

# 칼라지도영상에서의 벡터링 영역 추출 방법

김성영<sup>\*</sup>, 유윤주<sup>\*\*</sup>, 한영미<sup>\*\*</sup>, 허봉식<sup>\*\*\*</sup>, 김민환<sup>\*\*</sup>  
<sup>\*</sup> 창원전문대학 멀티미디어과  
<sup>\*\*</sup> 부산대학교 컴퓨터공학과  
<sup>\*\*\*</sup> 동의공업대학 영상정보처리학과

## Extraction of Vectoring Regions in Color Map Image

Sung-Young Kim<sup>\*</sup>, Yun-Ju Yu<sup>\*\*</sup>, Young-Mi Han<sup>\*\*</sup>, Pong-Sik Ho<sup>\*\*\*</sup>, Min-Hwan Kim<sup>\*\*</sup>  
<sup>\*</sup> Dept. of Multimedia, Changwon Junior College  
<sup>\*\*</sup> Dept. of Computer Engineering, Pusan National University  
<sup>\*\*\*</sup> Dept. of Image Processing, Dongeui Institute of Technology

### 요약

본 논문에서는 칼라지도영상으로부터 GIS의 벡터링 과정에 사용할 벡터링 영역(도로, 해안선, 등고선 등)을 추출하는 방법에 대해 연구하였다. 입력영상으로 트루칼라영상을 사용할 경우 추출 영역의 칼라가 비교적 균일하게 분포되지만 데이터량이 방대하여 처리에 어려움이 있어 현실적이지 못하므로 이를 양자화하여 256 칼라영상으로 변환한 후 사용할 수 있도록 하였다. 추출 단계에서는 Lab 칼라공간에서 Mahalanobis 거리 및 방향성 마스크를 사용하여 다양한 칼라 분포를 흡수할 수 있도록 하여 배경 영역을 배제하면서 연결성이 있는 추출 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 그리고 추출된 결과를 원영상과 중첩해 보면서 기호, 문자 등의 요소로 인해 끊어진 영역이나 추출시 발생하는 피할 수 없는 잡음을 편집하여 제거할 수 있는 기능을 제공하였다. 추출된 결과는 벡터링 작업에 직접 사용 가능한 형태로 추출되도록 하였는데 실제 벡터링 작업에 다양한 추출 영역을 사용해 봄으로써 이를 검증하였다.

### 1. 서론

앞으로는 멀티미디어 발달과 컴퓨터의 보편적인 보급으로 인해 화물 운송, 도로 안내 및 도로 교육 시스템 등의 다양한 소규모 지형정보 응용시스템의 구축이 활성화 될 것으로 기대된다. 그런데, 지형정보시스템(GIS)에서 가장 많은 시간과 비용이 요구되는 부분은 지도의 수치화 작업이다[1]. 기존에 구축된 수치지도를 사용할 수 있으면 좋지만 아직까지는 구축된 수치지도가 일부 지역에만 국한되어 있고 제작된 수치지도를 구하는 것이 힘들다. 따라서 수치지도의 작성을 위해 칼라지도를 입력으로 사용할 수 있다면 적은 비용으로 용이하게 구축작업이 가능할 것이다.

지도의 수치화 작업은 벡터링 과정을 거치게 된다. 그런데 현재까지 개발된 벡터링 도구들은 칼라 지도를 분석하고 처리하는 능력에 한계가 있으므로 칼라 지도로부터 벡터링할 영역들을 사전에 추출하여 분리하는 작업이 선행되어야 한다. 이때 추출된 결과는 벡터링 작업에 직접 이용할 수 있도록 양질의 데이터이어야 한다.

