

## 실제 작품 분석에 기반한 스케치 효과 생성 기법

이원용<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>혜전대학교 인터넷보안과

### Sketch effect generating technique based on real painting analysis

Won-Yong Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Internet Information Security, Hyejeon Collage

**요 약** 다양한 디지털 콘텐츠 생성 기술은 최근의 컴퓨터 및 태블릿 PC의 발전으로 더욱 널리 활용되고 있다. 본 연구에서는 실제 화가의 스케치 작품을 분석해, 그와 유사한 스케치 효과를 생성하는 기법을 제안한다. 이를 위해, 우리는 반 고흐의 실제 드로잉 작품을 분석하고, 각 객체별로 사용된 스케치 스트로크의 패턴을 분석하고 DB를 구성한다. 그리고 이를 기반으로, 각 오브젝트별로 해당 스트로크 패턴을 적용하여 스케치 효과를 재현하였다.

**Abstract** Various digital contents generation techniques are widely utilized by upgrading PC and mobile device. In this paper, we propose sketch effect simulation based on real drawing pieces. For this, we analyze Vincent Van Gogh's drawing pieces; and then construct DB by extracting sketch stroke pattern of each object. From this database, we select stroke pattern at each object, and then, apply it. Our algorithm can generate similar effect look like real drawing piece. It may be utilized various contents such as children's painting education book.

**Key Word** : Sketch effect, Real painting, stroke DB

### 1. 서 론

컴퓨터의 발달과 네트워크의 발달은 사회, 문화, 교육 등의 다양한 분야에 변화를 가져왔다. 특히 IT 기술과 혼합하여 아동용 교육 콘텐츠 들은 기존의 텍스트 기반의 책에서 확장되어, PC를 이용해 보다 다양한 효과 및 응용을 할 수 있도록 되었다. 특히 아동들의 미술 교육 콘텐츠의 경우, 사실적인 붓의 느낌 및 그리기 어플리케이션을 통해 활발하게 사용되고 있다. 그림 1-(a)는 인상파 화가로 널리 알려진 빈센트 반 고흐의 “별이 빛나는 밤” 작품이다. 반 고흐는 이 그림을 그리기 전에, 그림 1-(b)와 같은 스케치를 먼저 그린 후, 채색을 하였다. 이와 같이, 스케치 이미지를 기본으로 하여, 아이들은, 스케치 방향에 따라 브러시를 사용해, 최종 결과 영상을 만들어 가는 데 좋은 미술 교육용 교재로 활용될 수 있다.

본 논문에서는 이와 연계하여, 유명 화가들의 작품의 밑그림 효과를 생성할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 이를 위해 우리는 실제 고흐의 스케치 영상을 활용한다. 우리는 각 영역별로 나타나는 반 고흐의 고유한 스타일을 추출한다. 또한 브러시의 방향, 간격, 모양 같은 것들을 추출해 각 영역별로 활용한다. 최종 결과물은 이미지의 스케치 영상이 되며, 우리의 알고리즘을 통해 다양한 아동용 밑그림 콘텐츠를 쉽고 빠르게 생성할 수 있다.

\*Corresponding Author : Won-Yong Lee

Tel: +82-16-292-5512 email: wylee@hj.ac.kr

접수일 12년 05월 09일

수정일 12년 05월 23일

게재확정일 12년 08월 09일



[그림 1] 빈센트 반 고흐의 별이 빛나는 밤(a), 실제 반 고흐의 스케치 작품(b)

[Fig. 1] Real painting of Vincent Van Gogh (a) The Starry Night, (b) Real sketch work

## 2. 관련연구

이미지 기반의 디지털 콘텐츠 생성 기술은 1980년대 이후로 본격적으로 연구되었다. 이는 회화[1,2], 만화[3] 등의 다양한 콘텐츠 생성에 관한 연구가 진행되었다. 실제 작품으로부터 정보를 추출해 활용하는 연구들은 [4]이 있었다. [4]에서는 실제 작품으로부터 브러시 모양을 추출하고, 이를 기반으로 참조 영상과 유사한 느낌의 회화 결과를 생성하는 연구를 진행하였다. [5]에서는 명도의 평균값과 편차 값을 이용해 질감을 전이하는 기술이다. 이렇듯 다양한 스타일의 콘텐츠 생성 연구가 진행되었으며, 예제 이미지를 기반으로 하는 다양한 연구가 있었지만, 영상의 스케치 효과에 관련된 연구는 진행된 적이 없었다.

