

RTDS 기반의 345kV, 115모선 전력계통 동적 데이터 감시를 위한 인프라 구축

김상태, 이원우
한전KDN(주)

신정훈, 남수철, 김태균
한전전력연구원

최미화
(주)FAMZ

Establishing Infra-Structure in order to Monitor the Dynamic Data of 345kV, 115 buses Wide Area Power System based on RTDS

S.-Tae Kim, Won-Woo Lee
Choi

Jung-Hoon Shin, Su-Cheol Nam, Tae-Kyun Kim

Mi-Hwa

Abstract - In this paper, Infra system that can monitor and analyze the wide area power system phenomena based on RTDS is established. This system provide users with understandable viewer for monitoring power system as well as management system for RTDS simulation model cases. The tests are studied based on 345kV, 115 buses korean system using RTDS.

Keyword :

RTDS, WAMS, Information Visualization, SIM Protocol

1. 서 론

해마다 급증하는 전력 수요에 부응하기 위한 발전용량의 급격한 증가, 이로 인한 계통설비의 복잡화 및 계통 운영 해석에 있어서의 난이도 증가는 필연적으로 전력계통에서 일어나는 현상에 대한 이해를 함에 있어서 많은 어려움을 초래하고 있으며, 이러한 어려움은 전력계통 현상에 대한 학문적 접근에 있어 커다란 장애물로 자리 잡고 있다. 또한, 전력산업 구조개편 또는 광역 전력계통 정전, 분산전원 등 복잡성에 기인하게 되는 요인들은 기하급수적으로 증가하고 있다. 전력계통 시뮬레이터 역시 복잡한 전력계통 현상을 분석하기 위해 고속 부동소수점 연산이 가능한 DSP의 발전 및 가격하락 이전까지 방대한 연산량으로 인해 비실시간적으로 결과를 얻을 수 밖에 없었지만, 이러한 환경이 개선되며 외부세계와 실시간적으로 상호 작용을 가능하게 하는 실시간 전력계통 시뮬레이터인 RTDS(Real Time Digital Simulator)가 출현하였다. 특히 최근에 많이 발생하고 있는 광역정전 이후, 광역 전력계통 감시 및 제어, 보호에 대한 관심이 높아졌고 이를 위한 시스템이 개발되고 있다. 하지만 전체 계통을 감시하기 위한 시스템 개발 시 고려해야 할 점은 어떤 데이터를 어디에서 얼마만큼 취득하여 어떤 알고리즘 처리 후 어떠한 조치를 취할 수 있고, 조치 후 전체 계통에 어떠한 영향을 미치는지 파악 할 수 있어야 한다. 이를 위해 한전전력연구원에 설치되어 있는 RTDS를 이용하여 우리나라 345kV 이상, 115모선에 대한 모델링을 하였다. 본 논문에서는 이를 기반으로 우리나라 전력계통의 외란을 모의 하여 그 데이터를 취득하며, 그 데이터를 이용하여 특정 알고리즘 처리 후 전력계통의 변화된 상태를 감시하고자하는 시스템 인프라 구축 개발에 대한 것을 제시하였다. 개발된 본 시스템은 RTDS와 연계하여 전력계통의 과도상태 및 사고 시 파급상황과 제어 시 파급영향을 관찰 할 수 있으며 광역계통 보호/제어를 위한 알고리즘 검증용으로 사용할 수 있다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

2.1.1 시스템 H/W 구성

본 시스템은 물리적으로 크게 RTDS, MMI Server, RTDS I/F System, 그리고 MMI Client로 총 4개의 시스템으로 구성되며, MMI Server와 RTDS I/F System은 논리적으로 MMIP(MMI Platform)라 한다. 그림 1은 전체 H/W 구성도 이다.

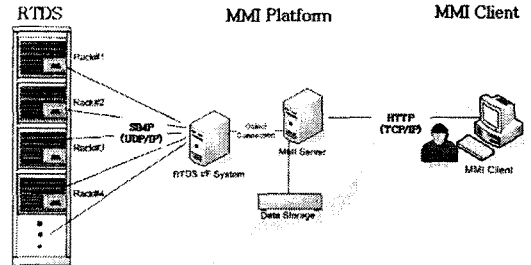


그림 1 시스템 H/W 구성도

RTDS로부터의 전력정보 취득은 UDP/IP 기반으로 RTDS I/F System이 처리하며 MMI Client 요청은 TCP/IP 기반으로 MMI Server가 처리한다.