이에 본 논문에서는 칼라지도영상으로부터 벡터링 작업에 직접 사용이 가능한 벡터링 영역 추출 방법을 연구하였다. 입력 영상으로는 16 및 256 칼라영상을 사용하여 트루칼라영상과 유사한 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 추출 단계에서는 Lab 칼라공간에서 Mahalanobis 거리 및 방향성 마스크를 사용하여 다양한 칼라 분포를 흡수할 수 있도록 하여 배경 영역

을 배제하면서 연결성이 있는 추출 결과를 얻을 수 있도록 하였다. RGB 칼라 공간에서 Lab 칼라 공간으로 변환하기 위해 3D lookup table을 사용함으로써 변환시간을 단축하여 전체적인 추출 시간을 향상시켰다. 추출된 결과는 원영상과 중첩해 보면서 편집할 수 있는 기능을 제공함으로써 기호 및 문자 등으로 인해 끊겨진 부분 및 추출시에 발생된 잡영을 정확하게 복원할 수 있도록 하였다.

## 2. 벡터링 영역 추출

### 2-1. 칼라지도영상의 특성

칼라지도는 헤프토닝(halftoning) 기법을 사용하여 인쇄되므로 추출될 영역은 큰 편차의 칼라 분포를 나타낸다. 또한 인쇄의 부정확성 및 스캐닝 단계의 광학적인 효과로 인해 영역의 경계가 불명확하며 특히 가는 선은 다양한 칼라 패턴으로 나타난다. 단색으로 보이는 영역이라 할지라도 확대하여 살펴보면 다양한 칼라의 조합으로 구성되어 있는 것을 확인할 수 있다(그림 1). 따라서 추출 단계에서는 이와 같이 다양한 칼라 분포를 흡수할 수 있어야만 원하는 추출 결과를 얻을 수 있다.

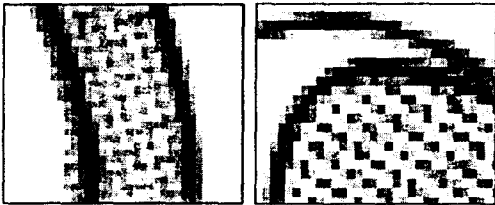


그림 1. 벡터링 영역의 칼라 분포 특성

트루칼라영상에서는 추출할 영역을 구성하는 칼라의 분포가 비교적 균일하게 나타나므로 영역 추출 작업에는 가장 적합한 입력 영상이다. 그러나 트루칼라영상은 데이터량이 방대하여 현재 사용할 수 있는 보편적인 컴퓨팅 능력으로는 데이터를 처리하는데 많은 부담과 어려움이 따르게 되므로 작업 환경의 제약이 따른다. A4 크기의 영상인 경우 트루칼라영상은 약 25.6MB, 256 칼라영상은 8.5MB, 그리고 16 칼라영상인 경우에는 4.3MB 정도이다. 따라서 작업할 영상의 크기가 큰 경우에는 256 칼라모드에서도 추출 작업이 가능해야 한다. 데이터량을 줄일 수 있는 방법으로 스캐닝 해상도를 낮추는 경우를 고려할 수 있다. 하지만 해상도를 300 DPI 이하로 스캐닝하게 되면 데이터의 정확도에 문제가 발생할 수 있으며 해안선이나 등고선 등과 같이 가는 선으로 표

현되어 있는 영역의 경우에는 영역 구성 화소가 너무 다양화되어 추출 작업이 불가능할 수도 있다. 따라서 입력 영상의 해상도를 줄이는 방법보다는 칼라수를 줄임으로써 데이터량을 감소시켜 입력 영상으로 사용하는 방법이 적절하다.

그런데 스캐닝할 때 칼라지도를 256 칼라로 스캐닝하면 스캐닝시에 발생하는 잡영 및 칼라왜곡으로 인해 영역이 다양한 칼라로 나타나게 되므로 추출 작업이 어려워진다(그림 2(c)). 하지만 트루칼라로 스캐닝된 데이터를 칼라 양자화(color quantization) 방법으로 양자화하여 칼라수를 줄이면 트루칼라영상과 어느 정도 유사하게 균일한 칼라분포를 갖는 256 칼라영상으로 변환할 수 있다(그림 2(b)). 따라서, 본 논문에서는 우선 트루칼라영상을 256 칼라영상으로 양자화한 후 영역 추출할 수 있도록 함으로써 다루어야 할 데이터를 줄이면서 트루칼라영상을 사용했을 때와 유사한 영역 추출 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 입력 영상이 아주 단순한 경우에는 16 칼라영상으로 변환하여 사용할 수 있지만 추출 영역의 칼라 다양성으로 인해 대체적으로 256 칼라영상 대상으로 추출 작업이 수행된다.

