

---

# 이더넷 기반 선박 통합 네트워크를 위한 로그 처리 모듈 및 로그 서버의 개발

황훈규\* · 윤진식\* · 서정민\* · 이성대\*\* · 장길웅\*\*\* · 박휴찬\*\*\*\* · 이장세\*\*\*\*\*

## Development of Log Processing Module and Log Server for Ethernet Shipboard Integration Networks

Hun-Gyu Hwang\* · Jin-Sik Yoon\* · Jeong-Min Seo\* · Seong-Dae Lee\*\* · Kil-Woong Jang\*\*\*  
· Hyu-Chan Park\*\*\*\* · Jang-Se Lee\*\*\*\*\*

---

이 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음.  
[2008-F-046-01, E-Navigation 대응 IT-선박융합 핵심기술 개발]

---

### 요 약

선박 통합 네트워크는 선박에 탑재된 여러 장비에서 발생하는 다양한 정보를 상호 교환하고 통합 관리하기 위한 목적을 가진다. 선박 통합 네트워크에서는 UDP(User Datagram Protocol) 멀티캐스팅 방식으로 시스템 간의 정보를 송수신하는데, UDP는 신뢰성을 보장하지 않기 때문에 정보의 소실 혹은 손상이 발생할 수 있다. 따라서 선박 통합 네트워크 표준은 정보의 소실 혹은 손상으로 인해 발생하는 오류를 기록하기 위한 기능을 정의한다. 이 논문에서는 시스템에서 발생한 오류를 내부적으로 기록하는 내부 로그와 외부의 로그 서버로 송신하여 기록하는 외부 로그 기능에 관하여 분석한다. 또한 분석된 내용을 바탕으로 선박 통합 네트워크에서 오류를 로그 메시지로 만들어 처리 및 송수신하는 모듈을 개발하고, 외부 로그를 기록하고 관리하기 위한 로그 서버를 개발한다.

### ABSTRACT

Objectives of shipboard integration networks are to exchange and manage integrated information. Shipboard integration networks use UDP(User Datagram Protocol) multicast for the exchange of information. However, such information can be missed or damaged because UDP can't guarantee reliability. The standard of shipboard integration networks defines error log functions for the missed or damaged information. In this paper, we analyze internal and external log functions. The internal log function records errors internally, and the external log function sends error messages to a log server and records them in a database. We also develop a log processing module and log server for the external log function.

### 키워드

선박 통합 네트워크, 로그 처리, 로그 서버, 내부 로그, 외부 로그(Syslog)

### Key word

Shipboard integration network, Log processing, Log server, Internal log, External log(Syslog)

---

\* 준회원 : 한국해양대학교 대학원 컴퓨터공학과  
\*\* 정회원 : 한국해양대학교 전파공학과  
\*\*\* 종신회원 : 한국해양대학교 데이터정보학과  
\*\*\*\* 정회원 : 한국해양대학교 IT공학부  
\*\*\*\*\* 정회원 : 한국해양대학교 IT공학부 (교신저자, jslee@hhu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 01. 06  
심사완료일자 : 2011. 01. 22

I. 서 론

선박 통합 네트워크(shipboard integration network)는 선박에 탑재된 여러 장비에서 발생하는 다양한 정보를 상호 교환하고 통합 관리하기 위한 목적을 가진다[1]. 선박에 탑재되어 있는 여러 장비에서 발생하는 정보는 게이트웨이(gateway) 시스템을 통해 선박 통합 네트워크의 프로토콜[2]로 변환되어 선박 통합 네트워크의 내부로 유입된다. 이때, 게이트웨이 시스템은 UDP(User Datagram Protocol)를 이용하여 멀티캐스팅(multicasting) 방식으로 선박 통합 네트워크 내의 여러 시스템에게 변환된 정보를 송신하는데, UDP는 신뢰성을 보장하지 않기 때문에 정보가 소실 혹은 손상될 수 있다. 이때문에 선박 통합 네트워크에는 정보의 소실 혹은 손상으로 인해 발생하는 오류를 기록하기 위한 기능이 필요하다.

