

사례 발표

자동차 번호판 인식을 위한 획득 영상의 밝기 개선 방법

목 차

- 1. 서 론
- 2. 영상 밝기 개선 방법
- 3. 구현 및 실험 결과
- 4. 결 론

곽한섭 · 강현인

((주)인팩)

1. 서 론

일반적으로 차량 번호판을 자동 인식하는 방법은 카메라를 이용하여 차량 번호판을 획득하는 단계(capture), 획득한 영상으로부터 번호판 영역을 추출하는 단계(localization), 추출된 번호판 영역을 이용하여 개별문자를 추출하는 단계(segmentation) 및 추출된 개별문자에 기초하여 표준문자 데이터베이스로부터 유사도 판단을 통하여 문자를 인식하는 단계(recognition)로 이루어진다.

이들 단계 중에서 번호판 영역을 추출하는 방법으로는 입력 차량 영상에 대한 허프 변환을 이용하는 방법[6]과 번호판 영역의 명암 값 변화의 특성을 이용한 방법[4]이 제안되는 등 차량 번호판 자동 인식에 관한 연구가 활발히 진행되었다. 차량 번호판 인식률을 향상시키기 위해서는 번호판 인식 알고리즘의 향상도 있어야 하지만, 인식하기에 적당한 밝기의 영상획득이 무엇보다 중요하다. 그러므로 차량 번호판을 획득할 때 태양으로 인한 전반사, 역광, 구조물에 의한 그림자와 같은 영향들이 최소화 될 수 있도록 카메라의

셔터속도와 렌즈의 조리개를 적절히 조절을 해야 한다.

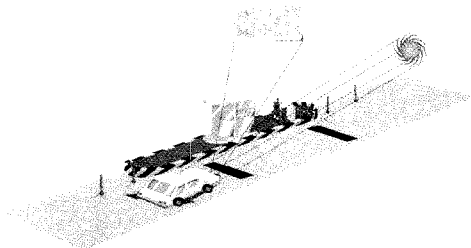
종래에는 차량 번호판 자동인식을 위해 적절한 밝기의 영상을 얻는 방법으로 자동 아이리스(autoiris)를 사용했으며, 퍼지 이론을 이용한 자동 아이리스에 관한 연구[3]도 있었다. 그러나 일반적인 자동 아이리스를 이용하거나 퍼지 이론을 이용한 자동 아이리스의 경우, 화면의 전체 밝기를 적절하게 만드는 것을 목적으로 하고 있지만, 차량 번호판과 같은 특정영역에 관심을 두고 영상의 밝기를 조절하지는 않는다. 또한 차량의 번호판이 위치하는 영역은 차량종류 및 번호판의 부착위치에 따라 달라지므로, 관심영역을 지정한 자동 아이리스 추종방법 만으로도 해결이 되지 않는다.

본 논문에서는 차량번호판 인식에 적합한 영상이 획득될 수 있도록 주위 환경에 따라 다양한 형태의 아이리스 제어방법을 제안하고, 밝기가 적당하지 않은 영상에 대해서 밝기변환 과정을 제안하며 시뮬레이션을 통하여 차량 번호판의 자동 인식률이 향상되는 결과를 보인다.

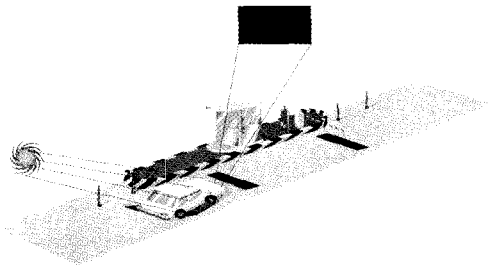
2. 영상 밝기 개선 방법

차량번호판을 자동인식하기 위해 획득 영상의 적절한 밝기를 유지시킬 수 있는 기존의 방법은 자동 아이리스를 이용하여 카메라 렌즈를 통과하는 빛의 양을 자동으로 제어할 수 있도록 렌즈 조리개의 열고 닫힘을 기계적으로 조절하는 하드웨어 장치를 사용하는 것이었다[1].

