

해상 초단파 대역 데이터 교환 시스템을 위한 다중 접속 방식의 성능 분석 연구

윤창호* · 조아라 · 김승근 · 임용곤

Performance Analysis of Multiple Access Protocol for Maritime VHF Data Exchange System (VDES)

Changho Yun* · A-Ra Cho · Seung-Geun Kim · Yong-Kon Lim

Ocean System Engineering Research Division, KRISO, Daejeon 305-343, Korea

요 약

AIS VDL의 과부하 방지와 새로운 해상 데이터 교환(VDE)을 위해 VHF 대역 채널이 WRC-12에서 할당되었고, ITU-R M. 1842-1을 통해 VDE 시스템의 기술 특성이 권고되었다. ITU-R M. 1842-1에서 다중 접속 방식으로 AIS class B용 CS-TDMA를 권고하고 있으나, 선박의 속도에 따른 전송주기의 적용은 고부하 데이터를 고속으로 전송하려는 VDES에 비효율적일 수 있다. 본 논문에서는 네트워크 트래픽에 직접 영향을 미치는 활성 선박국의 수에 따라 전송 주기를 결정하기 위해 모의시험을 수행하였다. 모의시험에서 수신 패킷의 수, 수신 성공률, 채널 이용률, 수신 충돌률 등의 다양한 성능을 분석하여, 활성 선박국의 수에 따라 전송 주기를 결정하는데 도움을 줄 수 있는 성능 지표를 제시한다.

ABSTRACT

New VHF band for use in VDE is determined by WRC-12 due to the overload of AIS VDL, and the system characteristics of the VDE is recommended as ITU-R M. 1842-1. CS-TDMA, a multiple access method of AIS class B, is recommended as that of the VDE. It is inefficient for CS-TDMA just applying the report interval used in AIS class B to transmit high speed data with higher payload in the aspect of efficiency. In this paper, a simulation is executed in order to determine adequate report interval according to the number of active ships that affects directly network traffic. To this end, the performance of CS-TDMA, which includes the number of received packets, reception success rate, channel utilization, and collision rate, is investigated via a simulation.

키워드 : 반송파 감지 시간 분할 다중접속, 해상, 매체접속제어, 국제전기통신연합 무선통신섹터, 초단파대역 데이터 교환 장치, 초단파

Key word : CS-TDMA, Maritime, MAC, ITU-R, Simulation, VDES, VHF, etc

접수일자 : 2014. 10. 13 심사완료일자 : 2014. 11. 06 게재확정일자 : 2014. 11. 24

* **Corresponding Author** Changho Yun(E-mail:sgn0178@kriso.re.kr, Tel:+82-42-866-3834)
Ocean System Engineering Research Division, KRISO, Daejeon 305-343, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.12.2839>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©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.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

E-navigation을 위한 통신 자원 중 하나로 고려되는 선박자동식별장치(AIS; Automatic Identification)는 선박의 위치를 주기적으로 이웃 선박국들과 육상국에게 자동으로 방송하는 통신장비이다[1, 2]. AIS는 SOLAS(Safety of Life at Sea) 조약을 통해 선박국들의 충돌 방지와 해상 안전을 위한 의무 장비로 채택되었지만, 국제 해상 물동량, 해상교통량 및 응용 서비스의 증가로 VDL(VHF Data Link)의 과부하를 초래하였다[3, 4]. AIS VDL의 과부하를 방지하기 위해 국제 표준화 단체 및 해상 기구에서는 고속 데이터 교환이 가능한 VHF 대역의 정의와 함께 새로운 통신 시스템 기술을 제안하고 있다.

2000년에 개최된 세계전파통신회의(WRC - 2000; World Radiocommunication Conference-2000)에서는 AIS에 방해가 되지 않으면서 해상이동업무에 할당된 VHF 대역에서 새로운 디지털 기술 사용할 것을 고려하도록 결의하였다[5]. 이어 WRC-03과 WRC-07에서는 국제전파규칙 부록 18을 개정하여 새로운 디지털 기술의 초기 실험 및 도입 시 자발적인 범주에서 국제전파규칙 부록 18에 있는 여러 주파수 채널을 사용할 수 있도록 하였으며, WRC-12에서는 비로소 VDE(VHF Data Exchange)를 위한 채널이 할당되었다[6, 7]. 또한, 국제항로표지협회(IALA; International Association of Lighthouse Authorities) e-NAV 위원회에서는 VDE기능을 제공할 수 있는 VHF 대역 디지털 데이터 교환 시스템(VDES; VHF Data Exchange System)의 개념을 정립하였다[8].

