

천연색 항공영상을 이용한 지형요소 반자동 추출에 관한 연구 A Study on Semi-automatic Feature Extraction Using False Color Aerial Image

김감래* · 김경록** · 전호원***

Kim, Kam Lae · Kim, Kyoung Lok · Chun, Ho Woun

요 旨

최근 수치사진측량시스템의 도입으로 수치정사영상의 활용도가 높아지고 있으며, 이에 따라 수치정사영상으로부터 지형지물의 반자동 또는 자동 추출에 관한 연구가 대두되고 있지만, 최근 많은 연구보고서에 의하면 흑백항공사진에서의 지형지물을 판단하거나 속성인식에 한계가 있음을 알 수 있다. 본 연구에서는 천연색 항공사진 영상을 흑백항공사진 영상과 비교, 분석하여 천연색 항공사진 영상의 특성을 분석하였으며, 반자동으로 지형요소를 추출하는 알고리즘을 개발하였고, 추출한 지형요소를 국립지리원에서 제작하는 1:5,000 수치지형도와 비교하여 반자동으로 추출가능한 지형요소를 분석하였다. 이러한 결과를 토대로 천연색 항공사진 영상을 이용한 지형요소 추출 가능성과 지형요소 추출시 문제점을 분석하였고, 향후 연구에 대한 방안을 제시하였다.

ABSTRACT

Recently, in accordance with the introduction of Digital Photogrammetry Systems the use of Digital ortho-photo images have increased and progressed in the study which extract the features from digital ortho-photo image semi-automatically or automatically. However, there are a limit. It has proved in many studies that recognition of the attribution or the features from panchromatic aerial photo is restricted. In this study, I compared color aerial images with panchromatic aerial images and analyzed the characteristics of color aerial images and feature entities which can be extracted semi-automatically. I analyzed extracted feature entities are compared with digital map at a scale of 1:5,000 have constructed in National Geography Institute. With this result, I analyzed the capability of feature extraction and proposed a plan for the study in the future.

1. 서 론

최근들어 컴퓨터의 발달로 벡터 형태의 수치 자료에 대한 요구가 급속도로 증대되고 있는 반면, 현재 항공사진을 이용한 점과 벡터 형태의 수치지도 제작에 너무나 많은 시간과 경비가 소요된다는 점과 벡터 데이터베이스 갱신이 쉽지 않다는 이유에도 불구하고 육안판독과 데이터의 최신성이 요구되는 사용층으로부터 정사사진과 수치정사영상 활용성에 대한 관심이 고조되고 있다. 이러한 이유로 수치적 방법에 의해 정사영상을 제작할 경우

광학적 방법에 비해 처리속도와 사용성이 확대됨은 물론 지리정보체계의 활용이 수월해지고, 벡터데이터와의 통합 사용에 따라 높은 경제성을 확보할 수 있으며, 수치사진측량 기법의 보편화로 컴퓨터를 이용하여 항공사진으로부터 수치정사사진지도를 제작하게 될 경우 시간과 비용을 절감할 수 있다. 그러나 최근 많은 연구자료들을 따르면 일반 흑백항공사진으로부터 지형지물 자동추출이 영상내의 여러 잡음으로 인해서 작업의 한계를 보이므로 지형지물의 자동추출이 어렵다는 결론을 내리고 있다.

본 연구에서는 천연색 항공사진의 해상도의 판단과 영상의 질로부터 천연색 항공사진의 특성을 흑백항공사진과 비교·분석하고, 영상으로부터 대상을 반자동/자동으로 추출할 수 있는 알고리즘을 분석하며, 칼라항공사진에서 추출한 지형요소를 어떻게 활용할 수 있는지에

