

## 자동차 VIN 문자 인식 시스템 개발

### Development of VIN Character Recognition System for Motor

이용중\*, 이화춘\*\*, 류재엽\*\*\*

\*창원기능대학 생산자동학과. \*\*창원기능대학 전자과.\*\*\*창원기능대학 전기과

#### Abstract

This study to embody automatic recognition of VIN(Vehicle Identification Number)character by computer vision system. Automatic recognition characters methods consist of the thining processing and the recognition of each character. VIN character and background classified using counting method of the size of connected pixels. Thining processing applied to segmentation of connected fundamental phenemes by Hilditch's algorithm. Each VIN character contours tracing algorithm used the Freeman's direction tracing algorithm.

#### I. 서 론

컴퓨터가 문자를 인식하는 양적인 측면에서의 난이도를 보면, 숫자는 10종이고 영문자는 52종이며 한글은 11,172종, 한자는 약 50,000여종이므로 인식해야할 대상이 엄청나게 많음을 알 수 있다[2]. 또한, 사람이 가지고 있는 뛰어난 문자 인식 기

능은 지관과 경험에 바탕을 두고 있다. 그러나 컴퓨터를 사용하여 문자를 인식할 경우, 인식 과정을 객관화하고 정량화하는 일반적인 방법이 완성되어 있지 않기 때문에 인식하는 것이 어렵다는 것을 알 수 있다[1]. 지금까지의 연구는 주로 실험실에서 연구가 주종을 이루고 있음을 알 수 있다. 그러나 이제는 문자 인식 기술을 생산자동화 공정에도 적용할 수 있는 실질적인 연구가 필요하게 되었다.

따라서 본 연구에서는 기존의 문자 인식 기술과 접목하여 자동차용 VIN 타각 문자를 인식할 수 있는 기초 연구를 수행한다. 이를 위하여 자동차용 VIN 타각 문자에 대한 개요와 작업 방법, 기존작업에 대한 문제점 등을 분석한 다음 이를 해결할 수 있는 기초 연구를 수행한다.

VIN 타각 문자란 자동차 차체에 대한 고유번호로서 HMCF10A1...와 같이 문자와 숫자의 조합으로 구성되어 있으며, 이 고유번호는 자동차 생산 계획에 의해 결정된다. 생산라인에서 VIN

타각 문자를 표시하는 과정을 보면, 레일로 이동하는 미완성 차체가 도착하면, 산업용 로봇의 엔드 이펙터에 일체형으로 부착한 VIN 타각 문자기를 자동차 차체로 이동시킨다. 타각 문자기가 자동차 차체 앞부분의 정해진 위치에 도착하면, 공압으로 구동되는 송곳 형상의 뾰족한 공구가 전, 후 왕복하는 방법으로 차체에 문자를 타각 표시한다. 이러한 VIN 타각 문자는 생산 차종과 내수용, 수출용으로 구별한다. 또 자동차 매매에 중요한 역할을 하는 것과 더불어 도난 차량인 경우 소유자 판단에 결정적인 요소가 된다. 이러한 여건 변화에도 불구하고 자동화가 잘 되어 있는 자동차 생산공장에서 VIN 타각 문자 검사는 육안 검사에 의존하고 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 현장의 문제점을 검토하고, 잘못 타각된 문자가 다음 조립 공정으로 넘어가는 것을 방지하기 위한 방안으로 1차적으로 문자 인식에 대한 기초 연구를 수행코자 한다

#### II. 문자 인식에 대한 이론적 고찰

##### 2-1. 문자 영상 전처리에 관한 고찰

##### (1) 이진화

이진화는 명도 영상을 0또는 1의 이진 영상으로 변환하는 과정이다. 전역적 이진화는 밝기 분포 히스토그램에서 물체와 배경 사이의 중간값을 임계값으로 하여 식 (1)과 같이 이진화한다.

$$B(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{if } G(x,y) < \text{임계값} \\ 1 & \text{if } G(x,y) \geq \text{임계값} \end{cases} \quad (1)$$

