

해상 VoIP 서비스를 위한 통합 커뮤니케이션 기술 개발

강남선[†] · 임근완¹ · 이성행² · 김상용³

(Received July 31, 2015 ; Revised August 17, 2015 ; Accepted August 28, 2015)

Development of unified communication for marine VoIP service

Nam-seon Kang[†] · Geun-wan Yim¹ · Seong-haeng Lee² · Sang-yong Kim³

요약: 본 논문에서는 해상위성기반의 VoIP 서비스를 위한 해상용 통합 커뮤니케이션 기술 개발에 관한 연구를 수행하였다. 최근 스마트폰과 모바일기기가 대중화되면서 해상에서도 인터넷기반 유무선 통합기술의 수요가 증가하고 있으며, 특히 가격 경쟁력이 높고 다양한 서비스를 제공할 수 있는 VoIP 제품과 서비스 모델에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 본 논문에서는 첫째, 아날로그 게이트웨이 모듈을 장착하여 기존 선박용 장비와 연동이 가능하며 육상용 시스템 대비 80%이상 소형화 된 해상 VoIP 모듈을 개발하고 둘째, 해상용 VoIP 서비스 핵심요소기술인 통신 데이터 사용량 최소화 기술이 적용된 해상위성통신용 텍스트/음성/영상 엔진을 개발한다. 마지막으로 다자간 메시지 및 클라우드 방식의 메시지 대화지원, 전화번호 기반의 통화기능 지원과 개인 공간에서 육상과 음성 및 영상통화 지원이 가능한 해상용 통합 커뮤니케이션을 설계하고 단위 모듈을 개발하여 성능을 검증하였다.

주제어: 해상용 통합 커뮤니케이션, 통신데이터 사용량, 해상위성통신용 텍스트/음성/영상 엔진, 해상위성

Abstract: This paper presents the results of research on developing marine unified communications to provide VoIP service based on marine satellites. With the recent popularity of smart-phones and other mobile devices, the demand for Internet-based wired and wireless unified technology has been growing in marine environments, and increasing interest is being directed to VoIP products and service models with high price competitiveness and the ability to deliver a variety of services. In this regard, this research designed three instruments, developed their unit modules, and verified their performances. These three instruments included the following: (1) a marine VoIP module equipped with an analogue gateway that can be linked to the existing devices used in vessels, which is more than 80% smaller than that of a land system; (2) a text/voice/video engine for marine satellite communications that runs on technology that minimizes communication data usage, which is a core technology for a marine VoIP service; and (3) a unified communication service that can support multilateral cloud-based message conversations, telephone number-based call functions, and voice/video calling between a private space in a ship and shore.

Keywords: Marine unified communication, Use of communication data, Text/voice /video engine for marine satellite communication, Marine satellite

1. 서론

디지털 선박의 출현, 해양플랜트 수요 증가 및 조선해양 IT 기자재 비중 확대 등에 따라 해상통신은 많은 변화를 겪고 있다. 첫째, 해상통신장비가 기존의 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 변화되고 있다. 최근 스마트쉽(Smart-ship), 해양플랜트에 대한 수요증가와 기술의 발달로 네트워크 기반의 해양기자재 비중이 높아지고 있으며, 기존의 아날로그 방식으로는 2018년부터 단계적 이행이 예정된

e-Navigation 기술의 실현의 한계가 보고됨에 따라 해상통신 시스템이 아날로그 장비에서 디지털 장비로 변화되고 있다[1][2]. 둘째, 저속으로 제공되고 있던 해상위성환경이 개선되고 있다. 현재 대부분의 선박에서는 국제해사위성기구(Inmarsat)의 지구 정지 궤도상의 4개의 위성을 이용하여 전 세계 선박과 육상 간 전화, 팩스, 데이터 및 텔렉스 등의 통신을 제공 받고 있다[3]. 과거에는 Figure 1, Table 1과 같이 9.6kbps의 저속의 위성통신이 제공되었으나 현재에는 4

[†] Corresponding Author (ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9740-2898>): Marine Simulation Research Team, Research Institute of Medium & Small Shipbuilding, 38-6, Noksansandan232, Kangseo-gu, Busan 46757, Korea, E-mail: nskang@rims.re.kr, Tel: 051-974-5534

1 R&D center, Acromate, E-mail: gwyim@acromate.com, Tel: 070-7700-6005

2 R&D center, Acromate, E-mail: shlee@acromate.com, Tel: 070-7700-6005

3 Logistics Research Team, Hyundai Ubiquitous & Information Technology, E-mail: dpsyk@hyundai-uni.com, Tel: 02-2072-6129

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.

세대 위성인 FBB(Fleet Broadband)을 통해 최대 432kbps의 속도를 제공하고 있으며, 5세대 위성으로 일컬어지고 있는 최대 2Mbps 데이터 통신이 가능한 Marine VSAT 서비스가 예정되어 있어 해상에서의 위성통신환경이 점차적으로 개선되어지고 있다[4][5].

셋째, 대용량 데이터가 필요한 상업용 서비스에 대한 수요가 증가하고 있다. 스마트폰의 대중화와 모바일 기기의 사용이 급속히 확대되면서 해상통신도 육상과 마찬가지로 음성통신에서 선원의 개인 공간에서 전화, 인터넷 서비스 등이 지원 가능한 통신 환경을 요구하고 있으며 이에 따라 Table 2와 같이 문자기반의 안전서비스에서 고속의 대용량 데이터가 필요한 응용분야, 상업분야로 확대되어가고 있다[6].

