
VHF-DSC 위치요청 프로토콜 분석과 어선관제시스템 구축

김정년*

*수협중앙회

The Construction of the Fishing-vessel Monitoring System and the Protocol Analysis for the Calling of Location Requirement Using VHF-DSC

Jeong-nyun Kim*

*National Federation of Fisheries Cooperatives

e-mail : sparkkim@suhyup.co.kr

요 약

선박안전법과 어선법 개정에 따른 어선의 VHF(Very High Frequency) 무선설비와 위치자동발신장치 설치 의무화에 대비하여 수협중앙회 어업정보통신국에서는 VHF통신망과 어선관제를 위한 위치자동발신장치 시스템을 구축하고 있다.

본 연구에서는 DSC(Digital Selective Calling) 기능을 이용한 위치요청 호출의 프로토콜 분석과 선박위치추적에 대한 최적의 방안을 제시한다. 또한 이를 바탕으로 어선관제시스템 구현과 모니터링 방법에 대한 기술을 제시한다.

ABSTRACT

In preparation for the compulsory installation of VHF(Very High Frequency) wireless equipment and fishing vessel automatic identification system according to the revision of 「The Ships Safety Act」 and 「Fishing Vessel act」, Fishery Information & Communication Department of National Federation of Fisheries Cooperatives is building VHF communication network and automatic identification system for fishing vessel monitoring.

This study suggests the protocol analysis for the calling of location requirement using DSC(Digital Selective Calling) function and show best way for fishing vessel automatic identification system. Also, it suggest way to realize fishing vessel monitoring system

키워드

VHF-DSC, Monitoring System

1. 서 론

어선들은 선박안전법, 어선설비기준 및 선박안전조업규칙에 따라 조업위치보고 등을 위하여 관련 무선설비를 갖추도록 규정되어 있다. 특히 2005년 10월 선박안전법시행규칙의 개정으로 어선과 상선과의 통신 등을 위하여 연근해 어선에 VHF 무선설비의 탑재를 의무화하였으며, 5톤 이상 어선의 경우 선박 검사 유효기간인 2013년 7월까지 VHF 무선설비를 설치하여야 한다. 또

한 어선법 개정으로 모든 어선에 위치발신장치 설치를 의무화함에 따라 선박위치추적 및 선박관제시스템 구현에 대한 방안이 새로운 이슈로 부상하게 되었다.

따라서 본 연구에서는 의무설치되는 VHF무선설비의 DSC(Digital Selective Calling) 기능을 이용한 위치요청 호출의 프로토콜 분석과 선박위치추적에 대한 최적의 방안을 제시한다. 또한 이를 바탕으로 어선관제를 위한 모니터링 방법에 대한 기술을 제시한다.

II. VHF 전파특성 및 분석 방법

2.1 VHF 전파 특성

VHF는 전파특성상 직진성이 강한 가시거리 통신이므로 동 주파수대의 전파전파 환경을 잘 이해하는 것이 중요하다. 사용주파수는 30~300MHz대로 파장의 길이는 1~10m이다. 송수신 안테나의 높이에 따른 가시거리는 다음과 같이 근사치를 구할 수 있다

$$D = 4.11(\sqrt{h1} + \sqrt{h2})$$

D = 가시거리 [km]

h1 = 송신측 유효 안테나 높이 [m]

h2 = 수신측 유효 안테나 높이 [m]

지구등가반경계수 K=4/3일 경우

2.2 VHF 전파 환경 분석 방법

전파환경에 대한 시뮬레이션의 가장 중요한 기술적 요소에는 예측 모델과 지형 데이터베이스의 설정이며 본 연구에서 사용한 예측 프로그램은 REGIS 프로그램을 사용하였다. 동 시뮬레이션 프로그램은 지형정보가 수록된 데이터베이스에서 지형정보를 읽어 들인 뒤 검토대상 구역내의 모든 수신지점에 대한 전파경로를 TIREM 모델을 이용하여 분석 계산된다.

