

A Study of an Application Scheme for Smart Meter and Value Added Services Based on Korean Environment

김 석 곤* · 이 한 별** · 이 영 주*** · 최 용 성†
 (Seok-Gon Kim · Han-Byul Lee · Young-Joo Lee · Yong-Sung Choi)

Abstract - Electronic watt hour meters(WHM) for high pressure running in domestic were installed to the digital type meter and ones for low pressure are expected to complete within several years. Domestic power metering technology is being beyond a simple framework with an electronic type and is rapidly evolving to intelligent smart metering systems in conjunction with promotion of a national smart grid project. Major policy outlook of the world's major power company regarding Intelligent metering is the application of the fare structure diversification and is the improvement of level of service to customers. In addition, electric power companies should focus on the cost reduction and the improvement of management efficiency through an efficient operation of distribution facility. In this paper, we are about to make an observation of the additional services technology development trend of the overseas smart meter and to have a view of value-added services(VAS) system of smart meter suitable for the domestic environment based on the technology development of VAS utilizing electronic watt hour meter performed by recent research projects.

Key Words : Electricity Meter, Metering System, Smart Grid, Smart Meter, Value Added Service

1. 서 론

국내 전력회사에서 관리 운영하고 있는 전력량계(WHM ; Watt Hour Meters)는 2009년 기준으로 약 1,800만 대이며 이중 약 16만 여대의 고압용 WHM는 전자식화를 완료하였고 기타 저압용 WHM는 향후 수년 이내에 전자식화를 완료할 예정이다[1]. 국내 전력계량 기술분야는 단순한 전자식화의 틀을 벗어나 국가적 스마트그리드 사업의 추진과 연계하여 지능화된 스마트 전력계량시스템으로 급격하게 진보하고 있다. 전력계량시스템과 관련한 세계 주요선진국 및 전력회사의 향후 주요 정책전망은 요금구조의 다양화 적용과 대고객 서비스 수준의 향상이다[2]. 계량기술의 최근 발전 동향은 정밀등급의 향상, 자동원격검침 기술 향상, 효율적 수요관리 시행 그리고 가격 경쟁력 확보를 위한 신요금제도의 등장 등으로 요약할 수 있고 IT기반의 새로운 미터링 시스템 개발을 위한 환경이 조성되고 있다[3][4]. 본 논문에서는 최근 연구과제로 수행된 ‘전자식 WHM를 활용한 부가서비스(VAS ; Value-Added Services) 시행방안 연구’의 연구결과를 토대로 하여, 국외 주요국가의 스마트 WHM 활용 VAS 기술개발 추세를 조망하고 향후 국내환경에 적합한 스마트 WHM의 VAS 적용전망 등을 도출하였다[5].

1.1 WHM 개요 및 발전

1872년 시계와 부하회로를 활용한 전기 공급시간 측정 장비를 발명한 이래 1886년경에는 교류회로의 제반측정에 회전 기계의 원리를 응용하는 것에 성공한 후, 이것을 WHM의 원리 및 구동장치로 채택함으로써 오늘날의 WHM의 상용화에 이르렀다. AMR(Automatic Meter Reading)은 사람이 직접 검침하던 것을 자동화한 것으로 WHM의 지침을 자동으로 읽어서 전기 사용량을 산정하고 과금하는 최초의 자동화 설비로 원격자동검침의 목적은 단순 반복적인 인력 의존적인 업무에서 탈피하여 자동화로 신속, 정확한 업무처리를 수행 가능토록 하였고 이후 WHM의 데이터를 효율적으로 처리하여 다양한 분야에 유용한 정보를 추출 및 활용하는 AMM(Automatic Meter Management) 시스템으로 발전하였다.

AMM 시스템의 구현을 위해서는 스마트급 WHM가 필요하다. 스마트 WHM는 일반 전자식 WHM와 명확히 구분 짓는 기준은 없으나, 통상적으로 고속 통신 및 양방향 통신이 가능하고 시간대별 전력사용량, 전력품질 정보 등 다양한 측정정보를 장시간 저장가능하고 실시간 데이터를 전송 가능해야 한다.

최근에는 특정 어플리케이션에 목적을 두지 않는 수요정보 인프라 개념으로 수요반응(DR ; Demand Response)과 함께 최근 북미와 유럽을 중심으로 일어나고 있는 수요정보 시스템인 AMI(Advanced Metering Infrastructure) 로 발전해 가고 있으며 효율적인 스마트 미터링 체계를 구현하기 위해서는 AMI 와의 연계시스템 구축이 필수적이다.

