

AMI기반 전력부가서비스 개발을 위한 국내외 사례분석

원종률*, 한진희**, 신용학**

안양대학교 전기전자공학과* , LS산전 중앙연구소**

Case Study on the Development of AMI-Based Service

Jong-Ryul Won*, Jin-Hee Han**, Yong-Hak Shin**

Anyang University*, LS Industrial Systems**

Abstract - 수용가 통합자원관리를 위해서는 수용가 측면에서 AMI(Advanced Metering Infrastructure)기반의 부가서비스, 즉 전력정보관리, 전기품질관리, 수요응답 등 다양한 응용프로그램이 요구된다. 이러한 응용 기술은 이미 국내에서도 개발되어 사용되고 있다. 하지만 대부분의 응용프로그램들의 기능은 전력, 에너지, 전압, 전류 감시를 주요 기능으로 하고 있으며 모니터링 데이터를 활용하는 분석기능이 미흡한 상태이다. 따라서 우리는 우선 AMI/AMR에 대한 기술조사 및 관련 서비스 현황 조사를 실시하였다. 다음으로는 AMI기반 서비스 사례를 분석하였다.

1. 서 론

AMR(Automatic Meter Reading) 및 AMI(Advanced Metering Infrastructure)라고 불리는 기술 및 이를 통한 다양한 서비스사업에 대한 조사 및 분석을 통해 볼 때, 세계 IT강국인 국내에서 기반기술은 충분히 갖추어진 것으로 보이며, 전력 IT사업의 근간을 이루는 가장 중요한 핵심기술로서, 수용가의 부하자원에 대한 실시간 전송 및 이러한 자료의 DB화를 통하여 다양한 부가서비스를 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

AMR/AMI 시스템의 경우 현재 국내에서는 계량기에 대한 하드웨어 기술은 발전이 진행되고 있으나, 이를 이용한 관련서비스에 대한 사업화 및 기반기술에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 전력설비의 설계, 생산 자동화 등 전력기기 분야는 나름대로 선진국과 경쟁수준에 있다 할 수 있으나, 시장 및 제도, 기반 시스템의 미비로 인해 전력거래 및 부하관리 분야는 아직 외국 기술의 의존도가 높은 상황이다. 따라서 이에 대한 기반기술 연구 및 사업화방안에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

본 논문에서는 AMR 및 AMI기반 부가서비스 모델 현황 및 사례를 분석하였다, 이를 위해 우선 수동계량기부터 현재의 AMR 및 AMI까지의 기술발전현황, AMR 및 AMI 시스템의 다양하고 발전된 서비스 현황, 미국을 중심으로 유럽 등의 AMI 설치 보급 현황, MADRI 자료를 중심으로 분석된 AMI 서비스 사례의 분석자료 등을 제시하였다.

다음으로 수용가용 자원관리 솔루션 사업의 현황을 조사하였다. 에너지 사업부분의 자원관리 솔루션 사업의 현황을 조사 분석하였는데 그 중에서도 세계적으로 유명한 관련기업들의 솔루션 사업 제품 및 기능 등의 현황에 대해 우선 조사해 보았다. 대표적으로 현재 AMR 및 AMI 부분에서 세계 선두부문을 유지하고 있는 ITRON, GE, Power Measurement의 솔루션현황에 대해 조사해 보았다.

2. AMR/AMI 기반 기술 및 서비스 현황

2.1 AMR/AMI 기반 기술 현황

전 세계적으로 인구의 증가와 산업화에 따른 에너지의 급격한 사용에 따라 전기, 가스, 수도 시스템이 공공시설 및 사회기반시설로서 널리 퍼지면서, 이에 대한 검침시스템도 발전하게 되었다. 과거에는 검침원이 각 수용가를 직접 방문하여 전력 또는 가스 사용량을 수동(manual)으로 검침하여 이를 기록하는 시스템이 주종을 이루고 있었다. 이러한 시스템은 일반적으로 1개월 주기로 사용량(kWh)를 기록하는 과정에 지나지 않는다. 그러나 전자 및 정보통신기술의 발달에 따라 검침기술도 발전하게 되었다. 본 과제의 계획서 및 보고서에는 원격검침(AMR : Automatic Meter Reading)이라는 용어를 사용하고 있으나, 선진국에서는 이와 별도로 일보 업그레이드된 개념의 검침방식으로서 AMI라는 용어를 주로 사용하고 있다. AMR과 AMI의 개념상의 큰 차이는 자료의 수집 및 전송방법에 있어 AMR은 검침원이 차량 등으로 수용가 근처에서 운전하면서 자료를 받을 수 있다는 것이며, AMI는 “네트워크기술”을 이용하여 자료를 전송한다는 것으로 정의하고 있다. 이에 따라 AMI는 그 용도가 획기적으로 다양해질 수 있다. 그러나 아직도 일부에서는 AMR과 AMI를 혼용하기도 하나, 주로 AMI라는 용어를 사용하고 있다. 이러한 AMR 또는 AMI의 기술은 전력IT를 이루는 근간을 형성하는 가장 중요한 핵심요소이다. 이를 바탕으로 Consumer Portal 및 Demand Response의 체계가 이루어지기 때문이다.

