

이중 LED 등명기 제어 시스템을 위한 확장된 해상 등명기 프로토콜

예성현 · 김범곤 · 박정선 · 한순희*

The extension of marine lantern protocol for Dual LED marine lantern control system

Seong-hyeon Ye · Bum-Khon Kim · Jeong-Seon Park · Soonhee Han*

Interdisciplinary Program of Digital Convergence, Chonnam National University, 50, Daehak-ro, Yeosu-si, Jeollanam-do, Korea

요 약

이중 LED 등명기는 하나의 등명기에 두 개의 광원을 구성하여 주 광원 고장 시 예비광원으로 운용이 가능한 장비이다. 그러나 이중 LED 등명기의 운용을 위한 국내 표준 규격이 정의되어 있지 않아 현재 사용 중인 국내 표준 규격 프로토콜을 적용하면 예비 광원 동작시에는 상태정보를 얻거나 광원을 제어할 수단이 없다. 이와 관련하여 본 논문에서는 이중 LED 등명기의 제어 시스템을 위해 국내 표준 규격 프로토콜을 근간으로 한 확장된 등명기 프로토콜을 제안하였다. 또한 제안한 프로토콜을 구현한 후 개발한 제어 시스템을 통하여 이중 LED 등명기의 정상작동 여부를 확인하였다. 본 논문에서 제안하고 구현한 제어 시스템은 이중 LED 등명기의 작동 상태를 확인하고 동작을 제어할 수 있을 뿐만 아니라 기존에 운용 중인 LED 등명기의 제어 시스템으로도 이용할 수 있도록 그 기능을 확장하고 시험하였다.

ABSTRACT

Dual LED lantern, which is composed of two light sources in one lantern, can be utilized as an auxiliary light source when the main light source is in trouble. Nevertheless, there are no way to obtain status information of the system and control the light source if the current domestic standard protocol is applied, since the standards for dual LED lantern are not defined yet. Regarding to this problem, we suggested expanded lantern protocol for management system of dual LED lantern based on current domestic standard. Also, we confirmed the normal operation of dual LED lantern after implementing suggested protocol on the developed management system. Control system suggested and implemented in this study is tested not only its function of controlling and acquiring the operating status of dual LED lantern, but also its capability to utilize as a control system of currently used LED lanterns.

키워드 : LED 등명기, 항로 표시, 해상 등명기 프로토콜, 해상 등명기 제어 시스템

Key word : LED marine lantern, AtoN, Marine lantern protocol, Marine lantern control system

접수일자 : 2013. 10. 17 심사완료일자 : 2013. 11. 13 게재확정일자 : 2013. 11. 28

* **Corresponding Author** Soonhee Han(E-mail:shhan@jnu.ac.kr, Tel:+82-61-659-3482)

Interdisciplinary Program of Digital Convergence, Chonnam National University, 50, Daehak-ro, Yeosu-si, Jeollanam-do, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2014.18.2.445>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©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.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

2012년 국제항로표지협회(IALA)의 “e-Navigation 시대의 단거리 항로표지에 관한 워크숍”에서는 항로표지의 설계, 설치 및 비용대비 효과에 관한 가이드라인(안)을 작성하는 등 효과적인 항로표지 운영에 대한 관심이 증가하고 있다[1]. 또한 국토교통부에서는 IT 해양 교통시설 시스템 구축의 일환으로 항로표지 집약관리 시스템을 도입하여 광범위한 항로표지 시설들을 효율적으로 관리하고 있다[2].

항로표지 중 광파 표지인 등명기는 등대, 등표, 등부표 및 교량 등에 설치되어 선박의 안전한 운항에 도움을 주고 있다. 최근 IT기술과 LED를 적용한 등명기의 동작 수명은 기존 전구 등명기와 비교하여 크게 연장되었으며 단순한 항로 표지 기능을 벗어나 다양한 용도로 활용되고 있다. 그러나 운용중인 등명기의 고장 시 접근성이 열악하여 즉시 대처할 수 없으며 해양 기상환경 악화 시 유지보수를 할 수 없는 등 어려움이 있다. 이러한 문제점을 보완하는 이중 LED 등명기는 하나의 등명기에 주·예비 광원을 동시에 형성하여 주 광원 고장 발생 시 예비광원이 동작하여 등명기의 기능을 지속적으로 유지할 수 있도록 개발된 제품이다. 하나의 제품으로 2대의 설치효과를 가져오며 예비광원이 작동중인 등명기는 유지보수 계획에 반영하여 정기적으로 관리할 수 있는 장점이 있다. 따라서 기존 LED 등명기와 비교하여 설치 및 유지보수 비용을 절감할 수 있다.[3]. 그러나 이중 LED 등명기의 운용과 관련된 국내 표준 규격 프로토콜은 정의되어 있지 않으며 현존하는 국내 표준 규격 프로토콜 적용 시 정상적인 기능을 수행할 수 없다.

