

## 영상신호처리에 의한 디지털 탁본화 문자 판독

\*황재호

한밭대학교 전자공학과

e-mail : hwangjh@hanbat.ac.kr

### Image Processing in Digital 'Takbon' and the Decipherment of Epigraphic Letters

\*Jae-Ho Hwang

Department of Electronic Engineering, Hanbat University

#### Abstract

In this paper a new approach of digitalized 'Takbon' is introduced. By image signal processing, the letters which were written on stones can be deciphered. Epigraphic letter is detected by digital image device, digital camera. The two dimensional digital image is preprocessed because of sensor noise and detective turbulence. Color image is transformed into grey level. The letter image is analyzed in time/frequency domain. By the resultant analysis data decisive functions are calculated. Signal Processing techniques, such as scaling, clipping, digital negative, high/low filter, morphology and so on, provide algorithms that can extract letter from stones.

#### I. 서론

금속이나 암석 및 다듬어진 돌(비석)에 음각(陰刻)이나 양각(陽刻)으로 문자나 그림, 문양 등을 각인한 것을 일컬어 금석문(金石文)이라 하고, 이 분야를 연구하고 수집하는 학문을 금석학(金石學)이라고 부른다. 금석에 아로새겨진 정보를 추출하는 일은 역사나 문화를

연구하고 보존하는 일에 있어서 매우 중요한 가치를 지니고 있다. 한국을 비롯한 아시아 거의 전 지역에 흩어져 무수히 존재하는 금석문들의 각인정보(刻印情報)를 취득함에 있어서, 이미 수천 년 전부터 오늘날에 이르기 까지 거의 변함없이 사용하고 있는 방법이 탁본(拓本)이다. 서양에서는 금석판에 종이를 올려 놓고 필기구나 안료용치로 문지르는 rubbing 작업을 통해 탁본을 뜨는데 반하여 우리나라에서는 종이를 금석판에 옹착시킨 후, 뭉치라는 먹이 물은 도구로 두드려서 흑백으로 처리된 각인정보를 얻는다. 어떠한 방법을 사용하든지 탁본은 긴 시간과 숙련도를 요하는 그리 쉽지 않은 작업인 동시에 여러 기구와 공정을 필요로 하는 매우 번거로운 일임에 틀림없다. 더욱이 고도의 정보화와 데이터화를 요구하는 이 시대에 일일이 수작업에 의한 정보 취득에 의존한다는 것은 매우 비현실적이고 원시적인 발상이 아닐 수 없다.

그럼에도 불구하고 이제까지 탁본의 정확성을 대신 할 만한 방법이 제시되고 있지 않았다. 금석문을 사진으로 처리하였을 때 각인정보의 식별이 어렵고, 선명도도 떨어진다. 그도 그럴 것이 금석문은 음양각으로 처리된 무늬이기 때문에, 기본 구도가 이중이며 동시에 외부의 빛 환경이 주는 그림자와 색밀도 대비에 의해 음과 양을 구분한다. 이를 사진으로 처리하게 되면 카메라의 사진 입력과정에서 발생하는 저주파 노이즈가 추가되어 흐림(blur) 현상이 나타나고 사진 기술 숙련도에 따른 메카니즘적 떨림이나 초점흐림을 동반

한다. 따라서 육안으로도 식별하기 어려운 금석문 각 인정보를 사진 자체에만 의존한다는 것은 무리이다. 또한 이러한 사진을 디지털 이미지로 바꾸어 시중에서 많이 쓰이는 포토샵이나 여타 소프트웨어로 처리한다 하여도 알고리즘이나 변수 상의 제한 때문에 금석문으로부터 문자만을 추출하기란 긴 시간과 노력을 요하는 그리 쉽지 않은 일이다. 본 연구를 시작하면서 필자는 시중에 나와 있는 여러 소프트웨어로 장시간 금석문 이미지를 처리하여 보았으나 각인정보 추출에는 한계가 있었다.

그리하여 영상신호처리 기법을 적용하기에 이르렀고, 그러기 위해서는 그 과정을 네 단계로 구분하였다. 일단 디지털 이미지의 입력과정에서 주변 빛 환경이 끼치는 영향을 평가한 후 이미지를 부각시킬 수 있는 최적 상태에서 이미지데이터를 입력하였고, 이미지의 전처리 과정을 거쳐 분석하기 좋은 상태로 변화한 후에 이미지의 분석을 통한 특성 추출과 패턴화 과정을 거쳤다. 그리고 마지막으로 패턴화의 이진 극대화를 통해 각인정보만을 추출하였다. 이 과정이 시간이 걸리고 복잡한 듯이 보이나 몇 가지 사전 준비 작업을 거치고 나면 나머지는 프로그램에 의해 단 몇 초 만에 그 결과를 얻을 수 있다. 이제 그 과정 별로 본문에서 살펴보도록 한다.



