AMI 네트워크를 위한 성능 시뮬레이터 설계

조신영*, 이준호*, 김남욱*, 박민우* 정태명**
*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
**성균관대학교 정보통신공학부
e-mail: {sycho, jhlee83, nukim, mwpark}@imtl.skku.ac.kr
tmchung@ece.skku.ac.kr

Desing of Performance Simulator for Advanced Metering Infrastructure

Shin-Young Cho*, Jun-Ho Lee*, Nam-Uk Kim*, Min-Woo Park*,
Tai-Myoung Chung**
*Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan Univ.
**School of Information Communication Engineering, Sungkyunkwan Univ.

요 약

본 논문은 AMI(Advanced Metering Infrastructure) 네트워크의 성능 시뮬레이터를 구현하기 위해 필요한 설계 모듈들을 제안한다. AMI 네트워크는 스마트 그리드의 핵심시스템으로 네트워크를 구성하는 장치들이 스스로 통신하여 서로 간에 필요한 정보를 수집·분석하고 사용자가 원하는 정보를 제공하기 위한 환경이다. 이러한 AMI 네트워크를 실제로 전국에 구현 할 시 발생할 수 있는 시행착오를 최소화하기 위해 성능, 위험요소 등을 사전 시뮬레이션 해 볼 필요가 있다. 본 논문에서는 AMI 네트워크를 시뮬레이션하고 적정 성능을 분석하기 위한 성능 시뮬레이터의 모듈을 제안한다.

1. 서론

AMI(Advanced Metering Infrastructure) 네트워크는 스마트 그리드의 핵심시스템으로, AMI 네트워크를 구성하는 장치들이 스스로 서로 간에 통신 할 수 있는 기반을 제공한다[1]. AMI 네트워크를 통해 각 장치들이 전략 사용량 정보를 고객에게 제공함으로 전력 사용을 절약하도록 유도하고, 전력량 측정 장비와 수집 장비, 혹은 전력망에 발생하는 문제를 감지하여 관리자에게 알려 빠른 대응을 할 수 있도록 하여 차세대 전력망으로 각광받고 있다[2].

AMI 네트워크는 고객에게 현재까지 사용한 전력량, 전 달 사용한 전력량 혹은 현재 개량기의 상태 및 이상 시 보고 등 현재에도 수행되고 있는 일 외에도 사용자에게 실시간 전기요금 연람 기능과 더 나아가 전력 요금이 저렴한 시간에 대한 정보 등의 정보 제공으로 고객들에게 편리하고 지능적인 서비스를 제공할 것으로 기대되고 있다. 사회적인 측면에서는 AMI 시스템이 지능적·자동적으로 전력소비를 조절하여 에너지를 절약하고, 에너지 사용 효율을 높일 것으로 예측되어 미래 사회에 사람들에게 보다 윤택한 삶을 가져올 것으로 기대되고 있다.

AMI 네트워크는 현재 국내외로 연구가 활발히 진행되고 있으며, 국내에서는 지난 11월, 제주도에서 스마트 그리드 홍보관 및 개별체험관이 개관되는 등 많은 관심을 받고 있다. 또한 2009년 12월부터 제주도에 스마트 그리드 실증단지를 구현하고 시범 운행되고 있으며 미래에는 전국에 AMI 네트워크가 교체될 것으로 계획되고 있다[3].

