

훈련예제 병합을 이용한 자동차 차량번호판 문자인식 성능 향상 방안

Vehicle License Plate Recognition Using the Training Data's Annexation

백남철* · 이상협** · 류광렬***

Baik, Nam Cheol · Lee, Sang Hyup · Ryu, Kwang Ryul

Abstract

To cope with traffic congestion, traffic accidents and lack of parking facilities, caused by dramatic increase in total vehicle number, vigorous researches on managing vehicles efficiently are done, both domestically and internationally. The vehicle license plate recognition makes effective management of traffic possible, with its wide application in many fields, covering from speed enforcement, collecting toll, stolen vehicle detection to parking management. The vehicle license plate recognition system causes high cost for collecting training data. Many researches are done by using the virtual sample method, which can be effective for utilizing limited number of training data by generating virtual sample. This paper investigates techniques to improve the performance of vehicle license plate recognition by using the training data's annexation. Also, popular methods for virtual sample creation used for text recognition algorithm are analyzed and their effectiveness is verified.

Keywords : vehicle license plate recognition, training data, annexation, virtual sample

요 지

자동차 수의 급증으로 야기되는 교통혼잡, 교통사고, 주차난 등의 많은 문제에 효율적으로 대응하기 위해서는 제한된 인력과 비용을 사용하는 자동차 관리가 필수적인데 이를 위한 많은 연구들이 국내외적으로 현재 진행되고 있다. 현재 진행되고 있는 여러 연구 분야 중에서 특히 자동차의 차량번호판인식 기술은 범규위반 차량 식별, 통행료 징수, 자동차세 징수, 도난·도주 차량 확인 및 주차 관리 등의 많은 분야에 응용되고 있다. 자동차의 차량번호판 문자 인식 문제와 같이 훈련예제 수집 비용이 많이 드는 경우에 제한된 수의 훈련예제를 최대한 활용하여 분류성능을 향상시키기 위한 방안의 하나로, 수집된 훈련예제들로부터 가상의 예제를 생성하고, 생성된 가상예제를 훈련예제로 추가하여 학습하는 여러 연구가 수행된 바 있다. 본 논문에서는 차량번호판 문자 인식의 성능 향상을 위해 수집된 예제들을 적절히 병합하여 가상의 예제를 생성하는 방안에 대해 기술하고, 문자인식 분야에서 일반적으로 많이 사용되는 여러 알고리즘에 대하여 다양한 가상예제 생성방안 및 다양한 생성비율에 따른 실험을 통해 그 효용성을 확인한다.

핵심용어 : 차량번호판인식, 분류성능, 훈련예제, 병합, 가상예제

1. 서 론

자동차 수의 급증으로 야기되는 교통혼잡, 교통사고, 주차난 등의 많은 문제에 효율적으로 대응하기 위해서는 제한된 인력과 비용을 사용하는 자동차 관리가 필수적인데 이를 위한 많은 연구들이 국내외적으로 현재 진행되고 있다. 현재 진행되고 있는 여러 연구 분야 중에서 특히 자동차의 차량번호판인식(Vehicle License Plate Recognition) 기술은 범규위반 차량 식별, 통행료 징수, 자동차세 징수, 도난·도주 차량 확인 및 주차 관리 등의 많은 분야에 응용되고 있다 (Draghici, 1997; Kim, et al., 1997).

자동차의 차량번호판인식시스템은 저렴한 장비를 이용하여 다양한 환경에서 안정적이고 정확하게 번호판 영역을 추출

하고 인식해야 한다. 우리나라 자동차의 차량번호판의 경우 현재 3가지 다른 형태의 차량번호판이 사용되고 있는데, 2004년 1월에 도입된 전국 번호판의 경우 도입 초기에 번호판 인식에 있어서 문제점을 드러낸 바가 있다. 또한 최근에는 번호판의 가독성을 높이기 위해 글자를 1열로 배열하고 위·변조가 어렵도록 서체가 변경된 새로운 번호판을 도입할 예정이다. 이러한 다른 형태의 번호판을 안정적이고 정확하게 인식하기에는 많은 어려움이 있고, 따라서 새 번호판이 도입될 경우 인식과 예제 수집에 있어서 많은 어려움이 있을 것으로 예상된다.