다음 표는 이러한 발전단계를 상세히 보여주고 있다.

표 1 검침(미터링)기술의 발전

시스템 요소	수동	AMR	AMI
검침	전자기	혼합	혼합 또는 반도체
자료수집	수동/월간	운전(Drive-by)/월간	통신네트워크를 통한 원격, 일간 또는 수시
자료가독	전체 소비량	전체 소비량	시간대별 또는 수시 (사용량외에 다양한 변수 기록가능)
주요 응용분야	전체 소비량 요금청구	전체 소비량 요금청구	가격제도 다양화, 수용가 선택, 다양한 전력회사, 유통자료 비상시 수요응답
소프트웨어 인터페이스	참구서 및 고객정보시스템	참구서 및 고객정보시스템	참구서 및 고객정보시스템, 수용가 자료, 계시, 비상시 수요응답
부가장치	없음	없음	Smart Thermostat, 가정내부 모니터링, 가전기기 제어기

한편 AMI에서는 계량기(Meter)로 전력 및 에너지정보를 측정하고 이를 소비자 및 전력회사에 전송하기 위하여 통신수단을 가지고 있어야 한다. 현재 사용하는 방법으로는 전력선 통신(PLC), 무선통신(Wireless, RF), 전화모뎀(Telephone Modem), 유선인터넷(LAN, WAN)등을 이용하는 방법이 사용되고 있다. 또한 이러한 실시간의 정보를 처리하기 위하여 중앙에서는 정보처리서버 시스템을 갖추고 있어야 한다. 아래의 그림에 요약되어 있다.

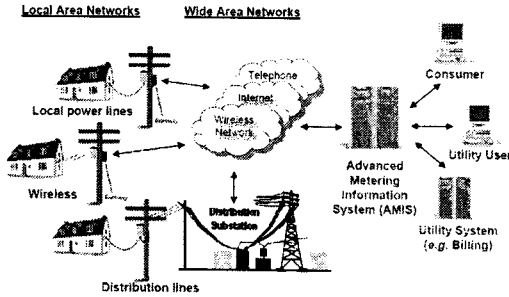


그림 1 AMI시스템 네트워크 현황

한편 이러한 통신수단을 갖춘 AMI시스템은 기존의 수동 또는 운전자검침방식에서 벗어나 다양한 용도로 사용될 수 있으며, 이미 사용되고 있고 많은 연구가 이루어지고 있다. 다음 그림들은 이러한 AMI 시스템의 서비스범위 및 응용범위를 상세히 기록하였다. 그 용도를 크게 4개로 나눌 수 있는데 이는 다음과 같다.

- Billing(요금청구), Pricing(가격제도 다양화), Outage(사고/고장 정보), User Information(사용자 정보제공)

이를 다시 간단히 요약하면 다음과 같다.

표 2 AMI시스템 서비스 활용도

기능	수동/AMR	AMI
요금제도	전체 소비량	전체 소비량 시간대별 정두요금 실시간요금
기타 수요응답	없음	부하제어, 수요일할 수요 예비력, 정두 리베이트
수용가 피드백	월간 청구서	월간 청구서 월간 상세 보고 인터넷 웹 정보제공 가정내부 직접정보제공
수용가 요금절약	가전기기의 수동 전원차단	가전기기 전원차단 비침두로 가전사용 이동 수동 또는 자동제어
사고/고장	수용가 전화요청시 알림	자동 탐지 개별 수용가의 복구상태 확인
배전 운영	공학적 모델 사용	동적, 실시간 운영
신기능 추가		
전력품질 서비스	-	계량기 자체적으로 전압감시
배전자동화	-	부하 균형 커패시터 뱅크 스위칭 전압조정기 및 탭절환기 감시 변압기 부하관리 사고/고장 관리 자동화

또한 미래의 가능한 용도로서 계량점에서의 전압의 원격검측으로 인해 전력품질의 중앙제어가 가능하며, 부하 균형, 커패시터뱅크투입, 고장관리 등의 자동화를 가능하게 하는 배전자동화시스템에 가장 기본적으로 활용이 가능하다. 이러한 활용범위에 대하여 아래의 그림에 다시 정리가 되어 있다.

