

등고선 추출을 위한 적응적 길이 임계화

Adaptive Segment-length Thresholding for Map Contour Extraction

박천주
한국기술교육대학교 정보기술공학부

오명관
해진대학 컴퓨터멀티미디어계열

전병민
충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

Cheon-Joo Park (joo@kut.ac.kr)
School of Information Technology Engineering,
Korea University of Technology and Education
Myoung-Kwan Oh (mkoh@hyjeon.ac.kr)
Department of Computer Multimedia,
Hyejeon College
Byung-Min Jun (bmjun@cbucc.chungbuk.ac.kr)
School of Electrical and Computer Engineering,
Chungbuk National University

중심어 : 투영 히스토그램, 마스크, 단선화, 길이 임계화

Keyword : Projection Histogram, Mask, Subdivision,
Segment-length Thresholding

요 약

본 연구는 지형도 영상으로부터 등고선 성분을 추출하는데 있어 대상 영상에 적응하여 결정되는 길이 임계치를 이용한 적응적 길이 임계화 방법에 관한 것이다. 우선, 적응적 길이 임계치는 주요 기호의 인식 후, 뒤따르는 고도치 영역에 대한 투영 히스토그램의 에지 검출을 통해 계산된 두 에지간의 거리로 결정된다. 그런 후, 분기점 탐색과 주변 흑화소 제거에 의한 단선화가 수행되고, 길이 임계화를 통해 등고선 성분을 추출한다. 제안 방법을 실험에 적용한 결과, 최종 추출된 등고선 성분 내에 비등고선 성분이 약 2.41% 포함되었으며, 97.59%는 등고선 성분인 것으로 나타났다.

Abstract

This paper describes, in order to extract contour from topographic map image, an adaptive segment-length thresholding using a threshold depended on target image. First of all, after recognizing the primary symbols and detecting two edges from the projection histogram of the elevation value area, the threshold value is determined by the distance between the edges. Then, the subdivision is performed by searching a branch point and erasing its neighboring black pixels. And contour components are extracted by segment-length thresholding. The experimental result shows that the final image contains non-contour component of 2.41% and contour one of 97.59%.

1. 서론

공간 정보와 데이터 베이스의 결합 형태로서 지리 정보 시스템에 대한 관심이 최근 급증하고 있다. 일부 지리 정보 시스템은 구축된 데이터에 대한 가공 및 운영 측면에서 상용 수준에 이르고 있다[1]. 하지만, GIS 구축에 있어서 핵심은 초기 공간 정보의 획득임에도 현재 대부분의 지도 입력은 수작업에 의존하고 있는 실정이다[2]. 물론 공간 자료 획득 방법으

로 원격 탐사나 GPS 분야에서 현재 활발한 연구가 진행되고 있으나 그 활용 범위가 제한적이고 소요 비용 또한 크다. 현실적인 대안은 종이 지도 영상을 대상으로 인식 및 추출 등의 영상 처리 기법을 적용하여 공간 정보를 추출하는 것이다 [3].

등고선 추출 관련 연구를 살펴보면, 텍스트 성분은 흑화소의 밀도가 더 높을 것이라는 데 착안한 점밀도에 의한 방법[4], 수직 혹은 수평 방향으로의 런(run) 천이 빈도에 의한 방법 [5], 기호 및 문자들의 인식과 병행하는 등고선 추출 방법

[6],[7], 그리고 컬러 지도 영상에 대해 삼색분해를 이용하는 방법[8]이 있다.

본 연구에서는 등고선 성분의 추출을 위해 대상 영상에 적응성을 가지는 길이 임계화(segment-length thresholding) 방법을 제안한다. 세션화된 영상에서 등고선 성분은 그 성분의 길이가 길 것이며, 기호나 고도치 영역과 같은 비등고선 성분들은 짧은 길이의 성분들로 조합되어 있다. 따라서, 각 성분의 길이를 이용한 임계화 처리로 등고선 성분과 비등고선 성분을 분할하는 것이 가능하다. 제안 방법은 주요 기호를 우선 인식하고, 기호 우측의 고도치 영역에 대한 수평 투영 히스토그램(horizontal projection histogram)을 이용하여 대상 영상에 의존하는 길이 임계치를 계산한다. 그리고 비등고선 성분을 짧은 성분들로 분리하는 단선화(subdivision) 처리를 수행한다. 끝으로 각 단선 성분의 화소들을 추적하여 그 길이를 파악하고, 결정된 길이 임계치와 비교하여 작은 성분을 제거하여 등고선 성분을 추출한다.

