블루투스 센서노드를 이용한 온실가스 배출 저감 측정 및 관리시스템

이승진* · 진교홍**

Measuring the Greenhouse Gas Emission Reduction and Management System Using Bluetooth Sensor Node

Seung-jin Lee* · Kyo-hong Jin**

요 약

이산화탄소는 지구 온난화를 가속화시키는 주요 원인이며 몇몇 국가에서는 이산화탄소의 배출량을 줄이기 위한 노력으로 가까운 목적지로 이동할 때 자동차 대신에 자전거를 이용할 것을 권장하는 정책들을 내놓고 있다. 본 논문에서는 자전거 운행 거리를 측정하여 이산화탄소 배출량이 얼마나 감소하였는지 확인할 수 있는 장치를 개발하고 데이터베이스 서버에서 관리할 수 있는 시스템을 개발하였다. 개발된 어플리케이션은 스마트 디바이스에서 수신한 데이터를 가공하여 이용자별 자전거 주행거리, 탄소 배출 저감량, GPS를 이용한 자전거 운행경로, 일일 은행나무 심은 수를 자전거 이용자들이 확인할 수 있도록 제공하고 있다. 제안한 시스템을 적용한 자전거를 이용하는 사람에게 운행거리에 따라 소액지급이나 세금 감면과 같은 방법으로 보상하는 방안을 마련한다면 자전거의 이용률을 높여 이산화탄소 배출 저감에 도움이 될 것으로 기대된다.

ABSTRACT

Carbon dioxide is a major cause for which accelerates Global Warming. Therefore several countries are working on the project recommended to use a bicycle instead of the car when you move to the nearby destination in an effort to reduce the emissions of carbon dioxide. In this paper, It was developed to measure the greenhouse gas reduction using Bluetooth Sensor Node by riding a bicycle instead of a car and management system in order to authenticate the riding record. The developed application provides various information such as individual bicycle mileage, greenhouse gas reductions, bicycle riding path, the number of planted ginkgo trees. This proposed system is expected to be helpful to green house gas emission reduction because the usage rate of bicycle will increase if government combine ways to offer people rewards such as pin money or tax breaks for people who take advantage of the bicycle with the project.

키워드

센서 노드, 온실가스, 블루투스, 자전거, 앱

Key word

Sensor Node, Greenhouse Gas, Bluetooth, Bicycle, App

* 준회원: 창원대학교 전자공학과
** 정회원: 창원대학교 전자공학과(교신저자, khjin@changwon.ac.kr)

접수일자 : 2013. 01. 30
심사완료일자 : 2013. 02. 27

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.5.1095

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/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

현재 대부분의 교통수단들은 화석 연료를 연소시켜 얻은 에너지를 동력원으로 하기 때문에 많은 양의 이산화탄소(CO2)를 배출한다. 이산화탄소는 지구 온난화를 가속화시키는 주요 원인이며 몇몇 국가에서는 이산화탄소의 배출량을 줄이기 위한 노력으로 가까운 목적지로 이동할 때 자동차 대신에 자전거를 이용할 것을 권장하는 프로젝트들을 진행하고 있다. 한편, 시민들로 하여금 자발적인 자전거 이용을 유도하기 위한 방안 역시 필요하다. 예를 들어, 개인별 자전거 운행 기록을 데이터베이스화하여 자전거를 활용하는 사람에게 세금 감면 등의 보상을 제공하는 방안을 위의 프로젝트들과 결합한다면 자전거의 이용률을 높이는데 도움이 될 것으로 보인다.

따라서 본 논문에서는 자전거 운행 거리를 측정하여 이산화탄소 배출량이 얼마나 저감하였는지 확인할 수 있는 장치를 개발하고 데이터베이스 서버에서 관리할 수 있는 시스템을 개발하였다. 자전거 운행거리 측정을 위해서 자전거에 장착되는 센서노드를 개발하고 센싱된 정보는 블루투스 통신을 통해 스마트 디바이스로 전달된다. 스마트 디바이스에서는 수신한 데이터를 가공하여 이용자별 자전거 주행거리, 탄소 배출 저감량을 자전거 이용자들이 확인할 수 있도록 안드로이드 어플리케이션을 개발하였다. 그 외 자전거 이용자들을 위한 서비스로써 GPS를 이용한 자전거 운행경로 확인, 일일 은행나무 심은 수 또한 제공하고 있다. 이러한 서비스들은 자전거 이용자들에게 시각적으로 자전거 이용 동기를 부여할 뿐만 아니라 서비스를 이용한 후 기록된 데이터들은 자전거 운행 여부를 인증하기 위한 정보로써 활용될 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 온실가스 배출 저감을 위한 국내외 동향에 대해 설명하고, 3장에서는 제안된 시스템에 대해 기술하였다. 그리고 4장에서는 구현된 시스템을 시험한 결과를 설명하였으며 마지막으로 5장에서는 결론을 기술하였다.