1.2 전력계량시스템 연계기술

스마트 미터링이 가능한 미래형 전자식 WHM는 AMI 기

* 정 회 원 : 한전 전력연구원 송배전연구소 선임연구원
 ** 정 회 원 : 한전 전력연구원 녹색성장연구소 일반연구원
 *** 정 회 원 : LS산전(주) 선행기술연구소 수석연구원
 † 교신저자, 시니어회원 : 동신대 공대 전기공학과 교수 · 공박
 E-mail : yschoi67@dsu.ac.kr

접수일자 : 2009년 9월 9일
 최종완료 : 2009년 12월 23일

술과 연계하여 발전되어 갈 것이다. AMI 시스템은 지능형 WHM, 광역 통신인프라, 홈 네트워크(Home Area Network), 미터데이터관리시스템(MDMS ; Meter Data Management System), 게이트웨이 등과 같은 다수의 기술 및 어플리케이션이 하나로 통합되어 이루어진다. AMI의 성공적 구현을 위한 지능형 WHM는 프로그램 가능한 계기로서, 전력품질정보 제공, 시간대별 요금제, 전력 소비량 분석, 양방향 계량 등의 기능을 포함한 다양한 VAS의 수행이 가능해야 한다.

2. 스마트 미터링 기술

유/무효 전력 사용량과 역률 등을 주로 측정하는 현재 일반적으로 사용 중에 있는 전자식 WHM보다 더욱더 지능적인 부가 기능을 보유한 WHM를 일컫는다. 미래 지향적인 미터란 의미의 진보된 미터 또는 스마트 미터란 용어가 혼용되어 사용되고 있으나 근래에는 스마트 미터라는 용어로 단일화 되어가고 있다고 볼 수 있으며 스마트 미터를 이용한 지능형 전력계량 기술은 현재의 집중화된 전력공급망의 한계를 극복하고 공해배출의 억제 및 전력 효율의 향상을 도모할 수 있는 미래 혁신형 기술이라 할 수 있으며 또한 전력사용자의 전력에너지의 효율적인 이용과 재생 에너지와 같은 다양한 전력공급방식 환경변화에 대해 사용자 입장에서 전력수용변화에 대처하는 기술로서 인텔리그리드와 스마트그리드 등의 기술과 연계하여 발전되고 있는 전력 IT 기술의 한 부분이다.

스마트 미터링 시스템은 DR과 밀접한 관련을 갖는 시스템으로 WHM를 중심으로 한 사용 환경의 변화로 전력IT 기술 체계의 고도화와 수요자의 시장 참여를 위한 CRM(Customer Relation Management)의 구축과 연계하여 발전해 나갈 것으로 예상된다.

DR의 운용은 AMI 환경에서 운용가능하며 전력회사는 고객에게 시간대별 변동된 전기요금을 알려주고 부하제어 등의 VAS 관련정책을 시행할 수 있다.

수요관리 관련기술 발전 추이는 과거에는 발전용량 및 송전용량 등을 확충 시기는 공급중심의 관리가 이루어졌으나 근래에는 직접부하제어와 다중요금방식이 적용되는 수요관리를 거쳐 최근에는 유연한 전기요금체계를 기반으로 수요가가 능동적으로 참여하는 DR의 시기로 접어들고 있다.

2.1 스마트 미터링 기술 발전동향

2.1.1 국내 기술현황

2008년 하반기 현재 국내의 전력설비용량은 약 70,350천 kW, 전력공급능력은 약 68,500천 kW로 2004년 공급 예비율이 약 12 %이던 것이 2008년에는 약 7 %로 감소되었다. 한편 전기사용 가입고객 수는 2004년 17,000천 호에서 2008년에는 18,400천 호에 달하고 있다. 근래 전력산업 분야에서의 두드러진 환경변화는 고객욕구의 다양화 및 고급화 그리고 독립사업부제 추진 등 전력사업구조의 변화로 요약할 수 있다. 국내에서의 기술발전추이는 2003년 한국전력에서 대규모 고압 수용가에 대한 원격검침이 완료된 이후, 원격검침 기술을 꾸준히 확대 시행하기 위한 노력들이 계속되고 있다. 고압 원격검침기술은 CDMA(Code Division Multiple

Access)라는 단일 통신방식을 이용한 방식인데 비해, 저압 원격검침은 PLC(Power Line Carrier) 등을 이용한 유선방식과 지그비(Zigbee) 등의 무선 방식 등 다양한 형태의 통신방식을 활용한 시스템을 고려하고 있다.

한편, 국내에서는 전력선을 매체로 하는 자동검침 시스템 개발이 지속적으로 추진되고 있으며 이러한 계량기술시스템이 적용되면 가정 내 WHM는 집 내부와 외부의 네트워크를 연결하는 위치에 자리하게 되고 자연스럽게 홈 네트워크 시스템을 위한 서버 또는 게이트웨이의 역할을 수행하는 계기로 발전해 갈 수 있을 것이다.