*명지대학교 SOC 공학부 교수

**명지대학교 SOC 공학부 토목공학과 석사

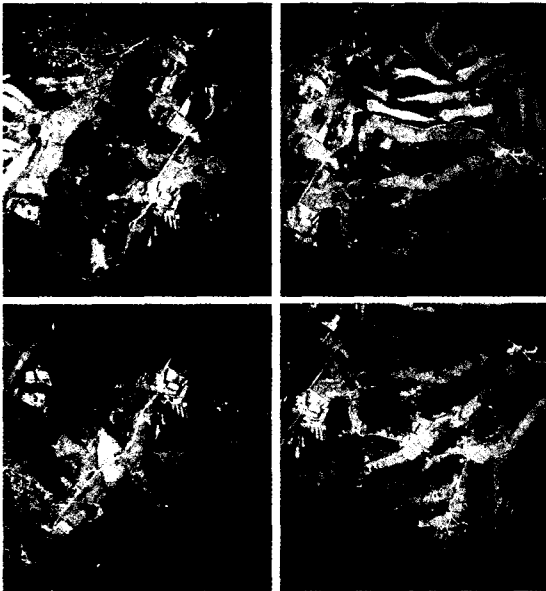
***서울산업대학교 토목공학과

대해 연구하려고 한다. 그리고, 흑백항공사진을 이용한 지도의 정확도와 천연색 항공사진을 이용한 지도의 정확도를 비교하여 향후 지도갱신시의 반자동화 할 수 있는 이용 가능한 데이터를 제공하고자 한다.

2. 천연색 항공사진의 지형요소 추출

2.1 실험 대상 지역 및 사용 자료

본 연구에서는 도심지, 구릉지, 평지 등이 균등하게 분포하고 있는 경기도 평택 지역일대를 실험 대상 지역으로 선정하였다.



(좌) (우)
그림 1. 평택지역의 좌, 우측 항공사진

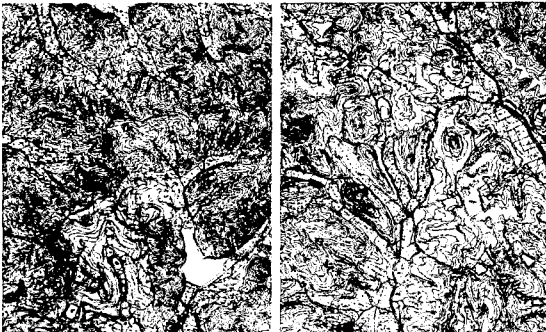


그림 2. 실험 대상지역의 수치지도

수치지형도는 1:5,000 축척의 용인 36도엽과 용인 46도엽으로 그림 2의 항공사진이 아래의 두 도엽에 걸쳐 촬영되었다. 실험 대상 지역의 항공사진은 1998년 11월에 촬영된 것이다. 사용된 음화 필름은 Kodak Aerocolor III Negative Film 2444이다.

2.2 연구수행절차



그림 3. 연구수행도

2.3 영상분석 및 색판분리(R, G, B)

흑백항공사진의 감광 유제층의 두께는 0.007 mm 정도이며, 천연색 항공사진의 감광 유제층의 두께는 0.020 mm 정도이다.

Kodak Aerocolor III Negative Film 2444는 보통 속도의 매우 미세한 천연색음화 항공필름이며, 이 필름의 노출시간은 2X Antivignetting 필터를 사용하는 항공사진기에서 대략 $f/5.6$ 에 $1/750$ 이다. 이에 비해 일반 흑백항공사진은 대략 $f/11$ 에 $1/500$ 이다. 조리개와 셔터는 빛의 양과 빛이 작용하는 시간을 조절함으로써 필름에 도달하는 빛의 양을 제어하는데, 흑백항공사진이 천연색 항공사진에 비하여 2배의 노출을 받아들이고 있으며, 셔터속도는 천연색 항공사진이 흑백항공사진에 비하여 1.5배 정도의 속도를 내고 있다.

색 표현력은 흑백항공사진의 Gray Scale로서 0~255까지 256단계의 밝기로 영상을 표현하고 있으며, 천연색 항공사진은 빛의 요소인 Red, Green, Blue로 구성되며, 각기 0~255까지 256단계의 밝기로 모두 256^3 색으로 영상을 표현하고 있다. 그러므로, 물체 판독시 천연색 항



그림 4. 색판 분석을 위한 건물영상

표 1. 건물영상 색판분석

구분	R	G	B
1	136	188	227
2	145	194	225
3	139	188	228
4	196	191	187

공사잔이 흑백항공사진에 비해 물체 판독력이 우수하다는 것을 입증하고 있다.