Ⅱ. 관련연구

본 장에서는 화석연료를 사용함으로써 발생하는 온실가스 배출을 저감시키기 위해 시행되고 있는 자전거 정책에 관련된 국내외 동향들을 살펴본다.

2.1. 국내 동향

이산화탄소 배출을 저감하도록 시민들을 유도함으로써 지구온난화 방지에 작게나마 기여하고자 국내에서는 국가 자전거 정책과 지역별 자전거 정책들이 시행되고 있다. 국가 자전거 정책 사례 중 “녹색 교통 패러다임 전환을 위한 자전거 데이터 베이스 구축 추진 사업”은 특·광역시 359,789개, 일반시 347,511개, 군 73,887개로 전국 총 세대의 4.1%에 해당하는 총 781,187개의 조사된 샘플을 확보하여 통계 분석 및 선진 자전거 정책을 모색하였으며 그 외 전국 자전거도로를 연결하기 위한 도로망 구축 10개년 사업, 자전거 순환망 구축 사업, 국가자전거도로 네트워크 구축사업 등의 정책이 추진되고 있다[1].

그 중 지역별 자전거 정책의 대표적인 사례로 자전거 도시를 선언한 경남 창원시의 누비자 프로젝트가 있다. 창원시청을 중심으로 주변 생활시설에서 접근 및 시민들의 이용이 편리한 곳에 자전거 터미널을 설치하여 가까운 곳은 자전거로 이동할 수 있도록 하고 있다. 이 프로젝트는 이산화탄소 배출을 저감하도록 시민들을 유도하고 있다[2].

그리고 대전광역시에서는 에너지 절약, 교통체증 해소, 환경문제개선 및 시민 건강증진을 유도하는 동시에 교통수단분담률 5% 자전거보유율 40%, 자전거이용률 55%를 달성하고자 노력하고 있다. 대전시는 무인 자전거 대여 시스템인 “타슈~”를 운영하고 있으며 2009년 9월에 200대를 시범적인 운영을 시작으로 2011년 하반기부터 5개 권역에 1000대로 확대, 운영되고 있으며 2012년 말 하루 평균 대여건수가 1696건에 이른다. 그 외 사울특별시, 광주광역시, 대구광역시, 부산광역시, 김포시, 청주시, 충주시, 제천시, 고양시, 진주시, 상주시 등에서도 자전거 정책이 진행되고 있다[3].

2.2. 국외 동향

세계 각국에서는 자동차에서 배출되는 온실가스를 줄이기 위한 대안으로 무동력, 무공해, 친환경 대체 교통수단인 자전거를 주목 하고 있다. 세계 자전거 선진국의 공통점은 중장기적인 자전거 정책을 입안하고, 시민사회단체의 자발적인 참여가 있다는 점이다[4].

예를 들어 네덜란드의 자전거 정책인 국가장기교통계획(SSV: Structure Scheme for Traffic and Transportation)은 승객교통중기계획(MPP: Multi-Year Plan for Passenger)의 역점사업으로, 자동차운행을 자전거로 유도하기 위하여 자전거의 안전, 자전거 주차 및 분실 문제 해결, 자전거 혼잡 구간 해소를 목표로 한다. 독일의 자전거 정책 중 대표적인 “Cycle Friendly City”는 독일정부의 이산화탄소 배출 저감 대책의 일환으로, 도시 교통의 우선적 대안으로써 자동차교통에서 자전거교통으로 전환을 유도하고자 자전거 친화형 도시조성 사업을 1979년부터 추진하여 130개 도시가 참여하고 있다. 또한 영국에서는 1996년 영국 교통부가 중심이 되어 국가 자전거 전략(NCS: National Cycle Strategy)을 세우고 추진하고 있으며, 중앙 정부와 지방자치단체 그리고 민간단체의 대표로 구성된 Steering Group이 주요 정책을 추진하는 주체이다. 노르웨이의 City Bike 프로젝트는 500대의 자전거로 시작하였지만 앞으로 외곽순환선으로 확대하여 약 100여개의 자전거 보관소와 City Bike를 1,200대까지 확대할 계획이다. 또한 일본에서는 60여개의 사이클링 터미널을 정부에서 운영하고 있으며 전철, 지하철과 연계하고자 노력하고 있다[3].

