

수동 AVI 기술을 이용한 다중목표물의 인식

조 동 옥[†] · 김 주 원^{††}

요 약

본 논문에서는 수동 AVI 기술을 이용하여 차량 번호판과 운전자 얼굴을 동시에 인식하는 시스템에 대해 제안하고자 한다. 이를 위해 우선적으로 환경에 불변인 전처리과정 알고리즘의 제시와 목표영역이 되는 차량 번호판 영역과 운전자 얼굴 영역을 추출하는 방법에 대해 다루고자 한다. 이후 목표영역에서 문자 영역분리와 인식 파라미터 추출을 행하고 차량 번호판의 경우 원형 정합으로, 운전자 얼굴 영역의 경우 퍼지관계 행렬을 생성하여 최종적인 인식을 수행하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 환경에 불변인 전처리과정의 수행과 기존의 AVI 시스템에서 차량 번호판만을 인식했던 것을 운전자 얼굴 인식까지 행함으로써 기존 AVI 시스템의 적용성 확대를 기할 수 있었다.

Recognition of Multi-Target Objects Using Passive AVI Techniques

Dong-Uk Cho[†] · Joo-Won Kim^{††}

ABSTRACT

This paper proposes an AVI system which recognizes the license plate and the driver's face simultaneously using passive AVI techniques. For this, firstly, the pre-processing algorithm independent of the environment is proposed and region extraction of the car number plate and the driver's face is described. Secondly, characters are separated and recognition parameters are extracted from target regions. Thirdly, template matching of car number plate is performed and the fuzzy relation matrix of driver face is made for the final recognition processes. The merits of the proposed system are following: Pre-processing is accomplished regardless of the environment. The application areas of conventional AVI system can be expanded in the content that the driver's face is also recognized in the proposed system compared with only the number plate is recognized in the existing systems.

1. 서 론

차량번호를 인식하여 교통문제나 치안 문제에 적용하고자 하는 차량자동식별시스템(AVI: Automatic Vehicle Identification)분야는 그 사회적인 요구에 비례하여 많은 연구가 수행되어 왔다[1]~[8]. 이는 크게 능동

AVI 시스템과 수동 AVI 시스템 분야로 나뉘어진다. 능동 AVI 시스템 분야는 차량에 저주파 발생기나 마이크로 발생기와 같은 고유의 식별기를 차량에 장착하는 것인데 이는 식별기 장착에 따른 경제적인 문제뿐만 아니라 차량 소유주의 비협조로 말미암아 실현이 불가능할 것으로 여겨진다. 이에 비해 수동 AVI 시스템은 차량에 식별기를 부착하지 않고 영상처리에 의해 차량번호를 인식하기 때문에 보다 실현이 가능한 방법으로 여겨지고 있다.

[†] 정 회 원 : 서원대학교 정보통신공학과 교수

^{††} 정 회 원 : 영동대학 전자계산학과 교수

논문접수 : 1999년 1월 26일, 심사완료 : 1999년 6월 2일

이 같은 수동 AVI 시스템은 그 접근 방식에 따라 크게 색상 영상처리 분야[3]와 흑백 영상처리분야[4]로 나뉘어진다. 이중 색상 영상처리 분야는 차량 번호판이 가지는 고유한 색상을 이용하여 차량 번호판을 추출하고 인식하는 방법인데 이는 차체색상과 번호판의 색상이 동일한 경우 처리가 불가능하다는 문제와 색상 정보 처리로 말미암아 처리시간의 과다 등과 같은 문제가 존재한다. 이를 위해 흑백 영상처리 방법이 많이 채택된다. 흑백 영상을 이용한 AVI 시스템에 대해서는 다수의 연구가 발표된 바 있다[1]~[8]. 그러나 기존의 AVI 시스템은 조명 및 주변 환경에 제한을 받는다는 문제가 존재한다. 아울러 자동요금부과장치(ERP: Electronic Road Pricing)에 초점을 맞추으로써 차량번호만을 인식하였다. 이는 AVI 시스템의 또 다른 한 축인 범죄자의 검거 등과 같은 치안 문제를 다룰 수 없는 문제가 존재한다. 따라서 본 논문은 환경에 불변인 전처리 과정의 수행과 AVI 시스템의 문제인 차량 번호만을 인식했던 것을 운전자 얼굴까지 인식함으로써 AVI 시스템의 확장에 초점을 맞추고자 한다.