다음은 건물 영상을 예로들어 색판별 밝기값(Grayscale)을 분석한 것을 보여준다. 이 그림은 건물 지붕과 마당을 나타낸 영상이다. 1, 2, 3은 건물 지붕의 가운데 부분과 끝 부분 그리고 음영이 조금 있는 부분이다. 4는 마당 부분이다. 각 점별로 R, G, B판을 분석하면 B판을 제외하고 R판과 G판에서는 밝기값(Grayscale)의 확연한 차이를 나타내고 있다. 이 파란색 건물 지붕 경계 추출시에는 R판에서 가장 좋은 결과를 예측할 수 있다.

2.4 최적판 선정 및 평활화

본 연구에서 영상내에 존재하는 지형요소는 수치지형도 대분류의 하천, 도로, 건물, 지류가 해당되며, 본 실험 영상 내에는 존재하지 않는 철도, 시설물에 대해서도 추출이 가능할거라 사료된다.

각 지형요소별 최적판은 다음과 같다.

현재까지 평활화에 가장 많이 사용된 방법은 가우시안(Gaussian) 필터이다. 가우시안 필터의 효과적인 계산방

표 2. 지형요소별 최적판

수치지형도 대분류	추출가능성	최적판
도로	○	R
철도	×	×
하천	○	R
건물	○	R
지류	○	R
시설물	×	×
지형	×	×
행정 및 경계	×	×
주기	×	×

법은 가중치를 갖는 작은 윈도우(3×3)를 영상에 상승적분(Convolution)시키는 것이다. 그러나, 이 필터는 신호의 연결성을 무시한 채 모든 데이터에 일정한 값으로 반복적으로 평활화를 수행하기 때문에 전체적으로 물체의 윤곽이 불분명해지는 단점이 있다. 그러므로, 본 연구에서는 이러한 단점을 가우시안(Gaussian) 필터를 2회 수행하여 윤곽이 불분명해지는 것을 최소화하려고 하였다.

아래 그림들은 각 지형요소별 최적판을 찾아 가우시안(Gaussian) 필터링을 수행한 것이다.

