

무선통신을 이용한 원격제어 기술 구현+

장동원* · 조인귀*

*한국전자통신연구원

A Study on Implementation of Remote Control System using Wireless Technologies

Dong-won Jang* · In-Kwee Cho*

*Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : dwjang@etri.re.kr

요 약

본고에서는 WiFi, ZigBee, 블루투스 등 무선 통신 기술을 이용해서 로봇, 헬스케어, 스마트그리드, 자율자동차 분야 등에서 무선에 의한 센싱 및 전력 전송을 제어하는 시스템에 대해서 기술하였다. 최근에 사물인터넷 (Internet of Things) 및 사물통신(Machine to Machine)을 이용한 다양한 응용이 많은 분야에서 제기되고 있으며 이를 위해서는 제어, 컴퓨팅, 네트워킹 기술이 융합된 기술을 요구한다. 기존의 제어 중심이었던 임베디드 시스템에 유무선 통신망을 이용한 컴퓨팅 기술이 융합된 가상 물리 시스템(Cyber Physical System)이 미국 및 유럽에서 향후 국가 주도 기술로 채택되어 연·산·학이 협력하여 추진 중이다. 본고에서는 이러한 기술 개념에 일치하는 무선을 이용한 센싱에 의해 무선으로 전력을 전송하는 시스템을 제어하는 기술을 구현하고 기술하였다.

ABSTRACT

This paper present about the system for sensing and controlling a wireless power transfer system using bluetooth protocol in robot, healthcare, smart-grid, and autonomous car. Recently a variety of applications using the Internet of Things (Internet of Things) and machine to machine (Machine to Machine) have been raised in many industries. To do this, it requires the fusion technology which is constituted with control, computing and networking. Embedded system is centered existing control system and Cyber Physical System(CPS) is the systems which was converged of a computing technologies using a wired or wireless network. CPS was adopted in the future government-led technology in the United States and Europe and is being pursued in cooperation with institutes, industries, and academia. In this paper, we implement and describe a technique for controlling the system for transmitting power wirelessly by sensing method using the matching of CPS technology concepts.

키워드

무선전력전송, 블루투스, 가상물리시스템, 임베디드시스템, bluetooth, BLE, CPS

1. 서 론

본고에서는 임베디드 시스템의 확장 개념인 가상물리시스템 개념에 일치하는 무선 센서를 이용해서 무선으로 전력을 전송하는 무선전력 전송시스템을 제어하는 기술을 구현하였다. 무선전력전송(WPT) 기술은 현재 휴대폰, 전기자동차, 생체 삽입 의료장비 등 여러 산업분야의 전원 충전에 사용되고 있으며, 효율을 높이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 공간 자유도를 높이기 위한 전원 충전 송수신기 간 거리가 증가되거나 충전 중 수신기의 부하저항 변동에 의해 효율이 감소하므로 안정적으로 효율을 유지시키기 위

한 방법 연구가 진행되고 있다. 기술 및 용도에 따라서 여러 방식의 무선전력전송 시스템을 선택할 수 있으므로 이에 따라 제어 방식도 in-band 방식과 out-of-band 방식으로 분류되며 본고에서는 보다 자유도가 높은 블루투스 무선통신을 이용한 out-of-band 방식의 무선전력전송제어시스템을 구현하였다. 블루투스 기술을 채택한 out-of-band 방식의 응용 표준이 A4WP(Alliance for Wireless Power)에서 제정되었으나 개방 표준이 아니므로 활성화되지 않고 있다. 무선통신을 이용한 원격제어 시스템은 컴퓨팅, 네트워킹 기술이 융합되어 모든 일상생활에서 편리성을 제공한다. 모든 개체들은 센싱 기기를 내장해서 인터넷 망과 결합되고 데이터는 필요에 따라서 수집되고 처리되어 원하는 곳으로 전송된다. 또한 자동차나 항공기와 같이 움직이는 물체는 센서로부터 실시