II. 길이 임계화에 의한 등고선 성분 추출

처리할 대상 영상은 획득 환경에 따라 밝기나 해상도 등에서 서로 다를 수 있다. 따라서 이러한 환경적 요인에 적응할 수 있는 등고선 성분 추출 방법이 필요하다. 특히, 서로 다른 공간 해상도로 취해진 영상의 경우 대상 영상에 적응하여 등

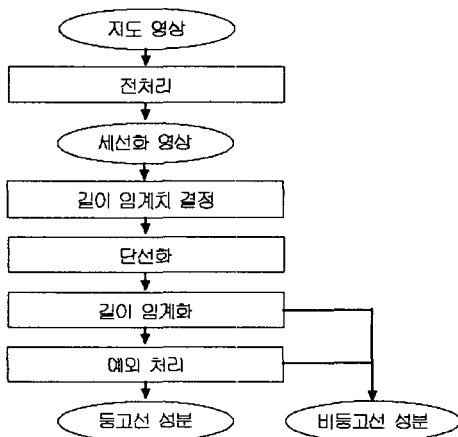


그림 1. 길이 임계화 처리 흐름

고선 성분과 비등고선 성분을 분할할 수 있는 기준이 필요하다. 이러한 적응성을 확보하려면 처리하고자 하는 대상 영상으로부터 관련 정보를 취하는 것이 바람직하다.

1. 길이 임계화의 처리 흐름

그림 1은 등고선 성분을 추출하기 위해 제안한 길이 임계화의 처리 흐름을 나타낸다.

2. 전처리

전처리(preprocessing)에서는 이진화, 세션화 처리를 수행한다. 이진화(binanzation)는 8bit 계조 영상의 지도 영상에 대해 각 영상별로 이진화 임계치를 210에서 240까지의 범위에서 달리 적용한다. 이는 스캐닝 오류의 보정이나 조밀한 등고선들간의 이격을 보장함으로써 주요 기호의 인식률을 높이려는 조치이다. 그리고 결과의 이진 영상에 대해서 Zang & Suen의 세션화 알고리즘[9]을 적용하여 세션화 영상을 생성한다.

3. 길이 임계치 결정

길이 임계화에 사용할 길이 임계치는 주요 기호의 인식, 수평 투영 히스토그램과 이 히스토그램의 에지 검출 후에 결정한다.

3.1. 주요 기호 인식

지도상에는 다양한 기호들이 존재한다. 특히 삼각점(Δ)과 표고점(\times)은 고도치 정보를 표현하는 숫자열을 동반하며, 일반적으로 지도상에 기울어진 형태로 나타나지 않으므로 해당 영역의 추출이 용이하다. 따라서 본 연구에서 주요 기호는 삼각점과 표고점을 대상으로 한다.

이들 기호는 격리점과 교차점의 유무, 종점의 위치 등의 지엽적인 특징정보를 이용하여 분류함으로써 인식된다. 사용된 특징 정보는 삼각점의 경우 중앙에 고립된 점과 삼각형의 꼭지점에 해당하는 세 위치 정보를, 표고점의 경우 교차점의 유무와 그 위치, 그리고 네 개의 종점의 유무와 분포된 위치 정보를 이용한다. 대상 영상에는 여러 개의 주요 기호가 있을 수 있고, 인식된 i 번째 주요 기호의 중심 위치 정보인 S_{xi} , S_{yi} 를 결과로 생성한다.

3.2. 수평 투영 히스토그램

주요 기호의 위치가 파악되면, 이 위치를 기준으로 우측에 존재하는 고도치 숫자열 영역을 파악하여 대상 영상에 적용할 길이 임계치를 결정하기 위한 수평 투영히스토그램을 구한다.