[6]에서는 컴퓨터 비전 기법들을 이용해 다양한 회화 콘텐츠를 생성하는 연구이다. 이 연구에서는 픽셀정보를 기반으로 브러시를 생성하는 기법을 제안하였다. 우리는 스케치 정보를 추출해 체인코드 기법을 이용해 정보를 추출하고, 결과를 나타냈다.

## 3. 회화의 스케치 생성 기법

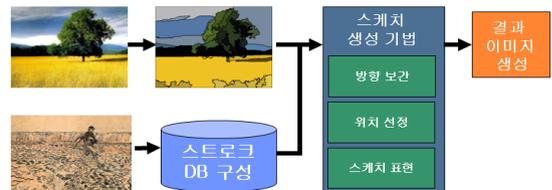
그림 2는 본 논문의 시스템 흐름 도를 나타낸다.

스케치 효과를 표현하기 위해서는 1. 실제 작품의 분석을 통해 작품에 나타나는 스케치 스트로크의 분석이 필요하며, 2. 분석된 스트로크가 어떻게 적용될 지에 대한 부분이 연구되어야 한다.

작품 분석부분을 위해 우리는 실제 화가가 그랬던 습작이미지를 활용하며, 여러 습작 이미지에 나타나는 스트로크의 형태 분석을 위해 체인코드 기법을 활용해 분석하였다.

분석된 스트로크의 표현(렌더링)을 위해서는 분석된 스트로크가 어디에, 어느 방향으로, 어떤 스트로크를 사용할 지를 결정하여야 한다. 이를 위해 우리는 영역별로 다른 스트로크 효과 표현을 위해 영역을 분할하였으며, 스트로크 방향을 결정하기 위해 영상의 구조 정보를 활용하였다. 그리고 위치역시 일정 간격으로 샘플링 하여 사용한다.

최종 결과 이미지는 대상이미지의 영역별로 다른 스케치 효과가 적용된 밑그림 결과가 생성된다. 자세한 알고리즘은 뒤에서 다시 설명한다.



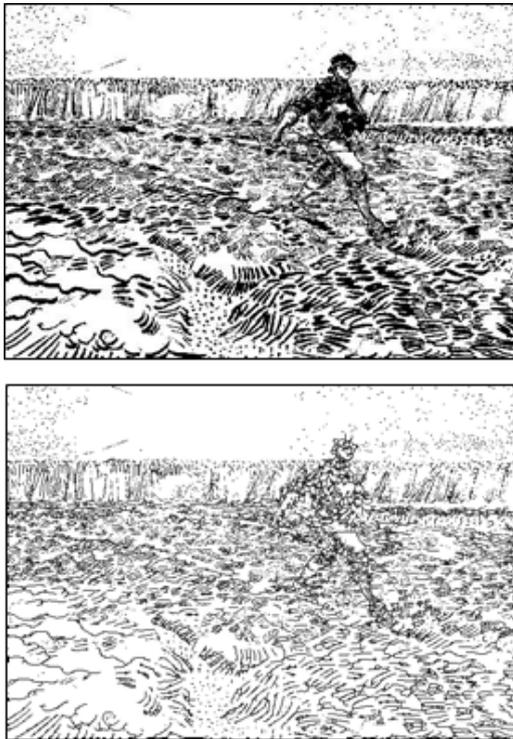
[그림 2] 본 연구의 시스템 구조도  
[Fig. 2] System flow of our work

