

## 평균차분경계추출법을 리용한 차번호판검출의 한가지 방법

승찬길, 최철

차번호인식체계에서 초미의 문제의 하나인 차번호검출은 대상검출의 한 분야이며 지난 수십년간 많은 방법들이 제안되었다.[2-4] 논문에서는 평균차분경계추출법과 연결성분 해석에 기초한 차번호판검출의 한가지 방법을 제안하고 각이한 해상도와 각도, 밝기조건에서 입력화상들에 대한 검사를 진행하여 제안한 방법의 유효성을 검증하였다.

### 1. 평균차분경계추출법을 리용한 차번호판검출방법

차번호는 2진화상의 견지에서 볼 때 흰 배경에 검은 문자 혹은 검은 배경에 흰 문자의 두가지 경우로 볼수 있다.

우리는 평균차분경계추출법(MDE: Mean Difference Edge Extraction Method)을 다음과 같이 제안한다.

먼저 그림 1과 같은  $7 \times 7$  크기의 MDE추출마스크를 정의한다.

이때 MDE추출마스크를 리용한 MDE경계화상은 다음과 같이 계산된다.

1/44	1/44	1/44	1/44	1/44	1/44	1/44
1/44	1/44	1/44	1/44	1/44	1/44	1/44
1/44	1/44	1/44	-1/5	1/44	1/44	1/44
1/44	1/44	-1/5	-1/5	-1/5	1/44	1/44
1/44	1/44	1/44	-1/5	1/44	1/44	1/44
1/44	1/44	1/44	1/44	1/44	1/44	1/44
1/44	1/44	1/44	1/44	1/44	1/44	1/44

그림 1. MDE추출마스크

$$E_m(i, j) = \begin{cases} 100, & |D_m(i, j)| < T_m \\ 0, & |D_m(i, j)| \geq T_m, D_m(i, j) < 0 \\ 255, & |D_m(i, j)| \geq T_m, D_m(i, j) > 0 \end{cases} \quad (1)$$

여기서

$$D_m(i, j) = \frac{1}{44} \sum_{(i', j') \in S_1} F(i', j') - \frac{1}{5} \sum_{(i', j') \in S_2} F(i', j') \quad (2)$$

이고  $S_1$  과  $S_2$  는 각각 MDE마스크에서 결수가 1/44, -1/5인 화소들의 모임이며 턱값  $T_m$  은 3~5사이의 값으로 정한다.

이 MDE경계화상을 다음과 같은 정경계화상과 부경계화상의 2개의 2값화상으로 분해하여 리용한다.

$$B_p(i, j) = \begin{cases} 1, & E(i, j) = 255 \\ 0, & E(i, j) \neq 255 \end{cases} \quad (3)$$

$$B_n(i, j) = \begin{cases} 1, & E(i, j) = 0 \\ 0, & E(i, j) \neq 0 \end{cases} \quad (4)$$

편리상 우리는 흰색배경에 검은색번호글자들을 가진 차번호 즉 부경계2값화상  $B_n(i, j)$ 에 대해서만 처리를 진행하는것으로 가정한다.

#### 1) MDE화상의 고속계산

$7 \times 7$  크기의 마스크로 전체 화상을 주사하는것은 많은 계산시간을 소비한다. 이로부터 우리는 적분화상[1]을 리용한 MDE화상의 고속계산법을 적용한다.

적분화상

$$I(i, j) = \sum_{i' \leq i, j' \leq j} F(i', j') \quad (5)$$

를 리용하면 식 (2)는 다음과 같이 쓸수 있다.

$$D_m(i, j) = \frac{1}{44}[(I_C + I_A - I_B - I_D) - S_C] - \frac{1}{5}S_C \quad (6)$$

여기서

$$S_C = \sum_{(i', j') \in S_2} F(i', j')$$

이며  $A, B, C, D$ 는 화소위치  $(i, j)$ 를 중심으로 하는  $7 \times 7$  크기의 창문  $W_{ij}$ 의 왼쪽 모서리점  $A$ 로부터 시작하여 시계바늘반대방향으로 조사되는 모서리점의 자리표이다.

#### 2) 차번호판후보들의 거친 검출

먼저 부경계2값화상  $B_n(i, j)$ 에 대하여 Run에 기초한 고속연결성분추출법을 리용하여 연결성분을 추출한다. 다음 번호판의 최소, 최대높이, 번호글자의 최대너비, 너비-높이비 등 번호글자의 기하학적특성에 부합되지 않는 비문자연결성분들을 제거한다.

그리고 번호글자들이 수평으로 린접되어있는 특성에 기초하여 고립적으로 떨어져있거나 린접한 글자개수가 작은 연결성분들을 제거한다.