고도치 영역의 높이와 그 상·하단의 좌표를 확보하기 위해 다음의 처리 과정을 수행한다. 우선 고도치 영역의 높이에 대한 초기치를 iT 라고 가정한다. 본 연구에서 iT 값은 전체

도법에 대한 실험을 통하여 계산된 평균 길이 임계치인 20을 사용한다. 이 값을 초기의 고도치 영역의 높이로써 tT_c 라고 표기하면, 식 (1)과 같이 설정한 것과 같다.

$$tT_c = iT \quad (1)$$

이제, 인식된 주요 기호 중에서 i 번째의 기호의 중심 좌표 (S_{xi}, S_{yi}) 를 기준으로 우측 영역에 대하여 수평 투영 히스토그램을 생성하고, 이 투영 히스토그램에 대해 에지를 검출함으로써 고도치 정보 영역의 높이 T_{ei} 와 상단 및 하단의 y 좌표인 H_{ei} 와 H_{si} 를 파악할 수 있다. 수평 투영 히스토그램을 작성하기 위한 수직 좌표의 범위는 S_{yi} 를 기준으로 초기 설정된 등고치 영역의 높이인 tT_c 만큼 상하로 떨어진 범위를 대상으로 한다. 즉, 수평 투영 히스토그램을 생성하기 위한 y 좌표의 시작 위치를 H_{si} 라하고, 끝 위치를 H_{ei} 라 할 때, 식 (2)와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} H_{si} &= S_{yi} - tT_c \\ H_{ei} &= S_{yi} + tT_c \end{aligned} \quad (2)$$

우측으로는 고도치 영역으로 포함될 수 있는 위치를 고려하여, 본 연구에서 수평 투영을 위한 폭을 $5 \times tT_c$ 로 정한다. 따라서 수평 투영을 위한 x 축의 시작 위치를 W_{si} , 그 끝 위치를 W_{ei} 라 하면, 식 (3)과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} W_{si} &= S_{xi} \\ W_{ei} &= W_{si} + 5 \times tT_c \end{aligned} \quad (3)$$

그림 2는 상기와 같이 결정된 투영 히스토그램을 위한 대상 영역

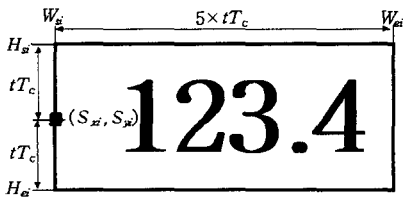


그림 2. 투영 히스토그램을 위한 대상 영역

투영 히스토그램은 단방향으로 화소 개수를 누적하는 히스

토그램을 의미한다. 수평 투영 히스토그램 $hPro_j$ 은 수평방향으로 주사하여 각 흑화소들을 누적한 배열로 식 (4)와 같이 표현한다. 여기서 $I_{i,j}$ 는 세선화 영상을 나타낸다.

$$hPro_j = \sum_{i=W_{si}}^{W_{ei}} I_{i,j}, \quad \text{for } H_{si} \leq j \leq H_{ei} \quad (4)$$

3.3. 수평 투영 히스토그램의 에지 검출

경우에 따라 배경에서의 여러 성분으로 인하여 관심부분의 에지(edge) 위치를 수평 투영 히스토그램에서 명확하게 파악할 수 없는 경우가 존재한다. 따라서 수평 투영 히스토그램에 대해 에지 강조 처리를 수행한다. 그림 3의 (a)는 상승 에지를, (b)는 하강 에지를 강조하기 위해 본 연구에서 정의한 마스크이다. 이들 마스크는 에지가 존재하지 않는 부분에서는 0에 근접한 값을, 에지에서는 매우 큰 값을 나타냄으로써 에지 부분을 강조하는 효과를 준다.

