

동적계획법을 리용한 차번호인식의 성능개선에 대한 연구

최철훈, 김순돌

련결성분에 기초한 차번호령역의 문자분리는 2값화 또는 경계2값화, 련결성분추출, 과 분리성분의 통합, 과통합성분의 분리 등을 통하여 진행된다.[1] 이 방법은 번호판령역의 밝기분포가 불균형적이거나 차량의 움직임에 의한 운동흐림현상이 있는 경우 2값화가 정확치 않은것으로 하여 문자분리정확도가 낮아지는 결함이 있다.

한편 지금까지 동적계획법을 리용한 문자분리는 주로 필기단어나 필기수자렬인식에 적용되었다.[2, 3] 이 방법의 특징은 분리경로의 시작과 끝이 고정적이라는것이다. 그런데 차번호령역에서는 테두리나 잡음으로 인하여 번호글자의 시작과 끝이 명백치 않기때문에 이 방법을 그대로 적용하기 어렵다. 또한 최량분리경로를 얻기 위한 비용계산에 식별기를 리용하는것으로 하여 분리시간이 커지는 결함이 있다.

론문에서는 테두리잡음이나 밝기분포가 불균형적인 차번호판령역에서도 안정하게 번호글자들을 분리하고 인식할수 있도록 동적계획법을 적용하여 번호글자분리 및 인식의 성능을 개선하기 위한 한가지 방법을 제안한다.

1. 최량분리경로를 얻기 위한 동적계획법

M 개의 분리점들의 모임 $P = \{P_i\}$, $i = \overline{1, M}$ 이 주어지고 이 분리점들로부터 N 개의 분리점들로 형성되는 최량인 분리경로를 얻는 동적계획법문제는 P 의 순서화된 $N+1$ 개의 부분모임 $S_i \subset P$, $i = \overline{0, N}$ 이 있다고 하고 $\exists P_0 \in S_0$ 으로부터 N 개의 분리점들을 거쳐 $\exists P_N \in S_N$ 까지 도달하는 최량경로는 이 N 개의 단계를 거치는데 루적된 비용

$$W = \sum_{n=1}^N R_n(u_n) \quad (1)$$

을 최소(또는 최대)로 하는 순서화된 경로들의 모임

$$U = \{u_n | u_n = (P_{n-1}, P_n)\}, n = \overline{1, N}$$

을 얻는 문제이다. 여기서 $u_n = (P_{n-1}, P_n)$ 은 분리점 P_{n-1} 로부터 분리점 P_n 에로의 경로이고 $R_n(u_n)$ 은 경로 u_n 을 지나는데 드는 비용이며 P_{n-1} 과 P_n 은 $\exists P_{n-1} \in S_{n-1}$, $\exists P_n \in S_n$ 을 의미한다.

우의 동적계획법문제는 차번호령역에서 번호글자의 시작과 끝이 정해지지 않은 문제를 다루기 위하여 다중시작점 및 다중끝점을 가지도록 한것이다. 또한 분리점모임 P 의 매 분리점 P_m 은 차번호판화상의 m 번째 수직주사선으로 보며 따라서 M 은 화상의 너비와 같다.

2. 차번호글자의 배치특성을 반영한 비용함수의 설계

차번호판에는 여러가지 차번호판규격이 존재하지만 논문에서는 대다수의 비중을 차지하는 일반차번호판의 규격과 특징에 대하여 보기로 한다.(그림 1)

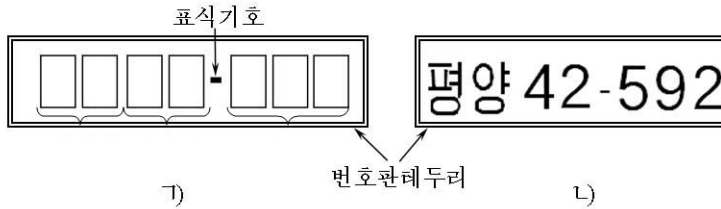


그림 1. 번호판의 규격과 실례

7) 번호판규격 1) 번호판실례

그림 1의 번호판은 다음과 같은 배치특성을 가진다.

- ① 글자사이에 흰 수직분리선이 존재한다.
- ② 글자내부에 흑점이 많이 존재한다.
- ③ 글자들의 너비가 일정하다.

이러한 배치특성으로부터 경로 $u_n = (P_{n-1}, P_n)$ 에서의 비용함수를 다음과 같이 결정할 수 있다.

$$R_n(u_n) = \alpha \cdot A_n + \beta \cdot B_n + \gamma \cdot C_n \quad (2)$$

여기서 α, β, γ 는 각각 A_n, B_n, C_n 의 질량계수이며 A_n 은 분리점 P_n 에 해당하는 수직주사선의 정규화된 농담값합, B_n 은 분리점 P_{n-1} 과 P_n 사이에 놓이는 구역의 정규화된 농담값합, C_n 은 지금까지 거쳐온 분리경로에 의해 결정된 문자들의 너비분산으로서 각각 다음과 같이 계산된다.

$$A_n = (\text{Hist}(i) - \text{AveHist}) / \text{AveHist} \quad (3)$$

$$B_n = (\text{AveHist} - \text{AveHist}(j, i)) / \text{AveHist} \quad (4)$$

$$C_n = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2} \quad (5)$$

여기서 AveHist 는 농담값히스토그램의 평균값, $\text{Hist}(i)$ 는 P_n 에 해당하는 i 번째 수직주사선의 농담값합, $\text{AveHist}(j, i)$ 는 P_{n-1} 에 해당하는 j 번째 수직주사선과 i 번째 수직주사선 사이에 놓이는 구역의 농담값히스토그램의 평균값, \bar{L} 는 n 단계까지의 평균문자너비, L_i 는 i 번째 단계의 문자너비이다.

