

불변 모멘트를 이용한 휴대용 차량 번호판 인식 시스템의 설계 및 구현

이진혁^{0*}, 최창규^{*}, 김승호^{*}

경북대학교 컴퓨터공학과^{*}

{jhlee, ckchoi}@borami.knu.ac.kr, shkim@knu.ac.kr

Design and Realization of Portable Vehicle License Plate Recognition System Using Invariant Moment

Jin-Hyook Lee^{0*}, Chang-Gyu Choi^{*}, Sung-Ho Kim^{*}

Department of Computer Engineering, Kyungpook National University^{*}

요 약

차량 번호판 인식 시스템은 차량 보급의 대중화와 그에 따라 발생하는 여러문제의 해결차원에서 활발하게 연구 개발되고 있는 분야이다. 본 논문에서는 휴대용 입력 장치로부터 획득한 차량 번호판 영상에서 차량 번호판이 가지는 특성을 이용하여 번호판을 추출한 후, 차량 번호판의 특성을 이용하여 개별 문자 영역들의 MBR(Minimum Boundary Rectangle)을 추출한다. 그리고, 불변 모멘트의 특성을 이용하여 기존의 템플릿 매칭 방식 보다 연산시간이 매우 빠르고 입력 영상내의 번호판 크기에 제약이 적은 장점을 가진 보다 향상된 차량 번호판 인식 시스템을 제안한다.

1. 서론

오늘날 차량 보급의 대중화에 따라 차량과 관련된 사건, 사고가 급격히 증가되고 있다. 도난 차량의 경우만 하더라도 하루 평균 200여대씩의 사건이 발생하고 있고, 도난 차량에 의한 이차적인 강력 범죄와 교통사고 등은 심각한 사회 문제로 제기되고 있다. 따라서, 차량 번호판 인식 시스템에 관한 연구는 필수적인 연구대상이 되고 있다.

기존의 차량 번호판 인식 시스템은 고정된 입력장치로부터 일정센서에 의해 영상을 획득하여 분석하는 시스템들이다. 고속도로 상의 파속 측정을 위한 입력장치, 아파트 내의 주차장 등에서 사용하고 있는 입력장치들은 고정된 상황에서 출입하는 차량들을 분석하는 것으로 수동적인 형태를 취하고 있다[1-4]. 이러한 경우에는 입력영상내의 번호판의 크기가 거의 일정하다.

그러나, 상황에 따라서 길거리에 주차되어 있는 차량이나 간이검문소 등에서도 차량 번호판 인식이 필요한 경우가 있다. 이러한 경우에는 입력영상 내의 번호판의 크기가 어느 정도 상이한 경우가 생긴다. 그러므로 고정된 입력 장치가 아닌 휴대용 입력 장치로부터 입력받은 크기에 차이가 있는 번호판 영상을 인식할 수 있는 새로운 시스템이 필요하다. 이를 위하여, 본 논문에서는 기존의 시스템들이 사용한 템플릿 매칭(Template matching)을 통하여 인식하는 방법을 사용하지 않고 불변 모멘트(Invariant Moment)의 특징 정보를 이용하여 번호판 내의 문자/숫자를 인식을 하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 전체 시스템의 구성과 주요 단계들을 살펴보고, 3장에서는 유사도 측정 및 실험결과를 기술한다. 마지막으로, 4장에서는 결론 및 향후 연구과제를 제시한다.

2. 전체 시스템의 구성

본 논문에서 제안한 차량 번호판 인식 시스템은 그림 1과 같은 순서도로 나타낼 수 있다. 휴대용 입력장치로부터 입력된 영상내에서 불필요한 영역을 제거한 직사각형 형태의 차량 번호판만을 추출한다. 번호판 주위의 정보를 제거해야만 정확한 문자/숫자를 인식할 수 있기 때문에 입력장치로부터 입력된 영상에서 번호판을 분리해 낸다.

추출된 번호판의 문자/숫자의 특징 벡터를 추출하기 위하여 각 문자/숫자의 MBR을 추출하게 된다. 이렇게 추출된 특징 벡터는 기존의 템플릿 매칭방식을 통하여 구하는 것보다 빠른 연산 시간을 가지는 특징이 있다. 또한, 번호판 크기에 영향을 적게 받는 불변 모멘트의 특성을 이용하여 기존의 템플릿 매칭방식에서 가지는 크기의 제약을 해결할 수 있는 장점을 가진다. 추출된 영역의 특징 벡터를 계산하여 그 결과 값을 미리 정의된 템플릿 영상의 특징 벡터와 비교하게 된다.