Ⅲ. 제안된 시스템

3.1. 시스템 개요

그림 1과 같이 온실가스 배출 저감 측정 및 관리시스템은 블루투스 센서노드와 스마트 디바이스로 나뉜다. 블루투스 센서노드의 위치는 자전거 중앙프레임에 부착된 형태이고 자전거 운행거리 측정을 위한 센서인 홀 센서는 뒷바퀴에 있는 프레임에 부착된다. 스마트 디바이스는 자전거 운전자가 쉽게 볼 수 있도록 핸들 바에 고정시켰다. 자전거 운전자는 스마트 디바이스에 설치된 어플리케이션을 통해 주행거리, 탄소배출 저감량, GPS(Global Positioning System) 이동경로를 확인할 수 있다. 그리고 스마트 디바이스는 이 정보들을 스마트 디바이스의 사양에 따라 3G(3rd Generation), 4G(4th Generation), Wi-fi(Wireless Fidelity), Wibro(Wireless Broadband)와 같은 무선 통신 기술을 통해 자전거 주행 관리시스템 서버로 업로드한다.

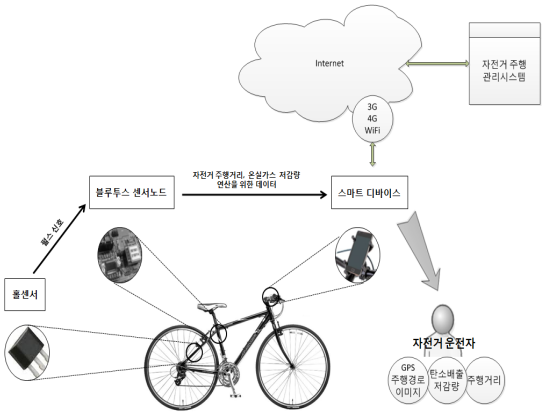

그림 1. 온실가스 배출 저감 측정 및 관리시스템
Fig. 1 Greenhouse Gas emissions reduction measurement and management system

제안된 온실가스 배출 저감 측정 및 관리시스템의 동작 흐름도는 그림 2와 같다. 먼저 블루투스 센서노드에 전원을 켠다. 그 다음 스마트 디바이스에서 개발된 어플리케이션을 실행하면 블루투스 통신을[5] 통해 두 장치 간 페어링 절차가 진행된다. 페어링이 완료되면 블루투스 센서노드에서 자전거 주행거리 연산을 위한 데이터를 송신하고 스마트 디바이스에서 수신하게 되면 연산을 통해 자전거 운전자는 주행거리, 탄소배출 저감량, GPS 이동경로를 확인할 수 있다. 또한 과거 주행기록 역시 확인 가능하다.

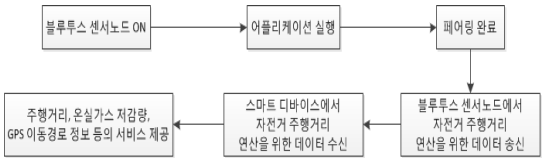

그림 2. 온실가스 배출 저감 측정 및 관리시스템 동작 흐름도
Fig. 2 Greenhouse Gas emissions reduction measurement and management system operation flowchart

3.2. 하드웨어 구성

블루투스 센서노드는 그림 3과 같이 제어부, 무선 통신부, 센서부 및 전원부로 구성된다. 제어부를 구성하기 위해 사용된 마이크로 컨트롤러는 ATmega128a이고[6]

무선 통신부를 구성하는데 사용된 블루투스 모듈은 FB155BC이다[7]. 블루투스 센서노드가 전송하는 데이터는 바퀴 회전수이며 이 데이터는 주행거리, 탄소배출 저감량 계산에 활용된다.

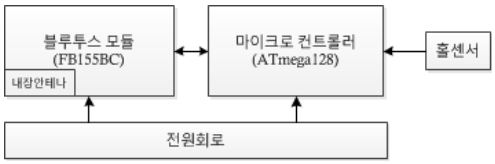

그림 3. 블루투스 센서 노드 구성
Fig. 3 Configuration of Bluetooth Sensor Node

그림 3의 블루투스 센서노드 구성에 맞게 회로도를 OrCAD의 Capture CIS를 통해 설계하였고 그림 4는 구현된 블루투스 센서노드이다.

