

소형어선을 위한 VDR 시스템에 관한 연구

유남현*

A Study on VDR System for a Small Fishing Vessel

Nam-Hyun Yoo*

요 약

어선에 의한 해양사고의 가장 큰 문제점은 경계소홀로 충돌, 접촉, 좌초, 전복, 및 침몰 등의 사고가 발행한다. 또한 사고가 발생하더라도 목격자가 없거나, 있다고 하더라도 사고 당시의 상황으로 인한 혼란으로 정확한 증거로써 활용되기 어려워 대부분의 사고 원인이 밝혀지는데 어려움이 많다. 사고가 발생한 후에 정확한 사고 규명을 위해서는 운항 기록을 기록하는 VDR(Voyage Data Recorder) 시스템을 설치하여 하나 가격이 비싸고 어선에 적합하지 않아 잘 이용되지 않고 있다. 이에 본 논문에서는 어선에 적합한 운항 영상 보관을 위한 VDR 시스템을 설계 및 개발하였다. 이를 활용하는 경우, 어선에 의한 해양사고가 발생하더라도 신속하게 사고 규명이 가능하고, 사고 원인에 따른 적절한 조치를 취할 수 있기 때문에 해양사고 예방에도 많은 도움이 될 것으로 예상된다.

ABSTRACT

The big problem of accidents at sea is negligent watch, it causes collision, fender bender, stranding, rollover, and sinking of fishing vessel. Most accidents happens without an eyewitness, it is difficult to identify the cause of the accident. VDR(Voyage Data Recorder) is needed to identify a cause of the accident, the VDR is not usually used for fishing vessel because of high cost.

Thus, this paper designs and develops a VDR system for fishing vessel. If the system is used, cause of a sea accident can be quickly identified. Also, a VDR system can be used for appropriate measures to fix a cause of the accident. Finally, it also can be helpful to prevent maritime accidents.

키워드

VDR, Maritime accident, Shipping Vessel, Black Box
선박 운항 기록 장치, 해양 사고, 어선, 블랙박스

1. 서론

통계청이 발표한 2013년 자료에 의하면 해상에서 발생한 818건의 사고 중에서 어선에 의하여 발생한 사고가 536건으로써 약 65%에 이르고 있으며, 2009년에 발생한 것부터 누적 집계를 하더라도 76%에 달할

정도로 매우 심각한 상황이다. 최근에 들어와 해경의 지속적인 단속과 계도로 사고율이 감소되고 있으나, 여전히 높은 비율을 차지하고 있는 문제점을 가지고 있다[1]. 게다가 어선에 의한 해양사고의 가장 큰 문제점은 경계소홀로써 이로 인하여 충돌, 접촉, 좌초, 전복, 및 침몰 등의 사고가 발행한다. 또한 사고가 발

* 경남대학교 조선해양T공학과
• 접수일 : 2016. 10. 19
• 수정완료일 : 2016. 11. 13
• 게재확정일 : 2016. 11. 24

• Received : Oct. 19, 2016, Revised : Nov. 13, 2016, Accepted : Nov. 24, 2016
• Corresponding Author : Dong-Sun Hong
Dept. Naval Architecture, Ocean and IT Engineering, KyungNam University,
Email : hyun43@kyungnam.ac.kr

생하더라도 목격자가 없거나 있다고 하더라도 대부분의 경계 소홀로 발생하기 때문에 이에 대한 정확한 증거로써 활용되기 어려워 대부분의 사고 원인이 밝혀지는데 어려움이 많다. 사고가 발생한 후에 정확한 사고 규명을 위해서는 운항 기록을 기록하는 VDR (Voyage Data Recorder) 시스템을 설치하여 하나 가격이 비싸고 어선에 적합하지 않아 잘 이용되지 않고 있다.

이에 본 논문에서는 어선에 적합한 VDR 시스템을 설계 및 개발하였다. 2장의 관련연구에서는 VDR 시스템에 대해 알아보고, VDR 시스템이 필요한 이유에 대해서도 알아본다. 3장에서는 어선용 VDR 시스템을 설계 및 구현 한 내용을 기술할 것이다.

II. 관련연구

2.1 VDR

VDR은 IEC-61996에 의거하여 선박에서 발생하는 실시간 운항정보, 음성정보, 레이저 영상 정보 및 각종 경고자료 등을 실시간으로 별도의 저장 공간에 저장해야 한다[2-6].