차량번호판 문자 인식 문제와 같이 훈련예제 수집 비용이 많이 드는 경우에 제한된 수의 훈련예제를 최대한 활용하여 분류성능을 향상시키기 위한 방안의 하나로, 수집된 훈련예

*한국건설기술연구원 도로연구부 선임연구원 (E-mail : nc100@kict.re.kr)

**정회원 · 교신저자 · 감사원 평가연구원 (E-mail : infohi2@hanmail.net)

***부산대학교 컴퓨터공학과 (E-mail : krryu@pusan.ac.kr)

제들로부터 가상의 예제를 생성하고, 생성된 가상예제를 훈련예제에 추가하여 학습하는 여러 연구가 기존에 진행되어 왔다.

가상의 병합된 예제 생성과 관련된 기존 연구로는 학습 시 훈련예제에 잡음을 주어서 신경망의 과도학습(overfitting)을 방지하면서 일반화를 향상시키는 방법이 제안된 바 있다 (An, 1996; Bishop, 1995; Holmstorm and Koistinen, 1992; Sietsma and Dow, 1991). 그리고 Cho 등(Cho, Jang and Chang, 1997; 권유화·조성준, 1998)이 제안한 가상예제를 생성하는 방안은 주어진 실제예제 근처에 새로운 가상예제의 입력을 생성하고, 주어진 예제로 학습된 복수개의 신경망들을 이용해서 가상예제의 출력을 추정한다. 이렇게 생성된 가상예제들을 기존 훈련예제에 추가하여 신경망을 학습하는 과정을 반복하는 방안이다. 또 다른 연구로는 얼굴 인식 성능 향상을 위해 간단한 하이브리드 분류기를 가상의 훈련예제와 함께 사용하는 방안(Ryu and Oh, 2002)으로 동일한 클래스 내의 실제 훈련예제로부터 무작위로 2개의 예제를 선택한 후 예제벡터 공간상의 유사성 정도를 고려하여, 선택된 예제벡터들의 평균을 구함으로써 가상예제를 생성하는 방안이다. 이러한 기존 연구들에서 제안된 가상예제 생성을 통한 학습방안들은 실험을 통해 그 성능이 입증된 바 있다.

본 논문에서는 자동차의 차량번호판 문자 인식의 성능 향상을 위해 수집된 예제들을 적절히 병합하여 가상의 예제를 생성하는 방안에 대해 기술하고, 문자인식 분야에서 일반적으로 많이 사용되는 알고리즘과 다양한 가상예제 생성방안 및 다양한 생성비율에 따른 실험으로 그 효용성을 확인하고자 한다.

본 논문은 5장으로 구성되는데 먼저 2장에서 자동차의 차량번호판인식시스템에 관한 전반적인 내용에 대해 기술하고, 3장에서 번호판인식 성능 향상을 위한 방안으로 병합된 가상예제 생성방안에 대해 기술한다. 4장에서 3가지 분류 알고리즘들에 대해 병합된 가상예제 생성방안 및 생성비율에 따른 실험 결과를 기술하고, 5장에서 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

2. 차량번호판 인식 과정

본 논문에서 사용된 차량번호판 인식 과정은 차량 검출, 번호판 영역 추출, 문자 영역 추출 단계를 거쳐 최종적으로 문자 인식 단계의 4단계로 이루어진다.

