

論文95-32B-11-15

수리 형태론적 연산자를 이용한 도로정보의 특징추출에 관한 연구

(A Study on the Feature Extraction of Roads
Using Morphological Operators)孫振瑀*, 洪基源**, 沈成龍***, 金善一**,
崔太永**, 李幸世**(Jin Woo Sohn, Ki Won Hong, Sung Ryong Sim, Seon Il Kim,
Tae Young Choi, and Haing Sei Lee)

요 약

정보의 다양화와 고도화에 따라 지도 정보 시스템 구축에 대한 요구가 급격히 대두되고 있다. 따라서 수리 형태론을 이용하여 지도 도형의 도로 정보를 추출하는 방법을 제안하였다. 지형도에는 각종화상 정보가 다양하게 중첩 포함되어 있어서 복잡한 정보의 분리 추출과 계층화 및 데이터베이스화등의 처리 과정이 필요하다. 본 논문에서는 화상처리에 일반적으로 사용되는 여러가지 복잡한 기법들을 동원하지 않고 간단한 수리 형태론의 연산자와 형태소를 이용하여 지도상에서 원하는 도로 정보를 추출함으로써 지도 인식의 새 기법을 선 보였고 실험을 통해 응용 가능성을 확인하였다.

Abstract

Maps are one of the most complicated types of drawings. Drawing recognition technology is not yet sophisticated enough for automated map reading. To automatically extract a road map directly from complicated topographical maps, a very sophisticated algorithm is needed, since the image generally involves such complicated patterns as symbols, characters, residential sections, rivers, railroads, etc. This paper proposes a new feature extraction method based on the morphology. We apply this method to extract complete set of road segments from topographical maps. The proposed method successfully extract road segments from various areas.

I. 서 론

컴퓨터를 이용하여 지도를 작성, 데이터 베이스화하여 지도상의 정보를 고도로 이용하는 시스템을 지도정보시스템(GIS: Geographic Information System)

* 正會員, 韓國電子通信研究所
(ETRI)

** 正會員, 亞洲大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng. , Ajou Univ.)

*** 正會員, 大宇高等技術研究所
(IAE)

接受日字: 1994年3月3日, 수정완료일: 1995年11月9日

이라 하며 교통, 행정, 방재, 농업, 마케팅, 자원 개발, 환경 등 여러 가지 방향으로 적용이 고려되고 있다. 그러나 그와 같은 데이터 베이스화 작업은 사람에게 의하는 경우가 대부분을 점하고 있는 것이 현실이다. 이를 위해 엄청난 시간적, 금전적 비용과 노력이 소요되며, 작업자의 부담도 클 뿐만 아니라 입력 오차도 크다. 따라서 컴퓨터로 도면을 읽어서 도면상의 각종 정보를 인식, 이해하는 시스템 개발이 절실히 요구되고 있다.

GIS 라는 용어는 학술적으로 개념과 영역 구분에 이견이 없는 것은 아니지만 포괄적으로 컴퓨터를 이용하여 지도를 제작, 저장, 관리, 분석, 출력하는 것을 총

칭하여 GIS라하고 있다. GIS는 정보화 사회의 여러 종류의 수많은 정보중 특히 자연공간에 위치한 자연적, 인위적인 객체를 표현하는 정보이며 또한, 정보를 수집, 분석하여 그 결과를 디스플레이 하여 인간이 주어진 상황에 알맞게 효율적이고 적절한 의사 결정을 내리도록 지원해주는 시스템이다. 그리고 GIS의 가장 중요한 부분은 공간분석 기능이며 공간정보와 속성정보를 저장하고 처리분석하는 기능으로서 GIS가 다른 정보처리 시스템과 구분되는 한 요소이다.

구체적으로는 3가지로 구분한다. 첫째, 수작업의 지도를 컴퓨터 기술을 이용해 디지털 지도로 만드는 자동 지도 제작 시스템(AMS : Automatic Map manufacturing System)과 둘째, 지형 정보를 가공 해석하여 국토 정보, 도시 정보, 환경 정보, 자원 관리 등의 업무에 이용하는 협의의 지리 정보 시스템(GIS) 그리고 셋째, 시설물의 위치를 기초로 하여 상하수도, 전력, 도로, 통신 설비 등을 관리하기 위한 시설 관리 시스템(FMS : Facility Management System)으로 구분할 수 있다.

당초는 지도제작을 중심으로 시작한 연구가 대부분이었으나 지리 정보 시스템이 다양한 용도로 사용되기 시작하고 주목을 받고 있는 현재는 GIS라는 의미로 변하고 있다.

이는 특히, 목적별 수치의 속성 정보를 지도의 공간적인 위치에 대응해서 관리할 수 있기 때문에 여러 가지 주제의 목적도를 중첩 분석할 수 있고 새로운 목적에 따라 쉽게 지도나 도면을 생성할 수 있어 폭넓은 분야에서 업무 효율을 크게 높일 수 있다. 이처럼 GIS는 국가 정책 및 국민 생활에 획기적인 변화를 수반하기 때문에 선진 외국은 이미 오래 전부터 연구를 거듭해오고 있다. 컴퓨터에서 지도 정보를 최초로 취급한 것은 1950년대 후반 미국에서 조사용으로 개발된 반자동식 방공(防空) 시스템 SAGE(Semi-Automatic Ground Environment)로서 이는 레이더에 표시된 항공기의 위치를 모니터로 표시해주는 시스템이다. 그 후, 연구 목적으로 컴퓨터를 이용하여 지도를 작성하도록 하는 시도는 1950년대 말 미국의 워싱턴 대학에서, 그리고 지도를 이용한 시스템은 1970년대 초에 미국과 캐나다의 행정 기관에서 각각 시작되었다¹²⁾.

