

Digital-HF를 이용한 선박 안전 시스템

최성철* · 소지은*

*삼영이엔씨(주) 특수사업본부

Ship safety system using Digital-HF

Sung-Cheol Choi* · Ji-Eun So*

*Naval Division, Samyung ENC, Busan 49089, Republic of South Korea

요약 : 정보통신기술의 발전과 더불어 해상통신 시스템 또한 안전성, 효율성, 정확성 그리고 보안을 목적으로 하는 항해 및 통신 장비 관련 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 100km 초과 원거리 조업 어선에 대해서 위치 파악 및 선박상태 등 어선관리에 어려움을 겪고 있다. 그리하여 본 연구에서는 Digital-HF 통신 시스템을 통한 원거리 선박 안전을 위하여 최적주파수를 선택하고 이 주파수를 이용하여 선박 위치 확인이 가능하도록 한다.

핵심용어 : Digital-HF, ITU-R M.1798-1, e-Navigation, 전파특성, 최적주파수 선택, 위치정보

Abstract : Along with the development of information and communication technology, maritime communication systems also have been actively studied for navigation and communication equipment aiming at safety, efficiency, accuracy and security. However, for fishing ship over 100km far from the coast, it is difficult to manage such as location and status of ship. Therefore, in this study, for the safety of the long distance ship through Digital-HF communication system, we use method to choose the optimum frequency and it enables to check the position of ship

Key words : Digital-HF, ITU-R M.1798-1, e-Navigation, Propagation Characteristics, Location Information

1. 서론

원거리를 포함한 연근해 조업 어선의 위치정보관리 및 안전관리를 통해 해양안전을 강화한다.

기존 중파/단파(MF/HF)대역은 데이터 통신이 제한적이고, 해양사고예방 및 해상안전정보 서비스 등을 지원하는데 제약이 있다. 따라서 ITU-R M.1798-1 국제규격에 제시된 단파(HF)대역에서 디지털 기술개발을 통해 기존에 사용되던 데이터 통신의 제한된 사용을 개선하고, 디지털 데이터 교환 서비스가 가능하도록 하여 해양사고예방과 해상안전정보 등의 e-Navigation 서비스를 제공하고자 한다.

2. 근거리 선박 위치 정보 시스템

근거리(100km이내) 선박 안전을 위한 시스템은 자동 위치발신 및 충돌 방지를 위한 AIS, 음성통신, 위치호출, 조난발신을 위한 VHF-DSC 등 이미 개발되어 상용화 되어있다.

이러한 가운데 최근 100km 초과 원거리 조업 어선의 위치 정보 및 어선 상태 등에 대한 어선관리 문제가 발생하고 있으며, 원거리 선박에 대한 보다 효과적인 선진 해양 안전관리 강화되도록 할 필요성이 증가하고 있다.

이에 따라 해양수산부 주관 '한국형 e-Navigation 사업'에

서 Digital-HF를 이용한 기술의 개발 및 표준화가 진행되고 있다.

Table 1 Local Ship Safety System

종류	목적 및 기능	통달 거리	주파수	채널 간격	출력 (W)	전송 속도 (kbps)
AIS	자동위치 발신, 충돌방지	~80 km	161.975, 162.025 MHz	25 kHz	1 /12.5 /25	9.6
VH F-DSC	음성통신, 위치호출, 조난발신	~100 km	156.025 ~ 157.425, 156.525 MHz	25 kHz	25	1.2

Table 1은 근거리 선박 안전 시스템에 대한 종류별로 나타낸 표이다.

3. Digital-HF 선박 안전 시스템

3.1 최적주파수 선택

전파의 전파는 크게 지상파(ground wave)와 공간파(sky wave)로 분류되며, 장파대, 중파대 이하에서는 지표파, 단파대에서는 공간파(전리층 반사파), 초단파대 이상에서는 직접파가 주로 이용된다.

