

참조 템플릿 기반 실시간 이동체 영상을 이용한 대안적 탐지 방안 - 주차관리시스템을 대상으로

Alternative Tracing Method for Moving Object Using Reference Template in Real-time Image - Focusing on Parking Management System

주용진¹⁾ · 강이슬²⁾ · 함창학³⁾

Joo, Yong Jin · Kang, Lee Seul · Hahm, Chang Hahk

Abstract

As the number of vehicles has been sharply increases, the significance of safety and effective operation issues in the parking lot is being emphasized, which takes a part of the transportation system. Recently, there have been several studies for the parking management by detecting moving object, however, recognizing numbers of fast-moving vehicles simultaneously in the picture is still a challenging problem. The parking lot in public area, or large-sized buildings has clear parking section, whereas the sensor system is configured to monitor a plurality of parking spaces. Therefore, by considering those parking lots, we suggested to develop the real-time parking availability information system by applying the real-time image processing techniques. with the help of template matching. Following the study, we wanted to provide the alternative method for parking management system through the reference template makers by recognizing movements of parked vehicles with the size and shape, regardless of direct detecting of driving movements. In addition, we evaluated the applicability and performances of the information system, presented in this study, and implemented a prototype system to simulate the parking statuses of each floor. In fact, it was possible to manage and analyze statistics about the total number of parking spaces and the number of vehicles parked through real-time video frames. We expected that the result of the study will be advanced, following the user-friendliness and cost reduction in operating parking management system and giving information by efficient analysis of parking situation.

Keywords : Parking Space Vacancy Detection Systems, Computer Vision, Template Matching, Moving Object

초 록

주차장은 교통시스템의 일부분으로, 최근 차량이 급증하면서 주차장의 안전성과 효율적 운영이 중요해 지고 있다. 이동 차량을 탐지하여 주차 현황을 안내하기 위한 다양한 연구가 진행되어 왔지만 영상 내에 빠르게 이동하는 다수의 차량을 동시에 탐지하는 것은 여전히 도전적인 문제이다. 이에 본 연구에서는 공영 주차장이나 대형 주차장에 주차 구역이 분명하고 주차 구역 내에 감시 카메라가 설치되어있는 것에 착안하여, 참조 템플릿 기반 실시간 영상처리 기법을 이용한 무인 주차 가용 정보 제공 및 안내 시스템을 개발하고자 하였다. 즉, 주차 공간 내에 참조 표식 마커로써 주차 중인 차량의 움직임과 상황을 인지하여 차량의 크기, 형태 등 직접적인 탐지 여부에 관계없이 주차 관제가 가능한 대안적 방법을 제시하였다. 또한, 주차 정보와 층별 주차 현황을 시뮬레이션하기 위한 프로토타입 시스템을 구현하여 본 연구에서 제시한 방법론의 실제 적용 가능성을 검토하고 성능 분석을 수행하였다. 결과적으로 실시간 영상 정보를 처리하여 주차장의 총 주차 공간 수, 주차된 차량 수와 같은 주차장 통계 정보의 저장·관리가 가능하였다. 향후, 본 연구 결과는 주차 상황 분석을 통해 주차 관리를 체계적이고 효율적으로 운영하는데 있어 비용 절감과 사용자 편의를 보다 증진시킬 수 있을 것으로 기대된다.

핵심어 : 주차 공간 가용 탐지 시스템, 컴퓨터 비전, 템플릿 매칭, 이동 객체

Received 2014. 10. 07, Revised 2014. 10. 20, Accepted 2014. 10. 29

1) Member, Dept. of Aerial Geoinformatics, Inha Technical College (E-mail: jyj@inhatc.ac.kr)

2) Dept. of Geoinformatic Engineering, Inha University (E-mail: dltof_1012@naver.com)

3) Corresponding Author, Member, Dept. of Aerial Geoinformatics, Inha Technical College (E-mail: chhahm@inhatc.ac.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

주차장은 교통 시스템 일부로 차량이 급증하면서 주차관리 안전성과 효율성이 더욱 중요해지고 있다. 초·고층 복합 건축물에서 주차 가능 구역을 찾기 위한 운전자의 검색 운행 시간이 길어짐에 따라 시간과 연료의 낭비를 초래하는 일이 발생하고 있다. 일반적으로 차량 주차는 운전자의 시각과 경험에 의해 행하여지지만, 최근 각종 감지기를 통해 정확한 거리 측정과 공간 확보가 가능하고 주차를 보다 신속하고 안전하게 할 수 있게 되었다. 하지만 여전히 초기 설치와 유지비용이 고가라는 한계로 인하여 사람이 주차 가능 여부를 판단하여 안내하는 형태가 이어지고 있다. 주차 차량에 대한 안전 및 도난 사고가 빈번하게 발생함에 따라 감시 카메라와 디지털 영상 처리 기술을 도입하여 이러한 문제를 해결하려는 시도도 있다(Bong *et al.*, 2008).

