
영상분할을 이용한 효율적인 주차검출

남기환* · 배철수*

An Efficient Vehicle Parking Detection Method Using Image Segmentation

Kee-hwan Nam* · Cheol-soo Bae*

요 약

그레이 스케일 이미지를 이용한 차량 감지 방법은 주차장에서 빈 공간으로 진입하는 차량의 안내나 기타 유사한 목적들을 위해 제안되고 있다. 본 논문은 그레이레벨 이미지를 이용하여 주차여부를 확인하고, 주차공간을 분석하는 방법을 제안한다. 실험결과로써 각기 2일 동안 새벽부터 해질녘까지 야외 주차장을 이용하여 획득한 129개의 영상을 이용하여 실험한 결과 98.7%의 성공률을 나타내었다.

Abstract

A method of individual vehicle detection using gray scale image acquired from a high position is proposed for guidance of incoming vehicles to vacant cells in a parking lot and other similar purposes. With the proposed method, each image region corresponding to a cell is fragmented according to density(gray level), and the distribution of segment area is analyzed to decide if a vehicle is present. The proposed method was tested on an actual outdoor parking lot during 2 days with different weather conditions from sunrise through sunset.

키워드

parking detection, image segmentation.

1. 서 론

주차장에서 빈 공간을 모니터링하는 기술은, 주차공간의 효율적인 사용이나 또는 대도시, 고속도로같이 교통이 혼잡한 곳에서 유용하게 사용될 수 있다. 이에 따른 자동 주차장모니터링 기술은 다음과 같이 두 가지로 구분할 수 있다.

① 출입하는 차량의 숫자를 세어 전체 주차장의

점유율을 파악하는 방법

② 각 공간에서 차량의 존재를 확인하는 방법

먼저 전자의 방법은 다양한 센서를 필요로 하는 반면에 후자의 방법은 높은 위치에 CCTV카메라를 설치하거나 각 영역에 초음파나 자석센서를 이용하여 비교적 넓은 지역을 적은 수의 카메라로 감당할 수 있는 장점이 있다[1][2]. 또한 영상을 이용한 차량검출 방법으로 구성요소의 외형적 특징을 이용하여 참조이미지나 순간포착을 이용한 움직임궤도 검

*관동대학교

출과 같은 다양한 기술들이 개발되었다. 기존의 연구방법에서 참조 이미지 혹은 추적경로에 기초한 방법은 사용중인 주차장에서 참조 이미지를 획득하거나 업데이트 하는 것이 어렵기 때문에 실용적이지 못하며[3][4], 순간포착을 이용한 방법은 참조 이미지를 얻을 수 없는 반면에 야간에도 조명을 이용하여 수행될 수 있지만 차량의 움직임에 따른 빠른 처리속도가 요구된다[5][6][7][8]. 차량을 감지할 때 이미지는 공간을 구분하는 흰색선이 차량에 의해 숨겨진 지점에서 포착되며, 차량당 많은 픽셀이 필요하기 때문에 많은 주차장을 감시하는 것은 어렵다. 현재의 연구는 각 주차공간마다 점유 유무에 대한 체크 방법의 발전에 초점을 맞추고 있다.

본 논문은 실시간 주차검출에 적합한 주차 모니터링 방법으로 그레이레벨 영상을 이용하여 주차 여부를 확인하고, 주차공간을 분석하는 방법을 제안한다.

II. 주차검출 방법

주차장영상은 근접한 빌딩 옥상이나 높은 가로 등에 설치된 비디오카메라를 통해 포착되었다. 이 같은 방법으로 주차 공간의 전 영역이 보여 진다고 가정하고, 장시간 동안 한곳에 머물러 있지 않거나 출입하는 차량들은 실험과정에서 제외하였다. 제안한 방법은 야외 주차장을 위한 것이기 때문에 차량검출 시 다양한 기후조건을 포함하며, 야간의 경우에 이미지포착을 위한 충분한 조명이 있어야 한다. 그림1에 주차검출 시스템을 나타내었다.