국제전기통신연합 무선통신섹터(ITU-R; International Telecommunication Union-Radiocommunication Sector)는 VDE를 위한 시스템 특성을 권고하였다[9]. ITU-R M.1842-1는 대역폭과 데이터율에 따라 구분된 네 개의 annex를 통해 변복조방식, 송수신 전력, 방사 패턴 등의 VHF 라디오 시스템 및 장비 특성을 권고한다[10]. 또한, AIS의 채널을 효율적으로 사용하기 위해 class A에서 점유된 시간 슬롯을 제외한 나머지 시간 슬롯들에서 반송파를 감지하여 유휴 시간 슬롯을 점유하는 class B의 다중 접속 방식인 CS-TDMA(Carrier Sense-Time Division Multiple Access)를 다중 접속 방식으로 사용하도록 권고하고 있다[10].

CS-TDMA를 적용한 AIS class B에서는 선박국의 이동 속도에 따라 두 개의 전송주기를 사용한다. 선박의 속도가 2knot 미만일 때는 전송주기가 3분, 선박의 속도가 2knot 이상일 때는 전송주기가 30초이다[11]. 선박국들은 CS-TDMA를 이용하여 지정된 전송 주기 값에 따라 고정된 열 개의 시간 슬롯을 할당한다. 전송 주기가 3분이면 3분동안 열 개의 시간 슬롯을 점유하여 메시지를 전송하는 것이다. 이는 안전 메시지를 전송하는 AIS에서 시간 슬롯 할당 구간을 분산시켜 수신 충돌을 줄이고 선박 충돌 사고를 미연에 방지할 수 있으나, 데이터 네트워크 관점에서는 채널 사용이 저조하여 많은 데이터를 전송할 수 없어 비효율적이다[9].

VDES의 상향(선박국 대 육상국)과 하향(육상국 대 선박국) 통신은 모두 전자 메일 형태의 데이터 전송을 한다[10]. 특히, 상향 통신은 IP(Internet Protocol) 레벨에서 육상국과의 호환성이 유지되어야 하며, 이는 프로토콜 스택 측면에서 최종 전송 프레임의 페이로드를 증가시킬 수 있다[8, 10]. 또한, 최소 전송속도가 28.8kbps(annex1), 최대 전송속도가 307.2kbps(annex4)이다[10]. 이러한 조건에서 AIS class B의 전송 주기 결정 방법을 VDES에 적용한다면 채널 이용률이 낮아 전송 효율이 떨어질 수 있다. AIS class B와 같이 선박의 이동속도에 따른 전송 주기를 결정하는 것이 아니라, VDES의 효율성을 향상시킬 수 있도록 네트워크 트래픽에 영향을 주는 활성 선박국의 수를 고려한 전송 주기를 결정해야 한다. 이를 위해서, 다양한 네트워크 조건에서 전송 주기에 따른 CS-TDMA의 성능을 분석한 성능지표의 도출이 우선되어야 한다. [9]에서는 모의실험(simulation)을 통해 전송 주기에 따른 CS-TDMA의 수신 성공률 성능을 분석하였다. 본 논문에서는 보다 확장된 모의실험을 통해 네트워크 트래픽에 영향을 주는 활성 선박국들의 수에 따라 수신 패킷의 수, 수신 성공률, 채널이용률, 수신 충돌률을 분석하고, 해상 VHF 대역 디지털 데이터 교환을 위한 전송 주기를 결정하는데 도움을 줄 수 있는 성능 지표를 제시하고자 한다.

본 논문은 아래와 같이 구성된다. 2장에서는 VDES를 위한 관련 표준들을 간략히 요약한다. 3장에서는 모의실험의 조건과 결과를 기술한다. 마지막으로, 4장에서 본 논문을 귀결한다.

