신재생에너지 관리 시스템을 위한 RTU(Remote Terminal Unit) 보드 개발

임종욱* 최익* 최주엽** 안진웅*** 이동하***
광운대학교 제어계측공학과* 광운대학교 전기공학과** 대구경북과학기술원***

Development of the RTU Board for Renewable-Energy Management System

Jong-Wook Im* Ick Choy* Ju-Yeop Choi** Jinung An***, Dong-Ha Lee***
Dept. of Information and Control Eng. Kwangwoon Univ. *
Dept. of Electrical Eng. Kwangwoon Univ. **
Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology***

ABSTRACT

최근 국내 신재생에너지설비의 설치가 급증하고 있다. 전국적으로 신재생에너지원의 설비가 산재되어 있음에도 불구하고 관리 및 운영 시스템은 미비한 수준이다. 따라서 사후관리 체계 구축과 설비 이용률 향상을 목적으로 가동현황을 파악하여, 신재생에너지원의 효율적인 관리와 통합 운영을 위한 시스템이 필요하다.

이를 위해 본 논문에서는 통신 및 모니터링 기술기준에 제정된 공용규격에 따라 다수의 계측기와 데이터를 수집, 변환, 저장하고, 중앙서버로 데이터를 전송할 수 있는 시스템을 구현하여 더욱 효율적인 신재생에너지원의 운영을 돕는다.

본 시스템은 신재생에너지원의 계측기와 RS-232 혹은 RS-485를 이용한 하위통신을 하여 관리에 사용될 여러 정보를 수집하여 저장한다. 상위통신으로 PIRP(Platform Independent Reporting Protocol)에 맞는 데이터로 변환하여 중앙서버에 데이터를 보내게 된다. 또 한, 유저가 원한다면 중앙서버에서 과거의 데이터를 획득할 수 있도록 시스템을 구현하였다.

1. 서론

최근 화석 에너지의 고갈과 환경오염에 대한 문제 등에 의하여 신재생에너지 개발의 관심도가 높아지고 있는 추세이다.

신재생 에너지 개발은 국내 시장 뿐 아니라 국제 시장에 이르기 까지 그 시장이 점차 성장하고 있다. 또 한, 21세기의 주요 에너지로 선정되었고 최근 EU(유럽 연합회)에서는 신재생에너지 비율을 20%까지 활용하도록 결의안을 채택하고 지구온난화 방지를 위해 여러 국가들이 신재생에너지를 통한 환경적 문제를 해결한다. 이에 따라 최근 국내에서도 신재생에너지 설비의 설치가 급증하고 있다.

신재생에너지설비의 설치가 급증함으로써 이에 맞는 효율적인 관리의 필요성이 한층 높아지고 있다. 이에 따라 관리 시스템을 설계하여 에너지의 최적화 사업이 활발해져야 한다. 이러한 시스템을 위해서 우선적으로 에너지원인 다양한 신재생에너지의 정확한 발전량이 확보되어야 한다.

계측기를 이용하여 신재생에너지원의 발전량을 측정하고 이 측정된 데이터를 모니터링서버로 발전된 양을 전송하여 더욱 효율적인 관리 시스템을 구축해야한다. 따라서 본 논문에서는 계측기와 모니터링 서버간의 유연한 통신을 위한 RTU보드를 설계하는데 목적을 두고 있다. RTU보드는 다수의 계측기 간의 통신 프로토콜과 모니터링 서버간의 통신 프로토콜을 이용하여 데이터를 송수신한다. 이를 통해 얻은 데이터를 수집, 저장, 가공을 하고 사용자는 웹상에서 국내의 신재생에너지의 발전량을 한 눈에 확인할 수 있다.

2. 본문

2.1 시스템 구성

모니터링 시스템의 구성은 그림 1과 같은 형태로 이루어진다. 먼저 RTU보드에서 원하는 계측기 ID와 데이터 형태를 프로토콜에 맞추어 계측기에게 요청을 하게 된다. 계측기는 이에 맞는 응답을 하게 되며, RTU보드는 원하는 데이터를 획득하면서 통신을 끝마치게 된다. 이렇게 획득한 데이터는 flash메모리에 저장해뒀다가 일정 시간이 지난 후에 모니터링 서버에 일괄적으로 전송해주면 된다. 최종적으로 유저는 각 계측기의 발전량을 한 눈에 알아볼 수 있게 되는 것 이다.