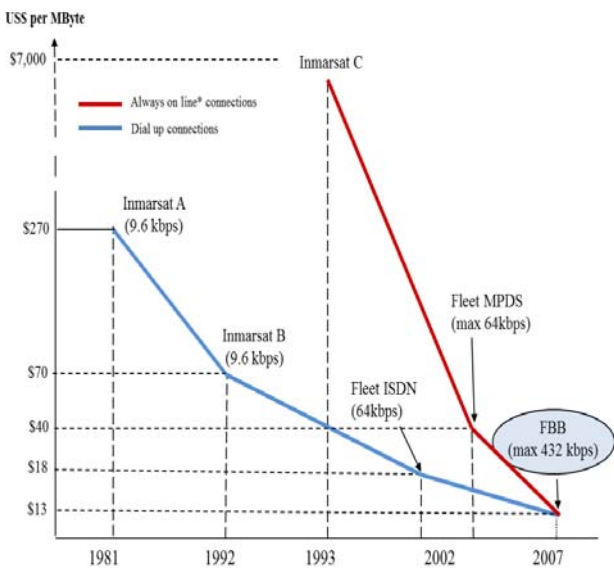


Figure 1: Communications characteristics using Inmarsat service model

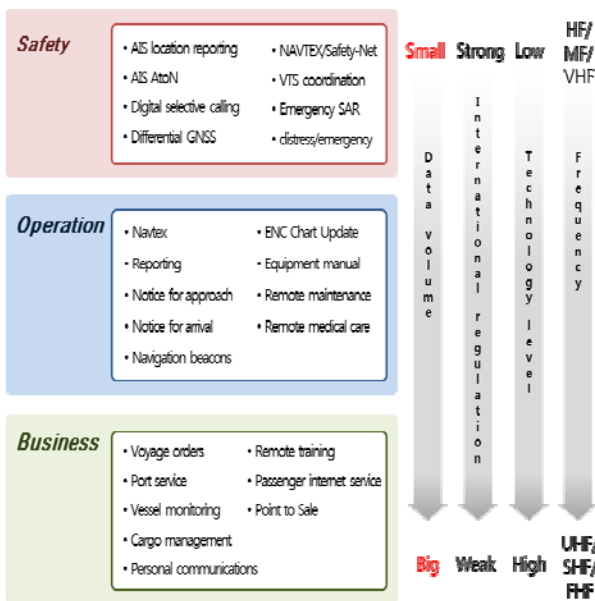


Figure 2: Relation of Characteristics of maritime service and marine communications

Table 1: Inmarsat service types

Category	Type	Target	Rate	
E&E Services	B	Vessel	9.6K	
	C		256Bit	
	M		4.8K	
	Mini-M		2.4K	
	Fleet-F33/F55/F77		9.6K/128K	
I-4 Services	GAN	Land	64K	
	BGAN	Land	492K	
	Fleet Broadband	Vessel	432K	
	Satellite Phone Service	IsatPhone	Potable	2.4K
		LandPhone	Stationary	
FleettPhone		Vessel		

이러한 해상통신 환경의 변화에 따라 선박에서도 IP기반 유무선 통신을 병행하여 사용하기 시작하였으며 최근 건조되는 스마트쉽(Smart-ship), 해양플랜트에는 아날로그 방식 또는 디지털 방식의 전화 시스템을 선내 통신수단으로 구축하고, 육상과 통신 시 기존의 PSTN (Public Switch Telephone Network)에 비하여 다 회선을 상대적으로 저렴한 비용으로 제공할 수 있는 VoIP(Voice over Internet Protocol) 시스템이 구축되고 있다[7]. 또한 해운선사를 중심으로 선교에 설치된 업무용 PC와 위성전화기를 이용하여 육상과 연락을 해야 하는 불편함을 해소하여 선원들의 복지 환경을 개선하고 우수한 해상인력을 확보하기 위해서 개인공간에서 음성통화, SNS(Social Network Service/site)와 같은 서비스 사용이 가능한 해상통신 솔루션의 도입을 적극적으로 검토하고 있어 통신사를 중심으로 다양한 해상용 VoIP 시스템과 서비스가 출시되고 있다.

하지만 해상용 VoIP 서비스를 사용하기 위해서는 IP-PBX와 같은 고가의 대형장비를 설치하여야 하며 해상위성통신에 적합한 기술 부족으로 낮은 음성품질, 패킷 지연, 누락패킷으로 인한 추가 비용발생 등의 문제가 발생되고 있다.

따라서 본 연구에서는 VoIP 하드웨어 일부를 소프트웨어화하고 IP-PBX 기능을 일원화하여 해상환경에 최적화 된 VoIP 모듈을 개발하고 통신 데이터 사용량 최소화 기술이 적용된 개인용 컴퓨터 및 스마트기기 기반의 통합 커뮤니케이션(UC)을 개발하여 해상 VoIP 서비스를 위한 통합 커뮤니케이션 기술을 개발한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 해상용 VoIP 기술을 분석하고, 3장에서는 해상 VoIP 서비스를 위한 커뮤니케이션 시스템의 구성에 대하여 기술한다. 4장에서는 개발 모듈의 개발 결과를 제시하고 5장에서 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 해상 VoIP 기술

2.1 VoIP(Voice over Internet Protocol)

VoIP는 PSTN망에서 회선교환 기술을 이용하여 음성정보를 전달하던 기존의 음성통신방법과 다르게 음성정보를

패킷 형태로 변환하여 IP(Internet Protocol) 데이터그램 방식으로 전송하는 기술로 **Figure 3**과 같이 응용계층(Application Layer), 신호계층(Signal Layer), 매체계층(Media Layer)의 3개 층으로 구성되며 응용계층은 지능화된 호 처리와 VoIP의 생성 및 수행, 서비스 관리기능을 담당하고, 신호계층은 호 처리, 호 변환, 자원관리, 매체제어 등의 기능을 수행하며 매체계층은 RTP(Real-time Transport Protocol) 및 RTCP(Real-time Control Protocol) 프로토콜 등을 이용하여 실제 데이터 처리 및 전달 또는 변형, 품질보장, 톤 발생 기능 등을 담당한다[8][9].

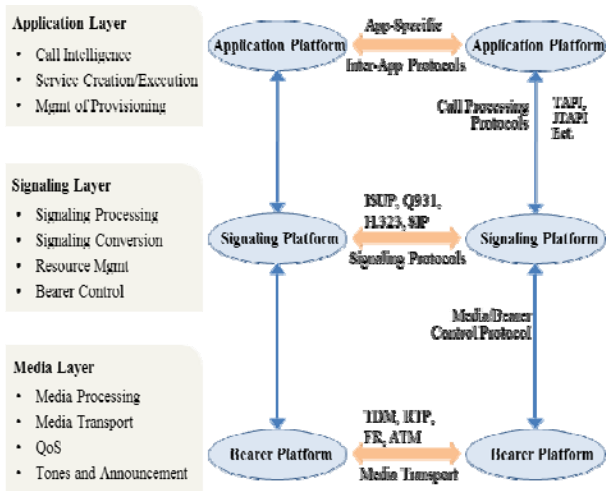


Figure 3: Components of VoIP systems

VoIP는 음성 데이터 서비스를 제공하는 인터넷 전화 뿐 아니라 인터넷 팩스, 웹 콜센터, 통합 메시징 서비스 등의 각종 부가서비스와 영상회의, 전자상거래 등 인터넷을 기반으로 다양한 멀티미디어 서비스들을 제공할 수 있어 전 세계적으로 통신장비 업체 및 통신사업자들의 적극적인 투자와 개발을 통해 관련 시장이 빠르게 성장하고 있다[10].

해상에서도 IP-PBX를 기반으로 하는 해상 VoIP 제품과 서비스를 개발하고 있으나 해상은 육상에 비해 패킷 지연(packet delay)이 상대적으로 크고, 통신 서비스를 이용하기 위해서 지속적으로 수십 바이트의 IP교환망 레지스터 패킷을 전송해야하므로 추가 과금이 발생하는 문제점이 있다. 또한 패킷 지연과 유실 등을 보상하여 원활한 소통을 지원하는 고품질의 음성/영상 엔진 국산화 기술을 확보하지 못하여 해상 VoIP 서비스에 많은 문제점이 발생하고 있으며 국외 기술의존도가 높아 다양한 서비스 개발 및 시스템 확장에 많은 어려움을 겪고 있다.