2.1.2 시스템 S/W 구성

그림 2는 시스템 S/W 구성도이다. MMI Server에서는 RTDS Rack의 정보 관리와 모의 Case 및 관련 Tag 정보를 관리하는 웹서비스를 처리하고 메모리 DB, MMI Client 요청에 대한 처리기능을 제공한다. 또한 수집된 전력 정보 및 Tag별 이력 정보를 관리하는 시스템으로서 향후 이력정보를 이용한 다양한 응용에 활용될 수 있도록 구성하였다. RTDS I/F 시스템은 RTDS로부터 설정된 주기에 따라 모의된 데이터를 실시간 수집하는 시스템으로써 향후에는 특정 시간 구간의 데이터 수집 등의 기능으로 확장해 나갈 것이다. MMI Client는 전력 정보 감시 화면을 편집하고 실시간 모니터링 구동 및 종료 제어하는 시스템으로서 전력 정보에 대한 다양한 감시 화면이 향후 확장 가능하도록 구축하였다. 본 시스템은 windows기반으로 개발 되었으며, 개발언어는 Java를 사용하였다. 웹 서비스를 위해 WAS는 Tomcat을 사용하며, RDBMS는 MySQL을 사용하였고, 시스템 정보는 Property 파일을 이용하여 관리한다.

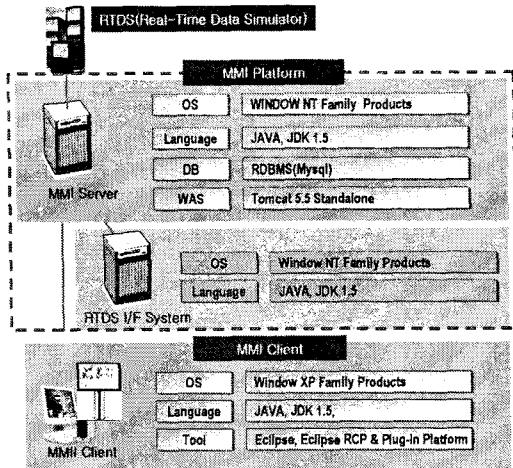


그림 2 시스템 S/W 구성

2.1.1 전체 시스템 구성

시스템 별 주요 모듈 구성은 그림 3과 같다. 시스템 주요 모듈은 크게 MMI Server System, MMI Client System과 RTDS I/F System 3가지로 나눌 수 있다. MMI Server System은 Memory DB, Case/Tag 정보를 관리하는 웹서비스와 MMI Client 요청 처리를 위한 모듈, 알고리즘 연계모듈 등으로 구성된다. RTDS I/F System은 SIM Protocol 기반의 RTDS 시스템 연동이 가장 중요한 역할이다. 그림 4, 5, 6은 각 모듈의 흐름도이다.

2.2 RTDS 시스템 연계방식 및 프로토콜

RTDS의 Case 정보는 MMI 관리자 웹페이지에서 관리되며, Tag 정보는 Case별 inf file 분석을 통하여 추출된다. RTDS가 모의를 시작하면 Tag별 전력정보는 각 Rack의 메모리에 저장되며 해당 메모리 번지 정보는 inf file에 있다. Rack의 메모리에 접근하기 위해 RTDS에서 제공하는 UDP/IP 기반의 SIM 프로토콜을 이용하여 전력정보를 취득한다.

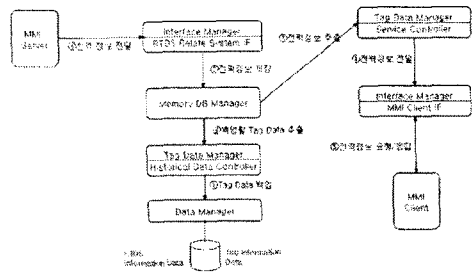


그림 4 MMI Server System 흐름도

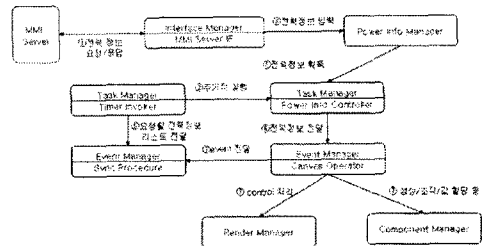


그림 5 MMI Client System 흐름도

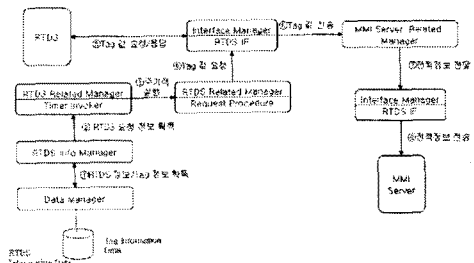


그림 6 RTDS I/F System 흐름도

RTDS 모의 데이터의 취득은 RTDS I/F System을 구현하여 처리하였다. 1회 요청으로 50개 메모리의 정보를 취득할 수 있으며 50개 이상일 경우 여러 번의 요청을 통하여 정보를 수집한다. 전력정보의 수집은 SIM 프로