선박 통합 네트워크 표준[3,4]은 오류를 기록하기 위하여 내부 로그 기능 및 외부 로그 기능을 정의하고 있다. 내부 로그는 시스템에서 발생한 오류를 내부적으로 기록하는 것이고 외부 로그는 시스템에서 발생한 오류를 외부의 로그 서버로 송신하여 기록하는 것이다. 또한 이 두 가지의 기능은 각 기능의 특성에 따라 정의된 특정 형식의 메시지를 통해 이루어진다.

이 논문에서는 선박 통합 네트워크 표준에 정의되어 있는 로그 기능에 관한 요구사항 및 로그 메시지의 형식을 분석한다. 또한 분석된 내용을 바탕으로 선박 통합 네트워크에서 오류를 로그 메시지로 만들고 처리 및 송수신하는 모듈을 개발하며 외부 로그를 기록하고 관리하기 위한 로그 서버를 개발한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련 연구에 관해 기술하고, 3장에서 요구사항 및 기능을 분석하며, 4장에서 로그 처리 모듈 및 로그 서버를 설계한다. 또한 5장에서 설계를 바탕으로 로그 처리 모듈 및 로그 서버를 구현한 후 그 유용성을 시험하며, 6장의 결론으로 끝을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1 선박 통합 네트워크

선박 통합 네트워크는 선박에 탑재된 여러 장비에서 발생하는 다양한 정보를 상호 교환하고 통합 관리하기 위한 목적을 가지는 이더넷 기반의 네트워크이다[1].

기존의 선박 통합 네트워크 표준은 IEC 61162-4 시리즈[3]였으나, 이는 요구하는 기능이 많고 과도한 처리를 요구하였기 때문에 구현이 어려워 실제 구현된 사례가 거의 없는 문제점이 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 보다 경량화된 표준인 IEC 61162-450[4]으로 선박 통합 네트워크 표준을 변경하기로 결정하였으며 현재 제정 작업이 진행되고 있다.

선박 통합 네트워크 표준은 선박 통합 네트워크에 관한 일반적인 요구사항을 비롯하여 물리 계층, 전송 계층, 응용 계층 요구사항 및 시험 요구사항 등을 정의한다. 이중 응용 계층 요구사항에서 오류의 기록을 위한 로그 기능을 정의한다.

선박 통합 네트워크 표준은 오류의 기록을 위하여 다음과 같은 두 가지 형태의 로그 기능을 정의한다. 첫째, 내부 로그(internal logging) 기능이다. 내부 로그는 시스템에서 발생된 오류를 내부적으로 기록한다. 둘째, 외부 로그(external logging) 기능이다. 외부 로그는 시스템에서 발생된 오류에 관한 메시지를 시스템 외부의 로그 서버로 송신하고 로그 서버는 그 메시지를 수신하여 기록한다. 외부 로그에서 사용되는 메시지의 형식은 RFC 5424(The Syslog Protocol, 이하 Syslog라 한다)[5]를 기반으로 한다.

2.2 Syslog

선박 통합 네트워크 표준에서는 외부 로그 기능을 위하여 Syslog 메시지를 사용한다. 그림 1과 같이 Syslog 메시지 형식은 다음과 같은 필드로 구성된다.

