

# 통합 원격검침 지시장치 개발<sup>†</sup>

## (Development of an Integrated Meter Reading Home Concentrate Device)

박재삼<sup>1)\*</sup>

(Jae-Sam Park)

**요약** 본 논문은 가정의 6종 미터기(수도, 온수, 난방, 냉방, 가스, 전력량)의 계량을 통합하여 검침할 수 있는 통합 검침장치 지시부(HCD)를 개발에 대한 연구이다. 본 개발 장치에서는 각 세대의 6종 계량기의 계량값을 원격으로 검침하여 표시부에 표출하는 한편, 이 검침값들을 통신라인을 통하여 원격검침 서버컴퓨터로 보내질 수 있는 기능을 구현하기 위하여 2개의 MCU로 미터기 검침과 서버응답 기능을 분리하여 수행하는 방법을 제시한다. HCD의 하드웨어 설계, 통신 프로토콜, HCD 용 LCD 설계, 프로그램 구성 등과 함께 완성된 시스템의 테스트 결과를 보여준다. 제안된 방법에 의하여 개발된 시스템을 automatic meter reading(AMR)에 적용할 경우 기존시스템 보다 응답이 빠르며, 가격, 설치비, 유지비 등이 저렴한 장점이 있다.

**핵심주제어** : 미터기, 계량, 통합원격지시부, 원격검침, 원격검침인프라

**Abstract** This paper highlights the home concentrate device(HCD) that integrates the data reading and display of the six types of meters (water, hot water, heating, cooling, gas and electricity) used in Korean residential areas. Unlike the conventional system which utilizes single MCU, the developed system uses two MCUs for one MCU to gather the meter readings and for the other MCU to communicate to the server computer. Hard ware design, communication protocols, LCD design and program structures are discussed and the test results are shown in this paper. With the implementation of integrated meter reading, the developed system can increase the popularity of automatic meter reading(AMR) with its better scalability, pricing, installation fee, maintenance and faster response.

**Key Words** : Meters, Metering, HCD, AMR, AMI

### 1. 서론

아파트, 주택, 오피스텔, 회사 등 주거 및 공동사용 시설의 각 세대에 설치된 수도, 온수, 난방, 냉방, 가

스, 전기 등의 사용량을 계측하여 요금을 부과하기 위하여 검침원이 방문하여 계량기의 눈금을 직접 읽거나 사용자가 계량기의 계량값을 기록하여 확인하여야 한다. 그러나 검침원이 매 가구마다 방문해야 하는 불편함과 검침의 부정확성 및 검침원을 가장한 범죄에 노출되는 위험성이 점차 증가하는 등 사회적 문제가 대두되고 있다.

이러한 문제점들을 해결하기위한 수단으로 원격검침시스템(AMR; Automatic Meter Reading)이 개발

\* Corresponding Author : jaepark@incheon.ac.kr

† 본 논문은 인천대학교 2014년도 자체연구비지원에 의하여 연구되었음.

Manuscript September 04, 2014 / Revised December 23, 2015 / Accepted December 27, 2015

1) 인천대학교 전자공학과

되어 왔다. AMR 은 각 세대를 방문하지 않고 전용선, 무선, 전력선, 초고속 LAN선 등의 통신네트워크를 이용하여 메인 서버에서 원격으로 각 세대 계량기의 계량값을 검침하는 시스템이다 [1-5]. AMR에서는 특정 계량기의 검침값을 읽기 위해서는 검침 프로그램에서 해당 계량기를 호출하여 검침값을 요청하게 되고, 해당 계량기는 검침 프로그램으로 검침값을 전송한다. 일반적으로 각 세대에서 사용하는 계량기는 수도, 온수, 난방, 냉방, 가스, 전력량계 등 6종이다. 이들 계량값을 모두 원격검침 하기위하여 각각의 계량기를 독자적으로 통신 연결하여 서버 컴퓨터로 보내는 것은 비용으로나 시간적으로 많은 경제적 손실을 가져 오게 된다.

이에 따라 본 논문에서는 세대의 6종 계량기의 계량값을 통합하여 검침 할 수 있는 세대집중화장치(HCD; home concentrate device)를 개발한다. 개발된 장치는 하나의 장치로 세대 6종 계량기를 모두 원격 검침 장치로 사용이 가능하며, AMR(automatic meter reading; 원격검침) 장치, AMI(automatic meter infrastructure; 원격검침 인프라) 장치, 스마트 그리드 시스템 및 마이크로 그리드 시스템에 적용이 가능 하도록 개발한다.

