

컬러 정보와 퍼지 C-means 알고리즘을 이용한 주차관리시스템 개발

김광백

신라대학교 컴퓨터공학과
(gbkim@silla.ac.kr)

노영욱

신라대학교 컴퓨터교육과
(yulho@silla.ac.kr)

윤홍원

신라대학교 컴퓨터정보공학부
(hwyun@silla.ac.kr)

본 논문에서는 컬러 정보와 퍼지 c-means 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식 방법을 제안하고 차량 번호판 인식을 이용한 주차관리시스템 개발에 대해서 기술한다. 컬러 정보와 퍼지 c-means 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식 기술은 차량의 영상에서 번호판을 추출하는 부분과 추출한 번호판 영역에서 문자를 인식하는 부분으로 구성된다. 본 논문에서는 최빈수 평활화를 이용하여 차량 영상에서 녹색 잡음을 제거하고 RGB 컬러에서 녹색 정보와 흰색 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하였다. 추출된 번호판 영역의 코드들은 히스토그램 방법을 이용하여 추출하였고 FCM(Fuzzy c-means) 알고리즘을 이용하여 차량 번호판을 인식하였다. 80개의 실제 차량 영상을 대상으로 실험한 결과는 제안된 번호판 영역 추출 방법이 기존의 RGB 정보를 이용한 방법과 HSI를 이용한 방법보다 추출율이 개선되었다. 그리고 FCM 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식이 효율적인 것을 확인하였다. 실험을 통하여 성능 향상을 보인 제안된 차량 번호판 방법을 이용하여 주차관리시스템을 개발하였다.

1. 서론

차량의 증가로 인하여 교통 사고, 차량 도난과 같은 차량에 의한 사건·사고가 사회 문제가 되고 있으며, 교통 혼잡은 점점 심해지고 주차 문제도 심각한 수준이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 통행 차량의 정보를 자동적으로 수집하고 관리하기 위한 지능형 교통정보시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 지능형 교통정보시스템에 활용할 수 있는 기술로써 차량 번호판 인식에 관한 연구가 있다. 차량 번호판 인식 기술은 차량과 관련된 여러 가지 응용 분야에 활용할 수 있는데, 톨게이트에서 통행료 지불로 인한 차

량의 정체 현상을 해결하기 위한 자동 요금 징수, 범죄·도난 차량의 자동 탐지 등이 대표적인 예이다[1].

차량 번호판 인식 기술은 획득한 차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 단계와 추출한 번호판 영역에서 문자를 인식하는 단계로 나눌 수 있다. 지금까지 번호판 영역 추출 및 인식에 관한 많은 연구가 진행되어 왔으나 콘트라스트가 낮은 영상이나 번호판의 주위가 복잡한 영상에서는 번호판 영역을 추출할 수 없는 공통적인 문제점이 있다[2]. 본 논문에서는 기존의 RGB 컬러 정보를 이용한 방법을 개선하여 번호판의 영역을 추출하고 퍼지 C-Means 알고리즘을 이용하여 차량 번

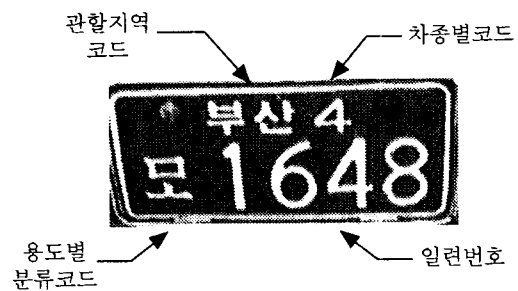
호판을 인식하는 방법을 사용한다.

기존 연구에서는 Hough 변환을 이용한 추출 방법과 그레이 명암도 변화, RGB(Red, Green, Blue) 컬러 모형, 그리고 HSI(Hue, Saturation, Intensity) 컬러 모형 등을 각각 이용하였다. Hough 변환은 차량 영상에서 에지를 검출한 후, Hough 변환을 이용하여 번호판 영역을 추출하였다[3]. 이 방법은 번호판의 테두리가 선명하지 못하거나 수직, 수평 에지가 많이 검출되는 차량에 대해서는 번호판 영역 추출이 어렵고 처리 시간이 많이 소요되기 때문에 실제 적용하기가 어렵다. 그레이 명암도 변화를 이용한 추출 방법은 이전의 임계값에 만족되는 비번호판 영역이 존재하고 번호판과 비슷한 특징을 가질 경우에 그 영역을 번호판 영역으로 오인하여 더 이상 추출을 위한 검사를 시도하지 않는 문제점이 있다. 그리고 임계값을 재조정할 경우에 (번호판 전체 영역 처리 시간 × 임계값 재조정 횟수) 만큼의 처리 시간이 추가로 필요하므로 전체 추출 속도가 저하되는 문제점이 있다[4]. 기존의 RGB 컬러 값을 이용한 방법은 같은 컬러라고 해도 RGB 컬러가 주위 밝기 변화에 영향을 받는 문제점이 있다[5]. 승용차 및 승합차의 경우에 RGB 컬러 정보를 이용한 방법은 녹색에 가까운 값들을 추출하여 녹색 값들이 밀집되어 있는 영역을 번호판 영역으로 설정하여 추출하는 방법이다. 그러나 차량 영상이 전체적으로 녹색이거나 빛의 영향으로 인해 번호판의 녹색 영역이 전혀 나타나지 않는 경우에는 번호판을 추출하기 어렵다. HSI 컬러 모형을 이용한 추출은 이러한 문제점은 해결할 수 있으나, RGB 정보를 HSI 정보로 변환하는데 많은 시간이 걸리는 단점이 있다[6]. 따라서 본 논문에서는 평활화 방법인 최빈수를 이용하여 차량 영상의 녹색 잡음을 제거하고 RGB 컬러에서 녹색 정보와

흰색 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 추출된 문자들을 FCM(Fuzzy c-means) 알고리즘을 이용하여 차량 번호판을 인식한다. 본 논문에서 제안된 차량 번호판 추출 및 인식 기술을 이용하여 주차관리시스템을 개발하였다.

