

특집  
12

## 통신사업자 홈네트워크 기반의 스마트 그리드 AMI(Automatic Metering Infrastructure) 구축방안

목 차

1. 서 론
2. AMI 망 구조
3. 사업자간 제휴 동향
4. 홈네트워크 기반의 AMI
5. 결 론

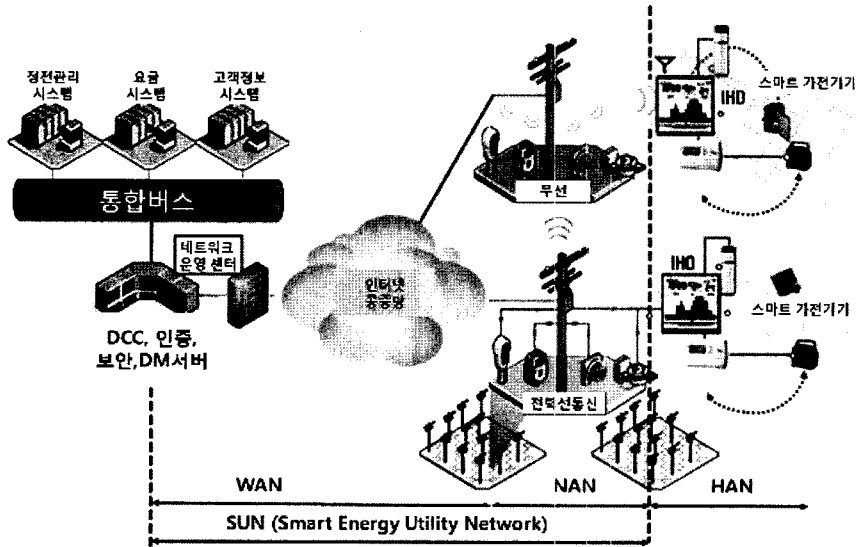
김근영 · 김영명  
(KT)

### 1. 서 론

스마트 그리드는 기존의 전력사업에 IT를 비롯한 다양한 산업군의 비즈니스와 기술이 결합하여 전력사업자와 소비자간에 전력 공급과 수요에 필요한 정보를 실시간·양방향으로 주고받음으로써 에너지 효율을 극대화할 수 있는 새로운 지능형 전력망이다. 전력사업자가 생산한 전력을 단방향으로 공급하는 현재의 중앙집중형 전원시스템에서 신재생 에너지 발전시설을 포함한 다양한 분산전원을 도입하고 각종 센서와 미터를 설치하여 소비자의 수요변화에 실시간으로 반응하도록 최적화된 전력망으로 진화될 것이다. 이렇게 스마트 그리드를 대표하는 '에너지 수요와 공급의 최적화 이슈'를 해결하기 위해서는 원격검침, 양방향 정보교환 및 에너지 부하제어를 지원하는 인프라로서 AMI(Advanced Metering Infrastructure) 도입이 필수적이다. 현재까지는 주로 미국과 유럽을 중심으로 AMI 시스템 개발과 도입이 진행되고 있고, 우리나라를 비롯한 대다수의 나라에서는 기존 아날로그 전력량계를 전자식 미터기로 교체하는 AMR

(Automatic Meter Reading) 도입을 계획하고 있는 상황이다[1]. (그림 1)은 미터기, 정보수집장치, 서버, 정보표시장치(단말) 등으로 구성되는 일반적인 전력 AMI 구조를 보여주고 있다[2].

가정 및 빌딩에 설치된 다수의 미터기에 의해 실시간으로 각종 에너지 사용량이 측정되고 사용량 데이터는 정보수집장치에 의해 전력사업자의 서버로 전송되어 수집된다. 이렇게 수집된 사용량은 목적에 따라 다양한 형태의 정보로 분석 가공되어 다시 사용자의 가정 및 빌딩 내에 있는 단말로 보내져, 사용자는 이것을 통해 자신의 전력 사용량과 요금정보를 실시간으로 확인할 수 있다. 또한, 전력절감을 위한 컨설팅 정보도 함께 제공이 가능하여 사용자가 스스로 에너지 사용을 줄이도록 유도할 수 있으며, 더 나아가 자동화된 원격 기기 제어를 통해 에너지 사용을 최적화 할 수 있는 기반이 갖추어진다. 이런 상황이 실현되면 전력사업자도 각 가정별 검침과 유지관리에 필요한 비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 전력수요에 대한 즉각적인 대처가 가능하고 부하제어를 통해 피크타임 사용량을 줄임으