이와 관련하여 본 논문에서는 등명기의 국내 표준 규격 프로토콜을 확장한 이중 LED 등명기의 프로토콜을 제안하고자 한다. 또한 제안된 프로토콜은 근거리무선 통신인 블루투스를 이용한 제어 시스템을 통하여 정상 작동 여부를 확인하였다.

II. 등명기 프로토콜

2.1. 선박 전자 장비 인터페이스 표준(NMEA-0183)

미국해상전자통신협회(NMEA : National Marine

Electronics Association)에서는 1983년 4,800bps속도의 시리얼 데이터 통신과 모든 선박의 전자 장비를 위한 포괄적인 데이터 포맷을 포함하는 인터페이스 표준(Standard for Interfacing Marine Electronic Device)을 제정하였다. NMEA-0183 표준규격은 항해통신 장비의 고도화에 따라 1995년 IEC61162-1 표준으로 승인되었다[4].

NMEA-0183 데이터 포맷 프로토콜 규격은 그림 1과 같이 구성되어 있으며 문장의 길이는 최대 82Byte, 최소 14Byte이다.

STX (1 Byte)	Talker ID (2 Byte)	Sentence ID (3 Byte)	Data Field (3 Byte ~ 71 Byte)	Checksum Field (3 Byte)	<CR><LF> (2 Byte)
-----------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------------------	----------------------------	----------------------

그림 1. NMEA-0183 데이터 포맷 프로토콜
Fig. 1 NMEA-0183 protocol data format

데이터는 8bit ASCII 문자를 사용한다. 데이터 형식은 '\$' 또는 '!'로 시작되며, <CR><LF>로 끝난다. 일반적으로 '\$'로 시작하며, 대량의 데이터를 압축하여 전송하는 경우에는 '!'로 시작한다. 화자 식별정보(Talker ID)는 2Byte, 문장정보(Sentence ID)는 3Byte의 길이로 고정되어 있다. 데이터 필드(Data Field)는 최대 71Byte, 최소 3Byte로 구성할 수 있으며 데이터 필드의 구분은 ','(1Byte)를 사용한다.

3Byte 길이의 Checksum 필드는 '*'(1Byte)로 시작되며 '\$'/'!'과 '*' 사이의 모든 데이터를 8bit Exclusive OR 수행 후 결과 값의 최상위(MSB) 4bit와 최하위(LSB) 4bit를 각각 ASCII 문자로 변환하여 2Byte로 표시한다. '*'와 데이터 필드의 구분은 ','을 사용하지 않으며 ','이 있을 경우에는 Null인 데이터 필드가 있다는 것을 나타낸다.

2.2. 국내 등명기 프로토콜

현재 국내에서 제작되는 등명기 중 일체형-LED, LED-200, LED-200HI, 250m, 300m(점멸식) 등명기의 프로토콜은 국토해양부 해상용 등명기 표준 규격서의 '등명기 프로토콜 정의서'를 준수토록 규정하고 있다 [5]. 등명기와 기타 장치간의 통신을 위한 통신규격은 표 1과 같이 정의되어 있으며 프로토콜 규격은 표 2와 같이 NMEA-0183을 기본 규격으로 사용한다.

표 1. 국내 등명기의 통신규격

Table. 1 Communication standard of domestic lantern

항목	통신규격	Baud Rate	Data Bit	Stop Bit	Parity Bit
세부내용	RS-232C (DC12V Level)	9600 bps	8 bit	1 bit	none

표 2. 국내 등명기의 프로토콜 표준규격

Table. 2 Standard protocol of domestic lantern

항목	세부내용
\$	데이터 셋의 시작을 나타낸다.
LI	등명기 정보를 나타낸다.
STS	데이터 셋의 식별자
inf_1 ... inf_n	1 ... n 정보
,	서로 다른 정보의 구분 문자
*	checksum을 위한 구분 문자
CS	데이터 셋을 검사하기 위한 체크섬
<CR><LF>	데이터 셋의 끝

프로토콜 규격에 따라 상태정보를 출력하는 프로토콜과 제어명령을 입력하는 프로토콜은 표 3 및 표 4와 같이 정의되어 있다.