-5	-3	-1	0	1	3	5
----	----	----	---	---	---	---

(a) 상승 에지 검출 마스크(uM)

5	3	1	0	-1	-3	-5
---	---	---	---	----	----	----

(b) 하강 에지 검출 마스크(dM)

그림 3. 에지 검출 마스크

에지가 강조된 수평 투영 히스토그램 $ehPro_j$ 은 식 (5)와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} ehPro_j &= \sum_{i=W_{si}}^{W_{ei}} (uM_i hPro_{j+i}), \quad \text{for } H_{si} \leq j \leq S_{yi} \\ ehPro_j &= \sum_{i=W_{si}}^{W_{ei}} (dM_i hPro_{j+i}), \quad \text{for } S_{yi} \leq j \leq H_{ei} \end{aligned} \quad (5)$$

그림 4의 (a)는 가정된 고도치 영역을 흑화소의 박스로 표현한 것이며, (b)는 (a)에 대한 수평 투영 히스토그램을, (c)는 (b)에 대해 에지를 강조한 투영 히스토그램을 나타낸다.



(a) 고도치영역 (b) 수평 투영 (c) 에지 강조

그림 4. 수평 투영 히스토그램 및 에지 강조

에지 강조된 수평 투영 히스토그램은 등고선 성분을 추출하기 위한 길이 임계화에 적용되는 길이 임계치 결정에 이용된다.

3.4. 길이 임계치 결정

에지 검출된 수평 투영 히스토그램에 대해 에지 부분에 대한 y 좌표를 이용하여 길이 임계치를 계산할 수 있다. 식 (6)과 같이 H_{hi} 는 고도치 영역의 상단 라인을 H_{bi} 는 고도치 영역의 하단 라인을 의미한다면, H_{hi} 는 S_{yi} 보다 작은 범위에서 처리한 값중 최대값의 위치를, H_{bi} 는 S_{yi} 보다 큰 범위에서 처리한 값중 최대값의 위치를 나타낸다. 이들 H_{bi} 와 H_{hi} 와의 거리는 고도치 영역의 높이를 나타낸다. 여기서 $ehPro_j$ 는 에지 검출된 수평 투영 히스토그램의 j 번째의 흑화소 누적 갯수를 나타내며, $Max()$ 는 최대값을 가지는 위치를 반환하는 함수이다.

$$\begin{aligned}
 H_{hi} &= \text{Max}(ehPro_j), \text{ for } H_{si} \leq j < S_{yi} \\
 H_{bi} &= \text{Max}(ehPro_j), \text{ for } S_{yi} < j \leq H_{ei} \\
 tT_{ci} &= |H_{hi} - H_{bi}| \quad (6)
 \end{aligned}$$

하나의 영상에 N_s 개의 주요 기호가 있을 때, 길이 임계치 T_c 는 식 (7)과 같이 이들 각 기호 i 에 대한 고도치 영역의 높이 tT_{ci} 중 최대값으로 결정한다. 최종 결정된 T_c 는 길이 임계화에서 대상 영상에 적용하여 전역에 적용되는 길이 임계치이다.

$$T_c = \text{Max}(T_{ci}), \quad i = 0, \dots, N_s \quad (7)$$

4. 단선화

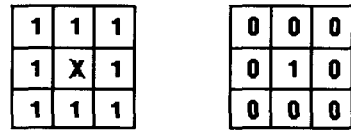
단선화는 분기점을 검색하고, 그 점의 인접 흑화소를 제거함으로써 보다 작은 성분들로 분할하는 과정을 말하며, 분기점 탐색과 주변 흑화소의 제거로 구성된다.

분기점의 탐색은 그림 5의 (a)와 같은 분기점 검색 마스크 bM 를 이용한 화소군 처리(group processing)로 이루어진다. 분기점은 식 (8)과 같이 그 위치가 흑화소이고, 인접 흑화소가 3개 이상 존재하는 해당 화소를 의미한다. 마스크의 중심 화소 위치를 (i, j) 로 가정하였을 때, $CNT_{i,j}$ 는 (i, j) 위치에서 인접한 흑화소 수를 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 (I_{i,j} = 1) \text{ AND } (CNT_{i,j} \geq 3) \\
 CNT_{i,j} = \sum bM_{i,j}I_{i,j}, \text{ for } -1 \leq i, j \leq 1, i \neq j \quad (8)
 \end{aligned}$$