마지막으로 인식된 번호판의 인식결과를 미리 저장된 데이터베이스의 데이터와 비교하여 그 결과를 사용자에게 보여주게 된다.

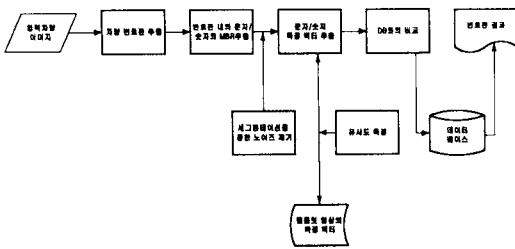


그림 1. 차량 번호판 인식 시스템 구성도

2.1 차량 번호판 추출

입력장치로부터 입력된 영상은 번호판을 포함한 차량의 다른 영역까지도 함께 입력으로 들어오기 때문에, 순수한 번호판만을 추출해야만 정확한 문자/숫자를 인식할 수 있다.

차량의 특징 중의 하나는 번호판을 둘러싸고 있는 테두리의 성분이 차량의 외곽 부분과 비교하여 에지(edge)의 성질이 높다는 것이다. 따라서, 입력된 영상의 에지를 추출하고 에지의 X, Y 축상의 히스토그램(histogram)을 분석하게 되면 번호판 상위 좌측의 꼭지점과 상위 우측의 꼭지점을 찾을 수 있다. 번호판 하단의 경우는 번호판의 특징이 가로, 세로 비율이 약 2:1 인점을 이용하여 구할 수 있다.

본 논문에서는 번호판의 외곽선 추출을 위하여 Sobel operator를 이용하여, 추출된 외곽선 에지의 히스토그램 크기가 입력영상의 일정 크기 이상이 되는 부분을 번호판의 외곽선으로 판단하게 된다. 입력 영상은 R, G, B의 컬러 영상이기 때문에 에지 추출을 위하여 그레이 레벨(Gray level)의 흑백 영상으로 변환 후 수행하게 된다. 그림 2의 (가)는 입력장치로부터 입력된 실제 입력영상이고, (나)는 Sobel operator를 이용한 에지 추출 결과를 보여주며, (다)는 입력 영상으로부터 실제 추출된 번호판을 나타낸다.

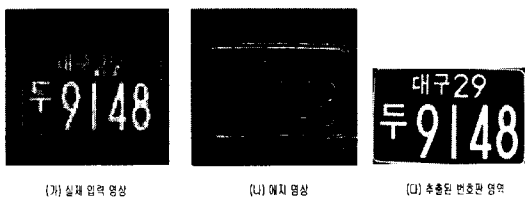


그림 2. 차량 번호판 추출

2.2 문자/숫자의 MBR 추출

자동차 번호판은 크게 관할 관청기호, 차종별 번호, 용도별 기호, 그리고 등록번호의 4개 영역으로 나누어져 있다. 관할 관청기호는 2개의 문자를 가지는 지역명(서울/인천/부산/대전/대구/광주/울산/경기/강원/경북/경남/충북/충남/전북/전남/제주)이고, 차종별 번호는 차량의 연도에 따라 1개 또는 2개의 영역으로 나뉜다. 용도별 기호는 1개의 문자(가/나/다/라/마/거/너/더/러/머/고/노/도/로/모/구/누/두/무/바/사/아/차/허)를 가지고 있으며 등록번호는 4개의 숫자로 이루어져 있다.

각 영역의 문자/숫자 인식을 위하여 영역을 둘러싸는 최소의 MBR을 구하여 문자/숫자들의 특징 벡터를 추출할 수 있다. 추출된 번호판을 이진 영상으로 변환한 후, X, Y 축상의 히스토그램을 분석하여 문자/숫자의 최소 영역을 구한다. 번호판은 상단부분과 하단 부분을 나눌 수 있고 이 사이에 일

정 크기의 공백이 존재한다. 이 특징을 이용하여 상단과 하단을 분리(Y 축상의 히스토그램 이용)하게 된다. 문자/숫자 간에는 일정한 거리가 존재하므로 X 축상의 히스토그램을 분석하여 각 문자/숫자의 영역을 구분할 수 있다. 특히, 상위의 관할 관청기호의 경우 문자의 시작이 일정 부분부터 나타나기 때문에 전체 번호판 크기에서 그 부분을 미리 정의하면 앞의 테두리와 다른 영역의 검출을 막을 수 있다.

