

명암도 변화값과 기하학적 패턴벡터를 이용한 차량번호판 인식

이 응 주[†] · 석 영 수^{††}

요 약

본 논문에서는 명암도 변화값과 기하학적 패턴벡터를 이용하여 실시간으로 차량번호판을 추출하고 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 일반적으로 차량영상에서는 번호판 영역에서 문자와 배경이 뚜렷하게 구별되고, 일정한 명암도 변화를 가지면서 번호판 이외의 다른 영역보다 밀집도가 높은 특성이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 성질을 이용하여 먼저 명암도 변화값을 사용하여 번호판을 추출하도록 하였으며 영상 입력 과정에서 외부 환경에 따라 차량영상이 어둡거나 밝게 입력될 경우에도 동일한 추출 성능을 얻기 위하여 밝기 보정 과정을 수행하였다. 또한 추출된 번호판 영역으로 부터 입력 문자의 크기, 이동 및 회전에 무관한 특성 추출을 위해 번호판 영역에서 잡음 제거와 세선화를 적용하여 전 처리후 제안한 기하학적 패턴벡터를 이용하여 차량번호를 인식하도록 하였다. 제안한 방법들을 적용한 결과 기존의 원형 패턴벡터 보다 계산 속도가 빠르며, 차량번호판의 크기와 잡음에 무관하며, 불규칙한 조명 상태에서도 정확한 차량 번호를 인식할 수 있었다.

A Vehicle License Plate Recognition Using Intensity Variation and Geometric Pattern Vector

Eung-Joo Lee[†] · Young-Soo Suk^{††}

ABSTRACT

In this paper, we propose the real-time car license plate recognition algorithm using intensity variation and geometric pattern vector. Generally, difference of car license plate region between character and background is more noticeable than other regions. And also, car license plate region usually shows high density values as well as constant intensity variations. Based on these characteristics, we first extract car license plate region using intensity variations. Secondly, lightness compensation process is performed on the considerably dark and brightness input images to acquire constant extraction efficiency. In the proposed recognition step, we first pre-process noise reduction and thinning steps. And also, we use geometric pattern vector to extract features which independent on the size, translation, and rotation of input values. In the experimental results, the proposed method shows better computation times than conventional circular pattern vector and better extraction results regardless of irregular environment lighting conditions as well as noise, size, and location of plate.

키워드 : 차량번호판(Vehicle License Plate), 패턴 벡터(Pattern Vector), 영상 처리(Image Processing), 차량인식(Vehicle Recognition)

1. 서 론

최근 차량의 증가로 인해 교통체증, 교통사고, 과속차량, 도난차량 등 차량에서 일어날 수 있는 문제들이 사회적인 이슈로 대두되고 있으며, 이에 따라 차량관리, 차량추적, 통행료 자동과금, 주차관리 및 수배차량 관리 등의 응용 분야에서 효율적이고 지능적인 차량번호판 인식을 통해 문제를 해결하려는 연구들이 진행되고 있다. 일반적으로 차량번호판 인식 시스템의 구성은 차량입력 및 전처리 과정, 차량번호판 추출 과정 및 차량번호판 인식 과정으로 나눌 수 있으며 효율적인 인식을 개선하기 위해서는 차량 번호판 영역의 정확한

추출이 필요하며 또한 추출된 번호판 영역에서 효율적인 인식 방법과 처리 속도 문제가 매우 중요하다고 할 수 있다.

현재까지 진행된 기존의 차량번호판 추출에 관한 연구로는 전체 차량영상을 이치화하여 각 문자를 영역화하고 이 영역화한 문자를 신경회로망에 입력하여 번호판 문자를 인식하는 신경회로망 기반의 연구방법[1], 번호판 특징 영역의 사전지식에 의해 허프 변환을 이용하여 번호판 영역을 추출하고 번호판 영역의 특징을 기반으로 하여 인식하는 특징자 기반의 연구 방법[2], 전체영상의 이치화 처리로 번호판 영역을 추출하고 글자의 유사도(similarity)법을 적용하여 인식하는 유사도법에 의한 연구 방법[3], 문자인식에서 문자의 크기, 이동 및 회전에 무관한 패턴을 사용하여 인식하는 패턴매칭에 의한 연구 방법[4]등이 있다.

