
ZigBee 통신을 이용한 버스 정보 체계의 실험적 연구

고윤석*

An Experimental Study about the BIS(Bus Information System) using ZigBee Communication

Yun-Seok Ko *

요 약

최근, 버스 수송 분담률을 개선하기 위한 일환으로 승객에게 실시간으로 버스 운행정보를 제공할 수 있는 버스 정보 시스템(BIS : Bus Information System)에 관심이 집중됨으로서 버스 정보 체계에 대한 연구 필요성이 크게 제기되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 추세에 대응하여 기존의 버스 정보 체계를 분석하고, 그 결과를 바탕으로 보다 실제적인 버스정보체계에 근접하도록 확장된 지그비 통신을 기반으로 하는 실험적 버스정보체계와 데이터 처리절차를 설계한다.

ABSTRACT

Recently, by focusing on the BIS (Bus Information System) which can provide passengers with real-time bus operation information as a method to improve bus transport allotment ratio, the bus information system has been studied for a decade years. Based on such a trend, this paper analyzes the existing bus information system, as the basis of the results obtained, designs an experimental bus information system which is based on a computer, a zigbee communication, several line tracers.

키워드

BIS (Bus Information System), ZigBee communication, GPS
버스 운행 시스템, 지그비 통신, 위성 항법 장치

I. 서 론

산업혁명 이후, 산업 활동 증가로 인구 집중과 도시화가 급속도로 진행되었으며, 면적으로 폭 넓게 분포된 장소들에서 대량 인원을 목적으로 이동할 필요성이 제기됨으로서 대중교통 수단이 출현하게 되었다.

대표적인 대중교통중의 하나인 버스의 경우, 서울 시내 버스 수송 분담률이 1980년대 중반까지 50% 이상을 담당하였지만, 1985년 지하철 개통과 함께 그 운행 노선을 확대함으로써 점차 감소하였으며, 승용차의

대중화와 그로인한 교통 혼잡성으로 정시성이 확보되지 못함으로써 그 분담률은 더욱 감소하여왔다. 반면에 승용차의 경우, 수송 분담률이 26.3%까지 증가하였지만 유류 소비량은 53.2%를 차지함으로써 고유가 시대에 유류비 절감을 위해 승용차 이용을 억제하고 대중교통을 적극적으로 이용할 필요성이 제기되어 왔다[1-4]. 따라서 대중교통 수단인 버스 이용률을 제고하기 위해 급속히 발전하고 있는 센서, 컴퓨터 및 정보통신기술을 기반으로 최대 취약점인 운행속도 개선, 정시성 확보, 그리고 버스 이용의 편리성을 제공하기

* 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과(yoko@nsu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 12. 20

심사(수정)일자 : 2012. 01. 05

게재확정일자 : 2012. 01. 25

위한 방법론들이 연구되었으며 그 결과로서 버스 전용 차로제와 사용자에게 다양한 방법으로 실시간 버스 운행정보를 제공할 수 있는 버스 정보 시스템(BIS : Bus Information System)이 도입되어 운영되고 있다. 특히 BIS는 openAPI를 채택함으로써 승객의 편의성을 제고할 수 있는 다양한 어플리케이션을 유도하고 있다[5-8,11]. 이러한 추세에 대응하여 참고문헌 [9]에서는 버스정보 시스템에 대한 실험적 연구결과를 보이지만 버스정보시스템 서버와 GPS를 고려한 종합적인 버스정보체계를 제시하지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 openAPI를 개발하기 위한 기반기술 확립을 목적으로 기존 버스 정보 체계 및 실험적 모델을 분석하고 그 결과를 바탕으로 보다 실제적인 버스정보체계에 근접하도록 확장된 지그비 통신을 기반으로 하는 실험적 버스정보체계와 데이터 처리절차를 설계하고자 한다.

II. 버스 정보 체계 분석[5-8]

버스 정보 시스템의 기본 구성은 그림 1에 보인다. 버스 정보 시스템은 기본적으로 광역 버스정보 시스템과 지역 버스정보 시스템으로 구분된다.

