

# 지도에서 도로와 블록 인식

장 경 식<sup>†</sup> · 김 재 희<sup>††</sup>

## 요 약

이 논문에서는 지도 인식을 위한 새로운 접근 방법을 제안하였다. 한 대상체의 인식결과가 다른 대상체의 인식과정에 미치는 영향이 최소화되도록 대상체들간의 구조적 정보에 대한 계층적 모델을 정의하여 이를 기반으로 인식 및 인식결과의 검증을 수행하였으며, 선들간의 관계들을 정의하여 탐색공간을 줄이며 대상체와 연관된 선을 탐색하였다. 또한 대상체들간의 관계를 이용하여 각 대상체의 인식 결과를 판정하고, 오인식시에는 재인식하도록 하였으며 이 과정에서 인식 알고리즘의 매개변수를 변화시켜 수행함으로써 정확한 인식이 수행되도록 하였다. 결과적으로, 선을 찾는 과정에서 탐색공간을 효과적으로 줄이는 효과를 가져왔으며, 구획을 구성하는 선들이 끊어지는 경우에도 블록과 도로를 정확히 인식하는 결과를 얻을 수 있었다.

## Recognition of Roads and Districts from Maps

Kyung Shik Jang<sup>†</sup> · Jaihie Kim<sup>††</sup>

## ABSTRACT

This paper proposes a new method to recognize map. In order to minimize the ripple effect of one recognition result affecting another, the structural information is represented with a hierarchical model, and the model is used in both the recognition and verification process. Furthermore, lines related to an entity are searched in a reduced search space by defining some relations between lines. When there is a mis-recognition after verification, recognition process will be retried. In the process, the accurate result can be obtained through the change of the parameter values used in the algorithm. As a result, the search space is reduced effectively, and even objects that embody the broken lines and the crossed lines are recognized.

### 1. 서 론

지도를 구성하는 대상체간에는 기본적으로 포함관계가 성립하기 때문에 대상체(entity)간의 관계를 구조적으로 모델링(modeling)하고 이를 이용하여 대상체들을 인식하는 것이 효과적이다. 구획(parcel)은 직선들로 구성된 다각형으로 표현되며, 블록(district)은

인접한 구획들이 모여 표현되고 보도(sidewalk)는 블록의 일부분으로 외곽선(outline)에 해당하고 보도들이 모여 도로를 구성하게 된다. 지도를 인식하기 위한 기존의 연구들은 이러한 관계를 이용하여 지도에 나타나는 정보를 계층적 모델(hierarchical model)로 표현하고 이를 기반으로 인식하였으나 대부분 상향식(bottom up) 방법에 의하여 수행되었다[1, 2, 3, 4]. 이는 지도에 나타나는 기호의 종류가 다양하며 이들간의 겹침 정도가 심하기 때문에 이들을 분리하여 인식하는 것이 매우 어렵기 때문이다.

Dominique[2, 3]는 대상체들을 절차 네트워크(parcel

※ 본 연구는 95년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과임 (과제번호: KOSEF 95-0100-11-01-3).

† 정 회 원: 대우전자 전략기술 제1연구소

†† 정 회 원: 연세대학교 전자공학과

논문접수: 1997년 7월 22일, 심사완료: 1997년 9월 3일

cedural network)를 사용하여 계층적으로 모델링하고 이를 근거로 인식과정을 수행하였다. 계층적 모델에서 가장 낮은 계층의 대상체(lowest level entity)인 구획을 인식하기 위하여 구획의 형태에 대한 규칙을 반영하는 선 추적 기법(line following)을 사용한 후, 이 결과 및 구획과 블록간의 포함 관계를 이용하여 블록을 인식하는 방법을 사용하였다. 이 과정에서 구획 및 블록은 다각형의 형태로 구성되는 성질을 이용하여 연결된 선들간의 각도, 추적한 횟수, 추적방향 및 이전에 추적여부 등과 같은 선들의 연결성에 대한 규칙을 설정하였다. Satoshi[4]는 다각형 형태의 건물(building)을 인식하고 블록의 외곽선을 찾은 후 도로를 인식하였다. 건물을 인식하기 위하여 한 영역(region)을 둘러싸는 선들로서 경계(border)를 정의하고 한 영역을 둘러싸는 내부 경계(hole border)와 한 영역에 의하여 둘러싸인 외부 경계(outer border)로 구분하였으며, 전체 선 성분을 추적하여 내부 경계를 갖는 선분들을 한 폐곡선으로 인식하는 경계 추적(border tracing) 방법을 제시하였다. 폐곡선을 찾은 후 폐곡선의 면적 및 구성 선분들의 길이에 대한 특성을 조사하여 건물을 인식한 후, 이 결과를 이용하여 블록의 외곽선을 찾은 후 도로를 인식하였다. 그러나 이 연구들은 순차적으로 각 대상체를 인식하는 것을 기반으로 하기 때문에 중간 결과가 미인식 되는 경우에는 이후의 과정에서 대상체를 전혀 인식하지 못하게 된다. 또한, 대상체를 구성하는 선을 찾는 방법이 연결된 선들간의 방향성과 같은 지역적인 정보만을 사용하므로 선들간의 결합 정도가 심한 지도에서는 인식 오류가 많이 발생하기 때문에 다른 종류의 지도에 적용시 많은 문제점을 내포하고 있다.

