

스케치 인식을 통한 디지털 도면 생성 기법

오수현^o, 이성진^{*}

경상대학교, 기계항공정보융합공학부 항공우주및소프트웨어공학전공^o

경상대학교, 기계항공정보융합공학부 항공우주및소프트웨어공학전공^{*}

e-mail: {1970107, insight}@gnu.ac.kr^{o*}

Method of Generating Digital Drawing through Sketch Recognition

Soohyun Oh^o, Seongjin Lee^{*}

Dept. of Aerospace and Software Engineering, Gyeongsang National University^o

Dept. of Aerospace and Software Engineering, Gyeongsang National University^{*}

● 요약 ●

스케치를 거쳐 생성되는 디지털 자료로 건축도면이나 제품 디자인시안 등은 수요가 많음에도 불구하고 디지털 도면 자동생성에 대한 영상처리는 아직 연구되지 않고 있다. 현행 필기인식에 대한 영상처리 연구는 주로 글자나 숫자에 국한되어 있어 본 연구에서는 선으로 이루어진 필기를 인식하여 도면이라는 이진영상의 특징을 이용해 특징점을 도출하고 디지털 도면을 생성하는 영상처리를 제안한다. 먼저 입력받은 아날로그 스캔이미지를 메디안블러링과 OSTU임계치처리로 노이즈가 없는 이진영상으로 변환한 후 해리스코너검출기를 이용하여 특징점을 검출하고 좌표를 추출하고, 좌표값을 활용해 외곽선과 내부윤곽선까지 구현하여 디지털도면을 양산한다.

키워드: 스케치(sketch), 특징점(feature point), 이진화 영상(binary image)

1. 서론

정보사회에서 자료를 디지털화 하여 저장하는 것은 필수가 되었다. 도면과 디자인 시안을 필요로 하는 건축이나 제품, 기계 분야에서 아직도 스케치를 그린 후에 전문프로그램을 활용하여 제도하고 있다. 그림 1에 디지털 도면 생성 과정을 보였다. 부동산이나 법률자료로 쓰이는 건축도면의 경우, 용지조사원이 현장에서 조사한 내용을 스케치한다. 제도원은 스케치된 그림을 컴퓨터에 제도한다. 이러한 이중노동형태를 간소화하고, 급변하는 사회에서 빠른 정보전달과 정확한 의사체계가 이루어 질 수 있도록 지원하는 도구가 필요하다.

스케치는 선으로 표현된다. 그리고 도면이나 디자인 시안은 이진

로 표현이 가능하다. 이를 이용하면 특징점을 추출하는 것과 각 특징점 사이의 관계를 활용하여 제도과정 없이 의사결정을 위한 디지털도면을 생성할 수 있다.

현재까지 스케치를 포함한 필기인식은 글자나 숫자에만 국한되어 있어서, 선 자체나 선으로 이루어진 도형을 인식하는 형태는 많이 시도되고 있지 않다. 외곽선을 추출하는 연구는 있지만, 도면과 같이 내부윤곽선이 있는 복잡한 형태의 구조를 인식하는 기술에 대한 연구가 부족하다.

본 논문에서는 카메라로 입력받은 아날로그 스케치 영상을 도면생성



Fig. 1. 디지털 도면 생성과정

자동화 알고리즘을 통해 디지털 도면으로 재생성하는 과정을 제안한다. 먼저, 입력된 아날로그 스캔 이미지로 영상처리를 하기 위해 먼저 블러링과 임계처리를 하여 노이즈가 최대한 제거된 이진화 영상을 만든다. 그 후, 헤리스코너검출기를 이용하여 특징점을 검출한다. 그리고 도출된 특징점의 좌표값 관계를 이용하여 먼저 도면의 외곽선을 만들고 다음으로 내부윤곽선을 그려 디지털도면을 생성한다.

II. 선행연구

1. 필기 인식

필기체 숫자인식은 많은 연구가 이루어지고 있는데 주로 숫자가 갖는 특징을 활용하여 숫자를 특징하게 된다. 어떠한 필기체 일자라도 문자에는 특정한 글자를 나타내려면 필요한 특정 교차점과 그 수가 있다. 이러한 방법으로 송정영[1]은 구조적 특징기반 자유필기체 숫자인식 알고리즘 연구를 했다. 해당 연구는 특징점을 끝점, 3개 교차점, 4개 교차점으로 나누고 숫자별로 각 특징점의 개수와 위치로 알고리즘을 형성하였다. 가령 0과 8의 경우는 끝점이 없고, 끝점이 1개인 것은 6과 9이며 끝점이 2개인 것은 1,3,4,5,7이다. 이러한 방법으로 계속 숫자를 구조적 특징에 따라 분류하는 알고리즘을 따르면 필기된 숫자를 인식 할 수 있다. 또한 숫자전체를 사각영역으로 지정하고 16개의 영역으로 분할한 후 선을 백터화 하여 영역에 따른 백터방향에 따라 숫자를 판별하는 방법으로 윤재웅[2]은 다중 알고리즘의 효율적 결합에 의한 필기체 숫자 인식에 관한 연구를 하였다.