2. 차량 번호판 추출 및 인식

2.1 차량 번호판 영역 추출



차량 번호판은 <그림 1>과 같이 관할 지역 코드, 차종별 코드, 용도별 분류코드, 그리고 일련번호 등의 네 가지 정보로 이루어져 있으며 상단부와 하단부로 나눌 수 있다. 상단부는 관할 지역 코드인 두 개의 작은 문자와 차종별 코드를 나타내는 작은 숫자 부분으로 구성되고, 하단부는 용도별 분류 기호를 나타내는 한 개의 큰 문자와 일련번호를 나타내는 네 개의 큰 숫자로 구성된다.

영상 인식 시스템이 높은 인식률을 갖기 위해서는 인식 대상의 공통적인 특징들을 알아야 한다. 앞에서 살펴본 번호판의 구성요소 및 번호판 색상의 특징을 바탕으로 번호판 영상의 영역에서 다음과 같은 특징들을 알 수 있다.

- ① 번호판 영역은 녹색이 밀집되어 있다.

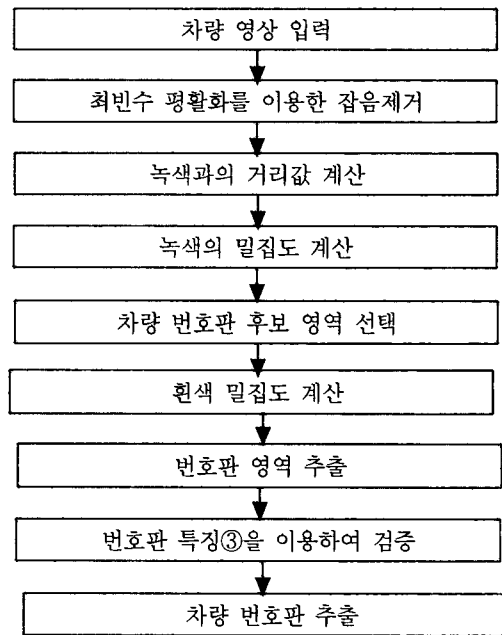
- ② 번호판 영역에는 녹색과 흰색 계통의 컬러로 구성되어 있다.
- ③ 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2:1이다.
- ④ 번호판 영역의 각 코드들은 상대적인 위치 정보를 가진다.

입력 차량에 대해 녹색의 잡음을 제거하기 위하여 최빈수를 이용한 평활화 방법을 수행하여 녹색의 잡음을 제거한다. 이미지의 평활화는 잡음 등의 불필요한 신호들을 감소시키는데 이용된다 [7,8]. 영상을 평활화 하는 방법에는 여러 가지가 있으나 공간 영역적 방법에는 인근 평균 방법 (neighborhood averaging), 중위수 선택 방법 (median filter)이 있다. 인근 평균 방법은 물체의 테두리 부분과 같이 명암도가 날카롭게 변하는 부분의 선명도를 흐리게 하여 영상의 선명도가 흐려진다. 중위수 선택 방법은 급격한 증감으로 나타나는 잡음제거와 물체의 테두리에서 관측되는 픽셀을 보존하는데는 효과적이지만 번호판 경우에는 녹색 색상과 개별 코드들의 흰색 색상 정보를 감소시키는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이웃한 픽셀들 중에서 가장 빈번하게 나타나는 픽셀 값을 원시 픽셀의 자리에 대체하는 방법인 최빈수를 이용하여 녹색의 잡음을 제거한다. 잡음이 제거된 차량 영상에서 녹색에 가까운 값들을 추출하여 녹색 값들이 밀집되어 있는 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정한다. 녹색과의 거리값은 식 (1)과 같이 유클리디안(euclidean)을 적용하여 계산한다.

$$T_{Distance} = \sqrt{(0 - I(x, y)_{Red})^2 + (255 - I(x, y)_{Green})^2 + (0 - I(x, y)_{Blue})^2} \quad (1)$$

여기서 $T_{Distance}$ 는 유클리디안을 이용한 녹색

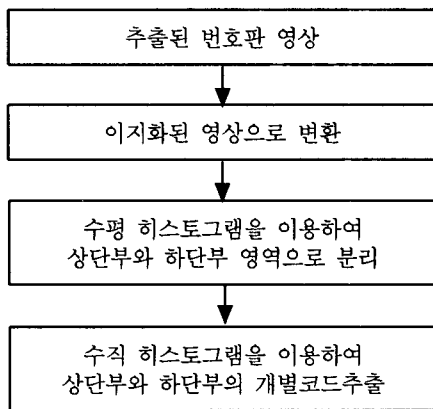
과의 거리값이다. $I(x, y)_{Red}$ 는 (x, y) 지점에 대한 빨간색의 픽셀값이고, $I(x, y)_{Green}$ 는 녹색의 픽셀값이고, $I(x, y)_{Blue}$ 는 파란색의 픽셀값이다. 그러므로 번호판 추출은 특징 ①을 이용하여 녹색의 분포도를 계산하고 그 녹색의 밀집도가 높은 영역을 번호판 후보 영역으로 설정한다. 차량 번호판 후보 영역 중에서 특징 ②을 이용하여 녹색의 밀집도 안에 흰색의 밀집도가 높은 부분을 번호판 영역으로 추출한다. 만약 흰색의 밀집도가 높은 부분의 차량 번호판의 영역이 여러 개가 나타나는 경우에는 번호판 특징 ③을 이용하여 번호판 영역을 판별한다. 제안된 차량 번호판 영역 추출 과정은 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 제안된 차량 번호판 추출 과정

