

배전설비도면에서의 자동인식 대상 영역 추출 방법

김계영, 금복희, 이봉재, 조선구  
전력연구원 정보통신그룹

An extraction technique of automatic recognizing regions on power distribution facility map

Gye-Young Kim, Bok-Hee Keun, Bong-Jae Lee, Seon-Ku Cho

**Abstract** - A power distribution facility map is composed of distribution facility information regions, cadastral regions and grid lines. In this map, our goal is automatic interpretation of power distribution region. For the goal, it is the first work to extract the power distribution facility region. In this paper, we propose a method to extract power distribution facility regions.

The proposed method is consist of two phases, binarization phase and extending phase. The first phase generate a power distribution facility image using threshold value. The image contains many part of power distribution facility regions, but not all. The second phase extends thinned image which is generated by applying thinning operator to the power distribution facility image.

1. 서 론

도면인식 기술은 영상자료 형태의 도면을 컴퓨터를 사용하여 사용자가 취급하기 용이하면서 필요한 정보를 추출할 수 있는 상태의 자료로 변환하는 기술이다. 도면 인식에 관한 연구는 이미 1970년대부터 하기 시작하여 논리회로도면 및 전자회로도면을 자동 입력할 수 있는 시스템은 이미 실용화 단계에 있다[1]. 최근에는 지리정보시스템(Geographic Information System)을 효과적으로 구축하기 위하여 통신망 또는 전력망과 같은 국가 기간망과 관련된 도면을 인식하여 자동 입력할 수 있는 시스템의 개발 요구가 급증하고 있다. 본 논문에서는 전력수송용 도면인 배전설비도면에서 인식대상인 설비정보영역을 추출하는 방법에 관하여 기술한다.

배전설비도면의 특성 중 하나는 지적도와 설비도가 함께 기재되어 있으며 서로 다른 칼라값으로 구분한다. 이와 같은 배전설비도면을 256 등급을 가지는 명암 스캐너를 사용하여 입력하면 그림 1과 같다. 그림 1에서 흰색은 배경영역이며 검은색은 배전설비영역 이고 회색은 지적도영역이다. 따라서 배전설비도면을 인식하기 위해서는 무엇보다 먼저 수행할 작업은 인식 대상인 설비도 영역만을 추출하는 것이다. 이 작업은 입력영상의 명암값 분포를 나타내는 히스토그램(histogram)을 만든 후, 이를 분석하여 임계값을 추출한 다음 이 임계값 보다 적은 명암값을 가지는 화소를 추출함에 의하여 이루어진다 [2]. 이와 같이 특정한 임계값을 사용하여 새로운 영상을 생성하는 과정을 이진화라 한다. 이진화 과정에서 도면의 노화 또는 인쇄 상태에 따라 인식 대상영역이 이진화 결과 영상에서는 나타나지 않을 수 있다. 이진영상(binary image)에 나타나지 않은 영역은 인식대상으로 고려되지 않으므로 인식을 저하의 주요원인이다.

이를 복구할 수 있는 기존의 연구로는 다음과 같은 방법이 있다. 첫 번째는 인식대상이 있을 것으로 예상되는 영역에서 다른 임계값을 사용하는 방법이다[3].

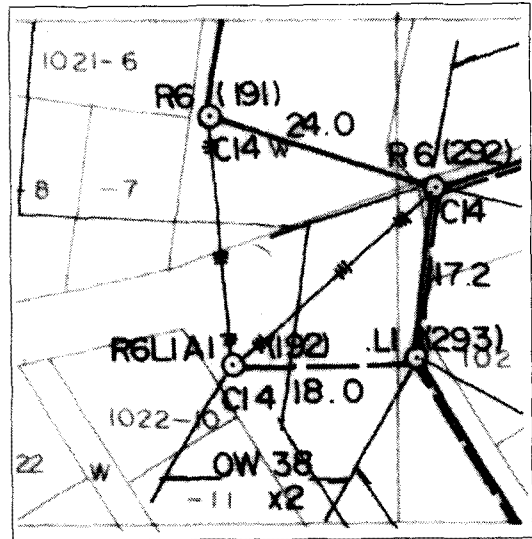


그림 1. 배전설비도의 예

두 번째는 제약된 최소자승 복구(constrained least square restoration)와 같은 영상복구 알고리즘을 사용하는 방법이며[4], 세 번째는 연결 가능한 두 점을 선택한 후 두 점에 의하여 형성되는 탐색 공간에서 동적인 프로그래밍 기술[5]을 사용하여 최적의 해를 찾는 방법이다. 본 논문에서는 세션영상에서 확장 가능한 화소로 부터 배경 또는 선분을 만날 때까지 최소값을 가지는 화소를 선택하면서 확장한 후, 확장된 화소들의 평균과 임계값과의 차의 비를 추출하여 확장으로 받아들일지 거절할지를 결정함에 의하여 이진영상에 나타나지 않은 영역도 추출할 수 있는 방법을 제안한다.

