

# 컴퓨터 그래픽스를 이용한 마이크로 배전 설비 관리 시스템

○  
김 호용 , 고 윤석  
한국 전기 연구소

## A Micro Distribution Facility Management System Using Computer Graphics

○  
Hoyong Kim , Yunseok Ko  
Korea Electrotechnology Research Institute

### ABSTRACT

In this paper , we constructed the distribution database using computer graphics which is supported by a microcomputer system . Using this micro computer system , we established the retrieval technique of the transformer and customer information . We showed visually the displaying technique for the separation and restoration of the distribution system fault zone .

#### 1. 서론

최근, 마이크로 컴퓨터 산업은 중앙 연산 장치의 고속 프로세서화(32 bit), 보조기억장치의 대용량화, OS의 성능향상등 하드웨어 및 소프트웨어 분야에서 급속한 성능 향상을 이루고 있다. 특히, 국내 컴퓨터 산업의 발전으로 PC용 소프트웨어의 한글화가 적극적으로 이루어 지고 있으며, 데이터 액퀴지션/모니터링 시스템의 지속적인 개발연구등 전반적인 기술 향상으로 배전 계통의 설비관리 및 감시제어를 위한 마이크로 컴퓨터 시스템 구축이 가능하게 되었다.

이러한 추세에 준하여, 마이크로 컴퓨터를 이용한 전력 계통의 응용 분야는 시스템의 계층적, 체계적 업무 분장이 이루어 지고 있는 현 시점에서 새로운 주요 연구 과제로 받아들여지고 있다. 특히, 배전 계통은 수용가에게 가장 밀접한 선로이므로 배전 계통의 고 신뢰화를 이루고 고품질의 전력을 공급한다는 측면에서 최근, 컴퓨터 시스템을 이용한 배전 설비 관리 및 배전 자동화 시스템에 관한 연구가 주요 연구 과제로 대두되고 있다.

전력계통에 대한 마이크로 컴퓨터 데이터베이스 관리 시스템의 대표적 응용 [1], 마이크로 컴퓨터를 이용한 선로 보호와 감시 시스템 [2] 등에서 마이크로 컴퓨터를 이용한 전력 계통의 데이터 관리 및 감시 제어에 관해서 다루었다. 그리고 배전계통 계획 및 운용을 위한 데이터베이스 시스템 [3] 에서 구조적으로 복잡한 다량의 데이터 처리를 요하는 배전 데이터베이스와 컴퓨터 그래픽스의 연계기법을 이용한 배전계통의 자동 조류 계산 프로그램을 개발함으로써 마이크로 컴퓨터의 배전 계통에 대한 새로운 응용 가능성을 보였으나 배전 설비 및 수용가의 효과적 관리를 위해 필요한 배전 맵의 관리를 다루지 못하였다.

따라서 본 연구에서는 컴퓨터 그래픽스를 이용한 배전 맵의 관리에 관해서 연구했으며 배전계통의 고 신뢰화를 위한 배전 계통의 고장 구간 분리 및 복구 지원 시스템을 시각적으로 보일 수 있는 디스플레이 기법을 제시하였다.

사용된 컴퓨터는 TG-286 III 이며 AutoCAD, dBASEIIIPLUS, Fort. 등 다수의 언어가 사용되었다.

#### 2. dBASEIIIPLUS를 이용한 배전데이터베이스 설계

dBASEIIIPLUS 소프트웨어는 관계 데이터베이스 모델을 설계하는데 편리한 마이크로컴퓨터용 데이터베이스 관리 시스템이다. 본 설계에서는 데이터의 저장 공간을 줄이고 데이터 검색 시간을 최소화할 수 있도록 키 필드와 파일조직을 선택하였다.

특히, 배전 계통의 방사상 구조를 효과적으로 표시할 수 있도록 계층적인 개념을 합리적으로 도입하여 설계 하였다. 본 연구에서는 배전 계통의 지역성(regionality) 과 연결성(connectivity)을 최대한 활용할 수 있도록 색인 순차 파일조직과 지역 파일 조직을 도입 하였다.