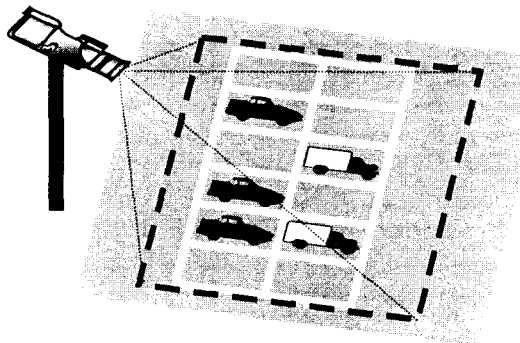


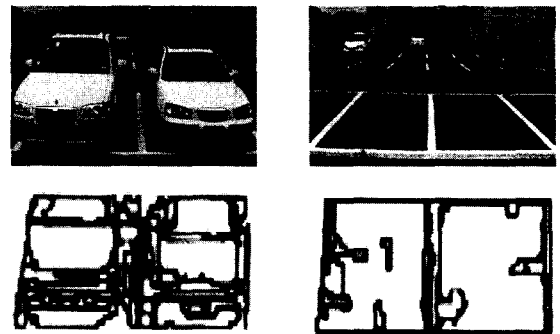
그림 1. 주차검출 시스템
Fig. 1 Parking lot monitoring system

자동차는 다양한 모양과 구성요소를 가지고 있다. 즉 차량의 외관, 창문, 전조등, 범퍼, 번호판 등

의 여러가지 구성요소를 가지고 있으며, 이 같은 구성요소들을 이미지 상에서 일반적으로 색상(color), 비중(density), 형태(texture)와 같은 공통의 특성을 나타내는 부분으로 표현된다. 본 논문은 그레이 레벨의 비중을 이용하여, 만약 모든 구성요소가 비슷한 비중의 부분으로 표현된다면 그 부분은 점유된 공간에 다량 존재해야 하며, 반대로 빈 공간들은 흰색 선, 빌딩 그림자나 옹덩이가 있더라도 특성은 거의 영향을 주지 않는다. 이 같은 원리에 근거하여 주차 공간의 이미지는 그레이레벨에 의해 분할되고, 비교적 작은 분할이 많이 일어날 때 주차공간이 점유된 것으로 보고, 그렇지 않으면 공간이 비었다고 판정하게 된다. 이 같은 접근방법은 다음의 방식으로 수행되었다. 먼저 식(1)에서 g 는 이미지상에서 다수의 작은 영역을 제공하는지를 결정한다.

$$g = \sum_{k=1}^n k S_k \quad LSLANT \quad \sum_{k=1}^n S_k \quad (1)$$

여기서 n 은 분할의 총 수를 나타내고, S_1, S_2, \dots, S_n 분할된 영역이 감소하는 순서를 나타낸다. 다음으로 g 의 특성을 보면 분할된 영역이 일정할수록 g 는 높아지며, 최대한 가장 높은 $g=(n+1)/2$ 는 S_1 에서 S_n 의 모든 영역이 같을 때 얻어진다. 반대로, 1은 가장 작은 값 S_2 에서 S_n 의 영역이 S_1 보다 작을 때 얻어진다. 본 논문에서 차량의 감지는 형태, 창문, 전조등과 같은 다양한 구성요소를 사용하여 수행되었고, 분할단계가 각 구성요소에 대응되도록 매개변수를 조절하였다. 그림 2는 실험에서 g 를 나타낸 것으로 주차장에서 빈 공간과 점유된 공간의 영상, 그리고 분할된 결과를 나타낸 것이다.