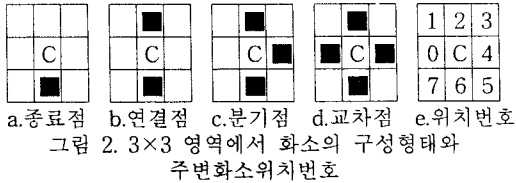
본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 1 장에서는 본 논문의 기본 방향에 대하여 기술하고, 제 2 장에서는 본 논문에서 제안하는 확장 알고리즘에 관하여 설명하고, 제 3 장에서는 실험 결과를 보인 후 향후연구에 관하여 기술한다.

2. 부분 추적에 의한 세션영상 확장

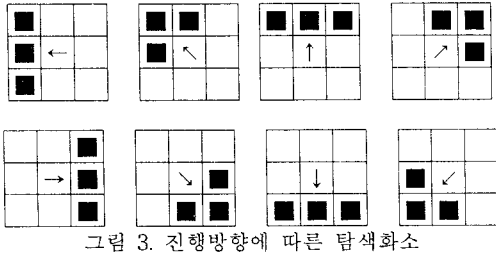
영역 확장을 통하여 이진영상에서 나타나지 않은 배전설비도영역을 추출하기 위하여 가장 먼저 정의해야 하는 것은 어떤 화소에서부터 확장 할 것인가를 정의하여야 한다. 이를 본 논문에서는 세션화 과정을 통하여 얻어진 영상인 세션영상에서 선분의 시작 또는 끝 화소인 종료화소로 했다.

종료화소를 판단하는 방법은 다음과 같다. 세션영상에서 어떤 화소를 기준으로 3×3 영역에서의 화소들의 구성형태는 그림 2와 같다. 그림 2에서 보인 구성형태를 수직적으로 추출하는 방법은 중심화소 주변의 8 개의 화

소를 그림 2의 e에서 보인 순서대로 읽은 후 0에서 1로의 전환 즉, 물체화소에서 배경화소로 전환하는 횟수를 계산하여 0 이면 독립화소, 1 이면 종료화소, 2이면 연결화소, 3이면 분기화소, 4이면 교차화소로 정의함에 의하여 산출한다[6]. 세선영상을 읽어가면서 주변 8개의 화소 중에서 1에서 0으로 전환하는 화소가 1인 화소가 종료화소이며 이 위치가 확장을 수행하는 시작위치이다.



확장을 수행한 시작점이 정의되면 그 다음은 확장을 진행할 방향과 탐색영역을 결정해야 한다. 최초의 확장 방향의 물체화소가 있는 반대방향이고, 탐색영역은 그림 3과 같이 추적 방향에 있는 화소와 이 화소의 좌우화소이다. 이 세 개의 화소 중에서 하나가 선택되면 확장방향은 새로이 정의된다. 그림 3에서 중심화소의 좌상 화소가 선택되면 확장방향은 전과 동일한 1로, 중심화소의 좌측화소가 선택되면 0으로, 상위화소가 선택되면 2로 변경된다. 확장 방향이 변경되면 그에 해당하는 탐색영역도 변한다. 탐색영역에 있는 화소 중에서 확장 가능한 화소로 선택되는 것은 3개 중에서 명암값이 최소인 화소이다. 이 화소는 일단 확장 가능한 곳으로 보고 확장화소리스트에 저장해 둔다.



확장 가능한 화소를 증가시키는 작업을 종료하는 조건은 입력영상의 같은 위치의 화소값이 충분히 크거나 세선영상 또는 확장영상의 화소값이 물체인 경우이다. 종료 조건이 발생하면 확장 가능한 화소로 선택된 화소들의 명암값의 평균을 계산한 후 임계값과의 거리를 비율로 산출한 후, 이 값이 적으면 확장화소리스트에 있는 모든 화소를 확장화소로 받아들이고 그렇지 않으면 받아들이지 않는다. 이 과정을 모든 종료화소에 대하여 수행함으로써 영상전체에서 이진영상에 나타나지 않은 배경설비도 영역을 추출할 수 있다. 지금까지 설명한 내용을 알고리즘 형태로 기술하면 알고리즘 I과 II와 같다.