본 연구에서는 공영 주차장이나 대형 주차장에 주차 구역이 분명하고 주차 구역 내에 감시 카메라가 설치되어있는 것에 착안하여, 실시간 영상 처리 기법에 기반을 둔 무인 주차 가능 정보 제공 및 안내 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 본 연구에는 비용과 가용성 측면에서 기존 주차 구역에 설치된 카메라 인프라를 활용하고 이동 차량의 직접적인 탐지보다는 주차 공간의 표식 마커를 인식하는 템플릿 매칭에 기반을 둔 실시간 영상 처리 기법을 제안하였다. 또한 카메라의 대용량 이미지 데이터를 가공하여 출입 중인 이동 차량을 검출하고, 주차 가능 공간을 시각화하여 이를 실시간 영상 서비스 및 주차 현황 정보를 제공하는 프로토타입 시스템을 구현하였다. 전체적인 연구 내용 및 방법에 대한 절차는 아래 Fig. 1과 같다.

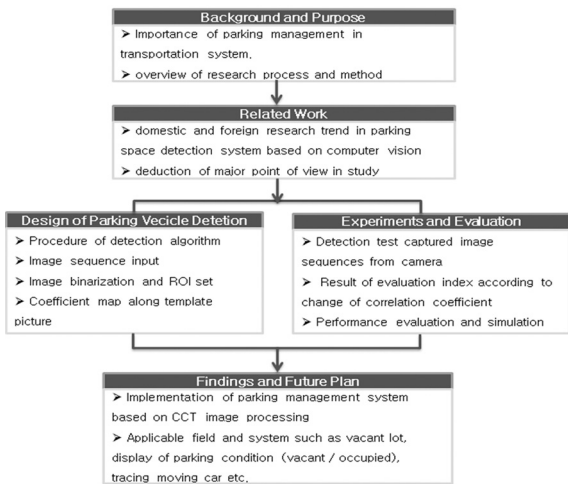


Fig. 1. Overview of study procedure

2. 관련 연구

2.1 국내외 연구 동향

이동 차량을 참조 영상으로 주차장 탐지에 활용한 연구에서는 정지 이미지(stationary image)내 도로 표면 밝기 변화와 시간차 이미지(time differential images) 등을 통해 연속적인 이미지 사이에 이동 차량을 탐지하고자 하였다 (Maeda and Ishii, 1992; Ueda *et al.*, 1991; Hasegawa and Ozawa, 1994). Seo *et al.*(2008)은 주차장을 드나드는 차량의 번호판을 실시간 영상으로 취득 후 차량 번호를 추출하여 비어있는 주차 공간에 입차를 유도하고 실시간 감시 동영상을 통해 주차장 내에서의 차량 사고로 인한 분쟁을 해결 할 수 있는 시스템을 개발하였다. Lee (2009)는 주차장에 설치된 카메라를 이용하여 이동하는 객체들을 추적하고 이동체의 기하학적 정보를 이용하여 차량 위치를 파악하는 웹기반 주차관리 시스템을 제시하였다. Lee *et al.*(2012)는 RFID(Radio Frequency Identification)와 USN (Ubiquitous Sensor Network)기반 스마트 폰을 이용한 주차관리 시스템을 설계하여 차량통제, 번호인식, 차량등록, 주차상황, 주차유무, 자가 차량 위치 확인 및 앱 연동 등 방안에 관한 연구를 진행하였다.

Frank and Lee(2012)는 스마트 폰의 내장 감지기와 지도를 사용하여 차량 위치 추적 방안을 제시하였다. Bong *et al.*(2008)은 기상 상황과 조명 변화에 따른 통합적 영상 처리 알고리즘을 제시하고 주차장 점유 정보를 획득하기 위한 방안을 제시하였다. Idris *et al.*(2009)은 무선 센서 네트워크(WSN : Wireless Sensor Network)기반 가용 주차 안내 및 경로안내 시스템을 제시하였다. 보안 감시 CCTV는 가용 주차 공간을 식별하는 센싱 노드로 활용되고, 캡처 된 영상 이미지는 마이크로 컨트롤러를 통해 처리된다. 또한 지그비를 통해 가용 주차 공간에 대한 공급 상태를 전송하고 이를 중앙 컴퓨터에서 저장 관리하도록 하였다.

Yusnita *et al.*(2012)은 영상 탐지를 위한 참조 이미지로서 각 주차장 구역 내에 등근 이미지를 탐지하여 센서 기반 영상처리와 이동체 사용을 대체하는 방법을 제안하였다. Chowdhury and Zahir(2013) 연구에서는 차량 번호판 이미지 데이터베이스를 분석하여 결계 과정을 최적화하고 번호판의 영상을 검출하여 운전자의 사진과 유사한 데이터베이스에 저장하는 방식을 제안하였다. 이밖에도 카메라를 사용하여 캐니 연산(canny operator method) 또는 경계 조건 방법(boundaries condition method)을 통한 참조 영상 탐지 방안을 제시한 연구들이 있다(Bin *et al.*, 2011; Yusnita *et al.*, 2012).

