
SSB 모뎀을 이용한 해상용 HF 데이터 통신 서비스

추영열* · 정다운**

HF Data Communication Service Using SSB Modems for Maritime Applications

Young-yeol Choo* · Da-un Jung**

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음
(NIPA-2011-(C-1090-1121-0006))

요 약

본 논문은 중소형 선박을 대상으로 SSB 모뎀과 HF 무전기를 활용하여 안정된 디지털 데이터통신 서비스를 제공하기 위한 통합 인터페이스와 응용 개발에 대해 기술한다. 첫째, GPS와 통신장비와의 통합 인터페이스를 위한 모듈 개발하였다. 둘째, 항해해도를 단말에 구현하여 GPS를 통한 위치 추적 서비스와 이를 이용한 항해 계획기능을 개발하였다. 또한, 안정된 어업활동 지원을 위해 선박의 상태 정보, 어획보고, 경보 기능 등을 개발하였다. 성능 측정결과 개발된 응용들은 메시지 길이 1 Kbyte 이하일 때 1:N 통신에서 3% 미만의 전송오류와 1초 미만의 전송지연을 보였다.

ABSTRACT

This paper describes on development of integrated interface and applications to support stable digital data communication service for small and midium sized crafts exploiting SSB modems and HF wireless sets. Firstly, integrated interface module between GPS (Global Positioning System) and communication devices was developed. Secondly, maritime map was implemented into a display terminal to provide location tracking service and voyage planning function. In addition, condition monitoring service of crafts and fishing report functions as well as alarm functions were developed to support secure fishery. Results of performance measure on developed application services shows that error rate was less than 3% and communication delay was shorter than 1 second when a message length was less than 1 Kbyte along with one-to-many communication type.

키워드

해상통신, HF 통신, SSB 모뎀, 위치 추적

Key word

Maritime communication, HF, SSB modem, location tracking

* 종신회원 : 동명대학교 컴퓨터공학과 교수 (교신저자, yychoo@tu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 08. 09

** 정회원 : 동명대학교 컴퓨터공학과 대학원 박사과정

심사완료일자 : 2011. 09. 15

I. 서 론

HF(High Frequency)망을 이용한 해상통신은 해안국과 선박국 또는 선박국 상호간으로 구성되며, 무선전신 시대부터 90년대 중반까지 해상통신망의 주축으로 운용되었다. 90년대 후반부터 디지털방식을 이용한 통신 기술 및 위성통신기술의 발전으로 위성을 이용하는 고기능, 고성능의 통신시스템으로 해상통신이 변화되었다. 그리하여, HF망을 이용한 아날로그 통신시스템은 이용자의 감소와 해안국의 수익성 문제로 대부분 축소되거나 일부만 운용되고 있다.

현재 국내에선 선박을 위한 해안국 경유의 일반 공중통신 업무도 거의 디지털방식인 VHF(Very High Frequency)망 통신에 이용되며 HF망 통신에 의한 이용은 아주 미비한 실정이다[1]. 하지만, 수협에서 주관하는 어업통신은 현재까지 연근해의 어선을 상대로 저가의 HF 통신망을 사용하여 조업현황, 해상 날씨정보, 엿가 정보 등을 음성으로 선박국에 전달하고 있다.

한편, 최근 해외에서 이용되는 HF망 동향은 SSB(Single Side Band)모뎀을 사용하여 해상에 있는 선박을 대상으로 해상안전정보 및 데이터통신 서비스가 활성화되고 있다[2][3]. 또한, 다중경로 문제와 전파손실(propagation loss)에도 불구하고 HF망을 이용한 멀티캐스트 서비스[4], 군에서 다수 대 다수 간의 instant messaging service[5], 200해리 경제수역안에서 선박의 감지와 분류 기능을 포함하는 통합 해양보안시스템[6] 등의 응용영역에서의 활용등이 모색되고 있다. 국내에선 수협에서 5톤 미만의 어선에 SSB 모뎀을 보급하여 기존에 음성으로 전달하던 기상정보 및 엿가 정보, 어획량 정보를 데이터 통신을 이용한 시범사업을 준비하고 있다. HF망의 응용은 어선외에도 해상 레저용 보트나 요트에 SSB 모뎀의 설치하여 기상정보 및 선박의 위치를 데이터 통신으로 주고받을 수 있는 시스템 등으로 확산되는 추세이다. 하지만 현재 국내에서 이에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