<알고리즘 I : 부분추적에 의한 세선영상 확장> {

Input GrayImage[ysize][xsize],  
ThinImage[ysize][xsize];  
Output ExtdImage[ysize][xsize];

```
for (all (x,y)) {
  if (ThinImage[y][x] == OBJECT) {
    pixelType = Calculate PointType;
    if (pixelType == 종료) {
      extOrt = Calculate Extend Orient; // 0-7
      Perform ExtdOperation(x, y, extdOrt);
    }
  }
  else ExtdImage[y][x] = OBJECT;
```

```
else ExtdImage[y][x] = BACKGROUND;
}
```

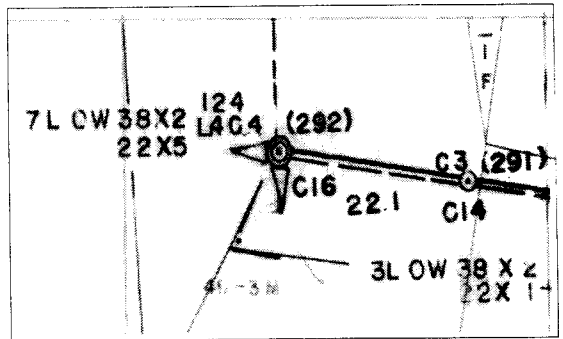
<알고리즘 II : 확장연산> {

```
Input tx, ty, tOrt;
isGo = TRUE;
do {
  ReadPixels tOrt±1;
  minGray = Find minimum gray on search area
  minPoint = Calculate minGray point;
  if ((ExtdImage[minPoint] == OBJECT)
    OR (ThinImage[minPoint] == OBJECT)
    OR (minGray > BGGRAY)) isGo = FALSE;
  else {
    sumOfGray += minGray;          numPixel++;
    Add minPoint to extPointList;
  }
} while (isGo == TRUE)

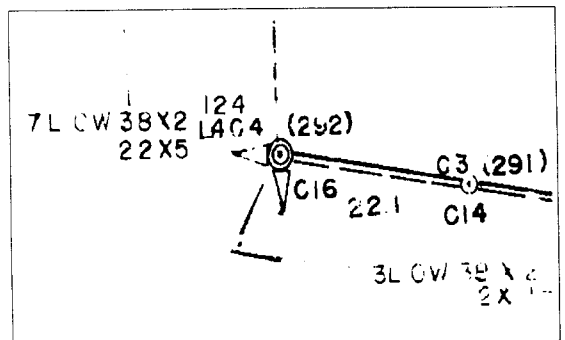
averageGray = sumOfGary/numPixel;
extRatio = (averageGray - THGRAY) / (BGGRAY - THGRAY);
if (extRatio < REJECTRATIO)
  accept extPointList to object pixels;
```

### 3. 실험결과 및 결론

이 장에서는 실험결과를 보인 후 결론 및 향후연구에 관하여 기술한다. 실험에 사용한 컴퓨터는 IBM-PC/586으로 CPU 속도는 450Mhz이다. 영상입력은 Vidar TruScan 500 스캐너를 사용하여 입력하였다. 입력영상의 화소밀도는 300dpi이며 한 화소가 나타낼 수 있는 밝기의 종류는 256이다.

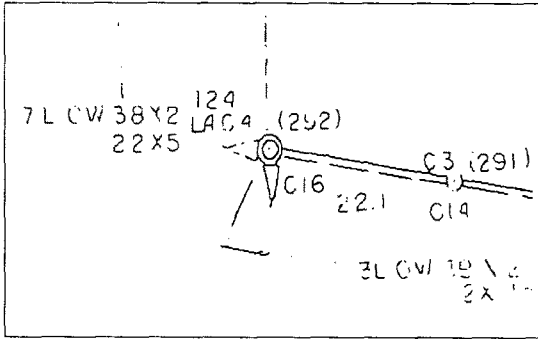


a. 입력영상

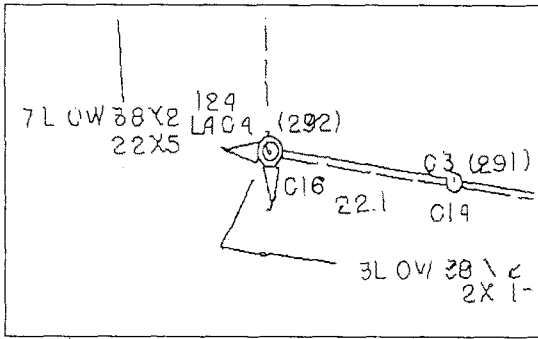


b. 이진영상

그림 4의 a는 스캐너로 입력한 배전설비도면의 일부이고, b는 히스토그램 분석을 통하여 산출된 임계값을 사용하여 추출한 배전설비영상이다. 이때 사용된 임계값은 123이다. c는 b의 영상을 세선화한 영상이고, d는 본 논문에서 제안하는 방법으로 세선영상을 확장한 영상이다.



c. 세선영상



d. 확장영상

그림 4. 입력영상의 질이 나쁜 경우의 실험결과

그림 4의 실험결과를 보면 c에서는 인식 불가능한 도면의 구성요소가 d에서는 많은 부분이 인식 가능한 것으로 개선되었음을 알 수 있다.