본 연구에서 설계한 배전 데이터베이스는 변전소, 선로구간, 변압기, 수송가, 설비 데이터베이스로 구성되며 그 전체적인 파일 조직은 그림 1 과 같다. 각 데이터베이스의 데이터 필드목록은 [4]에 제시된다.

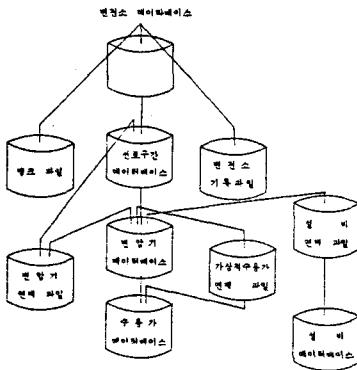


그림 1. 배전 데이터베이스의 전체 실제 구성도.

### 3. 소프트웨어의 구성

컴퓨터 그래픽스를 이용하여, 배전 설비 관리 배전 계통의 선로 구간 자동화 디스플레이등 다양한 응용 프로그램을 개발하기 위해서는 각 소프트웨어와 컴퓨터 언어, 입출력 데이터가 상호 연계되어 운용되어야 한다. 그림 2는 본 연구의 효율적 실행을 위해 설치된 소프트웨어의 구성과 그 관계를 보인다.

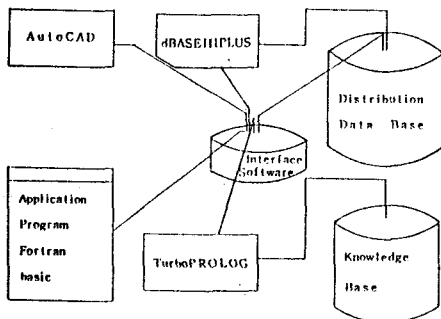


그림 2. 소프트웨어의 구성과 그 상호관계

### 4. 컴퓨터 그래픽스를 이용한 배전 설비 관리

본 마이크로 컴퓨터 시스템에 구축된 설비 관리 시스템은 dBASEIIIPLUS 데이터베이스 관리 시스템에 의해서 관리 유지된다. 그리고 데이터의 검색및 데이터 보고, 해석, 데이터의 업데이트등 데이터의 제반 업무를 실행하며 특히 본 시스템에 설치된 AutoCAD에 의해서 배전 계통도 입력시 관련 설비들의 그래픽 데이터가 입력되며 AutoLISP 컴퓨터 언어에 의해서 알파뉴메릭 데이터와 연계 시킴으로써 그래픽 시스템에 의해서 효율적으로 배전 데이터가 관리 유지될 수 있도록 하였다.

#### 가. AutoCAD를 이용한 배전 설비 데이터 수집

AutoCAD는 3 차원적인 곡면처리 및 2 차원적 그래픽 좌표 표시, 배전 설비 심볼 정의등 그래픽적 배전 계통의 관리 및 설비관리등을 효율적으로 지원할 수 있다. 본 연구에서는 한전의 경남지사 관할 배전 실 계통 지적도면을 디지털타이저를 이용하여 규정된 축적으로 입력하여, 구축된 배전 데이터베이스에 입력되도록 하였다. 특히, PGA 칼라 보오드를 이용하여 듀얼 시스템을 구성 함으로써 텍스트명령과 그래픽데이터를 분리하여 화면에 디스플레이하게 하였으며, 칼라를 이용하여 각 배전 심볼을 구별할 수 있게 하였다. 표 1은 AutoCAD를 이용하여 정의한 대표적인 배전 심볼을 표시한다.

