

# 등고선 지도로부터 특징 추출과 레이어 구성

○ 최 관 순, 이 켈 희

서강대학교 이공대학 전자공학과

## Feature Extraction from Contour Map and Construction of Layer

Kwan-Sun Choi Kwae-Hi Lee

Dept. of E.E., Sogang University

### ABSTRACT

In conventional geographic mapping system, It is needed to input many already existing geographic map into computer system for secure and efficient maintenance. Because of large map data, it is required to construct layers from map image for easy display, fast retrieval and efficient storage. Thus this paper represents a method of the extracting features from contour map and constructing three layers. The layers are symbol, building, contour line. Experimental results are presented confirming the method's high extraction.

### 1. 서론

오늘날과 같이 다양한 정보 사회에서 지형에 관련된 데이터 가운데 인간의 의사 결정에 도움이 될 수 있는 여러가지 정보를 효율적으로 접근하기 위해서는 지도 정보간의 복잡한 관계분석이나 주제별 중첩에는 많은 노력과 비용이 요구되고, 급변하는 지도의 갱신이 어렵기때문에 동적으로 변하는 상황하에서 많은 양의 데이터를 신속히 처리하고 그 결과를 그래픽으로 나타내 주는 동적 모델이 요구된다. 컴퓨터를 이용하여 지리, 지형, 및 위치등에 관련된 정보를 그래픽형태로 표현하는 기법을 컴퓨터 카토그래피(Computer Cartography)라 부르며, 이 기술을 이용한 지리정보시스템 ( Geographic Information System : GIS)은 사용자의 의도대로 지형에 관련된 공간 데이터를 수집, 저장해서 여러 목적에 맞게 활용, 분석하는 기술으로써, 여러분야(표 1)에서 전문가들이 정책수립, 계획, 현황 파악, 통계작업 등을 수행하는데 GIS가 필수적인 도구로 인식되고 있다.

본 연구에서는 지리정보시스템의 구성에 대해 살펴보고 지리정보시스템 중 입력부분에 해당하는 스캐너를 사용하는 방법으로서, 스캐너로 취득한 영상에서 필요한 지리 정보를 추출하여 지도 영상을 계층화하는 연구를 다루었다.

<표 1> GIS 이용분야

도시 및 지역 계획	및 지역 계획
토지 이용 계획	지적도 제작
교통 계획	가스, 전화네트워크 관리
입지 선 정	지원의 관리
지도 및 전기, 철도, 항공 교통 연구	환경 및 사회 조사 연구
전력, 가스, 전화, 항공 교통 연구	환경 및 사회 조사 연구
철도, 항공 교통 연구	환경 및 사회 조사 연구
환경 및 사회 조사 연구	환경 및 사회 조사 연구
인구 및 사회 조사 연구	환경 및 사회 조사 연구
군사적 이용	환경 및 사회 조사 연구

### II. GIS의 구성

GIS 시스템은 데이터 수집부분, 데이터 저장, 관리, 분석, 디스플레이 부분으로 구성되며 다음과 같다.

#### 1. 데이터 수집 시스템

데이터 입력 대상으로는 기존 지도, 항공사진, 인공위성 데이터, 일반 측량 데이터, 기존의 수치 데이터, 관련 사회 경제적 통계 자료등이 있으며, 입력 방식은 그림 1에서 보여 주고 있다.

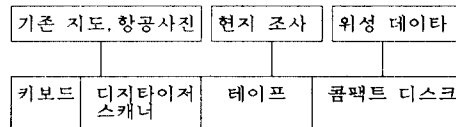


그림 1. 수치 데이터 입력

#### 2. 데이터 저장 및 관리 시스템

데이터는 도형과 비도형으로 대별되며 서로 연관되어 데이터베이스를 구축한다. 도형에 해당되는 그래픽이나 이미지는 방대하여 전체적으로 관리하기 보다는 용도에 맞게 계층을 나누어 관리를 하는 것이 효율적이다.

#### 3. 데이터 출력 시스템

원래의 데이터 베이스나 응용된 정보 및 공간 모델등을 사용자 목적에 따라 지도, 보고서, 사진, 필름, 통계적 그래픽 표시 등으로 출력한다.

