

신배전정보시스템 DB구축을 위한 도면자동입력 및 위치보정 통합시스템 개발

이봉재

전력연구원 전력계통연구실 정보통신그룹

A Development of the Power Distribution Map Auto Input & Positioning System for NDIS(New Distribution Information System) DB Construction

Bong Jae, Yi

Computer & Communication Group Power System Lab Korea Electric Power Research Institute

Abstract - 한전에서는 전력설비의 효율적인 관리를 위하여 일찌기 배전분야에 GIS를 도입하여 신배전정보시스템(NDIS : New Distribution Information System)을 구축, 시범운영을 마치고 전국에 단계적으로 확대운영하고 있다. GIS를 업무에 활용하기 위해서는 설비도면의 입력이 선행되어야 하나 이를 수작업에 의존할 경우 많은 비용과 시간이 소요될 뿐만 아니라 입력자의 숙련 정도에 따라 자료의 정확도가 달라지게 되므로, 이러한 문제점들을 근본적으로 해결하고자 설비의 위치, 심볼, 계통연결, 속성자료 등을 컴퓨터로 자동인식 입력시켜 수작업을 최소화하는 기법 및 적용연구가 필요하며, 특히 국가기본도를 Base Map으로 사용함에 따른 상대오차 보정문제도 해결되어야 한다. 본 개발은 변전소에서 전력수용가까지의 전력공급설비를 나타내는 배전설비도면에서 도면내 주요 설비인 전주와 전선을 인식하는 방법 즉, 반투명 필름에 손으로 그려진 배전설비도면의 스캐닝 영상을 인식기법을 적용하여 설비내용, 설치위치, 전선종류별 설치상태 등 지리정보시스템에서 사용될 정보를 Digital 형태의 Data로 자동생성하고 국가기본도와와의 상대오차보정까지 처리하는 것을 주요내용으로 하고 있다.

치와 국가기본도와와의 상대위치 오차가 필연적으로 수반되며, 설비입력시 일일이 육안으로 확인하며 위치보정후 입력한다.

1.1.3 배전설비도면 운영현황

배전설비도면은 1:1,200, 1:3,000 축척의 반투명 Polyester Film으로 14만매에 이르는 전체 설비도면을 각 지사, 지점별로 보유 운영하고 있다. 도면구성은 지적도(제1원도, 적색)와 설비도(제2원도, 흑색)로 구분되어 있으며, 사업소별/도면별 기재규칙이 일정치 않고 기재내용의 크기 및 형태도 서로 다른 한편, 노후화되어 기재내용이 닳아서 흐릿한 경우가 많다.

1. 서 론

1.1 도면입력 현황

1.1.1 NDIS 개요

본 연구개발사례의 적용대상인 NDIS는 회선(D/L)수 4,500 개, 전주 580만 본 등 전국에 산재된 방대한 배전 설비를 효율적으로 운영, 관리하기 위하여 지리정보시스템(GIS)의 지원을 받아 종합정보 Infra를 구축하며, 계획/설계/시공/설비관리 등 배전업무 전반을 관리하고 신영업정보시스템, 검침자동화 등에도 위치정보를 제공하는 종합지원시스템으로, 시스템운영에 앞서 DB구축작업은 중요도가 매우 높은 필수수행사항이며, 사업소별 1년 가까이 소요되는 고난도의 작업이다. Base Map, 설비도면, 설비정보를 종합적으로 DB에 수록하기 위한 DB구축작업은

- Base Map : 국가기본도(지형도) 및 지번도 변환
- 설비도면 입력 : 도면 스캐닝, 구조화편집 및 입력, 검수 및 수정
- 현장조사 : 조사표발행, 설비별 현장조사, 사진촬영 등

- 조사자료입력 및 최종검수 등 여러단계를 거쳐 수행되며, 이중 설비도면입력 과정은 전체공간의 기본이 되는 주요공정으로서, 시간과 비용의 점유비중이 높으며 전체작업을 수작업에 의존하고 있는 실정이다.

1.1.2 국가기본도와의 상대위치오차 발생

설비도면 입력의 기준이 되는 사업소 보유 배전설비도면은 지적도를 근간으로 제작되었으나 NDIS에 사용되는 Base Map은 국가기본도(지형도)이므로, 전주 등 설비위

1.2 문제점

1.2.1 수작업에 의한 도면입력에 따른 인력/시간/비용 측면의 Overload 발생

설비도면 입력작업은 전체 데이터베이스 구축의 기초가 되는 주요공정으로, 일일이 육안 확인을 통한 수작업에 의해 수행되므로 과도한 인력과 시간이 소요되어 비용이 많이 드는 작업으로 전국을 대상으로한 도면입력을 전제할 때 인력/시간/비용 측면의 Overload는 전체 NDIS 구축사업에 있어 커다란 부담이 되고 있다. 또한, 1년 가까이 소요되는 초기 DB 구축기간 중에 발생한 설비변동사항을 다시 수정시키는 현행화 작업이 추가로 발생되어, 작업기간 단축이 크게 요구되고 있다.