이러한 AMI기술의 사용에 따라 얻게 되는 이익에 대해서는 미국의 Puget sound Energy에서 연구한 자료에 잘 나와 있다. 먼저 Utility에서는 무엇보다도 수동검침에서 필연적으로 발생하게 되는 노동비용의 감소이다. 또한 절도방지, 공정향상 등에서 이익 비중이 가장 큰 것으로 나와 있다. 그러나 이러한 단순한 이익 이외에도 시간대별 요금제도 등의 수요응답(DR)프로그램 등의 부가서비스와 결합된다면 이익은 한층 커지게 되어 투자비회수기간도 빨라진다.

표 3 AMI 설치시 수용가이익 분석

서비스 항목	새로운 선택항목
정산/청구(Billing)	- 정산일자의 선택 - 중간 추징 정산 불필요 - 월간부터 일간까지 다양한 정산기간 선택
요금제(Pricing)	전력량기준 단일요금제 또는 동적요금제
고장/사고 처리(Outage handling)	Utility에 의한 자동처리 및 복구확인 시스템가능
사용 정보	- 실시간 계량 - 문의로청의 신속한 해결 - 웹 기반 데이터 접속 - 월간 상세 사용정보 보고 - 기존 초과시 경보 - 월별 또는 일별 사용정보 알림 - 수용가 교육을 위한 일별 시간대별 정보제공

2.2 AMR/AMI 기반 서비스 현황

AMI 시스템은 미국내에서뿐만 아니라 캐나다, 이태리, 스웨덴 등에서도 설치 또는 계획 중이다. 이에 대한 현황을 아래 그림에 자세히 요약하였다. 전기 및 가스부분에 대한 현황을 조사한 것이며, 통신방식은 주로 무선통신이지만 배전선통신 등의 유선통신기술도 사용되고 있다. 전력시장 구조개편 초기에는 검침서비스의 경쟁체제에 관심이 많았지만 캘리포니아에서의 공급설비용량부족 등의 사태를 겪으면서 수요자원의 활용에 대한 관심이 높아지기 시작하였다. 수요응답서비스를 발전시키면서 자연적으로 높은 수준의 검침기술도 필요하게 되었다. 한편 검침기 회사들도 정보통신기술의 발달에 맞추어 자료수집과 통신이 가능한 최신기기들을 선보이기 시작하면서 미국에서도 많은 관심이 일기 시작하였다.

우선 Wisconsin Public Service Corporation은 규제하에서 운전비용을 줄이고자 인프라를 갖추기 시작하였다. 또한 San Diego Gas and Electric은 피크수요를 줄이고자 가격변동에 따른 수요응답서비스인 실시간요금제를 구축하기 위하여 2001년부터 이러한 인프라를 갖추기 시작하였다. 이에 맞추어 캘리포니아 CPUC에서는 2005년 3월에 100%보급을 시킨다는 계획을 세우고 실행중이다.

Utility	Type	Technology	Quantity	Install Completed
U.S.				
Kansas City Power & Light (MO)	Electric	Wireless	490,000	1996
Duquesne Light (PA)	Electric	Wireless	580,000	1998
Ameren (MO)	Electric & Gas	Wireless	1,400,000	1999
Xcel Energy (MN)	Electric & Gas	Wireless	1,400,000	1999
Puget Sound Energy (WA)	Electric & Gas	Wireless	1,500,000	2000
United Illuminating (CT)	Electric	Wireless	320,000	2000
Indianapolis Power & Light (IN)	Electric	Wireless	470,000	2000
Exelon (PA)	Electric & Gas	Wireless	2,100,000	2002
Wisconsin Public Service (WI)	Gas	Wireless	200,000	2003
Wisconsin Public Service (WI)	Electric	Distribution line carrier	450,000	2004
PPL (PA)	Electric	Distribution line carrier	1,800,000	2004
JEA (FL)	Electric & Water	Wireless	900,000	2005
WE Energies (WI)	Electric & Gas	Wireless	1,000,000	2005
Hundreds of Small Utilities	Electric & Gas	Various	5,000,000	2004
International				
ENEL (Italy)	Electric	Power line carrier	30,000,000	2008
PREPA (Puerto Rico)	Electric	Distribution line carrier	1,400,000	2008
Sweden	Electric	Wireless & power line carrier	5,200,000	2009
Ontario (Canada)	Electric	To be determined	5,000,000	2010
Victoria (Australia)	Electric	To be determined	2,500,000	2013