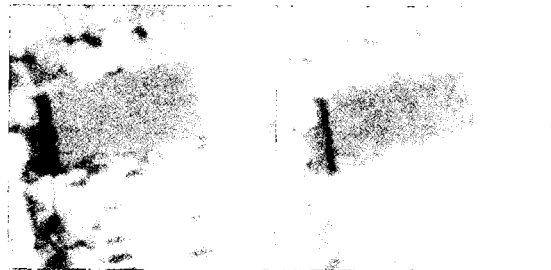


그림 5. 건물 영상의 최적판; (좌) 원영상, (우) 가우시안 필터링을 한 영상

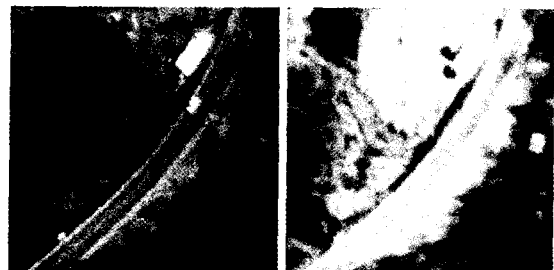


그림 6. 도로 영상의 최적판; (좌) 원영상, (우) 가우시안 필터링을 한 영상

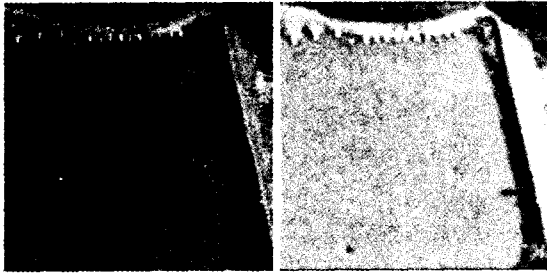


그림 7. 호수 영상의 최적판; (좌) 원영상, (우) 가우시안 필터링을 한 영상

2.5 이진화 및 경계선 추출

이진화 과정은 본 연구의 핵심이 되는 단계로서 기존의 경계선 추출방식으로는 잡음처리의 문제가 상당수 야기되었으나, 본 연구에서는 추출하고자 하는 지형요소의 밝기값(Grayscale)을 불러들여 주변 8화소의 평균을 취하여 그 밝기값(Grayscale)에서 임계치를 줄여가며 해당되는 밝기값(Grayscale)만을 255로 표현하고 나머지는 0으로 표현하여, 0과 1로 표현된 이진영상을 만드는 과정이다. 이 과정에서는 영상에서 경계선 추출시의 가장 문제점이었던 잡음을 해결하기 위해 다음과 같은 알고리즘을 제안하였다. 그러나, 그림과 같이 완전히 잡음(면잡음과 선잡음)을 제거하지는 못하였다.

알고리즘을 순차적으로 표현하면 다음과 같다.
 첫째, 추출하고자 하는 지형요소를 선택한다.

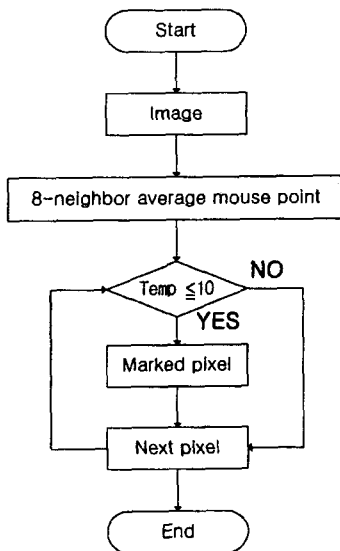


그림 8. 이진화 알고리즘

둘째, 선택한 지형요소의 밝기값(Grayscale)을 읽어 주변 8화소의 평균을 취한 밝기값(Grayscale)을 기억한다.

셋째, 기억된 밝기값(Grayscale)에 rThreshold(10) 값을 주어 처리한다.

넷째, 영상은 기억된 밝기값(Grayscale)에서 ± 10 이내의 영상소에 대해서만 흰색(밝기값(Grayscale) 255), 나머지는 검정색(밝기값(Grayscale) 0)으로 표현한다.

2.6 경계선 추출

본 연구에서는 각 미분 연산자별로 수 차례에 걸친 실험을 통하여 각 연산자중에서 하나를 실험에 이용하기로

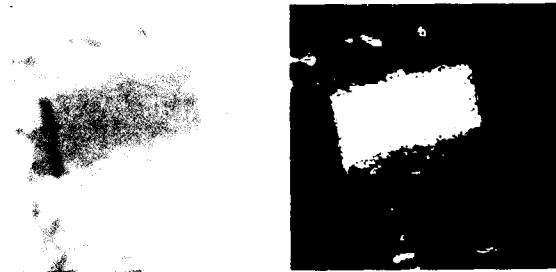


그림 9. 건물영상의 이진화; (좌) 가우시안 필터링을 한 영상, (우) 이진화 처리를 한 영상



그림 10. 도로영상의 이진화; (좌) 가우시안 필터링을 한 영상, (우)이진화 처리를 한 영상



그림 11. 호수영상의 이진화; (좌) 가우시안 필터링을 한 영상, (우) 이진화 처리를 한 영상

하였다. 1차 미분형태의 연산자 중 Canny 연산자로서 가우시안(Gaussian) 필터링을 거친 Sobel 연산자를 사용하기로 결정하였다. 이진화를 거치지 않은 영상에서 경계선 추출을 하면 각 경계선 추출 연산자별로 경계선이 상당한 차이가 나타나는 것으로 알려졌으나, 본 연구에서는 영상을 이진영상을 바꾸었으므로 각 경계선 추출 연산자별로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

다음 그림은 어떤 처리도 하지 않은 원영상에서 경계선을 추출한 결과(좌)와 본 연구에서 사용된 처리과정을 거친 결과(우)의 영상이다.