그리고 숫자보다는 복잡한 형태의 글자는 영자, 중문, 일문, 한글 등으로 언어권에 따라 다른 언어를 쓰기 때문에 인식이 매우 어렵다. 김현우[3]는 Goog lenet 기반의 딥러닝을 이용한 향상된 한글 필기체 인식을 연구하였는데 한글의 특성상 유사 글자가 많은 것을 한글 필기체 데이터베이스를 활용하여 인식하였다. 최영규[4]는 필기체 한글 문자 인식을 위한 희 추출에 관한 연구를 하였는데 문자영상을 배경과 문자부로 분리하고 특징점을 추출한 후 백터화 하여 백터의 방향성을 수정 후 백터들을 연결하여 문자를 확인할 수 있었다.

2. 객체의 선추출

일반적으로 선추출은 객체의 외곽선 영역에 대해서만 행해져 왔다. 현재 쓰이고 가장 많이 쓰이고 있는 이미지처리 라이브러리인 'OpenCV'에서도 윤곽특징에 대한 많은 함수를 제공하지만 내부윤곽선에 대한 추출은 많이 고안되지 않았다. 가령 손모양인 외곽을 추출할 수 있지만 손금인 손의 내부에 있는 선을 추출하는 함수는 제공하지 않는다. 윤홍찬[5]는 다양한 손 제스처 인식을 위한 곡률 분석 기반의 손 특징 추출 알고리즘을 제안하였는데 이 연구에서도 손가락의 끝점을 추출하고 손의 외곽선과 곡률정보를 이용하여 실험이 진행되었다.

III. 도면생성 자동화 기법

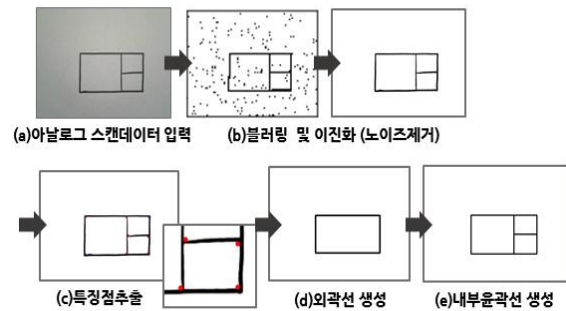


Fig. 2. 동작흐름도

구현한 영상처리대안 동작 흐름도는 그림 2와 같다. 카메라로 촬영한 아날로그 영상에 메디안 블러링 기법과 OTSU임계처리를 통해 노이즈를 제거하고 영상을 이진화한다. 도면의 꼭지점을 특징점으로 하여 정보를 추출한다. 이 특징점은 가장 널리 쓰이는 헤리스코너 검출기[6]을 사용하여 검출하였다. 이 연구에서는 정확한 꼭지점의 위치가 중요한 것이 아니기 때문에 유종빈[7]이 연구한 T형 코너에서의 헤리스 코너검출기와 로컬리제이션에서 보인 해법과 다른 접근이 필요하다. 스케치로 올곧은 직선이나 각도를 표현할 수 없기 때문에 이를 감안하여 외곽선과 내부윤곽선을 생성하는 알고리즘을 구현해야 한다. 본 연구에서는 도출된 교차점의 x좌표값과 y좌표값으로 이루어진 배열을 생성하고, 좌표 값을 오름차순으로 정렬하여 최대값과 최소값의 차를 이용하여 외곽선을 만들었다. 최대 좌표값의 x좌표와 최소 좌표값의 y좌표 그리고 최소 좌표값의 x좌표와 최대 좌표값의 y좌표를 이용하여 외곽선에 해당하는 특징점을 탐지한다. 이후 외곽선 영역에 해당하는 다른 교차점을 찾고 그 교차점과 대응되는 다른 교차점을 찾아 선을 생성하는 과정을 반복하여 내부윤곽선을 생성한다. 이 장에서는 그림 2에 나타난 순서대로 도면 자동 생성 과정을 설명한다.

1. 아날로그 스캔 데이터 입력

본 실험에서는 일반적인 노트북의 웹카메라를 활용하였다. 카메라나 스캐너도 이용할 수 있으며 영상 데이터는 JPEG을 사용하였다. 실험환경은 표 1에 명시된 PC정보에 해당하는 노트북을 사용하였다.