여기에서

$G(x,y)$  : 명도 영상,

$B(x,y)$ 는 이진 영상

$$\text{임계값} : \frac{(\text{첫번째피크} + \text{두번째피크})}{2}$$

전역적 이진화 기법은 임계값을 어떻게 결정하느냐에 따라 품질이 좌우된다. 그러나 명도 영상

에서 물체와 배경간의 명암의 변화가 점진적이거나 불규칙하면 좋지 않으므로 명암의 변화가 심한 영상에는 적용하기 어려운 것으로 알려져 있다. Srihari 등은 적응적 이진화 방법을 제안하였는데, 이 방법은 물체와 영역에 대하여 특성을 갖는 마스크를 사용하고, 이웃하는  $9 \times 9$ 의 화소를 고려하여 이진화하였다[4]. 즉, 중심 화소가 주변 화소들 보다 어두우면 흑 화소로 변환시키고, 주변 화소들 보다 밝으면 백화소로 변환한다. 이 방법은 문자에 해당하는 물체 영역을 배경과 뚜렷하게 분리하고 노이즈에 강하지만, 주변 화소 값에 대한 평균을 기준으로 이진화를 수행하기 때문에 에지가 많은 부분이 주변 화소에 포함되면 결과가 나쁘게 되는 문제가 있다.

## 2-2. 문자 구조 분석에 관한 고찰

### (1) 세선화 분석

골격선은 일반적으로 패턴을 가느다란 호의 곡선의 집합으로 표현하는데 사용되고 있으며, 세선화 된 영상은 보통 선도형으로 표현한다. 그러나 최근 영상의 세선화와 골격화에 대한 의미는 거의 구별하지 않고 사용하고 있다. 본 연구에서 골격화라는 용어는 문자의 중앙 축을 결정하는 것으로, 패턴을 가늘고 긴 선으로 표현으로 만드는 세선화와 동일한 개념으로 해석한다.

본 연구에서 세선화에 관련하여 사용되는 용어와 기호는 다음 표기에 따른다. fig 1은  $3 \times 3$  윈도우로 레이블 되어 있다고 가정한다[5].

$p_{j-1,i-1}$	$p_{j-1,i}$	$p_{j-1,i+1}$
$p_{j,i-1}$	$p_{j,i}$	$p_{j,i+1}$
$p_{j+1,i-1}$	$p_{j+1,i}$	$p_{j+1,i+1}$

fig 1. 8-neighbour pixel

fig 1에서  $p_{j,i}$ 는 제거 대상으로 검사하는 화소이다.  $p_{j,i+1}$ ,  $p_{j+1,i}$ ,  $p_{j,i-1}$ ,  $p_{j-1,i}$ 는  $p_{j,i}$ 의 4-근접 화소로 정의한다.  $b(p)$ 는  $N(p)$ 의 검은 화소 갯수이다. 패턴의 경계 영역에 있는 연속적인 화소 층이 골격선만 남을 때까지 제거하는 것을 반복적 세선화 알고리즘이라고 한다. 반복적

세선화 알고리즘은 이웃 화소를 검사하는 방법에 따라 순차 세선화 알고리즘과 병렬 세선화 알고리즘으로 분류할 수 있다. 순차 세선화 알고리즘은 각 반복 단계에서 고정된 순서로 윤곽 화소에 대한 제거 여부를 검사한다. 이 알고리즘에서 패턴은 왼쪽에서 오른쪽으로 그리고 위에서 아래로 레스터 주사 방식으로 검사한다. 화소 제거 여부는 지금까지 수행된 모든 연산 결과에 의존하게 된다.

그러나, 병렬 세선화 알고리즘은 화소를 독립적으로 검사하므로 화소의 제거 여부는 다음 반복 검사 결과에 의존하게 된다. 이 알고리즘은 임의의 조건을 만족하는 화소를 동시에 제거할 수 있는 병렬 프로세서 상에서 구현하는 것이 적합하다. 그러나 fig 1과 같이  $3 \times 3$  윈도우 근접 화소만 고려한다면, 영상의 연결성을 유지하는 것이 어렵다.