그림 2 주요 AMI 설치현황

구조개편이 이루어졌고 많은 부분의 전력을 외부국가에서 수입해오는 이태리에서는 3천만 고객을 대상으로 보급을 실시하여 현재 2/3 정도가 완료된 상태로 배전선 통신방식을 이용하고 있다.

캐나다 온타리오에서는 2006년부터 2010년까지 Smart Meter를 100% 보급시키는 사업을 계획중이다. 스웨덴에서는 수요응답 프로그램과 결합하는 것을 목표로 2009년까지 보급을 완료시킨다는 사업을 실시중이다. 호주 빅토리아에서는 대수용가부터 우선 2008년까지, 전체는 2013년까지 보급한다는 사업을 계획중이다. 프랑스에서도 2005년까지 모든 상업용/산업용 수용가를 대상으로 AMR 시스템을 확장하였으며, 2020년까지 3,000만개의 계량기를 AMR로 교체한다는 계획이다.

다음은 현재 가장 주요한 계량기시스템 제조사를 조사하였다. GE가 계량기부문을 가장 높은 점유율을 가지

고 있으나, AMR 및 AMI는 현재 ITRON이 가장 높은 성장세를 기록하고 있다.

한편 다음은 미국 Mid-Atlantic Distributed Resource Initiative (MADRI)에서 2005년 조사한 자료에 나타난 지역 주요 전력회사별 AMR 및 AMI의 설치현황 및 서비스 분석사례를 제시하였다. 기준은 AMR 및 AMI가 비교적 많이 설치된 Utility를 선별하여 정리하였다. 지면상 한 회사(PECO)만 제시하고, 자세한 현황은 지면상 생략한다.

예로서 PECO Energy에서는 가정용으로 AMR이 1,300,000대, 소규모 상업용/산업용 부하에 153,000대, 대규모 상업용/산업용 부하에 1,200대가 보급되어 있으며, AMI는 대규모 상업용/산업용 부하에만 1,200대가 보급되어 있다. 통신방식은 AMR은 이동 무선방식을 이용하며, AMI는 모뎀, 유무선 네트워크를 이용한다. 부가서비스 기능으로는 AMR에서 고장 통지, 전기 불법도용을 체크해주며, 소규모 상업용/산업용 부하에서도 고장 통지, 전기 불법도용 체크 기능, 전력품질서비스를 제공해주며, 대규모 상업용/산업용 부하에서는 고장 통지, 전기 불법도용 체크 기능, 전력품질서비스를 제공해 준다.

PECO Energy

Company Name	PECO Energy
Company Street Address	2301 Market Street
Company City Address	Philadelphia, 19102
Company State Address	PA
Company Phone	215-841-4600
Company Web Address	www.peco.com
Parent Company	Exelon Corp.
Respondent	William Frazier
Respondent Title	Senior Rates Specialist
Number of customers:	1,541,115
Residential	1,385,000
Small Commercial/Industrial (C/I)	153,000
Large Commercial/Industrial (C/I)	3,115

Meter Count	Standard	AMR	Advanced	Total
Residential	2	1,380,000	3	1,383,000
Small CI	3	153,000	3	153,300
Large CI	3	1,200	1,200	2,400
Total	2	1,464,200	1,200	1,465,400

	Residential	Small C/I	Large C/I
Data Measurement Interval	NA	NA	15 Minutes to 1 Hour
Frequency of Data Retrieval	NA	NA	Daily
Communication System	Radio Frequency	Radio Frequency	Phone Modem - Fixed Network Wireless
Additional Functionality	Outage Notification, Meter Tampering Indication	Outage Notification, Meter Tampering Indication, Power Quality	Outage Notification, Meter Tampering Indication, Power Quality

3. AMI 기반 서비스 사례

3.1 AMI 기반 서비스 사례분석

다음은 에너지 사업부문의 자원관리 솔루션 사업에 대한 현황을 분석하였다. 세계적으로 유명한 관련기업들의 솔루션 사업 제품 및 기능 등의 현황에 대해 우선 조사해 본다. 대표적으로 현재 AMR 및 AMI 부문에서 세계 선두부문을 유지하고 있는 ITRON, GE의 사업현황에 대해 조사해 보고, e-EMS 부문에서 기술력을 인정받고 있는 Power Measurement의 사업현황에 대해 조사해 보았다. 지면상 ITRON에 대해서만 제시하였다.

