

한국전기연구원의 '전력IT' 연구개발 추진방안

■ 오태규, 김호용 / 한국전기연구원

서론

전력시스템은 20세기에서 인류가 이룩한 최고의 공학적 업적으로 평가받고 있으며, 정보화 사회 발전과 번영에 필수적인 에너지 공급 시스템으로서의 역할은 더욱 중요하게 인식될 것으로 전망된다. 더욱이 전기 에너지 의존도가 심화될수록 전력시스템은 용량성(Capacity), 신뢰성(Reliability), 안전성(Security) 등 기본적 성능 요구 조건을 충족하여야 할 뿐만 아니라 디지털 사회에서 소비자가 다양하게 요구하는 여건 변화에 유연하게 대처할 수 있어야 하며, 전력 IT 기술은 이러한 요구에 부응하여 전력시스템 기술이 발달하는 과정에서 대두되고 있다.

전력시스템 분야에서 전력 IT 기술은 컴퓨터 응용기술과 통신기술을 융합·적용하여 계통 설비의 원방감시 및 제어, 경제급전 등 계통운영 자동화 시스템 기술에 활용되어 왔다. 최근에는 급속한 IT기술의 발달에 따라 전력시스템은 유무선 네트워크 기반의 유비쿼터스화를 지향하는 디지털 전자기술과 융합되어 현재의 아날로그 방식의 전기 공급 시스템 기능에서 언제 어디서나 전기에너지를 자유롭게 사용할 수 있는 유비쿼터스화 전기에너지 웹(Electrical Energy Web) 개념의 기술로 발전할 것으로 전망되고 있다.

이러한 기술발전추세에 대응하여 국가전기기술의 종합연구기관인 한국전기연구원은 미래 지향적 KERI Vision 2010 전기기술 혁신프로그램의 일환으로 전력 IT 핵심기술개발을 본격적으로 추진하고 있으며, 또한 최근 정부주도로 추진되고 있는 전력 IT 연구기획사업에 적극적으로 참여하고 있다. 본고에서는 한국전기연

구원의 이러한 전기IT 기술 연구개발 추진계획에 대해 소개하고자 한다.

전력 IT 기술 개발 추진 방향

기술의 개요

전기연구원에서 전력 IT기술 개발 방향은 전력·전기 산업분야에 IT기술을 융합하여 고효율 친환경 전기 에너지공급, 전력재난예방시스템 확립, 유비쿼터스 네트워크 환경의 양립적 기술적응과 기여를 목표로 전력기기의 자동화, 디지털화, 네트워크화를 지향하고 있다.

이를 위해 IT융합이 용이한 디지털 전력관리시스템, 전력설비 텔레메트릭스 기술, 광대역 전력선통신 및 유비쿼터스 전기정보화 기술, 전기재해/정전방지 시스템 개발, 수용가용 에너지 포털시스템 등 첨단 고부가가치의 기술을 실용화 하고, 이를 바탕으로 디지털 전자 기술과 전력시스템 기술이 융합된 전력 IT 기술 개발을 추진하고 있다. (그림 1. 참조)

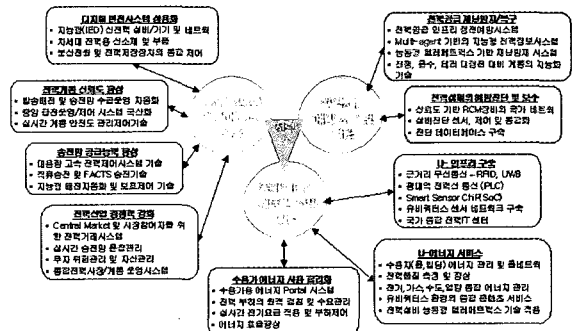
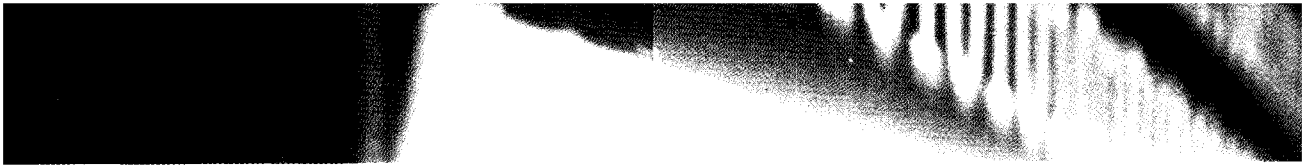


