

AMI 기반 HAN 서비스 기술 연구

오도은*, 강신재*, 김영일*, 최승환*
한전 전력연구원*

A Study on Home Area Network Service based on AMI

Do-Eun Oh*, Sin-Jae Kang*, Young-Il Kim*, Seung-Hwan Choi*
KEPCO Research Institute*

Abstract - AMI(Advanced Metering Infrastructure)는 전력회사와 전력소비자와의 양방향 통신을 통한 소비자의 자발적인 에너지 절감과 능동적인 에너지 트랙션 참여를 통한 효율적인 전력시스템 운영을 위한 인프라를 제공한다. AMI 시스템은 소비자의 전력사용 데이터 취득 종료인 동시에 전력회사의 에너지 서비스 정보 제공의 통로로서 HAN(Home Area Network)을 통해 소비자 내부 전력기기들과의 정보 교환을 가능하게 해준다. 본 논문은 AMI기반 HAN 서비스 기술에 대하여 소개한다. AMI기반 HAN 서비스를 통해 전력회사가 제공하는 서비스가 소비자 내부 전력기기들과 연계된 자동 수요반응 서비스 등으로까지 확대되며 다양하고 유용한 서비스들을 제공할 수 있다.

1. 서 론

AMI시스템은 전체 스마트그리드 영역에서 소비자와의 접점을 제공하는 역할을 담당하는 인프라로 소비자 및 전력시스템 사이의 양방향 상호 작용을 위한 기반을 제공한다. AMI 시스템은 소비자와의 접점에 위치한 스마트미터, 소비자 및 전력회사 사이의 통신을 위한 SUN(Smart Utility Network) 그리고 소비자 데이터의 수집과 처리, 가공을 통한 통계 및 분석 정보를 제공하는 MDMS(Meter Data Management System)로 구성된다. 이 가운데 스마트미터 안쪽에 위치한 소비자 내부의 전력기기들과의 정보교환을 위한 통신서비스를 제공하는 것이 HAN이다. 스마트그리드의 중요한 기능 가운데 하나는 소비자와의 양방향 통신에 의한 소비자의 자발적인 에너지 소비 절감을 가능하게 하는 것이다. 이를 위해 AMI를 통한 다양한 요금제를 수용할 수 있는 인프라의 구축과 함께 소비자내 유·무선 네트워크를 통해 전력회사가 제공하는 가격신호 등의 정보가 IHD(In-Home Display) 등 소비자내 전력기기에 전달될 수 있는 환경이 마련되어야 한다. HAN은 통신환경에 따라 다양한 통신방식이 적용될 수 있으며, 신뢰성과 경제성을 갖춘 통신방식을 선택적으로 적용할 수 있다. 한편, 전력회사로부터 HAN으로 전달된 메시지는 HAN 내부의 전력기기들에 의해 해석되고 처리될 수 있어야 하며, 이에 대한 표준으로 현재 가장 널리 이용되고 있는 표준이 SEP(Smart Energy Profile)이다. 본 논문은 AMI 기반 HAN 서비스를 위한 HAN 구조를 살펴보고 SEP를 이용한 HAN 서비스 개발 사례에 대하여 기술한다.

