

그래픽을 이용한 대화식

교육용 전력조류계산 소프트웨어 개발

이 옥 화^o 신 중 린
건국대학교 전기공학과

Development of Interactive Graphical Software for Power Flow Education

Lee, Uk-Hwa Shin, Joong-Rin
Def. of Elect. Engin. Kun-Kuk University

Abstract

This paper presents the development of interactive graphical software for the educational purpose of power flow(PF) calculation. The developed software is specially designated to give a beginner the interest on PF problem as well as to increase the understanding of it with ease.

the software developed in this paper is basically composed of the pull-down menu driver, in which various functions, such as Program Master, Data File Management, Case Study Option, PF Run and View Output, are prepared to handle the software easily and thus to be familiar with power flow calculation.

A special design is also considered for interactive operation of the software, with which user can interrupt the computation process of PF to control the convergency of PF algorithm. With this function beginner can acquire the understanding of convergency characteristics and numerical sensitivity of PF algorithm as well as basic concept of its computation logic. Furthermore, various graphic illustrations is also provided to review and compare the computation results on monitor.

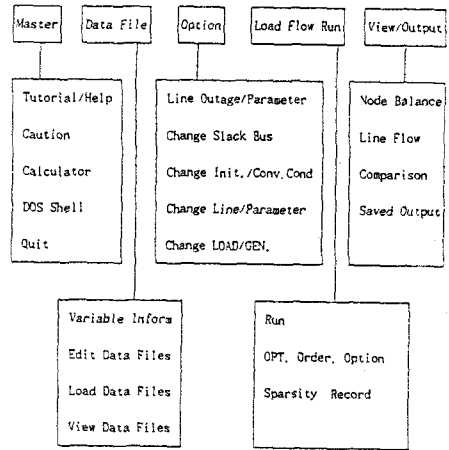


그림 2.1 시스템의 통합환경 구조.

1. 서론

최근 그래픽기능을 가진 전력시스템분야의 교육용 소프트웨어 개발에 대한 여러가지 연구가 보고되고 있다. 이들의 특징은 대부분 전력기술 전반에 대한 이해를 목적으로 있기 때문에 전력기술의 가장 기초가 되는 조류계산을 초보자에게 이해시키는 데는 미흡하다. [4]

본 논문은 전력조류계산에 대하여 초보자가 자연스럽게 흥미를 느낄 수 있고 쉬운 조작을 위한 Pull-down 구동방식과 함께 조류계산과정의 이해를 쉽게 하기 위하여 중간수렴과정을 Graphic 으로 표시하는 기능, 계산과정속에 사용자가 개입할 수 있도록 하는 Man-Machine Interface 기능, 계산결과에 대한 비교 및 검토를 쉽게 할 수 있도록 하는 여러가지 다양한 그래픽 출력의 기능을 가지는 대화식 교육용 전력조류계산 소프트웨어를 제시한다.

2. 교육용 전력조류계산 Software 구성 및 알고리즘

본 논문이 제시하는 시스템의 구성의 초점은 조류계산의 이해를 쉽게 할 수 있도록 초기치 설정의 의미, 해의 수렴과정, 계통행렬의 구조, 주요 Programming 기법 (Optimal Ordering, Sparsity) 등 이해가 까다로운 부분들의 이해를 돕기 위한 그래픽 기능을 가진 대화식 소프트웨어를 구성하는데 있다. 그리고 시스템의 쉬운 조작을 위해서 Full-down Menu 방식의 통합환경으로 구성하였다. 본 논문이 제시한 교육용 전력조류계산 소프트웨어의 구조는 그림 2.1과 같다.

본 논문에서 사용하는 전력조류계산 알고리즘은 교육목적에 적합한 Full Jacobian Newton-Raphson법을 선택하였다. 및 그림이 제시한 각 메뉴의 특성과 사용방법은 다음과 같다.