A B C D
그림 2. 주차공간에서의 영상분할
Fig. 2 Sample images of parking cells

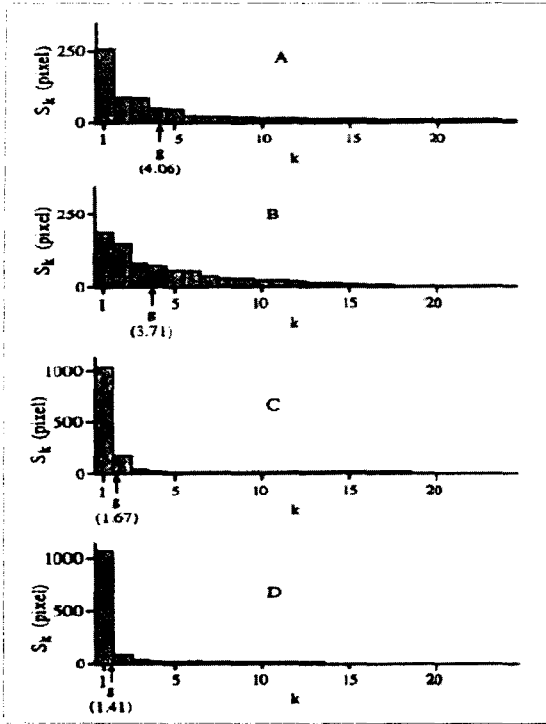


그림 3. g에 의한 영역분할의 분포
Fig. 3 Score g of each parking space

분할은 흰색 선으로 구분된 영역 안에서 일어나며, 그림 2에서 이미지분할 영역의 분포는 이미지 A, B의 경우, 공간이 점유되면 수많은 작은 분할들이 생기는 반면, 이미지 C, D의 경우는 비교적 공간의 대부분을 차지하는 큰 분할이 생기는 것을 볼 수 있다. 이때, 분할의 수는 차량으로 점유된 공간인 이미지 B와 빈 공간 이미지 C 사이에 크게 다르지 않다. 그러나 점유공간 B의 경우, 차량의 구성 요소에 상응하는 수많은 작은 분할이 있는 반면, 빈 공간 C의 경우는 비교적 큰 크기의 분할과, 흰 선과 표면 불규칙성에 의한 작은 분할이 있으므로, g는 전자의 경우에 높고, 후자의 경우에는 다소 낮다. 따라서 g는 자동차 감지에서 확실한 기준으로 쓰여 질 수 있다. 그림 3은 그림 2에서의 영상분할로서 각각 수평, 수직의 좌표축에서 k열과 S_k영역으로 나타내었다.

III. 실험

1. 실험방법

실험방법으로 최적의 결과를 낼 수 있는 문턱치 값 g_{th}를 알아낸 다음, 오전5시부터 저녁7시까지 2일 동안 20분 간격으로 총 129개의 영상을 사용하였고, CCTV카메라는 지상에서 약 20m 높이의 근접한 건물 옥상에 30°각도로 설치하였으며, 촬영범위는 폭 25m, 길이 40m로 41개의 주차공간이 포함되게 하였다. 실험에 사용된 영상의 예를 그림 4에 나타내었다. 그림 4를 보면, 처리지역은 흰색 선으로 구분된 부분 즉, 주차공간11~21, 33~40으로 한정되었고, 공간 0~10, 22~32 등은 11~21, 33~40에 주차된 차량의 그림자를 피하기 위해 배제하였다. 또한 야간에는 주차장의 조명을 주차공간의 위치에 따라서 2~100 lux로 조절하였다.

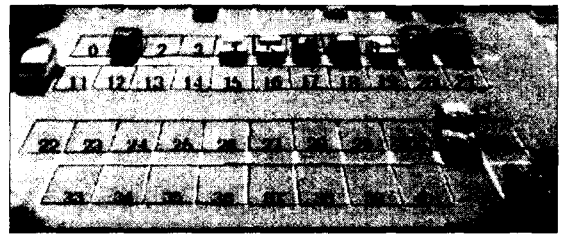


그림 4. 실험에 사용된 주차장영상
Fig. 4 Sample image of parking lot used for experiments

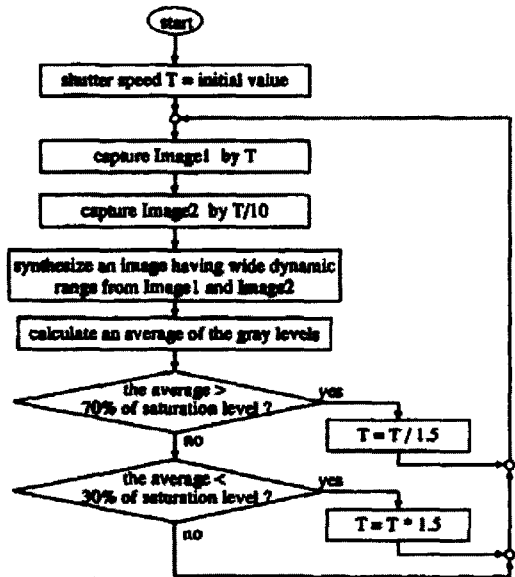


그림 5. 영상획득의 순서도
Fig. 5 Flowchart of image acquisition

이 같은 시스템으로 각기 다른 셔터 속도에서 CCD카메라에 포착된 두 가지 이미지의 조합을 통해 역학적인 범위를 수용하는 영상을 획득하였으며, 셔터속도 비율은 10에 맞추었다. 그림 5에서처럼 조합된 이미지의 평균 비중이 포화레벨의 70%를 넘었을 때 셔터 속도는 한단계 높아지고, 반대로, 평균 비중이 포화레벨의 30%아래로 떨어졌을 때, 셔터속도는 한 단계 낮아지게 되어 다양한 조명을 수용하게 하였다. 실험에서 픽셀값은 그레이스케일이(0-255) 영상에서 광도대수에 비례하여 설정되며, 이미지 분할은 이 그레이스케일 영상을 이용하여 수행되었다.

