



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士學位論文

스마트그리드를 위한 홈네트워크 기반의  
AMI 시스템 설계 및 구현



昌原大學校 大學院

컴 퓨 터 공 학 과

高 永 卓

工學碩士學位論文

스마트그리드를 위한 홈네트워크 기반의  
AMI 시스템 설계 및 구현

**A Design and Implementation of AMI(Advanced Metering  
Infrastructure) System Based on Home Network for SmartGrid**

指導教授 李廣輝

이 論文을 工學碩士學位論文으로 提出함.

2010年 5月

昌原大學校 大學院

컴 퓨 터 工 學 科

高 永 卓

高永卓의 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長 \_\_\_\_\_ ①

審査委員 \_\_\_\_\_ ①

審査委員 \_\_\_\_\_ ①

2010年 5月 日

昌原大學校 大學院

# 목 차

I. 서론.....	1
II. 관련 연구.....	3
1. AMI 기반기술.....	3
2. 관련 도구.....	5
3. 기존 AMR 및 AMI 시스템.....	8
4. 비교 분석.....	13
III. 홈네트워크 기반 AMI 시스템의 설계.....	14
1. 시스템 특징 및 구현.....	14
2. 시스템의 전체 구조.....	17
3. 시스템 기능 및 동작 상세.....	19
VI. 시스템의 구현과 적용.....	35
1. 시스템 구현 환경.....	35
2. 홈네트워크 시뮬레이터 및 모의 홈게이트웨이.....	35
2. 미터 데이터 관리 시스템.....	37
2. 전력 모니터링 프로그램 기능.....	38
3. 구현 시스템 결과 분석.....	41
V. 결론.....	45
참고문헌.....	47
ABSTRACT.....	49
부록.....	52


## 그 립 목 차

<그림 2.1> AMR 시스템 구조.....	10
<그림 2.2> 스마트미터 기반 AMI 시스템 구조.....	12
<그림 3.1> 홈네트워크기반 AMI 시스템 구조.....	18
<그림 3.2> 홈게이트웨이 동작 흐름 및 구성.....	19
<그림 3.3> 전력 데이터 처리 순서도.....	21
<그림 3.4> 에너지 초과 발생 이벤트 처리 순서도.....	23
<그림 3.5> IEC 61970 전력 데이터 타입.....	24
<그림 3.6> XML 메시지 구조.....	25
<그림 3.7> 기간별 XML 미터 데이터.....	27
<그림 3.8> 미터 데이터 처리 API 호출 순서도.....	31
<그림 4.1> 홈네트워크 시뮬레이터.....	36
<그림 4.2> 모의 홈게이트웨이.....	37
<그림 4.3> 미터 데이터 관리 시스템.....	38
<그림 4.4> 최근 수신 데이터 검색 기능.....	39
<그림 4.5> 일별 전력 소비량 그래프.....	40
<그림 4.6> 최근 장애 검색 기능.....	41
<그림 4.7> 시간 별 전력 소비량 합 그래프.....	43
<그림 4.8> 일별 전력 소비량 합 그래프.....	44

## 표 목 차

[표 2.1] SOAP과 REST 비교 .....	8
[표 2.2] 기존 시스템 및 연구들과의 비교.....	13
[표 3.1] 에너지 부하 제어 서비스 레벨 .....	22
[표 3.2] 홈게이트웨이 RESTAPI 목록.....	26
[표 4.1] 서비스 레벨 별 전력 소비량 .....	42

## 약 어 표



AMR	Auto Meter Reading
AMI	Advanced Metering Infrastructure
PLC	Power Line Carrier
SOAP	Simple Object Access Protocol
XML	Extensible Markup Language
DSSL	Document Style Semantics and Specification
WSDL	Web Service Description Language
UDDI	Universal Description Discovery and Integration
REST	Representational State Transfer
URL	Uniform Resource Locator
CRUD	Create, Retrieve, Update, Delete



## I. 서론

현재 빠른 속도로 진행되고 있는 온난화 현상은 해수면 상승 등의 다양한 환경 문제를 야기하고 있다. 이와 같은 온난화 현상의 원인은 아직 명확하게 규명되지 않았으나 1985년 세계기상기구(WMO)와 국제연합환경계획은 이산화탄소를 온난화의 주요한 원인으로 공식적으로 선언하였으며 온난화로 인한 비정상적인 기후 변화 현상을 방지하기 위해 1997년 전세계 주요국가는 교토의 정서를 결의하였다.

교토의정서는 의무이행대상 국가에 온실가스 발생량을 제한하며 그 이행을 위해서는 공동이행제도, 청정개발체제, 배출권거래제도등의 탄력 있는 제도를 제시하고 있어 한국과 같은 온실가스를 대량으로 배출하는 국가는 탄소배출권을 구입하기 위해 많은 비용을 소비할 것으로 예상된다. 이러한 전망으로 인해 스마트그리드와 같은 온실가스 배출을 감소시키는 연구의 필요성이 증가하고 있다[1].

다가올 스마트그리드 기반의 전력망은 다양한 생산자의 전력 생산 시스템과 다양한 소비자의 시스템을 통합하고 실시간으로 대응하는 방향으로 발전 할 것이다. 따라서 AMR(Auto Meter Reading)의 단순한 원격 검침 기능뿐만 아니라 생산자와 소비자간의 양방향 정보 제공 및 연동의 기능을 가지는 AMI(Advanced Metering Infrastructure)와 같은 인프라가 스마트그리드에 있어 필수적인 요소가 될 것이다[2].

전력 사업자 주도로 연구되고 있는 일반적인 AMI 시스템은 AMR의 연장선으로 스마트미터또는 스마트 세대분전반, 중계기, 수집기, 서버등으로 구성된다[3][4]. 이러한 AMI시스템의 네트워크는 홈네트워크와 기능이 중복되어 통신 비용이 증가하며 스마트미터의 원격전력부하제어기능 구현을 위해 홈게이트웨이와 연동하는 연구가 추가적으로 필요하다. 또한 소비자 측에서는 가스, 수도 등 다수의 원격검침망을 운용해야 하는 단점이 발생한다. 이러한 기존 연구 및 시스템들의 문제를 고려하여 본 연구에서는 홈게이트웨이를 통해 통합 운용 되는 AMI 시스템을 제안하고자 한다. 즉 전력, 수도, 가스 등의 다양한 계량기의 데이터를 홈게이트웨이가 수집하고 이를 운영함으로써 기존의 설치된 홈네트워크를 최대한 활용하고 홈네트워크와 연동되는 부가서비스를 쉽게 추가 할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 본 연구에서 사용되는 도구를 살펴보고 기존의 연구 사례를 살펴본다. III 장에서는 제안하는 시스템의 전체 구조를 소개하고 시스템을 구성하는 홈네트워크, 홈게이트웨이, 미터 데이터 관리 프로그램, 전력 모니터링 프로그램의 동작 원리를 설명한다. IV 에서는 구현과 실험결과를 통해 제안된 시스템의 타당성을 확인하며 V에서 향후 연구 방향에 대해 언급하고 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

초기 스마트그리드를 위한 AMR(Auto Meter Reading) 인프라는 검침의 정확성을 향상시키고 비용을 절감하기 위해 도입되었으나 그 특성이 단 방향으로 생산자와 소비자간의 양방향 연계가 어려운 단점이 있다[1]. 스마트그리드에서 생산자와 소비자간의 양방향 연계의 필요성이 커지면서 AMR은 AMI(Advanced Metering Infrastructure)로 발전하게 된다. 본 장에서는 먼저 AMI 기반기술과 제안된 시스템의 기반기술을 간략히 소개하고 기존 검침 시스템과 AMI 시스템 연구를 살펴본다.

### 1. AMI 기반기술

AMI는 다양한 생산자 시스템과 소비자 시스템을 유기적으로 연결하기 위한 복합기술이다. Smart Meters, 홈네트워크, 데이터 통신 인프라, 미터 데이터 관리 시스템, 변전 자동화 기술 등 다양한 기술들이 AMI를 구축하기 위해 이용된다[5].

#### 1) Smart Meters

전통적인 기계식 미터기는 현재까지 사용한 에너지의 양을 아날로그 수치로 표현한다. 스마트미터는 필수적으로 기계식 미터기의 아날로그 수치를 디지털화하는 기능을 가지며 전력 품질 측정, 전력 장애 인지, 에너지 간섭 및 절도

탐지기능을 가진다. 또한 스마트미터 기반의 AMI 시스템에서의 스마트미터는 소비자와 공급자간의 통신 기능을 가지며 가정 내 홈네트워크와 연동하는 기능을 가진다[4].

## 2) 홈네트워크

널리 알려진 홈네트워크는 가정 내 스마트가전을 관리하기 위한 통신 인프라로서 각 가전을 통합 관리하는 기능을 제공한다[6]. 스마트그리드에서의 홈네트워크는 소비자 참여 동기 유발을 위한 다음과 같은 기능을 가지고 있다. 첫 번째 가정 내 웹 패드 등을 통해 에너지 사용현황 및 비용을 실시간으로 확인 할 수 있다. 두 번째 실시간 가격 정보를 기반으로 에너지 소비 비용을 최소화 할 수 있다. 세 번째 원격 전력부하제어기능으로 에너지의 가격변동에 따라 가정 내 스마트 가전을 공급자가 제어 할 수 있는 기능을 제공한다[7].

## 3) 데이터 통신 인프라

AMI는 다수의 소비자 시스템에서 미터기 정보, 전력소모량 등을 수집하여 그 데이터를 공급자에 전송하고 가격정보 등은 공급자로부터 소비자에 전달된다. 이러한 상호통신을 위해 AMI는 다양한 종류의 데이터와 통신매체, 프로토콜을 사용한다. 스마트미터와 집중기간의 대표적인 통신 매체에는 유선 방식의 PLC(Power Line Carrier)와 802.15.4 기반의 무선 방식이 있으며 프로토콜에는 Zigbee, TinyOS 등이 있다[3]. 집중기와 공급자 서버간의 통신은 CDMA,

Ethernet 등과 같은 전통적인 Internet 통신매체를 사용하며 관리시스템간은 공급자 별로 XML-RPC, SOAP(Simple Object Access Protocol)등 다양한 방식을 사용한다[8][9].

#### 4) 미터 데이터 관리 시스템

일반적인 미터 데이터 관리 시스템은 데이터 통합 서버와 데이터베이스, 관리 프로그램으로 구성된다. 미터 데이터 관리 시스템은 고객정보 시스템, 배전 관리 시스템 등 다양한 시스템과 연동하여 공급자에게는 효과적으로 전체 전력공급정보를 확인 할 수 있는 기능을 제공하고 소비자에게는 실시간 에너지 가격 정보 등을 전송한다.

## 2. 관련 도구

### 1) XML (Extensible Markup Language)

1996년에 제안되어 W3C에서 1998년 2월 표준 버전 1.0을 발표하였다. SGML에 기반을 두고 간단하고 유연한 형식을 가지며 특정 플랫폼, 운영체제, 환경에 구속되지 않고 데이터를 효과적으로 표현하기 위한 언어이다. XML 문서는 크게 문서 원형 정의(Document Type Definition), 문서 규칙(Document Instance), 확장형 스타일시트 언어(Extensible Stylesheet Language)로 구성된다. 문서 원형 정의는 요소(Element), 속성(Attribute), 개체(Entity)로 구성되며 문서의 구조를 정의한다. 문서 규칙은 태그(Tag)와 문자열로 구성되고 XML 문서를 유효한 문

서(Valid Document)와 적격 문서(Well-formed Document)로 구분한다. 확장형 스타일시트 언어는 SGML을 위한 스타일시트 표준인 DSSL(Document Style Semantics and Specification) 기반으로 XML 문서를 브라우징하기 위한 문서에 대한 포맷을 정의한다[10]. XML은 이와 같이 데이터 형식의 정의뿐만 아니라 변환하고 검색하는 표준도 함께 정의하고 있다. 따라서 XML은 특정 플랫폼, 운영체제에 구속되지 않는 유연성을 제공하며 이 기종간의 데이터 통합에 매우 유용하게 사용 될 수 있다.

## 2) SOAP (Simple Object Application Protocol)

분산 환경에서 이 기종간의 정보를 교환하기 위한 목적으로 고안된 경량 프로토콜로서 수요자와 제공자 사이에 메시지 프로토콜을 정의한다. 웹 서비스 내의 모든 데이터는 XML로 표현되고 그 데이터들과 이를 다룰 수 있는 오퍼레이션들이 WSDL(Web Service Description Language)로 정의되면 UDDI(Universal Description Discovery and Integration)라는 전역적 서비스 저장소에 등록되어 서비스를 검색 할 수 있도록 제공된다. 이렇게 공개된 웹 서비스가 이용될 때 서비스 요청자와 서비스 제공자 간에는 SOAP를 이용하여 서비스를 호출하고 결과를 돌려받게 된다. SOAP은 SOAP Envelope, SOAP Header, SOAP Body로 구성되며 WSDL문서를 운반한다. SOAP Envelope는 SOAP Header와 SOAP Body를 표현하기 위한 컨테이너의 역할을 한다. SOAP Header는 선언되지 않거나 하나 이상의 헤더 블록을 갖는 컬렉션이다. 메시지를 전송할 서비스의 주소와 같은 라우팅 정보들과 메시지의 처리에 있어 필요한 추가적인 정보들을 기술한다.



