

스마트그리드를 위한 PBNM이 적용된 PON 제안

정희원 장 정 숙*, 이 상 철**, 문 상 호***

Purpose of PON to be Applied PBNM for SmartGrid

Jung-Sook Jang*, Sang-Cheol Lee**, Sang-Ho Moon*** *Regular Members*

요 약

본 논문은 BcN에서 지능형 전력망인 스마트그리드의 전력서비스를 구현하는 PON(Power Overlay Network)을 제안하였다. PON은 정책기반 네트워크 관리를 통해 AMI기반 디지털 전력정보의 양방향 실시간 전송을 기반으로 전력소비자에게 실시간 전기 요금을 제공하고 전기소비 패턴정보 같은 수요반응 메시지를 이용하여 에너지 절감효과를 극대화하고, 고장진단 메시지를 이용하여 전력사용의 신뢰성을 향상시킨다.

I. 서 론

스마트그리드(지능형전력망)는 기존의 전력망에 정보기술(IT: Information Technology)을 접목하여, 전력 공급자와 전력소비자가 양방향으로 실시간으로 정보를 교환, 에너지 효율을 최적화하며 새로운 부가 가치를 창출하는 차세대 전력망이다^[1]. 또한, 스마트그리드는 경제적이며, 안전한 전기 공급을 효율적으로 전송하기 위해 연결된 모든 전력소비자의 행위를 지능적으로 통합 할 수 있는 전기 네트워크를 의미한다^[2]. 스마트 그리드를 구축하기 위한 핵심 구성 요소는 스마트 미터 중심의 AMI(Advanced Metering Infrastructure), 수요반응 시스템(DRS: Demand Response System), 에너지 관리 시스템(EMS: Energy Management System) 등이다. 이들을 기반으로 스마트그리드의 국내 시장은 2020년에 연간 1.2조원, 2030년에 2.1조원의 시장이 형성되고, 세계 시장은 2020년에 400억달러, 2030년에 780억달러의 시장이 형성될 전망이다^[3].

스마트그리드는 기존의 전력망에 IT 기술을 융합하여 에너지 이용의 효율성을 극대화 시킨다. 전력 소비는 계절적으로는 여름, 시간대별로는 오후 시간에 사용량의 최고치를 기록하고 계절 및 시간대별 사용 편차가 크기 때문에 비효율이 발생한다. 이에 대해 스마

트그리드는 세탁기를 전기요금이 저렴한 시간대에 작동하도록 설정하고, 전기자동차는 심야 전력을 이용해 충전하여 사용하도록 유도하여 수요공급의 상황별 차등 요금제 같은 전기소비 패턴정보의 수요반응(DR: Demand Response) 정보를 적용하여 전력 수요를 분산시키고, 소비자들에게 전기사용량과 요금을 실시간으로 보여줌으로써 자발적인 에너지 절약을 유도한다^[4].

본 논문에서는 이러한 스마트그리드를 구축하기 위해 PON(Power Overlay Network)을 제안한다. PON은 정책기반 프레임워크인 PBNM(Policy Based Network Management)^[5,6]을 적용하여 AMI기반의 전력정보들을 효과적으로 관리하기 위한 것이다. 정책기반 네트워크 관리에서는 정책서버(PS: Policy Server)와 클라이언트인 정책대상(PT: Policy Target)으로 구성되는데, 전역도메인정책서버(GDPS: Global Domain Policy Server)는 전력요금 고지 시스템, 사용자 정보 시스템, AMI 서버, 웹 시스템, 그리고 수요반응(DR) 시스템 등을 활용하여 전체적인 에너지 관리를 수행하는 EMS를 의미하고 PT는 전력소비자의 홈에 구축되는 스마트미터의 기능과 양방향 통신기능을 가진 AMI와 IHD(In a Home Display)를 의미한다. PBNM은 계층적인 기법을 적용하여 전역적인 네트워크 차원에서 관리 기술을 제공한다. PT는 AMI가 전력소비자 홈에서 측정된 전력정보들을 지역 단위로 설치하

* 본 연구는 교육과학기술부의 대구경북과학기술원 일반사업 연구비 지원과 지식경제부의 광역경제권 선도산업 육성사업으로 수행된 연구결과입니다.