이 논문에서는 지적도(cadastral map)를 대상으로 하여 블록(district), 도로(road)의 인식을 위한 새로운 접근 방법을 제안하였다. 한 대상체의 인식결과가 다른 대상체의 인식과정에 미치는 영향이 최소화되도록 대상체들간의 구조적 정보(structural information)에 대한 계층적 모델을 정의하여 이를 기반으로 인식 및 인식결과의 검증을 수행하였으며, 가장 기본적인 대상체를 찾는 과정에서도 지역적인 정보의 사용을 지양하고 선들간의 관계들을 정의하여 이용함으로써 탐색공간을 줄이며 대상체와 연관된 선을 탐색하였다. 또한 대상체들간의 관계를 이용하여 인식결과를

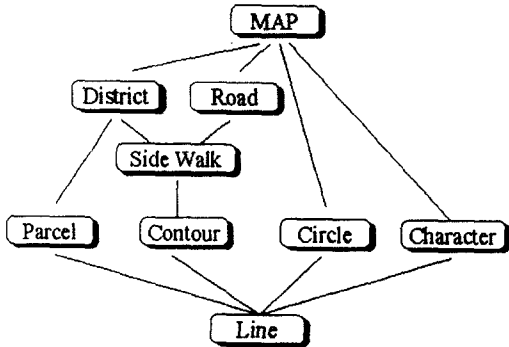
검증하고 오인식시에는 재인식하도록 하였으며 이 과정에서 인식 알고리즘의 매개변수를 변화시켜 수행함으로써 정확한 인식이 수행되도록 하였다. 선을 찾고 블록 및 도로를 인식하는 과정에서, 제한한 직선들간의 관계를 이용함으로써 탐색공간을 효과적으로 줄이는 효과를 가져왔으며, 제한한 모델에 근거하여 구획과 무관하게 블록을 인식하기 때문에 구획을 구성하는 선들이 끊어지는 경우에도 이들로 구성되는 블록을 정확히 인식하는 결과를 얻을 수 있었다.

2절에서는 지도의 구조적 정보를 모델링하고 이를 기반으로 인식하는 방법을 서술하고 3절에서는 선들간의 관계와 대상체들간의 관계를 이용하여 각 대상체를 인식하는 방법을 제시한다. 4절에서는 대상체의 오인식시 매개변수의 변화를 통한 재인식과정을 서술한다.

## 2. 구조적 정보 표현 및 인식 방법

일반적으로 계층적으로 표현되는 대상체를 인식하는 과정은 한 계층에 속한 대상체들을 인식하고 이들간의 관계에 의하여 상위계층의 대상체를 인식하는 방법을 사용한다. 지도를 인식하는 기존의 방법에서도 직선 데이터로부터 구획, 블록, 도로를 순차적으로 인식하는 방법을 사용하지만 가장 기본적인 대상체인 구획을 인식하지 못하는 경우에는 이후의 인식과정에서 블록이나 도로를 전혀 인식하지 못한다. 이에 따라 이 논문에서는 (그림 1)과 같이 대상체들을 4개의 계층(layer)으로 분류하였으며 블록을 구획과 무관하게 직선 데이터로부터 직접 인식하는 방법을 사용하였다. 이 논문에서는 이들 대상체들 중에서 블록(block, district), 보도(sidewalk), 도로(road), 원(circle) 등의 인식을 목표로 정하였다.

이 논문에서 (그림 1)의 계층적 모델에 근거하여 대상체들을 인식하기 위한 인식 방법은 다음과 같다. 입력 지도영상은 이진화[5], 문자제거, 직선 벡터화(vectorization)[6] 과정을 거치며 원은 다른 대상체의 인식을 어렵게 하는 잡음으로 작용하기 때문에 원을 구성하는 선분들을 제거한다. 이후 선들간의 관계를 이용하여 블록의 외곽선과 보도를 인식한 후 도로의 특성 및 선들간의 관계를 이용하여 도로를 인식한다. 대상체들간의 관계를 이용하여 인식 결과가 올바르



(그림 1) 지도의 계층적 모델  
(Fig. 1) A hierarchical model of map

게 되었는지를 판단하고, 잘못된 결과이면 다시 인식을 수행한다. 일반적으로 한 대상체를 인식하기 위하여 사용되는 알고리즘(algorithm)의 매개 변수 값이 바뀌면 다른 결과를 얻을 수 있으며, 이 논문에서도 원을 인식하는 과정에서도 매개변수를 사용하기 때문에 재인식하는 과정에서 원 인식 알고리즘의 매개 변수를 변화시켜 정확한 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 이러한 방법은 영상(image)이 바뀌거나 같은 영상 내에서도 복잡도(complexity)가 달라지더라도 정확한 결과를 얻을 수 있게 한다.