SOAP Body는 실질적으로 처리되는 정보를 명시한다. WSDL은 특정 비즈니스가 제공하는 서비스를 요청자들이 전자적으로 접근하여 이용 할 수 있도록 표준 형태로 정의하는 XML기반의 언어이다. 웹 서비스 이름과 주소, 인터페이스, SOAP 메시지 인코딩 방식, SOAP 전달을 위한 전송 프로토콜 등이 기술된다[11]. SOAP은 기존 CORBA, COM의 호환성을 보완하고 HTTP 기반으로 동작함으로써 방화벽을 통과하여 동작 할 수 있는 장점을 가지고 있지만, 복잡한 구성으로 인해 무거운 프로토콜이며 웹 서버 등 별도의 웹 서비스 개발 환경이 지원되어야 하는 단점을 가지고 있다.

### 3) REST (Representational State Transfer)

REST는 2000년 Roy Fielding이 박사 학위 논문에서 처음 제안되었다[12]. 웹과 같은 대규모 네트워크 시스템에서 웹의 장점을 최대한 활용할 수 있는 네트워크 기반의 아키텍처이다. REST는 부가적인 네트워크 계층이나 프로토콜을 추가하지 않고 고유의 HTTP를 이용하여 데이터를 전달하는 프레임워크이다. 서버 측에서 여러 가지 프로시저를 사용하여 원격 사용자들의 요구에 응답하는 방식인 SOAP과는 달리 REST는 HTTP의 GET, PUT, PUSH, DELETE의 표준화된 4개의 메소드만으로 사용자가 적절한 URL(Uniform Resource Locator)로 접속하면 일련의 업무를 수행하고 응답하는 방식이다. 즉 REST 방식은 웹 상에 존재하는 자원의 CRUD(Create, Retrieve, Update, Delete)를 HTTP의 메소드인 POST, GET, PUT, DELETE와 대응하는 방식으로 자원을 처리한다[13]. REST는 실제 표준은 아니지만 HTTP, URL, MIME Type같은 웹 표준만을 사용하고

SOAP, XML-RPC 보다 구현이 간단하여 기존의 SOAP 방식의 웹 서비스들이 REST로 빠르게 이동하고 있다. 실제 2003년 아마존이 제공한 두 가지 인터페이스의 사용율은 REST가 85% 차지하고 있으며 구글은 오랫동안 제공해온 SOAP 기반 검색 API서비스를 2006년 12월 5일부로 중단 하였다. 표 2.1은 REST와 SOAP을 비교한 표이다.

**[표 2.1] SOAP과 REST 비교**

**[Table 2.1] Comparison With SOAP and REST**

항목	SOAP	REST
메시지 포맷	SOAP Envelope 안의 XML	XML
인터페이스 명세	WSDL	WADL, XML, JSON
전송 방식	HTTP, FTP, SMTP	HTTP
추가 필요 스펙	W3C의 WS-* 스택	없음
문제점	복잡한 구조, 동작 복잡함	표준의 부재

### 3. 기존 AMR 및 AMI 시스템

스마트그리드를 위한 AMI는 다음과 같은 기능적 특징을 가지고 있다. 첫째 양방향 통신을 지원한다. 둘째 소비자와 공급자에게 실시간으로 에너지 사용 데이터를 제공한다. 셋째 실시간으로 에너지의 가격 정보를 제공하여 소비자가 효율적으로 전력소비를 제어 할 수 있는 기능을 제공한다. 넷째 원격 또는 사용자간섭 없이 지능적으로 에너지 부하를 조절하는 기능을 가진다. 다섯째 전력 품질 모니터링 기능을 가진다. 이상 AMI의 다섯 가지 특징을 중심으로



비교되는 현재 검침 방식과 다양한 원격 검침 연구를 살펴보고자 한다. 현재의 수동 검침은 검침원의 실수로 인한 오류 발생의 여지가 있어 데이터의 오류를 줄이고 검침 원가를 절감하기 위해 AMR이 도입되었다. AMR은 초기에는 검침원이 수용가 근처를 운전하면서 데이터를 무선으로 수신하는 방식[14]에서 스마트 카드를 이용한 방식[15], 전용 통신망을 이용하여 검침 서버로 데이터를 원격 전송하는 방식 등으로 발전하였다[16].

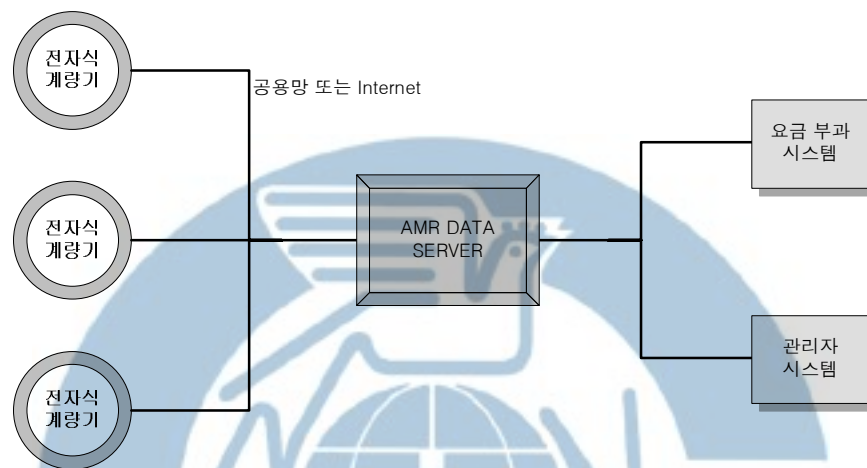
### 1) 수동 검침

검침원이 수용가를 직접 방문하여 검침기의 지침을 확인 기재한다. 보통 1개월 주기로 검침 데이터를 수집하며 수용가 역시 1개월 주기로 청구서를 통해 자신의 에너지 소비를 확인 할 수 있다. 이러한 시스템은 일반적으로 1개월 주기로 사용량(kWh)를 점검하여 수동으로 검침 데이터를 정산 시스템에 입력하여 정산한다. 검침원 또는 정산 시스템 입력 작업 사이에 오류의 발생 소지가 높으며 검침 단가가 높다.

### 2) AMR (Auto Meter Reading)

AMR 시스템은 전자식 계량기, 통신 모듈, AMR 데이터 서버로 구성된다. 전자식 계량기는 기존의 기계식 전력량계에 펄스 감지 및 통신장치를 부착한 반전자식, 전자식 센서 기술을 이용하여 데이터를 디지털로 출력 처리하는 전자식 계량기로 구분할 수 있다. AMR 전자식 계량기는 센서로부터 에너지 소비를 측정하여 통신모듈에 전달하며 통신모듈은 측정된 데이터를 광포트 또는

이더넷, 전화선 등을 이용하여 AMR 데이터 서버로 송출한다. AMR 데이터 서버는 수신된 에너지 소비 데이터를 저장하고 요금 부과 시스템과 데이터를 취합하여 관리자 시스템에 요금 청구 데이터를 전송한다[17].



**<그림 2.1> AMR 시스템 구조**  
**<Fig. 2.1> AMR System Architecture**

원격에서 에너지 사용량을 검침함에 따라 비용을 크게 절감 할 수 있게 되었고 각종 보고서, 납입 통지서 등을 자동으로 생성하게 되어 전력 관리의 효율성을 높일 수 있게 되었다. 하지만 AMR은 단 방향으로 검침 데이터가 공급자에 송신되는 형태로 소비자에게 정보를 제공하지는 못하는 단점이 있다.

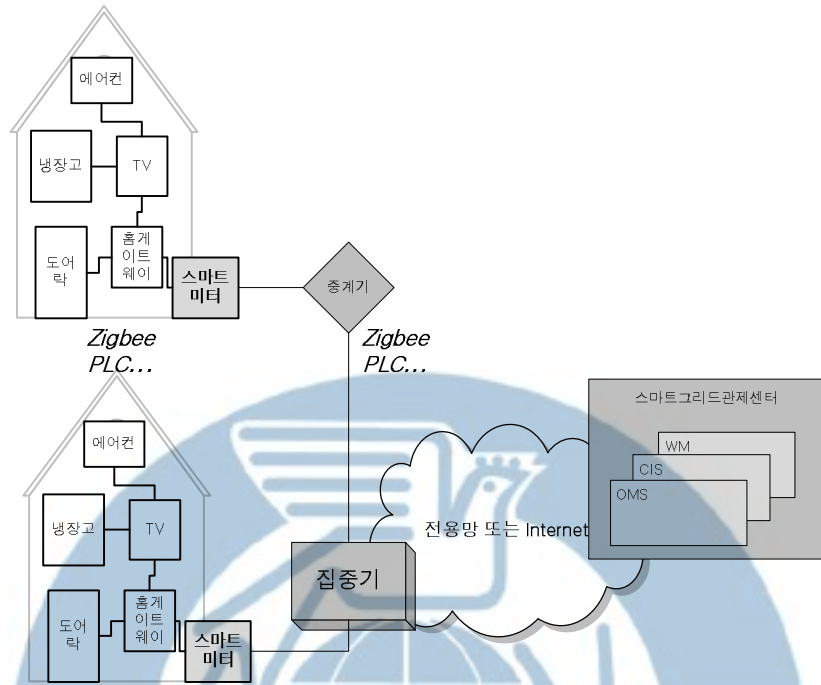
### 3) 스마트카드 기반 AMR 시스템

스마트카드 기반 AMR 시스템은 기존 AMR시스템의 고비용, 인증 등을 해결하기 위해 연구되고 고안되었다. 스마트카드 기반 AMR 시스템은 원격검침 단말, 원격검침스마트카드, 원격정산단말, 정산서버 4개의 요소로 구성된다. 원

격검침단말은 에너지를 검침하여 전력소비정보를 저장 관리하고 스마트카드에 전송한다. 원격검침스마트카드는 원격검침단말에서 전력소비정보를 수신하고 저장한다. 원격정산단말은 스마트카드에 저장된 전력소비정보를 읽고 정산서버에 접속하여 전력정산을 수행한다. 정산서버는 전송된 전력사용데이터를 기반으로 검침데이터관리, 정산 작업을 수행한다[14]. 스마트카드기반의 시스템은 비교적 저가로 원격 검침 시스템을 구현 할 수 있으나 스마트카드를 지원하는 원격검침단말이 수용가 개별로 설치되어야 하며 수용가의 사용자가 검침을 수동으로 해야 하는 단점이 있다. 또한 매시간 데이터 로그의 관리는 가능하나 실시간으로 전송되지 않으므로 실시간으로 소비자와 공급자의 연동은 어려운 단점이 있다.

#### 4) 스마트미터 기반 AMI 시스템

기존의 AMR기반으로 발전시킨 형태의 AMI 시스템이다. 그림 1.2와 같이 스마트미터, 중계기, 집중기로 구성된 통신 인프라[4]를 통해 전력량 정보가 전력관리시스템에 원격으로 전송되며 스마트그리드 관제 센터는 에너지 가격 정보, 홈네트워크 제어 정보 등을 제공한다.



<그림 2.2> 스마트미터 기반 AMI 시스템 구조

<Fig. 2.2> AMI System Architecture based on SmartMeter

스마트미터는 양방향 정보 제공 기능, 홈네트워크 연동 기능, 전력 제어 기능 등을 제공하여 전력 공급과 수요를 최적화 할 수 있는 기반을 제공한다. 하지만 이 시스템은 다음과 같은 단점이 있다. 그림 2.2처럼 AMI 인프라가 홈네트워크와 유사하여 중복 투자의 낭비를 야기하며 통신비가 증가한다. 홈네트워크간의 연동을 위해 새로운 장비 또는 인터페이스에 대한 연구가 필요하며 홈네트워크의 가전 제어 인터페이스가 외부에 노출됨에 따라 보안에 취약하다. 또한 가정 내 전력 외 가스, 수도 등 다양한 검침기가 존재 하므로 다수의 검침 네트워크가 혼용된다.

#### 4. 비교 분석

제안 시스템은 이상과 같은 관련 연구의 한계점을 홈게이트웨이를 중심으로 내, 외부 인터페이스와 데이터를 통합하는 방법으로 극복 하고자 한다. 홈게이트웨이를 중심의 제안된 시스템은 홈네트워크와 긴밀히 연동되며 수용가와 공급자가 필요한 기능을 효과적으로 제공할 수 있을 것으로 예상된다. 표 2.2는 기존 검침 시스템과 관련 연구들을 제안된 시스템을 비교한 표이다.

[표 2.2] 기존 시스템 및 연구들과의 비교

[Table 2.2] Comparison with existing systems and research

항 목	AMR	스마트카드 기반	기존 AMI 연구	제안 시스템
양방향 통신 지원	△	X	○	○
실시간 에너지 소비 정보 교환	○	X	○	○
실시간 에너지 가격 정보 교환	X	X	△	△
전력 소비 로그 데이터 제공	○	○	△	○
자동 부하 제어 기능	X	X	△	○
전력 품질 감시 기능	X	X	○	○
검침 데이터 통합 기능	X	X	X	○
전력 공급자 데이터 통합 인터페이스	X	X	△	○
자동 정산 기능	○	○	○	△

○ : 지원가능, △ : 별도의 인터페이스 필요 또는 일부 가능, X: 지원 불가

### Ⅲ. 홈네트워크 기반 AMI 시스템의 설계

스마트그리드 구현을 위한 AMI(Advanced Meter Infrastructure)는 다양한 도구를 효율적으로 통합하는 것이 중요하다. 그리하여 본 논문에서는 홈네트워크와 긴밀히 연동되고 효율적인 관리 시스템을 제공하는 AMI를 제안하고자 한다.

본 장에서는 제안하는 시스템의 특징과 전체적인 구조를 소개한다. 그리고 각 구성 요소들의 구조를 보다 자세히 설명하고 설계 방향, 동작 방식을 서술한다.