기존 [8]에서와 같이 미터기로부터 펄스입력을 받는 방식의 HCD(HCU)의 경우 미터기와의 통신(펄스 입력)이 단락되면 통신(펄스입력)이 재개되더라도 단락되었던 기간만큼의 데이터가 상실되므로 문제점을 가지고 있고, LS산전의 [7]과 같은 시스템의 경우 유니캐스팅방식을 사용하므로 데이터요구 신호와 응답 신호사이의 시간지연이 발생하여 수천개수 이상의 대량 세대 검침에서는 많은 시간이 소요되는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 하나의 HCD로 전기, 가스, 수도, 온수, 난방, 냉방의 6종류의 디지털미터기를 모두 연결하여 검침하는 시스템을 개발한다. 개발 시스템은 다음과 같이 기존의 방법 보다 독창적이며 개선된 점을 가지고 있다.

- 2개의 MCU를 이용하며, 하나는 미터기검침을 담당하고 다른 하나는 서버통신을 담당하도록 하여 기존시스템 보다 서버로부터의 데이터 요구에 반응이 빠르다.
- HCD와 각각의 미터기와는 DC-PLC 방식을 사용하여 2선의 통신선으로 Power 공급과 통신을 동

시에 하므로 설치가 간단하고 디지털미터기의 배터리 소모문제를 해결하여 준다.

- HCD에는 독자적인 ID를 부여할 수 있도록 하여 유니캐스팅 뿐만 아니라 브로드캐스팅 AMR 시스템에서도 사용할 수 있으며, 초기 설치 시 각 세대의 HCD를 자동으로 등록할 수 있다.

본 논문에서는 가정의 6종 계량값 데이터를 통합하여 수신하는 HCD 의 하드웨어 설계, 통신 프로토콜, HCD 용 LCD 설계 제작, 펌웨어 프로그램 구성 및 작성, 서버컴퓨터 GUI 프로그램 및 통신 프로그램 개발 등에 대하여 설명하고 계량기 연결 테스트 및 HCD 와 서버컴퓨터간 통신 연결 테스트 결과를 보여 준다.

## 2. 개발 시스템의 구성

본 논문에서 개발한 통합 원격 검침 지시장치(HCD)는 전기, 가스, 수도, 온수, 난방, 냉방 계량기 등 6종류의 디지털계량기를 원격에서 검침할 수 있는 시스템이다. 아파트를 기준으로, HCD는 개별 세대마다 구비되어 6종류의 계량기로부터 검침값을 읽어 내부 메모리에 저장하고, 저장된 검침값을 LCD 창에 순차적으로 디스플레이 하며, 저장된 미터기의 계량값은 필요시 서버컴퓨터로 전송한다. Fig. 1은 개발된 HCD의 구성도를 보여준다.

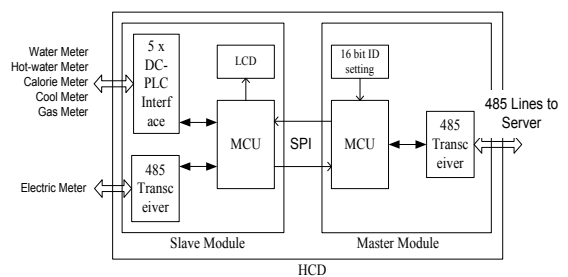


Fig. 1 Block diagram of the developed system

### 2.1 MCUs

HCD의 가장 주된 기능은 두가지로 구분할 수 있는데 하나는 6종류의 미터기로부터 계량 데이터를

읽어 메모리에 저장하고, 이 값들을 LCD에 디스플레이 하는 것과, 다른 하나는 서버컴퓨터로부터 데이터 전송요구에 따라 서버로 데이터를 전송하는 것이다. 이들 두가지 기능을 하나의 MCU로 처리 할 수도 있지만 미터기로부터 데이터를 읽는 시간동안 서버컴퓨터로부터 데이터 요구를 받으면 대응이 늦어지는 문제가 있어 마스터 모듈과 슬레이브 모듈로 분리하여 기능을 담당하도록 설계하였다. MCU는 저전압, 저전력, 고기능이며 충분한 프로그램 메모리와 데이터저장용 플래시메모리 용량을 가지고 있으며 LCD 드라이버와 UART 통신이 내장되어 있는 TI사의 MSP430F4132를 선택하였다. 슬레이브모듈의 MCU는 미터기로부터 데이터를 읽는 기능을 담당하고, 마스터모듈의 MCU는 주기적으로 SPI 통신을 통하여 슬레이브 모듈에 저장된 계량데이터를 전송받아 저장하고 있다가 서버컴퓨터로부터 데이터전송 요구를 받으면 서버로 데이터를 전송하는 기능을 담당한다.