표 1. 대표적인 배전 심볼 표시

심볼	배전 설비
☒	변 전 소
△	변 압 기
—	1 차 선 로
---	2 차 선 로
○	전 주
■	개 폐 기
◎	변 변 태

그래픽 입력장치를 이용한 배전 데이터베이스 수집 절차는 본 연구에서 개발한 연계 소프트웨어에 의해서 효과적으로 dBASEIIIPLUS 소프트웨어와 연계 될 수 있도록 정해진 절차에 의해서 입력되어야 한다. 디지털타이저를 이용하여 데이터를 입력하는 순서는 변전소, 뱅크, 피더, 선로구간, 변압기 심볼순으로 입력하게 되며, 지적도를 입력하는 경우 수

용가 미터 포인트가 정의된다. 그림 3은 AutoCAD에 의해서 입력된 그래픽 데이터와 알파뉴메릭 데이터가 파일조직에 따라 분류되어 배전 데이터베이스에 저장되는 구조를 설명하는 흐름도이다.

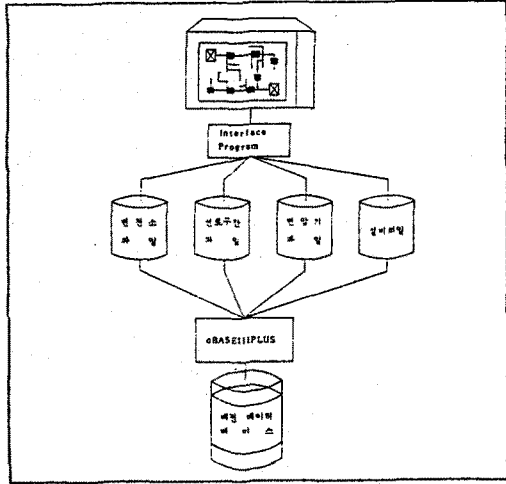


그림 3. 그래픽소프트웨어와 데이터베이스와의 연계  
나. AutoCAD 를 이용한 배전 정보 검색

배전 계통 관련 데이터는 구조상 계층적인 구조를 이루고 있다. 따라서 그래픽 디스플레이상에 표시되는 설비도면과 디지털타이저를 이용하여 사용자가 시각적으로 다양한 배전 설비검색과 지원 기능을 실행할 수 있다. 사용자는 실행하고자하는 명령을 텍스트 화면에서 입력하고 그래픽화면에서 디지털타이저를 이용하여 지원 대상 기능과 설비 심볼 또는 수용가 미터 포인트를 지적 함으로써 지적 좌표 비교에 의해 배전 정보 검색을 효율적으로 실행할 수 있다. 특히, AutoLISP 컴퓨터 언어와 기타의 모듈을 조합하여 여러 기능의 업무를 MMI에의해서 실행할 수 있다. 그림 4 는 입력된 경남 지사 관할 실 배전 지적도면을 플로팅한 것이다.

1) 변압기 정보 검색

변압기는 수용가 정보시스템과 직접 연계되어 변압기별 부하 보고를 실행하는데 있어서 핵심적인 설비 데이터가 된다. 본 연구에서는 사용자가 디지털타이저를 이용하여 검색하고자하는 변압기를 선택함으로써 선택된 모든 데이터를 배전 데이터베이스에서 검색하여 화면에 디스플레이 하거나 프린터로

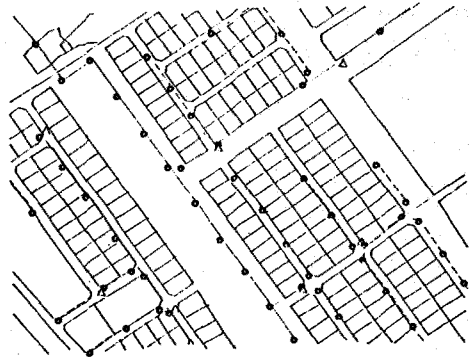


그림 4. 경남지사 관할 배전 지적도면  
직접 프린트 할 수 있게 하였다. 표 2 는 그림 4 에서 디지털타이저를 이용하여 검색한 변압기 정보를 보인다.

