

항만 용접 작업자의 안전을 지켜주는 스마트 용접 헬멧

손유리¹, 신윤정¹, 이하연¹, 임상진¹, 김인수²

¹한국공학대학교 전자공학과 학부생, ²한전KDN

thsdbfl0258@naver.com, dbswjd1797@naver.com, ihy020397@tukorea.ac.kr, sjin19@tukorea.ac.kr

To protect the safety of port welders Smart Welding Helmet

Yu-Ri Son¹, Yun-Jeong Shin¹, Ha-Yeon Lee¹, Sang-Jin Im¹, In-Soo Kim²

¹Department of Electronics Engineering, Tech University of Korea, ²KEPCO KDN

요 약

용접작업은 다양한 산업에서 이루어지는 중요한 작업인데 반해, 여러 가지 위험요소들로 인해 작업자의 건강에 위협을 가할 수 있다. 또한, 용접 작업자들을 효율적으로 관리할 수 있는 안전점검인력이 부족한 실정이다. 이에 본 논문은 항만 용접 작업자의 안전을 위한 스마트헬멧 제작과 연동 APP을 개발하여, 체계적으로 작업자의 건강을 관리하고 안전사고를 미연에 방지하는 데에 그 목적이 있다.

1. 서론

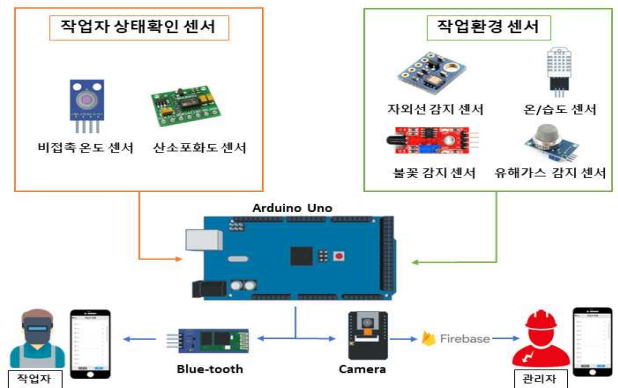
용접은 건설, 선박 건조, 항만 등 다양한 산업에서 중요한 작업으로, 화재와 질식 위험이 있다. 가연성 제품 이동 조치와 유해가스 제거, 환기팬 사용으로 예방이 가능하다[1][2]. 2022년 8월 해양수산부에 따르면 항만 안전 점검 인력 부족으로 난관에 봉착했는데 39명 요청에 11명만 확보되어, 수요와 불일치로 실효성 문제가 제기되었다[3]. 따라서 본 논문은 항만 용접작업의 위험성 제거와 안전 점검 인력 부족 문제를 해결하기 위한 스마트 용접 헬멧 시스템을 제안한다. 본 시스템의 주요 기능은 세 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 스마트 용접 헬멧은 불꽃, 유해가스 센서, 카메라로 화재 감지 및 대피 안내를 제공한다. 둘째, 유해가스와 산소포화도 센서로 질식 위험 분석 및 환기, 휴식 알림이 가능하며, 마지막으로 작업자 상태를 모니터링하는 센서와 카메라로 이상 발생 시 이상 상황을 제공하여 신속하게 대응이 가능하다.

2. 본론

2.1 시스템구성도

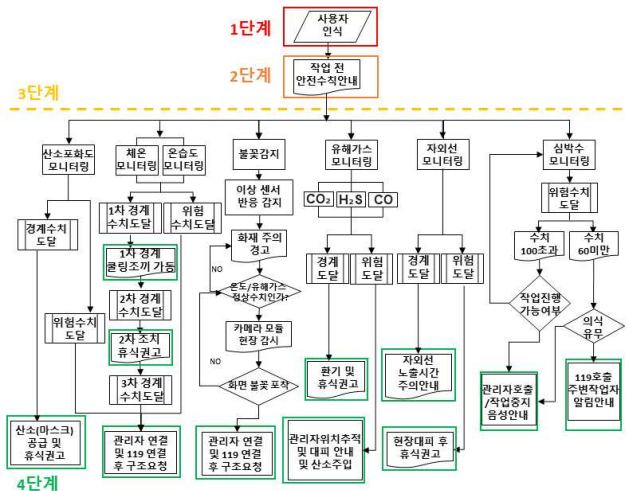
(그림1)은 본 시스템의 전반적인 구성을 도식화한 서비스 구성도이다. 구현하고자 하는 작업자 안전관리 시스템은 스마트헬멧과 App으로 구성되며, App은 관리자와 작업자로 나뉘어 정보를 제공한다.

Arduino와 작업자 상태 확인 및 작업 환경 센서를 사용하여 작업자의 건강 상태와 작업환경정보를 수집하고 블루투스를 통해 App에 전송한다. 관리자는 App을 통해 위험작업자를 파악하여 관리/감독하며, 화재 발생 시에는 카메라로 상황 파악을 하여 긴급 대응한다.