* 대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부 (jsukj@cu.ac.kr), ** 대구경북과학기술원(sclee@dgist.ac.kr)

*** 영남이공대학 모바일인터넷넷과(shmoon@ync.ac.kr)

논문번호: 10040-0827, 논문제출일자: 2010년 8월 27일

는 지역도메인정책서버(LDPS: Local Domain Policy Domain)에 전달하고 그리고 LDPS들의 전력 정보들은 최상위의 전역도메인정책서버(GDPS: Global Domain Policy Server)에 전달된다. 제안된 PON에서 GDPS에 보고되는 전력정보들은 실시간 전기 소비데이터인 AMI의 전기사용량, DR정보, 그리고 AMI상태진단 정보이며 GDPS에서 하달되는 정보들은 실시간요금 데이터와 DR정보 그리고 지역적으로 또는 전역적으로 적용될 수 있는 정책정보들이다. 따라서 GDPS는 개별 홈에서 AMI기반의 전력소비자가 보내온 전력 소비데이터를 기반으로 실시간 요금데이터를 산출하여 전기요금정보뿐만 아니라 시간별 차등화된 요금 같은 전기소비패턴의 DR 정보들을 PT로 전달한다.

제안된 PON은 기존 인터넷의 WAN에 오버레이되어 체계적이고 계층적인 PBNM을 기반으로 전역적인 네트워크 차원에서 효율적인 에너지 관리가 가능하다. 논문의 구성은 먼저 2장에서는 관련연구로 스마트그리드의 특징과 에너지 절약 메커니즘, AMI 그리고 PBNM에 대해 소개하고 3장은 제안된 PBNM기반 PON에 대하여 4장은 PON의 동작 원리에 대하여 기술하며 마지막으로 5장은 결론 및 향후 연구로 끝을 맺는다.

II. 관련연구

스마트그리드는 IT융복합의 새로운 응용으로 최근 각광을 받고 있다. 진보된 IT 통신기술은 스마트그리드의 핵심 역할을 수행한다. 스마트그리드는 전기 인프라와 정보 인프라를 결합하여 전력소비자에게 스마트그리드를 제공하여 전력 사용 효율을 극대화하고 부가 서비스가 가능하게 한다. 이들 인프라를 기반으로 에너지 관리 측면에서 생산성 향상과 전력 사용자의 신뢰도를 증가시켜 전기의 품질 향상을 가져오고 이산화탄소의 배출감소를 가져와 그린 전력 IT효과를 가져온다.

2.1 스마트그리드 특징

표 1은 기존의 전력망과 스마트그리드에 대한 비교를 보여준다. 스마트그리드에서 통신방식은 전력공급자와 전력소비자 간의 전기 수요와 공급에 대한 정보 공유를 위해 양방향 실시간성을 지원한다. 스마트그리드의 통신네트워크의 지속성과 안전성은 중요한 요소이므로 주기적인 보고를 통해 사고시 반자동 복구 및 자가 치유가 가능하며 실시간으로 모든 가격정보 및 전력정보 등의 열람이 가능하다. 전력수요 측면에서

표 1. 기존 전력망과 스마트그리드의 비교

구 분	기존 전력망	스마트 그리드
통신	단방향, 비실시간	양방향, 실시간
전력 공급방식	중앙집중형	분산형
구조	방사형	네트워크
전력 공급원	중앙전원, 화석원료 위주	분산전원증가
전력 수요	급변(수요량에 의존)	거의 일정(가격에 의존)
복구	수동	반자동 복구 및 자가 복구
가격 정보	제한적 (한달에 한번 총액만)	실시간으로 모든 정보 열람가능
미터링	전자기계적	디지털
가격 정보	제한적(매달)	실시간 정보 열람
가격제	사실상 고정가격제	실시간 변동가격제
신뢰성	낮음, 사고 파급, 수동대비	높음, 사고 한정, 자동 대비
소비자와 소통	제한된 범위	다양한 범위

기존 전력망은 외부 환경 등의 변화에 따라 수요량이 급변하는 것에 비해 스마트그리드에서는 전력소비자가 전력가격에 의존하여 사용하므로 전력수요가 거의 일정함을 보인다. 전력소비자와의 소통측면에서도 에너지 절감을 유도하여 에너지를 효율적으로 사용할 수 있게 하는 등의 사용자의 다양한 선택 기능을 제공한다(표 1참조)^[1].

2.2 에너지 절약 메커니즘

스마트그리드 구축을 위해 PBNM이 적용된 PON의 에너지 절약 메커니즘은 그림 1과 같이 전력소비자와 전력공급자로 구성되어 전력 소비자는 AMI가 측정하는 실시간 소비데이터를 전력공급자에게 전송하고 전력공급자는 전력소비자가 보내오는 실시간 소비데이터를 대상으로 전력수요를 분석하고 전력 공급의 수급에 따른 가격정보를 결정하여 전력소비자에게 알려준다(그림 1참조). 전력소비자는 전력공급자가 보내오는 실시간 요금데이터를 확인하고 전력사용을 제어한다. 또한 전력공급자는 전력소비자가 알려주는 시간별 전력사용을 분석하고 전력사용 패턴의 변화를 유도하여 차등 요금제 같은 DR 정보를 전력소비자에게 제공하여 소비자의 에너지 사용의 효율성을 향상