지역 버스 정보 시스템은 기본적으로 해당 지역 내의 버스정보만을 취급한다. 버스 차량 단말기는 위성항법장치(GPS)로부터 수신되는 위치정보를 기반으로 버스 운행 정보 즉, 버스위치, 속도 그리고 도착 정류장을 확인한다. 그리고 이 정보는 국가 기간 무선 통신망(CDMA 통신망)을 통하여 지역 버스 정보 시스템으로 전송되며, 지역 버스 정보 시스템은 이정보를 기반으로 유무선 통신망으로 모바일, 인터넷 그리고 정류장의 버스정보 안내 단말기에 실시간 버스위치와 노선 정보를 제공한다. 또한 버스에 유선 통신망으로 실시간 버스 운행정보와 운행 이력 DB를 제공하여 운행이력 및 배차간격을 관리토록 하며, 무선 통신망을 이용하여 버스에 차량 단말기를 통해 앞뒤차량 간격정보와, 공지사항 및 메시지를 전송한다. 반면에 광역 버스정보 시스템은 지역 간 경계를 넘나들기 때문에 단일 지역 버스정보 시스템만으로는 버스정보 및 노선을 모두 표시할 수 없다.

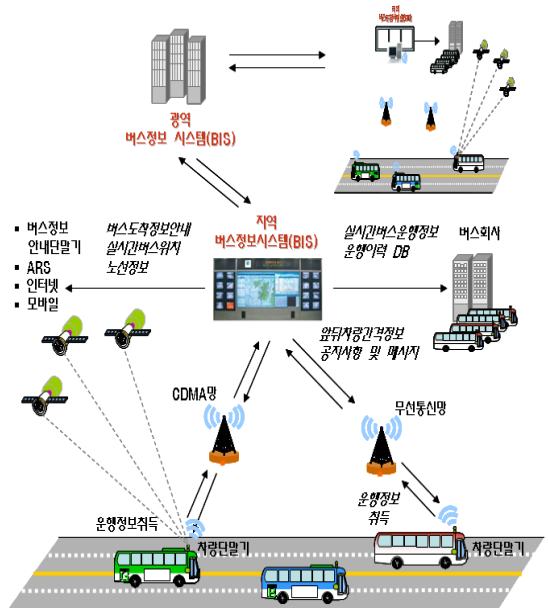


그림 1. 버스 정보 시스템
Fig. 1 Bus information system

이때 광역 버스정보 시스템은 광역버스가 지역 경계를 넘[는 경우 그 지역에 해당하는 버스 정보 시스템에 버스 정보를 가공하여 전송한다

IV. 실험적 모델 분석[9]

그림 2는 참고문헌 [9]에서 보인 실험적 모델을 보인다. 먼저 도로는 라인트레이서 라인으로 그리고 차량은 라인 트레이서로 대체, 구현되고 차량의 차량 단말기나 및 버스 정류장의 버스 정보 안내 단말기는 마이크로 컨트롤러로 ATmega 128을 이용하여 구현된다. 그리고 무선 통신 모듈로서는 지그비 통신모듈이 사용된다.

그러나 제작된 실험 모델에서 차량 단말기는 실험 시스템의 규모가 작아 위치추적의 유효성 문제 때문에 위성 항법 장치(GPS)를 고려하지 않는다. 그리고 그 결과로서 차량 단말기로부터 위치 정보를 수신, 정류장 버스 안내 단말기에 전송하는 버스 정보 시스템 서버 컴퓨터도 생략된다. 따라서 차량 단말기(Master)를 Slave가 가진 마스터로 구성하였으며 위성 항법 장치가 아닌 전체구간시간에 대한 구간주행시간 산출

방법으로 도착예정시간을 계산한 후, 직접 지그비 통신을 이용하여 정류장 버스정보 안내 단말기 1(Slave 1)과 버스정보 안내 단말기 2(Slave 2)에 전송할 수 있도록 하였다.

