

## 통계적 특성을 이용한 획득 영상의 정보 해석 : 유화의 영상 정보를 중심으로

# Oil Painting Analysis with Statistical Characteristics of Acquired Image

류 호\* · 문일영

한국기술교육대학교 컴퓨터공학과

Ho Ryu\* · Il-young Moon

Department of Computer Science Engineering, Korea University of Technology & Education, Chungcheongnam-do 31253, Korea

### [요 약]

영상의 유사도 측정을 통해 확률적으로 디지털 영상을 해석하는 상황에서 참조영상이 정확한 경우는 이 영상을 기준으로 영상들의 공통부분을 추출하여 유사도를 판정하며 참조영상이 가변적인 경우는 획득영상을 기반으로 그 위에 몽타주영상을 작성하여 이를 기준으로 영상들의 공통부분을 추출하여 유사도를 판정할 수 있다. 반면 미술작품의 진위판정과 같은 경우는 참조영상을 통한 확인이 불가능하기 때문에 진위를 가리는 것이 어렵다. 이런 경우는 기술적인 부분보다 작가의 견해 전문가의 의견 등을 종합해서 결정해야 하는데 기술적 측면에서도 참조영상이 없으므로 해당 작가의 유사한 다른 그림의 특징점을 참조영상으로 정하여 진위과약을 진행한다. 특히 유화는 붓의 질감에 따른 다양한 특징을 볼 수 있기에 본 논문에서 유화의 특징점을 통해 해당 작가의 그림은 습관을 통계적으로 해석해보고 분석하여 작가의 동일함 여부에 대하여 고찰해본다.

### [Abstract]

Probabilistic approach is applied to the experiment of Probability Density Function to get the information. Especially this method will be useful to make the montage to compare similarity. But in the case of art painting, it is more difficult than montage image. In this case, we should study the habit of painter with characteristic point in the paintings. Especially we will study characteristic point in the oil paintings to decide truth or falsehood in this paper.

**Key word** : Forensic, Painting, Reference, Statistics, Verification.

<https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.2.163>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 1 April 2018; Revised 3 April 2018  
Accepted (Publication) 27 April 2018 (30 April 2018)

\*Corresponding Author ; Ho Ryu

Tel: +82-41-415-2164

E-mail: r7826974@gmail.com

## 1. 서론

디지털 포렌식(digital forensics)은 디지털 수사학 혹은 컴퓨터 수사학이란 용어로 일컬어지는 일련의 작업을 말하는 것으로 점차 실생활에서도 그 영역이 점차 확대되는 추세다[1].

디지털 영상에 대한 포렌식은 입력신호 및 획득영상이 열악한 상황에서 정보를 추출하고 판독을 해야하는 디지털 포렌식 환경 특성상 화질개선 또한 불가능한 경우가 나타날 수 밖에 없다. 다만 디지털 포렌식의 연구분야 중 디지털 영상으로부터의 정보획득은 통계학적으로 유의함을 확인할 수 있다. 결국 정보 획득을 위한 영상정보의 가공에는 획득영상의 품질과 참조영상의 성격에 따라 영상정보의 처리 방법이 달라져야 함을 의미한다[2].

본 논문에서는 참조영상이 정확한 경우와 정확하지 않은 경우 그리고 참조영상이 존재하지 않는 경우 이 세 가지 상황에 대하여 구분하여 고찰해보며 특히 자동차 번호판 및 얼굴영상, 이성자 화백의 작품에 대하여 적용하여 내용을 검증한다.

## II. 참조영상 및 획득영상에 따른 분류 고찰

디지털 이미지의 확률적 처리는 객체의 정보 획득 및 합치여부 그리고 획득영상의 진위여부 판단 등에 쓰일 수 있다. 영상의 목적에 따라 여러 가지로 구분할 수도 있지만 실제로는 참조영상의 구분에 따라 영상의 정보처리의 방법이 다음과 같이 달라지게 된다.

### 2-1 참조영상이 정확한 상황에서의 정보 획득

참조영상이 그림 1과 같이 정확한 경우 영상정보의 확률적 유사도는 단위면적에 따른 확률로서 표현할 수 있다. 이 그림은 자동차 번호판 숫자 6을 획득한 영상으로 영상은 심하게 열화되어 있다. 참조영상이 정확한 경우 영상의 유사도는 수식(1)과 같이 표현한다.

$$\text{영상의 유사도} = \text{OR연산 픽셀} / \text{참조영상 픽셀} \quad (1)$$



그림 1. 자동차 번호판의 획득영상(좌)과 비교를 위한 참조영상(우)

Fig. 1. The image of acquisition and its binary processed image from car registration plate.