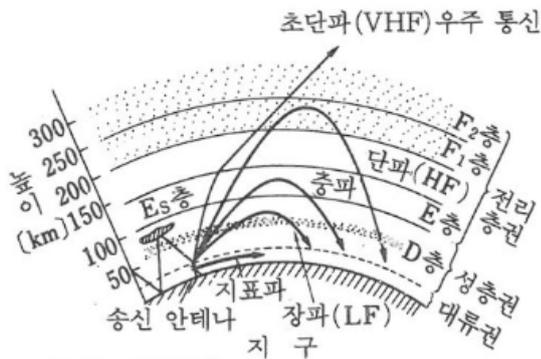


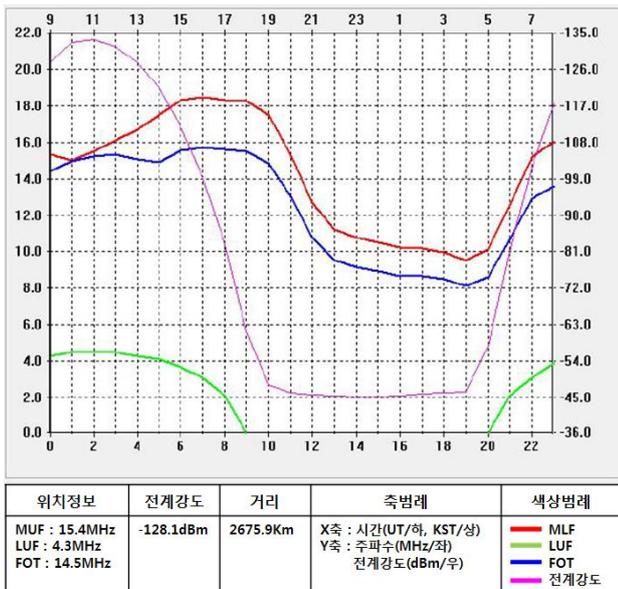
Fig. 1 Propagation characteristics

Fig. 1은 전자밀도가 높은 주간에서는 전리층 D, E층 통과 시 받는 1종 감쇠가 작은 높은 주파수를 사용해야 한다.

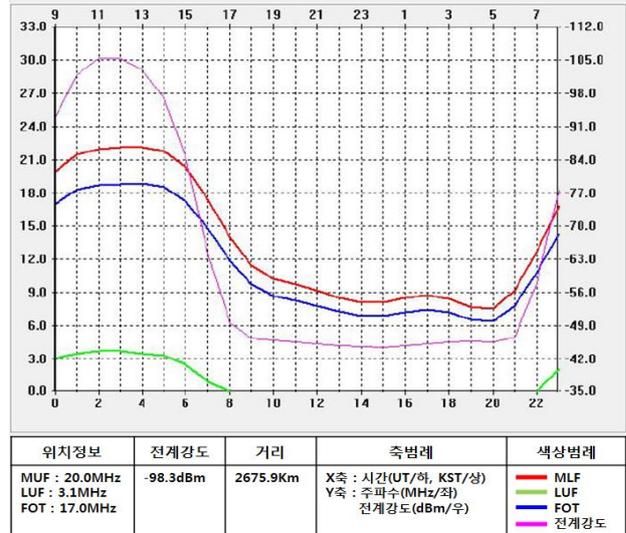
1종 감쇠 : $1/f^2$

또한 야간에는 D층이 소멸되므로 전리층 반사시 받게 되는 2종 감쇠가 작은 낮은 주파수를 사용해야 통신이 가능하다.

2종 감쇠 : f^2



(1) Seoul-Brisbane (2018. 7.)



(2) Seoul-Brisbane (2019. 1.)

Fig.2 Frequency forecast

Fig. 2에서는 2018년 7월(서울-브리즈번)과 2019년 1월(서울-브리즈번)에 대한 사용가능한 주파수 예보를 나타내며, 계절 및 시간에 따라 다른 주파수를 사용해야 함을 볼 수 있다.