#### 1. 시스템 특징 및 구현

스마트그리드를 위한 AMI는 실시간 모니터링, 전력 부하 제어, 에너지 소비 통계 분석, 가격 정보 수신, 시스템 통합 인터페이스 등의 기능을 필요로 한다. 기존 시스템의 단점을 보완하고 스마트그리드에서 요구하는 기능을 충족하기 위한 본 논문에서 제안된 시스템의 특징 및 구현 원리는 다음과 같다.

- 에너지 소비의 실시간 모니터링이 가능하다. 홈네트워크에 포함된 전자식 계량기 또는 스마트미터로부터 현재 에너지 소비량을 수신한다. 수신된 데이터는 홈게이트웨이의 데이터베이스에 저장됨과 동시에 미터



데이터 관리 시스템에 송신된다. 수용가는 에너지 소모량과 요금정보를 홈게이트웨이의 데이터베이스로부터 실시간으로 확인 할 수 있으며 공급자 역시 다수의 수용가 에너지 소비 상태를 실시간으로 미터 데이터 관리 시스템의 데이터베이스로부터 확인 할 수 있다.

- 에너지부하를 효율적으로 제어 할 수 있다. 기존 스마트미터 기반의 AMI시스템 연구는 홈네트워크와 원격계측망이 분리 운용된다. 그 결과 전력 부하를 제어하기 위해서는 홈네트워크와 스마트미터를 연결하기 위한 인터페이스가 따로 필요하며 수용가가 능동적으로 가전을 제어 할 수 없다. 또한 부하제어를 위한 가전제어를 위한 정보가 스마트미터 또는 스마트그리드 관제센터로부터 다시 홈게이트웨이로 송신되므로 실시간 응답성이 떨어지므로 부하 제어 효율이 떨어진다. 본 논문에서 제안된 AMI 시스템에서는 다수의 계측기가 송신하는 에너지 소비 정보가 실시간으로 홈네트워크에 적용되므로 수용가가 전력부하를 실시간으로 제어 할 수 있다. 또한 스마트그리드 관제센터에는 수용가의 계약에 따라 수용가에 서비스 레벨을 설정 할 수 있는 기능을 제공하여 에너지 부하를 보다 빠른 시간 내 수행 할 수 환경을 제공한다.
- 에너지 소비의 통계, 분석이 가능하다. 에너지 공급자가 제공하는 기존의 단순한 월별 사용량 정보 이상의 시간 별 소비량, 최대소비시간 등의 정보를 제공할 수 있다. 수용가의 홈게이트웨이의 데이터베이스에 저장된 정보를 기반으로 수용가는 다양한 사용 패턴 분석하여 에너지

소비를 최적화 할 수 있으며 공급자도 미터데이터 관리시스템의 데이터베이스에 저장된 정보를 기반으로 에너지 생산을 보다 효율적으로 계획 할 수 있다.

- 에너지 품질이 모니터링 가능하다. 전력 품질 문제에 대한 신속한 탐지, 분석기능을 제공한다. 제안된 시스템의 홈페이지웨이는 XML(Extensible Markup Language)형식의 데이터를 전송하므로 단순한 에너지 소비 정보 외에 다양한 정보를 유연하게 추가 할 수 있다. 에너지에 대한 다양한 정보를 추가 할 수 있으므로 다양한 정보가 필요한 미래의 전력 재판 매 시장에서 수용가에게는 양질의 전력을 선택 공급 받을 수 있는 데이터 기반을 공급자에게는 에너지 공급의 문제를 탐지하고 대처 할 수 있는 데이터 기반을 제공한다.
- 에너지 가격 정보를 실시간으로 갱신한다. 제안된 시스템의 홈페이지웨이는 수신된 데이터를 REST(Representational State Transfer)의 PUT을 이용하여 전송하고 그 응답으로 부하제어정보, 전력제어정보 등을 XML 형태로 수신 받는다. 수용가의 홈페이지웨이는 수신된 XML 데이터로부터 가격 정보 등을 추출하여 수용가의 사용자에게 효율적인 에너지 사용을 제안 할 수 있다.
- 다양한 에너지 정보를 통합 관리 할 수 있다. 홈페이지웨이에 전기, 가스등 가정내 에너지 정보들이 축적되므로 에너지를 효율적으로 관리 할 수 있다. 예를들면 전기, 가스의 실내온도 조절에 같이 사용 될



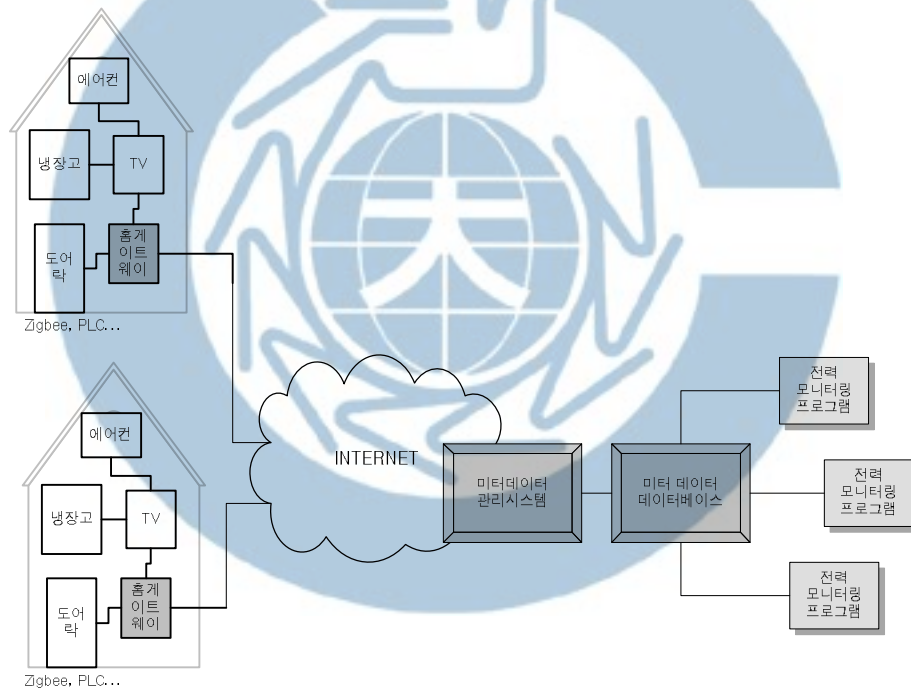
수 있는 에너지를 분류하여 각 에너지 가격을 기반으로 보다 효율적인 에너지를 수용가의 사용자에게 제안 할 수 있다.

- 통신 비용을 절감한다. 각 수용가 별로 원격검침네트워크를 구성한다면 인프라 구축이 중복된다. 홈게이트웨이에서 데이터를 통합하고 외부 네트워크 시스템과의 연결을 단일화하여 표준화된 XML 형식으로 검침 데이터를 전송하므로 검침 데이터 통신 비용을 절감 할 수 있다.
- 다양한 관리 플랫폼과 연동되는 인터페이스를 제공한다. 스마트그리드는 전력 관리 시스템을 통합하여 에너지 소비와 생산을 최적화하는 것에 그 목적이 있다. 그러므로 스마트그리드의 각 시스템들은 다양한 종류의 시스템과 통신 할 수 있는 인터페이스를 제공해야 한다. 이러한 요구를 충족하기 위해 제안 시스템은 외부 관리시스템과 통신하기 위한 웹 서비스 인터페이스를 제공한다. 제공되는 인터페이스는 REST를 기반으로 XML형식으로 데이터를 교환하므로 특정 플랫폼과 언어에 구속되지 않는다. 또한 REST는 SOAP(Simple Object Access Protocol)에 비해 쉽고 단순하며 추가적인 도구가 필요 없어 웹뿐만 아니라 모바일 환경 등 다양한 환경에서 SOAP보다 널리 사용될 수 있는 장점이 있다[12].

## 2. 시스템의 전체 구조

본 논문에서는 홈게이트웨이가 웹 서비스를 통해 외부 관리 시스템과 에너지 소비 정보 및 가격 정보 등을 효과적으로 교환 할 수 있는 시스템을 설계

하고자 하였다. 그림 3.1은 스마트미터, 홈게이트웨이, 미터 데이터 관리 프로그램, 전력 모니터링 프로그램으로 구성되는 홈게이트웨이 중심의 AMI 시스템의 전체 구조를 표현하고 있다. 미터 데이터는 홈게이트웨이에 통합되고 웹 서비스 기반으로 미터 데이터 관리 시스템에 전송된다. 전송된 미터 데이터는 데이터 관리 시스템에 의해 해석되어 데이터베이스에 누적되어 저장된다. 전력 모니터링 프로그램은 데이터베이스에 저장된 데이터를 기반으로 다양한 형태의 보고서를 제공한다.



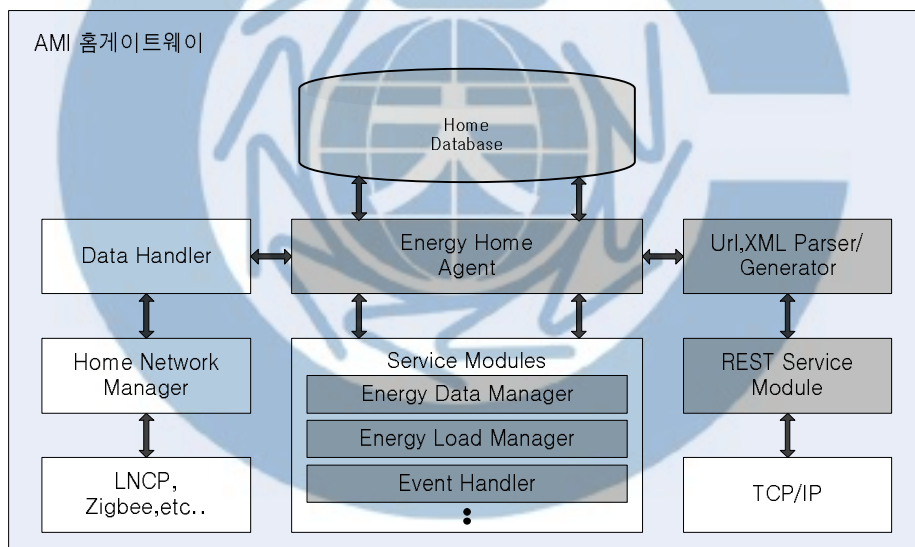
<그림 3.1> 홈네트워크기반 AMI 시스템 구조

<Fig. 3.1> AMI system architecture based on HomeNetwork

### 3. 시스템 기능 및 동작 상세

#### 2) 홈게이트웨이

일반적인 홈게이트웨이는 가정 내에 멀티미디어 서비스, 데이터 및 네트워크 기기 공유 서비스, 가전제어 서비스들을 제공한다. AMI를 위한 홈게이트웨이는 기존 게이트웨이에 전력관리를 위한 서비스 모듈을 추가하여 기존 서비스 모듈과 연동한다. 그림 3.2는 AMI를 위한 홈게이트웨이 구조를 표현하며 그 중 AMI를 위해 추가되는 모듈은 크게 다음과 같다.



<그림 3.2> 홈게이트웨이 동작 흐름 및 구성

<Fig. 3.2> Home Gateway Operation Flow and Configuration

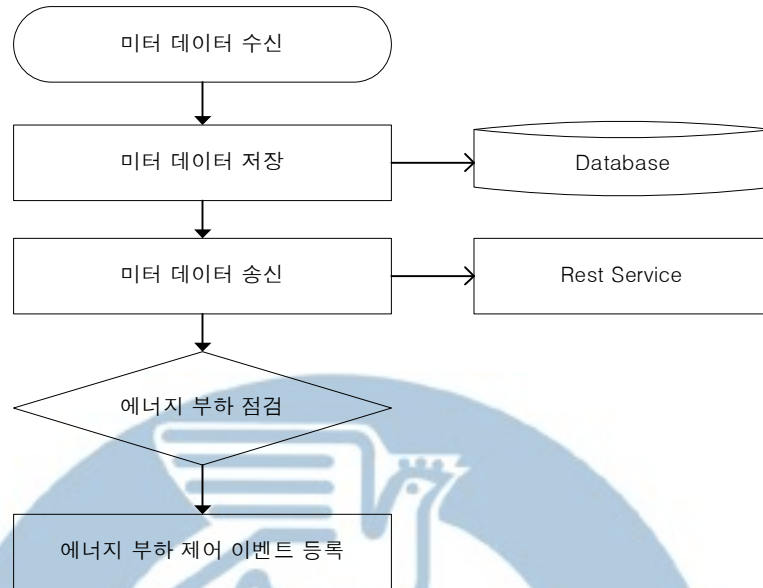
#### (1) 에너지 홈 대리자

기존 홈네트워크 대리자의 가전 정보에 에너지 정보를 추가하고 관리한다.

기존 홈네트워크는 각 가전의 동작 및 특성을 저장하고 관리한다. 제안된 시스템은 기존 정보에 가전의 에너지 분류 정보, 에너지 가격 정보, 에너지 제어 정보를 추가하여 관리한다. 에너지 홈 대리자는 기존 정보과 에너지 정보를 취합한 데이터와 함께 각 서비스 모듈, 데이터 핸들러등을 호출한다.

