GUI를 이용한 복합전력계통의 신뢰도해석 및 확률론적 발전비산정 프로그램 개발

문승필*, 김홍식*, 차준민**, 노대석***, 최재석*
*경상대, **대진대, ***한국과학기술대

Development of a Program for Reliability and Probabilistic Production Cost Evaluation of Composite Power Systems using GUI

Seungpil Moon*, Hongsik Kim*, Junmin Cha**, Daeseok Rho***,Jaeseok Choi*
*Gyeongsang Univ. **Daejin Univ., ***Korea Unive. of Tech.& Edu.

Abstract - The reliability and probabilistic generation production cost evaluation of composite power systems are important for power system operation and expansion planning. This paper present a computer program which can evaluate the reliability and probabilistic generation production cost of composite power system using GUI(Graphic User Interface). In this computer program, Monte Carlo simulation methods and CMELDC (CoMposite power system Effective Load Duration Curve) were used.

1. 서 론

전력계통의 신뢰도해석 및 확률론적 발전비 산정의 문제들은 전력계통의 확충계획 등에서 반드시 고려되어야 할 정도로 중요한 부분을 차지하고 있다. 확률론적 평가지수는 계통의 신뢰성 평가시 내재되어 있는 계통조건의 불확실성을 반영할 수 있으며 계통의 신뢰성에 영향을 미치는 파라미터들과의 정성적인 관계를 반영하고 있다. 따라서 확률론적인 평가지수는 계통의 신뢰성에 영향을 미치는 파라미터들을 고려함으로써 계획안들의 적정성에 대한 상대적인 비교가 가능함과 동시에 임의 계통의 신뢰도에 대한 정량적인 평가가 가능하다[1]. 그러나 실무자들은 이러한 확률론적 접근을 꺼려하는 경향이 있어 본 연구에서는 이러한 현실을 고려하여 GUI(Graphic User Interface)를 이용하여 사용자가 쉽게 접근할 수 있도록 프로그램을 개발하였다.

확률론적 평가 방법에는 계통의 모든 상태와 이에 대한 사고확률을 고려하여 계산하는 상태열거법과 계통요소의 사고 가능성을 랜덤하게 고려하여 시뮬레이션하는 Monte Carlo법이 있다[2]. 소개되는 프로그램에서는 Monte Carlo법과 앞서 본 연구자들에 의해 개발된 복합전력계통의 유효부하지속곡선 작성방법을 이용하여 복합전력계통의 신뢰도 및 송전계통의 신뢰해석을 시행할 수 있도록 고안되었다.

2. 프로그램 구성

2.1 알고리즘

2.1.1 HLII에서의 유효부하지속곡선

발전기 #1부터 # i번째 발전기까지 투입된 후의 k부하지점에서의 유효부하지속곡선의 확률분포함수 ${}_k\Phi_i(x_e)$는 식 (1)과 같다[3].

$$\left.\begin{aligned} {}_k\Phi_i(x_e) &= {}_k\Phi_o(x_e) \otimes {}_kf_{osi}(x_{oj}) \\ &= \int {}_k\Phi_o(x_e - x_{oj})\, {}_kf_{osi}(x_{oj})dx \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

단, $\otimes$: 상승적분을 의미하는 연산자
${}_k\Phi_o$: k부하지점에서의 LDC
${}_kf_{oj}(x_{oj})$: k부하지점에서의 가상발전기 사고용량별 확률분포

2.1.2 최대도달전력 산정

본 프로그램에서 사용된 목적함수와 제약조건은 식 (2)와 같다[4-5].

$$\left.\begin{aligned} &Minimize \quad \lambda \\ &Subjective\ to \\ &\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \le CG_i \qquad i \in B_B \\ &-CT_{lmax} \le x_l \le CT_{lmax} \quad l \in B_T \\ &(L_{pk} - x_k)/L_{pk} \le \lambda \quad k \in B_L \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

단, a_{ij} : 절점-지로 접속행렬
B_B : 모든 모선번호의 집합
B_L : 부하 모선번호의 집합
n : 지로의 수(부하지점 및 송전선로의 수)
CG_i : 모선 i에서의 발전기의 용량
CT_{lmax} : l 번째 송전선로의 총용량 [MW]
B_T : 송전선로 번호의 집합
x_l : l번째 선로의 전력조류[MW]

2.1.3 Monte Carlo법을 이용한 복합계통의 상태확률

대규모 계통이나 신뢰성이 낮은 계통의 신뢰도평가를 하는 경우 해석적 방법에서는 여러 발전기나 송전선로가 동시에 탈락할 확률이 증가하여 고려해야 할 상태수가 기하급수적으로 증가하므로 Monte Carlo법이 더욱 유리하다[2]. 본 프로그램에서는 Monte Carlo법을 이용하였다.