### 3. 선들간의 관계를 이용한 지도 인식

#### 3.1 원의 구조적 정보를 이용한 원 인식

원을 인식하는 과정은 다음과 같은 단계로 이루어진다(그림 2).

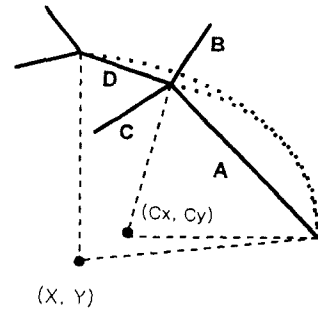
단계 1. 지도상의 실제적인 점들과 직선 벡터간의 차이가 큰 직선(선분 A)을 기준 원호로 정하여 원 영상에서 이 선에 해당하는 실제 점들의 좌표를 이용하여 원의 중심점  $(C_x, C_y)$ 을 구한다.

단계 2. 기준 원호와 연결된 한 직선을 원의 일부분으로 가정하고, 이들로 구성되는 원호의 중심점  $(X, Y)$ 을 구한다. 이때 연결된 직선이 여러 개인 경우(선분 B, C, D)에는 각 직선에 대하여 원호를 구성하고 각 원호의 중심점을 얻는다.

단계 3. 구성한 원호들의 각 중심점과 기준 원호의 중심점간의 거리를 구하고, 이 값이 특정 값이

하인 직선을 원의 일부분으로 선택한다. 이때 여러 선이 선택되면 가장 작은 거리 값을 갖는 선을 원의 일부분으로 정하며 해당하는 선이 없으면 멈춘다.

단계 4. 선택된 선(선분 D)을 기준 원호에 연결하여 새로운 기준 원호로 정하고 위의 단계를 반복 수행한다.



(그림 2) 원 인식 방법  
(Fig. 2) A method to recognize a circle.

직선 벡터화 과정에서 선들은 속성이 단순화되어 방향 등이 변하기 때문에 원을 인식하는 단계에서 사용하는 두 중심점간의 거리에 대한 매개 변수 값에 따라 원 인식 결과는 많은 영향을 받게 된다. 매개 변수 값이 작아지면 방향 변화가 작은 선만을 원의 곡선으로 선택하여 전체 원을 찾지 못하게 되며, 매개 변수 값이 커지게 되면 원을 구성하지 않는 선이 원으로 추출되는 결과가 발생한다. 이는 원을 구성하는 선이 다른 선과 연결되어 작은 길이의 선으로 벡터화되는 과정에서 선의 방향이 변화되기 때문이다. 또한 적절한 매개 변수 값은 각 원마다 다르다. 이 논문에서는 원 인식결과를 검증하여 오인식시에는 중심점간의 거리에 대한 매개변수를 변화시켜 인식함으로써 정확한 인식이 되도록 하였다.

#### 3.2 선분간 관계

선 추출 결과 얻어진 직선들은 아무런 의미 없는 단순한 자료(data)들이기 때문에 선들간의 관계를 규정하고 인식과정에서 이를 기반으로 탐색공간을 줄이는 것은 매우 효과적이다[7, 8]. 이 논문에서는 선들

간의 이웃관계[7]를 이용한 오른쪽 이웃 관계, 왼쪽 이웃 관계와 겹침 관계, 교차관계, 평행관계 및 일직선 관계를 정의하였다.

이웃 관계

두 직선과 두 직선의 끝점을 연결하는 가상 직선으로 구성되는 사변형 내에 다른 직 선을 거치지 않고 두 직선을 직접 연결하는 직선이 존재할 때 두 직선은 이웃 관계를 만족한다.

오른쪽 이웃 관계

한 선분과 이웃 관계를 만족하는 선분 중에서 식 (1)을 만족하는 선분들은 오른쪽 이웃 관계를 만족하는 선분들이다.

왼쪽 이웃 관계

한 선분과 이웃 관계를 만족하는 선분 중에서 식 (2)를 만족하는 선분들은 왼쪽 이웃 관계를 만족하는 선분들이다.

$$Nei_R(I) = \{l_i | l_i \in Nei(I), \theta_i < \theta\} \quad (1)$$

$$Nei_L(I) = \{l_i | l_i \in Nei(I), \theta_i > \theta\} \quad (2)$$

식 (1)과 (2)에서  $Nei(I)$ 은 직선  $l$ 과 이웃관계를 만족하는 직선들의 집합,  $\theta$ 는 기준 직선  $l$ 이  $x$  축과 이루는 각도,  $\theta_i$ 는 좌표축의 원점을 직선  $l$ 의 중점으로 평행이동 시킨 후, 직선  $l$ 과 이웃관계를 만족하는 직선  $l_i$ 의 중점과 직선  $l$ 의 중점을 잇는 직선이  $x$  축과 이루는 각도이다.

겹침 관계

직선  $l_a$ 의 양 끝점 좌표가 각각  $(x_{a1}, y_{a1}), (x_{a2}, y_{a2})$  이고 직선  $l_b$ 의 양 끝점 좌표가 각각  $(x_{b1}, y_{b1}), (x_{b2}, y_{b2})$  일 때, 다음 조건중 하나 이상을 만족하면 두 직선은 겹침 관계를 만족한다.