순차 세선화에서 가장 알려져 있는 알고리즘은 Hilditch 알고리즘이다. Hilditch는 fig 1에서  $N(p)$ 의 점들이 일정한 방향으로 순회될 때 흰 화소에서 검은 화소로 변화는 교차수  $X_H(p)$ 는 다음과 같이 정의하였다[6].

$$X_H(p) = \sum_{i=1}^4 b_i \quad (3)$$

여기서

$$b_i = \begin{cases} 1 & p_{j,i-1}=0 \text{ 이고, } p_{j,i}=1 \text{ 또는 } p_{j,i+1}=1 \text{ 인 경우} \\ 0 & \text{그 외의 경우} \end{cases}$$

$X_H(p)$ 의 화소 수는  $N(p)$ 의 8-근접 화소 갯수와 같다.  $p_{j,i}$ 의 4-이웃이 모두 검은 화소일 경우 식 (3)에서  $X_H(p)=0$  과 같이 된다. 식 (3)에서 8-이웃 화소가 모두 검은 화소이면 화소  $p_{j,i}$ 의 교차 수는 0이 되고, 고립점일 경우에도 교차 수는 0이 된다.  $X_H(p)=1$  가 되면,  $p_{j,i}$ 를 제거하더라도 패턴의 8-근접성은 변화되지 않는다.

### (2) 윤곽선 추적

윤곽선을 추적하기 위해서는 물체에 해당하는 문자 부분과 배경 부분을 분할해야 한다. 분할

방법은 문자 연결 화소에 대한 특징 정보를 이용하여 문자 후보들을 추출 한 다음, 배경 영역과 재분류하는 방법을 적용하고 있다. 문자 연결 화소의 주요 특징으로 문자 연결 화소의 넓이와 높이가 있다. 문자 연결 화소의 넓이는 문자 넓이를 초과할 수 없고, 높이도 문자 높이를 넘지 않으므로 이것에 적합한 최적 사각형을 설정할 수 있다. 최적 사각형 설정후 세선화한 다음 윤곽선을 추적한다. 윤곽선 추적은 회전에 무관한 자연스러운 순서를 부여해야 한다. 이러한 윤곽선 추적에는 Freeman이 제안한 알고리즘이 적합한 것으로 알려져 있다[7]. 이 방법은 코드화를 이용한 윤곽선 추적 기법으로 fig 2와 같이 방향 정보를 이용하는 수치 정보로 윈도우 전체에서 세선화된 영상을 순차적으로 추적한다. 즉, 처음 검색된 점은 화소로부터 그와 연결된 모든 화소를 추적한다[7].

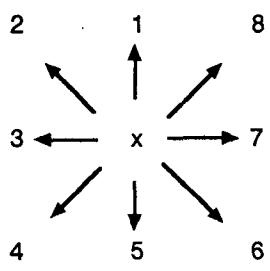


fig 2. Direction information to related neighbour pixel

fig 2에서 x는 윤곽선 추적의 시작점이고, 1, 2, 3,.....8은 방향 코드이다.

**III. 실험실 벤치마킹과 결과 고찰**

본 연구에서는 실제 자동차 공장에 사용하는 타각기로 타각된 VIN 문자를 대상으로 벤치마킹을 한다. 실험실에 승용차 차체 전체를 설치할 수 없기 때문에 승용차 차체 철판 조각을 떼내어 VIN 문자를 타각하였다.

**3-1. VIN 타각 문자 영상에 대한 특성 분석**

**과 결과**

**(1) VIN 타각문자의 특성 분석**

VIN 타각 문자의 특성을 분석하기 위한 실험 장면은 다음 fig과 같다.