(그림1) 시스템구성도

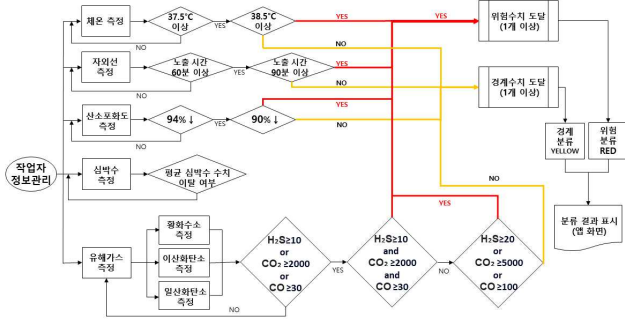
2.2 서비스 동작 및 작업자 분류 알고리즘



(그림2) 서비스 동작 알고리즘

(그림2) 서비스 동작 알고리즘은 크게 4단계로 이루어져 있다. 1단계에선 작업자가 헬멧을 착용했는지 확인하고, 2단계에선 작업 전 안전 수칙을 안내한다. 3단계에선 작업자 상태 확인 및 작업 환경 센서들을 통해 값을 측정하고, 작업자 분류 알고리즘에 따라 작업자의 상태를 분류한다. 4단계에선 3단계

에서 경계 혹은 위험 상황으로 분류된 작업자의 상황에 맞게 조치를 한다. 각 단계는 (그림2) 서비스 동작 알고리즘에 빨간색, 주황색, 노란색, 초록색 시각형으로 구분되어 있다.



(그림3) 작업자 분류 알고리즘

(그림3) 작업자 분류 알고리즘은 작업자의 체온, 산소포화도, 심박수와 작업장의 각종 유해가스 그리고 작업 시 발생하는 자외선을 측정하고, 각 값에 대해 범위를 지정하여 경계 및 위험 단계로 분류하는 알고리즘이다. 체온은 37.5°C에서 38.5°C 사이를 경계, 그 이상을 위험으로 분류한다. 자외선은 노출 시간이 60분을 넘어가면 시간을 알려주고, 90분을 넘어가면 위험으로 분류한다. 산소포화도는 94%에서 90% 사이를 경계, 그 이하를 위험으로 분류한다. 심박수는 60~100회를 정상으로 판단하며, 이 범위를 벗어나면 즉시 위험 작업자로 분류한다. 유해가스는 H_2S (황화수소), CO (일산화탄소), CO_2 (이산화탄소)를 종합하여 분류하며, 이 3가지 요소의 수치가 모두 경계일 경우에도 위험 작업자로 분류한다.

2.3 모바일 흐름도



(그림 4) 작업자 어플리케이션 흐름도

(그림 4)는 모바일 흐름 과정을 도식화한 것이다. 메인 화면에서 작업자 혹은 관리자 모드를 선택할 수 있다. 작업자 모드에서는 블루투스 연결, 안전 수칙 안내, 작업장의 기본 환경, 수치와 원의 색상을 통한 본인 상태 조회 기능을 이용한다. 색상은 수치를 바탕으로 정상은 녹색, 경계는 황색, 위험은 적색으로 표시하고 (그림 3)을 기반으로 한다. 경계, 위험 수치가 나타나면 팝업 화면을 통해 안내한다. 관리자 모드에서는 전체적인 작업자 명단을 확인하고 원의 색상으로 대략적인 상태를 파악하며, 명단을 누르면 세부적인 상태 및 작업자 위치 조회가 가능하다.

3. 구현 결과



(그림5-1) 전면부 (그림5-2) 후면부



(그림5-3) 벨트와 장갑

(그림 5-1, 5-2, 5-3)은 개발 완료된 스마트 용접 헬멧의 부분이다. (그림5-1)과 (그림5-2)는 전면부와 후면부로 일반 용접 헬멧 위에 부착한 모습이다. 이 부분에는 불꽃 감지 센서 3개, 자외선 센서, 온습도 센서, 전면과 후면 카메라, 스텝모터와 모터 드라이버, 그리고 블루투스 모듈이 들어간다. 그림(5-3)은 벨트에 일산화탄소, 이산화탄소, 황화수소 센서와 장갑에 산소포화도, 심박수 센서를 부착한 모습이다.

4. 결론

건설, 항만, 선박과 같은 현장에서 이루어지는 용접 작업은 화재, 질식의 위험을 동반한다. 이에 본 논문에서 제안하는 “스마트 용접 헬멧”은 작업 현장의 위험요소를 감지하고 작업자 안전 보장을 궁극적인 목표로 둔다. 제안한 제품을 통해 작업 환경과 작업자의 상태 관리가 용이해지며 화재, 질식 사고를 예방하고 안전 검사에 필요한 인력 부담이 감소하는 효과를 기대할 수 있다.

Acknowledgement

본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 소방청 (보도자료) 공사장 용접작업, 작은 불티가 큰 화를 부른다. 2021-04-15
- [2] 한국산업안전보건공단, 안전보건자료실, 질식재해 예방 안전작업 가이드
- [3] 행정 안전부 - 안전신문, 항만 안전점검관 1명당 업장 34곳 담당. 2022-10-06