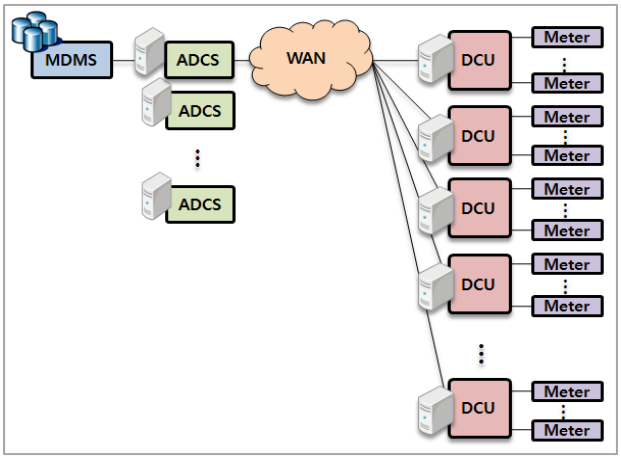
AMI 네트워크가 전국적으로 실제 구현되기 전에, 구동 시 네트워크를 구성하는 각 장비 혹은 전력망에서 발생할 수 있는 오류 및 시행착오를 최소화하고, AMI 환경에서 AMI 관련된 통신 장비가 측정 장비를 몇 대까지 감당할 수 있는지 등에 대한 사전 예측은 보다 경쟁적인 설치를 위해 필요하다. 그러므로 성능·위험요소 등을 도출하고 적정 성능 정도를 알기 위한 성능 시뮬레이터의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 성능 시뮬레이터를 구현하기 위해 필요한 모듈을 제안한다. 성능 시뮬레이터는 AMI 네트워크를 구성하는 장치의 성능을 입력받고 입력받은 성능이 분석결과에 반영되어야 한다. 시뮬레이터가 구현되는 환경은 다음과 같다. 하나의 서버에 시뮬레이터가 구현되고, 시뮬레이션을 수행할 시 필요한 입력 값들은 Web 사용자 인터페이스를 통해 관리자에게 입력받는 것으로 한다. 또한 시뮬레이션을 수행할 시뮬레이터로는 ns-2를 사용한다.

본 논문의 구성은 2장에서 AMI Network의 전체적인 구성을 소개하고 3장에서는 의미 있는 결과 값을 도출하기 위해 시뮬레이터가 고려해야 할 몇 가지 사항에 대해 언급한다. 4장에서는 시뮬레이터 설계 시 필요한 모듈을 제안하고, 5장으로 결론을 맺는다.

2. AMI 네트워크 구성

AMI 네트워크는 정보를 수집하는 수집 장비, 측정하는 측정 장비, 그리고 통신 장비로 구성된다. AMI 네트워크의 구성도는 다음 그림과 같다[2].



(그림 1) AMI 네트워크 구성도

Meter는 측정 장비로 각 가구당 하나 씩 설치되어 사용한 전기량을 측정한다. Meter는 KS(Korean Standard) C 1214를 적용하였고, 15분마다 한번 씩 연결되어 있는 DCU 통해 ADCU에게 정기적으로 보고한다. Meter와 DCU사이에는 HDLC가 연결되어 통신에 사용된다[4].

DCU(Data Concentrator Unit)는 Meter와 ADCS의 자료수집을 지원하주는 통신 장비로써, Meter가 측정한 값을 ADCS에게 전달해준다. 측정되는 값으로는 전기 사용량, 상태정보 등이 있다. 상태정보를 전송하기 위해서 DCU는 SNMP 에이전트와 일반적인 MIB를 가지고 있다[4].

ADCS(Automated Data Collection System)는 여러 개의 DCU에서 모은 정보들을 수집하는 장비이다. ADCS는 수집한 정보를 MDMS에 저장하는 역할도 수행한다[5].

MDMS(Meter Data Management System)는 전력 자원을 통합 관리하는 장비로 시스템이 효율적으로 운영 될 소 있도록 지원하며 그린에너지 정책 결정을 또한 지원한다[6].

3. 시뮬레이션 요구사항

AMI 네트워크의 성능을 분석하기 위한 본 시뮬레이터는 실제 네트워크가 전국에 구현되기 전에 사전 성능 유지 분석 및 사전에 위험 요소들을 파악하기 위해 필요하여 설계 하였다. 즉, 설치 전에 성능을 분석함으로 경제적인 면과 기술적인 면에서 보완하는 데에 궁극적인 목적이 있다. 이러한 목적을 충족시키기 위해 성능 시뮬레이터 설계 시 고려해야 할 몇 가지 요소들이 있다.