2. 본 론

2.1 AMI

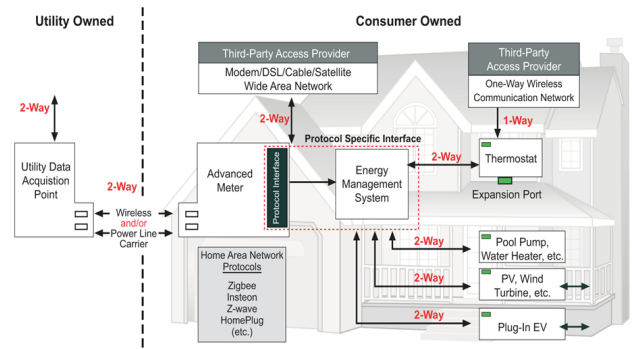
AMI는 소비자의 전력사용 정보를 원격으로 수집하는 기능 이외에 전력회사로부터 소비자에게 실시간 요금을 비롯한 서비스 정보를 제공할 수 있는 전력회사와 소비자와의 양방향 통신 인프라이다. AMI를 통해서 소비자는 능동적으로 전력사용을 조절할 수 있으며, 전력회사가 제공하는 수요반응을 비롯한 다양한 서비스에 참여할 수 있다. AMI는 소비자 접점에서 소비자의 전력사용 정보를 비롯한 다양한 정보를 등록하여 전력회사의 전력사용량 수집시스템과 통신을 통해 정보를 제공하는 스마트미터, 스마트미터와 전력회사의 전력사용량 수집시스템 사이의 통신을 위한 SUN, 그리고 수집된 전력사용량 데이터를 비롯한 소비자 정보를 관리하는 MDMS로 구성된다[1].



〈그림 1〉 AMI 개념도

2.2 HAN

HAN은 소비자내 전력기기들이 상호 통신할 수 있게 해주는 통신 네트워크이다. HAN의 통신방식은 ZigBee를 비롯한 WiFi, HomePlug 등 다양한 통신방식이 있으며, 통신환경과 경제성에 따라 선택적으로 적용할 수 있다. 북미에서는 AMI 기반 HAN 연계를 구현하고 있는 전력회사를 중심으로 주로 ZigBee 방식과 WiFi 방식이 많이 적용되고 있다. 미국 EPRI에서 발표한 전력회사와 상호연계를 위한 일반적인 HAN통신 구조는 다음 그림 2와 같다[2].



〈그림 2〉 HAN 통신 구조

SEP는 소비자내 설치된 전력기기들과 그 전력기기들간의 통신 프로토콜을 정의하고 있다. SEP에서 정의하는 전력기기들이 수행하는 주요 기능은 Metering, Price, Demand Response & Load Control 등이 있다[3].

2.3 HAN 서비스

소비자와의 양방향 통신을 위한 AMI의 구축을 통해 궁극적으로 소비자내 전력기기들의 에너지 사용을 제어할 수 있도록 스마트미터와 소비자내 전력기기간 통신을 통한 HAN 서비스를 개발하고 있다. SEP 1.0 기반의 HAN 서비스 개발 사례를 살펴보면 다음과 같다[4]. SEP 1.0의 가격신호 기능을 자세히 살펴보면 다음과 같다. 가격신호는 Current Price, Next Price, Price Event 및 TOU로 구분된다. 먼저 Current Price는 소비자내 전력기기에 기본 가격을 셋팅하는 것으로 Start time과 Duration으로 구성된다. 다음 그림 3에서 가격은 2010년 1월 1일 AM 12:00시부터 \$0.13/kWh로 셋팅되어 변경될 때까지 지속된다.

	Normal prices		Price Event
	Current Price	Next Price	
Start Time	1/1/10 12:00 AM		
Duration	until changed		
Price	\$0.13/kWh		

〈그림 3〉 Current Price의 예

Next Price는 기본 가격이 지금 또는 명시된 Start time에 변경되도록 하는 것으로 Start time과 Duration으로 구성된다. 다음 그림 4에서 가격은 기존의 Current Price에 의해 \$0.13/kWh로 설정된 기본 가격이 Next Price에 의해 2010년 6월 1일 AM 12:00시부터 \$0.15/kWh로 적용되어 다른 변경이 발생할 때까지 지속된다. 따라서 그림 4의 경우 2010년 1월 1일 AM 12:00시부터 2010년 6월 1일 AM 12:00까지는 \$0.13/kWh가 적용되고 2010년 6월 1일 AM 12:00부터는 \$0.15/kWh의 가격이 적용되게 된다.