2.2 개별 문자 영역 추출 방법

본 논문에서는 추출된 번호판 영역에서 개별 코드들을 추출하기 위한 전처리 과정으로 컬러 영상을 명암 영상으로 변환하고 이치화한다. 이치화된 영상에서 수평 히스토그램에 의해 상단부와 하단부로 영역을 분리한다. 상단부와 하단부로 분리된 두 문자열 영상은 다시 수직 히스토그램을 이용하여 개별 문자를 추출한다. 개별 코드 추출 과정을 단계별로 나타내면 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 개별 코드 추출 과정

2.3 차량 번호판 인식

패턴 인식 과정은 크게 데이터 취득, 특징 추출, 패턴 인식으로 구분된다[9]. 일반적으로 패턴 인식 과정에서는 몇 가지 불확실성이 내포되는데, 그 중에서 부류 할당(class labelling)에 관해서 불확실성이 존재하여 인식률을 저하시킨다. 일반적으로 퍼지 클러스터링은 1개의 데이터가 2가지 이상의 클러스터에 속하는 것을 허용한다. 그러나 그 소속 정도의 총합은 1이고 각 데이터에 대해 각 클러스터로 분할하는 행렬로서, 이를 구하는

방법 중 하나가 FCM(Fuzzy c-means) 알고리즘이다. Bezdek이 제안한 FCM 알고리즘은 어떤 개체가 오직 한 클러스터에만 속한다고 보는 HCM(Hard C-Means)법에 퍼지 이론의 특성을 포함시켜, 복수개의 클러스터에 서로 다른 정도로 속한다고 정의하는 클러스터링 알고리즘이다 [10,11]. 본 논문에서는 차량 번호판 인식을 위해 FCM 알고리즘을 적용한다. FCM 알고리즘은 각각의 데이터와 각각의 클러스터 중심과의 거리에 대하여 유사도 측정을 기반으로 한 목적함수 식 (2)를 최적화시키기 위한 알고리즘이다.

$$J_m(U, v) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (u_{ik})^m \|x_k - v_i\|_A^2 \quad (2)$$

여기서 x_k 는 입력 데이터이고 u_{ik} 는 x_k 가 클러스터 i 에 속한 정도, 그리고 v_i 는 i 번째의 클러스터 중심이다. 차량 번호판 인식에 적용된 FCM 알고리즘은 다음과 같다.

- 단계 1. 클러스터 개수 c ($2 \leq c < n$), 가중치 m ($1 < m < \infty$), 역치값 (ϵ)를 설정한다.
- 단계 2. $U^{(0)}$ 값을 초기화한다
- 단계 3. 클러스터의 중심값 $v_i^{(p)}$ 를

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m x_k}{\sum_{k=1}^n (u_{ik})^m} \text{에 따라 설정한다.}$$

- 단계 4. $U^{(p+1)}$ 를

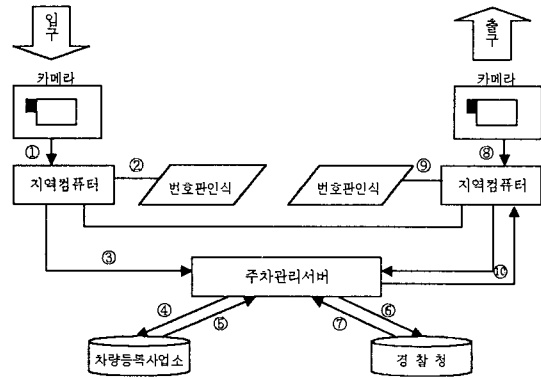
$$u_{ik} = 1 / \sum_{j=1}^c \left(\frac{\|x_k - v_j\|_A^2}{\|x_k - v_i\|_A^2} \right)^{1/m-1} \text{에 따라 갱신한다.}$$

- 단계 5. $\|U^{(p)} - U^{(p+1)}\| \leq \epsilon$ 이 될 때까지 단계 3부터 반복한다.

3. 주차정보 관리시스템

3.1 시스템의 구성

본 연구에서 개발한 주차관리시스템은 차량 번호판 인식 시스템과 주차정보 관리시스템으로 구성된다. 주차관리시스템의 전체적인 구성은 <그림 4>와 같으며 차량이 주차장으로 진입하여 출차할 때까지 처리 과정을 정리하면 다음과 같다.



<그림 4> 주차관리시스템의 구성

- ① 주차장 입구에서 카메라가 촬영한 번호판 이미지, 주차장에 들어온 시간 정보를 지역 컴퓨터(차량 번호판 인식시스템)에 보낸다.
- ② 번호판 인식 프로그램이 번호판 이미지로부터 차량 번호를 인식한다. 인식이 실패하면 오류 메시지를 발생하고 수동으로 입차가 가능하도록 한다.
- ③ 지역 컴퓨터에서 차량 번호, 입고 시간 정보를 주차 관리 서버(주차정보 관리시스템)로 보내어 입차 처리를 한다.
- ④⑤ 차량 번호를 이용하여 차량등록사업소에서 차종, 주소, 주민등록번호를 조회한다.
- ⑥⑦ 차량 번호를 이용하여 경찰청에서 범죄차량이나 도난차량인지를 조회한다.
- ⑧ 주차장 출구에서 카메라가 촬영한 번호판 이미지, 출고 시간 정보를 지역 컴퓨터에 보낸다.
- ⑨ 번호판 인식 프로그램이 번호판 이미지로부터 차량 번호를 인식한다.
- ⑩ 지역 컴퓨터에서 차량 번호, 출고 시간 등의 정보를 주차 관리 서버로 보내어 출차처리(요금계산 등)를 한다.

<그림 4>에 나타나 있는 차량등록사업소 데이터베이스와 경찰청 범죄·도난 차량 데이터베이스와의 연동 부분은 설계는 하였으나 관련 기관과의 정보 교류에 관한 행정적인 업무가 필요하여 구현은 하지 않은 상태이다.

3.2 시스템의 기능 및 설계

본 논문에서 다루는 주차정보 관리시스템은 입출차 관리, 일반 주차 관리, 정기 주차 관리, 보고서 관리, 환경 설정, 그리고 수동 조절 기능으로 구성된다.