(그림 1) 전력 AMI 구조

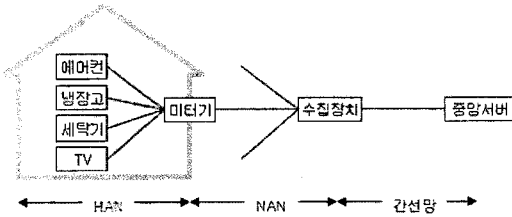
로써 에너지 생산비용과 발전시설 확장을 위한 투자비용 절감효과를 기대할 수 있다. 이와 같은 예상 기대효과로 인해 세계 각국 정부는 국가 전력사업에 AMI를 포함시켜 그 중요성을 강조하고 있으며, AMI 도입을 적극적으로 검토 추진하고 있다. 본 고에서는 AMI 구현을 위한 망 구조, 다양한 사업자들의 AMI 제휴사업 동향 그리고 현재 전력사업자 중심으로 진행되고 있는 AMI와는 다른 관점으로 이미 홈네트워크 구축에 역할을 갖춘 통신사업자 측면에서의 AMI 도입 방안을 고찰하고자 한다.

## 2. AMI 망 구조

AMI의 도입목적은 효율적인 전력수요 관리를 통해 생산과 공급의 균형을 확보하기 위한 것이다. 현재 전력사용요금은 월단위로 전력량계에 표시된 누적치를 검침하여 이 값을 기준으로 부과되고 있다. 그러나 AMI가 구현되면, 검침을 위해 가정을 직접 방문할 필요가 없을 뿐만 아니라, 실시간 검침이 가능해져 지금까지는 제공할 수 없었던 새로운 차원의 다양한 서비스를 제공할 수 있는 기반이 마련된다. 즉, 실시간 전력수

요 파악이 가능하여 전력수급 상황에 따라 차등 요금제(TOU : Time of Use)를 적용하면 전력수요를 자발적으로 분산시키는 것이 가능해진다. 또한, 소비자들에게 전기사용량과 요금을 실시간으로 알려줌으로써 자발적인 절약을 유도하는 등 전력수요에 대한 능동적 관리가 가능해진다. 지능형 가전의 보급이 확대되고 홈네트워크를 통해 개별 장치를 원격 관리할 수 있게 되면, 전력사업자와 소비자간에 약정을 통하여 SLA (Service Level Agreement) 범위내에서 가전기기별 소비전력을 강제적으로 조절하는 방식으로도 진화가 가능하다. 또한, AMI의 구현과 함께 스마트 그리드가 완성되면 국가 차원에서 모든 분야에 걸쳐 전방위적인 전력 수요관리가 가능해진다.

AMI의 구현을 위해서는 기본적으로 각 가구에 설치된 미터기와 중앙서버가 네트워크로 연결되고 이들간에는 양방향 통신이 요구된다. (그림 2)는 개략적으로 도식화한 AMI 망 구조를 보여준다. 가장 일반적인 형태는 로컬 수집장치가 몇 개 그룹의 미터기로부터 데이터를 수집하고, 이를 간선망에 연결된 중앙서버로 전송하는



(그림 2) AMI 망 구조

구조로, HAN(Home Area Network), NAN (Neighborhood Area Network), 간선망 등으로 구성된다[3].

HAN은 온도조절기, 각종 가전기와 미터가 존재하는 가정내에 구성된 네트워크로 사용자가 필요에 따라 전력요금 조회, 사용량 제어, 부가 서비스 사용 등을 실시간으로 요청할 경우 즉시 반응할 수 있도록 구축되어야 한다. 이 영역에서는 수많은 벤더들이 다양한 통신매체와 프로토콜을 가지고 서로 경쟁하고 있으며, 최근에는 전력선 통신(PLC)과 ZigBee 중심의 무선통신 기술이 통신표준으로 떠오르고 있다. 북미에서는 이미 2008년 상반기에 가정내 기기를 미터기를 통해 제어하기 위한 표준규격 'OpenHAN(Open Home Area Network)'을 채택했다. OpenHAN은 다양한 네트워크 기술을 물리계층에 이용할 수 있으며, 가정내의 기기를 제어하는 애플리케이션 소프트웨어를 실행하기 위한 API도 규정하고 있다. OpenHAN 표준을 주도하고 있는 업체들은 주로 미국내 대형 전력사업자들로 이들 중 PG&E와 SCE는 2009년도부터 OpenHAN 사양의 미터기를 각각 약 1천5백만대, 5백만대 도입을 진행하고 있다[4].

