

암석의 컬러 및 텍스처 분석을 위한 영상처리기법 연구

장운섭¹⁾, 박형동¹⁾

1. 서론

암석에 나타나는 시각정보는 실험에 의한 물성정보와 함께 암석의 상태를 분석, 평가할 수 있도록 하는 중요한 요소이다. 접근이나 직접적인 실험이 불가능한 경우, 시간 제약이 있는 경우 영상처리기법은 이들 문제를 해결하고 유용한 정보들을 제공할 수 있다. 영상처리기법의 응용은 암석 및 석재의 연구, 암석학 및 광물학적 연구, 현미경사진 분석, 암반과 토질의 조사와 평가, 시추공 영상 분석, 발파 현장의 암석 파편 분석, 문화재 평가 등 매우 다양한 주제로 이루어지고 있다(김재동, 김종훈, 1998; 류동우, 2000; Autio et al., 1999; Bruno et al., 1999; Lebrun, 2000; Maurício and Figueirido, 2000; Reid and Harrison, 1996; Sardini et al., 1999).

본 연구에서는 암석의 컬러와 텍스처 정보를 분석 대상으로 하였다. 컬러 및 텍스처의 분석을 위한 영상처리기법으로 컬러공간 분석, 수리형태학의 입도 분석, 동시발생행렬의 텍스처 파라미터 추출, 자기상관함수의 통계적 텍스처 분석 등이 선정되었다(Figure 1).

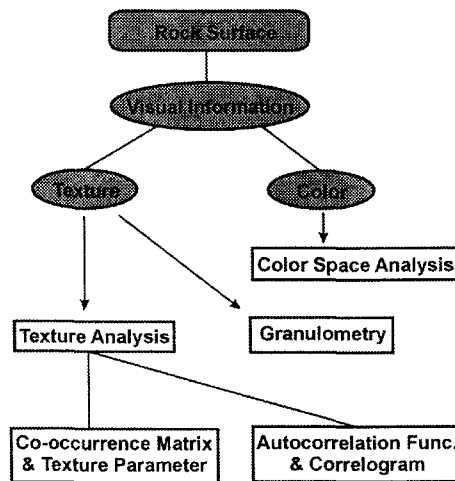


Figure 1 Flowchart for analysis of color and texture information : color and texture information acquired from rock surface and image processing methods.

2. 영상처리 프로그램 개발

Visual C++을 이용 영상처리 프로그램(Figure 2)을 개발하여 다음의 기능들을 구현하였다. 기본적인 기능으로 성분 추출, 점처리 연산, 영역처리 연산, 히스토그램 관련 기능, 마스크 연산, 변환 등을 구현하고, 컬러 및 텍스처 분석 기능으로 컬러 보정, 컬러공간 분석, 수리형태학 분석, 텍스처 분석, 지구통계 분석 등을 구현하였다.

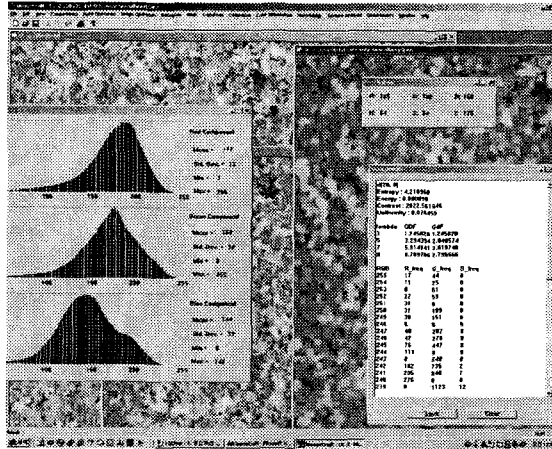


Figure 2. An example of image processing program developed in this study.

3. 컬러 및 텍스처 분석

포천석, 운천석, 중국석(G367)을 암석 시료로 하여 황산용액에 반복 침수시켜 인위적 암석 변화를 유도하며 컬러와 텍스처 분석을 수행하였다.

1) 컬러공간 분석

RGB 및 HSI 성분별 통계량을 이용하여 암석표면의 컬러정보 특징을 파악하고 암석 변화에 따른 컬러의 변화를 분석하였다. 그 결과 암석 변화 유도가 진행됨에 따라 암석 시료 모두에서 RGB 각 성분이 증가하며, HSI의 I 성분도 함께 증가하는 것으로 파악되었다. 이는 육안관찰 결과와도 일치하여 암석 변화 유도에 의해 밝기가 증가함을 보여준다.

