
산업용 이더넷 기반의 선박용 제어망의 구조 설계 및 성능 분석

권 기 협*, 김 준 우*, 김 동 성*, 김 태 민**

*금오공과대학교

Design and Performance Analysis of Control Network on the Intelligent Large-scaled Ship using Industrial Ethernet

Ki-hyup Kwon*, Joon-woo Kim*, Dong-sung Kim*, Tae-min Kim**

*Kumoh National Institute of Technology

E-mail : dskim@kumoh.ac.kr

본 논문은 2009년도 경상북도, 중소기업청에서 지원하는 금오공과대학교 산학협력실 지원사업과제의 결과임

요 약

본 논문에서는 지능형 대형 선박을 위한 산업용 이더넷 기반의 선박용 제어 네트워크를 설계하고 이를 위한 메시지 시방 등을 분석했다. 대형 선박 환경을 고려해 실시간, 비실시간 데이터를 분류하고 이를 기반으로 이더넷 기반의 선박용 제어망의 구조를 설계하였다. 대형 선박의 제어망은 기기나 센서들은 연결하는 네트워크가 신뢰성과 실시간성을 가져야 한다. 이를 위해 선박 내 제어 기기들의 신뢰성과 실시간성을 만족하는 제어망의 구조 설계 및 성능분석을 하였다.

Abstract

This paper discusses a design and performance analysis of control network on large-scaled ship. Ship control network can be composed many actuator, sensors and controllers considering reliability and real-time performance. SMS(Ship Message Specification) is based on real time Ethernet is proposed for ship control networks. Considering ship environment, the proposed scheme is investigated through computer simulation.

키워드

Intelligent ship system, Network protocol, Performance analysis, Control network

1. 서론

지능형 대형 선박 시스템을 효과적으로 구축, 운용하기 위해서는 선박 내의 센서/구동기 및 제어 기기간의 통신망 구축이 중요하다. 선박 시스템의 구성 요소인 기기 또는 네트워크는 서로 호환성과 상호 운용성 등을 유지하며 확장성이 풍부해야 한다. 그리고 선박의 안전한 운항을 위해서 선박 내의 각 기기나 센서들을 연결하는 제어망이 신뢰성 및 실시간성을 가져야 한다.

본 논문에서는 선박 제어 네트워크 표준이었던 MiTS(Marine Information Technology Standard)[1]의 특성을 분석하였다. MiTS는 기능이 복잡하고 많은 프로세싱을 요구하므로 네트워크의 실시간성이 떨어지게 된다. 기존의 선박 제어 네트워크 관련 연구들은 MiTS와 같이 OSI7계층을 모두 사용한 프로토콜을 기반으로 이루어지고

있다[2][3]. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 산업용 이더넷 실시간 이더넷[4][5]과 RTP(Real-time Transport Protocol)[6][7][8]를 적용하여 선박 응용 메시지 스펙(SMS : Ship Message Specification)을 설계하고 간소화된 프로토콜 구조를 사용하여 네트워크의 신뢰성과 실시간성을 만족시켰다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 선박 제어 네트워크의 분석과 설계, 3장은 설계된 선박 제어 네트워크의 성능 평가, 마지막으로 4장에서 결론을 내린다.

2. 선박 제어 네트워크의 분석과 설계

2.1 선박 제어 네트워크의 요구사항 및 문제점

선박 제어 네트워크는 선박 내의 각종 시스템 및 장비 등의 모든 데이터들이 상호 운용될 수

이도록 하는 선박 표준 또는 국제 표준의 표준화된 통신 프로토콜과 데이터 관리 및 변환을 지원할 수 있어야 한다. 또한 표준화 구조의 데이터베이스를 구성함으로써 전체 제어망을 구성할 수 있다.

기존의 선박 제어 네트워크에 관련된 연구들은 선박의 부분별로 구분하여 필드기기 네트워크, 제어 네트워크, 관제 네트워크, 선박-육상 네트워크로 나누어 각각에 대한 연구를 진행하였다. 이로 인해 네트워크의 접속시 각각 다른 통신방식을 사용하므로 다량의 게이트웨이 모듈이 필요하게 되어 프로토콜 간에 변환시간 소모가 많게 된다.

본 논문에서는 이중화가 적용된 산업용 이더넷을 이용하여 필드기기 네트워크와 제어 네트워크를 통합하여 선박 내의 기기간에 정보 교환시에 실시간성을 향상시켰다.