- 조건 1.  $x_{a1} < x_{b1} < x_{a2}$       조건 2.  $x_{a1} < x_{b2} < x_{a2}$
- 조건 3.  $y_{a1} < y_{b1} < y_{a2}$       조건 4.  $y_{a1} < y_{b2} < y_{a2}$

교차관계

겹침 관계를 만족하는 두 직선이  $f_a(p_{b1}) \times f_a(p_{b2}) < 0$  AND  $f_b(p_{a1}) \times f_b(p_{a2}) < 0$ 를 만족하는 경우, 두 직선은 교차관계가 성립한다.  $p$ 가 2차원상의 점을 나타낼 때,  $f_a(p)=0, f_b(p)=0$ 는 각각 직선  $l_a, l_b$ 의 방정식이며,  $p_{a1}, p_{a2}$ 는 직선  $l_a$ 의 양 끝점을,  $p_{b1}, p_{b2}$ 은 직선  $l_b$ 의 양 끝점을 나타낸다.

평행 관계

두 직선 방향의 차이가 임계치 이내이고 직선의 방향에 수직방향으로 두 직선이 겹침 관계가 성립하면 두 직선은 평행 관계를 만족한다.

일직선관계

두 직선의 방향이 동일하고 두 직선의 끝점을 연결하는 직선의 방향이 기존 두 직선의 방향과 동일하면, 두 직선은 일직선 관계를 만족한다.

**3.3 오른쪽 이웃 관계와 왼쪽 이웃 관계를 이용한 블록 인식**

선들간의 연결성을 이용하여 한 블록만을 고립시킨 경우에 블록의 외곽선을 구성하는 직선들의 일반적인 특성은, 외곽선의 한쪽에만 다른 선들이 존재하고 다른 쪽에는 선들이 존재하지 않는다는 것이다. 따라서 블록의 외곽선을 구성하는 직선들은 식 (3)의 집합  $C$ 에 의하여 나타낼 수 있다.

$$C = \{l_i | ExistEle(Nei_R(l_i)) XOR ExistEle(Nei_L(l_i)) = 1, l_i \in CC\} \quad (3)$$

$$where, ExistEle(A) = \begin{cases} 1 & \text{if } n(A) > 0 \\ 0 & \text{if } n(A) = 0 \end{cases}$$

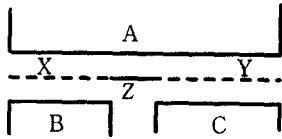
식 (3)에서  $l_i$ 는 한 직선,  $CC$ 는 연결된 선들의 집합을 나타낸다.  $ExistEle(\cdot)$ 는 집합의 공집합 유무를 나타내는 것으로,  $n(A)$ 는 집합  $A$ 의 원소 수를 나타낸다. 이 방법은 블록의 외곽선이 오목한(concave) 부분이나 돌출한 부분에서는 외곽선의 부분을 찾지 못하기 때문에 추출한 외곽선 중에서 한 끝점이 다른 외곽선의 직선과 연결되지 않는 직선에서부터 연결된 직선들을 추적하면서 최종적인 외곽선을 추출하였다. (그림 4(b))는 (그림 4(a))의 입력 지도 영상에서 모든 블록의 외곽선을 찾아낸 후 보도들을 찾은 결과이다.

3.4 평행 관계와 일직선 관계를 이용한 도로 인식

보도는 한 블록을 구성하는 하나의 외곽선을 의미하며, 도로는 평행한 두 보도에 의하여 구성되는 영역으로서 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

도로의 특성

- 특성 1. 도로는 평행한 보도사이에 존재한다.
- 특성 2. 도로는 블록 내부에 고립되어 존재하지 않는다.
- 특성 3. 동일한 방향으로 연속적으로 존재하는 도로의 넓이는 동일하다.
- 특성 4. 도로는 홀로 존재하지 않고 다른 도로와 연결되어 있다.



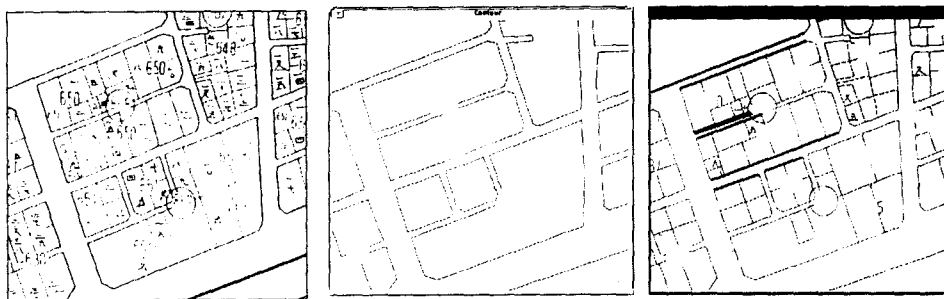
(그림 3) 보도와 도로와의 관계  
(Fig. 3) The relation between roads and sidewalks.