Syslog 메시지는 오류 코드(<pri>), 버전(Version), 타임스탬프(Timestamp), 호스트 이름(host name), 어플리

<pri>	Ver	Space	Time stamp	Space	Host name	Space	App name	Space	Proc id	Space	Msg id	Space	Structured data	Space	Msg
-------	-----	-------	------------	-------	-----------	-------	----------	-------	---------	-------	--------	-------	-----------------	-------	-----

그림 1. 외부 로그 메시지 형식  
Fig. 1 Structure for the external log message

케이션 이름(App name), 프로세스 ID(Procid), 메시지 ID(Msgid), 구조화된 데이터(Structured data), 메시지(Msg) 정보를 포함하는 필드로 구성되며 각 필드와 필드는 공백(space)으로 구분된다. 이 중, 오류 코드 필드는 어떤 기능에서 어떤 등급의 오류가 발생하였는지를 알려주는 기능을 하며 표 1의 기능 코드에 8을 곱한 값에 표 2의 등급 코드를 더하는 방식으로 계산된다.

표 1. Syslog 메시지 기능 코드  
Table. 1 Syslog message facility codes

코드	설명
0	커널 메시지
1	사용자 계층 메시지
2	메일 시스템
3	시스템 상주 프로그램
4	보안/허가 메시지
5	Syslog에 의해 내부적으로 생성된 메시지
6	라인 프린터 서버 시스템
7	네트워크 뉴스 서버 시스템
8	UUCP 서버 시스템
9	클락 상주 프로그램
10	보안/허가 메시지
11	FTP 상주 프로그램
12	NTP 서버 시스템
13	로그 감사
14	로그 정보
15	클락 상주 프로그램
16-23	지역 사용 0 - 지역 사용 7

표 2. Syslog 메시지 등급 코드  
Table. 2 Syslog message severity codes

코드	등급	설명
0	Emergency	시스템 사용 불가
1	Alert	즉시 조치
2	Critical	치명적인 상태
3	Error	오류 상태
4	Warning	주의 상태
5	Notice	정상이지만 중요한 상태
6	Informational	정보 메시지
7	Debug	디버그 수준의 메시지

### III. 요구사항 및 기능 분석

#### 3.1 내부 로그 메시지 구조

선박 통합 네트워크 표준은 내부 로그 기능을 위해서 오류의 발생 시간(UNIX time), 해당 메시지(Message), 발생 횟수(Occurrence Count)를 텍스트 파일에 기록하도록 정의하며 내부 로그의 구조[4]는 그림 2와 같다.

UNIX time	Message	Occurrence Count
-----------	---------	------------------

그림 2. 내부 로그 기록 형식  
Fig. 2 Structure for the internal log

#### 3.2 외부 로그 메시지(Syslog) 구조

선박 통합 네트워크 표준은 외부 로그 기능을 위해 Syslog 메시지 형식을 사용하도록 정의한다. 선박 통합 네트워크 표준에서는 오류 코드 필드를 <131>로 설정하도록 정의되어 있는데, 131은 기능 코드의 "지역 사용 0"에 해당하는 값인 16과 등급 코드의 "오류 상태"에 해당하는 값인 3으로부터 계산된 값이다. 버전 필드에는 "1"을 사용하도록 정의되어 있다. 타임스탬프 필드에는 기본적으로 해당하는 날짜 및 시간을 설정하도록 정의되어 있으며 선택적으로 UTC 오프셋을 설정할 수 있다. 또한 호스트 이름 필드에는 IP 주소를 사용하도록 정의되어 있으며 어플리케이션 이름 필드에는 "450-"와 해당 시스템 아이디를 결합하여 명명된 이름을 사용하도록 정의되어 있다. 프로세스 아이디 및 구조화된 데이터 필드는 일반적으로 "-"(nil)을 사용하도록 정의되어 있으며 메시지 ID 필드에는 아래 표 3에 나타나 있는 코드를 사용하도록 정의되어 있다. 마지막의 메시지 필드에는 아스키 형식으로 오류에 관한 정보를 기록하도록 정의되어 있다.

