

열림방향을 이용한 자동차번호판 숫자인식

유쟁, 김동욱*

Digit Recognition for Vehicle License Plate Based on Opened Enclosure

Liu Zheng, Dong-Wook Kim*

요약 본 논문에서는 열림부분에 기반을 둔 자동차 번호판의 숫자인식 기법을 제안한다. 제안된 인식기법에서 숫자를 상부와 하부로 나누고, 각각에 대해 열림부분을 판정하여 숫자를 인식한다. 제안된 기법에서, 상부와 하부의 분할은 정해진 절단선을 바탕으로 하며, 교점의 개수에 따라 절단선의 위치가 조절된다. 제안된 방법은 템플릿 매칭 방법에 비해 잡음이나 회전 등의 영향을 받지 않으며 강건하다. 모의실험에서 제안된 기법의 성능을 평가하기 위해 번호판에 사용되는 숫자들에 대해 처리를 하고, 그 결과를 제시하였다. 제안된 기법은 번호판의 숫자인식에서 매우 높은 인식률을 보인다.

Abstract In this paper, we propose a new digit recognition method based on opened enclosure. In the proposed method, each digit is divided into two parts, an upper part and a lower part, which are based on a cutting line that is modified depending on the number of intersection points. In the simulation, the performance evaluation through the data acquisition and application of the proposed algorithm was carried out and the result was presented.

Key Words : Digit recognition, Opened enclosure, License plate, Chain code, Thinning

1. 서론

숫자의 자동 인식은 오늘날 많은 분야에서 활용되고 있다. 특히, 미터링 시스템, 자동차 번호판 인식 등에서 많이 사용된다. 숫자인식방법은 원형정합방법, 형태적 분석방법, 특징기반방법, 통계적 해석방법 등 여러 가지 접근방법이 있다 [2][8][9][10]. 숫자인식은 크게 인쇄체 숫자인식과 필기체 숫자인식으로 구분할 수 있다. 본 논문은 인쇄체 숫자인식을 대상으로 한다.

원형정합방법은 템플릿과의 정합을 통해 가장 유사한 숫자를 인식하는 방법이다 [1]. 그렇지만 형태가 달라지거나 잡음이 있을 경우 인식율이 낮다. 또한, 통계적 해석방법이 사용되기도 한다

[2][3]. 박병준[3] 등은 통계성분의 모호함을 해결하기 위해 독립성분을 고려한 방법을 모색하였다. 또한, 신경회로망을 기반으로 인식을 수행하기도 한다 [4][6]. Robert Hecht-Nielsen[6] 은 인식률을 높이기 위해 신경회로망에 역전파 개념을 적용하였다.

한편 숫자는 구조적 특징들을 가지고 있다. 이러한 구조적 특징을 바탕으로 Z. Zhang [5] 등은 미터 장치의 숫자 판독을 위한 인식 방법으로서 형태 특징 정보를 이용하였다. 0에서 9 까지의 숫자를 대상으로 닫힌 원과 반쯤 닫힌 원으로 구분하고, 각 숫자에 대해서 수직선을 그어 만나는 교점을 바탕으로 숫자를 구별하였다. 이 방법은 형

*Corresponding Author : Department of Information & Communication Eng., Jeonju University (dwkim@jj.ac.kr)
 Received November 23, 2015 Revised December 01, 2015 Accepted December 10, 2015

태 특징을 잘 활용하는 방법으로 평가할 수 있으나, 다수의 수직선과의 교점을 통해 숫자를 분류하는 방법은 효과적인 방법으로 볼 수 없다.

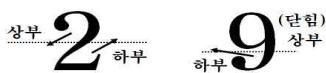
본 논문에서는 Z. Zhang [5]가 제안한 방법을 바탕으로 열림방향을 이용하여 자동차 번호판의 효과적인 숫자인식 방법을 제시하고자 한다. 제안된 방법은 상부 및 하부 절단과 열림방향의 형태적 특징을 이용함으로써 잡음에 강하고, 회전 및 기울어짐에 강건한 장점을 갖는다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 제안된 알고리즘을 설명하며, 제3장에서는 샘플들을 대상으로 제안된 알고리즘을 자동차 번호판의 숫자인식에 적용한 결과를 보이며, 제4장에서 결론을 맺는다.

2. 제안된 알고리즘

2.1 열림방향 분석

10개의 숫자는 다음과 같은 형태적 특징을 갖는다. 각 숫자를 가운데로 2등분하여 상부와 하부로 구분한다. 다음으로, 구분된 상부와 하부를 대상으로 열림과 닫힘 등으로 분류할 수 있다. 또한, 열림방향은 상부 또는 하부에서 끝점을 연결하여 이에 수직하는 방향 중 밖으로 나가는 방향을 열림방향으로 정의한다.



