

# VHF DSC에 의한 동해권 어업 VMS의 통신운용 설계

최 조 천\*, 정 영 철\*, 김 정 욱\*\*, 최 명 수\*\*\*, 이 성 로°

## A Design on Radio-Communications Operation of the Fishery VMS by VHF DSC in the East Sea Area

Jo-cheon Choi\*, Young-cheol Jeong\*, Jeong Uk Kim\*\*, Myeong Soo Choi\*\*\*, Seong Ro Lee°

### 요 약

5톤 이상의 어선에는 VHF(Very High Frequency) 대역의 DSC(Digital Selective Calling)가 어선법과 선박안전법에 의무화되어 있다. 어선의 무선설비 관련 규정에는 안전운항을 확보하고 해양사고 발생시 신속하게 대응하기 위하여 선박의 소유자는 국토해양부장관의 고시에 따라 어선위치 자동발신 장치를 갖추도록 규정하고 있다. 따라서 어업정보통신국은 2012년 동해를 시작으로 남해와 서해에 연차적으로 VHF 해안국을 설치하고, 웹기반으로 리모트 콘트롤 및 모니터링에 의하여 DSC를 원격으로 운용하는 연안 VMS(Vessel Monitoring System) 구축사업이 추진중에 있다. 모든 어선의 VHF DSC는 GPS와 연동되며 DSC의 호출에 의하여 자동으로 위치정보를 중계소에 전송하게 된다. 본 논문에서는 동해권의 VHF DSC 해안국을 대상으로 통신해역 설정과 운용 그리고 등록선박의 항해에 따른 권역별 로밍서비스를 실현하는 항적추적과 RSSI (Received Signal Strength Indication) 기법을 병행하는 알고리즘을 연구하였다.

**Key Words** : VHF DSC, VMS, GPS, RSSI

### ABSTRACT

Fishing boats more than 5 tons is obliged to VHF DSC by Fishing Vessels Act and Vessel Safety Act. The owner of the fishing vessel is equipped to the automatic position reporting device in accordance with the Notice of the Minister of Land, Transport and Maritime Affairs to regulations, shall be ensure to navigations safety and in order to respond quickly in the event of maritime accidents on fishing vessels. East sea set up to start in 2012, which is now underway the annual install plain to the yellow sea and the south sea for VHF coast stations. It is web-based remote operation of DSC on the remote control and monitoring in Fishery Information Communication Station for the coastal VMS construction project. All fishing vessels is VHF DSC in conjunction with the GPS that location information transmitted to the coast station. automatically by the DSC call. This paper has been studied on the communications coverage set up and traffic operation for realization a roaming service by navigation route tracking and RSSI techniques in parallel algorithm refer to VHF DSC coast stations in east sea.

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2009-0093828)

※ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2013-H0301-13-2005)