표 2. 검색된 변압기 정보 데이터

```

*****
* THE INFORMATION ABOUT DISTRIBUTION TRANSFORMER *
*****
TR_MH POLE_TRANSFORMER PLANE CAPACIT_3_VOLT_US_TAP_#_CODE
27 410 1 944 1 0 10 1 126 3
28 410 2 952 1 0 10 1 126 3
29 409 1 261 1 0 10 1 126 3
27 409 2 261 1 0 10 1 126 3
3 796 1 773 1 0 5 1 126 3
4 797 4 503 1 0 10 1 126 3
33 409 0 041 1 0 20 1 126 3
24 408 1 972 1 0 30 2 126 3
23 408 2 641 1 0 30 2 126 3
37 408 0 482 1 0 10 1 126 3
56 406 4 202 1 0 75 2 126 3
29 409 4 561 1 0 10 1 126 3
33 500 1 041 1 0 60 2 126 3
30 509 1 282 1 0 15 1 126 3
21 509 2 221 1 0 15 2 126 3
33 508 4 382 1 0 15 2 126 3
22 507 1 182 1 0 10 1 126 3
54 506 4 181 1 0 75 1 126 3
33 508 0 542 1 0 30 1 126 3
37 506 4 524 1 0 10 1 126 3
32 508 0 821 1 0 30 1 126 3
38 508 4 461 1 0 75 1 126 3
49 408 7 211 1 0 30 2 126 3
50 508 7 211 1 0 30 2 126 3
18 508 7 211 1 0 30 1 126 3
31 508 7 211 1 0 30 1 126 3
23 409 1 542 1 0 15 1 126 3
63 408 0 211 1 0 60 2 126 3
63 706 0 511 1 0 15 1 126 3
    
```

2) 변압기별 수용가 부하 정보 검색

변압기는 수용가 파일과 연되어 있어 변압기에 걸리는 부하의 크기는 수용가 데이터베이스에 의해서 보고될 수 있다. 본 연구에서는 수용가 데이터베이스에 기록되어 있는 사용전력량을 이용하여 부하 산출을 하게 하였으나 배전 자동화가 이루어질 경우 실 시간 검침 기능에 의해서 변압기 부하가 보고될 수 있다. 표 3 은 변압기별 부하 정보를 시물레이션 한 것이다.

5. 배전 선로 자동화 디스플레이

배전 계통은 수용가에게 가장 가까운 선로로서 배전 선로구간의 고장은 수용가에게 전기 공급중단을 가져옴으로써 전기 공급 신뢰도를 떨어뜨리고 있다. 특히 계속적인 송전에도 불구하고 수용가의 전기 공급 중단으로 인하여 전력 회사의 경제적인 측

표 3. 변압기 부하 정보 데이터

```

*****
* THE INFORMATION ABOUT DISTRIBUTION TRANSFORMER *
*****
TR_MN POLE TRANS PLINK C/M/C S_VOLT US_TAP S_COAD
1 706 2 191 1 0 30 2 125 3

*****
* THE INFORMATION ABOUT CUSTOMER LOAD CONNECTED *
* DISTRIBUTION TRANSFORMER *
*****
CU_MU CALL_NUMBER POLE C_KIND U_DWH C_WV METER_NUMBER
1 05511002-0588 448 100 100 3 125121
2 05511044-2129 446 100 120 2 199050
3 05511045-2245 444 100 80 2 08270
4 05511003-9031 448 100 70 3 144807
5 05511042-7946 449 100 160 2 108110
6 05511044-2717 449 100 100 2 82501
7 05511042-9429 445 100 135 2 05804
8 05511042-8394 441 100 200 3 010818
9 05511043-6945 445 100 120 2 05871
10 05511002-2969 441 100 158 3 009922
    
```

면에서도 많은 손실을 가져오고 있다. 이러한 측면에서 전기 공급의 신뢰도를 높이고자 배전계통은 점진적으로 네트워크 구조로 설계 건설되고 있으며 특히 네트워크 구조를 효율적으로 지원할 수 있도록 배전 자동화 시스템이 설치되고 있다. 이러한 배전 자동화 시스템은 개폐기의 on, off 상태를 상시 감시하여 중앙 감시 제어소에 보고 함으로써 배전계통의 고장 구간을 신속히 확인 할 수 있다.