Table 1. 사용한 PC정보

CPU	Intel Core i5-8250U 1.6GHz
메모리	8GB
저장장치	SSD 256GB
운영체제	Windows10 Professional 64bit
카메라	720p HD 카메라 (IR 카메라)

2. 블러링 및 이진화

보통 스케치는 흰 종이 위에 검은색 펜으로 그려져 가시적으로는 흑과 백만 존재하는 이진영상으로 보이지만 촬영되는 순간 카메라나 촬영환경에 따라서 노이즈가 생길 수 있다. 촬영된 아날로그 스캔데이

터는 이진화 과정을 거쳐야 하는데 이진화가 잘 처리되려면 먼저 전처리로서 블러링을 행해야 한다. 블러링은 입력영상의 모든 픽셀들에 대해 주변픽셀들과의 밝기차이를 감소시켜서 영상전체를 부드럽게 한다.

메디안 필터링은 마스크가 적용되는 영상영역내의 모든 픽셀들 중에서 중간값을 취하는 방법이다. 실험은 마스크를 5*5크기로 하여 진행하였으며 그림 3에서 1 열에는 원영상과 메디안 블러링된 영상 그리고 원영상에서 단순임계처리, 적응임계처리, ostu 임계처리한 것이 2열에 있고, 3열에는 각 임계처리에 메디안 블러링처리를 더하여 실험하였다.

임계처리란 영상을 처리하는데 있어 영상 내의 밝기 값에 대해 특정 값을 기준으로 하여 구분하여 처리하는 것을 말한다. 임계처리는 앞서 소개한 것과 같이 단순임계처리, 적응임계처리, ostu 임계처리와 같이 세 가지로 나뉘며 단순임계처리는 특정 임계 값을 설정하여 그보다 크면 255를 할당하고 그렇지 않으면 0을 되돌려주는 단순한 방법이며, 적응임계처리는 특정 임계 값을 주변영역의 밝기 값에 따라 각각의 임계 값이 다르게 적용되며, ostu 임계처리는 영상 픽셀을 2분류 하였을 때 분산을 최소화하거나 최대화하는 임계 값을 찾는 방법이다. 실험결과 ostu 임계처리가 가장 이진화가 잘 되어 본 연구의 알고리즘에서는 메디안 블러링과 ostu 임계처리를 거쳐 이진화를 진행 하였다.

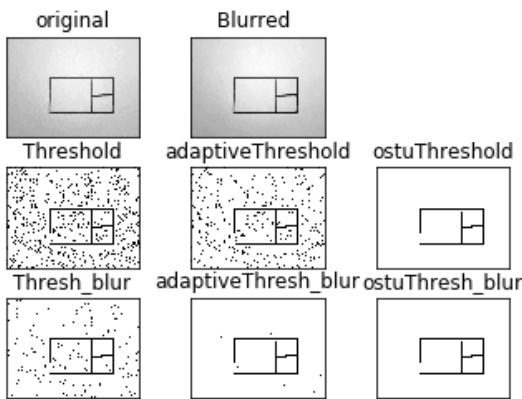


Fig. 3. 이진화 실험

3. 특징점 추출

OpenCV에는 특징점을 추출할 수 있는 다양한 함수들을 비교하였고 그 중 헤리스코너탐지기가 가장 성능이 좋았다. 헤리스코너탐지기는 영상의 특징을 “평역(flat)”, “에지(edge)”, “코너(comer)”의 세 영역으로 나눈다. 평역은 모든 방향으로 밝기 변화가 없는 영역, 에지는 모서리를 가로질러서는 밝기 변화가 있지만, 모서리 방향을 따라서는 밝기 변화가 없는 영역 그리고 코너는 모든 방향으로 밝기가 변하는 영역으로 정의한다. 영상 내의 한 점(x,y)에서 모든 방향으로 (Δx, Δy)만큼 변위할 때, 밝기변화량 E(Δx, Δy)는 다음과 같이 정의된다.

$$E(\Delta x, \Delta y) = W \sum_w [I(x + \Delta x, y + \Delta y) - I(x, y)]^2$$

여기서 윈도우 W는 윈도우(또는 마스크) 아래의 영상에 가중치이다. 사각형 윈도우나 가우시안 윈도우를 쓰는데 변화량(Δx, Δy)이 미세하다고 할 때, 변위점에서 밝기 값은 다음과 같이 1차 테일러 근사식으로 나타낼 수 있다.

$$I(x + \Delta x, y + \Delta y) \approx I_x(x, y)I_y(x, y) \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix}$$

