

선박 내에서의 CAN 통신을 활용한 영상 인식 시스템의 효율적 활용 방안

The Efficient Utilization of the Image Recognition System using CAN Communications in the Ship

홍성화 · 이성렬*

목포해양대학교 항해정보시스템학부

Sung-Hwa Hong · Seong-Real Lee*

Division of Navigational Information System, Mokpo National Maritime University, Jeollanam-do 58628, Korea

[요 약]

여러 IT 기술의 발전에 더불어 선박 내에 발생하는 데이터를 CAN 통신을 통해 선박 제어, 자율 운항, 상황 발생 시 정보 제공 등을 선박 내에서 할 수 있다. 또한 현재 여러 기능을 가진 전자 운항 선박이 등장하였으며, 이러한 선박들에서 사용되고 있는 항해 통신 장비들은 주로 NMEA 표준을 따르고 있다. 현재 NMEA-0183이 아직 주로 사용되고 있으나 NMEA-2000 표준을 활용한 멀티미디어 전송 및 USN 장비 호환을 위해서는 보다 효율적인 멀티미디어 전송 처리 방안이 필요하게 되었다. 또한, 나아가 이더넷을 기반으로 하는 선박 제어가 필요하게 된다. 그러나 본 논문에서는 현재 선박 내에서 쉽게 활용할 수 있는 CAN 통신을 활용하여 기존 선박 장치와 원활히 연동될 수 있도록 멀티미디어 전송 방안을 제시하였다.

[Abstract]

With the development of various IT technologies, data generated in the ship can be controlled through CAN communication, autonomous operation, and information provision in various situation. In addition, electronic navigation vessels with various functions have emerged, and navigation and communication equipment used in these vessels are mainly following the NMEA standard. Currently, NMEA-0183 is still mainly used, but more efficient multimedia transmission processing method is needed for multimedia transmission and USN equipment compatible using NMEA-2000 standard. Furthermore, Ethernet-based ship control is required. However, this paper proposes a multimedia transmission scheme to be smoothly linked with existing ship devices by utilizing CAN communication that can be easily used in the ship.

Key word : USN, Image, BNWAS, Sensor, NMEA.

<https://doi.org/10.12673/jant.2019.23.5.367>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 30 September 2019; Revised 21 October 2019

Accepted (Publication) 21 October 2019 (30 October 2019)

*Corresponding Author; Seong-Real Lee

Tel: +82-61-240-7264

E-mail: reallee@mmu.ac.kr

I. 서론

예전에는 해상에서 주로 안전한 선박운행을 위한 다양한 정보를 취득하기 위한 방안으로 선박일지와 선박 항해자들에 의한 정보에 의존하였으나 현재 다양한 IT (information technology) 기술의 발전으로 인하여 선박 내에 발생하는 전자 데이터를 이용한 자율 운항, 선박 제어, 여러 상황 발생 시 제공되는 정보에 따라 운항할 수 있도록 하는 방안을 고려될 수 있는 전자 운항 선박이 등장하게 되었다. 그러나 선박 내에 장착되는 장비의 종류 및 수량이 늘어남에 따라 발생하는 데이터의 양도 함께 증가하게 되어 급속한 새로운 기술 적용이 힘들게 되었으며, 기존 선박과의 연동 방안 또한 중요하게 되었다. 따라서 50년대 이전처럼 직접 기록하는 방안으로는 많은 양의 전자 데이터를 관리하는 데 한계가 있어 현재에는 IT 기술을 활용한 데이터 전송 방안과 기록 방안이 중요시 되고 있다[1].

현재 기존 선박에서의 통신 표준은 미국의 NMEA(the national marine electronics association)에서 해상 전자 장치의 표준을 정하고 있으며 이는 표 1에서 보여주고 있다. 현재 NMEA-0183을 기준으로 선박 내 데이터 전송 서비스를 제공하고 있다. NMEA-0183은 현재 선박 통신 장비의 기준 표준으로 기존 선박 장비에 장착되어 있으나 영상 등의 고속 멀티미디어 전송에는 적합하지 않으며 이를 위한 표준인 NMEA-2000의 사용이 필요로 하게 되었다.

