

COTS기반의 전력계통 데이터 시각화 프로그램 개발

오세승  
서울대학교 BK21 정보기술사업단

장길수  
고려대학교

문승일  
서울대학교

COTS-Based Development of Power System Data Visualization Program

Oh, Sea Seung  
SNU BK21 Research Division for IT

Jang, Gilsoo  
Korea University

Moon, Seungil  
Seoul National University

**Abstract** - Visualization has a strong capability to manage and display a large volume of data. It makes system analysis more intuitive and helps an operator in monitoring system status, understanding its phenomena, identifying its problems, and performing corrective action to maintain the security of the system. In this paper visualization program is developed based on a COTS-based software development concept in a distributed environment using open-source application software and development tools.

개발된 프로그램은 인터넷 또는 인트라넷을 통해 필요한 데이터를 수집하고 배포하기에 적합한 구조로 각 모듈은 stand-alone 환경이나 지리적으로 분산된 환경에 구현될 수 있다. 그림 2와 같이 분산 네트워크 환경에서 구현할 경우 적절한 클라이언트 프로그램을 사용하여 네트워크를 통해 업데이트 되는 정보를 서버에 접속한 클라이언트에게 주기적으로 전송하는 구조를 갖게 된다. 각 프로그램 모듈은 모두 높은 완성도를 가지고 있는 상용 프로그램으로 각 모듈 자체는 코드레벨에서 변경하지 않고 사용하였다.

1. 서 론

상용기성품(Commercial-OFF-The-Shelf product)을 사용하여 제품을 개발/생산하는 방식은 정부조달시장이나 방산업계에서 널리 사용되고 있는데 이는 COTS가 그 자체로 이미 기능적으로 완성도가 높은 제품이기 때문에 제품개발에 필요한 시간과 비용을 절감할 수 있으며 재사용성(Reuseability)이 높기 때문이다.

소프트웨어 개발에 COTS를 사용하여 소프트웨어를 개발하는 방식[1]은 90년대에 각광받았으나 각 구성요소를 통합하고 경우에 따라서는 COTS를 변형하는데 소요되는 비용 큰 경우가 많았기 때문에 개발하고자하는 시스템의 목적 명확히 정의하고 채택할 COTS를 목적에 맞고 통합(integration)이 용이한 것으로 선택하여야 한다.

본 논문에서는 이기종 분산환경에서 현재 널리 사용되고 있는 전력계통분석 소프트웨어와 3차원 지도검색 프로그램 인터넷상의 데이터 소스, 이들을 통합하는 미들웨어로 전력계통분석 데이터 시각화 프로그램을 개발하였다.

2. 본 론

본 논문에서 개발한 프로그램은 COTS 기반으로 구현되었으며 각 구성요소로는 전력계통분석을 수행하는 부분과 데이터를 제공해주는 데이터 소스, 이들을 시각화하는 시각화 모듈이 있다. 프로그램의 기본 구조는 그림 1과 같다.

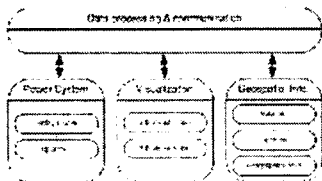


그림 1. 전체 프로그램 구조

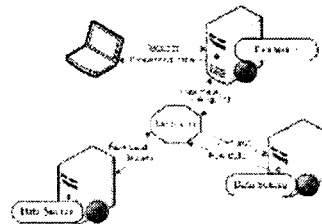


그림 2. 분산 네트워크 환경에서 시스템 구조

2.1 시스템의 구성요소

개발된 시스템은 전력계통분석 데이터의 시각화를 위해 개발되었으며 전력계통 분석 프로그램, 시각화 프로그램, 미들웨어로 이루어져 있다.