2.2 해상 VoIP 서비스

육상에서는 전화, SMS(Short Message Service), 이메일, 쪽지, 채팅과 같은 기본 통신 수단 뿐 아니라 기업 구성원 간 커뮤니케이션, 콘텐츠 공유 또는 공동 작업이 가능한 VoIP 기반의 통합 커뮤니케이션(UC, Unified Communication)이

IBM과 Microsoft를 중심으로 개발되어 활발히 이용되고 있다. 통합 커뮤니케이션(UC)은 채팅, 프레즌스, 전화, 컨퍼런스, 콜제어, 음성인식과 같은 실시간 통신서비스와 통합 메시징과 같은 비실시간 통신을 통합하는 서비스를 말하며 네트워크, 하드웨어, 소프트웨어, 서비스 등이 상호 유기적으로 결합되어 구현된다[11].

일반적으로 VoIP와 통합 커뮤니케이션(UC) 시스템은 IDC(Internet Data Center)와 같은 시스템과 관리조직이 구성되어야 하며 VoIP와 통합 커뮤니케이션(UC) 서비스를 이용하기 위해서는 IP기반의 자동식 구내 교환 설비(PABX, Private Automatic Branch Exchange)와 통합 커뮤니케이션(UC) 서버 등 대형 시스템의 설치가 필요하다. 하지만 해상의 경우 운항선의 평균 선령은 약 21년으로 IP-PBX와 같은 디지털 네트워크 기술이 적용된 선박은 **Figure 4**와 같이 일부 선조선에 불과하며 **Figure 5**와 같이 25년 이상의 선박과 상대적으로 크기가 작은 선박이 높은 비중을 차지하고 있어 현재 개발된 VoIP 제품 및 서비스를 사용하기에는 설치 기간, 설치 및 운영을 위한 비용을 부담하기에는 어려움이 있다[12].

또한, 현재 해상 VoIP 서비스는 선내 근무환경 개선, 복지환경 제공에 대한 요구사항을 반영한 서비스보다는 선내 IP-PBX(Private Branch Exchange)를 이용한 선박 내부의 IP전화에 집중되어 있어 **Table 2**와 같이 선원개인의 통신이나 근무환경 개선, 복지향상 등 시장의 요구사항을 만족시킬 수 있는 다양한 해상 VoIP 서비스 개발이 필요하다[2].

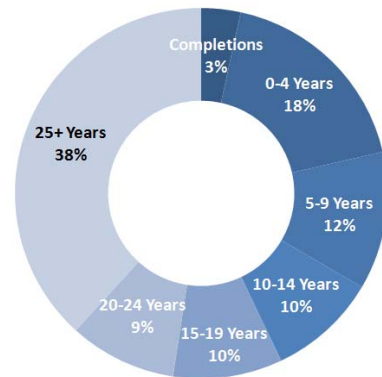


Figure 4: Status of new/ existing vessels' ages

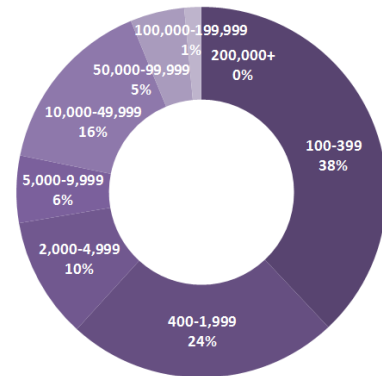


Figure 5: Status of new/ existing vessels' size

Table 2: Requirements of market for satellite service

Category	Items
Business	response to international organizations' requirement for 24-hour communications
	Digital Ship
	Communication service for medium & small vessel
Individuals	Office-at-sea
	Passenger internet service
	crew welfare
	Personal communications

2.3 해상 VoIP 서비스를 위한 통합 커뮤니케이션

이에 따라 본 연구에서는 저렴한 비용으로 선원 간 통신 지원을 지원하고 해상에서 선원의 개인 통신환경 확보하며 해운선사의 업무 지원이 가능한 해상환경에 최적화된 VoIP 모듈과 통합 커뮤니케이션(UC)을 개발한다.

해상용 VoIP 모듈은 해상환경에 최적화하기 위하여 Figure 6과 같이 통합관리시스템(EMS, Enterprise Management System), 가입자 관리 데이터베이스, UC 서버, 미디어 서버, 아날로그 게이트웨이, IP-PBX 등으로 구성되는 고가의 대형 육상 VoIP 시스템을 게이트웨이와 IP-PBX를 일원화/소형화하고 각종 서버를 소프트웨어로 구현하여 경제적인 해상용 VoIP 모듈을 개발한다.

또한 해상위성통신의 패킷 지연, 누적 패킷 문제를 해결하기 위해 Voice engine jitter buffer 성능을 개선하여 패킷 지연의 영향을 최소화하고 육상통신이 필요한 경우에만 주기적인 세션연결을 위한 레지스터 패킷을 전송하여 데이터 사용량이 최소화하고 최소한의 데이터율(data rate)로 고품질의 음성/영상 재생이 가능한 해상용 VoIP 음성/영상 엔진과 해상 VoIP 통합 커뮤니케이션(UC) 기술을 개발한다.

본 연구에서 제안한 해상용 통합 커뮤니케이션 기술은 선원 개인의 선원 간 통신을 지원할 뿐 아니라 개발된 소형의 VoIP 모듈을 육상에 위치한 선사에 설치하여 업무용 시스템으로 확장할 수 있어 해운선사에서 요구하고 있는 기업용 통합 커뮤니케이션 시스템, 업무지원 시스템을 경제적으로 구축할 수 있는 장점이 있다.

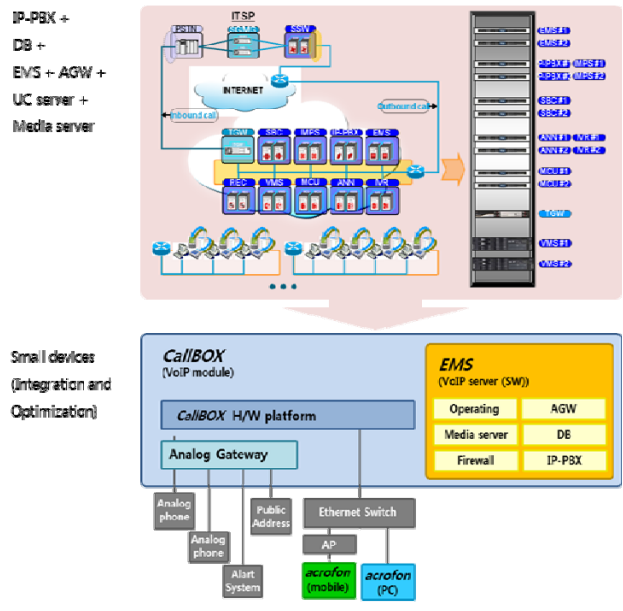


Figure 6: Comparison of the existing UC system and marine UC system

3. 시스템 구성 요소

해상용 통합 커뮤니케이션 기술은 Figure 7과 같이 4S 통신(Ship to Ship, Ship to Shore)을 구현하여 선박 내부통신과 선박과 선박 간, 선박과 육상간의 통신을 지원하고 개인용 PC, 스마트기기 기반의 개인 통신 수단을 제공하여 근무환경 개선 및 복지향상에 기여할 수 있는 기술이다.