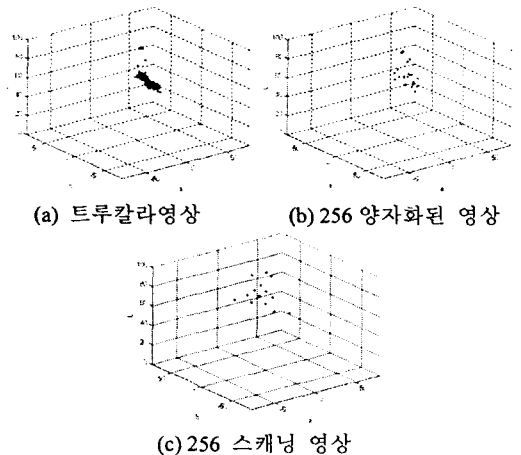


그림 2. 칼라모드에 따른 칼라 균일도 비교

트루칼라영상을 양자화하는 방법은 Diversity Algorithm, Median Cut, Variance-Based, Octree 등의 pre-clustering algorithm 과 Local K-means algorithm, Kohonen self-organizing map 등의 post-clustering algorithm 이 있다. 본 논문에서는 Octree 양자화 방법 [6]을 사용하여 칼라 양자화를 수행할 수 있도록 하였다. Octree 에 의한 칼라 양자화 방법은 입력 영상의 각 화소로부터 Octree 를 생성한 후 칼라 팔레트를 만드는 과정과 생성된 팔레트 정보에 따라 입력

영상의 각 화소들에 대해 새로운 칼라를 매핑하는 과정으로 구성된다. Octree 를 형성하는 단계에서는 RGB 전체 칼라 공간을 8 개의 부 영역으로 나누고, 8 개의 부 영역을 다시 각각 8 개씩 분리하는 작업을 반복하여 트리를 작성한다. 양자화될 입력 영상의 각 화소는 그림 3 과 같은 방법으로 Octree 계층구조의 각 레벨에서의 위치가 결정된다.

생성된 트리의 리프(leaf) 노드에 포함된 칼라값은 양자화되었을 때의 칼라 팔레트를 구성하는 값이 된다. 따라서 256 칼라로 양자화할 때는 리프 노드의 개수가 이를 초과할 수 없으므로 리프 노드의 개수가 양자화될 칼라수보다 많아지게 되면 몇 개의 유사한 칼라를 포함하는 리프 노드를 하나의 리프 노드로 합병한다. 입력 영상을 모두 조사하면 Octree 가 형성되며 최종적으로 각 리프 노드에 있는 값이 칼라 팔레트를 구성하는 값이다. Octree 와 팔레트가 형성되면 다시 한번 입력 영상을 조사하여 각 화소가 포함될 Octree 상의 리프 노드를 결정하고 이 리프 노드가 나타내는 칼라값을 그 화소에 대한 새로운 값으로 치환한다.

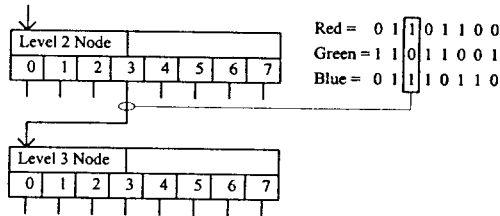


그림 3. 칼라 비트로부터 자식 노드 결정 방법

칼라지도는 비교적 적은 수의 제한된 칼라만을 사용하여 인쇄되므로 트루칼라영상 대신에 256 칼라영상으로 양자화하면 칼라가 단순화되어 좀더 간단한 방법으로 영역을 추출할 수 있을 것으로 생각하기 쉽다. 하지만 양자화 과정을 거처도 영역 내부의 칼라 변화는 줄어드는 것이 아니라 반대로 더욱 편차가 심해지므로 트루칼라영상에서와 마찬가지로 칼라 변화를 수용해줄 수 있는 방법이 요구된다.