2.1.1 전력계통 분석 모듈

본 논문에서는 전력계통분석 모듈로 PSS/E를 사용하였다. 국내에서는 실효치기반의 계통분석 프로그램으로 널리 사용되고 있으며 계통분석에 필요한 거의 모든 기능을 가지고 있다. 특히 API를 통해 기능을 제어할 수 있게 되면서 외부 프로그램과 효과적으로 인터페이스 할 수 있게 되었다.[2]

PSS/E는 Python과 Fortran API를 제공하지만 네트워크 프로그래밍의 강점과 높은 이식성으로 인해 이기종 네트워크 환경에서 사용이 용이한 Python API를 이용하여 PSS/E를 시스템에 통합하였다.

2.1.2 시각화 프로그램

시공간 데이터를 시각화하기 위한 방법으로 주로 GIS 프로그램들이 사용되어 왔으며 전력분야에서도 배전계통 운영 및 제어[3], 송전선로 경과지 선정[4] 등 다양한 어플리케이션을 가지고 있다. 그러나 기존의 GIS는 사용이 어렵고 설치와 운용에 많은 비용이 요구되기 때문에 네트워크를 통한 개방된 환경에서 다수의 사용자를 클라이언트가 되어 온라인 어플리케이션으로 사용하기에는 어렵다.

Google사에서 개발하여 배포하고 있는 Google

earth[5]는 무료로 사용할 수 있으며 KML이라는 XML 형식의 데이터 포맷을 사용하는 일종의 브라우저(browser)로 이미 전 세계적으로 널리 사용되고 있으며 기존의 소프트웨어 벤더들도 Google earth와의 연계 기능을 추가하고 있는 추세이다.[6] 특히 GIS와의 데이터 호환이 용이하기 때문에 기존의 GIS 시스템의 데이터도 복잡한 과정을 거치지 않고도 GE에서 사용할 수 있다.

Google earth의 장점은 KML을 이용하여 데이터를 분산환경에서 네트워크를 통해 배포하기 용이하며 클라이언트를 데이터 소스에 직접 접근시키지 않고 데이터를 전송할 수 있는 구조에 적합하다.

### 2.1.3 미들웨어

다양한 종류의 데이터를 GE에서 사용하기 위해서는 데이터 포맷을 KML 형식으로 변환하여야 한다. GE는 XML형식의 데이터 포맷인 KML을 사용하고 있기 때문에 데이터를 KML형태로 변환하고 모듈로 사용한 프로그램 간 통신을 중개하여 시스템을 통합할 미들웨어가 필요하다.

KML은 HTTP 프로토콜을 통해 쉽게 전송할 수 있기 때문에 지리적으로 분산된 프로그램들 사이의 데이터 교환을 위한 적절한 데이터 형식이며 이러한 기능을 지원하는 서버들이 다양한 형태로 개발되어 있기 때문에 쉽게 원하는 기능을 구현 할 수 있다.

### 2.2 데이터 레이어

GE는 데이터를 종류에 따라 레이어로 분류하여 표시할 수 있기 때문에 데이터의 관리가 용이하다. 그림 3에 개발된 시스템이 현재 표시 가능한 데이터를 종류별로 구별하여 도시하였다.

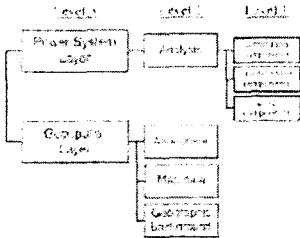


그림 3. 데이터 레이어

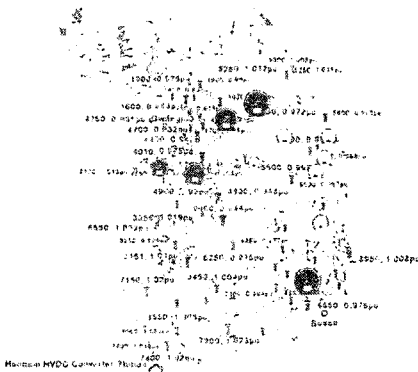


그림 4 조류계산 데이터 시각화

### 2.3 외부 데이터 소스

네트워크로 데이터를 입출력할 수 있기 때문에 third-party가 제공하는 외부 데이터 소스와의 연동도 쉽게 구현할 수 있다.

