

전력시장운영시스템 시뮬레이터 설계

이강재, 이건웅, 황경식
한국전력거래소

Design of MOS(Market Operation System) Simulator

Lee KangJae, Lee GunWoong, Hwang KyungSik
Korea Power Exchange

Abstract - 전력산업에 당초 도입 예정되었던 도매경쟁시장을 운영지원하기 위하여 전력거래소는 지난 2002년 도매경쟁 전력시장 운영시스템(Two Way Bidding Pool Market Operation System; TWBP MOS, 이하 전력시장운영시스템)을 구축하였다. 그러나 이후 배전분할 잠정 중단정책에 따라 구축 완료된 시스템은 실 업무에 적용해보지도 못한 채 폐기될 수도 있는 상황이 발생하였다. 하지만 전력거래소는 배전분할 잠정 중단에 따른 발전경쟁시장(CBP; Cost-Based Pool) 장기화에 대비, 운영상의 효율성을 개선하고 기 개발된 전력시장운영시스템을 활용하여 급전체계를 개선하는데 성공하였다. 실시간 급전 운영을 위해 기존 EMS에 전력시장운영시스템을 연계하여 전력시장운영시스템의 5분 단위 수요 예측량을 기반으로 송전망 제약과 예비력 요구량 등을 고려한 발전기별 경제부하 배분량 및 예비력 배분량을 결정하고, 추가적으로 EMS에서 수요예측 오차 및 주파수 보정량을 실시간으로 계산하여 발전기별로 배분하도록 함으로써, 1일 전 시행하던 급전계획을 취득 자료를 기반으로 5분 단위로 실시간 계산할 수 있도록 급전개선을 하였다. 이를 통해 실시간으로 에너지와 예비력을 동시에 활용함으로써 전력시장 및 전력계통 운영을 한층 선진화 할 수 있는 계기를 마련하였으며 또한 저비용 발전기 사용을 극대화함으로써 발전비용의 절감에도 기여하는 효과를 가져왔다. 이러한 긍정적인 효과에도 불구하고, 전력시장운영시스템은 구축된 모든 설비 및 프로그램을 당초 목적에 맞게 활용하지 못한다는 이유 등으로 시스템의 최적화 및 성능 개선에 대한 투자가 망설여지는 현실이다. 특히 온라인 실시간 시스템과 별도로 전력시장운영을 모의할 수 있는 시뮬레이터가 구축되지 않아 시장의 흐름을 사전 예측하거나, 시스템 오류 등을 재현하여 재발 대책 등을 마련하기가 매우 어려운 실정이다. 이에 본 논문에서는 그동안 쌓아온 전력거래소의 전력시장운영시스템 운영관리에 대한 다양한 경험을 바탕으로 구축비용을 획기적으로 절감할 수 있는 전력시장운영시스템 시뮬레이터의 구축방안을 제시하고자 한다.

1. 서 론

전력시장운영시스템의 핵심 결과물인 5분 급전계획을 사전에 예측해보는 것은 전력시장을 효율적으로 운영하기 위해서 매우 중요한 사항이다. 또한 여러 다양한 입력 값의 변화를 통하여 결과의 변화 추이를 관찰하는 것은 IT 측면에서도 필수적으로 요구되는 사항이라 하겠다. 아울러 전체 시스템 처리과정을 모의할 수 있다면 각종 시스템 장애에 대한 원인을 찾아내어 디버깅하고 재발을 방지할 수 있는 대책을 세우는 데에도 획기적인 도움이 될 수 있을 것이다.

