

# AVI 시스템을 위한 목표 영역의 새로운 추출 기법

## A New Extraction Method of the Target Regions for AVI System

조 동 욱\*, 박 영\*\*, 최 동 선\*\*\*

(Dong Uk Cho\*, Young Park\*\*, Dong Sun Choi\*\*\*)

### 요 약

본 논문에서는 차량 자동 인식 시스템(AVI: Automatic Vehicle Identification) 구현에 있어 목표 영역이 되는 차량 번호판과 운전자 얼굴의 특징요소를 효율적으로 추출하기 위한 방법에 대해 다루고자 한다. 이를 위해 카메라를 두 대 설치하여 한 대의 카메라로부터는 차량 번호판 영역을 추출하고 또 하나의 카메라로는 운전자의 얼굴영역을 추출한다. 목표가 되는 두 영역의 추출을 위해 환경에 불변인 경계선 추출 방법을 제안하였고, 히스토그램의 특성을 이용하여 목표영역을 추출한다. 최종적으로 차량 번호판의 경우 추출된 번호판 영역에 다시 X, Y 라인히스토그램을 이용하여 문자영역의 분리를 행하였고, 운전자의 경우 눈, 코, 입 등에 대한 특징을 추출하였다.

### ABSTRACT

This paper presents an efficient extraction method to find out the features of the target regions. For the implementation of the AVI system, the number plate of a car and driver's face are considered as the target regions. For this, two cameras are setted where one camera is used to extract car number plate and the other is used to extract driver face region. Also edge detection independent of environment is proposed and target regions are extracted by the characteristics of the line histogram for the extraction of the target regions. Finally, character separation from extracted car number plate is done by applying to line histogram and feature points from the driver region, such as eyes, nose etc, are extracted.

### 1. 서 론

차량의 번호판을 자동으로 인식하여 처리하고자 하는 차량 자동 인식 시스템(AVI: Automatic Vehicle Identification)은 그 유용성에 비례하여 많은 연구가 진행되어져 왔다. [1]~[3] 차량자동 인식 시스템에 대한 기존의 많은 방법들은 차량에 장착기(transponder)를 부착하는 능동(active) AVI 시스템이었다. 능동 AVI 시스템은 장착기로 마이크로파, 저주파 발생기등을 사용하고 이의 신호를 도로 곳곳에 설치된 검출기(interrogator)를 통해 처리하는 방법이다. 그러나 인식률은 높지만 장착기와 검출기의 고비용, 특히 장착기의 고비용은 운전자의 비협조로 인해 실현하기 어려운 실정이다.

따라서 실생활에 적용하기 위해서는 차량에 장착기를 부착하지 않고 화상처리 기술에 의해 차량을 인식하는 수동(passive) AVI 시스템이 연구되었다. 수동 AVI 시스템은 그 접근 방식에 따라 두가지로 대별된다. 하나는 색상 영상 처리이며 또 하나는 흑백 영상 처리이다. 색상

영상 처리는 번호판이 가지는 고유한 색상 즉, 자가용은 녹색바탕에 흰색글씨, 관광용은 분홍색 바탕에 흰색 글씨 등과 같은 색상정보를 이용하여 처리하는 방식이다. 그러나 색상 영상처리는 처리시간이 길고 번호판 색상과 차체 색상이 동일한 경우 처리가 불가능하다는 단점이 있어 흑백 영상 처리를 행하는 것이 보다 적절한 접근방식이라 여겨진다. 따라서 수동 AVI 시스템 구현이 실현되어야 한다. 흑백 영상처리용 수동 AVI 시스템에 대해 많은 방법들[4][5]이 연구되어 왔다. 기존의 대표적인 방법[4]은 Hough변환에 의해 수직성분과 수평성분을 찾고, 찾아진 직선 성분들로부터 가로와 세로의 비가 2 대 1이 되는 곳을 찾아 번호판 영역을 추출하였다. 그러나 이 경우 번호판이 삐뚤어져 있다면 번호판 영역 추출이 불가능할 뿐 아니라 Hough변환의 적용으로 처리시간의 과다와 같은 문제가 존재한다. 또한 번호판 영역을 추출하기 위해서는 전처리로서 경계선을 추출해야 하는데 기존에 많이 사용하였던 미분연산자[8]는 환경에 불변인 임계치의 선정이 어려운 문제가 존재한다. 따라서 본 논문에서는 환경에 불변인 경계선 추출방법을 제안하고 보다 빠른 처리시간의 구현을 위해 라인히스토그램을 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 아울러 올바른 차량 자동 인식 시스템이 되기 위해서는 차량 번호 인식 뿐만 아니라 운전자 얼굴