## 2-2 방향성 마스크

추출하고자 하는 영역은 다양한 칼라값을 갖는 화소들의 조합으로 구성되어 있으나, 사람은 주위의 화소들을 조합하여 인식하므로 이러한 영역도 단색의 인식하게 된다. 따라서, 사람의 인식과정과 유사하게 칼라를 인식하기 위해 평활화 방법을 이용할 수 있는데, 중심 화소의 평활화 값을 결정하기 위해

어떤 영역에 포함된 화소들을 고려할 것인가는 중요한 문제이다. 그림 4(a)와 (a)'처럼 정방향 마스크를 이용하여 평활화를 하게 되면, 가는 선의 경우에는 경계 화소들이 배경칼라로 인해 블러링 되어 추출단계에서 손실될 수 있는 문제가 발생한다. 따라서, 평활화를 통해 다양한 칼라패턴 발생현상을 해결하되, 가는 선과 같은 영역의 경계부분도 효과적으로 보존하기 위해서 방향성 마스크[3]를 이용하였다. 방향성 마스크를 사용하여 평활화 함으로써, 인접한 배경 화소가 평활화 과정에 영향을 주지 못하게 하며, 정방향 마스크를 사용할 때와 같은 경계화소 블러링 현상을 제거할 수 있다.

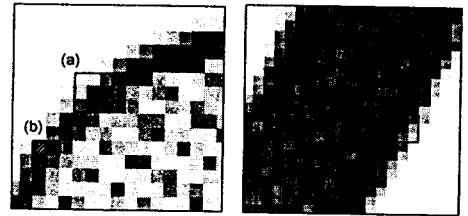


그림 4. 정방향 마스크 및 방향성 마스크의 비교

## 2-3 칼라 공간 변환을 위한 3D lookup table

벡터링 영역 추출단계에서는 칼라차이에 대해 사람 눈과 어느 정도 유사하게 차이값을 얻을 수 있는 uniform color space 인 Lab 칼라모델을 사용하여 영역을 추출한다. 칼라지도영상은 RGB 칼라모드로 표현되어 있으므로 Lab 칼라모드로 변환하는 과정이 필요하다. 그런데 변환 수식[2]은 선형이 아니므로 복잡한 계산이 필요하고, 이로 인해 추출시간이 증가된다. 따라서 본 논문에서는 3D lookup table 에 의한 보간법[2]을 이용함으로써 칼라 공간의 변환 작업은 표 검색으로 단순화되어 계산 시간을 줄여 전체적인 추출시간을 향상시킬 수 있도록 하였다.

3D Lookup Table 에 의한 보간법은 3 단계로 구성된다. 첫번째 단계에서는 RGB 공간을 동일하게 일정한 간격으로 나누고 각 격자점에 대해서는 RGB 를 Lab 로 변환하는 수식에 의해 Lab 데이터를 계산하여 lookup table 을 생성한다. 두번째 단계에서는 변환된 RGB 데이터가 포함되는 육면체의 위치를 공간상에서 찾고 이 육면체의 8 개 꼭지점에 대한 정보를 구한다. 보간법을 적용하기 전에 우선 어떤 형태를 가진 보간법을 사용할 것인지를 결정해야 된다. 본 논문에서는 Tetrahedral 보간법을 사용하였는데 변환된 값을 정하기 위해 참조하는 꼭지점은 그림 5 와 같다. 식 (1) 및 표 1 과 같이 정해진 계수에 의해 최

종적인 결과값이 결정된다.