외부 데이터 소스를 사용할 경우 가장 중요한 점이 데이터의 정확성과 해상도이다. 외부 데이터 소스는 데이터의 품질을 사용자가 지속적으로 관리하는 것이 어렵기 때문에 적용대상에 따라 선택적으로 사용하여야 한다. GE의 경우 고해상도 위성사진을 기본으로 제공하지만 취득한 시간이 각기 다르고 위치에 따라 해상도도 다르기 때문에 위치데이터가 중요할 경우 유저가 필요한 정보를 업데이트 해야만 한다.

외부데이터의 예로 날씨와 낙뢰데이터가 있다. 이들 데이터는 인터넷상에 공개되어 있는 데이터 중 제공자의 신뢰성이 높은 데이터를 선택하여 주기적으로 추출한 후 가공하여 사용한다.

낙뢰데이터를 그림 5와 같이 GE에 오버레이 하여 낙뢰이력데이터를 축적하면 전력계통고장 데이터와 비교하여 상관관계를 시각적으로 표현하는 것이 가능하며 시간에 따른 연속적인 변화를 시각화할 수도 있다.



그림 5 낙뢰데이터

현재는 데이터를 오프라인으로 제공받거나 D/B를 통하여 계통해석을 수행하지만 데이터를 온라인으로 받아 주기적으로 계통해석을 수행할 수도 있기 때문에 온라인 PV곡선과 같은 어플리케이션으로도 사용할 수 있다.

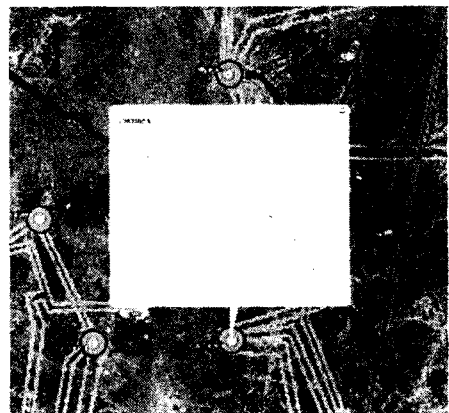


그림 6. On-line PV곡선

그림 6의 경우 가상의 계통데이터를 네트워크로 전송하여 주기적으로 각 모선별 PV곡선을 구성한 후 모선을

나타내는 아이콘에 하이퍼링크 시킨 경우이다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 COTS 기반의 전력계통 시각화 프로그램을 개발하고 그 기능을 도시하였다. 개발된 프로그램은 현재 보편화된 프로그래밍 기법과 코드레벨에서 변형하지 않은 상용 어플리케이션 프로그램들을 사용하여 이기종 네트워크 환경에서 데이터를 수집하고 시각화 할 수 있는 기능을 갖추고 있으며 종류에 따라 데이터를 추출하여 D/B화하는 기능도 갖추고 있다. 서버에서는 클라이언트에 따라 선택적으로 데이터를 전송할 수 있기 때문에 유저를 선택하여 데이터의 정밀도를 조절하는 것도 가능하다. 데이터 소스는 프로토콜만 지원된다면 어떤 것이든 가능하기 때문에 PMU같은 계통 모니터링 장치와의 직접 연결도 가능할 것이다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] M. Morisio, C. B. Seaman, V. R. Basili, A. T. Parra, S. E. Kraft and S. E. Condon, "COTS-based software development: Processes and open issues", *Journal of Systems and Software*, Volume 61, Issue 3, 1 April 2002, Pages 189-199
- [2] PSS/E V30 Manual, SIEMENS.
- [3] Wang, Julian, Bass, Peterson, "Interpreting GIS data for operation and control of distribution networks", *Power Systems Conference and Exposition, 2004. IEEE PES 10-13 Oct. 2004 Page(s):907 - 912 vol.2*
- [4] Chengshan, Saiyi, "The automatic routing system of urban mid-voltage distribution network based on spatial GIS", *Power System Technology, 2004. PowerCon 2004. 2004 International Conference on Volume 2, 21-24 Nov. 2004 Page(s):1827 - 1832 Vol.2*
- [5] <http://earth.google.com>