첫 번째, 성능 분석을 위한 사전 시뮬레이터이기 때문에 실제 상황과의 오차를 최소화하여 실제와 근접한 결과가 나와야 한다.

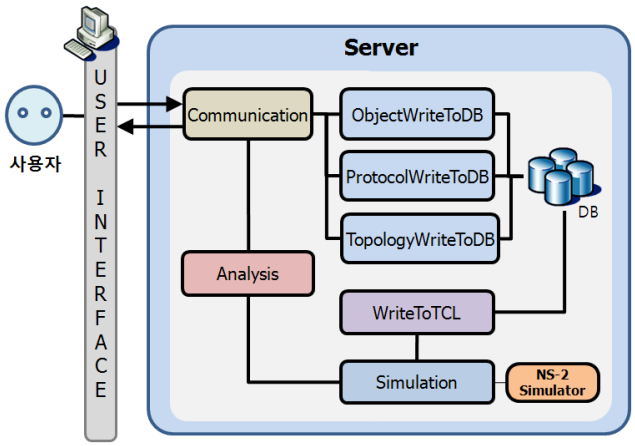
두 번째, 성능 시뮬레이터의 목적 중 하나가 기술적인 측면을 보완하기 위함임으로, 시뮬레이터 사용자가 프로토콜과 노드의 설계와 토폴로지를 구성을 자유자재로 할 수 있도록 사용자에게 최대한의 자유도를 부여해야한다.

세 번째, AMI 네트워크를 구성하는 장비들의 성능과 프로토콜의 성능이 네트워크 전반적인 성능을 달라지게 할 수 있으므로, 사용자가 입력한 프로토콜, 장비들의 성능 정보들이 시뮬레이션 하여 나온 분석 결과에 반영되어야 한다.

마지막으로 검증된 기준으로 적정도를 도출하기 위해 필요한 값을 시뮬레이션의 결과 값으로 확보하며, 적정설계 정보를 도출할 수 있어야 한다.

4. 성능 시뮬레이터를 위한 모듈들

본 장에서는 성능 시뮬레이터[7]를 요구하는 사항에 맞추어 AMI 네트워크 분석에 이용 가능하도록 구현할 모듈들을 제안한다. 성능 시뮬레이터는 7가지 모듈로 구성되며 전체 모듈은 다음 그림과 같다.

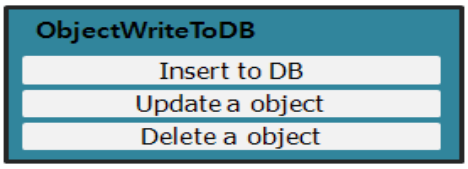


(그림 2) 시뮬레이션 전체 모듈

노드 정보 관리모듈, 프로토콜 정보 관리 모듈, 토폴로지 정보 관리모듈은 사용자가 사용자 인터페이스(UI)를 통하여 입력하는 노드와 프로토콜의 파라미터 값을 받아 DB에 저장하는 역할을 수행한다. 시뮬레이션 파일 생성 모듈은 사용자에게 입력 받은 정보를 기반으로 시뮬레이션을 위한 파일(TCL)을 만드는 모듈이며, 시뮬레이션 수행 모듈은 시뮬레이션을 직접적으로 수행하고 수행 시 발생되는 메시지를 처리하는 모듈이다. 분석 모듈은 시뮬레이션을 통해 얻어지는 정보를 분석하여 시스템의 적정도 값을 도출하고, 마지막으로 Client와의 통신을 수행하는 통신 모듈이다.

4.1 노드정보 관리 모듈

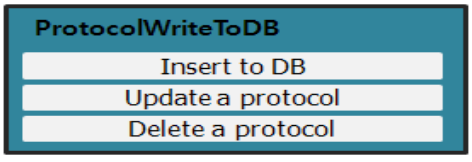
노드정보 관리 모듈은 사용자가 입력하는 노드 정보들을 관리하며, 모듈의 기능으로는 시뮬레이션 사전 준비를 위해 노드정보를 DB에 저장하는 기능, 노드정보를 수정하는 기능, 삭제하는 기능이 있다.