NMEA-2000 표준은 선박 내에 탑재하게 되는 기상 센서/GPS/속도계/엔진/풍속계 등 다양한 입·출력 디바이스 간의 연결을 지원토록 하는 통신망 기술로서 실시간 데이터 전송, 버스 방식, 커넥터/케이블 등의 표준화를 통한 성능과 편의성을 고려하게 되는 규격이다. 또한, 물리계층에는 ISO 11898 CAN 방식을 이용하여 장치 간 버스 충돌을 예방하여 실시간 데이터 전송이 이루어지도록 하고, 데이터 링크 계층 관리는 ISO 11783-3, 네트워크 계층 관리는 ISO 11783-5를 이용하도록 하고 있다[2]-[4].

현재 국내 선박 탑재를 위해 제작하고 있는 항해-통신 장비 업체들의 장비들은 NMEA-0183 표준 규격을 준수하고 있다. 그러나, 이러한 표준 규격 내에서의 저속 데이터 전송은 계속된 기술발전으로 인한 고속 데이터 전송을 위해서는 향후 NMEA-2000을 이용한 각종 선박 탑재 장비 호환을 위해서는 보다 효율적이며 호환적인 전송 처리 방안이 필요하게 되었으며, 추후 이더넷을 기반으로 하는 선박 제어도 고려하게 된다.

이를 위해 본 논문에서는 선박에서 사용되는 전자 장비간의 정보 교류를 위해 CAN(controller area network)을 활용하여 선박 제어 및 선박 안전 운항을 위한 NMEA 데이터 전송의 활용에 대해서 논하고자 한다.

II장에서는 선박내 통신표준과 NMEA-2000 및 CAN 통신에 대해서 설명하였고, III장에서는 제안한 CAN 통신 기반의 NMEA 기반의 영상 멀티미디어 전송방안에 대해서 설명하였다. 마지막으로 IV장에서 결론을 맺었다.

표 1. IEC 61162 표준

Table 1. The standards of 61162.

Standard	내 용
61162-1	Low data rate NMEA-0183, 4800bps
61162-2	High data rate NMEA-0183, 38400bps
61162-3	NMEA-2000 & CAN communication, 250kbps
61162-450	Multiple talkers Multiple listener, TCP/IP, UDP

II. 선박 내 영상 통신을 위한 표준

국제해사기구 (IMO; International Maritime Organization)에서는 선박 운항 시 해상에서 발발 할 수 있는 모든 사고 (선박의 손실, 해상오염, 인명)를 미연에 방지하고 최소화하기 위한 방안으로 모든 여객선과 국제항을 운항하는 150GT 이상의 모든 선박에 BNWAS(bridge navigational watch alarm system)을 2011년 7월1일 이후 선박의 첫 검사 시 까지 강제 탑재하도록 해사안전위원회 (MSC; Marine Safety Committee) 86차 회의에서 결정하였다.

1980년대에 미국의 NMEA에서 autopilot(position /steering 데이터)를 위한 NMEA-0180 및 NMEA-0182 직렬 인터페이스 표준을 규정하였다. NMEA0180/0182는 세계 최초의 선박 인터페이스 표준이고 1,200 bps의 저속 시리얼 인터페이스 방식으로 규정되었다. 1983년 NMEA는 NMEA-0183 표준 규격을 결정하여 4,800 bps 속도의 시리얼 데이터 통신 규격 및 모든 선박 장비들을 위한 포괄적인 데이터 포맷을 포함하도록 규정하고 있다 [4].

1990년대에 IEC(TC80/WG6)는 NMEA-0183 규격을 수용하며 IEC61162-1 규격으로 제정하였으며, NMEA- 0183 high speed를 IEC61162-2 표준으로 결정하고 NMEA-2000을 IEC61162-3으로 2008년 최종 규정하였다. 또한 유럽에서 연구한 MiTS를 바탕으로 하여 IEC61162-4 규격을 규정하기에 이르렀다 [2]-[4].

2-1 NMEA-2000

NMEA-2000 프로토콜은 ISO의 OSI(open system interconnection) 7계층 구조 중 물리 계층, 데이터 링크 계층, 네트워크 계층, 어플리케이션 계층의 4계층을 규정한다. 물리 계층과 데이터링크 계층 하위 부분인 MAC(media access control) 계층은 ISO 11898로 정의되는 CAN 네트워크를 기반으로 하고, 데이터 링크 계층의 상위 부분인 LLC(logical link control) 계층은 ISO 11783-3으로 정의되는 시리얼 제어 및 통신 데이터 네트워크의 데이터 링크 계층을 기반으로 한다. 네트워크계층은 ISO 11783-5에서 규정되는 네트워크 관리를 정의한다. 마지막으로 어플리케이션 계층은 NMEA-2000프로토콜의 데이터베이스로 정의된다[3].