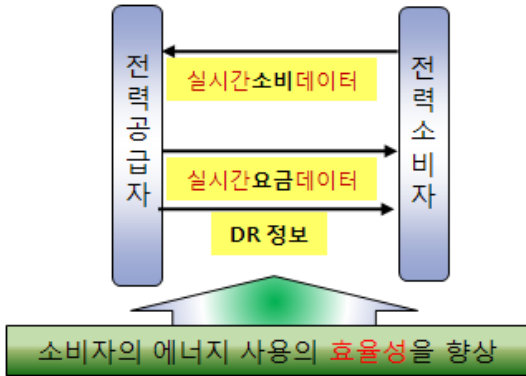


그림 1. 에너지 절약 메커니즘

시킨다기.

2.3 AMI

AMI는 단방향 디지털 계량기인 자동검침 AMR (Automated Meter Reading)이 한단계 진화된 형태로 전력소비자와 전력공급자간의 양방향 통신을 통해 다양한 부가서비스를 구현하기위한 인프라를 의미한다. AMI는 최초 자동검침을 하는 AMR의 정확성을 향상시키고 비용을 줄이기 위해 도입되었다. 지능형 전력망에서 양방향 정보의 연계에 대한 필요성이 커지면서 AMR로 부터 AMI로 진화하게 되었다. AMI의 주요컴포넌트는 전자식 전력량계인 스마트 미터와 통신의 기능을 수행하는 통신네트워크단말기로 구성되며, 스마트 미터는 기존 전력 미터기와 모양은 비슷하지만 IHD를 이용하여 가전기기의 전력사용량 등을 근거리 무선통신으로 모니터링이 가능하다. AMI는 단일 기술이 아니라 전력소비자와 전력공급자 간 지능형 연결을 제공하기 위한 다양한 기술들의 통합체로 볼 수 있다. AMI를 통해 획득한 정보를 통해 전력소비자는 다양한 결정과 선택을 할 수 있고 이를 통해 새로운 서비스의 창출로 경제적 이윤을 기대할 수 있다. 또한 전력공급자는 AMI 데이터를 바탕으로 전력소비자를 위한 서비스를 크게 향상시킬 수 있다. [8,9,10]

그림 2는 전력공급자와 전력소비자의 AMI 기술 인터페이스를 표현한 것으로 통신 계층(Communi-

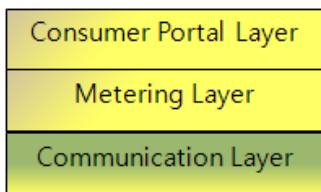


그림 2. AMI 기술 인터페이스

cation Layer)과 측정 계층(Metering Layer) 그리고 소비자 포털 계층(Consumer Portal Layer)으로 나누어진다. 최하위의 통신 계층은 측정 계층의 전력 정보를 송수신하는 기능을 수행하고 측정 계층은 스마트 미터의 실시간 전력사용량 즉 전력소비데이터를 측정하여 전력공급자들에게 전달한다. 전력소비자의 홈에 설치되는 IDH(In Home Display)는 스마트미터와 통신에서 전송된 데이터를 확인하고 자신의 소비현황에 대해 보다 정확하게 인지할 수 있다. 뿐만 아니라 전력공급자가 보내준 전력가격 정보에 따라서 사용을 제어할 수 있고 또한 요청한 DR 정보에 따라서 원하는 전력가격 시간대에 전력사용이 가능하다. 나아가 전력소비자 포털을 통해 선불결제 같은 양방향 서비스를 제공하여 경제적인 에너지 소비결정이 내려질 수 있도록 AMI 기술 인터페이스를 통해서 AMI 데이터를 활용한다.

AMI는 전력 사용량 실시간 체크와 전력공급자와 사용자 간 양방향 통신 등이 가능해 전력 공급자와 전력소비자가 검침비용 및 에너지 절약 효과를 제공한다. AMI는 새로운 요금 측정과 통신 기술을 도입하고 다양한 애플리케이션에 의한 서비스를 제공하므로 엄청난 부가 가치를 만들어낼 것으로 전망한다. 따라서 새로운 어플리케이션을 쉽게 수용할 수 있는 유연성을 가진 AMI시스템을 도입하는 것이 스마트그리드 사용의 효율을 극대화하는 최상의 기반이 될 것이다. 또한 향후 통신 시스템은 사용자 요구를 고려할 때 현재 제공되지 않는 어플리케이션까지 수용할 수 있는 유연성을 가져야 할 것이다.