2.2 본 연구 차별성

대부분 현재까지 제안된 방법들이 주차장 입구와 출구 지점에서 감지기와 컴퓨터 비전을 응용하여 주차 차량을 탐지하거나 주차 공간을 예측하고 있다. 이때 일부 알고리즘은 이동 차량에서 스테레오 비전을 계산하여 모델링에 막대한 계산량을 요구하여 실효성이 떨어지기도 한다(Lee, 2009). 또한 움직이는 차량(moving car)을 참조 이미지로 주차 구역을 탐지하는 연구의 경우 정지 객체로부터 이동체를 추출하기 위한 방법들이 제시되었다. 하지만 이동체는 이미지 내에 많은 지역에서 동시에 탐지되며 특히 빠른 속도로 이동하는 객체의 움직임을 탐지하는 것은 어려운 문제로 인식된다(Banerjee *et al.*, 2011). 또한 차량이 한 지점 이상을 차지하거나 주차장이 다양한 주차 공간 유형을 가지는 경우 오류를 발생시킬 수 있다.

이에 본 연구에는 비용과 가용성 측면에서 기 설치된 주차 구역의 영상 장비와 기반 시설을 최대한 활용하되, 이동체의 직접적인 탐지 대신 참조 템플릿 기반 실시간 영상처리 기법을 제시하여 대안적 이동체 인식과 추정차 관리 방안을 제시하였다. 다시 말해 기존 연구가 단순히 근거리 센서에 의한 정보 획득과 카메라 정확도 향상에 주안을 두었다면, 본 연구는 기 구축된 카메라 영상 시설을 기반으로 영상처리 기법과 실시간 데이터 관리기법을 적용시킨 주차 현황(입·출차)과 추정차 관리에 보다 특화된 이동체 검출 방법론이다. 또한 카메라를 이용한 이동 객체 탐지 및 주차 공간 인지를 위한 알고리즘은 공간정보와 컴퓨터 비전 기법을 융합한 새로운 형태의 차

량 위치 탐지 및 관리 기법이라 할 수 있다.

결국 카메라의 대용량 이미지 데이터와 차량 위치 정보를 결합하여 실내의 주차 공간상의 객체 검출과 주차 상태 등을 실시간으로 확인할 수 있고 이에 대한 신속한 관리가 가능하다. 이는 도로 및 도로 주변 시설물, 교통정보를 정확하고 경제적으로 취득하여 효율적으로 유지 및 관리할 수 있는 기술로써, 차량 출입과 이동 정보를 실시간 모니터링 하여 주차 시설에 대한 변화를 탐지 할 수 있고 이를 반영하여 주차 가용 정보의 갱신을 동시에 수행하므로 시간과 비용, 인력이 절감될 수 있다.

3. 추정차 차량 탐지 방안 설계

3.1 탐지 알고리즘 개요

본 연구에서 제안된 방법은 주차장의 입구 지점에 설치된 카메라로부터 촬영된 대용량의 이미지 시퀀스를 대상으로 한 영상 패치 기반 탐지 알고리즘이다. 추정차 차량 유무의 판단은 영상 패치를 이용한 템플릿 매칭 기법⁴⁾을 적용하였다. 제안된 주·정차 차량의 탐지 알고리즘 수행 절차는 Fig. 2와 같다. 우선, 차량의 주차 유무를 판단하기 위해 주차 구역을 나누어 구역 내 마커(인식물)가 표시된 이미지 시퀀스를 입력받는다(Step 1). 이때 매칭에 사용된 마커는 탐지 객체를 담고 있는 유사한 형태의 영상이다. 두 번째 단계로 명암 대비를 통해 배경과 템플릿 구분하고 잡음 제거를 위해 임계값을 이용

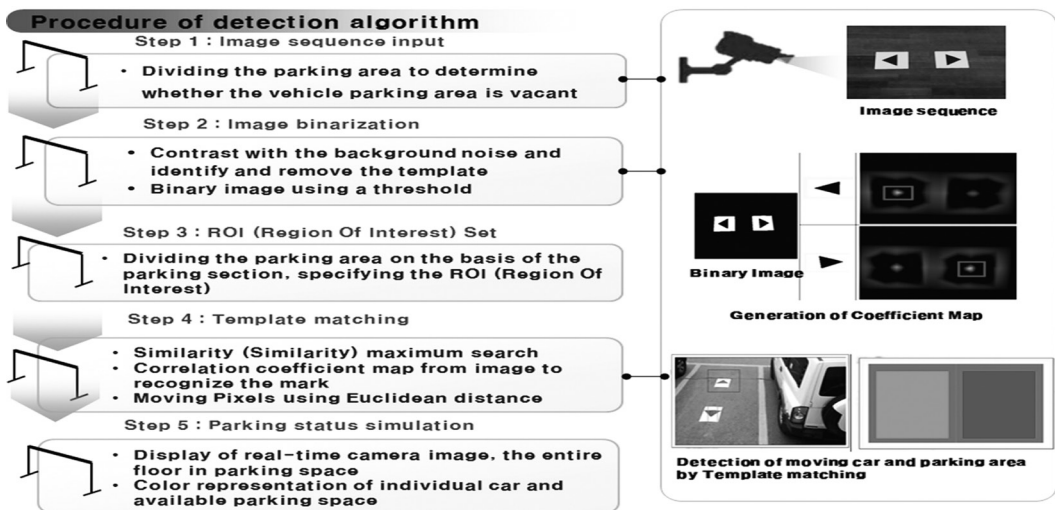


Fig. 2. The procedure of detection algorithm

4) 템플릿 매칭 : 입력 영상을 주어진 영상 패치로 스캔하면서 매칭을 수행하는 방법임. 예를 들어 얼굴을 포함한 영상 패치가 있고, 이를 입력 영상에 대하여 슬라이딩 시키면서 영상에서 얼굴이 있는 부분에서 강한 반응이 나타남