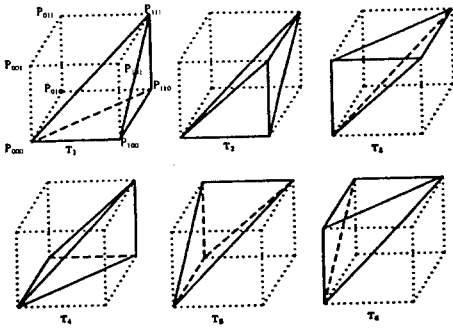


그림 5. Tetrahedral 보간법

$$p(x, y, z) = p_{000} + c_1 \Delta x / (x_1 - x_0) + c_2 \Delta y / (y_1 - y_0) + c_3 \Delta z / (z_1 - z_0) \quad (1)$$

where

$$\Delta x = x - x_0 \quad \Delta y = y - y_0 \quad \Delta z = z - z_0$$

표 1. Tetrahedral 보간법을 위한 계수 결정 표

Tetrahedron	Test	$c_1$	$c_2$	$c_3$
T1	$\Delta x > \Delta y > \Delta z$	$p_{100} - p_{000}$	$p_{110} - p_{100}$	$p_{111} - p_{110}$
T2	$\Delta x > \Delta z > \Delta y$	$p_{100} - p_{000}$	$p_{111} - p_{101}$	$p_{101} - p_{100}$
T3	$\Delta z > \Delta x > \Delta y$	$p_{101} - p_{001}$	$p_{111} - p_{101}$	$p_{001} - p_{000}$
T4	$\Delta y > \Delta x > \Delta z$	$p_{110} - p_{010}$	$p_{010} - p_{000}$	$p_{111} - p_{110}$
T5	$\Delta y > \Delta z > \Delta x$	$p_{111} - p_{011}$	$p_{010} - p_{000}$	$p_{011} - p_{010}$
T6	$\Delta z > \Delta y > \Delta x$	$p_{111} - p_{011}$	$p_{011} - p_{001}$	$p_{001} - p_{000}$

### 2-4 벡터링 영역 추출

본 논문에서는 개발된 벡터링 영역 추출 방법은 그림 6과 같이 구성되어 있다.

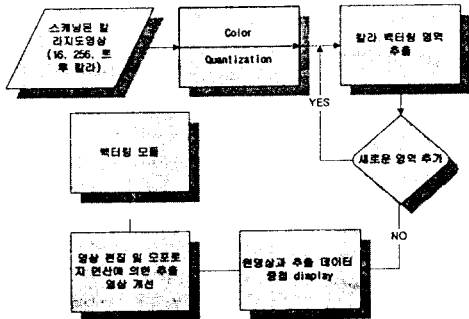


그림 6. 추출 작업 흐름도

본 논문에서는 자동차용 도로지도, 국립지리원 발행 칼라지도 등을 스캐닝하여 입력으로 사용한다. 스캐닝된 지도영상으로부터 추출될 벡터링 영역은 도로, 등고선, 해안선 등과 같은 직선 및 곡선의 형태이며 전체 영역중의 일부 영역으로 한정되어 있으므로, 사용자가 추출할 영역을 선택하도록 하였다.

선택된 영역을 효과적으로 추출하기 위해서는 영역의 칼라분포를 잘 반영할 수 있는 클러스터의 생성이 필요하다. 본 논문에서는 기존 클러스터를 생성하기 위해 우선 추출할 영역을 확대하여 칼라분포를 사용자가 직접 눈으로 확인하며 영역의 가장 중심되는 칼라를 나타내는 화소를 씨앗화소로 등록한다. 이 씨앗화소를 중심으로 8방향의 인접 화소들에 대해 씨앗화소와의 칼라에 대한 유사도를 유클리디안(Euclidean) 거리를 사용하여 계산한 후 일정치 이내의 화소들을 결정한다. 이때 유사도에 대한 임계값은 사용자가 눈으로 보면서 결정할 수 있도록 하였다. 결정된 화소들을 기준으로 다시 8방향 이웃 화소들을 반복 조사함으로써 씨앗화소로부터 연결성이 있는 화소들을 합병하여 클러스터의 구성 화소로 등록한다. 이때 씨앗화소와 조사되는 화소의 칼라 유사도는 화소단위의 칼라가 아니라 방향성마스크로 평활화된 값을 기준으로 계산되며 클러스터의 구성 화소를 등록할 때도 유사한 방법으로 평활화된 값이 등록된다.