해상운송의 저렴한 운임 비용과 최근 중국, 인도, 브라질과 같은 신흥 경제 개발대상국에서 필요한 원료들을 수송하고, 이를 활용하여 제조된 제품을 수출하기 위하여 화물량이 증가함에 따라 해상에 운항되는 선박의 대수 또한 크게 증가하고 있는 추세이다.

이와 같은 추세에 발맞추어 국제해사기구 (IMO)는 2003년 7월 1일 이전에 건조되어 국제항행업무에 종사하는 현존 화물선은 아래의 조건하에 SOLAS 개정판 V/20.2에 의거하여 VDR을 설치할 것을 규정하였다. 신조 선박은 2002년 7월 1일에 SOLAS의 관련 규정에 의거 국제 항행에 종사하는 총 톤수 3천톤급 이상의 모든 선박에 VDR탑재를 의무화하고 있으며, 기존선박은 2002년 7월 1일 이전에 건조된 선박은 2만 톤급 이상은 2006년 7월 1일부터 2009년 7월 1일까지 의무 설치해야 하며, 3천톤급 이상은 2007년 7월 1일부터 2010년 7월 1일까지 설치되어야 한다. 그림 1.은 대형 상선에서 사용되고 있는 VDR 제품 중의 하나이다.



그림 1. 선박용 VDR
Fig. 1 VDR for vessel

우리나라에서는 삼성중공업 등이 VDR 시스템을 개발하여 사용하고 있으나 대부분 대형선박에만 적용이 되고 있으며, 소형선박을 위한 제품도 선교 항해당직 경보 시스템 이외에는 상용화 된 제품이 거의 없다. 또한, [2]에서 설계 구현한 VDR의 경우에도 중대형 보트를 위한 VDR로써 소형선박인 어선에 적용하는 시스템은 거의 없는 실정이다.

2.2 해상 디지털 포렌식

해상에서 사고가 발생하는 경우에는 IMO나 각국의 선급에서 제정한 규정에 의하여 사고의 원인을 규명해야 한다. 우리나라에서는 해양안전심판원에서 이 역할을 수행하고 있다. 해양안전심판원에서 해양 사고를 규명하기 위해서 필요한 선박의 자료는 위성항법장치 (GPS), 선박자동식별장치 (AIS), 전자해도 (ECDIS) 등이 있으며, 육상 자료로는 선박모니터링시스템 (VMS), 선박자동식별시스템 (AIS), 해상교통관제서비스 (VTS), 해양안전종합정보시스템 (GICOMS) 등이 있다. 위에서 언급한 대부분의 자료는 3,000톤급 이상 이면서 국제 항행을 하는 선박들에만 해당하는 장비 및 시스템으로써 국내 해양 사고의 대부분을 차지하는 어선 사고의 경우에는 이와 같은 장비나 시스템을 활용하지 않기 때문에 사고 원인에 대한 규명에 오랜 시간이 필요로 하는 문제점을 내포하고 있다. 이를 위

하여 어선에 적합한 VDR 시스템의 개발이 필요한 실정이다[7].

III. 어선을 위한 VDR 시스템

본 논문에서 설계 및 구현한 VDR 시스템은 최근 자동차에서 많이 활용되고 있는 블랙박스 시스템과 비슷한 개념을 적용하였다. 어선에 설치되어 운용되기 때문에 엔진, VHF 통신 시스템과의 연결을 위한 인터페이스는 제공하고, 그에 대한 기능도 수행하지만, 주요 기능은 동영상을 포함한 어선의 운항 기록을 기록하여 사고 당시에 해상 사고 발생 원인을 손쉽게 규명할 수 있도록 하였다. 본 논문에서 설계 및 구현한 VDR 시스템의 주요 기능은 아래와 같다.