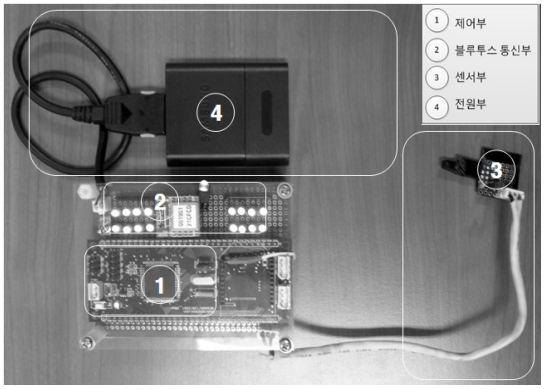

그림 4. 구현된 블루투스 센서노드
Fig. 4 The implemented Bluetooth Sensor Node

3.3. 소프트웨어 구성

이 절에서는 센서노드에 사용된 ATmega128의 동작을 제어하는 시스템 소프트웨어와 개발된 안드로이드 어플리케이션의 기능에 대해 간략히 설명한다.

3.3.1. 시스템 소프트웨어

그림 5는 블루투스 센서노드를 제어하기 위한 전체적인 동작과정을 표현한 흐름도이다. 먼저 사용자가 센서노드의 전원스위치를 켜는 것을 시작으로 뒷바퀴 프레임에 부착된 센서노드는 바퀴 회전을 감지한다. 블루투스 센서노드에 연결된 블루투스 모듈은 검색 대기(Inquiry Scan) 상태에 있게 된다. 홀센서로부터 센싱한 값을 처리하는 것과 블루투스 모듈이 하는 일은 거의 동시에 이루어지고 소프트웨어적으로도 개별적으로 수행되는 형태이기 때문에 양방향으로 나누어 나타내었다.

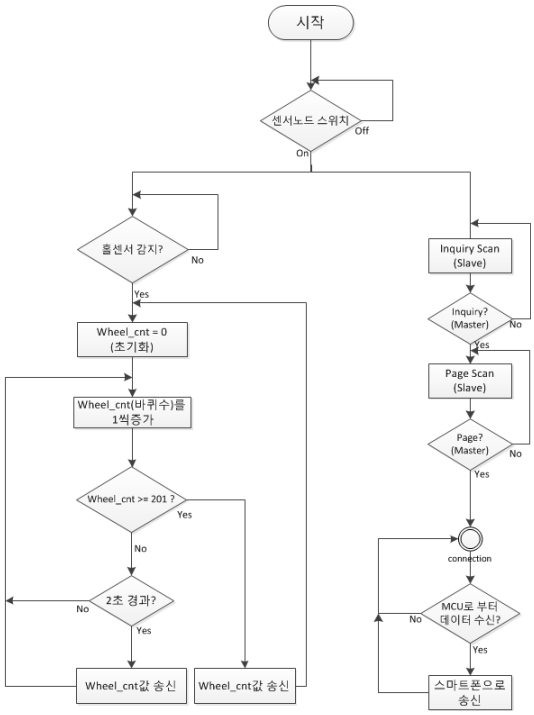

그림 5. 블루투스 센서노드 흐름도
Fig. 5 The flow diagram of Bluetooth Sensor Node

홀센서를 통해 읽어진 신호 값은 라이징 엣지 일 때 외부인터럽트가 동작되어 바퀴 회전수를 카운트하게 되고 이 값은 8bit 데이터로 저장된다. 그리고 2초 마다 블루투스 모듈로 8bit 데이터 값을 넘겨주고 카운트된 바퀴 회전수가 201이 되는 순간 201을 블루투스 모듈로 전송 후 카운트된 바퀴 수는 0으로 초기화되며 같은 동작을 반복한다. 블루투스 모듈은 페어링이 완료되면 마이크로컨트롤러를 통해 받은 데이터를 한번에 1byte씩 연결된 스마트 디바이스로 전송한다. 마이크로컨트롤러(ATmega128)에 사용된 소스코드는 헤더파일 선언, 변수 선언을 시작으로 각 포트별로 입·출력을 설정하고

외부인터럽트를 사용하는데 필요한 관련된 레지스터를 설정하였다. 그리고 UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter)통신을 위해 송·수신 인에이블, 통신포트 초기화, UART0의 보우 레이트(9600bps)를 설정하였다.