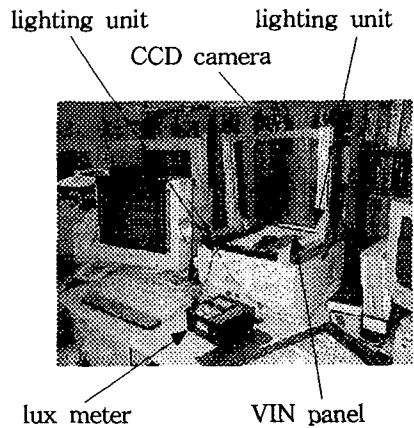


fig 3. System configuration

다음 fig은 수출용 승용차 차체 철판 조각에 타각한 것이다.

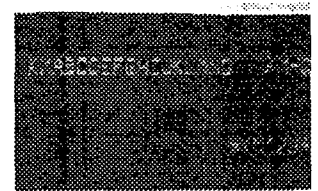


fig 4. Domestic VIN panel

다음 fig은 수출용 승용차 차체 철판 조각에 타각한 것이다.

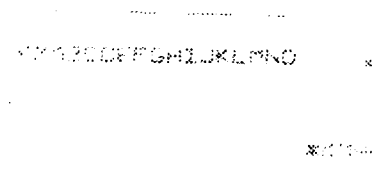


fig 5. Export VIN panel

fig 5를 보면 문자와 배경에 대한 명암의 변화가 크게 없으므로 문자 부분이 선명하지 못하다.

그러나 fig 4는 내수용으로 수출용 차량에 비하여 도금과 뚜껑이 다소 미약하다. 그러나 이것이 오히려 fig 4에 비하여 선명한 명도 영상을 획득할 수 있는 조건이 된다. fig 4의 내수용을 이용한 VIN 타각 문자에 대한 특성을 정리하면 다음과 같다.

- 타각 문자는 17개로 구성되어 있으며 타각기 구조 때문에 글자 간격은 일정하다.
- 처음 3개 글자는 HMC로 되어 있고, VIN 타각 문자는 한 줄로 열거되어 있다.
- 문자의 연결화소 넓이와 높이가 문자 크기를 넘어서지 않기 때문에 문자 부분과 배경 부분을 분할하는 것이 용이하다

(2) 도출된 문제점

일본 로봇 비전 조명장치 전문 메이커인 CCS (주)의 기술자에게 상기 시스템을 설명한 다음, 추천 받은 조명 LDL250\*15을 fig 3과 같이 설치하였다. 그 결과, VIN문자가 타각된 차체 철판과 조명장치 간의 이격 거리가 0.4m 이상인 경우 문자 패턴이 상당히 흐리다. 차체 철판을 가운데 두고 2개 조명 간격을 295mm, 높이를 12mm으로 하면 대체로 양호하였다. 산업용 로봇의 엔드 이펙트에 장착된 VIN문자 타각기와 간섭때문에 승용차 타각 부분과 조명장치의 이격 높이는 최소 1.5M 이상 되어야 한다. 또한, 타각기에 부착된 타각핀 마모에 따른 교체 기간의 비 표준화와 공압력의 불균일 등으로 타각 깊이의 불균일하다. 따라서 이러한 문제 때문에 문자 인식시스템이 동일한 문자임에도 불구하고 다르게 인식할 수 있다. fig 3과 같은 조명 시스템을 실제 생산현장에 적용하는 것은 불가능하므로 배제하고 새로운 조명시스템을 선택해야 한다. 이와 더불어 타각핀은 사용 횟수와 기간에 따라 표준화하여 교체해야 한다.

3-2. VIN 타각 문자 전처리

다음 fig 6은 fig 3의 실험 환경에서 fig 4, 5의 문자에 대한 최적 사각형으로 된 명도 영상이다.



fig 6. Grey level image of VIN

fig 6에 전역적 이진화 방법을 이용하여 식 (1)의 임계값을 적용하였다. 여러 임계값으로 실험한 결과, 값이 100일 때 다음 fig와 같이 가장 양호하게 이진화되었다.



fig 7. Binarization image of VIN

그러나 fig 7을 보면 3-1. VIN 타각 문자 영상에 대한 특성 분석과 결과에서 언급한 문제점으로 인하여 이진화 결과가 좋지 않음을 알 수 있다.