## (2) 에너지 데이터 관리자

데이터 핸들러에서 수신되는 데이터에 시간정보를 추가하여 홈 데이터베이스에 저장하고 동시에 미터 데이터 관리 시스템에 송신한다. 또한 수신된 데이터를 처리하여 정해진 임계치에 따라 이벤트를 처리자에 등록한다. 에너지 부하를 점검하고 미리 정해진 임계치 초과시 에너지 부하 제어 이벤트를 등록하거나 에너지 품질 장애 정보 수신시 장애 이벤트를 등록한다. 저장된 정보들은 홈게이트웨이 내부 타 서비스 모듈에 제공 되거나 외부 인터페이스를 통해 외부 관리 시스템에 제공된다. 그림 3.3은 제안된 시스템의 전력 데이터 처리 순서도이다.



**<그림 3.3> 전력 데이터 처리 순서도**  
**<Fig. 3.3> Power Data Processing flowchart**

본 시스템에서의 부하 제어 이벤트는 수신된 CurrentValue를 기준으로 소비량을 측정하여 일정량의 이상 일 경우에 발생한다.

### (3) 에너지 부하 관리자

에너지 소비 제어 기능을 담당하는 서비스 모듈로서 서비스 레벨에 따라 가전을 분류하고 관리한다. 에너지 부하 제어 정보를 기반으로 각 에너지 부하 시정해진 레벨에 따라 미리 지정된 스마트 가전을 즉시 제어한다. 제어 레벨은 수용가와 공급자간의 계약에 의해서 결정되거나 또는 수용가에서 결정 할 수 있다. 표 3.1은 전력 에너지를 위한 서비스 레벨의 예이다. 본 시스템의 에너지 부하 관리자는 표 3.1을 기준으로 홈페이지에 등록된 가전의 목록과 명령어 목록을 검색하여 제어 테이블을 생성 관리한다.

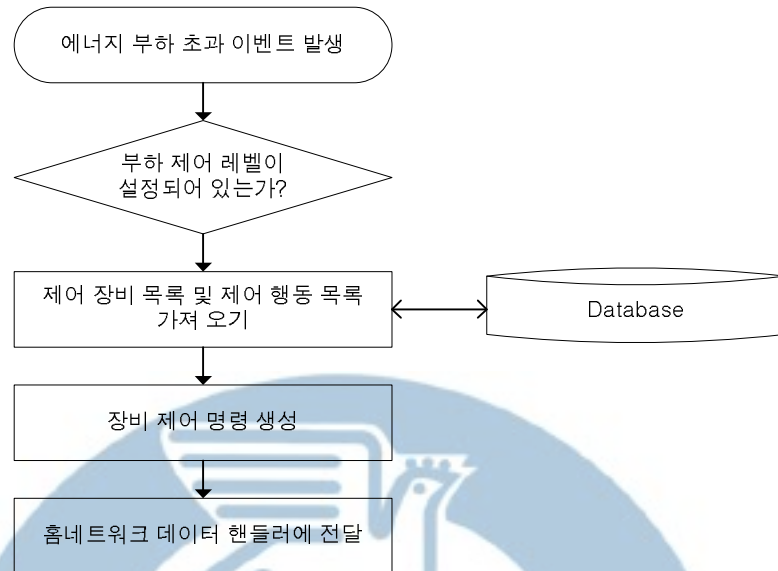
[표 3.1] 에너지 부하 제어 서비스 레벨

[Table 3.1] Energy Threshold Control Service Level

서비스 레벨	서비스 레벨 상세	제어 가전 목록	비고
Level 0	제어 불가 또는 불허	네트워크 장비, 전화 등	
Level 1	경고 후 제어가능 장비	TV, 컴퓨터, 다리미, 세탁기 등	경고 후 전원 차단
Level 2	자동 제어 장비	냉장고, 에어컨 등	전원 소비를 조정 할 수 있는 장비
Level 3	자동 전원 차단	현관 등, 스프링 쿨러 등	

#### (4) 이벤트 처리자

홈네트워크의 상태를 감시하고 장애 발생시 이벤트를 처리하거나 각 모듈로부터 등록된 이벤트를 감시한다. 각 이벤트 발생에 따라 에너지부하관리자, 에너지데이터관리자, 에너지 홈 대리자를 호출한다. 그림 3.4은 에너지 임계치 초과 발생 이벤트 처리 과정이다.



**<그림 3.4> 에너지 초과 발생 이벤트 처리 순서도**

**<Fig. 3.4> Excess energy event handling flowchart**

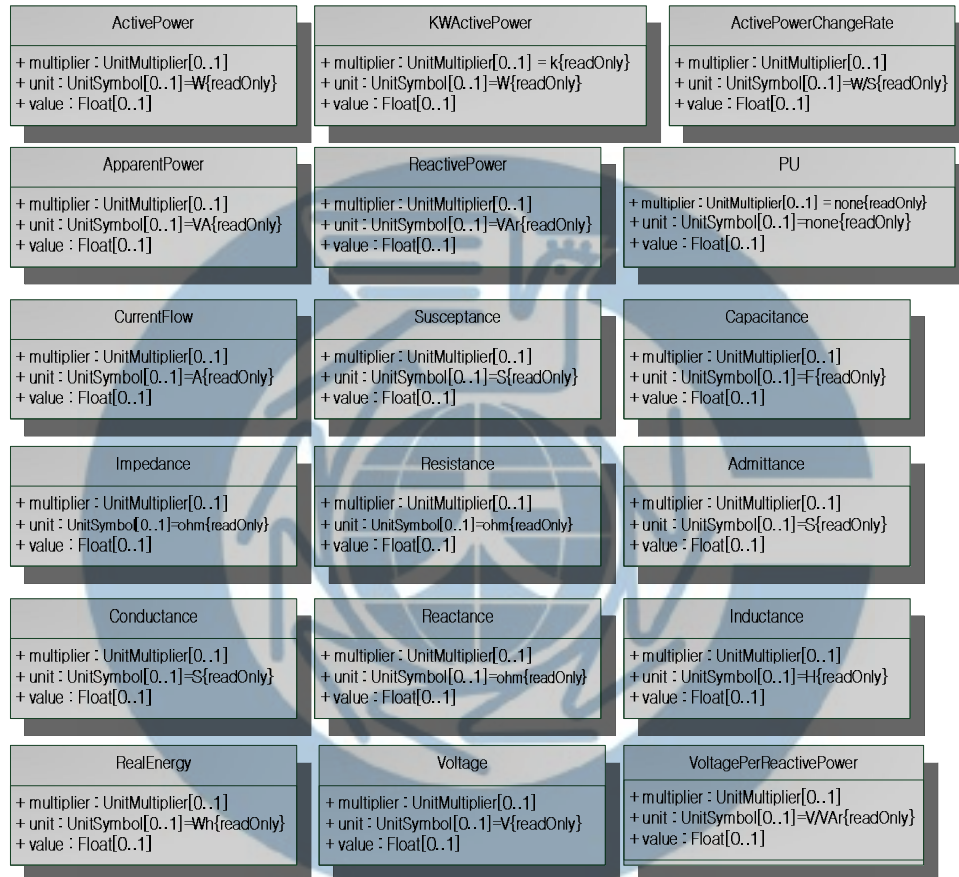
에너지 임계치 초과 이벤트가 등록 되면 등록된 부하 제어 레벨에 따라 장비 목록과 제어 행동 목록을 가져 온다. 장비 목록과 제어 행동 목록을 조합하여 장비 제어 명령을 실행하고 홈네트워크를 통해 명령을 수행한다.

#### (5) Url, XML 파서 및 생성기

에너지 정보 교환을 위한 Url과 XML 데이터를 생성하고 해석한다. REST의 원격 호출은 Http 기능을 제공하는 클래스를 이용하여 쉽게 호출 할 수 있다. 본 논문에서 제안된 시스템은 REST의 Url를 이용하여 데이터를 호출 및 삽입하며 데이터의 형태는 XML 메시지 형식으로 데이터를 교환한다. REST 호출은 일반적인 웹 주소 형태를 띠고 있어 문자열 조합으로 쉽게 만들 수 있으며 XML 메시지 형태는 플랫폼과 언어에 종속되지 않는 장점이 있다. 홈페이지웨



이와 미터 데이터 관리 시스템간의 전력량 정보 교환을 위한 데이터 구조는 그림 3.5의 IEC 61970을 따라 XML로 구성하며 송수신 되는 XML 메시지의 구조는 그림 3.6과 같다[18].



<그림 3.5> IEC 61970 전력 데이터 타입

<Fig. 3.5> IEC 61970 Electrical energy data type



```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>

<CMeterData xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <nCurrentAmount>0</nCurrentAmount>
  <ADDRESS>127.0.0.1</ADDRESS>
  <METERBGROUP>129</METERBGROUP>
  <METERNUMBER>1024</METERNUMBER>
  <DATETIME>2010-04-26T00:12:27.3671875+09:00</DATETIME>
  <CURRENTVALUE>103</CURRENTVALUE>
  <BACKFLOWVALUE>0</BACKFLOWVALUE>
  <STATUS>0</STATUS>
  <ActivePower>0</ActivePower>
  <KWActivePower>0</KWActivePower>
  <ActivePowerChargeRate>0</ActivePowerChargeRate>
  <ApparentPower>0</ApparentPower>
  <ReactivePower>1</ReactivePower>
  <PU>0</PU>
  <Susceptance>0</Susceptance>
  <Capacitance>0</Capacitance>
  <Impedance>0</Impedance>
  <Resistance>0.02</Resistance>
  <Admittance>0</Admittance>
  <Conductance>0</Conductance>
  <Reactance>0</Reactance>
  <Inductance>0</Inductance>

```

<그림 3.6> XML 메시지 구조  
 <Fig. 3.6> XML message data structure

또한 홈게이트웨이는 기간별 미터 데이터, 일일소비량, 월별소비량등의 통계 데이터를 REST 서비스를 통해 XML 형식으로 제공한다. 표 3.2은 제안된 홈게이트웨이가 제공하는 REST 서비스 목록이며 그림 3.7는 API로 반환되는 정해진 기간 동안 전력 소비 XML 데이터의 예이다.

[표 3.2] 홈게이트웨이 REST API 목록

[Table 3.2] Home Gateway REST API list

REST API	상세
<a href="http://localhost/EHomeGateway/meter">http://localhost/EHomeGateway/meter</a>	게이트웨이에 설치된 미터의 종류를 XML 형태로 제공한다.
<a href="http://localhost/EHomeGateway/meterdatas/electrocity/between/starttime/endtime">http://localhost/EHomeGateway/meterdatas/electrocity/between/starttime/endtime</a>	기간 동안 전력 소비 데이터를 XML 형태로 제공한다.
<a href="http://localhost/EHomeGateway/meterdatas/electrocity/days/starttime/endtime">http://localhost/EHomeGateway/meterdatas/electrocity/days/starttime/endtime</a>	기간 동안 일별 소비전력 데이터를 XML 형태로 제공한다.
<a href="http://localhost/EHomeGateway/meterdatas/electrocity/month/starttime/endtime">http://localhost/EHomeGateway/meterdatas/electrocity/month/starttime/endtime</a>	기간 동안 월별 소비전력 데이터를 XML 형태로 제공한다.
<a href="http://localhost/EHomeGateway/meterdatas/electrocity/statuscode">http://localhost/EHomeGateway/meterdatas/electrocity/statuscode</a>	전기 미터 데이터의 현재 상태 코드를 XML 형태로 제공한다.

```

meterDatas xmlns="http://schemas.datacontract.org/2004/07/WpfApplication1"
ns:i="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
- <meterData>
  <Amount>0</Amount>
  <BackAmount>0</BackAmount>
  <BackValue>0</BackValue>
  <Battery>30</Battery>
  <CurrentValue>50</CurrentValue>
  <MeterGroup>12</MeterGroup>
  <MeterSerial>1001</MeterSerial>
  <MeterStatusCode>0000</MeterStatusCode>
  <SourceIp>127.0.0.1</SourceIp>
  <Time>2010-05-07 오후 7:00:45</Time>
  </meterData>
- <meterData>
  <Amount>0</Amount>
  <BackAmount>0</BackAmount>
  <BackValue>0</BackValue>
  <Battery>30</Battery>
  <CurrentValue>50</CurrentValue>
  <MeterGroup>12</MeterGroup>
  <MeterSerial>1001</MeterSerial>
  <MeterStatusCode>0000</MeterStatusCode>
  <SourceIp>127.0.0.1</SourceIp>

```

<그림 3.7> 기간별 XML 미터 데이터

<Fig. 3.7> Period XML meter data

#### (6) REST 서비스 모듈

HTTP의 GET, PUT, PUSH, DELETE 명령어를 이용하여 XML 형식으로 데이터를 미터 데이터 관리 시스템에 전송하고 데이터 관리 시스템으로부터는 XML형태로 에너지 가격 정보 및 제어정보를 수신 받는다. 또한 REST 웹 서비스를 제공하여 타 기기에 XML 형태의 데이터를 제공한다. 원격지의 미터 데이터 관리 시스템의 REST를 호출 하는 것은 일반적인 HTTP 통신 클래스를 이용하여 쉽게 만들 수 있다. 제안된 시스템에서는 데이터의 요청 및 전송을 위해서는 C#의 `HttpWebRequest` 클래스를 사용하고 REST 서비스의 제공은 .NET Framework의 WCF를 사용한다. WCF를 사용한 웹 서비스는 호스팅에 웹 서버가 필요 없는 이점이 있다. 즉 홈게이트웨이가 웹 서비스를 내부에 플러그 인처럼 포함하여 홈게이트웨이 내부 다른 서비스 모듈과 효과적으로 연동 할 수 있으며 무거운 웹 서버를 홈게이트웨이에 올리지 않고 웹 서비스를 제공 할 수 있는 이점이 있다[19]. 다음 명령은 홈게이트웨이에서 미터 데이터 관리 시스템에 전력 데이터를 전송하기 위한 PUT 명령이다.

