

## 그래픽 인터페이스를 통한 조류계산 설계

황인준, 김건중, 김규왕 신만철, 오성균  
 충남대학교 전기공학과 (주)파워이십일

### The Architecture of Load Flow under Graphic Interface

Hwang In Jun, Kim Kun Joong, Kim Kyu Wang  
 Chungnam National Univ.

Shin Man Cheol, O Sung Kun  
 Power21 Corp.

**Abstract** - In these days, our social infra which are computer and internet has been developed and our community has been digitalized with a large quantity information that can be sharable or productive. So we can say that older knowledge organization based on the man power is changing with automatical and intellectual aspect. Thus we have to apply this movement to get the high efficiency and the competitive power in the organization and to take the voluntaries attitude of operator with real time inputting or fast calculating speed. Beside most of developed countries are owned their power system analysis software. Like kind of this facts can affect for national reliance.

So in this paper we propose that the suggestion for both field power system and IT how these can be cooperated. The note that this paper is came from the project which name is Graphics Power Flow analysis.

## 1. 서 론

현대 사회는 인프라에 해당하는 컴퓨터와 인터넷을 비롯한 기타 네트워크 시스템이 발전하면서 기존 지식 체계를 디지털 화하고 대량의 정보를 공유 및 생산 가능하도록 하는 시대로 변모하고 있다. 이에 따라 기존의 지식 체계가 맨 파워 시대였다면 근래는 자동화 및 지능화의 단계로 변모하는 정보화 양상을 보이고 있다. 이를 전력 계통 분야의 견지에서 보면 해석에 필요한 데이터의 실시간 입력과 빠른 계산 속도를 통해 오퍼레이터의 능동적인 업무 주도가 가능해졌으며 이는 전반적인 조직 내의 높은 효율성과 경쟁력에도 관련이 깊어졌다. 따라서 이러한 이유로 해석 프로그램 분야에서도 IT기술을 접목해 기존의 블랙화면 내지는 텍스트 기반의 도스 모드의 단점을 보완하고 사용자에게 친숙한 비주얼한 환경을 제공하면서 조작이 간편한 윈도기반 해석 프로그램들이 개발되고 있는 실정이다. 미국이나 캐나다, 유럽 등의 경우 자국내의 고유 엔지니어링 소프트웨어를 보유하고 있으며 이는 국가적인 신뢰도에도 영향을 미치는 요소로 작용하고 있다.

따라서 본 논문에서는 그러한 사항에 대한 문제의 접근으로써 조류계산에 적용해 전력과 IT분야가 어떠한 방향으로 서로의 상관관계에 부합하며 공조가 가능한지에 대한 예시를 보이고자한다.

## 2. 본 론

### 2.1 그래픽 인터페이스(Graphic Interface)

일반적으로 컴퓨터시스템에서 인터페이스란 2가지 이상의 구성 요소들 사이의 경계나 그 경계에서 공통적으로 사용되는 장치를 말한다.

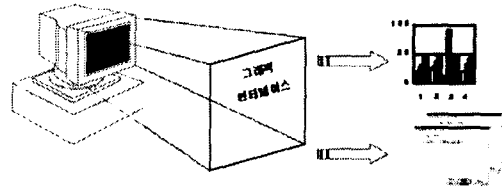


그림 1. 유저 인터페이스

따라서 사용자 인터페이스라 하면 유저가 프로그램을 조작하는 화면을 말하며 입출력 인터페이스라 하면 입출력 채널을 제어하는 시스템을 말한다. 이는 물론 물리적 디바이스도 포함한다. 그래픽 인터페이스는 바로 그러한 유저 인터페이스로서 모든 동작을 그래픽적으로 표현하며 기타 명령어에 대한 접근성 및 실행용이성을 개선하고자 하는데 의의가 있다.

