

인공위성을 이용한 선구조 추출

Extraction of Lineament Using Remonte Sensing Image

양인태 · 박건 · 이봉우 · 최승필

Yang, In Tae · Park, Keon · Lee, Bong-Woo · Choi, Seung Pil

강원대학교 토목공학과, 관동대학교 토목공학과

요약

본 연구에서는 선구조 추출 방법을 최적화하기 위한 처리과정의 표준화와 처리결과에 대한 정확도 평가를 통해 신뢰성을 확보하였다.

강원도 평창군 하진부리를 시범지역으로 하여 해당지역의 위성영상을 취득한 후 전처리 과정을 거쳐 선구조를 추출하였고, 선구조의 방향성과 밀도에 대한 분석을 실시하였다.

1. 서론

선구조(Lineament)는 지각운동에 의해서 지층이나 기반암석, 단층 또는 독립된 암체 등에 나타나는 선형구조로써 지각구조를 반영하는 직선 혹은 완곡의 지형요소로 정의(Hobbs et al.,)되며, 단층, 절리, 암맥, 지층 경계, 습곡 등의 지질구조들과 매우 연관되어 있다.

선구조는 수리지질학 분야, 지구물리학 분야, 지진, 산사태, 사면안전 및 댐 부지의 안정성 평가에 중요한 인자로 활용 된다. 또한 노선 선정의 기초자료로 활용되며, 정밀지질조사 및 물리탐사 조사구간 설정 등 상세조사 계획수립에 활용되기도 한다(Short and Lowman, 1973 ; Lee and Chi, 1995 ; 이, 2004).

선구조의 추출은 크게 국부적인 방법과 광역적인 방법으로 추출된다. 국부적인 방법은 정밀 지질조사에 의해 분석되며, 광역적인 방법은 위성영상, 항공사진, DEM 등의

자료를 이용하여 분석되어진다.

정밀 지질조사는 상세조사를 통해 지질구조 요소가 높은 정확도로 분석되어지나 광역적인 방법은 그 목적이 개략적 평가 및 상세조사의 계획수립을 위한 사전처리단계임으로 그 정확도가 매우 떨어진다. 그럼에도 불구하고 낮은 가격으로 넓은 지역의 선구조를 추출할 수 있고, 신속하게 결과를 얻을 수 있어 광역적인 방법이 많이 활용되고 있다.

그러나 광역적인 선구조 추출 방법은 사용자의 경험 또는 전문성에 매우 의존하고 있어 그 결과가 상이하고 정확도가 떨어져 신뢰성이 낮게 평가되고 있다. 그러므로 분석결과는 상세 조사시 경제적 요인을 가중시키며, 산사태, 지진과 같은 재해 분석시 인자로 활용되는 선구조의 낮은 정확도로 인하여 재해예측의 신뢰성을 낮추는 요인이 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 광역적인 선구조 추출 방법을 정립하여 사용자 마다 동일한

성과를 얻도록 하며, 정확도 분석을 통해서 신뢰성을 확보하고자 하였다.

2. 연구범위 및 방법

연구범위는 위성영상을 이용하여 시범지역에 대한 선구조를 추출하는 것이며, 이때 소요 정확도를 유지할 수 있는 매개변수의 최적값을 찾아내는 것이다.

연구방법은 선구조 추출 방법을 최적화하기 위한 처리과정의 표준화와 처리결과에 대한 정확도 평가를 통해 신뢰성을 확보하는 과정으로 구분된다.

그림 1은 이 연구를 수행하기 위한 방법을 순서도로 나타낸 것이다. 강원도 평창군 하진부리를 시범지역으로 하여 해당지역의 위성영상을 취득한 후 전처리 과정을 거쳐 선구조를 추출하였고, 선구조의 방향성과 밀도에 대한 분석을 실시하였다.

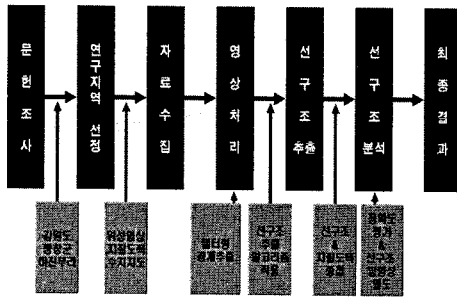


그림 1. 연구방법

3. 전처리

3.1 연구대상지역

연구대상지역으로 강원도 평창군 하진부리이며, 그림 2은 연구대상지역을 수치지도와 위성영상으로 나타낸 것이다.

