

論文99-36S-2-8

한국 지적도에서의 문자분리 및 고품질 벡터화

(Separation of Character Strings and High Quality Vectorization for Korean Cadastral Map)

房極準*, 洪大植*

(Keukjoon Bang and Daesik Hong)

요 약

지도에서의 문자와 선성분의 겹침과 선성분의 교차점 및 가지점에서의 벡터화 왜곡문제는 지도 자동입력 기능 구현에서의 문제점으로 지적되고 있다. 본 논문에서는 이와같은 두가지 문제점을 동시에 해결하기 위한 새로운 방법을 제안한다. 즉, 지도영상을 일반적인 방법으로 세션화 한 후 교차점 및 분기점을 중심으로 그 주변을 불확실영역으로 정하고 이 영역을 삭제한 후, 끊어진 선성분은 상호 연결가능 척도를 이용하여 연결하고 연결되지 않는 부분을 문자영역으로 분리하는 방법을 제안한다. 특히 제안된 방법은 벡터화 왜곡 및 문자분리를 동시에 처리함에 따라 수행 속도면에서도 장점이 있으며, 처리과정에서 선성분의 두께산출 등의 적응적 처리과정을 포함함에 따라 대상지도의 입력 해상도에 무관하게 처리될 수 있는 장점도 있다. 제안된 방법은 일반적으로 직선성분과 문자영역으로 구성되는 경우에 효과적이며 이러한 예에 해당되는 한국 지적도에 적용한 실험을 통하여 제안된 방법의 유용함을 보인다.

Abstract

We propose a new method which can solve the difficulty of separation the character strings from the interconnected lines and the distortions of vectorization at the crossing points and the junction points for the digitized maps at the same time. After the image is thinned, the crossing points and the junction points are detected with their neighbors, which we call the uncertain areas. And then the broken lines are connected each other, and the character strings are separated at the same time. The proposed method is applied to Korean cadastral map. Usually, Korean cadastral map consists of straight lines and character strings. The experimental results show that the method is effective in separating the character strings and getting high quality vectorization for the Korean cadastral map.

I. 서론

최근들어 GIS(Geographic Information System)

* 正會員, 延世大學校 電子工學科

(Dept. of Electronic Engineering Yonsei University, Seoul, Korea)

※ 본 연구는 한국과학재단 특정연구과제 95-0100-11-01의 연구비 지원에 의해 이루어진 것임.

接受日字:1998年4月1日, 수정완료일:1998年10月2日

의 활용에 대한 관심이 고조되면서 기존 지도의 자동 벡터화에 관한 연구가 중요 관심분야로 부상하고 있다 [1,2]

그러나 기존의 세션화 알고리즘을 사용하여 지도를 벡터화 할 경우, 벡터화의 결과에 대한 정확성은 대상 지도를 어느정도 정확하게 스캐닝 하였느냐의 정확성에 따라 결정되게 된다. 이와같은 결과는 기존의 벡터화 방법이 스캐닝된 영상의 중심선만을 추적하기 때문이다. 따라서 이와같은 방법에서는 문자와 선성분의

겹침현상에 대한 적절한 해결이 어려울 뿐만 아니라 선성분의 교차점 및 가지점에서 벡터화 왜곡문제가 필연적으로 발생하게 된다^[3,4].

이러한 문제점들을 극복하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 예를 들어, Osamu Hori^[5]는 대상체 생성모델 방법을 이용하여 도시지도에서의 건물에 대한 고품질 벡터화에 관한 방법을 제안하였다. Markus Roosli^[6]는 국부적 정확성 평가와 전역적 제한조건을 조합한 방법을 이용하여 직선성분과 원호성분이 섞여있는 복합 영상에서의 고품질 벡터화를 시도하였다. Marc Pierrot-Deseilligny^[7]는 상부레벨에서의 재조합방법을 이용하여 지도에서의 문자분리를 시도하였다. Jiing-Yuh Wang^[8]는 영상에서의 모든 특징점을 분류하는 방법으로 도형에서 중국문자를 추출하였다. Huizhu Luo^[9]는 방향성 위상정보를 이용하여 지도에서의 문자분리 및 세션화에 대하여 논하였다. 그리고 David Doermann^[10]는 국부적 그리고 전역적 세션화 방법을 조합한 하이브리드 방법으로 문자영상에서의 고품질 세션화를 시도하였다.