마지막으로 남은 연결성분들에 대하여 수평으로 린접한 연결성분들을 연결하여 번호판후보들을 결정한다.

#### 3) 번호영역의 세밀결정

번호글자분리 및 인식단계에 들어가기 전에 번호판경사보정 및 번호글자영역의 세밀결정이 필요하다. 매 번호판후보에 대하여 선행한 방법[4]과 유사하게 투영법에 기초한 방법으로 번호글자영역을 세밀결정한다.

#### 4) 번호판의 경사각도추출

번호판영역에 테두리가 존재하는 경우 윗테두리선이나 아래테두리선의 경사각도는 번호판의 경사각도와 일치한다. 또한 번호판영역에 테두리가 존재하지 않는 경우 번호글자들의 윗화소점들과 아래화소점들이 번호판의 경사각도방향으로 일직선상에 놓이는 특성이 강하다.

이 방법은 적은 수의 검은색화소를 리용하는것으로 하여 투영법의 속도개선에 기여한다. 이로부터 2값원화상  $b(i, j)$ 가 아니라 다음과 같은 2값수평경계화상  $b_h(i, j)$ 를 리용한다.

$$b_h(i, j) = \begin{cases} 1, & (b(i, j) > b(i-1, j), i < h/2), (b(i, j) < b(i-1, j), i \geq h/2) \\ 0, & \text{기타} \end{cases} \quad (7)$$

여기서  $b(i, j)$ 의 너비, 높이를 각각  $w, h$ 라고 한다.

수자화상의 분해능은 1화소단위이므로 투영각도의 간격은  $\theta_{step} = \arctan(1/w)$ , 투영각도의 범위는  $\theta = \{-\theta_{start}, \theta_{end}\}$ ,  $\theta_{start} = \theta_{end} = \arctan(h/w)$ 이다.

이때 번호판의 경사각도는 다음과 같이 계산된다.

$$\theta_{plate} = \arctan(i_{off}/w)$$

여기서  $i_{off} = \arg \max_{-h < i < h} (Sum(i))$ 이며 이때  $Sum(i)$ 는 각도  $\theta = \arctan(i/w)$ 로 투영한 수직투영히스토그램 빈중에서 값이 큰 순서로 선택한 4개의 빈들의 합이다.

그림 2는 번호판영역의 경사각도를 결정하는 과정을 보여준다.

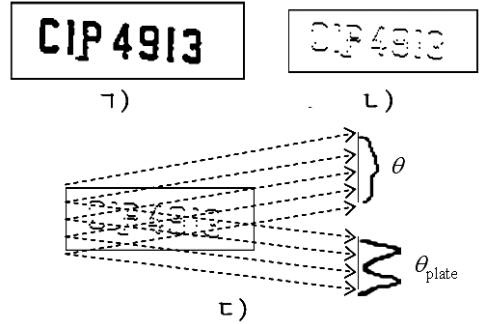


그림 2. 번호판영역의 경사각도결정

ㄱ) 번호판화상, ㄴ) 수평경계화상, ㄷ) 경사투영

#### 5) 번호판의 윗, 아래경계결정

먼저 2값수직경계화상  $b_v(i, j)$ 를 다음과 같이 얻는다.

$$b_v(i, j) = \begin{cases} 1, & b(i, j) \neq b(i, j+1) \\ 0, & \text{기타} \end{cases} \quad (8)$$

다음 화상  $b_v(i, j)$ 를 각도  $\theta_{plate}$ 로 투영하여 얻은 수직히스토그램에서 너비가 가장 큰 봉우리의 윗, 아래점을 번호판의 윗, 아래경계로 결정한다.(그림 3)

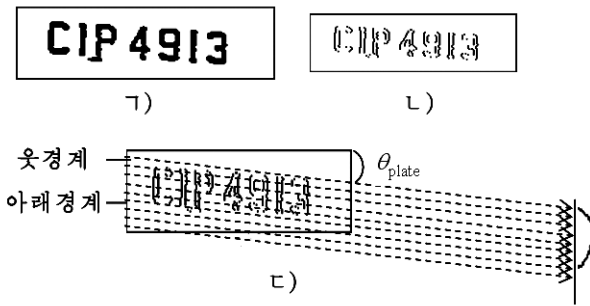


그림 3. 번호판의 윗, 아래경계결정

ㄱ) 번호판화상, ㄴ) 수직경계화상, ㄷ) 각도  $\theta_{plate}$ 로 투영

#### 7) 번호판후보들의 순서화

번호글자의 연결성분들이 끊어지거나 붙어있는 경우가 있기때문에 먼저 연결성분들의 우, 아래통합을 진행하고 다음 너비가 큰 연결성분들에 대하여 분리를 진행한다. 연결성분들의 높이, 윗점과 아래점위치들의 분산합을 리용하여 번호판후보의 점수를 계산하고 점수가 작은 순서로 번호판후보들을 순서화한다.