NAN은 각 가구에서 측정된 데이터들을 일차적으로 수집하고 이를 간선망으로 연결하는 역할을 하는 영역으로 BPL(Broadband over Powerline), WiFi, WiMAX, CDMA, GSM 등 다양한 통신방식들이 적용되고 있다.

간선망은 전력사업자가 직접 설치할 수도 있

고, 통신사업자, 케이블TV사업자 등이 설치할 수 있다. 대부분의 전력사업자들은 망 신뢰성 확보, 보안기준 준수, 비용절감 등의 측면에서 간선망을 직접 소유하기 위해 노력하고 있다. 그러나 이 영역에서는 오랫동안의 경험과 지속적인 혁신을 통해 가격경쟁력을 갖춘 안정적인 망을 구축 운영하고 있는 통신사업자가 주목을 받고 있으며, 필요시 중복투자 없이 적시 공급이 가능하다는 측면에서도 유리한 점을 갖추고 있다.

### 3. 사업자간 제휴 동향

스마트 그리드가 지향하는 기본 목표는 2장의 AMI 망 구조에서 살펴본 HAN, NAN을 효율적으로 구축하고 이를 활용하여 배전시스템에 모니터링, 분석, 제어, 통신능력을 부가하여 전력사용 효율을 극대화하는 것이다. 이를 통해 전력사업자는 보다 효율적인 전력망 운영이 가능해질 것이다. 그러나 엄청난 규모의 투자가 수반되어야 하는 스마트 그리드의 성공적인 구축을 위해서는 전력사업자 혼자만의 노력만으로는 어려울 것이며, 소비자, 규제기관, 제조업체, IT업체, 통신사업자 등 모든 이해관계자들이 참여하는 새로운 협력체계 구축이 필요하다. 실제로 외국에서는 다양한 사업영역의 업체들이 자사의 역량은 최대한 활용하고 부족한 역량에 대해서는 적극적인 제휴와 협력을 통해 해결하는 형태로 스마트 그리드 사업에 참여하고 있다.

대표적인 IT 기업인 구글과 마이크로소프트는 각각 파워미터와 Hohm이라는 브랜드의 에너지 관리상품을 출시하였다. 이들이 서비스하는 홈에너지 관리플랫폼 또는 홈에너지 관리포털은 고객에게 실시간으로 가정내 각 기기에서 사용되고 있는 에너지 소비량과 평균·전체 전력 사용량을 시각적으로 제시해 주고, 에너지 사용과 탄소배출량을 줄일 수 있는 컨설팅 정보도 제공한다.

구글 파워미터는 웹기반의 홈에너지 관리시스

템으로, 미터기로부터 사용량 데이터를 전송 받아서 사용자가 igoole 홈페이지의 구글 가젯을 통해 전력사용량을 확인할 수 있게 해 준다. 현재 구글 파워미터는 가정내 미터기를 설치하고 있는 전세계 9개의 전력사업자들과 시험사업을 진행하고 있다.

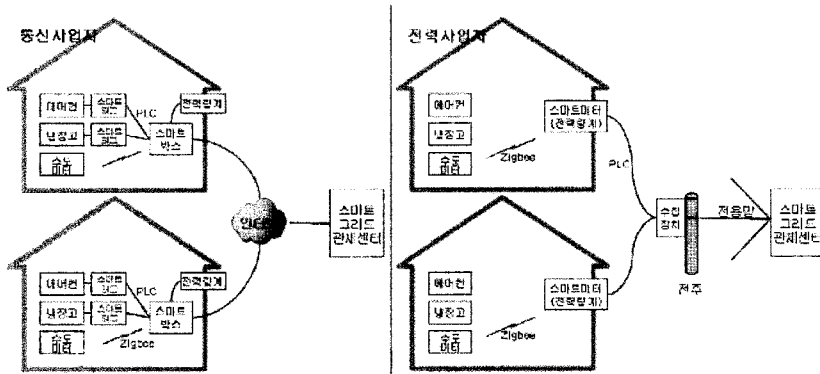
마이크로소프트의 Hohm은 무료로 개인별 에너지 절감 컨설팅을 제공하는 온라인 어플리케이션으로 가입자가 미리 제시한 가정내 사용가전, 사용 시스템들의 정보와 제휴 전력사업자가 제공한 사용자의 에너지 사용데이터를 근거로 서비스를 제공한다. 마이크로소프트는 베타테스트 기간인 현재 4개의 전력사업자와 파트너 관계를 유지하고 있으나, 2,000개 이상인 미국내 전력사업자 누구라도 즉시 협력관계를 가져갈 수 있는 표준 라이선싱 프로그램을 준비하고 있다[5].