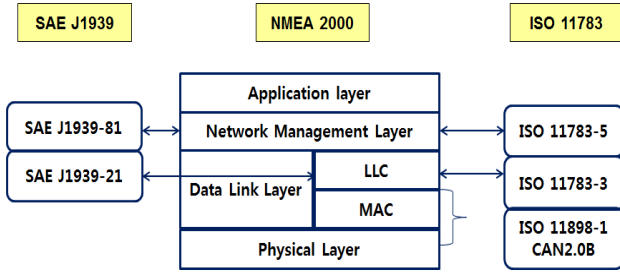


그림 1. NMEA-2000 프로토콜 구조
Fig. 1. The protocol stack of NMEA-2000.

그림 1은 NMEA-2000 프로토콜의 구조에 대해서 보여주는 것으로 ISO에서 규정된 표준과의 관련성을 도시한다.

NMEA-2000 프로토콜은 CAN을 중심으로 운영되므로 CAN의 특징을 따른다. NMEA-2000 프로토콜의 데이터 링크 계층은 ISO 11783-3에서 기술되는 추가적인 규정과 요건으로 언급되어진다. NMEA-2000의 데이터 전송 방식은 멀티패킷 메시지, 싱글 프레임 메시지, 패스트패킷 메시지의 세 형식을 지원하나, 기존 ISO 11783-3은 싱글 프레임 메시지와 멀티패킷 메시지의 두 가지 방식만 지원한다. NMEA-2000은 NMEA-2000이 지원하는 데이터 전송 방식을 정의하고 있는데, 그 대부분의 데이터 전송 방식들은 그 데이터의 전송 크기 때문에 주로 패스트패킷을 이용한다. CAN의 한 프레임은 8바이트이며, 9바이트 미만의 데이터를 포함하는 메시지들은 싱글 프레임 전송 방식을 이용한다. 패스트 패킷은 8바이트를 초과되는 데이터를 전송할 때는 핸드셰이크를 사용하지 않으면서 전송하는 방식으로 232 바이트까지 데이터를 전송할 때 이용한다. 멀티패킷은 소프트웨어적으로 RTS/CTS의 핸드셰이킹 방법을 이용하면서 1752 바이트까지의 데이터를 전송 시 사용하는 방식이다[3].

2-2 CAN

CAN(controller area network)는 처음에는 주로 차량 내에서의 정보 교류를 위해 개발되었으나, 현재 차량 내의 통신 교류 외에도 선박내의 장비간의 정보 교류를 위해서도 많이 이용되고 있다. 특히 선박 내 각종 센서로부터 측정된 디지털 데이터 정보를 통합 관리하거나, 장비 내의 각종 정보를 모니터링 하거나 선박 내 통합 플랫폼을 구축하며 선박 내부 시스템들을 네트워크로 연결한 선박 관리 시스템을 위해서 주로 사용되어진다. CAN은 메인 컴퓨터 없이 시리얼 네트워크 통신방식으로 여러 개의 마이크로 컨트롤러나 CAN 장치가 서로 통신할 수 있는 경제적이며 안정적인 네트워크를 제공하는 통신방법이다. 차량 내의 ECU(electronic control unit)를 CAN 프로토콜을 사용해 제어하여 자동차의 전체 비용과 중량을 줄일 수 있고 시스템 제어속도와 안전성을 향상시킨다. 또한 각 장치마다 CAN 컨트롤러 칩이 있으므로 효율적으로 각 시스템을 제어할 수 있다.

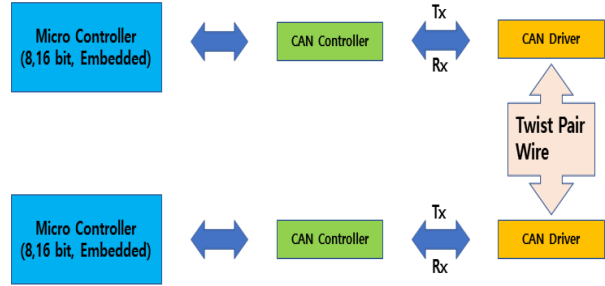


그림 2. CAN 시스템 구성
Fig. 2. The CAN system configuration.