#### 6) 번호판의 좌, 우경계선결정

농담번호판화상을 앞에서 얻어진 각도로 회전시키고 윗, 아래경계선으로 자른다.

이렇게 얻어진 화상에 대하여 선행한 방법[4]인 적응턱값화법으로 2값화하고 연결성분을 해석하여 번호글자가 아닌 연결성분들을 제거한다.

남은 연결성분들의 통합영역의 좌, 우점을 번호판의 좌, 우경계로 결정한다.

## 2. 실험 및 결과분석

제안한 방법의 정확도와 속도를 검사하기 위하여 크기가 Set1:  $800 \times 480$ , Set2:  $2048 \times 1536$ 인 두가지 차번호화상모임이 실험에 리용되었다. 이 화상들은 여러가지 거리와 각도, 장소에서 입력한것이다. 리용한 컴퓨터는 Pentium 4(3.0GHz, 1GB RAM)이다.

표 1에 제안한 방법과 선행한 방법들인 SCW[3], OCS[2], MMDE+CCA와의 성능비교결과를 보여주었다.

표 1. 번호판검출률과 검출시간의 비교

방법	화상 크기	화상 개수	제1위 후보 검출개수	제4위 후보 검출개수	검출실패 개수	검출시간/ms	검출률/%
SCW[3]	Set1	230	210	17	3	40	98.7
	Set2	182	153	24	5	380	97.2
OCS[2]	Set1	230	210	17	3	30	98.7
	Set2	182	153	24	5	280	97.2
MMDE+CCA	Set1	230	212	16	2	45	99.1
	Set2	182	160	18	4	420	97.8
제안방법 (MDE+CCA)	Set1	230	218	11	1	32	99.5
	Set2	182	165	15	2	220	98.9

한매의 화상에 2개까지의 차번호가 있다고 가정하고 번호판후보를 최대 4개까지 찾으며 4번째 번호판후보에서도 정확한 번호판영역을 찾지 못하면 검출에서 실패한것으로 하였다.

표 1에서 보는바와 같이 제안한 방법이 선행한 방법들에 비하여 검출률과 검출시간에서 우월하다는것을 알수 있다. 대다수의 번호판들이 1위후보에서 검출되며 4위후보까지 조사하면 검출률은 99%에 이른다.

검출오류는 번호판안의 글자들의 대조도가 너무 낮아 2값화때에 번호글자들이 추출되지 않는 경우에 나타난다.

표 2에 MMDE방식과 MDE방식에서의 같은 화소성분개수와 연결성분개수의 비교를 보여주었다. MDE방식은 MMDE방식에 비하여 연결성분개수가 절반이하이며 결국 잡음이 작아져 전체적인 번호판추출시간이 짧아진다.

표 2. MMDE와 MDE에서 Run과 연결성분개수의 비교

	화상모임	Run개수	연결성분개수
MMDE	Set1	37 895	4 679
	Set2	441 251	52 713
MDE	Set1	20 031	1 910
	Set2	223 775	20 846

## 맺 는 말

내측경계추출방법과 연결성분해석에 기초한 번호판의 거친검출과 경사보정, 번호판글자령역의 정확한 결정으로 이루어진 한가지 효율적인 번호판검출방법을 제안하였다.

제안한 방법은 대상검출에서 내측경계를 리용하는것이 효과적이며 크기가 큰 마스크를 리용하는 경우 적분화상을 리용하여 경계추출시간을 단축할수 있다는것을 보여주었다.

또한 1화소단위로 투영각도의 간격을 정함으로써 번호판경사각도를 보다 정확히 계산할수 있으며 번호판화상의 특성에 따라 SCW수법과 MDE+CCA수법을 결합하여 리용함으로써 번호판추출정확도를 더 높일수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] P. Viola et al.; Int. J. Comput. Vis., 57, 2, 137, 2004.
- [2] I. Giannoukos et al.; Pattern Recognition, 43, 3866, 2010.
- [3] C. Anagnostopoulos et al.; IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 7, 377, 2006.
- [4] J. Sauvola et al.; Pattern Recognition, 33, 225, 2000.

주체105(2016)년 2월 5일 원고접수

## **A Method for Extraction of Car License Plate using the Mean Difference Edge Extraction**

*Sung Chan Gil, Choe Chol*

We propose a method for extracting car license plate(LP) using the mean difference edge extraction.

Using the integrated images we can extract the car license plate rapidly.

And our method can further improve the accuracy of LP location extraction in combination with SWA and MDE+CCA methods according to quality of LP images.

Key words: license plate, recognition, edge extraction