미국내의 대표적인 통신사업자인 AT&T, Verizon, T-Mobile, Qwest and Roger Communications 등도 다양한 AMI 솔루션 제공자와 파트너쉽을 체결하거나 공동 마케팅 협정을 통해 스마트 그리드 시장에 참여를 시작하고 있다. 스마트 그리드로 진화하면서, 양방향 통신뿐만 아니라 원격제어, 데이터암호화, 수요관리, 장치관리 등 다양한 IT 시스템과 기술들이 요구되고 있으며, 전체적인 커뮤니케이션 아키텍처를 어떻게 가져가야 하는지가 중요한 요소가 되었다. 통신사업자는 이 분야의 경험과 노하우가 이미 갖추어진 초고속 통신망을 제공하는 것을 시작으로 제휴사업에 참여하고 있는 추세이다. 통신사업자들이 여기에서 한발 더 나아가 Triple Play 서비스, 홈오트메이션 서비스 등을 위해 이미 자신들이 갖추어 놓은 홈네트워크 인프라를 스마트 그리드에 적용시킬 수 있다면 제휴사업의 범위는 더욱 넓어지고, 국가 차원에서도 투자비용과 시간을 줄이면서 조기에 스마트 그리드를 구현할 수 있는 기회를 찾을 수 있을 것이다.

#### 4. 홈네트워크 기반의 AMI

통신사업자가 홈네트워크를 통해 AMI를 구현하는 것은 크게 몇 가지 측면에서 중요한 차별성과 의미를 찾을 수 있다. 먼저, 스마트가전이 널리 보급되지 않은 현재, 소비전력의 총량만을 일단위로 검침하는 공급자 관점의 기존 방식과는 달리 통신사업자는 홈네트워크를 통해 고객의 에너지 사용량을 기기별로 모니터링하고, 이를 분석하여 고객에게 실질적인 도움과 혜택을 주는 서비스를 제공할 수 있다는 것이다. 또한, 이미 수백만 가구에 보급되어 있는 초고속인터넷의 통신인프라를 그대로 활용할 수 있다는 점과 댁내에 설치되어 있는 다양한 서비스 단말도 그대로 서비스에 사용할 수 있다는 점 등이 차별적인 요인이다.

각 가정의 홈네트워크를 기반으로 AMI를 구현하기 위해서는 몇가지 요소장치들이 필요하다. 먼저 각 가정에는 초고속 인터넷 통신을 위한 홈게이트웨이 기능에 원격검침 기능이 부가된 스마트박스, 가전기기가 사용하는 전원 콘센트에 설치되어 소비전력을 측정하고 이를 스마트박스로 전송하는 스마트태그가 설치되어야 한다. 또한, 전력사업자의 미터기로부터 총 전력사용량 데이터도 스마트박스로 전송되어야 한다. 스마트가전이 도입된다면, 스마트태그 없이도 스마트가전이 스스로 자신의 전력사용량을 스마트박스로 보내줄 수 있다. 각 가정의 스마트박스는 수집한 모든 사용량 데이터를 스마트 그리드 관제센터로 보내게 된다. 스마트 그리드 관제센터는 이 데이터를 사용자에게 다양한 형태의 유용한 정보로 가공하여 사용자 단말에 제공하여 준다. 사용자 단말로는 통신사업자가 이미 서비스하고 있는 인터넷 전화, IPTV, 이동단말 등을 활용할 수 있다. (그림 3)과 같이 통신사업자와 전력사업자의 AMI 방식은 차이가 있으며, 각 방식에서 데이터 수집기능을 담당하는 스마트박스



(그림 3) 통신사업자와 전력사업자 AMI 방식

〈표 1〉 스마트박스와 로컬 수집장치 비교

구분	스마트박스(통신사업자)	로컬 수집장치(전력사업자)
설치장소	택내	주상변압기 또는 지상변압기
검침 영역	1 가구	200 가구
검침 미터기 종류	·스마트태그(개별 전력사용량) ·전력량계(총 전력사용량) ·5종 미터	·스마트미터(전력량계) ·5종 미터(스마트미터를 통해 검침)
주요 기능	·스마트 그리드 관제센터와 데이터 통신 ·검침데이터 수집 ·홈게이트웨이(인터넷공유기, PLC통신)	·스마트 그리드 관제센터와 데이터 통신 ·검침데이터 수집 ·변압기 부하, 검침, 관리데이터 전송
관제센터와 통신 방식	인터넷망 이용	전용망 이용
검침기와 통신방식	PLC, ZigBee	PLC, ZigBee

와 로컬수집장치간의 차이점은 <표 1>과 같이 정리할 수 있다.