주로 지도를 이용하는 분야를 중심으로 하는 연구는 일본으로 1980년대 초경에 일본에서 시작되었다. 현재에는 중요한 기관 등에서 자산, 시설 관리 시스템과 민

간 기업에서의 사업을 위한 마케팅 시스템 등, 다양한 시스템이 개발되어 운용되고 있다¹³⁾.

지도 정보는 손쉽게 입수 가능한 한편, 신뢰성이 높은 데이터 자원이기 때문에 행정 기관과 각종 사업체에서 정책 결정 등에 중요한 자료로 운용되고 있다. 지도 중에는 여러 가지 의미를 가진 기호가 존재하고 있으며 지도에 포함된 많은 정보 중에서 도로 정보는 가장 이용 가치가 높고 중요하다.

지도상에서 도로를 추출하기 위해서는 여러가지의 기법이 필요하지만, 그 중에서도 도로가 직선으로 이루어진 점을 감안하면 직선 성분 추출이 가장 중요한 부분을 차지한다. 이러한 직선 성분 추출을 위해 기존에 여러가지 방법이 사용되었다. 지금까지 사용되어온 방법에는 지도상의 도로가 평행선으로 표기되어 있는 점에 착안하여 선추적에 의해 지도화상 중의 평행선 영역, 즉 평행선 내측 영역을 추출하고, 이를 세선화하여 중심선 벡터화하는 평행선 추출기법¹⁴⁾과 윤곽선 추적기를 이용해서 지도상의 도로접속 관계와 교차점 정보를 횡 및 종 방향으로 추출해서 그래프 구조로서 도로를 추출하는 윤곽선 추적기법¹⁵⁾과 화상간의 수축확장이라는 논리연산을 이용한 수축확장법¹⁹⁾ 등이 있다. 이런 기법을 통한 도로 정보의 자동 추출, 인식에 관한 각각의 유효성이 나타나고 있다^{4,5,6,7,8,9)}. 이러한 기법들은 지도화상이 매우 복잡하여 일률적 적용의 문턱값 설정에 어려움과 처리 시간이 많이 요구된다는 단점이 있다. 반면에 수리 형태론을 이용한 기법¹⁴⁾은 간단한 논리연산자를 이용하기 때문에 처리 시간면에서 큰 장점이 있으나 형태소의 적절한 적용에 고려점도 있다. 이런 점은 추출하고자 하는 도로의 정보를 안다면 쉽게 처리할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 기존의 수리형태론을 이용한 도로정보 추출이 복잡한 과정을 거쳐 도로 정보를 추출하는 점과는 달리 간단한 4개의 방향성 형태소를 구성하여 처리를 하고 각 방향에서 추출된 정보를 합하여 각 방향의 정보를 추출한다. 추출된 지도정보를 이용하여 골격선을 추출하여 도로정보를 추출하였다. 이는 실험을 통하여 그 성능을 평가 하였다.

II. 수리 형태론적 특징 추출 시스템

1. 수리 형태론

수리 형태론(Mathematical Morphology)¹⁰⁾은

G. Matheron의 집합론적 수학의 배경으로 J. Serra가 화상 해석에 적용함으로써 체계화되었으며, S. R. Sternberg, R. M. Haralick 등에 의해 여러 분야로 그 응용 범위가 확대되었으며 이에 따라, 최근 활발한 연구와 실험에 따라 다양한 분야에서 활용되고 있다. 화상 처리 기법중 잡음이 낀 화상의 특징 추출은 중요한 부분이다. 필터링은 전통적으로 선형 시스템과 푸리에 해석을 기초로 한 방법이 신호 및 화상 처리등 많은 분야에서 이용되어 왔는데 이는 구조가 단순한 장점이 있는 반면에 부가되지 않은 잡음이 발생하고 윤곽선을 불분명하게 하며 효과적인 임펄스 잡음의 제거가 어렵다. 이러한 이유로 신호 화상 처리에 비선형 필터가 대두되어 왔으며 이중 비교적 많이 쓰이는 필터가 화상 처리를 위한 집합 이론적인 방법, 즉 수리 형태론에 기반을 둔 모폴로지(morphology) 필터이다.

이는 기존의 다른 필터와는 다르게 화상의 기하학적인 형태를 부분적으로 변화시킨다. 특히 수리 형태론은 화상 정보의 중요한 특징들을 보존하고, 부적절한 것들은 제거하면서 화상을 단순화시키고, 화상이 가지고 있는 기하학적인 정보를 추출하는데 적합하므로 형태 표현에 매우 유용하다.

기본적 형태론적 연산자에는 화상의 밝은 부분을 확장하는 불림(dilation)과 축소하는 녹임(erosion)이 있으며 이들의 조합 형태로서 형태소의 크기 보다 작고 밝은 부분을 제거하는 열림(opening)과 이와는 반대로 형태소(SE : Structuring Element)의 크기 보다 작고 어두운 부분을 제거하는 불림(closing)이 있다.

수리 형태론은 집합론에 의하여 정의될 수 있으며 각 화소의 위치와 그레이 값들은 집합의 원소로 고려될 수 있다. 이처럼 사용되는 형태소에 의해서 크게 영향을 받지만 응용에 따라서 적당한 구조적 형태소를 선택함으로써 2차원 화상 표현에 정보를 보존하는 수단으로 대상 물체의 형태론적 골격이 효과적으로 이용될 수 있다^{[1][11]}. 응용 분야로는 생체의학, 화상처리, 형태분석, 특징추출 및 인식, 비선형 필터링, 잡음제거, 화상향상 등이 있다.

