

마이크로 컴퓨터를 이용한 경제급전 시뮬레이터의 개발

황 갑 주 울산 대학교

Development of Economic Dispatch Simulator  
for Power Systems Using Micro Computer  
Hwang, Kab-Ju University of Ulsan

I. 배경

근년 전력계통의 대규모화와 운용설비의 복잡 다양화에 따라 전력사업이 갖는 고유의 임무를 다하기 위하여 온-라인 리얼타임(On-line Real-time) 제어시스템에 의한 자동 경제급전 기능을 필수로 하고 있는 것이 특징이다. [1-3] 우리나라에서도 79년 말 자동급전 시스템 (AGC/SCADA System)을 도입하여 상당한 효과를 거두고 있는데, 경제급전에 의해서만도 실제적으로 약 0.435(%)의 연료비가 절감되었음을 보고하고 있으며, [4] 곧 에너지 관리시스템 (EMS: Energy Management System)도 설치될 전망이다.

최근 마이크로컴퓨터 분야의 발달은 가히 비약적이어서 그 가격이나 성능이 현저하게 향상되었으므로 값싼 마이크로컴퓨터 레벨에서 전력계통 분야의 시뮬레이터를 구현할 수 있는 시점에 이르렀다.

본 연구는 이러한 배경을 바탕으로 소프트웨어적인 면에서 경제급전을 위한 산법을 개발하며, 하드웨어적인 면에서 마이크로컴퓨터의 능력을 이용하여 인간중심의 시뮬레이터로 실현하였으며, 이 기회에 소개하는 바이다.

II. 내용

제안하는 시뮬레이터의 경제급전 산법의 흐름을 도시하면 그림 1과 같으며, 하드웨어는 그림 3과 같이 구성하였다. 그림 1에서 각 블록별 산법의 일부는 필자등에 의해 일찌기 개발된 바 있다. [5-8] 프로그래밍은 FORTRAN-77 언어에 의해

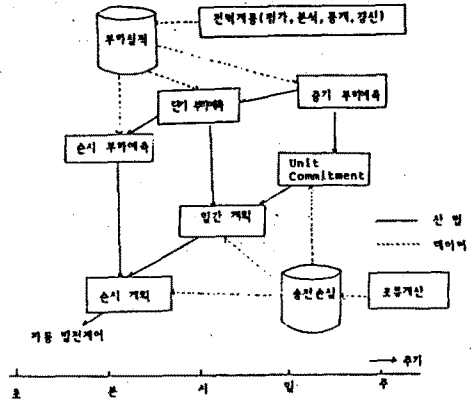


그림 1. 산법의 흐름

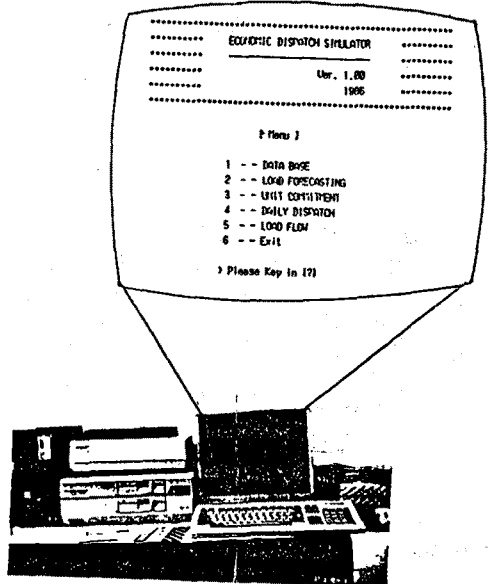


그림 2. 시뮬레이터의 외관

구조화 형태로 기술하였으며, 하드웨어와의 인터페이스를 위하여 일부는 C 언어를 사용하였다. 데이터베이스는 램 디스크(RAM Disk)에 적재한 다음 수정을 편리하게 하기위해 SAM 파일 형태로 구성하였다. 시뮬레이션은 비데오 램(VRAM)에 고정화면을 저장해 둔 다음, 텍스트 램(TRAM)의 자료를 이동(Scrolling)시키며, 포인팅 장치(Micro Mouse)로 모의하므로써 자유자재 기능(Interactivity)을 높였다.