그림 1 대상 석문 이미지

## II. 이미지 입력과 전처리

### 2.1 대상 금석문의 선정과 이미지 입력

우리나라의 도시나 지방의 도처에는 여러 형태의 금석문이 산재해 있다. 박물관은 물론이고 서원, 향교, 종가집, 고택, 묘지, 경계석이나 돌장승, 심지어 산의 바위에 새겨진 글에 이르기까지 실로 엄청나다. 이러한 금석문 가운데 특히 장방형으로 반듯하게 다듬어진 비석 형태를 연구 대상으로 삼았다. 시대는 대략 50에서 100년 정도된 것으로 하였는데, 그 이유는 가장 흔하기 때문이다. 선정 및 입력조건은 다음과 같다.

#### [선정 및 입력조건]

- 바탕과 글씨가 모두 동일 석질(石質)이다.
- 글씨 부분에 색이 있는 안료가 발라져 있지 않다.
- 표면이 검게 연마된 암석은 피하고 화강암이나 사암을 택한다.
- 빛이나 조명의 입사 각도를 90도로 하여 그림자 영역을 극소화한다.

선정된 석문을 일반 디지털 카메라로 이미지를 담았다 (그림 1).

### 2.2 전처리

일반 디지털 검출장치로 입력된 이미지는 색상이 칼라이고 히스토그램 분석 시 색밀도 변화 폭이 좁고 흐림 현상이 나타난다. 전처리 과정을 통해 고역통과 필터로 이미지의 흐림 부분을 제거한 다음, RGB 칼라 영상을 grey level 로 변환한다. grey tone은 0-255의 256 단계이며 대상 이미지 밀도 값을 전 범위에 걸쳐 확장한다(그림 2). 이미지 선명도가 개선되고 글씨부분과 바탕 부분이 구분됨을 볼 수 있다.



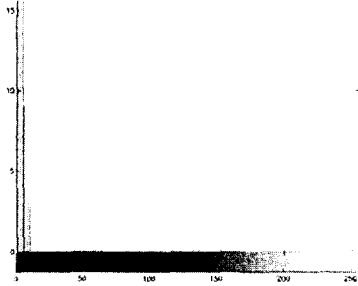
그림 2 전처리를 거친 이미지

## III. 이미지 특성 분석과 신호처리

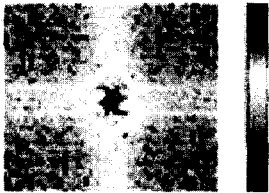
### 3.1 이미지 특성 분석

전처리를 통과한 이미지는 grey tone에서 밀도의 양극화 현상을 보이고 있다. 이미지 데이터 가운데, 글씨를 나타내는 부분을 정보영역, 바탕 부분을 배경영역

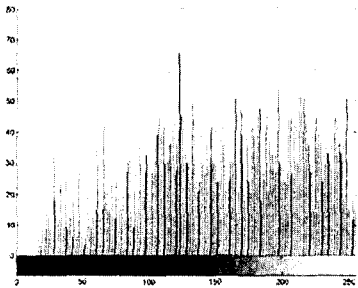
이라고 정의한다. 각 영역에서 대표적인 소이미지 샘플들을 채취한 후, 히스토그램과 FFT로 분석한다(그림 3).



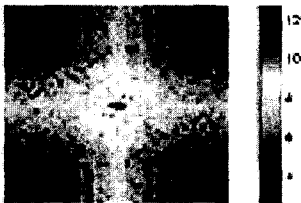
(a) 정보영역의 히스토그램



(b) 정보영역의 FFT 분석 결과



(c) 배경영역의 히스토그램



(d) 배경영역의 FFT 분석 결과

그림 3 정보영역과 배경영역의 이미지 분석 결과

정보영역은 일관성을 보이는데 비해 배경영역은 그 범위가 넓은 것을 볼 수 있다. 두 영역 모두 저주파 특성을 보이며 FFT 결과는 큰 차이를 보이지 않는 반면, 히스토그램 상에서는 차이를 보여 자신의 레벨 영역을 갖고 있음 볼 수 있다. 또한 중복되는 부분은 상대적으로 작다.

321 2진화 정보영역 판독

색밀도 조정 과정(그림 4)을 통해 정보영역의 레벨 범위들을 0으로 처리하여 검정색을 갖게 하고, 배경영역은 255로 처리하여 흰색이 되게 한다. 점처리 전의 이미지를 X, 점처리 이후의 이미지가 X'일 때,

$$X' = T(X) \tag{1}$$

의 관계가 성립한다. 그림 4는 본 연구에서 적용한 점처리 함수를 보였다.