스마트 미터와 통신기능이 결합된 AMI는 측정된 전력신호를 디지털 신호로 변환하여 전력공급자 또는 전력소비자의 홈의 디스플레이로 전송하는 하는 것이다. 제안된 PON에 적용될 통신기술은 IEEE 802.15.4a CSS(Chirp Spread Spectrum)기술이며 향후 전력소비자를 위한 다양한 어플리케이션을 위한 응용이 가능하다. AMI의 측정 정보를 신뢰적으로 전송하는 기능을 제공하기 위해 적용된 WPAN 기술은 다음과 같다.

- WPAN 기술

AMI 통신 모듈에 적용하는 WPAN(Wireless Personal Area Network) 기술은 무선기반의 편리성과 이동성을 보장하고 언제, 어디서나 사용자 맞춤형 서비스를 제공하는 유비쿼터스 시대를 조기에 정착시킬 수 있는 네트워킹 기술이다. 이 기술은 비교적 단거리에서 무선으로 디바이스들 간의 연결을 통하여 다양

한 정보를 전달할 수 있다. 특히, 저전력/소형/저가격으로 다양한 형태의 속도를 제공하며 실내외 공간에서 사전에 구축된 통신 인프라없이 집, 사무실, 병원 등에서의 실내 근거리 통신 환경에서 뿐만 아니라 외부망과 연동되어 원격지에서도 사용자의 필요에 의해서 원하는 서비스를 제공해 줄 수 있는 환경을 제공해 준다.

• AMI의 통신 네트워크의 역할

스마트그리드에서 신속하고 정확한 정보전달이 필수적이다. 스마트 미터는 실시간으로 변동하는 전력가격을 전력소비자들에게 전달하고 소비자들의 시간대별 전력 사용량을 전력공급자에게 전달한다. 스마트 그리드를 위한 통신 네트워크에서 제공되어야 할 기능은 다음과 같다^[10].

- 계통의 운영과 관련되는 정보의 전달은 최우선 순위로 처리되어야 한다.
- 수요관리나 수요반응 등은 차순위로 처리 되는 등의 다양한 우선순위를 제공하는 통신이어야 한다.
- 지연시간, 지터 및 손실율 등의 다양한 특성의 데이터를 수용해야한다.
- 다양한 형태 소비자의 시설 및 전력기기들의 연결이 가능토록 표준 인터페이스를 제공해야한다.
- 네트워크의 끊임없는 생존성과 신뢰성을 제공해야 한다.
- 정보의 안전한 전송을 위한 보안성을 제공해야 한다.

2.4 PBNM

PBNM은 네트워크 운용상의 정책이란 현재 가지고 있는 자원에 대한 모든 정보를 가지고 어떻게 활용할 것인가에 대한 원칙과 계획을 말한다. 분산 네트워크 환경에서 전력소비자의 실시간 전기소비데이터와 시간당 차등 요금제와 같은 전기소비 패턴정보의 DR 정보 그리고 고장진단 메시지를 적용하는 정책기반의 네트워크 관리 기술을 살펴본다. IETF(Internet Engineering Task Force)에서의 정책 기반 관리 구조는 그림 3과 같이 구성된다^[11]. 정책 시스템은 PS와 정책 클라이언트인 PT으로 구성된다. PS는 정책을 관리하는 정책관리도구(PMT: Policy Management Tool), 정책 저장소(PR: Policy Repository), 정책을 결정하는 정책 결정부(PDP: Policy Decision Point) 컴포넌트로 구성되고 클라이언트는 정책대상으로 정책 실행부(PEP: Policy Enforcement Point) 컴포넌트에 해당된다. PDP는 정책을 결정하기 위해 PEP로부터

터의 보고정보 또는 요청받은 정보를 통해 상태를 분석하고, 정책 저장소에서 필요한 정책을 찾아 정책을 결정하고, 이를 PEP로 전달한다. PEP의 구성요소는 홈의 AMI와 IDH이고 정책서버로인 PDP는 EMS의 역할을 담당한다. DR 정보 전달을 위해서는 COPS(Common Open Policy System) 프로토콜을 사용하며 AMI의 자가 진단과 고장 진단을 위해 HBeat(HeartBeat) 메시지를 사용한다(그림 3참조).

정책 관리부는 망 운용자 서버의 목적 및 사업자의 목표에 따라 결정된 망운용 규칙을 일관성 있는 정책 데이터로 변환하기 위해서 PFDL(Policy Framework Definition Language)을 이용한다. 정책기반 네트워크에서 DR 정보를 비롯한 주요 전력정보들은 PR에 저장되며, 망 내의 분산되어 있는 PDP에 의해 실시간으로 검색되고, PR에 수용되는 데이터는 정책을 결정하기 위한 정책 결정조건과 결정된 정책에 따라 적용되어야하는 정책 동작으로 구성된다. 저장된 정책을 조회하거나 생성된 신규 정책을 저장하기 위한 프로토콜로 디렉토리 서비스에 널리 이용되고 있는 LDAP(Lightweight Directory Access Protocol)가 이용된다.