가. 선로 자동화 프로그램의 운용

본 프로그램은 AutoCAD, dBASEIIPLUS, Basic Fort., TurboPROLOG 컴퓨터 언어가 복합 실행되어 운용된다. 배전 자동화의 경우 Scan 서브 시스템을 이용하여 개폐기의 on, off 상태를 감시 할 수 있으나 본 연구에서는 실시간 감시 제어 기능을 갖고 있지 않으므로 설비 데이터베이스에 저장되어 있는 스위치 데이터를 검색하여 원래의 상태와 현재의 상태를 비교하여 고장 구간을 확인하고 그 데이터를 이용하여 복구 절차를 확인하게 하였다.

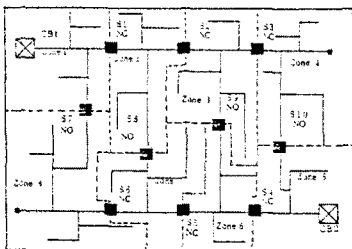


그림 5. Zone 과 스위치의 고유번호 표시도

그리고 그 결과를 AutoCAD를 이용하여 시각적으로 칼라를 구별하여 디스플레이 함으로써 사용자가 신속하게 확인 할 수 있게 하였다. 본 연구에서는 고장 구간을 빨간색으로 표시 하게 하였으며 재 투입되는

스위치는 파랑색으로 표시 하였다. 그림 5는 본 연구에서 정의한 Zone 과 스위치의 고유번호를 나타내며 그림 6은 선로 자동화 프로그램의 운용 순서를 보인다.

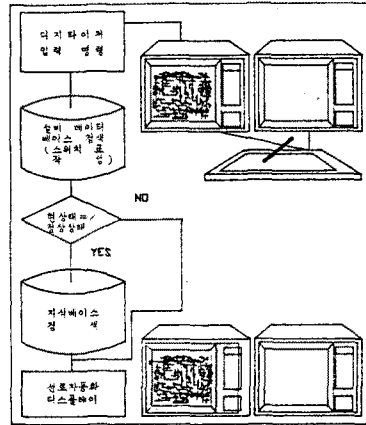


그림 6. 선로 자동화 프로그램의 운용 순서  
나. 선로 자동화 시뮬레이션

본 연구에서는 모의 배전계통을 이용하여 고장 구간 및 건전구간 공급을 표시하는 선로 자동화 시뮬레이션의 결과를 두가지의 고장 경우에 대해서 실행하였다. 표 4 는 모의 배전 계통에서 일어날 수 있는 고장의 경우와 고장시 건전 구간 복구 절차를 나타내는 도표이다. 여기서는 스위치와 스위치 사이를 선로구간으로 정의하며 2 개의 선로 구간에서 다중 고장이 일어날 경우까지 고려하였다.

표 4. 고장 경우와 스위치 조작 순서표

고장 경우 (Fault Case)	고장 구간 (Fault Zone)			스위치의 조작 순서						
	과제	Zone 1	Zone 2	Open			Close			
0 1	1	1	0	1	7	0	0	0	0	9
0 2	1	2	0	1	2	8	0	0	0	10
0 3	1	3	0	2	8	9	0	0	0	10
0 4	1	4	0	3	10	0	0	0	0	0
0 5	2	1	0	4	10	0	0	0	8	10
0 6	2	2	0	4	5	9	0	0	0	8
0 7	2	3	0	5	6	8	0	0	0	7
0 8	2	4	0	5	7	9	0	0	0	0
0 9	1	1	2	1	2	3	9	0	0	10
1 0	1	1	1	1	3	7	10	0	0	9
1 1	1	1	1	1	2	3	8	9	0	10
1 2	1	2	3	1	2	3	8	9	0	9
1 3	1	2	4	1	2	3	8	10	0	10
1 4	1	3	4	2	3	0	0	0	0	0
1 5	2	1	2	4	5	9	10	0	0	7
1 6	2	1	3	4	5	6	10	0	0	7
1 7	2	1	4	4	5	6	10	0	0	7
1 8	2	2	3	4	5	6	0	0	0	7
1 9	2	2	4	4	5	6	0	0	0	8
2 0	2	3	4	5	6	0	0	0	0	0

그림 7 과 그림 8 은 고장 경우 10 과 19일 경우의 시뮬레이션 결과이다.