\* 서원대학교 정보통신공학과

\*\* 청주대학교 전자공학과

\*\*\* 중경공업전문대학 전자공학과

접수일자 : 1998년 2월 18일

인식도 행해져야 한다. 이것은 AVI 시스템이 추구하는 ERP(Electronic Road Pricing)와 치안중에 치안 부분에 적용하는 것으로 사회적 요구가 절실한 분야이다. 현재까지 차량 번호 인식과 운전자 얼굴을 동시에 인식하는 연구는 없었다. 본 논문에서는 이를 위해 운전자 얼굴까지 인식하는 AVI 시스템을 구축하고자 하며 이 중 본 논문은 차량 번호판 영역과 운전자 얼굴 영역의 추출 그리고 추출된 목표 영역으로부터 차량번호판의 경우 문자의 분리 그리고 운전자 얼굴 영역으로부터 눈, 코, 입 등과 같은 특징점의 추출을 행하고자 한다.

II. 전체 시스템의 구성

본 논문에서의 AVI 시스템에 대한 전체 처리부의 구성은 그림 1과 같다. 검은 선으로 되어있는 부분이 본 논문에서 다루고자 하는 부분이며 하드웨어 구현과 더불어 경계추출후 실시간 처리가 가능하도록 라인 히스토그램을 이용한 목표영역 추출방법을 이용한다.

시스템에서 카메라 설치는 한 대의 카메라로는 번호판 영역에 있어서의 문자와 숫자 그리고 얼굴영역에 있어서의 특징요소들을 정확하게 추출할 수 없기 때문에 차량의 번호판 영상만을 취득하기 위한 카메라1과 운전자의 얼굴영상만을 취득하기 위한 카메라 2등 두 대의 카메라를 사용한다. 즉, 카메라 한 대를 가지고는 화상처리에 필요한 해상도를 얻을 수 없기 때문에 두 대의 카메라를 설치하여 한 대는 번호판 영역 추출에 또 한 대는 운전자 얼굴 영역 추출에 사용한다. 또한 환경에 불변하도록 임계값의 선정이 필요없는 경계선 추출방법을 제안하고 실시간 처리가 가능하도록 하기 위해 라인 히스토그램을 이용하여 목표 영역을 추출하고자 한다. 이는 경계 추출

후 1의 값을 갖는 화소만을 대상으로 그 누적분포의 특성을 이용하는 것이기 때문에 실시간 처리에 적합하다고 여겨진다.

III. 목표영역의 추출

얼굴영상의 특징추출을 위한 전처리 과정으로 경계선을 검출한 후에 추출된 경계선을 가지고 이진 영상을 구한다. 후처리 과정으로는 이진영상에서 전체영상에 대한 라인 히스토그램과 영상의 국부적인 라인 히스토그램을 구하고, 이를 이용하여 반복 패턴 알고리즘으로 위치 좌표를 추출한다. 추출된 위치좌표로부터 인식 파라미터를 계산한다.