- ① 영상처리 시스템을 이용한 재난상황 저장 시스템
- ② 비상재난 발생시 재난 신호 발신장치 연동기술
- ③ GPS 위험 지구 해도(좌표) 정보를 연동한 위험 경로 경보 시스템
- ④ 선박침몰시 부력 기능을 통한 재난 위치 및 신호 알람 시스템
- ⑤ SHIP 센서 수집을 통한 센서 통합 관리 시스템
- ⑥ 저장 데이터 보존
- ⑦ GPS 연동 이동 정보 저장
- ⑧ 영상 및 음성 저장 시스템
- ⑨ 해상환경에 적합한 간편 HMI 시스템

그림 2.는 본 논문에서 설계 및 구현한 VDR 시스템의 기본적인 하드웨어 개요도로써 ARM 11 Core를 사용하는 S3C6410보드를 활용하였으며, 전자해도를 지원하여 선박의 위치를 실시간으로 확인할 수 있도록 하였으며, 사고 당시의 통신 정보를 기록하기 위하여 VHF연동 모듈을 제공하였으며, 사고 당시의 영상을 촬영하기 위한 CCD 카메라 시스템 4기를 설치하였다. 또한, 영상 데이터를 저장하고, 사고가 발생하였을 때 조난 신호를 발생하기 위한 조난 신호 발생 시스템을 부착하여 사고 발생 시 자동으로 조난 신호를 발생하도록 하였다.

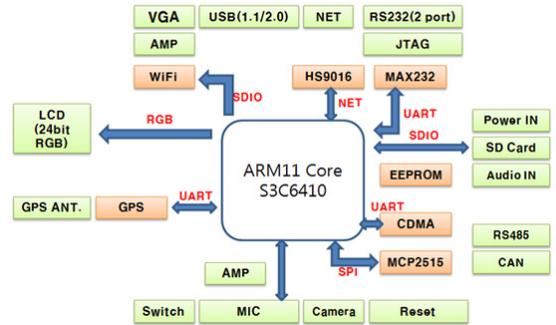


그림 2. VDR 시스템을 위한 하드웨어 개요도
Fig. 2 Overview of hardware system for VDR

3.1 영상정보저장 시스템

영상 파일을 읽고, 저장하기 위한 메모리 시스템은 해당 시스템의 주 사용자인 어민을 위하여 원가 부담을 줄이면서, 동시에 사고로 인하여 전원이 공급되지 않도록 마지막 순간까지 저장되어 있는 영상 및 음성 데이터를 보존하기 위하여 플래쉬 메모리를 활용하였다. 그러나 플래쉬 메모리는 SRAM, DRAM에 비하여 속도가 느리므로 영상 데이터를 실시간으로 저장하기에는 곤란하므로, 이를 해결하기 위하여 평상시 램에 원하는 시간에 맞는 저장 용량을 계속 FIFO 방식으로 저장을 하다가 사고가 감지되면 일정시간 이후까지 RAM에 저장한 후 플래쉬 메모리에 백업하는 형태로 구현하였다. Linux기반에 직접 작성한 카메라 디바이스 드라이버를 포팅하고, LCD에 출력하는 기능과 JPEG, AVI 포맷으로 저장하는 기능이 있으며, 저장하는 장소도 SD카드, 외장형메모리(USB), NAND 타입의 플래쉬 메모리에 각각 저장이 가능하도록 한다. 영상 정보는 실시간으로 JPEG 압축과정을 계속하며 정보를 계속 읽어오다가, 자이로 센서를 통하여 수집되는 정보를 분석하여 어선이 충돌되는 상황이라고 판단되면, 데이터 수집 단계에 들어간다. 위치에 대한 GPS 정보를 읽어오며, JPEG 압축 과정에서 충격이 감지되기 전 8장의 JPEG 이미지와 충격이 감지되고 난 후의 8장의 이미지를 수집하여 FAT16 형식의 파일 형식으로 가공되며 SD Card에 영상은 JPEG 파일로 GPS 및 기타 정보는 텍스트 파일 형태로 저장하도록 하였다. 그림 3은 어선에 설치된 CCD 카메라를 나타내고 그림 4.는 설치된 카메라에서 실시간으로 촬영하여 저장한 화면이다.



그림 3. 설치된 CCD 카메라
Fig. 3 Installed CCD cameras



그림 4. 어선에 설치된 카메라로부터 획득된 화면
Fig. 4. Screen shots from CCD cameras on the fishing vessel

선박의 충돌이나 기울어지는 상황을 감지하기 위해서 Freescale사의 MMA 72600 3축 센서를 필터와 함께 사용하였다. 표 1.은 본 논문에서 사용한 3축 센서의 사양이다.