본 논문에서는 위에 언급한 사용자들의 요구사항을 충족할 수 있도록 HF망을 이용하여 데이터 통신을 할 수 있는 시스템을 설계하고 구현하였으며, 구현된 HF망을 통한 데이터 전송 시 전송률 및 전송 지연시간에 대해 성능을 평가하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서 관련된 연구의 동향에 대해 언급하고, 3장에

서 제안하는 HF망을 이용한 데이터 통신 시스템 설계 및 구현에 대해 기술한다. 4장에서 구현된 시스템의 성능평가 결과를 기술하고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 본 론

2.1. HF 단파대 주파수 특성

무선 통신 주파수인 HF 주파수는 1,606.5 ~ 3,900kHz 대역을 사용하며, 전파의 유효전달거리가 약 500Km 정도로 주로 연·근해를 항해하는 소형선박에서 무선 전화용으로 사용한다. 무선전화의 중단파대 해상통신은 전파형식 J3E의 전파를 2Mhz 대역의 SSB 변조방식으로 하여 송수신용 주파수가 1.4kHz의 간격으로 할당되고, 업무별로는 일반 해상통신, 중요해상통신 업무용으로 SOLAS협약에 의거 하여 규정된 장비로 이용된다. 4-26Mh 역은 단파대라고 하며 전리층 중 F층 반사에 의하여 전파된다. 이상의 대역은 소 전력으로도 장거리 통신 가능하여 국제항행을 하는 원양선박 등에서 이용하였으나, 현재에는 KT에서 운용하는 일반 통신업무의 경우 상당부분 축소하여 운영하고 있으며, 무선전신의 경우에는 거의 사용되지 않고 있다. 그러나 수협에서 운영하는 중단파대 어업통신의 경우에는 무선전호 방식으로 어선을 상대로 지속적으로 사용되고 있다. 국내 해상통신의 관리체계는 일반해안국(KT), 해양수산부의 항무해안국(항만청)과 어업무선국(수협) 및 SAR 구난통신무선국(해양경찰청)에서 운영 및 관리를 하고 있는 등 매우 복잡하게 이루어져 있다. 단파 해상통신에서 상선을 대상으로 하는 통신량은 미비하지만, 근거리 및 원거리 통신에서 가장 경제적인 방식이므로 어선 및 소형선박용에 한정되어 운용되고 있으며, 현재 서울의 본부를 포함하여 전국 17개국의 어업무선국이 24시간 운영되고 있다[1-3].

2.2. 단파대 SSB 데이터통신망 구성

단파대 SSB 송·수신기를 이용한 데이터통신은 장·단거리의 통신이 가능하도록 개발한 기술로써 1998~2001년 선박을 대상으로 상업통신망으로 실용화되기 시작한 새로운 IT기술이다. 중·단파대용의 데이터통신 방식으로 협대역직접인쇄전신(NBDP)이 있으나 데이터 통신에 적합하지 않아 사용이 저조한 상태이다.