그러나 특징자 기반의 방법은 차량번호판을 추출에 시간이 많이 소모되며, 사전지식에 의한 문자영역 분할로서 번호

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R06-2002-000-00115-0)지원으로 수행되었음.

† 정 회 원 : 동명정보대학교 정보통신공학과 교수

†† 정 회 원 : 동명정보대학교 대학원 정보통신공학과

논문접수 : 2001년 8월 9일, 심사완료 : 2002년 5월 16일

판의 상단부와 하단부 위치가 다를 경우 문자의 영역이 충분한 글자를 포함하지 못하게 되어 인식을 저하를 가져오는 단점을 가지고 있다[2]. 유사도법에 의한 인식 방법 또한 처리 시간이 많이 걸려 실시간 처리에 유용하지 못하고, 차량 번호에 대한 인식은 가능하나 지역명과 차량 용도의 문자 인식에 어려움이 있다[3]. 또한 신경회로망 기반의 연구 방법은 각 문자의 학습 시간과 히스토그램 기법으로 실시간 처리와 잡음에 대한 오 인식이 높아지는 단점과 처리 소요시간과 처리과정에서 원 영상의 정보가 손실되는 문제점이 있다[1].

따라서 본 논문에서는 이러한 기존의 인식방법의 단점을 보완하고 번호판 인식율과 처리시간 문제를 개선하고자 입력 차량영상으로 부터 수평 및 수직 명암도 변화값 정보를 이용하여 차량번호판 영역을 추출하고, 추출된 번호판 영역에서 문자 및 숫자를 분할한 후 각각의 영역에 기하학적 패턴벡터를 적용하여 차량을 인식하는 실시간 인식시스템을 제안하였다.

2. 차량번호판 특성과 문자 배열의 특성

일반적으로 차량 번호판 인식을 위해서는 번호판 영역의 정확한 추출이 필요하며, 번호판 영역의 추출을 위한 번호판의 특징 분석은 알고리즘의 구성에 있어서 매우 중요한 요소이다. 차량번호판의 일반적인 특징은 다음과 같다.

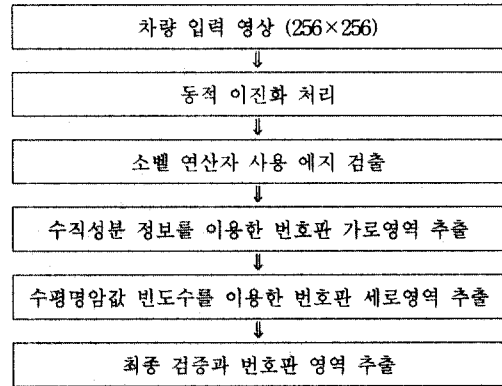
첫째, 실제 번호판의 색상은 차량 용도에 따라 다양하지만 흑백 영상에서는 밝은 바탕에 어두운 글자 혹은 어두운 바탕에 밝은 글자 등으로 대조적인 명암값을 갖는다. 둘째, 번호판은 그 종류와 무관하게 번호판 내부에서 지역부를 나타내는 상부와 숫자를 나타내는 하부로 구성되며, 상부와 하부의 문자 길이의 비가 약 1:2이다. 이는 번호판의 추출뿐만 아니라 인식 알고리즘에 있어서 위치와 크기 추정에 중요한 정보가 된다. 셋째, 번호판은 차량 영상의 하단부에 위치하고 있다. 이는 차량 전면부에서 번호판이 위치할 수 있는 곳이 어느 정도 한정되어 있기 때문에 나타나는 특성으로 후면부의 영상을 촬영하는 경우보다 전면부 영상으로 처리할 때 훨씬 효과적인 특성이다. 이는 실시간 처리를 위하여 번호판 인식시 입력 및 처리 위치를 입력 영상의 하단부로부터 처리함으로써 계산 시간을 단축시키는데 이용할 수 있다. (그림 1)에 일반적인 차량 번호판의 특성에 대하여 나타내었다.