표 3. 국내 등명기의 상태정보 프로토콜

Table. 3 State information protocol of domestic lantern

필드	세부내용
\$LISTS	상태정보를 나타내는 구분자
vv.v	등명기의 입력 전압
aa.a	등명기의 출력 전류
c	CDS 상태 정보
l	등명기의 점·소등 상태
qqq	등명기의 등질
dddd.dddd	전송 시점의 날짜
ttttt	전송 시점의 시각
xxxx.xxxx	GPS 위도 정보
yyyyy.yyyy	GPS 경도 정보
hh	CRC

표 4. 국내 등명기의 제어 프로토콜

Table. 4 Control protocol of domestic lantern

필드	세부내용
\$LICMD	제어명령을 나타내는 구분자
p	제어명령 코드
nnn	등명기 ID
hh	CRC

등명기의 상태정보를 나타내는 프로토콜은 11개의 필드 65Byte로 구성되어 있으며, 데이터 필드는 9개 필드 56Byte를 이용하여 나타낸다. 제어명령 프로토콜은 4개의 필드 15Byte로 구성되어 있으며, 데이터 필드는 2개 필드 6Byte로 구성되어 있다.

상태정보는 표 5의 제어명령 코드 중 ‘상태요청’에 의하여 출력되며 ‘1’ 필드 데이터 값(켜짐=1, 꺼짐=0)은 동작하는 광원을 나타낸다.

표 5. 제어명령 코드

Table. 5 Control command code

코드	1	2	3	4	5
제어명령	상태요청	강제점등	강제소등	등명기리셋	부동광

III. 이중 LED 등명기 프로토콜 제안

3.1. 이중 LED 등명기

이중 LED 등명기는 그림 2와 같이 하나의 등명기에 두 개의 광원을 동시에 구성하여 개발된 장비이다.

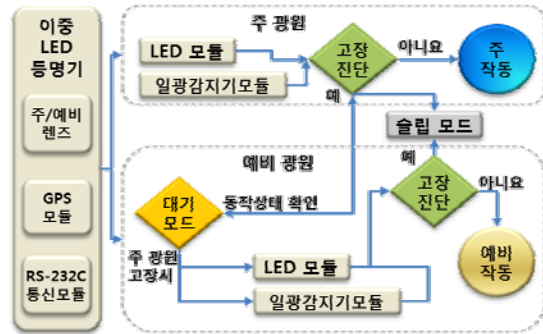


그림 2. 이중 LED 등명기 구성도
Fig. 2 Configuration of the dual LED lantern

각각의 광원은 LED모듈의 전류/전압이 기준치 이하이거나 GPS의 시간정보에 대한 일광감지기의 작동 상태가 상이할 경우 광원 고장으로 판단하여 슬립모드로 전환하며 주 광원 고장 시에는 예비 광원이 작동된다. 이중 LED 등명기는 하나의 제품으로 두 대의 운용효과가 있다. 따라서 기존 LED 등명기와 비교 시 설치 비용 감소효과가 있으며 주 광원 고장 시에는 정비계획에 반

영하여 정비함으로서 유지보수비용을 획기적으로 절감할 수 있다. 이중 LED 등명기의 예비 등명기 기능은 등명기의 운용기간 증가 및 해상안전사고예방 효과가 있으며 다양한 광원으로 구성이 가능하여 다목적 등명기로 활용이 가능하다.

개발된 이중 LED 등명기 제품에 기존 LED 등명기의 프로토콜을 적용할 경우 주/예비 작동 및 전환하는 기능에는 문제점이 없다. 그러나 작동중인 광원에 대한 정보를 확인할 수 없으며 주/예비 광원을 동시 작동하여 높은 광도를 나타내는 등 다양한 기능을 구현할 수 없다. 따라서 현재 운용중인 시스템과 호환이 가능하며 이중 LED 등명기의 운용에 필요한 새로운 프로토콜 정의가 필요한 실정이다.

3.2. 이중 LED 등명기 프로토콜

본 논문에서 제안하는 이중 LED 등명기의 프로토콜은 현재 동작하는 광원과 제어보드의 상태정보를 전송할 수 있어야 하며 동작하는 제어보드에서 제어명령을 수신할 수 있어야 한다.