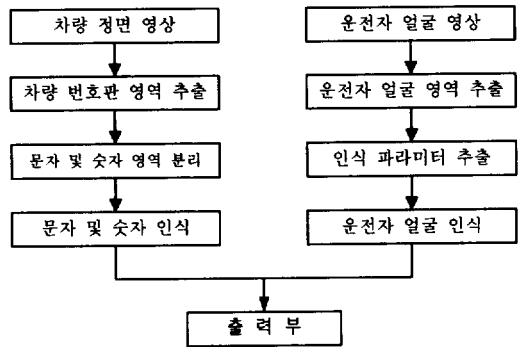
이상의 관점에서 본 논문의 구성을 다음과 같이 하였다. 우선 제 2장에서는 개발하고자 하는 시스템에 대한 전체 구성과 본 논문의 취지에 대해 다루었다. 또한 제 3장에서는 차량 번호판 영상과 얼굴 영상에 적용할 수 있는 전처리 과정인 경계선 추출 방법에 대해 다루고자 한다. 그리고 제 4장에서는 두 장의 영상 중 하나인 정면 차량 영상으로부터의 차량 번호판 영역 추출 및 인식 방법에 대해 기술한다. 아울러, 또 하나의 영상인 얼굴 영상의 처리에 대해 제 5장에서 다루고자 한다. 최종적으로 제 6장에서는 제안한 방법에 대한 실험 결과를, 제 7장에서 본 논문에서 다룬 내용에 대해 정성적이고 정량적으로 유용성을 언급함으로써 결론을 맺고자 한다.

2. 전체 시스템의 구성

개발하고자 하는 시스템의 전체 구성도는 (그림 1)과 같다. 우선, 차량 정면 영상과 운전자 얼굴 영상을 입력으로 받는다. 차량의 정면 영상으로부터는 차량 번호판이 가지는 특성을 이용하여 차량 번호판 영역을 추출하며 이후 추출된 차량 번호판으로부터 각각의 문자 영역을 분리한 후 원형 정합에 의해 문자 및 숫자의 인식을 행한다. 운전자 얼굴 영상으로부터는 얼굴

의 인식 파라미터를 추출하고 이로부터 퍼지 관계 행렬을 생성하여 운전자의 얼굴을 인식한다. (그림 1)에서는 본 논문의 전체 구성도에 대해 나타내었다. 본 논문이 추구하고자 하는 바를 나타내면 다음과 같다.

첫째, 환경에 불변인 전처리 과정 알고리즘을 제안한다. 둘째, 특징 파라미터 및 인식 파라미터의 추출 그리고 인식 과정의 수행에 대한 새로운 알고리즘을 제안한다. 셋째, 차량 번호 뿐이 아니라 운전자 얼굴까지 인식함으로써 수동 AVI 시스템의 확장을 기한다.



(그림 1) 전체 시스템의 구성도

3. 전처리 과정

차량 인식 시스템은 주간이나 야간 또는 흐린 날이나 맑은 날에 상관없이 인식이 가능해야한다. 이를 위해 가장 중요한 과정 중의 하나가 입력 차량 영상으로부터 환경에 불변인 경계선 추출 과정의 수행이다. 본 논문에서는 환경에 불변인 경계선을 추출하기 위해 톨 집합(toll set)[9]을 적용하고자 한다. 톨 집합은 어떤 원소가 그 집합에 속하기 위해 지불해야만 하는 비용의 개념으로 정의되는 집합이며, 소속 비용이라고 할 수 있는 소속도 함수의 값은 $0 \sim +\infty$ 사이의 값을 취한다. 즉, 소속도 함수의 값이 0이면 어떤 원소가 해당 집합에 속하기 위해 지불해야만 하는 비용이 없음(0)을 뜻하며, 이를 무료 멤버십(free membership)이라 한다. 역으로 소속도 함수의 값이 $+\infty$ 이면 어떤 원소가 그 집합에 속하기 위해 지불해야만 하는 비용이 ∞ 이기 때문에 집합에 속하는 것이 금지되었다고 한다.