도로의 특성 1을 이용하여 평행 관계를 만족하는 두 개의 보도로 구성되는 부분을 도로로서 인식한다. 특성 1에 의하여 (그림 3)에서 보도 A와 B는 도로 X를, 보도 A와 C는 도로 Y를 구성한다. 도로 Z는 주변에 평행한 보도가 없기 때문에 보도에 의하여 인식할 수 없는 부분으로서 특성 3을 기반으로 도로 X, Y

의 일직선 관계를 이용하여 도로로 인식한다. 이 논문에서는 전자(X, Y)를 보도 연계 도로, 후자(Z)를 연결도로로 정의한다. (그림 4(c))는 한 보도와 평행 관계를 만족하는 보도들을 나타낸 것이며 한 보도와 평행한 보도는 여러 개가 존재하기 때문에 그 중에서 넓이가 가장 작은 한 쌍을 도로로 인식하였다. 이 경우에 블록 내부에 도로들이 생성되기 때문에 각 블록의 외곽선을 시계방향으로 진행할 때 블록 내부의 도로들은 진행하는 선들의 오른쪽에 있다는 성질을 이용하여 도로의 특성 2를 기반으로 오인식 도로로 판단하여 제거하였다. 연결도로는 도로의 특성 3을 이용하여 일직선 관계를 만족하며 도로의 넓이가 동일한 보도 연계 도로들 사이에 생성한다.

3.5 교차관계를 이용한 도로 교차점 인식

이 논문에서는 도로가 만나는 교차점으로서 네 도로가 만나는 사교차점과 세 도로가 만나는 삼교차점 및 주변도로들을 인식하였다. 사교차점의 경우, 연결도로를 나타내는 선분들 중에서 교차 관계를 만족하는 쌍을 구한 후, 두 선분간의 교차점을 사교차점으로 정하고 교차점을 기준으로 2개의 연결도로를 각각 2 등분한다. 삼교차점의 경우에는 연결도로와 한쪽 끝이 다른 도로와 연결되지 않은 보도 연계 도로가 이루는 각도가 수직에 가까운 쌍을 선택하여 보도 연계도로의 연장선과 연결도로와의 교차점이 연결도로 위에 위치하는 쌍을 삼교차점을 구성하는 도로로서 선정한다. 이후, 교차점을 중심으로 연결 도로를 2등



(a) 지도영상 (b) 블록인식결과 (c) 평행관계인 보도들

(그림 4) 블록과 보도의 인식  
(Fig. 4) Recognition of districts and sidewalks.

분하고 교차점과 보도 연계 도로간에 새로운 연결도로를 생성한다. 이후, 오인식 도로를 제거하기 위하여 도로의 특성 4를 이용한다. 즉, 도로는 홀로 존재하지 못하고 다른 도로와 연결되어 존재해야 하기 때문에 교차점을 찾은 후의 과정까지 다른 도로에 연결되지 못한 도로들은 오인식 도로로 판정하여 제거하였다.

**4. 구조적 정보를 이용한 오인식 검출 및 재인식**

기존의 지도인식 방법에 비하여 한 대상체의 인식 결과가 다른 대상체의 인식과정에 미치는 영향을 최소화하도록 지도 정보의 계층적 모델을 구성하였으나 완전히 독립적이지 않기 때문에 원의 인식 결과는 다른 대상체의 인식결과에 영향을 미치게 된다. 이 논문에서는 도로와 블록 및 보도들간의 관계를 이용한 제약조건을 정의함으로써 대상체의 인식결과가 올바른지를 판정하여, 제약조건을 위배시 원 인식 과정에서의 매개 변수를 변화하고 재인식하였다. 매개 변수를 변화시켜 원을 재인식하면 이 전의 결과와는 다른 결과를 얻기 때문에 블록의 인식 결과가 변화하게 되고 이들 새로운 인식 결과를 사용하여 도로망을 인식하게 된다. 이러한 과정은 대상체간의 제약조건이 만족되거나, 매개변수의 최대 값에 도달할 때까지 반복되게 된다.