상태정보를 나타내는 데이터 필드에 이중 LED 등명기의 동작 광원을 나타내는 필드를 추가하는 방법은 현재 운용중인 시스템과 호환성이 낮으며 추가비용이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 기존 '1' 필드의 출력 값을 표 6과 같이 재 정의한 확장 상태정보 프로토콜을 제안하였다.

표 6. 상태정보 프로토콜의 재정의
Table. 6 Extension of state information protocol

\$LISTS	vv.v	...	1	...	yyyyy.yyyy	hh
필드	내용	입출력범위	재정의			
1	등명기의 점·소등 상태	1 : 점등 0 : 소등	3 : 동시 켜짐(on) 2 : 예비 켜짐(on) 1 : 주 켜짐(on) 0 : 꺼짐(off)			

또한, 제어명령 프로토콜은 표 7과 같이 'p' 필드의 입력 값을 재 정의하여 구성하였다. 재 정의된 상태정보에 따라 광원의 작동상태를 확인할 수 있으며 동작하는 제어보드는 제어명령 코드에 따라 상태정보를 전송하거나 시스템을 제어한다.

표 7. 제어명령 재 정의를 통한 확장 프로토콜
Table. 7 Extension protocol with control commands redefinition

\$LICMD	p	nnn	hh
필드	제어명령 코드	재정의	
p	5 : 부동광 4 : 등명기 리셋 3 : 강제 소등 2 : 강제 점등 1 : 상태 요청	6 : 동시점등 5 : 현재 작동하는 광원의 부동광 4 : 등명기 리셋 3 : 현재 작동하는 광원의 강제 소등 2 : 현재 작동하는 광원의 강제 점등 1 : 현재 작동하는 광원의 상태 요청	

등명기의 리셋, 부동광, 동시점등은 이중 LED 등명기의 특성을 고려하여 현재 작동하는 제어보드에서 제어한다. 본 논문에서 제안하는 프로토콜의 재 정의는 이중 LED 등명기의 원활한 동작에 관한 제안으로 향후 표준 규격서의 프로토콜 정의에 반영되어야 한다.

IV. 이중 LED 등명기 제어 시스템

4.1. 제어 시스템 구성

현재 운용중인 등명기의 동작상태 정보요청 및 제어는 RS-232C 시리얼통신과 AIS 무선통신 시스템을 이용한다. 이는 원격지에서 등명기의 작동 여부를 확인하는 시스템으로 장비의 유지보수를 위해 활용하기에는 많은 제약이 있다. 최근에는 근거리 무선통신을 이용한 다양한 점검시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[6-8]. 이에 따라 노트북, 스마트폰과 같이 보급률이 높은 장비에 기본적으로 탑재된 근거리 무선통신을 이용한 LED 등명기 점검 시스템이 개발되면 응용 영역이 넓어질 것으로 기대된다.

본 논문에서는 이중 LED 등명기의 RS-232C 통신을 블루투스로 변환하는 어댑터를 사용하여 등명기의 입출력 데이터를 제어 시스템에서 송·수신하도록 구성하였다. 그림 3과 같이 블루투스가 탑재된 단말기의 제어 시스템은 수신되는 데이터를 이용하여 동작상태 정보를 표시하며 제어명령을 송신하여 등명기의 작동을 제

어, 점검할 수 있다.

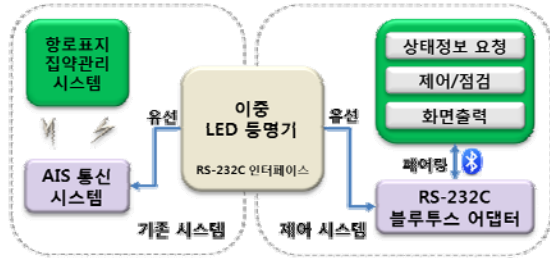


그림 3. 제어 시스템의 구성
Fig. 3 Configuration of the control system

구성된 제어 시스템은 등명기의 본체를 분해하지 않고 원격으로 점검 및 제어할 수 있는 장점이 있으며 설치 및 운용지역의 접근성이 열악한 등명기의 유지보수 어려움을 해결할 수 있다.

제어 시스템의 동작상태 정보요청 및 제어명령에 따라 입·출력되는 데이터는 그림 4와 같은 순서로 이루어진다.