한 이진 영상을 제작한다(Step 2). 주차 구역 형상에 근거하여 ROI (Region Of Interest)를 지정하여 영역을 나누어 준 후 (Step 3), 영상에서 마커 인식을 위해 상관계수 맵 생성하고 유클리디안 거리를 이용해 픽셀을 이동하는 템플릿 매칭을 수행한다(Step 4). 이때 경계, 블록, 골격 등 주차 영역 및 차량 탐지에 필요한 영상 요소를 추출하고 단위 주차 공간 내 차량과 마커를 인식하여 차량 입·출차 현황을 분석할 수 있도록 하였다. 마지막으로 실시간으로 촬영된 카메라 영상과 전체 층별 주차 공간을 표시하고 탐지된 결과를 기반으로 건물 층별로 개별 차량의 입·출차 현황을 지도에 가시화하고 가용 주차 공간 표시하여 주차 현황을 시뮬레이션 하였다(Step 5).

3.2 영상 이진화

명암 대비를 통해 배경과 템플릿 구분하고 잡음 제거를 위해 임계값을 이용하여 이진 영상을 제작한다. 영상 이진화는 영상 안에 포함된 물체의 특징을 검출하기 위해 모든 픽셀을 흑과 백으로 표현한다. Eq. (1)에서 임계값(threshold)을 T라 할 때 입력 영상의 값 x가 임계값보다 큰 경우 255로 변환하고 임계값 이하 값은 0으로 변환하는 과정을 나타낸다.

$$o(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq T \\ 255 & \text{if } x > T \end{cases} \quad (1)$$

where T: threshold, x: input pixel, o(x): output image

Fig. 3은 RGB 원본 영상을 그레이 스케일의 이미지로 변환시킨 후, 임계값을 기준으로 값이 구분되어 제작된 이진 영상이다. 이진 영상은 관심 영역의 물체 위치와 형태에 대한 필수 정보를 모두 포함하고 있다. 연구 지역이 실제 주차장임을 감안한다면 변수들에 의한 노이즈가 상당히 많으므로 이진화를 통해 영상 패치를 보다 뚜렷하게 하고 템플릿 매칭 수행을 더욱 수월해지게 할 수 있다.

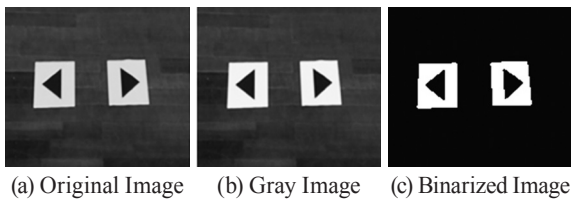


Fig. 3. The procedure of image binarization

3.3 템플릿 매칭

주차 구역 형상에 근거하여 ROI를 설정하여 영역을 나누어 준다. 이는 템플릿 매칭 수행 시 유사 영역 검출을 위한 스캔 영역을 줄여 준다. 다음, 주어진 템플릿 이미지가 대상 이미지

상에 존재하는가의 여부를 확인하는 방법인 템플릿 매칭을 수행한다. 매칭 방법은 크게 픽셀 값의 제곱차를 이용하는 제곱 차 매칭(squared difference), 템플릿과 입력 영상의 곱을 제곱하여 모두 더한 후 값의 범위에 따라 일치 여부를 확인하는 상관관계 매칭(correlation), 템플릿과 입력 영상 각각의 평균을 고려한 상관계수 매칭(correlation coefficient), 영상 사이의 조명 차이가 존재 시 유용한 정규화 방법이 있다. 일반적으로 제곱 차 같은 간단한 방법보다 상관계수와 같이 복잡한 형태의 매칭 방법이 정확한 결과를 얻을 수 있으며 본 연구에서 상관계수 매칭의 정규화(Normalized Cross Correlation: NCC)를 이용하였다. NCC는 정규화된 상호 연관성을 찾는 방식으로 입력 이미지와 찾고자하는 이미지간의 밝기의 선형적인 차이와 기하학적 유사도를 측정할 수 있는 방식이다.

입력 영상을 I(x,y), 템플릿을 T(x,y), 결과 영상을 R(x,y)로 정의 할 때 두 이미지 사이의 유사도를 정량화하면 Eq. (2)와 같다. 여기서 n은 전체 픽셀의 개수를 의미하며, I'는 입력 영상의 평균 밝기를, T'는 템플릿 영상의 평균 밝기를 의미한다. 또한 δ_I, δ_T는 영상 I와 T의 밝기의 표준 편차를 의미한다. R(x,y)는 -1 ~ 1 사이의 실수 값으로 계산되며 이를 8비트 밝기의 값(256단계의 값)으로 변환하면 상관계수 맵(corrleation map)을 구하게 된다.

The cross-correlation of a template, T(x,y) with a subimage I(x,y) is

$$\frac{1}{n} \sum_{x,y} \frac{(I(x,y) - I')(T(x,y) - T')}{\sigma_I \sigma_T} \quad (2)$$

where n is the numbers of pixels in T(x,y.) and I(x,y), I' is the average of f and δI is standard deviation of I.

