

# 그레이 스케일 이미지를 이용한 효율적인 주차검출 방법

종신회원 박 호 식\*, 배 철 수\*\*

## An Efficient Vehicle Parking Detection Method Using Gray Scale Images

Ho-sik Park\*, Cheol-soo Bae\*\* *Lifelong Members*

### 요 약

주차장에서 빈 공간을 분석하는 기술은 주차공간의 효율적인 사용이나 교통이 혼잡한 곳에서 유용하게 사용될 수 있다. 그러나 기존의 주차 공간 분석 방법은 실용적이지 못하거나 빠른 처리속도가 필요하다. 그래서 본 논문에서는 실시간 주차검출에 적합한 주차 모니터링 방법을 제안하고자 한다. 제안된 방법은 그레이레벨 영상을 이용하여 주차여부를 확인하고, 주차공간을 분석하는 방법을 사용하였다. 제안된 방법의 성능을 확인하기 위해 야외 주차장에서 129개의 동영상을 획득하여 실험한 결과 98.5%의 주차 공간 분석에 성공하여 제안된 방법이 주차 공간 분석에 효율적인 것을 입증하였다.

**Key Words :** Gray Scale Image, Parking Detection, Vacant Cell, Image Region, Gray Level

### ABSTRACT

Empty space in the parking lot of the parking space to analyze the effective use of technology and transportation may be useful in the jungle. However, conventional analytical methods impractical parking space or need a fast processing speed. In this paper, real-time parking, so parking monitoring methods for detection is proposed. Gray-level images using the proposed method to determine whether the parking and the parking space was used to analyze. To verify the performance of the proposed method in an outdoor parking lot 129 video capture and analysis of experimental results in 98.5% of the parking space, parking space, the success of the proposed method was proved to be effective in the analysis.

### I. 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 1) 출입하는 차량의 숫자를 세어 전체 주차장의 점유율을 파악하는 방법, 2) 각 공간에서 차량의 존재를 확인하는 방법으로 분류할 수 있다.

먼저 전자의 방법은 다양한 센서를 필요로 하는 반면에 후자의 방법<sup>[1,2]</sup>은 높은 위치에 TV카메라를 설치

하거나 각 영역에 초음파나 자석센서를 이용하여 비교적 넓은 지역을 적은 수의 카메라로 감당할 수 있는 장점이 있다. 또한 영상을 이용한 차량검출 방법으로 구성요소의 외형적 특징을 이용하여 참조이미지<sup>[3,4]</sup>나 순간포착<sup>[5,6]</sup>을 이용한 움직임검출<sup>[7,8]</sup>과 같은 다양한 기술들이 개발되었다. 참조 이미지에 기초한 방법은 사용 중인 주차장에서 참조 이미지를 획득하거나 업데이트 하는 것이 어렵기 때문에 실용적이지 못하며 순간포착을 이용한 방법은 참조 이미지를 얻을 수 없는 반면에 야간에도 조명을 이용하여 수행될 수 있지만 차량의 움직임에 따라 비교적 빠른 처리속도

\* 오산대학교 디지털전자과 (hspark@osan.ac.kr), (° : 교신저자), \*\* 관동대학교 전자통신공학과 (baecs@kd.ac.kr)  
 논문번호 : KICS2011-09-387, 접수일자 : 2011년 9월 05일, 최종논문접수일자 : 2011년 10월 14일

가 필요하다. 본 논문은 실시간 주차검출에 적합한 주차 모니터링 방법으로 그레이레벨 영상을 이용하여 주차여부를 확인하고 주차공간을 분석하는 방법을 제안한다.

## II. 주차검출 방법

주차장영상은 근접한 빌딩 옥상이나 높은 가로등에 설치된 비디오키메라를 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. 그림 1에 주차검출 시스템을 나타냈다.

