

선박 임베디드 장비 모니터링 도구 설계¹

엄익정*, 박윤용**, 윤남식***
*선문대학교 대학원 컴퓨터공학과
**선문대학교 컴퓨터공학과
***선문대학교 대학원 컴퓨터정보학과
e-mail : { weezle7, yypark, windsong }@sunmoon.ac.kr

The Design of Embedded Vessel Monitoring Toolkit

Ik-Jung Um*, Yoon-young Park**, Nam-Sik, Yun ***
*Dept. of Computer Engineering, Graduate School SunMoon University
**Dept. of Computer Engineering, SunMoon University
***Dept. of Computer Science, Graduate School SunMoon University

요 약

현대 사회에서 임베디드 시스템은 휴대 가능한 작은 기기에서부터 로봇 및 공정 제어분야에까지 다양한 분야에 적용되어 있으며, 선박 야외 작업장이나 선박 내에서도 임베디드 시스템이 사용되고 있다. 선박 내 네트워크로 연결되어 있는 장비 및 임베디드 시스템들은 다양한 형태의 데이터를 발생시켜 다른 기기와의 정보를 상호 교환함으로써 원활한 운영을 할 수 있게 한다. 본 논문에서는 선박 내 임베디드 시스템에 임베디드 리눅스 커널 기반 추적 도구인 ETT^{plus}를 접합시켜 각 장치에 대한 분석 및 모니터링과 임베디드 시스템 간의 통신에서 발생하는 각종 네트워크 관련 정보들을 분석할 수 있는 기능을 추가하여 설계하였다.

1. 서론

임베디드 시스템은 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어가 조합되어 특정 기능만을 수행하기 위해 제작된 시스템을 말한다. 이러한 임베디드 시스템에 적용되는 장비에는 휴대 가능한 작은 기기부터 로봇제어, 공정 제어 등과 같은 제어분야기기, 실생활에서 자주 쓰이는 정보가전기, 라우터나 홈 서버 등과 같은 네트워크기기 등이 포함된다. 또한, 선박 내에서도 네트워크로 연결된 수많은 장치들과 임베디드 시스템들이 탑재되어 있어, 이들에게서 다양한 형태의 데이터들이 생산됨과 동시에 네트워크 통신에 의한 데이터 및 신호가 전송되어 선박 내 장비들을 컨트롤한다.

선박 내에서의 데이터 교환을 위한 네트워크는 그 용도에 따라 크게 세 개의 계층으로 구분 된다. 기본적인 데이터 간의 통신을 위한 NMEA 2000(IEC 61162-3), 시스템들 간의 데이터 및 정보교환을 위한 MiTS(IEC 61162-4), 관리 및 사무 처리를 위한 네트워크가 있다. 장치와 시스템은 다양한 형태의 데이터와 정보를 생성하고 상호교환을 하며 선박 내 네트워크를 이룬다. 데이터 간의 원만한 통신이 이루어 진다면 선박 운행에는 영향을 끼치지 않지만 장비로부터 사소한 오류 데이터가 발생하게 된다면 각 장비와 시스템의 상호교환에 있어 치명적인 문제가 발생하게

된다. 이렇듯 데이터와 시스템 간의 통신 장애로 인해 데이터들 간의 통신이 제대로 이루어지지 않을 시, 장치 나 임베디드 시스템에서 발생한 사소한 통신 오류 일지라도 선박 내 장치 및 연관되어 있는 다른 임베디드 시스템에는 큰 영향을 끼치게 된다.

본 논문에서는 기존에 임베디드 리눅스 커널 기반 추적 도구인 ETT^{plus}(Embedded kernel Trace Toolkit) 시스템을 이용하여 선박 내에 탑재되어 있는 임베디드 시스템에 대하여 각 장치에서 발생한 이벤트들에 대한 모니터링 및 성능 분석하고, 네트워크를 통해 데이터를 상호 교환하는 장비들과 임베디드 시스템간에 발생하는 데이터들에 대한 네트워크 트레이스 분석을 통하여 각 장비에서 발생하는 데이터를 모니터링을 추가한 선박용 임베디드 장비 모니터링 도구인 네트워크 분석기(Network Analyzer)에 대한 설계를 제안한다.