II. 관련 표준

2장에서는 VDES의 기술적 특성과 CS-TDMA의 다중 접속 방식에 대해 간략히 기술한다.

2.1. VDES

VDES는 VDE, AIS, ASM (Application Specific Message)의 기능을 통합한 시스템이다. VDES의 채널과 주파수 계획은 [8]의 표 1과 같이 주어진다. VDES에서 VDE의 기능은 높은 페이로드를 갖는 데이터 교환을 고속으로 처리하는 것이다 [8]. 이를 위해, VDE를 위한 주파수 대역은 그림 1에서와 같이 VDE1과 VDE2로 나누어진다. VDE1은 네 개의 채널 (24/84/25/85)로 구성된다. Lower legs 네 채널은 선박국 대 육상국으로 전송하는데 사용되고, upper legs 네 채널은 육상국 대 선박국과 선박국 대 선박국으로 전송하는데 사용된다. VDE2는 두 개의 채널 (26/86)이 선박국 대 육상국으로 사용된다. VDES를 위한 무선 링크는 그림 1과 같이 주어진다. VDE1과 VDE2의 채널들은 각각 사용하거나, 병합해서도 사용한다[8].

ITU-R M. 1842-1에서 기술한 해상에서 VHF 대역의

디지털 데이터 교환을 위한 VHF 대역 라디오의 기술적 특성은 표 1과 같이 요약된다.

표 1. ITU-R M. 1842-1 권고안
Table. 1 ITU-R M. 1842-1 Recommendation

종류	annex1	annex2	annex3	annex4
대역폭	25kHz	25kHz*9 duplex ch	25kHz*2 =50kHz	25kHz*4 =100kHz
변조 방법	$\pi/4$ DQPSK/ $\pi/8$ D8-PSK	4 level GMSK	<16-QAM	<16-QAM
전송률	28.8/43.2 kbps	21.1kbps	153.6kbps	307.2kbps
채널 접속	CS-TDMA	TDMA	CS-TDMA	
송신 전력	<50W (육상국), <25W (선박국)			
수신 감도	10^{-3} BER@-107dBm		10^{-3} BER @-106dBm (육상국)/ 10^{-3} BER @-103dBm (선박국)	10^{-3} BER @-106dBm (육상국)/ 10^{-3} BER @-98dBm (선박국)