2. 수리 형태론적 연산자^{[1][12]}

1) 녹임 및 불림

가장 기본적인 형태론적 여과기는 녹임과 불림이며 대부분의 형태론적 여과기는 이들의 조합으로 구성된다.

입력신호를 X 로, 창(window)또는 N 차원 평탄(flat) 형태소를 W_n 으로 정의하자. 여기에서 1차원 입력신호를 $X = (x_i, x_{i+1}, \dots)$ 로 표현할 수 있으며, 형태소 W_n 의 크기는 1차원의 경우 $(2n+1)$ 이고 2차원의 경우 $(2n+1) \times (2n+1)$ 으로 정의한다. 그리고 W_n 에 의한 X 의 녹임과 불림을 각각 $X \ominus W_n$ 와 $X \oplus W_n$ 로 표기하면 이들은 다음과 같이 정의된다. 여기서 x 는 W_n 의 원소들을 나타낸다.

$$X \ominus W_n = \{x \mid (W_n)_x \subseteq X\} \quad (1)$$

$$X \oplus W_n = \{x \mid (W_n)_x \cap X \neq \emptyset\} \quad (2)$$

식 (1)은 녹임 과정을 나타낸 것이고 식 (2)는 불림 과정을 나타낸 것이다.

2) 열림 및 불림

녹임과 불림을 조합하여 다음의 열림(opening), $X \cdot W_n$ 과 불림(closing), $X \cdot W_n$ 을 정의할 수 있다.

$$X \cdot W_n = (X \ominus W_n) \oplus W_n \quad (3)$$

$$X \cdot W_n = (X \oplus W_n) \ominus W_n \quad (4)$$

식 (3)에서 알 수 있듯이 열림은 녹임된 결과에 불림하는 과정을 말하며 식(4)의 불림은 이와 반대로 처리함을 알 수 있다.

3) 열림-불임 및 불임-열림

열림과 불임을 조합하여 이루어진 열림-불임(open-close)과 불임-열림(close-open)은 식 (5), (6)과 같이 정의된다.

$$open - close = (X \cdot W_n) \cdot W_n \quad (5)$$

$$close - open = (X \cdot W_n) \cdot W_n \quad (6)$$

식(5)에서 알 수 있듯이 열림-불임은 원영상 X 을 열림한 후 그 결과를 다시 불림하게 되며 불임-열림은 식(6)과 같이 이와 반대로 처리한다.

3. 형태론적 신호 및 화상 처리 과정

형태론적 필터(Morphological Filter)는 이진인 경우와 그레이 스케일(Gray Scale)인 경우에 따라서 SP(Set Processing), FSP(Function Set Processing), 그리고 FP(Function Processing)로 나누어진다. SP는 화상과 형태소가 모두 이진인 경우이고, FSP는 그레이 화상에 형태소는 이진인 경우, FP는 화상과 형태소가 모두 그레이인 경우이다. 본 논문에서

는 이진 형태론적 신호 처리와 골격선 처리 단계를 거쳐 도로정보의 특징 추출 시스템을 구현한다. 수리 형태론적 특징 추출 시스템 흐름도는 그림 1과 같다.

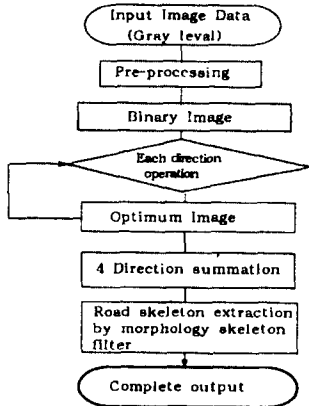


그림 1. 형태론적 시스템의 흐름도
Fig. 1. The flow of morphology system.

1) 이진 형태론적 신호 처리

기본 동작인 녹임, 불림, 열림, 불림, 열림/불림, 그리고 불림/열림에 대한 특성을 1차원 이진 신호를 이용하여 그림 2에서 나타내고 있다. 그림 2

(a)는 1(high)과 0(low)의 값을 갖는 1차원 신호로 1의 값을 가지는 영역에서 Negative-Going Pulse (NGP) 잡음과 0의 값을 가지는 영역에서 Positive-Going Pulse (PGP) 잡음을 포함한 신호이다. 잡음이 섞여 있는 신호에 구형(rectangular shape)의 SE를 적용하여 잡음을 감소 또는 제거하기 위한 기본 형태론적 필터링을 수행할 수 있다. 그림 2(c)와 (d)는 그림 2(b)에 있는 SE를 그림 2(a)에 있는 신호에 적용하여 녹임과 불림을 수행한 결과이다. 그림 2(c)에 있는 녹임의 경우 SE가 좌측에서부터 우측으로 이동하면서 필터링을 할 때 필터링되는 점과 바로 인접한 점들이 1의 값을 가지면서 신호 영역 안에 SE가 포함되면 필터링되는 점은 1의 값으로 주어진다.

그 이외의 점들은 0의 값을 가지게 되어 신호의 폭이 수축되는 효과를 보인다. 그림 2(d)의 불림의 경우, SE가 좌측에서부터 이동하며 필터링할 때 SE 영역 안에 1의 값을 갖는 점이 존재하면 1의 결과를 갖게 되면서 신호폭이 팽창하게 되어 NGP 잡음이 제거된다. 녹임이나 불림에 의해 PGP 또는 NGP 잡음을 제거할 수 있지만 보존되기를 원하는 신호의 다른 부분이 수축 또는 팽창되게 된다.