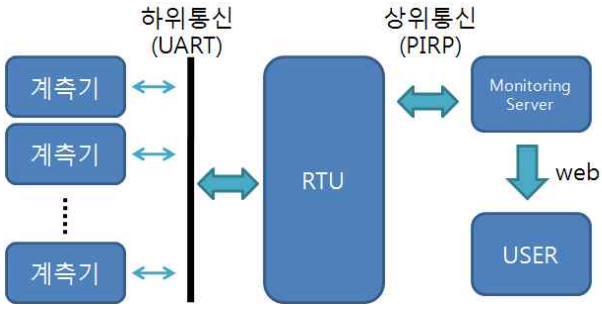

그림 1 시스템 구성도
Fig. 1 block diagram of the system

2.2 RTU보드 구성 및 특징

RTU보드는 앞에서 언급하였듯이 계측기와 모니터링서버간의 유연한 통신을 할 수 있도록 설계하였다.

2.2.1 CPU

여러 계측기와의 통신을 위하여 UART통신 기능이 있어야 하며, 모니터링서버에 접속을 위하여 Ethernet통신 기능이 필요하게 된다. 그리고 계측기와 모니터링 서버와 통신을 하여

수집된 계측 값을 저장을 해두어야 하기 때문에 외부 메모리의 액세스가 필요하다. Dallas Semiconductor사의 Network Micro-Controller인 DS80C400이 적합한 기능과 성능을 보유하고 있다. DS80C400은 Single 8051구조로 되어있다. 내부에는 10/100 Ethernet Media Access Controller와 3개의 양방향성 Serial Controller가 집적되어있다.[1][2]

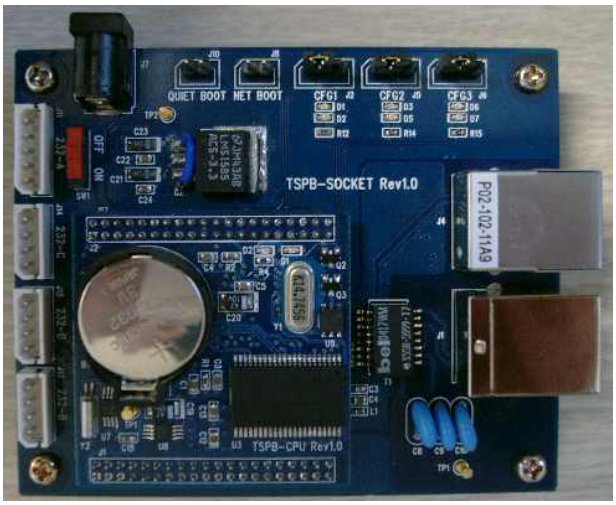

그림 2 RTU 보드
Fig. 2 RTU Board

2.2.2 Memory 설계

DS80C400 칩에는 full TCP/IPv4/6 stack with industry-standard Berkeley socket interface, a preemptive task scheduler, 그리고 NetBoot functionality 라는 세 가지 주요한 기능이 있다. 이러한 기능들을 사용하기 위해서는 Merged program/data 메모리 구성으로 0x000000h ~ 0x00FFFFh 번지에 64KB의 SRAM이 있어야 한다. 또한 사용자 응용프로그램 코드를 위한 SRAM 또는 Flash 메모리가 있어야 한다.

TINI 운영체제가 요구하는 구체적인 메모리 맵에 대한 내용은 그림 2와 같다.

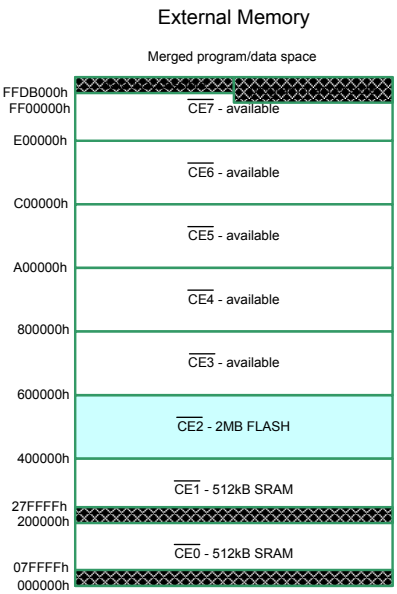

그림 3 RTU보드 외부 메모리 맵
Fig. 3 RTU board external memory map

2.3 통신 프로토콜

계측기와 모니터링서버간의 통신 프로토콜은 하위 통신과 상위 통신으로 나뉜다. 하위 통신은 계측기와 통신을 의미하며, UART(RS-232 혹은 RS-485)통신으로 이루어진다. 또한, 상위 통신은 서버와의 통신을 의미하며 LAN통신으로 이루어진다.

