

지지벡토르분류기를 리용한 광화정보추출방법

임경철, 박은성

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《위성사진자료와 항공사진자료를 다른 탐사자료와 결부하여 종합적으로 분석하고 그에 기초하여 지질구성과 지하자원분포상태를 심부에 이르기까지 립체적으로 해명하기 위한 사업을 잘하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제14권 506페이지)

광화정보는 중요한 탐사징후이지만 위성화상에서 매우 작은 신호로서 화상의 배경에 존재하기때문에 그것을 어떻게 추출하겠는가 하는 문제는 지하자원의 원격조사와 평가를 위한 중요한 문제의 하나로 되고있다.

지지벡토르분류기는 강한 일반화능력을 가지고있다. 그러나 학습모형과 핵함수의 선택, 분류초평면들의 위치결정이 중요한 문제로 제기된다. 그러므로 위성화상으로부터 광화정보를 추출하는데 합리적인 학습모형과 핵함수 및 파라미터들을 선택하는것이 중요하다.[1, 2] 논문에서는 지지벡토르분류기의 학습모형과 핵함수, 파라미터들을 설정하여 위성화상으로부터 광화정보를 추출하는 한가지 방법을 서술하였다.

1. 지지벡토르분류모형의 개선

1) 핵함수의 선택

비선형문제를 해결하기 위하여 지지벡토르분류기에서는 먼저 학습자료에 초기모형공간에서 특정한 함수의 비선형변환을 실시하고 고차원공간으로 넘긴다. 그다음 고차원공간에서 최량분류초평면을 결정하면 이 초평면이 초기모형공간에서의 비선형분류평면으로 된다. 그러나 저차원공간에서 고차원공간으로의 투영과정에 특징공간의 차원수가 커지는 것은 피할수 없는 문제로 된다. 지지벡토르분류기에서 이 문제는 핵함수를 리용하여 해결할수 있다. 핵함수의 형태를 알고있다면 라그랑주승수를 구하고 그 값을 판별함수에 대입하여 분류를 실현한다.

지지벡토르분류기의 성능을 높이는데서 중요한것은 적당한 핵함수를 선택하는것이다. 핵함수들의 분류정확성을 비교하기 위하여 모의실험을 진행하였다. ENVI의 스펙트르서고에서 4가지 지물의 스펙트르를 선택하고 LandSat 7호 위성화상의 파장대역에 대응하도록 재표본화를 진행한 다음 잡음을 추가하여 모의화상을 생성하였다.

$$Y_c = (1 - \eta)Y_t + \eta N \quad (1)$$

여기서 Y_c 는 합성스펙트르, Y_t 는 서고스펙트르, η 는 신호대잡음비(모의자료에서 $\eta = 35\%$), N 은 잡음이다.

모의화상을 리용하여 여러 핵함수에 대한 실험을 진행하였다. 그리고 분류정확도를 평가하기 위하여 원화상에서 매 지물류형들이 차지하는 화소수와 분류화상에서 매 지물들이 차지하는 화소수의 비를 평가하였다.

여러가지 핵함수에 따르는 분류정확도는 표 1과 같다.

표 1. 여러가지 핵함수에 따르는 분류정확도

No.	핵함수	정확도/%
1	방사토대함수	98.5
2	1차 다항식	89.3
3	2차 다항식	88.9
4	선형핵함수	87.5
5	시그모이드함수	92.7

실험결과에서 알수 있는것처럼 방사토대함수를 지지벡토르분류기의 핵함수로 리용하는 경우에 분류정확도가 제일 높다. 그러므로 방사토대함수를 지지벡토르분류기의 핵함수로 설정하였다.

2) 최량분류초평면의 위치결정

학습자료가 선형적으로 분리되지 않을 때 지지벡토르분류기를 리용하여 위성화상으로부터 광화변질정보를 추출하는데서 중요한것은 핵함수를 설정한 다음 최량분류초평면의 위치를 합리적으로 조절하는것이다.

학습자료가 선형적으로 분리될수 없거나 선형적으로 분리될수 있는지 알수 없는 경우에 부아닌 완화인자를 리용하여 잘못 분리된 학습자료의 존재를 허용할수 있게 한다. 최대간격을 가지지 않는 학습자료의 수가 최소로 되는 최량분류초평면을 얻기 위하여서는 완화인자에 대한 조합최량화문제를 풀어야 하는데 일반적으로 이 문제는 풀기가 어려운것으로 알려져있다. 그러므로 벌칙인자 C 를 도입하여 일반화된 최소화함수를 다음과 같이 구성하였다.

$$L(\varepsilon, \xi) = \frac{1}{2} \|\omega\|^2 + C \sum_{i=1}^n \xi_i \quad (C > 0) \quad (2)$$

C 가 클수록 벌칙정도가 크며 오차분류표본에 대한 제약정도가 커진다.