◆ 주저자 : 목포해양대학교 해양전자통신공학부, choijo@mmu.ac.kr, 정희원

° 교신저자 : 목포대학교 정보전자공학과, srlee@mokpo.ac.kr, 정희원

\* 서울텔엔지니어링, seultel1@nate.com

\*\* 목포대학교 전자공학과, dbkimdb@mokpo.ac.kr

\*\*\* 목포대학교 정보산업연구소, mschoi@mokpo.ac.kr, 정희원

논문번호 : KICS2013-01-034, 접수일자 : 2012년 1월 14일, 최종논문접수일자 : 2013년 3월 8일

## I. 서 론

DSC는 GMDSS(Global Maritime Distress and Safety System)의 운용에 있어서 매우 중요한 지원 시스템으로 기존의 해상통신 방식과 달리 디지털방식의 선택적 호출응답으로 통신을 설정한다<sup>[1]</sup>. DSC의 호출 방식으로는 개별호출(Individual call), 그룹 호출(Group call), 해역호출(Geographical call), 일괄호출(All ships call) 등이 있으며, 조난호출, 긴급호출, 안전호출, 일반호출 등을 편집과 선택하여 호출할 수 있다. 이미 우리나라에서도 GMDSS 대상 선박이 아닌 어선의 통신설비로 전파법령 및 어선법령에서 2010년 12월에 어선설비기준이 개정되어 어선용 무선설비로 규정하고 있다. 5톤 이상의 어선은 해상에서 조난시 자동으로 조난신호를 발사할 수 있는 VHF DSC 설비가 어선법과 선박안전법으로 의무화되어 있으며, 선박안전법에서는 어선의 무선설비 관련 규정 제30조에 “선박의 안전운항을 확보하고 해양사고 발생시 신속한 대응을 위하여 국토해양부령이 정하는 선박의 소유자는 국토해양부장관이 정하여 고시하는 기준에 따라 선박의 위치를 자동으로 발신하는 장치(선박위치발신장치)를 갖추고 이를 작동하여야 한다.”로 되어 있다. 또한, 어선법 제5조의 2에 “어선의 안전운항을 확보하기 위하여 농림수산식품부령으로 정하는 어선의 소유자는 농림수산식품부장관이 정하는 기준에 따라 어선의 위치를 자동으로 발신하는 장치(어선위치발신장치)를 갖추고 이를 작동하여야 한다.”로 되어 있다.

현재로서 소형 어선에서 어선법으로 지정하는 어선위치발신 장치를 해결할 수 있는 방법은 VHF DSC가 유일하며, GPS(Global Positioning System)와 연동되어 DSC의 호출에 자동응답 기능으로 위치정보를 제공하는 육해상간의 시스템 구축이 필요하다. 이에 어업정보통신국은 2011년 속초어업정보통신국의 VHF DSC 시범사업의 성공에 이어 본격적으로 전국적인 VHF DSC 구축사업을 2012년부터 추진중에 있다. 본 논문에서는 동해권의 10개소 VHF DSC 해안국을 대상으로 해상의 통신군 설정과 통신운용 그리고 등록선박의 항해에 따른 권역별 DB구축과 로밍서비스를 실현하기 위한 항적추적과 RSSI(Received Signal Strength Indication) 기법을 병행하는 알고리즘에 대하여 연구하였다<sup>[2]</sup>.

## II. VHF DSC의 기능과 운용

### 2.1. VHF DSC의 기능

VHF DSC의 기술적 특성은 ITU-R M. 493에 그리고 조난통신을 비롯한 모든 종류의 통신운용에 대한 절차는 ITU-R M. 541에 권고되어 있다<sup>[3,4]</sup>.

표 1. VHF DSC의 등급  
Table 1. Class of VHF DSC

Division	Class-A type	Class-D type
Function	- DSC call - Auto voice calling	DSC call
DSC Ant.	Necessary	No useful
Operation	GMDSS ship	Non-GMDSS ship

VHF DSC의 종류에는 크게 두 가지가 있으며, 국제항해 여객선 및 총톤수 300톤 이상 국제항해 화물선에 해당되는 GMDSS 선박에 적용되는 class-A 타입과 그 외의 선박인 비 GMDSS 선박에 적용되는 class-D 타입으로 나누어져 있다. 따라서 어선에는 class-D 타입의 VHF DSC가 설치되며, class-A와 class-D에 대한 주요 성능비교는 표 1과 같다. Class-D 타입의 경우 전용 안테나가 없이 VHF 송수신 안테나를 겸용으로 사용하기 때문에 음성송신 중에는 DSC 신호를 수신할 수 없다.

DSC 호출응답은 무선전화 통신과 달리 약 0.6초의 단시간에 전송이 종료된다. 또한 VHF DSC 호출응답 채널은 Ch.70 (156.525MHz) 하나로 지정되어 있기 때문에 통신국별로 주파수를 다르게 지정할 수 없다.

DSC의 통신권은 VHF 무선전화 통신권과 동일하기 때문에 VHF DSC 통신권 구성 방안은 VHF 무선전화 통신권 구성방안과 동일하게 적용된다.

### 2.2. 동해권 VHF DSC의 운용

그림 1은 동해권 VHF DSC 위치자동발신시스템을 구축하기 위한 네트워크의 개요도이다. 네트워크는 웹기반의 VoIP 방식으로 구성되며, 서울에 종합관제실 1국, 속초와 포항에 운영국 2국, 주문진, 동해, 후포, 울릉, 울산에 모니터국 5국 그리고 선박통신을 운용되는 10개의 해안국이 설치된다.