2.2 선박 제어 네트워크의 설계

본 논문에서 제안한 선박 제어 네트워크는 응용층에서 RTP 듀얼모드의 전송 기법을 사용한 선박 메시지 스펙과 신뢰성을 갖춘 간소화된 프로토콜 구조를 이용하여 설계한다.

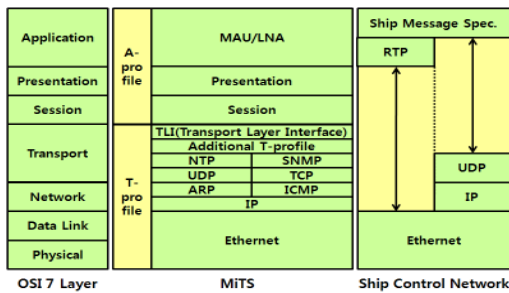


그림 1. MiTS와 제안된 프로토콜의 구조 비교

그림 1은 기존의 선박 제어 네트워크의 프로토콜 구조와 본 논문에서 제안한 프로토콜 구조를 비교한 것이다. 그림 1과 같이 MiTS는 네트워크에 많은 프로토콜을 사용하므로 기기간에 정보 교환시에 실시간성이 떨어지게 된다. 이를 해결하기 위해 RTP를 응용한 선박 메시지 스펙과 간소화된 프로토콜 구조를 사용하여 네트워크의 실시간성을 향상시킨다.

본 논문에서 제안한 패킷 구조는 그림 2와 같다. RTP는 멀티캐스트 또는 유니캐스트 네트워크 환경에서 실시간 데이터를 전송하는데 적합한 프로토콜이다. 페이로드 형식에 따라 음성이나 화상 데이터를 주로 전송하나 부가적인 기능이 필요할 시 프로파일에서 고정 헤더의 SSRC 필드 이후에 추가로 헤더를 정의하면 된다[9].

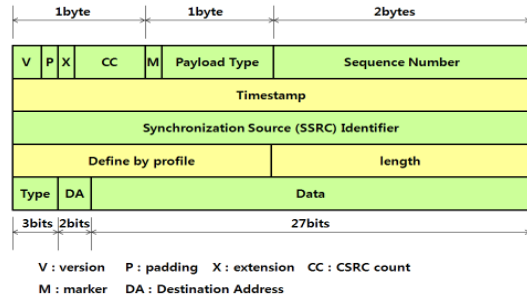


그림 2. 적용된 RTP의 패킷 구조

그림 2는 본 논문에서 제안한 RTP의 패킷 구조로 목적지 주소와 데이터 타입을 포함한다. 전달할 수 있는 데이터의 길이는 27bits로 한정하였다.

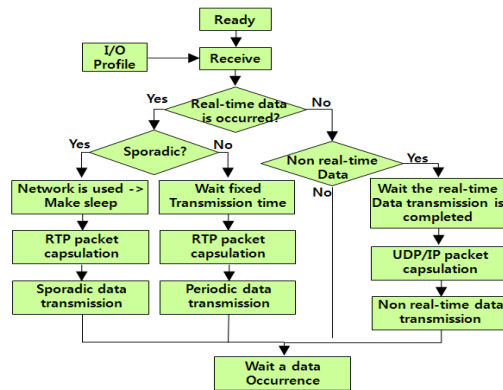
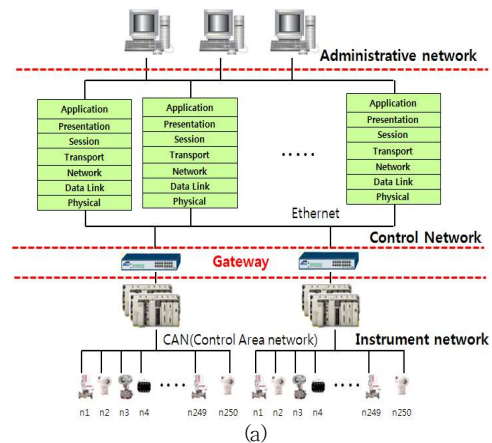


그림 3. 적용된 RTP의 패킷 전송기법

3. 선박 제어네트워크 구조

본 논문에서 제안한 선박 네트워크는 기존의 선박 네트워크의 복잡성을 줄이기 위해 필드 기기 네트워크를 선박 제어 네트워크에서 관리하도록 한다.