**4.1 대상체간 제약조건**

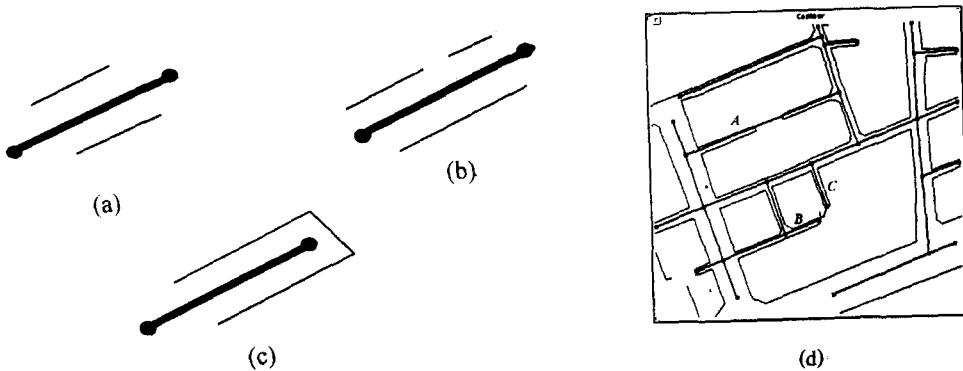
두 도로 교차점 사이에 있는 한 도로는 이웃한 두

블록의 사이에 존재하는 영역이기 때문에 한 도로에는 두 블록에 각각 속하는 두 보도만이 대응되어야 한다. 그러나 이 논문에서 대상으로 선정된 지도는 두 블록 사이에 원이 존재하기 때문에 원을 인식한 결과에 따라 두 블록이 하나로 인식되거나, 두 개의 블록으로 인식되는 경우에도 원이 있던 영역에서는 보도가 잘려지게 된다. 이러한 상황을 고려하여 도로 교차점간의 도로와 블록 및 보도가 갖는 관계를 이용하여 제약조건을 설정하였다.

도로망의 제약조건

- 조건 1. 두 교차점간에 존재하는 한 도로에는 각기 다른 블록에 속하는 2개의 보도가 대응된다.
- 조건 2. 한 도로에 여러 개의 끊어진 보도가 대응되는 경우, 보도들은 2개의 블록에 속하여야 한다. 이때 보도의 끝점은 쌍으로 존재하고 끊어진 두 보도는 일직선 관계를 만족하여야 한다.
- 조건 3. 끝점을 포함하는 도로에 연관되는 보도들은 한 블록에 속하여야 한다. 이때 보도들은 끝점을 포함하지 않아야 한다.

(그림 5)는 제약조건들을 나타낸 것으로, 굵은 선은 도로를, 점은 도로 교차점을, 가는 선은 보도들을 표시한다. (그림 5(a))는 한 도로에 두 보도가 연관된 상태를, (그림 5(b))는 한 도로에 세 보도가 연관되고, 이들 중에서 두 보도는 한 블록에 속하며 일직선 관계를 만족함을 나타낸다. (그림 5(c))는 끝점을 포함하는



(그림 5) 도로와 보도의 관계  
(Fig. 5) Relation between roads and sidewalks.

도로에 여러 개의 보도가 연관되고 하나의 블록에 속하는 상태를 나타낸다. 이러한 제약 조건은 원들을 올바르게 제거하지 못하여 블록들이 정확하게 인식되지 않은 (그림 5(d))의 경우에 세 도로에서 위배가 된다. 두 삼교차점을 연결하는 도로(A)의 경우에 4개의 보도가 연관되고, 이들은 모두 한 블록에 속한다. 또한 삼교차점과 끝점을 연결하는 두 개의 도로(B, C)는 모두 한 블록에 속하는 보도와 연관되었고 이들 보도들은 끊어졌으나 일직선 관계를 만족하지 않는다.

4.2 인식 결과 적합성 판정

인식결과를 판정하는 제약 조건이 매우 엄격하기 때문에 큰 매개변수 값을 사용하여도 제약조건이 충족이 되지 않는 경우가 발생할 수 있다. 이 논문에서는 반복된 각 수행 과정의 결과 중에서 가장 좋은 결과를 얻은 매개변수 값을 사용하여 그 값을 이용한 결과를 최종적인 결과로 나타내었다. 이 논문에서는 최종적인 인식 결과의 적합성을 판정하는 기준으로서 다음과 같은 내용의 경험적인 지식을 사용하였다.

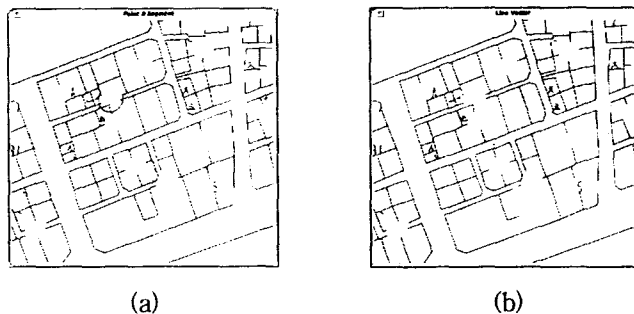
인식결과 적합성 판정 규칙

- 규칙 1. 도로와 연계되지 않은 보도가 적을수록 좋다
- 규칙 2. 도로의 특성 4를 기반으로 도로간의 연결성을 이용하여 잘못된 도로를 판정하는 과정에서 잘못된 도로로 판정된 도로의 수가 많을수록 좋다.
- 규칙 3. 블록을 구성하는 보도들의 길이가 길수록 좋다.