그림 2. 번호판의 이진화영상(좌), 참조영상(중), 두 영상의 OR연산을 통한 추출영상(우)

Fig. 2. The binary image(left), reference image(middle), extracted image with OR logical function(right) of car registration plate.

식 1에서 획득영상과 참조영상의 OR연산을 통한 추출된 이미지는 그림 2와 같이 나타난다.

이렇듯 열화된 영상에서 적용한 확률적 처리방법은 고정된 참조영상을 기본으로 한다. 참조영상이 정확한 경우는 이를 기준으로 영상들의 공통부분을 추출하여 유사도를 판정하기 때문이다. 저화질 혹은 열화된 자동차 번호판의 숫자를 가지고 가능성이 있는 모든 숫자들을 검증해보면 확률적 접근법에 의한 결과의 유의성을 확인할 수 있다.

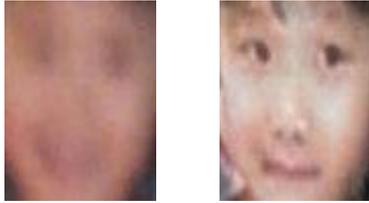
### 2-2 참조영상이 가변적인 상황에서의 영상의 합치여부 판단

참조영상이 가변적이거나 획득영상의 정보가 부족한 경우는 참조영상이 고정적인 경우보다 유사도를 판정하기가 더 어렵다. 비교대상인 영상들 자체가 유동적이기에 이를 유사도 판정의 기준으로 삼을 수 없기 때문이다. 이 경우 영상정보의 확률적 유사도는 수식(2)와 같이 접근해 볼 수 있다.

$$\text{영상의 유사도} = \text{OR연산 픽셀} / \text{몽타주 픽셀} \quad (2)$$

얼굴을 대상으로 적용해 본다면 참조영상이 정확한 자동차 번호판과는 달리 사람의 얼굴은 같은 사람이라도 표정과 각도에 따라 참조영상이 수시로 변하기에 획득영상을 기반으로 그 위에 몽타주 영상을 작성하여 이 몽타주 영상을 기준으로 유사도를 측정할 수 있다. 또한 획득영상의 정보가 부족하여 정보의 추출이 어려운 경우에도 참조영상으로부터 정보를 가져와 영상의 정보를 보완할 수 있다[3]. 이는 참조영상과 작성된 몽타주영상의 공통부분을 추출하여 유사도를 판정하여 영상의 합치여부를 결정한다. 그림 3의 획득영상을 예로 들자면 획득시 해상도의 열화로 인하여 얼굴의 윤곽선은 파악할 수 있으나 눈, 코, 입에 대한 정보는 이미지 처리를 하더라도 획득할 수 없는 상황이다[4]. 이러한 경우는 참조영상이 정확하다 하더라도 획득영상을 통한 얼굴의 세부정보가 약하기 때문에 두 영상의 유사도에 대한 판단을 내릴 수 없다.

이런 경우에도 획득영상을 기반으로 몽타주 영상을 작성한 뒤 이를 개별 참조영상과 비교하면 가장 매칭 확률이 높은 영상을 찾을 수 있다. 열화된 얼굴의 획득영상과 이를 기반으로 작성한 몽타주를 그린 몽타주영상은 그림 3과 같다.



**그림 3.** 얼굴의 획득영상(좌)과 비교를 위한 몽타주영상(우)  
**Fig. 3.** The acquired image of face(Left) and it's montage image(right).

이러한 참조영상이 유동적인 상황에서의 영상의 합치여부를 판단하는 과정을 자동화 번호판의 확률적 비교와 대비하여 생각해본다면 얼굴의 유사도 비교는 마치 하나의 숫자라도 다양한 글꼴을 참조영상으로 가지고 있을 때 가장 유사도가 높은 글꼴을 유사도가 높은 영상으로 판단하는 과정이라 할 수 있다.

### 2-3 참조영상이 존재하지 않는 상황에서의 영상의 진위 판단

참조영상이 아예 존재하지 않는 경우는 획득영상의 진위여부부터 논란이 될 수 있다. 획득영상의 비교 대상 자체가 없기에 영상의 유사도 및 합치여부를 판단할 대상조차 없는 상황이 발생한다.

최근에는 미술작품에서 이러한 사건들이 자주 발생을 하였는데 특히나 천경자 화백의 ‘미인도’나 박수근 화백의 ‘빨래터’는 사회적으로 위작 논란이 크게 일어났었다[5]. 특히 ‘미인도’같은 경우는 작가 스스로가 위작이라고 판단하였기에 그 이후부터 현재시점까지도 논란이 종결되지 못하고 있는 실정이다. 이러한 상황이 발생하는 것은 미술작품의 경우 근본적으로 작품의 진위를 판단할 비교대상을 잡기가 어렵기 때문이다. 이런 경우 해결할 수 있는 기술적인 유일한 단서는 같은 작가의 다른 작품을 통해 비교분석하여 판단하는 것이다. 때문에 본 논문에서는 미술작품의 진위판정을 하는 다양한 조사방법 중 영상정보를 통한 정보분석을 진행해보고 특히 통계적인 측정이 가능한 작가의 습관적인 부분에 대하여 분석해보도록 하겠다.