### III. 본 론

컴퓨터 발달과 더불어 입력장치 또한 자동화 문제로 상당히 발전을 하고 있으며 이에 대한 응용이 활발하다. 처리 대상으로는 신문, 문서, 도면, 지도 등이 있으며, 이러한 대상으로부터 자동적으로 정보를 추출하여 데이터 베이스화 하려는 연구가 활발하다. [1] 지형 데이터로부터 디지털 수치 데이터를 얻기 위한 수 작업은 일일이 라인을 추적하기 때문에 상당한 시간과 경비가 소요된다. 반면에 스캐너 시스템을 이용하면 디지털 이미지를 자동적으로 얻을 수 있다. 그러나 지형 정보를 손쉽게 디스플레이하며, 정보를 검색하고, 효율적으로 저장하기 위해서는 하나의 속성만을 갖는 계층 이미지가 효과적이지만, 일반적으로 구성하기가 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해 여러 연구가 시도되었는데, 한정된 지도나 항공 사진으로부터 지도 요소를 추출하는 여러가지 테크닉중, 빌딩 추출, 도로 추출, 등고선 추출, 문자-심볼 추출 등이 제안되었다[2-9].

본 연구에서는 지도 데이터로 특징을 추출하여 계층화된 영상을 구성하는 방법을 제안하였으며 전체의 흐름은 지도 데이터 취득, 라인 폭에 대한 라벨링, 세선화, 라인 추적, 특징 추출 및 인식 과정으로 이루어지며 다음과 같다.

#### 1. 지도 데이터의 획득

등고선, 도로, 건물, 철도, 각종 심볼, 숫자 등을 포함한 테스트용 지도를 만들어 이미지 스캐너를 이용하여 300 dpi로 디지털화하여 흑백 이진영상을 얻는다. 입력 지도의 크기는 A4용지와 동일하며 크기는 약 1MB로 행의 크기가 2440, 열의 크기가 3650로 그림이 있는 부분은 1, 공백인 부분은 0이다. 지도 네 귀퉁이에 + 기호가 표시되며 이것은 위도, 경도의 기준점이 된다. 이점을 기준으로 하여 원하는 부분에서의 위도, 경도는 그림1과 그림2의 관계로부터 아래와 같은 식으로 구해진다.

$$P\text{점의 위도} : A = a_2 - (a_2 - a_1) * y / (y_2 - y_1) \quad \text{--- (1)}$$

$$P\text{점의 경도} : B = b_1 + (b_2 - b_1) * x / (x_2 - x_1) \quad \text{--- (2)}$$

여기서  $a_1$ 는 위도,  $b_1$ 는 경도를 나타낸다.

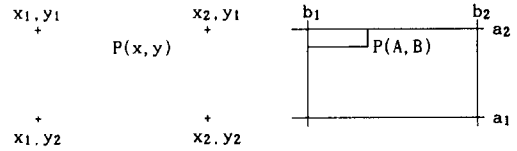


그림 2. 영상 좌표계

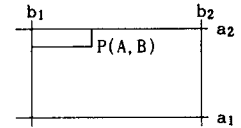


그림 3. 지도 좌표계

#### 가. 심볼 및 숫자, 문자 추출

지도 영상에 나타나는 심볼, 숫자, 문자 등은 등고선, 건물, 도로 등보다 라인의 길이가 작기 때문에 다음의 알고리즘을 통해 전체 영상에서 추출한다.

- 1) 지도 영상에서 한 화소를 선택한다.
- 2) 현재화소  $p(i, j)$ 의 주위에 4 방향에 다른 화소가 있는지 검사하여 있으면 합치는 방법으로 영역을 넓혀나간다.
- 3) 영역의 화소수와 영역을 둘러싸는 최소 사각형의 가로, 세로 길이를 계산한다.
- 4) 영역의 화소수와 최소 사각형의 가로, 세로 길이가 임계값보다 크면 등고선, 건물, 철도, 도로로 이루어진 부분 영상으로 간주하고, 임계값보다 작으면 숫자, 심볼 등으로 간주한다.
- 5) 전체 영상에서 차 영상을 구한다.

#### 나. 라인의 폭

심볼, 문자, 숫자 등을 뺀 차 영상의 모든 라인의 폭을 계산한다. 등고선은 10m, 5m선이 규칙적으로 나타나며, 건물도 그림자 부분과 태양이 비추는 부분에 따라서 다른 라인 폭을 갖기 때문에 그림 4의 방법으로 폭을 계산한다.