분기점 주변의 흑화소 제거는 그림 5의 (b)와 같은 단선화 마스크 cM 의 중심을 분기점과 사상하여 식 (9)와 같이 곱연산을 수행함으로써, 분기점에 인접한 8개 화소중 흑화소를 백화소로 변경한다. 단선화 마스크의 중심은 (i, j) 로 가정한다.

$$I_{i,j} = cM_{i,j}I_{i,j}, \text{ for } -1 \leq i, j \leq 1, I_{i,j} = BP \quad (9)$$



(a) 분기점 검색 마스크(bM) (b) 단선화 마스크(cM)

그림 5. 분기점 검색 및 단선화 마스크

5. 길이 임계화

단선화 후에 각 성분의 한 종점으로부터 다른 한 종점까지 1화소 두께의 영역 확장 기법(region growing method)[10],[11]을 이용하여 추적함으로써 성분의 길이를 계속한다. 결과로 성분 i 에 대해 그 길이 L_{ci} 를 얻을 수 있다.

길이 임계화는 식 (10)과 같이 임의 성분 C_i 의 길이 L_{ci} 가 길이 임계치 T_c 보다 작으면 성분 C_i 를 구성하는 모든 흑화소들을 제거하는 처리이다.

$$\text{if } (L_{ci} \leq T_c) \text{ Then Erase}(C_i) \quad (10)$$

길이 임계화를 통하여 지도상의 행정구역명, 기호 및 등고치 영역을 구성하는 대부분의 성분은 길이가 짧아서 제거되고 등고선 성분만 잔류한다.

6. 예외 처리

길이 임계화 처리 후에도 등고치 숫자나 행정구역명 등으로 인해 길이 임계치보다 긴 비등고선 성분이 여전히 존재할 수 있다. 이러한 예는 그림 7의 (a)와 같이 성분의 길이가 임계치보다는 크지만 종점간의 거리가 임계치 크기보다 작거나 (b)의 '4'나 '0'처럼 작은 폐곡선을 형성하는 경우이다.

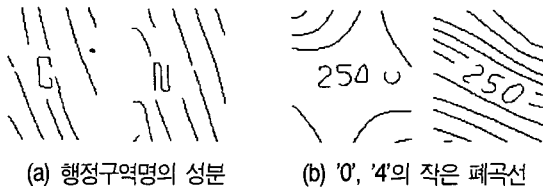


그림 7. 길이 임계화의 오류

오류 분석 결과, 성분의 길이가 길이 임계치의 3배보다 작고 종점간의 거리가 길이 임계치보다 작은 경우와 성분내에 폐곡성분을 포함하면 등고선 성분으로 파악된다. 따라서 이를 표현한 식 (11)과 같은 조건을 검사하여 이 조건을 만족하는 성분은 제거한다. 여기서 D_{α} 는 선분의 종점간 거리를 의미하며, $Circle(C_i)$ 는 선분 C_i 가 폐곡선이면 True를 반환하는 함수이다.

$$\{(L_{\alpha} < 3 \times T_c) \text{ AND } (D_{\alpha} < T_c)\} \text{ OR } Circle(C_i) \quad (11)$$

III. 실험 및 결과 고찰

1. 실험 영상

본 연구의 실험 영상은 1/5,000의 축척으로 제작된 충주, 보은, 미원 등의 충청북도 산악지를 대상으로 ACER S2W3300V 평판 스캐너를 이용하여 300DPI의 해상도와 256계조도를 가지는 JPEG 형식의 파일로 저장한다.

인쇄시거나 개정년도에 따라 각 도엽마다 그 밝기나 기호의 글자체가 서로 다르므로, 획득된 영상을 도엽별로 구분하여 나열하면 표 1과 같다. 각 도엽별로 512x512 크기로 총 55개의 영상을 취하여 실험에 사용한다.

