선박 안전 건조를 위한 ICT 기반 재해방지 감시시스템 개발에 관한 연구

김기백* · 김남호*

*부경대학교

A Study on the Development of ICT-based Disaster Prevention Monitoring System for Shipbuilding Safety

Gi-Back Kim* · Nam-Ho Kim*

* Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

세계 제1의 선박 건조 강국임에도 불구하고 최근 건조 과정에서 많은 인재 및 재난 사고가 많이 일어나고 있으며, 현재 대형 및 중소 조선소들은 안전 관리 대책에 많은 관심을 보이고 있다. 이에 따라 조선소에서는 인적감시 시스템, RF 무선통신 시스템, 이동용 측정 시스템과 같은 시스템을 적용하여 화재 및 질식사 등의 사고를 예방하는 재해방지 감시시스템 개발에 주력하고 있다.

본 논문은 재해 관련 시스템을 적용하고 있는 조선소들의 기존 시스템을 분석하고, 최신 ICT 기술을 이용하여 24시간 재해 상황 전시 및 통보를 실시간으로 감시하는 재해방지 감시시스템을 개발하고, 실제 적용하여 사전에 안전 재난 사고를 방지하는 것이 가능하다.

ABSTRACT

Even though Korea is No.1 shipbuilding country around the world, there have been a lot of accident and man-made calamity incurring in shipyards these days. Therefore most of Korea major shipyard and mid-small size shipyard deeply agonize about safety management countermeasure. As a result of it, many shipyards pour their effort on developing man watching system, PF wireless communication system, portable measuring system to prevent from accident such as fire, suffocation incurring.

In this paper, analyze conventional accident & man-made calamity preventing system adopted by most of shipyard and enable the user to watch accident for 24 hours and notify it to user when it is incurring through state of the art ICT technology. And as a result of it the user can prevent the accident and man-made calamity at the beginning.

키워드

ICT, Sensor, Web/App, Control center, Power control panel

Ⅰ. 서 론

최근 우리나라 조선소들은 선박 건조 물량이 늘어남에 따라 건조 작업 시 화재 및 가스 등의 재해가 발생하여 재산 손실 및 인명 피해가 급격히 증가하고 있다.

최근 5년간 선박 건조 시 재해 발생 통계 상황은 블록 작업의 경우, 용접 불꽃에 의한 2차 화재 및 도장면에 불꽃 전이가 된 변색사고, Burn damage 및 용접 작업에 의한 유독 가스 발생으로 질식사고, 작업장 전원라인으로 인한 대형사고, 작업자 부주의 등의 원인으로 재해사고가 발

생하고 있다[1].

따라서 본 재해방지 감시시스템은 인적 및 자연 재해 발생 시 작업자의 최우선 인지 및 대피를 위한 Audio & Visual 시스템을 구축하여 재해 발생을 사전에 차단 할 수 있도록 하였다. 그리고 ICT 기반 데이터 통신 기술을 적용하여 연기, 산소량, 불꽃, 영상 등의 시스템을 구성하여, 시스템 내 Cross로 감시 가능하도록 하여 365일 실시간 원격 시스템을 개발하였다.

II. 재해방지 감시시스템 적용 현황

현재 중소형 조선소는 소화기 등의 화재 진압용 장비를 구비한 인력 2명이 교대로 상주하며, 긴급 상황이 발생 시 인적 자원에 의해 감시하는 열악한 시스템으로 운용하고 있다.

대형 조선소는 다음과 같은 시스템을 구축하여 실제로 운영하고 있다.

A사의 경우, 이동형 감시 시스템으로 운용 관리자가 직접 이동하여 감시하는 체계로 장비 자체에 Alarm 기능과 Battery로 운용하고 있어 비상 시, 상시 감시가 힘들며 연기만 감지된다[2].