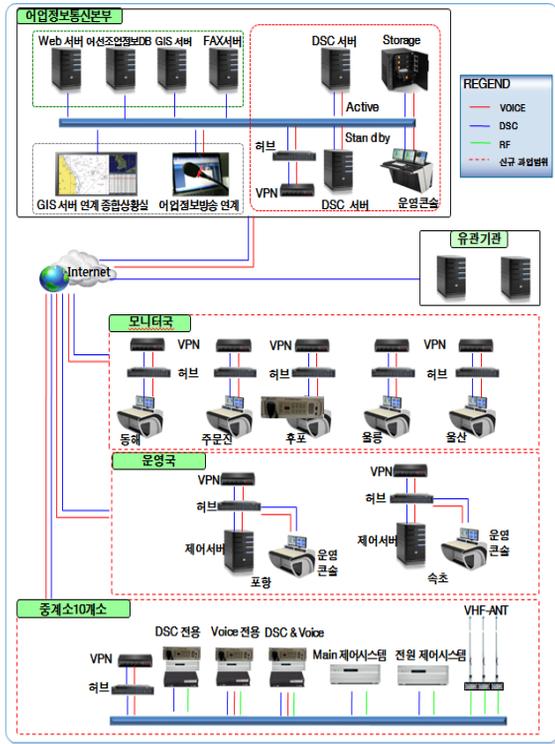


그림 1. 동해권 VHF DSC의 VMS 네트워크  
Fig. 1. VMS network of VHF DSC in East sea

해상에서의 VHF 통신은 송·수신소 각각의 안테나 높이에 의하여 가지거리 통신으로 규정할 수 있다. 광학적 가지거리의 계산식은 지구등가 반경계수를  $K=4/3$ 으로 가정한 경우 다음의 식과 같다.

$$D = 4.11(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \quad (1)$$

여기서,  $D$ 는 가지거리를 나타내고,  $h_1$ ,  $h_2$ 는 각각 송신측 유효안테나 높이(m)와 수신측 유효안테나 높이(m)를 나타낸다.

VHF 전파의 도달거리는 식 (1)을 기본으로 예측하며, 안테나의 높이와 GIS 정보를 활용하여 커버리지를 시뮬레이션하는 도구를 사용하여 전파환경을 예측하였다.

그림 3에서 10개의 해안국은 모두 동일한 VHF Ch.70을 운용하므로 인접한 국끼리 동일시간에 데이터를 전송하면 신호가 충돌되어 서로의 데이터는 신호는 훼손되어 전송이 불가능하게 된다. 그러므로 커버리지 내에서 인접국간 전파가 겹치지 않도록 운용시간을 배치하여야 한다. 그림에서 해안국을 5개의 그룹으로 나누고, 인접국과 호출운용이 겹치지 않도록 호출시간을 할당하여 배치한 내용을 나타내고 있다<sup>2)</sup>.

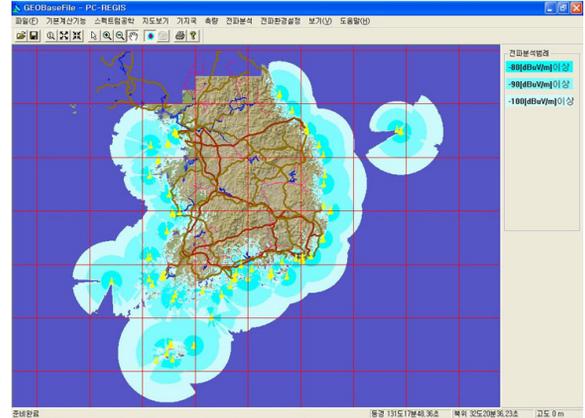


그림 2. VHF 커버리지의 시뮬레이션  
Fig. 2. Simulation of VHF coverage



그룹명	구분	운용시간 (분)	운용중계소	동시 운용가능 중계소
A		00-10	거진, 현종산	무룡산, 천부
B		10-20	괘방산, 도동	포함
C		20-30	무룡산, 대하	거진
D		30-40	봉화산, 천부	괘방산
E		40-50	삼척, 포함	거진, 도동
F		50-60	안전조업상황실 설정	대하 및 불감해역에 대한 운용필요

그림 3. 시뮬레이션에 의한 통신권의 설계  
Fig. 3 Design of station's coverage by Simulation

### 2.3. 통신시퀀스

DSC의 위치보고 통신프레임은 그림 4와 같이 260bit로 구성되며, VHF DSC의 전송속도는 1,200bit/초이므로 프레임의 전송시간을 계산하면 0.21667초가 되고, 호출과 응답에서 지연시간을 고려하지 않을 경우에는 약 0.44초가 소요된다.