그러나 위에서 언급한 기존의 연구방법들은 문자와 선성분의 겹침문제 그리고 선성분의 교차점 및 가지점에서의 벡터화 왜곡문제 등 두가지 문제중 한가지 문제의 해결에 대하여만 고려하였다.

따라서 반드시 해결해야만 하는 두 문제를 개별적으로 처리함으로써 처리속도의 증가를 초래하게 된다. 본 논문에서는 이러한 두가지 문제점이 항상 선성분의 교차점 또는 가지점에서 각각의 형태로 발생된다는 사실로부터 결합된 해결 방안을 제안함으로써 처리속도의 증가를 피한다.

단 제안된 방법은 한국 지적도와 같이 직선으로 구성된 선성분들과 문자가 결합된 경우에 적합한 방법이다.

제안된 방법은 먼저, 일반적인 세션화 방법을 사용하여 스캐닝된 지도정보를 세션화 한 후 교차점과 가지점을 찾아 그로부터 일정 영역을 불확실영역으로 정한 후 불확실 영역을 제외한 나머지영역으로부터 추출된 직선을 이용하여 문자분리 및 고품질 세션화를 동시에 수행하게된다.

제2장에서는 지도영상에 대한 일반적인 문자분리 및 벡터화 접근방법을 설명하고 제3장에서는 제안된 동시 처리방법을 설명하며, 제안된 방법을 이용한 실험 및 고찰을 제4장에서 그리고 제5장에서 결론을 맺는다.

II. 문자분리 및 벡터화의 일반적인 접근방법^[4]

지도영상에서의 문자분리 및 벡터화의 일반적인 접근방법은 그림 1과 같다.

즉, 일반적인 접근방법은 먼저 스캐닝된 지도의 계조영상에 대하여 임계 알고리즘을 이용하여 이진화 영상을 얻은 다음 dilation 과 erosion의 과정에 의하여 문자를 분리한다. 그 후 문자영역이 분리된 이진 영상에 대하여 세션화 및 특징 추출의 방법으로 선성분을 추출한다. 이 과정에서 사용되는 특징점의 추출과정은 일반적으로 8방향 요소추출방법을 이용하여 끝점, 연결점, 가지점 및 교차점 등을 추출하게 된다^[4].

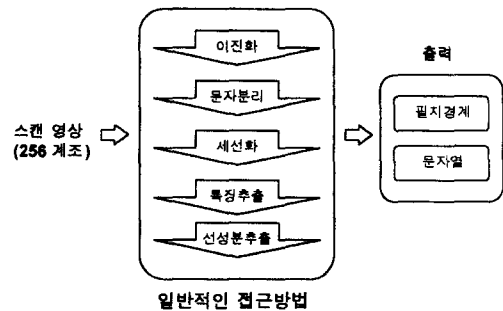


그림 1. 문자 분리 및 벡터화의 일반적 접근방법

Fig. 1. Conventional approach to separate character strings and vectorization.

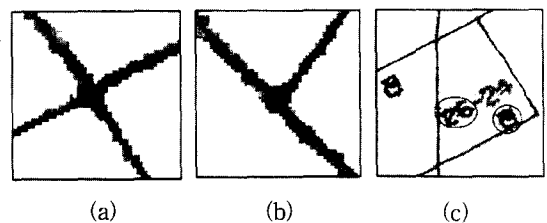


그림 2. 일반적인 접근방법에서의 문제점

(a) 교차점에서의 벡터화 왜곡 (b) 가지점에서의 벡터화 왜곡 (c) 문자분리가 실패한 경우의 예

Fig. 2. Problems of conventional method.