표 1. 교신가입어선현황(업종별)
Table. 1 Contact State of fishing vessels registered (by fish type)

기준일 : 2010년 01월 05일

구분	계	저인망	선망	안간망	채낚기	자망	연승	트롤	권현망	통발	복합어업	기타
군 산	734	0	40	134	6	202	34	0	0	25	138	155
동 해	368	3	6	0	33	274	0	4	0	3	45	0
목 포	1,218	0	14	103	9	495	75	0	1	110	354	57
부 산	701	73	158	0	60	64	19	47	0	119	114	47
삼천포	455	46	33	0	26	84	48	8	105	37	57	11
속 초	590	12	0	0	74	311	149	1	1	21	20	1
여 수	1,029	38	46	28	7	171	30	0	78	88	445	98
울 릅	153	0	0	0	22	12	0	0	0	0	118	1
울 산	154	9	0	0	26	81	2	0	4	30	2	0
인 천	935	14	2	143	2	404	39	0	0	129	151	51
제 주	1,211	0	6	0	36	70	197	0	0	12	888	2
주문진	355	0	0	0	46	179	1	0	0	58	70	1
태 안	1,104	0	17	234	4	395	13	0	0	186	183	72
통 영	810	5	74	0	12	100	18	0	216	146	196	43
포 향	642	12	36	0	147	345	0	29	0	40	32	1
후 포	454	12	17	0	54	318	1	4	0	40	8	0
합 계	10,913	224	449	642	564	3,505	626	93	405	1,044	2,821	540

그러나 3,000bps의 속도를 가지는 SSB 무선모뎀을 이용하여 전 세계의 선박을 대상으로 해상안전정보 및 데이터통신 서비스를 제공하는 업무가 활성화되고 있다. 고속형 SSB 무선모뎀으로 가장 널리 사용되고 있는 것이 PACTOR 프로토콜을 기본으로 사용하는 PTC-IIe 또는 PTC-IIpro 등의 모뎀이다. PACTOR는 전 세계적으로 가장 많이 사용되는 최고성능의 HF(단파) 데이터 통신 프로토콜로, 선박간 또는 선박과 육상간의 고속 데이터 교환 및 메일박스 운영을 제공한다. PACTOR는 신호가 들리지 않는 -18dB SNR (4kHz 대역폭 기준) 정도에서도 데이터 통신이 가능하며, 단파 인터넷 메일 서비스를 제공하는 무선국을 통하거나, 간단히 인터넷 메일 서비스 네트워크를 구축하여 전자메일을 사용할 수 있다. 단파대 SSB에 의해 데이터통신의 특징은 다음과 같다[7][8].

- 신뢰성: SNR -18dB(4kHz대역) 통신 가능
- 속도: 3,600bps (사용 데이터속도 2,700bps, 압축 5,200bps)

- 전파 환경에 따라 자동으로 변조방식 및 전송속도 변경
- 1:1 통신 및 1:N 통신, 메일 박스 및 중계 기능.
- 기존의 HF 통신망을 사용, 통신요금 없음
- 통달거리는 음성보다 훨씬 장거리 통신거리
- 통신비밀 용이
- E-mail, 온라인(TCP/IP, PPP 네트워크 이용)

III. 제안된 HF 통신망 시스템

본 연구에서는 중·소형선박을 대상으로 이들 선박의 주요 항해 장비인 GPS 및 각종 통신장비와의 통합 인터페이스를 위한 모듈을 개발하였다. 이와 함께 GPS 및 항해장비와 연동된 항해해도를 구현하여 소형 선박용 항해 지원 시스템을 개발하였다. 이때, 무선국과 선박간의 주기적인 통신으로 GPS를 통해 선박의 위치를 자동으로 갱신하고 추적하는 것이 가능하도록 하였다.

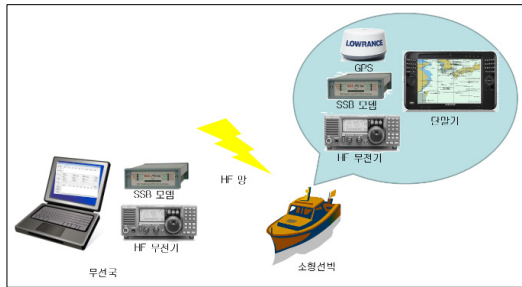


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1 System block diagram

본 논문의 시스템 구성은 그림1과 같이 기상정보를 방송할 무선국용 서버(Server) 프로그램과 기상정보를 획득하고 현재 선박의 위치 및 어획량을 전송 할 선박용 응용(Application)과 선박의 위치를 표시해주는 전자해도로 구성되어 있다.