Dot 신호	통신신호	Format	Address	Category	자국식별	메시지 1	메시지 2	메시지 3	중요코드	ECC
20bit	20bit	10bit	50bit	10bit	50bit	20bit	30bit	30bit	10bit	10bit

그림 4. 통신프레임의 구성  
Fig. 4. Construction of communication frame

DSC 자동응답 모드에서 해안국이 선박국의 호출절차와 선박국의 응답절차에 대한 통신시퀀스는 그림-5와 같으며, 통신프로토콜에 표기된 문자의 내용은 표-3과 같다. a)의 경우에는 즉시 응답이 가능한 경우로 선박에서 DSC의 송수절환에 의하여 위치정보로 응답하게 되고, b)의 경우는 수신된 정보의 에러 또는 Ch.70 전파의 사용중으로 응답을 할 수 없을 때이며, 어선의 class-D 형 DSC는 해안국의 재호출을 대기하는 상태로 된다<sup>5)</sup>.

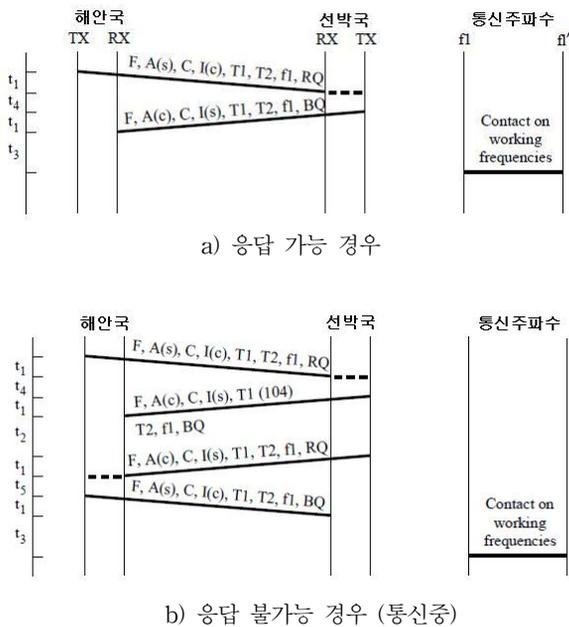


그림 5. 호출응답 시퀀스  
Fig. 5. Sequence of calling & response

표 2. 통신프로토콜 구성  
Table 2. Construction of communication protocol

Character	Content
t <sub>1</sub>	DSC calling time
t <sub>2</sub>	DSC calling reception knowledge time
t <sub>3</sub>	Calling time in working frequency
t <sub>4</sub>	Responding time in auto respond mode (three second in VHF DSC)
t <sub>5</sub>	Respond setting time
F	Message format (Position Request)
A	MMSI of called station
I	MMSI of calling station
C	Category (ex: Safety, Routine etc.)
T1	Tele-command 1
T2	Tele-command 2
fl, f2	Working frequency
RQ, BQ	Finished signal

ITU-R M. 541의 규정에 따라 선박이 자동으로 DSC의 운용을 지원하는 장치를 탑재하면, 선박국은 자동적으로 종료신호 “BQ”를 가진 확인을 송신해야 한다. 이러한 확인 시퀀스의 전송시작은 완전한 호출 시퀀스의 수신이후, 3 초 이내에 이루어져야 한다. 그리고 해안국의 통화중이 수신된다면 초기 호출로부터 15분의 주기 이내에 호출한 해안국의 재호출을 수신할 수 있어야 한다. 이외에도 해상 VHF 디지털통신의 향상된 성능을 적용할 수도 있으나, 본 연구의 범위는 DSC의 기능 및 class-D의 성능으로 한정된다<sup>6,7)</sup>. 그림 6은 해안국의 커버리지로 구분하여 해역을 분할한 것으로 해상통신에서 통신권에 해당되며, 직사각형 해역은 75x150km를 기준으로 설정하였고, 강원도와 울릉도 해안국간의 커버리지에서 전파가 겹치지 않도록 그룹을 설계하여 운용시간을 배치하여야 한다. VHF DSC에 의한 어선의 자동위치발신 시스템은 해안국이 모두 동일한 채널 70을 사용하며, 부근의 모든 해안국은 동시에 선박의 위치정보를 수신하게 되므로 그중에서 수신신호가 가장 양호한 해안국을 선별하여 통신을 행하는 RSSI 방식을 적용할 수 있다.