(a) distortion at line crossings (b) distortion at line junctions (c) samples of not separated character strings

그러나, 일반적인 접근방법에 의한 문자분리, 세션화 및 선성분 추출과정을 수행하면 그림 2(a), (b)에서와 같이 교차점 및 가지점에서의 불완전한 벡터화 및 그림 2(c)에서와 같이 선성분과 문자가 붙어 있는 경우

의 문제점이 남게된다. 더우기, 앞장에서 설명한 바와 같이 이러한 문제점을 해결하기 위하여 별도의 알고리즘을 사용할 경우 수행속도의 증가가 문제된다^[5, 6, 7, 8, 9, 10].

III. 문자분리 및 벡터화의 동시 처리방법

제안된 방법을 전체적으로 설명하면, 먼저 입력된 지도영상에 대하여 일반적인 세선화 알고리즘을 이용하여 세선화를 수행한 후, 세선화 정보로부터 교차점 및 가지점을 추출하고 추출된 교차점 및 가지점으로부터 일정영역을 불확실 영역으로 설정하여 해당 영역의 모든 정보를 일단 처리 대상에서 제외시킨다. 다음, 남아있는 정보를 이용하여 선성분의 직선 근사화를 수행한다. 이 결과는 개별 근사화된 직선성분이 불확실 영역에 의하여 절단되어 있으므로 해당 영역에 대하여 연결과정과 문자 분리과정을 동시에 수행하여 고품질 벡터화와 문자분리를 동시에 얻을 수 있다.

제안 방법은 크게 두개의 부분으로 나뉜다. 첫번째는 대상지도로부터 특징을 추출하기 위한 특징추출 단계, 그리고 추출된 특징정보로부터 원하는 문자 분리 및 고품질 벡터화를 달성하기 위한 정보추출 단계이다. 제안된 방법의 전체 흐름도는 그림 3과 같다.

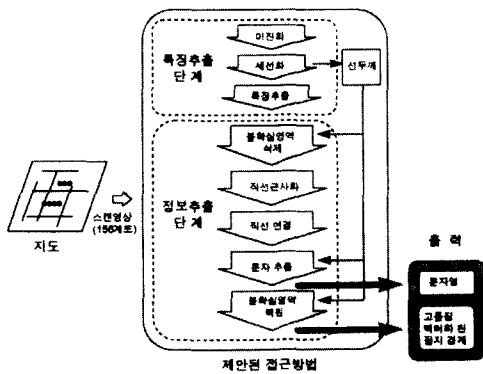


그림 3. 제안 방법의 전체 흐름도
Fig. 3. Full Description of proposed method.

제안된 방법에서는 대상지도에서 선성분은 전체 지도에 대하여 균일 두께를 갖는다는 가정을 설정한다. 이러한 가정은 한국 지적도의 경우에 전체 선성분의 두께가 균일하므로 대상지도에 대하여 타당성을 갖는다. 또한 세선화의 일반적 흐름은 대상 흑화소영역의 외곽에서부터 한꺼풀씩 벗겨가는 반복적 과정에 의해

수행되므로 위의 가정이 성립될 경우 세선화 과정에서 대상지도의 선성분 두께를 산출해 낼 수 있다. 즉, 선성분의 두께는 선성분을 외곽에서부터 한꺼풀씩 벗겨가는 반복과정에서 현재 반복과정에 남아 있는 전체 흑화소의 갯수에 대한 다음번 외곽 삭제과정의 삭제 후보가 되지 않는 흑화소의 비율을 다음과 같이

$$P_c = \frac{\text{다음 외곽삭제 단계에서 삭제 후보가 되지 않는 흑화소의 수}}{\text{전체 흑화소의 수}} \quad (1)$$