3.3.2. 안드로이드 어플리케이션

블루투스 센서 노드로부터 수신한 데이터를 스마트 디바이스에서 연산하여 얻은 운행거리정보와 탄소배출 저감량, 구글 맵(Google Map)을 통한 운전자 운행지역 이미지 정보를 운전자에게 시각적으로 보여주기 위해 그림 6과 같이 GUI (Graphical User Interface) 환경을 제공하는 안드로이드 어플리케이션을 개발하였다.

그림 6. 개발된 안드로이드 어플리케이션
Fig. 6 The developed android application

Ⅳ. 시스템 동작 시험 및 결과

실험구간은 자전거도로를 따라 경남 도청에서 창원시청 사이 1.3km구간을 측정하였다. 측정된 구간의 각 거리는 다음 검색 포털에서 제공하는 다음 맵(Daum Map) 서비스를 이용하여 측정된 거리이며 스마트폰 어플리케이션에서 제공하는 Google Map의 자전거 운행경로 이미지와 다음 맵에서의 경로 이미지를 비교하고, 블루투스 센서노드를 통해 스마트폰에서 수신한 자전거 주행거리와 다음 맵에서 미리 측정된 거리를 또한 비교해 봄으로써 개발된 어플리케이션이 정상적으로 동작하는지를 확인해 보았다.

하지만 다음 맵에서 측정 가능한 최소 단위 거리는 1km미만일 경우에 1m단위로 1km초과 거리일 경우에 100m단위로 제공하므로 실제 측정된 거리는 다음 맵에서 측정된 거리와 비교하여 다소 편차가 있을 것으로 예상된다. 그림 7은 자전거 운전자가 스마트 폰에 탑재된 어플리케이션에서 자전거 운행거리, 이산화탄소 저감량, GPS 이동경로표시, 심은 일일 은행나무의 수를 스마트 디바이스 화면을 통해 확인 가능하다. 각 구간을 6번 반복하여 측정된 평균주행거리는 1356.933m이고 실험구간의 오차율은 4.38%로 나타났다.

그림 7. 개발된 어플리케이션의 동작 시험
Fig. 7 The operation test of developed application

V. 결 론

본 논문에서는 블루투스 센서노드를 제작하여 자전거에 부착하고 이를 스마트 디바이스와 연동하여 온실가스 배출 저감량을 측정하고 관리하는 시스템을 개발하였다. 이 시스템을 통해 자전거 운전자는 자전거 운행거리, 이산화탄소 저감량, GPS 이동경로, 일일 은행나무의 수와 같은 서비스 정보를 확인할 수 있다. 이들 중 일부는 자전거주행관리시스템을 통해 공인인증기관에 제공되어 세금감면과 같은 인센티브를 받을 수 있을 것으로 기대된다.

제안된 온실가스 저감 측정 및 관리 시스템의 동작 시험을 통해 서비스 정보가 정확히 제공되는지 확인하였고 정해진 주행경로에서 거리 측정에 있어 다소 오차가 있다는 것을 알 수 있었다.

향후 연구 계획에서는 웹 관리시스템 보완에 중점을 두어 진행하고 소프트웨어를 수정, 보완하여 신뢰도를 높일 것이다.

참고문헌

[1] 김병성, “자전거 이용의 건강증진 효과 분석”, 한국보건사회연구원, 2009.

[2] 창원시, 누비자, http://nubija.changwon.go.kr/

[3] 변병설, “자전거 이용 우수기관 지정·지원을 위한 세부지침 마련 연구”, (사)한국환경정책학회, 2011.

[4] “자전거 선진국의 비결은 ‘정책’과 ’집행’”, <제주환경일보>, 2011/8/28, http://www.newsje.com/

[5] Michael Miller 저, 송형규, 신동일, 유영환 공역, “Discovering Blutooth, 사이텍미디어, 2002.

[6] http://www.atmel.com/, “8-bit Microcontrolloer with 128KBytes In-System Programmable Flash ATmega 128A, Data Sheet.

[7] http://www.firmtech.co.kr/, FB155BC User Guide v2.1

저자소개

이승진(Seung jin Lee)

2011년 창원대학교 전자공학과 공학사
2013년 창원대학교 전자공학과 공학석사

※관심분야 : 데이터 통신, 무선네트워크

진교홍(Kyo-hong Jin)

1991년 부산대학교 컴퓨터공학과 공학사
1993년 부산대학교 컴퓨터공학과 공학석사
1997년 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1997년~2000년 국방과학연구소 선임연구원
2000년~2004년 동의대학교 멀티미디어공학과 조교수
2004년~현재 창원대학교 전자공학과 교수

※관심분야 : 데이터 통신, 센서네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅, VANET