3-3. 세션화 분석

fig 7에 대한 세션화 영상은 다음 fig와 같다.



fig 8. 8-neighbour pixel thinning image of fig 7.

적용한 Hilditch알고리즘에서  $p_{j,i}$ 가 제거되면 구멍을 생성하기 때문에 세션화 생성에 문제가 된다. 즉,  $p_{j,i}$ 가 윤곽 화소임을 보장하기 위하여  $b(p)$ 에 대한 조건은 다음과 같이 되어야 한다.

알고리즘 1.

```

if(image_out[j][i]==255) {
  b(p) = image_out[j-1][i-1]+image_out[j-1][i]
        +image_out[j-1][i+1]+image_out[j][i-1]
        +image_out[j][i+1]+image_out[j+1][i-1]
        +image_out[j+1][i]+image_out[j+1][i+1];
  if( b(p) >= 2*255 && b(p) <= 6*255)

```

알고리즘 1에서 image\_out[j][i]는 fig 7의 입력 영상에 대한 출력 영상을 의미하고, 255는 최적 정사각형의 영상 크기를 의미한다. fig 8을 보면 생성된 세션화 데이터가 많음을 알 수 있다. 따라서 fig 8의 세션화 데이터를 줄이기 위하여 다음 fig과 같이 fig 8 중에서 문자 2를 선택하여 4-연결성 세션화 영상으로 제작하였다.



fig 9. 4-neighbour pixel thinning image of fig 7.

fig 9는 fig 1의  $p_{j,i}$ 에 대한 4-근접 화소  $p_{j,i+1}$ ,  $p_{j+1,i}$ ,  $p_{j,i-1}$ ,  $p_{j-1,i}$ 로 세션화한 영상이지만, 여전히 세션화 데이터가 많은 것을 알 수 있다.

### 3-4. 윤곽선 추적

fig 8, 9의 세션화 화상을 Freeman이 제안한 방법을 이용하여 윤곽선을 추적한다.

그 결과 약 1.44M이상의 데이터가 생성되었다. 이 원인은 3-1항에서 기술한 VIN 타각 문자에 대한 명도 영상의 획득에 관련된 문제로 생산 현장에는 사용할 수 없는 데이터이다. 이 문제점은 다음 fig 10을 보면 알 수 있다.



fig 10. Binarization image

fig 10은 교재에 있는 양호한 명도영상을 대상으로 식(1)의 임계값을 100으로 설정하여 제작한 이치화 영상이다. fig 6과 비교하면 확연하게 그 차이점을 알 수 있다. fig 10에 세션화 알고리즘과 윤곽선 추적 알고리즘을 적용한 결과 출력 영상은 다음 fig과 같다. 또한, 출력된 전체 템플릿 데이터를 표 1과 같이 간략하게 정리하였다.



(a) (b)  
fig 11. Thinning image of fig 10

table 1. Results of tracing contours fig 11. (a)

y_coordinate is [252]	x_coordinate is [255]
y_coordinate is [254]	x_coordinate is [ 0]
y_coordinate is [255]	x_coordinate is [ 56]
Number of labels ==>	16
Number of YOX1 ==>	6
Number of YOX2 ==>	13

표 1에 대한 내용을 정리하면 다음과 같다.

- y\_coordinate is [ 0] x\_coordinate is [ 1] : oooo\_t.dat, oooo\_x.dat에 대한 흰 화소를 검색한 영상 좌표계이다.

- Number of labels ==> 16 : oooo\_t.dat와 oooo\_x.dat의 입력 영상이. 흰 화소 덩어리를 구성하고 있는 화소 수량이다.

- Number of YOX1 ==> 6 : fig 2의 방법으로 검색한 방향 정보 검색 데이터 수량이다.