해상용 통합커뮤니케이션 시스템은 VoIP 관리 모듈, 해상용 VoIP 음성/영상엔진, 통합 커뮤니케이션 소프트웨어로 구성되며 주요 내용은 Table 3과 같다.

3.1 해상용 VoIP 모듈

해상용 VoIP 모듈은 Figure 6과 같이 임베디드 기반의 하드웨어 모듈과 아날로그 게이트웨이 모듈(Analog Gateway Module)로 구성된다.

통합커뮤니케이션 운용을 위한 하드웨어는 각종 게이트웨이 모듈과 하드웨어 제어를 위한 메인보드로 구성되며 유지보수의 용이성을 확보하기 위하여 Figure 8과 같이 슬롯구조로 시스템을 구성한다.

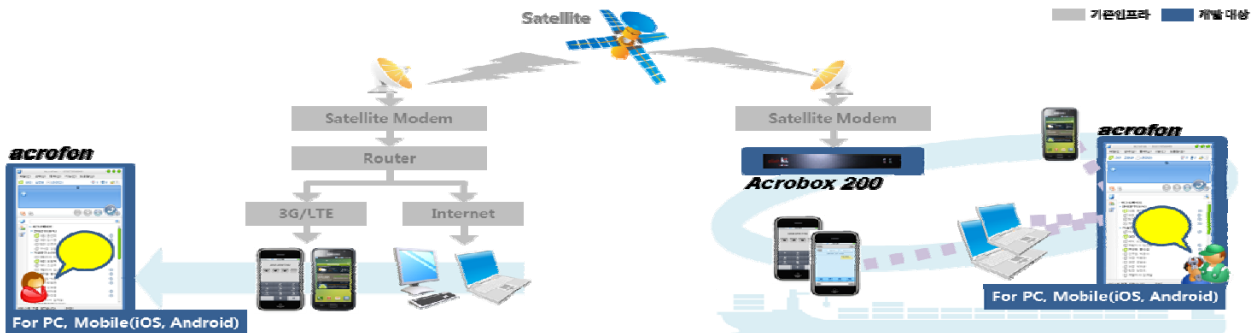


Figure 7: Technological diagram for marine unified communication system

Table 3: Marine unified communication system

Category	Items
VoIP module	unified communications hardware platform
	interface module for connection with existing vessel devices
voice/video engine	packet delay, loss prevention technology
	technology to support maritime voice/video service
	minimize communications data usage
UC	VoIP service management software
	VoIP operational software (server)
	multilateral cloud-based message conversations
	telephone number-based call function
	security service with terminal authentication system



Figure 8: Marine VoIP module with slot card (ACRO200)

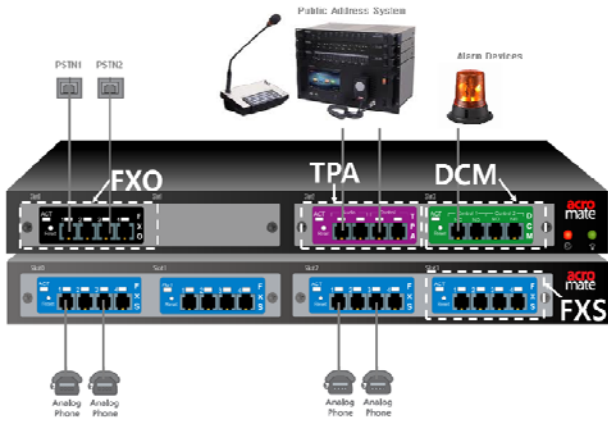


Figure 9: Marine VoIP system

아날로그 게이트웨이 모듈은 선내 방송장비 연동 모듈 (TPA, Telephone Public Address), 알람 모니터링 모듈(DCM, Dry Contact Module), 아날로그 전화기와 VoIP 연동을 위한 모듈(FXS, Foreign eXchange Subscriber), 위성과 연동을 위한 모듈(FXO, Foreign eXchange Office)로 구성된다.

해상용 통신장비는 선박 또는 해양플랜트에서 운용되기 때문에 선내에 설치된 아날로그기반의 방송시스템(PA, Public Address System), 알람시스템(GA, General Alarm System)과 연동되어야 하므로 선내 방송장비 연동 모듈 (TPA)과 알람 모니터링 모듈(DCM)을 개발한다. 최근 신조 선박과 해양플랜트에는 IP전화기가 설치되고 있지만 현존

선의 대부분은 아날로그 기반의 전화기와 방수전화기가 설치되어 있기 때문에 이를 IP로 변환하기 위한 VoIP 연동모듈(FXS)을 개발하고 해상위성 게이트웨이에서 기존의 전화회선(PSTN) 회선 제공 시 연동을 위한 모듈(FXO)을 개발하여 **Figure 9**와 같이 해상용 VoIP 시스템을 구성한다.

3.2 해상용 VoIP 음성/영상 엔진

IP 네트워크를 이용하여 오디오 데이터를 실시간으로 전송하는 VoIP 음성통화는 IP 네트워크 환경의 변동에 따른 데이터 전송 지연, 패킷 손실 등 일반적인 IP 네트워크 저해요소로 인하여 통화음질 저하가 발생되며, 특히 지터(jitter)라고 불리는 패킷 도착 지연의 편차에 따라 모바일 단말기에서 VoIP 음성의 품질 저하가 발생되고 있다[13].

본 연구에서는 이러한 패킷 지연을 최소화하고 패킷 손실을 방지하여 고품질의 음성/영상 서비스를 지원하기 위하여 RTP packet 변환 모듈, 코덱 최적화 기술, 육상 IP 교환망 연결 시 발생하는 누적패킷을 최소화할 수 있는 기술을 개발하고 저용량 통신 시 패킷지연으로 인하여 발생하는 음성왜곡을 보정하기 위해서 지터버퍼(jitter buffer)를 설계하고 주변 소음제거 알고리즘, Equalizer 필터 등을 적용하여 고품질 음성 서비스 지원이 가능한 음성신호처리 알고리즘을 개발한다. 개발된 해상용 VoIP 음성/영상 엔진을 운영체제(iOS/ Android/Windows)별 API에 적합하도록 확장성을 고려하여 임출력을 설계하여 이기간 시스템에 대한 이식성 및 사용성에 대한 편의성을 향상시키도록 하였다.