계산 함으로서 계산해 낼 수 있다. 여기서 P_c 는 두께를 결정하기 위한 임계값이며 계산된 값이 정한 임계치를 넘으면 그때의 반복 횟수, N_{iter} 가 선성분 두께의 반으로 결정 되어 다음과 같이 선성분의 두께 W_L 을 계산해 낼 수 있다.

$$W_L = 2 \times N_{iter} \quad (2)$$

이러한 방법은 전체 지도에 대하여 균일 두께를 갖는다는 가정이 성립되지만 하면 대상 지도의 선성분 두께가 변하여도 적용할 수 있는 장점을 갖으며 특히 지도 영상의 스캐닝 해상도에 관계없이 적용할 수 적응적 방법이 된다.

또한 특징추출 단계가 끝나 세선화된 지도 영상은 확실영역과 불확실영역의 두 부분으로 나뉜다. 불확실 영역은 특징추출 단계에서 구한 교차점 및 가지점으로부터 특정거리 이내의 영역을 지정하며 지정하는 특정 거리는 대상지도의 선성분 두께의 배수로 정한다. 그림 4에서 불확실 영역의 설정 방법을 보여주고 있다.

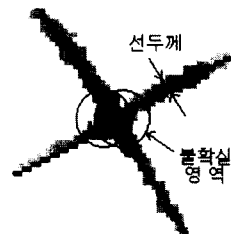


그림 4. 불확실 영역의 설정
Fig. 4. Definition of Uncertain area.

이 불확실영역 내의 정보가 배제됨에 따라 해당 정보가 선성분끼리의 교차 또는 가지점의 경우, 정보추출 단계에서 벡터화 왜곡이 발생하지 않은 상태에서 별도의 과정에 의해 선성분을 연결하여 고품질의 벡터화 선성분을 얻게 된다. 또한, 문자와의 겹침에 의한

특징점의 경우, 쉽게 문자분리를 수행할 수 있게 된다.

세선화와 불확실영역이 설정된 다음 세선화된 영상은 직선요소로 근사화된다. 직선요소 근사화 알고리즘은 먼저 세선화된 영상으로부터 추출된 특징점(끝점, 교차점, 가지점)을 분기점으로 한다. 단 불확실영역을 설정한 경우 교차점 및 가지점은 모두 제거되었기 때문에 이 경우 모든 분기점은 끝점에 해당된다. 이렇게 분기점으로 구분된 모든 곡선에 대하여 곡선 요소 내의 모든 점 중에서 양 끝점을 연결한 직선과의 거리가 가장 먼 점을 찾아 직선과의 거리가 임계치를 초과하면 해당 점을 중심으로 곡선 요소를 좌우 분할하고 임계치 이내이면 해당 곡선 요소를 근사화 된 직선으로 간주한다. 이 직선 근사화 과정은 그림 5와 같이 분리트리의 형태로 도식화 할 수 있다^[11].

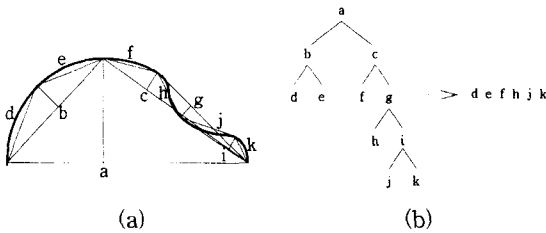


그림 5. 곡선의 직선 근사화 과정
(a) 원거리 측정에 의한 직선근사화 과정 (b) 직선근사화 분리 트리

Fig. 5. Approximation of the straight line from curved line.