1.2.2 작업자 개인별 특성에 따른 입력으로 자료의 정확성 확보 곤란

입력작업자 개인별 특성 및 숙련도에 따라 작업시간이 다르며, 특히 정확도의 차이가 항상 발생되어 입력자료의 검수에 부담을 준다.

1.2.3 설비위치 상대오차 발생에 따른 국가기본도 활용의 어려움

국가기본도와 배전설비도는 제작시기, 제작방법, 제작주체가 서로 다르기 때문에 상대오차가 필연적으로 발생되며, 현재는 설비도면 입력시 오차보정을 육안에 의해 개략적으로 수행하기 때문에 정확성, 작업량, 작업피로도 측면에서 입력작업에 커다란 부담을 주는 한편, 현장조사의 작업량이 늘어나 국가기본도 활용의 장애요소가 되고 있다.

2. 도면 자동인식입력 기법

2.1 주요 착안사항

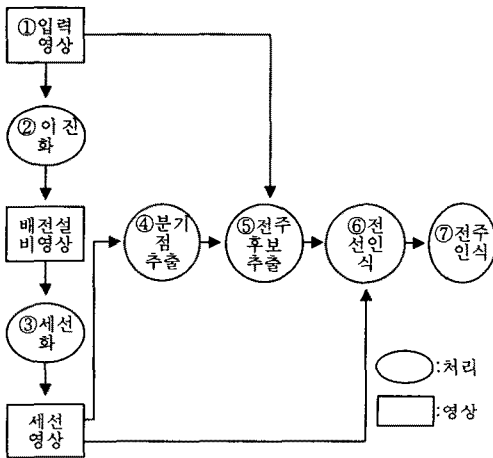
복잡한 배전설비도면의 입력에 인식기술을 도입하기 위해서 인식대상이 되는 도면을 분석검토한 결과 아래의 사항을 착안하여 인식기술을 적용할 수 있었음.

- 설비도면은 수작업으로 제작한 이유로 사업소별, 도면별 기재규칙과 Attribute 문자의 크기가 일정치 않음.

그러나 도면기재 설비의 대부분을 차지하는 전주, 전선 등은 연결관계 규칙을 활용하면 인식기법 적용 가능.

- 설비(흑색), 지적(적색)으로 구성된 제2원도에서 설비인식에서 불필요한 지적도의 분리제거는 스캐닝된 도면영상의 밝기값 차이로 구분 가능.
- 스캐닝된 도면영상에서 인식처리를 용이하게 하기 위해 細線化기법을 적용
- 설비위치의 기준이 되는 전주의 인식률을 높이기 위해 심볼의 圓形性을 주로 Check
- 문자 'o'와 전주심볼 'O', 전선 '---'와 동일 형태의 지시선을 구분키 위해 전주와 전선간 연결성을 Check하여 검증
- 고압전선(굵은실선)과 저압전선(점선)을 구분키 위해 흑화소(Black Pixel) 분포비율 적용
- 설비인식후 발생하는 오인식 및 미인식사항은 편집처리가능케 기능구성

2.2 인식처리 구조



2.3 인식단계별 주요적용 기법

- 1. 입력영상** : 도면 Image 취득
 - 대형 Scanner(A0) 사용
 - File 형식 : PCX - Run Length Encoding
 - 색상 및 해상도 : 256 GrayScale, 300dpi
 - 선택사항: Edge-Sharpening, Dark-Enhancement, Contrast-level(50)
- 2. 이진화(Thresholding)**
 - 각 Pixel에 0 또는 1의 값을 부여하여 Binary Image 생성
 - 제 1원도와 제 2원도를 밝기 값으로 분리하는데 사용
 - 히스토그램을 작성한 후 임계값을 검출하여 구분
- 3. 세선화 (Thinning)**
 - Line으로 구성된 영상의 요소 Pixel들을 가느다란 Pixel의 폭으로 줄임
 - 이진화된 영상을 대상으로 선의 연결성을 잃지 않는 범위에서 도면을 간결화 시킴
- 4. 분기점추출**
 - 세선영상에서 화소값이 1인 화소가 분기점인지 여부를 판단하는 기능
 - 탐색기준화소와 인접된 3x3 화소의 구성형태가 분기조건을 만족하는지 판별

⑤ 전주후보 추출

설정된 분기점 근처에 전주심볼(원)이 있는지 판정하는 과정으로 미리 지정된 탐색범위에서 최대의 원형성(circularity)을 가지는 위치와 값을 산출하여, 이 값이 전주후보로 받아들일 수 있는 값인지 판단