입력 영상과 I와 템플릿 영상 T 영역 간의 유사도(similarity)를 구하려면 두 영상의 값들이 얼마나 차이가 있는지 알아야 하며 이 때 가장 보편적으로 이용하는 방법이 거리 측정(distance measure)이다. 본 연구에서는 거리 측정을 위한 대표적인 방법인 유클리디안 거리를 이용하였다. Eq. (3)에서 p_n와 q_n은 n차원 상의 두 점이며 이들 간의 거리를 구하여 두 점 간 얼마만큼의 유사도를 가지고 있는지 구하게 된다.

$$\sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (3)$$

if p = (p₁, p₂, ..., p_n) and q = (q₁, q₂...q_n) are two points in Euclidean n-space.

Fig. 4 (a)는 차량의 주정차를 탐지하기 위한 좌·우측 참조 템플릿을 나타낸다. Fig. 4 (b)는 템플릿이 대상 이미지에 존재하는가를 확인하기 위해 유사도의 최댓값을 검색하고 상관계수 맵을 생성한 후 유클리디안 거리를 이용해 픽셀 간 슬라이딩을 통해 매칭을 수행한 결과이다. 가장 큰 유사성을 갖는 부분이 가장 밝게 나타나며 그 부분에서 해당 템플릿이 발견된

을 확인할 수 있다. 이를 원본 영상에 중첩하여 탐지 결과를 표시하면 Fig. 4 (c)와 같다.

3.4 주차 차량 검출 결과 표시

본 논문에서는 템플릿 매칭의 원리를 이용하여 주차 공간 내에 존재하는 두 개 템플릿을 가지고 상관계수 맵에 나타나는 최댓값의 임계치를 조절하여 이동 중인 차량의 유무와 주차 현황을 탐지할 수 있다. 즉, 입·출차 또는 주차 되어 있는 차량의 정확한 일치 여부에 관계없이 탐지된 영상 패치의 개수에 따라 가용 주차 공간 (Fig. 5-A), 입출차 중인 주차 공간 (Fig. 5-B), 주차 완료 공간 (Fig. 5-C)으로 구분하여 감지할 수 있다.

4. 실험 및 성능 평가

주차 현황 시뮬레이션을 위한 프로토타입 시스템을 구현하여 실시간 카메라 영상을 통한 패턴 인식 및 영상처리를 수행하고 출·입차 이동체의 위치 추적 및 주차 차량을 검출하였다. 또한 실시간 주차 가용 정보 (개별 차량 주차 현황의 색상 표현, 가용 주차 공간 표시, 전체 층별 주차 공간 등)를 표시하였다.

4.1 알고리즘의 적용

시스템 초기화 후 카메라에서 디지털 이미지를 저장 및 획득하며 후처리 모듈에 의해 실시간으로 영상처리가 실행된다. 카메라는 주차장의 고정된 장면을 취득하기 위해 주차장의

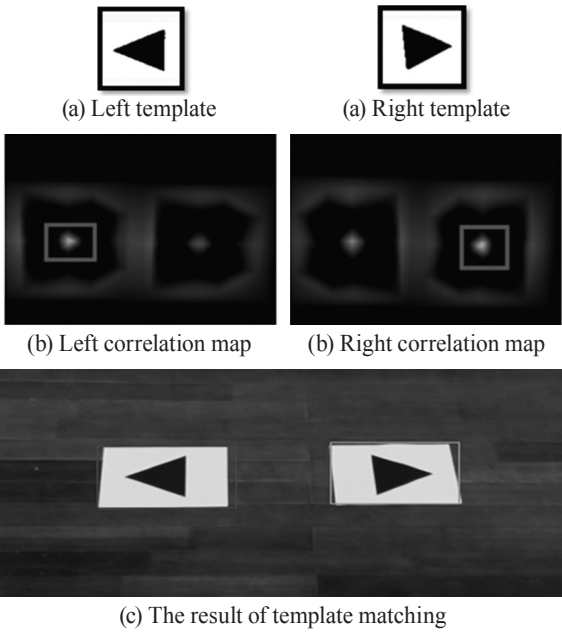


Fig. 4. Correlation map along template picture (detection option : threshold value 100 , correlation coefficient more than 70%)