그림 1 전력IT의 개념



기술 개발 추진 방향

미래지향적 전력시스템으로서 IT융합 전력시스템 기술개발은 기존의 대용량 에너지 공급체계를 수용하고 전력 네트워크 기반의 수요중심의 에너지사용과 생산체제에 대응할 수 있는 수용가/배전중심의 설비혁신 기술개발을 목표로 하고 있다. 특히 향후 유비쿼터스 사회에서 다양하게 요구되는 에너지 이용성에 적합한 공급체계를 구축하기 위한 전력공급 Grid의 지능화와 수용가의 에너지 포탈화에 중점을 두고 있다. 이를 통해 구축되는 전력시스템용 정보통신 인프라는 접근성과 서비스 융합성이 뛰어나 향후 유비쿼터스 사회에서 그 경제적 활용성이 대단히 높을 것으로 예상된다. 이를 위한 전력 IT각 분야에 대한 전기연구원의 분야별 기술개발방향은 다음과 같다.

분야별 개발방향

- 유비쿼터스 환경에서의 전력공급 및 사용환경을 위한 **지능형 배전자동화시스템 기술 개발**
- 유비쿼터스 전력통신망 구축을 위한 **광역 고속 전력선 통신망기술 및 전력설비 네트워크 응용기술 개발**
- 전력용반도체를 이용한 **고속 대용량 전력수송시스템 기술 개발**
- Multi-Agent 기반 **지능형 전력정보시스템**을 개발하여 국가 전력공급 안전도 조기경보체계를 구축하고 대정전 예방하고 피해를 최소화하기 위한 기술 개발
- 전기화재방지, 재난대비등을 위한 **능동형 텔레메트릭스 기술 개발**
- 전력비용절감 및 환경보호를 위한 **대수용가의 전력자원(Demand Response, 수전최적화, 에너지수요관리, 자가발전 등)의 최적관리기술 개발**
- 경쟁 환경을 위한 전력거래 운영시스템기술 개발
- 전력 IT 환경하에서의 효율적인 Process level 구축을 위한 **전력기기 지능화 기술 개발**

전력 IT 분야별 추진계획

Multi-Agent 기반의 지능형 전력정보시스템 기술
최근 세계적으로 발생한 대규모 정전사태는 전기분

야 자체에 국한하지 않고 사회 전반에 큰 충격을 준 재난으로서, 직접 정전을 경험한 당사자들은 자연재해와 마찬가지로의 고통과 피해를 입었다. 현대사회에서 산업 생산 및 경제활동을 물론 국민 생활에서 전기가 차지하는 중요도를 감안할 때 대규모 정전 방지를 위한 국가적인 근본적인 대책 수립이 필수적이다. 따라서 대규모 정전에 대비한 고도의 감시, 해석, 제어 기술을 포괄하는 실시간 고속 고정밀의 전력계통 Defense Plan 마련이 시급하며 이를 위해 IT기술과 전력기술을 융합한 우리나라 고유의 인프라 시스템 보호제어기술이 개발되어야 한다. 이 기술은 대형 정전의 원인이 되는 불완전한 노후설비 정비보수를 On-line화하여 안전과 환경상의 건전성을 확보함으로써 시스템의 가용도를 극대화하여 산업체 전력공급비용을 저감하고 신뢰도 향상으로 산업 경쟁력 강화하는데 기여하게 될 것이다.