B사의 경우, RF 무선 보이스 통신 시스템으로 운용하며, 운용 관리자가 작업 현장에 직접 일정 인원의 패트롤에 의해 수시로 체크해야 하는 무전기 형태로 구성되어 있다. 안전 관리자가 위험 상황 발생 시 긴급통보 통신을 하여, 작업 구조물 내 작업자들이 실시간 음성통신을 하여, 관제소에서 작업자에게 긴급 호출 방송을 하며, 안전 감시자가 없는 이상 실시간 감시가 어렵다[3].

C사의 경우, RF 및 Wi-Fi 무선 통신 시스템으로 운영하며, 작업 현장에 이동 및 고정 가능한 형태의 센서를 설치하여 감시하는 체계로 구성되어 있다. 현장 작업자들이 재해 발생 시 현장에서 인지가 가능한 선 내외 경광등이 없으며, Battery로 운용하므로 전원이 방전되는 경우에는 사용 할 수가 없다[4].

III. 재해방지 감시시스템 개발

본 재해방지 감시시스템은 조선소 현장 도크 내의 작업장의 환경이 복잡하여, 무선통신을 적용한 RF 모듈 및 Wi-Fi 통신 기술을 적용하여 기관/밀폐구역, LNG/LPG 선박 화물창 내의 재해감시용 시스템을 개발하였다[5].

그림 1은 시스템 개념도를 나타낸 것이며, ICT 기반으로 한 연기 센서와 CCTV 감시 영상을 무선중계기(Wi-Fi & RF 무선통신)를 통해 관제소로 실시간 전송한다. 현장 관제소(control center)는 현장 작업 구역에서 용접작업으로 인한 화재 발생 시 SMS 문자 서비스 및 CCTV 영상의 현재 상황을 안전 관리자에게 Web 또는 App으로 전송하여 화재를 진압할 수 있도록 하였으며, 현장에서 경광등 및 사이렌과 같은 가시적 확인 및 신속한 대피가 가능하도록 하였다.

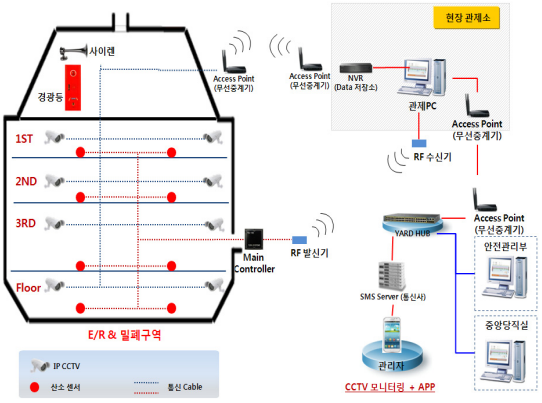


Fig. 1 Concept of disaster prevention monitoring.

상기 시스템은 크게 하드웨어부와 소프트웨어부로 나누며, 산소센서, 연기센서, Data 수집기, Power control panel 등의 하드웨어부와 PC Viewer, Server 데이터 처리용 프로그램, CCTV 영상 중계 Server 프로그램, Web server, 안드로이드 App 등의 소프트웨어부로 구성하였다.

하드웨어부의 상세 개발내용은 다음과 같다.

산소 센서는 SENKO사 SS1118 모델을 적용한 전기화학식 센서를 사용하였다. 검지범위는 0~100 %이고 출력신호는 6.0±1.0mV이며, 반응속도는 (T90) ≤ 5sec이다. 통신 방식은 RS-485 loop type이며, 출력 포트는 외부 Open drain 2 포트로 구성하였다. ID 설정 방식은 DIP S/W로 설정 하도록 하여 복수 센서를 설치 할 수 있도록 설계하였다.

산소센서 선정은 반응속도 보다도 정밀한 Data 측정을 우선 시 하였으며, 측정되는 산소량을 현장에서 FND를 통하여 확인 가능하도록 하였다.