표 3. 오류 메시지 코드  
Table. 3 Error message ID

메시지 ID	설명
101	SNGF(Serial to Network Gateway Function) 오류
102	데이터그램 오류
103	TAG/Sentence 오류
104	바이너리 이미지 오류

#### IV. 설계

##### 4.1 선박 통합 네트워크 구조

선박 통합 네트워크에서는 TAG/Sentence 형태[6]와 바이너리 이미지 형태[4]를 이용하여 시스템 간의 정보를 송수신하며, 통신을 위해서는 네트워크 기능 블록(Network Function block)과 시스템 기능 블록(System Function block)을 경유해야 한다. 그림 3은 [2,7]에서 제안한 선박 통합 네트워크의 구조를 나타낸다.

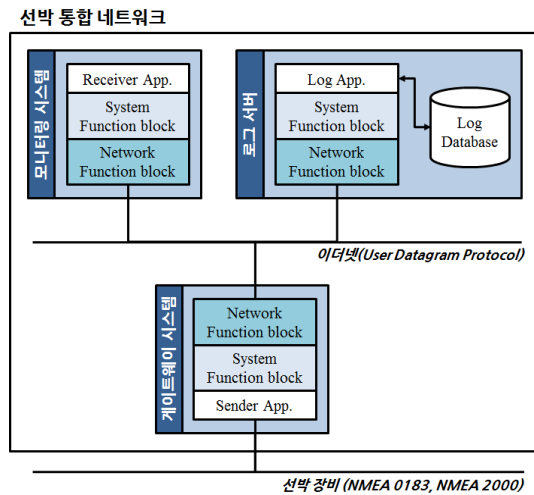


그림 3 선박 통합 네트워크 구조  
Fig. 3 Architecture of the shipboard integration network

[2]는 선박 통합 네트워크의 표준을 분석하고 표준의 요구사항을 만족하도록 그림 3에서 나타낸 시스템 기능 블록 및 네트워크 기능 블록을 개발하였다. 또한 [7]은 선박 통합 네트워크 내의 여러 어플리케이션이 시스템 기능 블록 및 네트워크 기능 블록의 서비스를 이용할 수 있도록 해주는 모듈을 개발하였다.

그림 3에서의 각 메시지 ID 별 오류 발생 위치는 다음과 같다. 메시지 ID가 101인 경우, 선박 장비로부터 유입되는 정보의 처리와 관련하여 게이트웨이의 "Sender App."에서 발생할 수 있는 버퍼 오버플로우 오류이다. 메시지 ID가 102인 경우, "네트워크 기능 블록"에서 정보의 송수신시 발생할 수 있는 데이터그램 헤더 오류이다. 메시지 ID가 103 혹은 104인 경우, "시스

템 기능 블록"에서 수신된 정보의 처리 과정 중 발생할 수 있는 TAG/Sentence 혹은 바이너리 이미지 오류이다.

##### 4.2 오류 정의

내부 로그와 외부 로그의 메시지 필드에는 선박 통합 네트워크에서 정보의 송수신시 발생할 수 있는 오류에 관한 정보가 포함되어야 한다. 따라서 메시지 ID를 기반으로 하여 메시지 필드에 포함될 수 있는 오류를 정의하였으며 그 내용은 표 4와 같다[5].

TAG/Sentence 오류를 나타내는 메시지 ID인 103의 경우, 발생할 수 있는 오류로는 길이 오류, 구성 오류, 구문 오류, 체크섬 오류가 있다. 바이너리 이미지 오류를 나타내는 메시지 ID인 104의 경우, 발생할 수 있는 오류로는 바이너리 이미지 헤더 오류, 바이너리 이미지의 디스크립터 오류, 바이너리 이미지의 데이터 오류가 있다.

표 4. 오류 정의  
Table. 4 Error definitions

메시지 ID	설명
101	- Gateway Buffer Overflow
102	- Datagram Header Error
103	- TAG/Sentence Length Error - TAG/Sentence Syntax Error - TAG/Sentence Framing Error - TAG/Sentence Checksum Error
104	- Binary Image Header Error - Binary Image Descriptor Error - Binary Image Data Error

##### 4.3 로그 처리 모듈

만약 시스템에서 오류가 발생하면, 로그 처리 모듈은 내부 로그 기능을 위하여 발생한 오류의 정보를 내부적으로 기록해야 한다. 또한 외부 로그 기능을 위하여 발생한 오류의 정보를 로그 서버로 송신해야 한다.