먼저 차량 검출 단계는 입력된 영상 내에 차량 존재 여부를 판별하며, 번호판 영역 추출 단계는 차량이 포함된 영상 내에서 번호판 영역을 추출한다. 문자 영역 추출 단계는 추출된 번호판 내에서 인식 대상이 되는 문자를 분리하는 과정이며, 문자 인식 단계에서는 추출된 문자를 분류학습 알고리즘을 통해 인식을 한다.

본 논문에서 대상이 되는 문제는 문자 인식 단계로 숫자 인식, 지역명 인식, 한글 인식의 3가지 종류가 있다. 숫자 인식과 지역명 인식은 비교적 모양의 차이가 크고, 종류가 적어서 - 숫자 인식은 10가지 종류, 지역명 인식은 15가지 종류가 있다. - 비교적 인식하기 쉬운데 비해, 한글 인식의

경우 모양의 차이가 적고, 종류가 다양하므로 - 한글 인식은 모음(‘ㅏ’, ‘ㅑ’, ‘ㅓ’, ‘ㅕ’, ‘ㅗ’) 5가지, 자음 14가지를 조합하여 총 70가지 종류가 있다. 그림 1과 같이 모음 인식 과정과 자음 인식의 2단계의 인식 과정을 거친다. 자음과 모음의 분리가 쉬운 모음의 경우(ㅏ, ㅓ, ㅗ)는 모음 인식 후에 모음과 자음을 분리 후에 자음 인식 단계로 진행된다.

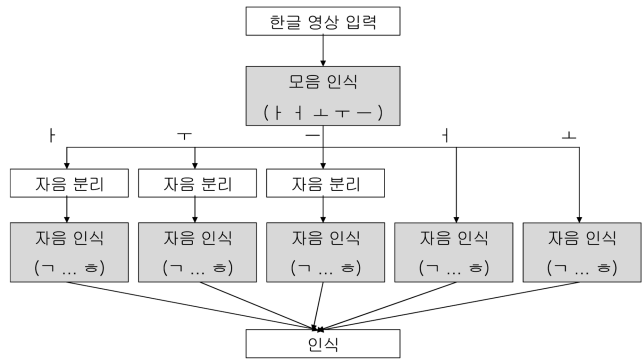


그림 1. 한글 인식 과정

번호판 영상에서 분리되어진 문자 영역의 영상은 히스토그램 평활화를 거친 후, 10×10 픽셀 크기로 정규화 된다. 가공된 영상 데이터의 속성들은 각 픽셀의 밝기 값으로 구성되어 분류기를 통해 문자를 인식한다.

3. 병합예제 생성방안

병합예제란 실제 수집된 번호판 문자 예제로부터 병합되어 생성되는 가상의 예제이다. 표 1의 알고리즘은 병합예제 생성방안을 나타낸 것으로, 예제의 병합은 동일한 클래스 내의 예제들 사이에서 동일한 속성들 간에 병합이 이루어진다.

표 1. 병합예제 생성 알고리즘

- 1) 같은 클래스 내에서 s 개의 예제를 선택
- 2) s 개의 예제를 병합
- 3) 병합된 예제에 선택된 예제와 같은 클래스 부여
- 4) 생성하고자 하는 가상의 병합된 예제 개수만큼 1) ~ 3)을 반복

병합된 예제의 생성은 병합 대상이 되는 예제 선택 방안, 선택된 예제를 병합하는 방안, 그리고 병합된 예제 생성 개수에 따른 생성 방안이 있을 수 있다.