자동 아이리스에서는 카메라 입력영상 전역의 밝기 값 평균치를 기준으로 평균치 변화량에 반비례하는 방향으로 아이리스 제어가 이루어지는데, 이러한 일반 자동 아이리스로 추종이 힘든 경우를 몇 개의 범주로 정리하여 각각의 경우에 대해서 어떻게 제어할지를 기술하고 그에 따라 새로운 형태의 조리개 제어방법을 제시하며, 미처 적절한 밝기로 추종하지 못한 상태에서 획득된 영상의 경우에는 제안하는 밝기 변환 과정을 통해 인식이 가능한 형태의 영상으로 변환이 가능함을 시뮬레이션을 통해서 보인다.



(그림 1) 일반 자동 아이리스를 사용하여 전반사 상태에서 획득된 차량 번호판 영상



(그림 2) 일반 자동 아이리스를 사용하여 역광 상태에서 획득된 차량 번호판 영상

2.1 전반사 상태에서의 영상 획득

많은 컴퓨터 비전 알고리즘은 전반사가 없다는 가정 하에 수행되며, 그러한 가정 하에서는 정확한 결과들을 보여준다. 그러나 전반사가 존재하는 경우 이들 알고리즘에 의한 결과는 많은 오차를 포함하게 된다[2]. (그림 1)은 태양의 고도가 낮아서 태양이 자동차의 번호판을 직접 비추는 상황에서 일반 자동 아이리스를 사용하여 획득된 차량 번호판의 영상을 보여주는 것으로, 번호판 영역이 너무 밝거나 하얗게 포화되어 인식이 되지 않을 수 있음을 보인다. 이러한 경우 조리개를 닫아서 빛의 투과량을 줄이면 번호판 이외의 영역은 상대적으로 어둡지만 번호판 영역은 인식 가능한 상태로 획득할 수 있다. 실제의 경우에 차량이 없을 때에는 태양에 반사된 빛이 카메라로 직접 들어오지 않으므로 전반사가 발생하지 않다가 차량이 들어오면 번호판에 태양 빛이 반사되어 하얗게 포화된 영상이 얻어질 수 있다. 이럴 경우 일반 자동 아이리스로는 추종이 느리고 부정확해서 정확한 차량 번호판 획득이 힘들게 되므로, 차량이 없을 때에도 전반사 상황을 고려하여 조리개를 평소보다 좀 더 닫아놓아야 한다.

2.2 역광 상태에서의 영상 획득

역광(back light)이란 피사체의 뒤쪽이 밝아서 상대적으로 피사체의 모습이 어둡게 되는 경우를 말한다. (그림 2)는 역광상태에서 획득된 영상을 보여주는 것으로 일반 자동 아이리스를 사용했지만 번호판 영역이 너무 어두워서 차량이 번호판을 인식하기가 힘들다. 그러므로 역광 상태가 되면 평소보다 조리개를 더 열어야 차량 번호판의 적절한 밝기를 유지할 수 있다. 차량 번호판 인식의 경우에는 피사체를 보고 조리개의 상태를 결정하는 것이 아니라 피사체가 없는 상태의 영상을 획득하면서, 이후에 들어올 차량을 예측

하여 현재의 조리개 상태를 결정해 놓아야 하므로 차량이 없을 때의 영상이 하얗게 포화되어 찍히더라도, 역광이라고 판단되면 조리개를 충분히 열어놓아야 실제 차량이 들어왔을 때 적절한 밝기의 차량 번호판을 획득할 수 있다. 역광을 극복하기 위해 WDR(Wide Dynamic Range)의 카메라들이 나오기도 하지만, ITS(Intelligent Traffic System)용으로 사용하는 카메라에는 이러한 기능을 가진 제품을 구하기가 힘들다.