	Normal prices		
	Current Price	Next Price	Price Event
Start Time	1/1/10 12:00 AM	6/1/10 12:00 AM	
Duration	until changed	until changed	
Price	\$0.13/kWh	\$0.15/kWh	

〈그림 4〉 Next Price의 예

Price Event는 CPP(Critical Peak Price)와 같이 임시적으로 가격을 변경하도록 하는 것으로 다른 모든 가격설정에 우선하여 적용되며 Start time과 Duration으로 구성된다. 다음 그림 5에서 가격은 Current Price에 의해 2010년 6월 1일 AM 12:00시부터 \$0.15/kWh로 유지되던 기본 가격이 Price Event에 의해 임시적으로 2010년 7월 10일 PM 3:00시부터 3시간 59분 동안만 \$0.20/kWh로 적용된다. Price Event 적용 기간이 지난 후에는 가격은 이전의 가격을 그대로 유지하게 되며, 그림 5에서는 Next Price에 의해 2011년 1월 1일 AM 12:00시부터 \$0.17/kWh로 변경될 것이다.

	Normal prices		
	Current Price	Next Price	Price Event
Start Time	6/1/10 12:00 AM	1/1/11 12:00 AM	7/10/10 3:00 PM
Duration	until changed	until changed	3 hrs, 59 min
Price	\$0.15/kWh	\$0.17/kWh	\$0.20/kWh

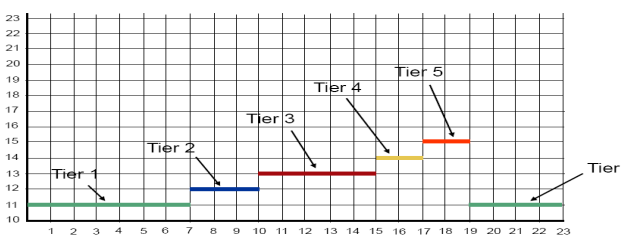
〈그림 5〉 Price Event의 예

TOU는 5단계의 가격 단위를 지원하며 Start time과 Duration으로 구성된 Current Price, Next Price 및 Price Event를 지원한다. TOU를 위해서는 가격 단위가 TOU 요금 스케줄과 일치해야 하며, 스마트 미터에 설정되어 있어야 한다. 먼저, TOU에 대한 Current Price 예를 살펴보면 다음 그림 6과 같다.

	Normal prices		
	Current Price	Next Price	Price Event
Start Time	6/1/10 12:00 AM		
Duration	until changed		
RateA/Tier1	\$0.11/kWh (7 PM to 7 AM)		
RateB/Tier2	\$0.12/kWh (7 AM to 10 AM)		
RateC/Tier3	\$0.13/kWh (10 AM to 3 PM)		
RateD/Tier4	\$0.14/kWh (3 PM to 5 PM)		
RateE/Tier5	\$0.15/kWh (5 PM to 7 PM)		

〈그림 6〉 TOU current price의 예

Current Price는 2010년 6월 1일 AM 12:00시부터 시작해서 변경될 때까지 지속된다. 각 가격 단위는 미터에 설정된 TOU 요금 스케줄을 기반으로 각자의 Start time과 Duration을 가진다. 따라서 가격은 2010년 6월 1일부터 아래의 그림 7과 같이 각 가격 단위 시간 동안의 요금을 적용하게 된다.



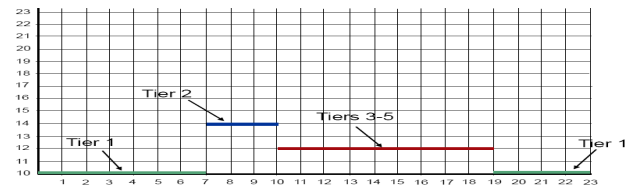
〈그림 7〉 TOU current price의 적용 예

다음 그림 8은 TOU에 대한 Next Price의 예이다. Next Price는 예정된 시간에 각 가격 단위가 자동으로 변경된다

	Normal prices		
	Current Price	Next Price	Price Event
Start Time	6/1/10 12:00 AM	11/1/10 12:00 AM	
Duration	until changed	until changed	
RateA/Tier1	\$0.11/kWh (7 PM to 7 AM)	\$0.10/kWh	
RateB/Tier2	\$0.12/kWh (7 AM to 10 AM)	\$0.14/kWh	
RateC/Tier3	\$0.13/kWh (10 AM to 3 PM)	\$0.12/kWh	
RateD/Tier4	\$0.14/kWh (3 PM to 5 AM)	\$0.12/kWh	
RateE/Tier5	\$0.15/kWh (5 PM to 7 PM)	\$0.12/kWh	