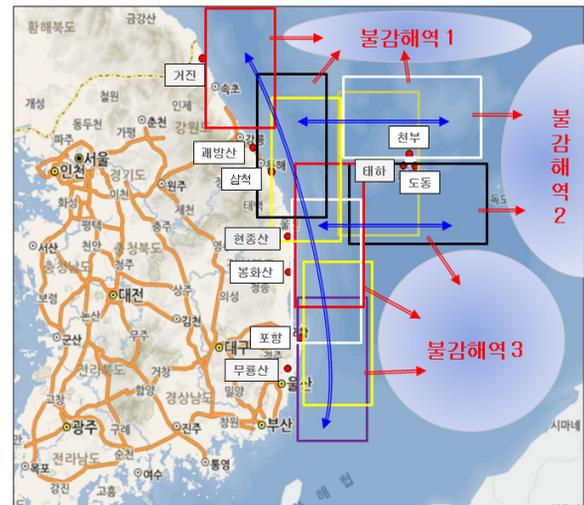


그림 6. 통신해역과 항로추적  
Fig. 6. Traffic area & tracking of navigation route

그림 7은 RSSI를 구현하기 위한 설계도로 해안국 중에서 가장 양호한 수신신호는 해안국 C의 전파이므로 해당 선박은 해안국 C 해역의 항해선박 DB에 등록되어 통신해역으로 설정된다.

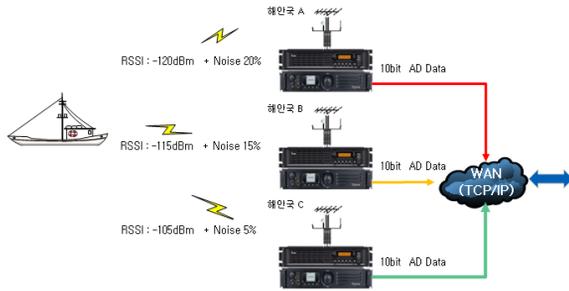


그림 7. RSSI의 비교  
Fig. 7. Comparer of RSSI

그림 8은 동해안의 VHF 전파환경을 분석한 것이다<sup>[8]</sup>. 속초해안국의 전파 커버리지 시뮬레이션에서 해상 의의 거리에 따라 수신전계 강도가 완만하게 감소하는 형태를 나타내고 있다<sup>[9]</sup>. 동해안은 섬이 없고 해안 선의 단조로움으로 인하여 모든 해안에서 동일한 형태의 특성그래프를 나타내므로 RSSI의 적용에 매우 적합하다<sup>[10]</sup>.

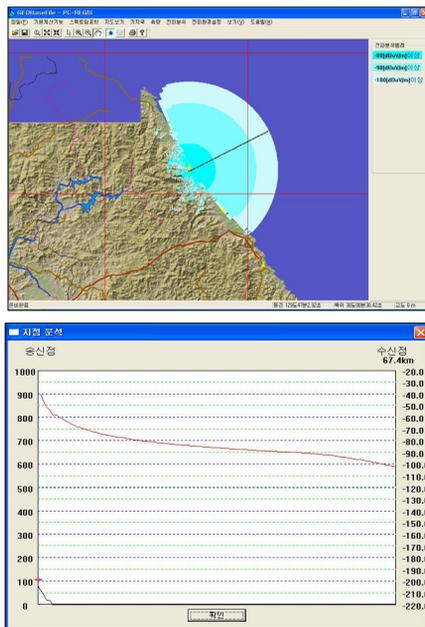


그림 8. 동해안의 VHF 전파환경  
Fig. 8. VHF radio environment in East sea

### III. 알고리즘의 설계

그림-9는 선박의 이동경로에 따라 해안국을 로밍하는 절차를 보인 것으로 RSSI의 비교에 따라 수신전계가 가장 양호한 해안국의 선박 DB에 자동으로 등록되며, 그림 9와 같이 인접하는 해안국과 RSSI에 의한 거리정보에서 2개의 원을 도시하므로써 교점으로 선박의 위치를 추적할 수 있다.