내부 로그 기능을 위해서는 발생한 오류를 3장의 그림 1과 같은 형식으로 텍스트 파일에 기록해야 한다. 외부 로그 기능을 위해서는 발생한 오류에 관한 정보를 3장의 그림 2와 같은 Syslog 메시지로 만들어야 하며 그것을 로그 서버로 송신해야 한다. 이때, Syslog 메시지를 만

드는 것은 시스템 기능 블록에서 담당하며 로그 서버로 송신하는 것은 네트워크 기능 블록에서 담당한다. 또한 로그 서버는 Syslog 메시지를 수신하여 관리를 위한 데이터베이스에 저장해야 한다.

그림 4는 로그 처리 모듈의 동작 순서를 나타낸 것이다. 만약 게이트웨이 시스템이 올바르지 않은 TAG/Sentence를 송신하였다면, 모니터링 시스템은 해당 오류에 관한 내부 로그를 텍스트 파일에 기록한다. 그 뒤, 모니터링 시스템은 해당 오류에 관한 외부 로그 메시지를 로그 서버로 송신하며 로그 서버는 그 외부 로그 메시지를 기록한다.

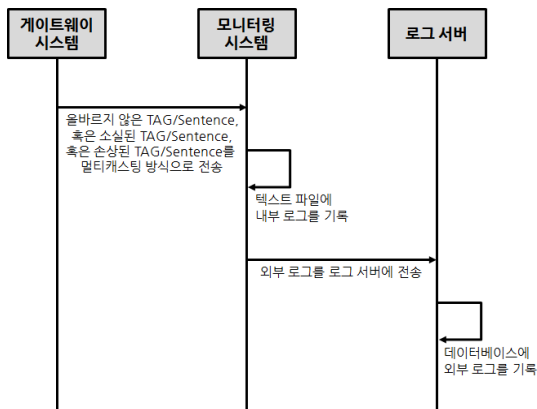


그림 4. 로그 기능의 순차 다이어그램  
Fig. 4 Sequence diagram of the log function

## V. 구현 및 시험

### 5.1 구현 환경

로그 처리 모듈 및 로그 서버는 윈도우 7 운영체제에서 Visual Studio 2008 및 C++언어를 사용하여 개발하였으며 데이터베이스는 Microsoft SQL Server 2005를 사용하여 구성하였다. 또한 게이트웨이 시스템 역할, 모니터링 시스템 역할, 로그 서버 역할을 하는 3대의 컴퓨터를 이용하여 동일한 네트워크를 기반으로 시험하였다. 통신을 위해서는 [2]에서 제안한 프로토콜 및 [7]에서 제안한 서비스 모듈을 사용하였다. 시험을 위해서 메시지 ID 103에 해당하는 TAG/Sentence를 사용하였다.

### 5.2 구현

설계한 내용을 바탕으로 내부 로그 기능 및 외부 로그 기능을 위한 로그 처리 모듈을 구현하였다. 로그 처리 모듈을 구성하고 있는 함수는 표 5와 같다.

표 5. 로그 처리 모듈 내의 함수  
Table. 5 Functions in log processing module

함수명	설명
RecordIntLog	내부 로그 기록 함수
MakeExtLog	외부 로그 메시지 구성 함수
SendExtLog	외부 로그 메시지 송신 함수
GetExtLog	외부 로그 메시지 수신 함수
RecordExtLog	외부 로그 기록 함수

RecordIntLog는 오류 발생 시 내부 로그를 파일에 기록하는 함수이고, MakeExtLog는 외부 로그 형식으로 메시지를 만들어주는 함수이며, SendExtLog는 로그 서버로 외부 로그 메시지를 송신하는 함수이다. 또한 GetExtLog는 로그 서버에서 외부 로그 메시지의 수신을 위하여 반복적으로 호출하고 있는 함수이며, RecordExtLog는 외부 로그를 데이터베이스에 기록하는 함수이다.