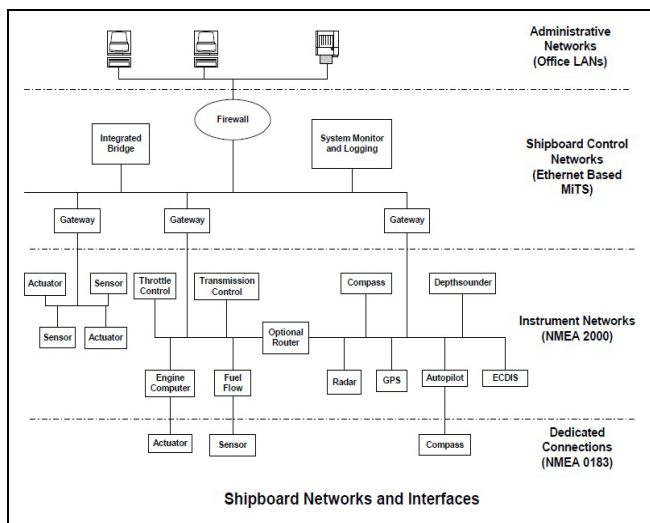
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 선박 내에서 탑재되어있는 장비들과 임베디드 간의 네트워크와 인터페이스에 대하여 분석하고, 3 장에서는 선박 내 임베디드 시스템에 임베디드 시스템 모니터링 도구인 ETT^{plus}를 임베디드 시스템에 접합을 제안하고, 각 장치에서 발생한 이벤트 및 네트워크 트레이스를 모니터링 할 수 있는 네트워크 분석기(Network

¹ "본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (NIPA-2010-C1090-1031-0004)

Analyzer) 대한 설계에 대하여 설명한다. 4 장에는 선박 임베디드 장비 모니터링 도구 설계에 대한 결론에 대하여 기술한다.

2. 선박 내 네트워크

선박 내에 탑재되어 있는 많은 장비들과 임베디드 시스템들은 네트워크로 연결되어 있다. 이 각종 장비들과 임베디드 시스템들은 각기 다른 형태의 데이터 정보를 생성하며, 생성된 데이터 정보를 토대로 상호 교환하기 때문에 원활한 선박 내 통신이 가능하게 한다.



(그림 1) Shipboard Networks and Interfaces

선박 내 네트워크는 일반적으로 그림 1 과 같은 3 개의 계층구조를 갖는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다. (그림 1)인 Shipboard Networks and Interfaces 에서 최상층 부에 위치한 Administrative Networks 층은 선박을 운행할 시, 선박 내부의 관리 업무를 위한 통신과 선박과 육상 사이, 선박과 선박 사이의 정보 교환을 담당한다. 최상부 층 다음에 위치한 Shipboard Control Network 층은 Integrated Bridge, Engine Control 과 Monitor 등과 같은 선박 내에 탑재된 주요 장치들 사이를 연결하는 동시에 상위 층의 Administrative Networks 층과 하위 층인 Instrument Networks 층을 연결하는 middleware 기능을 가진다. Middleware 는 Gateway 로부터 변환된 데이터를 저장하여 통합 관리하고, 사용자 및 다른 시스템에 다양한 정보와 서비스를 제공하기 위한 응용 시스템으로 사용한다. 또한, 응용 시스템, Middleware server, Gateway 간의 정보 교환을 담당함으로써 NMEA 2000 네트워크에서 발생하는 각종 데이터를 수집하여 MiTS 프로토콜로 변환한다. 최하층부의 Instrument Networks 층에서는 각 센서들과 액츄에이터들 사이의 명령 및 데이터 정보 교환하기 위한 것으로, 이 계층의 네트워크에서 교환되는 데이터 정보들은 실시간으로 처리가 필요한 것들이 대부분이며 NMEA 2000 이 통신을 담당한다.