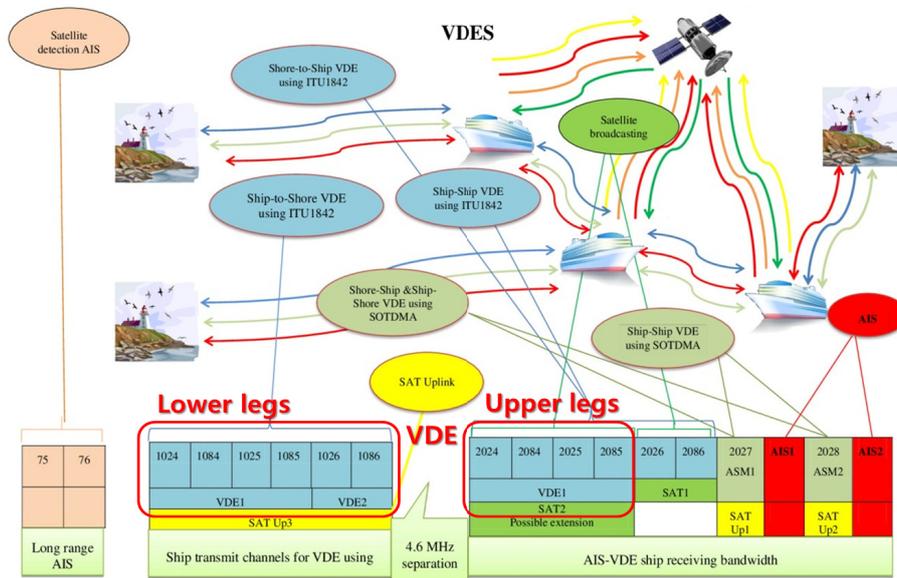


그림 1. VDES 라디오 링크 [8]
Fig. 1 VDES radio links

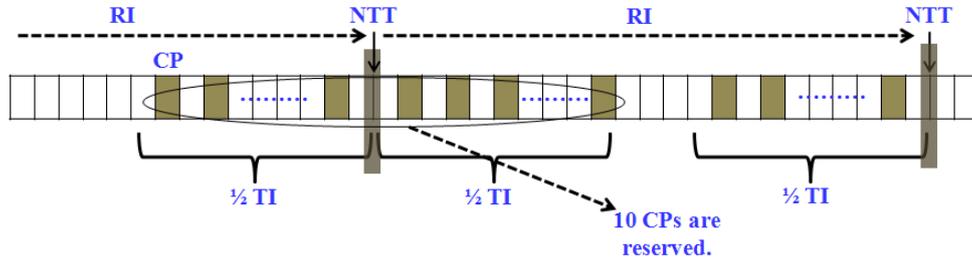


그림 2. CS-TDMA CP 결정 [12]
Fig. 2 Determination of CP for CS-TDMA

표 2. CS-TDMA 파라미터 정의
Table. 2 Parameter description for CS-TDMA

파라미터	정의
CP (Candidate Period)	데이터 전송 시도가 이루어지는 시간 슬롯
RI (Reprot Interval)	시간 슬롯을 점유하여 메시지를 전송하는 주기
NTT (Nominal Transmission Time)	CP를 설정하기 위해 랜덤하게 설정하는 임의의 시간 슬롯
TI (Transmission Interval)	NTT를 중심으로 CP를 선택하기 위해 지정하는 시간 인터벌

2.2. CS-TDMA

CS-TDMA를 위한 파라미터는 표 2과 같이 정의된다. AIS class B용 CS-TDMA는 자동 연속 모드 (autonomous mode), 할당 모드 (assigned mode), 질의 모드 (interrogation)의 세 가지 모드로 동작한다[11]. VDL의 상태는 시간 주기에 대한 반송파 감지 결출의 결과를 기반으로 ‘Free’, ‘Used’, ‘Unavailable’의 세 가지 상태들로 분류한다. ‘Free’ 상태는 시간 슬롯이 할당되지 않았고, 반송파 감지하여 사용되지 않는 것으로 식별되는 상태를 의미한다. ‘Used’ 상태는 시간 슬롯이 반송파 감지 검출 기준으로 사용된 것으로 식별되는 상태이다. ‘Unavailable’ 상태는 육상국에 의해 예약된 시간 슬롯의 상태이다. 선박국들은 ‘Free’ 상태의 시간 슬롯을 CP로 결정해야 한다.

그림 2은 CS-TDMA에서 CP를 결정하는 방법을 도식하였다. 선박국들은 우선적으로 NTT를 결정하기 위해 수신을 통해 시간 동기를 수행한다. 시간 동기 이후, 랜덤하게 NTT를 결정한다. NTT를 기준으로 주어진 RI

에 따라 TI를 결정한다 ($TI=RI/3$). 그림 2에서와 같이, TI의 구간은 NTT를 기준으로 상향과 하향에 각각 TI/2만큼의 시간 구간을 설정한다. TI 구간에서 랜덤하게 시간 슬롯을 선택하여 그 시간 슬롯이 ‘Free’ 상태이면 CP로 결정하고 데이터를 선택한다. 같은 방법으로 TI 내에서 열 개의 CP를 선택한다. 이때, TI내의 모든 시간 슬롯들이 ‘Used’ 상태이면 전송을 포기한다. 결정된 CP에서 전송 주기에 따라 데이터를 전송하고, 랜덤한 시간 이후에는 CP를 릴리스 한다.

III. 모의시험

3장에서는 VDES를 위한 전송주기 성능 지표를 도출하기 위해, CS-TDMA의 성능을 모의시험을 통해 분석한다.