(a) 숫자 2 (b) 숫자 9

그림 1. 열림과 닫힘

Fig. 1. Open and close

그림 1에서 (a) 숫자 '2'는 상부와 하부 모두 열림으로 정의되며, 열림의 방향이 각각 그림에 표시되어 있다. 반면에, (b)의 숫자 '9'는 상부는 닫힘이며 하부는 열림으로 정의된다.

10개의 숫자에 대해서 열림과 닫힘을 분류하면

다음 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1. 10개의 숫자에 대한 열림방향
Table 1. Opened directions for 10 digit numbers

숫자	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
열림	상	직	↙	↘	↓	→	↘	↙	단	단
림	부	선							힘	힘
방	하	직	↙	↘	↑	←	단	직	단	↘
향	부	선				힘	선	힘	↘	↑

2.2 단계별 설명

제안된 알고리즘의 흐름도를 그림 2에 나타내었다. 입력된 숫자에 대해 먼저 세선화를 실시한다. 다음으로 불필요한 잡음요소를 제거한다. 잡음요소가 제거된 숫자영상은 절단선을 기준으로 상부와 하부로 구분되며, 각각에 대해 열림과 닫힘 판정이 수행된다. 이 수행된 결과를 바탕으로 최종적으로 숫자를 인식한다.



그림 2. 제안된 숫자인식 알고리즘의 순서도
Fig. 2. The Flow for the proposed algorithm

2.2.1 세선화

세선화는 입력영상을 이치화한 후 두꺼운 형태를 골격에 해당하는 부분만 남기는 과정이다. 특히 지문인식 등에서 매우 유용하게 사용된다.

세선화된 숫자영상은 불필요한 요소에 대해 제거과정을 거친다. 먼저, 맨 왼쪽의 끝점부터 반시계 방향으로 각 끝점과 교점 간의 거리를 계산하고 이 거리가 아주 작으면 이 끝점과 교점 간의 글자 부분을 잡음으로 간주하고 이를 제거한다.

이 과정을 그림 3에 나타내었다.

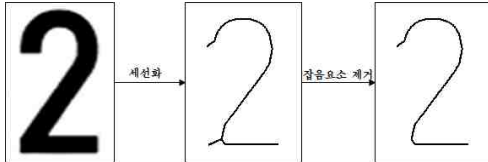


그림 3. 세선화 및 잡음요소 제거
Fig. 3. Thinning and deletion of noise components

2.2.2 형태분석과 절단선조정

(가) 2, 3, 5, 7

상부와 하부의 열림 방향이 비교적 명확한 경우이다. 이 부류의 열림 방향을 인식하는 것은 큰 어려움이 없다 (그림 4).



그림 4. 절단선과 교점
Fig. 4. Cutting line and intersection

(나) 6, 8, 9

이 부류는 상부와 하부를 나눌 때 절단선과 교점이 1개가 되어야 한다. 그렇지만 그림 5의 (가)와 같이 구분될 때는 절단선을 조정해야 한다. 먼저 중앙부에 생성된 절단선을 디폴트로 한다. 다음으로 절단선과 문자요소의 교점이 1개이면 그 선을 절단선으로 확정하며, 만일 교점이 2개이면 (그림 5의 (가)), 절단선을 문자높이의 1/4 범위내에서 상하로 이동하며 교점이 1개가 발생하는 위치를 찾아 1개가 되는 경우가 발생되면 새로운 위치를 절단선으로 삼는다(그림 5의 (나)).



(가)조정 전 절단선 (교점 수 = 2)



(나)조정 후 절단선 (교점 수 = 1)

그림 5. 절단선 이동을 통한 교점수의 조정
Fig. 5. Modification of intersection points by moving of cutting line

(다) 0, 4

절단선을 문자높이의 1/4 범위내에서 상하로 이동하며 교점이 1개가 발생하는 위치를 찾아 절단선 조정 후에도 교점이 1개인 경우가 발생되지 않으면 원래의 절단선을 그대로 둔다. '0'의 경우는 교점이 1개인 위치는 발생되지 않으며, 다만, '4'는 아랫방향으로 교점이 1개 발생될 수 있으나, 교점 스캔 범위를 문자높이의 1/4로 제한하기 때문에 교점 1개는 발생되지 않는다(그림 6).