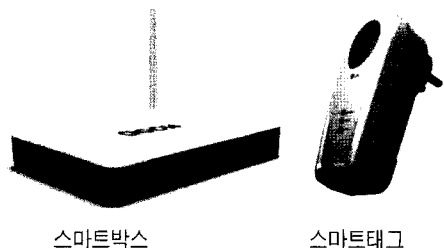
AMI 구현의 필수 요소장치인 스마트박스와 스마트태그의 주요 기능은 다음과 같고 KT가 개발한 스마트박스와 스마트태그는 (그림 4)와 같은 형상을 가지며, 각각의 주요 규격은 <표 2>와 같다.

#### 4.1 스마트박스

- 스마트태그에서 측정된 에너지 사용량 데이터를 수집
- 초고속인터넷 통신을 위한 홈게이트웨이 역할을 수행하며, 수집된 데이터를 인터넷을 통해 스마트 그리드 관제센터로 전송
- 스마트태그를 원격 제어하여 기기/설비의 전원을 제어

#### 4.2 스마트태그

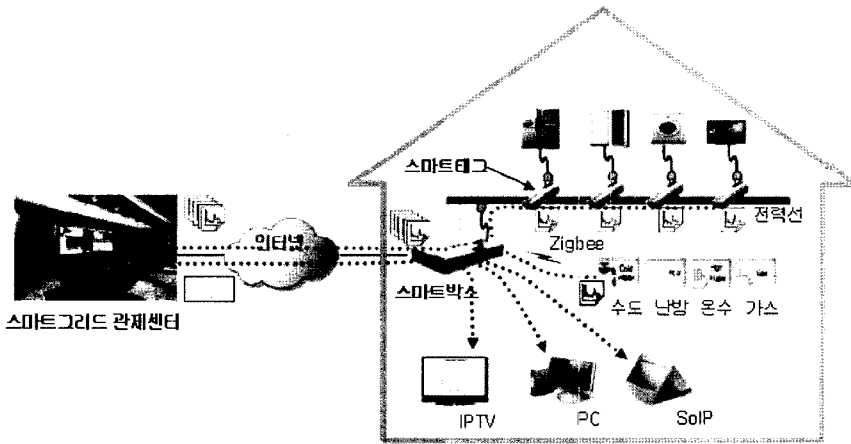
- 기기/설비가 연결된 콘센트에 설치하여 해당 기기의 전력사용량을 측정
- 가스, 수도, 난방, 온수 사용량을 측정하고 측정 데이터를 스마트박스로 전송
- 스마트박스의 제어에 의해 기기/설비의 전원을 on/off



스마트박스                      스마트태그  
(그림 4) 스마트박스와 스마트태그의 형태

〈표 2〉 스마트박스과 스마트태그 규격

스마트박스		스마트태그		
인터페이스				
AC 인터페이스	AC전원 + PLC 통신	AC전원 + PLC 통신		
이더넷 인터페이스	LAN용 4포트	LAN용 1포트		
	WAN용 1포트			
무선 인터페이스	ZigBee 통신	-		
기본 기능				
홈 G/W	QoS, IGMP Snooping, NAT, IP 주소 할당, 보안, 관리제어, 운용관리		연동	검침정보 송신, 등록 요청
원격 모니터링 및 제어	스마트태그(PLC)	인지, 등록, 검침정보 수집, 전력 제어	모니터링 및 제어	전력 모니터링, 전원 On/Off 제어
	전력량계(PLC)	총 소비전력 검침	인터넷 접속	PC, SolP등 단말에 대한 초고속 인터넷 접속
	기타(ZigBee)	가스, 수도, 난방, 온수		
센터 연동	센터 요청에 의한 데이터 송수신			
	운용 관리			
관리 방법	Web을 통한 GUI, Telnet을 통한 CLI			