다음 그림은 어떤 처리도 하지 않은 원영상에서 경계선을 추출한 결과(좌)와 본 연구에서 사용된 처리과정을 거친 결과(우)의 영상이다.

전체적인 경계선 추출부분을 종합하여 보면 건물이나 도로와 같은 직선 선형이 많이 들어가 있는 부분에 대하여서는 선형을 추출하기 위한 기법에 대한 연구가 필요한 것으로 사료되며, 경계선을 반자동으로 추출하기 위해서는 각 지형요소간의 밝기값(Grayscale) 차이가 확연히 드러나는데 비해, 원 항공영상이 낮에 촬영되므로 전체적으로 태양광의 영향으로 밝게 되어 지형요소간의 밝기값(Grayscale) 차이가 줄어들어 확인 할 수 있었다. 그리고, 모든 지형지물의 완벽한 추출을 위해서는 폐색 영역의 보정이 상당히 시급한 문제로 남아있다.

2.7 세선화 및 벡터화

세선화 과정은 추출된 경계선의 두께를 조정하는 과정

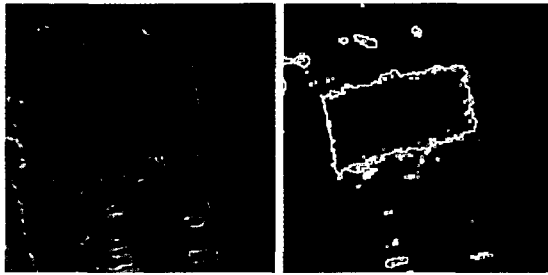


그림 12. 건물영상의 경계선 추출

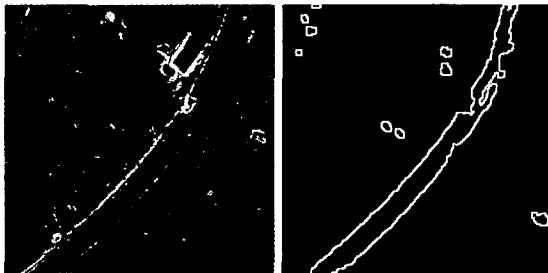


그림 13. 도로영상의 경계선 추출

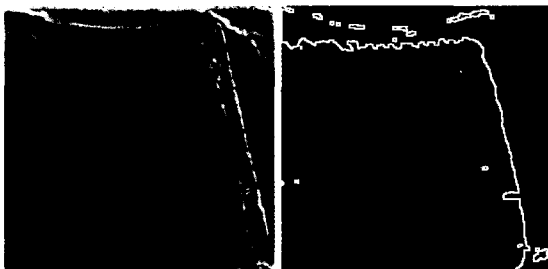


그림 14. 호수영상의 경계선 추출

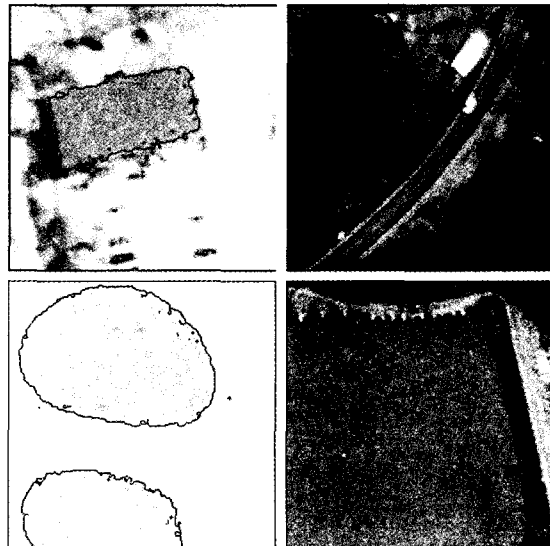


그림 15. 원영상과 세선화한 영상의 Merge



그림 16. 실험지역 전체 영상



그림 17. 실험지역의 수치지형도

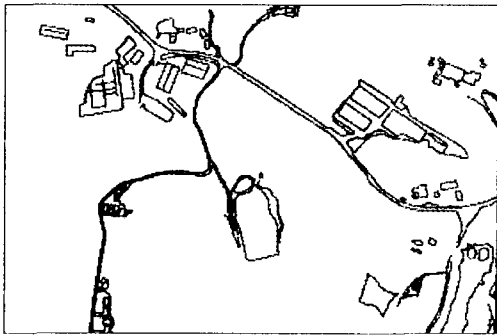


그림 18. 실험지역을 벡터화한 영상

으로 잡음제거 과정도 이에 속한다.

3. 문제점 분석

원영상에서 경계선을 추출한 결과는 건물의 경계선이 여러개의 선으로 표현되고 있다. 그리고, 건물 외에 많은 잡음들이 존재하고 있어서 잡음의 처리에 상당한 연구가 필요한 것을 알 수 있다. 그리고, 다른 지형요소에 대해서도 이와 같은 결과를 유추하고 있으며, 그대로 영상에 접목시키기에는 많은 문제점을 내포하고 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서 사용된 알고리즘을 이용한 영상은 단일선으로 경계선이 추출된 것을 볼 수 있으나, 이진화 처리 과정에서 밝기값(Grayscale)에 대한 영향으로 건물이나 도로의 경계가 많이 변형되어 보이는 것을 알 수 있다. 게다가 Sobel 연산자가 Hough 연산자에 비해 직선형의 경계선 추출시 약점을 보이고 있음을 단적으로 보여주고 있다. 그러나, Hough 변환은 영상처리시 많은 시간을 소요되기 때문에 많이 사용하고 있지는 않다. 그러므로,