PGP 또는 NGP 잡음만을 각각 제거하고 신호의 다

른 부분을 그대로 보존하기 위해 녹임과 불림을 연속적으로 사용하는 열림 또는 이들을 역순으로 사용하는 불임을 이용할 수 있다. 그림 2(e)는 열림을 적용한 결과인데 녹임을 적용하여 PGP 잡음은 제거할 수 있었지만 NGP 잡음은 그대로 남아있다.

그림 2(f)는 불임을 보여 주는데 불림 후 녹임을 적용하여 NGP 잡음만 제거된 신호를 재생할 수 있게 된다. 응용에 따라 PGP 잡음과 NGP 잡음 모두를 제거할 필요가 있을 때 열림과 불임을 연속적으로 사용하거나 이를 역순으로 사용하여 잡음이 제거된 신호를 얻을 수 있게 되는데 그림 2(g)는 열림과 불임을 연속적으로 사용해서 얻은 결과이고 그림 2(h)는 불림과 열림을 연속적으로 적용한 결과이다.

응용에 따라서 형태론적 변화도(MG : Morphological Gradient)를 측정하게 되는 경우가 있는데 MG의 추출에 대해서는 이진 화상인 경우 쉽게 설명된다. 그림 2에서 주어진 이진 신호에 대해 잡음 성분에 해당하는 특징만을 추출하고자 할 때, 열림한 결과인 그림 2(e)와 입력신호인 그림 2(a)와의 차이를 구하면 PGP 잡음이 추출되고, 입력신호와 불림한 결과의 차이를 구하면 NGP 잡음을 얻을 수 있다. PGP와 NGP 잡음 모두를 추출하고자 할 때는 두 결과의 합 또는 유니온을 구할 수 있다.

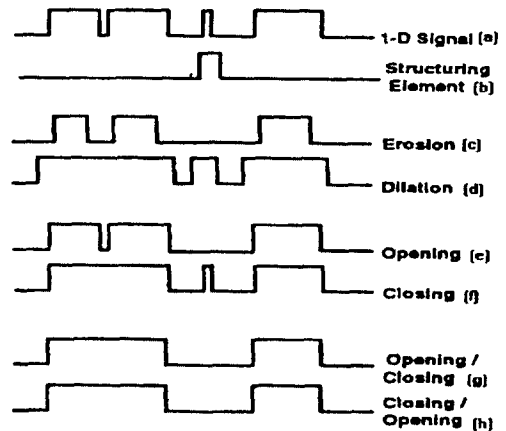


그림 2. 형태론적 신호 처리의 예
Fig. 2. Example of morphology signal processing.

2) 방향성 형태론적 필터링 처리

방향성 필터링의 이용은 필터링 특성을 크게 개선시켜준다. 이는 경계 영역에서는 그 정보를 잘 보존해주고 휘도 값이 동일한 영역에서는 잡음을 최대한 줄여

주기 때문이다. 3 차원 형태소를 이용한 수리 형태론적 필터링은 화상의 번짐(blurring) 현상을 만들기 때문에 이를 극복하고자 방향성 필터링으로 잡영을 효과적으로 제거하면서 동시에 기하학적인 그리고 형태론적인 정보를 보존한다.

그림 3에서의 윈도우와 같은 형식으로 구조적 형태소를 5 x 5로 하여 주어진 화상에 마스크해가며 필터링을 한다. 즉 양쪽 대각선과 가로, 세로 네방향으로 처리함으로써 경계의 방향으로 정보를 추출. 세부 화상을 잘 보존해줄 수 있다.

필터링 방법은 이러한 형태소를 이용. 원 화상에서 처리되는 한 화소를 중심으로 각 방향으로 ±n 만큼 열림, 분임 등을 취하여 처리된 화상을 얻는다. 이렇게 각 방향으로 처리된 화상들은 원 화상에 있는 미세한 정보들이 각 방향으로 강조된다.

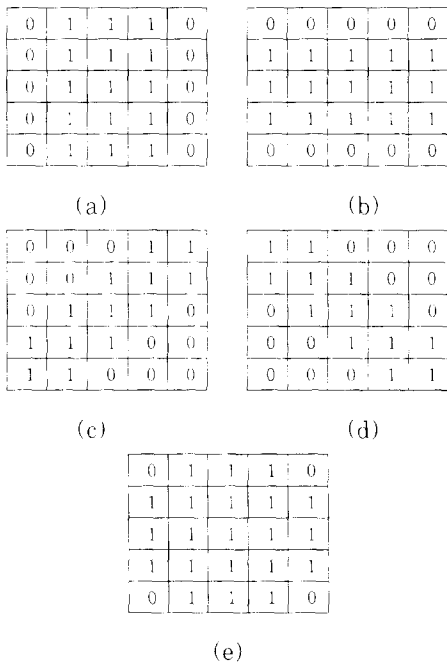


그림 3. 방향성분 추출을 위한 형태소
 (a) 수직 성분 필터(W1) (b) 수평 성분 필터(W2) (c) 우 대각선 성분 필터(W3) (d) 좌 대각선 성분 필터(W4) (e) 원형 필터(W5)

Fig. 3. The Structuring elements for directional component extraction.
 (a) Vertical component filter(W1)
 (b) Horizontal component filter(W2)
 (c) Right sloped component filter(W3)
 (d) Left sloped component filter(W4)
 (e) Circular filter(W5)

3) 수리 형태론적 골격선^[13]