표 1. 실험 영상의 도엽별 속성

구분	도엽번호	지역	편집년	수정년	인쇄년	영상수
M013	NJ52-13-21-013	보은	1986	1994	1997	13
M043	NJ52-13-14-043	미원	1986	1996	1997	15
M053	NJ52-12-14-053	미원	1988	1996	1999	5
M075	NJ52-14-01-075	충주	1987	1997	1999	4
M078	NJ52-14-01-078	충주	1987	1997	1999	18
총계	-	-	-	-	-	55

2. 등고선 성분 추출 결과

2.1. 주요 기호의 인식

표 2는 각 도엽별 실험 영상들에 대하여 주요 기호의 인식 결과를 나타낸다. 인식률은 대상 영상에 존재하는 총 주요 기호 개수 중 인식된 기호 개수의 비로 표현한다.

본 연구에서 구현한 간단한 형태의 주요 기호 인식기는 각 기호를 평균적으로 84.88% 인식할 수 있었다. 이러한 결과는 지도의 편집 및 인쇄 상태와 이진 영상화시의 임계치 및 선택화 같은 전처리에 따라 달라지므로 주요 기호의 인식률을 향상하도록 전처리에 주의를 기울여야 한다.

표 2. 주요 기호의 인식률

구분	M013	M043	M053	M075	M078	총계
소계	28/22	24/20	6/6	7/7	21/18	86/73
백분율	78.57	83.33	100.00	100.00	85.71	84.88

주요 기호의 인식 오류 예는 그림 8의 (a)와 같이 주요 기호에 등고선 성분이 매우 근접하여 인식 불능인 경우와 (b)와 같이 주요 기호가 아닌 부분을 기호로 오 인식하는 경우가 있었다. *은 주요 기호로 인식된 위치를 나타낸다. 하나의 도엽에는 여러 개의 주요 기호가 존재하므로 인식불능의 경우, 나머지 주요 기호만을 길이 임계치 결정에 반영한다.

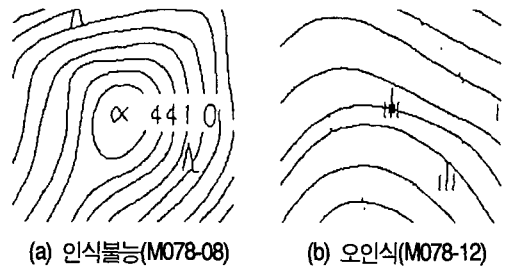


그림 8. 주요 기호의 인식 오류 예

2.2. 도엽별 길이 임계치

그림 9는 세 개의 주요 기호가 존재하는 하나의 도엽 영상에서 각각의 주요 기호 및 고도치 영역에 대한 수평 투영 히스토그램과 에지 강조 투영 히스토그램, 그리고 각 영역에서 계측된 임계치를 보인다.

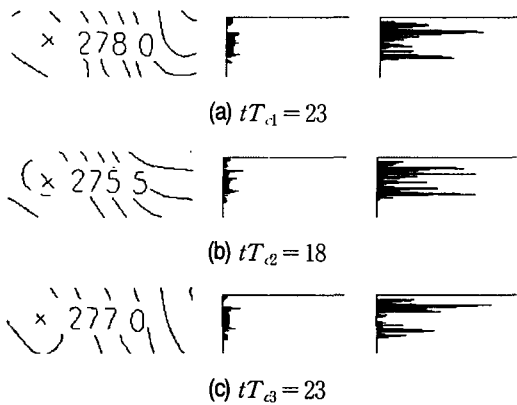


그림 9. 영역별 길이 임계치

표 3은 각 도엽별로 인식된 주요 기호의 고도치 영역에서 결정된 길이 임계치의 최소값, 최대값 및 평균값을 나타낸 것이다. 본 실험에서 사용된 전체 영상에 대해 평균적인 고도치 영역의 높이는 20.34, 즉, 20화소 정도인 것으로 파악된다. 실험에서 기호 및 고도치 영역의 높이를 계산하기 위해 초기의 길이 임계치로 설정한 값 iT_c 는 표 3으로부터 결정된 전체 길이 임계치에 대한 평균이다.