마이크로컴퓨터는 표시화면의 해상도가 좋은 NEC의 PC-0801을 사용하였는데, CPU는  $\mu$ PD-8086 (8MHz), GDC는  $\mu$ PD-7220을 채용하고 있다. 오퍼레이팅 시스템(O.S)은 널리 쓰이는 MS-DOS 하에서 처리되도록 하여 범용성을 꾀하였다. 그림 2는 개발된 시뮬레이터의 외관을 나타낸 것이다.

소프트웨어 개발시 마이크로컴퓨터의 능력을 최대한으로 활용하기 위해 계산시간과 기억량의 절감은 물론 해의 신뢰성이나 다른 산법과의 호환성도 중시하였다. 산법의 흐름은 부하예측 - 병렬발전기의 결정 - 일간 발전계획과 송전손실 페널티 계수를 구하기 위한 조류계산으로 구성된다. 그 주된 사양과 표시화면 등을 간략히 소개하면;

가. 부하예측

- 주간-일간 예측의 잔차시계열을 5분 주기의 순시예측에 쓰도록 하는 계층화 구조를 가지고 있으며, 일간예측은 칼만필터에 의해, 순시 예측은 적응형 필터에 의해 추정(그림 4)
- 부하의 모형은 특성별로 7가지 패턴으로 나누었으며, 최고온도-부하의 상관계수를 칼만필터로 추정하여 기상요인을 고려.
- 예측오차의 발생요인(모형화 오차, 하드웨어에 의한 상태변수의 적응지연, 불량 데이터)은 알고리즘에 의해 탐색되며, 이용자가 시뮬레이터를 통하여 수정 및 궤환을 모의.(그림 5-8)

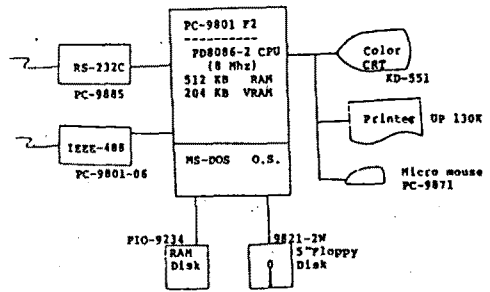


그림 3. 하드웨어의 구성

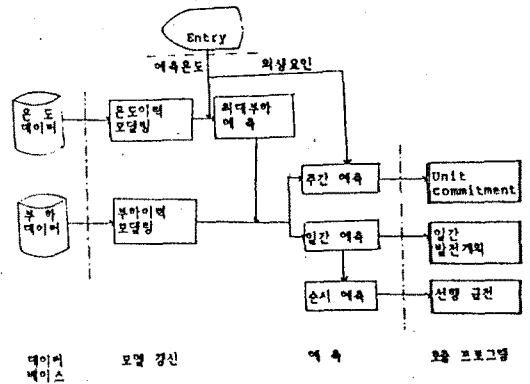


그림 4. 예측산법의 흐름

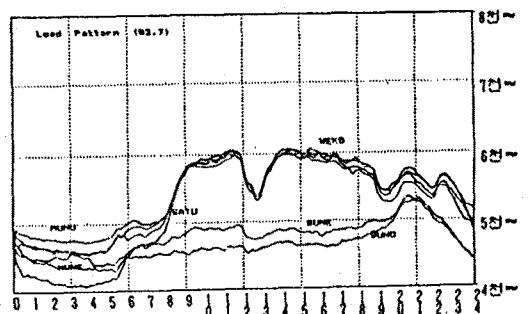


그림 5. 일간 부하패턴

나. 병렬발전기의 결정

- 탐색 과 선택, 분지 와 한정 등의 기법 및 다양한 실계통의 제약사항 고려.
- 화력기의 배분은 증가화 기법, 수력기 및 LNG기는 해석적 기법에 의해 최적화 한 후 협조시킴으로서 신속하게 해를 구함.