### 3.1 스케치 이미지 기반 DB 구성

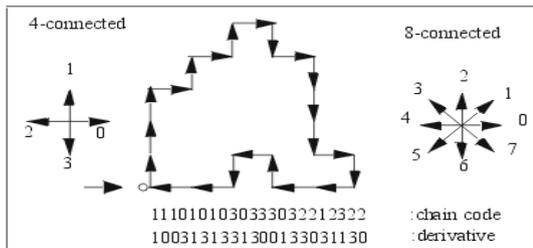
스케치 영상으로부터, 각 스케치의 표현, 스트로크들을 추출하기 위하여 우리는 깃 하능, 나무, 별판, 등 다양한 객체에 따라 사용되는 스트로크의 위치 및 모양정보를 추출한다. 이를 위해 우리는 먼저 스케치 영상에 이진화를 수행하고, 세션화 알고리즘을 수행한다. 이진화는 색상정보를 제거한 그레이 영상의 픽셀 값을 0과 255값만 같도록 변환하는 기술이며, 세션화알고리즘은 에지 검출 기법후의 굵은 에지라인들의 굵기를 1로 만들어 주는 영상처리 기법이다. 그림 3은 본 연구에서 활용한 하나의 스케치 영상의 이진화 및 세션화 결과를 나타낸다.

세션화 알고리즘을 수행한 후, 우리는 일정 영역을 선정해, 각 영역 안에 있는 브러시 스트로크들의 형태를 분석한다. 이를 위해 우리는 스트로크들 사이의 간격정보

와, 스트로크의 길이, 스트로크들의 모양 정보를 추출한다. 이때 각 정보들은 픽셀의 색상정보만을 가지고 있기 때문에, 연결된 형태 정보를 저장하기 위해서 체인 코드 알고리즘을 활용한다[그림 4]. 체인코드 알고리즘은, 예지나 특정 객체의 형태 정보를 분석하는데 활용되는 기술이다. 예지의 한 점에서 시작하여, 연결되어 있는 예지점의 위치값에 따라 0-7의 값을 할당하며(8방향기반일 경우) 연결되어있는 예지를 수치적으로 표현할 수 있다. 또한 연결된 방향 수치값에 따라, 현재 예지가 얼마나 휘어져 있는지 또한 유추할 수 있는 기술이다.

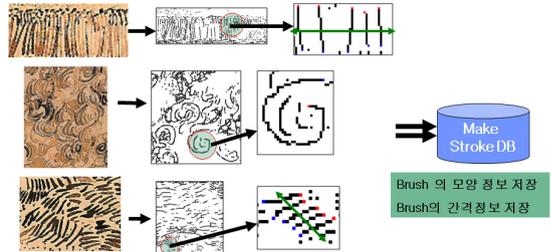


[그림 3] 실제 작품의 이진화(a) 및 세선화(b) 적용 결과  
[Fig. 3] Result of binarization and thinning based on real artwork



[그림 4] 스트로크 패턴 분석을 위한 체인코드 기법  
[Fig. 4] Chain code techniques for stroke pattern analysis

우리는 위의 과정을 각각의 오브젝트 단위로 수행하며, 본 연구에서는 크게 나무, 풀, 하늘, 건물 등의 객체로 나누어서 DB를 구성하였다. 그림 5는 본 DB 구성 과정을 정리하여 나타낸다.



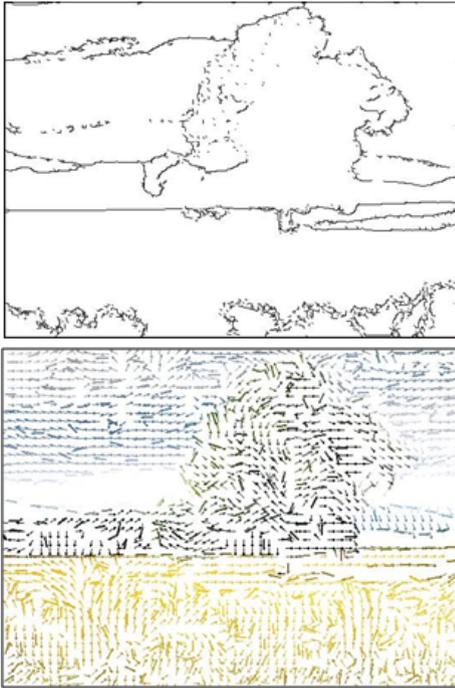
[그림 5] 실제 작품으로 부터의 DB구성 기법  
[Fig. 5] DB Construction techniques from real painting artwork