따라서 단파통신을 할 경우 최적의 주파수를 찾는 것이 매우 중요하다.



Fig. 3 Optimum frequency selection

최적주파수 선택을 표현한 Fig. 3에 대한 설명은 다음과 같다.

- (1) Digital-HF 해안국용 송신국에서 1시간마다 최적주파수 선택 PILOT 신호를 송신한다.
- (2) 송신국 ID (송신국 #1~#3) 별로 순차적으로 송신한다.
- (3) 각 채널별로 순차적으로 2회 방송한다.
- (4) 선박국에서는 PILOT 신호를 수신하여 DATA 수신여부 및 RSSI를 분석하여 최적 주파수로 설정한다.

※RSSI(수신신호강도지수) : Received Signal Strength Indication

또한, 최적주파수 선택을 위한 통신방법으로는 Fig 4와 같

이 Digital-HF 해안국용 송신국은 최적주파수 선택 PILOT 신호를 FSK100 방식으로 송신하며, 이때 일정한 데이터를 실어 송신한다.



Fig. 4 Optimum frequency communication

타이밍은 Fig. 5와 같으며, 1,000msec 간격으로 720msec 동안 최적주파수 선택 PILOT 신호를 송신한다.

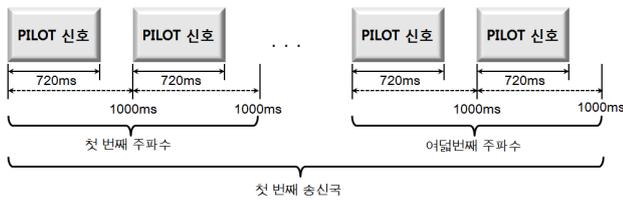


Fig. 5 Timing Diagram

따라서,

1채널 송신 1,000ms X 2(회) = 2,000ms

8채널 송신 2,000ms X 8(채널) = 16,000ms

3개의 송신국 16,000ms X 3(개의 송신국) = 48,000ms이다.

그러므로, 최적주파수 선택 pilot 송신 총 예상시간은 송신국 전환 시간 약 1분을 포함하여 약 1.8분정도 예상할 수 있다.

3.2 선박 위치정보

원거리 선박에 대한 안전 관리 및 위치 파악은 사실상 음성으로 1일 1회 의무보고를 받는 것으로, 현실적으로 어민들이 조업 중지 후 보고하기 위한 대기 시간 소요, 선박 위치 노출 등의 문제점이 나타나고 있다.

따라서 Fig. 6처럼 Digital-HF 통신을 이용한 선박 위치 자동 보고 시스템을 구현하여 보다 안전하고 편리한 선박 관리가 이루어 질수 있다.



Fig. 6 Location Information

선박 위치정보 통신방법으로는 Fig. 7과 같이 OFDM 통신에서 QPSK 방식을 사용하며, 이 채널은 위치정보 전용으로 사용한다.

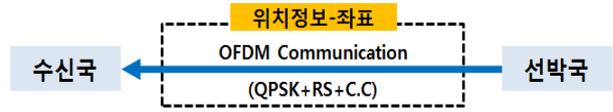


Fig. 7 Location Information Communication

*RS : Reed solomon / C.C : Convolutional code

위치 정보에는 다음 Table 2와 같은 데이터를 실어 보낸다.

Table 2 Location Information Content

파라미터명	크기(bit)	설명
MMSI	32	-
UTC	32	2000.01.01 00:00:00을 0으로 1초마다 1증가
Latitude	28	위도*600000
Longitude	28	경도*600000
SOG	10	속도 * 10
COG	12	침로 * 10
Battery Status	2	0 : 정상 1 : 배터리사용 2 : 배터리종료 3 : reserved
Battery Level	8	배터리 량 (0-100)
마지막 수신 방송ID	8	00-99, 255=unknown
Reserved	8	00
CRC	16	MMSI부터 reserved까지 계산

선박 위치정보 타이밍 예상시간은 다음과 표와 같다.