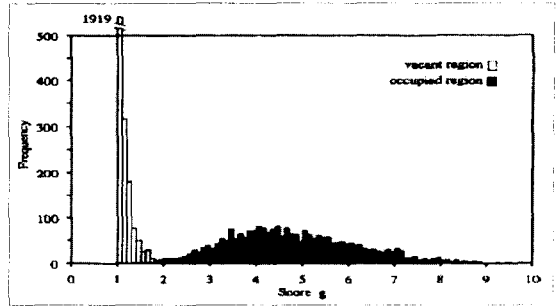
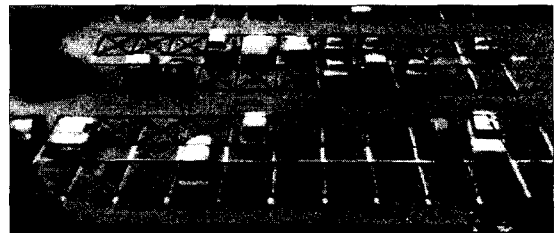


그림 6. 분할영역에 대한 히스토그램
Fig. 6 Histogram of sample data

2. 실험결과

표 1과 실험에 사용된 129개의 영상에서 획득한 5189개의 분할영역에서 g의 분포를 나타내었다. 표 1에서처럼 점유된 공간과 빈 공간의 분포는 뚜렷하게 구분되며, 문턱치값 $g_{th}=1.86$ 일 때 최고의 인식결과를 내었다. 평균 인식률은 99.42%를 나타내었고, 인식오류는 지표면의 반사나, 웅덩이와 같이 표면이 불규칙할 때 발생하였다. 그림 6은 실험에 이용된 5182개의 분할영역에서 문턱치값 g에 대한 히스토그램을 나타내며, 표 2는 실험에 이용된 샘플 데이터에 대한 최적의 문턱치값과 감지율을 보여준다.



(a) 맑은 날



(b) 흐린 날

그림 7. 실험영상의 예
Fig. 7 Sample image

표 1. 문턱치값(gth) 결정을 위한 샘플데이터
Table. 1 Sample data to determine threshold gth

Weather	Total number	Occupied	Vacant	Detection rate (gth=1.86)
Clear	3608	1552	1997	99.72 %
Cloudy	1681	995	658	98.79 %
Total	5289	2547	2635	99.42 %

표 2. 가장좋은 감지율을 얻기 위한 최적의 문턱치 값
Table. 2 Optimal threshold and best detection rate

Optimal threshold gth	Best detection rate
1.87	99.77 %
1.93	98.85 %
1.86~1.87	99.72 %

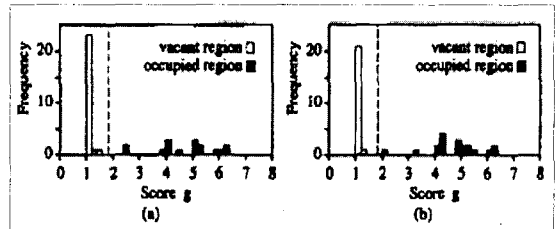


그림 8. 히스토그램 영상(그림 7)
Fig. 8 Histograms of score g (in Fig. 7)

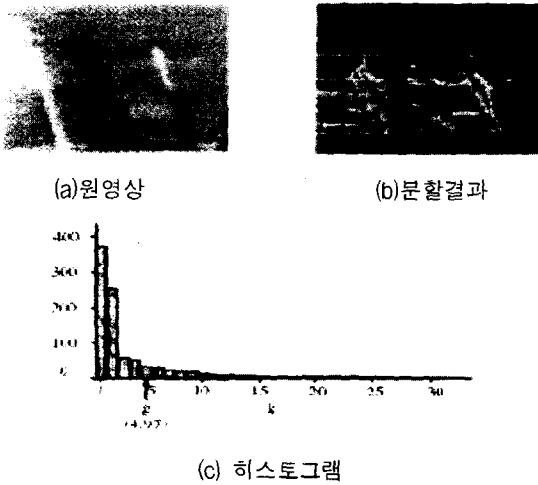


그림 9. 감지오류의 예
Fig. 9 Example of misdetection due to puddles.

그림 7에서 (a)는 맑은 날 얻어진 전형적인 영상을 나타내며, (b)는 흐린 날 촬영한 영상을 나타낸다. 또한 그림 8은 각 영상에 대한 문턱치값 g 의 빈도분포를 나타낸다. 실험에서 발생한 감지오류는 주차된 차량이 커서(미니밴) 잘못 인식된 경우나, 그림 9와 같이 어두운 색의 차량과 지표면 사이의 비증차이로 인해 잘못 인식되는 경우, 또는 기타 장애물(그림자)로 인해 영향을 받을 경우에 나타났다. 또한 저녁시간 때의 감지율이 낮 시간 보다 좋지 않게 나타났는데 그 이유는 조도가 낮기 때문이라고 사료된다.