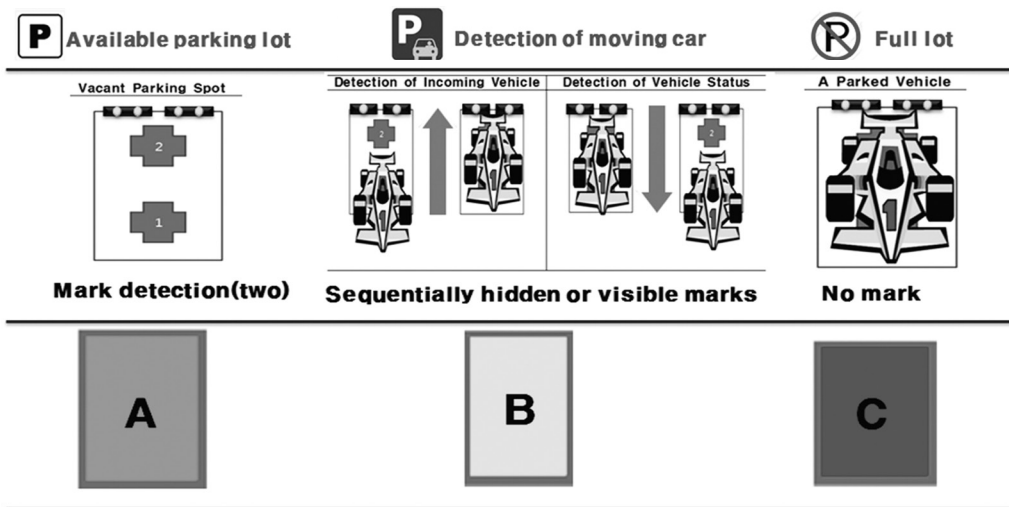


Fig. 5. Parking condition by tracing moving vehicle

사이드 및 정면부에 위치시키고, 카메라의 높이가 주차장의 장애물 없이 평면 이미지를 확보하기에 충분하도록 하였다. Fig. 6에서 Step 1의 영상은 카메라로 촬영된 원본 이미지를 나타내며 두 개의 영상 패치 이미지는 주차 가능한 영역이 있음을 의미한다.

Fig. 6 - Step 1에서 취득된 카메라의 RGB 이미지는 그레이스케일(Step 2)과 바이너리 이미지(Step 3)가 생성하도록 변환된다. 그레이스케일 이미지의 결과에서 임계화 기법은 이진 영상을 생성하는 데 사용될 수 있다. 이진 이미지는 관심 영역의 물체 위치와 형태에 대한 필수 정보를 모두 포함하고 있다. 연구 지역이 실제 주차장임을 감안한다면 변수들에 의한 노이즈가 상당히 많으므로 이진화를 통해 영상 패치를 보다 뚜렷하게 하여 템플릿 매칭 수행이 더 수월해지게 할 수 있다. 템플릿 매칭을 통한 이미지 검색은 차량의 유무를 판단하기 위해 가장 중요한 표식 마커를 인식하는 과정으로 주어진 템플릿 이미지는 Fig. 7과 같다.

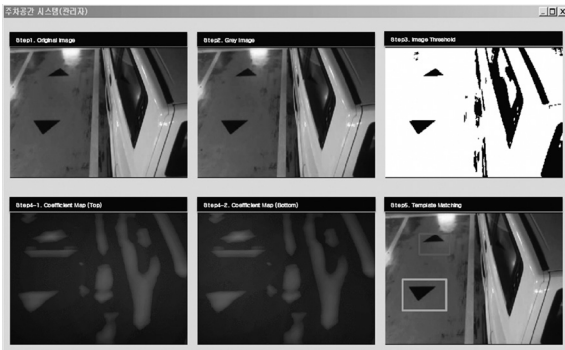


Fig. 6. The example of captured image sequences from camera

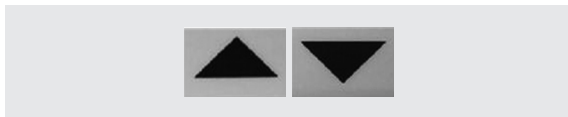


Fig. 7. Template image in prototype system

Step 4에서는 대상 이미지와 템플릿 이미지간의 상관계수 맵을 생성하여 차량이 존재가 예상되는 부분만을 ROI로 잘라낸 이미지를 생성한다. 이때 상관계수 맵의 가장 큰 유사성을 갖는 부분이 가장 밝게 나타나고 그 부분에서 템플릿이 발견된다. 마지막 Step 6에서 두 이미지 간에 유사성 판단 결과를 본 영상과 중첩하여 결과를 표시하여 두 개 참조 템플릿 가지고 가용 주차 공간에 대한 정보를 획득할 수 있다.

4.2 성능 평가 및 시뮬레이션

Fig. 8은 설계된 알고리즘의 적용 가능성과 검출 결과 검증 을 위해 촬영된 영상 중 아래 4가지에 시나리오 해당하는 영상을 추출한 것이다.

(A) 두 개 주차 공간이 모두 빈 경우 (B) 좌측 공간에만 주차된 경우

(C) 두 개 공간 모두 주차된 경우 (D) 좌측 공간은 주차 중이며 우측은 주차된 경우

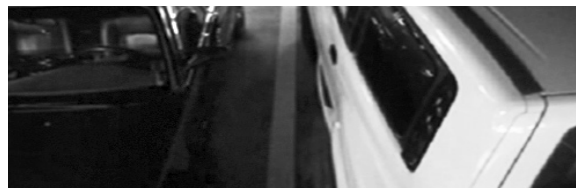
해당 영상들을 이용하여 상관 계수의 변화(0.1~0.9)에 따른 검출(recall or detection), 미검출 및 오검출(false positive) 등 성능 지표에 대한 측정을 수행하였다. 검출은 입력 데이터에 있는 전체 템플릿 중 성공적으로 검출된 마커 수를 나타내며, 미검출은 검출과는 상반되는 개념으로 입력 데이터 있는 전체 템플릿 중 검출되지 못한 마커 수이다. 또한 오검출은 검출된 결과물 중 잘 못 검출된 마커 수를 나타내며 정확도에 상반되는 개념이다.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 8. Sample images for performance evaluation