자동차는 다양한 모양과 구성요소를 가지고 있다. 즉 차량의 외관, 창문, 전조등, 범퍼, 번호판 등의 여러 가지 구성요소를 가지고 있으며, 이 같은 구성요소들을 이미지 상에서 일반적으로 색상(color), 비중(density), 형태(texture)와 같은 공통의 특성을 나타내는 부분으로 표현된다. 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 웅덩이가 있더라도 특성은 거의 영향을 주지 않는다. 이 같은 원리에 근거하여 주차 공간의 이미지는 그레이 레벨에 의해 분할되고, 비교적 작은 분할이 많이 일어날 때 주차공간이 점유된 것으로 보고, 그렇지 않으면 공간이 비었다고 판정하게 된다. 이 같은 접근 방법은 다음의 방식으로 수행되었다. 먼저 식(1)에서  $g$ 는 이미지상에서 다수의 작은 영역을 제공하는지를 결정한다.

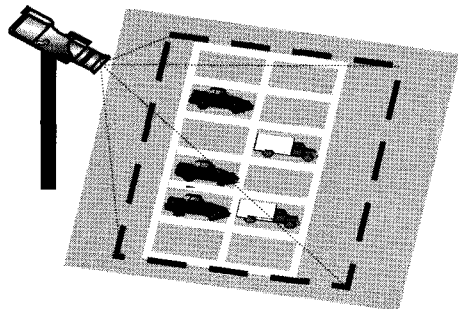


그림 1. 주차검출 시스템  
Fig. 1. Parking lot monitoring system

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

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. 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 나타냈다.

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 C사이에서 크게 다르지 않다. 그러나 점유공간 B의 경우, 차량의 구성요소에 상응하는 수많은 작은 분할이 있는 반면, 빈 공간 C의 경우는 비교적 큰 크기의 분할과, 흰 선과 표면 불규칙성에 의한 작은 분할이 있으므로,  $g$ 는 전자의 경우에 높고, 후자의 경우에는 다소 낮다. 따라서  $g$ 는 자동차 감지에서 확실한 기준으로 쓰여 질 수 있다. 그림 3은 그림 2에서의 영상분할로서 각각 수평, 수직의 좌표축에서  $k$ 열과  $S_k$  영역으로 나타냈다.