## III. 유화의 통계적 분석에 대한 실험

본 실험에서는 유화에 대한 통계적인 부분을 통해 해석가능한 조건들을 측정해보고 해당 정보의 유의성에 대해 판단해 본다.

그림의 통계적인 분석을 위하여 히스토그램을 정규분포로 정규화한 뒤 단위 면적당 휘도의 분산이 큰 특징점을 잡아 유의점을 확인한다. 이미지 스트레칭이 된 특징점의 영상 히스토그램은 통계적으로 정규화된 특성으로 인하여 그 휘도에 따라 분산정도에 상관관계가 존재하기 때문이다.

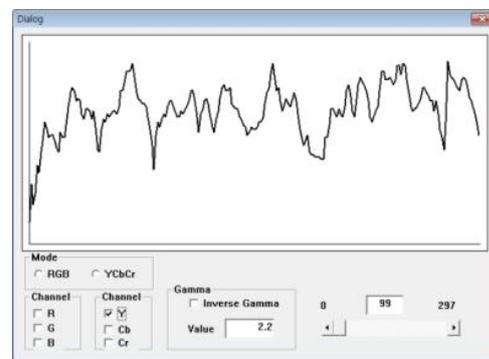


**그림 4.** 이성자 화백의 작품의 전체 그림 및 특징점  
**Fig. 4.** The entire feature of Lee's painting and it's special feature of painting.

정규화된 히스토그램에서 극단적인 상황을 가정해본다면 이미지 스트레칭 처리된 디지털 영상의 특징점의 평균 휘도값이 0 혹은 255일 때 표준편차는 0이 된다. 반면 평균 휘도값이 127.5인 경우 표준편차는 0에서부터 최대 127.5까지 산술적으로 가능하다. 이 때문에 정규분포의 중심에서부터 양쪽으로 갈수록 표준편차는 줄어들며 특정 작가의 작품 중 해당 작가의 특성이 강한 부분으로 구한 단절점을 좌표에 그려 선형 회귀분석을 디자인한다면 그 추세가 유의함을 확인할 수 있다. 때문에 실험에서는 해당 면적의 밝기의 평균(물감의 두꺼운 정도), 표준편차(획의 주름에 따른 휘도의 분산정도)를 통해 해당 그림을 분석한다.

빛의 특징을 디지털 이미지로 확인하기 위해 이성자 화백의 작품 그림 4에 대하여 작가의 페인팅 습관에 따른 빛의 질감이 있는 부분을 특성이 강한 부분으로 잡아 해당 영역에 대한 통계적 분석을 해보면 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

그림 5 분석 그래프는 1 cm의 단위 길이에 대한 세로획의 질감을 측정한 것이다. 이성자화백의 작품에 대해 세로 방향으로 빛의 질감이 강한 영역을 특성이 강한 부분으로 잡아 해당 영역 주파수를 분석해보면 그래프는 수평의 휘도레벨을 나타내므로 빛의 질감이 있는 부분은 휘도측정에서 저점을 나타내며 캔버스가 드러난 흰색 부분은 고점을 형성하게 된다. 그림의 저점은 캔버스에서 양각으로 튀어나온 선을 의미하며 20개의 저점을 보이므로 빛의 획에 따른 개별 주름은 대략적으로 0.5 mm의 간격을 보인다고 측정할 수 있다.



**그림 5.** 이성자 화백의 특징점에 따른 주파수 측정  
**Fig. 5.** The frequency measurement of Lee's painting in the special feature of painting.

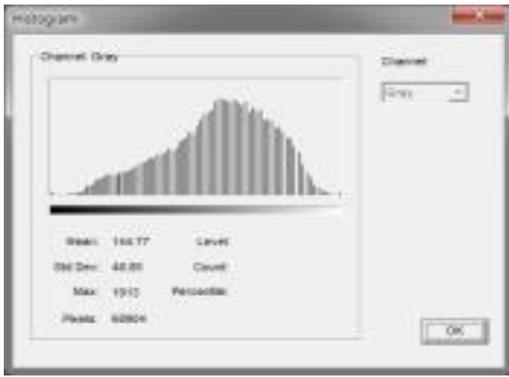


그림 6. 이성자 화백의 특징점에 대한 영상의 평균값과 표준편차  
 Fig. 6. Mean and standard deviation measurement of Lee's painting in the special feature of paintings.