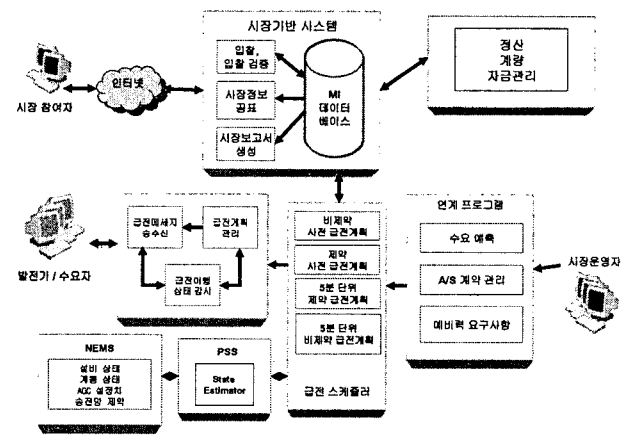
도매경쟁 전력시장 운영시스템은 SAVE CASE라는 기능을 통하여 매 5분마다 실행된 5분 급전계획의 결과 값 및 실행환경 전체를 저장할 수 있다. 그러나 현재 SAVE CASE에 저장한 자료를 이용하여, 해당 시간대의 급전계획을 실행하기 위해서는 온라인 시스템을 사용할 수밖에 없다. 별도의 시뮬레이터가 없기 때문에 서비스 중인 온라인 시스템을 중단해야만 가능한 것이다. 온라인 시스템의 중단 없이 5분 급전계획을 시뮬레이션하기 위해서는 막대한 비용을 투자하여 현재 구축된 전력시장 운영시스템의 대부분 구성요소를 별도로 구축하여야 한다. 5분 급전계획을 계산 및 출력하는 시장응용시스템(Market Application System; MA)을 핵심으로, 현재 운영중인 CBP(Cost Based Pool; 변동비 반영시장) 전력시장으로부터 매일 회원사의 입찰자료를 받아 MI로 전송하는 입찰변환시스템, 회원사의 상업적 정보 및 보유설비에 대한 정보 등을 관리하는 시장기반시스템(Market Infrastructure; MI), 자동발전제어나 주파수조정 예비력 등의 계약자료를 입력받는 계약관리시스템(Contract Management System; CM), 송전선로 설계 등을 관리하는 입력파라미터(Input Parameter; INPARAM), 전력설비의 측정값을 토대로 전체 계통상태를 추정한 결과를 제공하는 상태추정(State Estimator; SE), 다음 시간대의 수요를 예측하여 5분 급전계획의 목표 값을 제시하는 수요예측시스템(Load Predictor; LP), 실시간으로 제약사항을 반영하여 급전지시하는 실시간 급전지시시스템(Resource Dispatch; RD), 5분급전 결과 출력을 위한 각종 시스템 등이 별도로 구축되어야만 온라인 시스템과 동일한 처리 및 결과를 기대할 수 있는 것이다. 그러나 현실적으로 본격적인 도매경쟁 전력시장의 도래가 잠시 주춤한 상태에서 최대 수 십 억 원에 이를 수도 있는 시뮬레이터에 대한 투자는 매우 어려운 실정이다. 이에 최소의 설비만을 추가하여 전력시장 운영시스템과 동일한 결과를 기대할 수 있는 전력시장운영시스템 시뮬레이터를 입력, 처리, 출력과정을 중심

으로 다음과 같이 설계해 보았다.