그림 3에서 서버인 PDP와 클라이언트 PEP사이에 통신을 위해 사용되는 표준 프로토콜인 COPS는 다음과 같은 기능 및 특성을 가지고 있다.

- COPS: IETF의 COPS는 정책 기반 네트워크에서 PDP와 PEP 사이의 정책정보의 전달을 위한 TCP 기반의 간단한 질의/응답 프로토콜이다. COPS는 프로토콜 자체 수정 없이 확장을 통한 다양한 클라이언트 타입을 지원한다. COPS는 TCP 기반으로 상위 도메인의 정책 제공 및 통제 목적을 위한 정책 전달 프로토콜이다.

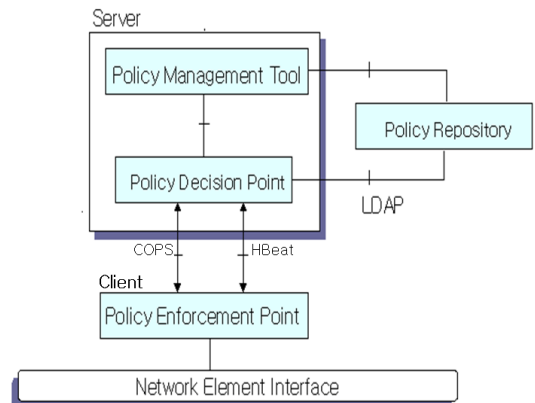


그림 3. 정책 기반 시스템의 컴포넌트

HBeat: 주기적인 HBeat 메시지를 이용하여 AMI의 상태 진단에 사용한다.

III. 제안된 PBNM기반 PON 모델

기존 전력망은 아날로그 형태의 단방향 통신을 제공하고 전력정보의 실시간 가격과 시간에 따라 차별화되는 요금 부여 같은 DR 정보에 대한 기능을 제공하지 않는다. 또한 사용자의 전기사용에 대한 제어와 관리가 제한적이다. 스마트그리드는 기존 전력망에다 IT기술이 결합된 지능형 전력망이다. 본 논문에서는 PBNM기반의 체계적인 관리를 통해 효율적인 전력정보를 양방향 실시간으로 전달 관리하는 스마트그리드를 위한 전력 서비스 PON을 제안한다. 제안한 PON에서는 스마트그리드의 효율적인 에너지 관리를 위해 IETF의 PBNM을 적용하여 전력소비자에게 실시간 전기요금 정보와 시간당 차등 요금제와 같은 전기소비 패턴정보의 DR정보를 제공하고 AMI의 상태 진단 메시지 전달관리 기술을 제공할 수 있다. GDPS에서는 전력소비자의 DR정보 요구를 기반으로 에너지 사용에 대한 의사결정을 수행하여 효율적인 에너지 사용이 가능하다. HAN(Home Area Network), NAN(Neighborhood Area Network) 그리고 WAN(Wide Area Network)를 포함하여 체계적인 계층 구조를 적용한 효과적인 스마트그리드 관리가 가능하다.

3.1 PON 개념도

그림 4는 PBNM 프레임워크를 적용하여 전력정보를 관리하는 PON의 개념도이다. PON은 BcN(Broadband convergence Network)같은 차세대 통합망에서 전력정보를 관리를 위해 네트워크 차원에서 정책 관리를 제공하여 이를 중앙에서 통합관리함으로써 종단의 홈의 전력소비자에게 실시간으로 DR정보를 비롯한 전력정보를 제공하며 스마트그리드를 위한 다양한 시스템과 상호간의 조직적이고 유기적인 연동이 가능하다.

그림 4의 PON에서는 가장 하위에는 홈의 전력사용량을 측정하고 통신기능을 수행하는 AMI가 있다. 그림 3을 통해서 그림 4를 보면 PEP 역할을 담당하는 AMI는 IHD과 함께 정책 실행부에 해당된다. 또한 PS는 PDP로서 정책 결정부에 해당된다. 전력소비자 측에서 보면 AMI는 전력 소비 정보를 IHD와 PS에게 보고한다. 전력소비자는 IHD에서 AMI와 통신하여 자신의 전력소비현황에 대해 전력확하게 인지할 수 있다. PS가 제공한 가격정보에 따라 전력 사용을 조절할