3.3 해상용 통합 커뮤니케이션 소프트웨어

해상용 통합 커뮤니케이션 소프트웨어는 개인용 PC, 모바일 기기에서 운용되는 통합 커뮤니케이션(acrofon)과 VoIP 서버 기능을 소프트웨어로 구현한 VoIP 서비스 통합 관리 프로그램, UC 서버 기능을 소프트웨어로 구현한 통합 커뮤니케이션 운용 프로그램으로 구성된다.

3.3.1 통합 커뮤니케이션(acrofon)

통합 커뮤니케이션(acrofon)은 개인공간에서 육상과 문자/음성/영상 통화를 지원하며 휴대폰 연락처 관리 기능과 유사한 형태의 연락처 관리 기능을 지원한다. 특히, 전화번호 기반의 통화기능을 지원하여 정해진 장소에서 사용하여야 하는 기존의 선내 전화기와 달리 소프트웨어에 고정전화기와 같은 전화번호를 부여하여 선내에서 육상의 휴대폰과 같은 기능을 이용할 수 있도록 한다.

선박 내부 또는 선박과 육상과의 다자간 메시지 대화가 가능한 구조를 설계하고 클라우드 방식의 메시지 대화기능을 개발하여 해상위성통신 환경에 따른 메시지 손실을 방지할 수 있도록 시스템을 개발한다.

3.3.2 VoIP 서비스 통합관리 프로그램

VoIP 서비스 통합관리 프로그램은 육상의 VoIP 하드웨어와 서버를 소프트웨어로 구현하고, 통합 커뮤니케이션 구동을 위한 서버 기술을 소형화한 것으로 통합 커뮤니케이션

니케이션 응용 소프트웨어 연동 및 통화 기능 서비스, 각종 통계 서비스지원을 위한 통합 운용관리 기능을 지원한다.

VoIP 시스템에서는 호 연결 및 해제 요청을 처리하여 통화를 연결/종료하기 위하여 ITU-T 표준인 H.323과 IETF 표준인 SIP(Session Initiation Protocol) 등을 사용하고 있으며 초창기 VoIP 서비스에서는 H.323이 널리 사용되었으나 확장 네트워크 구성과 대규모 사용자에게 지원에 한계와 서비스 구현이 복잡하고 호환성을 보장하지 못하는 단점 때문에 최근에는 개방형 네트워크를 기준으로 다양한 멀티미디어 서비스를 쉽게 수용할 수 있고 비교적 간단한 프로토콜 구조를 가지고 있는 SIP 기술이 제안되어 VoIP 서비스의 호 처리에 많이 활용되고 있다[9]. 따라서 본 연구에서도 SIP 기반의 VoIP 서비스 통합관리 프로그램을 개발하고 네트워크상에서 안정적인 전화품질을 제공하기 위해 전화서비스 우선처리를 위한 QoS(Quality of Service) 서비스 기능을 서비스 통합 관리 프로그램에 구현하며 음성 및 영상 신호 처리 서비스, 다자간 대화를 위한 멀티컨퍼런스(Multi-conference) 기능, 안내멘트, 대기음 등 각종 미디어 서비스 지원을 위한 미디어 서버를 소프트웨어로 구현한다.

VoIP 서비스는 기존의 인터넷망을 활용하기 때문에 인터넷 망에서 발생하는 보안문제와 VoIP 프로토콜과 응용서비스 등이 가지고 있는 서비스 오용, 세션 가로채기, VoIP 스캠 등의 위험에 노출되어 있으므로 이러한 보안 문제를 해결하기 위하여 Table 4의 대책 방안 중 접속차단, 관리자 등급지정, 단말 인증방식이 적용된 자체 방화벽 및 보안 서비스를 구현한다[14].

3.3.3 통합 커뮤니케이션 운용 소프트웨어 서버 프로그램

통합 커뮤니케이션 운용 소프트웨어 서버 프로그램은 통합 커뮤니케이션(UC)운용을 위한 서버를 소프트웨어로 구현한 것으로 메시지 기반 대화와 연락처 관리, 다자간 메시지 지원과 클라우드 방식의 메시지 대화 기능 및 SIP 기반의 VoIP 시스템과 연동 기능을 구현한다.

4. 해상용 통합 커뮤니케이션 시스템 개발

4.1 해상용 VoIP 모듈(ACRO200)

해상용 VoIP 모듈인 ACRO200은 최대 가입자 200명을 수용할 수 있는 장비로 IP-PBX, 서버기반 컴퓨팅(SBC, Server-Based Computing), 가입자 서버, 통합 커뮤니케이션(UC) 서버, 미디어 서버, 통합관리시스템서버(EMS)를 소프트웨어로 구현하고 아날로그 게이트웨이를 해상환경에 적합한 모듈로 최적화하여 19인치 표준랙 2U 크기의 소형화된 장비로 개발하였다. 평균 고장 시간 간격(MTBF, Mean Time Between Failure)을 고려하여 전해 콘덴서 대신 고체 또는 세라믹 콘덴서를 사용하고 AC 전원에 문제가 발생할 경우 DC 전원으로 전환이 가능하도록 하였다. 또한 Figure 8과 같이 각종 모듈을 슬롯구조로 설계하여서 문제 발생 시 보수 및 교환이 용이하도록 하였다.

ACRO200은 Figure 9와 같이 선내 방송장비(PA)와 알람 시스템(GA)과 연동하기 위한 선내 방송장비 연동 모듈(TPA)과 알람 모니터링 모듈(DCM), 해상 게이트웨이에서 기존의 전화시스템인 PSTN 회선 제공시 연동을 위한 게이트웨이 모듈(FXO)을 메인 모듈로 구성하고, 선내 아날로그

Table 4: Security threats to VoIP service and technological countermeasures

Security threats	Countermeasures (password)					countermeasures (authentication)	
	control signal	media signal	key management	communications compatibility	management signal	user	Administrator
LAN section wiretapping	○	○	○	○		○	
WAN section wiretapping	○	○	○	○	○	○	
Terminal wiretapping	○	○	○	○		○	
System resource depletion							○
Line resource depletion							
Call interruption and suspension	○	○	○	○		○	○
System disorder					○	○	○
Registered information falsification	○					○	○
Attack to administrative error					○	○	
Configuration change					○	○	○
Invite session interception	○					○	○
Registration session interception	○					○	
Call spam						○	
IM spam						○	
presence spam						○	

전화기 및 방수전화기의 연결을 위한 아날로그 전화기의 VoIP 연동모듈(FXS)을 확장형으로 구성할 수 있도록 하여 회선 사용 및 구성에 대한 시스템의 유연성을 확보하였다.