(a) procedure of approximating the straight line (b) tree diagram of approximating the straight line

근사화된 직선요소는 불확실 영역 및 이진화 잡음의 영향으로 많은 끊어진 직선요소로 나뉘게 되며 이렇게 나뉜 직선요소들은 직선 연결 알고리즘에 의하여 연결되게 된다. 직선연결 알고리즘에 사용되는 직선연결척도는 다음과 같다.

$$\text{직선연결척도} = \text{Factor}_1 \times \text{Factor}_2 \times \text{Factor}_3 \times \frac{1}{\sqrt{\text{거리}}} \quad (3)$$

여기에서,

$$\text{Factor}_i = \begin{cases} 2.0 - \sin(\text{Ang}_i), & \text{if } \text{Ang}_i < \pi/2 \\ \sin(\text{Ang}_i), & \text{else} \end{cases}, \text{ for } i=1,2,3$$

이 직선연결척도는 선택된 두개의 개별 직선요소가 서로 연결되어야 할 직선요소인지를 결정하게 되며 이

척도 계산에서 사용되는 인수는 직선요소간의 거리 및 직선요소들이 이루는 3가지의 각도 등 4가지의 인수가 사용된다. 직선연결척도에서 사용된 인수는 그림 6과 같다. 만약 이 연결척도가 어떤 임계치 이상이면 선택된 두 직선요소가 서로 최고의 연결척도를 가질 때, 선택된 두 직선요소는 상호 연결된다.

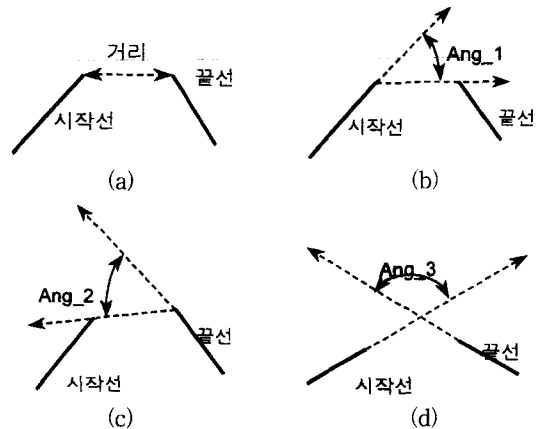


그림 6. 직선연결척도 계산에 사용된 인수
(a) 거리: 두 직선요소의 끝점간의 거리 (b) Ang_1: 시작선의 연장선과 시작선과 끝선의 끝점들을 연결한 선이 이루는 각도 (c) Ang_2: 끝선의 연장선과 시작선과 끝선의 끝점들을 연결한 선이 이루는 각도 (d) Ang_3: 시작선의 연장선과 끝선의 연장선이 이루는 각도

Fig. 6. Factors used in connection coefficient.
(a) Dist: Gap between the two lines (b) Ang_1: Angle between extended from-line and to-line (c) Ang_2: Angle between extended to-line and from-line (d) Ang_3: Angle between the two extended lines

직선요소들의 연결이 완료되면, 대상 지도에서의 주요한 경계면은 모두 연결되었다고 볼 수 있다. 결론적으로 이 단계에서 남아있는 작은 선성분은 문자를 구성하는 선요소로 볼 수 있으며 이 작은 선요소들을 제거하면 문자분리는 자동적으로 수행되는 것이다. 단, 작은 선요소를 결정하는 길이의 임계치는 별도로 정한다.

마지막으로 직선요소의 연결 및 문자분리가 끝나면 초기에 삭제된 불확실영역에서 연결되어 있던 선성분을 연결하는 과정이 남게 된다. 불확실 영역의 선성분 연결과정은 이미 구성된 선성분이 불확실 영역을 향해서 끊어진 경우 해당 선성분들을 연장하여 서로 만나는 경우 두 선성분을 연장 연결하는 방법을 사용한다.

IV. 실험 및 고찰

제안된 방법의 타당성을 고찰해 보기 위하여 300dpi, 256계조로 스캔된 한국 지적도에 대하여 실험하여 보았다.

실험환경은 32MB의 주기억 장치를 갖는 펜티움 PC 100MHz에서 수행하였다.