3.1. 모의시험 조건

그림 3에서와 같이, 육상국의 위치는 고정이며, 선박국들의 초기 위치는 랜덤하게 설정하였고, 육상국의 최대 통신 거리 내에서 최소 14노트에서 최대 23노트 사이의 이동 속도로 랜덤하게 이동하도록 하였다[13]. 그림 3에서 보듯이, 선박국의 최대 통신 거리는 선박국 대 육상국간의 거리로 설정하였고, 선박국 자신의 통신 범위 안의 이웃 선박국들의 신호만 수신하도록 하여, 수신 충돌이 발생할 수 있는 환경을 고려하였다. 예를 들어, 그림 3에서 선박국 1의 이웃 선박국들은 선박국 2, 선박국 3, 선박국 4가 된다. 선박국 1은 선박국 5의 송신 신호를 수신할 수 있지만, 선박국 5는 선박국 1의 송신

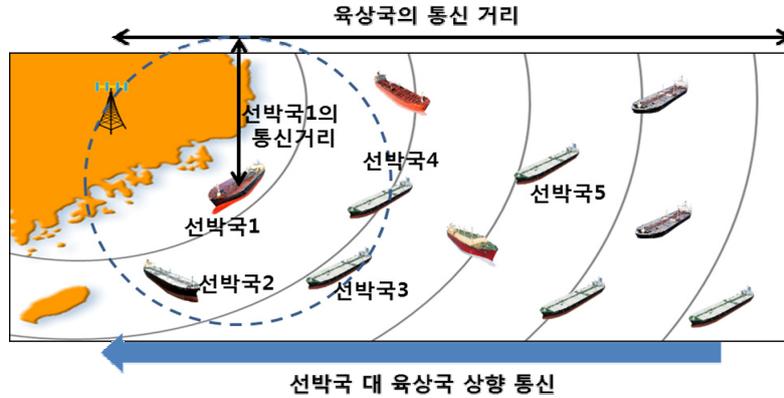


그림 3. 모의시험 네트워크 환경
Fig. 3 Simulation network environment

신호를 수신할 수 없는 위치에 있다. 따라서, 선박국 5가 선박국 1의 CP를 같이 점령하여 육상국을 비롯한 이웃 선박국들에게 수신 충돌이 발생할 수 있다.

표 3. 모의시험 조건
Table. 3 Simulation Conditions

파라미터	조건 값
활성 선박국의 수(N)	N = 5: 5: 50
전송 주기(RI)(sec)	RI = {60, 30, 20, 15, 12, 10}
모의시험 시간	1시간
육상국 최대 통신거리	100km
CP 반환주기	3, 5, 7, 9 중 랜덤하게 선택
선박국의 이동속도	최소 14knot, 최대 23knot 사이에서랜덤하게 선택

본 연구에서는 VDE1 lower legs 네 채널을 사용하여 선박국 대 육상국의 상향 데이터 전송을 고려한다. 이는 채널 접속을 선박국들만 시도하고, 모두 육상국으로 데이터 전송을 시도하므로 보다 간단한 모의시험 환경에서 전송주기에 따른 성능을 분석할 수 있기 때문이다. 또한, 동일한 annex의 통신을 할 때 수신 충돌 결과를 보기 위해 활성 선박국들이 동일하게 annex4의 특성을 가지는 VDES의 장착을 가정하여 모의시험을 수행한다. N개의 활성 (active) 선박국들은 지속적으로 전송주기 (RI)에 따라 주기적으로 열 개의 CP를 할당하여 각 CP당 한 개의 패킷을 생성하여 육상국으로 전송한다.

선박국들은 반환 주기에 따라 자신이 할당한 CP를 모두 릴리스하고, 새로이 CP를 할당한다. 기술된 모의시험 조건은 표 3과 같이 요약된다.

고려하는 성능 파라미터들은 아래와 같이 정의된다. 첫째, 채널이용률 (CU; Channel Utilization)은

$$CU = \frac{n_{TS_{sv}}}{2,250} \quad (1)$$

이며 $n_{TS_{sv}}$ 는 2,250개의 시간 슬롯 중 선박국들에 의해 할당된 시간 슬롯의 수이다. 둘째, 수신 성공률 (RSR; Reception Success Rate)은

$$RSR = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{n_{RXi}}{n_{TXi}} \quad (2)$$