4.2 음성/영상 엔진

해상통신 시 발생하는 패킷 사용량과 지연을 최소화하여 고품질의 음성 및 영상 서비스 지원이 가능한 엔진 기술을 개발하기 위하여 Figure 10과 같이 해상 VoIP 서비스를 위한 음성/영상 엔진을 개발하였다.

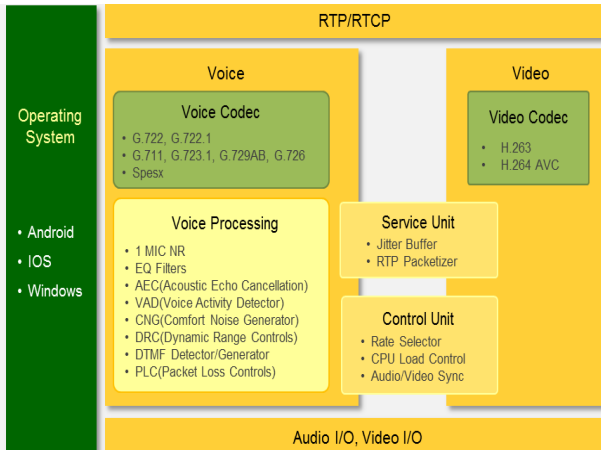


Figure 10: Diagram of marine VoIP voice/video engine

현재 VoIP 서비스는 높은 유지보수 비용과 새로운 기능 추가 시 고비용, 장시간의 투자가 필요하고 기존의 장비 업체에 종속되는 단점이 있는 고가의 대형 PBX를 설치하는 대신에 통신 사업자가 제공하는 장비를 통하여 서비스 제어 및 관리를 받는 IP 센트렉스(CENTREX, Centralized exchange) 서비스가 널리 활용되고 있다[15]. 센트렉스 서비스는 시스템에 대한 운영경비의 부담이 적고 신뢰도가 높은 다양한 서비스를 폭넓게 제공할 수 있는 장점이 있는 반면 사실 IP를 이용하는 경우는 30초마다, 공인 IP를 이용하는 경우는 60~120초마다 KT와 같은 통신사업자의 서버로 레지스터리 패킷을 송수신을 하여야하므로 1일 기준 720~2,880kbyte의 데이터가 소요되는 단점이 있다[16].

육상의 경우 전용회선, 무제한 요금제 등 우수한 통신환경이 제공되고 있어 지속적인 레지스터리 패킷 전송에 문제가 없지만 해상은 제한적인 대역폭과 종량제 요금을 사용하고 있어 통신지연과 추가비용 발생이 우려되며, 일반적인 VoIP 시스템과 같이 통화 시 송수신 상태를 판단하지 않고 양단의 데이터를 지속적으로 전송할 경우 송신 데이터 증가로 인한 과금 문제가 발생하게 된다.

이러한 점들을 개선하기 위해서 통신사 서버에 정해진 시간마다 레지스터리 패킷을 전송하여 통신연결을 지속하는 대신 콜 이벤트 발생 시에만 선택적으로 레지스터리 패킷을 전송하고 음성과 묵음 사이를 구분하여 패킷을 전송하는 음성 검출기(VAD, Voice Activity Detection) 기술을 적용하여 해상용 VoIP 음성 엔진기술(ACRO-VAD)을 개발하였다[17][18].

음성검출기(VAD)는 음성처리 시스템의 필수적인 전처리(pre-processing)과정으로 신호의 에너지(Energy), 영교차율(ZCR, Zero Crossing Rate), 피치(Pitch) 검출 파라미터 등과 같은 특징을 이용하는 방법과 LLR(Likelihood Ratio)와 같은 통계적인 특성에 기반 한 방법이 널리 활용되고 있다[19]. 이러한 방법은 깨끗한 음성신호에서는 효과적으로 동작하지만 잡음에 의해 오염된 음성에는 정확한 결과를 얻기 어려우며 정확하지 못한 결과가 음성처리 알고리즘에 적용되는 경우 음성통화 불능 상태가 발생 할 위험이 있기 때문에 본 연구에서는 잡음에 오염된 음성에서 새로운 정규화 음성 확률(normalized speech probability) 기반 계수를 적용하여 낮은 전력밀도 및 잡음과 유사한 무성음 영역에서도 높은 VAD 신뢰성을 가진 음성처리 기술을 Figure 11과 같이 개발하여 해상용 VoIP 음성 엔진(ACRO-VAD)에 적용하였다. ACRO-VAD는 음성처리 기술을 통해 Figure 11 상단의 신호를 음성구간과 묵음구간을 추출하여 Figure 11 하단과 같이 데이터를 선별적으로 송신하여 기존의 시스템에 비하여 데이터사용량을 절감할 수 있다. 개발된 해상용 VoIP 음성 엔진기술(ACRO-VAD) 시험결과 음성 코덱 최적화 기술과 VAD 기술 적용을 통해 Table 5, 6과 같이 육상 VoIP 시스템 대비 약 55%의 통신 패킷을 절감할 수 있음을 확인하였으며, 통신 패킷 사용량 최적화에도 Table 7의 VoIP 서비스에서 음성 품질에 대한 기준으로 사용되는 평균평가점(MOS, Mean Opinion Source) 4.0 이상을 유지하여 해상에서 고품질의 VoIP 음성통화를 제공 할 수 있음을 확인하였다.

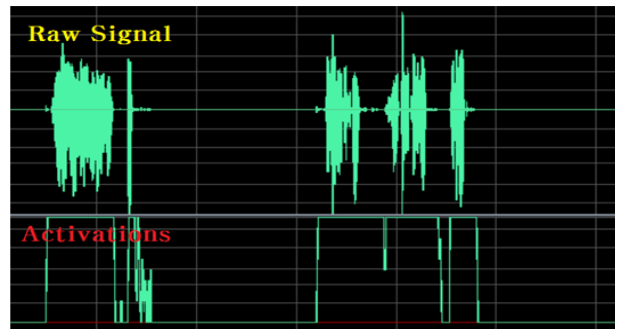


Figure 11: Technology to minimize packet through VAD

Table 5: Packet save based on codec optimization

Codes	Size(ms)	Bandwidth	Total Data
G.711	20	80 kbps	40 kbps
G.729	20	24 kbps	24 kbps
Speex	20	-	11 kbps

Table 6: Packet save based on selective transmission

Category	VoIP	marine VoIP
Voice Data	80 kbps	80 kbps
Ethernet overhead	7.2 kbps	7.2 kbps
Total Data(s)	87.2 kbps	39.24 kbps
VAD	-	- 55%

Table 7: Mean Opinion score(MOS)

Level	Quality	Impairment
5	Excellent	Imperceptible
4	Good	Perceptible but not annoying
3	Fair	Slightly annoying
2	Poor	Annoying
1	Bad	Very annoying

4.3 해상용 통합 커뮤니케이션 소프트웨어

4.3.1 통합 커뮤니케이션(acrofon)

선박 내부 및 선박과 육상간의 문자/음성/영상 통화를 지원하기 위하여 해상용 통합 커뮤니케이션(acrofon)을 Figure 12와 같이 개발하였으며 주요 기능은 Figure 13과 같다. 통합 커뮤니케이션(acrofon)은 Android, IOS, Windows(PC)의 운용환경을 모두 수용하며, 고정식 전화기와 같이 지정된 번호를 부여하여 장소에 구애 받지 않고 통화를 이용할 수 있도록 개발하였다. 해상용 통합 커뮤니케이션(acrofon)은 이름, 전화번호, 이메일, 주소 등Android와 iOS 앱에서 제공하는 연락처의 모든 정보를 가져오기/내보내기 기능으로 동기화 할 수 있으며 연락처 정보를 암호화된 형태로 VoIP 서비스 통합 프로그램에 저장하여 프로그램 재설치에도 연락처 정보를 활용할 수 있도록 구성하였다.