CAN 통신에는 모든 노드를 제어하는 마스터 장치가 존재하지 않아 CAN 장치에서는 데이터를 쉽게 접근하여 액세스할 수 있다. CAN 제어기는 통신선이 다른 제어기에 의해서 사용 중인지의 여부 확인을 하고, 만약 통신선이 사용되고 있지 않다면 모든 노드는 ID 값을 확인하여 자신의 메시지를 확인하게 된다. 이때 필요 없는 메시지를 제거하게 되고 자신의 ID를 가진 메시지만 수신하면 된다. 다중 노드가 동시에 메시지를 CAN 장치에 전송하려는 경우에는 가장 높은 우선 순위를 가진 ID 값이 내재된 최우선 노드가 자동으로 장치에 접근하게 된다. 이에, 우선 순위가 높은 메시지 데이터가 CAN 통신의 사용 권한을 획득할 수 있으며 우선 순위가 낮은 노드들은 통신을 대기하게 되어 자동으로 다음 통신 주기에서 재전송 과정을 수행한다.

다중 노드가 동시에 메시지를 CAN 버스로 전송 시도하려는 경우 우선 순위가 가장 높은 노드(가장 낮은 중재 ID)가 우선적으로 버스에 접근됩니다. 우선 순위가 가장 낮은 노드 버스가 사용 가능하게 될 때까지 반드시 전송 대기해야 합니다. 이러한 방식으로 CAN 네트워크를 실행하면 CAN 노드 사이에 결정성있는 통신을 구현할 수 있습니다. 본 논문에서는 CAN 방식을 탑재한 TLC 서버를 활용하였다.

III. 영상 인식을 위한 전송 알고리즘

3-1 영상 인식

선박내 영상통신을 위해서는 주로 CCTV를 활용한 선박내 감시 시스템인 브릿지 내의 야간 당직 감시 시스템(BNWS)에 적용할 수 있다. 이를 위해서는 영상 센서의 능동적인 방법으로 당직 사관의 움직임을 감지하고, 영상 정보의 얼굴 인식 기능을 개발하는데 영상정보를 활용하게 되며, 이를 위해서 영상 인식 알고리즘을 강화하여 CAN을 활용하여 영상 정보를 전송하였다. 그림 3에서 보여주는 바와 같이 주로 영상 정보 인지를 위해 영상 센서내의 마이크로 컨트롤러 역할을 하는 IP 카메라 모듈을 내장하고 영상 정보 중 얼굴 인식 부분을 TLC서버의 CAN 컨트롤러에서 분석하고 영상 신호를 전송하게 된다[6].

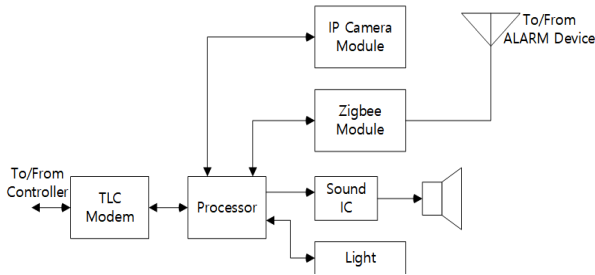


그림 3. 얼굴 인식 기반의 영상 센서
 Fig. 3. The image sensor based on a face recognition.

감독자의 위치에서 감시를 위한 시스템과 당직자에서 처리하는 시스템의 통신관계를 서버클라이언트 관계로 구성할 수 있으며, 감독자시스템인 디스플레이 유닛(display unit 또는 TLC unit)을 서버로 정의하면, 이 유닛에 초기화 정보를 전달하는 모든 리셋유닛들은 클라이언트 모델로 정의할 수 있으며, 이 두 시스템간의 동작구조는 다음의 그림에서와 같이 표현할 수 있다.