(1) 입출차 관리

입출차 관리에서는 만차 정보, 최근 입차 정보, 최근 출차 정보, 일반 정보, 그리고 차량 정보 검색 기능을 제공한다. 만차 정보는 주차장의 최대 주차면 수의 정보를 가지고 현재 주차된 차량 수와 주차 가능한 차량 수를 나타내며, 입출차가 발생하면 자동적으로 바뀐다. 입차 정보는 현재 입차된 차량의 정보를 나타내는데, 주차권 번호, 차량 번호, 입차 시간, 고객 타입, 차종, 차량 인식

유무를 보이고, 정기권 고객에 대한 처리를 한다. 최근 출차 정보에서는 현재 출차된 차량의 입차 정보, 차량 인식 유무, 출차 시간, 총 주차 시간, 총액, 할인 형태, 할인 총 금액, 주차 요금을 관리한다. 차량번호가 인식이 안된 경우에는 주차권 번호를 입력하거나 차량번호를 관리자가 직접 입력하면 입차 정보와 출차 정보가 화면에 보이게 된다. 일반 정보 관리는 정기권 고객의 고객 정보와 정기권 정보를 관리한다. 고객정보는 차량번호, 성명, 태그번호, 주민등록번호, 단체코드, 단체명, 핸드폰, 장애인 유무를 나타내며, 정기권 정보는 정기권의 시작일, 종료일, 출입시작 시간, 출입종료 시간, 지불형태, 만료여부를 나타낸다. 그리고 검색에서는 차량번호나 주차권 번호로 입출차된 차량의 정보를 조회한다.

(2) 일반 주차관리

일반 주차관리에서는 입출차한 모든 차량 정보의 일반검색, 입차 취소, 출차 취소, 상세검색, 정보삭제, 삭제내용 확인 기능이 있다. 일반 검색에서는 입출차된 모든 차량의 정보를 다양한 검색 유형으로 검색을 할 수 있으며, 입차 취소, 출차 취소 기능이 있다. 검색 내역에서 상세 내역 가운데 보고싶은 레코드를 선택하면 더 상세한 정보(주차권 번호, 차량번호, 고객형태, 입차 시간, 입차 담당자, 입차 기기, 출차 시간, 출차 담당자, 출차 기기, 할인형태, 할인금액, 차종, 총 주차 시간, 총액, 요금)를 제공한다.

(3) 정기주차관리

정기 주차관리에서는 태그 관리, 정기권 관리, 현황 검색, 내역 검색, 만료일 검색, 그리고 정기권 고객의 상세 검색 기능을 제공한다. 태그 번호

는 해당되는 기업이나 단체에 대해서 설정하는데, 앞자리는 통일되고 태그의 뒷자리는 여섯 자리 숫자로 고정된다. 태그 관리에서는 태그 번호의 자동 생성, 등록 및 수정일 자동 입력, 태그 보증금 사용 기능, 태그 분실 관리, 태그의 유효 여부, 태그 정보 삭제 및 검색 기능을 제공한다. 현황 검색은 등록되어 사용할 수 있는 태그나 정기권 검색이 가능하다. 내역 검색은 등록되어 사용중이거나 만료나 분실 등의 이유로 사용되지 않는 태그와 정기권 정보까지 모두 보여준다.

(4) 보고서 관리

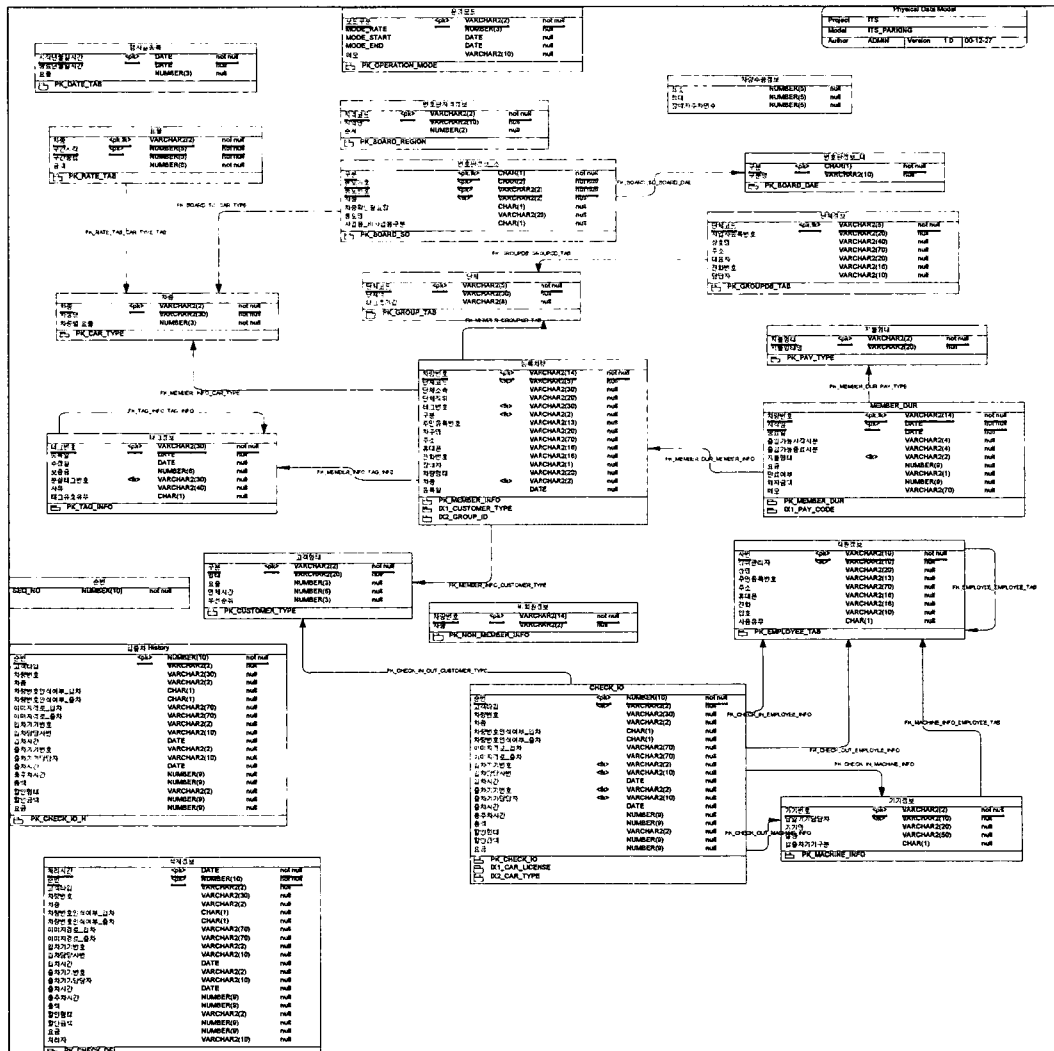
보고서 관리는 기기별로 차종별, 고객 유형별, 할인 형태별, 차종별 상세 내역, 고객별 상세 내역, 할인 형태별 상세 내역으로 총 입출차 건수와 금액을 정산하는 기능이다. 기기와 정산 일자를 입력하고 기기별로 정산하고자 하는 유형을 선택하여 화면으로 확인하고 프린터로 출력할 수 있다.