2.3.1 하위 통신

하위통신 프로토콜은 다음과 같이 정의된다.

- 헤더 : 프레임의 시작을 알리는 제어문으로써 다음과 같은 데이터로 시작을 알려야한다.
  - 데이터 요구 시 : STX(0x02)
  - 데이터 응답 시 : EXQ(0x05)
- 국번 : RTU에 연결되어 있는 계측기 수에 따라 0~31번 국번까지 선택 가능 하도록 해야 한다. 만약 1:1 통신일 경우에는 고정 값 0번의 국번을 갖는다.
- 명령어 : RTU가 계측기에 데이터를 요구하는 명령어로 읽기(READ)와 쓰기(WRITE)등으로 구분되어야 한다.
  - WINS : 전력 값 순시치 READ 명령어
  - WACC : 전력 량 적산치 READ 명령어
  - CINS : 열량 순시치 READ 명령어
  - CACC : 열량 적산량 READ 명령어
- DATA : RTU와 계측기가 서로 주고받을 수 있는 데이터이여야 한다.
  - 전력 순시치 (8Bytes, 단위 W)
  - 전력 적산치 (8Bytes, 단위 kWh)
  - 열량 순시치 (8Bytes, 단위 cal)
  - 열량 적산치 (8Bytes, 단위 kcal)
- 테일 : 통신 한 프레임의 끝을 나타내는 문자로써 다음과 같은 데이터로 끝을 알려야한다.
  - 데이터 요구 시 : ETX(0x03)
  - 데이터 응답 시 : EOT(0x04)
- BCC : 통신데이터의 오류를 측정할 수 있도록 하는 역할을 하여야 한다. 헤더부터 테일까지 XOR한 뒤 그 결과에 0x20을 OR한 값

다음 그림 3은 전반적인 하위통신의 흐름을 나타낸다. 이 때, 국번은 1이며 명령어는 WINS, Data는 5,328 (0x14d0)W이다.

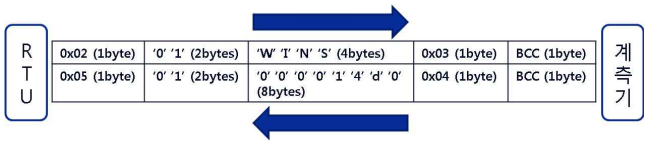

그림 4 하위통신의 흐름
Fig. 4 flow of communication on low layer

2.3.2 PIRP (상위통신)

PIRP는 서버와 이 서버에 연결되는 각종 클라이언트간의 데이터 전달에 사용되는 XML 기반의 개방형 통신 프로토콜이다. 이 프로토콜은 SOAP1.0과 호환되며 HTTP를 이용하여 메시지를 전달한다.

PIRP는 클라이언트 주도형 프로토콜로서 클라이언트에서 데이터가 준비되면 서버와 연결하여 데이터를 전송하고, 서버에서 해당 데이터에 대한 처리가 끝나면 서버로부터 결과 메시지를 수신하고 연결을 해제한다. 서버는

클라이언트에서 보내오는 메시지의 수신을 위해 항상 대기상태에 있어야 하며, 서버가 먼저 클라이언트에 접속하는 경우는 없다.

표 1과 같이 PIRP의 메시지는 요청(request), 응답(response), 지시(indicate), 확인(confirm) 메시지가 있다.

- 요청 메시지 : 클라이언트에서 서버로 데이터를 전송할 때 사용하는 메시지로서 클라이언트에서 일정시간 동안 수집한 계측 데이터를 포함하고 있다. 요청 메시지에는 여러 종류의 데이터가 함께 포함될 수 있다.
- 응답 메시지 : 서버에서 클라이언트로 보내는 메시지로서 서버에서의 처리 결과 코드와 메시지, 오류사항 등의 데이터가 포함된다.
- 지시 메시지 : 서버에서 클라이언트로 보내는 메시지로서 서버가 클라이언트의 요청 메시지를 수신한 다음 응답 메시지를 보내기 전에 해당 클라이언트에게 통지할 사항이 있을 때 사용된다.
- 확인 메시지 : 클라이언트에서 서버로 보내는 메시지로서 서버가 보내온 지시 메시지에 대한 처리 결과를 서버에 보낼 때 사용된다.