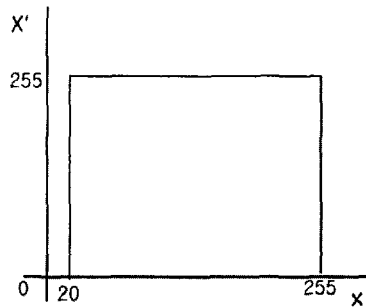


그림 4 점처리 함수

중복 부분과 소이미지 샘플 채취 과정에서 제외된 이미지 데이터들로 인하여 이미지는 노이즈와 크랙부분들이 나타난다(그림 5).

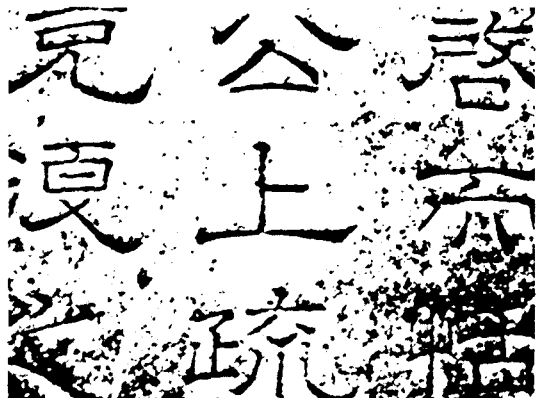


그림 5 점처리된 이미지

이러한 현상을 최소화하기 위해 중간필터(median filter)를 사용하여 노이즈 성분을 제거한 후, morphology 기법을 사용하여 정보영역인 문자 부분을 매끄럽게 처리하였다(그림 6). 최종 처리된 이미지는 2진 형태로서 글씨 부분만 검정색으로 처리된 것을 볼 수 있다. 처리 순서를 정리하였다(그림 7). 이 과정은 알고리즘화되어 프로그램으로 간단히 처리되며 이미지 처리하는데 걸리는 시간은 거의 무시할 만하다.

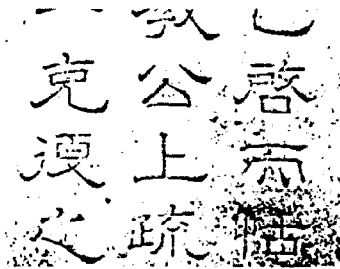


그림 6 2진화 이미지

**[결과에 대한 고찰]**

이 연구는 이제 시작 단계로서 최종 이미지는 탁본을 뜬 것과 동일하지는 않으나 문자를 식별하는 데는 전혀 지장이 없는 것을 알 수 있다. 히스토그램의 중첩 영역이 작고, 히스토그램 상에서 정보영역의 밀도 범위가 작고 차별화될수록 보다 향상된 이미지를 얻을 수 있다.

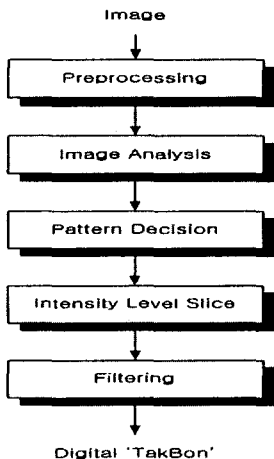


그림 7 2진화 이미지 알고리즘

**V. 결론 및 향후 연구 방향**

금석문의 이미지로부터 2진화된 정보영역만을 추출하는 것은 그리 간단한 작업이 아니다. 돌이나 금속에 글씨나 문양을 각인할 때 바탕과 각인 부분의 색상 정보나 색밀도가 큰 차이를 보이지 않을 뿐만 아니라 인간의 시각 식별 역시 색 차이를 비롯한 그림자처리 및 입체 효과를 종합하여 판별하기 때문이다. 더욱이 글씨가 새겨진 부위와 바탕이 함께 사진화 되면서 본래 이미지 판별이 어렵게 된다. 따라서 보다 선명한 디지털 탁본 작업을 위해서는 정보영역이 갖고 있는 이미지 특성을 배경영역의 그것과 차별화 할 수 있는 전문화된 이미지 입력 기술과 그에 따른 정밀한 전처리 과정이 수반되어야 한다. 인간의 시각 인지 능력을 정밀 분석하여, 이를 알고리즘화하는 필요하다. 그러한 한계를 감안할 때, 본 연구에서는 그 가능성을 보이고 있다. 일단 우선적으로 이미지 입력 기술을 더욱 발전시켜 탁본의 시각 효과를 높이는 것이 향후 계속 연구해야 할 과제라고 하겠다.

**참고문헌**

- [1] P. Clogg and M. Diaz-Andrew, "Digital Image Processing and the Recording of Rock Art", *Journal of Archaeological Science*(2000) 27, pp.837-843.
- [2] A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, Korea, 2003.
- [3] G. W. Awwcock and R. Thomas, *Applied Image Processing*, McGraw-Hill, Inc., 1996.
- [4] A. Watt, *The Computer Image*, Addison-Wesley, 1998.
- [5] <http://myhome.shinburo.com/~kbyon/petro/takbon.htm>