실험에서 이미지 당 처리 시간은 약 2초 (Pentium 2GHz, 512MB메모리) 정도 소요되었고, 처리시간의 80%는 이미지 분할에 계산되어졌다.

IV. 결 론

본 논문은 차량 모니터링 방법으로 그레이레벨 이미지를 이용하여 주차여부를 확인하고, 주차공간을 분석하는 방법을 제안하였다. 실험결과로서 2일 동안 아침(오전5시)부터 저녁(오후7시)까지 야외주차장을 이용하여 실험한 결과 98.7%의 인식률을 나타내었다. 또한 실험에서 발생한 감지오류는 주차된 차량의 크기가 커서(미니밴) 잘못 인식된 경우와 지표면이 불규칙 할 경우, 또는 기타 장애물(그림자)로 인해 영향을 받을 경우에 나타났으며, 저녁시간 때의 감지율이 낮 시간 때보다 좋지

않게 나타난 이유는 조도가 낮기 때문이다. 제안한 방법은 참조 이미지와 차량의 움직임궤도 추적이 필요 없다는 장점이 있다. 또한 차량인식 이외에 장애물이나, 사람 등의 감지에도 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구과제로는 야간환경과 차량이동시에 안정적으로 차량의 주차여부를 인식할 수 있는 방법과 그림자나 표면이 불규칙할 경우 오류를 줄이는 방법 등을 들 수 있다.

참고문헌

- [1] Koizumi M, Koyama S. "Parking lot monitoring system based on image processing in Tomei Expressway", Kosokudoroto Jidoshwa 1992;35:32-40.
- [2] Takahashi Y et al. "Image recognition technology for automation of parking lot management", NTT R&D 1992;41:493-500.
- [3] Maeda E et al. "Object detection method with robustness to environmental changes", Trans IEICE 1991;74-D-II:1731-1740.
- [4] Maeda E, Ishii K. "Evaluation of principal component feature characteristics in object detection", Trans IEICE 1991;75-D-II:520-529.
- [5] Mizukoshi N et al. "Parking condition discrimination system of image processing type using a neural network model", IEEE Vehicle Navigation & Information Systems Conf, p 69-74, 1994.
- [6] Miyake M et al. "Nighttime detection of vehicles in parking lot using image processing" Road Traffic Committee of IEE Japan, RTA-91-23, 1991.
- [7] Hasegawa T et al. Counting cars by tracking moving objects in outdoor parking lot. IEEE Vehicle Navigation and Information Systems Conf, p 63-68, 1994.
- [8] Sakaida, Shinichi, Naemura, Masahide, Kanatsugu, "Moving object extraction using background difference and region growing with a spatio-temporal watershed algorithm" Systems and computers in Japan, v.33 no.12, p 11-26, 2002.
- [9] Betke, Margrit, Haritaoglu, Esin, Davis, Larry S. "Real-time multiple vehicle

detection and tracking from a moving vehicle", Machine vision and applications, v.12 no.2, pp.69-83, 2000.

저자소개

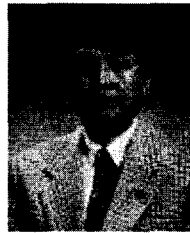


남기환(Kee-Hwan Nam)

1995. 2 관동대학교 전자통신공학과 졸업(공학사)
2000. 2 관동대학교 대학원 전자통신공학과 졸업 (공학석사)

2001.3~ 현재 관동대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정 수료

※관심분야 : 영상처리, 신호처리시스템, 영상압축



배철수(Cheol-Soo Bae)

1979. 2 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1981. 2 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1988. 8 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1981. 3~현재 관동대학교 정보통신공학부 정교수
1998. 8~2001. 2 관동대학교 창업보육센터 소장
1999. 3~2001. 5. 관동대학교 공과대학 학장
2001. 6~2003. 5. 관동대학교 평생교육원장
1989. 11~현재 한국통신학회 강원 지부장
2002. 3~현재 (새)한국공학교육인증원 평가위원
2003. 1~현재 한국통신학회 국내저널 편집 부위원장

2003. 1~현재 대한전자공학회 이사

※관심분야 : 디지털신호처리, 영상처리, 신경회로망