

## 탁본영상의 영역분석

### Region Analysis of Takbon Images

\*황재호  
JaeHo Hwang

**Abstract** - 한국을 비롯한 동양 금석학 정보 인식의 중요한 매체인 탁본을 디지털 영상데이터로 변환하여 영상 특성을 분석하고 수학적 모델을 구현한다. 이를 위해 역사적으로 유명한 대표적 탁본을 포함한 50여개의 탁본영상 샘플을 무작위로 선택하였고, 샘플영상 속에 내재되어 있는 영역특성을 중심으로 통계분석을 시도하였다. 탁본 원영상은 흑백의 두 영역으로 분할되는 완벽한 이진영상인데 반하여, 관측영상은 탁본뜨기 수작업과정을 거치면서 영역간 색도의 혼재와 얼룩무늬와 문양이 전체 영상에 분포한다. 본래의 두 영역은 정보영역과 바탕영역으로 구분되나 이들 얼룩무늬들은 또 다른 영역들로 치부되어 주로 바탕영역에 산발적으로 분포되어 영상인식을 저해하는 요인으로 작용한다. 관측영상 속에 내재되어 있는 영역 본래의 특성과 본뜨기 수작업 과정에서 새로 생성되는 영역들 사이의 기하학적 차이를 통계적으로 분류 처리함으로써 관측 탁본영상의 영역 특성의 추이를 추론할 수 있다. 분석 결과, 탁본영상은 영역간 극단적인 확률적 차이를 보였으며, 이 양극성은 곧 탁본 원영상의 속성이 수작업과 관측이라는 훼손 과정을 거치면서도 보존됨을 의미한다. 이를 근거로 영역 특성과 훼손 과정을 수학적으로 모델링하였고 정보영역 추출의 일차적 개연성을 제시하였다.

**Key Words** : 탁본영상, 영역, 통계분석, 문자인식

#### 1. 서론

한국을 비롯한 동양의 금석학은 탁본(拓本)으로 대표된다. 탁본은 문자나 문양이 음각 또는 양각으로 새겨져 있는 금석각(金石刻) 표면에 수분을 이용하여 종이(한지)를 밀착시킨 후 먹물을 문힌 문진(또는 문치)을 가볍게 두들겨 상대적 음각정보가 부착된 종이에 묻어 나오도록 하는 일종의 본뜨기 작업이다. 전 과정이 수작업에 의해 진행되므로 작업자의 숙련도나 사용 기구에 따라 걸리는 시간과 결과물의 상태가 달라진다. 때에 따라서는 금속물에서도 가끔 본뜨기를 하지만 석각을 대상으로 탁본 작업을 하는 것이 일반적이다. 이 때 작업 속도와 과정의 숙련도도 문제이지만 그보다도 석물의 풍화나 오염 및 파손 정도가 양질의 탁본을 얻는 중요한 관건이다. 특히 광개토태왕비나 진흥왕순수비와 같이 역사성이 매우 높은 대상의 경우에는 육안으로 새겨진 상태를 식별하는 것은 거의 불가능하고 전적으로 탁본에만 의존해야하기 때문에 탁본의 정확한 판독이 무엇보다 중요하다.

탁본판독은 과거와는 달리 디지털영상으로 데이터화되어 처리되어야 할 대상임에도 불구하고, 현재까지 이에 대한 연구나 신호처리적 접근이 거의 전무한 상태였다. 일부 데이터베이스를 구축하는 프로젝트의 일환으로 일반적으로 많이 사용하는 알고리즘이나 범용소프트웨어로 간단히 처리하여 영상 향상하는 정도가 고작이었다[1]. 정보의 범세계화가 급물살을 타고 있고, 그 가운데 문화와 지식정보가 국가나 학문연구공

동체의 주요 화두로 떠오르고 있는 작금의 현실을 감안할 때, 이의 체계적인 연구와 디지털화가 시급하다. 이미 영국을 비롯한 구미 선진국에서는 컴퓨터가 보급되기 시작했던 1970년도 초기부터 고고학이나 역사 문화 자료의 디지털화와 처리에 관한 학술적 연구와 기술적 접근이 있어왔고 인터넷과 멀티미디어 시대의 급물살을 타면서 더욱 가속화하고 있다[2].