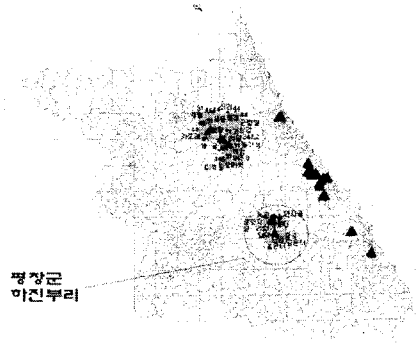
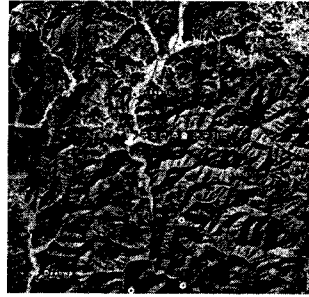


그림 2. 연구대상지역

3.2 자료취득

본 연구에서는 위성영상을 이용하여 선구조를 추출하기 위해 위성영상, 수치지형도, 수치지질도 등의 자료를 취득하였다.

위성영상은 2001년 8월에 촬영된 Landsat 영상을 취득하였으며, 1/25,000 축척의 수치지형도와 1/250,000 축척 수치지질도 취득하여 선구조 추출에 활용하였다.

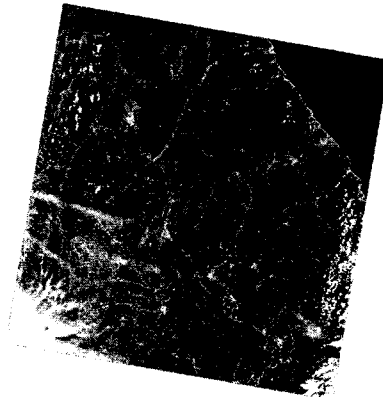


그림 3. Landsat-7/ETM 영상

3.3 기하보정

본 연구에서는 미보정 영상의 기하보정을 실시하기 지상기준점 8지점을 선정 한 후 Landsat 2001년 영상에 대해 Map to Image 방식으로 기하보정을 실시하였다.

그림 4은 기하보정을 수행한 위성영상을 이용하여 연구대상지역인 강원도 평창군 하진부리를 포함하는 지역을 선정하고 15km×15km 해당하는 면적 255km² 을 절취하여 그림으로 나타낸 것이다.

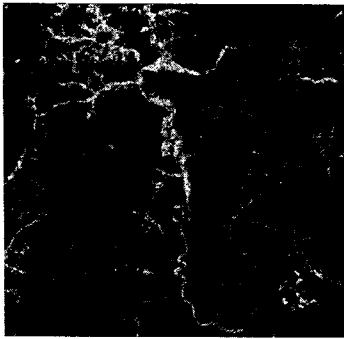


그림 4. 강원도 평창군 하진부리

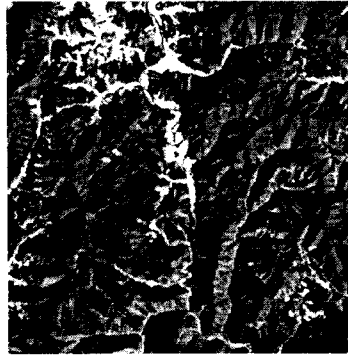


그림 5. 평균값(Mean) 필터

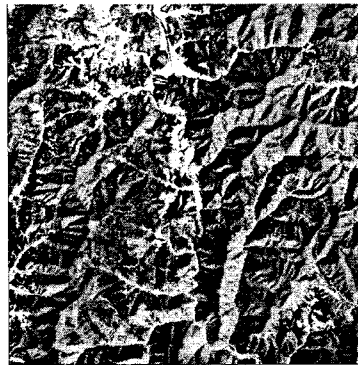


그림 6. 히스토그램 평활화

3.4 선구조 추출

3.4.1 잡음제거

잡음제거를 위해 평균값 필터, 히스토그램 평활화 기법을 위성영상에 각각 적용하였다. 이때에 광물, 암석분석에 용이한 7밴드를 사용하여 필터링을 수행하였다.

그림 5은 해당 화소의 주변에 위치한 8개의 화소를 평균하여 해당픽셀에 할당하는 방법인 평균값 필터를 적용하여 나타난 결과이며, 그림 6과 같이 원영상의 최소, 최대 화소값을 이용하여 0-255의 화소값으로 히스토그램을 재조정하는 히스토그램 평활화 기법을 적용하여 그 결과를 그림으로 나타내었다.

영상 내에 존재하는 잡음을 제거하기 위해 지역 통과 필터인 평균값 필터와 영상의 밝기값을 전처리 과정을 거쳐 히스토그램이 조정된 영상 등 2개의 영상을 윤곽선 추출에 적용하여 두 결과를 비교하였다.