<http://localhost:8080/Service/put?user={USER}&pass={PASS}>

미터 데이터 관리 시스템은 인증되지 않은 홈게이트웨이의 침입을 방지하기 위해 위와 같이 USER ID와 PASS를 비교한다.

### 3) 미터 데이터 관리 시스템

미터 데이터 관리 시스템은 홈게이트웨이가 송신하는 REST 요청 정보로부터 미터 데이터를 해석하고 시간, 가격정보, 부하 제어 신호를 XML 형태로 응답하는 시스템이다. 수신된 정보는 미리 정의된 데이터 형식으로 일반화되어 데이터관리모듈에 전달된다. 데이터관리모듈은 미터 데이터를 기반으로 이전 데이터와 비교하여 데이터를 체계적으로 저장하고 미터 상태 정보를 기반으로 미터기 장애 이벤트를 생성한다. 또한 가격정보를 변경하기 위한 인터페이스와 수용가의 부하 제어 신호를 생성하기 위한 인터페이스를 제공한다. 미터 데이터 관리 시스템은 홈게이트웨이와 같은 REST 서비스 모듈과 URL, XML 파서 생성기, 데이터 베이스 연결 관리 모듈, 미터 데이터처리모듈로 구성된다.

#### (1) 데이터베이스 연결 관리 모듈

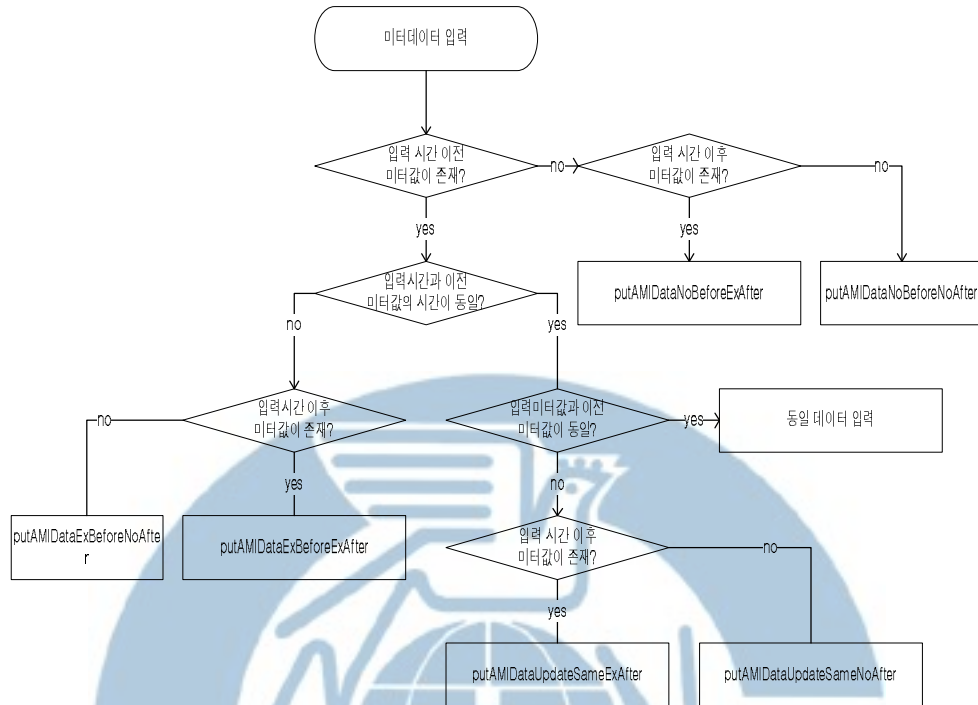
데이터베이스 커넥션 풀을 사용한다. 데이터베이스와 연결을 생성 할 때 약간의 소요시간이 발생하며 리소스 또한 많이 필요하다. 따라서 본 시스템에서는 빈번한 데이터를 신속하게 데이터베이스에 저장하기 위해서 연결 관리 객체를 미리 일정한 수만큼 생성 한 후 재사용하는 커넥션 풀을 사용한다. SafeConnection 클래스는 데이터베이스 연결 관리 클래스로서 현재 연결의 사용 가능 정보를 제공한다. 특정 종류의 데이터베이스의 경우에는 일정시간 동안 사용하지 않는 경우 자동으로 연결이 해제되는 현상이 발생한다. 따라서 안전하게 연결을 사용하기 위해서는 사용 전에 먼저 연결을 점검해야 한다.

SafeConnection은 연결을 점검하고 해제되었다면 다시 연결하는 일련의 작업을 수행한다. ConnectionPoolMysql 클래스는 일정 수의 SafeConnection을 소유하고 데이터베이스 연결 요청 시 미리 생성된 연결을 제공한다.

또한 데이터베이스 추상화를 사용한다. 다양한 종류의 데이터베이스를 사용하기 위해 추상화 클래스인 AbstractDatabase를 사용한다. 타 데이터베이스를 지원하기 위해서는 AbstractDatabase를 상속받아 구현하면 상위 클래스 수정 없이 쉽게 구현 할 수 있다.

## (2) 미터 데이터 처리 모듈

수신된 미터데이터를 데이터베이스에 저장한다. 미터 데이터 관리 시스템은 데이터의 확인과 보정을 위해 특정 홈페이지로부터 일정 시간 동안 누적된 미터데이터를 가져와 갱신하는 기능을 제공한다. 따라서 미리 저장된 시간의 데이터를 갱신하는 경우에는 CurrentValue의 변동에 따라 데이터를 각기 다른 방법으로 갱신해야 한다. 그림 3.6는 CurrentValue의 변동에 따라 다르게 호출되는 API를 표현하고 있다



<그림 3.8> 미터 데이터 처리 API 호출 순서도

<Fig. 3.8> Meter data process API call flowchart

① putAMIDataNoBeforeNoAfter

이전 또는 동일 시간 미터 값과 이후 시간 미터 값이 없이 미터 값이 처음 입력된 경우이다. 입력된 미터 값의 에너지 소비량을 0으로 Meter\_Data, Meter 테이블에 추가한다.

② putAMIDataNoBeforeExAfter

이전 또는 동일 시간 미터 값은 존재하지 않지만 이후 시간 미터 값이 존재하는 경우이다. 누락된 첫 번째 데이터가 수신되었으므로 첫 이후 시간 에너지



지 소비량 값은 첫 이후 시간의 `currentValue`와 수신된 `currentvalue`의 차가 된다. 그리고 이후 시간 데이터 값이 가장 최근 값을 표현하는 `Meter` 테이블의 데이터 값과 동일할 경우 `Meter`의 데이터 값도 갱신한다.

③ `putAMIDataExBeforeNoAfter`

가장 최근 미터 값이 수신된 정상적인 주기로 데이터가 수집된 경우이다. 입력된 `currentvalue`와 이전 시간 `currentvalue`의 차가 에너지 소비량이 된다. 계산된 에너지 소비량을 `Meter` 테이블에 갱신하고 `Meter_Data` 테이블에 추가한다. 입력된 데이터의 `meterStatusCode`가 가장 최근 `meterStatusCode`와 상이하면 이벤트를 추가한다.

④ `putAMIDataExBeforeExAfter`

저장된 데이터 시간 사이에 미터 데이터가 새로이 수신된 경우이다. 수신된 미터 데이터를 기준으로 첫 데이터 수신 이후 시간 데이터가 수정된다. 첫 이후 시간 데이터의 에너지 소비량을 첫 이후 시간 데이터의 `currentvalue`와 수신된 데이터의 `currentvalue`의 차로 갱신한다. 입력된 미터 데이터의 에너지 소비량은 입력된 데이터의 시간을 기준으로 수신된 데이터의 `currentvalue`와 최근 데이터의 `currentvalue`의 차가 된다.

⑤ `putAMIDataUpdateSameExAfter`

데이터베이스에 수신된 미터 데이터와 동일한 시간대의 미터 데이터가 존재



하고 동시에 이후 시간의 데이터가 존재하는 경우이다. 수신된 데이터의 currentvalue와 동일한 시간대의 currentvalue가 상이 할 경우 저장된 데이터들을 수정한다. 이후 시간의 데이터가 Meter 테이블의 데이터와 일치 하는 경우 Meter 테이블의 에너지 소비량과 Meter\_Data 테이블의 이후 시간의 에너지 소비량을 이후 시간의 currentvalue와 수신된 currentvalue의 차로 수정한다. 그리고 수신된 시간의 에너지 소비량과 currentvalue를 수정한다.

⑥ putAMIDataUpdateSameNoAfter

수신된 미터 데이터의 시간이 데이터베이스에 저장된 가장 최근 데이터와 일치하는 경우이다. Meter 테이블과 Meter\_Data 테이블의 에너지 소비량을 수신된 미터 데이터를 기준으로 가장 최근 미터 데이터의 currentvalue와 수신된 데이터의 currentvalue의 차로 수정한다.

⑦ 동일데이터 입력

수신된 미터 데이터가 데이터베이스에 저장된 데이터와 동일 한 경우이다. 추가 작업이 필요 없다.

#### 4) 전력 모니터링 프로그램

전력 모니터링 프로그램은 전력 공급자에게 수용가의 에너지 소비 추이 정보를 제공하는 프로그램으로 본 논문에서 제안된 시스템의 공급자 측면에서의 효율성을 증명하기 위한 프로그램이다. 공급자는 정산과 운영 두 가지 측면에

서 스마트그리드를 필요로 한다. 정산의 측면에서는 정산에 이르는 과정을 자동화하여 시간적, 물질적으로 이익을 볼 수 있을 뿐만 아니라 검침의 정확성을 높이려 한다. 운영 측면으로는 장애를 실시간으로 인지하여 신속하게 복구에 대응 할 수 있으며 에너지 소비 추이를 분석하여 에너지 생산 계획을 최적화하고자 한다[2]. 본 논문에서는 이와 같은 에너지 공급자의 에너지 소비 정보 분석의 필요성에 따라 전력모니터링 프로그램을 데이터베이스에 기반하여 구현하였으며 기능과 구현원리는 다음과 같다. 제안 구현된 프로그램은 수용가들의 미터 데이터 관리시스템의 실시간 에너지 사용 감시를 위해 Merter\_Data 테이블을 검색하여 최근 수신 데이터, 미터별 최근 데이터 검색 기능을 제공한다. 또한 수용가들의 에너지 소비 분석을 위해서 각 수용가의 월별, 일별 에너지 소비량을 효과적인 표, 그래프 형식으로 제공한다. 수용가들의 부하 발생, 장애 발생들의 이벤트를 감시하기 위한 기능을 제공한다. 미터 데이터 관리 시스템은 특정 이벤트 발생시 Event 테이블에 새로운 데이터를 추가한다. 전력 모니터링 프로그램은 이 Event 테이블을 감시하는 백그라운드 쓰레드가 따로 존재하며 새로운 이벤트가 추가 될 경우 메인 UI의 경고 리스트에 새로운 이벤트 로그가 추가된다. 또한 추가된 로그를 통해 현재 경고가 발생한 곳의 지리정보를 출력하는 기능도 제공하여 보다 효과적인 대응을 할 수 있도록 한다. 전력 모니터링 프로그램은 정산을 위한 기능은 메뉴만 구현되어 있다. 정산을 위한 기능은 다른 시스템인 정산 서버와의 연동이 필요한 부분으로 향후 연구 할 예정이다.

## VI. 시스템의 구현과 적용

본 장에서는 III에서 설계한 홈게이트웨이, 미터 데이터 관리 시스템 기반의 시뮬레이터 프로그램과 전력 모니터링 프로그램 구현을 살펴보고 그 실용성을 증명하고자 한다. 수용가에서 필요한 실시간 전력 소비 정보 제공 기능, 부하 제어 기능 및 공급자에게 필요한 운영에 필요한 기능을 설명한다.

### 1. 시스템 구현 환경

모의 홈네트워크 시뮬레이터, 모의 홈게이트웨이, 미터 데이터 관리 시스템은 Visual Studio 2008을 이용하여 C#으로 구현하였다. 전력 모니터링 프로그램 또한 Visual Studio 2008을 이용하여 C++로 구현하였으며 위치기반 서비스를 제공하기 위해서는 Google MAP API[20]와 아파치 웹 서버를 이용하였다. 데이터베이스는 공통으로 Mysql을 사용하였다.