먼저, 오픈소스 기반의 전자 해도구축은 ECDIS (Electronic Chart Display & Information System)으로 IMO 와 IHO에서 정해진 표준 사양서(S-52)에 따라 제작된 전자해도를 이용하였다. 이 전자해도와 GPS를 이용하여 HF 망을 통해 그림 2와 같이 선박의 위치 및 항해 계획 기능을 개발하였다.

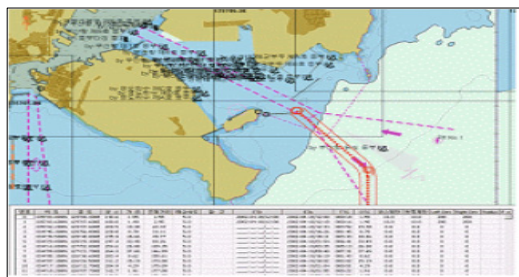


그림 2. GPS 및 맵 기반 항해 계획기능
Fig. 2 GPS and map based navigational planning

HF 망을 이용한 통신 응용 개발에서는 선박용 통신 응용과 무선국 응용으로 나뉜다. 먼저 무선국 응용은 현재 수협 무선통신국에서 기상정보를 육성으로 보내던 것을 데이터로 보낼 수 있도록 개발하였고, 이를 위해 수협무선국에서 협조를 구하여 데이터 Format을 확정 하였다. 향후 수협에서는 HF망을 이용한 기상정보 서비스 및 단문 서비스를 할 예정이며, 본 논문의 결과를 토대로 시범 서비스를 준비 하고 있다. 무선국 응용은 기상

정보를 주기적으로 Broadcasting 하는 기능과 현재 항해 중이 모든 보트 및 어선의 GPS 정보를 수신하여 선박의 현재 위치 및 어선일 경우 현재 어획한 어종과 어획량을 수신 받아 저장할 수 있는 기능을 구현하였다(그림 3 참조). 무선국 응용은 선박으로부터 수신된 선박의 위치를 무선국용 해도에서 읽어 현재 해상의 전체 선박의 위치를 표시 할 수 있다.



그림 3. 무선국 Server Application
Fig. 3 Server Application

선박용 통신 응용은 무선국으로부터 송신된 기상정보를 수신하여 단말기 화면에 보여줌과 동시에 현재 날씨를 비롯해 풍향, 풍속, 파도의 높이, 그리고 수온을 아래의 그림 4처럼 Pop-up 창으로 보여 준다. 그리고 어선의 경우 현재 어획한 어종과 어획량에 대한보고 기능을 그림 5와 같이 개발하여 무선국으로 전송할 수 있게 하였다. 선박은 무선국으로 현재 선박의 정보를 보낼 때, 어선과 레저용 보트나 요트에 따라 두 가지의 메시지 형식(Format)을 갖는다. 또한, 무선국으로부터 받은 기상정보를 어선용 응용에 따라 저장하고 있어 추후에라도 기상 정보를 확인 할 수 있고, 선박의 위치 정보는 사용자의 개입없이 자동으로 무선국에 선박의 GPS 좌표를 송신하도록 개발하였다. 어획보고 Application은 단말기 내에 키보드나 마우스가 없어 터치스크린으로 화상키보드를 대체하도록 개발 하였다.