### 3.2 영상의 스케치 효과 표현

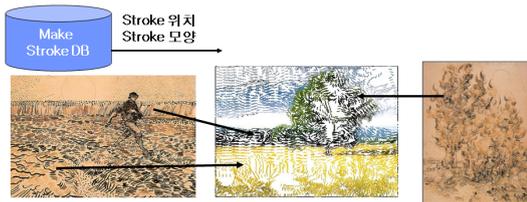
스케치 이미지의 각 오브젝트별로 나타나는 스트로그 DB를 기반으로, 대상 이미지의 각 영역별로 스트로크를 적용한다. 이를 위해 먼저 객체의 영역을 구분해야 한다. 우리는 Mean-shift 알고리즘을 수행하여, 객체의 영역을 구분한다. 이 알고리즘은 영상처리 분야의 대표적인 영역 구분 알고리즘으로, 사용자의 파라미터에 따라 다양한 분할 결과를 생성할 수 있다. 각 영역별로 분할된 이미지를 활용해, 우리는 먼저 예지 정보를 추출한다. 그리고 각 영역별로 스케치 스트로크를 배치시키기 위해 방향 정보를 추출한다. 각 영역의 형태 정보를 잘 반영한 방향 정보를 추출하기 위해 우리는 Kang 이 제안한 ETF[7] 알고리즘을 활용한다. 이 알고리즘은 이미지 그라디언트 값을 기반으로, 주변 그라디언트 값들 사이에 서로 영향을 주고받으며, 전체적으로 일관된 방향성을 갖을수 있도록 보강해 주는 기술이다. 이 결과 정보를 기반으로 스트로크의 방향을 적용하면, 현재 영역의 구조 정보를 반영한 스트로크의 방향성 표현이 가능하다.

그림 6-(a)는 세그먼트 이미지로부터 추출한 예지 영상을 나타내며, 그림 6-(b)는 각 영역별로 나타나는 방향성 정보를 의미한다.

영상의 방향정보를 추출하고, 우리는 스케치 스토로그를 적용하기 위한 위치를 결정하여 주어야 한다. 이를 위해 우리는 예지로부터 일정간격으로 시작위치를 선정해 준다. 우리는 시작위치에서 예지의 수직방향으로 간격을 조절하여 브러쉬가 그려질 위치를 결정하였다. 이때 간격은 사용자가 조절 가능토록 하였다.



[그림 6] 영상의 세그먼테이션에 기반을 둔 에지 추출 및 각 영역별로 나타나는 방향 필드  
 [Fig. 6] Edge extraction and direction field from image segmentation techniques



[그림 7] 각 영역의 객체 속성에 따른 스트로크 DB로부터 데이터 추출 및 적용  
 [Fig. 7] Data extracting and adaption from stroke DB based on attribute of each region

#### 4. 결 과

그림 8은 본 알고리즘을 이용해 생성한 결과 영상을 나타낸다. 본 결과는 반 고흐의 스케치 작품을 기반으로 생성하였으며, Pentium QuadCore 2.4GHz, 2GB에서 약 3초 정도의 시간이 걸렸다. 그림 8의 하단영상은 상단의 영상에 좀 더 굵은 스트로크를 사용한 영상이며, 색상은 입력 영상의 명도 값을 활용하였다. 이 결과의 경우 보다 명확한 스케치 효과를 나타내기 위하여, 색상을 배제하고, 명도 이미지만 활용하였다.



[그림 8] 스케치 적용 효과  
 [Fig. 8] Result of sketch effect



[그림 9] 직선 스트로크에 기반을 둔 스케치 생성 결과(상좌: 입력 영상, 상우: 에지 기반 스케치 생성위치, 하: 결과 이미지)  
 [Fig. 9] Sketch effect generation using line stroke(top left: input image, top right: position from edge image, bottom: result image)

그림 9는 또 다른 결과 영상을 나타낸다. 이는 사용자가 임의로 직선 스트로크만을 사용하였으며, 대상 이미지의 색상을 그대로 활용하였다. 우리는 각 영역별로 일정 간격으로 스케치 라인이 적용될 위치를 결정하였으며, 예지의 수직 방향으로 스트로크를 배치함으로 다음과 같은 결과 영상을 생성하였다.