2.2 자료입력

Tool Box와 풀다운 메뉴를 이용하여 입력할 자료를 선택하여 모선, 발전기 부하 송전선자료들을 입력할 수 있다. 사용되는 Tool Box는 그림 1과 같으며 기능은 왼쪽에서부터 새문서, 열기, 저장, 모선입력, 발전기입력, 부하입력, 송전선입력, 수정, 종합정보, 신뢰도계산, 발전비계산 및 결과보기이다.

그림 1. Tool Box

그림 2는 IEEE-24Buses의 입력된 모습을 보인 것이다.

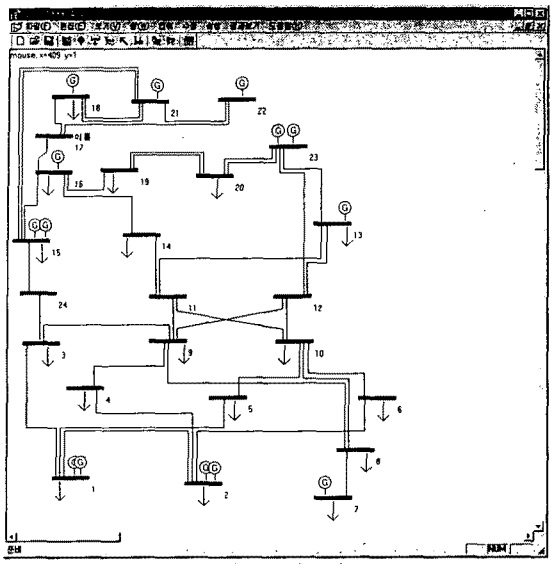

그림 2. 입력창

2.2.1 모선자료 입력

모선자료입력 대화상자는 그림 3과 같으며 모선번호와 모선이름을 입력할 수 있다.

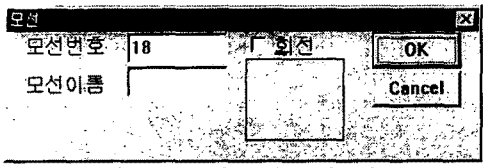

그림 3. 모선자료 입력 대화상자

2.2.2 발전기자료 입력

발전기 입력 대화상자는 그림 4와 같으며 모선번호와 모선이름은 마우스 포인터가 위치한 모선을 인식하여 자동으로 나타난다.

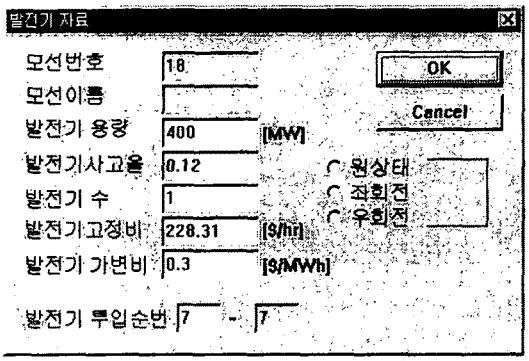

그림 4. 발전기자료 입력 대화상자

2.2.3 부하자료 입력

부하자료 입력 대화상자는 그림 5와 같다. 부하지속곡선은 List Box에서 직접 편집할 수 있으며 불러오기 기능을 이용하여 이미 만들어진 부하지속곡선을 불러올 수도 있어 편리하다.