최근 국내에서 정부주도의 스마트 그리드 사업의 일환으로 진행되고 있는 'AMI 시스템 구축' 사업은 홈내 기기간의 인터페이스를 위한 홈 네트워크 시스템, 온도조절장치를 비롯한 태내 제어기기와의 통신, 지능형 전력량계, 미터로부터 지역 데이터 수집 장치에 이르는 통신 네트워크, 데이터 센터와 연계하기 위한 백홀 통신망, MDMS, 그리고 현존하거나 새로운 소프트웨어 어플리케이션 플랫폼으로의 데이터 통합 등을 모두 포함하고 있다.

2.1.2 국외 기술현황

미국, EU 등 주요 전력선진국에서의 WHM 산업은 스마트 미터링 시스템의 도입을 시작하여 초기 파이롯트(Pilot) 시스템을 통한 표준화 작업을 진행 중에 있다. 미국 규제관련기관에서 조사한 AMI 시스템의 사용목적에 대한 설문조사 결과는 스마트 미터링이 원격검침, 고객 서비스 및 고객 만족, 자산관리, VAS, 정전관리 등에 다양한 이익을 창출하는 것으로 나타났다. 스마트 WHM가 가져야 주요 기능들로는 시간에 따른 요금 부과, 소비자와 공급자가 필요로 하는 사용량 데이터 제공, 순수 전력 사용량 측정, 전력 손실 및 복구통보, 원격 차단/투입 동작, 요금 불성실 납부자 또는 수요관리 목적을 위한 부하제한, 에너지사용요금 선납, 전력 품질에 대한 감시, 그리고 미터에 불법적 접근 및 도전 탐지, 홈 내 다른 지능형 기기와의 통신기능 등이 있으며 이러한 기능들은 질적 양적측면에서 지속적으로 진화 발전될 전망이다.

한편, 홈 오토메이션 시스템과 연계하여 WHM를 홈 서버로 사용하고 전력선을 매체로 하는 자동검침 시스템 개발이 유럽지역을 중심으로 많은 발전을 보이고 있다.

2.2 스마트 미터링 정책 및 사업추진 현황

2.2.1 국내 정책 및 사업추진 현황

WHM의 전자식화와 더불어 효과적인 정책수립을 위해서는 WHM의 기능을 기존의 고객 측 전력사용량 측정을 위한 계측설비 개념에서 전기사용 정보수집과 분석, 전력품질 측정기능 등 전력사용 정보와 응용기능을 함께 갖춘 고객측 단말기로서의 개념으로 전환되어야 한다. 특히, 향후 요금 및 수요관리분야의 관련정책은 전력계량기술과 밀접한 관계를 가지게 될 것이므로 수요관리 및 전력설비의 효율적 운용을 위한 세계적 추세에 맞추어 합리적인 요금체계를 구축하고 현장업무의 효율성을 높이는 것이 주요현안이다.

저압고객을 대상으로 한 원격검침시범사업은 무선 방식과 고속 PLC 방식으로 병행 실시하였다. 무선방식은 제주지역 1,500호를 대상으로 2002년 5월에 착수하였다. 또한, 국내 전

력회사 주도하에 전기·가스·수도 통합 원격검침 허브(Hub)를 구축하고 원격검침 해외사업 진출을 위한 통합검침 모델 확보 및 기술력 증진을 위해 2007년 하반기에 추진되었다. 시범사업의 참여기관은 전력사와 지자체 상수도사업본부, 도시가스업체 등이며 대상지역은 서울지역 주택용을 대상으로 하였고 주요 사업내용은 전기·수도·가스 사용량 자료를 통합하여 원격으로 검침을 수행하는 것이다.



그림 1 통합검침 흐름도
Fig. 1 The flow of integration reading

DR과 연계한 스마트 미터링 시스템 적용을 위한 주요 정책추진 방향은 첫째, 고객별 소비형태에 적합한 선택적 요금제도 및 실시간 가변요금제 및 선불 요금제의 도입 등 요금구조의 다양화이고 둘째로는 대고객 서비스 수준 향상을 위해 고객의 전력사용 형태(LP ; Load Profile) 분석을 통한 고객의 요구에 부합하는 경제적이고 합리적인 요금제도의 적용과 고객의 자체 에너지절감에 필요한 계량정보를 다양한 형태로 제공하도록 하는 것이다.