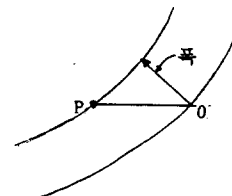


그림 4. 폭을 계산하기 위한 방법

#### 다. 세선화

원 영상 라인의 중심선을 추적하기란 매우 힘들기 때문에 먼저 세선화 과정을 거치게 되는데이 과정은 다음과 같다. 지도 영상의 검은 부분을  $v=0$ , 흰 부분을  $v=1$

이라 하면 그림 3에서 임의의 점 p(0)의 주위의 8개 점 중 v=0인 임의의 점 p(0)의 주위에 위치한 8개의 점 중 v=0인 점이 존재할 때 이 점사이에는 연속성이 존재한다. 점들의 종류를 분류하면 다음과 같다.

고립점: 점 P(0)의 주위에 대하여 4 방향, 또는 8 방향 연속성이 성립

내부점: 점 P(0)의 주위에 대하여 4개가 모두 4 방향 연속성이 성립될 때.

경계점: 점 P(0)의 주위에 대하여 4방향 연속성이 하나 이상 3개 이하 존재 할때.

호점: 점 P(0)에 대하여 한개의 4 방향이 존재하고 반대편 한개의 8 방향 연속성이 존재 할 때.

점 P(0)가 경계점이거나 호점이 아니어야 된다는 2가지 조건을 동시에 만족할 때 점 P(0)를 제거하여도 연속성이 파괴되지 않는다. 위의 방법을 반복하여 등고선의 굵기가 한 화소가 될 때까지 수행한다.

P(1)	P(2)	P(3)
P(8)	P(0)	P(4)
P(7)	P(6)	P(5)

그림 5. 3 \* 3 윈도우

### 라. 건물 추출(Building Extraction)

세선화된 영상의 라인을 추적하기 위해 먼저, 라인의 잔 가치를 없앤다음에 라인을 추적하고 다각형 근사화 과정을 거쳐 라인 세그먼트를 얻고 그 라인 세그먼트 사이의 각도를 구하여  $90 + \alpha$  값이 임계값 이내에 들고 그 횟수가 적어도 2번 이상이며, 원 영상에서 0.4로 라벨링된 라인이 존재하면 건물로 간주한다. 지도에서의 건물표시는 태양때문에 생겨나는 그림자를 고려하여 그림 6과 같이 라인의 두께가 다르게 표시된다. 다각형 근사화 결과의 예는 그림 16에 나타난다.



그림 6. 건물의 형태

### 마. 등고선, 철도, 도로 추출

건물을 추출하면 철도, 도로, 등고선만 남게되며 그

속성들은 아래와 같은 규칙을 기본으로 각 속성을 추출한다.

#### (1) 등고선 라인

규칙 1) 등고선은 5m 간격 마다 그려진다.

규칙 2) 10m 간격의 등고선은 0.2 mm 폭을 가지며, 다른 등고선 라인은 0.1mm 폭을 갖는다.

규칙 3) 2개의 10m 등고선 사이에는 5m 등고선이 4개가 존재한다.

#### (2) 철도

라인과 교차되는 짧은 선이 임계값을 가지고 규칙적으로 나타난다.

#### (3) 도로

2개의 라인 사이의 거리가 임계값이내에 있다.

### 2. 심볼 인식

앞선 과정에서 추출된 심볼들은 이미 가지고 있는 심볼과 템플릿 매칭을 통하여 인식한다. 찾고자하는 패턴과 템플릿 패턴 사이의 유사도 측정함수로서 아래의 식을 사용하며 이 값이 클수록 유사도가 높다.

$$S_i = \frac{\sum |P(r,c) - Q_i(r,c)|}{N} \quad (3)$$

$S_i$  : i번째 템플릿 패턴과의 유사도

$Q_i$  : i번째 템플릿 패턴의 농도치(1:형상, 0:배경)

$P(r,c)$  : (r,c)번째 화소의 농도치

$N$  : 템플릿의 사이즈

입력 패턴과 여러가지 템플릿 패턴간의 유사도를 측정하여 최대값이 어떤 임계값보다 크면 그 템플릿 패턴으로 인식한다.

if  $\max(S_1, S_2, S_3, S_4, \dots) > T$  then P is ith symbol.