1. 경계선 추출

차량 인식 시스템은 주간이나 야간 또는 흐린 날이나 맑은 날에 상관없이 인식이 가능해야 한다. 이를 위해 가장 중요한 과정 중의 하나가 입력 차량 영상으로부터 환경에 불변인 경계선 추출 과정의 수행이다. 왜냐하면 올바른 전처리 과정의 수행은 후의 특징추출과 정합과정에 직결되기 때문에 가장 중요한 과정이 된다. 본 논문에서는 환경에 불변인 경계선을 추출하기 위해 톨이론(toll theory)[11]을 적용하고자 한다. 이 집합론은 어떤 원소가 그 집합에 속하기 위해 지불해야만 하는 비용의 개념으로 정의되는 집합이며 소속도 함수의 값은 0~+∞ 사이의 값을 취한다. 본 논문에서는 이러한 톨이론의 개념을 영상의 구조 파악에 적용하였다. 즉, 3×3 창내에서 주어진 영상이 어떤 영상구조에 속하는가를 톨 소속도 함수 값을 계산하여 가장 비용이 적게 되는 영상 구조로 귀속 시킴으로써 영상 구조를 파악하였다. 일반적으로 영상 구조는 크게 잡음 영역, 경계 영역 그리고 잡음도 경계도 아닌 세가지 구조로 정의할 수 있다. 대표적인 영상구조의 예를 그림 2에 나타내었으며 여기서 T<sub>1</sub>은 잡음 구조를, T<sub>2</sub>~T<sub>17</sub>은 경계 구조 그리고 T<sub>18</sub>은 잡음도 경계도 아닌 구조를 뜻하게 된다. 이에 대한 타당성은 통상 영상에서 통계적으로나 직관적으로 경계 영역은 T<sub>2</sub>~T<sub>17</sub>과 같은 구조로 되어 있으며, 잡음 영역은 T<sub>1</sub> 그리고 T<sub>18</sub>은 잡음도 경계도 아닌 구조가 된다. 물론 보다 세밀하게 화상구조를 나타내도 되지만 실제 영상에서 18개의 구조 만으로도 전처리과정을 수행하는데 문제가 없기 때문이다. 이때 S는 중심 화소 C를 중심으로 명암도의 차가 작다(Small)는 뜻을, L은 크다(Large)는 의미를 갖는다. 화상구조를 파악하기 위한 'S'와 'L'의 계산은 다음의 식(1)과 식(2)을 통해 계산하며 이것은 톨멤버십 함수의 정의와 일치되는 수식이 된다.

$$\Psi_S(x) = -\log[-(x-255)/255] \tag{1}$$

여기서  $x = |C - S|$

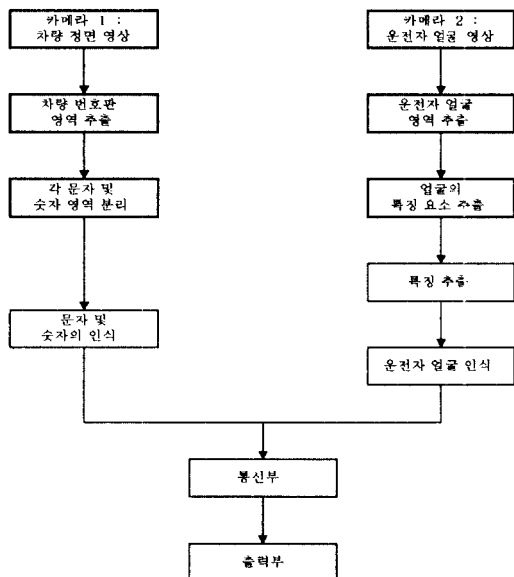


그림 1. 전체 시스템의 구성도  
Fig. 1 Overview of the entire system.

$$\Psi_L(x) = -\log[x/255] \quad (2)$$

여기서  $x = |C - L|$

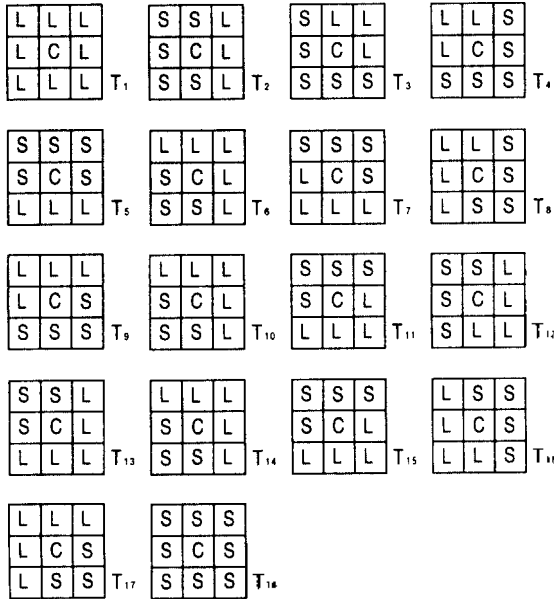


그림 2. 영상의 구조  
Fig. 2 Structure of image.