ITRON은 현재 전력, 가스, 수도 계량기시스템 및 관련부하 서비스 분야에서 가장 두각을 나타내고 있는 미국의 회사이다. 고객이 63개국에서 약 3,000개 회사정도로 추산되고 있다. 일반 계량기보다는 AMR 및 AMI시스템, 관련 자료분석 솔루션 시스템 분야에서 높은 기술력과 점유율을 기록하고 있다. 최근 관련 솔루션기업인 Silicon Energy 등을 합병하면서 사세를 확장해 가고 있다. 측정, 수집, 관리, 분석 등의 분야로 나누어져 각각 매우 다양한 솔루션이 제공되고 있다.

지면상 이 중에서 대표적인 솔루션인 Enterprise Edition Meter Data Management에 대해서 정리하였다. 이는 가정용, 상업용, 산업용 분야에서 활용가능하며, 다양한 계량기로부터 계측된 자료를 휴대용, 이동용, 네트워크 등의 다양한 전송수단을 통해 전송된 수요자료를 수집하고 관리하여 정산, 사고/고장관리, 자료분석, 정보제공 등에 적용하는 토털 솔루션이다. 아래의 그림은 시스템의 개요 및 활용범위를 보여준다.

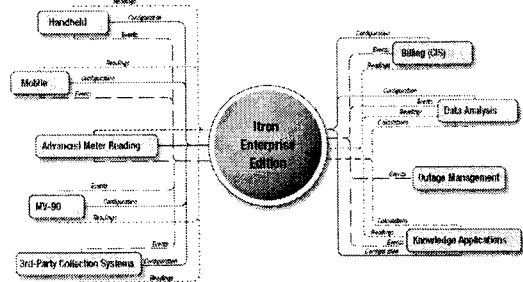


그림 3 Enterprise Edition Meter Data Management 활용범위

이 외에 MV-90 xi, EnergyAudit 등이 있다.

4. 결 론

AMR/AMI 시스템의 경우 현재 국내에서는 계량기에 대한 하드웨어 기술은 발전이 진행되고 있으나, 이를 이용한 관련서비스에 대한 사업화 및 기반기술에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 전력설비의 설계, 생산 자동화 등 전력기기 분야는 나름대로 선진국과 경쟁수준에 있다 할 수 있으나, 시장 및 제도, 기반 시스템의 미비로 인해 전력거래 및 부하관리 분야는 아직 외국 기술의 의존도가 높은 상황이다. 따라서 이에 대한 기반기술 연구 및 사업화방안에 대한 지속적인 연구가 필요하며, 에너지절감효과가 매우 큰 것으로 인정되는 DR(Demand Response) 및 수용가 자원관리 알고리즘과의 상호관련 연구 및 기반 시스템에 대한 투자도 필요한 것으로 보인다. 또한 관련 디바이스, 네트워크 및 솔루션간의 표준화 작업 및 단일화된 시스템, 디바이스의 통합화에 대한 연구도 필요한 것으로 보인다.

[참 고 문 헌]

- [1] DRAM(Demand Response and Advanced Metering Coalition), <http://www.dramcoalition.org>
- [2] Chris King, DRAM "Advanced Metering Infrastructure (AMI) - Overview, Jan. 2005.
- [3] DRAM White Paper - April 2004.
- [4] PARETO ASSOCIATES PTY LTD, Australia, "Smart Meters for Smart Competition" Report, May 2001.
- [5] WG3 Meter Functional Specification Subgroup, "Functional Requirements for the AMI System", Final-031204.doc
- [6] Southern California Edison, "Southern California Edison Company's Revised Preliminary Analysis of Advanced Infrastructure Business Case" Report, Jan. 2005.
- [7] Roger Levy, Establishing the Scope for The Business Case Structure to Evaluate Advanced Metering, Sep. 2003.
- [8] Michael Lukasiewicz Marketing CrossRoads, Inc., MADRI Advanced Metering Working Group, "Installed Meter Survey" Final Report Draft, April 2005.
- [9] AMRA, Automatic Meter Reading Association
- [10] ITRON - Products & Services Homepage
- [11] GE Consumer & Industrial Homepage
- [12] Power Management, Homepage