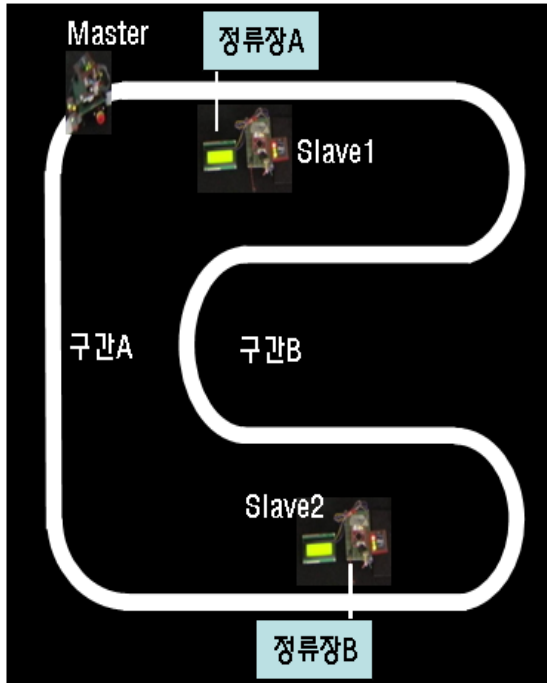


그림 2. 기존 실험 모델
Fig. 2. The existing experimental model

그림 3은 차량 단말기들에 탑재되는 수정된 데이터 처리 절차들을 보인다. 그림 3에서 보인 경과시간은 타이머 0의 인터럽트 설정시간(10ms)을 기반으로 그 반복횟수를 누적하여 계산되도록 하였으며, 폴링시간은 300ms로 설정하였다. 또한 최대 Slave 수는 그림 2에 보인바와 같이 2로 설정된다.

다음 버스 정보 안내 단말기들은 전송된 데이터를 LCD에 디스플레이 할 수 있도록 하였다. 제작된 모델에서 구간A의 소요시간과 구간B의 소요시간은 제작된 차량으로 운행하면서 측정된 값으로서 결정하였다. 이 값들을 기준으로 차량 단말기들은 각 정류장에서 출발한 후 구간 소요시간에서 운행시간을 빼서 남은 시간을 계산 한 후, 그 데이터를 정류장 버스정보 안내 정보 단말기에 지그비 통신으로 전송하였다. 이

때 정류장의 버스정보 안내 단말기들이 전송된 정보를 바탕으로 버스 도착 예정시간을 분석함으로써 차량단말기와 정류장 버스정보 안내 단말기간의 지그비 무선통신에 의한 데이터 전송이 효과적으로 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다.

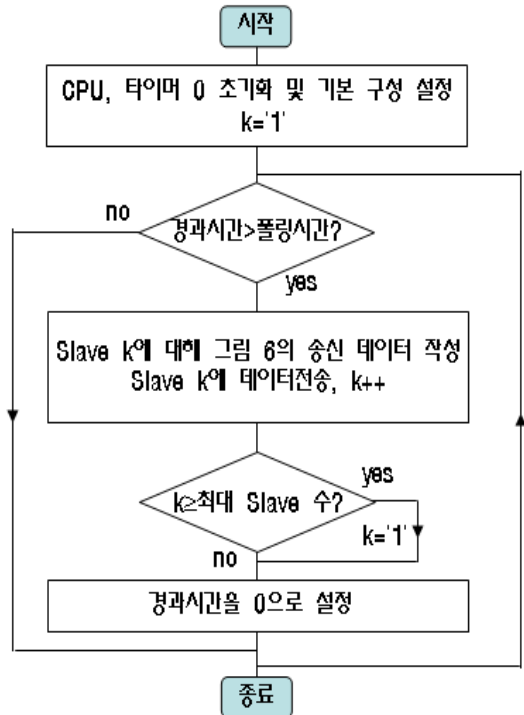


그림 3. 수정된 차량 단말기 데이터 처리 절차
Fig. 3 The modified data processing procedure of vehicle slaves

그렇지만 위 방법론은 버스정보시스템 서버와 GPS 기반의 차량 위치 추적 기능을 고려하지 않음으로서 버스정보체계의 효율적이고 체계적인 연구를 어렵게 한다. 따라서 실제 버스정보체계에 보다 가까운 실험적 모델과 각 단말기들에 대한 스케줄러가 설계되고 그를 기반으로 관련 연구가 추진되어야 할 필요가 있다.

III. 확장된 버스정보체계 설계

본 연구에서는 기본 버스정보체계, 실험적 모델 그

리고 지그비 통신절차[10]를 분석하여 실제의 버스정보 체계를 모의할 수 있는 확장된 버스 정보 체계의 모델을 그림 4와 같이 설계한다. 버스 정보 시스템 서버 역할을 하는 개인용 컴퓨터 한 대와 2개소의 버스 정류장 그리고 2대의 차량으로 구성된다. 서버에는 버스 운행 정보를 무선 통신망으로 송수신하기 위한 1대의 마스터 무선 모듈이 연결된다.