또한 잡음은 예로서 아래와 같은 방법으로 제거한다. 만약 그림 3과 같은 창에서  $T_3$ 와 같은 경우  $f_{2,3}$ 가 'S'로 판정이 됐을 경우 이 화소는 잡음이므로  $f_{2,3}$ 를 새로운 명암도 값  $C'$ 으로 대체해야만 한다.

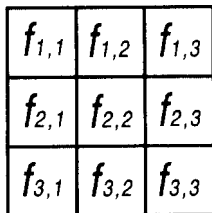


그림 3. 3x3 창  
Fig. 3 3x3 window.

이때  $C'$ 는 식(3)과 같다.

$$C' = \frac{\sum_{j=2}^3 f_{1,j}}{2} \quad (3)$$

또한,  $T_2 \sim T_{18}$ 의 화상구조에서 잡음이 발생한 경우는 식(3)과 같은 원리로 잡음을 제거한다.

### 2. 번호판 영역 추출 및 문자영역 분리

이제 추출된 경계선으로부터 번호판 영역을 추출하여야 한다. 이를 위해 히스토그램의 분포특성을 이용한 방법을 적용하고자 한다. 이는 이치 화상으로부터 그 누적 분포의 특성을 이용하는 것이기 때문에 실시간 처리가 가능하리라 여겨진다. 즉, AVI 시스템은 높은 인식율과 실시간 처리가 필요한 분야이다. Hough 변환[4]을 이용하면 처리시간의 과다와 같은 문제가 있으므로 실시간 처리의 구현을 위해 라인 히스토그램을 이용한다. 우선 차량에 있어 번호판 영역은 가로:세로가 2:1이 되므로 추출된 경계선으로부터 히스토그램의 분포를 파악하여 이 같은 특성을 만족하는 영역을 추출해야 한다. 일반적으로 히스토그램이란 명암도의 분포나 이치 화상에서 검은 화소의 분포등을 일컫는다. 차량번호판 영역 추출에 있어서는 이치화상에서 검은화소의 분포를 통해 영역 추출을 행한다. 즉 Y축 히스토그램과 X축 히스토그램 분포를 통해 번호판 영역을 추출한다. 아래에 Y축 히스토그램과 X축 히스토그램의 분포식을 식(4)와 식(5)에 나타내었다.

$$H_{Y(i)} = \sum_{j=1}^M X(j) \quad (4)$$

여기서  $X(i)$ 는 X축을 따라 누적되는 이치 화상의 수를 뜻한다.

$$H_{X(i)} = \sum_{j=1}^M Y(j) \quad (5)$$

여기서  $Y(j)$ 는 Y축을 따라 누적되는 이치 화상의 수를 뜻한다.

윗식의 분포식으로부터 일정한 임계치 TH1과 TH2를 만족하는 히스토그램을 찾고 이것이 2:1이 되는 쌍들을 검출하면 이것이 곧 번호판 후보 영역들이 된다. 이제 번호판 후보 영역들로부터 올바른 번호판 영역을 추출해야 하는데 이는 다음과 같은 방법으로 행한다. 원래 번호판 내부에는 번호판의 중심을 기준으로 위로 3개 또는 4개의 문자 그리고 아래로 5개의 문자가 존재한다. 따라서 번호판 후보 영역들로부터 Y히스토그램에 의해 번호판의 윗부분과 아랫부분을 분리하며 분리된 상하 영역들로부터 히스토그램에 의해 그 문자 영역의 갯수가 윗부분과 아랫부분의 문자 갯수와 일치하면 그것이 바로 올바른 번호판 영역이 된다.