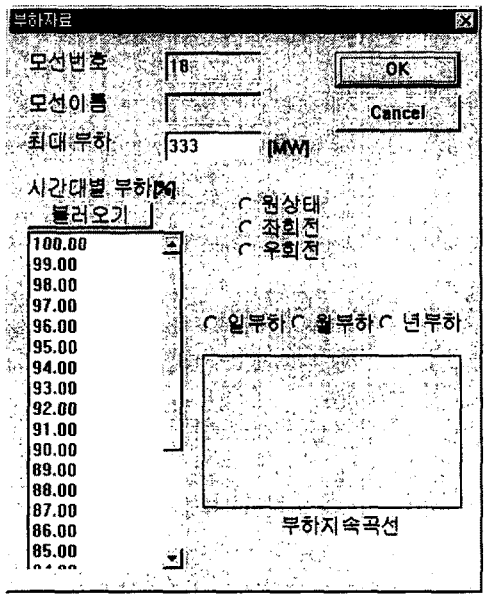

그림 5. 부하자료 입력 대화상자

2.2.4 송전선자료 입력

그림 6은 송전선자료 입력 대화상자를 보이고 있다. 시작모선과 끝모선은 프로그램에서 자동으로 생성되며 선로의 용량과 사고율을 입력할 수 있다.

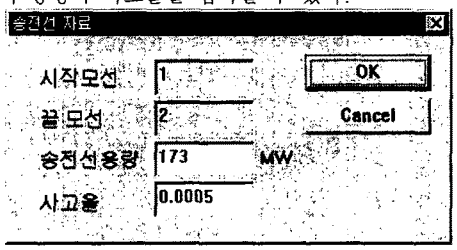

그림 6. 송전선자료 입력 대화상자

2.3 자료수정

입력된 자료를 수정하기 위해서는 수정모드를 선택하고 더블클릭을 하여 입력데이터를 수정하거나 마우스를 드래깅하여 위치를 옮길 수 있다.

2.4 입력된 자료정보

입력된 자료들의 종합적인 정보를 보이는 종합정보 보기 대화상자는 그림 7과 같다.

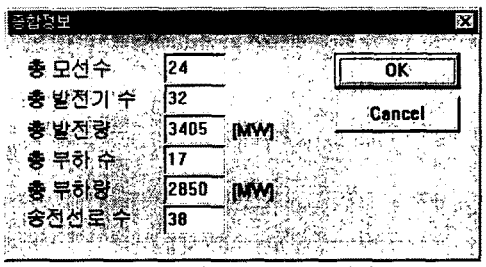

그림 7. 종합정보 보기 대화상자

2.5 프로그램 실행

본 프로그램에서는 복합전력계통의 신뢰도 평가와 확

률론적 발전비용 산정을 할 수 있다. 이는 Tool Box를 이용하여 간단히 실행할 수 있다.

2.6 결과보기

계산된 결과는 Tool Box에서 결과보기 아이콘을 선택하여 그림 8~11과 같이 신뢰도, 발전량, 발전비 및 EENS Curves를 볼 수 있다.

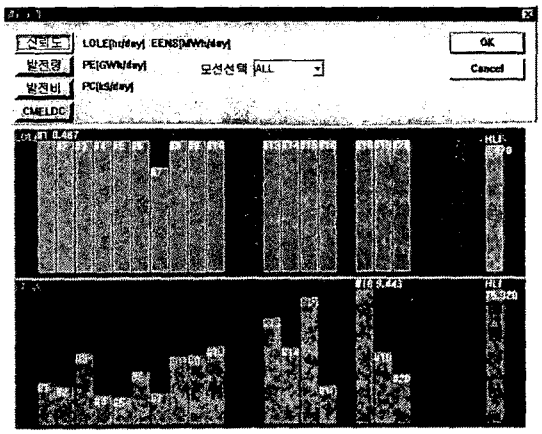

그림 8. 결과보기(신뢰도 지수)

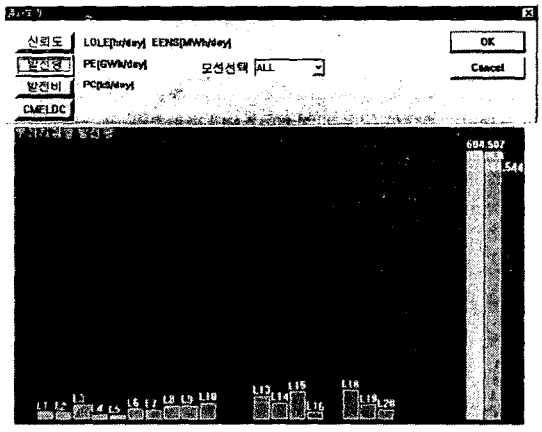

그림 9. 결과보기(발전량)