3-2 멀티미디어 영상 전송

BNWAS 시스템을 시작하는 단계, 또는 운영 중에 감독자는 화상정보를 보고받을 것인지에 대한 서비스 유무를 설정할 수 있다. 화질 및 초당 프레임 수 등의 정보를 입력하여, 멀티미디어 데이터 전송 서비스를 위한 품질을 설정할 수 있다. 이로써, 모든 리셋유닛에 장착된 모든 카메라가 동작할 수 있는 대기상태로 진입하여 녹화의 작업을 진행 한다. 이 때, 녹화되는 정보는 감독자의 유닛(디스플레이 유닛)에 곧바로 전송되지는 않으며, 감독자로 부터의 동영상 전송 요구가 있을 시 전송되거나, 주기적 알람초기화시간이 초과한 경우에 전달된다.

MNEA-0183 인터페이스를 통한 저속 데이터 전송물에서 멀티미디어 데이터의 원활한 스트리밍 서비스를 위해, 데이터의 압축 기술이 필요하다. 이를 위한 압축으로 본 연구에서는 MPEG(moving picture experts group)4/JPEG의 인코딩을 수행한다. 이 때 MPEG4의 경우는 NMEA-2000에서의 멀티미디어 전송이 가능하지만, NMEA-0183에서는 저속 데이터 전송으로 인해 JPEG을 활용한 영상정보를 보내게 된다.

전달된 영상정보는 디코딩되어, 감독자의 화면에 출력이 된과 동시에, 동영상의 이미지 패턴 등을 분석하여 당직자의 근무 및 이탈 등을 식별한다. 마찬가지로 근무자 영상의 규칙적인 화소이동(특정 영역의 상하이동)를 분석하여 졸음여부를 판별한다.

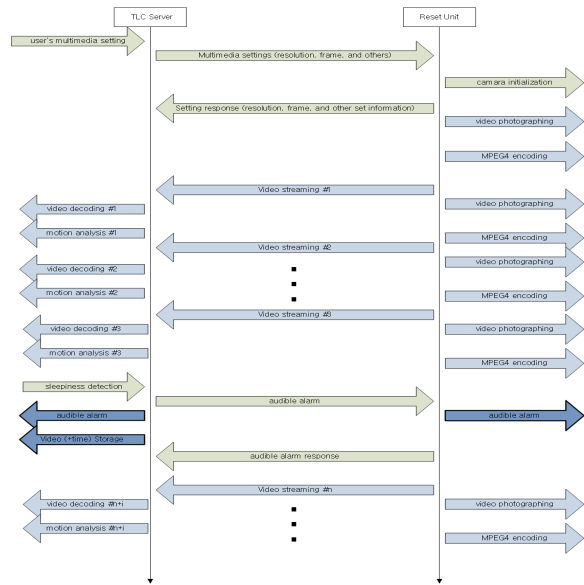


그림 4. 멀티미디어 감시정보의 전달 순서도
 Fig. 4. The flow for the multimedia alarm information.

감독자의 위치에서 감시를 위한 시스템과 당직자에서 처리하는 시스템의 통신관계를 서버클라이언트 관계로 구성할 수 있으며, 감독자시스템인 디스플레이 유닛(display unit 또는 TLC unit)을 서버로 정의하면, 이 유닛에 초기화 정보를 전달하는 모든 리셋유닛들은 클라이언트 모델로 정의할 수 있으며, 이 두 시스템간의 동작구조는 그림 4에서와 같이 표현할 수 있다.

정해진 시간(3~12분)내에 경보유닛을 통한 사용자의 초기화(리셋: reset) 기능이 수행되지 않았다면, 전체시스템을 관리하는 감독자는 해당하는 경보유닛의 상황을 실시간으로 모니터링 할 필요가 있다.

카메라의 기능이 담긴 이미지 센서 등을 활용하여, 당직자의 지정장소에서의 근무/이탈 확인 및 수면여부를 동영상정보를 활용하여 확인할 수 있다.

이 때, 서버에서는 두 가지 표준(NMEA-0183, NMEA-2000)을 동시에 사용할 수 있으며, 두 가지 표준 중의 활용할 수 있는 표준을 사용하여 카메라를 동작시킨다. 이때 카메라 센서는 두 개의 표준에 맞는 멀티미디어 인코딩을 하게 되며, NMEA-0183의 경우는 저속 데이터에 적절한 JPEG 인코딩 기법을 활용하게 되며, NMEA-2000에서는 고속 데이터를 활용할 수 있으므로 MPEG4를 활용하여 멀티미디어 전송을 하게 되며, 이를 TLC를 통해 서버에 전송하게 된다.