이러한 의미에서 탁본의 영상처리적 연구는 반드시 추진되어야만 한다. 탁본영상처리는 단순히 영상을 향상하여 보기 편하게 하는데 그치는 것이 아니다. 탁본영상으로부터 정보를 추출하고 문자인식을 거쳐 정보화되는 데까지 이르러야 할 과제이기도 하다. 영상으로서의 체계적인 연구가 보다 시급한 실정이다. 그 동안 탁본영상에 관한 국내연구가 없었던 것은 아니나, 기초연구 수준에 머물러 있었고[3-8], 세간의 관심도 거의 없었던 것이 사실이다. 그에 관한 연구 결과들이 현재 학회에 몇 건 제출되기는 하였으나, 아직 심사중이고 학회지에 실린 것은 아직 단 한편의 논문도 없다.

본 연구에서는 탁본영상의 기초연구로서 영상의 공간분석을 시도하였다. 고대 중요한 탁본들을 위시하여 50여개의 탁본을 임의로 추출, 영상데이터로 만든 다음 이들 영상들에 대한 색도분석을 통해 탁본영상 고유의 공간 특성을 찾아내었다. 기본적으로 탁본의 원영상은 문자를 형성하고 있는 정보영역과 그 주변의 바탕영역이라는 두 개의 극단적 구도로 구성되어 있으나 탁본이라는 본뜨기 수작업을 공정을 거치면서 본래의 영역 구도와 분포의 훼손이 발생한다. 크고 작은 군소영역들이 본래의 두 영역 내에 발생하여 상호 혼재되는 양상을 보인다. 따라서 원영상과 관측영상 사이의 상관관계를 영역이라는 측면에서 접근 분석함으로써 원영상으로의 복원

저자 소개

\* 황재호 : 한밭대학교 전자공학과 교수

가능성을 추론할 필요가 있다. 이는 단순한 영상회복의 차이를 넘어서 탁본으로부터의 문자인식의 장을 여는 계기를 제공하는 기회이기도 하다.

## 2. 영역 분석

### 2.1 원영상과 관측영상의 영역형성

탁본 원영상은 두 개의 차별된 색도로 구성된 이진영상이다. 탁본뜨기 과정으로 원영상의 정보가 영역별로 처리된다. 원영상  $x$ 는 이 과정을 거치면서 식 (1) 및 (2)와 같이 두 군집으로 구획처리된다.

$$x = x_b + x_w \quad (1)$$

$$C_x = C_b \cup C_w = C_b + C_w \quad (2)$$

여기서  $x$ 는 영상입력되기 전의 탁본원영상,  $x_b$ 는 바탕영역,  $x_w$ 는 정보영역이다. 그리고  $C_x$ 는 원영상 전체영역,  $C_b$ 는 바탕영역,  $C_w$ 는 문자정보가 있는 정보영역이다. 결과가 영역간 흑백처리 되므로 탁본원영상은  $C_w \cap C_b = \emptyset$ 가 성립하고, 각각을 회색조로 나타내었을 때도  $Clr(x_b) = 0$ ,  $Clr(x_w) = 255$ 라는 두 가지 색도 격차를 만족한다.

그러나 부식과 파손 및 오염으로 금석물 표면이 거칠고 또한 탁본뜨기 작업과정에서 부득이 발생할 수밖에 없는 한계에 의해 실제 관측되는 탁본영상  $y$ 는 식 (3)과 (4)와 같이, 매 화소  $p$ 에 대하여, 탁본원영상  $x$ 의 색도변화에 훼손인자  $d = (d_p)$ 를 곱한 형태가 되는 동시에 무수한 군소영역들의 집합이 된다.

$$y = g_1(x)d \quad (3)$$

$$C_y = \bigcup_i C_i \quad (4)$$

이때 식 (3)의  $y$ 는 색도  $k_1$ (개),  $k_1 \geq 2$ , 를 갖고  $\bigcap_i C_i \neq \emptyset$ ,  $\bigcap_i Clr(y_{C_i}) \neq \emptyset$ 인 영상이다.