3. 프로그램의 특성 및 구성

본 연구에서 개발된 프로그램은 초보자가 Monitor상에서 Key Board를 조작함으로써 데이터를 입력하고, 여러가지 상황에 따른 조류계산을 수행하고, 결과를 쉽게 확인해 볼 수 있도록 하였다.

3.1 데이터의 편집 및 출력 메뉴

계산하고자 하는 전력계통의 데이터를 사용자의 필요에 따라 편집 및 수정할 수 있으며 새로운 File를 생성할 수 있다. 그리고 편집된 데이터를 수행하기전에 빠르게 열람할 수 있고 조류계산을 위한 데이터 선정을 자유롭게 할 수 있는 기능이 부여되어있다.

3.2 여러가지 경우의 조류계산을 수행할 수 있는 메뉴

사용자가 전력조류계산의 특성을 이해하기 위해서 여러가지 상황의 조류계산을 해 볼 수 있도록 선로의 차단, 차단 선로의 재접속, Slack 모선의 위치, 전압의 초기치, 수렴판정조건 등을 변경할 수 있도록 하였다. 결과적으로 계통의 데이터의 변화에 대한 조류계산의 결과를 쉽게 비교 검토해 볼 수 있도록 했다.

3.3 전력조류계산 수행 메뉴

선정된 데이터 집합이나 사례에 대한 조류계산을 실행시키는 기능이다. 이 기능안에는 Optimal Ordering의 시행 전후의 효과 및 Sparsity 효과를 확인할 수 있는 기능이 마련되어 있다.

3.4 다양한 그래픽 출력기능을 가진 메뉴

조류계산의 여러가지 결과들, 모선에 대한 전압과 위상각, 발전단의 유효/무효전력, 부하단의 무효/유효전력 그리고 각 선로전류들을 표형식으로 화면에 출력시킨다.여러가지 경우에 대한 비교가 그래픽으로 처리하는 기능이 있다.

4. 통합환경하에서 조류계산을 수행한 예

아래 그림 4.1은 실제 조류계산을 수행하게 되는 5모선 계통이다.

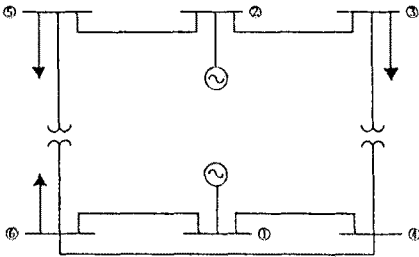


그림 4.1 모선 계통도.

위 전력계통의 데이터가 Key Board를 통하여 프로그램에 입력된 예는 아래에 있다. 그림 4.2은 모선 데이터이고 그림 4.3은 선로 데이터가 입력된 상태를 나타낸다.

Bus	Vm	Phase	W	P	Q	W	P	Q
1	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
4	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

그림 4.2 모선데이터가 입력된 경우.

Line	From	To	Cap	Ind	Res	React	Thru	Flow	W	P	Q
1	1	2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	1	3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3	1	4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
4	2	3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	2	5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
6	3	4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
7	3	5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
8	4	5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

그림 4.3 선로데이터가 입력된 경우.

입력된 데이터 집합을 가지고 Run Menu를 선택하였을때 그림 4.4와 같이 출력과정의 그래픽으로 나타나면서 조류계산이 수행하게 된다. 그림 4.5는 계산된 결과의 화면이다.

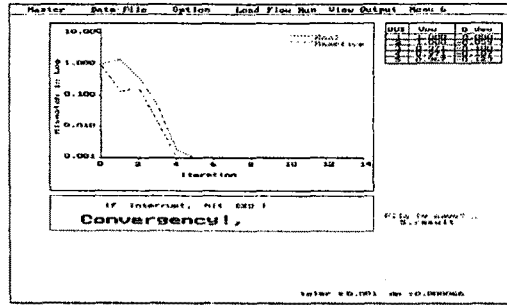


그림 4.4 조류계산의 수행과정을 나타낸 경우.