(그림 3) ObjectWriteToDB

4.2 프로토콜정보 관리 모듈

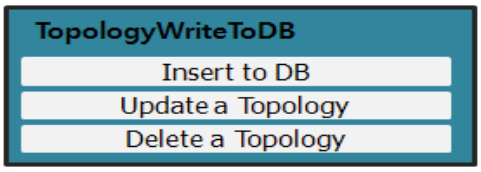
프로토콜정보 관리 모듈은 사용자가 입력하는 프로토콜 정보들을 관리하는 모듈이다. 본 모듈의 기능으로는 시뮬레이션 사전 준비로 프로토콜정보를 DB에 저장하는 기능, 프로토콜정보를 수정하는 기능, 삭제하는 기능이 있다.



(그림 4) ObjectWriteToDB

4.3 토폴로지정보 관리 모듈

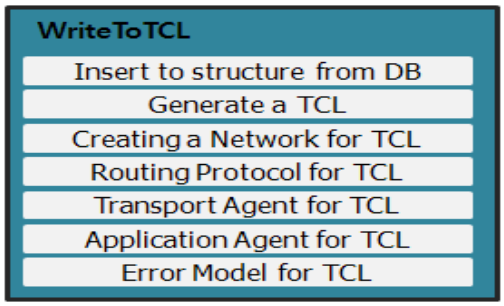
토폴로지정보 관리 모듈은 사용자가 입력하는 프로토콜 정보들을 관리하는 모듈로, 입력받는 토폴로지정보에 노드와 프로토콜 정보를 포함하고 있어서 이 두 모듈과 연관성이다. 이런 이유로 노드와 토폴로지를 삭제할 시에는 반드시 토폴로지에 연관이 되어 있는지 검사할 필요가 있다. 모듈의 기능으로는 시뮬레이션 사전 준비로 프로토콜정보를 DB에 저장하는 기능, 프로토콜정보를 수정하는 기능, 삭제하는 기능이 있다.



(그림 5) TopologyWriteToDB

4.4 시뮬레이션 파일 생성 모듈

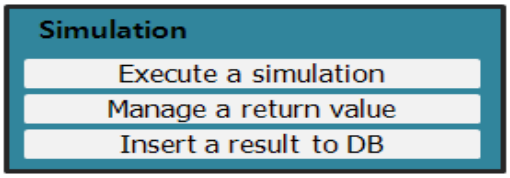
시뮬레이션 파일 생성 모듈은 시뮬레이션 시 필요한 파일인 TCL 파일을 생성하기 위한 모듈이다. 이 모듈에 필요한 기능은 DB에 기록되어 있는 노드, 프로토콜, 토폴로지 정보를 읽어오는 기능과 TCL 파일 생성을 전반적으로 수행하는 TCL 파일 생성 기능, 실제적으로 TCL 파일을 작성할 때 필요한 네트워크 설계 작성, 라우팅 프로토콜관련 작성, 전송계층 및 응용 계층 작성, 에러모델 작성하는 기능이 필요하다.



(그림 6) WriteToTCL

4.5 시뮬레이션 수행 모듈

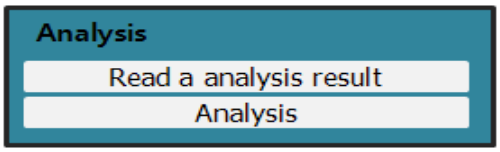
시뮬레이션 수행 모듈은 시뮬레이션을 직접적으로 담당하는 모듈로, 시뮬레이션을 수행하는 기능과 시뮬레이션을 수행하는 도중에 반환되는 값들을 처리하는 기능, 시뮬레이션 결과 값을 DB에 저장하는 기능이 있다.