선박이 해안으로부터 멀어져서 VHF 통신의 불감 해역으로 진입하게 되면 해당선박은 자동으로 이탈선박 DB에 등록이 되고, 이 선박들은 SSB의 호출에 의하여 위치정보를 얻어야 한다.



그림 9. RSSI 비교에 의한 로밍  
Fig. 9. Roaming by RSSI comparer

그림 10의 알고리즘에서 어선의 호출에 의한 응답 시 해안국과 어선간의 전계강도에 따라 가까운 거리로 판단하여 처리한다. 무선환경은 거리에 매우 민감하여 이를 기준으로 어선을 DSC 호출을 수행할 해안국을 할당하게 된다. 어선의 위치에 의하여 거리측정도 가능하며, 어선의 위도/경도에서 해안국과의 거리를 비교하여 로밍 처리하게 된다.

즉, 기존의 VMS는 통신의 전송된 GPS 정보에 의하여 선위를 추적하였으나, 본 연구에서는 RSSI 기법을 적용하여 음성통신중에도 선위를 추적할 수 있으며, 전자해도 상으로 항적을 추적하여 선위를 예측할 수 있는 조합알고리즘으로 설계하였다.

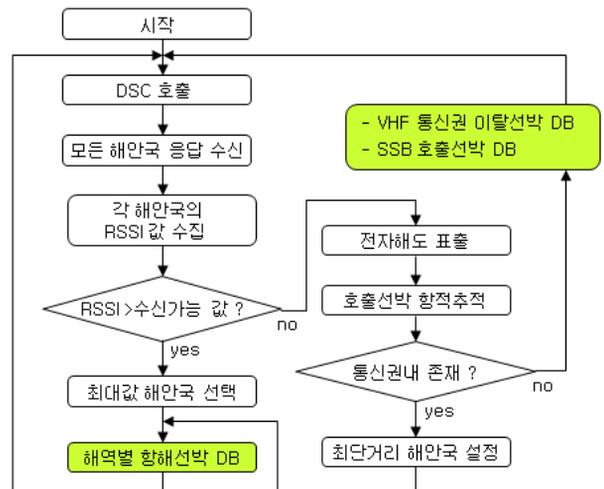


그림 10. 조합 알고리즘  
Fig. 10. Combination algorithm



그림 11. 어업 VMS 화면  
Fig. 11. Screen of fishery VMS

그림 11은 조합 알고리즘에 의하여 설계된 어업 VMS의 화면을 보인 것으로 전자해도는 국립해양조사원의 S-57 규격을 사용하였다. 자유로운 전자해도의 표출과 함께 호출선박, 해역별 선박, VHF 통신권 이탈선박 등의 DB를 동시에 관리할 수 있도록 설계하였다.

#### IV. 결 론

국내 연안어선의 해상안전과 해난에 신속하게 대응하는 방안으로 자동위치 발신장치를 의무화하였으며, 간단하게 이러한 기능을 만족하는 VHF DSC를 의무설비로 규정하였다. 특히, 어업용 VMS와 연동되는 감시레이더에 의하여 연안에서 조업하는 타국의 어선 및 의아 선박에 대한 식별을 용이하게 하려는 목적도 포함하고 있다.

현재 어업정보통신국은 하루에 2회 정도 음성호출에 의하여 어선들을 위치보고를 접수하고 있으나, VHF DSC에 의한 자동위치보고 시스템이 완성되면 표-2에 의하여 VHF 통신권에서는 1시간에 1회이상의 위치보고를 접수할 수 있다. 다만, VHF 통신권을 이탈하여 불감해역으로 항해하는 어선에 대해서는 기존의 SSB로 호출하여 위치보고를 접수하게 되며, 이탈선박이 다시 VHF DSC의 호출에 응답하는 경우에는 RSSI에 의하여 해당 해역의 항해선박으로 DB에 갱신하게 된다. 결론으로 어선의 항해가 가장 많은 연안해역에 대하여 VHF DSC의 운용에 의한 자동위치보고 시스템은 어업 VMS의 기능을 신속하고 정확하도록 향상시키는 효과를 얻을 수 있다.