(5) 환경설정

환경 설정에는 관리자 등록, 고객 형태, 요율 관리, 차종 관리, 단체 등록, 기기 관리, 행사일 관리, 주차 대수, 번호판 정보, 그리고 운영 모드 기능이 있다. 차종 관리는 차량 형태(소형, 중형, 대형 등)에 따라서 주차 요금에 요율을 적용하고자 할 경우에 차종별로 요율을 입력, 저장, 삭제하는 기능이다. 기기 관리는 주차장에 설치된 입출차 기기에 대한 정보를 입력하는 기능이다. 기기 번호, 기기명, 기기 정보, 담당자, 기기 특징을 관리한다. 행사일 관리에서는 행사일을 등록하여 해당일에 한하여 할인 요율을 적용시키고자 할 때 사용한다. 번호판 정보는 입출차시에 차량의 차종을 확

인하기 위하여 현재 전국에서 시행하고 있는 차량 번호의 정보를 입력하는 기능으로 용도 구분, 용도 기호, 용도 번호, 차종 확인 여부, 용도 이름, 사업 및 비사업용 구분 등을 입력한다. 보기를 들면, 부산시의 차량 번호는 1바, 2바, 3바, 4바, 31바, 32바, 33바, 34바는 회사택시, 1아, 31아는 모범택시, 1바, 2바, 3바, 35바, 36바, 37바는 개인 택

시이며, 승용차는 1~4, 27~69 번까지, 승합 차량은 5, 6, 70~79까지 사용하는 등, 차량 용도 기호와 용도 번호로 차종을 구분할 수 있다. <그림 5>는 주차정보 관리 시스템의 개체 관계도를 그림으로 나타낸 것이다. 개체 관계도에서는 스물 두 개의 개체와 개체들 사이의 무결성 제약 조건을 보이고 있다.



<그림 5> 주차정보 관리시스템의 개체 관계도

4. 성능 평가 및 개발 결과

4.1 성능 평가

실험에 사용된 입력 영상은 일반 비사업용 차량인 자가용과 승합용 차량을 대상으로 하였으며, 디지털 카메라로 획득한 차량의 전면부 영상 80개에 대해서 실험하였다. 제안된 차량 번호판 인식 방법은 IBM 호환 기종의 586 펜티엄 상에서 Delphi 5로 구현하였다. 번호판 영역 추출은 기존의 RGB 컬러 정보, 그리고 HSI 컬러 정보를 이용한 방법과 제안된 방법간의 번호판 영역 추출 개수를 비교하였다. 개별 코드 추출은 히스토그램 방법에 의해서 추출된 개별 코드의 추출 수와 FCM 알고리즘에 의해 인식된 개수를 나타내었다.

<표 1>은 HSI 컬러 정보를 이용한 방법[5], 기존의 RGB 컬러 정보를 이용한 방법[6]과 제안된 방법간의 번호판 영역 추출 결과를 비교한 것이다.

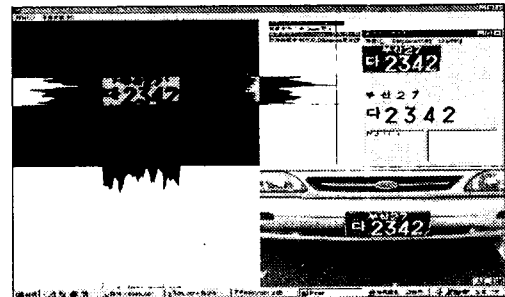
<표 1> 차량 번호판 영역 추출 결과 비교

| | 추출 성공 | 추출 실패 |
|------------|-------|-------|
| HSI 방법 | 75 | 5 |
| 기존의 RGB 방법 | 74 | 6 |
| 제안된 방법 | 78 | 2 |

<표 1>에서 HSI 컬러 정보를 이용한 방법은 HSI 컬러 정보로 변환하는 시간이 가장 많이 소요되었고 어둡거나 밝은 차량 영상의 경우에 대해서는 컬러 정보가 많이 손실되어 제안된 방법보다 번호판 추출률이 낮았다. 그리고 기존의 RGB 컬러 정보를 이용한 추출 방법은 주위 환경에 의해서 녹색 분포가 거의 나타나지 않은 차량

영상에 대해서는 번호판 추출에 실패하였고 추출률이 가장 낮았다. 그러나 제안된 방법은 기존의 방법들 보다 추출률이 향상되었다.