표 1. 자이로 센서 사양
Table 1. Specification of a gyro sensor

Item	Contents
Selectable Sensitivity	1.5g/2g/4g/6g
Current Consumption	500uA
Sleep Mode	3uA
Voltage Operation	2.2V / 3.6V
High Sensitivity	800mV@1.5g
Filter	Integral Signal Conditioning with Low Pass Filter

그림 5.는 위의 자이로 센서를 실험하여 설정한 선박 자세에 따른 센서로부터 획득된 임계치 정보를 도식화 한 것이다. 이 시스템의 경우, 해양 환경의 다양성으로 인하여 오류 발생율이 높아 좀 더 개선을 해야 할 필요가 있다.

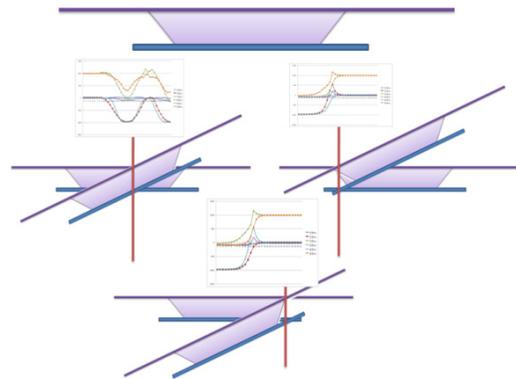


그림 5. 센서로부터 획득된 임계치 정보
Fig. 5 Critical information from sensors

3.2. 위성 조난신호 발생기 (Emergency Position Indicating Radio Beacon)

어선이 좌초, 전복, 침몰하게 되면, 육상과 다르게 해상 한 가운데서 사고가 발생하기 때문에 사고신호를 빠르게 전파할 수 있어야 한다. 그러나 대부분 선박에서 사고가 발생할 시기에는 선원들이 상황 대처에 급급한 나머지 대부분 사고신호를 전파하지 못하

는 문제점을 가지고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 IMO에서는 EPIRB(Emergency Position Indicating Radio Beacon) 장비를 의무적으로 설치하게 하였으며, 어선에서도 일정 규모 이상의 선박에는 대부분 설치하여 운용하고 있다. 본 논문에서는 개발한 VDR 시스템의 기본 목적이 사고 당시의 상황을 기록하기 위한 시스템이지만 사고가 발생하게 되면 당연히 사고신호를 전파해야하기 때문에 이 시스템을 통합하여 구현하여 사고 발생시 상황을 바로 저장하면서, 동시에 바로 사고 신호를 송신할 수 있도록 하여 어민의 안정성을 향상시키도록 하였다. 본 논문에서 구현한 EPIRB 시스템의 세부 기능은 아래와 같다.

바로 알릴 수 있도록 하였다. 조난신호 발신기의 메시지 구조는 400bps의 전송속도로 전송되며 144비트의 전송데이터를 전송한다. 첫 비트부터 15번째 비트까지는 전송 값 1로 전송되며 비트동기를 위한 것이고, 비트 16부터 24비트까지는 포맷동기위드로 전송 값이 '00101111로 전송된다. 25에서 85번째까지 61개 비트는 국가부호를 포함하는 해상 식별디지털과 위치 데이터를 포함하는 고유코드로 구성되어 있다. 86에서 106번째까지 21개의 비트는 BCH에 의하여 생성된 에러검출 코드이다. 107에서 112번째까지는 비보호 데이터 필드로 구성되어 있다. 상기와 같은 데이터는 COSPAS-SARSAT의 규정에 따라 개발하였다. 그림 6은 본 논문에서 구현한 EPIRB시스템이다.



그림 6. VDR시스템과 연계된 EPIRB시스템
Fig. 6 EPIRB connected to a VDR system

어선이 좌초, 전복 및 침몰된다고 판단이 되는 경우에는 조난신호를 발생하는 무선 송신 시스템은 406MHz의 주파수를 사용하여 위성 EPIRB 기능을 수행하도록 하였다. 영상 데이터 저장장치에 장착된 GPS 데이터를 받아서 무선 비콘 신호에 위치 값을 포함하여 전송할 수 있도록 하여, 어선의 사고 위치를