다. 일간 발전계획

- 마지막 급전상태의 배분출력을 이용하여 송전손실을 증가적용.
- 총 연료비를 비교하여 수정하므로써 계산 속도와 수렴성 개선.

라. 조류계산

- 고속분할 조류계산법의 불변 삼각행렬 [B']로부터 송전손실 제널티 계수를 구함.
- 스퍼스 프로그래밍 (Sparse Programming)
- 조류계산의 수렴성, 사례모의도 가능(그림 9)

III. 논의

전력계통의 경제운용을 위한 산법을 개발하고, 마이크로 컴퓨터에 의해 인간중심의 시뮬레이터로 실현하였다. 개발된 시뮬레이터는 탭 디스크, 그래픽스 및 포인팅 장치를 이용하여 자유자재로 모의할 수 있으므로, 전력계통 제어시스템의 지능 단말기(Intelligent Terminal)의 역할을 할 수 있으며, 이 분야의 교육용으로도 활용될 수 있다.

본 연구의 수행동기중 하나는 강력한 기능의 마이크로컴퓨터의 출현에서 부터 출발되었다. 본 연구가 진행되는 동안에도 이 분야의 발전은 가히 비약적이어서 또 다른 과제를 던져주고 있다. 몇가지를 전망해 보건대,

1) 마이크로컴퓨터의 능력(그래픽, 데이터 베이스, 인터페이스)을 발휘하기 위한 개발용 언어로는 FORTRAN 보다는 Pascal, C, APL 등의 새로운 언어로 기술하므로써 알고리즘의 표현이나 교육 및 다양한 모의의 접근이 용이하다. [7-8]

2) 최근 전력계통에서의 엔지니어 훈련 (Operator/Dispatcher Training)에 대한 보다 명확한 근거와 설계기준 등이 연구되고 있으므로

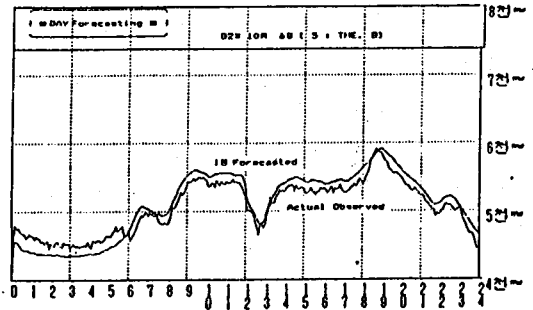


그림 6. 일간 예측

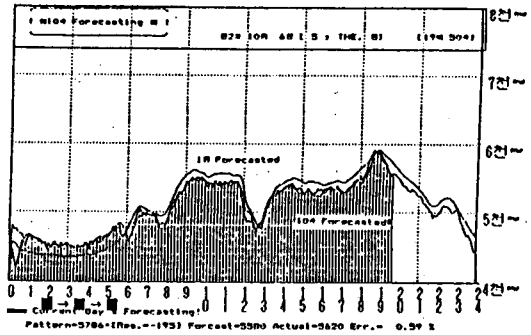


그림 7. 순시 예측

\*\*\* RESULTS OF SCHEDULE E L D \*\*\*

| IEEE | System |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ID   | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| BEN1 | 39.    | 39.  | 39.  | 39.  | 39.  | 39.  | 39.  | 49.  | 49.  | 49.  | 49.  | 49.  |
| BEN2 | 17.    | 17.  | 17.  | 17.  | 17.  | 17.  | 17.  | 48.  | 48.  | 48.  | 48.  | 48.  |
| BEN3 | 20.    | 20.  | 20.  | 20.  | 20.  | 20.  | 20.  | 20.  | 20.  | 20.  | 20.  | 20.  |
| BEN4 | 15.    | 15.  | 15.  | 15.  | 15.  | 15.  | 15.  | 15.  | 15.  | 15.  | 15.  | 15.  |
| BEN5 | 13.    | 13.  | 13.  | 13.  | 13.  | 13.  | 13.  | 18.  | 18.  | 18.  | 18.  | 18.  |
|      | 100.   | 100. | 100. | 100. | 100. | 100. | 100. | 130. | 130. | 130. | 130. | 130. |