2.2.2 국외 정책 및 사업추진 현황

최근 세계 주요 전력사의 향후 정책전망을 가늠해보면, 미국 뉴욕의 대규모 정전 사태 및 중동전쟁 이후 전력의 관리 및 에너지 자원 확보에 대한 관심과 투자가 확충 될 것으로 예상되며 전력과 IT 결합형의 새로운 기술체계와 수요자가 시장에 참여하는 형태의 환경구축에 많은 전력회사가 관심을 갖고 투자에 나설 것으로 예상된다. 향후 국외사용 환경 요금구조의 다양화와 대고객 서비스 수준의 향상으로 예상되며, 요금구조의 다양화는 고객별 소비형태에 적합한 선택적 요금제도의 도입사용과 가변 요금제의 도입이 검토될 것으로 전망되고 이를 통한 수요관리 시행으로 투자비감소를 유도할 것으로 예상된다. 대고객 서비스 수준 향상은 고객의 전력사용형태 분석을 통한 고객의 요구에 부합하는 경제적이고 합리적인 요금제도가 제시되고 있으며, 전력사용과 관련한 다양한 부가정보의 제공과 고객의 에너지절감 등 자체 부하관리에 필요한 계량정보를 제공하는 추세에 있다.

2008년의 유럽지역 가정용 전력소모와 소비자가격 각 나라마다 전력에 대한 가격과 수요에 대하여 현격한 차이가 있다. 유럽 시장에서의 가격 수준의 큰 차이는 세금 제도의 차이가 큰 이유이다. 북유럽 지역의 높은 소비량은 각 가정에서 전기 난방에 사용되는 전력이 많기 때문이다.

노르웨이, 스웨덴, 핀란드 등의 나라들은 지능형 WHM를 시범 채택한 주요 국가들이다. 이러한 국가들의 특징은 이태리나 덴마크 등 소비자가격이 매우 높거나 스웨덴, 노르웨이, 핀란드 등 소비량이 매우 큰 나라들이다. 두 번째 단계

로 채택하려는 나라들로는 평균이상의 소비성향 또는 가격대에 있는 국가들이다. 독일과 네덜란드가 높은 세금으로 인하여 높은 전력비용을 나타내고 있고, 오스트리아, 아일랜드, 프랑스, 스페인 등도 상대적으로 많은 전력 소비를 하고 있다. 세계적으로 전력비용이 비싸지는 경향에 있으므로 거시 경제적 환경으로 볼 때에 지능형 WHM의 시장전망은 급격히 확대될 전망이다.

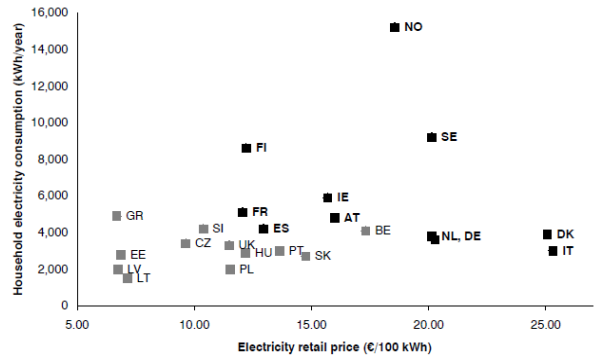


그림 2 유럽지역 가정용 전력 소모 및 소비자 가격(2008년)
Fig. 2 Household power consumption and retail prices on EU

표 1은 유럽 주요 국가들의 전력회사별 지능형 WHM를 활용한 AMM 프로젝트 수행을 위한 WHM의 설치예정수량과 시기별 적용시기를 나타낸 것이다. 향후 지능형 WHM는 유럽 국가들의 에너지 정책에 이미 중요한 고려사항이 되고 있음을 알 수 있다.

표 1 유럽의 주요국의 AMM 프로젝트 (2008.8)

Table 1 AMM projects of major countries on EU

회사명	국가	계량포인트	적용시기
Enel	이탈리아	30,000,000	완료됨
ACEA	이탈리아	1,500,000	2005~2009년
A2A	이탈리아	1,100,000	2007~2010년
Iride Energia	이탈리아	560,000	2007~2010년
Energie Oberöst.	오스트리아	440,000	2007년~
ERDF	프랑스	300,000	2008~2010년
Endesa	스페인	150,000	2007~2008년
LINZ STROM	오스트리아	150,000	2007~2010년
Oxxio	네델란드	120,000	2006년~
RWE	독일	100,000	2008~2011년
ESB	아일랜드	25,000	2009년

일본에서는 우리나라보다 10여년 이상 앞선 1987년부터 전자식 WHM을 사용해오고 있으며 저압고객은 심야 요금제도의 일환으로 2종 전자식 WHM을 부설하여 활용하고 있고 고압고객은 우리나라의 산업용과 유사한 계절별 시간대별 3종 요금제도를 시행하고 있다.