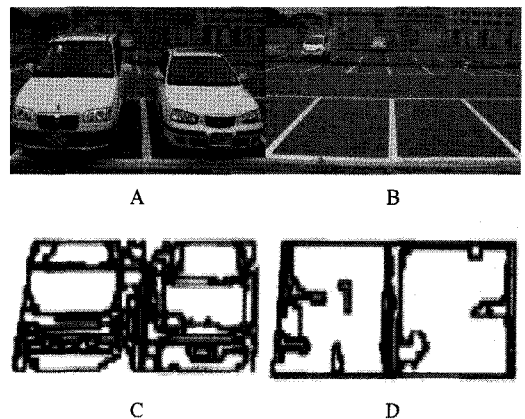


그림 2. 주차공간에서의 영상분할  
Fig. 2. Sample images of parking cells

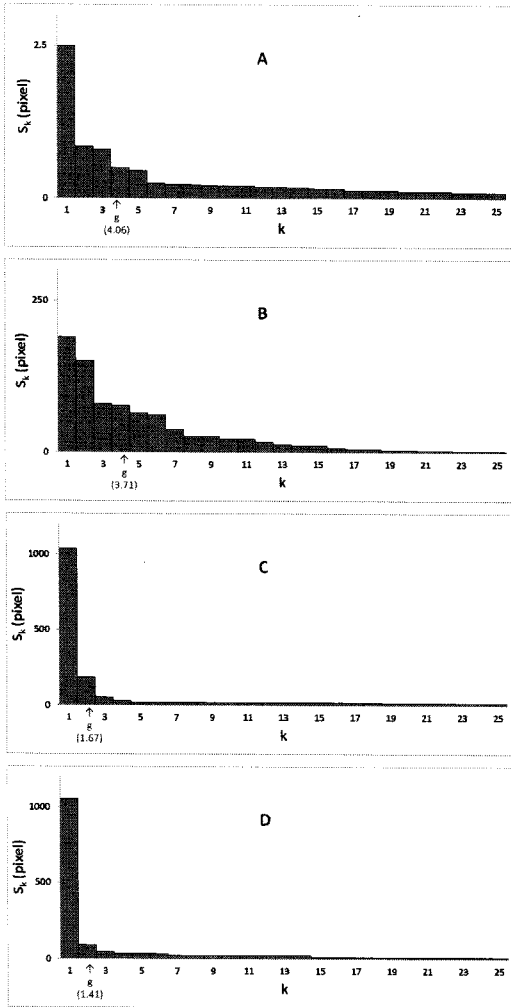


그림 3. g에 의한 영역분할의 분포  
Fig. 3. Score g of each parking space

### III. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1 실험방법

실험방법으로 최적의 결과를 낼 수 있는 문턱치값  $g_{th}$ 를 알아낸 다음, 오전5시부터 저녁7시까지 2일 동안 20분 간격으로 총 129개의 동영상을 사용하였고, TV카메라는 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 나타냈다. 그림 4를 보면, 처리지역은 흰색 선으로 구분된 부분 즉, 주차공간 11~21, 33~40으로 한정되었고, 공간 0~10, 22~32 등은 11~21, 33~40에 주차된 차량의 그림자를 피하기 위해 배제하였다. 또한 야간에는 주차

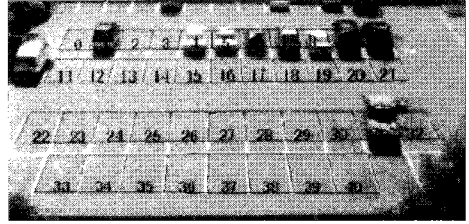


그림 4. 실험에 사용된 주차장영상  
Fig. 4. Sample image of parking lot used for experiments

장의 조명을 주차공간의 위치에 따라서 2~100 lux로 조절하였다. 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.

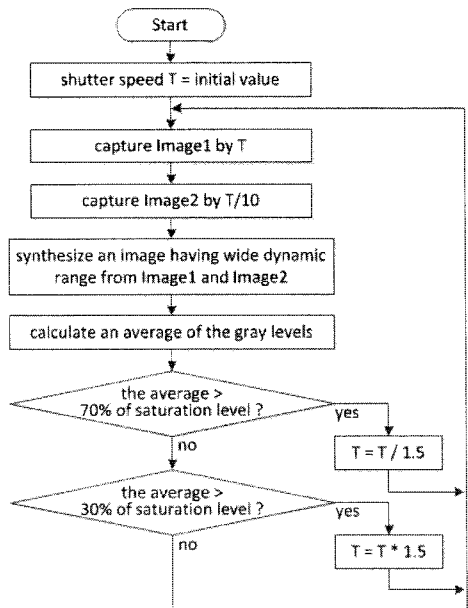


그림 5. 영상획득의 순서도  
Fig. 5. Flowchart of image acquisition

#### 3.2 실험결과

표 1과 실험에 사용된 129개의 동영상에서 획득한 5189개의 분할영역에서 g의 분포를 나타냈다. 표 1에

표 1. 문턱치값( $g_{th}$ ) 결정을 위한 샘플데이터  
Table 1. Sample data to determine threshold  $g_{th}$

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

서처럼 점유된 공간과 빈 공간의 분포는 뚜렷하게 구분되며, 문턱치값  $g_{th}=1.86$  일 때 최고의 인식결과를 나타냈다. 평균 인식률은 99.42%를 나타내었고, 인식 오류는 지표면의 반사나, 웅덩이와 같이 표면이 불규칙할 때 발생하였다. 그림 6은 실험에 이용된 5182개의 분할영역에서 문턱치값  $g$ 에 대한 히스토그램을 나타내며, 표 2는 실험에 이용된 샘플 데이터에 대한 최적의 문턱치값과 감지율을 보여준다.