2. 본 론

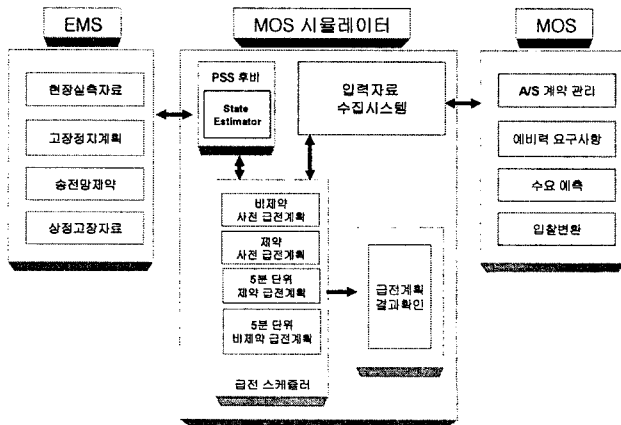
2.1 구축 시뮬레이터 개요

2.1.1 전력시장운영시스템 구성도



2.1.2 전력시장운영시스템 시뮬레이터 구성도

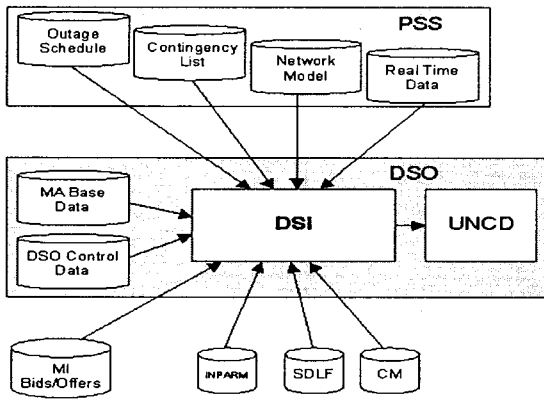
MOS 시뮬레이터의 구현 범위는 원칙적으로 온라인 시스템과 동일하다. 이는 전력시장운영시스템 시스템에서 처리하는 모든 입력 자료를 동일하게 입력받고 처리과정 또한 동일한 프로그램을 사용한다는 것을 의미한다. 그러나 시스템 단순화 및 성능 제고를 위하여, 부가적으로 제공하는 각종 출력 기능을 모두 포함하지는 않는다. 이는 시뮬레이터의 목적 상 다양한 경로를 통한 결과값의 출력이 필요하지 않기 때문이다. 실제로 전력시장운영시스템에서는 MI, RD, MA, PSS(Power System Server; EMS연계서버) 등의 경로로 5분 급전계획 결과를 내보낸다. 전력시장운영시스템 시뮬레이터에서는 MA 이외의 불필요한 경로의 출력은 고려하지 않았다. 또한 회원사에 급전지시값을 전달하는 급전지시시스템(Message Exchange; MX) 및 급전지시 운용도를 계산하는 운용도 감시시스템(Compliance Monitoring; CMON) 등은 시뮬레이터에 필요하지 않은 기능이므로 구현 범위에서 제외하였다.



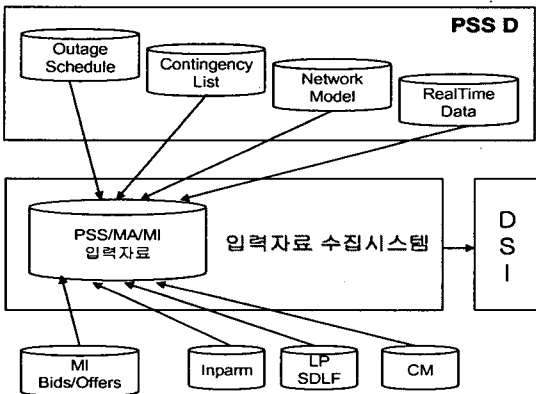
2.2 입력 설계

시뮬레이터에서 필요로 하는 입력자료는 전력시장운영시스템의 입력자료와 동일하다. 시뮬레이터는 전력시장운영시스템에서 5분급전계획을 수집하기 위해 5분단위로 각 시스템에서 가져오는 모든 자료를 동일하게 사용한다. 하지만 온라인 시스템의 성능 보장을 위해 별도의 입력자료 수집시스템을 도입한다. 이는 시뮬레이터에 MI, CM, INPARM, 수요예측 등의 시스템을 별도로 구축하지 않음은 물론 온라인 시스템의 부하 증가 방지를 위하여 필요한 프로그램이다. 입력자료 수집시스템은 5분에 한번씩 각 온라인 시스템으로부터 필요한 입력 자료를 수집하여 하나의 데이터베이스에 저장한다. 이와는 별도로 EMS에서 실측자료 등을 제공받기 위해서 계통연계서버의 유틸리티를 활용하여 계통자료를 입력받는다.