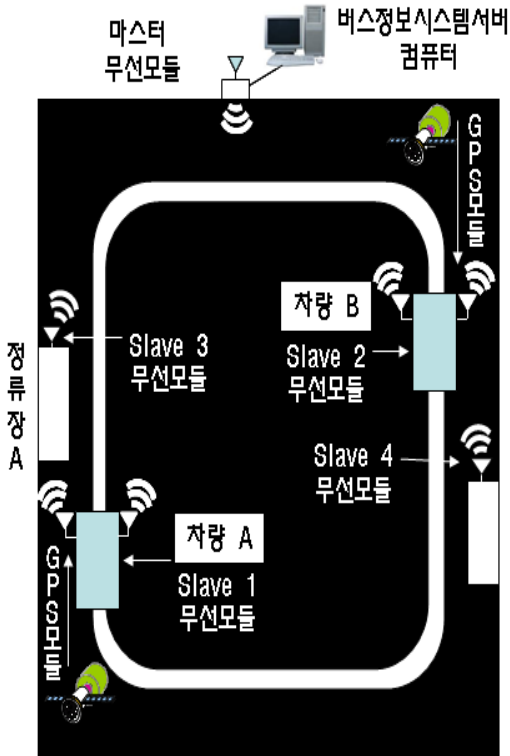


그림 4. 실험적 모델 설계
Fig. 4 The experimental model design

그리고 각 정류장에는 마이크로 컨트롤러 기반의 버스정보 안내 단말기와 버스 도착 정보 표시를 위한 LCD가 설치되며, 각 차량들에는 마이크로 컨트롤러 기반의 차량 단말기와 슬레이브 무선 모듈이 장착된다. 제안되는 모델에서 차량 단말기들은 버스 정보 시스템 서버의 요청에 따라 위성 항법 장치(GPS)로부터의 정보로부터 산출된 버스 위치, 속도, 도착 정류장 등 운행정보를 무선 통신망을 통해 서버에 전송하고 서버는 다시 정류장 버스 정보 안내 단말기에 정

류장을 경유하는 모든 버스들의 도착예정시간을 전송할 수 있도록 한다. 또한 버스 정보 안내단말기들은 버스 정보 시스템 서버로부터 정보를 수신하여 버스 도착예정시간을 LCD에 표시한다.

