

디지털 사회를 대비한 신 전력시스템을 위한 네트워크 구축에 관한 연구

오도는 유인협 이진기 조선구
전력연구원 전력계통연구실 정보통신그룹

A Study on the Telecommunication Network Architecture for Electric Infrastructure to Support a Digital Society

Do-Eun Oh In-Hyup Ryu Jin-Kee Lee Seon-Ku Cho
Information & Telecommunication Group, Power System Lab, KEPRI

Abstract - 오늘날의 사회는 디지털 기술기반에 의해 가속화되는 새로운 사회적, 경제적 경계의 세계로 움직이고 있다. 그 결과로서, 과거 어느 때 보다도 전력시스템, 인터넷, 통신망 등 복잡하고, 상호작용적인 네트워크의 원활한 기능에 전적으로 의존되어 가고 있고, 이러한 상황은 네트워크에 전례 없는 품질과 안정성을 부각시켰다. 또한 디지털 기기의 확산과 디지털 산업의 성장에 따른 고품질의 전력요구, 전력수급의 유형 변화, 소비자 생활양식의 변모 등에 의해 과거와는 다른 새로운 전력시스템을 요구하고 있다. 이를 위해서는 Electricity Network와 IT Network와의 결합을 바탕으로 다단계의 지능적인 제어 능력을 보유한 전력 Super Highway가 필요하다. 본 논문은 디지털 시대를 대비한 해외의 신 전력시스템 개발 현황 및 이를 뒷받침하기 위한 네트워크 구축 방안들을 살펴보고, 이를 통해 현재 우리나라의 전력시스템 환경에서 필요한 요구조건과 가능한 네트워크 구축 방안에 대하여 살펴본다.

1. 서 론

디지털 기반의 사회는 고도로 연관된 네트워크 즉, 인터넷, 전력시스템, 통신 시스템 등이 얼마나 원활한 기능을 수행하느냐에 크게 의존하게 되는데, 여기에는 고품질과 신뢰도, 고품질의 전력공급을 전제로 하고 있다. 그러나 현재의 전력시스템은 과거 100여년간 산업사회를 지향한 하부구조를 지니고 있어 디지털 사회의 요구에 부응하기 위해서는 새로운 전력시스템이 요구되고 있다. 예로서 미국의 경우 고품질 및 고 신뢰도의 디지털 사회 요구에 부응하지 못하는 전력시스템으로 인한 경제적 손실이 연간 \$1,190 - \$1,880억에 이르고 있다. 이러한 디지털 사회의 요구에 부응하기 위해서는 현재의 3 or 4 Nine (99.9%~99.99%)에서 6 Nine (99.9999%)으로 품질을 향상시키고, "24/7/365" 신뢰성을 가져야하며, 이를 위해서는 Electricity Network와 IT Network와의 결합을 바탕으로 다단계의 지능적인 제어 능력을 보유한 전력 Superhighway가 필요하다고 보고 있다[1].

한편, 전력산업은 향후 거대 장차산업과 분산형 네트워크 산업이 조화된 산업으로 발전할 것으로 예상된다. 발전기술의 발달로 분산전원이 계통에 연계 운전됨에 따라 전력계통은 대용량 전원 및 분산전원이 혼재된 형태로 변하게 되고, HVDC(High Voltage Direct Current), FACTS(Flexible AC Transmission System) 등과 같은 고기능 전력제어설비들이 계통에 설치될 것으로 예상되는데 이러한 환경을 고려한 전력수송 및 제어기술개발이 요구되며, 소규모 분산전원의 이동성 부가 전력시장에서의 연계 등을 위해 배전계통의 지능화 등 전력, 통신 및 제어의 통합 환경을 요구하고 있다.

또한 전력시장의 등장에 따라 전력공급자와 수요자사이의 새로운 관계가 창출되면서 수요측이 시장에서 능동적 역할을 할 수 있는 환경을 조성해야 하고, 시장의 안정과 수요관리를 위한 DR(Demand Response) 시스템, 주문형 다품질 전력공급, 공급자 자율선택과 즉시 정산

등 다양한 전력부가서비스 제공을 위한 지능형 검침, 실시간 거래, 양방향 통신과 같은 첨단 IT 환경을 요구하고 있다. 이와 같이 디지털 사회에 효과적으로 부응하고, 새로운 전력 환경을 지원할 수 있는 새로운 전력시스템이 절실히 요구되고 있는 바, 선진각국은 이에 대비하여 차세대 전력시스템 개발을 위한 중장기 개발계획을 수립하고 추진 중에 있다.