이며 i 는 선박국의 인덱스, n_{TXi} 는 선박국 i 가 모의시험 동안 보낸 패킷의 수, n_{RXi} 는 육상국에서 모의시험 동안 선박국 i 로부터 성공적으로 수신한 패킷의 수이다. 셋째, 수신 충돌률 (RC; Receiver Collision)은

$$RC = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{n_{RCi}}{n_{TXi}} \quad (3)$$

이며 n_{RCi} 는 육상국에서 선박국 i 가 송신한 패킷이 수신충돌한 수이다. 마지막으로, 수신 패킷의 수 (N_{RX})는

$$N_{RX} = \sum_{i=1}^N n_{RXi} \text{으로 정의된다.}$$

3.2. 모의시험 결과

그림 4a에서 보는 것과 같이 전송주기가 짧아질수록 수신 성공률은 감소한다. 이는 그림 4b에서 보듯이, 전송주기가 짧을수록 선박국들이 분당 할당하려는 CP의 수가 증가하게 되고, 이에 따라 hidden terminal에 의한 중첩된 CP의 할당으로 수신 충돌률이 증가하기 때문이다. 또한, 활성 선박국의 수가 증가할수록 수신 충돌률이 증가하고, 그와 반대로 수신 성공률은 감소하게 된다. 그림 4a와 4b를 통해, 전송 주기가 길수록 높은 수신 성공률과 낮은 수신 충돌률을 보장하는 결과가 도출되었다.

그림 4c에서 수신 패킷의 수의 결과는 짧은 전송주기

를 사용하여 수신 충돌의 가능성이 증가하더라도 채널 이용을 증가시켜 전체적으로 더 많은 패킷을 전송할 수 있는 경우를 보여준다. 예를 들어, 활성 선박국의 수가 5인 경우에는 전송주기에 따른 수신 성공률과 수신 충돌률의 성능 패턴이 반대가 된다. 활성 선박국의 수가 증가할수록, 수신 패킷의 수는 전송 주기에 따라 감소하다가 일정 활성 선박국의 수 이후에는 수신 성공률과 같은 성능 패턴을 보인다.

모의시험의 결과는 아래와 같이 전송주기를 결정하는데 이용될 수 있다. 예를 들어, 육상상으로 데이터 전송을 시도하는 활성 선박국의 수가 10개 이하면, 전송