이 네트워크는 (그림 1)에서 보이는 것과 같이 네트

워크에 연결된 각종 컨트롤러들의 물리적인 직접 연결도 포함한다. 선박 내 네트워크 계층에서 하위 계층인 Instrument Networks 에 이용되는 통신 방식은 과거의 RS-422 와 RS-485 등의 직렬통신 방식에서 NMEA0183 으로 발전하였으나 여전히 single-talker / multiple-listener 의 범주에서 벗어나지 못하였을 뿐만 아니라, 확장성 등의 측면에 대한 제약이 있어 새로운 개념의 통신 규격이 필요하게 되었다. 이에 따라 NMEA(National Marine Electronics Association)에서는 선박 내에서 적절한 통신 속도를 보장하는 것과 동시에 저렴한 multiple-talker / multiple-listener 형식의 인스트루먼트 레벨 네트워크 규격인 NMEA2000 을 제정하게 되었으며, IEC 에서는 이것을 IEC 61162-3 으로 채택하였다. 이전의 single-talker/multiple-listener 의 통신 환경에서는 여러 기기들의 정보를 한군데 모아서 처리하기에는 많은 제약이 있어서 각 장치를 별도로 모니터나 사용자 인터페이스를 제공해야만 했다. 그러나 NMEA 2000 과 같은 Multiple-talker / multiple-listener 통신 환경에서는 여러 가지 다양한 종류의 기기가 제공하는 정보를 한군데 모아 하나의 모니터 상에서 결합하여 제공할 수 있다. 중위 층에 있는 Gateway 는 임베디드 시스템으로 구성되어있으며, 기본적으로 NMEA 2000 네트워크와의 연동을 위한 2 개의 CAN-Bus 모듈과 MiTS 네트워크와의 연동을 위한 2 개의 Ethernet 모듈로 구성된다. 또한 운영체제로는 MS Embedded XP 를 사용하고 있다.[2][3][4]

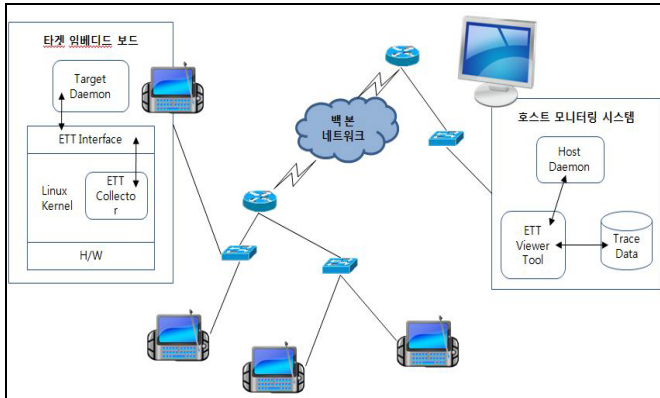
선박 내 각종 센서들과 액츄에이터들을 비롯하여 모든 장비들은 임베디드 시스템과 네트워크로 연결되어 있어, 각 장비들로부터 생산된 데이터에 대한 정보를 상호 교환 할 수 있어서 선박이 원활하고 안전하게 운행할 수 있다. 장비로부터 다양한 데이터들이 생산되고, 서로 연결된 장비 및 임베디드 시스템으로 정보 교환 및 서비스 제공하는 과정에서 각기 다른 수 많은 데이터들이 정상적인 통신을 할 시에는 문제가 발생하지 않지만, 데이터 생산 및 교류과정 시 잘못된 정보를 교환하거나 다른 서비스를 제공할 경우 크게는 선박 운항에도 영향을 미치게 된다. 그리하여 본 논문에서는 각 장치와 임베디드 시스템에서 발생한 데이터 분석과 오류 데이터에 대한 모니터링 할 수 있는 Network Analyzer 를 설계한다.

3. 임베디드 시스템 모니터링 도구

임베디드 시스템은 기존 컴퓨터 시스템에 비해 제한된 성능을 가지기 때문에 최적화해야 하며, 그에 따라 디버깅 및 시스템 모니터링 환경의 중요성이 커진다.