미국은 2003년 '그리드 2030'을 제시하였고 2007년에는 지원방안이 의회에서 통과되었으며 2008년부터 국가 정책사업으로 추진되고 있다. 주요 참여 기관들로는 전력중앙연구소

(EPRI)와 GE, Lucent, Cisco, IBM 그리고 구글 등이다.

유럽에서는 2006년부터 EU 연구프로그램으로 지정되어 스마트그리드 기술 플랫폼 개발에 착수하였다. 주요 참여 기관으로는 ABB, Siemens, BP 등이다.

호주의 주정부는 연간 전력소비량이 160MWh 미만인 수용가에 대하여 AMI 도입을 승인하였으며 AMI의 활용과 관련한 입법화는 빅토리아 의회에 의해 Electricity Industry Act 2000의 개정이 2006년에 통과되었고 이에 따른 설치 및 운영을 통한 비용회수 구상을 위한 명령과 기능, 성능수준 및 서비스 수준을 정한 명령이 2007년에 공고되었다.

2.3 국내 차세대 WHM 활용 VAS 적용안 도출

국내의 차세대 전자식 WHM는 단순한 형태의 원격검침 수준을 넘어서 전력회사의 입장에서는 고객의 부하사용에 대한 정보를 수집하여 수요관리를 효과적으로 시행할 수 있도록 하고, 고객의 입장에서는 미래의 사용량을 예측하고 기타 전력 사용패턴 등을 관찰함으로써 고객이 능동적으로 전력시스템의 활용에 참여할 수 있도록 활용성과 부가가치가 높은 전력서비스의 제공이 가능한 지능형 WHM로 발전해 나갈 전망이다. 본 논문에서는 스마트미터링과 연계되는 지능형 홈기기 관련 VAS는 포함하지 않고 전력회사가 운영하는 WHM를 중심으로 살펴보고자한다.

2.3.1 국내 환경에 적합한 전력 VAS 도출기준

국내 환경에 적합한 VAS의 도출은 활용성의 증대는 물론 국가적 차원의 전력설비의 효율적 운용측면에서 매우 중요하다.

표 2는 지능형 WHM에 적용할 VAS 항목을 도출하기 위한 주요 적용기준과 항목별 적용사항을 도출한 것으로 적용 기준은 국내외의 조사 및 적용사례를 기반으로 하여 배전현장 계기 담당자 등 계량시스템분야 전문가의 자문을 참조하여 국내 환경에서 적용 가능한 VAS 후보항목에 대하여 그 중요도를 결정짓기 위한 평가지표로 개발한 항목으로, 적용 기준별 적용내역은 대표적인 사항에 대해서만 제한적으로 간단하게 기술하였다.

표 2 WHM 활용 VAS 항목 도출 위한 적용기준

Table 2 Application criteria to find out items for VAS using WHM

적용 기준	적용 기준 별 적용 내역
투자비용 경제성	기능개선 위해 소요되는 투자비용
수익창출 경제성	구현 후, 유지보수비용 대비 신규수익 창출 효과
활용도	전력산업 신뢰도 및 운용효율 향상 기여도
시급성	전력회사의 수익보호 위해 급히 시행해야 할 정도
전력계량 연관성	VAS의 개선 적용시 WHM 내부의 물리 적인 보완 및 개선 요구사항과의 밀접한 정도
전력설비 연관성	개선하고자 하는 VAS의 운용에 있어서 기타 전력기기, 배전망 등 전력설비와의 관련성
기술적용 구현성	국내 전력 산업계내 보유기술 또는 가까운 미래에 달성 가능한 기술수준으로 구현 가능한 정도
전기사용 절감 기여도	VAS 적용 시 고객측의 전기사용량 절감 및 전기절약 기여 정도
고객 신뢰도 향상도	고객이 관심을 갖는 전력품질 등의 정보제공으로 고객의 욕구를 충족시키는 정도

2.3.2 국내 환경에 적합한 전력 VAS 방안 도출

WHM의 활용성 증대와 전력회사의 수익보호 그리고 전력설비 운용효율 향상을 위한 VAS의 항목의 선정은 국내에서 WHM를 활용하는 현장 실무자의 사용 중 불편사항 또는 개선이 요구되는 사항과 국내의 전력계량 기술분야 기술자 및 연구 참여자의 평가의견을 토대로 VAS 후보 항목에 대한 중요도를 평가하도록 하였다.

단, 본 연구과제를 통해 도출하고자 하는 VAS의 평가에 있어서 통신방식과 웹 기반의 VAS 적용은 고려사항에서 제외 하였으며 WHM를 중심으로 고객측 및 상부 서버측과의 인터페이스를 참조하여 적용방안을 도출 하였다. 즉, 통신인프라의 구축과 밀접한 관련이 있는 원격 S/W 업데이트와 국내 환경에서 활용가능성이 적은 선불요금제 그리고 현수준에서는 크게 고려할 수준이 되지 못하는 도전예방기능 등은 제외하였다.