이미 이 분야의 기술개발은 중기거점 사업으로 추진되고 있다. 전력계통의 효율적 운영 및 국부적인 사고가 전체 국가 전력계통으로의 과급 방지를 목적으로 하는 국가적 인프라 시스템 개발이며 소규모/지역 단위의 네트워크/인프라 시스템들을 연계해서 광역 계통 감시/제어 시스템 (Wide Area Monitoring and Control System)을 개발하는 것을 최종 목표로 하고 있다. 사업의 수행기간은 1단계 3년동안 Agent기반의 광역 전력계통 Performance monitoring 시스템 prototype의 개발과 온라인 계통해석 모델링 및 고속 안정화 평가/제어 기술을 개발 예정이다. 그리고 Defense용 고속 제어 소프트웨어 기본 모델을 검증하며 RCM 알고리즘 및 수명 평가 기술들을 개발한다. 또한 2단계 2년 동안에는 인프라/통합 시스템/네트워크 개발 및 구축하여 Agent기반의 지능형 광역 전력정보 시스템을 실용화하며 RCM 설비예방진단 시스템의 Prototype 개발하여 전력 Infra Defense System과의 통합을 추진할 계획으로 있다.

경쟁환경에서 전력거래 운영시스템 기술

대규모 전력계통의 운영은 원방감시제어 및 자료취득(SCADA), 자동발전제어와 경제급전, 전력계통해석, 그리고 급전훈련시스템을 구비한 급전자동화시스템(EMS)으로 수행되며, 이러한 급전자동화 시스템 기술

은 소위 전력 IT 핵심기술의 집합체이기도 하다. 그동안 해외 개발시스템 도입으로 인한 설치, 유지관리, 기능개선 등에 고비용의 외화 지출이 지속되어 왔으나 이제 국내에서도 세계적 수준의 IT기술 보유와 축적된 계통운영 기술을 바탕으로 한 EMS의 국산화가 가능하다고 판단하고 있다. 이에 따라 전문기술 인력을 양성하며 나아가 전력계통의 신뢰도 확보와 전력시장의 효율향상을 위한 국가기반기술을 구축을 계획하고 있다.

이 분야의 전력IT 기술은 최근 국내외의 전력산업 규제완화 환경 변화에 따라 요구되는 전력계통 운영 인프라 핵심설비인 급전운영자동화 시스템(EMS) 및 시장운영시스템(MOS), 즉 전력거래 운영시스템을 국내기술력으로 개발하고 실용화를 목표로 하고 있다. 전력거래 운영시스템 기술의 연구개발과 이에 따른 사업화 추진은 새로운 전력 IT 기술 발전을 선도하여 전력 산업 발전의 견인차가 될 것으로 기대된다.

고품질 대용량 전력시스템 기술

미래 선진 IT 사회를 유지, 발전시키는 기본 동력원은 전력시스템이므로 전력의 품질, 환경, 신뢰성 측면에서 훨씬 엄격한 기준을 요구받고 있다. 미래 사회의 전력시스템에는 첨단 IT/유비쿼터스 기술이 접목되어 실시간 계측, 제어, 통신 및 시스템 운영기술이 급속히 도입될 것으로 전망되며 전력시스템 자체에도 혁신적인 변화가 발생하게 된다. 이는 IT 기반 하에서 전력수요자의 다양하고도 한 차원 높은 요구조건을 충족하기 위한 필수적인 사안이며, 중국적으로 기존의 전력공급 패러다임을 획기적으로 변화시키는 방향으로 전개될 것으로 예상된다. 미래 IT 기반하의 고품질 대용량 송배전시스템 분야의 기술개발 방향을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 환경, 품질, 신뢰도 등 미래 전력수용가의 다양한 요구조건을 만족시키고, 전력시스템의 효율성을 획기적으로 증대시키기 위하여 기존에는 없는 신 전력설비를 미래시스템에 적용하기 위한 다양한 연구를 추진한다. 이는 VSC-HVDC, FACTS, 품질기기, 분산전원, 초전도 등 송배전시스템을 고기능화, 정보화 시키는 신 전력설비의 계통적용 연구를 의미한다.