그림 5에서는 입력영상의 질이 비교적 양호한 경우에 대하여 본 논문에서 제안 방법으로 실험한 결과이다. 이 경우는 확장의 효과도 적지만 확장처리로 인한 나쁜 영향도 적음을 알 수 있다.

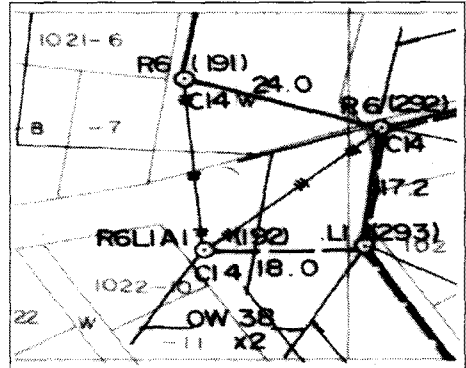
결론적으로 본 논문에서 제안하는 방법인 부분 추적에 의한 세선영상 확장을 통하여 배전설비도영상에서 설비정보영역을 추출하는 것은 영상의 상태가 나쁜 경우에 큰 효과가 있고, 좋은 경우는 효과가 적지만 악영향을 미치는 경우도 적은 방법이다. 따라서 본 논문에서 제안하는 방법은 입력영상의 질에 독립적으로 사용할 수 있다. 향후 문자 및 기호 인식과 연계하는 방안에 대하여 연구를 계속할 예정이다.

#### [참고 문헌]

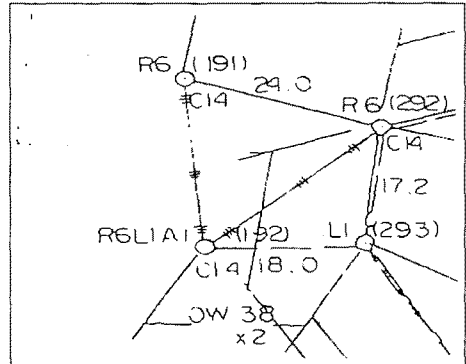
- [1] Yuhong Yu, Ashok Samal, and Sharad Seth, "Isolating symbols from connection lines in a class of engineering drawings," *Pattern Recognition*, Vol. 27, No. 3, pp. 391-404, 1994.
- [2] P. K. Sahoo, S. Soltani, and A. K. C. Wong, "A survey of thresholding Techniques," *CVGIP* Vol. 41, pp. 233-260, 1988.
- [3] J. E. Den Hartog, T. K. Ten Kate, and J. J. Gerbrands, "Knowledge-based interpretation of utility maps," *Computer Vision and Image*

*Understanding*, Vol 63, No. 1, pp. 105-117, 1996.

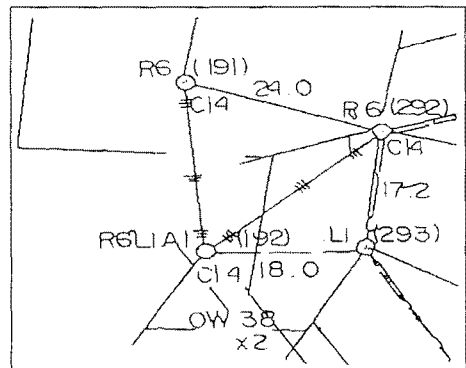
- [4] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing," *Addison-Wesley Publishing Company*, pp. 253-305, 1992.
- [5] A. Witkin, D. Terzopoulos, and M. Kass, "Signal matching through scale space," *International Journal on Computer Vision*, Vol. 1, pp. 133-144, 1987.
- [6] Chin-Shyung Fahn, Jhing-Fa Wang, and Jau-Yien Lee, "A topology-based component extractor for understanding electronic circuit diagrams," *CVGIP*, vol. 44, pp. 119-138, 1988.



a. 입력영상



b. 세선영상



c. 확장된 영상

그림 5. 입력영상의 질이 좋은 경우의 실험결과