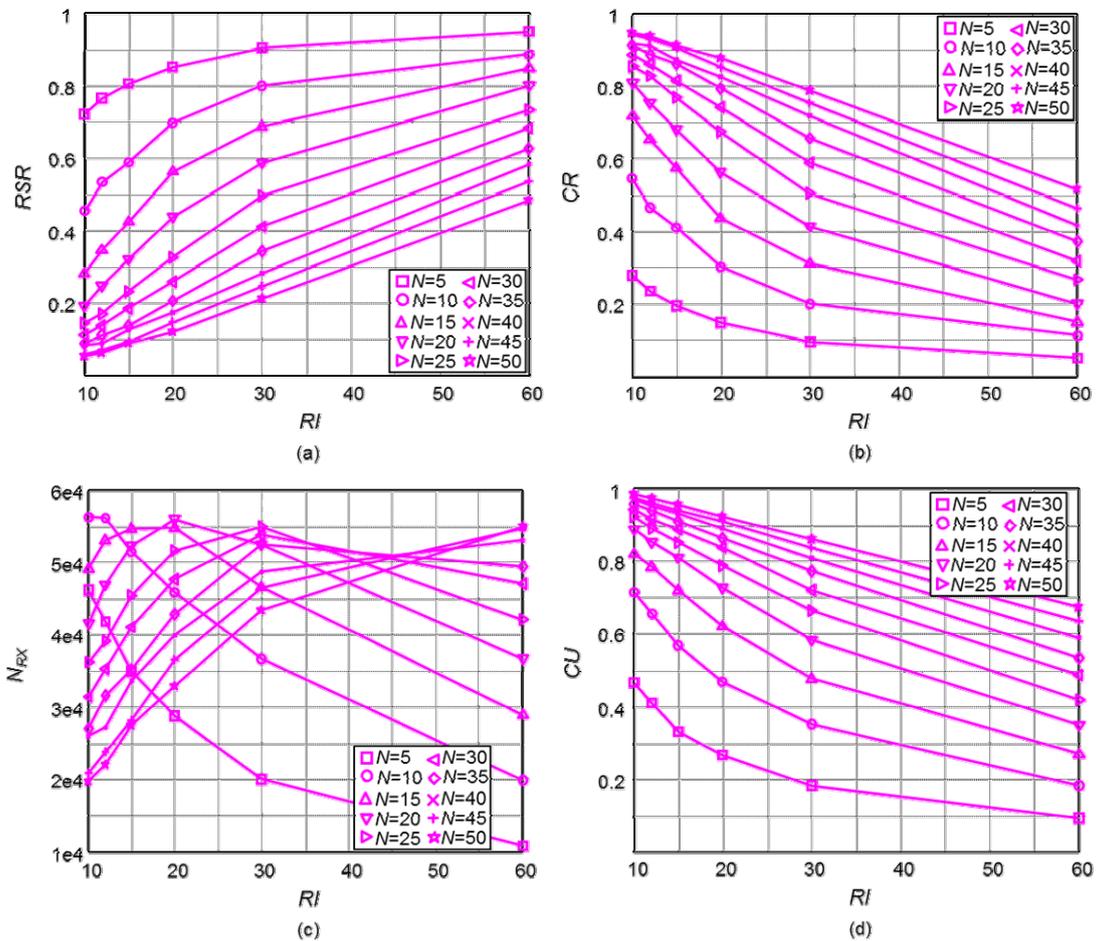


그림 4. 모의시험 결과. (a) 수신 성공률 (b) 수신 충돌률 (c) 수신 패킷 수 (d) 채널 이용률

Fig. 4 Simulation results. (a) Reception success rate (b) Collision rate (c) The number of received packets (d) Channel utilization

주기를 15초로 하더라도 수신 성공률은 60%, 수신 충돌률은 40%, 채널은 60% (그림 4d)까지 활용할 수 있으며, 전송주기가 60초인 경우보다 2배 이상의 패킷을 보낼 수 있다. 안전관련 메시지를 보내는 AIS에서는 이러한 수신 충돌률을 허용할 수 없지만, 비안전 관련 메시지 전송에서는 전송주기를 짧게 하여 채널 이용률을 높이고, 선박국들이 데이터를 더 많이 전송할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 ITU-R M. 1842-1에서 해상 VDE를 위한 다중 접속방식으로 권고하는 CS-TDMA의 전송 주기를 결정하는데 참고할 수 있도록 VDE1 선박국 대 육상국 상향 통신에서 선박국들이 동일하게 annex 4 시스템을 사용하는 상황에서 모의시험을 수행하였다. 수신 패킷 수, 수신 성공률, 채널 이용률, 수신 충돌률의 성능을 분석하여, 활성 선박국에 따른 전송 주기를 결정하는데 도움을 줄 수 있는 성능 지표 (그림 4)를 제시하였다. 이 성능 지표를 이용하여, 육상국은 현재 접속하고 있는 선박국들의 수를 주기적으로 파악하고 허용 가능한 전송 주기를 선박국들에게 알림으로써, 제한된 채널을 효율적으로 활용하여 수신 충돌을 줄이는 동시에 많은 데이터를 전송할 수 있다.

또한, 본 논문의 모의시험에서 고려되지 않은 VDE1 upper leg 네 채널에서는 선박국 대 선박국과 육상국 대 선박국의 두 경우가 혼재한다. 이 경우 CS-TDMA를 적용할 때, 단순히 육상국과 선박국간에 동일한 개수의 CP를 할당하면 육상국에서 선박국 쪽으로 데이터 전송에 과부하가 발생할 수 있다. 따라서, 향후 VDE1 upper leg 네 채널에 CS-TDMA 육상국과 선박국의 CP의 개수를 효율적으로 할당하는 연구가 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2014년도 해양수산부 재원으로 한국 해양과학기술진흥원의 지원에 의하여 수행된 연구 (U-기반 해운물류 체계구축을 위한 기반기술 연구)로서, 관계 부처에 감사드립니다.