(그림 7) Simulation

4.6 분석 모듈

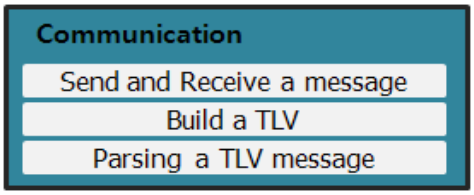
분석모듈은 시뮬레이션을 수행 하고 나온 결과 값과 사용자가 입력한 부가 정보를 사용하여 적정도를 구하는 모듈이다. 적정도는 MDMS-ADCS, ADCS-DCU, DCU-Meter 각 구간에 대해서 구해져야 하므로 세 가지 경우 각각에 대해 적정도를 분석하는 기능이 필요하다.



(그림 8) Analysis

4.7 통신 모듈

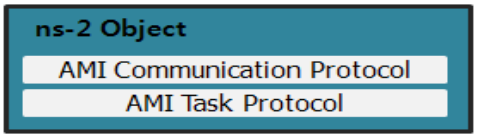
통신 모듈은 web 기반의 클라이언트와 통신 연결을 시작하거나 종료하고, 메시지를 송수신 하는 모듈이다. 시뮬레이터 서버가 처음 실행 될 때부터 이 모듈은 동작되어 서버가 종료할 때까지 동작을 멈추지 않으며, 클라이언트로부터 통신 연결 요청을 기다린다. 클라이언트로부터 연결 요청이 오면 서버와 통신할 수 있도록 처리하는 기능과 클라이언트에게 받은 메시지를 TLV 메시지 파서로 처리하는 기능 그리고 TLV 빌더로부터 응답 메시지를 받아 클라이언트에게 다시 전송하는 기능이 필요하다.



(그림 9) Communication

4.8 ns-2 Object

성능 시뮬레이터를 구현하기 위해서는 위의 7가지 모듈 외에도 AMI 네트워크 실제 환경을 반영하기 위해 ns-2 Object를 수정해야 한다. 수정해야 할 요소로는 AMI Communication Protocol과 수행되는 이벤트들을 담당하는 Task Protocol이 있다.



(그림 10) NS-2 Object

4. 결론

본 논문에서는 AMI 네트워크의 성능 시뮬레이터를 구현하기 위한 모듈을 제안하였다. 시뮬레이터가 갖추어야 할 요구사항에 맞추기 위해 실제 환경을 반영할 수 있도록 고려하였고, 사용자의 자유도를 최대로 하기 위해 사용자에게 입력 받을 수 있는 모든 노드, 프로토콜, 토폴로지 정보를 입력받도록 설계하였고, 입력한 값이 결과에 반영되도록 ns-2 object의 특정부분을 수정하도록 설계하였고, 또한 적정도를 분석하기 위해 Analysis 모듈에 적정도를 검사하기 위한 기법을 적용하였다.

이렇게 하여 사전 시뮬레이션을 통해 실제 구현 시 발생하는 시행착오를 줄이며, 성능, 위험요소를 사전에 보완할 수 있도록 할 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] 전재우, 임선희, 이옥연, “스마트 그리드를 위한 Binary CDMA 기반의 AMI 무선 네트워크 구조 및 AKA 프로토콜”, 2010

[2] 양일권, “AMI 시스템을 위한 WAN영역에 보안 성능에 관한 연구”, 2010

[3] KEPCO SMART GRID 사이트 http://cyber.kepco.co.kr/smartgrid/A001/html/05_main/main.jsp

[4] Younghyun Kim, No-Gil Myoung, Snag-Yeom Lee, "Study on AMI System of KEPCO", 2010

[5] Petri Oksa, Jussi Nummela, Mikael Soini, Lauri Sydaenheimo, Markku Kivikoski, "Building-Up an Automated Data Collection System", 2008

[6] 전기신문, AMI 시스템 http://www.electimes.com/home/news/main/viewmain.jsp?news_uid=65892

[7] 박병석, 이영훈, 강철신, “NS-2를 이용한 전력선 통신 KS-MAC 모델링 및 성능분석”, 2008