, 「정보통신정책연구」, 제25권 21호 통권 566호
- 김인겸, 2010, “차세대기술을 활용한 소방업무 활용방안 고찰”, 「서울시립대학교 석사학위논문」
- 박정규 외 1인, 2013, “화학물질 사고대응을 위한 제도개선연구”, 「한국환경정책평가연구원」
- 손용기 외 2인, 2008, “웨어러블 컴퓨팅 기술 및 개발 동향”, 「전자통신동향분석」, 제23권 제5호
- 손은수 외 3명, “소방공무원 현장안전을 위한 무선통신망 운영에 관한 연구”
- 오치업, 2013, “소방공무원의 체력향상 프로그램 실태 및 발전방안”
- 윤영한, 2014, “웨어러블 디바이스 시장의 부상에 따른 충북의 대응 전략”, 「충북 포커스」, No.84(2014-4호), 충북발전연구원
- 이동민/김혜인, 2013, “새로운 웨어러블 디바이스의 UX적 관점에서의 GUI의 방향 연구”, 「한국디자인지식학회」
- 이성훈, 2013, “디지털 컨버전스에서의 웨어러블 컴퓨팅 발전방향에 관한 연구”, 「The Journal of Digital Policy & Management」
- 이재호, 2010, “소방공무원의 현장안전사고에 대한 의식과 대책에 관한 연구”
- 정책연구본부 융합정책연구부, 2013, “웨어러블 단말에 대한 사용자 기대조사”, 「동향과 전망 : 방송·통신·전파」, 통권 제67호
- 전황수, 2014, “차세대 PC 웨어러블 디바이스 시장 및 개발 동향”, 「주간기술동향」
- 정혜실, 2014, “헬스케어 웨어러블 디바이스의 동향과 전망”, 「보건산업브리프」, vol.115
- 중앙소방학교 소방연구실, 2005, “화재성상 메커니즘 연구1”
- 중앙소방학교 소방연구실, 2005, “화재성상 메커니즘 연구2”
- 한국방송통신전파진흥원, 2013, “웨어러블 디바이스 동향과 전망”, 「방송통신기술 이슈&전망」, 2013년 제29호
- 한국인터넷진흥원, 2013, “IDC 커넥티드 소비자 서베이: 웨어러블 컴퓨팅 디바이스”, 「글로벌 정보통신(ICT)방송 동향리포트」, 제 98호
- 한국인터넷진흥원, 2012, “차세대 스마트 기기 웨어러블 디바이스 시장 현황 및 전망”, 「글로벌 방송통신 동향 리포트」, 제94호
- 한영미, 2013, “창조경제, 국민행복 실현을 위한 유망ICT기술의 선도적 활용방안과 과제” 「한국정보화진흥원」
- 홍성대, 2010, “근력증강 착용형 로봇 개발 동향”, 「국방과학기술정보」, 통권25호

<http://blog.63realty.co.kr/>

<http://blog.daum.net/kimuks/7536493>

<http://cafe.naver.com/qpdltmqhfdpsfhs/110>

<http://dper2000.blog.me/70094540097>

<http://www.newstomato.com/ReadNews.aspx?no=475>

<http://www.sobang.kr/index.sko?menuCd=FA06001003003>