병합 대상이 되는 예제 선택 방안은 간단하게 무작위로 s 개의 예제를 선택하며, 선택된 s 개의 예제를 병합하여 새로운 가상의 병합된 예제를 생성하는 방안으로 같은 속성 위치의 속성 값의 평균을 취하는 방안(Ryu and Oh, 2002), 생성하고자 하는 병합된 예제 단위로 같은 속성 위치의 속성 값 중 큰 값 또는 작은 값을 선택하는 방안, 임의로 선

	속성 값 (밝기 값)										클래스
선택된 예제 x_1	20	33	230	12	...	...	61	17	225	240	A
선택된 예제 x_2	25	21	255	20	...	...	49	27	201	209	A
↓ (병합)											
병합된 예제	25	33	255	20	...	...	61	27	225	240	A

그림 2. 속성 값 중 큰 값을 선택하여 2개의 예제를 병합한 예

정된 가중치를 반영하여 같은 속성 위치의 속성 값의 가중 평균을 취하는 방안이 있다. 적절한 예제 병합 방안으로 병합된 가상의 예제가 실제 수집된 예제에는 존재하지 않지만, 실제로 존재 가능성이 있는 예제 생성을 통해 인식 성능을 향상시킬 수 있다.

병합된 예제의 생성 개수는 훈련예제의 클래스 분포를 고려한 다양한 수의 병합된 예제를 생성할 수 있다. 인식 대상 문제에 따라 적절한 병합된 예제의 개수 선정이 분류 성능에 있어서 영향을 미친다. 또한 생성된 병합된 예제의 개수에 비례하여 분류기의 학습 및 분류 시간에도 영향을 미치게 되므로 적절한 수의 병합된 예제 생성이 필요하다.

4. 실험 결과

3장에서 설명한 병합예제 생성 방안을 차량번호판 문자 인식 문제에 적용하였을 때 그 성능을 확인하기 위해 아래와 같은 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 문자 인식 데이터는 실제 자동차의 차량번호판으로부터 추출된 데이터이다. 데이터 종류는 5개의 모음으로 구분한 한글 문자 인식 데이터로 아래의 표 2와 같이 구성되어 있다. 2장에서 설명한 바와 같이 모음 'ㅏ', 'ㅓ', 'ㅡ'의 데이터는 자음 분리 과정을 거쳐서 생성된다.

표 2. 자동차 차량번호판 한글 문자 인식 데이터의 구성

모음	ㅏ	ㅓ	ㅡ	ㅜ	ㅣ
개수	953	1,238	942	1,342	1,396
특성	자음 모음 분리됨				

실험 방법은 각 모음별로 자음 14가지를 인식하는 실험을 하였다. 우선 병합 대상이 되는 예제 선정 방안은 무작위로 2개의 예제를 선정하는 방안을 사용하였고, 예제 병합 방안으로는 같은 속성 위치의 속성 값의 평균을 취하는 방안(AVG), 생성되는 가상 예제 별로 같은 속성 위치의 속성 값을 큰 속성 값 혹은 작은 속성 값을 동일한 비율로 생성하는 방안(H&L), 그리고 임의로 선정된 가중치를 반영하여 같은 속성 위치의 속성 값의 가중 평균을 취하는 방안(W_AVG)의 3가지 병합 방안을 사용하였다. 그리고 병합된 예제 생성비율은 훈련예제의 클래스 분포를 고려하여 100%, 200%, 300%의 크기만큼 생성하여 실험을 하였다.

실험에 사용한 분류 알고리즘으로는 문자인식 분야에서 널리 사용되는 Support Vector Machine의 일종인 Sequential Minimal Optimization(SMO)(Keerthi et al., 2001), 신경 회로망 중의 하나인 Multi-Layer Perceptron(MLP)(Witten and Frank, 2000), 그리고 k -Nearest Neighbor (k -NN)를 사용하였다. k -NN의 k 값은 실험을 통해 수집된 데이터에 대한 인식 성능이 가장 좋은 1로 설정하여 실험하였다(Witten and Frank, 2000). 실험 검증 방법으로 10분할 다중 검증을 사용하였으며, 실험 횟수는 SMO는 10회, MLP와 k -NN은 실험 수행 시간 관계로 5회 반복 수행하였다.