1) 가시거리에서의 전계강도

$$E(dB\mu V/m) = BFS(dB\mu V/m) + RAL(dB) + BAL(dB)$$

2) 비가시거리에서의 전계강도

$$E(dB\mu V/m) = \min(BFS, DL) + RAL(dB)$$

상기의 식에서 BFS는 평지에서의 기본 전계강도 값이며 RAL은 수신안테나 높이에 따른 손실보정, BAL은 송신안테나 높이에 따른 손실보정 값이다. 송신 출력 1W를 기준으로 할 경우 BFS는 다음식과 같다.

$$BFS = -40.15 \cdot \log_{10}(d) - 2.91 \cdot \log_{10}(f) + 82.86 + 10 \log(P_t) + G_m + G_{b4}$$

또한 DL은 전파경로가 비가시거리인 경우 자유공간 전계강도 값에서 회절손실을 뺀 값이다. 따라서 비가시거리에서의 최종 전계강도는 평지에서의 전계강도와 회절손실에 의한 전계강도를 계산하여 이 중 더 작은 값을 선택한 후 지역별 수신안테나 높이에 따른 손실을 보정하게 된다. 시뮬레이션 처리 과정은 8단계로 이루어지며 각각의 단계는 다음과 같다.

① 1단계 : 초기 입력 단계

무선국 데이터와 관련된 무선국 안테나의 좌표(경도, 위도), 주파수, 출력, 최대 반경 데이터, 안테나 높이(해발고+안테나고) 및 안테나 이득 등을 입력한다.

② 2단계 : 지형정보 검색

입력된 좌표로부터 계산할 최대 반경을 고려한 방위각 0도 지점의 좌표를 산출한다. 계산할 방위각에 대해 선정된 기지국으로부터 30m(또는 n배의 샘플링)간격으로 증가시키면서 지형의 고도정보와 특성정보를 읽어 들인다.

③ 3단계 : 가시거리(Line-of-Sight) 여부 판정

추출한 고도 정보에 기인하여 가시거리인지 비가시거리인지 판정하기 위해 전파경로상의 최대 양각을 구한다.

$$\theta_{max} = \sum_{i=1}^{n-1} [\theta_i] \text{ [mrad]}$$

이 각이 송수신을 연결하는 양각보다 크면 비가시거리로 판정한다.

$$\theta_{max} > \theta_{td}$$

$$\theta_i = \frac{h_i - h_{ts}}{d_i} - \frac{10^3 d_i}{2a_e}$$

$$\theta_{td} = \frac{h_{rs} - h_{ts}}{d} - \frac{10^3 d}{2a_e}$$

여기에서 hi는 i번째 지형데이터의 해발고도, hts는 송신국의 안테나 높이를 포함한 해발고, hrs는 수신국의 안테나 높이를 포함한 해발고를 의미한다. 이것이 만족되지 않으면 가시거리로 판정한다.

④ 4단계 : 기본 전계강도 계산

기본 전계강도를 다음 식에 의하여 계산한다.

$$BFS = -40.15 \cdot \log_{10}(d) - 2.91 \cdot \log_{10}(f) + 112.86 + 20 \log\left(\frac{h_{te}}{30}\right)$$

⑤ 5단계 : 회절손실 계산 및 전계강도 보정

장애물의 수가 1개인지 또는 2개 이상인지 그 수를 산출하여 보정한다.

- 장애물이 1개인 경우

$$BFS = \min(BFS, DL)$$

$$\text{단, } DL = E_F - J(v), \quad E_F = 107 - 20 \log(d) 46288,$$

$$v = h \sqrt{\frac{2}{\lambda} \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)}$$

$$J(v) = 6.9 + 20 \log \sqrt{(v-0.1)^2 + 1} + v - 0.1 \text{ (dB)}$$

- 장애물이 2개 이상일 경우

$$BFS = \min(BFS, DL)$$

$$\text{단, } DL = E_F - L_d, \quad L_d = \sum_{i=1}^N L'_i$$

⑥ 6단계 : 지역별 수신국 안테나 높이 보정
추출된 지형특성 데이터에 따라 수신안테나 손실(RAL)을 보정한다.

$$E = BFS + RAL$$

⑦ 7단계 : 거리 증분 후 반복 계산

한 지점에 대해 계산이 끝나면 거리를 증가시켜 3단계부터 6단계까지 반복하며 한 경로의 입력한 최대거리가 끝날 때까지 반복한다. 한 경로가 끝나면 8단계로 진행한다.