카메라의 기능이 담긴 이미지 센서 등을 활용하여, 당직자의 지정장소에서의 근무/이탈 확인 및 수면여부를 동영상정보를 활용하여 확인할 수 있으며 이를 그림 5에서 보여준다.

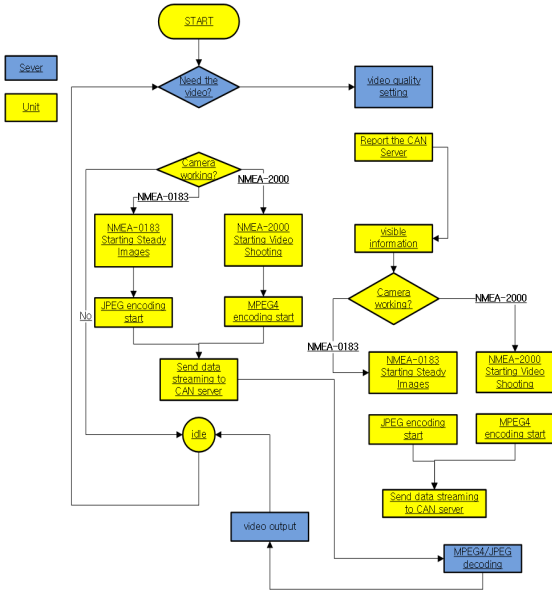


그림 5. NMEA 규격들을 기반한 화상정보 전달모드 진입 및 동작구조
 Fig. 5. The transmission of image information and the operation structure based on NMEA specifications.

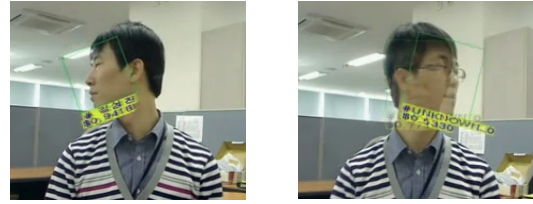
3-2 시뮬레이션 및 결과

표 2. 시뮬레이션 환경

Table 2. The simulation parameters.

Parameters	Value
Rates(CPS)	48,00(NMEA-0183), 200,000(NMEA-2000)
Data Bits	8(bit 7 is 0)
Stop Bits	1(or more)
Parity	None
Handshake	none

표 2는 시뮬레이션 환경을 보여주며, 전달되는 메시지의 최대 길이는 시작문자("$\\$")와 종료문자($\langle CR \rangle$, $\langle LF \rangle$) 등을 모두 포함하여 80바이트이다. 따라서 시작(1 바이트), 콤마(2 바이트), 송신자(2바이트), 시퀀스(3 바이트), 체크섬(3 바이트) 그리고 종결문자(2 바이트)를 제외한 67 바이트의 메시지가 최대 길이가 된다. 그림 5-(a),(b)는 MPEG4를 활용하여 영상을 활용한 영상 인식 기법을 통한 당직자 안면 인식을 위한 영상 전송을 보여준다. 이를 통해 당직자의 당직 상황을 인식할 수 있다. 그림 5-(c),(d)는 JPEG 압축기법을 사용하여 같은 이미지를 서로 다른 해상도와 품질(압축질)을 변화하면서, 취득한 결과화면을 보여준다. 압축품질의 값은 8(fine)과 0(lowest)로 하여 같은 해상도의 경우에 나타나는 형태와 파일의 크기를 같이 보여주고 있다.



(a) NMEA- 2000, MPEG4 (b) NMEA- 2000, MPEG4



(c) 해상도:320x240, JPEG NMEA-0183 (d) 해상도:320x240, JPEG NMEA-0183

그림 6. 압축 기법을 반영한 다른 해상도와 품질 변화

Fig. 6. The change of a resolution and QoS based on the compression method.

이러한 시뮬레이션을 기반한 영상 인식 장치를 실제 IP 영상 센서 카메라를 통해 실험을 해본 결과, 작업자의 인상이나 얼굴 형태를 파악하기 위해서는, 해상도 160x120이상의 품질 이상이 되어야 할 것이다. 그러나 대상물의 움직임을 파악하는 수준으로 감시를 하고자 한다면, 해상도 40x30이상이면 충분히 가능할 것으로 판단된다. 또한 그림 5-(a),(b)에서는 NMEA-2000을 이용한 영상 인식 기법을 활용한 결과이며, (c),(d)에서는 저속 데이터를 활용한 NMEA-0183에서의 최대 해상도를 높여서 보냈을 경우의 결과이다.