바로 알릴 수 있도록 하였다. 조난신호 발신기의 메시지 구조는 400bps의 전송속도로 전송되며 144비트의 전송데이터를 전송한다. 첫 비트부터 15번째 비트까지는 전송 값 1로 전송되며 비트동기를 위한 것이고, 비트 16부터 24비트까지는 포맷동기위드로 전송 값이 '00101111로 전송된다. 25에서 85번째까지 61개 비트는 국가부호를 포함하는 해상 식별디지털과 위치 데이터를 포함하는 고유코드로 구성되어 있다. 86에서 106번째까지 21개의 비트는 BCH에 의하여 생성된 에러검출 코드이다. 107에서 112번째까지는 비보호 데이터 필드로 구성되어 있다. 상기와 같은 데이터는 COSPAS-SARSAT의 규정에 따라 개발하였다. 그림 6은 본 논문에서 구현한 EPIRB시스템이다.

IV. 결 론

해경에서는 어민들에게 지속적인 교육과 계도를 통하여 사고를 예방하기 위한 교육을 실시하고 있으나 어민들의 해상 사고에 대한 인식의 전환이 이루어지지 않는 한 사고가 줄어들기는 어려운 실정이다. 또한 이를 보완할 법률 및 제도적인 보완이 지속적으로 요구되고 있는 상황이다. 거기다가 어선에 의한 해상 사고가 발생하더라도 어떤 원인에 의한 사고가 발생하였는지에 대한 정확한 파악을 위해서는 사고 당시의 어민의 증언, VTS, 기상 정보 등을 통합하여 유추함으로써 사고 원인을 밝히는데 많은 노력과 인력이 요구되고 있다. 본 논문에서 개발한 시스템을 사용하는 경우에는 사고 당시의 상황 정보가 저장되어 있기 때문에 사고 원인에 대한 빠른 파악이 가능하며, 또한 사고 발생과 동시에 조난 신호를 발신할 수 있기 때문에 해상 사고로부터 인명 피해를 최소화 시킬 수 있는 장점을 가질 수 있다. 향후, 해양수산부에서 추진하고 있는 한국형 e-Navigation 구축 사업과 연계할 수 있는 방안을 추진하여 AIS, VMS, GICOMS등과 같은 다른 장비들과 유기적으로 연동할 수 있는 시스템의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

References

- [1] The National Statistical Office of Korea, *Maritime Accidents Statistics*, Daejeon Korea, 2014.
- [2] B. Min, C. Mo, C. Kim, and J. Park, "Design and Implementation of VDR System for Small and Medium-sized Power Boat," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 3, 2015, pp. 341-347.
- [3] I. Hwang, K. Lee, and Y. Han, "New Scheme for Intelligent Voyage Data Recorder Analysis System and Development of Visualization Module of the VDR," *J. of Ocean Engineering and Technology*, vol. 22, no. 3, 2008, pp. 126-131.
- [4] C. Jung, J. Kang, and M. Jin, "The Development of Ethernet based Radar and ECDIS Image Processing for Voyage Data Recorder," *In Proc. Intl. Conf. on Control, Automation, and Systems (ICAAS)*, Goyang-si, Korea, 2014, pp. 963-966.
- [5] I. Morsi, M. Zaghloul, and N. Essam, "Future Voyage Data Recorder Based on Multi-Sensors and Human Machine Interface for Marine Accident," *In Proc. Intl. Conf. on Control, Automation, and Systems (ICAAS)*, Goyang-si, Korea, 2010, pp. 1635-1638.
- [6] B. Lee, S. Lee, S. Park, and J. Choi, "Crash Survival Analysis and Tests for the Capsule of Voyage Data Recorder," *J. of the Korea Society of Marine Engineering*, vol. 35, no. 1, 2011, pp. 32-39.
- [7] G. Lee, "A Study on Maritime Digital Forensic with Necessity," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 3, no. 4, 2008, pp. 215-220.

저자 소개



유남현(Nam-Hyun Yoo)

1999년 순천대학교 컴퓨터과학과 졸업(이학사)

2001년 순천대학교 대학원 컴퓨터 과학과 졸업(이학석사)

2007년 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(이학 박사)

2008년~2010년 오클라호마대학교 방문교수

2010년~2011년 (주)엘시스 신기술개발팀장

2011년~2013년 경남대학교 KOSTEC 책임연구원

2013년~현재 경남대학교 조선해양IT공학과 조교수

※ 관심분야 : 인공지능, 해양로봇, 협업지능, 상황인식, 자동제어