REFERENCES

- [1] J. Kim and W. Shim, "A survey of e-navigation standardization," *TTA Journal*, vol. 126, pp. 38-44, Nov., 2009.
- [2] J. Kim, "A survey of VDES for e-navigation service," *TTA Journal*, vol. 154, pp. 66-71, Jul., 2014.
- [3] S. Lee, J. Jeong, M. Kim, and G. Park, "A study on real-time message analysis for AIS VDL load management," *J. of KIIS*, vol. 23, no. 3, pp. 256-261, Jun., 2013.
- [4] SOLAS, *International Convention for the Safety of Life at Sea*.
- [5] Resolution 342 (Rev. WRC-2000), *New technologies to provide improved efficiency in the use of the band 156-174 MHz by stations in the maritime mobile service*, 2000.
- [6] G. Wie, C. R. J. Song, J. Song, J. Um, and E. Lim, "Summary of WRC-07," *Information & communications mag.*, vol 25, no. 2, pp. 73-82, 2008.02.
- [7] Y. Lee, "WRC-12," *TTA Journal*, vol. 140, pp. 113-117, 2012.
- [8] CPG PTC(13) INFO 16, *Information Paper on VHF Data Exchange System (VDES)*, CEPT ECC, 2013.09.
- [9] C. Yun, S. Kim, J. Park, A. Cho, and Y. Lim, "Performance analysis of CS-TDMA for maritime VHF band digital data transfer", *KICS*, 2014.06.
- [10] Recommendation ITU-R M.1842-1, *Characteristics of VHF radio systems and equipment for the exchange of data and electronic mail in the maritime mobile service RR appendix 18 channels*, 2009.
- [11] Recommendation ITU-R M.1371-1, *Technical characteristics for a universal shipborne automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile band*, 2001.
- [12] Changho Yun and Yong-Kon Lim, "ASO-TDMA: ad-hoc self-organizing TDMA protocol for shipborne ad-hoc networks", *EURASIP WCN*, vol. 12, no. 10, pp. 1-16, Dec. 2012.
- [13] http://nmearouter.com/docs/ais/ais_reporting_rates.html.



윤창호(Changho Yun)

1999년 2월 창원대학교 메카트로닉스학과 학사
2004년 2월 광주과학기술원(GIST) 정보통신공학과석사
2007년 8월 광주과학기술원(GIST) 정보통신공학과박사
2007년 11월 ~ 2008년 12월 North Carolina State Univ, 전산학과 박사후 과정
2008년 12월 ~ 현재 한국해양과학기술원 (KIOST) 해양시스템 연구부 선임연구원
2009년 ~ 현재 과학기술연합대학원대학교 해양정보통신공학과 겸임교수
※관심분야 : 해양 선박 네트워크, 수중네트워크



조아라 (A-Ra Cho)

2002년 2월 경희대학교 전자공학과 학사
2012년 2월 과학기술연합대학원대학교(UST) 해양정보통신공학과 박사
2012년 ~ 현재 한국해양과학기술원 (KIOST) 해양시스템 연구부 박사후과정
※관심분야 : 수중음향 네트워크, 해상통신 네트워크



김승근 (Seung-Geun Kim)

1995년 2월 인하대학교 전자공학과 학사
1997년 2월 광주과학기술원(GIST) 정보통신공학과 석사
2002년 8월 광주과학기술원(GIST) 정보통신공학과 박사
2002년 10월 ~ 현재 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소 책임연구원
2004년 3월 ~ 현재 과학기술연합대학원대학교 해양정보통신공학과 겸임교원(부교수)/전공책임교수
※관심분야 : 수중음향통신 시스템 개발, 해상 VHF 디지털 통신 시스템 개발, 선박 항해통신 장치 및 서비스



임용곤 (Yong-Kon Lim)

1979년 충남대학교 전기공학 학사
1984년 충남대학교 전기공학 석사
1994년 아주대학교 전자공학 박사
1980년 ~ 현재 한국해양과학기술원 책임연구원
2004년 ~ 2012년 과학기술연합대학원대학교 해양정보통신공학과 정교수/겸임교수
※관심분야 : 수중음향 통신 시스템 및 네트워크, 네트워크 프로토콜