알고리즘 2에서 영상 좌표계의 검색 시작점은 YOX0이다. fig 11의 (b)를 자세히 관찰해보면 우측 하단에 미세하게 있는 흰 화소가 있다. 이것은 표 2의 화상 좌표계 y\_coordinate is [252] x\_coordinate is [255]로 검색된다. 따라서 이 데이터는 VIN 타각 문자 특성 상 문자 부분과 배경 부분을 분할할 때 제거하면 된다. fig 10과 같이 양호한 VIN 타각 문자 명도 영상이 입력되면, 표 1과 같이 템플릿 데이터를 구할 수 있다. 이렇게 저장한 데이터와 새로운 입력 데이터는 템플릿 매칭 방식으로 서로 비교할 수 있다.

### III. 결 론

본 연구에서는 기존의 문자 인식 기술과 접목하여 자동차용 VIN 타각 문자를 인식할 수 있는 기초 연구를 수행하였다. VIN 타각 문자에 대한 작업 방법과 기존작업에 대한 문제점을 분석하였고, 전처리와 세션화하여 윤곽선을 추적하였다. 연구 과정에서 도출된 내용은 다음과 같다

- 1) 타각 문자는 글자 간격은 일정하고 한 줄로 열거되어 있으며 연결화소 넓이와 높이가 문자 크기를 넘어서지 않기 때문에 문자 부분과 배경 부분을 분할하는 것이 용이하였다
- 2) 양호한 명도 영상을 획득하기 위하여 조명과 타각기 표준화와 같은 주변 환경을 조성하는 것이 본 연구의 가장 중요한 사항임을 확인하였다.
- 3) 본 연구에서 제시하는 이진화와 세션화 분석 및 윤곽선 추적 알고리즘이 양호한 명도 영상에서는 전혀 문제가 없을 입증하였다.

향후 계속되어야 할 연구 내용은 다음과 같다.

- 1) 실제 생산현장에 적용할 수 있는 새로운 조명 시스템을 연구 개발해야 한다.
- 2) 타각편은 사용 횟수와 기간에 따라 표준화하여 교체하는 방법을 제시해야 한다.
- 3) 상기 1), 2)에 대한 문제를 극복한 선진 사례에 대한 정밀한 조사가 되어야 한다
- 4) 인식이 완료된 VIN 타각 문자에 대한 분류와 LAN을 이용한 데이터 통신 및 광 디스크 핸들링에 관한 연구도 병행되어야 할 것이다.

### III. 참 고 문 헌

- [1] S. M. Kang, S. W. Hwang, Y. M. Kang and D. J. Kim, "Korean Character recognition using directional information of character contour," Proc. Pacific Rim Int. Conf. on Artificial Intelligence, Seoul, Korea, Sep. 1992, pp. 1198-1202.
- [2] 정주성, 김춘석, 박충규, 황희용, "윤곽선 추적에 의한 고딕체 한글의 신속 인식에 관한 연구," 전기학회 논문지, 제 37권 제 8호, 1988년 8월, pp.579-587.
- [3] 장명옥, 천대녕, 양현승, "연결 화소를 이용한 문서 영상의 분할 및 인식," 한국정보과학회 논문지, 제 20권 제 12호, 1993년 12월. pp. 1741-1751.
- [4] S.N. Srihari, C. H. Wang, P. W. Palumbo and J.J. Hull, "Recognizing Address Blocks on Mail Pieces : Specialized Tools and Problem-Solving Architecture," AI Magazine, Vol.8.No4, Winter 1987,pp.25-40.
- [5] 이 성환, 박희선, "고리 투영을 이용한 위치, 크기 및 회전 변형에 무관한 패턴 인식," 인지과학회 논문지., 제3권 제1호, 1991년 6월, pp.
- [6] C.J.Hilditch, "Linear Skeletons from Square Cupboards,"in Machine Intelligence (EDs. B.Meltzer and D.Michie),American Elsevier, New York, USA,1969, pp. 403-420.vol.4.
- [7] D.N. Freeman, "Error Correction in CORC : The Cornell Computing Language," Ph.D. Thesis, Department of Computer Science, Cornell University, Sep. 1963.