### 2.2 시스템 모델링

#### 2.2.1 도메인 분석

계통 해석용 프로그램을 만들기 위해 가장 먼저 선행되어야 할 것은 모델링이다. 이는 내부적으로 각 장치(device)마다 정량적 표현 가능한 파라미터들을 모델링하는 단계이며 또한 외부적으로는 그것들에 대한 구체적인 심벌을 만들어 유저가 조작 가능하도록 표현하는 단계이다. 모델링을 위한 첫 번째 단계로서는 도메인을 분석하는 것이다. 이는 클래스간의 관계를 결정하고 조직화함으로써 프로그램 전반적인 구조를 구축하며 구체적인 사항을 다루기보다 일반화된 내용을 다루는 것이다. 특히 일반화는 엔지니어링 쪽 관점에서 출발한 해석방법이라 하더라도 비즈니스 로직(logic)의 문제로 다음과 같이 등가화 할 수 있는 포괄적인 제너럴 솔루션(general solution)을 말한다.

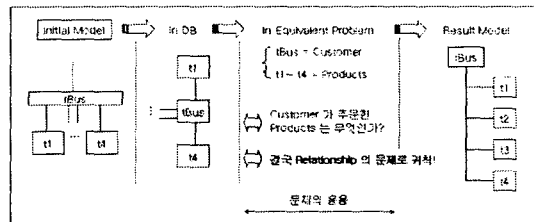


그림 2. 모선과 관련 장치들에 대한 모델링 과정

이를 바탕으로 구성 요소인 객체간 연관, 제약사항등을 나타내는 보다 세세한 설계도를 다음과 같이 작성하게 된다.

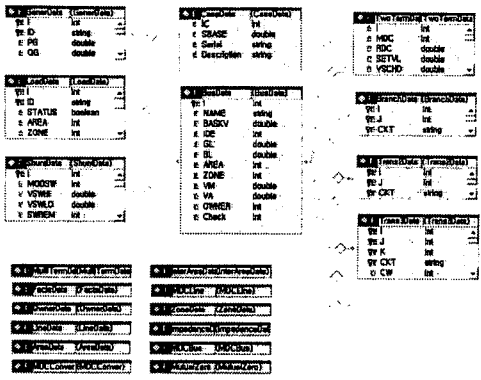


그림 3. 모선(Bus) 중심 연관 다이어그램

이상의 분석을 바탕으로 실제 디바이스를 형상화 하게 된다. 즉 실제 필드에서 사용되는 장치들을 축약적인 기호로 표기하도록 약속하는 단계로서 개개의 컴포넌트를 잘 대표하도록 해야 한다. 다만 전력 계통의 경우 모선과 함께 대부분의 네트워크 구성요소들이 이미 공통적으로 유사한 심벌을 사용하고 있음을 상용프로그램들을 통해 알 수 있으며 본 논문에서는 이러한 것들을 따랐다.

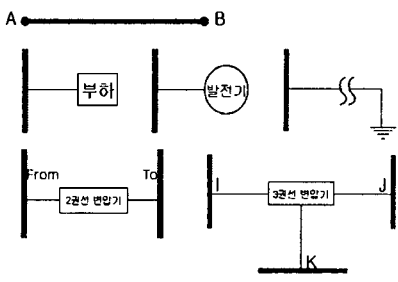


그림 4. 네트워크 구성요소들

2.2.2 시스템 구성

앞에서 다룬 도메인의 개념적인 양상은 문제의 정의에 해당했다. 즉 문제가 무엇인가를 인지하고 해결책에 방향을 설정하는 중요한 단계인 것이다.

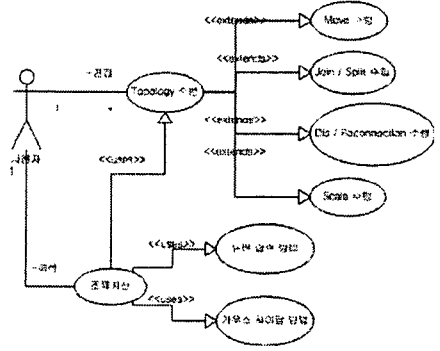


그림 5. 사용자 동작 시나리오 예

시스템 구성은 시스템을 계획하고 요구사항을 분석하여 주요 기능을 정의함과 아울러 앞으로의 확장성까지 고려하는 단계이다. 더욱이 다기능 패키지의 경우 위와 같은 케이스별 상세화 및 설명이 필요하다. 개발 관점에서 볼 때 이러한 일련의 시나리오를 정의했다면 다음으로는 구

현의 단계가 남아있다. 물론 엔지니어링 소프트웨어이기 때문에 계산에 관한 모듈이 개발되어야한다. 바로 이점에서 비즈니스 로직의 소프트웨어와 차별되는데 기본적으로 데이터 계산의 정확성을 바탕으로 하기 때문이다.