Table 1. Performance evaluation of image detection in Fig. 8

Figure	Correlation Coefficient	Template	Detection	False Positives	Figure	Correlation Coefficient	Template	Detection	False Positives
A	0.1	4	4	0	C	0.1	0	4	4
	0.2	4	4	0		0.2	0	2	2
	0.3	4	4	0		0.3	0	2	2
	0.4	4	4	0		0.4	0	2	2
	0.5	4	4	0		0.5	0	1	1
	0.6	4	4	0		0.6	0	0	4
	0.7	4	4	0		0.7	0	0	0
	0.8	4	4	0		0.8	0	0	0
	0.9	4	2	0		0.9	0	0	0
B	0.1	2	4	2	D	0.1	1	4	3
	0.2	2	4	2		0.2	1	4	3
	0.3	2	2	0		0.3	1	4	3
	0.4	2	2	0		0.4	1	4	3
	0.5	2	2	0		0.5	1	3	2
	0.6	2	2	0		0.6	1	1	0
	0.7	2	2	0		0.7	1	1	0
	0.8	2	2	0		0.8	1	1	0
	0.9	2	0	0		0.9	1	0	0

Table 2. The result of correct detection (in case of correlation threshold = 0.7)

	Correlation map (the upper template)	Correlation map (the lower template)	The result of detection (with source image)
A			
C			
C			
D			

Table 3. The example of false positive / missing image

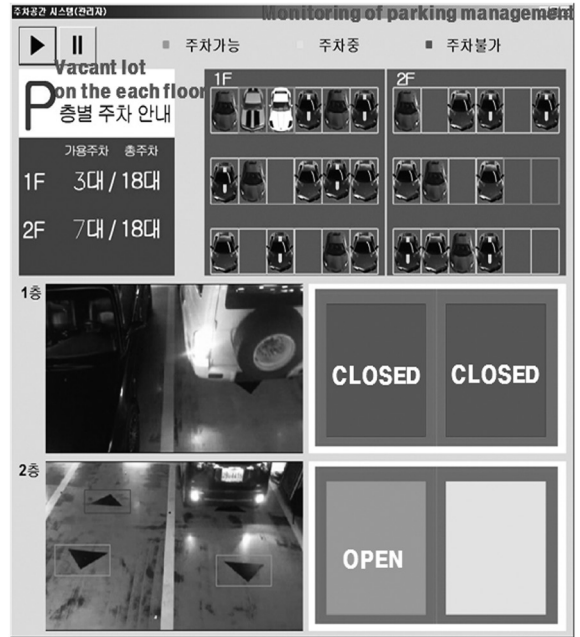
Correlation threshold		False Positive / Missing Image
A	0.9	
C	0.9	
C	0.1	
D	0.3	

Table 1에 각 성능 지표에 대한 측정 결과를 보면 4개 영상 모두 상관 계수가 작을수록 오검출이 높고, 반대로 높을수록 미검출이 나타나는 경향을 보이고 있다.

Table 2는 정확히 템플릿이 검출된 결과 영상을 나타낸다 (상관계수 = 0.7). 테이블에 첫 번째 컬럼(the upper template)은 두 영상에서 위 쪽 마커를 탐지한 결과이며, 두 번째 컬럼(the upper template)은 두 영상에서 아래 부분 마커를 탐지한 결과를 나타낸다.

Table 3에서는 미검출 및 오검출이 발생한 대표적인 경우를 제시하였다.

Fig. 9는 구현된 주차 현황 시뮬레이션을 위한 주차 공간 가용 탐지 시스템이다. 실시간 카메라 영상을 통한 패턴 인식 및 영상처리를 통해 출입차 중인 이동체의 위치 추적 및 주·정차 차량을 검출하였다. 또한 실시간 주차 가용 정보 (개별 차량 주차 현황 색상, 가용 주차 공간, 전체 층별 주차 공간)를 표시하였다. 이동체 주차 관제 정보의 시뮬레이션은 카메라 인식이 가능한 C++기반 OPEN CV 라이브러리를 사용하여 영상 처리 및 패턴 인식을 수행하였다. 지상 1층과 2층 주차 공간에 주차된 차량을 대상으로 층별 주차현황 정보(가용주차/총주차)를 제공하였다. 현재 주차장에 설치된 카메라에서 전송되



Tracing moving car based on template matching Display of parking condition (vacant/occupied)

Fig. 9. UI configuration of parking management system

는 영상 위에 처리되는 화면, 그에 해당하는 정보를 단순화시켜 구분이 용이한 색상 정보, 마지막으로 전체 층에 따른 가용 주차 공간과 영역을 보여주는 화면으로 구성하였다.

5. 결론 및 기대효과

본 연구에서는 카메라의 대용량 이미지 데이터를 가공하여 출·입차 중인 이동 객체를 검출하고 주차 가용 공간을 시각화하여 이를 실시간 영상 서비스 및 주차 현황 정보를 제공하는 방안을 제시하였다. 즉, 템플릿 매칭의 원리를 기반으로, 주차 공간 내에 존재하는 두개 영상 패치와 상관계수 맵에 나타나는 최댓값의 임계값을 조절하여 입·출차 또는 주차 되어 있는 차량의 정확한 일치 여부에 관계없이 주차 차량의 유무와 주차 현황을 탐지할 수 있었다. 이를 통해 기존 주차장에 설치된 카메라를 이용하여 실시간 이동체 탐지와 가용 주차 공간 위치와 정보를 알려주는 서비스 등 주차 관제 기능 구현이 가능함을 확인 할 수 있었다.