그러나, 추출된 번호판은 가장 자리의 테두리 부분과 문자/숫자사이에도 크고 작은 잡음(noise)이 존재한다. 이럴 경우, MBR에서도 문자/숫자를 잘못 검출할 수 있는 문제를 발생한다. 이 문제를 해결하기 위하여 세그멘테이션(segmentation)을 수행하면서 MBR내의 잡음영역에 존재하는 픽셀의 값을 0으로 세팅함으로써 잡음 제거가 가능하다. 그림 3의 (가)는 전 단계에서 추출된 번호판을 이진 영상으로 변환한 영상을 보여주고, (나)는 이 영상으로부터 문자/숫자의 MBR을 구한 결과 영상을 나타낸다.



그림 3. 이진 영상과 추출된 MBR 영상

2.3 문자/숫자 특징 벡터 추출

본 논문에서는 템플릿 매칭보다 빠르고, 크기변화에 큰 영향 없이 일정한 값을 나타내며, 다른 형태의 영상에 대해서는 상이한 값을 나타내는 모멘트의 성질을 이용한다. 다양한 형태의 모멘트가 제공되지만 본 논문에서는 이 중 처리 속도가 빠른 불변 모멘트(Invariant Moment)를 사용한다.

불변 모멘트는 입력 영상으로부터 7차까지의 특징 벡터값을 추출할 수 있다. 1차에서 4차까지의 계산은 쉽고 빠른 장점을 가지나 5차, 6차, 7차의 계수를 구하기 위해서는 많은 연산이 필요하다. 또한, 일반적으로 4차까지만의 계수를 가지고도 영상의 특징을 구분하는데 충분하기 때문에 4차까지만의 계수를 이용한다[5].

또한, 같은 문자/숫자라 해도 입력받는 영상의 크기에 따라 그 굵기차가 발생하는 데, 이러한 굵기차에 의한 약간의 모멘트 오차값은 모멘트의 특징 벡터와 함께 문자/숫자의 X 축상의 히스토그램의 표준 편차(Standard Deviation)를 구하여 유사도 측정시 이 값을 이용해서 해결하게 된다.

3. 유사도 측정 및 실험결과

문자/숫자의 특징 벡터 - 불변 모멘트, 표준편차 - 를 이용하여 실제 인식하고자 하는 문자/숫자는 미리 저장되어 있는 템플릿 영상(Template Image)들의 특징 벡터와 유사도를 계산하고 그 값이 가장 작은 것을 구하게 된다.

먼저, 불변 모멘트의 값을 계산하기 위해서 2차원 연속함수 $f(x, y)$ 에 대한 $(p+q)$ 차 모멘트 식 (1)에서, 이산함수 식 (2)를 얻을 수 있다[5,6].

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy \quad (1)$$

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \quad (2)$$

식(2)를 바탕으로 3차까지의 중앙모멘트(central moment)를 구할 수 있고, 번호판의 크기 변화에 무관하게 정규화된 중앙모멘트를 식 (3)과 같이 정의할 수 있다.

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^r}, \quad r = \frac{p+q}{2} + 1 \quad (3)$$

3차까지의 정규화된 중앙모멘트로 유도되는 7개의 불변 모멘트 값들 중 본 논문에서는 식 (4)를 통해 1차~4차까지의 계수만 사용한다

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ \phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \\ \phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 \\ \phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \end{aligned} \quad (4)$$

템플릿 영상들은 문자와 숫자에 따라 표 1과 같이 상이한 크기를 가지고 있으며 각각의 문자/숫자에 대하여 특징 벡터를 추출하고 평균값을 파일(file)에 저장한다.

또한, 불변 모멘트와 표준편차는 식(5)의 S 값이 가장 작게 나타내게 하는 번호판 영상의 문자/숫자를 최종적으로 검출하는데 이용된다.

표 1. 템플릿 영상의 크기와 개수

템플릿 영역	개수	크기(픽셀x픽셀)	총이미지 개수
관할판청 /용도별 기호	19/25	70x70, 80x80, 90x90, 100x100, 110x110, 120x120, 130x130, 140x140, 150x150	171/225
차종별 번호	11	40x56, 45x63, 50x70, 55x77	44
등록번호	12	70x140, 75x150, 80x160, 85x170	48

불변 모멘트의 계수들 μ 로 하고, 인식하고자 하는 번호판의 각 계수는 Q_m , 템플릿 영상의 계수들 DB_m , 그리고 인식하고자 하는 번호판과 템플릿 영상의 표준편차를 각각 Q_s , DB_s 라고 했을 때, 유사도(Similarity)는 다음과 같다.