### 2.2 관측영상의 영역분석

고대 중요한 탁본들을 위시하여 50여개의 탁본을 임의로 추출하여 일차적으로 이진영상인 아이징(Ising) 모델로 전환하였다. 고대 탁본 가운데는 유명한 광개토태왕비와 창녕에 있는 진흥대왕순수비도 포함되어 있다. 관측탁본영상은 식 (3)에서와 같이 색도분포가 이진의 범위를 넘어선다. 회색조로 표현하더라도 광범위한 범위에 걸쳐 분포한다. 이 상태에서 영역을 구획하는 것은 무리이기 때문에 탁본영상 본래의 이진 처리를 통해 접근함이 필요하다. 탁본영상은 영역간 문턱치가 산출되지 않으며 흑여 산출 된다 하더라도 영역간 분할과는 무관하다. 따라서 이진 아이징 모델로 구현하려면 부득이 수작업에 의존하는 수밖에 없다. 본 연구에서도 수작업에 의한 문턱치 조정으로 이진영상을 만들었고, 이러한 영상에 대한 영역들을 추출하여 그 특성을 분석하였다. 영역분석

은 각 영역을 구성하고 있는 화소수로 면적을 가능하고 영역들의 개수에 대한 면적의 비를 산출하여 전체 샘플영상들에서 비교 분석하였다. 그림 1은 그러한 한 예로서 관측탁본영상은 아이징 모델로 구현한 결과를 보이고 있다.

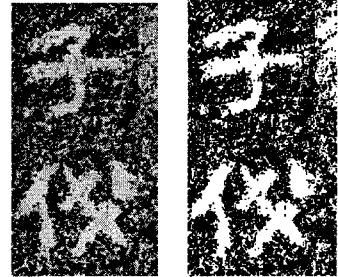


그림 1 관측영상과 그 아이징 모델(예)

아이징 모델로 표현된 영상을  $z$ 라 할 때,  $z$ 를 구성하는 영역들은 식 (5)와 같다.

$$C_z = \bigcup_j C_j \quad (5)$$

여기서  $z$ 를 구성하는 모든 영역들의 색도는 논리적으로 "0" 또는 "1"을 갖는다. "0"을 흑색이라 하면, "1"은 백색이다. 회색조로는 0과 255에 해당한다. 또한 이진처리 하였으므로 식 (5)의  $j$ 는 식 (4)의  $i$ 와  $i \neq j$ 의 관계가 성립할 수밖에 없다.

식 (5)의 각 영역들의 면적을 구하여 큰 순서대로 순열로 정리하여 집합  $\hat{C}_z$ 을 구성한다.  $\hat{C}_z$ 의 원소인 각 영역의 면적에 대하여 다음의 두 군집으로 분할한다.

$$\hat{C}_z = C_{z1} + C_{z2} \quad (6)$$

$C_{z1}$ 은  $\hat{C}_z$ 의 원소들 가운데 첫 번째에서  $\delta$  번째까지의 원소들의 집합이고,  $C_{z2}$ 는  $\delta+1$  이상의 모든 원소들의 집합이다. 이들 각각의 숫자합을  $S(C_{z1})$ 와  $S(C_{z2})$ 할 때, 이들 두 인자로서 영역특성을 판별한다. 본 연구에서는  $\delta=5$ 로 정하였다.

## 3. 실험 및 결과

샘플 탁본영상들에 대한  $S(C_{z1})$ 와  $S(C_{z2})$ 를 각각 구하여 그 비례를 산출하고 전체 샘플들에 대한 평균과 표준편차를 구한다. 그림 2는 (a)의 광개토태왕비 탁본 일부에 대한  $\hat{C}_z$ 를 영역 종류들 가로축, 면적을 세로축으로 하여 구한 결과의 한 예를 보이고 있다. 총 영역의 수는 395(개), 화소의 수는 73,392(개)이다. 그 중에  $S(C_{z1}) = 69,849$ ,  $S(C_{z2}) = 3,543$ 이다. 이 숫자는 총화소의 수 가운데 첫 번째에서 다섯 번째 영역에 95(%) 이상이 몰려 있음을 의미한다. 기타 군소영역에는 5(%) 미만만 할당하고 있다.