그림 7에서 (a)는 맑은 날 얻어진 전형적인 영상을 나타내며, (b)는 흐린 날 촬영한 영상을 나타낸다. 그림 8은 그림 7 영상에 대한 문턱치값  $g$ 의 빈도분포를 나타냈다.

실험에서 발생한 감지오류는 주차된 차량이 커서 (미니밴) 잘못 인식된 경우나, 그림 9와 같이 지표면이 불규칙 할 경우, 또는 기타 장애물(그림자)로 인해 영향을 받을 경우에 나타났다. 또한 저녁시간 때의 감지율이 낮시간 보다 좋지 않았게 나타났는데 그 이유

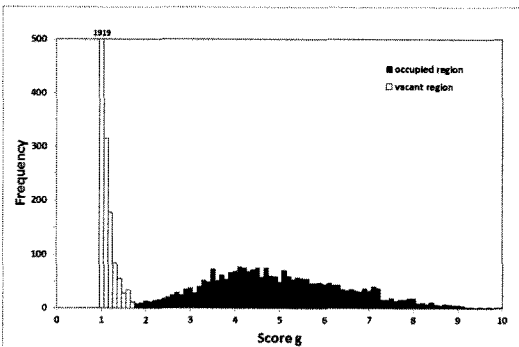
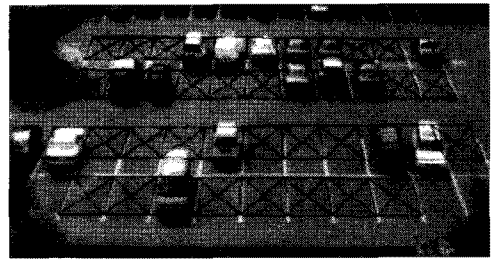


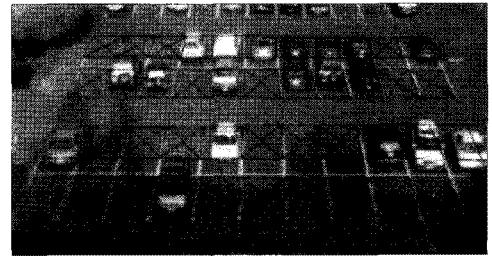
그림 6. 분할영역에 대한 히스토그램  
Fig. 6. Histogram of sample data

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

Optimal threshold $g_{th}$	Best detection rate
1.87	99.77 %
1.93	98.85 %
1.86~1.87	99.72 %

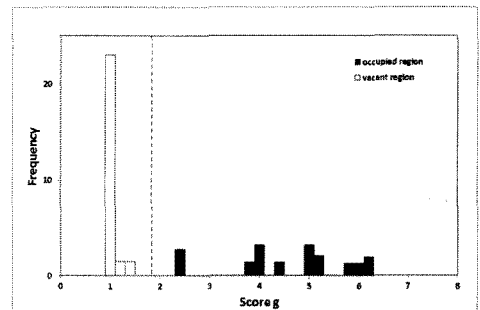


(a) 맑은 날

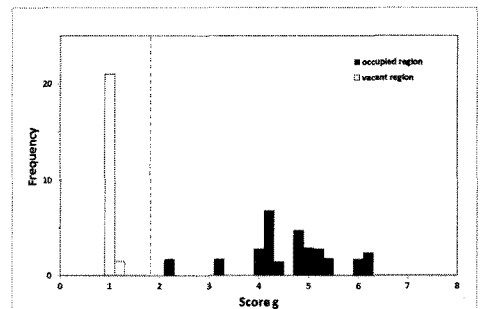


(b) 흐린 날

그림 7. 실험영상의 예  
Fig. 7. Sample image



(a)



(b)

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

는 조도가 낮기 때문이라고 사료된다.