| ITER | COST-1     | COST-2     | EPB      |
|------|------------|------------|----------|
| 1    | .00000E+00 | .10240E+05 | .103E+05 |
| 2    | .10240E+05 | .98124E+04 | .447E+03 |
| 3    | .98124E+04 | .98123E+04 | .635E-01 |

Total No = 3200. Total Cost = 9812.3 Tuon  
 C 3 = 0.8345 C 4 = 0.8107

그림 8. 발전 계획

그 수단으로서의 시뮬레이터가 갖는 역할은 더욱 커질 것이다. [9]

3) 최근에는 전문가 시스템(Expert System)으로 구축하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. [10] 이런 점에서, 본 시뮬레이터는 지식 베이스를 연계시켜 전문가 시스템으로 확장할 수 있는 유용한 수단이 될 것이다.

참고문헌

1. Control Data Co., "A Study of Potential Economic Benefits of an Energy Management System", EMS Division Control Data Co., 1981
2. W.R.Block, A.S.Haynie, "Implementation of a New Energy Control Center", IEEE PES Summer Meeting, San Fransisco, July 1982
3. KEPCO Report, "Report for AGC/SCADA System Operation", Gen. Dept. in KEPCO, Dec. 1980
4. K.J.Hwang, "A Study on the Efficient Algorithm for Economic Generation Scheduling in Electric Power Systems", Ph.D Paper, Hanyang Univ., 1983
5. J.H.Kim, K.J.Hwang, "On-line Short-term Load Forecasting", Trans of KIEE, Vol.345, No.5, May 1985
6. J.H.Boom, E.De Jong, "A Critical Comparison of Several Programming Language Implementation", Software-Practice and Experience, Vol.10, June 1980
7. A.K.Jampala, S.S.Venkata, "Think PASCAL", IEEE PWRS-1, No.1, Feb. 1986
8. R.T.H.Alden, R.Krishnamurthi, "FORTRAN vs FASCAL for Power Engineering Programming under MS-DOS", IEEE PWRS-1, No.4, Nov. 1986
9. IEEE Working Group (WG78-4), "Power System Operator Training Problems", IEEE PWRS-1, No.3, Aug. 1986
10. IEEE Computer Society Conference, "The First Conference on Artificial Intelligence Application", IEEE Computer Society Press, 1984

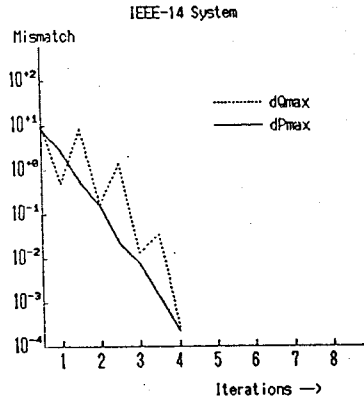


그림 9. 조류계산시 수렴특성

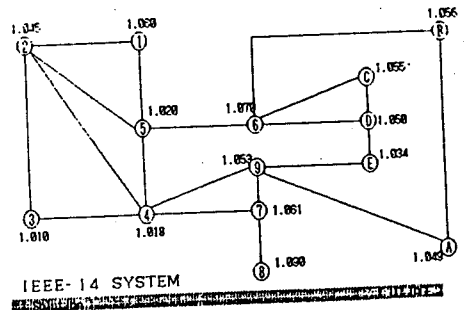


그림 10. 조류계산시 전압계산