둘째, 전원측면에서는 독립계통으로 운전되고 있는

국내계통의 한계를 극복하기 위한 국가간 계통연계 추진과 대용량 중압집중식 전력공급에서 분산전원을 활용하는 방식으로의 변화가 발생하게 된다. 이는 기존의 전력공급 패러다임을 변화시키는 큰 계기가 될 것으로 판단되며, 현재 초기단계가 연구가 진행되고 있다.

셋째, 송배전시스템 측면에서는 효율성 향상과 더불어 환경과 신뢰성 관점에서 보다 높은 요구조건을 충족시키기 위하여 실시간 감시, 진단, 보호설비에 IT기술이 적용된다. 이를 위해서 IT기반하의 신 전력설비는 종래의 전력기기와는 다른 관점에서 설계, 제작되어야 하며, 관련 연구를 추진 할 예정이다.

전력수요자의 높은 요구수준을 추종하여 기존 전력시스템의 효율성과 기능성을 혁신적으로 제고하는 전력공급 패러다임의 변화는 필연적으로 전력시스템과 IT기술의 접목을 필요로 한다. 따라서, IT기반 하의 고기능, 고품질, 친환경, 고신뢰성의 신 전력시스템에 적합한 시스템을 설계, 제작, 운영하는 제반 연구 수행을 계획하고 있다.

지능형 배전 시스템 기술

디지털 정보화 사회를 유지하기 위한 에너지로서 전기에 대한 의존도는 점점 심화되어 일순간의 전력공급 중단으로도 사회, 경제적 영향이 대단히 크게 나타난다. 따라서 이와 같은 영향을 최소화하기 위해서는 국소적인 고장이 전체 계통에 영향을 미치지 않도록 하는 것이 우선되어야 한다. 또, 일단 고장이 발생하면 고장의 파급을 조기에 차단하여 정상적인 전력공급을 할 수 있는 계통 재구성 능력을 가진 시스템 운영체제의 구축이 뒷받침되어야 한다. 이와 아울러 무정전을 포함하여 수용가가 요구하는 품질로 전력을 공급하는 주문형 전력공급 시스템의 구축을 위해서는 자동화 시스템을 기반으로 계통구성 기기의 제어를 통한 계통재구성이 필요한데 여기에는 계통 최적제어를 위한 알고리즘 개발이 대단히 중요하다.

전력산업의 구조개편을 둘러싼 환경변화에 따라 모든 재화들이 네트워크화 되어가고 있는데, 전기를 포함한 모든 재화들을 네트워크 기반으로 결합한 시스템에 가장 근접한 것이 배전 시스템이다. 즉, 배전 시스템은 향후 전력 IT와 활발한 융합이 용이하여 큰 부가

가치를 생산할 중심축에 있기 때문에 배전시스템의 에너지공급과 사용 환경을 위한 중요한 GRID로서의 기술을 완성시켜 나가야 한다.

향후 배전시스템이 디지털 정보화 사회가 요구하는 방향으로 구축되기 위해서는 여러 가지 연구 분야가 필요한데 이를 위해서 우리 연구원에서는 20년 이상의 배전 및 전기품질 관련 연구개발 과제를 수행해온 경험을 바탕으로 다음과 같은 분야의 연구개발을 계획하고 있다.

- Super Grid(또는 Smart grid) 개발 및 구축연구
 - 배전 시스템 최적화 운전 소프트웨어 개발
 - 분산전원을 활용한 소규모 배전망 구축기술 연구
 - 배전자동화 시스템 기반 Multi Agent System의 핵심 소프트웨어 개발
 - Super Grid 기반의 자기 회복(self healing), 고장 예측, adaptive islanding 기능을 갖는 시스템 운영 소프트웨어 개발
- 수용가 요구에 대응한 차등품질 전력공급시스템 구축 기술 개발
 - 배전계통에 대한 DC 소규모 망 구축 연구
 - 분산전원을 바탕으로 한 DC공급 방식 및 신뢰도 향상 연구
 - 유비쿼터스 환경의 구축을 위한 배전계통 구축 기술
- 실시간 광역 전기품질 감시시스템 구축연구
- 수용가 에너지 포탈시스템