본 논문에서는 이러한 톨이론의 개념을 영상의 구조 파악에 적용하였다. 즉, 256×256 영상에 3×3 창을 좌에서 우로, 위에서 아래로 적용하여 주어진 영상이 어

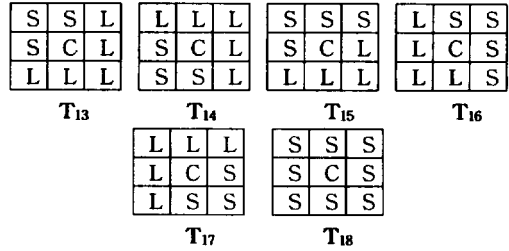
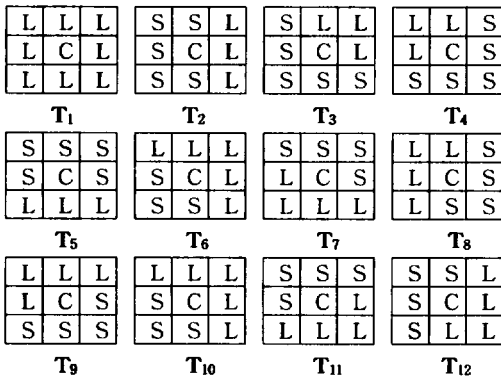
떤 영상 구조에 속하는가를 톨 소속도 함수 값을 계산하여 가장 비용이 적게 되는 영상 구조에 귀속시킴으로써 영상구조를 파악하였다. 일반적으로 영상 구조는 크게 잡음 영역, 경계 영역 그리고 잡음도 경계도 아닌 영역과 같이 세 가지 구조로 정의할 수 있다. 즉, 영상의 구조를 (그림 2)와 같이 18개의 유형으로 나누는 것이 가능하며 본 논문에서도 18개의 유형을 가지고 영상의 구조를 나누었다. 여기서 T₁은 잡음 구조, T₂~T₁₇은 경계 구조, 그리고 T₁₈은 잡음도 경계도 아닌 구조에 해당된다. 이때 S는 3×3 창에서 중심 화소 C를 기준으로 명암도의 차가 작음(Small)을, L은 큼(Large)을 의미한다. 'S'와 'L'에 대한 소속도 함수는 다음 식(1), 식(2)와 같이 정의 할 수 있다. 식(1)은 명암도의 차가 작으면 0의 값을, 크면 +∞의 값을 갖게 되어 톨이론의 소속도 함수의 정의와 일치하게 되며 'S'에 대한 판정을 정확히 할 수 있게 된다. 마찬가지로 식(2)는 명암도의 차가 크면 0을, 작게 되면 +∞의 값을 갖게 된다. 즉, 식(1)과 식(2)는 반대의 값을 갖는 소속도 함수에 대한 정의식이 되어 톨 이론의 개념을 영상의 구조 파악에 정확하게 적용할 수 있는 수식이 됨을 알 수 있다.

$$\psi_S(x) = -\log\left[\frac{-(x-255)}{255}\right] \quad (1)$$

여기서 $x = |f(C) - f(S)|$ 로서 3×3 창에서 중심 화소 C와의 명암도 차를 나타내는 값이 된다.

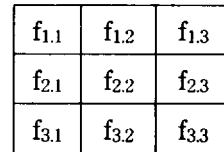
$$\psi_L(x) = -\log\left[\frac{x}{255}\right] \quad (2)$$

여기서 $x = |f(C) - f(L)|$ 로서 3×3 창에서 중심 화소 C와의 명암도 차를 나타내는 값이 된다.



(그림 2) 영상의 구조

또한 잡음은 다음과 같은 방법으로 제거한다. (그림 3)과 같은 3×3 창에서 식(1)과 식(2)의 계산에 의해 T₃로 영상 구조가 파악이 됐다고 하자. 이때 f_{2,3}는 'L'의 값으로 되어야 하는데 잡음이 발생하여 'S'로 판정이 됐다면 이는 잡음이므로 제거되어야 한다. 이를 위해 f_{2,3}의 명암도 값을 새로운 명암도 값 f_{2,3}으로 대체하여야 한다. 이때의 식은 식(3)과 같이 정의할 수 있으며, 이는 평균 필터의 의미를 갖는 수식이 된다. 원칙적으로 잡음은 무작위로 발생함으로써 잡음 발생의 모든 경우를 하나의 수식으로 정의할 수 없다. 그러나 18개의 영상 구조에서 발생할 수 있는 잡음의 유형은 지금 예를 든 것처럼 한정되어 있다.



(그림 3) 3×3 창

이때 f_{2,3}는 식(3)과 같다.