조정 전후 교점 변동없음(교점 수 = 2)

그림 6. 절단선 이동을 통한 교점수의 조정없음
Fig. 6. No change of intersection points by moving of cutting line

2.2.3 열림방향판정

숫자인식은 직선, 단힘, 열림방향, 교점의 수 등 3가지 요소가 사용된다. 그 중 가장 중요한 역할을 하는 것은 단힘과 열림방향이다. 열림방향의 판정은 아래 그림 7과 같이 체인코드 8방향을 이용한다. 그림과 같이 숫자를 상부와 하부로 분리한 후 각 부분의 끝점을 연결하고 이에 수직하는 방향 중 외부로 나가는 방향을 열림방향으로 삼고, 체인코드 중 이 방향과 가장 유사한 방향을 찾는다. 다만, '4'와 '0'은 상부, 하부가 각각 '6'과 '2'로 같다. 따라서 이를 구별하기 위해 '4'는 교점을 갖는 반면, '0'은 교점을 갖지 않는다는 점을 이용하여 구별한다.

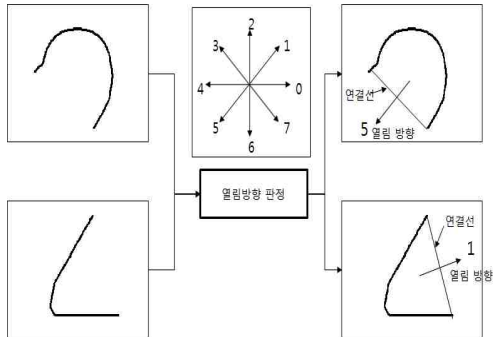


그림 7 숫자 '2'의 판정과정
Fig. 7 Process of digit number '2'

자동차 번호판에 사용되는 각 숫자에 대해서 직선, 닫힘, 열림방향을 구분하면 표 2와 같다.

표 2. 열림방향
Table 2. Opened direction

숫자		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
열림 방향	상 부	직 선	5	5	6	0	직 선	5	닫 힘	닫 힘	6
	하 부	직 선	1	3	2	3	닫 힘	직 선	닫 힘	직 선	2

3. 모의실험

제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 자동차 번호판영상에서 사용된 숫자들을 대상으로 실험을 행하였다. 대상은 구형번호판 및 신형번호판을 동시에 테스트하였다. 약 300개의 번호판에 포함된 큰 숫자 4개 약 1200개를 대상으로 테스트하였다. [표3]-[표7]에는 각 번호별로 처리결과를 보였다.

표 3. 숫자인식결과 (2, 3)
Table 3. Digit recognition results (2, 3)

숫자	2				3			
샘플								
세전화								
상부								
하부								
판 정	상 부	5	5	5	5	5	5	5
	하 부	1	1	1	1	3	3	3
결과	2	2	2	2	3	3	3	3

제시된 테스트 샘플은 숫자별로 각각 4개씩을 나타내었다. 동일한 숫자에 대한 서로 다른 유형 4개의 숫자는 자동차 번호판에서 사용된 여러 가지 유형으로부터 가져온 것이다. 여러 가지 형태의 유형에 대해서 잘 인식하고 있음을 확인할 수 있다. 표 7에서 '4'와 '0'의 구별은 교점의 유무이다. '4'에서는 교점이 1개 발생하지만 '0'에서는 발생하지 않는다.

표 4. 숫자인식결과 (5, 7)
Table 4. Digit recognition results (5, 7)

숫자	5				7			
샘플								
세전화								
상부								
하부								
판 정	상 부	0	0	0	0	5	5	5
	하 부	3	3	3	3	직선	직선	직선
결과	5	5	5	5	7	7	7	7

표 5. 숫자인식결과 (6, 8)
Table 5. Digit recognition results (6, 8)

숫자	6				8			
샘플								
세선화								
상부								
하부								
판정	상부	직선	직선	직선	직선	단힘	단힘	단힘
	하부	단힘	단힘	단힘	단힘	단힘	단힘	단힘
결과	6	6	6	6	8	8	8	8

표 6. 숫자인식결과 (9)
Table 6. Digit recognition results (9)

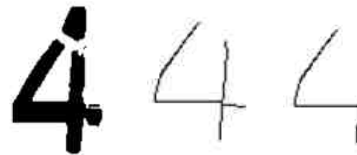
숫자	9			
샘플				
세선화				
상부				
하부				
판정	상부	단힘	단힘	단힘
	하부	직선	직선	직선
결과	9	9	9	9

표 7. 숫자인식결과
Table 7. Digit recognition results (4, 0)