모선은 크기와 위상각으로 이뤄진 전압, 유효분과 무효 분으로 구성된 전력에 대한 정보를 갖고 있으며 특히 발전 모선의 경우 유효전력과 전압의 크기를 부하모선의 경우 유효전력과 무효전력을 알 수 있다. 조류계산은 이러한 비선형 방정식의 해를 찾는 과정이며 유효전력과 무효 전력은 다음과 같이 표기 된다.

$$\begin{cases} P_i = |V_i| \sum_{k=1}^n |V_k| \{G_{ik} \cos(\theta_i - \theta_k) + B_{ik} \sin(\theta_i - \theta_k)\} \\ Q_i = |V_i| \sum_{k=1}^n |V_k| \{G_{ik} \sin(\theta_i - \theta_k) - B_{ik} \cos(\theta_i - \theta_k)\} \end{cases}$$

식 1. 유효전력과 무효전력 방정식

이들 파라미터들로 구성된 회로 방정식 즉 네트워크 방정식은 모선 어드미턴스 행렬로 표현되며 해를 구하는 과정은 다음과 같이 생각할 수 있다.

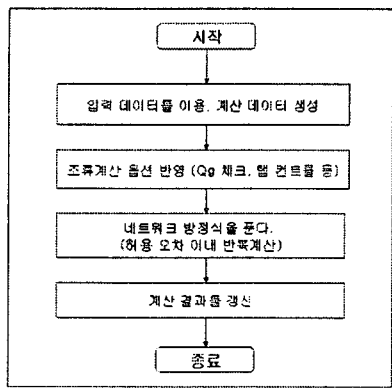


그림 6. 조류계산 순서도

위의 순서도에 입각한 조류계산을 시행하는 독립적인 단위의 모듈을 조류계산 라이브러리라 한다. 조류계산의 경우 자코비안 행렬을 구성하고 반복 계산을 통해 해를 찾는 기법으로 수치 해석적으로 뉴턴랩슨과 가우스 방법을 사용한다. 해석적인 분야는 이론적 배경이 정리가 되면 그대로 코드로 구현되며 일부 알려진 해법의 알고리즘의 경우 공개적으로 정리가 되어 있는 것을 볼 수 있다. 또한 앞에서 언급한 바와 같이 수치 해석 모듈의 정확성 내지는 수렴성이 얼마나 좋은가에 따라 프로그램의 신뢰도가 결정되므로 수치해석 라이브러리를 개발 시는 샘플 계통을 통해 테스트를 실시하고 중국에는 실 계통에 대한 결과가 상용프로그램과 일치하거나 혹은 비슷한 추세를 이루도록 튜닝이 필요하다. 이 단계가 바로 라이브러리 검증의 단계이다.

다음으로 그래픽 컴포넌트를 구축해야 하는데 이것을 사용해야 하는 이유는 다음과 같다. 첫째, 텍스트와 숫자만으로 불가능했던 방식으로 분명하면서도 간략하게 그리고 효과적으로 정보를 가시화하고 전달이 가능하다. 둘째, 데이터 원본과 직접 동기화 하여 최신 계통도를 제공함으로써 자동화 및 사용자 요구 지정이 가능하다. 셋째, 네트워크 개념 및 관계를 쉽게 파악할 수 있다. 이는 개발 초기에 정의된 심벌을 하나의 컴포넌트로 구현해 프로그램 내에서 포함함으로써 계통계획 시 쉽게 조합이 가능하기 때문이다.

### 3. 결 론

그래픽 해석 프로그램 설계에는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다. 영역별로 구분하면 데이터 관리 영역과 어플리케이션에 대한 두 부분으로 나뉘어 지는데 데이터 관리자는 데이터 설계자(Architecture)이면서 동시에 데이터 프로그래머(Programmer)로써 정보를 수집하고 문제를 정의하며 해석 전반에 관한 정책과 방향 그리고 해결책을 결정하게 된다. 이는 기반 데이터가 변하지 않는다는 가정 하에 프로그램이 안정적으로 개발될 수 있으므로 중요하다 하겠다. 세부적으로는 데이터 구조를 이해하고 제약조건이나 연관과 같은 사항을 적용해 무결성을 유지하도록 해야 한다. 다음으로 어플리케이션 설계자는 사용자 인터페이스를 통합하고 그래픽 객체간 중속성을 결정하는 역할을 한다. 특히 그래픽 컨트롤의 형상화 및 데이터와의 연동성을 데이터 설계자의 협조를 통해 구현해야 한다.