결론적으로 실시간 주차장의 총 주차 공간 수, 주차 가능한 위치와 같은 정보를 제공 할 수 있으며, 주차장에서의 층별 주차 가용성 여부 파악하여 운전자에게 제공 가능한 기반을 마련할 수 있다. 또한 주차정보를 필요로 하는 클라이언

트는 단말 장치를 통하여 서버에 접속하여 원하는 주차장의 주차 가용성 여부를 파악할 수 있고 주차장을 선택하는 결정을 내릴 수 있다.

본 연구에서 제시된 시스템은 센서 네트워크를 이용한 주차 관리 시스템과 달리 기 구축된 CCTV와 무인 카메라 인프라와 컴퓨터 비전을 융합한 공간정보 솔루션이다. 이동체 탐지 및 가용 주차 공간의 지도 매핑이 가능하고, 주차 시설 이용에 대한 변화를 탐지하여 주차 현황 정보를 실시간 제공하므로 주차 관제를 위한 시간과 비용, 인력이 절감되고 주차장 이용자의 편의를 보다 증진시킬 수 있을 것으로 기대된다.

하지만, 본 연구에서는 CCTV의 카메라 설치와 주차차 차량에 대한 개인 정보 문제에 대한 제약으로 다음의 사항을 향후 연구과제로 제시한다. 현재 카메라가 다룰 수 있는 영역 범위로 두 개의 주차 구역을 담고 있으나, 보다 넓은 주차 영역에 방법론을 적용할 필요가 있을 것이다. 또한 카메라의 설치 위치, 마커의 형태와 샘플 크기, 장애물 존재 등 다양한 상황에서 검출 및 오검출 등에 대한 성능 지표를 측정하여 구현의 타당성을 검토할 필요가 있을 것으로 판단된다.

References

- Bong, D.B.L., Ting, K.C., and Lai, K.C. (2008), Integrated approach in the design of Car Park Occupancy Information System (COINS), *IAENG International Journal of Computer Science*, Vol. 35, No. 1, pp. 7-14.
- Bin, Z., Dalin, J., Fang, W., and Tingting, W. (2009), A design of parking space detector based on video image, *Proceedings of 9th International Conference On Electronic Measurement & Instruments*, IEEE, 16-19 August, Beijing, China, pp. 253-256.
- Banerjee, S., Choudekar, P., and Muju, M.K. (2011), Real time car parking system using image processing, *Proceedings of 3rd Institute of Electrical and Electronics Engineers*, IEEE, 8-10 April, Kanyakumari, India, Vol. 2, pp. 99-103.
- Chowdhury, M.T. and Zahir, E. (2013), Automotive parking lot and theft detection through image processing, *American Journal of Engineering Research (AJER)*, Vol. 2, No. 10, pp. 308-313.
- Frank, I.E. and Lee, J.W. (2012), Infrastructure-independent navigation system using embedded map and built-in sensors in the ubiquitous parking management, *Journal of Korean Society for Internet Information*, Vol. 13, No. 5, pp. 93-104. (in Korean with English abstract)
- Hasegawa T. and Ozawa, S. (1994), Counting cars by tracking of moving object in the outdoor parking, *Proceedings of Vehicle Navigation and Information Systems Conference*, IEEE, 31 August - 02 September, Yokohama, Japan, pp. 63-68.
- Idris, M.Y.I., Tamil, E.M., Razak, Z., Noor, N.M., and Kin, L.W. (2009), Smart parking system using image processing techniques in wireless sensor network environment, *Information Technology Journal*, Vol. 8, No. 2, pp. 114-127.
- Lee, H.J. (2009), Web-based parking lot management system by vehicle movement, *Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol. 48, No. 12, pp. 95-101. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.H., Park, J.W., and Kang, M.S. (2012), Design of parking management system using smart phone based on RFID and USN, *Proceedings of the Institute of Electronics and Information Engineers*, IEIE, 27-29 June, Jeju, Korea, Vol. 35, No. 1, pp. 1826-1829.
- Maeda, E. and Ishii, K. (1992), Evaluation of normalized principal component features in object detection, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. J 75-D-11, No. 3, pp. 520-529.
- Seo, J.M., Hu, X.W., Jang, I.K., and Lee, S.M. (2008), A parking management System using automatically car number image recognition, *Proceedings of the Korea Multi Media Society*, KMMS, 23-24 May, Gyeonsan, Korea, pp. 494-497.
- Ueda, K., Horiba, I., Ikeda, K., Onodera, H., and Ozawa, S. (1991), An algorithm for detecting parking cars by the use of picture processing, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. J74-D-11, No. 10, pp. 1379-1389.
- Yusnita, R., Norbaya, F., and Basharuddin, N. (2012), Intelligent parking space detection system based on image processing, *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 3, No. 3, pp. 232-235.