여기서 변화량(Δx, Δy)은 각 방향으로의 밝기변화를 나타내며 가중치가 모두 1인 윈도우W를 사용하면 밝기변화량 E(Δx, Δy)식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E(\Delta x, \Delta y) = \sum_w [I(x + \Delta x, y + \Delta y) - I(x, y)]^2 \approx \sum_w [I(x, y) + [I_x(x, y)I_y(x, y)] \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} - I(x, y)]^2 = [\Delta x \Delta y] \cdot MCDOT \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix}$$

이때 행렬 M은 $\begin{bmatrix} \sum_w I_x(x, y)^2 & \sum_w I_x(x, y)I_y(x, y) \\ \sum_w I_x(x, y)I_y(x, y) & \sum_w I_y(x, y)^2 \end{bmatrix}$ 이다.

행렬 M을 $\begin{bmatrix} S_{xx} & S_{xy} \\ S_{xy} & S_{yy} \end{bmatrix}$ 로 재정의하고 행렬식 $\det(M) = S_{xx}S_{yy} - S_{xy}S_{xy}$ 과 $\text{trace}(M) = S_{xx} + S_{yy}$ 를 구하여 이를 이용하여 코너응답함수의 값 R을 구할 수 있다.

$$R = \det(M) - k * \text{trace}(M)^2 \quad (k=0.04)$$

이때 R이 0보다 크면 코너로, 작으면 에지로 0에 가까우면 평역으로 간주한다.

4. 외곽선 생성과 내부윤곽선 생성

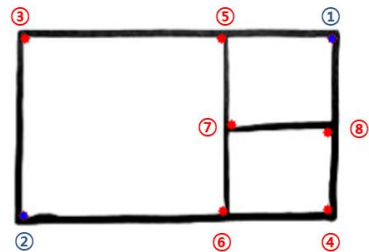


Fig. 4. 윤곽선 생성과정

선 생성 과정을 보면 먼저 교차점①과 ②가 정렬에서 좌표값을 기준으로 최소값과 최대값을 차지하여 사각형을 형성하는 두 점이 된다. ①의 x좌표값과 ②의 y좌표값으로 교차점③을 찾고 ①의 y좌표값과 ②의 x좌표값으로 교차점④를 찾는다. 그리고 ①의 x,y좌표값과 ②의 x,y좌표값을 각각 저장한다. 다음 ①의 y좌표값에 근사하면서 ①과 ②의 y좌표 값 사이에 있는 교차점이 있다면 찾고 ②의 y좌표값에 근사하면서 ①과 ②의 x좌표 값 사이에 있는 교차점이 있다면 찾은 두 개의 교차점 ⑤,⑥의 x좌표값을 비교하며 15pixel이내면 직선을 출력한다. 직선은 처음 그려진 사각형의 y좌표를 각각 따라 교차점 ⑤의 x표에 위치하도록 생성한다. 다음과 같은 방법으로 계속 선을 생성하여 내부윤곽선을 생성한다.

IV. 결론

본 연구에서는 스케치인식을 통한 도면생성 영상처리를 제안하였다. 이는 건축도면 뿐만 아니라 제품디자인사안 등 다양한 분야에서 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 미래 연구로는 스케치에서 작도된 직선 외에도 곡선과 도면의 문자필기 인식, 그리고 표시된 수치만큼 선의 길이도 자동으로 조정 및 생성하는 연구가 가능하다.

REFERENCE

- [1] Jeong-Young Song, A Recognition Algorithm of Handwritten Numerals based on Structure Features, The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication VOL. 18 No. 6, pp.151~156, 2018.12
- [2] Jae-Woong Yun and Sung-Jea Ko, A Study on Handwritten Numeral Recognition Based on Efficient Combination of Multiple Algorithms, Korea Institute Of Communication Sciences, pp.615-618, 1994.11
- [3] Hyun woo Kim and Yoojin Chung, Improved Handwritten Hangeul Recognition using Deep Learning based on GoogLenet, The Korea Contents Society, pp. 495-502, 2018.7
- [4] Young kyoo Chol, A Study on Stroke Extraction for Handwritten Korean Character Recognition, The KIPS Transactions:PartB, pp.375-382, 2002
- [5] Hong-Chan Yoon, Jin-Soo Cho, Journal of the Korea Society of Computer and Information 20(5), pp.13-20, 2015.5
- [6] C. Harris and M. Stephens, A Combined Corner and Edge Detector, 4th Alvey Vision Conference, pp. 147-151, 1988.
- [7] Jong-Bin Ryu, Ji-Young Choi, Ho-Hyun Park, The Institute of Electronics and Information Engineers pp.1677-1679, 2010.6