2.3 밝기 변환 과정

고 분해능의 디지털 카메라를 사용하면 차량 번호판이 전반사로 인해 지나치게 밝게 획득되거나, 역광으로 인해 번호판 영역이 어둡게 획득된 경우라도 한쪽으로 치우친 비트를 제외한 나머지 비트에는 인식하기에 충분한 해상도의 데이터가 남아있을 수 있다. 영상의 밝기가 한쪽으로 치우쳐있는 경우, 밝기 변환 과정을 거치게 되면 포화된 데이터를 제거한 나머지 데이터로 복구된 영상을 획득할 수 있다.

$$f_x = g_x^\gamma \quad (1)$$

식 (1)에서 $x = 0, 1, 2, \dots, n$, g_x 는 입력 화소 값, f_x 는 밝기 변환이 이루어진 출력 화소 값이며 γ 는 밝기 변환의 정도를 나타낸다.

(그림 3)과 (그림 4)는 전반사나 역광상태에서 획득된 영상으로 원 영상을 그대로 인식에 적용했을 경우 인식에 실패한 영상이지만, 적절한 밝기 변환 과정을 통해 변환된 영상을 인식에 적용했을 경우 차량 번호판 영역 검출에 성공한 사례를 나타낸다. (그림 3)의 (a)는 전반사 상태로 획득되어 차량 번호판 영역이 밝게 포화된 영상으로 번호판 영역검출에 실패했으나, (그림 3)의 (b)는 $\gamma=2$ 로 밝기 변환된 출력 영상으로 번호판 영역을 검출했다. 반대로 (그림 4)의 (a)는 역광

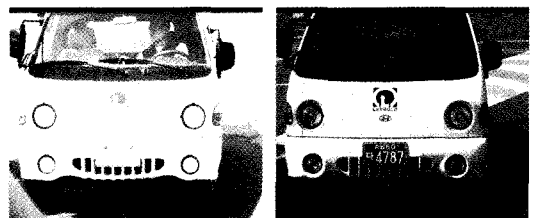
상태로 획득된 영상으로 번호판 영역 검출에 실패했으나, (그림 4)의 (b)는 $\gamma=0.25$ 로 밝기 변환한 출력 영상으로 번호판 영역 검출에 성공했다. 밝기 변환 과정을 이용하면 미처 조리개가 추종하지 못한 경우에 획득된 적절하지 못한 밝기의 영상으로도 인식이 가능한 형태를 만들 수 있다.

2.4 영역별 가중치를 달리 구성한 관심영역의 설정

차량 번호판 인식에 있어서 중요한 관심영역(ROI : Region Of Interest)은 번호판이 있는 부분이다. 다른 영역의 영상 밝기는 밝거나 어두워도 큰 상관이 없고 차량 번호판 영역만 인식하기에 적당한 밝기가 되기를 기대한다. 그러므로 전체 영상의 밝기를 기준으로 자동 아이리스를 적용하는 것이 아니라 관심영역을 기준으로 제안하는 자동 아이리스를 동작시키면 좀 더 추종성이 강한 시스템을 구성할 수 있다. 여기에 영상의 영역별 가중치(weight value)를 다르게 구성할 수도 있다.

$$B_{avg} = \sum_{n=1}^9 w_n \times B_{n, avg} \quad (2)$$

식 (2)에서 B_{avg} 는 가중치를 적용한 전체 영상의 평균 밝기, n 은 9등분한 블록, w_n 은 영역별 가중치, $B_{n, avg}$ 는 영역별 평균 밝기이다.



(a) 획득 영상, (b) $\gamma=2$ 로 밝기 변환된 영상
(그림 3) 전반사 상태에서 획득된 영상



(a) 획득 영상, (b) $\gamma=0.25$ 로 밝기 변환된 영상
(그림 4) 역광 상태에서 획득된 영상

2.5 제안하는 새로운 형태의 조리개 제어방법

제안하는 새로운 형태의 조리개 제어방법은 실측에 의한 목표 밝기 테이블을 설정해 놓으면 전반사나 역광상태에서도 추종이 가능한 형태이다. 목표 밝기 테이블은 황도좌표를 이용한 태양의 위치계산과 주변건물의 모델링을 통하거나, 시스템을 설치하는 위치에서의 실측값을 이용하여 구성이 가능하다. (그림 5)는 제안하는 새로운 형태의 조리개 제어방법과 밝기 변환 과정을 적용한 번호판 인식의 절차를 나타낸다.

