

도면영상의 특징을 이용한 효과적인 벡터 데이터의 추출방법에 관한 연구

장우석* 권영빈
중앙대학교 컴퓨터공학과
(wsjang, ybkwon)@visionnet.cse.cau.ac.kr

An Effective Vector Extraction Method Based on Drawing Characteristics

Woo-Seok Jang* Young-Bin Kwon
Department. of Computer Science and Engineering, Chung-Ang University

요 약

본 논문에서는 max-min 필터를 적용하는 방식의 도면 영상 열화와 강화에 따른 도면 영상의 효과적인 전처리 방안과 벡터의 추출 및 건축 도면에서 나타나는 주벽의 특징에 기초한 주벽으로 결정하는 방법을 제시한다. 또한, 영상의 획득 시 발생할 수 있는 약간의 기울어짐(skew)에 영향받지 않는 벡터의 추출 및 병합방법을 통해 치수선과 치수선 끝점을 추출하고 인식하는 방법을 제시하고 있다.

1. 서론

CAD세대 이전의 건축물 설계도면은 정사진에 작성된 하드카피의 형태로 보관되고 있다. 관공서에서는 이러한 자료의 보관에 드는 비용을, 사용자는 검색의 불편함을 감수하는 단점이 나타나고 있다. 또한, 부주의한 검색과정에서 도면이 훼손될 수 있으며 그에 따른 복원작업도 필요할 수 있다.

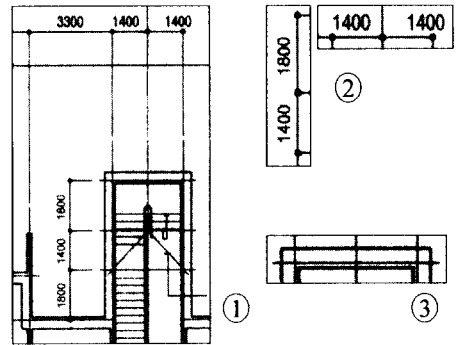
본 연구는 이러한 도면 자료를 CAD형태로 전산화하는 방법을 제시하고 있다. 도면에 나타나는 실선의 종류와 그 특성을 이용하여 플로터로 인쇄된 아파트 도면의 지하층을 대상으로 주벽을 인식하는 시스템을 소개한다. 지하층 도면에는 장틀과 같은 내장재가 표현되어 있지 않아 상층 도면에 비해 단순하며, 상층 구조의 뼈대가 되는 도면이기 때문에 건축물에서 기본적으로 처리해야 하는 데이터가 된다.

본 논문에서는 하드카피 도면을 스캐너로 입력받아 얻어진 영상의 전처리 방법과 벡터를 추출하는 방법, 그리고 주벽의 존재영역을 제외한 부분에서의 치수선과 치수선의 끝점을 찾는 과정과 그 방법을 소개한다.

2. 대상 도면의 특징

본 연구의 대상이 되는 도면은 1:150의 축척을 갖는 아파트 도면으로 정사진과는 달리 흰 종이에 검은색만으로 인쇄된 형태를 갖고 있다. 한 장의 도면은 상층 도면과 지하층의 평면도, 그 밖의 도면 정보들을 포함하고 있다.

[그림 1]은 대상 도면의 일부분과 인식 대상들의 예를 보이고 있다.



[그림 1] 처리한 도면의 일부

[그림 1]-①에 대상 도면의 일부분을 보였다. [그림 1]-②에는 치수선과 치수선의 끝점이 나타나 있고 [그림 1]-③에는 주벽과 주벽을 관통하는 치수선이 보이고 있다. 주벽은 평면도의 특성상 폐곡선을 이루게 되고 주벽을 구성하는 선 성분은 치수선에 비해 다소 굵게 표현되는 경향이 있으며 이러한 특징을 이용하여 치수선과 주벽 선 성분을 구별할 수 있다.

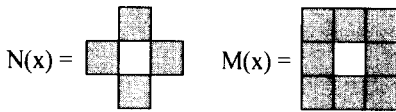
3. 접근 방법에 대한 고찰

필요한 정보를 추출해 내는 방법에 있어서, 가능한 한 많은 후보를 추출해 내어 단계적인 조건에 따라 탈락시키는 방법과

높은 확률을 갖는 소수의 후보에서 조건에 맞는 다른 후보들을 첨가시키는 접근 방법을 생각해 볼 수 있다. 전자의 경우, 오인식의 비율이 높아질 소지가 있으며 후자의 경우는 오인식보다는 미인식의 비율이 증가함을 고려해야 한다. 도면 영상을 대상으로 하는 경우, 색상정보의 이용이 불가능한 영상에서의 선의 검출 및 도면의 복잡한 정도에 따라 얼마든지 오인식될 가능성을 가진 다수의 패턴들이 존재한다. 때문에 가능한 한 최적의 후보 집합을 수집한 뒤에 확장해 가는 방법이 상대적으로 좋은 효율을 갖는 방법이라고 생각되었고 본 연구는 후자의 접근방법을 취하였다.