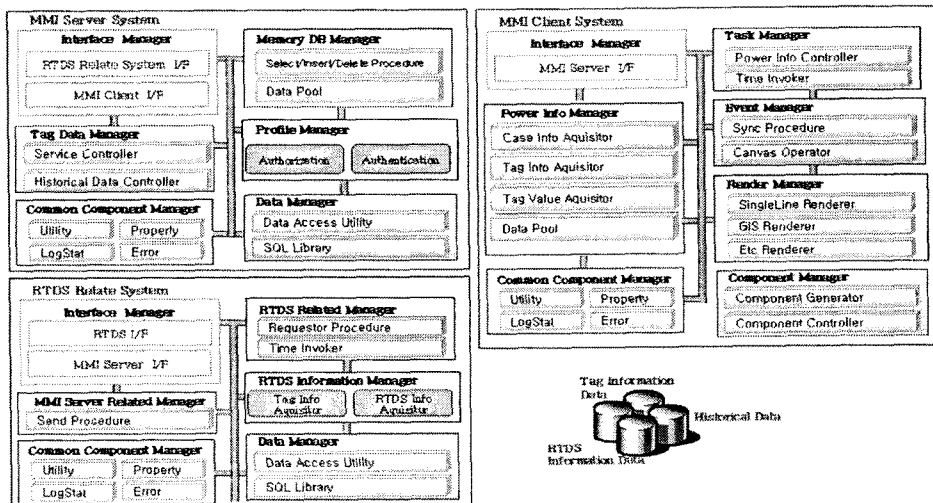


그림 3 System 별 주요 모듈 구성도

토플에 의해 주기적으로 요청되며 데이터 유효성 분석, 데이터 변환과 볼륨관리를 거쳐서 MMI Server의 메모리 DB에 전달되고, 특정기간동안 버퍼링하여 MMI Client의 요청을 처리하고 Historical DB에 저장하였다.

2.3 메모리 기반 데이터 관리

RTDS로부터 전송되는 실시간 데이터를 MMI Client에 적절히 제공하기 위해서는 데이터 처리 시간과 MMI Client에 데이터를 분배하는 과정이 최적화되어야 한다. 본 논문에서는 메모리 기반의 데이터 관리를 통하여 데이터 처리속도를 개선하고 MMI Client Profile을 이용하여 전력정보를 분배하는 방법을 제안한다. 메모리 DB는 전력정보에 대한 캐싱, 주기적인 데이터 저장, 효율적인 데이터 검색기능을 구현함으로써 전력 정보 감시 시스템의 실시간성을 확보할 수 있다. 제안된 메모리 DB 시스템은 Tag ID와 Timestamp를 키로 하여 전력 정보를 쉽게 검색할 수 있도록 구성 하였다. 데이터가 메모리 Bound를 넘어설 경우 가장 오래된 데이터가 신규 데이터로 대체되어 처리된다. MMI Client는 전력 정보 감시 화면을 구성하는 컴포넌트들이 필요로 하는 Tag 정보만을 실시간 수집하며 수집이 완료 되면 전력정보를 대기하고 있는 컴포넌트에게 정보를 전달하여 화면을 스스로 갱신할 수 있도록 하였다.

2.4 화면 디자인 Tool 및 View 개발

RTDS로부터 수집된 전력 정보를 어떻게 구성하여 감시할 것인가는 모의하는 CASE에 따라 달라질 수 있다. 따라서 CASE 별로 다른 화면을 구성 할 수 있도록 감시화면 편집툴을 개발 하였다. 개발된 편집툴을 이용하여 GIS 기반의 지리정보 위에 전압, 위상각, 무효전력, 유효전력을 3D Shape로 구성한 컴포넌트를 사용하여 삽입, 삭제, 이동, 확대 및 축소 할 수 있다. 3D Shape로 구성한 컴포넌트들은 각각 자신의 동작을 구현한 것으로 특정 전력정보와 연결되어 길이가 변경되거나 색깔이 변하는 등의 형태로 자율적으로 동작하게 된다. 또한 3D Canvas에 대한 X/Y/Z축의 회전등이 가능하도록 사용자에게 다양한 View Point를 제공하였다. 그림 7은 개발된 3D Canvas이다.