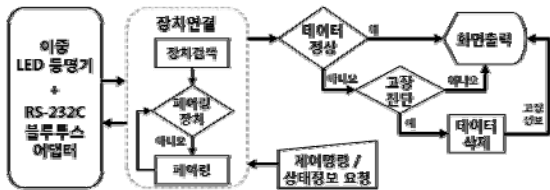


그림 4. 제어 시스템의 동작 순서도
Fig. 4 Flowchart of the control system

제어 시스템은 블루투스 장치 검색을 통하여 LED 등명기의 RS-232C 블루투스 어댑터와 연결되며 최초 연결 시 페어링 과정을 수행한다. 장치연결이 완료되면 제어명령을 전송하거나 상태정보 요청으로 전송된 데이터를 점검하여 정상인 데이터는 화면으로 출력하며 비정상인 데이터는 고장진단을 통하여 고장여부를 출력하거나 수신된 데이터를 삭제한다.

4.2. 제어 시스템 구현

본 논문에서는 그림 5와 같이 이중 LED 등명기를 시리얼케이블로 Parani-SD1000에 연결하였다. 이중 LED 등명기의 RS-232C 시리얼통신을 블루투스로 변환하는 어댑터는 SENA사의 Parani-SD1000을 사용하

였다. Parani-SD1000은 Bluetooth v2.0+EDR 스펙을 지원하며 블루투스를 사용하는 장치들과 간단하게 연결할 수 있는 특징이 있다. 또한 동시에 4개의 장치들과 접속이 가능하며 100m의 무선 통신거리(최대 1Km)를 지원한다[9].

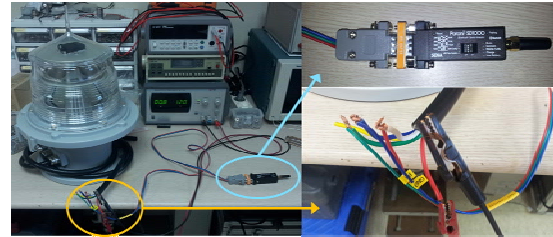


그림 5. 이중 LED 등명기와 Parani-SD1000의 연결
Fig. 5 Connection of the Parani-SD1000 and dual LED lantern

4.3. 제어 시스템 테스트

본 연구에서는 제어 시스템의 시험을 위해 동작상태 정보요청과 제어명령을 전송하는 프로그램을 제작하였다. 블루투스가 탑재된 노트북에 제작한 프로그램을 설치하여 정상동작 여부를 시험하였고, 그림 6은 제어 시스템을 테스트하는 화면이다.



그림 6. 제어 시스템 테스트 화면
Fig. 6 Test screen of the control system

또한 현재 운용중인 등명기와의 호환성을 확인하기 위하여 그림 7과 같이 기존 모델인 LED-200에 연결하여 시험하였다. 상태정보 요청은 현재 동작하는 등명기의 작동상태와 수신되는 데이터를 통하여 일치여부를 확인하였다. 제어명령은 재 정의한 제어코드를 송신하

여 등명기의 제어여부를 확인하였으며 일치여부를 확인하기 위하여 상태정보를 요청하고 정상작동을 확인하였다.



그림 7. 제어 시스템 테스트 화면(LED-200 시험)
Fig. 7 Test screen of the control system(LED-200 test)

블루투스 통신을 이용한 제어 시스템의 수신된 상태 정보 데이터는 데이터 손실 및 정상수신 여부를 확인하기 위하여 Checksum 검증코드를 적용하여 확인하였다.

4.4. 시스템 특징 및 개선효과

제안된 프로토콜은 이중 LED 등명기의 원활한 작동을 가능하게 하며 기존 LED 등명기와 호환성이 높은 특징을 갖는다. 또한 표 8과 같이 기존 프로토콜 적용으로 발생할 수 있는 문제점을 개선하는 효과가 있다.

표 8. 제안된 프로토콜의 개선효과
Table. 8 Improved effect of the proposed protocol

구분	기존 프로토콜 적용	제안된 프로토콜 적용
프로토콜 정의	이중 LED 등명기의 프로토콜 정의 없음	이중 LED 등명기의 프로토콜 정의
주 광원 기능	작동가능	작동가능
예비광원 기능	작동불가	작동가능
고장 시	즉시조치 불가 안전사고발생 우려	예비기능 작동 항시 작동가능
유지보수	수시정비로 유지보수 비용 발생	계획정비로 유지보수 비용 감소
표준화	국내표준 없음	향후 국내표준 채택 가능

V. 결론

본 논문에서는 등명기의 프로토콜을 재 정의하여 이중 LED 등명기의 프로토콜을 정의하였으며 이를 응용하여 상태점검 요청 및 점검 가능한 제어 시스템을 제안하였다. 제안하는 제어 시스템은 기존 LED 등명기의 동작상태 및 제어를 할 수 있어 높은 호환성을 갖는다.