본 논문은 먼저 선진각국의 신 전력시스템 개발 현황 및 이를 뒷받침하기 위한 네트워크 구축 방안들을 살펴보고, 이를 통해 현재 우리나라에서 미래의 신 전력시스템을 위해 요구되는 네트워크 구축 요구조건과 가능한 방안을 소개함으로써 맺는다.

2. 본 론

2.1 국외 현황

2.1.1 EPRI의 ElectriNet

미국 EPRI에서는 Electricity Network와 IT Network과의 결합을 통한 차세대 전력시스템을 목표로 현재 수행중인 관련 연구과제들을 점차 하나의 ElectriNet 과제로의 통합을 시도하고 있다. 이 ElectriNet에는 중앙컴퓨터시스템, 검침시스템, 양방향 실시간 통신시스템, 재무처리시스템 등 통신 및 컴퓨터 관련 하드웨어뿐만 아니라 발전사업자, 판매사업자, 수용가 등 시장참여자들이 경쟁적 전력시장에서 합리적인 전력거래를 하기 위해 필요한 고도의 소프트웨어 등 매우 다양한 IT 기술들이 융합되어 있다.

통신 네트워크는 전력설비의 감시, 제어, 자동화용 표준 프로토콜을 포함한 UCA(Utility Communication Architecture)가 개방형 구조로서 적용되고 있다[2].

2.1.2 SchlumbergerSema의 CellNet

SchlumbergerSema가 실시간 요금제, DR, 수용가의 전력사용 최적화, 검침, 배전자동화, 수용가 정보관리 및 Billing 등 새로운 전력 환경을 지원하고자 구축한 지능형 네트워크로서 미국 북서부의 Puget Sound Energy를 비롯하여 여러 유틸리티의 약 9,000,000 수용가(전기, 가스, 수도 모두 포함) 포인트를 연결, 운영하고 있는 통신 네트워크이다. 무선 고정 네트워크인 CellNet은 개방형 확장 구조를 지니고 있으며, 조그만 파일럿 네트워크에서부터 수백만의 포인트를 갖는 커다란 네트워크로 쉽게 확장할 수 있는데 네트워크 시스템 구성은 그림 1과 같다[2].

■ System Controller Network

- 네트워크 통신을 포함하여 전체 시스템 관리
- Microcellular WAN으로부터 데이터를 수집하고 처리하여 데이터베이스로 전송
- 시스템 사용자들 위한 정보의 접근 포인트 역할

■ Microcellular WAN

- LAN 으로부터 시스템 콘트롤러로 데이터를 전송

- 각각의 WAN은 5~8Km 반경 셀로 구성
- WAN 셀 중심의 CellMaster 기지국이 약 200여개의 MCC(MicroCell Controller) 제어

■ Microcellular LAN

- 수백 개의 포인트로부터 데이터를 수집 및 관리하며 WAN을 통해 시스템 콘트롤러로 전송
- 0.4Km 이상의 반경을 커버하며 수천개의 포인트를 지원
- MCC는 LAN 서버 902~928MHz 무선방식

■ 통신 모듈

- LAN의 클라이언트로서 정보를 수집하고 MCC로 보내는 Smart 무선송신기
- 902~928MHz Unlicensed Part 15 band
- 각 단말장치(Endpoint, 수도, 가스, 전력량계)에는 무선송신기가 장착
- 양방향 통신을 필요로 하는 응용들은 Full 송신장치를 장착할 수 있음

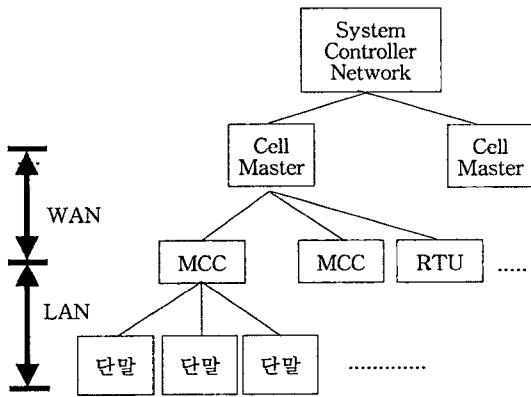


그림 1. CellNet 구성도

2.1.3 일본의 차세대 전력 정보통신 인프라

일본에서는 향후 구조개편에 대비하고 새로운 전력시스템을 지원하기 위해 에너지 정보와 통신 플랫폼으로서의 차세대 전력 정보통신 인프라 구축에 관한 연구와 기술개발을 추진하고 있다. 전력정보 및 통신의 품질과 신뢰성을 유지하고 실시간성, 멀티미디어의 지원과 같은 다기능성을 부여하며, 이동성과 보안이 유지되는 인프라 구축을 위한 연구 개발을 수행 중에 있다.