WHM 및 전력회사의 입장에서 VAS 항목으로 우선적으로 고려해야 할 대상항목과 항목 별로 구현하고자 하는 기술수준 세부 적용사항은 표 3과 같으며 각 항목별 적용사항은 국내 환경에 적합한 VAS를 도출하기 위해 모두 16개의 대상항목을 후보항목으로 설정하였다.

표 3 VAS 평가대상 항목별 적용 기술내역

Table 3 Details of applied technology according to items for evaluation objects

대상항목	항목별 적용사항
양방향 계량	수전 및 송전 전력량 계량
오결선감지,경보	WHM 오결선 판별, 감지 경보 발생
사용량전용표시	현재누적 유효전력량 고정 LCD 정보제공
역률정보제공	저압/고압 역률측정 및 취득정보 서버측/고객측 제공
전압변동측정	시간대별 전압변동 트렌드 및 최대,최소 정보 제공
고조파 측정	종합 '전압왜형율(THD _v)/전류왜형율(THD _i)' 측정
도전감시,분석	단자대 봉인 및 커버 조작 감시
순간정전감시	일시정전, 순간정전유무 및 정전지속시간 정보
사용량 측정	시간대별, 일자별 평균유효전력 사용량측정정보 제공
원격차단,투입	특정수용가 원격 전원차단 / 투입기능
부하제어	수용가 내 특정 부하 On/Off 제어
공급용량제어	계획 공급용량 초과시 전원 차단
Sag,Swell측정	Sag, Swell 측정 및 제공(60Hz 기준)
TOU 구현	TOU Rate(종) 제공/ (저압:3종, 고압:4종)
CPP 구현	CPP Rate, 시작시간, 지속시간, 설정범위 등 제공
RTP 구현	RTP Rate, 설정범위 등 제공

2.3.3 VAS 적용대상별 우선순위 평가

각 VAS 후보항목에 대해서 상기 2.3.1 항에서의 적용기준을 평가요소로 적용하여 국내 환경에 적합한 중 단기 및 장기 적용대상 VAS 시행방안 항목을 도출하고 각각의 우선순위를 평가해 보면 VAS 적용대상 항목별 우선순위의 선정 을 위한 점수부여는 대상항목별로 최대 3점간의 차이를 두었으며 세부 점수 배점별 적용기준은 아래와 같다.

- 3 : 매우 관련성이 높다
- 2 : 전반적으로 관련성 높다
- 1 : 약간의 관련성이 있다
- 0 : 전혀 무관하다

차세대 전자식 WHM용 VAS 항목의 평가는 크게 저압용

단상 120A 이상의 규격에 관한 것과 고압용 WHM 규격으로 구분하여 실시하였다. 상기의 VAS 적용항목 도출을 위한 총 16개의 적용대상별 점수배점을 실시한 평가결과의 세부내역은 생략한다. 단 16개 항목 중 1차 평가결과 상위 항목으로 선정된 VAS 항목이 저압용은 표 4 그리고 고압용은 표 5에 명시된 항목들이다.

각 표 내에서 표시된 적용항목은 VAS를 도출하기 위한 9개의 '적용기준' 항목 중에서 '수익창출 경제성', '활용도', '시급성' 및 '고객신뢰도 향상도' 등 4개 항목에 한해서 재평가한 결과, 우선순위로 선정된 항목으로 '중, 단기적 적용대상 VAS 적용(안)' 이 된다.

상기 4개의 적용기준 항목을 적용시기별 우선순위를 판단하는 핵심 분류기준으로 활용한 주요이유는 아래와 같다.

- 수익창출 경제성/활용도/시급성 : 전력회사측면의 경제성과 필요성 고려
- 고객신뢰도 향상도 : 고객중심의 가치변화에 따른 고객측 만족도 고려

표 4 저압 스마트 WHM 적용 VAS(안) / 1상120A이상
Table 4 VAS applied to WHM for low voltage smart meters

구분	양방향 계량	오결선 감지경보	사용량 전용표시	전압변동 측정	순간정전 감시	TOU 구현
순위	6	1	3	2	3	3

표 5 고압 스마트 WHM 적용 VAS(안)
Table 5 VAS applied to WHM for high voltage smart meters

구분	양방향 계량	오결선 감지경보	역률정보 제공	순간정전 감시	사용량 측정	TOU 구현	CPP 구현
순위	3	1	1	3	6	3	6

저압 및 고압용에 대한 전반적인 평가결과는 역률정보제공과 오결선 감지/경보기능, TOU Tariff 방식 적용 그리고 전압 변동을 측정이 가장 높은 우선순위를 보였으며, 기타 주요 항목으로는 전력사용량 측정 분석, 양방향 계량기능, 누적유효전력량 고정표시, CPP Tariff 방식 적용 등이다.