유비쿼터스 전력선 통신 기술

전력정보 통신 네트워크는 복잡다단한 전력설비들의 각 양의 데이터정보를 교환하기 위해 필요한 분야이다. 특히 전력설비의 모든 기기들을 언제 어디서나 자연스럽게 네트워크화 하는 전력용 통신기술은 전력IT의 핵심적 기반기술이다. 이를 위해서는 전력설비와 친화적인 광대역 전력선통신과 이를 기반으로 한 센서 네트워크 시스템, 그리고 표준화된 통신프로토콜을 통해 모든 설비와 기기들을 네트워크화 할 수 있는 개방형 통신망 기술들이 요구된다. 이미 광대역 전력선 통신기술은 산자부 중기거점 과제를 통해 24Mbps급 고속 PLC 상용화 칩과 고·저압 가입자망 개발이 완료

되었고, 2005년에 국내 기술기준이 반영된 50Mbps급 고속 PLC 칩 개발이 완료될 예정이다. 그러나 향후 전 개발 고품질 멀티미디어에 의한 실시간 모니터링 및 지능화된 에너지 통합망 서비스 전개를 고려할 때 100Mbps급 이상의 전송속도가 요구되며, 이에 따른 초고속의 신뢰성 있는 전력선통신 장치개발 등이 지속적으로 추진되어야 할 상황이다.

광대역 전력선 통신을 기반으로 하는 유비쿼터스 전력선통신기술은 주로 배전계통 중심의 Grid와 연계된 수용가 가입자망을 대상으로 하고 있다. 특히 이러한 광대역 전력선통신은 사회기반설비들의 네트워크에도 매우 효율적이어서 전력 통신목적 이외에 유비쿼터스 사회에서 필요로 정보통신망으로의 활용성이 기대되고 있다. 이러한 부가서비스 창출이 가져올 수 있는 기술개발내용은 다음과 같으며 경제적 효과를 극대화하여 미래형 전력산업을 창출하는데 기여할 계획이다.

- 광대역PLC모뎀 및 장거리 MV용 PLC기술 개발
- 디지털 전력설비용 개방통신망 기반구조기술 개발
- 전력선 기반 유무선 통합 유비쿼터스 센서네트워크 구축기술 개발
- 전력과 통신의 통합 부가서비스 구축 기술 개발

전기설비용 텔레메트릭스 기술

능동형 전력 텔레메트릭스 기술이라 함은 광역 전력설비의 진단 및 분석을 목적으로, 정밀 센서를 이용하는 원격자동계측(Telemetry) 기술이다. 첨단 전자기술인 IED (Intelligent Electronic Devices) 기술과 양방향 무선 통신기술을 접목시켜 실시간 원격으로 계측할 뿐만 아니라 계측된 정보를 분석하고 재가공하여 능동적으로 재난예방 혹은 긴급 복구 등의 고급 서비스를 할 수 있는 시스템 기술이다.

우리나라는 70년대 이후 급격하게 산업화·도시화 되면서 지상 구조물들의 대형화, 고층화, 거대화되어 가고 있으나 시설물들에 대한 체계적인 관리를 소홀히 하여 대형사고들이 끊임없이 발생하고 있는 실정이다.

미국의 ORNL(Oak Ridge National Lab.)를 필두로 선진국에서는 일찍이 원격지에서 실시간으로 전력설비 감시, 환경 감시, 구조물 감시, 지하 매설물 부식 감시, 의료 진단을 실시간으로 수행할 수 있는 센서 및 유

무선 통신 시스템을 개발을 위해 활발한 연구가 진행되어 왔다.