+ 본 연구는 미래창조과학부와 ETRI가 지원한 2016년 ICT R&D 프로그램으로 수행되었음

간으로 수집된 데이터를 처리해서 안전하게 자동으로 주행할 수 있게 한다. 농촌과 같이 인력을 많이 필요로 하는 곳에서는 통신망과 센서를 활용해서 자동화를 추진할 수 있다. 전력, 석유 등 에너지를 사용하는 기기에 부착해서 효율을 최대화할 수 있다. 이를 구현하기 위해서 이전에는 각 시스템에 임베디드 기술을 활용해서 구현하였으나 현재의 기술은 제어, 컴퓨팅, 네트워크를 융합해서 대규모로 구현하는 것이 가능하다. 미국, 유럽 등에서는 이러한 기술을 사이버물리시스템이라고 정의하고 차세대 핵심기술로 인식해서 관련 기술 개발을 위해 총력을 기울이고 있다. 미국은 이를 기반으로 제조, 운송 등 산업분야 등에서 스마트시스템 구축을 통해 경제 개발 및 일자리 창출 기대하고 있으며 유럽에서는 독일을 선두로 해서 인더스트리 4.0 과제를 통해 제조업과 같은 전통 산업에 IT를 결합한 지능형 스마트 공장 등을 구현해서 생산성을 증가시키고 새로운 부가 가치를 창출할 것으로 기대하고 있다.

II. 본 론

무선전력전송, 로봇, 가전기기 등 원격에 의한 센서로 데이터를 수집하고 전달하기 위해서는 무선통신이 필수적이다. 기존의 무선 데이터 통신 시스템은 기간 통신망을 이용해서 비교적 장거리 통신을 하였으나 비용이나 크기 등 단점이 있었으며 통신사에서 제공하고 관리하였다. 그러나 인터넷이 전화망처럼 확산되어 있으므로 저가의 소형 센서기기를 인터넷망에 접속하면 광대역 통신이 가능하다. 스마트폰은 기간망을 이용해서 발전해 온 대표적인 IoT 응용기기이다. 그러나 스마트폰과 같이 다양한 기능을 필요로 하지 않은 많은 분야에서는 필요한 정보만 센싱해서 전달하는 응용 기기들이 필요하다. 특히 가전 기기, 산업용 기기, 헬스케어, 전력제어 등에서 요구되고 있다.

센서기기의 경우 다양한 기능은 필요 없지만 여러 기기를 관리하기 위해서는 센싱 네트워크 기술이 요구되며 전파를 사용하므로 국제적으로 조화화된 주파수(ISM 대역)를 사용해야 한다. 그러므로 WiFi, ZigBee, Bluetooth 등 국제적으로 인증된 기술을 사용해야 한다. 센서기기에 내장되는 MCU(Micro Controller Unit)는 통신인터페이스, 프로토콜 등이 매우 복잡해지고 있으며 또한 전력소모를 최소화해야 한다. 이러한 요구조건이 만족되어야 IoT를 위한 센서기기로 할 수 있다. 최근에 발표되는 IoT를 위한 SoC(System on Chip)들은 스마트폰과 같이 다양한 기능을 요구하는 경우, 특정 센싱만을 요구하는 경우, 신호 처리를 주로 하는 경우 등으로 분류해서 칩을 생산하고 있다. 본고에서는 특정 시스템을 여러 대 제어할 수 있는 블루투스 통신 기능을 가진 칩을 선택해서 구현하였다.

무선전력전송 제어시스템은 무선전력전송 송신

모듈(WPT-T)에 송신제어모듈이 접속되고 무선전력전송 수신모듈(WPT-R)은 수신제어모듈과 접속된다. 무선전력전송시스템에서 제어의 목적은 과전압으로부터 수신기를 보호하고 접속된 수신기가 적정히 충전되도록 관리하며 최적의 조건에서 충전될 수 있도록 상태를 관리해야 한다. 이러한 제어 목적을 위해서 제어 데이터를 송수신하는 통신 플랫폼에 응용 프로토콜을 구현한다. 송신제어모듈은 수신기가 충전 영역에 있는지 비이콘을 이용해서 탐지하고 전력수신기가 탐지되면 전력수신기가 전력을 송신하도록 제어하고 전력 전송 중에 일정 간격으로 제어수신기로부터 전력수신기의 현재 전압, 전류, 온도 등에 대한 데이터를 수신해서 모니터링하고 과전압, 과전류, 과열 등 인 경우에 송신을 차단한다. 또한 충전이 완료되면 전력 전송을 중지시킨다. 현재 국제적으로 표준화된 시나리오는 A4WP 뿐이다. 일반적으로 블루투스 통신 프로토콜은 칩에 내장되어 있으며 A4WP 표준인 서비스 프로파일은 C 언어 등으로 코딩해서 컴파일 후 칩에 로딩한다. 제어는 데이터가 작고 비동기 통신을 통해서 이루어지기 때문에 고속, 고용량 칩을 요구하지 않고 OS(Operation System)를 사용하지 않는다.