### 2. 홈네트워크 시뮬레이터 및 모의 홈게이트웨이

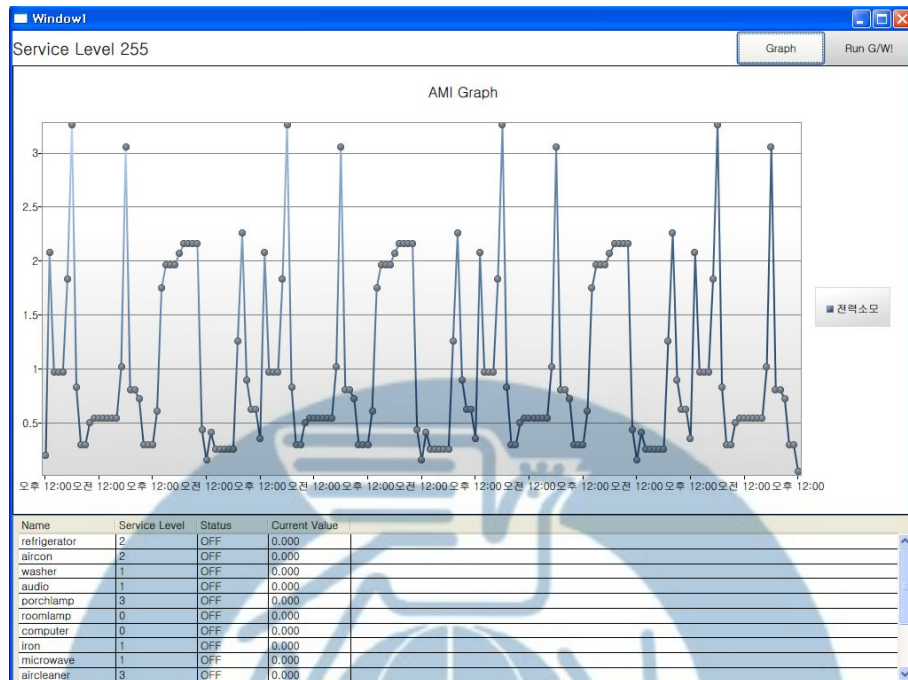
홈네트워크 시뮬레이터는 가상의 가전기기 정보를 가지는 시뮬레이터이다. 정해진 주기로 가상 가전의 현재 에너지 소비 정보를 모의 홈게이트웨이에 송신한다. 또한 모의 홈게이트웨이에서 송신되는 가전 제어 명령을 실행하여 가상 가전의 현재 에너지 소비 정보를 수정한다. 모의 홈게이트웨이는 홈네트워크 시뮬레이터에서 송신되는 에너지 소비 정보를 홈게이트웨이 데이터베이스

에 저장함과 동시에 미터 데이터 관리 시스템에 REST를 사용하여 전송한다. 가전에 대한 정보와 에너지 소비 프로파일을 저장하고 있으며 설정된 서비스 레벨에 따라 홈네트워크 시뮬레이터에 가전 제어 명령을 내린다. 홈네트워크 시뮬레이터와 모의 홈게이트웨이는 실제 스마트홈이 Zigbee, PLC(Power Line Carrier)등을 탑재한 가전으로 구성되는 홈네트워크와 명령을 수행하는 홈게이트웨이로 구성되는 것을 참조[21] 하였으며 홈네트워크의 싱크 노드가 RS-232로 홈게이트웨이와 대부분 통신 하므로 서로 RS-232를 사용하여 통신하도록 구현하였다. 그림 4.1은 구현한 홈네트워크 시뮬레이터의 화면이며 4.2는 홈게이트웨이가 가장 최근 에너지 소비량과 매시간 에너지 소비량을 그래프로 출력하는 화면이다.



<그림 4.1> 홈네트워크 시뮬레이터

<Fig. 4.1> HomeNetwork Simulator

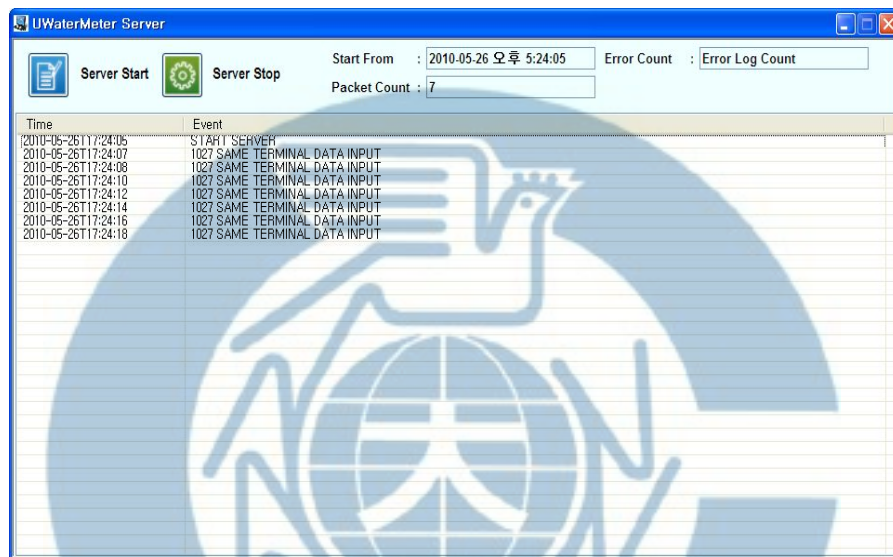


<그림 4.2> 모의 홈게이트웨이  
<Fig. 4.2> Home Gateway Simulator

## 2. 미터 데이터 관리 시스템

미터 데이터 관리 시스템은 홈게이트웨이로부터 송신되는 에너지 소비 정보를 4장에서 설계한 저장 알고리즘에 따라 저장한다. 홈게이트웨이의 데이터를 수신하기 위해 REST(Representational State Transfer) 웹서비스를 제공하며 다수의 홈게이트웨이를 지원하기 위한 멀티 쓰레드 구조로 설계하였다. 또한 전력 모니터링 프로그램에서 홈게이트웨이의 설정값등을 제어하기 위해 Command 테이블을 주기적으로 감시하는 백그라운드 쓰레드를 가지고 있다. Command 테이블에 추가된 명령은 미터 데이터 관리 시스템에 의해 XML(Extensible Markup

Language)형식의 데이터로 변환 되어 해당 홈페이지가 데이터 송신시 응답으로 송신된다. 제안된 시스템은 이 일련의 동작을 통해 공급자에게 수용가 전력 소비 부하 제어 기능을 제공한다. 화면 4.3은 미터 데이터 관리 시스템의 화면이다.



<그림 4.3> 미터 데이터 관리 시스템  
<Fig. 4.3> Meter Data Management System

## 2. 전력 모니터링 프로그램 기능

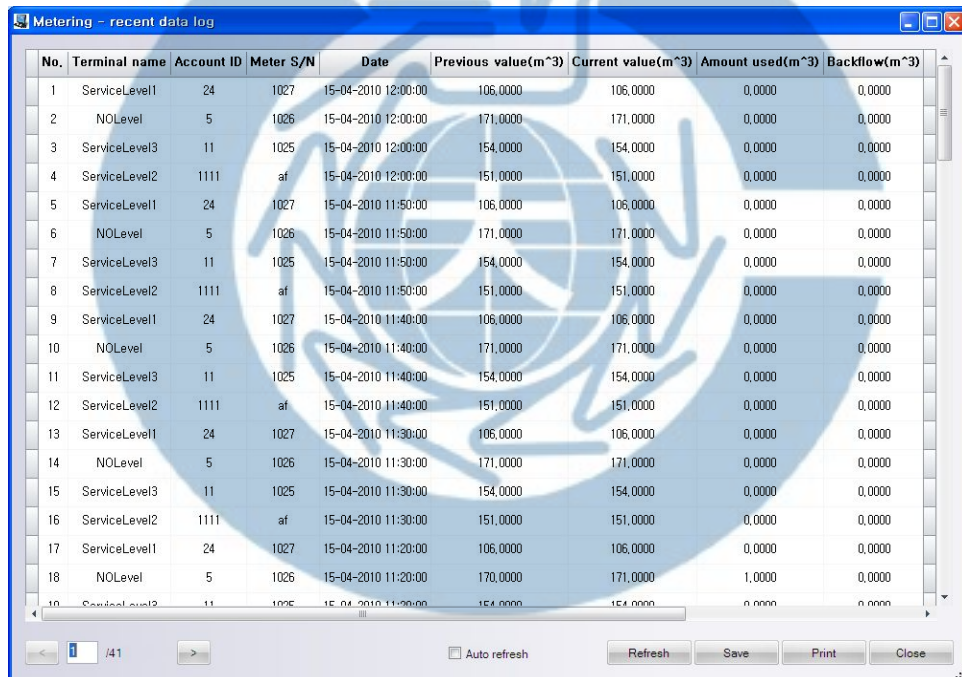
홈네트워크 기반의 AMI 시스템으로 실시간 에너지 소비 정보와 통계 그리고 경고 이벤트 감시 기능을 제공한다.

### 1) 실시간 에너지 소비 정보

제안된 시스템에서는 수용가들의 실시간 에너지 전력 소비 정보를 제공하기



위해서 최근 수신 데이터 검색 기능과 미터별 최근 데이터 검색 기능, 미터 데이터 검색 기능을 제공한다. Meter\_Data 테이블의 데이터를 가장 최근 수신한 값들 또는 미터 별로 가장 최근 수신된 미터 데이터를 검색 출력한다. 등록된 모든 미터의 가장 최근 CurrentValue, Previous Value, 데이터 소비량, 수신 시간 등을 확인 할 수 있다. 또한 모든 미터의 데이터 수신 상태를 확인 할 수 있으며 가장 최근 소비량을 빠르게 파악 할 수 있다. 화면 4.4는 최근 수신 데이터 검색 화면이다.



No.	Terminal name	Account ID	Meter S/N	Date	Previous value(m³)	Current value(m³)	Amount used(m³)	Backflow(m³)
1	ServiceLevel1	24	1027	15-04-2010 12:00:00	106,0000	106,0000	0,0000	0,0000
2	NOLevel	5	1026	15-04-2010 12:00:00	171,0000	171,0000	0,0000	0,0000
3	ServiceLevel3	11	1025	15-04-2010 12:00:00	154,0000	154,0000	0,0000	0,0000
4	ServiceLevel2	1111	af	15-04-2010 12:00:00	151,0000	151,0000	0,0000	0,0000
5	ServiceLevel1	24	1027	15-04-2010 11:50:00	106,0000	106,0000	0,0000	0,0000
6	NOLevel	5	1026	15-04-2010 11:50:00	171,0000	171,0000	0,0000	0,0000
7	ServiceLevel3	11	1025	15-04-2010 11:50:00	154,0000	154,0000	0,0000	0,0000
8	ServiceLevel2	1111	af	15-04-2010 11:50:00	151,0000	151,0000	0,0000	0,0000
9	ServiceLevel1	24	1027	15-04-2010 11:40:00	106,0000	106,0000	0,0000	0,0000
10	NOLevel	5	1026	15-04-2010 11:40:00	171,0000	171,0000	0,0000	0,0000
11	ServiceLevel3	11	1025	15-04-2010 11:40:00	154,0000	154,0000	0,0000	0,0000
12	ServiceLevel2	1111	af	15-04-2010 11:40:00	151,0000	151,0000	0,0000	0,0000
13	ServiceLevel1	24	1027	15-04-2010 11:30:00	106,0000	106,0000	0,0000	0,0000
14	NOLevel	5	1026	15-04-2010 11:30:00	171,0000	171,0000	0,0000	0,0000
15	ServiceLevel3	11	1025	15-04-2010 11:30:00	154,0000	154,0000	0,0000	0,0000
16	ServiceLevel2	1111	af	15-04-2010 11:30:00	151,0000	151,0000	0,0000	0,0000
17	ServiceLevel1	24	1027	15-04-2010 11:20:00	106,0000	106,0000	0,0000	0,0000
18	NOLevel	5	1026	15-04-2010 11:20:00	170,0000	171,0000	1,0000	0,0000
19	ServiceLevel2	11	1025	15-04-2010 11:20:00	154,0000	154,0000	0,0000	0,0000

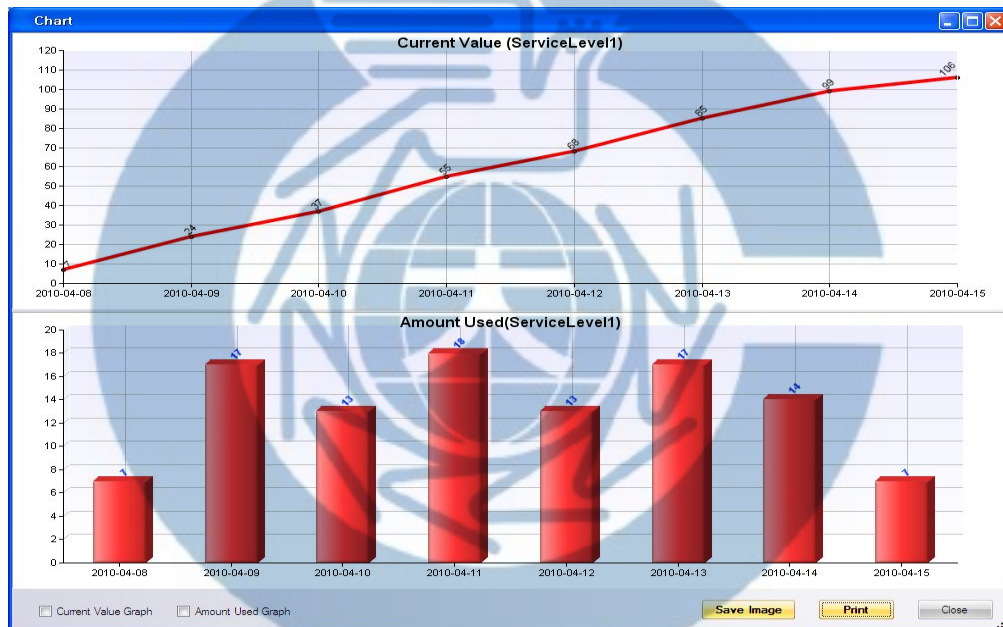
<그림 4.4> 최근 수신 데이터 검색 기능

<Fig. 4.4> Recently received data search feature



## 2) 에너지 소비 통계 기능

특정 미터의 월별, 일별 전력 소비량을 표와 그래프로 표시한다. 표시된 그래프는 JPG 파일 또는 프린터가 가능하다. 특정 날짜 또는 특정월의 전력 소비량을 확인 함으로서 수용가의 연간 월간 전력 소비 추이를 추적 할 수 있는 기반을 제공한다. 그림 4.5는 일별 전력 소비량 그래프이다.