## 2.2 통신모듈(Communication modules)

5개의 DC-PLC 인터페이스는 슬레이브모듈에서 미터기와 연결된다. 전력량계는 외부전압공급이 필요치 않으므로 1개의 RS-485 인터페이스가 슬레이브모듈에서 전력량계와 연결되며 다른 1개의 RS485 모듈은 마스터모듈에서 서버와 통신으로 사용된다. DC-PLC 통신은 2선만 사용하므로 설치가 쉽고 통신과 DC 전압공급을 동시에 할 수 있으므로 미터기의 배터리 소모문제를 해결할 수 있다.

## 2.3 LCD

하나의 LCD로 6종류의 미터기 계량값을 디스플레이 하여야 하므로 하나의 계량값을 5초씩 순차적으로 디스플레이 한다. 이 때 디스플레이 되는 각각의 계량 값에 해당하는 미터기의 종류와 단위를 변화시켜 주도록 한다. 이러한 기능을 만족하도록 LCD는 Fig. 2와 같이 설계하여 제작하였다.



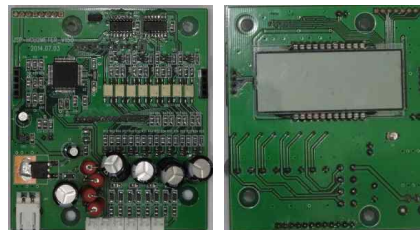
Fig. 2 LCD of the HCD

## 2.4 ID Setting

원격검침시 HCD는 고유의 ID를 가질 필요가 있다. 특히 서버가 브로드캐스팅 방법으로 데이터 요구를 할 시 ID가 더욱 필요한데, 이는 서버가 요구하는 ID를 가진 HCD만 응답하도록 하여야 하기 때문이다. 본 설계에서는 16비트 덤스위치를 사용하여 ID를 설정할 수 있도록 하였다.

## 3. 개발시스템의 하드웨어

개발 시스템은 슬레이브모듈과 마스터모듈로 구성되어 있다. <Fig. 3>에 개발시스템의 완성된 PCB를 보여준다.



(a) Slave module(front and back)



(b) Master module

Fig. 3 Assembled PCB of the HCD

Fig. 4에는 HCD의 데이터 통신 사이클을 보여준다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 HCD의 슬레이브모듈은 각미터기와 5초 간격으로 순차적으로 통신을 하여 데이터를 읽어 메모리에 저장하고 LCD에 표출한다. 이는 6종의 미터기의 데이터 읽기가 30초 사이

클로 반복되게 된다. 슬레이브모드에 저장된 데이터는 60초마다 SPI 통신으로 마스터모듈로 전송된다. 마스터모듈은 전송받은 데이터를 자신의 메모리에 저장한다. 마스터모듈은 서버에서 데이터 전송요구 신호가 들어오면 자신이 가지고 있던 검침데이터를 서버로 전송한다.

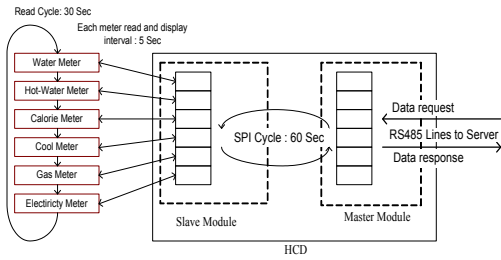


Fig. 4 HCD communication cycle

### 3.1 HCD와 미터기 연결

HCD의 슬레이브모듈은 수도, 온수, 난방, 가스, 냉방 등 5종 미터기와 DC-PLC로 통신하며, 전력량계와는 RS485로 통신한다. Fig. 5에 DC-PLC 통신회로를 <Fig. 6>에 통신 과정을 보여준다. <Fig. 6>에 보는 바와 같이 12V의 전압에 통신과형을 실어서 전송되므로 전압공급과 통신을 같은 라인을 사용한다.