로그 서버에는 3장에서 나타냈던 그림 2의 외부 로그 메시지 형식을 기록하기 위한 데이터베이스 테이블을 구현하였다. 로그 서버는 수신 대기(listening)를 하여 메시지가 수신되면 수신된 내용을 파싱(parsing) 및 처리하여 데이터베이스 테이블에 삽입한다.

### 5.3 시험

정상적인 송수신 시에는 로그 처리 모듈이 동작하지 않으며 앞의 그림 4와 같은 오류 발생에 대한 시험을 수행하였다. 이를 위하여 게이트웨이 시스템의 역할을 하는 Sender App를 구현하고 그림 5와 같이 올바르지 않은 TAG/Sentence를 차례대로 송신해 보았다. 그림 5의 1, 2, 3, 4는 각각 길이 오류, 구성 오류, 구문 오류, 체크섬 오류를 발생시킨 것이다.



사용되는 오류 코드, "1"은 버전, "2011-01-01 20:58:41"은 타임스탬프, "203.230.252.161"은 호스트 이름, "450-SF0002"는 어플리케이션 이름, "-"는 프로세스 ID가 없다는 기호, "103"은 메시지 ID, "-"는 구조화된 데이터가 없다는 기호, "TAG/Sentence Length Error"는 메시지이다. 그 이하의 줄도 마찬가지로 형식으로 외부 로그가 기록된다.

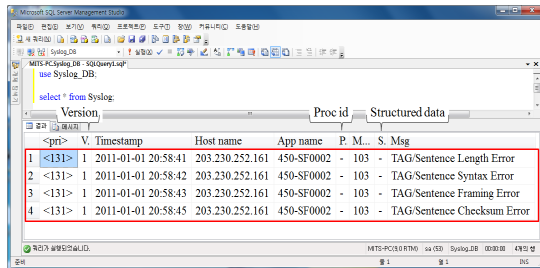


그림 8 외부 로그 저장 결과  
Fig. 8 Saving results of the external logs

## VI. 결론

선박 통합 네트워크 표준에는 오류의 기록을 위하여 내부 로그 기능과 외부 로그 기능이 정의되어 있다. 내부 로그 기능은 시스템에서 발생한 오류를 내부적으로 기록하는 것이고, 외부 로그는 시스템에서 발생한 오류를 외부의 로그 서버로 송신하여 기록하는 것이다.

이 논문에서는 선박 통합 네트워크 표준에 정의되어 있는 내부 로그 기능과 외부 로그 기능 및 요구사항을 분석하였다. 또한 분석을 바탕으로 내부 로그 및 외부 로그 기능을 위한 로그 처리 모듈과 로그 서버를 설계 및 구현 하였으며 그 유용성을 시험하였다.

보안을 비롯한 다양한 분야에서 로그 기능을 사용하고 있으나 자체적으로 처리되고 있지만 선박 환경에서 로그 기능을 적용한 사례는 보고되고 있지 않다. 따라서 이 논문에서 개발한 로그 처리 모듈과 로그 서버가 선박 통합 네트워크에 도입되면, 선박 통합 네트워크에서 발생하는 오류를 표준화된 형식으로 기록 및 처리할 수 있으며 사용자나 관리자의 유지보수 등의 업무에 도움을 줄 것이다.