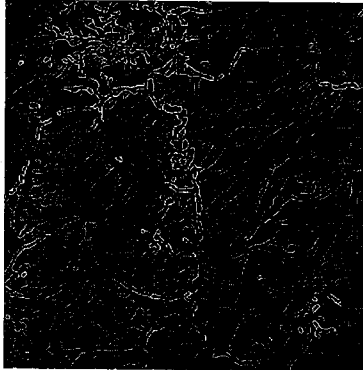
3.4.2 윤곽선 추출

윤곽선추출은 경계추출(Edge Detection) 기법을 적용하여 추출되어지며, 선구조 추출을 위한 기본단계이다.

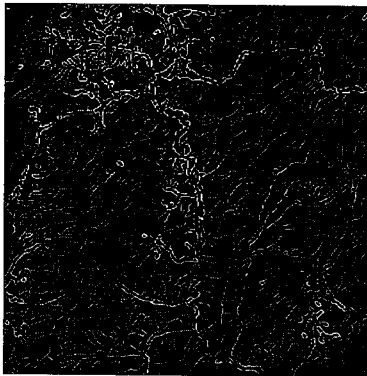
본 연구에서는 가장 높은 인식률로 경계를 추출할 수 있는 Canny 경계 추출기법을 사용하였으며, 영상의 잡음을 줄이기 위해서 규정된 표준 편차 σ 의 가우시안 필터로 스

무딩 하고 지역적기울기 $g(x,y) = [G_x^2 + G_y^2]$ 및

경계 방향 $a(x,y) = \tan^{-1}(G_y/G_x)$ 을 계산하여 수행 되어 <그림 7>와 같이 Canny 추출기법을 적용하여 윤곽선을 추출 하여 표현하였다.



(a) 평균값(Mean) 필터 이용



(b) 히스토그램 평활화 이용

그림 7. Canny 추출기법에 의한 윤곽선 추출

3.4.3 선구조 추출

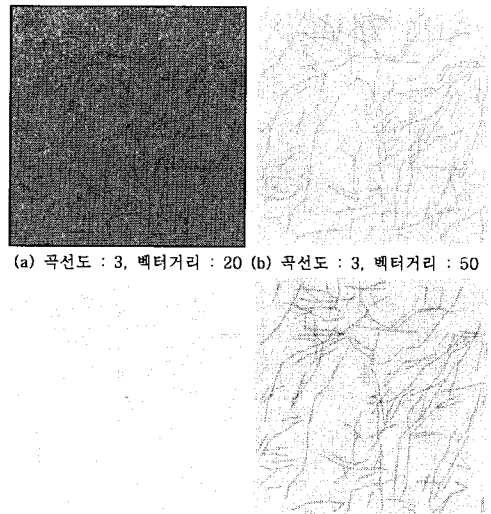
Canny 경계추출 기법에 의해 추출된 윤곽선 영성을 이용하여 이진파일로 변환하고, 곡선추출 알고리즘을 이용하여 선구조를 추출하고 벡터화 하였다. 이때 곡선도, 벡터거리의 매개변수 값을 달리하여 선구조를 추출하였다.

그 결과 히스토그램 평활화가 적용된 영상이 평균값 필터링이 적용된 영상보다 많은 선구조가 추출되었으며, 이는 잡음에 의한 영향으로 판단되며, 특히 곡선도가 클수

록 선구조는 직선화되고 벡터거리가 클수록 선구조는 길어지며, 많은 선구조가 추출되는 경향을 알 수 있었다. 이러한 결과는 정확도 분석을 통해서 적절한 매개변수 값의 범위를 찾을 수 있을 것으로 판단된다.

그림 8는 평균값 필터링 후 Canny 경계추출 기법이 적용된 윤곽선 영상의 선구조추출 결과이며, 그림 9는 히스토그램 평활화 후 Canny 경계추출 기법이 적용된 윤곽선 영상의 선구조 추출 결과이다.

그림 10은 곡선도와 벡터거리 값의 변화에 따른 선구조의 추출 결과를 비교하여 그림으로 나타낸 것이다.