#### References

[1] IMO, "Performance standards ship borne VHF radio installations capable of voice communication and digital selective calling," IMO Resolution A.803-19, Nov. 1995.  
[2] J. C. Choi, "A study on the improvement of

frequencies and systems for efficient operations in fisheries information communications," Nat. Federation Fisheries Cooperatives, pp. 100-103, Dec. 2012.

[3] ITU-R, "Digital selective calling system for use in the maritime mobile service," ITU-R Recommendation M.493-13, Oct. 2009.  
[4] ITU-R, "Operational procedures for the use of digital selective calling equipment in the maritime mobile service," ITU-R Recommendation M.541-9, May 2004.  
[5] TTA, "The Test of Digital Selective Calling Equipments," TTA Standard TTA.KO-06.0078/R1, Dec. 2011.  
[6] ITU-R, "International maritime VHF radiotelephone system with automatic facilities based on DSC signalling format," ITU-R Recommendation M.689-3, Mar. 2012.  
[7] ITU-R, "Optional expansion of the digital selective calling system for use in the maritime mobile service," ITU-R Recommendation M.821-1, Feb. 1997.  
[8] B. O. Kim, "A study on the corresponding strategies in accordance with establishment of obligatory on VHF, fishery information communications," Nat. Federation Fisheries Cooperatives, pp. 171-174, Oct. 2010.  
[9] Y. C. Jung, Y. M. Cha, G. U. Kim, J. C. Choi, "Standardized trend for digital communications of maritime VHF band," in Proc. KICS Int. Conf. pp. 72-74, Gwangju, Korea, May, 2011.  
[10] B. E. Nam, "A Study of mobile node forecasts the location area by using the differentiated ratio of RSSI," M.S. thesis, Dept. Computer Sci. Eng., The Graduate School Inform. Sci. Kyung Hee University, Korea, pp. 21-25, 2006.

**최 조 천 (Jo-cheon Choi)**



1986년 2월 서울산업대학교  
전자공학과 공학사  
1990년 2월 조선대학교 컴퓨  
터공학과 공학석사  
1998년 2월 한국해양대학교  
전자통신공학과 공학박사  
1989년~현재 목포해양대학교

해양전자통신공학부 교수  
<관심분야> 해양전자통신, 계측제어

**정 영 철 (Yeong-cheol Jeong)**



1983년 2월 목포해양대학교  
통신학과 공학사  
2004년 8월 경희대학교 정보통  
신망관리학과 공학석사  
2013년 1월 목포해양대학교 해양  
전자통신공학과 공학박사  
현재 서울텔엔지니어링 대표

<관심분야> 해상통신, 네트워크

**김 정 욱 (Jeong Uk Kim)**



2013년 2월 목포대학교 정보전  
자공학과 공학사  
2013년 3월~현재 목포대학교  
전자공학과 석사과정  
<관심분야> 디지털통신시스템,  
이동 및 위성통신시스템,  
USN/ 텔레매틱스응용분야,

임베디드시스템

**최 명 수 (Myeong Soo Choi)**



2000년 2월 목포대학교 전자  
공학과 공학사  
2002년 2월 목포대학교 전자  
공학과 공학석사  
2009년 2월 목포대학교 전자  
공학과 공학박사  
2009년 3월 목포대학교 해양

텔레매틱스기술개발센터 박사후연구원  
2009년 12월~현재 목포대학교 정보산업연구소 연  
구전임교수  
<관심분야> 디지털통신시스템, USN, 배열신호처리,  
임베디드시스템

**이 성 로 (Seong Ro Lee)**



1987년 2월 고려대학교 전자  
공학과 공학사  
1990년 2월 한국과학기술원  
전기및전자공학과 공학석사  
1996년 8월 한국과학기술원  
전기및전자공학과 공학박사  
1997년 9월~현재 목포대학교

공과대학 정보전자공학과 교수  
<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시  
스템, USN/텔레매틱스응용분야, 임베디드시스템