2.2.1 전력시장운영시스템 입력자료 흐름도



2.2.2 전력시장운영시스템 시뮬레이터 입력자료 흐름도



2.2.3 PSS 입력 자료

전력시장운영시스템의 핵심기능은 5분 급전계획이며, 전력시장운영시스템 시뮬레이터의 핵심 기능은 EMS에서 실시간으로 취득하는 현장의 실측 데이터 등을 수신하는 기능이다. 처리과정이나 처리결과를 출력하는 과정은 전력시장운영시스템 프로그램 대부분을 그대로 이식해 구현하면 되지만 EMS의 실측 데이터 등을 실시간으로 수신하는 기능은 온라인과 동일한 하드웨어 및 소프트웨어가 없는 불가능한 기능이다. PSS시스템은 당초 4중(A, B, C, D) 운영체제로 구축되었으나, 현재는 안정적이고 효율적인 운영을 위해 3중(A, B, C)으로 운영되고 있어, '07. 8월 전력거래소에서는 유틸리티인 PSS D를 활용하여 EMS의 후비시스템과 연계할 수 있게 하였다. 시뮬레이터는 이를 통해 EMS 후비시스템을 통해 취득하는 현장 실측자료 및 송전망 제약자료, 고장정지계획, 상정고장 목록 등을 실시간으로 완벽하게 받아들일 수 있다.

2.2.4 MA/MI 입력 자료

MA와 MI를 통해 입력받는 자료는 모두 입력자료 수집시스템을 통해 수집된다. MI시스템에서는 Master DB에서 회원사 기본 정보 및 일일 입찰자료 등을 가져온다. 회원사 기본 정보는 매일 1회씩 수집하며, 입찰자료는 매 30분 단위로 수집하여 보관 및 사용한다. 전력시장운영시스템 구축 당시 PSS에 포함되었던 수요예측시스템은 예측 오차율을 개선한 새로운 시스템으로 재개발되어 MA시스템 내에 존재한다. 여기에서 매 5분마다 수집된 수요예측 자료를 읽어 들인다. CM이나 INPARM의 계약자료 등도 매 5분마다 급전계획 수립을 위한 자료로 쓰일 수 있도록 지속적으로 수집된다. 모든 수집된 데이터는 입력자료 수집시스템의 데이터베이스에 조회 및 처리를 위해 저장된다. 입력자료 수집시스템의 데이터베이스에서는 시뮬레이터에서 필요로 하는 모든 데이터가 관리된다.

2.3 처리과정 설계

모든 처리과정은 전력시장운영시스템과 동일하다. 전력시장운영시스템에서 사용하는 처리프로그램을 그대로 시뮬레이터에서도 사용하며, 모든 입력 자료를 결과적으로 동일하게 생성하여, 전달받으므로 처리과정에 대한 변경은 필요하지 않다.

별도의 변경은 필요하지 않지만 일부 기능의 추가는 필요하다. 우선 MA에서 5분 간격으로 생성되는 모든 Save Case 파일들을 입력자료 수집시스템에 별도로 저장하는 기능이 필요하다. 또한 시뮬레이터의 구동방법을 자료수집시스템의 자료를 이용한 방법과 Save Case 파일을 이용하는 방법으로 이원화하여 사용자가 선택 수행할 수 있게 하는 기능도 필요하다.