표 6은 차세대 스마트급 저압 및 고압 전자식 WHM의 적용을 위한 VAS(안)의 적용시기별 구분을 세분화하여 명시한 것이다. 도출된 바와 같이 각 VAS 항목별 우선순위는

표 6 스마트 WHM 활용 VAS 적용시기별 적용대상 분류
Table 6 Classification of application object according to applied periods for VAS applied to smart WHM

구분	저압용 스마트계기(1P120A↑)	고압용 스마트 계기
중단기	오결선 감지, 경보 기능 TOU Tariff 방식 적용 전압 변동을 측정 및 정보제공 실시간 순간정전 감시 양방향 계량 기능 현재누적유효사용량 전용 표시	역률정보 제공 기능 오결선 감지, 경보 기능 TOU Tariff 방식 적용 양방향 계량 기능 전력사용량 측정, 분석 실시간 순간정전 감시 CPP Tariff 방식 적용
장기	역률정보 제공 기능 원격 차단, 투입 CPP Tariff 방식 적용 도전 진단, 감시 분석 전력사용량 측정, 분석 부하제어	도전 진단, 감시 분석 전압 변동을 측정/정보제공 고조파 측정, 분석 기능 Sag, Swell 측정 분석 RTP Tariff 방식 적용

저압용과 고압용에 따라 다소 많은 차이를 보임을 알 수 있다. 이는 주로 산업용이 주를 이루는 고압용과 상대적으로 적은 전력소비량과 전기요금이 적용되는 저압용 고객의 규모와 특성이 다르기 때문이다.

2.4 스마트미터링 시연장치 구현

2.4.1 스마트미터링 시연장치 제작

시연장치의 시험운동을 통해서 전기사업자(운영자) 또는 고객의 입장에서 개선해야 할 사항을 점검하고 각 VAS의 효율적 운용을 위해 각 VAS 상호간 연계작용을 어떻게 만들어 갈 것인가를 세부적으로 검토해 보았다.

그림 3은 스마트급 전자식 WHM의 내부 제어회로 및 동작 구성도를 나타낸 것이다. 기존의 WHM 구성에 비해 전압감시, 부하제어, 전원제어 모듈 등이 추가되었으며 중앙처리장치내 과금(Tariff) 제어 기능의 향상 등이 특징적이다.

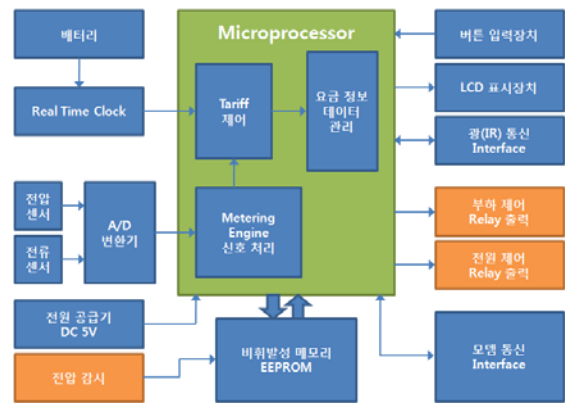


그림 3 스마트 WHM 제어회로 구성도
Fig. 3 Control circuit configuration of smart WHM

2.4.2 스마트미터링 WHM 기능 선정

스마트급 전자식 WHM 활용 VAS의 모의를 위한 VAS의 항목은 전력회사의 설비운영 및 관리효율 향상에 중점을 두고 적용이 용이하고 시급성이 요구되는 항목 2건과 최대 전력사용 시간대의 분산과 고객 전기사용 절감효과를 기대할 수 있는 항목 등을 포함하였다.

저압 및 고압 전자식 WHM 활용 VAS 시연항목으로 선정된 주요 4개 항목은 다음과 같다.

- Additional Tariff Options-CPP(Critical Peak Pricing)
- Real-Time Information of Actual Electricity Consumption and Cost
- Power Quality Monitoring & Event Recording
- Remote Connect / Disconnect

2.4.3 스마트 미터링 VAS 구현

전력품질 가운데, 전압품질은 일반적으로 전압의 크기 및 지속시간과 관련이 있다. 본 연구를 통한 스마트 전력량계 시연장치에는 시간대별 전압변동 트렌드와 최대전압, 최소전압 정보를 표시화면을 통해 제공하도록 하였다.