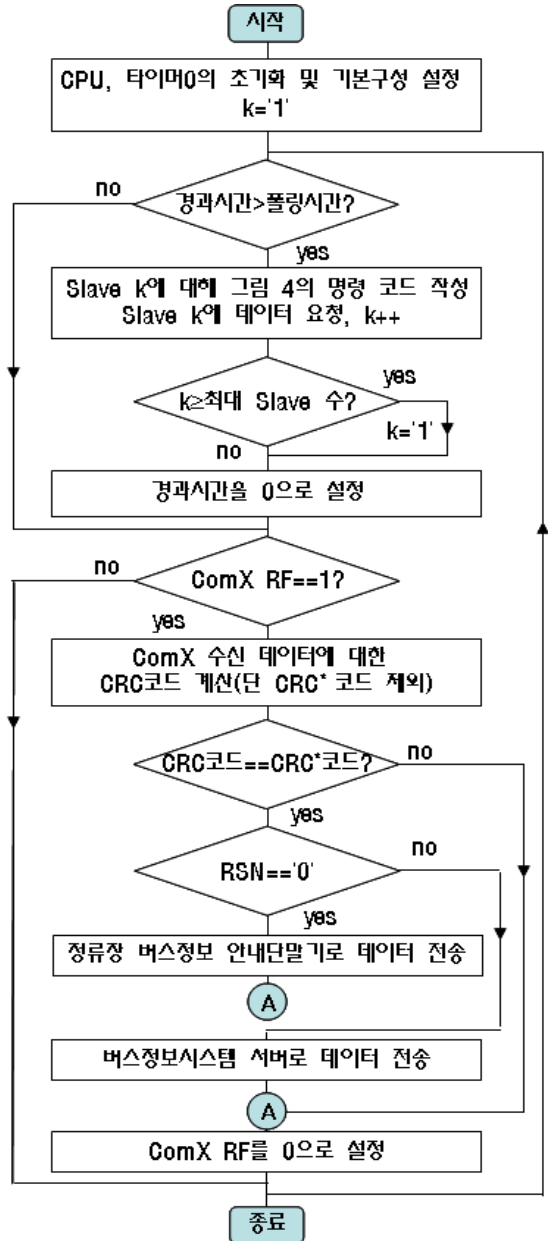


그림 5. 마스터 모듈의 데이터 처리 절차
Fig. 5 Data processing procedure of master module

그림 5는 제안되는 실험적 모델에서 마스터 무선모듈과 컴퓨터 서버와의 데이터 수집 명령 절차를 보인다. 마스터 무선 모듈은 정해진 폴링 주기로 차량 단말기1(Slave 1)과 차량 단말기2(Slave 2)에 그림 6에 보인 프로토콜로 데이터를 요청한 후, 차량 단말기들로부터 Com X 포트를 통해 수신된 데이터를 버스 운행 정보 서버 컴퓨터에 전송한다. 이때 버스정보시스템 서버는 마스터 무선 모듈로부터 전송되는 버스 정보들을 종합한 후, 각각의 정류장 버스정보 안내단말기에 버스 도착정보를 전송한다. 그림 5에서, RSN은 수신된 데이터의 Slave의 번호를 표시하는데, RSN=0에서 0는 마스터 번호를 표시한다. 그림 5의 프로그램은 마스터 무선 모듈에 내장된다. 마스터 무선 모듈의 데이터 요청 프로토콜은 그림 6에 보인다.

ST	Num	Command	CRC코드	ET
(1)	(1)	(1)	(2)	(1)

그림 6. 데이터 요청 프로토콜
Fig. 6 Data request protocol

그림 6에서 ST는 데이터 시작, Num은 Slave 번호, Command는 읽기(R) 또는 쓰기(W) 명령, CRC 코드는 통신에러 체크용 코드 그리고 ET는 데이터 종료를 표시한다. 또한 괄호안의 숫자는 바이트 수를 나타낸다.

반면에 실험적 모델에서 차량 단말기1(Slave 1)과 차량 단말기2(Slave 2)의 데이터 처리 절차는 그림 7에 보인다. 그림 7에서 Com X RF는 컴포트 X의 수신 플래그를 표시한다. 각 Slave들은 먼저 주기적으로 GPS 수신 단말기들로부터 제공되는 좌표정보를 읽어 들여 도착 예정 정류장과 도착예정시간을 계산, 저장한다. 그리고 Com X의 데이터 수신 플래그를 감시하다가 1로 세팅되면, 데이터를 읽어 들여 그림 6의 Num 데이터를 확인, 수신된 메시지가 자기한테 전송된 것인지를 확인한다. 만약 자기한테 전송된 메시지로 확인되면 마스터에 그림 8과 같은 데이터 프로토콜로 데이터 정보를 작성하여 전송한다.

그림 8은 Slave로부터 전송되는 데이터 프로토콜을 보인다. 그림 8에서 Data는 버스 운행정보 데이터, 괄호안의 숫자는 바이트 수를 나타낸다.

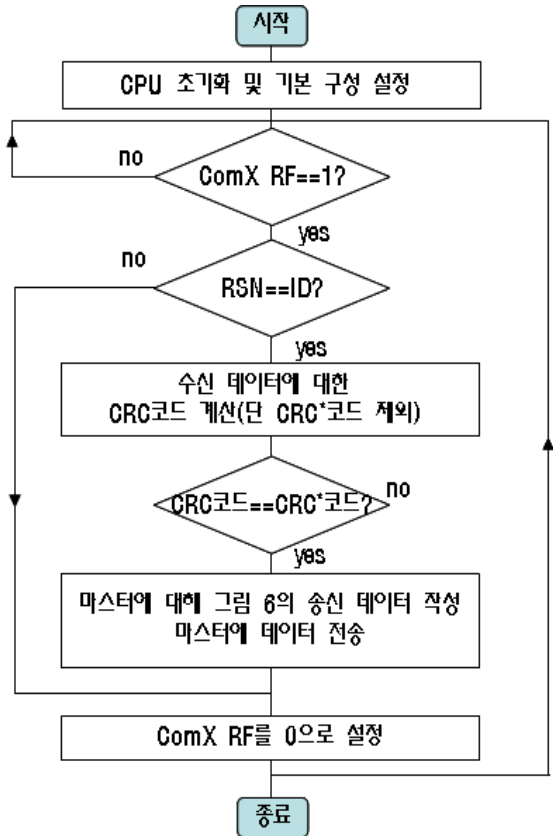


그림 7. 차량 단말기의 데이터 처리 절차
Fig. 7 Data processing procedure of vehicle slaves

ST	Num	Command	Data	CRC코드	ET
(1)	(1)	(1)	(8)	(2)	(1)

그림 8. Slave의 데이터 프로토콜
Fig. 8 Data protocol of slave

또한 실험적 모델에서 정류장 버스정보 안내 단말기들의 데이터 처리 절차는 그림 9에 보인다. 그림 5-9는 설계된 버스 정보 시스템의 기본적인 데이터 처리절차를 보인다. 이들 절차들은 기본적으로 기존 버스정보체계의 실험적 연구가 가능하도록 실제 버스정보시스템의 구성과 정보처리절차에 근거하여 설계되었다.