리눅스 시스템에서는 LTT(Linux Trace Toolkit), LTTng(LTT Next Generation) 등의 커널 추적 기반의 모니터링이 가능하였다. 이 추적 도구는 커널 패치를 통해 시스템의 주요 이벤트를 추적하여 샘플링 된 추적 데이터를 분석하고 보여준다. 그러나 기존의 커널 추적 도구는 커널 버전과 패치에 따른 복잡성 문제와

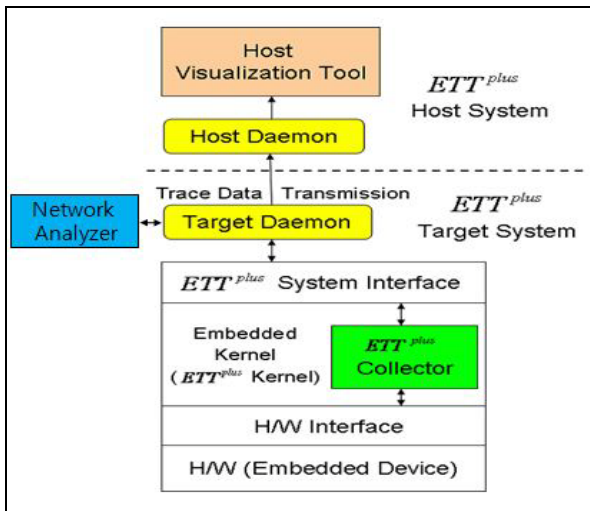
호환성 문제를 가지고 있으며, 임베디드 커널 모니터링을 지원하지 못한다.



(그림 2) ETTplus 모니터링 구조

ETTplus (Embedded kernel Trace Toolkit) 시스템은 임베디드 시스템 모니터링 및 성능 분석을 위해 고안된 임베디드 리눅스 커널 기반 추적 도구이다. ETTplus 시스템은 (그림 2)와 같이 임베디드 시스템 모니터링을 위해 타겟과 호스트 시스템으로 구성된다. 타겟 시스템은 Collector 모듈이 포함된 임베디드 리눅스 커널이 탑재되어 있다. Collector 는 커널 내부에서 발생하는 시스템 이벤트 정보를 수집하여 샘플링 데이터를 생성하고, 타겟 데몬과 호스트 데몬 간의 네트워크 통신을 통해 수집 정보를 전송한다. 추적 시스템으로 인한 시스템 부하를 최소화하기 위해 타겟 시스템에서 수집된 데이터는 메모리에 저장되며, 호스트 시스템에서는 java 기반 시각화 도구를 이용해 분석정보를 제공한다.[1] ETTplus 의 특징은 다음과 같고 (그림 3)은 ETTplus 시스템 구조를 보여준다.

- 네트워크 통신 기반 타겟/호스트 모니터링 시스템 구조
- 타겟 시스템 원격 제어
- 커널 레벨 이벤트 샘플링
- 시스템 콜/인터럽트/프로세스 추적 기능
- 시각화 분석 도구



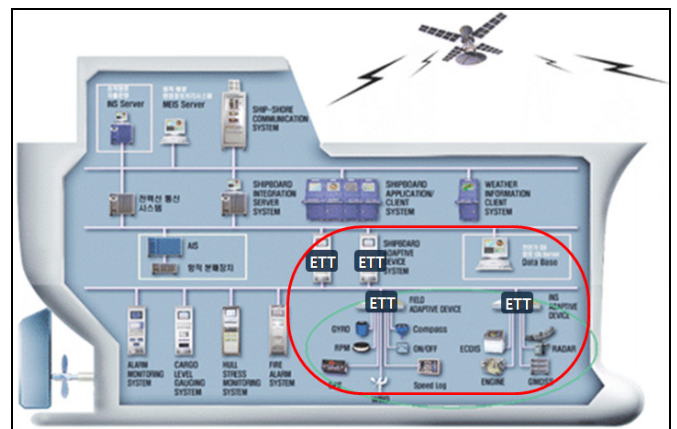
(그림 3) ETTplus 시스템 구조

선박 내 탑재되어 있는 많은 임베디드 시스템에 ETTplus 를 접합하여 각 임베디드 시스템의 성능 분석 및 상태 정보를 모니터링을 한다. 추가적으로 기존에 개발된 ETTplus 에 각 임베디드 시스템에서 생산된 데이터가 다른 장치로 이동 시 특정 패킷에 대한 분석 및 필터링 등 사용자가 원하는 정보를 모니터링 할 수 있는 네트워크 트래이스 부분을 추가로 설계했다. (그림 4)는 선박 내 탑재되어 있는 임베디드 시스템에 ETTplus 를 접합한 것을 보여준다.