그림 4. 개발된 선박용 기상정보 화면
Fig. 4 Wether information

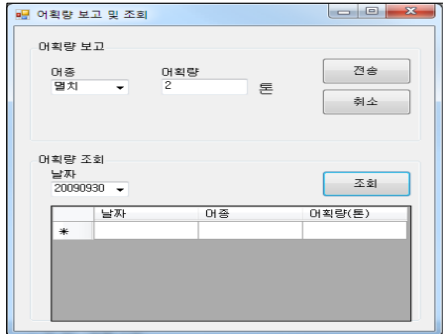


그림 5. 어획 보고 Application
Fig. 5 Fishing report Application

IV. 실험 및 결과

현재 사용하고 있는 HF 통신망의 전송 속도는 9600bps로 상당히 느리다. 선박에서는 무선국에서 보내 주는 정보만을 수신하면 되지만, 무선국의 경우 여러 개의 선박으로부터 선박의 정보를 받고 하나의 선박에서 정해진 Data Format 이외의 많은 양의 Data가 올 경우를 생각할 수 있다. 이에 전송 Data를 1Kbyte부터 5Kbyte까지 변화를 주면서 Data 전송률과 전송 지연시간을 측정하여 성능을 실험해 보았다. 실험은 실내에서 고정체를 대상으로 다음과 같이 3가지 경우에 대해 실행되었다.

- 두 대의 SSB 모뎀으로 SSB 모뎀끼리의 유선 상에서 1:1 통신 실험,
- SSB-to-HF 연결 상태에서 1:1 통신 실험,
- SSB-to-HF 연결 상태에서 1:N 통신 실험

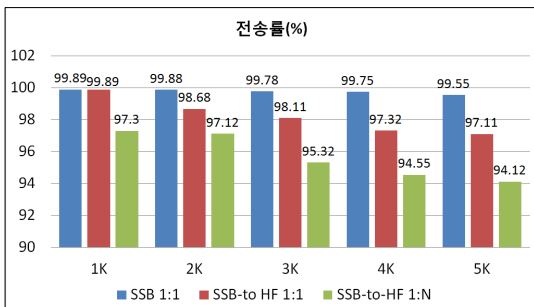


그림 6. 전송률 실험 결과
Fig. 6 Rate Results

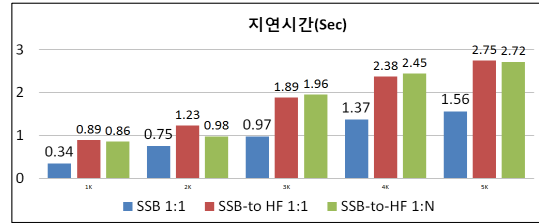


그림 7. 지연시간 실험 결과
Fig. 7 Delay results

1) SSB 모뎀간의 1:1 통신 실험

그림 6,7의 그래프를 보면 SSB 모뎀간의 1:1 통신에서 데이터 전송은 거의 100%에 가깝다. 그리고 데이터량이 5Kbyte까지 증가해도 통신상에는 최대 지연시간은 1.56초로써 활용에 지장을 초래할 정도의 지연은 아니다.

2) SSB-to-HF 연결 1:1 통신 실험

SSB와 HF 무전기를 연결해 1:1 통신 시에는 97% 이상의 데이터가 전달되었고, 지연 시간도 최대 2.75초로써 Data 전송에 큰 영향을 미치지 않는 값이다.

3) SSB-to-HF 연결 1:N 통신 실험

SSB와 HF 무전기를 연결해 1:N 통신 시에는 94% 이상의 Data가 전송되었고, 지연 시간도 최대 2.72초로 나왔다.

위의 세 가지 경우에 대한 실험 결과, 메시지 길이가 1Kbyte 이하일 때 1:N 통신에서는 3% 미만, 1:1 통신에서는 약 0.1%의 통신 에러를 보인다. HF 망에서는 재전송 기능이 없는 것으로 정의되어 있다. 통신 지연은 두 경우 모두 1초 미만이었으나 실제 연근해에서의 적용 시 실내보다 먼 거리이므로 지연시간은 좀 더 소요될 것이다. 실제 운용환경에서 대부분의 메시지는 1Kbyte에 훨씬 못 미치는 짧은 데이터가 주류를 이루므로 개발된 SSB를 통한 HF망의 Data 통신은 안정적인 활용이 가능한 것으로 판단된다.