표 7은 스마트 WHM 구현항목 가운데, 시간대별 전압변동 트렌드와 최대전압, 최소전압 정보 디스플레이 화면과 CPP 제어, 부하제어 등의 원격제어 화면을 나타낸 것이다.

표 7 VAS 구현 디스플레이 화면구성 예
Table 7 Examples of display configuration for VAS

시간대별 전압변동 트렌드 (Voltage fluctuation trends according time zone)	원격제어 설정 및 제어 (Establishment and control of remote governing)
	

한편 전압 트렌드 표시화면은 최대, 최소전압의 크기와 함께 각 전압의 발생시간을 동시에 보이도록 하였으며, 원격 제어 설정 표시화면에서는 원격부하제어 버튼과 원격 전원 차단/투입 버튼 등으로 구성되어 있다. 원격 차단/투입기능은 이벤트 발생시간의 표시가 가능하며 이벤트의 기록은 원격전원 차단 또는 투입 버튼을 눌러 관련 동작이 발생한 후에 화면내의 해당 로깅 버튼을 누름으로써 확인 가능하다.

3. 결 론

차세대 스마트 WHM은 계기에서 수집 가능한 수집정보의 증가와 이를 지원하는 AMI 기술의 개선과 적용을 통해 효율성과 활용성이 뛰어난 VAS의 개발과 적용에 있어서 중요한 역할을 담당한다.

국내 환경에 적합한 VAS의 구체적 적용전망은 고압용의 경우에는 역률정보의 제공과 함께 양방향 계량 기능, 실시간 순간정전 감시 등의 적용과 함께 TOU(Time of Use)와 CPP(Critical Peak Pricing) 과금 방식의 적용이다. 이는 곧 다양한 요금제도의 시행이 필요함을 의미하며 차세대 스마트 전력량계는 다양한 VAS를 적용과 이와 연계한 다양한 요금제도가 적용될 때 높은 활용성과 경제성을 가질 수 있을 것으로 판단된다.

향후, 국내에서는 대규모의 저압전자식 WHM의 도입을 앞두고 있다. 현 시점에서는 지금까지의 품질관련 연구와 더불어 전자식전력량계 활용 극대화화 경제성 확보를 위한 지능형 전력계량시스템의 연구개발에 심혈을 기울여야 할 것으로 판단된다.

곧 국내에서도 국가적 차원의 스마트 그리드 연구개발과 AMI급의 지능형 전력계량시스템 시범사업의 적용 등 시행을 앞두고 있다. 이를 계기로 우리나라 여건에 적합한 전력 VAS의 개발과 현장 적용성의 증대는 매우 중요하다. 스마트그리드와 연계한 차세대 스마트 미터링 시스템의 성공적 적용과 활용은 스마트그리드의 성공적 추진에도 많은 기여를 할 것으로 예상된다. 현장중심의 전력 VAS의 도출과 적용은 세계시장을 선도하는데 있어서 필수적인 요소이다.

참 고 문 헌

[1] KEPCO, 'KEPCO in Brief' 2008
 [2] ABS, 'ABS Energy Research-Prepayment Metering Report Ed2', 2007

[3] Berg Insight, 'Berg Insight Report-Smart Metering and Wireless M2M', 2008
 [4] Spintelligent, <http://www.spintelligent.com>, 2008
 [5] S.G, Kim, K.H, Bae, S.H, Yang, 'A study on an application plan of value added service using electronic electricity meter', KEPCO, 2009

저 자 소 개



김 석 곤 (金石坤)

2003년 충남대학교 전기공학과 석사. 1993년 한국전력공사 월성원자력본부 입사. 1997년 한국전력공사 전력연구원 근무. 현재 한전 전력연구원 송배전연구소 스마트미터링 시스템개발 분야 선임연구원



이 한 별 (李 韓 別)

2003년 충남대학교 전기공학과 석사. 2003년 한국전력공사 입사. 현재 한전 전력연구원 녹색성장연구소 일반연구원



이 영 주 (李 泳 周)

1994년 충남대학교 전기공학과 석사. 1992년 금성계전(주) 전자설계팀 입사. 현재 LS산전(주) 선형기술연구소 Smart Residence 연구팀 수석연구원



최 용 성 (崔 龍 成)

1967년 11월 14일생. 1991년 동아대학교 전기공학과 졸업 (학사). 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업 (석사). 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업 (공학박). 1999년~2001년 JAIST Post-Doc.. 2001년~2003년 Osaka Univ. Post-Doc.. 2002년~2005년 원광대학교 연구교수. 2006년~현재 동신대학교 전기공학과 교수. 2006년~현재 전력산업인력양성사업단 기획운영부장.

Tel : 061-330-3204

Fax : 061-330-3105

E-mail : yschoi67@dsu.ac.kr