〈그림 8〉 TOU next price의 예

다음 그림 9에서 보는 것과 같이 위의 TOU Next Price가 적용된 5단계의 가격 단위 가운데 일부를 동일한 가격으로 적용할 수 있다.



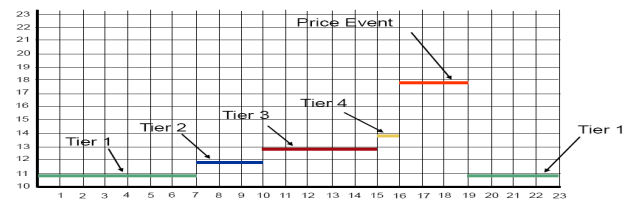
〈그림 9〉 TOU next price의 적용 예

다음 그림 10은 TOU에 대한 Price Event의 예이다. 마찬가지로 적용되고 있는 가격에 임시적으로 가격을 변경하도록 하는 것으로 다른 모든 가격설정에 우선하여 적용된다.

	Normal prices		
	Current Price	Next Price	Price Event
Start Time	6/1/10 12:00 AM		7/25/10 4:00 PM
Duration	until changed		180 minutes
RateA/Tier1	\$0.11/kWh (7 PM to 7 AM)		
RateB/Tier2	\$0.12/kWh (7 AM to 10 AM)		
RateC/Tier3	\$0.13/kWh (10 AM to 3 PM)		
RateD/Tier4	\$0.14/kWh (3 PM to 5 PM)		\$0.18/kWh (4 PM to 5 PM)
RateE/Tier5	\$0.15/kWh (5 PM to 7 PM)		\$0.18/kWh (5 PM to 7 PM)

〈그림 10〉 TOU price event의 예

위의 예처럼 Price Event는 5단계의 가격 단위 가운데 일부에만 적용할 수 있으며, Duration도 조절할 수 있다. 위의 TOU Price Event가 적용된 예는 다음 그림 11과 같다.



〈그림 11〉 TOU price event의 적용 예

3. 결 론

스마트그리드의 중요한 역할 가운데 하나는 소비자와의 양방향 통신에 의한 소비자의 자율적인 에너지 소비 절감을 가능하게 하는 것이다. 이를 위해 AMI를 통한 다양한 요금제를 수용할 수 있는 인프라의 구축과 소비자내 유·무선 네트워크를 통해 전력회사가 제공하는 서비스 신호가 등 소비자내 전력기기에 전달될 수 있는 환경이 마련되어야 한다. 현재 일부 가전기기 업체에서는 세탁기, 냉장고 등 전력기기들이 가격신호 및 수요반응 이벤트에 반응하는 제품들을 출시하고 있다. 본 논문에서는 HAN 관련 기술과 다양한 가격신호 적용 서비스 사례에 대하여 기술하였다. 향후 국내에서도 스마트미터의 보급과 함께 HAN 서비스의 제공을 계획하고 있다. 본 HAN 서비스 사례는 국내 AMI 기반 HAN 서비스의 성공적인 구현에 기여할 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] "Guidelines on Advanced Metering Infrastructure", Electricity Commission, 2009
- [2] Erfan Ibrahim, "AMI/HAN Research", EPRI, 2009
- [3] "ZigBee Smart Energy Profile Specification", ZigBee Alliance, 2008
- [4] "Oncor HAN Implementation", Oncor, 2010