참고 문헌

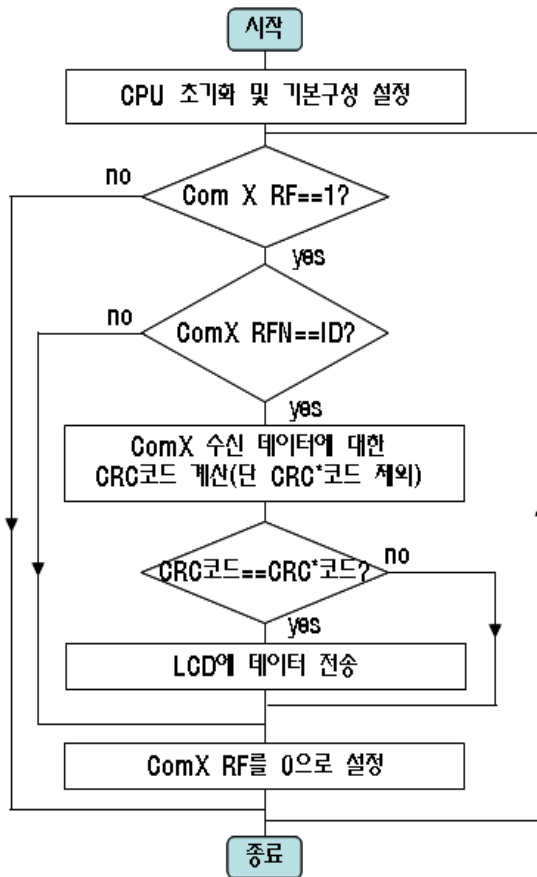


그림 9. 정류장 단말기의 데이터 처리 절차
Fig. 9 Data processing procedure of station slaves

V. 결론

본 연구에서는 버스 정보 시스템의 openAPI를 개발하기 위한 기반기술을 확립하기 위해, 먼저 기존의 버스 정보 체계 및 실험적 모델을 분석하고 그 결과를 바탕으로 보다 실제적인 버스정보체계에 근접하도록 확장된 지그비 통신을 기반으로 하는 실험적 버스 정보체계를 설계하였다. 그러나 실험적 버스정보체계 모델에 대한 제작 및 평가연구는 진행되지 못한 상태로서, 차후, 본 연구결과에 근거하여 실험 시스템 규모를 확대, 버스정보시스템 컴퓨터 서버와 위성항법장치 모듈이 도입된 버스정보 체계를 제작하고 그것과 관련된 응용 연구를 체계적으로 추진할 예정이다.

[1] <http://www.munhwa.com/news/view.html?no=2008070101031143044002>
 [2] 교통개발연구원, 시내버스 운영 개선 연구, 1988
 [3] 교통개발연구원, 서울특별시 시내버스 제도개선에 관한 연구, 1990
 [4] 서울특별시, 시내버스 개혁 종합대책, 1997
 [5] <http://210.96.13.82/bms/web/main.jsp>
 [6] <http://www.gbis.go.kr/>
 [7] <http://www.oki.com/jp/SSC/ITS/eng/image/businfo.gif>
 [8] http://bus.yangsan.go.kr/yangsan_new/bis_info/bis_system.php
 [9] 김요셉, 신재현, 장영준, "Zigbee 통신 기반의 버스 안내 시스템 기반기술 개발", 2009년 한국전자통신학회 추계종합학술대회 논문집, 3권, 2호, pp.287-290, 2009.
 [10] <http://www.tessol.com>
 [11] 전동근, "Ad hoc 무선 센서네트워크에서의 효율적 전력 매니지먼트에 관한 연구", 한국전자통신학회논문지, 6권, 6호, pp. 809-814, 2011.
 [12] 김광현, "Zigbee 모듈을 이용한 실시간 센서 모니터링 시스템 구현", 한국전자통신학회논문지, 6권, 2호, 312-318, 2011.

저자 소개



고윤석(Yun-Seok Ko)

1984년 2월 광운대 공대 전기공학과 졸업(공학사)
 1986년 2월 광운대 대학원 전기공학과 졸업(석사)
 1996년 2월 광운대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)
 1986년~1996년 한국전기연구소 선임연구원
 1996년~1997년 포스코 경영연구소 연구위원
 1997년~현재, 남서울대학교 전자공학과 교수
 ※ 관심분야 : 전력시스템 제어, 배전자동화, 로봇제어