3. 구현 및 실험 결과

3.1 구현

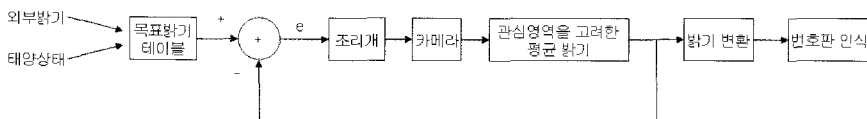
2장에서 기술한 바와 같이 일반적인 자동 아이리스의 동작과는 달리 특정상황에 맞게 목표 밝기 값을 달리 설정할 수 있는 자동 아이리스를 사용하여 시스템을 구성한다. 제안하는 형태의 시스템은 모터를 이용해서 조리개를 구동시킬 수 있는 전동 렌즈를 사용하며 마이크를 통해 제어한다. 밝기 변환 및 번호판 인식은 PC를 사용한다.

역광이나 전반사의 경우에는 평소와는 다른 목표 밝기 값을 설정해주어야 하는데, 이는 설치된 장소의 방향과 시간, 구조물 등에 따라 달라지며 이를 적절히 반영할 수 있어야 인식에 적합한 밝기의 영상을 획득할 수 있다. 구현하는 시스템에서는 CdS(황화카드뮴)를 이용하여 외부 밝기 상태를 파악하도록 하며, 시스템이 설치된 장소의 구조적인 판단은 시스템 설치자가 한다.

차량 번호판 인식 시스템의 획득 밝기 개선을 위해 설계한 시스템의 사양은 표 1과 같다. 카메라는 10비트의 고해상도 디지털 카메라를 사용하며, 조리개를 조절하기 위해 전동 렌즈를 사용한다. 제안하는 조리개 제어방법으로 시스템을 구성하기 위해 제어보드를 제작했다. 제작한 제어보드는 조리개를 제어하는 일 외에도 주변의 밝기를 읽어내고, 카메라에 동기 맞추어 야간에 조명을 제어하고, 차량진입 상태를 파악하여 카메라에 트리거 신호를 출력하는 것을 포함한 실제 차량 번호판 인식 시스템에 사용되는 모든 기능을 제공한다.

<표 1> 시스템 설계 사양

항 목	사 양
카메라	1392 X 1040, 10비트 디지털 카메라
렌즈	12.5mm ~ 75mm, 전동 줌/포커싱/조리개
제어보드	렌즈제어, CdS 입력, 조명제어, 트리거 제어
프레임 그라버	2채널 RS422, PCI 타입
조명	적외선 LED 300개
PC	P4 3.0GHz, 512MB, 80G HDD
하우징	스탠드 타입, 카메라/조명 일체형 하우징