특히 해상용 통합 커뮤니케이션 시스템은 육상 시스템과 달리 Push Notification Server가 별도로 설치되지 않아 UC 서버와 지속적으로 데이터를 교환하여야 하여 불필요한 메모리와 배터리가 소모되는 문제점이 발생할 수 있으므로 사용자가 앱을 사용하는 포그라운드(background) 상태에서 UC서버와 통신을 유지하고 음성통화를 위한 Push 서버를 이용하여 데이터를 전달함으로써 프로그램 유희상태(Application background) 시 소비전력을 최소화할 수 있는 기능을 개발하였다.

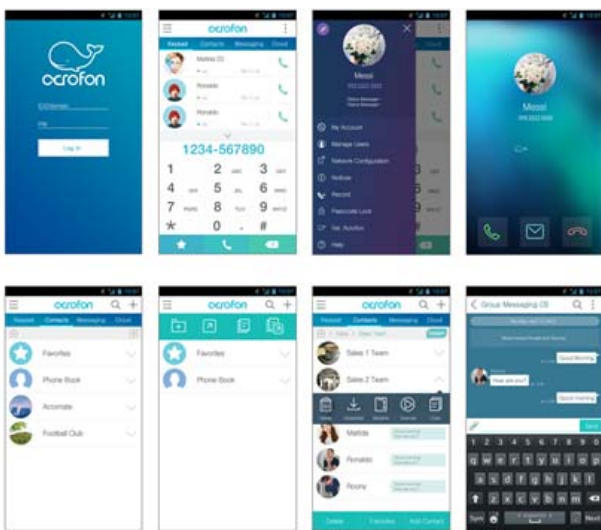


Figure 12: Marine UC (acrofon)

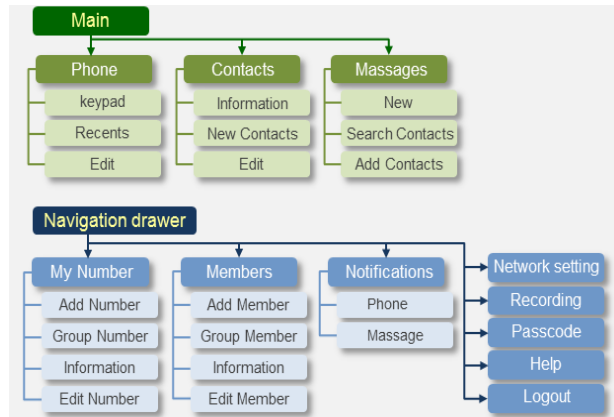


Figure 13: Menu layout for marine UC (acrofon)

4.3.2 VoIP 서비스 통합관리 프로그램

VoIP 서비스 통합관리 프로그램은 최대 200명의 가입자를 수용이 가능한 SIP 기반의 음성 및 영상 신호 처리가 가능하며, 선박과 육상의 통화 시 통신사의 기업망 서버에 연동되어 요금이 정산될 수 있도록 개발하였다. 또한 Figure 14와 같이 VoIP 서비스 관리 기능을 구현하여 가입자관리, 서비스 관리 등 각종 통계 데이터를 관리할 수 있도록 하였다.

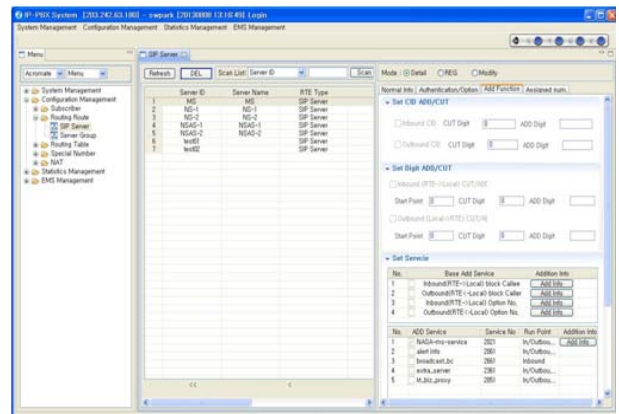


Figure 14: Management service for VoIP service

VoIP 프로토콜과 응용서비스, 인터넷 환경에 따라 발생하는 보안문제를 위하여 HTTP Digest MD5 단말인증방식을 적용하며 SIP 메시지 재생공격에 대비하고, ACL(Access Control List)를 설정하여 등록된 서비스 서버 주소에서 오는 메시지에만 응답할 수 있도록 하는 등 단말 인증방식이 적용된 자체 방화벽 및 보안서비스를 개발하였다.

개발된 VoIP 서비스 통합관리 프로그램의 성능시험을 위하여 통신에 필요한 프로토콜과 트래픽을 콜 시퀀스에 따라 생성 가능한 IP telephony signaling and traffic generator (Abacus 5000 call generator)를 이용하여 시험하였다.

시험방법은 장비에 전화번호 120개를 입력하고 동시에 자동으로 전화를 걸고 통화를 유지 후 전화를 끊는 방법으로 초당 12.5회의 콜을 시도하였다. 성능시험결과 Figure 15, 16과 같이 CPU와 메모리는 45% 이하의 점유율을 보였

으며 총 1,078,412회의 시도에 1,078,395회의 성공이 이루어져 99.9%의 호 성공률을 확인하였다. 특히 RTCP 패킷 당 RTP Packet Loss가 전혀 발생하지 않았으며 평균 0.018msec의 지터가 발생하여 해상에서 VoIP기반 통합 커뮤니케이션(UC) 서비스의 사용이 가능함을 확인하였다.