컬러의 변화에 대해 정량적 분석을 시도하기 위하여 CIE(Commission Internationale de l'Eclairage)에서 고안한 CIE $L^*a^*b^*$ 공간을 이용하였다. CIE $L^*a^*b^*$ 공간에서 변화하는 컬러 포인트간의 거리를 측정하여 컬러 변화 크기를 알 수 있다. 분석 결과 측정된 거리는 RGB, HSI에서 측정된 컬러 변화의 절대값에 비례함을 알 수 있었다.

2) 수리형태학 입도 분석

수리형태학 기법 중 입도 분석 기법을 암석 영상에 적용하여 입자들의 크기 및 분포 그리고 그 변화를 파악하고자 하였다. 입도 분석의 입도누적곡선과 입도밀도곡선으로부터 다음을 알 수 있었다. 암석 변화 유도에 따라 지배적인 입자의 크기가 작아지며 큰 입자들의 수가 감소함을 파악하였다. 결국 고르던 입도 분포가 작은 입자 크기로 치우친다. 그러나 변화유도가 진행될수록 작은 입자들의 수가 다시 줄며, 고른 입도 분포로 변화한다.

3) 동시발생행렬을 이용한 텍스처 파라미터 추출

동시발생행렬로부터 계산 가능한 엔트로피, 에너지, 콘트라스트, 균질성을 이용하여 암석 영상의 텍스처 특징을 분석하고자 하였다. 그 결과 중국석의 에너지 감소와 엔트로피 증가로부터 암석 변화 유도에 의해 중국석의 텍스처 무작위성이 증가함을 파악하였다.

4) 자기상관함수

자기상관함수는 텍스처 요소의 크기에 따라 반응을 달리한다. 이를 이용해 텍스처 요소의 크기 및 텍스처 변화 특성을 파악할 수 있다. 이는 텍스처 요소의 크기는 거의 일정하게 유지되는 반면 요소들 간의 명암 차이가 변화하기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

4. 결론

- 1) 암석 영상의 컬러 및 텍스처 분석에 적합한 컬러공간 분석, 수리형태학의 입도 분석, 텍스처 파라미터 추출, 자기상관함수를 이용한 분석 등의 영상처리기법을 개발하였다.
- 2) 암석 변화를 인위적으로 유도하며 컬러 및 텍스처 분석을 수행하여 암석의 상태 및 변화에 대한 평가가 가능하였다.
- 3) 컬러 및 텍스처 분석기능을 구현하며 효율적인 암석 영상 분석을 위한 영상처리 프로그램을 개발하였다.

5. 참고문헌

- 김재동, 김종훈, 1998, 시추공벽 영상을 이용한 암반내 절리구조 해석, 터널과 지하공간, 한국암반공학회, Vol. 8, pp.342-350.
- 류동우, 2000, 암반 절리 트레이스 조사를 위한 화상 처리 및 확률집합체 이론에 의한 절리계 모사, 서울대학교 박사학위논문, 188p.
- Autio, J., Rantanen, L., Visa, A. and Lukkarinen, S., 1999, The classification and characterisation of rock using texture analysis by co-occurrence matrices and the Hough transform, Geovision'99, Proc. of Int. Symp. on Imaging Applications in Geology, pp.5-8.
- Bruno, R. Paoli, S.P., Laurence, P., Coluccino, M., Muge, F., Ramos, V., Pina, P., Mengucci, M., Olmo, M.C. and Olmedo, E.S., 1999, Image Analysis for Ornamental Stone Standard's Characterisation, Geovision'99, Proc. of Int. Symp. on Imaging Applications in Geology, pp.29-32.
- Lebrun, V., Toussaint, C. and Pirard, E., 2000, On the use of image analysis for the quantitative monitoring of stone alteration, Proc. Int. Symp. Weathering 2000, pp.29.
- Maurício, A. and Figueiredo, C., 2000, Textures Analysis of Grey-Tone Images by Mathematical Morphology: A Nondestructive Tool for the Quantitative Assessment of Stone Decay, Mathematical Geology, Vol. 32, No. 5, pp.619-642.
- Reid, T.R. and Harrison, J.P., 1996, Development of system of a system for the automatic construction of discontinuity trace maps and discontinuity measurements from digital images, Eurock'96, Barla(ed.), Balkema, Rotterdam, pp.303-309.
- Sardini, P., Moreau, E., Sammartino, S. and Touchard, G., 1999, Primary mineral connectivity of polyphasic igneous rocks by high-quality digitisation and 2D image analysis, Computers and Geosciences, Vol. 25, No. 5, pp.599-608.

주요어 : 암석영상, 컬러공간, 텍스처분석, 입도분석, 동시발생행렬, 자기상관함수

- 1) 서울대학교 지구환경시스템공학부