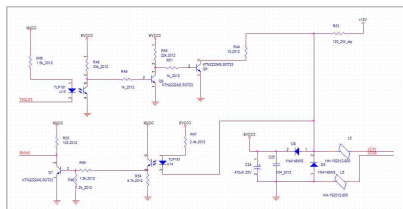


Fig. 5 DC-PLC circuit

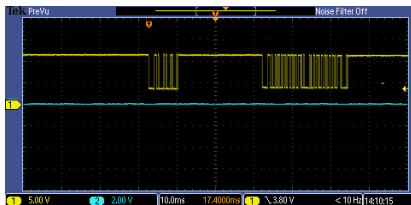


Fig. 6 DC-PLC communication

### 3.2 HCD와 서버컴퓨터 연결

HCD의 마스터모듈은 서버컴퓨터와 통신시 사용된다. 서버컴퓨터와 통신을 할 필요가 없을 시 HCD는 마스터모듈을 장착할 필요 없이 슬레이브모듈만으로 동작한다.

### 3.3 통신 프로토콜

통신프로토콜은 HCD와 미터기, 그리고 HCD와 서버간 설정을 하여야 한다. 전자의 경우 HCD에서 미터기로 데이터요구를 하면(Fig. 7a의 Command) 미터기에서 계량값을 HCD로 보낸다(<Fig. 7a>의 Response). 후자의 경우 서버에서 HCD로 데이터요구를 하면(Fig. 7b의 Command) HCD에서 서버로 6종 미터기의 계량값을 순차적으로 보낸다(Fig. 7b의 Response).

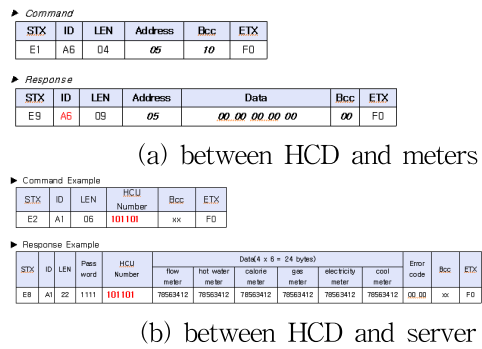


Fig. 7 Communication protocols

### 4. 시스템 연결 테스트

AMR에서는 HCD등으로부터 데이터를 받아 데이터베이스에 저장하고 처리하기 위하여 서버컴퓨터에서 계량데이터관리시스템(Meter Data Management System)을 사용한다[6]. 그러나 여기서는 제안된 HCD의 슬레이브 모듈에 6종의 미터기를 연결하고, 마스터 모듈에 PC를 연결하여 동작을 테스트하기 위하여 비주얼베이직 6로 간단한 테스트 프로그램을 작성하였다. 프로그램은 통신 설정부, 자동읽기 및 수동읽기 선택부, 통신 송수신부, 데이터저장 및 디

스플레이부로 구성되었다. Fig. 8에 테스트 프로그램을 보여 주고, Fig. 9에 완성된 시스템의 테스트 연결을 보여준다.

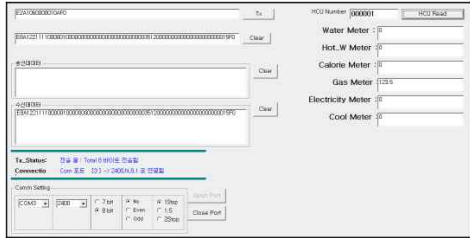


Fig. 8 HCD test program



Fig. 9 System connections for test

PC에서 미터기 계량값을 전송받기 위하여 HCD에 데이터 요청 메시지를 전송한다. 데이터 요청 메시지에는 HCD ID를 포함하므로 해당 HCD 만 응답한다. 해당 HCD의 마스터 모듈은 슬레이브 모듈로부터 받아 저장하고 있던 6종 미터기 계량데이터를 자신의 ID와 함께 PC로 전송한다. 이때의 프로토콜은 Fig. 7에 보여주고, 통신사이클은 Fig. 4에 보여준다. 매 1초 마다 서버에서 데이터를 요구하고 응답을 받는 것으로 하여 3일 동안 테스트하여 데이터실패율을 테스트한 결과 100% 성공률로 데이터 전송의 안정성 및 신뢰성을 테스트 하였다.