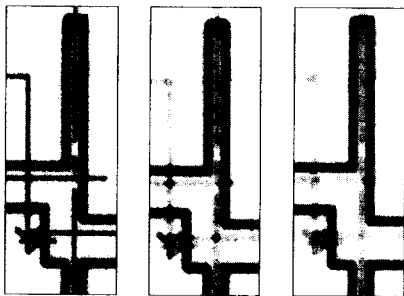
4. 영상의 전처리

본 연구의 영상 전처리가 성취해야 할 목적은 상대적으로 가느는 선을 열화시켜 후보 벡터에서 제외되도록 하는 것이다. 이를 위해 Moore 형판(template)에 기초한 max필터와 min필터를 사용하였다. [그림 2]의 $N(x)$ 는 점 x 에 대한 Von Neumann 형판을, [그림 2]의 $M(x)$ 는 Moore 형판을 나타낸다.



[그림 2] 이웃에 대한 형판

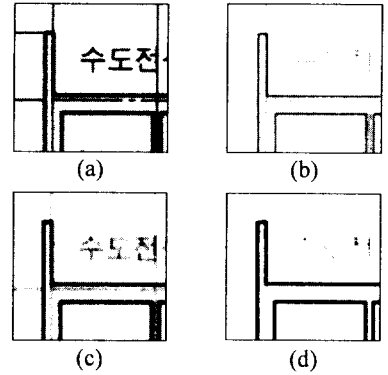
Moore 형판을 선택한 이유가 [그림 3]에 나타나 있다. von Neumann 형판이 선 성분의 교차점에 잡영을 남기는데 비해 Moore 형판은 비교적 좋은 결과를 보이고 있다. max필터를 통해 밝은 부분이 어두운 색상으로 나타난 상대적으로 가느는 선 성분을 침식시키고 min 필터를 통해 주변 선 성분의 core에서 살아남은 어두운 색상을 확장시키는 방법으로 치수선을 효과적으로 열화시킬 수 있었다.



(a) 의역사 (b) $N(x)$ 이용 (c) $M(x)$ 이용

[그림 3] max-min 필터링 결과

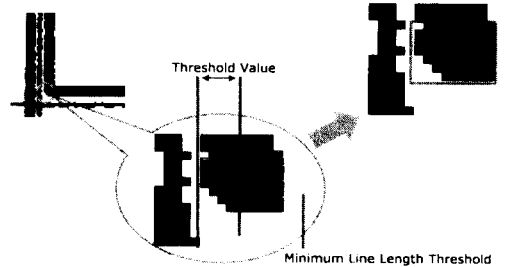
[그림 4]의 (a)는 원 영상, (b)는 $M(x)$ 의 max 필터를 2회 적용한 영상, (c)는 (b)에 $M(x)$ 의 min 필터를 2회 적용한 영상이며 (c)의 히스토그램을 조정하여 주변이 강조된 결과를 좀 더 확연히 나타나게 한 것이 (d)이다.



[그림 4] $M(x)$ max-min 필터링 결과

5. 주변 벡터 추출

주변을 이루는 선 성분 하나의 두께가 1 화소로 이루어져 있지 않으므로 새로 얻어진 하나의 벡터는 먼저 추출된 벡터들과 병합될 수 있는 것인지를 검사하여 병합이 가능하다면 별개의 벡터로 둘 것이 아니라 기존 벡터의 두께를 확장하는 방식으로 진행해야 한다.



[그림 5] 벡터 병합

다음은 선 성분의 자료구조이다.

```

struct tag_mline {
    CPoint Sp, Ep;
    bool SpC, EpC;
} mline;
    
```

Sp와 Ep는 시작점과 끝점을 나타내고 boolean flag인 SpC와 EpC는 시작점과 끝점이 각각 연결된 상태인지를 나타낸다. 추출되고 병합된 벡터 정보들은 가로성분과 세로성분으로 나누어 유지되므로 가로 벡터의 시작점과 끝점을 인접한 세로 벡터의 각 끝점과 비교하여 연결된 벡터가 있는지를 확인한다. 이러한 작업을 통해 얻어진 연결상태에 대한 정보는 벡터 추출 시 설정된 길이 임계값으로 인하여 아직 추출되지 못한 짧은 벡터를 후보 집합에 추가시키는데 사용된다.

[그림 3]과 [그림 4]에 예시되어 있듯이, 벽면을 나타내는 선

성분에 비해 벽 단면을 이루는 선 성분 즉, 벽의 두께에 해당되는 길이의 선 성분은 벡터 추출 시 제외되도록 하여 가급적 높은 확률을 갖는 정보만을 추출하도록 하였다. 특히 앞에 언급한 '길이 임계값'은 도면에 나타나는 치수 또는 그 밖의 문자에서 나타날 수 있는 선 성분을 배제시키기 위하여 설정된 값이다.