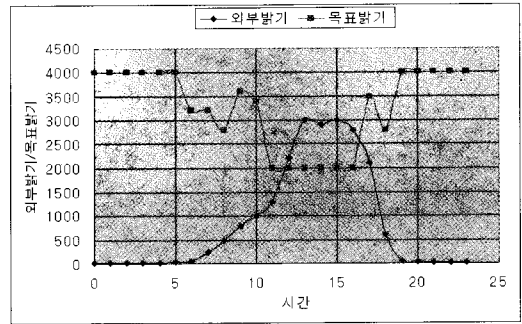


(그림 5) 제안하는 새로운 형태의 조리개 제어방법

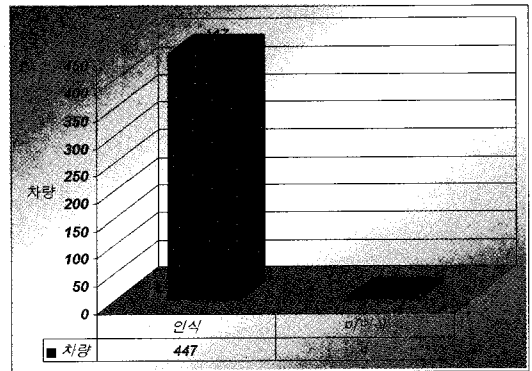
3.2 실험 결과

제안한 형태로 제작된 시스템을 설치하여 현장에 맞도록 조리기개 제어 방법을 설정하고, 실제 차량이 통행하는 상황에서 인식율과 미 인식을 파악했다. (그림 6)은 김포공항 국내선 주차장 입구에 설치된 차량번호판 자동인식기의 외부 밝기에 따른 목표 밝기 값 설정치를 보여준다. CdS값은 0~4095까지의 값을 가지며 200이하의 값은 야간이거나 구름이 많이 낀 상태를 의미한다. 이때는 목표 밝기 값을 높게 설정해도 외부가 너무 어두워서 조리기개를 전부 열어도 목표치까지 도달하지 못하므로 내장된 조명의 도움을 받아서 처리한다. 2500보다 높은 구간은 외부 밝기가 밝음을 의미하며, 보통은 이런 경우 조리기개를 닫아야 하지만 제안한 시스템에서는 이 구간이 역광이므로 오히려 목표 밝기 값을 더 높게 설정한 것을 볼 수 있다.

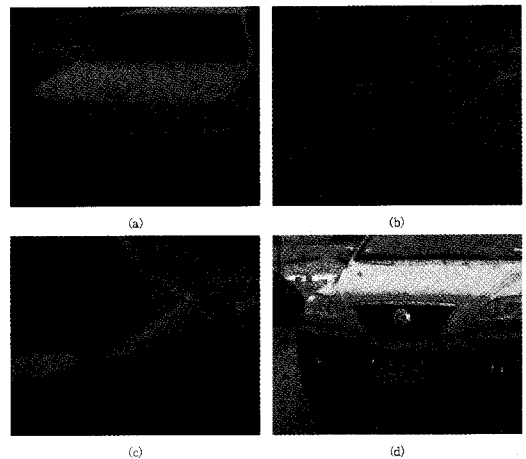
(그림 7)은 설치한 시스템으로 하루 동안 인식된 결과를 도표로 나타낸것인데,, 실제 차량 중 횡렬 신형 번호판을 장착한 차량은 제외시켰다. 인식률은 $447/451=99.1\%$ 로 나타났으며, 미 인식 차량이 4대가 발생했다. (그림 8)는 미 인식된 영상을 보여주는데 (a), (b), (c)는 차량 번호판이 앞차에 가리거나 차량이 진입로 바깥으로 진입하면서 차량의 측면이 획득된 경우이다. (d)는 차량 번호판은 정상대로 획득되었지만 번호판 자체의 흠집으로 인해 미 인식된 경우를 보여준다. 실험 결과는 밝기가 적당하지 못해서 인식에 실패한 경우는 없음을 보였으며, 이는 제안하는 조리기개 제어방법과 밝기 변환의 효과를 나타낸다. 이 중에는 획득영상은 미처 적절한 밝기를 추종하지 못한 경우에도 밝기 변환 과정을 통해 인식에는 성공한 영상도 일부 포함되어 있다.