<그림 4.5> 일별 전력 소비량 그래프

<Fig. 4.5> Daily power consumption graph

## 3) 경고 이벤트 감시 기능 최근 장애 검색 기능

구현된 프로그램은 경고 이벤트 감시 기능을 제공하기 위해 장애 모니터링 기능, 최근 장애 검색 기능, 수용가 별 장애 검색 기능을 제공한다. 최근 발생

한 수용가의 장애를 확인 할 수 있으며 장애 이력 테이블을 제공하여 장애 별로 처리 이력을 관리 할 수 있는 기능을 제공한다. 장애 모니터링 기능은 수용가의 장애 발생시 메인 UI(User Interface)의 Alarm 목록에 경고가 추가 된다. 경고를 클릭하면 해당 수용가의 위치가 맵에 표시 되어 보다 효과적으로 장애에 대응 할 수 있도록 한다. 그림 4.6는 최근 장애 검색 기능 수행 화면이다.

No.	Event ID	Name	Date	Meter S/N	Code	Device type	Status	Comment	Action
1	1440	NONE	16-04-2010 13:44:47	NONE	Normal	terminal	Release	Event!	Cmt.
2	1439	NONE	16-04-2010 13:43:33	NONE	Transmit_Error	terminal	Alarm	Event!	Cmt.
3	1438	NONE	16-04-2010 13:43:13	NONE	Normal	terminal	Release	Event!	Cmt.
4	1437	NONE	16-04-2010 13:19:32	NONE	Config	terminal	Alarm	Event!	Cmt.
5	1436	NONE	16-04-2010 13:15:18	NONE	Normal	terminal	Release	Event!	Cmt.
6	1435	NONE	16-04-2010 13:13:12	NONE	Transmit_Error	terminal	Alarm	Event!	Cmt.
7	1434	NONE	27-02-2010 07:00:00	NONE	Normal	terminal	Release	Event!	Cmt.
8	1433	NONE	27-02-2010 06:00:02	NONE	NONE	terminal	Alarm	Event!	Cmt.

<그림 4.6> 최근 장애 검색 기능  
<Fig. 4.6> Recently Fault Search Feature

### 3. 구현 시스템 결과 분석

본 논문에서 설계 한 시스템을 실험하기 위한 모의 시스템의 동작 흐름은 다음과 같다. 모의 홈네트워크 시뮬레이터는 저장된 프로파일에 따라 정의 된 모의 가전 기기의 동작을 제어하고 10분 주기로 그 전력 소비량을 전송한다.

모의 홈게이트웨이는 수신된 전력 소비량을 부하기준과 비교하여 부하발생시 가전 기기 동작 제어 명령을 모의 홈네트워크 시뮬레이터에 전송한다. 또한 모의 홈게이트웨이는 수신된 전력 소비량을 REST 웹 서비스를 사용하여 미터 데이터 관리 시스템에 전송한다. 미터 데이터 관리 시스템은 홈게이트웨이로부터 수신된 전력 소비량 데이터를 체계적으로 데이터베이스에 저장한다.

표 4.1은 모의 실험을 통한 서비스 레벨 별 전력 소비량 통계이다. 모의 홈 네트워크에 의해 제어되는 가전 기기는 Washer, Audio, Porch Lamp, Room Lamp, Computer, Air conditioner, Microwave, TV, Air Cleaner, Humidifier, Refrigerator이며 그 동작은 모의 동작 프로파일을 기반으로 레벨 별로 동일하게 동작한다.

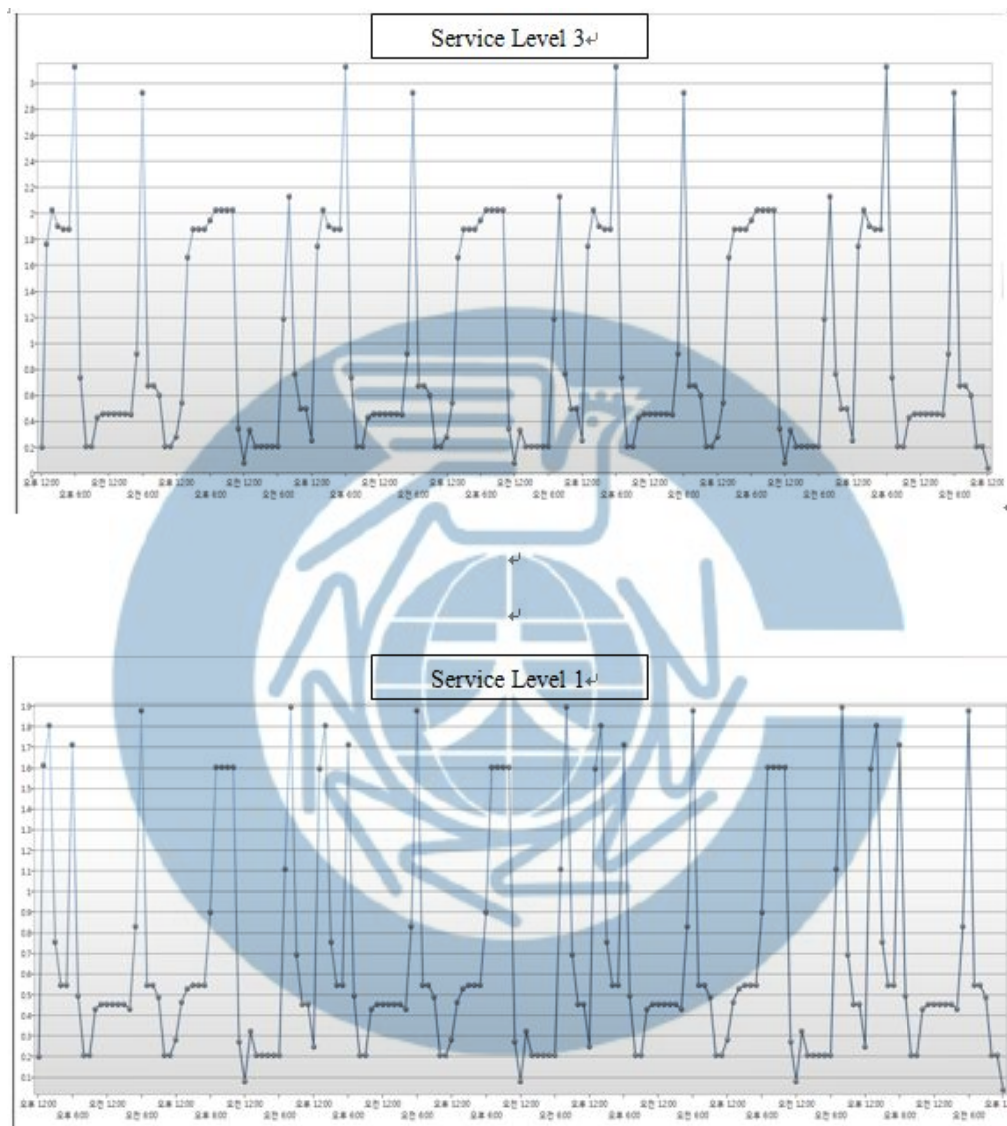
[표 4.1] 서비스 레벨 별 전력 소비량

[Table 4.1] Power Consumption by Service level

SERVICE LEVEL	전력 소비 합계	시간 별 최대 전력소비	일별 최대 전력 소비
Not Define	183.82	3.25	28
Level 3	167.31	3.12	27
Level 2	163.42	3.02	26
Level 1	112.52	1.89	18

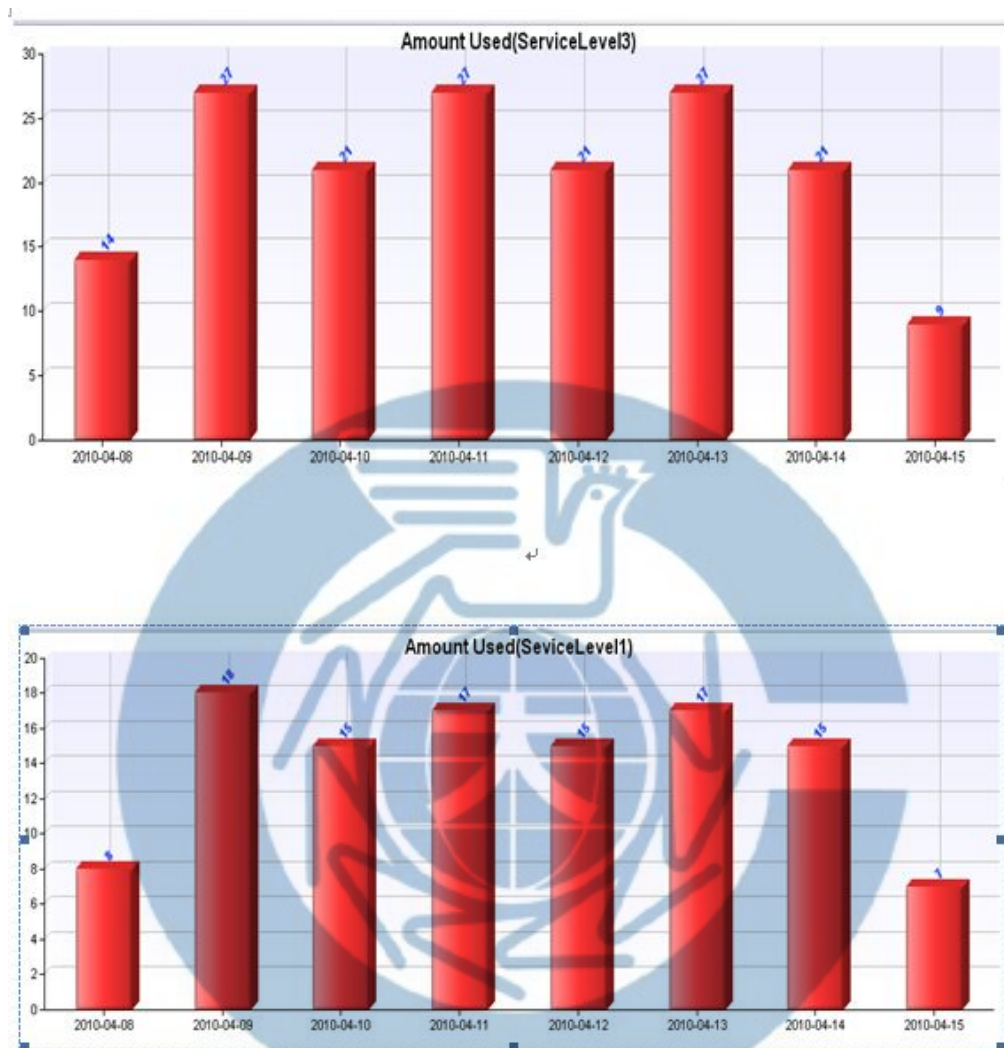
그림 4.7은 본 논문에서 구현한 모의 홈게이트웨이에서 표 4.1의 데이터를 시간 별 전력소비량 합 그래프로 표현한 것이며 그림 4.8는 전력 모니터링 프로그램에서 제공하는 Level 3와 Level 1의 일별 전력 소비량 합 그래프이다. 이 그래프들은 제안된 시스템이 에너지 서비스 레벨을 기반으로 에너지를 보다 효율적으로 관리함을 보여 주며 서비스 레벨이 높을수록 효율이 상승함을 보

여준다.



<그림 4.7> 시간 별 전력 소비량 합 그래프

<Fig. 4.7> Hourly total power consumption graph



<그림 4.8> 일별 전력 소비량 합 그래프  
 <Fig. 4.8> Daily total power consumption graph



## V. 결론

본 논문에서는 전통적인 원격 검침 시스템과 기존 스마트미터 중심의 AMI(Advanced Meter Infrastructure)시스템을 고찰하고 그 단점을 보완하기 위한 홈네트워크 기반의 AMI 시스템을 설계 구현하였다.

기존 AMI 시스템 연구는 홈네트워크와 AMI 시스템이 분리되어 있어 상호 연동에 새로운 장비 또는 인터페이스가 필요한 단점이 있다. 본 논문에서는 기존에 설치된 홈네트워크에 AMI를 위한 서비스 모듈만을 추가하므로 보다 이벤트 발생 즉시 효율적으로 가전을 제어 할 수 있다. 또한 각 검침 데이터를 관리 시스템에 송신하기 위해 단일 인터페이스를 사용함으로써 통신 비용을 절감 할 수 있으며 검침 데이터의 송수신은 XML 형식을 사용하므로 플랫폼이나 구현 언어로부터 독립적인 관리 시스템의 구현이 가능하다. 뿐만 아니라 통신을 위해 사용된 REST는 별도의 다른 서비스 모듈 없이 구현이 가능하므로 제안된 시스템은 다양한 스마트그리드 시스템에 데이터 제공이 용이한 장점이 있다.

제안된 시스템을 사용하면 수용가는 가정 내에서 실시간으로 에너지 사용현황과 비용 그리고 에너지 가격을 확인 할 수 있으므로 수용가는 에너지 소비를 보다 효율적으로 사용 할 수 있게 된다. 또한 단순한 에너지 소비 추이 관찰에서 벗어나 피크치 요금 체계에서는 부하 제어 기능을 사용하면 에너지 소비 피크를 제어하여 에너지 비용을 절감 할 수 있게 된다. 구현된 AMI 시스템

템의 전력 모니터링 프로그램을 사용하는 전력 생산자는 수용가에서 사용하는 실시간 전력 소비, 실시간 장애 정보, 에너지 소비 통계 정보를 확인 하여 생산 계획의 기반 자료로 활용 할 수 있다. 이와 같이 제안 된 시스템은 에너지 생산과 소비의 최적화를 목적으로 하는 스마트그리드에 에너지 정보 교환을 위한 기반 데이터 인프라를 제공한다.