### 3. 실험 결과

테스트용 지도로 2 진 영상 취득(그림 7)하고 심볼들을 추출한 영상은 그림 8에 나타나 있으며 원 영상에서 심볼 영상을 제거한 차영상은 그림 9에 보여주고 있다. 차영상에서 건물을 추출하기 위해 세선화 과정을 거쳐 얻은 세선화 영상이 그림 10이다. 건물을 추출한 영상이 그림 11, 그 밖의 철도, 등고선, 도로를 표시하는 라인으로 구성된 영상이 그림 12에 보여주고 있다.

간단하게 등고선과 심볼 등은 겹치지 않도록 테스트 영상을 만들었기 때문에 심볼들이 잘 추출되었다. 실제 지도영상에 적용시킨 결과 심볼과 등고선 라인이 붙어 있는 경우가 많아서 추출률이 떨어졌으며 그림 13, 14, 15에 보여주고 있다. 임의의 지점의 위도, 경도를 얻기 위해 기준점 (+)을 추출하여 그 지점의 임의의 위도, 경도값을 할당하고, 임의의 지점의 위도, 경도치를 식 (1), (2)로부터 구한 결과는 표 2에 보여준다.

인식 부분에서는 추출된 심볼 영상을 탐색하므로 원 영상을 탐색할 때보다 시간이 적게 든다. 테스트 이미지의 심볼의 크기는 40\*30 사이즈로 템플릿매칭을 한 결과 회전된 심볼을 제외하고 인식이 잘되었다. 인식 결과는 표 2에 표시되며 인식률은 90%이다. 실제의 지도 영상에 적용시 심볼은 25\*25 사이즈로 인식결과는 표 3, 4, 5에 표시되며 인식률은 85% 이다.

#### IV. 결론

건물, 등고선, 심볼을 추출하여 원 영상을 3개의 레이어로 구성할 수 있음을 보여주고 있다. 각각의 특징에 대한 여러가지 정보를 데이터 베이스화하여, 각각의 속성들을 독립적으로 보기도하고, 이용자가 의사 결정을 하는데 도움을 주기위해 이러한 레이어를 오버레이할 수 있기 때문에, 본 방법이 효율적이다. 실제 지도 영상은 많은 심볼과 숫자, 문자등이 나타나며 등고선 라인과 붙어 있고 회전되어있기 때문에 전처리 과정과 후처리 과정을 거쳐 추출률을 높여야 한다.

향후 과제로서는 지형정보와 그래픽부분을 통합하여 데이터 베이스를 구축하는 부분, 더 많은 패턴들에 대한 패턴 인식, 숫자 인식을 통한 자동 고도값 할당, 여러 형태의 라인을 분류 인식, 래스터 데이터와 벡터 데이터의 상호 변환을 통한 오버레이 처리 등이 진행되어야 한다.