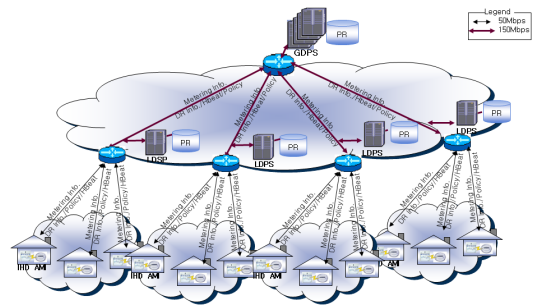


그림 4. PBNM기반 전력정보 관리를 위한 PON 개념도

수 있다. 양방향 서비스를 이용하여 경제적인 에너지 소비 결정이 내려질 수 있도록 AMI 데이터를 활용한다. 이러한 전력정보들이 LDPS에서 수집 분석되고 GDPS로 전달됨으로써 효과적인 정책기반 전력정보의 분석과 관리가 가능하다. 또한 LDPS는 AMI에는 현재 상태정보를 나타내는 HLDPS에서 수집정보으로 보고받아 이 정보를 통석되고 GD 상태를 진단한다. LDPS 매니저는 전달받은 전력 정보들을 PR에 기록하고 지역 정책에 적용할 수 있으며 전역적인 정책 적용MI는전GDPS로 전달한다. GDPS 매니저는 전달 받은 정보는 PS에서 의사 결정을 수행한 후 결정된 정책을 하달한다. 최상위의 PS는 전력요금 고지 시스템, 사용자 정보 시스템, AMI 서버, 웹 시스템, 그리고 수요반응(DR) 시스템 등을 활용하는 EMS와 연동하여 전체적인 에너지 관리 정책을 결정하고 전력소비자에게 하달한다.

제안된 PON에서 GDPS에 보고되는 전력정보들은 다음과 같다.

- AMI의 전기사용량(Metering Info.)
- DR정보(DR Info. Request)
- AMI상태진단 (HBeat)

GDPS에 의해 PT에게 하달되는 전력정보들은 다음과 같다.

- 실시간 전력 요금데이터를 포함한 DR정보(DR Info.)
- 정책정보(Policy)

GDPS는 홈내 AMI기반의 전력소비자가 보내는 전력소비데이터를 기반으로 실시간 요금데이터를 산출하여 전기 요금정보뿐만 아니라 시간대별 차등화된 요금 같은 전기소비패턴의 DR 정보들을 PT로 전달한다.

- 계층적인 관리 구조

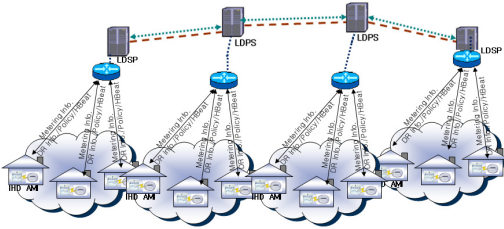


그림 5. 계층적인 관리 개념도

그림 5와 같이 계층적인 관리구조는 구조적이고 체계적인 통합적인 전력 정보 관리를 제공할 수 있도록 PBNM 프레임워크 적용하여 전력정보를 관리 할 수 있다. PBNM 프레임워크는 네트워크 차원에 대한 운용 및 관리를 공통된 정책에 따라 일관성있게 제어할 수 있는 기능을 제공한다. PBNM 프레임워크는 정책 서버(PS)와 PS의 관리를 위해 다수개의 PT으로 구성된 관리구조를 갖는다. 여기서 PT는 PS가 일관성 있는 정책으로 관리하는 영역을 도메인이라 하며 이 도메인에서 발생하는 상황은 LDPS로 전달되어 체계적이고 종합적으로 관리되며 필요시 인접 도메인으로 전파 될 수 있다. 지역단위의 전력 정책을 위해서는 경계 라우터를 이용할 수 있다 또한 이를 토대로 네트워크 차원에서 적용할 정책을 결정가능하며 통합적인 관리가 가능하다.

IV. PON 동작원리

4.1 전체동작 개요

PON은 스마트그리드를 위한, PBNM의 정책기반 네트워크 관리 기술을 기존의 인터넷과 차세대 BcN과 같은 통합망을 연계하는 오버레이 망이다. 기존의 WAN의 네트워크 자원을 그대로 이용할 수 있으며 차세대의 네트워크의 진보된 기술들과 직접 연결되어 연계 될 수 있는 관리 기술이다. 전역적인 도메인 정책서버(GDPS)는 중앙집중 체제를 유지하기 때문에 네트워크 기반에서 일괄적인 정책 설정이 가능하다.