AMI는 스마트그리드를 위한 기반 인프라로서 일부분에 해당한다. 그러므로 향후에는 제안된 시스템을 기반으로 스마트그리드의 고객정보시스템, 정전관리시스템, 작업관리시스템등과 통합하기 위한 연구가 필요 할 것이며, 전력뿐만 아니라 가스, 물등 다양한 자원을 관리 할 수 있는 기능에 대한 연구가 필요 할 것이다.



## 참고문헌

- [1] 이유봉, 정의의 관념에서 바라본 지구온난화와 배출권제도, 환경법과 정책 제3집, November 2009, pp. 45-86.
- [2] National Energy Technology Laboratory for the U.S. Department of Energy Office of Electricity Delivery and Energy Reliability, Advanced Metering Infrastructure , February 2008.
- [3] 김장권, 조영빈, USN 기반의 AMI 기술개요, 전자공학회지 제36권 제12호, 2009년 12월, pp.1313-1324.
- [4] 안기봉, 한태환, 스마트 그리드(지능형 전력망)와 스마트 세대분전반, 조명 전기설비학회지, 제23권 제4호, 2009년 8월, pp. 18-26.
- [5] 이일우, 박완기, 박광로, 손승원, 스마트 그리드 기술 동향, 정보와 통신, 2009년 9월, pp. 24-33.
- [6] 배창석, 유진호, 강동오, 강규창, 이전우, 홈 서버 구현 기술, 정보통신기술 제16권 제2호, 2002년 11월 pp. 38-58.
- [7] 김근영, 김영명, 통신사업자 홈네트워크 기반의 스마트 그리드 AMI 구축 방안, 정보과학회지 제27권 11호, 2009년 11월, pp. 93-97.
- [8] 정정수, 이흥호, 자동 원격검침시스템과 DAS의 연계, 대한전기학회 전기설비전문위원회 추계학술대회, 2008년 9월, pp. 47-51.
- [9] 고윤석, 네트워크 기반 자동화 변전소에서 SOAP을 이용한 IED간 정보교환기술 연구, 대한전기학회 제55A권 9호, 2006년 9월, pp. 376-383.

- [10] 김영숙, 조성호, XML Bible, 삼양출판사, 2001년 6월
- [11] 박유미, 문애경, 유현경, 정유철, 김상기, SOAP 기반 웹서비스와 RESTful 웹서비스 기술 비교, 전자통신동향분석 제25권 제2호, 2010년 4월.
- [12] R. T. Fielding, Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architecture, University of California, Irvine, 2000.
- [13] 한창환, 길준민, 한연희, REST 웹 서비스를 이용한 데이터베이스 정보 획득, 한국정보기술학회논문지, 제6권 제4호, 2008년 8월, pp. 196-206
- [14] 원종률, 한진희, 신용학, AMI 기반 전력부가서비스 개발을 위한 국내외 사례분석, 대한전기학회 전력기술부분회 추계학술대회, 2006년 11월, pp. 255-257.
- [15] 강환수, 스마트카드 기반의 전력원격검침 프레임워크, 한국콘텐츠학회 논문지, Vol. 9 No. 7, 2009년 3월, pp. 121-129.
- [16] 최원호, 박종연, 전력선통신과 인터넷을 이용한 원격제어 및 검침구현, 대한전자공학회논문지 제40권 SC편 제4호, 2003년 7월, pp. 58-66.
- [17] 현덕화, 임용훈, 자동 원격검침 기술개발 동향, 전자파기술 제15권 제4호, 2004년 11월, pp. 47-56.
- [18] IECTC 57 WG14, Energy Management System Application Interface Part301: Common Information Model.
- [19] Juval Lowy, Programming WCF Service, O'Reilly, February 2007.
- [20] Google, Google Maps API Reference, <http://Code.Google.com/>
- [21] 한재용, 이순흠, 유무선 통신 방식을 지원하는 홈 네트워크 게이트웨이 개발, 전자공학회 논문지 제45권 제12호, 2008년 12월, pp. 114-119

## ABSTRACT

### **A Design and Implementation of AMI(Advanced Metering Infrastructure) System Based on Home Network for SmartGrid**

*by Ko, Young-Tak*

*Dept.of Computer Engineering*

*Graduate School, Changwon National University*

*Changwon, Korea*

An increase of CO<sub>2</sub> which result of fossil fuel causes a log of abnormal change of weather. More consumes energy, the price of traditional energy more rises. To solve these problems, it is needed to research a green energy development for reduction of the CO<sub>2</sub> and a SmartGrid for the efficiency of energy. Therefore, this paper is the study of AMI(Advanced Metering Infrastructure) which is one of the SmartGrid to solve these problems.

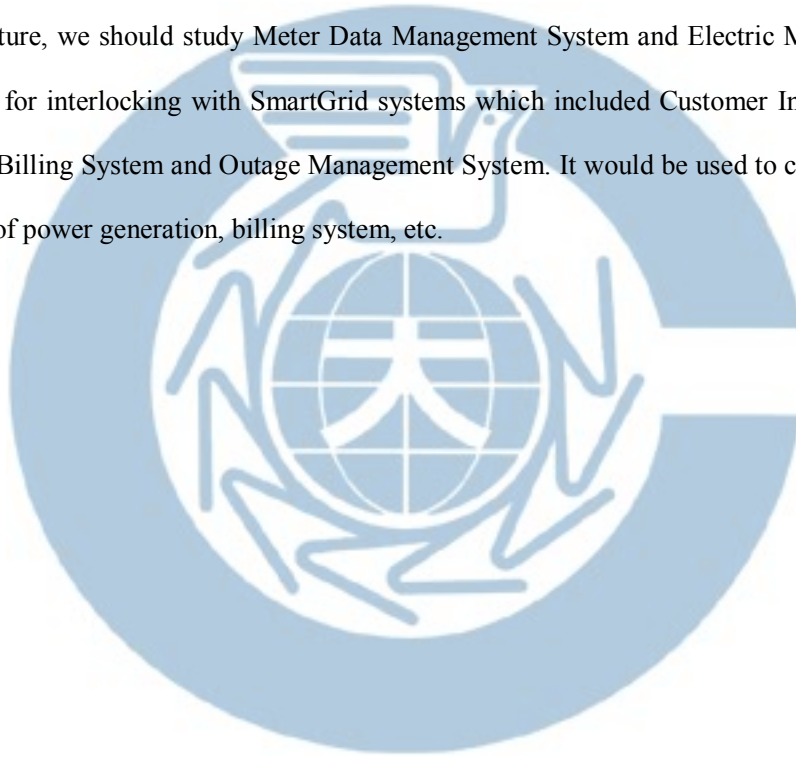
AMI system is configured with an energy consumption monitoring, the control ability of energy consumption, an additional information such as power quality, the interface to

integrate systems, etc. In this paper, we have designed and implemented the system that use REST(Representational State Transfer) Web Service, and which is based on HomeNetwork. The proposed system is more effectively control the use of home electronic appliances than a legacy AMI system which was separated with HomeNetwork, since Energy Home Agent, Energy Data Manager, Energy Load Manager and Event Handler are added on the existing HomeNetwork system. We used a XML Data format to exchange data, which can provide a systematic information such as power quality information and the price of energy, etc. and which provide an independency from a specific platforms and languages. The REST interface which used in this system is easy to implement more than SOAP(Simple Object Access Protocol) and XML-RPC, since it does not need an another service module. Hence, the proposed system can be adapted to various SmartGrid appliances.

The AMI system which have implemented in this paper is consist of Home Gateway, Meter Data Management System and Electric Monitoring Program for the proof of the proposed system's usefulness. The proposed Home Gateway immediately controls home electronic appliances, when the energy consumption is more than previously registered threshold and the service level. A Meter Data Management System collects the meter information from the Home Gateway and stores it to the database. The information in database can be provided for the several administrators through Electric Monitoring Program. It is provided electric consumption values, electric consumption status, meter management, monitoring events function for utilities in real time by Electric Monitoring Program. We have experimented on the proposed system with home electric appliances

which controlled by random. As a result of the experiment, the proposed system conserved power consumption per hour from 4% to 42%, more than which without threshold.

Hence, the proposed system can manage power consumption and conserve the energy in perspective of costumers and reduce the investment of power plant in that of utilities. In the future, we should study Meter Data Management System and Electric Monitoring Program for interlocking with SmartGrid systems which included Customer Information System, Billing System and Outage Management System. It would be used to control and manage of power generation, billing system, etc.



## 부록

### A. 제안 시스템의 데이터 베이스 구조



A. 제안 시스템의 데이터 베이스 구조

**Account Table**

Field	Type	Key
accountid	varchar(20)	PRI
name	varchar(30)	
phone	varchar(15)	
email	varchar(100)	
address	varchar(50)	
password	varchar(20)	
status	char(1)	

**Command Table**

Field	Type	Key
count	int(10) unsigned	PRI
commandid	int(10) unsigned	
panid	varchar(20)	
value1	varchar(20)	
value2	varchar(20)	
value3	varchar(20)	
updated	int(10) unsigned	
time_stamp	datetime	



**Device Type Table**

Field	Type	Key
type	int(10) unsigned	PRI
description	varchar(20)	
Comment	varchar(50)	

**Event Table**

Field	Type	Key
count	int(10) unsigned	PRI
panid	int(10) unsigned	FRK
nodeid	int(10) unsigned	FRK
time_stamp	datetime	
event_code	int(1) unsigned	
description	varchar(255)	
status	varchar(20)	

**Event Process Table**

Field	Type	Key
count	int(11)	PRI
eventide	int(11)	
time_stamp	datetime	
status	varchar(20)	
description	varchar(255)	

**Eventcode Table**

Field	Type	Key
event_code	int(10) unsigned	PRI
name	varchar(30)	
description	varchar(100)	

**Meter info Table**

Field	Type	Key
meter_code	int(10) unsigned	PRI
Vendor	varchar(50)	
Model	varchar(50)	
spec	varchar(50)	
Description	varchar(100)	
Unit_number	int(2) unsigned	

**Meter Data Table**

Field	Type	Key
count	bigint(10) unsigned	PRI
panid	int(10)	FRK
nodeid	int(10) unsigned	FRK
value	bigint(20) unsigned	
amount	bigint(20) unsigned	
date	datetime	
batt	int(10) unsigned	

meterinfo_code	int(2) unsigned	
backflow	bigint(20) unsigned	
backflow_amount	bigint(20) unsigned	
accountid	varchar(20)	

**Meter Table**

Field	Type	Key
Device_numer	varchar(20)	PRI
pandid	int(10) unsigned	FRK
nodeid	int(10) unsigned	
name	varchar(100)	
latitude	varchar(12)	
longitude	varchar(12)	
Installation_date	date	
status	varchar(15)	
initial_value	varchar(10)	
meterinfo_code	int(10) unsigned	
type	int(2) unsigned	
accounted	varchar(20)	
address	varchar(50)	
current_date	datetime	
current_value	bigint(20)	
current_amount	bigint(20)	
current_backflow	bigint(20)	
current_backflow_amount	bigint(20)	

current_state	int(11)	
current_batt	int(10)	

**User Fields**

Field	Type	Key
id	varchar(20)	PRI
passwd	varchar(20)	
name	varchar(30)	
privilege	int(5) unsigned	
phone	varchar(20)	
email	varchar(100)	
address	varchar(50)	

## 감사의 글

어느덧 2년의 짧다면 짧은 긴 시간을 마무리 하는 과정인 논문을 쓰는 단계까지 왔습니다. 하지만 논문을 쓰면 쓸수록 제 자신의 미력한 능력과 주변 분들의 도움이 얼마나 중요한지 깨닫게 되었습니다. 그래서 도움을 주신 모든 분들께 감사의 말씀을 전해드리고자 합니다.

먼저 저의 대학원 진학에 결심의 힘을 불어주셨으며 대학원 생활과 연구에 끊임없는 지도와 도움을 주신 이광휘 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 부족한 저의 논문을 완성하기 위해 많은 지도와 편달을 주신 이우선 교수님, 이수현 교수님께 감사를 드리며 대학원 생활 동안 열정적인 강의를 통해 학문적 지식을 주신 이종근 교수님, 우용태 교수님, 정성환 교수님, 김한경 교수님, 차정원 교수님께도 감사드립니다.

제가 힘든점이 있는지 매일 살펴 주시며 도움을 주시기 위해 노력하신 든든한 이창석 선배님 감사드립니다. 멀리 계시지만 제가 논문을 쓸 수 있는 힘을 주신 최재원 선배님 고맙습니다. 졸업하였지만 연구실에서 가장 긴시간을 같이 동거동락한 박동진, 김문달, 주우용과 현재 연구실을 지키고 있는 황유진 선생님과 홍희정, 서정옥, 김진오 후배들에게도 감사를 전하며 기쁨을 나누고 싶습니다.

마지막으로 가장 큰 버팀목인 어머니, 가장 큰 후원자인 아버지께 가장 큰 감사의 인사를 전합니다. 그리고 늘 저를 뒤에서 지켜봐 준 사랑하는 혜진이와 누이들에게도 고맙다는 말을 전하고 싶습니다.

끝으로 도움을 주신 모든분에게 누가 되지 않도록 최선을 다하겠습니다. 모두들 감사드립니다.