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

4. 차량 번호 인식

4.1 차량 번호판 추출 및 문자 영역 분리

차량 번호 인식을 위해 우선적으로 해야 할 일은 차량 번호판 추출이다. 차량 번호판의 특징을 보면 가로대 세로비가 2:1이며, 번호판내의 문자의 서체가 규격화 되어 있다는 사실이다. 이 중 첫 번째 특징을 이용하여 차량 번호판 영역을 추출하며, 두 번째 특징을

이용하여 원형 정합(template matching)을 통해 문자의 인식을 행한다. 우선 차량 번호판은 추출된 경계선으로부터 일반적으로 이차원배열을 기준으로 했을시 행 i 를 X축, 열 j 를 Y축으로 하면 X, Y축 히스토그램의 분포특성을 이용해 추출한다. 아래에 Y축 히스토그램과 X축 히스토그램의 계산식을 나타내었다.

$$Hy(i) = \sum_{j=1}^n f_{i,j} \quad (4)$$

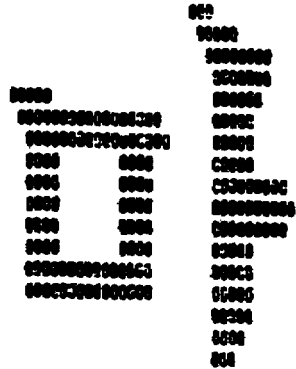
$$Hx(j) = \sum_{i=1}^m f_{i,j} \quad (5)$$

(4)식과 (5)식은 각각 X축과 Y축을 따라 누적되는 경계선의 히스토그램 누적 분포를 나타내는 수식이 된다. 즉, (4)식은 X축을 따라 누적되는 경계선의 히스토그램 누적 분포를, (5)식은 Y축을 따라 누적되는 경계선의 히스토그램 누적 분포를 나타내는 수식이 된다. 이때 식(4)와 식(5)로부터 일정한 임계치 TH1과 TH2를 넘고 가로대 세로비가 2:1을 만족하는 히스토그램을 찾으면 이것이 곧 번호판 후보 영역들이 된다. 이제 번호판 후보 영역들로부터 올바른 번호판 영역을 추출해야 하는데 이를 위해 다음과 같은 번호판의 특징을 이용한다. 번호판 내부는 실험데이터에 있는 (그림 11)과 같이 번호판의 중심을 기준으로 위로 3개, 또는 4개의 문자, 아래로 5개의 문자가 존재한다. 따라서, 후보 번호판 영역들로부터 Y 히스토그램에 의해 번호판 위 부분과 아래 부분을 분리하여, 분리된 상하 영역들로부터 다시 X 히스토그램에 의해 위 부분과 아래 부분의 문자 개수의 일치 여부를 확인하여 번호판 영역을 찾게된다. 이상과 같은 방법으로 차량 번호판 영역을 추출하면서 동시에 문자 영역에 대한 분리도 행할 수 있다.

4.2 차량 번호판 내의 문자 인식

번호판 내의 문자는 크게 숫자와 문자로 나눌 수 있으며, 이 중 문자는 지역 문자와 용도부 문자로 구분할 수 있다. 지역 문자와 숫자는 원형정합을 통해 인식과정을 수행한다. 용도부 문자의 경우 자음과 모음을 분리하여 원형정합을 행한다. 즉, 용도부 문자는 밀받침이 없다. 따라서, 이 같은 사실에 기초하여 예로서 (그림 4)와 같은 용도부 문자의 경우 분리된 문자 영역으로부터 스캐닝을 맨 아래에서부터 위로, 좌에서 우로 향하여 진행하면 우선적으로 모음영역의 가장 아래 부분을 찾게 된다. 이때 모음 영역 모두를 찾기 위

해 모음의 경계를 추적하여 모음을 분리하게 된다. 또한 모음을 찾고 나면 나머지 부분은 자동적으로 자음에 해당하게 된다. 이 같은 방법으로 자음과 모음에 대한 분리를 행한 후 원형 정합을 적용하여 문자 인식을 수행한다.