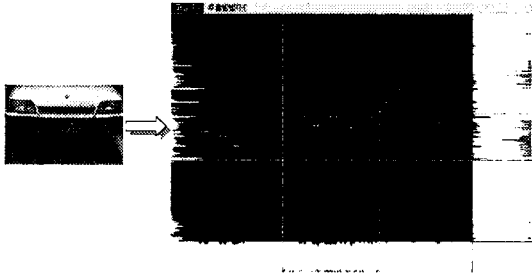
<그림 6>은 제안된 방법에 의해 구현된 차량 번호판 인식 시스템의 전체적인 화면이다. <그림 6>은 번호판의 영역에서 녹색 분포가 명확히 나타나는 경우에 추출된 경우이다. 그러나 어두운 차량 영상이나 너무 밝은 차량 영상의 경우에는 녹색의 비율만으로는 번호판을 추출하기 어렵기 때문에 녹색의 비율뿐만 아니라, 녹색안에 위치한 개별 코드들의 흰색의 비율을 함께 이용하여 추출하였다. <그림 7>은 녹색의 분포가 잘 나타난 경우로 흰색의 비율을 살펴보지 않아도 번호판 영역을 쉽게 추출할 수 있는 결과를 도시한 예이다. <그림 8>은 녹색의 분포가 거의 나타나지 않는 결과를 도시한 예로서 기존의 RGB 컬러 정보를 이용한 방법은 번호판 영역 추출에 실패하였고 제안된 방법은 녹색의 분포와 녹색 안에 위치한 개별 코드들의 흰색 비율도 함께 고려하였으므로 차량 번호판 추출에 성공하였다. 그러나 2개의 차량 영상은 번호판 추출에 실패하였다. 차량 영상의 밝기가 매우 어둡게 촬영되어 번호판 후보 영역을 찾지 못하여 번호판 영역 추출에 실패한 경우이다. 이는, 촬영된 차량 영상의 밝기가 과



<그림 6> 제안된 차량 번호판 인식 화면



<그림 7> 녹색의 분포도가 잘 나타난 차량



<그림 8> 녹색의 분포도가 잘 나타나지 않는 차량

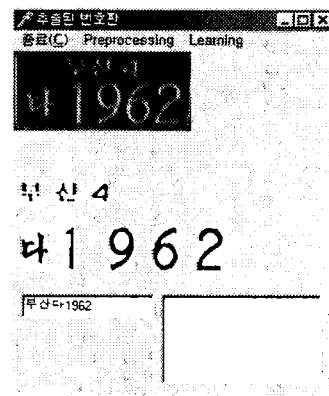
도하게 불량한 경우로서 번호판 내부와 외부간의 색상 차이가 없어 녹색의 경계 지점 설정에 실패하여 번호판 후보 영역을 찾지 못한 경우이다.

추출된 차량 번호판 영역에 대해 수직 방향으로 히스토그램을 계산하여 번호판 영역을 상하위 구분하고, 각각 구분된 번호판 영역에서 수평 방향으로 히스토그램을 계산하여 개별 코드들을 추출하였다. 히스토그램 방법을 이용하여 개별 코드들의 추출 결과는 <표 2>와 같다. <표 2>에서 개별 코드의 추출에 실패한 경우는 번호판 영역에서 코드 부분의 색상과 배경 부분의 색상이 뚜렷하게 구별되지 않아 이치화된 번호판 영역에서 잡음이 존재하여 정확히 추출되지 않은 경우이다. FCM을 적용한 차량 번호판 인식은 개별 코드들의 특징을 클러스터링을 위해 수행되는 연산 횟

수에서 많이 소요되었으나 인식에 있어서는 효율적인 것을 <표 2>에서 알 수 있다. <표 2>에서 퍼지 c-means 알고리즘을 이용하여 개별 코드 인식에 실패한 경우는 히스토그램 방법에 의해 추출된 개별 코드에 잡음이 있어 클러스터링하는데 잘못된 중심값을 얻어 다른 문자로 인식한 경우이다. 차량 번호판의 개별 코드들을 FCM 알고리즘을 적용한 결과, 관할 지역 코드의 클러스터 수는 101개가 생성되었고 차종별 코드는 91개가 생성되었다. 그리고 용도별 분류 코드와 일련 번호의 클러스터 수는 각각 64개와 185개가 생성되었다. <그림 9>는 추출된 차량 번호판 영역에 대해 히스토그램을 이용하여 개별 코드들의 추출 및 인식한 결과를 도시한 화면이다.

<표 2> 개별 코드 추출 및 인식 결과

| | 전체 개수 | 추출 성공 | 추출 실패 | 인식 개수 |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| 관할지역 코드 | 156 | 151 | 5 | 149 |
| 차종별 코드 | 138 | 136 | 1 | 135 |
| 용도별 분류코드 | 78 | 77 | 1 | 76 |
| 일련번호 | 312 | 310 | 2 | 308 |



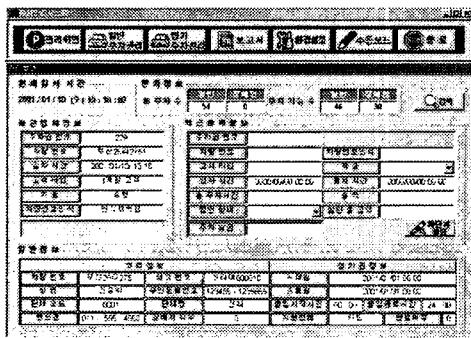
<그림 9> 개별 코드 추출 및 인식 결과

4.2 개발 결과

제안된 차량 인식 시스템을 이용한 주차정보 관리시스템은 입출차 관리, 일반 주차관리, 정기 주차관리, 보고서 관리, 환경 설정, 그리고 수동 모드로 구성된다. 본 시스템은 윈도우즈 환경에서 오라클 데이터베이스 시스템을 사용하고 파워빌더 7.0으로 개발하였다. 본 절에서는 개발된 주차 정보 관리시스템의 주요 기능을 기술한다.