수리 형태론적 골격은 원 화상(X)을 열림 연산한 다음 원 화상과의 집합의 차(set difference)를 구한 후, 골격들의 부분 집합인 Sn이 식(2-7)을 통해 차례로 구해진다. 본 논문에서 사용된 구성 형태소는 3x3으로 하였다. 기존의 골격선은 부분 골격선(Sn(X))의 합집합으로 구성되어지며 이진 화상을 X라하고 이진 형태소를 B라 하면 골격선은 B에 의한 녹임과 열림에 의해 다음과 같이 정의된다.

$$S_n(X) = (X \ominus nB) - [(X \ominus nB) \cdot B] \quad (7)$$

$$SK(X) = \bigcup_{n=0}^N S_n(X) \quad (8)$$

단, $N = \max \{n | (X \ominus nB) \neq 0\}$

이 식에서, $nB = B \oplus B \oplus B \dots \oplus B$ (n번)로 표현할 수 있으며 “-”는 차집합을 의미한다. 또한, N은 X를 nB형태소로 녹임한 결과가 공집합이 아닌 최대 정수를 의미한다. 물체 표현을 하는데 있어서 물체의 골격을 구해 그 골격점의 위치 정보를 이용할 수 있으며 골격은 물체의 중요한 특징으로 이용될 수 있다. 골격은 수리 형태론을 이용하여 쉽게 구할 수 있으며 구성 형태소의 모양과 원점(origin)의 위치에 따라 각기 다른 골격이 구해진다. 대표적인 구성은 그림 4와 같다.

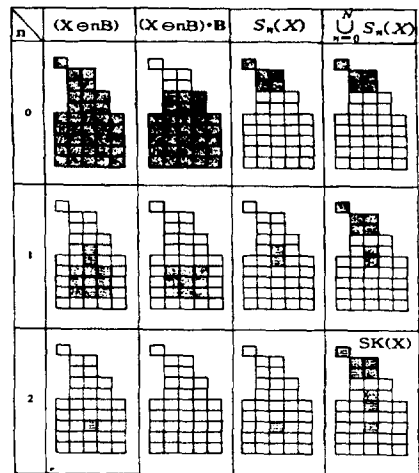


그림 4. 수리 형태론 골격선 처리 구성 예
 Fig. 4. An example of the implementation of skeleton.

III. 실험 및 결과

본 논문에서 제안된 방법을 실험적으로 보이기 위해

실제 지형도를 적용하여 실험에 사용하였고, 지형도로는 대덕연구 단지의 가정동 지역과 군포시 금정동 지역을 대상으로 추출한 결과이다. 실험에 사용한 도로는 대한민국 건설부 국립지리원 발행 2만 5천분의 1 지형도를 사용하였다. 지형도로는 해상도 400 dpi의 이미지 스캐너로 다치 화상을 읽어, 이치화를 실시하여 실험에 사용하였다. 화상의 사이즈는 256×256 화소의 크기이다.

실험에서는 방향성 형태소를 이용하여 각 방향의 성분 추출을 위해 열림을 실시하게 된다. 실험에 사용된 지형도에 나타나는 도로의 두께는 각각의 도로에 대한 pixel 수를 계산하여 각 도로의 두께로 결정하였다. 이 과정에서 도로의 두께가 5~7 pels인 경우는 n=2 회 실시하고, 도로의 두께가 10~15 pels 인 경우에는 n=4 회 실시하게 된다. 여기서 n의 의미는 방향성 형태소의 크기가 원래의 형태소의 n배 만큼 다시 재구성