표 1. 반고흐 작품의 통계적 특성

Table 1. Statistical value of Van Gogh's paintings.

	Vase with Carnation	Sunflower	Starry night over the Rhone
Difference	1.19	10.08	38.39
STD	46.95	43.16	35.13

그림 6은 작품에 대한 세로방향 특성이 강현부분의 휘도의 평균값과 표준편차를 구한 것이다. 객관적인 측정을 위해 획득 영상에 대한 채도값을 빼고 그레이 스케일로 변환 후 영상의 히스토그램을 정규분포에 가깝게 바꾸어 해당 영역 모든 픽셀의 평균 및 표준편차를 측정하였다. 이 경우 해당 작품의 특징점 영역의 채도의 정도 및 해당 영역 주름에 따른 분산을 파악할 수 있다.

분석 대상 작품의 경우 밝기가 144.77로서 평균보다 높아 해당영역에 캔버스의 밝은 부분이 상대적으로 많이 노출되어 있으며 표준편차가 48.85로서 상대적으로 페인팅시 획에 따른 주름의 정도가 큰 것으로 해석할 수 있다.

본 논문에서는 유화에서 작가의 작업 습관을 해당 영상 중 특징점의 진폭, 휘도값의 단계, 표준편차 등을 통해 정량적으로

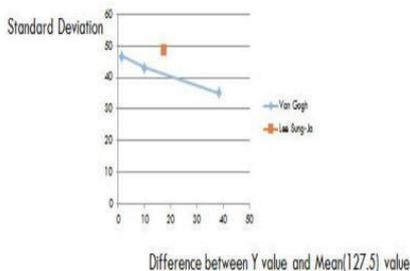


그림 7. 통계적 방법을 통한 작가의 특성 분석  
 Fig. 7. Painting arts comparison with statistical method.

분석하였다. 이러한 분석이 미술작품의 진위 판단에 절대적인 요소가 될 수는 없으나 작가의 습관 및 해석에서 유의함을 파악할 수 있었다. 실제로 본 논문에서는 이성자 화백의 그림의 특성을 파악하기 위하여 반고흐의 작품들을 비교대상으로 삼아 그 결과를 비교해보았다. 그 이유는 반고흐는 상대적으로 다작을 남긴 작가이며 또한 붓의 질감에서 나타나는 붓의 주름을 파악하기 용이한 그림이 많아 그림의 특이점 특성을 파악하기가 용이하기 때문이다.

#### IV. 결 론

실험에서 붓의 질감을 영상정보에서 읽을 때 해상도가 떨어지면 특징점의 주파수를 불러오는 데 있어 특징점의 진폭을 비교 분석시 해당 영역의 주파수를 읽을 수 있는 최소한의 해상도 유지가 중요하다. 실험의 결과는 표 1 및 그림 7과 같다. 표 1의 Difference는 식 (3)을 나타낸다.

$$\text{Difference} = \text{Mean} - 127.5 \tag{3}$$

그림 7을 통해 비교대상 4점의 그림 중 반고흐의 그림 3점에 대비해 이성자 화백의 작품은 페인팅시 획에 따른 주름의 정도가 커서 회귀식의 추세에서 이탈해 있음을 확인할 수 있다.

#### Acknowledgement

“이 논문은 2018년도 한국기술교육대학교 교수 교육연구진흥과제 지원에 의하여 연구되었음”

#### Reference

- [1] M. Pollitt, A history of digital forensics. *Advances in Digital Forensics VI*, 3-15.
- [2] A. Piva, “An overview on image forensics,” *ISRN Signal Processing*, Vol. 2013, No. 1, pp. 1-22, Oct. 2012.
- [3] R. Uthayakumar, and A. Gowrisankar, “Generalized fractal dimensions in image thresholding technique,” *Information Sciences Letters*, Vol. 3, No. 3, pp. 125-134, 2014.
- [4] S. S. Bedi, and R. Khandelwal, “Various image enhancement techniques-a critical review” *International Journal of Innovation and Scientific Research*, Vol. 10, No. 2, pp. 267-274, 2014.
- [5] E. S. Oh, “A study on the plagiarism debates in contemporary art : The case of Mongjoo Son vs. Jeonghyun Park,” *The Journal of Art Theory & Practice*, Vol. 23, No. 1, pp. 152-188, Jun. 2017.



**류 호 (Ho Ryu)**

2007년 8월 : 과학기술연합대학원(UST) (공학석사)

2015년 5월 ~ 현재 : 충남지역사업평가단 선임연구원

※관심분야 : 영상처리, 디지털 인증, 영상통신



**문 일 영 (Il-young Moon)**

2005년 2월 : 한국항공대학교 (공학박사)

2005년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 교수

※관심분야 : 무선 인터넷 응용, 무선 인터넷, 모바일 IP