Sobel과 Hough 연산자의 혼합으로 직선형을 개선하고, 시간적 문제를 개선할 수 있는 연구가 필요한 것으로 사료된다.

명암대비가 뚜렷한 부분에 대해서는 양호하게 검출되고 있지만, 밝기값(Grayscale)의 분포가 비슷한 부분에 대해서는 도로의 경계를 명확하게 검출하지 못하였으므로, 이것을 이용하여 도로의 형태를 결정할 수는 없다. 특히, 도로상에 화물차가 지나가고 있고, 그림자 영역인 폐색 영역에 있어서는 도로의 형태가 일그러져 있는 것을 알 수 있다. 그러므로 도로의 형태에 많은 오차를 발생시키게 된다. 따라서, 이러한 폐색 영역의 보정에 관한 연구와 추출하고자 하는 지형요소에 다른 요소가 영향을 미칠 경우의 처리문제 등에 대한 많은 연구가 필요하다.

전체적인 경계선 추출부분을 종합하여 보면 건물이나 도로와 같은 직선 선형이 많이 들어가 있는 부분에 대해서는 선형을 추출하기 위한 기법에 대한 연구가 필요한 것으로 사료되며, 경계선을 반자동으로 추출하기 위해서는 각 지형요소간에 밝기값(Grayscale)의 차이가 확연히 나타나는데 비해, 원 항공영상이 낮에 촬영되므로 전체적으로 햇빛의 영향으로 밝게 되어 지형요소간의 밝기값(Grayscale)의 차이가 줄어들음을 확인할 수 있었다.

경계선 추출을 하기 위한 기본 조건은 밝기값(Grayscale)의 차이로서 경계 부분과 비경계 부분을 구별하는 것이다. 그래서, 흑백영상에서 경계선을 추출한 결과와 천연색영상에서 경계선을 추출한 결과는 앞에서 본 바와 같으며, 흑백영상에서 밝기값(Grayscale)을 비교한 결과와 천연색영상에서 R, G, B값을 비교한 결과는 천연색영상에서 밝기값(Grayscale)의 차이가 월등히 나고 있음을 알 수 있었으며, 천연색영상에서 색판분리를 하여 밝기값(Grayscale)의 차이가 가장 많이 나는 색판으로 경계선을 추출한 결과가 흑백영상에서 경계선을 추출한 결과보다 나음을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구는 천연색 항공사진 영상을 이용하여 경계선을 추출하고자 하였다. 천연색 항공사진을 이용한 수치정사 영상을 기반으로 하여 천연색 항공사진 영상특성을 분석하였으며, 경계선 추출을 위한 연산기법을 비교·분석하여 항공사진에 적합한 알고리즘을 개발하였다. 이에 해당지역 1:5,000 수치지형도와 비교 분석한 결과, 다음과