Stopped 2	Total	1	2	3	4	5	6	7
Script attempts	1078420	9572	9574	9573	9573	9575	9574	9573
Script completions	1078111	9572	9574	9573	9573	9575	9574	9573
% Script completions	99.97	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Call attempts	1073412	9568	9595	9589	9591	9595	9590	9592
Call attempts per second (average)	12.5	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Call attempts per second (momentary)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Call completions	1078395	9572	9574	9573	9573	9575	9574	9573
% Call completions	99.90	99.83	99.78	99.83	99.81	99.79	99.83	99.80
Registration attempts	5833	49	49	49	49	49	49	49
Registration attempts per second (average)	0.067	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
Registration attempts per second (momentary)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Registration failures	0	0	0	0	0	0	0	0
Registration retry attempts	0	0	0	0	0	0	0	0
Registration in progress	0	0	0	0	0	0	0	0
Registration successes	5833	49	49	49	49	49	49	49
Registration successes per second (average)	0.067	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
Registration successes per second (momentary)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Current number of users registered (Client)	118	1	1	1	1	1	1	1
Errors	1465	16	21	16	18	20	16	19

Figure 15: Performance test results for marine VoIP

Measurements Summary

Delay Type	Count	Minimum	Average	Maximum
Call length terminate (s)	478657	6.762	8.020	13.395
Call length originate (s)	599942	0.517	7.177	19.480
Response Time (msec)	599746	4	37	6295
Call Setup (msec)	599746	31	244	6593
Tear Down (msec)	599745	3	9	6363
Post dial delay (msec)	599763	15	188	6590
R-FactorG107 -All files	242328	6.000	92.905	93.000
Packet PC Lost Rate (%)	121078	0.000	0.040	59.520
RTP Packets Out Of Order (per check interval)	242112	0	0	145
RTP Packets Late Arrival (per check interval)	242112	0	0	0
Packets Received	242335	1	92	262
Packets Transmitted	216177	1	48	86
Reg 200 response time	5833	3	7	191
Reg success time	5833	3	7	191
RTP Packet Loss (per RTCP packet)	242335	0.000	0.000	0.000
RTP Jitter (msec, per RTCP packet)	242335	0.000	0.019	81.000

Figure 16: Marine VoIP Performance test summary

5. 결론

본 연구에서는 해상위성기반의 VoIP 서비스를 위한 해상용 통합 커뮤니케이션(UC) 기술을 개발하기 위하여 VoIP 모듈을 개발하고 데이터 사용량이 최적화된 해상용 VoIP 음성/영상 엔진이 탑재된 해상용 통합 커뮤니케이션(UC)을 다음과 같이 개발하였다.

첫째, 해상용 VoIP모듈은 19인치 표준랙 2U 크기로 소형화하였으며, 슬롯 구조와 확장형 모듈 형태로 시스템을 구성하여 선박 환경에 최적화하였다.

둘째, 음성 및 영상 통화를 위하여 코덱 최적화 기술과 VAD를 적용한 패킷 최소화 기술을 개발하여 육상 VoIP 시스템 대비 약 55%의 패킷을 절감하면서도 MOS 4.0 이상의 음성 품질을 유지할 수 있는 고품질의 해상용 VoIP 엔진을 개발하였다.

마지막으로 선박 내부 및 선박과 육상간의 문자/음성영상통화가 가능한 통합 커뮤니케이션(acrofon)을 개발하고 성능시험을 수행한 결과 99.9%의 호 성공률, RTCP 패킷 당 평균 0.018msec의 지터발생과 RTP Packet 패킷 손실이 전무함을 확인하여 VoIP기반 통합 커뮤니케이션(acrofon) 서

비스의 해상 적용 가능성을 확인하였다.

앞으로 수행될 연구에서는 해상용 VoIP모듈에 대한 전자기적 안전성 확보를 위하여 IEC-60945 시험을 수행하고 FBB, MVSAT 위성이 설치된 실 선박에서 상용 통합 커뮤니케이션(acrofon)을 시험하고 기술을 보완하여 해상 VoIP 서비스를 위한 통합 커뮤니케이션 기술개발을 완료하고자 한다.

후기

본 연구는 중소기업기술개발지원사업의 구매조건부제품 개발사업으로 수행중인 “해사위성기반 VoIP 서비스를 위한 선박용 통합커뮤니케이션 기술”사업의 연구결과이며 위 기관의 후원에 감사드립니다.

References

- [1] O. S. Park and D. H. Kim, “Technical trends in maritime radio communication for e-Navigation,” Electronics and Telecommunications Trends, Electronics and Telecommunications Research Institute, vol. 27, no. 2, pp.51-58, 2012.
- [2] e-Navigation, A Proposal for New Growth Engines, Monthly Maritime Korea, 2014.
- [3] S. Y. Jeon and G. H. Kim, “A development of web proxy for the satellite communication,” Journal of Korea Multimedia Society, vol. 16, no. 12, pp. 1403-1412, 2013.
- [4] Y. M. Kwon and J. G. Min, “Expansion of stationary satellite service : with a focus on marine VSAT service,” Information and Communication, 2009.
- [5] MVSAT - Global Xpress(GX), Maritime Satellite Communication Overview, Inmarsat, 2015.
- [6] Trend and future of Digital Maritime Communications Technology, Korea Communication Agency, 2014.
- [7] H. S. kwon, D. G. Kim, J. G. Lee, and S. H Kim, “Development of automatic exchange telephone system,” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, vol. 50, no. 2, pp. 73-81, 2013.
- [8] Davidson Peters, “Voice over IP Fundamentals: A systematic Approach to understanding the basics of Voice over IP”, Cisco Press, 2000.
- [9] H. J. Oh, An Encryption Technique to Prevent Eavesdropping of VoIP in Heterogeneous Communication Networks, Ph.D. Dissertation, Computer Engineering, Hongik University, Korea, 2013.
- [10] B. Douskails, IP Telechony : The Integration of Robust VoIP Service, Prentice-Hall PTR, 2000.
- [11] Y. M. Shin and H. J Bae, “Advanced unified com-

- munication service system,” Journal of the Korean Institute of Communications and Information Sciences, vol. 36, no. 8, pp. 962-970, 2011.
- [12] World Fleet Statistic, IHS Fairplay 2014.
- [13] S. H. Ryu and H. G Kim, “Playout scheduling method based on adaptive jitter estimation for enhancing VoIP speech quality,” Journal of the Acoustical Society of Korea, vol. 33, no. 2, pp. 133-138, 2014.
- [14] A Handbook on Security Recommendations for Internet Telephone, Korea Internet & Security Agency, KISA guidance/explanation, no. 2012-9, 2012.
- [15] S. H. Kim, Service Model by Telecom for Enterprise IP Telephony System, M.S. Thesis, Information and Communications, Sejong University, Korea, 2005.
- [16] D. H. Choi, A Study on the Current Status and Trends of the Market of the IP Centrex Services, M.S. Thesis, Information and Communications, Sejong University, Korea, 2005.
- [17] IT Terminology Dictionary, Telecommunications Technology Association.
- [18] Xiph Open Source Community, www.speex.org, Accessed October 15, 2013.
- [19] G. G. Choi, A study on Speech Enhancement based on Voice Activity Detection under Various Noise Environment, Ph.D. Dissertation, Mechanical Engineering, Kwangwoon University, Korea, 2012.