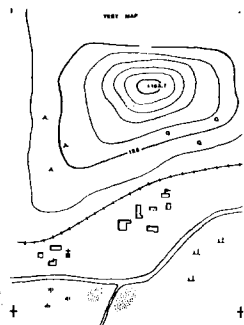


그림 7. 취득 영상

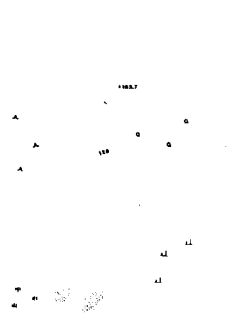


그림 8. 심볼 영상

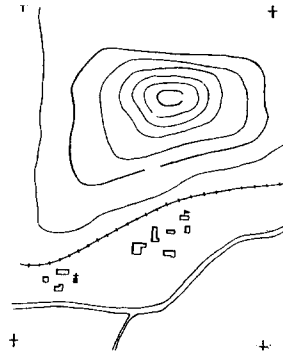


그림 9. 심볼제거 영상

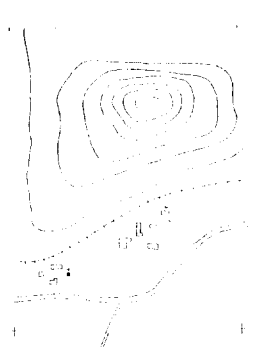


그림 10. 세션화 영상



그림 11. 건물 영상



그림 12. 건물 제거 영상

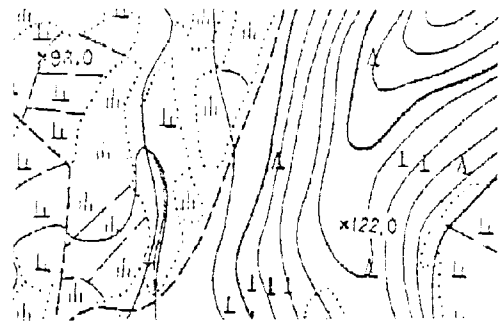


그림 13A. 실제 지도 영상

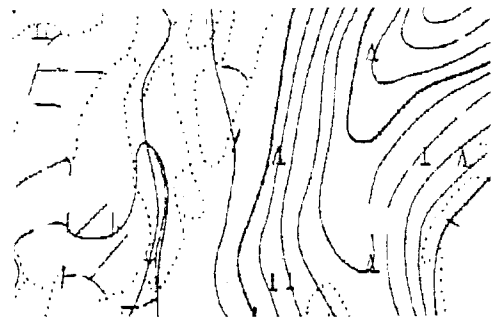


그림 13B. 등고선 영상

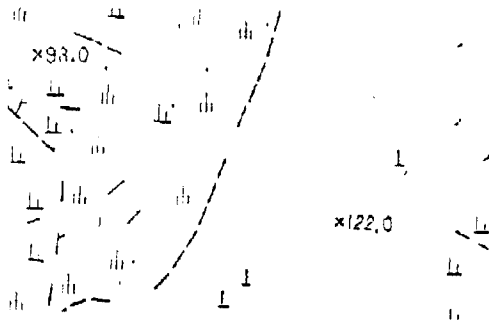


그림 13C. 심볼 영상

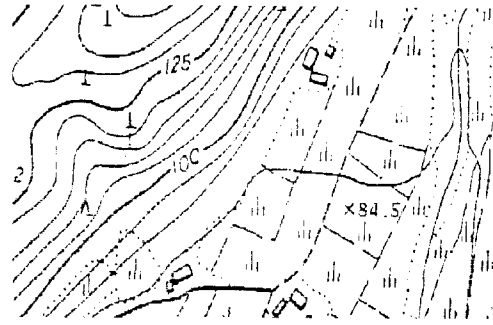


그림 15A. 실제 지도 영상

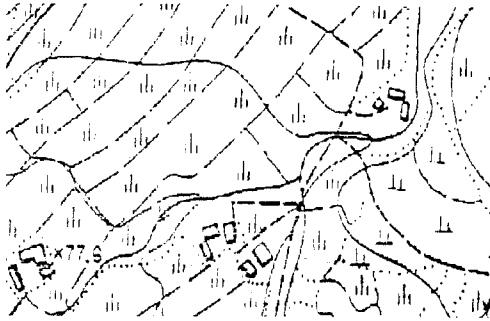


그림 14A. 실제 지도 영상

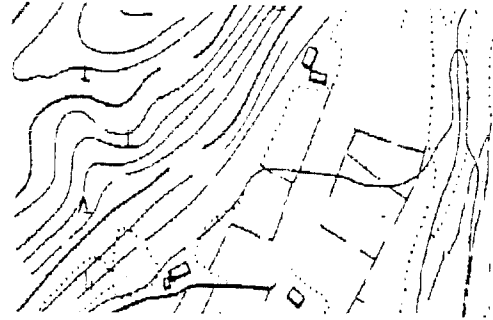


그림 15B. 등고선 영상

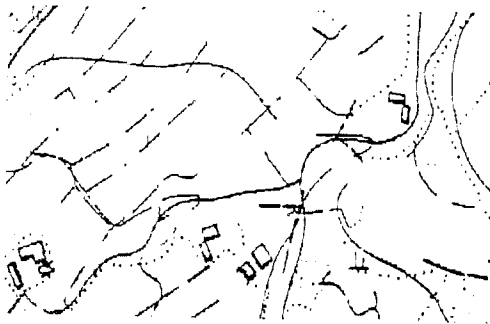


그림 14B. 등고선 영상

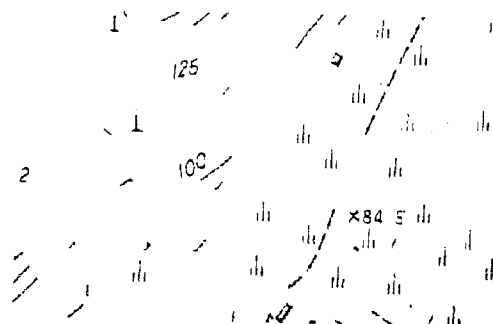


그림 15C. 심볼 영상

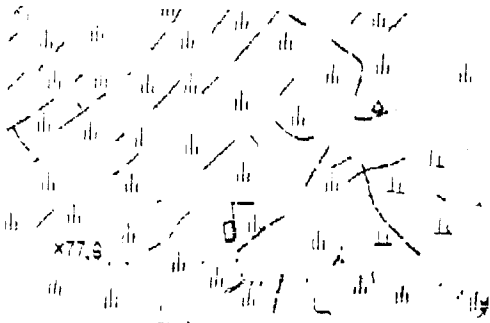


그림 14C. 심볼 영상

표 2. 기준점, 임의점의 영상 좌표와 위도, 경도 값

기 호		영상좌표(x,y)	위도	경도
		왼쪽 상	213 , 332	31.20
	왼쪽 하	213 , 3117	31.15	133.15
	오른쪽 상	2215 , 333	31.20	133.21
	오른쪽 하	2209 , 3125	31.15	133.21
	1	1360 , 1000	31.16793	133.1909
	2	499 , 1431	31.17566	133.1649
	3	1043 , 2145	31.18846	133.1813
	4	538 , 3117	31.20205	133.1662
	5	1793 , 2795	31.20011	133.2038

표 3. 테스트 영상의 인식 데이터

심볼 종류	실험영상에서 갯수	추출갯수	인식갯수
산림수원	3	3	2
농지	3	3	3
도로	3	3	3
수자	15	15	12
수준	1	1	1

표 4. 그림 13A,의 인식 데이터

심볼 종류	실험영상에서 갯수	추출갯수	인식갯수
산림수원	4	0	0
농지	0	0	0
도로	10	9	9
수자	6	3	3
수준	12	11	10
수준	1	1	1
수준	0	0	0
수준	0	0	0
수준	0	0	0
수준	0	0	0
수준	4	4	0

표 5. 그림 14B,의 인식 데이터

심볼 종류	실험영상에서 갯수	추출갯수	인식갯수
산림수원	0	0	0
농지	0	0	0