2.2 네트워크 구축 방안

2.2.1 요구조건

전력시스템은 종래의 단순한 전력공급에서 양방향 데이터 통신이 필요한 다양한 서비스의 창출이 예상되므로 다음과 같은 요구조건들을 만족할 수 있어야 한다.

■ 개방형 표준

통신망의 특성에 따른 개별 통신 방식이나 벤더에 따라 다른 데이터 구조 및 폐쇄형 접근방식이 아닌 통신망에 독립적이고 표준화된 데이터 구조 및 개방형의 접근방식을 제공해야 한다.

■ 확장성

통신의 주체와 규모 및 범위가 다양하기 때문에 개방형 확장 구조를 지님으로써 조그만 과일넷 네트워크에서부터 수백만의 포인트를 갖는 커다란 네트워크로 쉽게 확장할 수 있어야 한다.

■ 접근성

전력시스템 및 전력 수요자들은 전국에 산재하여 분포되어 있으므로 통신운영지역이나 유무선 취약지대에 대한 통신 접근성을 보장할 수 있어야 한다.

■ 보안성

전력시스템은 전력사업자 뿐만 아니라 국가적인 전략시설로서 권한이 없는 사용자에 대한 네트워크 접근을 봉쇄할 수 있어야 하며 유통되는 데이터의 변조 방지 및 무결성을 보장할 수 있어야 한다.

■ 상호운용

신 전력시스템을 지원하기 위한 네트워크 구조는 데이터 통신망을 기반으로 위성이나 TRS(Trunked Radio System)를 비롯한 무선 통신망 그리고 PLC(Power Line Communication) 등이 복합적으로 구성됨으로써 상호간 원활한 운용이 가능해야 한다.

■ 제어 및 관리

다양하고 이질적인 네트워크 구성 요소들이 효율적이며 효과적으로 운영되기 위한 일관되고 체계적인 네트워크 제어 및 관리가 필요하다.

2.2.2 네트워크 구축 방안

본 논문에서 소개하는 현재 우리나라에서 미래의 신 전력시스템을 위한 네트워크 구성 개념도는 그림 2와 같다.

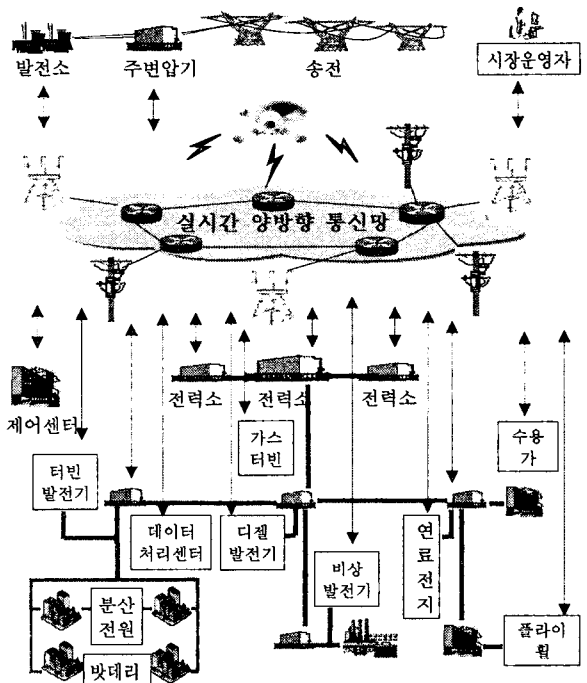


그림 2. 네트워크 구성 개념도

네트워크는 다양한 서비스를 지원하기 위하여 실시간 양방향 통신망 형태로 구성되며 데이터 통신망을 기반으로 위성이나 TRS를 비롯한 무선 통신망 그리고 PLC 등이 복합적으로 구성된다. 향후 각 통신망별 신 전력시스템에서 제공 가능한 서비스들을 네트워크 구성과 함께 살펴보면 다음과 같다.