영역 추출단계에서는 씨앗화소의 위치를 시작점으로 하여 인접한 8방향 이웃 화소들과 등록된 클러스터와의 유사도[3]를 조사하여 추출 영역에 포함시킬 것인지를 결정한다. 유사도를 계산할 때에는 Mahalanobis 거리를 이용함으로써 기존 클러스터의 칼라공간에서의 분포특성을 최대한 반영할 수 있도록 하였다. 추출 조사 작업은 이웃한 화소 중에 더 이상 유사한 칼라를 가진 화소가 없을 때까지 반복한다. 이와 같이 시작화소와 인접한 화소들만을 조사하여 추출함으로써 추출된 결과에 대한 연결성을 보장할 수 있으며 추출 시간을 단축할 수 있다. 현재 추출하고 있는 레이어에 포함되는 다른 영역을 계속해서 추출하기 위해 사용자는 클러스터를 재등록한 후 작업을 계속 진행하거나 시작점을 등록한 후 이미 등록된 클러스터를 기준으로 추출 작업을 진행할 수 있다. 추출 작업은 레이어(도로 레이어, 등고선 레이어 등)별로 이루어지는데, 특정 레이어는 두 가지 이상의 칼라로 인쇄될 수 있다. 예를 들어 도로 레이어의 경우 고속국도, 지방국도 등에 따라 상이한 칼라로 인쇄된다. 따라서 새로운 칼라분포를 갖는 영역을 추출하여 이미 추출된 데이터에 추가할 수 있도록 함으로써 동일 영역이 여러 가지 칼라로

표현되어 있어도 이들 영역을 모두 추출하여 한꺼번에 벡터링 모듈에 제공할 수 있도록 하였다.

### 2-5 추출 결과에 대한 편집 기능

본 논문에서 제안한 방법은 칼라정보를 이용하여 영역을 추출하게 되므로 추출할 영역 중 문자나 기호 등과 서로 중첩 인쇄되어 있는 부분은 끊어진 상태로 추출될 수밖에 없다. 벡터링 단계로 넘겨진 추출데이터는 원영상을 참조하며 편집하는 것이 어려우므로 추출 단계에서 편집 작업이 이루어져야 한다. 이에 본 논문에서는 원영상과 추출된 데이터를 중첩시킨 후 편집할 수 있는 기능을 제공함으로써 원영상의 형태를 최대한 잘 반영하면서 끊어진 영역에 대해 편집이 가능하도록 하였다. 그리고 본 논문에서는 최대한 칼라 잡영을 포함할 수 있도록 추출 방법을 개발하였지만 추출될 영역의 평균 칼라와 많은 칼라 차이가 나는 화소들이 존재하는 경우 이들로 인해 추출된 영역의 내부에는 작은 환두 화소 두께의 구멍들이 발생하게 된다. 이와 같은 작은 구멍들은 벡터링 작업을 어렵게 하는 요소로서 반드시 제거되어야 한다. 이런 작은 구멍들은 추출된 영상의 넓은 영역에 퍼져 존재하게 되므로 일일이 수작업으로 제거해주는 것은 불가능하다. 이에 본 논문에서는 최종 추출되어 이진화된 결과 영상에 모포로지[5]를 이용한 추가 연산을 적용함으로써 제대로 추출되지 못해 생긴 작은 구멍들을 자동으로 채울 수 있도록 하였고 영역의 경계 부분 역시 매끄럽게 만들 수 있도록 하였다. 또한 해안선과 같이 추출될 영역이 배경색과 유사한 칼라로 구성되어 있는 경우 추출된 영역의 경계에는 잔가지 모양의 잡영들이 함께 추출된다. 이런 잡영 가지를 역시 벡터링 작업을 어렵게 만드는 요소이므로 본 논문에서는 윤곽선 추출 알고리즘중에서 2\*2 마스크를 사용하는 방법을 일부 수정하여 잡영 가지를 제거할 수 있도록 하였다[7].