한편 그림 1의 7)에서 5번째 요소는 표식기호이며 이 기호구역에는 흰 화소가 더 많기때문에 5번째 분리경로에서의 비용은 다음과 같이 계산된다.

$$R_n(u_n) = \alpha \cdot A_n - \beta \cdot B_n + \gamma \cdot C_n \quad (6)$$

3. 번호글자분리 및 인식

동적계획법을 리용한 번호글자분리는 다음과 같이 진행한다.

① 초기화단계

번호판화상의 너비를 w 라고 할 때 시작분리점모임 S_0 을 $S_0 = \{0, 1, \dots, w/2\}$ 로, 최종분리점모임 S_N 을 $S_N = \{w/2, w/2+1, \dots, w-1\}$ 로, 중간부분분리점모임 S_i ($1 < i < N-1$)의 최대원소개수를 $w/6$ 으로 설정한다.

② 앞방향전파(비용계산단계)

for $i = w/6$ to w

for $j = i - w/6$ to i

식 (2)의 비용 $R_i(u_j)$ 를 계산한다.

$k = \arg \min_j R_i(u_j)$ 인 번호 k 를 최소비용경로표 $T(i, j)$ 에 보관한다.

③ 뒤방향전파(최량비용을 주는 경로선택단계)

최종분리점모임 S_N 에 속한 분리점들에서 지금까지 도달하는데 최소비용을 가지는 분리점을 탐색한 다음 이 분리점을 T_{\min} 으로 하고 T_{\min} 으로부터 시작마디들까지 거꾸추적하여 최소비용을 가지는 경로를 선택한다.

여기로부터 분리된 글자의 인식은 다음과 같이 한다.

우선 얻어진 경로로부터 분리경계를 결정하고 문자구역들을 확정한다.

다음 분리된 개별문자들에 대한 인식을 진행한다. 인식문자클래스로는 14개의 지역명 글자와 0~9까지의 수자이다.

번호판규격에 따라 6~8글자의 세가지 종류가 있으므로 $N=6, 7, 8$ 의 매 종류를 가상하여 분리경로를 얻고 평균인식민음도가 가장 높은 경우를 인식결과로 출력한다.

4. 실험결과 및 성능평가

실험은 주차장출입구에 설치된 촬영기로 입력한 차번호화상들에 대하여 진행하였으며 리용한 컴퓨터는 P4(CPU 3GHz)이며 입력화상의 크기는 384pixel×288pixel이다.

번호판영역에 대한 전처리결과와 번호판분리결과는 그림 2와 같다.

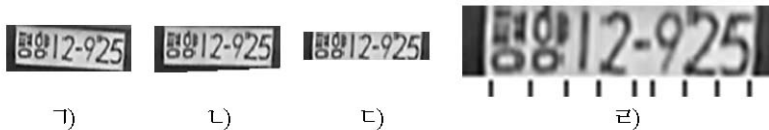


그림 2. 번호판영역의 전처리결과와 최량분리경로

㉠) 번호판영역 ㉡) 경사보정결과 ㉢) 자르기한 영역 ㉣) 최량분리경로

이때 비용함수의 질량계수는 $\alpha=3.5$, $\beta=1$, $\gamma=1.3$ 으로 설정하였다.

제안한 방법과 선행한 방법[1, 2]과의 성능비교결과는 표와 같다.

표. 성능평가

방법	화상개수	인식정확도		평균분리 시간/ms	평균인식 시간/ms
		인식개수	인식률/%		
선행한 방법[1]	747	698	93.4	50	150
선행한 방법[2]	747	715	95.7	305	410
제안한 방법	747	730	97.7	80	200

표로부터 제안한 방법이 선행한 방법[1]에 비하여 인식시간에서는 일정한 손실을 보지만 인식률에 있어서는 상당한 효과를 준다는것을 보여주고있다. 또한 선행한 방법[2]에 비해서는 인식시간, 인식률 두 측면에서 다같이 개선효과가 있음을 보여주고있다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 49, 8, 36, 주체92(2003).
- [2] L. Y. Tseng; Pattern Recognition Letters, 19, 963, 1998.
- [3] Y. H. Tseng; Pattern Recognition Letters, 20, 791, 1999.

주체103(2014)년 7월 5일 원고접수

On the Improvement of License Plate Recognition by Dynamic Programming

Choe Chol Hun, Kim Sun Dol

We propose an effect method of license plate character segmentation and recognition by dynamic programming.

By experiments we confirmed that the application of the cost function based on the arrangement of license plate characters is significantly effect in determination of segmentation path.

Key words: license plate recognition, dynamic programming, optimal segmentation path