이같은 방법에 의하면 차량 번호판 영역을 검출하면서 동시에 문자영역에 대한 분리도 행할 수 있게 된다.

### 3. 얼굴영역 추출

앞에서 설명한 바와 같이 라인 히스토그램은 변환된 이진영상을 가지고 검은 화소를 식(4), 식(5)와 같이 수평과 수직방향의 갯수를 세어 표현한다. 얼굴의 종축은 영상에서 구한 수평 히스토그램을 좌우로 나누어 화소수가 가장 많은 부분  $X_1$ 과  $X_2$ 를 추출하여 식(6)으로 구한다. 그리고 수직 히스토그램에서 머리끝과 턱을 추출하고 머

리플과 턱을 기준으로 얼굴 요소의 영역을 나누고 화소 수가 가장 많은 부분의 특징점인 눈, 코, 입의 위치좌표를 추출한다. 국부 라인 히스토그램은 추출된 종축, 눈 및 코의 위치에  $\pm 4$ 인 직각 slit을 만들어 구하였다. 이 라인 히스토그램으로부터 좌, 우측의 눈 그리고 코의 위치좌표는 동일한 방법으로 추출한다.

$$\text{좌우 대칭축} : X_{12} = \frac{X_2 - X_1}{2} \quad (6)$$

눈, 코, 입등을 특징점으로 하는 이유는 눈, 코 그리고 입을 추출하고 이 특징점을 바탕으로 거리나 이부는 각등을 구하여 특징정보로 사용하기 때문이다.[6][7] 아울러 얼굴 영역을 찾는데 있어 Hough변환[9]의 타원 찾는 알고리즘[10]을 적용하지 않은 이유는 실시간 처리를 위해서이다. 즉, 앞서 기술한 바와 같이 AVI 시스템의 주안점은 실시간 처리이기 때문에 Hough변환 적용시 처리 시간의 과다등의 문제가 있고 이를 극복하기 위해 라인 히스토그램을 사용하였다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문에서는 IBM-PC 상에서 C언어를 사용하여 구현하였으며, 입력영상은 균일한 조명하에서 CCD 카메라를 이용하여 목표물로부터 1M의 거리에서 취득하였다. 영상크기는 256×256으로 정하였고 실험영상으로는 남녀 20명에 대한 얼굴영상과 50대의 차량번호판 영상을 취득하였다.

그림 4는 입력으로 들어온 차량영상이며, 그림 5는 번호판 영역을 추출한 결과이다. 또한 그림 6은 추출된 번호판에서 각각의 문자 및 숫자를 분리한 결과이다. 실험결과에서 알 수 있듯이 입력차량영상에서 번호판 영역추출과 문자의 분리를 효과적으로 행할 수 있었다. 아울러 또 하나의 목표영역인 얼굴영역 추출에 대한 결과는 다음과 같다.

그림 7과 그림 8은 입력으로 들어온 얼굴영상이고, 그림 9와 그림 10은 얼굴영상에서 눈, 코, 입에 대한 라인 히스토그램이다. 그림 11과 그림 12는 얼굴영역 추출에 대한 결과를 나타낸 것이다.



그림 4. 입력 차량 영상  
Fig. 4 Input car image.

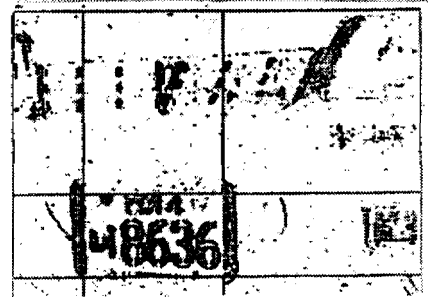


그림 5. 추출된 번호판 영역  
Fig. 5 Extracted car number plate.

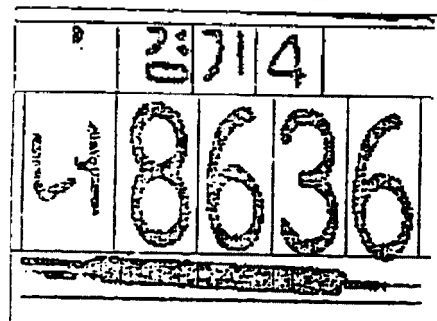


그림 6. 문자 분리 결과  
Fig. 6 Result of seperated characters.