이중 LED 등명기의 주 광원이 동작시에는 현재 운용 중인 집약관리시스템과 호환된다. 그러나 예비 광원 동작시에는 호환되지 않은 문제점이 있어 향후 국내 해상 등명기 프로토콜 정의서 및 집약관리 시스템에 이를 반영해야 한다.

본 논문에서 제안하는 제어 시스템은 LED 등명기의 작동상태를 장비를 분해하지 않고도 근거리에서 확인하고 제어할 수 있다. 따라서 등명기의 점검을 위하여 설치지역에 접근할 때 발생할 수 있는 안전사고를 예방할 수 있다. 또한 완제품 테스트 및 설치전후 등명기의 상태점검을 원격으로 할 수 있는 장점이 있어 유지보수 비용과 시간을 절감할 수 있다. 더불어 현재 운용중인 LED 등명기의 시스템에도 적용이 가능하여 효과적인 항로표지 운용이 가능할 것으로 기대된다.

향후에는 본 논문에서 제안하는 프로토콜 및 제어 시스템을 활용하여 스마트폰과 같은 보급률이 높은 장비를 활용하여 LED 등명기를 점검하고 제어할 수 있는 휴대용모니터링 시스템을 개발하고자 한다.

REFERENCES

[1] AtoN International Trend Analysis Report No 3. Korea Association of Aids to Navigation, Available: http://www.kaan.or.kr/upload/Board/11/893_121229165056_0.pdf.

[2] Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport. IT marine transportation system(September 2012). AtoN intensive management system [Internet]. Available: http://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?id=207.

[3] Y. S. Back, S. H. Ye and S. H. Han, "Integrated dual LED marine lantern with auxiliary and main functions," *The Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 17, no. 9, pp. 2160-2166, Sep. 2013.

- [4] Wikipedia NMEA 0183 [Internet]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183.
- [5] Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport. "integral-LED, LED-200, LED-200HI, 250m, extinction-300m Standard specifications(Bulletin No. 2012-495~9)," April 16, 2012.
- [6] S. H. Ye and S. H. Han, "Indoor environment monitoring system using short-range wireless communication in mobile devices," *The Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 17, no. 9, pp. 2167-2173, Sep. 2013.
- [7] G. Y. Lee and S. B. Lee, "A Study on the Development of Integration Communication System," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, vol. 10, no. 12, pp. 67-75, Dec. 2012.
- [8] W. G. Lee, J. H. Back, J. Ahn and J. K. Choi, "Design and Implementation of Vehicle Real-Time Tracking / Management System," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, vol. 9, no. 8, pp. 41-51, Aug. 2011.
- [9] Ltd. Senna. Bluetooth-Serial adapter Parani-SD1000 data sheet. [Internet]. Available: http://www.sena.co.kr/download/datasheet/ds_parani_sd1000_kr.pdf



예성현(Seong-hyeon Ye)

1996 순천대학교 화학과 이학사
 2013 전남대학교 일반대학원 디지털컨버전스 석사
 2013 전남대학교 일반대학원 디지털컨버전스 박사과정
 ※관심분야 : 임베디드 시스템, 데이터통신, 모니터링



김범곤(Bum-Khon Kim)

2000 여수대학교 산업정보학과 학사
 2003 여수대학교 산업대학원 산업공학과 석사
 2013 전남대학교 일반대학원 디지털컨버전스 박사과정
 ※관심분야 : 계측제어, 데이터통신, 모니터링



박정선(Jeong-Seon Park)

1992 충북대학교 컴퓨터과학과 학사
 1994 충북대학교 전산학과 석사
 2005 고려대학교 컴퓨터학 박사
 1994~1999 현대정보기술 선임연구원
 현 전남대학교 문화콘텐츠학부 부교수
 ※관심분야 : 컴퓨터비전, 멀티미디어, IT 융합



한순희(Soonhee Han)

1983 경북대학교 전자공학과 공학사
 1985 광운대학교 전자계산학과 석사
 1993 광운대학교 전자계산학과 박사
 현 전남대학교 문화콘텐츠학부 교수
 ※관심분야 : 이동통신, 임베디드 시스템