표 3. 도엽별 길이 임계치(iT_c , 단위:화소)

구분	M013	M043	M053	M075	M078	총 계
최소	15	13	17	23	13	13
최대	27	24	20	24	26	27
평균	20.45	17.46	19.20	23.33	21.53	20.34

또한, 이 표는 동일 축척의 지도에 대해서 동일 공간 해상도로 획득하였음에도 등고선 추출을 위한 길이 임계화에서 대상 영상에 따라 서로 다른 길이 임계치가 사용되고 있음을 보여준다. 결국 제안된 길이 임계화 방법은 대상 영상으로부터 임계치 결정을 위한 정보를 취함으로써 주어진 영상에 적응하여 처리를 수행하는 것이다. 초기 고도치 영역의 높이를 300DPI에서 20으로 설정하고 고도치 영역의 탐색 범위를 상하로 이 높이만큼 책정하기 때문에, 이 조건하에서 동일한 지도에 대해 대략 200DPI에서 500DPI까지의 해상도로 획득하였을 때에도 적응하여 길이 임계치를 결정할 수 있다.

2.3. 길이 임계화의 성능 평가

제안한 길이 임계화에 의한 등고선 성분의 추출 성능을 $E_{Contour}$ 와 $E_{NonContour}$ 로 평가한다. $E_{Contour}$ 는 길이 임계화

에 의해 등고선 성분으로 잔류하는 성분의 전체 개수 중 비 등고선 성분 개수의 비를 백분율로 나타낸다. $E_{NonContour}$ 는 길이 임계화에 의해 비등고선 성분으로 제거된 성분 개수 중 등고선 성분의 개수에 대한 비의 백분율로 나타낸다. 표 4는 $E_{NonContour}$, $E_{Contour}$ 와 예외처리 후의 $E_{Contour}$ 를 나타낸다.

표 4. 성능평가 결과(%)

구분	M013	M043	M053	M075	M078	평균
A	15.07	17.53	10.75	18.62	10.99	14.59
B	10.43	5.88	12.00	0.00	16.89	9.04
C	0.62	0.00	7.12	0.89	3.42	2.41

(A: $E_{NonContour}$, B: $E_{Contour}$, C:예외처리후 $E_{Contour}$)

이러한 평가 결과, 길이 임계화 후에 비등고선 성분으로 제거된 성분 중 약 14.59%정도가 등고선 성분인 것으로 나타났다. 하지만 이들 성분의 대부분은 기호 영역에 포함되는 매우 짧은 성분으로, 성분의 개수가 아니라 각 성분을 구성하고 있는 화소수로 평가하면 이 오류는 미미한 것으로 판단된다.

또한 추출된 등고선 성분에는 약 9.04%정도의 비등고선 성분이 포함된 것으로 나타났다. 더욱이 부가적인 예외 처리에 의해 약 9.04%의 비등고선 성분중 73.33%가 개선되어, 최종 추출된 등고선 성분 내에 비등고선 성분이 약 2.41% 포함된 것으로 나타났다. 결국, 제안한 길이 임계화에 의해 대부분의 등고선 성분을 충실하게 추출하는 것으로 나타났다.

IV. 결론

본 연구에서 지형도 영상으로부터 등고선 성분을 추출하는데 있어 대상 영상에 적응하여 결정되는 길이 임계치를 이용한 적응적 길이 임계화 방법을 제안하였다.

제안한 방법에서 임계치 결정은 대상 영상 내에 존재하는 영역으로부터 결정되도록 하였으며, 실험을 통하여 대상 영상에 적응하여 등고선 성분을 추출하는 것으로 나타났다. 대상 영상에 주요 기호가 존재하지 않을 때에도 초기 임계치를 이용하여 등고선 성분의 추출이 가능하며, 주요 기호가 존재하는 경우는 초기 임계치를 이용하여 적응적 길이 임계치를 계산하여 등고선 성분의 추출에 있어 적응성을 가진다. 또한, 길이 임계화 처리 후에 예외적으로 발생하는 오류상황인 '0'과 같은 폐곡선 혹은 행정구역명의 일부 획으로 임계치보다 큰 비등고선 성분에 대한 예외 처리를 통하여 상당 부분의