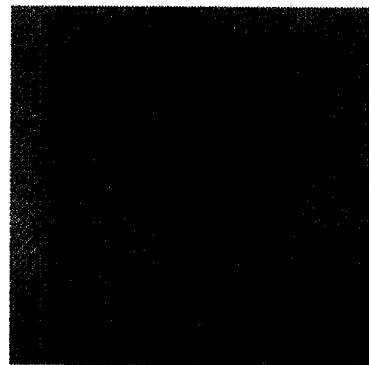


그림 7. 입력 얼굴 영상  
Fig. 7 Input face image(man).



그림 8. 입력 얼굴 영상  
Fig. 8 Input face image(woman).

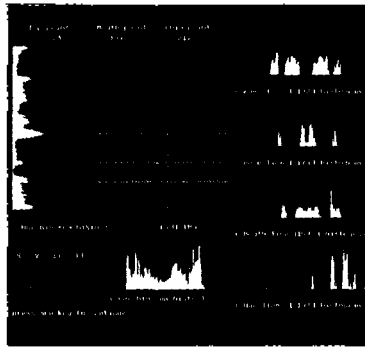


그림 9. 라인히스토그램  
Fig. 9 Line histogram.

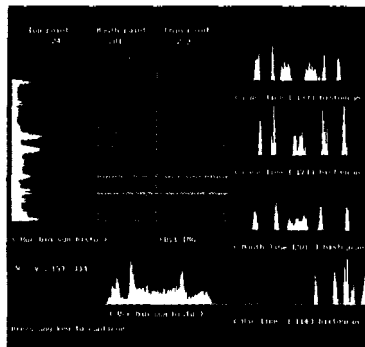


그림 10. 라인히스토그램  
Fig. 10 Line histogram.



그림 11. 추출된 얼굴의 특징점  
Fig. 11 Extracted face feature points.



그림 12. 추출된 얼굴의 특징점  
Fig. 12 Extracted face feature points.

실험 결과 데이터에서 알 수 있듯이 제안한 경계선 추출 방법으로 경계선을 추출한 후 라인 히스토그램을 이용하여 차량 번호판의 경우 차량 번호판 영역 추출과 문자의 분리를 성공적으로 행할 수 있었다. 또한 얼굴 인식의 경우도 효과적으로 눈, 코, 입 등과 같은 얼굴의 특징점을 추출할 수 있었다. 그러나 차량 번호판의 경우 차후 분리된 문자들에 대한 인식을 수행할 때 번호판의 중심을 기준으로 뒷문자에 대해서는 현재의 256×256의 해상도로는 영상처리가 불가능한 것으로 여기지므로 해상도를 높여 실험하는 것과 아울러 용도부 문자의 경우 자유과 모음이 붙어 있는 경우에 대한 알고리즘의 개발이 전체 시스템 구축에 당면 과제라고 여겨진다. 또한 얼굴 인식의 경우도 추출된 특징점을 바탕으로 특징을 추출하고 이를 DB로 구축하여 상합하는 방법들에 대해서도 연구가 지속적으로 이루어져야 하리라 여겨진다. 현재까지의 처리과정으로 제안한 경계선 추출 방법과 라인 히스토그램이 실시간 처리에 적합한 방법이지만 차후 전체 시스템 구축에 필요한 알고리즘들도 실시간 처리에 바탕을 둔 알고리즘들이 개발되도록 해야 한다. 또한 운전자의 특징점 추출은 스티영상을 취득하여 실험을 수행한 것이다. 실제 영상에 부합하기 위해서는 운전중인 상태의 영상을 취득하여 실험을 행하는 것이 타당하지만 이같은 영상을 얻기 위해서는 high light 조명이 가능한 정비와 운전중인 운전자의 영상 취득 관계로 관계기관의 협조를 얻어야 하며 또 적절한 스위칭 타이밍을 잡기 위해 카메라와 연결된 자동감지장치를 셋팅해야 한다. 차후로 이같은 실험장치의 구입 및 관계 기관의 협조를 통하여 실제 현장에서의 실험수행과 현재의 실험 데이터 양만으로는 구축한 시스템의 실용성을 입증하기 어려우므로 보다 다양한 환경하에서 많은 실험을 지속적으로 수행하는 것이 필요하리라 여겨진다.