국내는 산자부 주관의 Si 2010사업에서 텔레메트릭스용 SoC 개발과제를 수행하기 시작하면서 본격적으로 텔레메트릭스 기술개발에 착수하였으며, 현재 차세대 성장동력사업으로 텔레메트릭스용 센서 및 관련기술을 개발하고 있다. 한국전기연구원에서는 국내의 텔레메트릭 산업육성을 위한 장기 계획을 가지고 Si2010사업뿐만 아니라 차세대 성장동력 사업에 참여하여 기술개발을 주도하고 있다.

특히 원격 부식감시 및 광역 전력설비 감시 등의 텔레메트릭스 요소기술은 10년 이상 수행해 오고 있으며 향후 능동형 전력 텔레메트릭스 개발을 위해 크게 아래와 같이 핵심요소기술개발과 응용 기술개발을 지속적으로 추진할 계획이다.

- 능동형 텔레메트릭스 핵심기술 개발
 - 설비 진단 Sensor 및 전력설비 감시 제어 시스템용 Network I/F 기술 개발
- 온라인 전력설비 예방 진단 시스템
 - 고압 전력설비 온라인 감시제어 및 진단시스템 개발
 - 전력설비 부식사고 예방 시스템 개발
 - 발전소 주변 환경방사능 감시시스템 개발
- 온라인 수배전 전기안전 진단 시스템
 - 전기설비 원격 안전 진단 및 제어 시스템 개발
 - 수/배전/수용가 설비 누전감시 및 예방 시스템 개발
- 온라인 전기화재 예방진단 시스템
 - 송전선로 건전성 감시 및 산불 예방 시스템 개발
 - 전력구 화재 감시시스템 개발

대수용가용 전력자원 Total solution 기술

대수용가용의 전력자원관리를 통해 국가적 에너지 절약을 도모하기 위한 목적으로 추진되고 있는 전력IT 기술 분야이다. 수급자원통합모형, 전력정보 종합인프라, 수용가 에너지자원관리시스템 및 디바이스 개발을 통해 수용가 중심의 통합서비스를 구축하고 수요관리 자원, 신재생에너지, 분산형 전원 등 수용가 자원의 활용 극대화를 통해 국가 전력자원의 효율성 증대 및 공

급코스트 절감을 기대하고 있다.

사업 목표를 달성하기 위한 연구개발 계획은 다음과 같다.

- 수급자원통합모형 : 전력자원분석모형, 수요자원(DR) 제어모형 등
- 전력정보 종합인프라 : 네트워크 프로토콜 개발 및 표준화, DB
- 수용가 토털솔루션 개발 : 디지털 AMR, 수요자원 관리솔루션

맺 음 말

최근 전력 IT 기술은 전력산업 뿐만 아니라 전기전자산업에서 새로운 성장을 주도할 핵심기술로 인식되고 있다. 정부에서도 전력 IT 기술 혁신을 통해 새로운 산업성장의 동력을 찾기 위한 정책적 노력을 경주하고 있으며, 이를 위한 전력 IT 연구기획 사업이 산학연관 협동으로 추진되고 있다. 이미 전력 IT 기술은 전력산업에 상당한 정도로 활용되고 있기도 하고, 또 새로운 접목이 시도되는 과정에 있으며, 기술 발전에 따라 새로운 기술 개념으로 확충되어 갈 것으로 전망된다.

이러한 관점에서 본고에서 한국전기연구원이 추진하고 있거나 계획되고 있는 전력 IT 기술 개념과 기술 개발 추진 방향에 대해 간략히 기술하였다. 기술한 전력 IT 기술 개념은 기술에 대한 이해를 넓혀가는 과정에서 파악되는 수준의 것이므로, IT기술발전에 따라 디지털 경제사회에서 요구되는 전력시스템의 개념도 계속 새롭게 정립되어 발전할 것이다.

한국전기연구원은 그동안 연구원의 고유사업으로 추진되어오던 전기 및 전력기술의 IT융합 기술개발 프로그램을 현재 진행되고 있는 전력 IT 연구기획 사업에 적극적으로 기여하여 전력IT기술을 새롭게 정립하고 이를 통한 전기기술 혁신과 국가 경제적 성장동력 요인을 제공하는데 기여하고자 한다.