(그림 1) 번호판 영역의 특성

3. 번호판 영역 추출 알고리즘

제안한 알고리즘에서 번호판 영역을 추출하는 과정은, 차

량 영상에서 수평 및 수직 명암도 변화를 구한 후 번호판 영역의 특성을 이용하여 번호판 영역을 추출하며 전체적인 구성도는 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 수직수평 명암값 변화를 이용한 번호판 추출 구성도

번호판 추출 단계에서, 번호판 영상은 명암의 변화에 따라 다양한 밝기 값을 가지므로 이진화를 위한 임계치가 명암의 변화에 따라 동적으로 변할수 있는 동적 할당 임계값 방법을 이용하여 영상을 이진화 처리한다. 전처리 과정시 수반되는 에지추출 과정은 번호판 위치 정보를 알기 위한 과정으로 소벨 연산자를 사용하였다. 입력 차량 전면부 영상에서는 소벨 수직마스크를 적용한 결과 수직 성분정보에서 번호판 영역 외 다른 차의 영역과 배경의 영역이 존재하지 않는다는 특성을 이용하여 번호판 가로영역을 검출할 수 있다. 그리고 전면부 영상에서 번호판 위치는 전체 차량 영상의 하단에 위치하고 있다는 특징을 이용하여 영상 하단에서부터 영상을 읽어 번호판 영역을 추출함으로써 알고리즘 구현시 처리 속도를 개선할 수 있었다. 또한 전체 차량 영상에서 위에서 아래로, 아래에서 위로 60 화소 단위로 수평 프로파일을 검색하여 번호판 가로 영역을 검출하고, 번호판 가로 영역 시작점과 끝점을 선택하고 그 외의 영상을 잡음으로 간주하여 제거하도록 하였다.

(그림 3) 입력 차량 영상에서 검출된 영역 : (a) 동적 이진화 처리 : (b) 소벨 수직마스크 이용한 에지 검출 : (c) 소벨 수평마스크 이용한 에지 검출.

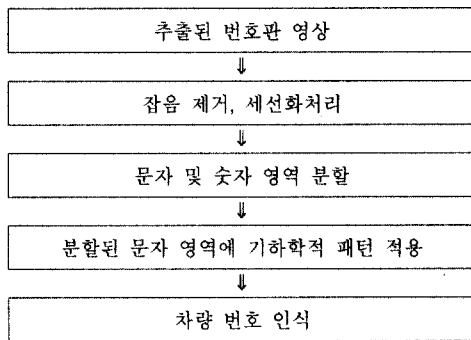
또한 추출한 번호판 가로 영역에서 좌에서 우로, 위에서 좌로 5 화소 단위로 실제 번호판 수직 명암값 빈도수와 비교하면서 번호판 세로 영역을 추출하며 마찬가지로 이 또한 번호판 영역외의 영상을 잡음으로 간주하여 제거한다. 추출된 번호판 후보 영역으로부터 차량 번호판 영역은 가로 비와 세로 비

가 2:1이라는 사전 지식을 이용하여 정확한 번호판 영역을 확정, 추출하도록 하였다. (그림 4)는 차량 입력 영상에서 제안한 추출 방법을 사용하여 번호판 영역을 추출한 결과이다.

(그림 4) 제안한 알고리즘을 사용한 번호판영역 추출: (a) 입력 차량 영상: (b) 수평 명암값 빈도수를 이용한 번호판 가로영역 추출: (c) 번호판 영역 추출 결과

4. 기하학적 패턴벡터를 이용한 차량번호 인식

제안한 알고리즘의 인식 단계에서는, 수직 및 수평 명암도 변화 빈도값을 사용하여 번호판 영역을 추출한 후, 추출된 번호판 영상으로부터 번호판 영역의 문자 및 숫자를 분할하고 기하학적 패턴 벡터를 적용하여 번호판을 인식하도록 하였으며 전체적인 구성도는 (그림 5)와 같다.



(그림 5) 제안한 차량 번호판 인식 구성도

이때 추출된 번호판 영상 내에서는 인식에 필요하지 않은 잡음이 존재할 수 있다. 이러한 잡음을 제거하기 위해 전처리 과정으로 제거(Opening)연산과 채움(Closing)연산을 식 (1), 식 (2)과 같이 사용한다. 제거 연산은 침식연산 다음에 팽창연산을 바로 사용하는 알고리즘으로서 원 영상을 최 외각을 한 픽셀씩 없애고 다시 팽창 연산으로 최 외각을 한 픽셀씩 확장시키는 방법이다. 침식연산으로 미세한 잡음을 제거하고 다시 팽창 연산을 수행함으로써 원 영상의 크기를 유지할 수 있다. 채움 연산은 제거 연산의 반대 기능을 수행하는 것으로 팽창 연산은 작은 홀들을 메워지고 축소 작용 때에 원 영상의 크기로 복원된다.