실험에 사용된 몇가지의 임계 계수들은 다음과 같다.

a. 선성분 두께 W_L 를 결정하기 위한 임계계수 :

$$P_c = 90\%$$

b. 불확실 영역의 설정 :

- 불확실영역의 중심점 : 교차점 및 가지점
- 불확실 영역의 반경 : 선성분 두께

c. 직선연결계수 임계치 : 0.5

d. 문자분리를 위한 작은 선요소의 결정 임계 계수 :

- if 선요소의 길이 > (선두께 × 5) : 필지경계 선요소
- else : 문자구성 선요소

먼저, 그림 7에서는 제안된 방법이 기존 방법의 문제점으로 지적된 그림 2의 여러 문제점을 해결할 수 있는지를 보여주고 있다. 즉, 그림 7(a)(b)는 교차점 및 가지점에서 왜곡이 없는 직선 세선화를 얻었으며 그림 7(c)에서는 문자와 선성분이 연결된 부분에서 효과적으로 문자분리를 수행함을 보여준다.

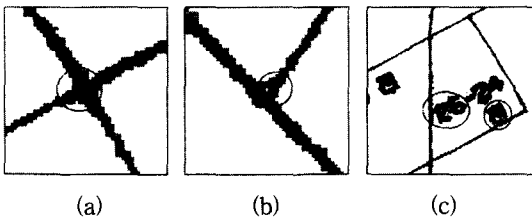


그림 7. 그림 2에서 제시한 문제점에 대한, 제안된 방법을 적용하여 해결한 결과

(a) 교차점에서 얻은 고품질 벡터화 결과 (b) 가지점에서 얻은 고품질 벡터화 결과 (c) 선성분과 겹친 부분에서의 문자분리의 예

Fig. 7. Results of the proposed method for the problems.

(a) Result at the crossing points (b) Result at the junction points (c) Result of the sample that are separated correctly

한편, 그림 8은 제안 방법을 한국 지적도에 적용하여 실험한 결과이다. 그림 8(a)는 한국 지적도의 300dpi, 256계조로 스캐닝된 원영상을 보여주며, 그림

8(b)는 기존 방법에서 고품질 벡터화 및 문자분리에 대한 별도의 개선된 방법을 사용하지 않아 많은 문제를 포함하고 있는 결과를 그리고 그림 8(c), (d)는 제안된 방법을 이용하여 구한 고품질 벡터화 및 문자분리의 결과를 보여준다. 그림 8의 결과에서 보여주는 바와 같이 제안 방법은 제시된 왜곡 및 문자분리를 효과적으로 해결하였다.

또한 기존 방법과 제안 방법의 처리속도는 각각 32초 및 12초가 측정되었다. 처리시간의 차이는 기존의 방법이 이진화 영상에서부터 문자분리를 시도하여 많은 처리속도가 필요함에 반하여 제안방법은 문자분리와 벡터화의 과정을 동시에 수행하여 처리속도가 많이 감소된 결과를 보이고 있다.

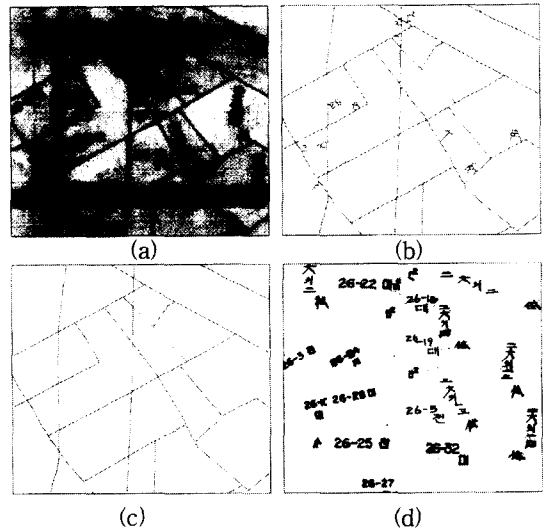


그림 8. 제안된 방법을 한국 지적도에 적용한 실험 결과 및 기존 방법과의 비교

(a) 원영상 (300dpi, 256계조) (b) 기존방법의 세선화 결과 (별도의 추가된 기능 없이 수행한 결과) (c) 제안방법에 의한 벡터화 결과 (d) 제안방법에 의한 문자 분리 결과

Fig. 8. Experimental Results for the Korean Cadastral Map.