## 참고문헌

- [1] 박휴찬, 이장세, 장길웅, 이정우, 정희섭, 박중현, 강순열, "선박에서의 통합 정보처리를 위한 시스템 아키텍처", 2009년도 한국마린엔지니어링학회 공동학술대회 논문집, pp. 207-208, 2009.
- [2] 황훈규, 윤진식, 이성대, 서정민, 장길웅, 이장세, 박휴찬, "Light-Weight Ethernet 기반 MiTS 네트워크 프로토콜 개발", 한국마린엔지니어링학회지, 제34권, 제8호, pp. 164-171, 2010.
- [3] IEC, IEC61162-4 : Maritime Navigation and Radiocommunication Equipment and Systems - Digital Interfaces - Multiple Talkers and Multiple Listeners - Ship Systems Interconnection, 2001.
- [4] IEC, 61162-450 Ed.1 : Maritime Navigation and Radiocommunication Equipment and Systems - Digital Interfaces - Part 450: Multiple Talkers and Multiple Listeners - Light-weight Ship Systems Interconnection, 2010.
- [5] Network Working Group, RFC 5424 : The Syslog Protocol, 2009.
- [6] NMEA, NMEA 0183 : Standard for Interfacing Marine Electronic Devices Version 4.00, 2008.
- [7] 황훈규, 윤진식, 서정민, 이성대, 이장세, 박휴찬, 장길웅, "Light-Weight Ethernet 기반 MiTS 서비스 모듈 개발", 한국마린엔지니어링학회지, 제34권, 제8호, pp. 172-179, 2010.



황훈규(Hun-Gyu Hwang)

2009년 2월 한국해양대학교  
IT공학부 컴퓨터정보공학전공  
(공학사)  
2009년 3월~한국해양대학교 대학원  
컴퓨터공학과 석사과정

※ 관심분야 : 정보보안, 네트워크, 시뮬레이션, 해양정보시스템





**윤진식(Jin-Sik Yun)**

2009년 2월 한국해양대학교  
IT공학부 컴퓨터정보공학전공  
(공학사)  
2009년 3월~한국해양대학교 대학원  
컴퓨터공학과 석사과정

※ 관심분야: 정보보안, 네트워크, 포렌식



**서정민(Jeong-Min Seo)**

2009년 2월 한국해양대학교  
IT공학부 컴퓨터정보공학전공  
(공학사)  
2009년 3월~한국해양대학교 대학원  
컴퓨터공학과 석사과정

※ 관심분야: 데이터베이스, 데이터마이닝



**이성대(Seong-Dae Lee)**

1999년 2월 한국해양대학교  
컴퓨터공학과(공학사)  
2001년 2월 한국해양대학교 대학원  
컴퓨터공학과(공학석사)

2007년 한국해양대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)  
2007년 ~ 2009년 한국해양대학교 산학협력단  
전임연구원

2009년 ~ 한국해양대학교 전파공학과 (연구교수)

※ 관심분야: 데이터마이닝, 해양정보시스템



**장길웅(Gil-Woong Jang)**

1997년 경북대학교  
컴퓨터공학과(공학사)  
1999년 경북대학교  
컴퓨터공학과(공학석사)

2002년 경북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

2003년 ~ 한국해양대학교 데이터정보학과(부교수)

※ 관심분야: 네트워크 프로토콜, 유비쿼터스 네트워킹



**박휴찬(Hyu-Chan Park)**

1985년 서울대학교  
전자공학과(공학사)  
1987년 한국과학기술원 전기및전자  
공학과(공학석사)

1995년 한국과학기술원 전기및전자공학과(공학박사)

1987년 - 1990년 금성반도체

1997년 - 현재 한국해양대학교 IT공학부(교수)

※ 관심분야: 데이터베이스, 데이터마이닝, 해양정보  
시스템



**이장세(Jang-Se Lee)**

1997년 2월 한국항공대학교  
컴퓨터공학과 (공학사)

1999년 2월 한국항공대학교  
컴퓨터공학과 (공학석사)

2003년 2월 한국항공대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)

2004년 3월 ~ 한국해양대학교 IT공학부(부교수)

※ 관심분야: 컴퓨터보안, 지능시스템, 모델링 및 시뮬  
레이션