그림 3은 5개의 모음으로 구분한 한글 문자 인식 데이터에 대해 각각의 분류 알고리즘들에 2가지 - 예제 병합 방안 중 W_AVG 방안에 관한 실험 결과는 다른 방안들에 비해 분류 성능에 미치는 영향이 적어서 생략하였다. - 병합된 예제 생성 방안과 다양한 생성비율을 적용시킨 실험 결과이다. 전반적으로 SMO와 MLP에 있어서는 H&L 방안이 AVG 방안과 비슷하거나 좋은 성능을 보이고 있으며, k -NN의 경

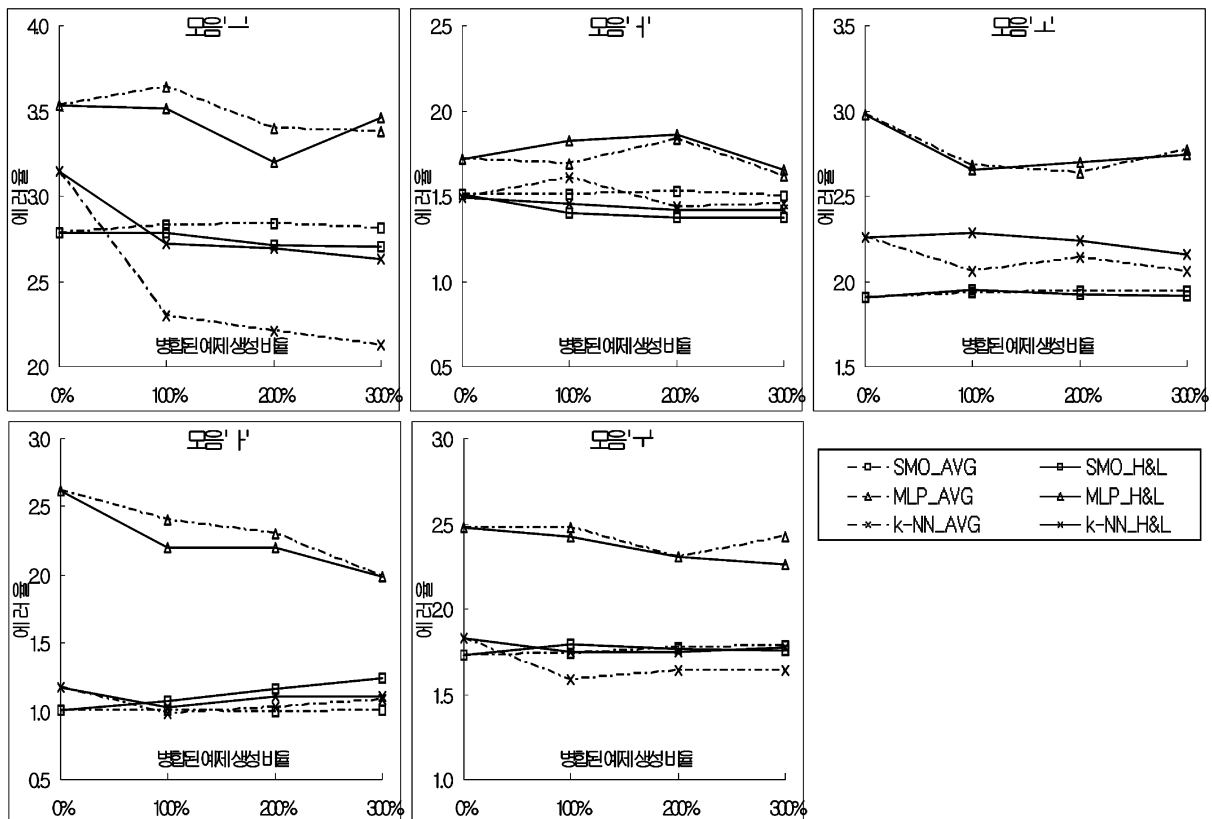


그림 3. 병합된 예제 생성 방안 및 생성비율에 따른 실험 결과

우에는 AVG 방안이 H&L 방안 보다 좋은 성능을 보이고 있다. 이것은 분류 알고리즘에 따라 분류 성능을 향상시킬 수 있는 병합된 예제 생성 방안이 다르다는 것을 보여준다. 그리고 SMO와 k -NN은 생성 비율을 늘려갈 경우, 일정 비율 이상 생성 시에는 성능 향상이 거의 없는데, SMO의 경우에는 생성된 병합된 예제가 서포트 벡터(support vector) 결정에 크게 영향을 주지 못하기 때문으로 추정된다. MLP는 생성 비율이 증가함에 따라 성능 향상을 기대할 수 있으나, 과도한 병합된 예제의 생성은 학습에 악영향을 미쳐 성능이 나빠지는 경향이 있는 것으로 보인다. 이러한 결과는 분류 알고리즘에 따라 적절한 병합된 예제 생성 개수 결정이 필요함을 알 수 있다. 실험에 사용된 3가지 분류 알고리즘 중 k -NN이 전반적으로 병합된 예제를 사용할 경우 비교적 많은 성능 향상이 되었고, 전반적으로 가장 좋은 성능을 나타내었다.

5. 결론 및 향후 과제

이상의 실험을 통해 가상의 병합된 예제 생성은 사용되는 분류 알고리즘 및 생성 방안, 생성비율에 따라서 분류성능에 영향을 미치게 되며, 각 알고리즘에 따라 분류성능을 향상시킬 수 있는 병합된 예제 생성 방안과 생성비율이 다를 수 있음을 확인할 수 있었다.

이러한 결과들을 볼 때 차량번호판 인식 기술의 향상을 위해서는 병합된 예제의 생성이 데이터의 특성 및 사용되는 알고리즘에 따라 적응적으로 병합 방안 및 병합 예제 생성 비율을 결정하는 방안에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- 권유화 · 조성준(1998) 가상샘플 데이터를 이용한 신경망의 일반화 능력 제고와 그 응용, *정보과학회논문집(B)*, 제25권 제8호, pp. 1137-1147.
- An, G. (1996) The effects of adding noise during back-propagation training on a generalization performance, *Neural Computation*, Vol. 7, No. 2, pp. 613-674.