도로	5	4	4
수자	0	0	0
수준	37	37	34
수준	1	1	1
수준	0	0	0
수준	0	0	0
수준	0	0	0
수준	3	3	0

표 6. 그림 15C,의 인식 데이터

심볼 종류	실험영상에서 갯수	추출갯수	인식갯수
산림수원	1	0	0
농지	0	0	0
도로	0	0	0
수자	4	2	2
수준	22	20	18
수준	1	1	1
수준	0	0	0
수준	0	0	0
수준	0	0	0
수준	10	10	0

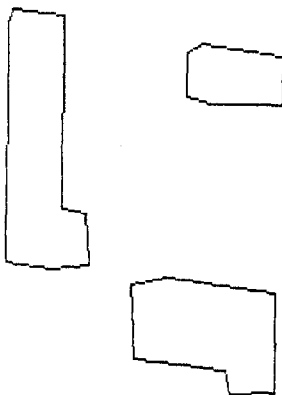


그림 16. 건물 다각형 근사 결과

Reference

[1] G. Nagy et al., Geographic data processing, computing Surves, vol. 11, pp. 139-143, 1979.

[2] H. Misawa et al., "Well-informed geographer: An integrated geographic information system," *NEC Technical Journal* 37, pp. 32-40, 1984 (in Japanese).

[3] H. samet et al., "A geographic information system using quadtrees," *pattern Recognition*, vol. 17, pp. 647-656, 1984.

[4] T. J. Amin and R. kasturi, "Map data processing - Recognition of lines and symbols," *OPT. ENG.*, vol. 26, pp. 354-358, 1987.

[5] M. Eiiri et al., "Automatic recognition of designs and maps," *proc. 7th ICPR*, pp.1296-1305, 1984.

[6] M. Tavakoli et al., "Building and road extraction from aerial photographs," *IEEE Trans. SMC.*, vol. 12, pp. 84-90, 1982.

[7] T. Ougaki et al., "Automatic character extraction for urban maps," *The 29th Annual Convention IPSJ*, 6M-7, 1984 ( in Jpanese ).

[8] T. Agui et al., "Linear feature extraction and description, Compt.," *Graphics Image Process*, vol. 13, pp. 257-270, 1980.

[9] 최관순의, 상용 지도를 이용한 고도 정보 추출에 관한 연구, 제 2 회 신호처리 학술대회, pp. 201-204, 1989.

[10] 최윤철, 지리및 지형정보의 디스플레이를 위한 PC 용artographic System의 설계와 개발, 연세대, 1990.