### 3. 실험 결과

본 논문에서 제안한 방법은 *Pentium Pro 180 PC* 에서 *visual C++ 4.0* 을 사용하여 구현하였다. 입력도구는 칼라 스캐너(SHARP JX-330)을 이용하여 칼라지도들 300 DPI 이상으로 스캐닝하여 입력으로 사용하였다.

그림 7(a)는 춘천 부근의 도로안내지도(축척 1/250,000)를, 그림 7(c)는 울산 부근 도로안내지도(축척 1/40,000)를 스캐닝한 영상이다. 그림 7(b)는 본 논문에서 제안한 방법을 사용하여 그림 7(a)에서 도

속국도, 국도 등의 간선도로만을, 그림 7(d)는 그림 7(c)에서 간선도로 및 도심도로, 해안선 등을 사용자가 영역 별로 추출한 후, 그 결과를 중첩하여 나타낸 것이다. 추출된 결과를 보면 연결성이 보장된 상태로 추출된 것을 확인할 수 있다. 그리고 전체영역이 아닌 영역의 일부만을 조사하여 추출하므로 비교적 짧은 시간에 원하는 영역을 추출할 수 있었다. 그리고 3D lookup table 에 의한 보간법을 이용하여 칼라 모델 변환을 수행한 결과 변환 수식을 사용할 때 보다 추출 시에 약 20~22% 정도의 속도 향상을 얻을 수 있었다. 특히 굵은 도로와 같은 영역을 구성하는 화소의 개수가 어느 정도 많은 경우에는 추출속도의 향상을 눈으로 직접 확인할 수 있었다.

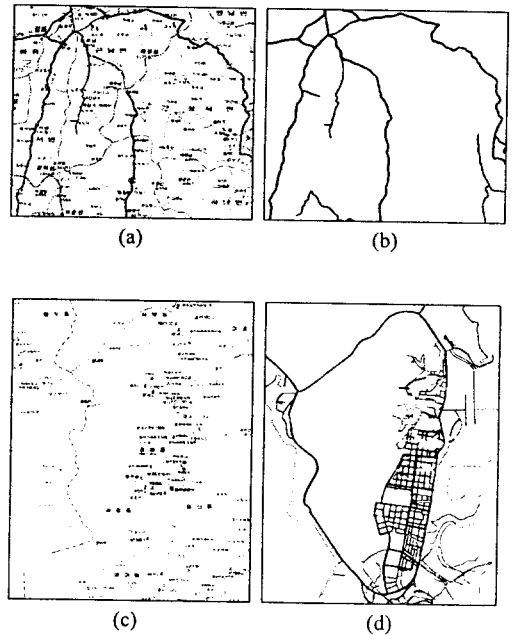


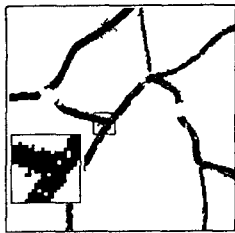
그림 7. 실험 영상 및 영역 추출 결과

그런데 추출될 영역들이 그림 8(a)와 같이 문자나 기호와 같은 요소들과 중첩 인쇄되어 있는 경우에는 그림 8(b)와 같이 영역이 끊어져 추출된다. 이런 현상은 피할 수 없는 문제로 원영상과 추출된 영상을 중첩해 보면서 제공된 편집 기능을 사용하여 원영상의 형태를 최대한 반영하여 편집함으로써 간단하면서도 정확하게 끊어진 영역을 보완할 수 있었다. (그림 8(c)). 또한 추출될 영역의 평균 칼라보다 큰 칼라 차이로 인해 추출단계에서 흡수되지 못하고 추출된 영역내부에 작은 구멍으로 남은 영역 역시 본 논문에서 제안된 방법으로 완전히 제거할 수 있었다