- Bishop, C. M. (1995) Training with noise is equivalent to Tikhonov regularization, *Neural Computation*, Vol. 7, No. 1, pp. 108-116.
- Cho, S., Jang, M., and Chang, S. (1997) Virtual sample generation using a population of networks, *Neural Processing Letters*, Vol. 5, No. 2, pp. 83-89.
- Draghici, S. (1997) A neural network-based artificial vision system for license plate recognition, *International Journal of Neural System*, Vol. 8, No. 1.
- Holmstrom, L. and Koistinen, P. (1992) Using additive noise in back-propagation training, *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol. 3, pp. 24-38.
- Keerthi, S. S., Shevade, S. K., Bhattacharyya, C., and Murthy, K. R. (2001) Improvements to Platt's SMO algorithm for SVM classifier design, *Neural Computation*, Vol. 13, No. 3, pp. 637-649.
- Kim, D. W., Kim, S. K., Lee, J. K., and Kim, H. J. (1997) Automatic recognition of a vehicle license plate using color image processing, *Engineering Design and Automation Journal*, Vol. 3, No. 1.
- Ryu, Y.-S. and Oh, S.-Y. (2002) *Simple Hybrid Classifier for Face Recognition with Adaptively Generated Virtual Data*, *Pattern Recognition Letters*.
- Sietsma, J. and Dow, R. J. F. (1991) Creating artificial neural networks that generalize, *Neural Networks*, Vol. 4, pp. 67-79.
- Witten, I. H. and Frank, E. (2000) *Data Mining - Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*, Morgan Kaufmann Publishers.

(접수일: 2004.12.20/심사일: 2005.1.24/심사완료일: 2005.1.24)