$$\text{제거(opening)} : A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (1)$$

$$\text{채움(closing)} : A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B \quad (2)$$

번호판 문자와 숫자에서의 제거 연산은 경계 면을 부드럽

게 하며, 작은 고립점이나 날카로운 꼭지부분을 제거하는 연산이고, 채움 연산은 경계면을 부드럽게 하며, 길고 얇은 부분을 녹이고 작은 구멍이나 경계 부분의 틈을 채우는 연산을 하므로 해서 잡음을 제거한다. 잡음 제거한 영상에 세선화를 적용한다. 세선화적용은 두꺼운 선을 하나의 실선으로 만들어 주기 때문에 문자의 분별이 더 정확하게 찾기 위한 방법이다. 잡음 제거와 세선화 처리한 영상에서 실제 번호판 특성의 고려하여 상부와 하부의 각 문자 및 숫자를 그 문자의 중심에서 사각형의 면적을 넓혀 가면서 글자의 끝점을 찾아 그 사각형의 영역 외 영상을 잡음으로 간주해 제거한다.

	기하학적 패턴	원형 패턴
부		
대		
구		
북		
충		
산		
제		
경		
주		
진		
광		
기		
강		
원		
인		
천		

(그림 6) 번호판 영역 문자 인식을 위한 원형 패턴 및 기하학적 패턴 적용 결과

또한 추출된 각각의 문자 및 숫자를 처리 시간을 단축하며 인식율을 개선하고자 본 논문에서는 기하학적 패턴벡터를 사용하여 인식하도록 하였다. 기하학적 패턴벡터는 이진 번호판 영상에서 추출되어진 문자 영역을 인식하기 위해 각 문자별로 십자형 및 원형을 복합한 패턴벡터 방법으로 입력 문자의 크기, 이동 및 회전은 무관한 특성을 가지며, (그림 6)에 번호판 문자인식시 제안한 기하학적 패턴벡터와 원형패턴 벡터 방법을 비교하였다.

원형패턴은 세 개의 반지름 R1, R2, R3를 사용하여 270°에서 267°까지 시계 방향으로 3° 간격씩 120개의 원소들을

추출하였다. (그림 6)의 문자 처리에서 맨 위의 가로줄은 R1반지름이며, 각 각도에 따라 글자의 검정화소는 검은 점으로 나타내고, 배경화소는 흰 점으로 나타내도록 하였다. 또한 두 번째 및 세 번째줄에 나타난 R2 반지름과 R3 반지름도 역시 같은 방법으로 적용하였다. 한편 제안한 기하학적 패턴 벡터를 사용하는 방법은 처리 속도와 인식율을 개선하고자, 글자 높이에 반으로 나눈 수평축과 글자 폭에 반으로 나눈 수직 축을 패턴으로 사용, 글자의 검은 점과 흰 점으로 분포된 패턴을 비교하며 이를 (그림 6)의 첫 번째 가로줄과 두 번째 가로줄에 나타내고 있다. 마지막으로 원형의 패턴은 글자의 폭을 반으로 나눈 것을 반지름으로 하여 원주를 그리면서 120개의 원소 분포를 추출한 패턴을 나타내도록 하였다. 그림에서와 같이 패턴의 비교 결과 각 문자의 패턴이 뚜렷하게 구별되는 특성을 찾을 수 있었다.

	기하학적 패턴			원형 패턴		
북						
울						
	270°	90°	267°	270°	90°	267°

(그림 8) 글자 '북', '울'자를 원형패턴과 기하학적패턴과의 비교
 폭의 길이만큼 패턴 길이를 가진다. 원의 중심은 글자의 중심으로 정하고, 원의 반지름은 폭의 반(폭/2)을 R이라 하면, 원의 중심에서 수직축을 기준축으로 정하고 3(θ)도씩 시계 방향으로 회전하면서 해당되는 원주의 좌표에서 120개 글자 영역과 배경 영역의 원소 분포(Cir(x,y))를 추출한다.