여러 장비들이 자신과 연결되어 있는 임베디드 시스템인 Gateway 를 통해 각 장비에서 생성된 데이터를 전달하고, 다른 Gateway 에서 발생된 데이터를 서로 교환을 위해 통신을 한다. 기존 ETTplus 기능에 각 임베디드 시스템에서 발생한 데이터의 네트워크 모니터링을 추가하고자 한다. 실제로 네트워크 모니터링을 위해서 많은 툴들이 Tcpdump 와 병행하여 돌아가거나, Tcpdump 를 기반으로 제작된다.[5] 본 논문에도 역시 Tcpdump 를 기반으로 네트워크 성능분석기 (Network Analyzer)를 설계하였고 이에 대한 기능은 다음과 같다.

- 네트워크 인터페이스를 거치는 패킷들의 헤더 출력
- 사용자가 원하고자 하는 패킷 정보 모니터링
- 패킷 정보를 실시간으로 기록
- 타입에 맞추어 패킷 필터링 및 수집

ETTplus 에 추가적으로 설계한 Network Analyzer 는 현재 네트워크 상에서 날아다니는 패킷들을 실시간으로 기록할 수 있고, 이를 이용하여 임베디드 시스템에서 발생한 다양한 데이터를 모을 수 있다. 또한 특정 데이터 타입이나 트래픽 타입에 맞추어 데이터를 필터링 할 수 있다. 만약, 임베디드 시스템에 다른 임베디드 시스템으로부터 데이터가 들어왔을 경우, 실시간으로 데이터를 감시 할 수 있기 때문에 오류 데이터의 발생을 추적 할 수 있다.



(그림 4) 선박 내 ETTplus 를 접합한 임베디드 시스템

4. 결론

임베디드 시스템은 다양한 분야에 적용되고 있으

며, 선박 야외 작업장뿐만 아니라 선박 내에서도 수많은 장비와 함께 작용하여 선박을 운행 할 수 있도록 한다. 본 논문에서는 선박 내에 탑재되어 있는 임베디드 시스템에 ETT^{plus}를 장착하여, 각 임베디드 시스템에 대한 성능 분석 및 상태 정보를 모니터링을 하고, 추가적으로 ETT^{plus}에 네트워크 트레이스 관한 모니터링 기능을 설계했다. 네트워크 모니터링은 UNIX와 TCP/IP 환경에서 많이 사용되는 Tcpdump를 기반으로 설계하였다. 네트워크 트레이스를 담당하는 네트워크 성능분석기(Network Analyzer)는 다양한 네트워크 데이터들을 수집하거나 특정 데이터에 대해 필터링이 가능하다. 선박 내 각 종 임베디드 시스템들 간의 데이터 상호 교환 및 서비스 시, 오류 데이터로 인해 잘못된 정보가 전달되었을 경우, 데이터에 관한 추적과 임베디드 시스템 자체에 대한 모니터링 설계를 제안한다.

참고문헌

- [1] 배지혜, 윤남식, 박윤용, “임베디드 커널 추적 도구를 이용한 임베디드 시스템 커널 추적 도구를 이용한 임베디드 시스템 성능 측정 기법”, 정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터, 제 13 권 제 7 호, 2007년 12월, P.462~475.
- [2] 박휴찬, 이장세, 장길웅, 정희섭, 박중현, 강순열, “선박에서의 통합 정보처리를 위한 시스템 아키텍처”, 한국마린엔지니어링학회 공동학술대회 논문집, 2009년 6월, 207~208.
- [3] Frank Cassidy - Chariman, NMEA Standards “NMEA 2000 Explain - The Latest Word”, <http://www.nmea.org/Assets/2000-explainde-white-paper.pdf>
- [4] 이창의, 김달용, 유영호, 신옥근, “NMEA2000을 이용한 임베디드 선박 모니터링 시스템의 개발”, 한국마린엔지니어링학회, 한국마린엔지니어링학회지, 제 33 권 제 5 호, 2009년 7월, pp.746~755.
- [5] TCPDUMP/LIBPCAP public repository, <http://www.tcpdump.org/>