(a) Original Map Image (Scan : 300dpi, 256-Gray) (b) Result of the conventional approach (c) Vectorization result using the proposed method (d) Character separation result using the proposed method

V. 결론

문자와 선성분이 섞여 있는 지도영상으로부터 효과

적으로 문자를 분리하고 선성분의 교차점 및 가지점에서 발생하는 벡터화의 왜곡 현상을 동시에 해결하기 위한 방법을 제안하였다.

제안된 방법은 대상 지도가 문자를 포함한 직선성분으로 구성된 경우에 매우 효과적이며, 한국 지적도의 경우가 이에 매우 적합한 예이다. 특히 제안된 방법은 벡터화 왜곡 및 문자분리를 동시에 처리함에 따라 수행 속도면에서도 장점이 있었으며, 처리과정에서 선성분의 두께산출 등의 적응적 처리과정을 포함함에 따라 대상지도의 입력 해상도에 무관하게 처리될 수 있는 장점도 있었다.

제안된 방법의 적용 대상으로 문자를 포함한 직선성분으로 구성된 지도에 한정하여 고찰하였으나, 곡선성분이 포함된 지도의 경우에 대한 적용 방안도 가능하리라 생각되며 계속 연구될 경우 좋은 결과를 기대해 볼 수 있겠다.

참 고 문 헌

- [1] Rangachar Kasturi, Rodney Fernandez, Mukesh L, Amlani and Wu-chun Feng, Map Data Processing in Geographic Information Systems, COMPUTER, vol. 22, no 12, pp. 10-21, 1989.
- [2] Satoshi Suzuki and Toyomichi Yamada, MARIS : Map Recognition Input System, Pattern Recognition, vol. 23, no. 8, pp. 919-933, 1990.
- [3] L.Lam, S.W.Lee and C.Y.Suen, Thinning methodologies - a comprehensive survey, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 14, pp. 869-885, 1992.
- [4] Haralick Shapiro, Computer and Robot Vision, vol. I, Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
- [5] Osamu Hori and Akio Okasaki, High Quality Vectorization Based on a Generic Object Model, Structured Document Image Analysis, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 325-339, 1992.
- [6] Markus Roosli and Gladys Monagan, A High Quality Vectorization Combining Local Quality Measures and Global Constraints, 3rd-ICDAR, pp. 243-248, 1995.
- [7] Marc Pierrot-Deseilligny, Herve Le Men and Georges Stamon, Character string Recognition on Maps, a Method for High Level Reconstruction, 3rd-ICDAR, pp. 249-252, 1995.
- [8] Jiing-Yuh Wang, Liang-Hua Chen, Kuo-Chin Fan and Hong-Yuan Mark Liao, Separation of Chinese Characters From Graphics, 3rd-ICDAR, pp. 948-951, 1995.
- [9] Huizhu Kuo, Gady Agam and itshak Dinstein, Directional Mathematical Morphology Approach for Line Thinning and Extraction of Character Strings from Maps and Line Drawings, 3rd-ICDAR, pp. 257-260, 1995.
- [10] David Doermann and Omid Kia, Hybrid Thinning Through Reconstruction, 3rd-ICDAR, pp.632-635, 1995.
- [11] Paul L. Rosin, "Nonparametric Segmentation of Curves into Various Representations". IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 17, no. 12, pp. 1140-1152, DEC., 1995.