- 예 1: 위성 통신을 이용한 전력설비 감시 및 전력 수요자 부가서비스

위성 통신을 이용하여 전국적으로 산재하여 분산되어 있는 전력설비에 대한 종합 감시 제어 및 전력 수요자를 위한 부가 서비스 등이 가능하다[3].

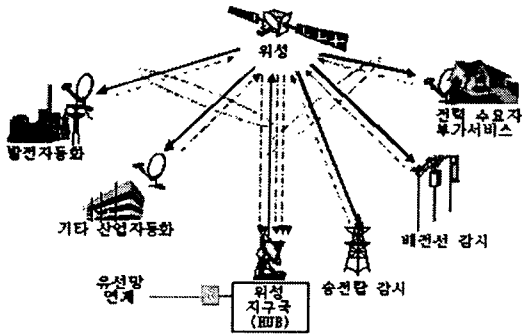


그림 3. 위성 통신망 구성 개념도

■ 예 2: TRS를 이용한 배전자동화 및 기동보수
TRS를 비롯한 무선 통신망의 특성을 이용하여 이동성이 요구되는 설비 자동화 및 기동보수 등이 가능하다[4].

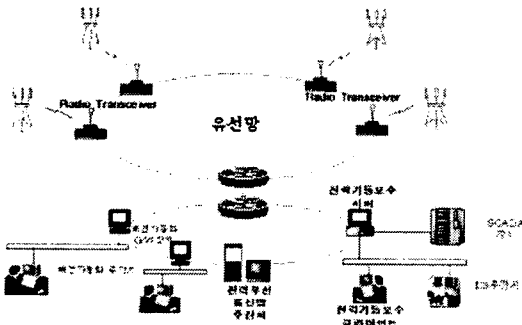


그림 4. TRS 통신망 구성 개념도

■ 예 3: PLC를 이용한 응용 서비스
PLC를 이용한 전력사와 전력 수요자간의 통신을 통해 원격 검침, 전력 수요관리 등 여러 응용 서비스가 가능하다[3].

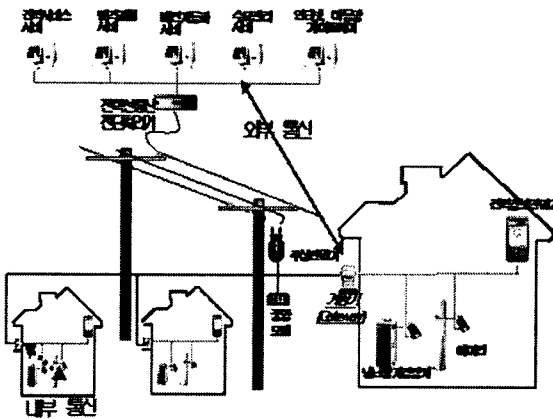


그림 5. PLC 통신망 구성 개념도

3. 결 론

전력산업 구조개편과 디지털 기술기반에 의해 가속화 되는 새로운 사회적, 경제적 환경변화는 과거 100여년간

산업사회의 하부구조를 지탱해 온 전력시스템에 전례 없는 품질과 안정성을 부각시킴으로써 고품질 및 고신뢰도의 신 전력시스템을 요구하고 있다. 이를 위해서는 Electricity Network와 IT Network와의 결합을 바탕으로 다단계의 지능적인 제어 능력을 보유한 전력 Super Highway가 필요하다.

본 논문은 디지털 사회를 대비한 해외의 신 전력시스템 개발 현황 및 이를 뒷받침하기 위한 네트워크 구축 방안들을 소개하고, 이를 통해 현재 우리나라에서 미래의 신 전력시스템을 위해 요구되는 네트워크 구축 요구 조건과 데이터 통신망을 기반으로 한 위성, 무선 및 전력선 통신망으로 구성된 네트워크 구축 방안을 기술하였다. 이와 함께 각 통신망별 네트워크 구성을 가능한 서비스와 함께 제시하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] EPRI, E2I(Electricity Innovation Institute) Report, 2002.
- [2] 전력연구원, "전력산업 IT화의 효율적 추진정책에 관한 연구" 최종보고서, 2002.
- [3] 전력연구원, 2003 연차보고서, 2003.
- [4] 전력연구원, "전력자동화설비 운영 및 전력서비스 고도화를 위한 전력무선통신망의 디지털화 연구" 기술보고서, 2003.