V. 결 론

본 논문에서는 AVI 시스템에 있어 목표 영역이 되는 차량 번호판 영역과 운전자 얼굴 영역을 추출하는 방법에 대해 다루었다. 환경에 불변인 경계선 추출 방법을 제안하였고 라인 히스토그램을 이용하여 목표 영역을 추출하였다. 라인 히스토그램을 이용한 이유는 기존 다방법의 분해섬이었던 실시간 처리를 가능하게 하기 위해서이다. 향후 추출된 번호판 영역에서의 문자 및 숫자 인식방법 그리고 얼굴영역에서의 특징 추출과 인식방법에 대한 알고리즘의 개발이 계속 이루어져야 하리라 여겨진다. 또한 다양한 환경하에서 보다 많은 데이터를 가지고 실험을 수행하여 본 논문의 유용성을 입증하기 위한 실험 수행이 계속적으로 행해져야 하리라 사려된다.

참 고 문 헌

1. 최원수, "갑자기 왜곡이 심한 한글 문자의 지소분리 및 인식에 관한 연구", 한국통신학회논문지, vol.22, No.6, 1997.

2. D. Beymer et al, "A Real-time Computer Vision System for Measuring Traffic Parameters", Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition, 1997.
3. Y. Cui, "Character Extraction of License Plates from Video", Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition, 1997.
4. 최영진, "컴퓨터 화상처리를 이용한 차량번호 추출방법", 대한전자공학회 논문지, vol.24, No.2, pp309-315, 1987.
5. B.T.Chun et al, "A Method to Extract Vehicle Number Plates by Applying Signal Processing Techniques", Journal of KITF, 1993.
6. R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition through Geometrical Features," Proc. Europe, Conf. on Computer Vision, pp.792-800, 1992.
7. M.Bichsel and A.Pentland, "Human Face Recognition and the Face Image Set's Topology," CVGIP: Image Understanding, vol.59, pp.254-261, 1994.
8. R. Nevatia, "Machine Perception", Prentice-Hall, 1982
9. 김태관, "화상처리 기초", 정익사, 1988.
10. Ballard and Brown, "Computer Vision", Prentice-Hall, 1982.
11. D. Dubois and H. Prade, "Toll Sets", Proc. IJFSA '91, Brussels, Artificial intelligence, pp. 21 ~ 24, 1991.

▲최 동 선(Dong Sun Choi)

한국유향학회지 1996년 12월 31일 vol.15 No.6 참조

▲조 동 옥(Dong Uk Cho), 정회원



1983년 2월: 한양대학교 공과대학 전자공학과(공학사)  
 1982년~1983년: (주)신도리코 장학생 겸 기술연구소 연구원  
 1983년 9월~1985년 8월: 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1985년 9월~1989년 2월: 한양대학교 대학원 전자통신공학과(공학박사)

1986년~1993년: 한양대학교 공대, 충북대 대학원 강사  
 1996년: 중앙일보 선정, "충청을 이끌 50인"  
 1996년: 한국통신학회, 한국통신학회 충북지부 학술상 수상  
 1997년: 중부매일 선정, "21세기를 이끌 주역 5인"  
 1997년: 한국통신학회 공로상 수상  
 1997년: 중앙일보 선정, "한국을 움직이는 인물"  
 1997년~현재: 서원대학교 정보통신공학과 교수  
 ※ 주관심분야: 영상처리 및 인식, 영상통신

▲박 영(Young Park)



1990년 2월: 청주대학교 이공대학 전자공학과(공학사)  
 1992년 9월~1994년 8월: 청주대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1994년 9월~현재: 청주대학교 대학원 전자공학과(박사과정)

※ 주관심분야: 컴퓨터비전, 영상통신