(그림 5) 홈네트워크 기반 AMI 서비스 제공 모델

홈네트워크 기술 역량을 활용한 통신사업자 홈네트워크 기반의 AMI가 구축되면 (그림 5)와 같은 서비스 모델로 스마트 그리드 관제센터에서는 각 가정에서 수집된 정보를 분석하여 사용자에게 실시간 또는 시간대별 에너지 사용량을 제공할 수 있으며, 더 나아가서 전월, 전년 대비 사용량 등의 비교도 가능하고, 전력사용량을 탄소배출량으로 환산하여 제공할 수도 있다. 또한, 사용자들의 사용이력 관리, 사용패턴 분석, 누진

제 등 과금기준 분석 등을 통해 에너지 사용량 절감을 위한 컨설팅정보 제공도 가능하다. 외출 시에는 원격제어 기능을 활용해 대기전력까지도 감시하고 제어할 수도 있다. 이러한 서비스들은 사용자들이 이미 친숙해져 있는 IPTV, 인터넷 전화, PC, 이동전화 등 통신사업자의 다양한 서비스 단말을 통해 제공 가능하며, 각종 에너지 사용 요금에 대한 통합고지와 회수대행 등 업무 처리 측면의 시너지 제공도 가능하다.

## 5. 결 론

전력의 공급과 사용정보가 양방향·실시간으로 전달되는 스마트 그리드 환경이 조성되면, 효율적으로 전력을 분배하고 사용할 수 있다. 세계 각국에서는 스마트 그리드 구축에 반드시 필요한 핵심 인프라로서 AMI 도입을 적극적으로 추진하고 있으며, 사업자들간에도 신규 비즈니스 모델 창출과 AMI 구현을 위한 다양한 형태의 제휴·협업이 이루어지고 있다. 이와 같이 AMI 구현은 전력산업에 한정되는 이슈가 아니며, 통신, 가전, IT 등 다양한 분야의 산업체들이 보유한 역량을 최대한 결집하여야 효율적인 투자와 조기 완성이 가능하며, 이를 통해 국가의 새로운 성장 모멘텀을 제공하는 한국의 대표산업으로 자리매김이 가능할 것이다.

우선적으로 전력사업자의 역량에, 통신사업자의 망 구축·운용 역량과 홈네트워크를 통해 이미 구축되어 있는 인프라와 서비스 제공 능력까지 연계한다면 AMI 구축 효과는 더욱 증대될 것이다. 이러한 협력모델과 기대효과를 고려하여 통신사업자는 AMI를 위한 스마트박스, 스마트태그 등의 장치를 도입하고 있으며, 사용자로부터 수집된 데이터를 처리하기 위한 스마트 그리드 관제센터 구축도 고려되고 있다.

전력사업자와 통신사업자의 AMI 구축 협력이 이루어 진다면 국가 차원에서 자원 낭비와 시장 혼선을 미연에 방지하고 2030년 세계 최초 국가 단위의 스마트 그리드 구축 시기를 5~10년 이상 앞당길 수 있을 것으로 예측된다. 또한, 전력, 가전, 통신부문 등 세계 일류수준의 기술을 바탕으로 2030년까지 11조 달러 규모를 형성할 것으로 보이는 세계 전력시장 선점 효과를 기대할 수 있다.

## 참고문헌

- [ 1 ] “전자식계량기 시장 선점 경쟁 치열”, 서울경제, 2008년 4월 2일
- [ 2 ] “한전 전력연구원-AMI 시스템”, 전기신문, 2009년 4월 20일
- [ 3 ] “AMI Smart Metering을 위한 망구조”, 디지털파워, 2009년 6월 23일
- [ 4 ] “무선통신 기반 스마트 미터”, 니케이 일렉트로닉스, 2009년 1월호
- [ 5 ] [http://www.broadbandtrends.com/Newsletters/Volume5\\_2009/The\\_Voice\\_of\\_Broadband\\_Vol5\\_Issue\\_6.pdf](http://www.broadbandtrends.com/Newsletters/Volume5_2009/The_Voice_of_Broadband_Vol5_Issue_6.pdf)

## 저자약력



**김근영**

1989년 한양대학교 재료공학과 학사  
 1991년 한양대학교 재료공학과 석사  
 현재 KT 중앙연구소 컨버전스담당 부장  
 관심분야 : 홈네트워크, 홈서비스  
 이 메 일 : kingy@kt.com



**김영명**

1987년 성균관대학교 산업공학과 학사  
 1989년 한국과학기술원 산업공학 석사  
 2001년 한국과학기술원 경영공학 박사  
 현재 KT SD부문 SD기획담당 상무  
 관심분야 : 통신망 운용관리, 지능형 네트워크 서비스/로봇, 기술경영, IT거버넌스  
 이 메 일 : ymkim00@kt.com