Table 3 Transmission time considering propagation

CASE (전파시간 등을 고려한 margin)	계산 과정	2500척 위치 정보 총 전송 시간
5msec	(81msec + 5msec) X 1,000	약 1분 24초
10msec	(81msec + 10msec) X 1,000	약 1분 30초
20msec	(81msec + 20msec) X 1,000	약 1분 42초
40msec	(81msec + 40msec) X 1,000	약 2분
100msec	(81msec + 100msec) X 1,000	약 3분
200msec	(81msec + 200msec) X 1,000	약 4분 42초

Table 3과 같이 계산한 전송시간을 보면 margin이 약 40msec일 경우 약 2분마다 1,000척의 선박에서 위치정보를 송

신할 수 있을 것으로 예상된다.

이다.

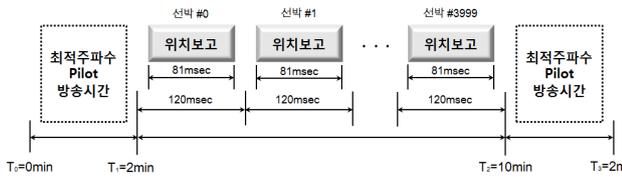


Fig. 8 Timing Diagram

Fig. 8은 위치보고 타이밍을 나타내며, 120msec마다 81msec의 위치정보 데이터를 송신한다. 또한, 선박국의 송신 순서를 정하기 위해 MMSI를 이용한 다음 Table 4와 같은 맵핑을 하여 송신한다.

Table 4 Mapping for ship location reporting

	1열	2열	...	1000열
1행	최적주파수 선택 pilot 송신시간을 고려하여 위치보고 미송신			
2행	선박 #0000	선박 #0001	...	선박 #999
3행	선박 #1000	선박 #1001	...	선박 #1999
4행	선박 #2000	선박 #2001	...	선박 #2999
5행	선박 #3000	선박 #3001	...	선박 #3999

Table 4에 따르면, 1행은 최적주파수 선택 pilot 송신시간을 고려하여 선박에서는 위치보고를 송신하지 않는다.

각 행별(선박국 1,000척)의 할당시간은 약 2분으로 8분 동안 약 4,000척까지 선박의 위치정보를 송신할 수 있다. MMSI 9자리수를 관리하여 열과 행을 지정하여, 선박국의 위치정보 시간을 할당한다. 이를 통해 송신 순서를 정함으로써 최소한의 데이터 충돌 없이 해안국 수신국에서 수신할 수 있는 조건을 만들 수 있다.

4. 결 론

HF WideBand를 이용한 운용 시스템을 통해 최적주파수를 선택하고, 이 주파수를 이용하여 선박국이 선박의 상태를 포함한 위치정보를 송신하면, 해당 선박의 위치 파악 및 안전사고 예방이 충분히 가능할 것으로 예상되며, 더욱 활용할 수 있는 서비스를 개발하여 원거리 조업선박의 안전 확보에 이바지할 수 있을 것으로 예상된다.

사 사

“이 논문은 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원과 한국형 e-Navigation 사업단의 지원을 받아 수행된 “TMO 차세대 해양안전 종합관리체계 기술개발” 연구 결과 중 일부

참 고 문 헌

- [1] Recommendation ITU-R M.1798-1(2010), Characteristics of HF radio equipment for the exchange of digital data and electronic mail in the maritime mobile service, Information telecommunication unit.
- [2] 해양수산부(2016), 차세대 해양안전종합관리체계 전략이행 계획, e-Navigation, pp. 126
- [3] 과학기술정보통신부 국립전파연구원 우주전파센터(2018, 2019), <https://spaceweather.rra.go.kr>, 월간전파예보
- [4] 김태현(2008), 디지털 어업통신을 위한 HF대역 채널접속 프로토콜에 대한 연구
- [5] 박영민(2009), HF 채널대역에서 e-Navigation을 위한 OFDM기반 해상협업통신방식 성능분석