(1) 입출차 관리

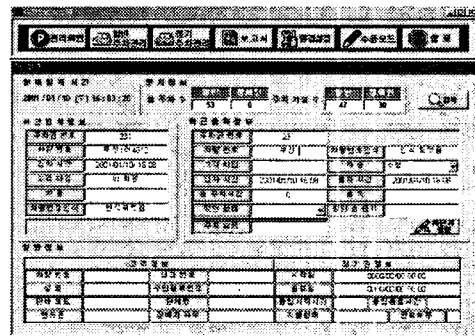
입출차 관리에서는 최근 입차 정보, 최근 출차 정보를 관리하며, 차량 번호와 주차권 번호로 차량 정보를 검색할 수 있다. 최근 입차 및 출차 정보는 CIFIC 차량 번호판 인식에 의한 현재 입차한 차량의 정보와 현재 출차한 차량의 정보를 나타낸다. 입차시 차량 번호의 인식을 실패한 경우에는 입차는 허용되며 나중에 관리자가 차량 번호를 입력할 수 있다. 입출차 차량이 정기권 고객인 경우에는 차량 번호로 정기 고객 테이블을 검색하여 자동적으로 고객의 정보와 정기권 정보를 화면에 보이게 된다. 입출차 관리 화면은 <그림 10>과 같다.



<그림 10> 입출차 관리

(2) 일반 주차관리

일반 주차관리에서는 입출차된 모든 차량 정보의 일반 검색, 입차 취소, 출차 취소, 상세 검색, 삭제, 삭제내용 확인 기능을 제공한다. 일반 검색에서는 차량 번호, 입출차 일자, 입차 순번 등으로 차량 번호와 입출차 시간을 확인할 수 있으며 상세 검색에서는 기기별로 입출차 차량의 상세한 정보를 검색할 수 있다. 입차 내역과 출차 내역을 삭제할 수 있으며 삭제된 입출차 정보를 필요한 경우에 다시 확인하고 출력하는 기능을 제공한다. 일반 주차관리 화면은 <그림 11>과 같다.

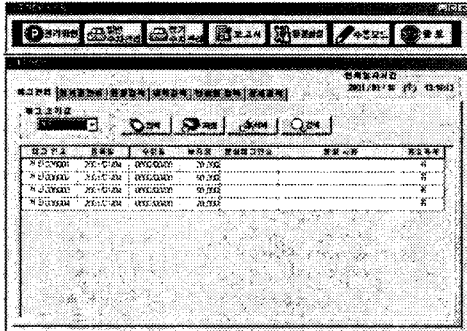


<그림 11> 일반 주차관리

(3) 정기 주차관리

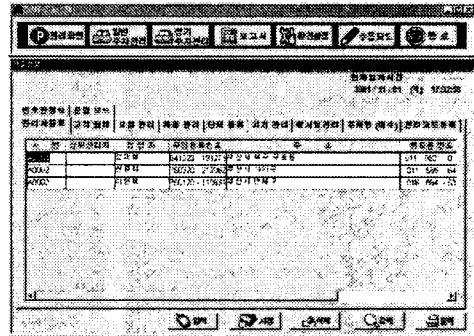
정기 주차관리는 태그 관리, 정기권 관리, 현황 검색, 내역 검색, 만료일 검색, 상세 검색 등으로 구성되며, 등록되어 사용 중인 정기권 내역을 태그, 차량, 만료일자, 소속 등으로 조회할 수 있으며, 신규 등록 및 삭제 기능을 제공한다. 정기 고객에 대하여 차량번호, 단체코드, 단체소속, 단체직위, 태그번호, 고객형태, 주민등록번호, 차주명, 주소, 휴대폰, 전화번호, 장애인 유무, 차량형태, 차종, 등록일, 시작일, 종료일, 지불형태, 요금, 만료여부, 해지금액, 메모 등의 정보를 관리

한다. <그림 12>는 정기 주차관리 화면을 나타낸 것이다.



<그림 12> 정기 주차관리

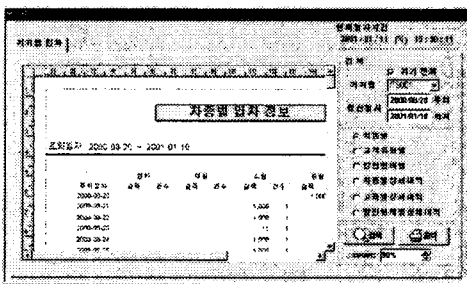
리, 주차면, 관리코드 등록, 번호판 정보, 운영 모드 정보 등을 설정한다. <그림 14>는 환경 설정 화면을 나타낸 것이다.



<그림 14> 환경 설정

(4) 보고서 관리

보고서 관리에서는 일자별, 초소별로 정산하여 보고서를 출력하는 기능을 제공한다. 기기명과 정산 기간을 중심으로 차종별, 고객유형별, 할인형태별, 차종별 및 고객별 상세 내역 등의 보고서를 작성할 수 있다. <그림 13>은 보고서 관리 화면을 보인 것이다.



<그림 13> 보고서 관리

(5) 환경 설정

환경설정에서는 관리자 등록, 고객 형태, 요율 관리, 차종 관리, 단체 등록, 기기 관리, 행사일 관

5. 결론

본 연구에서 개발한 주차관리시스템은 차량 번호판 인식시스템과 주차정보 관리시스템으로 구성된다. 차량 번호판 인식 시스템은 획득된 차량 영상에서 번호판 영역을 추출하는 부분과 추출된 번호판 영역에서 각 문자 영역을 추출하여 인식하는 부분으로 이루어진다. 차량 영상에서 번호판 영역의 추출은 차량 영상에 대해 최빈수를 이용하여 녹색의 잡음을 제거한 후 녹색의 밀집도가 높은 영역을 번호판의 후보 영역으로 설정하여 그 후보 영역에서 흰색의 밀집도가 높은 부분을 번호판 영역으로 추출하였다. 그리고 흰색의 밀집도가 높은 부분이 여러 개가 나타나는 경우에 대해서는 차량 번호판의 가로 및 세로비가 약 2 : 1인 정보를 이용하여 번호판 영역을 판별하여 추출하였다. 개별 코드들의 추출은 히스토그램 방법을 이용하여 추출하였고 퍼지 클러스터링 알고리즘인 FCM

을 적용하여 차량 번호판을 인식하였다.