제안된 시스템과 기존시스템[7]의 통신응답속도 비교를 Fig. 10에 보여준다. 개발시스템의 측정 결과 파형 Fig. 11를 보면, 약 200mSec의 응답속도를 보이는데 이는 기존의 시스템 보다 약 2배 이상 빠른 속도이다. 여기서 통신속도를 2400bps로 테스트 하였지만 RS485 통신을 사용하므로 통신속도를 증가시킬 수 있어 응답시간을 더욱 줄일 수 있다.

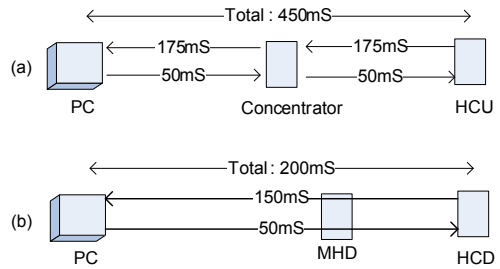


Fig. 10 Comparison of the data read speed between (a) existing method and (b) the developed method

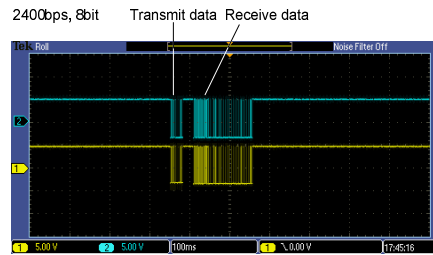


Fig. 11 HCD read time - approx. 200mSec

## 5. 결 론

본 논문에서는 AMR 또는 AMI에 적용이 보다 용이 하도록 기존의 HCD 보다 응답시간이 빠르고, 가정의 6종 미터기(수도, 온수, 난방, 냉방, 가스, 전력량)의 계량을 통합하여 검침할 수 있는 통합 검침장치 지시부(HCD)를 개발하였다. 개발시스템에 대한 하드웨어 설계, 통신 프로토콜, LCD 설계, 프로그램 구성 등에 대하여 연구하고 테스트 결과를 나타내었다. 본 개발 장치는 각 세대의 6종 계량기의 계량값을 원격으로 검침하여 표시부에 표출하는 한편, 이 검침값들은 통신라인을 통하여 원격검침 서버컴퓨터로 보내질 수 있는 기능을 가진다. 개발된 시스템은 미터기 검침과 서버와의 통신에 각각 다른 MCU를 사용하여 기능을 전달하도록하고 두 MCU간의 데이터는 SPI 통신을 통하여 공유하도록 하였다. 이러한 구조와 함께, 고유의 ID를 가지도록 하여 AMR 등에 적용시 브로드캐스팅 방식에 적용할 수 있어 기존시스템 보다 응답이 빠르며, 가격, 설치비, 유지비 등이 저렴하도록 할 수 있다.

## References

- [1] C. Wei, and J Yang, "Implementation of Automatic Meter Reading System Using PLC and GPRS," Journal of Information & Computational Science 8: 16, pp.4343-4350, 2011.
- [2] K. Amruta, and S.G Hate, "Implementation of Automatic Meter Reading System Using Wireless Sensor Network," International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology, vol. 2, issue 12, pp.3030-3032, 2013.
- [3] Li Quan-Xi, and Li Gang, "Design of remote automatic meter reading system based on ZigBee and GPRS," Proc. of the Third International Symposium on Computer Science and Computational Technology, pp.186-189, Aug. 2010.
- [4] M. Popa, "Smart Meters Reading Through Power Line Communications," Journal of Next Generation Information Technology, vol. 2, no.3, pp.92-100, 2011
- [5] S.Arun, and S.Naidu, "Design and Implementation of Automatic Meter Reading System Using GSM, ZIGMEE through GPRS," International Journal of Advanced REsearch in Computer Science and Software Engineering, vol.2, issue5, pp.321-325, 2012.
- [6] Keun-Soo Park and Young-Ho Lee, "Implement of Watt-Hour Meter Monitoring System by Internet Map Based GUI using Power Line Communication", The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 8, No. 10, pp.1435-1442, 2013.
- [7] LS산전 "원격검침시스템", 2010
- [8] 중앙제어주식회사 "Total Metering System", 2010



박재삼 (Jae-Sam Park)

- 정회원
- 1983 충북대학교 전기공학과 공학사
- 1986 호주뉴사우스웨일즈대학교 시스템및제어공학과 공학석사
- 1995 호주뉴사우스웨일즈대학교 시스템 및제어공학과 공학박사
- 인천대학교 공과대학 전자공학과 정교수
- 관심분야 : 비선형제어, 로봇틱스, 스마트그리드