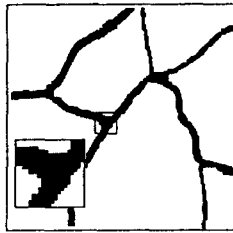
(그림 8(c)). 또한 경계 영역 역시 매끄럽게 보정할 수 있었다. 그림 9(a)는 해안선과 도로 경계를 추출한 결과이다. 해안선은 주위 바다와 유사한 칼라로 표현되어 있으므로 해안선 추출시에 바다 영역의 일부 화소들이 함께 추출되었다. 이와 같은 추출 결과를 수정된 윤곽선 추출 방법으로 그림 9(b)와 같이 잡영 가지를 제거함으로써 양질의 추출 결과를 얻을 수 있었으며, 추출된 영역은 직접 벡터링 도구 [1]에 입력으로 사용하여 벡터화 시킬 수 있었다.



(a) 원영상



(a) 칼라정보만을 이용하여 추출한 결과



(b) 편집 및 모포토지 연산 후의 결과

그림 8. 편집 전·후의 결과 비교



(a) 잡영 가지 발생



(b) 잡영 가지 제거 후

그림 9. 잡영 가지 편집 전·후의 결과 비교

#### 4. 결론

본 논문에서는, 칼라지도영상에서 GIS의 벡터링 과정에 직접 사용할 수 있도록 칼라 영역을 효과적으로 추출해 낼 수 있는 대화식 추출방법을 제안하였다. 트루칼라영상은 방대한 데이터량으로 인해 임

력으로 사용할 경우 작업 환경에 제한을 받으므로 칼라 양자화를 통해 트루칼라영상과 어느 정도 유사한 칼라 분포를 갖는 256 칼라영상으로 변환하여 사용하였다. 추출 단계에서는 사람이 인식하는 칼라 차이와 유사한 Lab 칼라공간 및 칼라 클러스터의 군집도를 잘 반영할 수 있는 Mahalanobis 거리를 사용함으로써 연결성이 보장되며 추출할 영역의 구성칼라와 배경칼라가 유사할 경우에도 배경영역이 함께 추출되는 것을 방지할 수 있었다. RGB 칼라공간에서 Lab 칼라공간으로 변환시에 3D lookup table에 의한 보간법을 사용함으로써 계산시간을 단축시켜 전체적인 추출 시간을 향상시킬 수 있었다. 추출된 결과는 원영상과 중첩해 보면서 최종적인 편집 과정을 거침으로써 벡터링 작업에 직접 사용이 가능하였다.

본 논문에서 제안한 방법은 시각점을 사용자가 일일이 지정해야 되는 어려움이 있다. 자동으로 시각점을 지정하여 추출 작업을 자동화 시킬 수 있다면 작업이 용이해져 더욱 효율적인 도구가 될 수 있을 것으로 예상된다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] 정기중, 김민환, “맹인식 선추적 및 교차점 자동 분석 방법에 의한 곡선 및 직선 벡터링 기법”, 신호처리합동학술대회 논문집 Vol. 9, Part 2, pp. 767-770, 1996
- [2] Henry R. Kang, “Color Technology for electronic imaging device 제 4 장”, SPIE Optical Engineering Press
- [3] 김종민, 김민환, “칼라지도영상에서의 효율적인 영역추출 방법”, 한국정보과학회 논문지, 24 권 4 호
- [4] 全靖彦, 地圖情報시스템(Mapping System), 日本日刊工業新聞社(1989), 번역본, 斗南文化社
- [5] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Digital Image Processing, 3rd Ed., p.149, Addison Wesley, 1992
- [6] W. Purgathofer M. Gervautz. “A Simple Method for Color Quantization: Octree Quantization”, pp 219-231, Magenat-Thalmann and Thalmann, 1988
- [7] 권태균, 김종민, 김성영, 김민환, “2\*2 마스크를 이용한 윤곽선 추출 알고리즘의 응용에 관한 연구”, 한국정보처리학회 추계학술발표논문집, 4 권, 2 호, pp1163-1168, 1997