(그림 6) 외부 밝기에 따른 목표 밝기 값 설정 비교표



(그림 7) 차량 번호판 자동 인식 결과



(그림 8) 미인식된 영상

- (a) 번호판 가림, (b) 번호판 가림
- (c) 번호판 가림, (d) 번호판 흠집

4. 결 론

도로의 과속위반 단속용 무인 카메라에만 사용되던 차량 번호판 인식 시스템이 신호위반, 정지선 위반에서부터 주차장의 출입 통제 및 보안을 위한 시스템까지 사회가 고도화되면서 다양한 방향으로 사용되고 있다. 여기서 중요한 사항은 갈수록 높은 인식률을 필요로 한다는 사실이다. 도로에 설치된 무인 과속 위반 카메라는 위반 차량에 대해서만 인식을 하면 되지만, 주차장의 경우에는 출입하는 모든 차량을 인식하면서도 아주 높은 인식률을 필요로 한다.

차량 번호판의 인식률을 높이기 위해서는 차량 번호판 인식 알고리즘뿐 아니라 조리개의 효과적인 제어를 통한 적절한 밝기의 영상 획득이 선행되어야 한다. 제안한 조리개 제어방법 및 밝기 변환 과정은 차량 번호판 인식 시스템이 설치된 현장의 구조물과 일출, 일몰 시간 등 여러 가지 변수에 대해 실험적으로 조리개를 제어하는 방법을 설정하면 일반 자동 아이리스를 사용한 시스템에서는 추종에 실패했던 상황을 극복하여 적절한 밝기의 영상을 얻을 수 있음을 실험을 통해 확인했으며, 조리개가 미처 추종하지 못한 상태에서 얻어진 일부 영상의 경우에는 밝기 변환 과정을 통해 인식 가능한 밝기의 영상으로 변환이 가능함을 시뮬레이션을 통해 보이고 실제 구현 및 실험 데이터를 통해 이를 검증하였다.

앞으로의 연구를 통해 좀 더 편하고 정확한 방법으로 주위상황을 인지하고, 그에 따른 조리개의 운용방법을 자동화할 수 있는 방법을 모색하여 보다 손쉽게 차량 번호판 인식 시스템이 설치 가능하도록 하면, 향후 차량 번호판 인식을 이용한 무인 자동화 시장이 더 빠른 속도로 확산될 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] 권 영탁, 소 영성, 최 병호, 조 용범, “영상검지를 위한 새로운 아이리스 제어방법 및 하드웨어 구현”, 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, Vol. 28, No.1, pp 571~573, 2001년.
- [2] 이 병화, 박 종일, 이 상화, “영상기반 재조명을 위한 전반사와 난반사 성분의 분리”, pp 37~42.
- [3] 윤 덕로, 최 주행, 정 정화, “퍼지이론을 이용한 캠코더의 오토 아이리스에 관한 연구”, 씨에이디, 전자계산, 반도체, 재료 및 부품 합동 학술발표회 논문집, pp 38~41, 1991년.
- [4] 전 병태, 윤 호섭, “신호처리 기법을 응용한 차량 번호판 추출방법”, 전자공학회논문지 제 30권, pp 92~101, 1993년 7월.
- [5] 최 상원, “Developing a Sunshine Duration Calculation Program in connection with a CAD Software”.
- [6] R. O. Duda, P. E. Hart, “Use of the Hough transformation to detect line and curve in pictures.” Comm. ACM, 15, No 1, pp 11~15, 1972.

저자약력



곽한섭

1996년 부산대학교 전자공학과(학사)
1998년 부산대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1999년~2001년 시원테크 주식회사 주임연구원
2001년~현재 (주)인팩 책임연구원
2006년~현재 부산대학교 대학원 전자공학과(공학박사 재학)

관심분야 : 차량 번호판 인식, 카메라 시스템, 지폐 정사기,
임베디드 시스템, DSP, 신호처리

이 메 일 : hskwak82@korea.com



강연인

1984년 동아대학교 전자공학과(학사)
1995년 부산대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
2000년 부산대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
1983년~1989년 삼성전자(주) 기술연구소 주임연구원
1989년~1991년 삼성중공업(주) 기계전자연구소 선임연구원
1991년~1994년 IGM Robot Co., Ltd., Managing Director
1994년~2001년 하나정보기술(주) 상무
2001년~현재 (주)인팩 대표이사
이 메 일 : jiwon123@chol.com