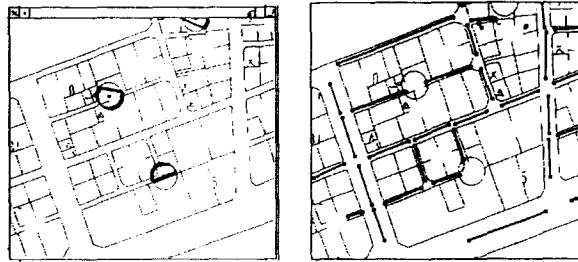
판정 규칙에서 규칙 1과 규칙 2는 보도를 인식하는 과정에서 원 등의 불필요한 성분들을 제거하지 못하는 경우에 대한 규칙이다. 원을 구성하는 선분들로 형성된 보도들은 도로를 생성하지 못하는 불필요한 보도들이며, 규칙 1은 이를 반영하는 규칙이다. 원을 구성하는 선분들이 블록의 중간에서 여러 블록을 연결시켜 오목한 부분이 있는 블록을 생성시키기 때문에 오인식 도로의 일차적인 판정시 블록 내부에의 포함여부를 올바르게 판정하지 못하고 도로의 연결성에 의하여 잘못된 도로를 인식하는 과정에서 많은 오인식 도로를 판정하게 되며, 규칙 2는 이를 반영한 규칙이다. 규칙 3은 매개변수 값을 너무 크게 하여 원 이외의 선분이 제거되어 보도가 없어지는 경우에 대한 규칙이다. 이 논문에서는 각 반복과정마다 도로와 연계되지 않은 보도의 수, 잘못된 도로의 수, 블록을 구성하는 보도들의 길이와 그때의 매개변수 값들을 기억하고, 매개변수의 최대 값에 도달하였을 때에도 제약조건이 충족되지 않으면 이 값들을 사용하여 가장 적합한 결과를 내는 매개변수 값을 선택하고 그 값을 사용한 결과를 최종 결과로 나타내었다.

5. 실험

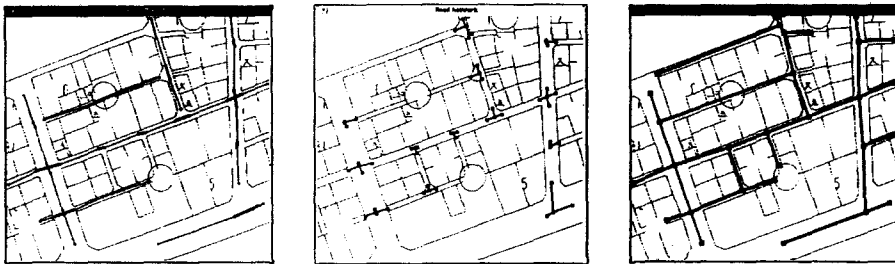
사용한 지도는 지적도이며 축척은 1:3000 이다. 스캐너를 사용하여 300 DPI(dot per inch)의 해상도(resolution), 256 계조도(gray level)로 지적도를 입력하였다. 원을 추출하는 과정에서 사용하는 매개 변수의



(그림 6) 매개 변수 값을 변화시키며 원을 인식한 결과  
(Fig. 6) Results of recognizing circles with different parameter value

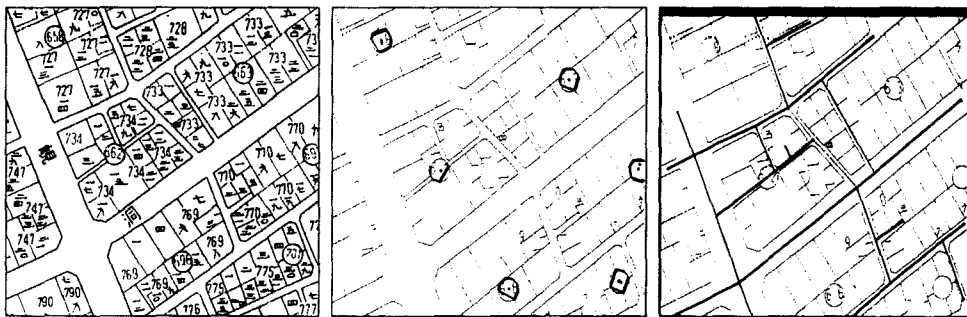


(a) 원 인식 결과 (b) 블록 안의 도로 제거후



(c) 연결도로 추출 (d) 교차점 인식 (e) 최종 인식 도로망

(그림 7) 도로 인식  
(Fig. 7) Recognition of roads.



(a) 지도영상 (b) 원 인식 결과 (c) 도로 인식결과

(그림 8) 인식 결과.  
(Fig. 8) Recognition results.

초기 값을 5로 설정하였으며, 매개 변수 조정을 위하여 10씩 증가시키는 규칙을 사용했으며, 매개 변수의 최대 값은 55로 정하였다. 매개 변수의 초기 값을 사

용했을 때 (그림 6(a))의 결과를 얻었으며 제약조건에 위배되었기 때문에 재인식이 수행된다. 매개변수가 15일 때 원을 인식한 결과와 도로를 인식하는 과정을



나타낸 것이 (그림 7)이다. 이 논문에서 설정한 인식 결과의 적합성에 대한 판정 기준이 **올바르게** 설정되었는가를 조사하기 위하여, 제약조건을 제거하고 여러 매개 변수 값을 사용하여 반복 수행시켜, 이들 중 가장 올바른 결과를 판정하게 한 결과 (그림 7)의 결과를 얻었다. (그림 6(b))는 원 인식시 매개 변수 값이 35일 때 원을 구성하는 선분들을 제거한 결과이며, 블록과 구획의 일부가 손실되었다. (그림 8(b))는 (그림 8(a))의 지도에서 원을 인식한 결과이며, (그림 8(c))는 도로를 인식한 결과이다. 이 지도의 경우에 원을 구성하는 선분간의 각도 변화가 심하고 원을 구성하는 선분의 끊어짐으로 인하여 한 원을 올바르게 인식하지 못하였다.