⑥ 전선인식

인식된 전주후보들 간에 연결되어 있는 전선을 인식하는 부분으로 지정된 탐색범위 이내에서 인식하고자 하는 선분의 흑화소 비율과 분기점의 수, 조각선분의 길이 및 수를 통해 존재여부를 판단

⑦ 전주인식

전주후보리스트에 기록되어 있는 전주후보들 중에서 전선을 가지고 있거나 원형성이 충분히 큰 후보를 추출함으로써 전주로 확정

3. 설비위치 자동보정 기법

3.1 주요 착안사항

국가기본도(지형도)를 NDIS의 Base Map으로 사용하는 데에는 기존 배전설비도와 제작시기, 제작방법, 제작주체가 서로 다르기 때문에 설비위치 상대오차가 필연적으로 발생하는 문제점이 있으며, 이를 해결하고자 아래사항에 착안하여 자동보정기법을 고안하였음.

- NDIS에서 주로 이용되는 1:1,000축척 국가기본도에는 제작규칙에 의거 전주위치가 표기되어 있으며, 전주는 전체 배전설비의 위치기준이 되므로 이를 위치자정보정의 Key Point로 활용함.
- 배전설비도와 국가기본도에서 사용되는 좌표계는 동일한 TM(Transverse Mercator)좌표계를 사용하기 때문에 따로 좌표변환을 할 필요가 없음.
- 국가기본도에서는 전주 누락, 전주 오프기(통신주, 가로등 오인) 등으로 인해 설비존재여부의 정확도는 떨어지나 정확히 표기된 전주는 상대위치 정확도가 거의 완벽함.
- 반대로 전주의 존재 유무는 우리 배전설비도가 정확하며 단, 국가기본도와 겹칠 때 상대위치오차가 예외 없이 발생됨. 따라서 설비의 존재여부는 우리 설비도면을 이용하고, 설비위치 정확성은 기본도의 전주위치정보를 활용.

3.2 주요 처리과정

3.2.1 전처리(Preprocessing)

- 기본도와 설비도의 전주에서 기준점(Control Point)을 설정하는 단계
- 설비도와 기본도의 전주를 입력순서에 따라 고유번호를 부여하여 잃어들이고, 위치보정에 필요한 도락점(TIC) 및 축척 조정, 대응전주 위치인식, 기준점 설정 등을 수행

3.2.2 Point Mapping

- 전처리 단계를 수행한 결과, 누락점으로 분류된 전주에 대해 기본도 상의 적정 위치좌표값을 추정
- 보정영역을 삼각형으로 분할하여 제어선으로 보정을 수행하는 Triangle Mesh 와평기법 적용. 이때 사용되는 제어선은 TIN구조에서 누락점인 전력주를 내부에 포함하는 삼각형의 세변임.

3.2.3 Postprocessing

- 보정점이 인접 지형·지물과 가지는 위상관계의 적정성을 판별
- 보정된 전주의 위치가 건물안이나 도로 중앙에 있는

경우와 같이 전주가 있을 수 없는 위치에 보정점이 설정된 경우 해당 보정점을 구분표현
 - 국가기본도에서 건물은 하나의 페다각형으로 표기되어 있으므로 건물에 대한 위상정보와 전주의 위치를 비교하여 건물안쪽에 있는 전주를 구분
 - 부적절한 위치는 편집가능케 구성

4. 시스템화 개발내역

4.1 개발목표 및 주안점

이상 고안된 자동인식 및 위치보정기법을 도면입력업무에 실제적으로 활용하기 위해 NDIS시스템 환경에서 적절히 운영되도록 프로그램 개발

- 본 고안내용의 운영 Base인 NDIS와 환경 일치화
- 사용편의를 고려한 User Interface
- 처리시간 부담을 해소하기 위한 단계별 Batch 처리 모드 채용
- 자동처리결과를 수정할 수 있는 자료편집기능 추가
- 자동인식 및 보정결과 분석기능 제공
- 특정 Hardware에 구애되지 않도록 PC환경 개발
- 향후 전국운영시 별도 소프트웨어 사용료를 지불하지 않도록 특정 개발도구 사용 억제

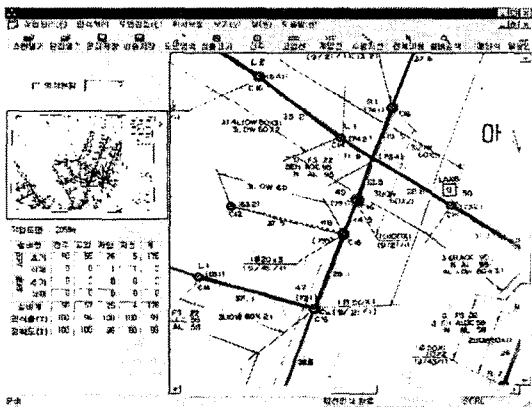
4.2 개발 규모

프로그램 : 76본 117,000 Line, 입출력화면 : 25 중

4.3 주요 기능

- 인식처리 : 전처리, 개별인식(심볼, Line) 및 통합
- 인식결과 편집 : 설비별 입력, 수정, 삭제, 이동
- File 변환 : 인식자료를 범용 File형태인 DXF로 Write
- 설비위치보정 / 각종 Display 및 통계분석 등