Bus	W	P	Q	W	P	Q
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

그림 4.5 출력된 모선의 모든 결과.

통합환경하에서 2 와 5모선 사이의 선로를 차단한 경우 조류계산을 수행한 결과를 그림 4.6에서 그림 4.7가 나타내고 있다. 그리고 그림 4.8, 4.9은 계산중간에 Interrupt Key를 눌러서 계산중간에 변수값을 임의 변경하여 조류계산의 수렴특성의 변화를 학습할 수 있도록한 기능을 보인 것이다. 초보자로 하여금 PF 알고리즘의 수렴특성을 학습시키기 위한것이다.

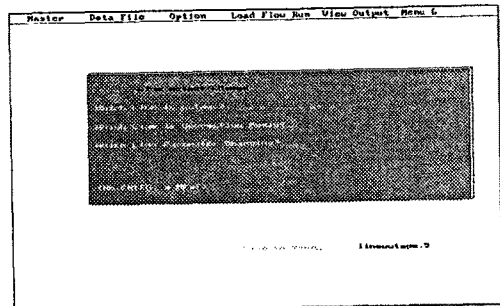


그림 4.6 선로단락 메뉴를 실행시키는 경우.

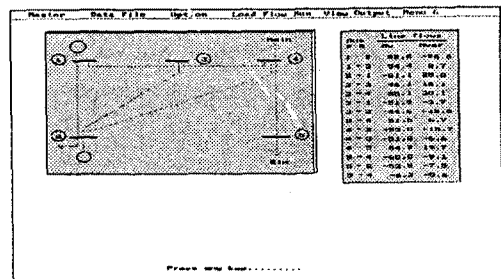


그림 4.7 선로가 단락된 경우 선로계통도.

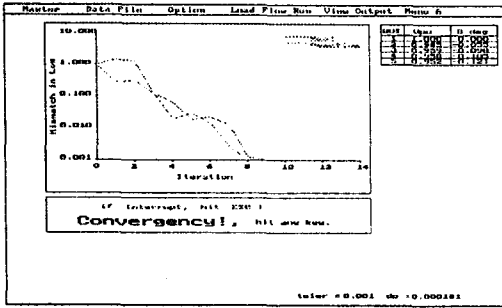


그림 4.8 중간에 전압값을 임의로 변경시켜 지연시킨 경우.

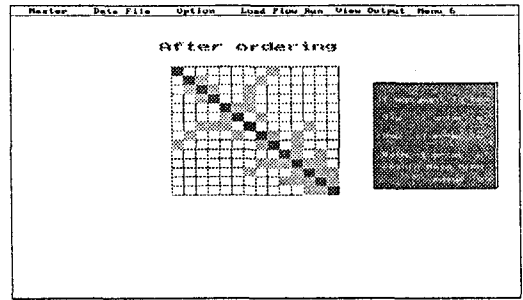


그림 4.12 After Ordering Matrix Scheme.

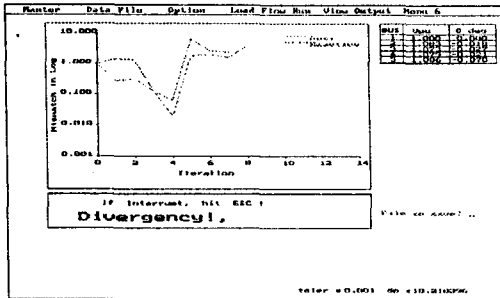


그림 4.9 중간에 전압값을 임의로 변경시켜 발산하게 한 경우

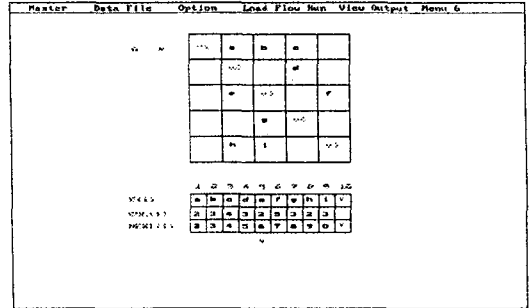


그림 4.13 Sparsity 기법의 효과.