연기센서는 Nemoto & Co사 NIS-02C 모델을 적용한 센서를 사용하였다. 감지 원리는 이온화식을 사용하였고 화재 시 긴급성을 고려하여 정밀도가 높으며, 반응속도가 빠른 센서로 선택하였다. 센서 통신은 RS-485 loop type이며, 출력 포트는 외부 Open drain 2 포트로 구성하였다. 전원 OFF 또는 비정상 작동 시 통신 케이블이 자동 절책되어 동작 시에는 통신 간섭이 가능하며 이상발생 혹은 전원차단 시 자동으로 자동 절책이 가능하도록 설계하였다.

ID 설정 방식은 DIP S/W로 설정하도록 하여 복수 센서를 설치 할 수 있도록 설계하였다. 센서부 MPU는 측정량 Data량과 제작가격을 고려하여 AVR로 구성하였다.

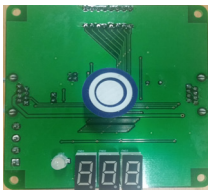
Data 수집기는 각 센서 Data를 수집하여 센서 동작 여부 및 상태를 출력하고, 센서 Data를 토대로 Power control panel에 접점 신호를 출력하여

전원을 단락시킨다. 복수 센서를 수신할 수 있도록 4개의 RS485 통신포트와 8개의 DRY Contact로 구성하였으며, TCP/IP를 지원할 수 있도록 예비 Port를 구성하였다. 통신 Data와 정보의 속도를 고려하여 Cortex-M4로 구성하였다. Display부는 Graphic LCD(단색), LED로 구성하였으며, ID 설정방식은DIP S/W로 설계하였다.

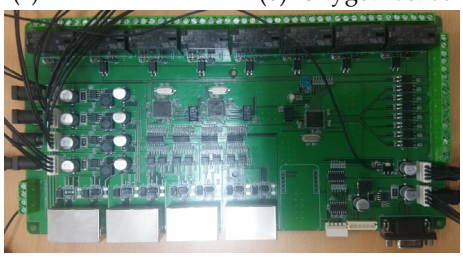
Power control panel은 용접 사고 시, 전원 차단하고 Data 수집기로부터 접점 신호 입력하여 전원을 단락시켜 Lamp를 점등하도록 릴레이와 마그네트로 설계하였다.

그림 2는 하드웨어부의 개발결과이며, (a)는 연기센서 시제품, (b)는 산소센서 시제품, (c)는 Data 수집기 시제품, (d)는 Power control panel 시제품을 각각 나타낸 것이다.

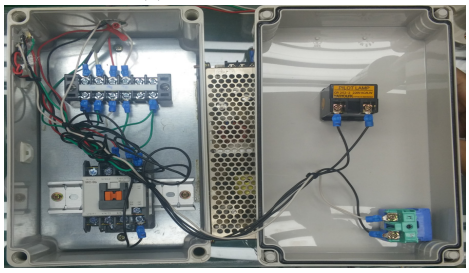
(a) Smoke sensor



(b) Oxygen sensor



(c) Data collector



(d) Power control panel

Fig. 2 Development result of equipments.

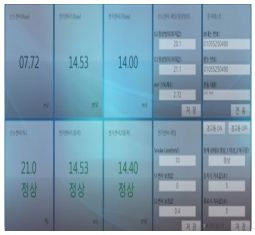
소프트웨어부의 상세 개발내용은 다음과 같다.

서버 데이터처리용 프로그램은 Winform C#으로 개발하여 ini 파일과 DB로 설정된 값으로 인한 관리자 로그인, 각종 환경 제어 기능을 가지고, 하드웨어와 시리얼 통신을 하여, 소켓으로 처리 후에 입력받은 데이터를 DB화 할 수 있도록 구성하였다. 알람 상황이 발생할 경우, SMS서비스 기능을 이용하여 구체적인 상황을 SMS로 발송하고, 경광등을 제어하여 위급상황을 표시하는 기능을 가지고 있으며, Data 수집기에서 서버로 시리얼 통신을 통해 입력된 데이터는 연기 및 산소 센서 AD 값으로, 연기센서는 AD값 범위에 따라 화재 유무를 판별하고 산소센서는 ppm 변환계수를 곱하여 최소 허용 산소량 보다 작으면 산소 부족 경보를 최대 허용 산소량 보다 많으면 산소 과잉 경보를 한다. 이때 짧은 기간 내에 화재 유무 반복을 막기 위해 화재 경보 지연시간을 처리하여 안전화되도록 한다. 산소 경보 역시 상황 변동에 따른 지연 시간을 설정할 수 있도록 설계하였다.