PBNM 구성은 홈 단위의 AMI가 있고 AMI가 측정 한 정보들은 LDPS로 전달되며 그 정보들을 GDPS로 전달한다. PS는 AMI가 수집한 정보를 바탕으로 의사 결정메커니즘을 수행한다. 그림 6에서 PON의 동작개요를 살펴보면 전력소비자는 소비전력을 확인하고 정책서버에게 DR 정보모듈을 요청한다. DR 정보모듈을 통해 처리 가능한 전기서비스는 실시간 전기요금과 시간당 차등 부여되는 전기요금 같은 전기 소비 패턴 정보들이다. PS는 전력소비자에게 DR 정

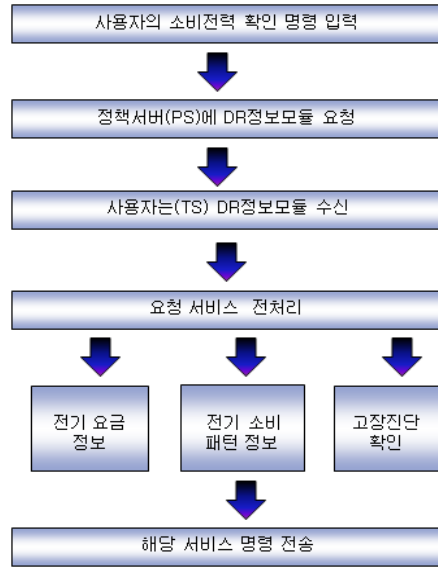


그림 6. PON 동작개요

보모듈을 하달하며 전기소비자는 원하는 전기사용 서비스를 받을 수 있다.

전기소비자가 요청 가능한 정보는 실시간 전기 요금 정보와 시간대별 차등 부여되는 전기요금에 대한 정보를 의미하는 전기소비 패턴정보인 DR 정보가 있다. 이를 바탕으로 PS는 전기소비자가 소비하는 전기 사용량을 활용하여 통계 알고리즘과 예측 알고리즘 등의 과학적인 분석을 기반으로 의사결정을 수행하여 전기 서비스로 활용 가능하다. 그리고 AMI는 주기적인 전송 메시지(HBeat)를 이용하여 AMI의 상태를 진단할 수 있다(그림 6 참조).

4.2. 전기 서비스 사용 동작 원리

그림 7은 그림 4의 PBNM기반의 전력정보 관리를 위한 PON 개념도에서 전력소비자가 이용하는 실시간 전기 서비스를 위한 DR정보를 요청하고 처리하는 흐름도이다. 홈 단위의 전력소비자는 그림 7과 같은 방법으로 PBNM에서 전기 서비스를 이용 가능하다. 전기소비자는 IHD를 통하여 AMI가 보내오는 소비전력량을 확인한다. 그리고 소비전력량에 대한 요금을 계산하기 위해 PS에게 실시간 전기요금을 요청한다. PS는 전력소비자의 정보요청을 수신하고 해당 전기 요금을 실시간으로 전송한다. 전력소비자는 전기 사용량과 전기 요금을 확인 한다(그림 7 참조). 에너지 절감이 필요한 전력소비자는 PS에게 DR 정보를 요청한다. 시간대별 차등 부여되는 전기 요금을 확인하여 에너지를 절약하고자 한다면 수신한 DR정보를 이용하

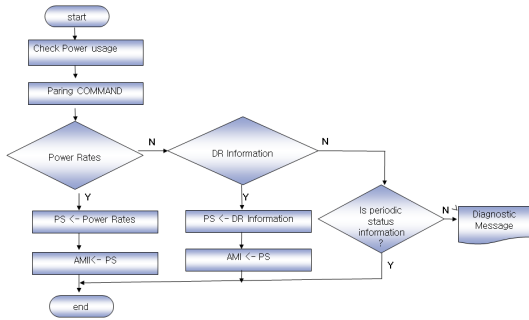


그림 7. 사용자 측면 DR 정보 처리 흐름도

여 에너지 절감이 가능한 시간에 전기를 사용할 수 있으므로 합리적인 소비를 유도되어 전기요금 절감 효과를 가져온다. 마지막으로 주기적인 AMI의 진단 상태정보를 확인함으로써 전력 사용 측정 상태의 신뢰성을 높일 수 있다.

V. 결론 및 향후 연구

본 논문은 스마트그리드를 위해 BcN에서 정책기반 네트워크 관리(PBNM)를 적용하여 효율적인 전력정보 관리에 관한 PON 모델을 제안했다. 제안된 PON은 디지털 전력정보의 양방향 실시간 전송을 통해 전력소비자가 요구하는 실시간 전기 요금과 전기소비 패턴정보 같은 수요반응은 디지털을 이용하여 에너지 절감효과를 창출 가능하며 고장진단 디지털을 이용하여 전력망의 신뢰성을 향상시키는 스마트그리드의 관리(P술이다. 제안된 기법을 사용하여 스마트그리드를 구축하면 소비자는 효율적으로 전기를 사용하게 됨에 따라, 전기 사용 요금과 사용량 정보를 실시간으로 확인 가능하며 가장 경제적인 시간대를 선택을적인 전력사용이 가능하여 에너지 사용의 효율성이 향상될 것으로 기대된다.