(a) 곡선도 : 3, 벡터거리 : 20 (b) 곡선도 : 3, 벡터거리 : 50

(c) 곡선도 : 7, 벡터거리 : 20 (d) 곡선도 : 7, 벡터거리 : 50

그림 8. 선구조 추출(평균값 필터 적용)

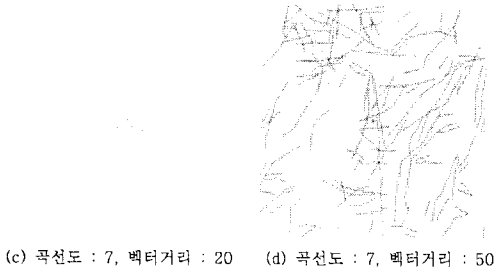
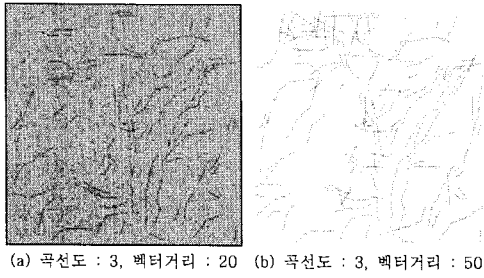


그림 9. 선구조 추출(히스토그램 평활화 적용)

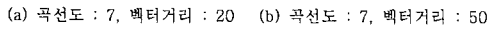
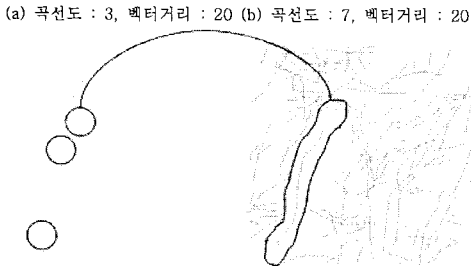
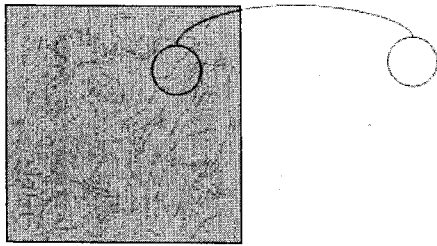


그림 10. 매개변수 값 변경에 따른 선구조의 변화

3.4.4 선구조 분석

선구조에 대한 분석은 방향성 분석과 빈도분석, 평균연장과 정확도를 분석을 실시하였다.

방향성분석은 앞서 영상처리 및 분석을 통해 추출된 선구조를 이용하여 로즈다이어그램을 그려 평균값 필터링과 히스토그램 평활화가 적용된 선구조의 방향성을 확인하였다. 선구조의 방향성에 대한 로즈다이어그램은 각기 다른 매개변수를 적용한 4개의 선구조에 대해서 확인을 하였다.

또한 선구조에 대한 특성을 분석한 결과 방향성은 주로 북동방향으로 분포하고 이때의 선구조 빈도는 19개~73개로 범위로 나타났다으며, 최대, 최저, 평균연장은 유사하게 나타났다.

그림 11, 그림 12은 평균값 필터와 히스토그램 평활화가 적용된 선구조에 대해서 각각 다른 매개변수가 달리 적용된 선구조의 방향성과 선구조의 빈도를 그림으로 나타낸 것이며, 표 1은 선구조 특성 분석 결과를 표로 나타낸 것이다.

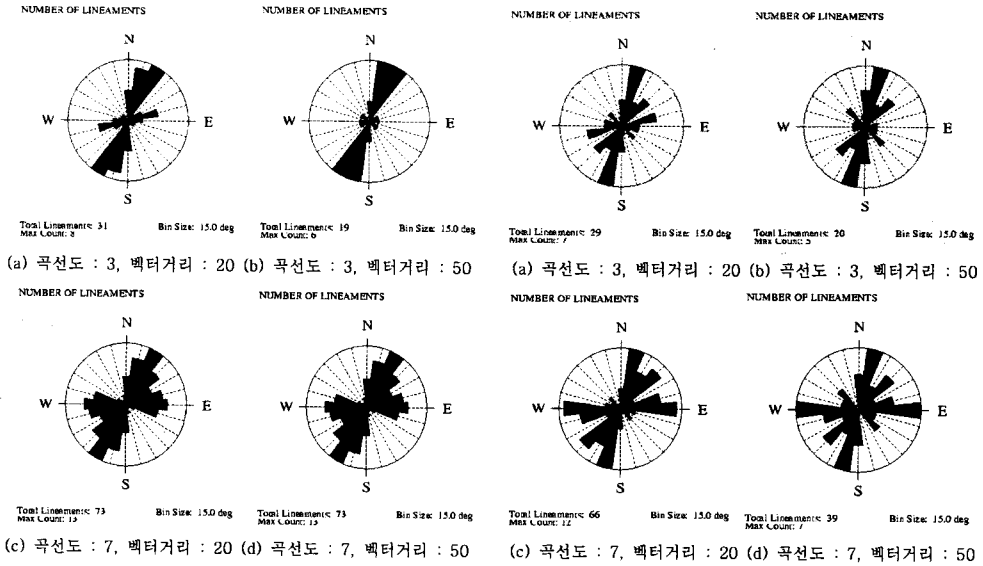


그림 11. 방향성 분석(평균값 필터)