그림 4.10 ~ 4.13 는 여러가지 경우에 대한 결과를 그래픽으로 출력하는 기능들로 두 가지 사례에 대한 비교표, Optimal Ordering, Sparsity등의 효과를 확인하는 기능을 보인 것이다.

사용 언어는 Graphic 이나 Man Machine Interface 구성의 유연성을 고려하여 Borland C* 언어를 사용하였다. Hardware 시스템은 근래에 많이 보급되어 있는 16bit 또는 32bit급 PC를 기준으로 하였다.

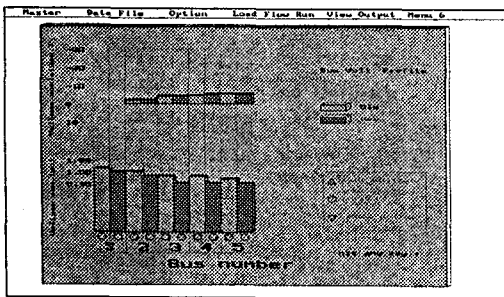


그림 4.10 두 사례에 대한 비교.

5. 결론

본 연구에서는 전력학분야에 가장 기초가 되는 전력조류계산을 초보자에게 쉽게 이해시키기 위한 교육용 Software를 개발하였다. 이 프로그램의 특징은 다음과 같다.

Pull-down Menu로 누구나 쉽게 조작할수 있고 초보자가 어렵게 생각하는 부분을 여러가지로 기능화하여 쉽게 이해할 수 있도록 하였고 대화식기능을 부가함으로 조류계산 과정의 흐름을 이해할 수 있게 하였다. 그리고 이해가 까다로운 Programming 기법(Optimal Ordering, Sparsity) 등과 조류계산의 여러가지 결과들을 Graphic으로 처리하므로 직감적인 이해를 증진시키도록 하였다. 이러한 특징에도 불구하고 많은 개선 및 연구가 보완되어야 한다. 그 중요대상으로는 다음과 같다. Fast Decoupled Method 나 Gauss-Seidal Method 를 Newton-Raphson의 결과와 비교할 수 있는 기능과 좀 더 다양한 형태와 기능을 갖는 Interactive Mode의 확장등이다.

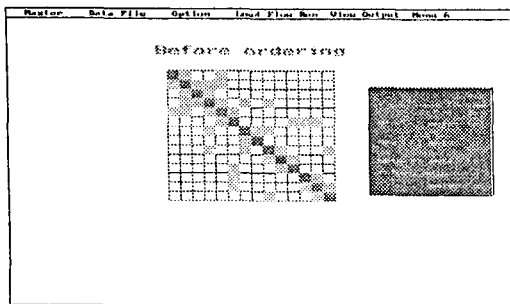


그림 4.11 Before Ordering Matrix Scheme.

6. 참고문헌

- [1] Lee, Adams, "High-Performance Graphics in C Animation and Simulation" 1988, Windcrest Books
- [2] W.E. Tinney, C.E.Hart, "Power Flow Solution by Newton Method", IEEE Tran.on PAS, Vol. PAS-86, Nov., 1967, pp.1449 - 1456.
- [3] D.C. Yu, S.T. Chen, F.L. Alvarado, "An Iterative Graphic Interface to illustrate Space Matrix/Vector Method" IEEE Transcation on Power System, Vol.38, No.2, Feb. 1991.
- [4] M. Daneshdoost, R.Shoot, "A PC Based Intergrated Software for Power System Education", IEEE Tran. on Power Systems Vol.4, No. 3, Aug. 1989.
- [5] J.D. Glover, "A Personal Computer Software Package for Power Engineering Education". IEEE Tran. Power Systems, Vol.3, No.4, Nov. 1988.