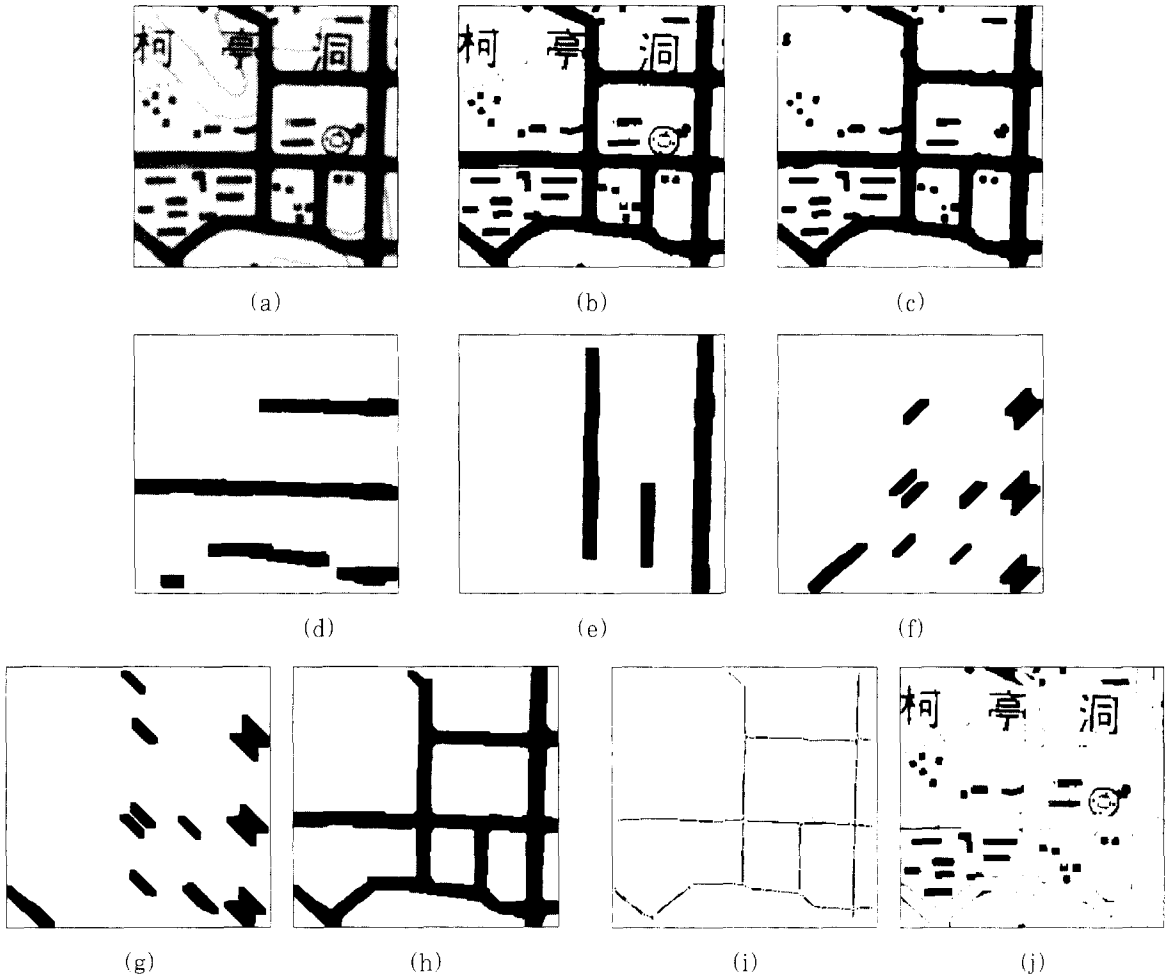


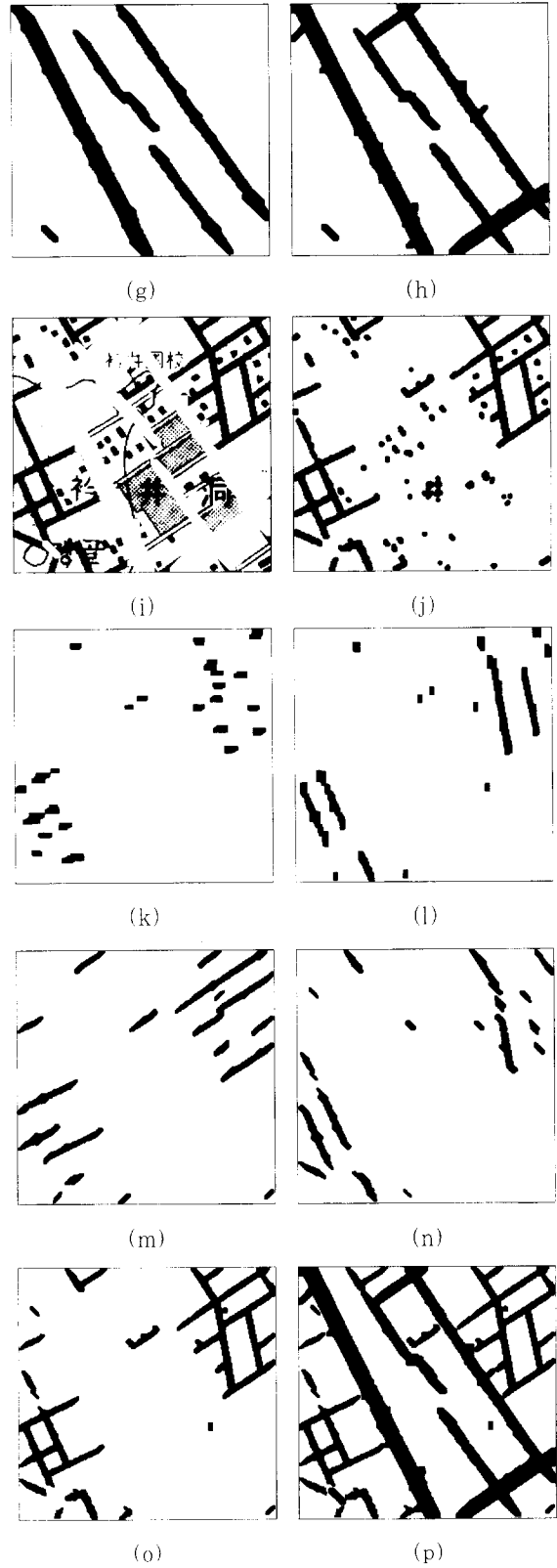
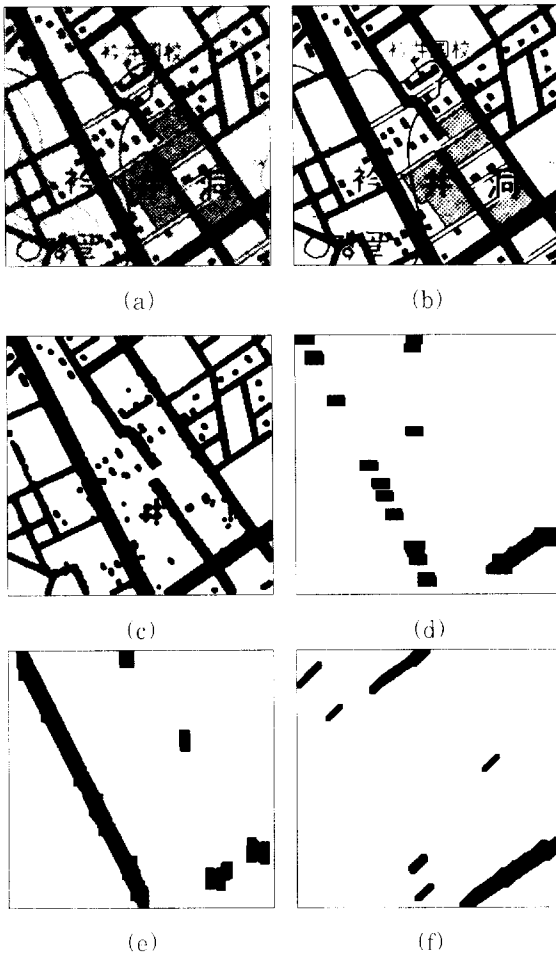
그림 5. 도로 특징 추출 결과(가정동)