그림 12. 방향성 분석(히스토그램 평활화)

표 1. 선구조 특성 분석 결과

구분	평균값 필터링				히스토그램 평활화			
	1	2	3	4	1	2	3	4
방향성	N30E	N30E	N30E	N, E	N15E	N15E	N15E, E	N15E, E
빈도	31개	19개	73개	39개	29개	20개	66개	39개
최대연장	2.0km	1.4km	3.9Km	3.9Km	2.1Km	2.1Km	2.9Km	2.9Km
최저연장	0.9km	0.9km	0.9km	0.9km	0.9Km	0.9Km	0.9Km	0.9Km
평균연장	1.1km	1.1km	1.3km	1.2km	1.1Km	1.1Km	1.3Km	1.2Km

선구조의 정확도를 분석하기 위해 수치지질도상의 단층을 포함한 선구조를 추출하여 방향성 분석과 선구조의 특성을 분석하고, 위성영상에서 추출된 선구조의 특성을 비교하였다.

그 결과 평균값 필터링을 적용 후 매개변수의 곡선도 3, 벡터거리 50일 때 추출된 선구조가 수치지질도상에서 추출된 선구조의 방향성과 특성이 유사하였다.

수치지질도 상에서 추출된 선구조의 빈도는 11로 위성영상으로부터 추출된 선구조에 비해 그 빈도가 적게 나타났으나, 이는 수치지질도가 1/250,000의 소축척으로 제작되

어 비교적 연장이 작은 선구조는 반영되지 않았을 것으로 판단된다.

따라서, 향후 위성영상으로부터 추출된 선구조 중 수치지질도에서 발견되지 않은 선구조는 현장조사를 통해 선구조의 유무를 판별한다면 더욱 정밀한 선구조도를 제작하고 갱신하는데 유용하게 사용될 것으로 판단된다.

그림 13는 이 연구에서 사용한 연구대상 지역의 수치지질도와 방향성을 나타낸 로즈 다이어그램이며, 표 2은 연구지역의 선구조 특징을 표로 나타낸 것이다.

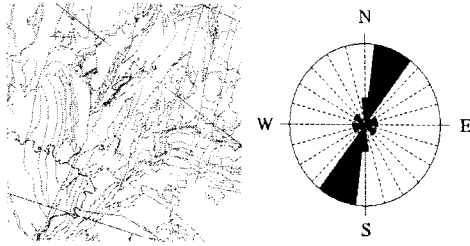


그림 13. 수치지질도상의 선구조 방향성 분석

표 2. 수치지질도상의 선구조 특성 분석

구분	방향성	빈도	최대 연장	최저 연장	평균 연장
통계 값	N30E	11개	1.7km	0.6km	1.2km

4. 결론

본 연구에서는 인공위성영상을 이용하여 영상처리기법을 적용하여 선구조를 추출한 결과 다음과 같은 결론은 얻었다.

첫째, 인공위성 영상 내에 존재하는 잡음 제거를 위해 사용된 필터링 중 평균값 필터링이 잡음제거에 효과적이고 부드러운 영상을 제공하였다. 특히 선구조 추출시 히스토그램 평활화 기법이 적용된 영상보다 선구조 추출이 수치지질도상의 선구조와 유사하였다.

둘째, 수치지질도의 선구조와 Canny 경계추출기법을 적용하여 추출된 선구조를 비교한 결과 곡선도 3, 백터거리 50에서 상관성이 가장 높게 나타남을 알 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 강원대학교 부설 방재연구센터의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

류희영 외 3, (2004), "위성영상을 이용한 지질학적 선구조의 자동 추출 : 정선지역 사례 연구", 한국GIS학회 학술대회지, pp. 635-640.

주현희, (2003), "위성영상 및 항공사진을 이용한 선구조 추출에 관한 연구", 석사학위논문, 성균관대학교.

최은영 외 5, (2003), "자동 선구조 추출 알고리즘의 개발과 적용사례", 물리탐사학회지, 제6권, 제1호, pp. 7-12.

A. A. Madani, (2001), Selection of the optimum Landsat Thematic Mapper bands for automatic lineaments extraction-Wadi natash area, Eastern desert, Egypt, Asian Association on Remote Sensing.