⑧ 8단계 : 방위각 증가 후 반복 계산

한 경로(방위각)에 대해 계산이 끝나면 방위각을 1초 간격으로 증가시킨 후 2단계부터 7단계까지 반복한다. 그리고 방위각이 360도가 되면 전체 처리과정이 끝나고 메모리에 저장된 전계강도의 값에 따라 화면에 그 결과를 나타낸다.

III. DSC 프로토콜 분석

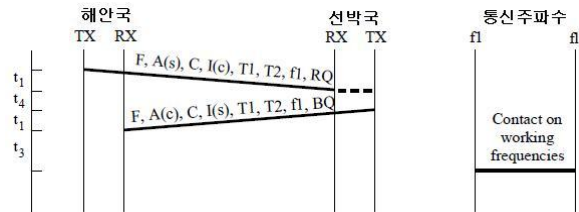
DSC 호출응답은 무선전화 통신과 달리 단시간(약 0.6초) 이내에 전송이 종료되기 때문에 많은 시간을 요하지 않는다. 또한 VHF DSC 호출응답 채널은 Ch.70(156.525MHz) 하나로 지정되어 있기 때문에 통신국별로 주파수를 다르게 지정할 수 없다. DSC의 통신권은 VHF 무선전화 통신권과 동일하기 때문에 VHF DSC 통신권 구성 방안은 VHF 무선전화 통신권 구성방안과 동일하게 적용된다.

VHF 무선설비는 효율적인 DSC 운영을 위하여 반드시 Class-A DSC를 설치할 필요가 있으며, 선박관제를 위해서는 Class-A DSC를 설치함으로써 무선전화 통신 중에도 DSC 호출응답 데이터가 수신되도록 하여 DSC 신호 수신에 누락되지 않도록 할 필요가 있다.

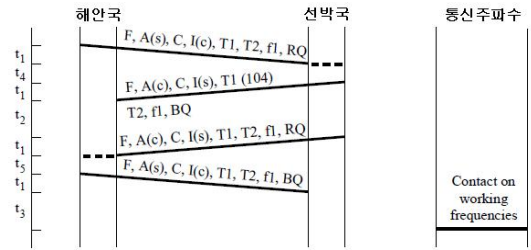
따라서 VHF를 통한 선박 관제를 위해서는 DSC 프로토콜 분석이 중요하며 그 내용은 다음과 같다.

3.1 DSC Call 진행 순서 및 시간

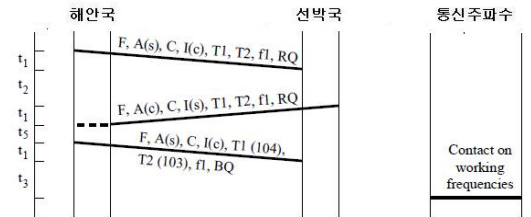
3.1.1 자동응답(통신가능)의 경우 DSC 호출 절차 (해안국⇒선박국)



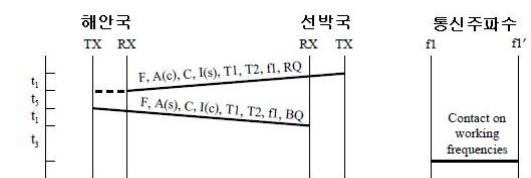
3.1.2 자동응답(통신불가)의 경우 DSC 호출 절차 (해안국⇒선박국)



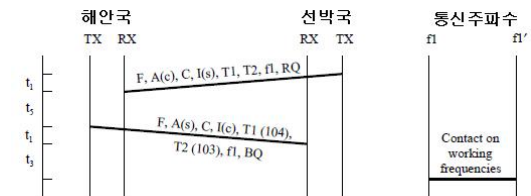
3.1.3 수동응답의 경우 DSC 호출 절차 (해안국⇒선박국)