우에서 생성한 모의화상자료를 리용하여 C 값에 따르는 분류정확도의 변화를 관찰하기 위한 실험을 진행하였다.(그림)

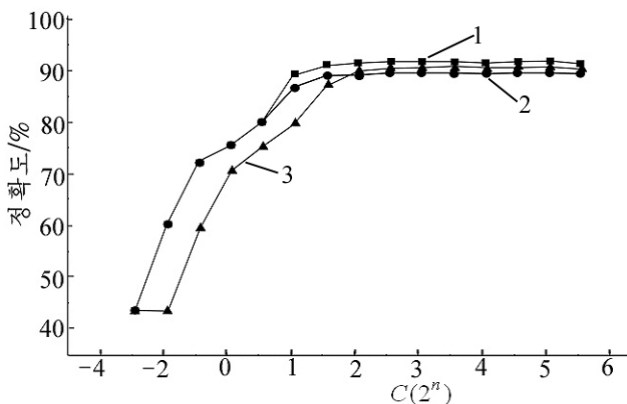


그림. C 값에 따르는 여러가지 핵함수의 분류정확도
1-방사토대함수, 2-선형핵함수, 3-시그모이드함수

그림에서 보는바와 같이 벌칙인자 C 가 비교적 작을 때 분류정확도는 낮아지며 C 가 증가될 때 분류정확도는 점차적으로 커진다. 계속 C 를 증가해도 분류정확도의 변화는 그리 명백하지 않다. 벌칙인자 C 와 방사토대함수의 파라메터 Y 를 합리적으로 선택하기 위한 과정을 단계적으로 보면 다음과 같다.

① C, Y 의 보조변수모임을 생성($C = 2^{-2}, 2^{-1}, \dots, 2^{12}$, $Y = 2^{-10}, 2^{-9}, \dots, 2^4$)하고 C, Y 에

따르는 2차원살창을 구성한다.

② 매 살창에 C, Y 값을 대응시키고 살창마디점에서의 분류정확도를 계산한다.

③ 마지막으로 2차원살창의 행 및 열수를 변화시키면서 ②에서 얻은 결과에 대한 보간을 진행하여 변화된 살창마디점에서의 분류정확도값들을 결정한다. 다음 매 살창마디점에서의 분류정확도값들을 리용하여 등값선도를 작성한다. 등값선도에 기초하여 제일 합리적인 C, Y 값을 확정한다.

2. 지시벡토르분류기에 의한 금광화정보추출

지시벡토르분류기에서 학습표본의 수와 질은 분류결과의 정확도에 큰 영향을 미친다. 일반적으로 원격조사에서 학습표본은 야외지질조사, 표준스펙트르서고 혹은 야외측정스펙트르 등을 리용하여 선택한다.

1) 끝성원추출과 혼합동조려파

LandSat 8호 OLI화상에서는 금광화의 간접적징후로 되는 열수변질대에서 나타나는 철산화물광물들과 점토광물들을 식별할수 있다.

연구지역에서 추출된 끝성원스펙트르가운데서 금광상형성과 편광을 가지는 석영과 황철광 그리고 여러가지 점토광물과 열수광물들로 이루어진 변질광물들에 대한 스펙트르들을 해석에 리용하였다.

리용한 위성화상은 구름피복률이 낮은 2014년 10월 12일에 수집된 Landsat 8호(궤도번호 117/33)의 위성화상이다.(표 2)

표 2. 수집된 Landsat 8호 위성화상자료의 특성

화상자료화일이름	수집날자	구름피복률/%	태양높이/(°)	태양방위/(°)
LC81170332014285LGN00	2014.10.12.	0.14	41.373 927	157.466 059

선택된 끝성원들을 리용하여 혼합동조려파를 진행하였다.

2) 개선된 지시벡토르분류기에 의한 분류

연구지역에서 금광체들은 암석학적으로 규암과 견운모록니석회질편암, 견운모록니석편암, 석영편암, 흑운모화강암들이 분포하는 구역에 치우치며 지질구조적으로는 북서-남동구조들에 위치한다. 이것에 기초하여 혼합동조려파를 진행하고 얻어진 화소들의 스펙트르를 학습표본으로 하여 개선된 지시벡토르분류를 진행하였다. 여기서 지시벡토르분류기의 핵함수로는 방사도대함수를 선택하고 핵함수파라미터 $Y=0.16$, 벌칙인자 $C=100$ 으로 설정하였다. 학습표본에서는 끝성원스펙트르를 개별적으로 리용하여 4개의 분류화상을 얻고 베이스중첩원리에 기초하여 중첩분석을 진행하였다. 중첩분석결과와 연구지역의 광상지질학적조건, 선구조해석, 알려진 광상자료 등에 기초하여 금광화이상구역을 설정하였다.

설정한 금광화이상구역의 믿음성을 검증하기 위하여 금광화이상구역예측결과와 야외조사결과를 대비하였다. 설정된 전망탐사구역들가운데서 현재 채굴중에 있는 구역들은 제외하였다. 어느 한 지역에 대한 야외조사결과 설정한 금광화이상구역의 3개 지역에서 금광채굴이 진행되고있다는것을 확증하였다. 그러므로 설정된 금광화이상구역에 대한 세부탐사를 심화시켜야 한다고 본다.

맺 는 말

지지벡토르분류기를 리용하여 광화이상정보를 추출하기 위하여서는 핵함수로 방사토 대함수를 리용하여야 하며 벌칙인자와 핵함수파라메터를 합리적으로 설정하여야 한다.

또한 개선된 지지벡토르분류기를 리용하여 연구지역에서 금광체를 찾기 위한 전망탐 사구역을 설정하였다.

참 고 문 헌

- [1] S. A. Saritha; Procedia Computer Science, 46, 78, 2015.
- [2] Maysam Abedi; Computers & Geosciences, 46, 272, 2012.

주체107(2018)년 1월 5일 원고접수

An Extraction Method of Mineralization Information Using Support Vector Machine

Om Kyong Chol, Pak Un Song

We estimated the gold prospecting zone using support vector machine from the satellite image data. And the radiation basis function was used as the kernel function of support vector machine.

Key words: support vector machine, satellite image