### 5. 결론

본 연구는 회화를 그리기 전 단계인 스케치 효과를 재현하는 알고리즘을 제안하였다. 우리는 사실적인 스케치 효과를 위해, 빈센트 반 고흐의 드로잉 작품으로부터, 각 영역별로 사용된 스케치 스토로그를 분석해 DB를 구성하였다. 그리고 표현하고자 하는 대상 이미지를 영역 분할하고, 각 영역별로 일정 간격의 샘플링을 통해, 스트로크가 적용될 위치들을 추정하였다. 그리고 각 영역에 적합한 스케치 스토로그를 DB로부터 추출하여 적용함으로써 최종 결과를 도출하였다. 우리의 결과물은 실제 유명 화가의 스케치 스타일을 표현할 수 있으며, 우리의 알고리즘은 향후, 아동들의 미술 교육을 위한 회화 스케치의 밑그림 등과 같은 콘텐츠로 활용 가능하다.

향후 이 연구는 더 많은 정보를 추가하여 보완 할 예정이다. 먼저 현재 스케치 효과의 모양, 간격, 길이 정보만을 사용하였다. 보다 유명화가들의 스케치 느낌을 표현하기 위해서는 스토로그의 색상, 패턴 정보를 추가하여 연구할 계획이다. 두 번째로 현재 대상이미지의 오브젝트의 속성(나무, 풀, 건물)등은 사용자가 일일이 지정하여 주어야 한다. 좀더 연구를 진행하여 자동적으로 각 객체의 속성들을 파악하기 위한 인공지능 분야의 학습 알고리즘을 도입 수행하여 각 영역의 속성들을 자동 추출하는 연구를 진행할 계획이다.

마지막으로 이 연구에서 추출된 스케치를 기반으로 아동들이 쉽게 따라 그림을 그릴 수 있도록 어플리케이션도 개발할 예정이다.

### References

[1] P. Haevery, "Paint by numbers: Abstract image representation", In Proc. of ACM SIGGRAPH pp. 207-214, 1990.  
 [2] H. Lee, Y. Park, and K. Yoon, "Painterly rendering using dynamic grid", Proc. of KIIS 2006, pp. 103-105, 2006.

[3] W. Holger and O. Sven C. and B. Gooch, "Real-time video abstraction", In Proc. of ACM SIGGRAPH 2006, pp.1221-1226, 2006  
 [4] Y. Guo, J. Yu, X. Xu, J. Wang, Qunsheng Peng, "Example Based Painting Generation". Journal of Zhejiang university, Vol. 7, Num. 7, pp.1152-1159, 2006  
 [5] H. Lee, S. Seo, S. Ryoo, K. Yoon, "Directional texture transfer". Proc. of NPAR 2010, pp. 43-48, 2010.  
 [6] B. Gooch, G. Coombe, P. Coombe, "Artistic vision: painterly rendering using computer vision techniques", Proc. of NPAR 2000, pp. 83-90, 2000.  
 [7] H. Kang, S. LEE, AND C. CHUI, "Coherent line drawing", Proc. of Non-Photorealistic Animation and Rendering (NPAR 2007), pp.43-50, 2007.

### 이 원 용 (Won-Yong Lee)

[정회원]



- 1980년 2월 : 중앙대학교 전자계산학과 (공학사)
- 1985년 7월 : 중앙대학교 시스템관리학과 (경영학석사)
- 2006년 2월 : 순천향대학교 대학원 전산학과 (공학박사)
- 1982년 8월 ~ 1993년 8월 : LG 전자 컴퓨터사업부 설계실, 고객지원실
- 1993년 9월 ~ 현재 : 해전대학교 인터넷보안과 부교수

<관심분야>

정보보호, 멀티미디어, 인터넷보안