(그림 4) 용도부 문자

5. 얼굴인식

5.1 인식 파라미터의 추출

얼굴 영상에서 가장 중요한 작업은 두 눈을 검출하는 것이다. 이는 두 눈을 기준으로 인식 파라미터를 추출하고 스케일링을 행하기 때문이다. 눈의 위치 검출을 위해 카메라로부터 받은 입력 영상을경계선 추출 [6]한 후 눈이 원형을 이루고 있다는 사실에 기초하여 눈의 위치 검출을 행한다. 즉, 추출된 경계선 영상으로부터 폐영역에 대해 연결도를 이용하여 레이블을 부여하고 레이블링된 영역에 체인 코드를 이용하여 면적, 둘레와 식(6)을 이용하여 원형도를 계산하여 두 눈을 검출한다.

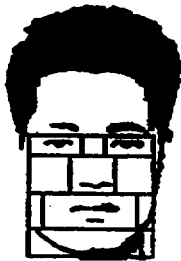
$$e = \frac{4\pi \times \text{면적}}{(\text{둘레의 길이})^2} \quad (6)$$

또한 추출된 두 눈으로부터 기운 영상에 대한 보정을 하여야 한다. 이는 추출된 두 눈의 영역으로부터 중심점을 구해 두 눈의 좌표 P_1 과 P_2 로 삼는다. 이때 두 눈의 좌표 $P_1(x_1, y_1)$ 과 $P_2(x_2, y_2)$ 로부터 식 (7)을 사용하여 보정각 θ 를 계산하고, 이 후 원점을 중심으로 θ 만큼 회전시켜서 기운 영상의 경우 이에 대한 보정을 식(8)을 사용하여 행한다.

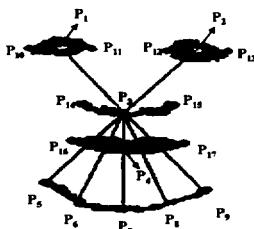
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) \quad (7)$$

$$[x' \ y' \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

추출된 두 눈으로부터 (그림 5)와 같이 두 눈을 기준으로 한 마스크를 씌우고 (그림 6)과 같은 정면 얼굴 영상의 특징점들로 부터 인식에 필요한 파라미터를 <표 1>과 같이 하여 구한다.



(그림 5) 두 눈을 기준으로 한 얼굴 마스크



(그림 6) 정면의 특징점들

<표 1> 정면 얼굴의 인식 파라미터

번호	내 용	번호	내 용
1	P1, 2의 거리	6	P14, 15의 거리
2	P1, 3의 거리	7	P2, 1, 3의 각도
3	P3, 4의 거리	8	P3, 6의 거리
4	P16, 17의 거리	9	P3, 7의 거리
5	P10, 11의 거리		

최종적으로 <표 1>의 인식 파라미터를 두 눈 사이의 거리를 기준으로 나눔으로써 스케일링을 행한다. 두 눈 사이의 거리를 스케일링 요소로 삼은 이유는 두 눈이 얼굴이 특징 벡터 중 가장 중요한 특징 벡터로 여겨지기 때문이다. 이것은 지금까지의 실험을 통해 얻은 경험적인 객관적인 판단에 기인한다.

5.2 인식 과정의 수행

5.2.1 퍼지 관계 행렬의 생성과 유사도의 계산

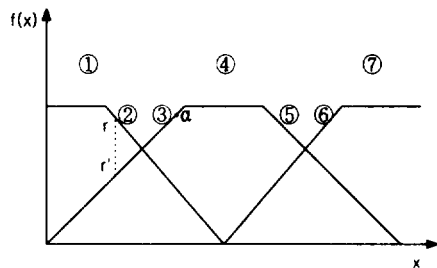
이제 최종적으로 인식 과정을 수행해야 하는데 이는 퍼지 관계 행렬을 생성하여 행한다. 퍼지 관계 R은 관계 R이 집합 A에서 집합 B로의 관계를 나타낼 때 $x \in A, y \in B$ 에 대해 $\mu_R(x, y)$ 는 식(9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\mu_R(x, y) \rightarrow [0, 1] \quad (9)$$

여기서 $\mu_R(x, y)$ 는 관계의 강도(strength)로 해석할 수 있으며, 이산적인 경우 퍼지 관계는 식(10)과 같이 퍼지 관계 행렬로 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{j1} & a_{j2} \cdots & a_{jn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