IV. 결 론

선박 내 데이터 통신의 기본 프로토콜은 현재 NMEA-0183을 기반으로 선박내 장비들에 탑재되고 있다. 그러나 현재와 같은 IT기술의 발전으로 기존과 같은 저속 저용량 데이터 전송에 적합한 방식은 현재 추세와 적합하지 않다. 따라서 선박내의 대용량 고속 데이터 전송을 가능하게 하는 NMEA-2000 기반의 프로토콜을 선박내 장비들에 적용을 하여야 한다.

현재 NMEA-0183 프로토콜은 1980년대 이후 선박 전자 장치의 통신 인터페이스의 표준으로 적용되고 있으며, 이러한 데이터 들은 ASCII 코드로 구성된 메시지로 구성되어, 현재까지 다수의 선박 전자 장치간의 인터페이스로 사용되어 왔으나, 기술의 발전으로 인해 보다 많은 선박 전자 장치 및 육상과의 효율적인 네트워크 구성을 위해 NMEA-2000 프로토콜을 재정하게 된다.[7][8]. 본 시스템의 취지는 선박내의 고속 대용량 데이

터 전송을 위해서 주로 사용되게 되는 영상 전송을 기반으로 영상 인식 시스템을 CAN 통신을 활용한 NMEA-2000을 기반으로 시스템 효율적인 사용 방안을 제시하였다. 이를 위해 영상 인식에 제일 적합한 BNWAS에 활용한 방안을 제시하였다. 특히 이러한 방안은 영상 데이터 전송 외에도 선교 내의 여러 장비를 통해 인근 선교의 여러 항행정보를 수집하고 지속적인 감시를 통하여 선박의 안전항해 여부에 활용하기 위한 방안의 한 부분으로 고려되어야 할 것이다.

References

[1] K. Y. Kim, S. Y. Shin, K. S. Bae and S. Chae, "Design and implementation of NMEA 2000 based universal gateway," *The Journal of Korea Information and Communication Society*, Vol. 39, No. 2, pp. 191-198, Feb 2014.

[2] Frank Cassidy-Chairman of NMEA, NMEA2000 explained - the lastest word, March.1999.

[3] K. Y. Kim et al., "A Study of marine network NMEA2000 for e-navigation," *The Journal of the Korean Society of Marine Engineering*, Vol. 34, No. 1, pp. 133-140, 2010.

[4] NMEA-0183(IEC61162-1), Standard for interfacing marine electronic devices, Ver 3.01, 2002.

[5] D. Y. Jung, A study on the ships' manning levels, Ph.D. dissertation, Korea Maritime and Ocean University, Busan, 2012.

[6] BNWAS Performance Standards FAQ [Internet]. Available: <http://www.bnwas.com>

[7] Membership Information in NMEA. [Internet]. Available: <http://www.nmea.org>

[8] NMEA2000: Standard for serial-data networking of marine electronic devices, Ver 1.20, 2004.



홍 성 화 (Sung-Hwa Hong)

1990년 3월 ~ 1996년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 (이학사)
 2000년 9월 ~ 2002년 8월 : 한국항공대학교 정보통신공학과 (공학석사)
 2000년 9월 ~ 2002년 8월 : 고려대학교 전자컴퓨터공학과 (공학박사)
 2009년 3월 ~ 2011년 8월 : 동양미래대학교 소프트웨어정보학과 교수
 2011년 8월 ~ 현재 : 목포해양대학교 항해정보시스템학부 부교수
 ※ 관심분야 : USN, 홈네트워크, 센서 네트워크, 임베디드 시스템, 계측제어



이 성 렬 (Seong-Real Lee)

1990년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 (공학사)
 1992년 8월 : 한국항공대학교 대학원 통신정보공학과 (공학석사)
 2002년 2월 : 한국항공대학교 대학원 통신정보공학과 (공학박사)
 2004년 3월 ~ 현재 : 국립목포해양대학교 항해정보시스템학부 교수
 ※ 관심분야 : WDM 전송 시스템, 광의 비선형 현상 분석, 광 솔리톤 전송, USN