3.1.4 자동응답(통신가능)의 경우 DSC 호출 절차 (선박국⇒해안국)



3.1.5 통신주파수에서 대기 상태의 경우 DSC 호출 절차 (선박국⇒해안국)



<사용 기호>

- t1 : DSC 호출 전송 시간
- t2 : DSC 호출 수신 후 운영자 확인 시간
- t3 : 통신주파수에서 호출하기까지 시간
- t4 : 자동응답모드에서 응답을 간 (DSC-3초)
- t5 : 응답을 준비하기까지 걸리는 시간
- F : 메시지 포맷
- A : 피호출국 MMSI Address
- I : 호출국의 MMSI
- C : 카테고리 (예: Safety, Routine 등)
- T1 : 텔레커멘트1
- T2 : 텔레커멘트2
- fl, fl' : 통신주파수 (working frequency)
- RQ, BQ : 신호 종료 절차

IV. 선박관제시스템 구현

선박관제를 위한 통신망 구성도는 아래 그림과 같다. 지역별 중계소의 VHF 단말기로 접수된 위치데이터는 지방통신국 서버에서 제어하여 VMS 화면에 표출하고 전 지방통신국과 어업정보통신 본부의 메인서버와 조업DB, 출입항 시스템 등을 연계하여 VMS를 구현한다.

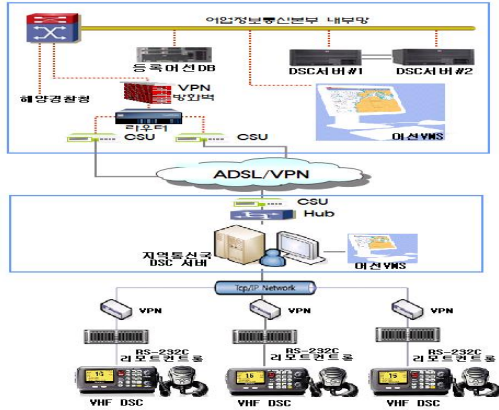


그림 1 VHF DSC 원격 운영 통신망 구성도

그림 5 등록어선 MMSI 검색화면

그림 1~5는 VHF-DSC를 이용하여 어선관제를 위한 운영화면을 나타내고 있다. VHF DSC 운영절차를 살펴보면 사용자 Log-in하여 메인 메뉴에서 운영하고자 하는 메뉴 선택 하고, 각 메뉴에 따른 데이터 항목 입력 후 전송 버튼을 눌러서 전송하면 된다. 응답 내용은 각 메뉴 화면의 상단에 표시되고, DSC 호출 및 응답 내용은 DSC 서버에 자동 저장되도록 한다.

DSC 조난경보의 경우에는 외부 접속 통신망을 통하여 해양경찰청에 자동 전송됨과 동시에 전송 내용 및 시각을 DSC 서버에 자동 저장되고, MMSI List는 등록 어선 데이터베이스에서 관리하면 된다.

V. 결 론

어선의 안전조업을 도모하고 해난사고 발생 시 즉각적인 대응을 위하여 VHF DSC를 활용하여 어선 전용 VMS 구축 운영할 필요가 있다. 본 연구에서는 어선 관제를 위한 DSC의 프로토콜을 분석하고 원격 운용방안을 제안하여 어선관제시스템 구현과 모니터링 방법에 대한 기술을 제시하였다

향후 VHF 통달거리를 초과하는 해역에서 조업하는 어선에 대한 관제방안이 추가로 제안되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] B.O Kim et 3, " A study on the corresponding obligation to install VHF" pp 259-263, October. 2010
- [2] J.N Kim et 2 " HF radio-network algorism" pp 2~4 September. 2006

그림 2 VHF DSC 메인메뉴 화면

그림 3 VHF DSC 위치추적 운영 화면

그림 4 VHF DSC 개별호출 운영화면