[그림 6] 길이 임계값의 결정

[그림 6]에 나타난 thr 정도의 길이를 길이 임계값으로 설정하면 '갑'과 같은 문자에서 나타날 수 있는 선 성분이 전처리 과정에서 미처 제거되지 못했다더라도 벡터를 추출하는 과정에서 걸러질 수 있게 된다. 또한 '문'에서는 자음 'ㅁ'이 주벽을 결정하는 조건 중의 하나인 폐곡선을 이루는 성질 또한 만족하므로 오인식될 가능성이 매우 높다. 이러한 오류를 피하기 위해서 추출되는 벡터의 길이 임계값을 정하는 일이 필요하였다.

연결상태가 확정된 주벽 후보 집합을 대상으로 벽 단면 선 성분을 찾는 작업이 수행된다. 이미 연결상태가 true로 설정된 시작점 또는 끝점에서는 이 작업을 수행할 필요가 없다. 이 과정에서 미처 연결되지 못했던 독립 성분들도 상태가 다시 설정되고 끊어진 채 남겨졌던 선 성분의 시작점 또는 끝점은 새로운 주벽 단면 선 성분으로 인해 연결 상태가 바뀔 수 있다.

6. 치수 보조선 추출 및 끝점 인식

주벽을 인식한 뒤 주벽의 존재영역을 직사각 영역으로 한정하고 그 외부에서 벡터를 추출하는 방법으로 치수선을 인식해 낼 수 있다.

기본적으로 인식 대상이 되는 도면 영상은 벡터를 추출하는 방법에 있어 기울어짐에 민감하다. A0 크기의 도면을 300 dpi로 획득하게 되면 영상의 가로 길이는 대략 8,000 화소 정도가 나오게 되는데, 주벽에 비해 상대적으로 가는 선으로 표현되는 치수선은 최대 5,000화소 정도의 길이를 갖는다. 때문에 가로 1,000 화소 당 상하로 5화소 정도의 기울어짐이 발생하면 치수선을 벡터 데이터로 추출하는데 어려움이 발생한다.

때문에 주벽에 비해 상대적으로 긴 길이를 갖는 치수선을 추출해 낼 때는 병합 알고리즘을 달리 할 필요가 있다. [그림 7]은 이와 같은 예를 보이고 있다.



[그림 7] 두 가지 다른 상태의 병합조건

[그림 7]의 첫 번째 경우의 인접 선 성분 상태라면 주벽의

경우는 서로 별개의 선 성분으로 취급하고 두 번째 경우를 하나의 선 성분으로 병합하는 정책이거나 치수 보조선의 경우라면 두 경우 모두 하나의 선 성분으로 병합하는 정책을 취한다. 이러한 정책의 변경을 통해서 긴 길이의 선 성분을 수평, 수직 벡터추출 작업만으로 빠르고 정확하게 선 성분을 추출해 낼 수 있다. 또한 추출된 치수 보조선 후보 벡터의 집합에서 가로/세로 선 성분의 교차점에서 치수 보조선의 끝점 (bounding point)의 인식을 수행하여 적어도 하나의 끝점을 포함하는 선 성분을 치수선으로 최종 결정하는 방법을 통해 정확한 인식률을 얻을 수 있다.

7. 결론 및 향후과제

본 연구는 아파트 도면의 지하층을 대상으로 수행하였다. [표 1]에 주벽 및 치수 보조선의 인식률을 나타내었다. 여기서 주벽이란 하나의 선 성분을 말하는 것이 아니라 하나의 벽체를 말한다.

[표 1] 실험결과

대상도면	총 주벽의 수			정인식	오인식	미인식	정인식률
	수평	수직					
90A	304	246	550	532	18	4	96.4%

* 외곽 치수선 및 치수선 끝점의 인식률은 100%임

치수 보조선의 경우 일점쇄선으로 표현되며, 많은 치수선이 주벽의 존재 영역 외곽에서 찾아낸 벡터를 확장함으로써 인식이 가능하지만 직사각 영역 내부에만 존재하는 경우는 인식의 대상으로 삼아 지상층 영상의 인식을 수행하는 일이 남아있다. 지상층 도면 영상의 경우는 주벽과 함께 창틀, 문 등의 내장재가 겹쳐서 나타나기 때문에 단일 색상으로 표현되는 도면에서 주벽만을 또는 창틀만을 인식해 내는데 어려움이 있다. 한 장의 도면에 나타나는 지상층과 지하층 도면은 각각 동일한 건물의 지상층, 지하층 평면도를 나타내므로 이론적으로라면 두 도면을 겹쳤을 때 각 도면에서 나타나는 주벽은 정확히 일치해야 하지만, 원도면을 작성할 때 생기는 오차 때문에 그렇지 못한 실정이다. 이러한 점을 감안하여 인식된 지하층 주벽 패턴을 지상층에 효과적이고 정확하게 대응시키는 작업이 필요하다.

참고 문헌

- [1] 심상우, "치수 보조선 정보를 이용한 도면에서의 주벽 인식", 중앙대학교 석사학위 논문, 1998
- [2] Gerhard X. Ritter, Joseph N. Wilson, Handbook of Computer Vision Algorithms in Image Algebra, CRC Press, 1996
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1993
- [4] Randy Crane, A Simplified Approach to Image Processing, Prentice Hall, 1997

*본연구는 정보통신부 우수대학원 프로그램의 지원을 받았다.