(a)

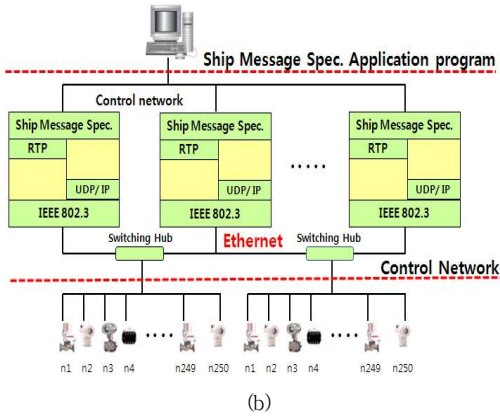


그림 4. 선박용 제어 네트워크 구조 :
 (a) 기존의 선박용 제어 네트워크 구조
 (b) 제안된 선박용 제어 네트워크의 구조

그림 4. (a)는 기존의 선박 네트워크로 필드 기기 네트워크와 제어 네트워크가 상이한 통신 방식을 사용하므로 두 네트워크 사이에 다수의 게이트웨이가 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 그림 4. (b)와 같이 필드 기기 네트워크와 제어 네트워크의 통신 방식을 통일하여 설계하여 기기간에 정보 교환의 실시간성을 향상 시켰다.

표 1. 모의실험 환경

네트워크 구조	버스 & 트리형		
면적(m)	300*30		
전송 속도	100Mbps(100BASE-T)		
전체 노드수	7000개(1 & 250개)		
트래픽 생성	실시간		비실시간
	주기	비주기	
노드 비율(%)	90	5	5

표 1은 선박 네트워크 모의실험 환경이다. 일반 메시지의 비율은 마스터 하나당 225개로 하며, 긴급 메시지의 경우는 모의실험에서 데이터 전송 주기마다 발생하는 것으로 가정하여 한 주기에 25개를 발생시킨다.

4. 결론

본 논문에서는 지능형 대형 선박 시스템을 위한 이더넷 기반의 선박 제어 네트워크의 설계를 제안하였다. 이를 위하여 선박용 제어 네트워크 프로토콜 중 하나인 MiTS의 장단점을 분석하고 이중화가 적용된 RTP를 이용하여 선박 메시지 스펙을 사용하여 선박 제어 네트워크를 설계하였다.

제안된 기법은 선박 제어 네트워크의 기능들을 지원한다. RTP를 이용한 선박 메시지 스펙의

사용으로 제어 네트워크의 정보교환 시에 실시간성을 향상시키고 기존의 선박 제어 네트워크 프로토콜보다 복잡성을 줄였다. 제안된 기법의 효율성을 증명하기 위해 선박 제어 네트워크를 설계하여 성능평가를 하였다.

향후 연구로는 제안된 선박 제어 네트워크의 신뢰성 향상을 위해 이중화 기법적용을 고려해 볼 수 있다.

참고문헌

- [1] IEC 61162-401 : Maritime navigation and radio-communication equipment and systems - Digital interfaces - part 401 : Multiple talker and multiple listeners - Ship systems interconnection - Application profile, 11. 20 01.
- [2] IEC 61162-410 : Maritime navigation and radio-communication equipment and systems - Digital interfaces - part 410 : Multiple talker and multiple listeners - Transport profile requirements and basic transport profile, 2001.11
- [3] 유영호, "차세대 IT 선박 기술분석과 전망", 대한전자공학회, 제 35권, 제 2호, 2008. 2
- [4] C.F Chaung and H.P Chou, "Investigation of Data Communication Systems in Lungmen Nuclear Power Plant Project" IEEE Transactions on nuclear science, vol. 53, no. 3, June 2006.
- [5] Markus Schumacher, Karl Weber, "A Proposal for a Generic Real-Time Ethernet System", IEEE Transactions on industrial informatics, vol 2, no. pp. 75-85, May 2009.
- [6] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, " RTP:A Transport Protocol for Real-Time Application", RFC 3550, July. 2003
- [7] H. Schulzrinne, S. Casner, "RTP Profile for Audio and Video Conferencing with Minimal Control", RFC 3551, July. 2003
- [8] 최현아, 송복섭, 김정호, "실시간 트래픽 전송을 위한 RTP/RTCP의 흐름제어 기법 연구", 한국콘텐츠학회논문지, pp. 57-64, Aug. 2008
- [9] 홍성훈, 최성영, 배명진, " RTP 확장 헤더 데이터를 이용한 연속적인 프레임 손실에서의 G.729 PLC 성능개선", 한국통신학회논문지, pp. 317-324, Oct. 2009.