	기하학적 패턴			원형 패턴		
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
	270°	90°	267°	270°	90°	267°

(그림 7) 번호판 영역 숫자 인식을 위한 원형패턴 및 기하학적 패턴 적용 결과

또한 글자 '북', '울'자를 원형패턴은 '북', '울'자로 오 인식되었다. 기하학적 패턴의 수직패턴에 의해 '1'를 인식할 수 있기 때문에 '북', '울'자를 정확하게 찾을 수 있었다. 수직과 수평 패턴의 분포 위치는 글자의 폭과 높이 길이에 1/2를 하면 글자의 중심이 된다. 수직과 수평은 높이 길이와

(그림 9) 문자와 숫자에 대한 기하학적패턴 적용

또한 원주의 좌표에 따라 글자의 명암도 값을 읽어들이며 식 (3)은 원주의 각 각도와 각 반지름에 대한 원 영상에서 원주의 좌표를 나타내는 식이다. R은 각 원의 반지름이고, θ는 3도 간격의 각도를 나타낸다.

$$Cir_{(x,y)} = (R \times \cos\theta, R \times \sin\theta) \quad (3)$$

기존의 원형패턴은 3개의 원에 대한 각각 120개의 원소를 추출해야 하는 것으로서 기하학적패턴은 원형은 1개, 그리고 글자의 폭과 높이에 따라 수직, 수평축의 길이가 원형 패턴 길이보다 짧은 것으로 시간을 단축할 수 있다. 또한, 기울어진 차량번호판의 각 문자에 대한 인식은 기울어진 문자의 각(θ)에 따라 회전하여 인식할 수 있었다.

마지막으로 기준이 되는 문자에 대한 기하학적패턴 벡터의 원소와 실제 글자에 대한 기하학적 패턴 벡터간의 원소를 찾아 분류한다. 즉, 각각의 기준 기하학적패턴 벡터에 대하여 실험 기하학적패턴 벡터를 한 칸씩 순환이동 시키면서 최소거리가 되는 벡터를 찾는다. 그리고 실험 기하학적패턴 벡터와 최소거리를 갖는 기준 원형패턴 벡터가 문자로 인식된다

(그림 10) 양호한 번호판인식 결과

(그림 11) 승합차량번호판 인식 결과

(그림 12) 크기가 큰 차량번호판 인식결과

(그림 13) 외부환경(햇빛) 변화에 영향을 받은 차량번호판 인식 결과

(그림 14) 기울어진 번호판을 인식한 결과

(그림 15) 번호판 주위가 복잡한 입력 영상

5. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 METEOR 영상획득 보드와 CCD 카메라를 이용하여 주야간, 맑은 날씨와 흐린 날씨, 및 다양한 시간대에 걸쳐 실시간 인식에 관한 실험을 하였으며 인식시스템의 구성에 있어 카메라와 차량과의 거리는 1.5m, 카메

라 높이는 2.5m, 15각도로 촬영된 영상 자료를 기준으로 다양한 거리와 각도에서 256×256 명암도 영상을 실시간으로 획득되도록 하였다. 또한 PULNIX 9701 CCD 카메라를 통하여 획득된 차량 영상에서 제안한 번호판 영역의 수직 및 수평 명암값 빈도수 정보를 이용하여 번호판의 영역을 추출하고, 추출된 번호판영역을 분할하였으며 분할된 각 문자

와 숫자에 대하여 기하학적패턴 벡터를 적용하여 차량번호판의 문자와 숫자를 자동인식되도록 하였다.

실험결과, 번호판 주위나 번호판 자체가 양호한 차량 영상뿐만 아니라 차량번호판 주위가 복잡한 차량영상, 번호판 자체가 불량한 차량영상, 번호판 영역이 크게 촬영된 차량영상 등 번호판 상태나 크기, 입력 차량의 조건에 영향을 적게 받으며 번호판 영역 추출과 인식이 가능하였다. 또한 햇빛에 반사된 차량 전면부와 헤드라이트 부분, 차량 앞면 부분, 유리창 부분 등에서 차량번호판 세로부분으로 검출되는 경우도 있었으나 제안한 알고리즘의 번호판 세로영역 추출 과정 다음 단계인 가로영역 추출 과정에서 수직 명암값 빈도수 계산으로 제거됨을 알 수 있었다. 실험 결과 전체 500여대의 입력 차량영상에서 번호판 영역 추출율은 97.0%였고, 전체 입력에서 인식까지 처리 시간은 평균 0.15 초였다.

성능 비교	기존 알고리즘	제안된 알고리즘
평균 인식률	90~95%	97%
문자인식 속도	1자/0.5초	1자/0.01초
전체 처리 속도	0.7~0.8초	0.15초

(그림 16) 제안된 알고리즘의 성능 비교.