(a) 원 지도 영상 (b) 이치 지도 영상 (c) 잡영이 제거된 지도 영상 (d) 수평 성분 추출 (e) 수직 성분 추출 (f) 오른쪽 경사 성분 추출 (g) 왼쪽 경사 성분 추출 (h) 추출된 각 성분의 합 (i) 도로의 골격선 추출 (j) 도로가 제거된 지도 영상

Fig. 5. Experimental results of road extraction(Gajungdong).

(a) Original map image (b) Binary map image (c) Noise canceled map image (d) Extraction of horizontal components (e) Extraction of vertical components (f) Extraction of right sloped components (g) Extraction of left sloped components (h)Summation of extracted each components (i) Extraction of skeleton of road (j) Road canceled map image

되어 방향성 형태소를 만든다는 의미이다. 이러한 방법을 이용한 지도상의 도로 추출은 그림 5와 6에 보였다. 그림 5의 (a)는 가정동 지도의 일부로서 (b)와 같이 이치화하여 W5(그림 3의 (e))와 같은 형태소로 열림을 1회 실시하면 도로 정보가 아닌 잡영이 제거된 영상이 그림 5의 (c)와 같이 얻어진다. 이 영상에 W2(그림 3의 (b))와 같은 형태소로 열림을 4회 실시하면($n=4$) 도로의 수평 성분이 검출된 그림 5의 (d)와 같은 영상이 얻어진다. W1(그림 3의 (a))과 같은 형태소로 열림을 4회 실시하면 수직 성분이 검출된 그림 5의 (e)와 같은 영상을 얻을 수 있다. 오른쪽 경사 성분을 추출하려면 W3(그림 3의 (c))와 같은 형태소로 열림을 실시하고(그림 5의 (f)) 왼쪽 경사 성분에는 W4(그림 3의 (d))를 사용한다(그림 5의 (g)). 각 방향으로 추출된 성분을 합하면 그림 5의 (h)와 같이 도로 성분만 추출할 수 있다. 여기에 식(8)을 적용



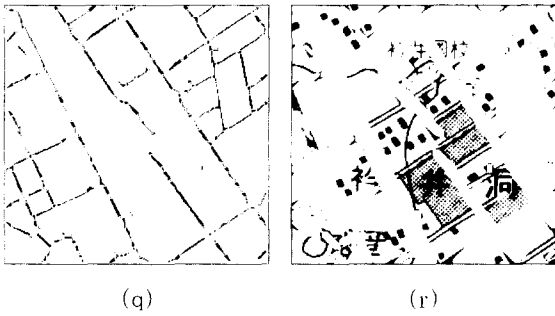


그림 6. 도로 특징 추출 결과(금정동)
 (a) 원 지도 영상 (b) 이치 지도 영상 (c) 잡영이 제거된 지도 영상 (d) 수평 성분 추출 (n=4) (e) 수직 성분 추출 (n=4) (f) 오른쪽 경사 성분 추출 (n=4) (g) 왼쪽 경사 성분 추출 (n=4) (h) 추출된 각 성분의 합 (i) 큰 도로가 제거된 지도 영상 (j) 잡영이 제거된 지도 영상 (k) 수평 성분 추출 (n=2) (l) 수직 성분 추출 (n=2) (m) 오른쪽 경사 성분 추출 (n=2) (n) 왼쪽 경사 성분 추출 (n=2) (o) 추출된 각 성분의 합 (p) 큰 도로와 작은 도로의 합 (q) 도로의 골격선 추출 (r) 도로가 제거된 영상

Fig. 6. Experimental results of road extraction(Gumjungdong).

(a) Original map image (b) Binary map image (c) Noise canceled map image (d) Extraction of horizontal components (n=4) (e) Extraction of vertical components (n=4) (f) Extraction of right sloped components (n=4) (g) Extraction of left sloped components (n=4) (h) Summation of extracted each components (i) Large road canceled map image (j) Noise canceled map image (k) Extraction of horizontal components (n=2) (l) Extraction of vertical components (n=2) (m) Extraction of right sloped components (n=2) (n) Extraction of left sloped components (n=2) (o) Summation of extracted each components (p) Summation of large road and small road (q) Extraction of skeleton of road (r) Road canceled map image

시켜 골격선을 그림 5의 (i)와 같이 구할 수 있다. 그림 5의 (j)는 이치화된 지도 영상에서 추출된 도로 영상을 제거한 영상이다. 이상의 결과를 살펴보면 단순한 형태소를 이용해 필요로 하는 도로 정보를 추출하고 나머지 데이터는 제거됨을 알 수 있다.