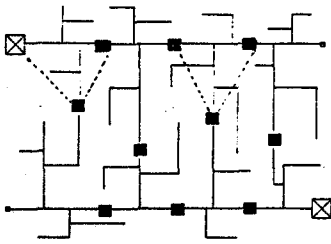


그림 7. 고장 경우 10 일때 선로 자동화 디스플레이

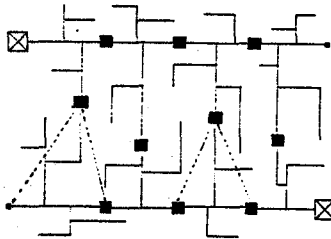


그림 8. 고장 경우 19 일때 선로 자동화 디스플레이

## 6. 결론

가. 마이크로 컴퓨터 시스템을 이용한 배전 애플리케이션 지원이 상당히 효율적이었다.

나. 컴퓨터 그래픽스를 이용한 배전 데이터베이스 관리 기법을 확립 함으로써 배전 업무의 효율적 운용을 기할 수 있었다.

다. 컴퓨터 그래픽스의 지원을 받는 선로자동화 디스플레이 기법을 제시 함으로써 배전계통 고장 구간의 신속한 시각적 정보 제공이 가능 하였다.

라. 현재 선정된 연구 대상 지역 (경남 지사)을 근거로 하여 계속적인 연구를 실행 함으로써 컴퓨터 그래픽스를 이용한 설비 관리 시스템을 확장 구축하고 본 시스템을 이용한 배전 애플리케이션의 개발에 더 많은 노력을 기울여야 하겠다.

마. 스캔 서브 시스템을 설치하여 감시제어 기능을 부여 함으로써 배전 설 계통의 매핑, 해석, 감시, 제어, 보고를 종합적으로 수행할 수 있는 독자적인 시스템의 구축이 필요하다.

## 참고문헌

1) Nutakki D.Rao , "Typical Applications of a

Microcomputer Database Manager to Power Problems " ,IEEE Trans .Power System , Vol. PWRs-2 ,No . 3 ,pp. 805-817 ,August 1987 .

2) M.Narendorf,B. D. Russel ,et al , " Microcomputer Based Feeder Protection and Monitoring System " ,IEEE Trans. Power Delivery ,Vol.PWRD-2 , No. 4, pp 1046-1052, October 1987 .

3) 김호용, 고운석, 손수국, "電氣·電子工學學術大會 論文集(I) ", 電力系統分野 ,pp 625 - 628 , July , 1987

4) 김호용 , 고운석외 2인, " 配電系統 計畫 및 運用을 위한 엑스퍼트 시스템 開發에 관한 其楚研究 ", 韓國 電氣 研究所 報告書 , Feb. , 1988

5) Electric Power Research Institute, "Distribution Data Base Design " , prepared by Boeing Computer Services Company , Project 1139 , 2 , V-ol. I , II , III , August 1979 .

6) Nutakki D.Rao , "Microcomputer Spreadsheet Calculations for Application in power systems" , I-EEE Trnns. PAS 103, PP.2537-2543 ,1984 .

7) Nutakki D.Rao , "Typical Applications of Microcomputer Spresheet to Electrical Engineering Problems", IEEE Trans. on Eduction ,Vol.E-27 , pp. 237-242 , 1984 .

8) J.M. Cooper and T.A. Stuart , " A Computer Graphics Approach to Distribution Planning" ,C 74, 345-5 ,IEEE PES Summer Meeting and Energy Resources Conference , Anaheim , CA July 14-19 , 1974.

9) Ashton - Tata Corporation , Learning and Using dBASE III PLUS , Culver City , California , 1 985.

10) Ashton - Tate Corporation , Programming With dBASE III PULS , VOL II, Culver City California, 1985.