## 6. 결론

이 논문에서는 지적도를 대상으로 블록과 도로의 인식을 위한 새로운 접근 방법을 제안하였다. 탐색공간을 줄이며 선들을 찾기 위하여 각 선들간에 오른쪽 이웃 관계, 왼쪽 이웃 관계, 평행 관계, 겹침 관계, 교차 관계 등을 정의하였으며, 한 대상체의 인식결과가 다른 대상체의 인식과정에 미치는 영향을 최소화하는 새로운 계층적 모델로 지도 정보를 표현하고 이를 기반으로 인식 과정을 수행하였다. 인식 결과의 검증 후 오 인식이 발생하면 재 수행과정에서 인식 알고리즘의 매개변수를 변화시켜 수행함으로써 정확한 인식이 수행되도록 하였다. 제안한 방법을 사용한 실험 결과, 직선들간의 관계를 이용함으로써 탐색공간을 줄이는 효과를 가져왔으며, 제안한 계층적 모델에 근거하여 전체 지도 정보를 인식함으로써 각 대상체를 정확하게 인식하였다. 또한, 사용하는 알고리즘의 매개변수를 변화시켜 제안한 방법을 사용하지 않은 경우에 올바르게 인식할 수 없는 대상체를 정확히 인식하는 결과를 얻을 수 있었다. 원과 같은 대상체는 다른 종류의 지도에는 나타나지 않지만 이를 제거하기 위하여 대상체간의 구조적 정보를 이용하여 제거하는 방법은 다른 지도에서의 잡음이나 불필요한 대상체를 제거하는 방법으로 사용할 수 있을 것이다. 결과적으로 선들간의 관계 및 대상체의 구조적 정보를 표현한 모델을 기반으로 하는 인식 방법이 지도 인식 문제에 유용하였으며, 제안된 지도 인식 방법은 여타

방법에 비해 보다 다양한 응용 분야에서 활용이 가능하다.

앞으로의 연구과제로는 나머지 대상체인 구획을 인식하고 구획과 다른 대상체간의 관계를 설정하여 인식결과의 정확성을 더욱 높이고 끊어진 선들을 복구하며 대상체를 인식하는 방법도 추진되어야 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] Rangachar Kasturi, Rajesh Raman, Chakravarthy Chennubhotla, and Lawrence O'Gorman, "An Overview of Techniques for Graphics Recognition", Structured Document Image Analysis, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 285-324., 1992.
- [2] Dominique Antoine, Suzanne Collin, and Karl Tombre, "Analysis of Technical Documents: The REDRAW System", Structured Document Image Analysis, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 385-402, 1992.
- [3] Dominique Antoine, "CIPLAN: A Model-Based System with Original Features for Understanding French Plats", Proc. of International Conference on Document Analysis and Recognition, pp. 647-655, 1991.
- [4] Satoshi Suzuki and Toyomichi Yamada, "MARIS: Map Recognition Input System", Pattern Recognition, Vol. 23, No. 8, pp. 919-933, 1990.
- [5] M. T. Musavi, M. V. Shirvaikar, E. Ramanathan and A. R. Nekovei, "A Vision Based Method to Automate Map Processing", Pattern Recognition, Vol. 21, No. 4, pp. 319-326, 1988.
- [6] Nirwan Ansari and Edward J. Delp, "On Detecting Dominant Points", Pattern Recognition, Vol. 24, No. 5, pp. 441-451, 1991.
- [7] Takashi Matsuyama, Hidekazu Arita, and Makoto Nagao, "Structural Matching of Line Drawings Using the Geometric Relationship between Line Segments", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol. 27, pp. 177-194, 1984.
- [8] S. Sblameyko, V. Bereishik, N. Paramonova,

“Vectorization and Representation of Large-Size 2-D Line-Drawing Images”, Journal of Visual Communication and Image Representation, Vol. 5, No. 3, pp. 245-254, September 1994.

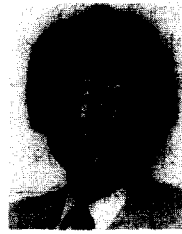


**장 경 식**

- 1989년 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1991년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1996년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1994년~현재 대우전자 전략기술

제1연구소 선임연구원

관심분야: 컴퓨터 비전, 인공지능



**김 재 희**

- 1979년 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1982년~1984년 Case Western Reserve University 전기공학과 공학석사, 공학박사

1984년~현재 연세대학교 전자공학부 전자공학전공 교수

관심분야: 전문가 시스템, 정보융합등의 인공지능과 문자인식, 지도인식, 서명검증, 얼굴인식등의 패턴인식분야