본 논문에서는 주차관리시스템용 번호판 인식 방법의 성능을 평가하기 위하여 자가용 차량과 승합용 차량을 중심으로 성능 실험을 하였다. 80대의 차량 영상에 대한 실험에서 78대의 번호판 영역이 추출되었고 제안된 방법이 기존의 RGB 및 HSI 컬러 정보를 이용한 차량 번호판 추출 방법보다 개선되었다. 그러나 차량 영상의 밝기가 매우 어둡게 촬영된 2개의 차량 영상은 번호판 추출에 실패하였다. 이는, 촬영된 차량 영상의 밝기가 과도하게 불량한 경우로서 번호판 내부와 외부간의 색상 차이가 없어 녹색의 경계 지점 설정에 실패하여 번호판 후보 영역을 찾지 못한 경우이다. 히스토그램 방법을 이용하여 개별 코드를 추출한 결과, 684개의 코드 중에서 674개의 개별 코드가 추출되었다. 개별 코드 추출에 실패한 경우는 추출된 번호판 영역에서 코드 부분의 색상과 배경 부분의 색상이 뚜렷하게 구별되지 않아 정확히 추출되지 않은 경우이다. 그리고 FCM 알고리즘을 적용하여 개별 코드들을 인식한 결과 674개의 개별 코드 중에서 668개가 인식되었다. 개별 코드 인식에 실패한 경우는 추출된 개별 코드에 잡음이 있어 개별 코드들을 클러스터링하는 과정에서 잘못된 중심값을 얻어 다른 문자로 인식한 경우이다.

실험을 통하여 성능의 우수함을 보인 CIFC 차량 번호판 인식시스템을 이용하여 주차관리시스템을 개발하였다. 주차정보 관리시스템은 입출차 관리, 일반 주차관리, 정기 주차관리, 보고서 관리, 환경 설정, 그리고 수동 모드로 구성된다. 본 시스템은 오라클 데이터베이스 시스템을 사용하고 파워빌더 7.0으로 개발하였다. 주차 설비를 제어하는 모듈을 추가하면 상용화 가능하도록 개발하였다.

향후 연구 방향은 번호판 주위가 매우 어둡게 촬영된 차량 영상에 대해 색상, 채도 명도 등의 특성을 가지는 HSI 정보를 추가로 이용하여 번호판의 추출율을 개선하고 번호판 영역에서 배경과 코드가 뚜렷이 구분되지 않아 개별 코드가 정확히 추출되지 않는 부분을 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개선할 것이다. 그리고 잡음이 있는 개별 코드들의 인식률을 향상시키기 위하여 FCM을 기반으로 한 RBF 신경망을 개발하여 차량 번호판 인식에 적용할 것이다.

참고문헌

- [1] 문기주, 신영석, 최효돈, "사전정보를 이용한 차량 번호판 영역의 분리," 한국경영과학회, Vol.13, No.2, pp. 1~11, 1996.
- [2] 이진배, "조명과 기울기에 강한 차량 번호판 인식에 관한 연구," 숭실대학교 석사학위 논문, 1995.
- [3] 신동필, "차량 자동 인식 시스템 개발에 관한 연구," 시스템공학연구소, 1991.
- [4] 허남숙, 조희정, 양황규, 김광백, "그레이 명암도 변화에 의한 차량 번호판 추출에 관한 연구," 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, pp. 1353~1356, 1998.
- [5] 남미영, 이종희, 김광백, "개선된 HSI 컬러 정보를 이용한 자동차 번호판 추출 시스템," 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, 제2권, 제1호, pp.345-349, 1996.
- [6] Y. K. Lim, K. C. Kim, and K. B. Kim, "Recognition System of a Car Plate using a FuzzyNetworks," Proceedings of AFSS, Vol.2, pp.1003-1008, 2000.
- [7] Rabiner L.R. and Gold B., Theory and Applications of Digital Signal Processing, Englewood Cliffs Nj : Prentice-Hall, 1975

- [8] D. G. Lowe, "Organization of Smooth Image Curves at Multiple Scales," *Journal of Computer Vision*, Vol.1, pp.119-130, 1989.
- [9] J. C. Bezdek, *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*, Plenum, NewYork, 1981.
- [10] R. L. Cannon, J. V. Dave, and J. C. Bezdek, "Efficient Implementation of Fuzzy C-Means Clustering Algorithms," *IEEE Trans. Pattern Anal. & Machine Int.* Vol. PAMI-8, No. 2, pp.248-255, 1986.
- [11] H. -J. Zimmermann, *Fuzzy Set Theory and Its Applications Second Edition*, Kluwer Academic Publishers, pp.28~39. 1991.

Abstract

Developments of Parking Control System Using Color Information and Fuzzy C-means Algorithm

Kwangbaek Kim*
Hongwon Yun**
Younguhg Lho***

In this paper, we propose the car plate recognition and describe the parking control system using the proposed car plate recognition algorithm. The car plate recognition system using color information and fuzzy c-means algorithm consists of the extraction part of a car plate from a car image and the recognition part of characters in the extracted car plate.

This paper eliminates green noise from car image using the mode smoothing and extract plate region using green and white information of RGB color. The codes of extracted plate region is extracted by histogram based approach method and is recognized by fuzzy c-means algorithm.

For experimental, we tested 80 car images. We show that the proposed extraction method is better than that from the color information of RGB and HSI, respectively. So, we can know that the proposed car plate recognition method using fuzzy c-means algorithm was very efficient. We develop the parking control system using the proposed car plate recognition method, which showed performance improvement by the experimental results.

Key words: Color Information, Fuzzy c-means, Car plate recognition, Parking control system

* College of Computer Engineering, Silla University
** College of Computer Information Technology, Silla University
*** College of Computer Engineering, Silla University