Type	Direction
요청 메시지	클라이언트 -> 서버
응답 메시지	서버 -> 클라이언트
지시 메시지	서버 -> 클라이언트
확인 메시지	클라이언트 -> 서버

표 1 PIRP 메시지의 종류
Table 1 kinds of PIRP message

PIRP 메시지는 요청 메시지와 응답 메시지 모두 XML로 표현된다. 그림 5는 메시지형식을 정의하는 DTD(Document Type Definition)이다.
PIRP 메시지는 message태그를 루트로 한다. message의 하위 태그들로는 version, type, session, properties, data-bloack등으로 이루어졌다.

```
<!DOCTYPE message [
<!ELEMENT message (version, type, sequence, properties, data-block*)>
<!ELEMENT version (#PCDATA)>
<!ELEMENT type (#PCDATA)>
<!ELEMENT sequence (#PCDATA)>
<!ELEMENT properties (property*)>
<!ELEMENT data-block (item*)>
<!ATTLIST data-black name NMTOKEN #REQUIRED>
<!ELEMENT property (#PCDATA)>
<!ATTLIST property name NMTOKEN #REQUIRED>
<!ELEMENT item (#PCDATA)>
<!ATTLIST item key CDATA #IMPLIED>
]>
```

그림 5 PIRP의 메시지 표현형식
Fig. 5 form of PIRP message

- version : PIRP메시지의 버전을 의미, “1.0”으로 고정
- type : 메시지의 종류를 의미 (request, response, indicate, confirm)
- sequence: 요청에서부터 응답에 이르기까지 이루어지는 통신의 연속성을 위해 클라이언트에서 관리하는 메시지 시퀀스
- properties : 메시지 헤더를 표현하기 위한 태그
- data-block : 전달되는 데이터를 표현하기 위한 태그
- property : 각각의 헤더들을 나타내기 위한 태그
- item : 단일 값, 배열 형식, 맵 형식 모두 사용되는 태그

2.4 통신 결과

그림 5는 RTU보드와 모니터링 서버간의 PIRP를 이용한 통신의 결과를 보여준다. 모니터링서버에게 요청을 보내 응답이 오는 것을 확인 할 수가 있다.

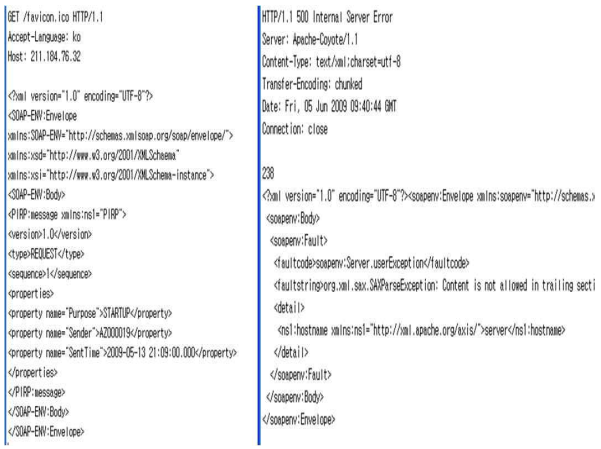

그림 6 PIRP 데이터 송수신 결과
Fig. 6 result of the communication to monitoring server

3. 결론

하위통신은 계측기가 아직 완성되지 않아 테스트가 끝나지 않은 상태이다. 따라서 완성되는 즉시 테스트를 할 수 있도록 준비해두었다. 상위통신은 모니터링 서버와 PIRP 프로토콜에 따라 직접 Ethernet통신을 하였다. 이를 통해 모니터링 서버간의 통신이 완벽하게 잘 이루어진다는 것을 증명하였다. 모니터링 서버에게는 아직은 임의의 발전량을 넣었지만 추후 계측기의 개발이 완료되면 직접 발전량의 데이터를 획득하고 저장하여 시스템의 본 기능을 완료할 수 있겠다.

본 논문에서는 신재생에너지 관리 시스템을 위한 RTU보드를 개발함으로써 우리는 효율적인 발전을 기대할 수 있다. 이는 통합관리를 위한 초기 단계로서 웹에서 데이터의 측정 및 분석이 가능하도록 제안하였다. 이를 통해 데이터의 유연한 측정 및 통신이 이뤄졌으며, 향 후 통합관리, DB구축에 응용될 것이다.

본 연구는 교육과학기술부의 대구경북과학기술원 일반사업 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

[1] DS80C400 Network Micro-controller datasheet, DALLAS MAXIM, 2009.
[2] DS80C400 Network Micro-controller supplement, DALLAS MAXIM, 2008.
[3] Development and Installation of Central Monitoring and Local RTU System for New and Renewable Energy System Performances, 한국에너지기술연구원, 2006