숫자	4				0			
샘플								
세선화								
상부								
하부								
판정	상부	6	6	6	6	6	6	6
	하부	2	2	2	2	2	2	2
교점	유	유	유	유	무	무	무	무
결과	4	4	4	4	0	0	0	0

실험에서 사용된 숫자들은 크기나 모양이 여러 가지이다. 따라서, 이렇게 다양한 형태를 가진 숫자를 인식할 때, 템플릿 매칭과 같은 기법을 적용할 경우 다양한 템플릿을 적절하게 적용해야 올바르게 인식할 수 있다. 반면에, 제안된 기법을 적용할 경우 다양한 크기나 모양에 대해서 매우 효과적으로 동일한 기법을 적용하여 인식할 수 있다.

한편, 오인식된 번호는 6개로서 6/1200, 즉 0.5%의 매우 낮은 오인식률을 보였다. 오인식된 숫자 중 일부를 그림 8에 제시하였다. 이 예는 번호판이 찌그러졌거나 오염되었을 때 발생하는 경우이며, 이러한 경우에 인식을 할 수 없었다. 다만, 약간의 별도처리를 추가할 경우 인식을 쉽게 할 수 있을 것으로 사료된다.



(순서대로 원영상-세선화-잡음요소제거)
그림 8. 오인식된 예

Fig. 8. Recognition failure case

4. 결론

본 논문에서는 상부 및 하부 구분에 의해 열림과 닫힘 방향을 판정하고 이를 통해 자동차 번호판의 숫자를 인식하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법을 자동차 번호판의 숫자를 대상으로 적용한 결과 99.5% 인식률을 보였다. 제안된 기법은 실험 결과에서도 제시한 바와 같이 다양한 형태의 자동차 번호판에 대해서 숫자의 크기나 모양에 상관없이 적용할 수 있는 특징을 갖는다.

REFERENCES

- [1] P. Gader et al, "Recognition of handwritten digits using template and model matching", Pattern Recognition, Volume 24, Issue 5, pp. 421-431, 1991.
- [2] C. J. Shang and K. Brown, "Principal Feature-Based Texture classification with Neural Networks," Pattern Recognition, Vol. 27, No. 5, pp. 675-687, 1994.
- [3] B. Jeong, H. Kang, "Recognition of numeric characters in license plate based on independent component analysis", Journal of The Institute of Electronics Eng. of Korea, vol. 46-SP, no.2, 2009.
- [4] S. Lee, S. Choi, S. Lee, and Y. Kim, "License plate recognition using improved IAFC fuzzy neural network", Journal of intelligence and information systems, vol. 19, no. 1, pp. 6-12, 2010.
- [5] Z. Zhang, G. Chen, J. Li, and N. Ju, "The Research on Digit Recognition Algorithm for Automatic Meter Reading System", Proceedings of the 8th World Congress on Intelligent Control and Automation, 2010, Jinan, China, pp. 5399-5403.
- [6] Robert Hecht-Nielsen, "Theory of the backpropagation Neural Network", Joint Conference on Neural Network", vol. 1, pp. 593-605, 1989.
- [7] M. Tico, E. Immonen, A. Ramo, P. Kuosmanen, and J. Saarinen, "Fingerprint Recognition Using Wavelet Features", Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Vol. 2, pp. 21-24, 2001.
- [8] Y. Shon, "Printed numeric character recognition using Fractal dimension and modified Henon attractor", Journal of Korea Multimedia Society, vol. 6, no. 1, pp. 89-96, 2003.
- [9] D. Kim, and J. Kang, "Extraction of Car number plate based on projection", Journal of The Korea Society of Computer and Information, vol. 12, no. 6, pp. 261-268, 2007.
- [10] M. Kang, J. Kim, and K. Kim, "A car license plate recognition using colors information morphological characteristic and neural network", The Korea Institute of Electronic Communication Sciences (Conference) 2(2), pp. 238-241, 2008년.

저자약력

유 쟁 (Liu Zheng) [정회원]



- 2011년 2월 : 전주대학교 정보통신공학전공(공학사)
- 2013년 8월 : 전주대학교 일반대학원 정보통신공학과 (공학석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 전주대학교 전기전자통신공학과 박사과정

<관심분야> 영상처리, 컴퓨터비전

김 동 욱(Dong-Wook Kim) [정회원]



- 1987년 2월 : 성균관대학교 전자공학과(공학사)
- 1992년 2월 : 중앙대학교 일반대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1996년 8월 : 중앙대학교 일반대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 전주대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야> 영상처리, 컴퓨터비전