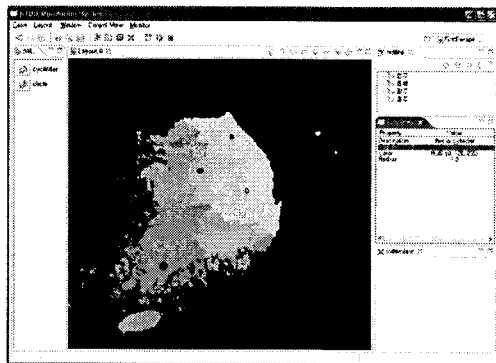


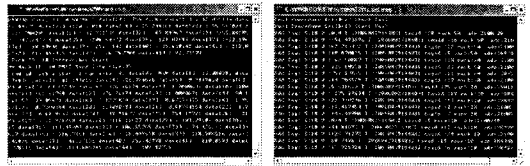
그림 7 3D Canvas 화면

2.5 개발 시스템 테스트

본 논문에서 제시한 시스템을 이용하여 현재 전력연구원에 설치 운영 중인 RTDS와 연계 시험을 하였다. 국내 345kV 이상, 115 모선의 전력계통을 RTDS로 구현하였고, 각 발/변전소는 한국전력에서 사용하는 모선번호를 기준으로 하여 지도 위에 GIS 정보와 연계하여 표현하였다. 취득 데이터는 3상 전압, 전류, 유효/무효 전력의 페이지 정보로 하였다.

2.5.1 연계 테스트

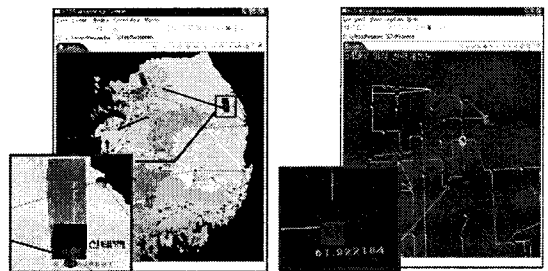
그림 8은 RTDS에서 취득되어진 정보를 메모리 DB에 입력하는 과정을 보여주는 화면이다. 모의되어 출력된 정보를 SIM Protocol을 이용하여 Tag, RACK 정보를 취득하고 메모리 DB로 관리하여 HTTP를 통한 MMI Client로 전력 정보를 제공하는 시험을 하였다.



(a) 정보 추출 (b) 메모리 DB 입력
그림 8 데이터 취득 감시화면

2.5.1 전력 정보 감시 화면

기존의 전력계통 현상에 대한 수치적 모의를 실시하는 도구의 경우 평면적인 UI를 통해 해석 결과를 사용자에게 제시하고 그러한 결과를 분석한 후 사용자는 자신의 판단을 통해 모의 도구에 대한 입력을 수정하여 갱신된 결과를 재 관찰하는 것이 일반적이었다. 이러한 방법은 해석 대상의 특성을 직관적으로 전달하지 못하는 결점을 가지고 있고, 특히 전력계통의 경우 대부분 그 해석의 결과의 양이 방대하고 해석 결과간에 상관관계를 가지고 있는 경우가 많아 2차적으로 재해석해야 하는 문제가 있다. 이러한 직관적 접근의 난이성을 극복하기 위한 감시 화면을 제시하였다. 그림 9는 본 논문에서 제시한 전력 정보 감시화면이다. (a)는 GIS 기반으로 지도위에 전력 정보를 표시한 예이고, (b)는 단선도 기반으로 표현한 예이다.



(a) GIS 기반 (b) 단선도 기반
그림 9 전력정보 감시 화면

3. 결 론

본 논문은 RTDS에서 발생하는 데이터의 저장 및 전력 정보를 감시할 수 있는 시스템 인프라를 제안하였다. 향후 전력정보를 표현할 수 있는 화면을 추가로 제작할 예정이다, MMI Server에 전력계통을 해석할 수 있는 알고리즘을 탑재 가능하게 하여 전력계통 해석에 용이하도록 하여 전력IT 연구과제의 알고리즘 검증용으로 사용될 수 있도록 개발할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 전력산업연구개발사업인 "지능형 송전 Network 감시/운영시스템 개발" 과제의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

[참 고 문 헌]

- [1] RTDS H/W Manual
- [2] RTDS SIM Protocol Manual
- [3] "Visualization of Power System", Final Report