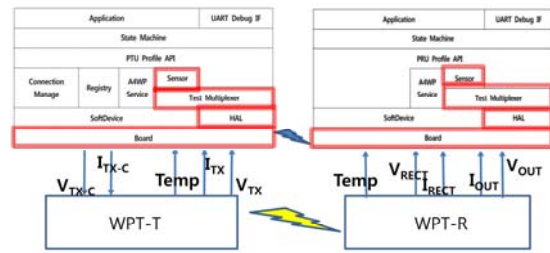


그림 1. 무선전력전송 제어시스템

전력수신기 상태 모니터링을 위한 센싱은 ADC(Analog to Digital Converter)를 통해서 수행한다. 제어수신기의 MCU에 구현된 ADC를 통해서 입력된 데이터는 블루투스 패킷으로 변환되고 2.4GHz 전파로 제어 송신기로 전송된다. 제어송신기는 패킷을 분석하고 구현된 알고리즘에 따라서 전력수신기를 제어하게 된다. 제어송신기는 DAC(Digital to Analog Converter), PWM(Pulse Width Modulation) 등을 통해서 전력수신기의 전압, 전류, 온도 등을 제어한다.

구현된 무선전력전송 제어시스템은 UART를 통해서 연결된 PC를 통해서 올바르게 동작이 되는지 디버깅을 통해서 확인한다. 또한 무선전력전송 모듈은 자기공명을 통해서 전력을 전송하기 때문에 코일을 이용한다. 그러므로 코일 인덕턴스 및 주파수 변동, 결합 상태 등은 시스템의 성능에 영향을 주기 때문에 이 값에 따른 프로토콜의 여러 파라미터 값의 범위 및 타이밍을 조정해야 한다. 본고에서 구현한 시스템은 현재 상용화된 MCU 개발 키트를 활용했으며 무선전력전송 시스템 기능 S/W 및 H/W 구현에는 큰 문제는 없었으나 기능을 추가하기 위해서는 지원하는 인터페이스들

을 고려해야 할 것이다. 또한 IoT 기능을 확장하기 위한 게이트웨이 기능을 포함해야 한다.

III. 결 론

본고에서 구현한 무선통신을 이용한 원격제어 시스템은 임베디드 기술을 이용해서 무선전력전송시스템에 응용할 수 있도록 하였다. 현재 많이 사용되는 자기유도방식 무선전력전송시스템은 패드에 접촉되어야 하므로 지정된 형태대로 하지 않으면 전송 효율이 급속히 저하된다. 이를 보완할 수 있는 기술이 자기공명을 이용하는 것이며 이를 위해서는 자기유도 방식에서 사용하는 in-band 제어 방식은 사용할 수 없기 때문에 무선통신 기술을 활용한 out-of-band 제어 방식을 사용해야 한다. Out-of-band 제어 방식을 사용하기 위해서는 무선통신 프로토콜을 칩에 구현해야 한다. A4WP는 무선전력전송만을 위해 국제적으로 제정된 사실상 표준이다. 본고에서 구현된 제어시스템도 A4WP와 유사한 프로토콜을 코딩해서 제어 기능을 구현하였다. 이러한 특정 응용 서비스 프로토콜을 프로파일이라고 하며 동일한 하드웨어 구조에 새로운 응용 프로토콜을 탑재해서 그에 맞는 제어시스템을 구현할 수 있다. 또한 인터넷망과 연결하기 위한 통신 프로토콜을 구현해서 게이트웨이 기능을 추가하면 IoT시스템으로 확장할 수 있다.

참고문헌

- [1] 장동원 외1인, “무선전력전송시스템 제어 기술 분석”, 한국통신학회 2016년도 하계종합학술발표회, 2016.
- [2] 장동원 외1인, “BLE 통신 프로토콜을 이용한 스마트 시스템 제어 방법”, 한국통신학회 2015년도 추계종합학술발표회, 2015.
- [3] 장동원 외1인, “무선전력전송시스템 제어 기술 비교 연구”, 한국정보통신학회 2015년 추계종합학술대회, 2015.
- [4] Bluetooth Core Specification v4.0 with CSA4, 30 Jun. 2010.
- [5] A4WP, A4WP-S-0001 v1.3, A4WP Wireless Power Transfer System Baseline System Specification (BSS), Nov. 05. 2014.
- [6] Robin Heydon, Bluetooth Low Energy-The Developer's Handbook, 2013.
- [7] NIST, Framework for Cyber-Physical Systems, Release 1.0, May 2016.
- [8] Ved P. Kafle, Yusuke Fukushima, and Hiroaki Harai, “Internet of Things Standardization in ITU and Prospective Networking Technologies”, IEEE Communications Magazine, September 2016.