$$S = W_s \times \sum_{i=1}^4 \sqrt{W_i \times (Q_m - DB_m)^2} \quad (5)$$

$$W_s = \begin{cases} |Q_s - DB_s| & \text{if } W_s \geq 1 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

식 (5)에서 W_s 는 표준편차의 차의 가중치 값을 나타내고, W_i 는 모멘트 벡터간의 유클리디안 거리(Euclidean Distance)의 가중치 값이다. 이는 정규화(normalization)된 값의 차가 소수 값을 나타내고, 1차 이외에 나머지 계수의 특징을 반영하기 위하여 가중치 값을 주게 된다. 식 (5)를 통하여 인식하고자 하는 문자/숫자를 구할 수 있게 된다.

실험에 사용한 영상은 720x480크기의 칼라 이미지영상 200장이다. 표2는 인식된 번호판 내의 문자/숫자, 각각에 대해 단계별로 모멘트의 평균값과 표준편차를 구한 결과이다. 실험한 영상내 번호판의 크기가 비교적 비슷한 관계로 템플릿 매칭방식과 제안한 시스템 모두 90% 이상의 높은 인식율을 보였다. 그러나, 검출시간 면에서는 평균 5~6초 대 6~7분 정도로 큰 차이를 보였다. 이러한 차이는 입력된 영상내의 번호판 크기가 영상의 1/2이상을 차지하여

픽셀단위로 검색하는 템플릿 매칭방식의 경우에는 특히, 많은 검출시간이 소요 되었다.

표 2. 주요 문자/숫자 영상의 모멘트와 표준편차

	1차계수	2차계수	3차계수	4차계수	표준편차
강	0.290609	0.001450	0.000254	0.000023	0.224904
구	0.304444	0.001012	0.004432	0.000303	0.174227
대	0.280852	0.002565	0.001510	0.000076	0.353735
...
0	0.407971	0.011657	0.000013	0.000210	0.180384
2	0.450961	0.055886	0.001457	0.000318	0.131282
4	0.269487	0.012465	0.009486	0.000167	0.221223
...
가	0.348710	0.001567	0.001081	0.000870	0.247057
나	0.400747	0.014539	0.007609	0.000833	0.316701
다	0.349558	0.004794	0.001141	0.000029	0.287950
...
5	0.538021	0.148120	0.002981	0.000141	0.129131
7	0.673391	0.297338	0.133088	0.052111	0.162709
9	0.385017	0.053351	0.009840	0.002264	0.069136
...

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 불변 모멘트의 특징과 히스토그램의 표준편차를 이용하여 기존의 템플릿 매칭방식보다 연산시간이 빠르고 입력 영상내의 번호판 크기에 영향이 적은 새로운 차량 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 이를 기반으로 저가의 휴대가능한 차량 번호판 인식장비를 개발함으로써 기존의 고정된 차량 번호판 인식장치보다 좀더 손쉽고 폭넓은 곳에서 본 시스템의 활용이 기대된다.

향후 연구과제는 야간이나 기상변화 등에 의한 영상내 잡음, 번호판의 손상, 뒤돌림 등에 대한 영상과 실험에서 보다 먼거리에서 촬영한 영상 등에 대해서도 지속적인 연구가 요구된다.

참고 문헌

[1]M. Yu, Y. D. Kim, "An approach to Korean license plate recognition based on vertical edge matching," *IEEE Systems, Man, and Cybernetics, International Conference on*, Vol. 4, pp.2975-2980, 2000.

[2]S. K. Kim, D. W. Kim, and H. J. Kim, "A recognition of vehicle license plate using a genetic algorithm based segmentation," *IEEE Image Processing, International Conference on*, Vol. 1, pp.661-664, 1996.

[3]K. K. Kim, K.I. Kim, J. B. Kim, and H. J. Kim, "Learning-based approach for license plate recognition," *IEEE Signal Processing Society Workshop*, Vol. 2, pp.614-623, 2000.

[4]Y. S. Soh, B. T. Chun, and H. S. Yoon, "Design of real time vehicle identification system," *IEEE Systems, Man, and Cybernetics, International Conference on*, Vol. 3, pp.2147-2152, 1994.

[5]장용석, 김성재, 최병길, 안철웅, 김승호, "모양 영상 검색을 위한 효율적인 색인구조와 검색방법," *정보과학회 학술발표지(II)*, 제 26권, 2호, pp.347-349, 1999.

[6] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital image Processing*, 2n Ed., pp.483-569, Addison-Wesley Publishing Co, 1992.