V. 결 론

현재 어업통신은 해상통신시스템 중에서 가장 활발하게 운용되고 있으며, 해양산업의 발전과 국익에 충분한 역할을 하고 있다. 향후, 해외 사례에 비추어 볼 때 국

내 해양레저 수요가 증대됨에 따라 레저용 선박에 대한 수요가 큰 폭으로 증가 할 것으로 예상된다. 본 논문에서는 이러한 수요확대에 대응할 수 있도록 SSB모뎀과 HF 무전기를 활용하여 5톤 이하의 소형선박을 주 대상으로 저비용으로 안정된 디지털 데이터통신 서비스가 가능하도록 인터페이스와 응용들을 개발하였다. 기존 중소형 선박의 HF 망 활용을 위해 GPS 및 각종 장비와의 통합 인터페이스를 개발하였고 또한 항해해도를 구현하여 위치정보 서비스, 항해 계획기능을 개발하였다. 또한, 선박설비의 상태정보, 어획보고, 경보 등의 기능을 구현할 수 있어 보다 안전한 어업 활동을 지원할 수 있을 것으로 기대된다. 전송률과 지연시간에 대한 실험 결과 메시지 길이가 1Kbyte 이하일 때 1:N 통신에서는 3% 미만, 1:1 통신에서는 약 0.1%의 통신 에러를 보였고 전송지연은 1초 미만으로 활용성이 충분한 것으로 생각된다.

참고문헌

[1] 정충식, 김병욱, 장동원, 안광, 최성용, “해상무선통신시스템의 적용에 관한 국제동향 연구”, 해양환경안전학회 2006년 춘계학술대회 논문집, pp. 127 - 183, 2006.

[2] 주형준, 한정우, 김기만, “천해에서 SSB 모뎀의 실험 결과 분석”, 한국해양정보통신학회 논문지 제12권 제6호, pp. 990-998, 2008. 6.

[3] 김정년, 노창균, 조학현, “SSB 해상무선데이터 통신 시스템 구현에 관한 연구”, 한국항해항만학회 논문지, 제 27권 1호, pp. 1-6, 2003.

[4] Jing Yuan, Cao Peng, and Huang Guo-ce, “Research on Improved Reliable Multicast Protocol in HF Data Communication”, Proc. of 5th Int’l Conf. on Wireless Communication, Networking and Mobile Computing, pp. 1-4, 2009.

[5] S. E. Trinder and A.F.R. Gillespie, “Instant Messaging and HF Communications Networks”, Proc. of 11th Int’l Conf. on Ionospheric Radio Systems and Techniques, pp. 1-5, 2009.

[6] Salvatore Maresca, et. el., “Vessel Detection and Classification: An Integrated Maritime Surveillance

System in the Tyrrhenian Sea”, Proc. of 2nd Int’l Workshop on Cognitive Information Processing, pp. 40-45, 2010.

[7] <http://www.zinnos.com/>

[8] <http://ecjones.org/pactor.html>

저자소개

추영열(Young-yeol Choo)



1986년 2월 서울대학교
제어계측공학과졸업.
1988년 2월 동 대학원 석사.
2002년 2월 포항공과대학 박사.

1988년 6월 ~ 1994년 6월 포항산업과학기술연구원
선임연구원.

1994년 7월 ~ 2002년 8월 포스코 기술연구소
책임연구원.

2002년 9월 ~ 현재 동명대학교 컴퓨터공학과 부교수.

2005년 1월 ~ 7월 독일 Fraunhofer IESE Visiting
Scientist.

2006.11 ~ 현재 U-Port ITRC 센터장.

※관심분야: WSN, Ambient Intelligence, 컴퓨터통신,
공장자동화, 네트워크 보안

정다운(Da-un Jung)



2005년 2월 동명대학교
컴퓨터공학과졸업.

2005년 1월 G.S.H NI1 팀 사원.

2008년 8월 동명대학교
컴퓨터미디어공학과 석사.

2008.9 ~ 현재 동명대학교 대학원 컴퓨터미디어
공학과 박사과정.

※관심분야: WSN, USN, 컴퓨터통신, 네트워크 보안