6. 결 론

본 논문에서는 전체 차량 영상에서 번호판 영역을 수평 및 수직 명암값 변화 빈도수를 조사하여 번호판 영역을 추출하고 기하학적패턴 벡터로 차량 번호를 인식하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법에서는 입력 영상의 번호판 상태와 크기에 관계없이 일정하게 번호판 영역의 수평명암값 빈도수와 비교하여 전체 차량 영상에서 번호판 가로영역을 추출하고 추출된 가로영역 내에서 수직명암값 빈도수와 직선 에지를 조사하여 직접 번호판 영역을 추출, 검증단계로는 번호판 크기 특성을 이용하였으며 추출된 번호판 영역에서 문자 및 숫자를 분할하여 각각 기하학적 패턴 벡터를 이용하여 차량 번호를 인식하도록 하였다.

실험에서는 PULNIX 9701 CCD 카메라를 통하여 100개의 차량 전면부 영상을 획득하여 실험한 결과 98%의 추출율과 한 문자 및 숫자를 평균 0.01초의 처리 시간을 나타내었다. 입력 영상에서 번호판 영역이 큰 영상, 물리적으로 번호판 영역이 일부 훼손된 영상, 번호판 주변이 복잡한 영상 그리고 명암의 변화에 잡음이 있는 경우에도 효과적으로 추출되었다. 차후 연구로는 본 논문에서 이용한 차량 데이터가 훼손된 경우나 영상의 명암값에 영향을 미치는 기상과 야간시 실험자료가 부족하였으므로 차후 이에 대한 알고리즘 보완이 계속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김도형, 이선화, 김미숙, 차의영, "자동차번호판 영역의 문자 추출과 인식에 관한 연구", 한국정보과학회, 추계학술발표논문집, 2000.
- [2] 조보호, 정성환, "특징영역 기반의 자동차 번호판 인식시스템", 정보처리논문지, Vol.6, No.6, pp.1686-1692, 1226-9190.
- [3] 김희식, 이평원, 김영재, "차중, 번호판 위치 및 자동차 번호판 인식을 위한 영상처리 알고리즘개발", 한국자동차제어학술회의 논문집, Vol.2, pp.1718-1721, 1997.
- [4] 정효식, 조형제, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착", 한국정보과학회논문지 제21권 제6호, pp.1149-1159, 1994.
- [5] 김숙, 조형기, 민준영, 최종욱, "명암 벡터를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘", 정보과학회논문지(B), 제25권 제4호 pp. 676-684, 1998.
- [6] 전병태, 윤호섭, "신호처리 기법을 응용한 차량번호판 추출방법", 전자공학회논문지(B), 제30권 제7호, pp.92-100, Jul., 1993.
- [7] 정지호, 최태영, "원형패턴벡터를 이용한 인쇄체 한글 인식", 전자공학회학술지, 제6권 제1호, pp.269-281, 2001.
- [8] 김병기, 이창숙, "칼라정보를 이용한 차량번호판 자동인식", 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문집 제6권 제1호, pp.1351-1354, 1999.
- [9] 황영환, 박진후, 최환수, "자동차 번호판 자동 인식에 관한 연구", 신호처리합동학술대회, Vol.7, No.1, pp.433-437, 1994.
- [10] R. J. Blissett, C. Stennett, and R. M. Day, "New Techniques for Digital CCTV Processing in Automatic Traffic Monitoring," Ottawa-VNIS '93, pp.137-140, Oct., 1993.
- [11] Ming G. He, Alan L. Harvey, Thurail Vinay "Vehicle Number Plate Location For Character Recognition," ACCV '95 Second Asian Conference on Computer Vision, 5-8, Singapore, pp.1425-1428, December.

이 응 주

e-mail : ejlee@umc.tic.ac.kr

1992년 경북대학교 대학원 전자공학과
공학석사

1996년 경북대학교 대학원 전자공학과
공학박사

1992년 국방과학연구소 부설품관소 연구원
2000년~2001년 (주)디지털넷뱅크 대표

1997년~현재 동명정보대학교 정보통신공학과 교수

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 생체인증, 칼라영상처리

석 영 수

e-mail : seokys840@empal.com

2002년 동명정보대학교 정보통신공학과
공학사

2002년~현재 동명정보대학교 대학원
재학중

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전