그림 6은 금정동 지도의 결과로서 큰 도로와 작은 도로가 혼합된 지도인데 지도의 이치화상으로 부터 큰 도로를 먼저 추출하고 큰 도로가 추출되고 남은 지도

영상에서 열림의 횟수를 달리 지정하여 작은 도로를 추출하는 과정과 그 결과를 보여주고 있다. 사용된 방법은 가동동 지도와 동일하나 형태소의 적용 횟수가 도로의 크기에 따라 달리 지정되었다. 그림 6의 결과로부터 형태소의 적용 횟수에 따라 원하는 크기의 도로만을 따로 추출할 수 있고 그들을 합성하면 전체 도로 정보도 추출할 수 있음을 알 수 있어서 형태론적 연산자의 효율성을 유추할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 도로정보의 특징 추출에 대하여 수리 형태학적 특징 추출 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템을 이용하여 실제의 지형도에 적용하여 지도에서 도로망의 추출을 시도하였다. 실험 결과 수리 형태론의 알고리즘이 단순하여 처리 속도가 빠르고, 직선 추출에서 우수한 성능을 보였다. 또한 지도상에서 도로망의 자동 추출이라는 그 가능성과 유효성을 확인할 수 있었다.

지도에서 도로와 글씨 그리고 기호등은 일반적인 영상과는 달리 규격화된 크기를 갖고 있으므로 형태소의 크기 및 적용 횟수를 잘 조절하면 해당 지도에 가장 적절한 도로 정보 추출을 단순한 형태론적 방법을 이용하여 쉽게 처리할 수 있다. 그러나 실험 결과 연결된 도로가 일부 끊어지는 등의 문제점도 발견할 수 있어서 형태소의 보완 및 후처리등의 방법으로 이를 극복하여야 할 것이다.

지도정보 처리 시스템에 관한 연구는 지도의 구조적인 특성을 잘 반영하는 양질의 정보와 공간 분석 기능, 각 조건을 검색하는 능력등의 완벽한 시스템을 위해 계속적이고 다각적인 실험과 연구가 필요하고, 또한 수리 형태론의 응용과 보완에 관한 연구가 계속 진행되어야 하겠다.

참 고 문 헌

[1] 山川修三, "Computer Mapping," 情報處理, Vol. 29, No. 10, pp. 1155-1159, 1988.
 [2] 鎌田清彦, 地圖情報 System, 日刊工業新聞社, 1989.
 [3] 松鳴整, 嶋田茂, "地圖情報 System," 電子情報通信學會誌, Vol. 71, No. 3, pp. 298-300.

1988. 3.
- [4] 宮武孝文, 松島整, 江九正員, “平行線抽出手法を用いた 地図からの 道路情報自動抽出,” 信學論(D), Vol. J68-D, No. 2, pp. 153-160, 1985. 2.
- [5] 中嶋正之, 安居院猛, “市街化地圖に 對する Parallel Vector Trace を用いた Graph 構造解析,” 電子情報通信學會論文誌(D), Vol. J67-D, No. 12, pp. 1419-1426, 1984. 12.
- [6] 長尾智晴, 安居院猛, “地形畫像からの 道路網 Vector 抽出手法,” 信學技報, Vol. PRU87-35, pp. 59-68, 1987.
- [7] 長尾智晴, 安居院猛, “スキップスキャン 法による 1/25,000 地形圖からの 平行線狀道路 の 自動抽出,” 電子情報通信學會論文誌(D-II), pp. 1627-1634, 1989. 10.
- [8] 山田博三, 山本和彦, “方向特徴場の 方向性並列演算MAP法による 地形圖の 特徴抽出,” 情報處理學會論文誌, Vol. 31, No. 6, pp. 832-839, 1990. 6.
- [9] 山田博三, 山本和彦, “MAP(Multi-Angled Parallel)演算 MAP法による 地形圖からの 特徴抽出の 高度化と 高速化,” 電子情報通信學會論文誌(D-II), Vol. J74-D-II, No. 1, pp. 45-53, 1991. 1.
- [10] J. Serra, *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Academic Press, Inc., 1992.
- [11] L. Ji and J. Piper, “Fast Homotopy Preserving Skeletons Using Mathematical Morphology,” *IEEE Trans. Patt. Anal. Machine Intell.*, Vol. 14, No. 6, pp. 653-664, June 1992.
- [12] Charles R. Giardina, Edward R. Dougherty, *Morphological Methods in Image and Signal Processing*, Prentice-Hall, 1987.
- [13] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.
- [14] Hiromitsu Yamada, Kazuhiko Yamamoto, Katsumi Hosokawa, “Directional Mathematical Morphology and Reformalized Hough Transformation for the Analysis of Topographic Maps,” *IEEE Trans. Patt. Anal. Machine Intell.*, Vol. 15, No. 4, pp.380-387, April 1993.

 저 자 소 개

孫 振 瓊(正會員) 第 32卷 B編 第 1 號 參照
 현재 한국전자통신연구소 근무

洪 基 源(正會員)
 1994년 2월 아주대학교 전자공학과(학사). 1994년 3월 ~ 현재 아주대학교 전자공학과 석사과정

沈 成 龍(正會員)
 1990년 2월 아주대학교 전자공학과(학사). 1995년 2월 아주대학교 전자공학과(석사). 1995년 3월 ~ 현재 대우고등기술원 근무

金 善 一(正會員)
 1983년 2월 아주대학교 전자공학과(학사). 1985년 2월 아주대학교 전자공학과(석사). 1994년 2월 아주대학교 전자공학과 박사과정 수료. 1985년 3월 ~ 1990년 8월 한국기계연구소 근무. 1990년 8월 ~ 현재 거제전문대 전자과 조교수

崔 太 永(正會員) 第 32卷 B編 第 6 號 參照
 현재 아주대학교 전자공학과 교수

李 幸 世(正會員) 第 32卷 B編 第 1 號 參照
 현재 아주대학교 전자공학과 교수