AMI의 도입에는 몇 가지 장애요소들이 있다. 먼저는 AMI기술은 빠른 속도로 진화하고 있지만 AMI 기술들 사이에 호환성을 보장하는 기술표준이 없다는 것이고 또한 AMI 기술을 보완하고 수요반응의 잠재성을 현실화시키기 위해서 실시간 현황을 반영하는 혁신적인 요금 체계에 대한 연구가 필요하다.

발전된 인터넷의 인프라와 정보기술을 가진 한국형 스마트그리드는 나이가 넓은 통신 대역폭과 광범위한 적용범위를 가지게 되어 어디서나 접속 가능한 유비쿼터스 스마트그리드를 선도할 것이다. 본 논문에서 제안한 PBNM기반의 PON은 스마트그리드의 네트워크 차원에서 전역적이고 체계적인 관리를 통하여 고

품질의 전력정보 서비스를 소비자에게 제공 할 수 있을 것이다. 마지막으로 스마트그리드의 서비스는 직접적인 개인 정보와 연결이 되므로 보안을 비롯한 전기 서비스의 QoS에 대한 연구가 필요하다고 사료된다^[10].

참고 문헌

- [1] (재)한국스마트그리드사업단 스마트그리드구축 로드맵, 2010. 1.
- [2] European Technology Platform(ETP), “Strategic Research Agenda for Europe’s Electricity Networks of the Future”, <http://www.smartgrids.eu>, 2008.
- [3] 김지산, 김성인, “스마트그리드_새로운 100년이 온다”, 산업분석 보고서, 2009. 06
- [4] 박민령 번역, “Advanced Metering Infrastructure”, 정보기술처 K-EMS개발팀, 2009.8
- [5] IETF Policy Framework Working Group: <http://www.ietf.org/html.charters/policy-charter.html>
- [6] Policy-based network Management”, Network Computer Magazine, Dec. 1999.
- [7] (재)한국 스마트그리드 사업단, 스마트그리드 구축 로드맵, 2010. 1. (2010. 3.19일 검색자료).
- [8] 김선진, 서정해, 전종암, 표철식, “USN기반 AMI 서비스 및 기술동향: 전력 산업과 USN 산업의 융합기술”, 전자통신동향분석 제 23권 제 5호, pp.67-78, 2008년 10월.
- [9] Establishing the AMI Business Case Framework, “Advanced Technology to Support Utility, Consumer and Societal Needs”, Levy Associates, PowerPoint presentation, May 2004.
- [10] 이은동, 권기풍, 김성우, 서승우, “스마트그리드 통신기술, 스마트그리드를 위한 통신서비스 품질과 보안요구사항”, 한국통신학회지, 제27권 제4호, 2010.
- [11] 옥기상, 윤동식, “정책기반의 관리기술(Policy-Based Network Management Technology), KT 연구개발본부 운용시스템연구소, 2007.

장 정 숙 (Jung-Sook Jang)

정회원



1991년 경일대학교 컴퓨터공학
과(공학사)
1995년 대구가톨릭대학교 교육
대학원(교육학석사)
2004년 대구가톨릭대학교 전산
통계학과(이학박사)
2004년~2009년 대구가톨릭대
학교 강의전담교수

2009년~2010년 대구경북과학기술원 선임연구원
<관심분야> 스마트그리드 보안, 네트워크보안, 임베
디드 보안

문 상 호 (Sang-ho Moon)

정회원



1982년 경북대학교 전자공학과
(공학사)
1984년 경북대학교 전자공학과
(공학석사)
1998년 경상대학교 전자계산학
과(공학박사)
1983년~1995년 삼성종합기술
원 선임 연구원

1989년~1991년 미국 워싱턴 주립대학 교환연구원
2008년 3월~2009년 2월 미국 UNCC 교환교수
1995년~현재 영남이공대학 모바일인터넷과 교수

이 상 철 (Sang-Cheol Lee)

정회원



1994년 포항공과대학교 전자전
기공학과(공학사)
1996년 포항공과대학교 전자전
기공학과(공학석사)
2002년 포항공과대학교 전자컴
퓨터공학부(공학박사)
2002년 프랑스 국립과학원 박
사후연구원

2003년 한국전기연구원 선임연구원
2004년 대구기계부품연구원 팀장
2006년 삼성SDI 책임연구원
2007년 삼성테크윈 책임연구원
2008년~현재 영남대학교 겸임교수 및 대구경북과
학 기술원 선임연구원.
<관심분야> Energy harvesting, RTLS, tele-operation,
u-healthcare, Smart grid