4.4 입출력 화면 예시



5. 결론

본 개발내용은 한전의 배전 GIS DB 구축업무에서 핵심을 차지하고 있는 설비도면 입력작업을 기존의 Manual Digitizing 방식에서 컴퓨터에 의한 자동인식 입력방식으로 개선코자 도면영상인식 알고리즘을 도출하고 이를 기반으로 시스템을 개발한 연구이다.

한전의 경우 배전분야업무의 혁신을 기하기 위하여 신 배전정보시스템(NDIS)을 구축하고 있으며, 컴퓨터에 의해 거의 모든 업무가 처리되는 NDIS는 GIS를 운영기반으로 하고 있다. NDIS를 일선 사업소에서 운영하려면

전국의 지사·지점에서 보유하고 있는 14만매에 이르는 배전설비도면을 DB에 입력시켜야 하는데, Digitizing을 통해 입력하는 종래의 방법은 설비정보를 일일이 수작업을 통해 Pointing하는 방식으로, 많은 비용과 시간이 소요될 뿐만아니라 입력자의 숙련정도에 따라 자료의 정확도가 달라지게 되는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 근본적으로 해결하고자 Scanning된 도면영상을 컴퓨터로 인식시켜 배전설비도에 기재된 전주 등 주요 설비의 위치좌표, 계통연결정보, 심볼, Line, 문자정보 등을 자동인식한 후 DB에 입력시키는 시스템을 연구개발하게 되었다.

본 연구에서 가장 중요한 관심사항인 설비도면 인식을 제고시키기 위하여 수차례 알고리즘 보안을 실시하였으며, 또한 이를 바탕으로 한 User Interface개발에 노력을 경주하였다. 그 결과 연구과제의 최종산출물인 설비도면 자동인식시스템을 얻을 수 있었으며, 이를 통해 1:1,200 축척의 실제 도면을 대상으로 종합시험을 한 결과 주요설비 인식기준 약 90%에 이르는 인식률을 얻을 수 있었다. 이 수치는 일단 양호한 결과로 받아들여질 수도 있겠으나 향후 실제업무에 적용할 때에는 그 동안 미처 예기치 못했던 상황 및 문제점에 봉착할 수도 있으며, 이용자의 추가 요구사항이 발생할 소지가 다분히 있다. 또한, 인식률을 더욱더 제고시키기 위해 연구완료 후에도 지속적인 유지보수가 수행되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이성환, "도면 자동 인식을 위한 전처리 시스템의 설계 및 구현", 한국정보과학회 가을 학술논문발표집, Vol. 16, No. 2, 1989, pp. 283-286
- [2] 민병우, 배장석, 김문현, "도면 인식을 위한 전처리에 관한 연구", 제2회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 논문집, 1990. 2, pp. 32-36
- [3] 최형일, "컴퓨터 비전 입문", 홍릉과학출판사, 1991.
- [4] C. F. Fahn, J. F. Wang and J. Y. Lee, "A Topology based Component Extractor for Understanding Electronic Circuit Diagrams", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol. 44, NO. 2, 1988, pp. 119-138
- [5] L. A. Fletcher and R. Kasturi, "A Robust Algorithm for Text String Separation from Mixed Text/Graphics Image", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Vol. PAMI-10, No. 6, 1988, pp. 910-918.
- [6] A. Okazaki, T. Kondo, K. Mori, S. Tsunekawa, and E. Kawamoto. "An automatic circuit diagram reader with loop-structured-based symbol recognition." IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, 10:331-341, 1988.
- [7] Robert M. Haralick and Linda G. Shapiro, "Computer and Robot Vision : Volume I", Addison Wesley, 1992.
- [8] Robert M. Haralick and Linda G. Shapiro, "Computer and Robot Vision : Volume II", Addison Wesley, 1993.
- [9] D. Huttenlocher, G. Klanderma, and W. Rucklidge. "Comparing images using the Hausdorff distance." IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, 15:850-863, 1993.
- [10] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Addison Wesley, 1992.
- [11] 건설부 국립지리원, "수치지도작성 작업매뉴", 1995
- [12] 국토개발연구원, "국가GIS구축 및 활용을 위한 국제세미나 자료집", 1996
- [13] 유 근배, "지리정보론", 상조사, 1996, pp. 139-147.2
- [14] 박 장근, "배전업무 분석자료집" 한국전력공사 정보처리처, 1996