같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 천연색 항공사진 영상을 분석한 결과 천연색 항공 사진이 흑백항공사진에 비해 분해능은 뒤떨어지지만, 경계선 추출을 위한 색표현력에 대해서는 우수하다는 것을 알 수 있었다.

2. 본 연구에서 개발한 선택영역의 이진화 후에 경계선 추출 알고리즘을 적용한 결과, 기존의 경계선 추출 알고리즘보다 양호한 성과도출이 가능함을 알 수 있었다.

3. 반자동 경계선 추출기법에 의한 도로, 건물, 하천 등 수치지형도 대분류 체계상의 인공적인 지형요소를 추출할 수 있다는 가능성을 제시할 수 있었다. 항공사진의 촬영일시에 따라 하천경계와 지류경계의 모호성을 배제할 수 없었지만, 다른 지형요소에 관해서는 반자동 경계선 추출기법을 적용할 수 있었다.

이상과 같은 연구 결과, 천연색 항공사진 영상을 이용한 수치정사영상으로부터의 경계선 추출의 타당성을 입증할 수 있었으며, 경계선 추출시의 직선형의 개선이나 폐색 영역의 처리문제 등에 대해서는 앞으로 이 부분에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 구기준, 화상정보처리, 기문사, 1996, pp. 58-80.
2. 국립지리원, “수치지도작성작업규칙(건설교통부령 제17호)”, 대한측량협회, 1998, pp. 159-170.
3. 박병욱, “수치정사사진 구축에 관한 연구”, 행정자치부, 1999, pp. 1-15.
4. 박상현, “Breakline을 이용한 수치표고모델의 정확도 향상에 관한 연구”, 석사학위논문, 명지대학교 대학원, 1999.
5. 유복모, “사진측정학”, 문운당, 1998, pp. 381-386.
6. 유복모, “측량학원론”, 박영사, 1998, pp. 24-26.
7. 유복모, “현대수치사진측량학”, 문운당, 1999, pp.78-90.
8. 유환희, 손덕재, 김성우, “건물 DEM 생성을 위한 경계 검출법 개발”, 측량학회, 제17권, 제4호, 1999, pp. 421-429.
9. 장동혁, “디지털 영상 처리의 구현”, PC 어드밴스, 1999, pp. 102-130.
10. 전호원, “수치정사영상 제작에 대한 정확도 평가”, 박사학위논문, 명지대학교 대학원, 1998.
11. 정해진, “수치지도 제작 및 평가에 관한 연구”, 석사학위논문, 명지대학교 대학원, 1997.
12. 최형일, 이근수, 이양원, “영상처리 이론과 실제”, 홍릉과학출판사, 1997, pp. 121-146.
13. Gonzalez & Woods, “Digital Image Processing”, Green, 1999. pp. 433-442.
14. John R. Jensen, “Introductory Digital Image Processing”, Prentice Hall, 1995, pp. 257-277.
15. Sonka. M. and R. Boyle, “Image Processing Analysis and Machine Vision”, Chapman & Hall Computing, 1993, pp. 132-156.
16. Thomas M. Lilesand, Ralph W. Kiefer, “Remote Sensing and Image Interpretation, Fourth Edition”, Wiley, 2000, pp. 470-499.
17. Toni Schenk and Charls. K Toth, “Computer vision and digital photogrammetry”, ITC Journal, 1992, pp. 34-39.
18. “Digital Photogrammetry, Toni Schenk Terra Science, 1999.