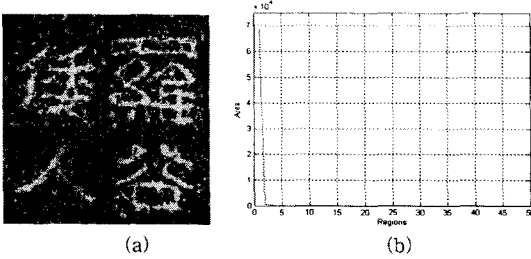


그림 2 공개토대왕비 탁본일부에 관한 영역별 분석 (예)

표 1 은 50(개) 샘플에 대한 각각의  $S(C_{z1})$ 와  $S(C_{z2})$ 를 산출하고 전체 화소수  $S(\hat{C}_z)$ 와의 비례인  $S(C_{z1})/S(\hat{C}_z)$ 와  $S(C_{z2})/S(\hat{C}_z)$  들의 평균과 표준편차를 구한 것이다.

$S(C_{z1})/S(\hat{C}_z)$	$S(C_{z2})/S(\hat{C}_z)$
0.9535 (0.13)	0.0648

( )는 표준편차

표 1

표 1에서 알 수 있듯이 화소들의 90(%)이상이 영역 5이하에 분포하고 있다. 이는 결국 입력과정에서 훼손되었으나, 원영상 고유의 영역구도가 관측영상 상에 보존되고 있음을 의미한다.

### 3. 결론

영역분석은 탁본영상으로부터 원영상 본래의 정보를 추출 인식하는 중요한 근거를 제공한다. 실험 결과가 보여주듯이 원영상의 기본 구도가 관측영상 안에 보존되어 있다. 얼룩무늬로 보이는 군소영역들은 기본적인 바탕과 정보영역의 그것이 미치지 못할 정도로 그 범주가 작으며 면적 또한 상대적으로 본래의 영역분할에 미치지 않는다. 이 점이 탁본영상을 영역별로 분할후 처리할 수 있는 가능성을 보여주는 중요한 면이다. 시각적으로 탁본으로부터 문자를 인식할 수 있는 점도 여기에 근거한다. 문제는 훼손 상태로 개입하고 있는 군소영역들의 범주를 최대한 축소시켜 원영역으로부터 차별적으로 분류할 수 있게 하는 것이다. 결국 이는 아이징 모델의 효과적인 구현이기도 하다. 이를 근거로 탁본으로부터의 문자인식 연구가 활발히 진행되었으면 하는 바람이다.

### 참 고 문 헌

[1] <http://gsm.nriip.go.kr/>  
 [2] <http://www.beilin-museum.com/index1.htm>  
 [3] 황재호, 조종철, "디지털 영상신호 속에 내재된 깊이와 색상정보의 이중적 구조에 대한 실험적 고찰," 2003 정보및제어학술회의 논문집, 747-749쪽, 2003년 11월  
 [4] 황재호, "디지털영상신호처리에 의한 금석문 음각문자 신호패턴 분류," 2003 정보및제어학술회의 논문집,

758-761쪽, 2003년 11월  
 [5] 황재호, "영상신호처리에 의한 금석문 음각문자 판독-샘플시료를 이용한 실험을 통하여," 2003 정보및제어학술회의 논문집, 765-768쪽, 2003년 11월  
 [6] 황재호, "영상신호처리에 의한 디지털 탁본화 문자 판독," 2003 신호처리소사이어티 추계학술회의 논문집, 27-30쪽, 2003년 11월  
 [7] 황재호, "금석문 마스크링전처리 영상신호분석에 의한 디지털영상탁본," 2004 한국신호처리시스템학회 추계 학술대회 논문집 5권 1호, 45-48쪽, 2004  
 [8] J. H. Hwang, "Shape preserving contrast enhancement," in Proc. of ICEIC 2004, pp. 867-871, Hanoi, Vietnam, August, 2004.  
 [9] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," IEEE Trans. Sys., Man and Cyber., Vol. 9, no. 1, pp. 62-66, 1979.