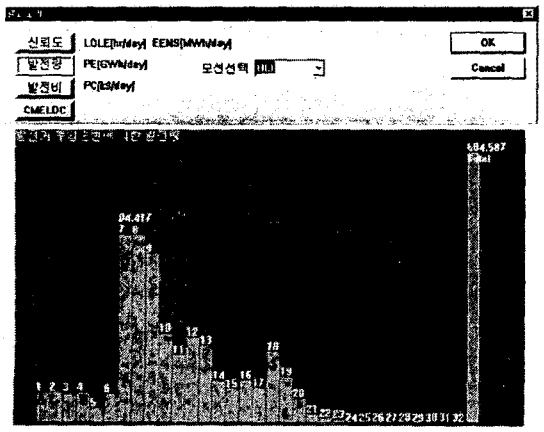

그림 10. 결과보기(부하지점별 발전량)

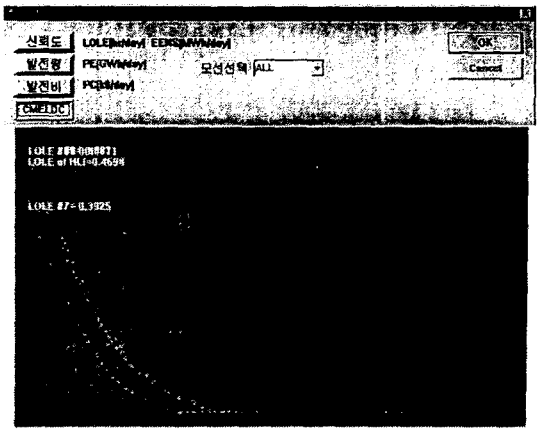

그림 11. 결과보기(EENS Curves)

3. 결 론

본 연구에서는 Monte Carlo법과 저자들에 의해서 이미 개발된 CMELDC작성법을 이용하여 사용자가 편리하게 사용할 수 있는 GUI를 이용한 신뢰도평가 및 확률론적 발전시뮬레이션을 위한 Visual 프로그램을 소개하였다. 개발된 프로그램에 설명문과 선택옵션을 보완하면 교육용 프로그램으로도 이용될 수 있으리라 사료된다.

본 프로그램에서 사용자 인터페이스를 조금만 보완하면 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 참고로 본 프로그램은 KEPCO System에 적용할 수 있도록 500모선까지 입력할 수 있다. KEPCO System에 적용할 경우 복합전력계통의 신뢰도평가는 가능하며 확률론적 발전비용의 산정은 계산시간의 제약으로 다소간의 문제가 발생한다. 그러나 네트워크를 통한 분산처리를 이용하면 계산시간의 문제도 해결할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (과제번호 : 2000-1-30200-006-3) 지원으로 수행된 결과의 일부임.

[참 고 문 헌]

[1] 문승필, 김홍식, 최재석, 차준민: "Monte Carlo Simulation기법을 이용한 송전계통의 신뢰도 평가" 2001년, 5월, 대한전기학회 전력기술부문회 춘계학술대회 논문집 pp169-171.

[2] Roy Billinton and Wenyuan Li, "Reliability Assessment of Electric Power Systems Using Monte Carlo Methods", Plenum Press, 1994.

[3] Jaeseok Choi, Daeho Do, Seungpil Moon, & Roy Billinton: "Development of a Method for ELDC Construction in a Composite Power System" Large Engineering Systems Conference on Power System, June 20-22, 1999, Halifax, Canada.

[4] 문 승필, 최 재석, 신 홍교, 이 순영, 송 길영: "Monte Carlo법에 의한 복합전력계통의 유효부하지속곡선 작성법 개발 및 신뢰도해석" 대한전기학회 논문지, 1999년 5월, Vol. 48A, No. 5, pp. 508-515.

[5] Jeaseok Choi, Hongsik Kim, Seungpil Moon, Younhyun Moon and Roy Billinton: "Nodal Probabilistic Production Cost Simulation and Reliability Evaluation at Load Points of Composite Power system" Universities Power Engineering Conference, Sep. 12-14, 2001, Swansea, UK.