본 논문에서는 그래픽적 요소를 가미한 해석 프로그램을 조류계산에 적용해보았고 이를 통해 설계방법을 각 모듈별로 제시하고 통합적 측면에서 고려할 사항을 시스템적 측면과 관리 및 계획자의 역할 면에서 정립해보았다. 차후에는 위 사항을 반영한 그래픽 조류계산 어플리케이션(Application)의 구현 및 신뢰성 검증 연구가 이루어져야 할 것이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 신만철, 김건중, 임재선, 이병일, 박철우, 장중철, "Graphic-based Power System Simulator 소개", 대한전기학회 전력기술부문의 추계학술대회 논문집, p.133-136, 2001년 11월
- [2] 신만철, 김건중, 박철우, 박헌경, 이병일, "Graphic-based Power System Simulator의 대규모 전력계통 적용에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, p.50 52, 2002
- [3] Power Technologies, INC., "Online Documentation.", PSS/E-28, 2001
- [4] Joseph Schuller, "Teach Yourself UML in 24 Hours, 2/E", SAMS, 2002

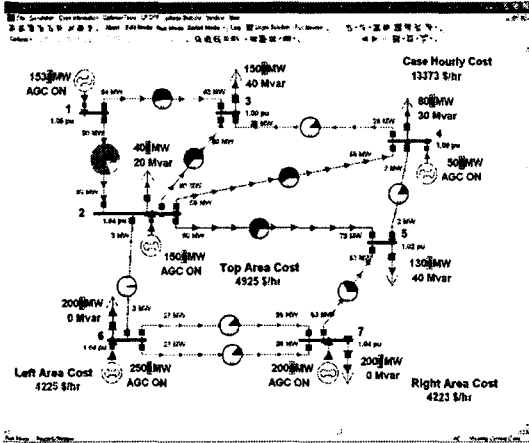


그림 7. Power World 社의 상용 프로그램 예

마지막 단계에서는 모든 시스템 구성요소 데이터 관련 및 입출력 인터페이스, 수치해석 라이브러리, 그래픽 컴포넌트 등을 도메인 분석 시 작성한 시나리오에 맞게 사용자 인터페이스로 통합하게 된다.

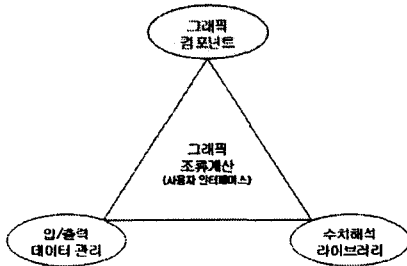


그림 8. 프로그램 구현 요소

기타 프로그램의 확장성이라든가 성능개선을 위한 모듈이 추가적으로 포함될 수 있으나 본 논문에서는 가장 근간을 이루는 위 요소들에 대해서 언급했다. 위의 각 요소들은 각기 독립성을 유지하면서 동시에 병렬적인 방법으로 개발이 가능하다. 그러나 사용자 인터페이스의 경우 어떠한 기능을 구현할 것인지 결정과 함께 개발되어야 한다. 이는 추상적이며 개념적 모델을 구체화하는 단계로써 최대한 일반적으로 생각하고 추론 과정과 유사하게 만들어서 사용자가 모델 개발 당시의 의도를 파악하기 쉽고 받아들이기 용이하도록 해야 한다.

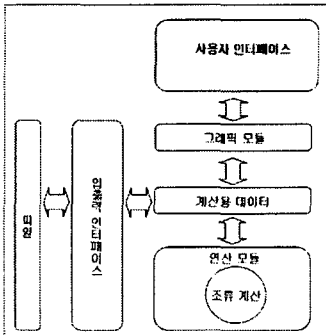


그림 9. 시스템 통합 개념도