특히 다음과 같은 온라인 병행 동시계산기능을 구현한다면 평상시에도 시뮬레이터를 100% 활용할 수 있으며, 온라인 시스템의 장애 시에 대체시스템으로도 사용 가능하다. 이는 활용도는 매우 높으면서도 구현에 추가적으로 소요되는 시간이나 비용은 거의 없는 기능이다. 온라인 병행 동시계산기능은 온라인시스템과 동시에 5분 간격으로 급전계획을 계산해내는 기능이다. 후비시스템에서 취득한 현장자료를 사용한다는 것 외에는 온라인 시스템과 모든 입력사항이 동일하며, 처리 알고리즘 또한 동일하여 현장 취득 자료의 차이에 의해 급전계획의 결과가 어떻게 반응하는지 등의 비교 분석이 가능하게 된다. 구현 방법은 매우 간단하다. 전력시장운영시스템의 입찰 변환시스템은 CBP 일일 입찰현황을 MI에서 필요로 하는 양식의 입찰형태로 변환한 후 MI에 전송한다. 이후 시뮬레이터의 입력자료 수집시스템은 MI에 접근하여 입찰 자료를 취득해온다. 온라인과 동일하게 5분 간격으로 필요한 모든 데이터를 보유할 수 있으므로 5분단위 실시간 계산도 가능한 것이다. 따라서 필요할 때에만 실행하는 시뮬레이터의 기본 성격에 평상시 5분 간격으로 계속 실행할 수 있는 옵션기능만 추가되면 되는 것이다. 그러나 시뮬레이터에서 사용하게 될 MA의 급전계획 계산기능은 기본적으로 5분 간격 실시간 수행을 지원하지기 때문에 본 기능의 구현을 위한 추가적인 개발도 필요하지 않다.

2.4 출력 설계

출력은 MA 사용자 인터페이스인 SABLE GUI에서의 출력 기능만을 이용한다.

출력기능 및 출력기능과 유사한 MI로의 급전계획 결과 전송, RD, MX로의 전송 등은 제외된다. 또한 Base Point, Regulation High/Low값, 출력증감발출, Participation Factor 등 급전계획 결과 자료를 EMS로 전송하는 기능도 시뮬레이터에서는 처리할 필요가 없다.

3. 결 론

이상에서 제시한 바와 같이 전력시장운영시스템 시뮬레이터는 모든 입력 값을 온라인 시스템과 동일하게 사용함으로써 최소한의 설비 기반에서 구축될 수 있다.

결국 시뮬레이터 구축을 위해 필요한 사항을 다음과 같이 종합적으로 정리해볼 수 있다. 전력시장운영시스템과 동일 네트워크 안에 기존 전력시장 운영시스템의 개발서버급 사양을 가진 하드웨어와 관계형 DBMS 1식을 설치한 후, 입력자료 수집프로그램과 온라인 병행 동시계산 기능 등을 개발하고, 기존 MA프로그램 등을 설치하면 시뮬레이터는 완성된다.

본 논문에서 제시한 시뮬레이터는 특히 특정 지점의 시장에 대한 시뮬레이션 뿐만 아니라 평상시에도 온라인시스템과 병행하여 그 결과를 상호 비교할 수 있으며, 온라인시스템의 장애 시에도 비상용으로 운영하여 그 결과를 별도의 경로로 회원사에게 제공함으로써 중단 없는 전력시장을 운영하는 데 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

필요 기능	주요 제공기능	구현 방법	
하드웨어	서버	OS 및 구동환경	개발서버급 구입
	DBMS	자료저장 및 조회처리	유틸리티 활용
입력	MI, CM INPARM 수요예측	일일 입찰값, 제약자료 손실계수, 급전 목표값	입력자료 수집시스템 개발
	PSS	상대 추정값, 계통모델 송전망제약, 상정고장 고장정지계획	유틸리티 활용
처리	MA	5분 급전계획	기존 프로그램 활용
	추가기능	save case 처리 실행방법 선택 온라인 병행동시계산	프로그램 개발

[참 고 문 헌]

- [1] ABB BMS, "Operator Instructor and MTE", 2003
- [2] Korea Power Exchange, "Technical Specifications", Contract for Market Operation System, Vol 2, 2001
- [3] 한국전력거래소, "MOS 활용방안", 2005
- [4] ABB BMS, "MOS Design Specifications", 2002