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

소프트웨어는 Windows XP 환경에서 Visual C++을 사용하였다.

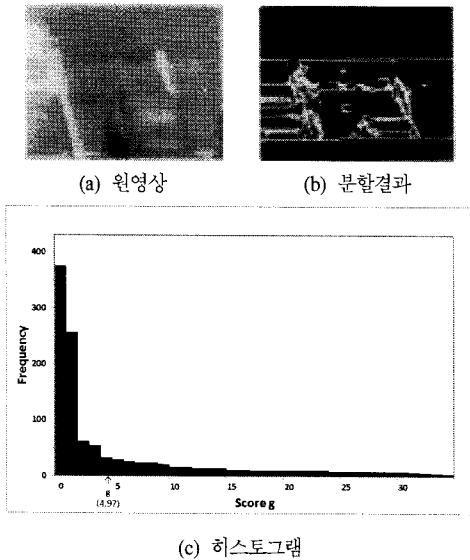


그림 9. 감지오류의 예  
Fig. 9. Example of mis-detection due to puddles.

#### IV. 결 론

본 논문은 차량 모니터링 방법으로 그레이레벨 이미지를 이용하여 주차여부를 확인하고, 주차공간을 분석하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법의 성능을 확인하기 위해 2일 동안 아침(오전5시)부터 저녁(오후7시)까지 야외 주차장에서 129개의 동영상을 획득하여 실험한 결과 98.5%의 주차 공간 분석에 성공하여 제안된 방법이 주차 공간 분석에 효율적인 것을 입증하였다. 또한 참조 이미지와 차량의 움직임에도 추적이 필요 없다는 장점이 있다. 또한 차량인식 이외에 장애물이나, 사람 등의 감지에도 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구과제로는 야간에서 보다 안정적으로 차량의 주차여부를 인식하는 방법이나 그림자나 표면이 불규칙할 경우 오류를 줄이는 방법 등을 들 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Koizumi M, Koyama S. "Parking lot monitoring system based on image processing in Tomei Expressway", *Kosokudoroto Jidosha* 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; J74-D-II: 1731-1740.
- [4] Maeda E, Ishii K. "Evaluation of principal component feature characteristics in object detection", *Trans IEICE* 1991; J75-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*, pp. 69-74, 2002
- [6] Miyake M et al. "Nighttime detection of vehicles in parking lot using image processing" *Road Traffic Committee of IEE Japan, RTA-91-23*, 2003
- [7] Hasegawa T et al. Counting cars by tracking moving objects in outdoor parking lot. *IEEE Vehicle Navigation and Information Systems Conf*, pp.63-68, 2005
- [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*, Vol.33, No.12, pp.11-26, 2007
- [9] Betke, Margrit, Haritaoglu, Esin, Davis, Larry S. "Real-time multiple vehicle detection and tracking from a moving vehicle", *Machine vision and applications*, Vol.12, No.2, pp.69-83, 2009.

**박 호 식 (Ho-Sik Park)**

종신회원



1994년 2월 연세대학교 의용전자공학과 졸업 (공학사)

2001년 2월 관동대학교 대학원 전자통신공학과 졸업 (공학석사)

2005년 2월 관동대학교 대학원 전자통신공학과 졸업 (공학박사)

2008년 3월~현재 오산대학 디지털전자과 교수  
<관심분야> 영상처리, 임베디드시스템, 의용공학

**배 철 수 (Cheol-Soo Bae)**

종신회원



1979년 2월 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1981년 2월 명지대학교 대학원 전자공학과졸업 (공학석사)

1988년 8월 명지대학교 대학원 전자공학과졸업 (공학박사)

1999년 3월~2001년 5월 관동대학교공과대학 학장

2001년 6월~2003년 8월 관동대학교 평생교육원장  
1981년~현재 관동대학교 전자정보통신공학부 교수  
<관심분야> 영상처리, 신호처리시스템, 영상압축