PC View 프로그램은 UI 화면 디자인이 뛰어난 WPF C#으로 개발하였으며, 외부에서 접속 IP로 관리자에게 요청하여 접근할 수 있도록 하였고, 실시간 현황, Search, CCTV 등 세 가지 화면으로 구성하였다.

실시간 현황은 연기센서와 산소센서의 AD값을 1초에 1회 받아서 설정된 값에 의해 화재 유무를 판단하고 전반적인 사항을 모니터링한다. Search는 이전에 측정되었던 결과값을 일자별로 조회하여 그래픽 차트로 확인 가능하며, CCTV 화면은 PC에서 화면을 확인 할 수 있고, 장치의 상하좌우 방향을 제어할 수 있는 기능을 가지도록 설계하였다.

(a) Web display



(b) App display

(c) CCTV image display

Fig. 3 Development result of Programs.

CCTV 중계 서버용 프로그램은 Winform C#으로 개발하여 IP 카메라 중계용 서버로 구성하고, 동영상을 저장하거나 스마트폰, 태블릿, PC 등 접속 외부장치에 CCTV 화면을 송출하는 기능으로 설계하였다.

Web은 서버에 HTML5, PHP로 제작하고 다양한 기기의 화면에 대응할 수 있도록 반응형으로 제작하여 실시간 현황, Search, CCTV 화면으로 구성되어 있고 알람 발생 시 브라우저로 표출되도록 설계하였다.

안드로이드 App은 실시간 현황, Search, CCTV 화면으로 구성되어 있고 알람 발생 시에 기기에 표시하는 기능으로 설계하였다.

그림 3은 소프트웨어부의 개발결과이며, (a)는 웹 개발 화면, (b)는 앱 개발 화면, (c)는 모바일 기기영상화면을 각각 나타낸 것이다.

Ⅳ. 결론

본 논문은 조선소 안전사고에 관련하여 기존 여러 조선소에서 구축 적용한 시스템 사례를 분석하여, 개선된 시스템을 개발하였다.

본 시스템은 화재 발생 시, 연기센서를 통하여 감지하여 경광등, 사이렌 알람 경보를 함으로 신속 대피 및 초기 대응이 가능하도록 하였으며, 또한 유독가스 유출 시에는 산소센서를 통하여 감지하여 경광등, 사이렌 알람 경보를 함으로 인명피해 및 재산 손실 예방할 수 있도록 하였다.

센서로부터 감지된 신호들은 RF 및 Wi-Fi 무선통신을 이용하여 현장 관제소 PC에 전송하여 서버를 거쳐 Web/App 서비스에 의해 안전관리자의 모바일 기기로 전송하도록 하였으며 24시간 현장 상주가 필요 없도록 하였다.

또한 본 시스템은 CCTV 영상 및 각종 센서 현황 정보를 실시간 모니터링 하여 야간 안전관리 당직자의 현장 배치가 불필요한 통합 모니터링 시스템에 적용되리라 사료된다.

참고문헌

[1] 홍성호, 박찬호, 박상태, 유송현, "선박화재예방을 위한 화재감지기술 연구", 한국마린엔지니어링학회 공동학술대회지, pp.241, 2009.
[2] Multi-Gas Area Monitor manual, OLDHAM Group, Applied to "H" Heavy Industries.
[3] 무선음성인식시스템 "핫톡" 사양, SNT, Applied to "SH" Heavy Industries.
[4] Proposed system in KT, "S" Heavy Industries.
[5] 이수현, 조형돈, "장거리 RF통신모듈을 활용한 산업용 관제시스템", 한국컴퓨터종합학술대회, pp.271~273, 2012.