식(10)은 n개의 모델에 대해 j개의 인식 파라미터를 나타낸 퍼지관계 행렬이 된다. 이때 행렬이 entry는 0~1사이의 값을 갖게 된다. 이제 entry를 계산해야 한다. 이는 <표 1>의 1번을 기준으로 그 차이가 '크다', '중간', '적다'로 나누어 entry의 값 즉, 유사도를 계산한다. 아래 그림에 <표 1>의 1번 요소를 기준으로 '크다'와 '적다'에 대한 소속도 함수를 나타내었으며, 이 때 유사도는 <표 2>와 같이 계산 할 수 있다. <표 2>는 다음과 같은 원리로 작성이 된 것이다. 예로서 입력값이 ②, 모델값이 ③이라면 이것은 일치도 연산에 의해 유사도 값을 계산한다. 같은 원리로 ②, ④가 각각 입력값과 모델값을 나타낸다면 이때의 유사도는 (그림 7)의 $f(r')$ 이 된다. (그림 7)에서 r, r' 그리고 α 는 입력 패턴의 특징값을 일반적인 문자로 나타낸 것이다.

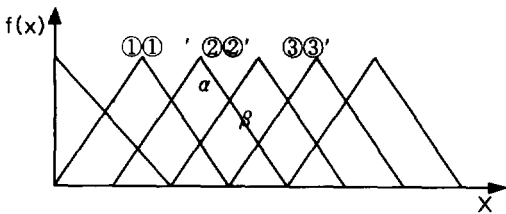


(그림 7) '크다'와 '적다'에 대한 소속도 함수

<표 2> '크다'와 '적다'에 대한 유사도 계산

②, ④	f(r')	②, ③	일치도	
⑤, ⑦		⑥, ⑤	연산	
④, ⑥		f(α)	③, ④	
①, ③			④, ⑤	
③, ⑤	⑥, ⑦			
그 외	0			

또한 <표 1>의 1번 요소를 기준으로 '중간'에 대한 소속도 함수를 그림으로 나타내면 다음과 같이 정의 가능하다. 아울러 이때 '중간'에 대한 소속도 함수의 유사도는 <표 3>과 같이 계산할 수 있다. <표 3>도 <표 2>와 같은 원리로 (그림 8)의 '중간'에 대한 유사도를 계산한 것이다. 예로서 ①과 ②가 각각 입력값과 모델값을 나타낸다면 이때의 유사도는 f(α)가 된다.



(그림 8) '중간'에 대한 소속도 함수

<표 3> '중간'에 대한 유사도 계산

①, ②'	①'와 ③'의 연산으로 대체	①', ②	일치도 연산, 예로서 f(α)
①, ②	일치도 연산(위)-δ(x)	②', ③	예로서 f(α)
①', ②'	예)f(α)-δ(x)	①', ③	일치도 연산, 예로서 f(β)
①, ③	일치도 연산(아래)-0.1	①, ①'	1
①', ③'	예)f(β)-0.1		
그 외	0		

<표 3>에서 δ(x)는 1.0 ≤ x ≤ 1.5 사이 일 때는 정확히 식(11)과 같이 정의할 수 있으나, 간략화를 위해 δ(x)에서 X의 범위가 1.0 ≤ x ≤ 1.5 사이 일 때는 0.1로 하였고, 0.5 ≤ x ≤ 1.0 구간 일 때는 δ(x)=0으로 하였다. 또한 여기서 x는 구간의 차를 나타내어 0.5 ≤ x ≤ 1.5의 값을 갖는다.

$$\delta(x) = -1.006x + 1.676 \quad (11)$$

$$\delta(x) = 0, \quad 0.5 \leq x \leq 1.0$$

$$= 0.1, \quad 1.0 \leq x \leq 1.5 \quad (12)$$

지금까지는 <표 1>에서 거리의 항목에 대한 유사도를 다루었다. 이제 이루는 각에 대한 유사도를 계산하여야 하는데 이는 식(13)과 같이 계산한다.

$$S(x) = 1 - |A_m(x) - A_i(X)| \quad (13)$$

여기서 A_m(x)는 모델의 이루는 각을, A_i(X)는 입력의 이루는 각을 뜻한다.

5.2.2 정합 과정의 수행

정합은 인식 파라미터들에 대한 가중치 집합 w를 식(14)와 같이 정의하여 (15)식과 같이 정규화 되어 수행한다.

$$w = \{w_1, w_2, \dots, w_j\} \quad (14)$$

$$v = \frac{w \circ R}{\sum_{i=0}^n w_i} \quad (15)$$

식(15)에서 ◦는 product-sum 연산을 뜻한다.

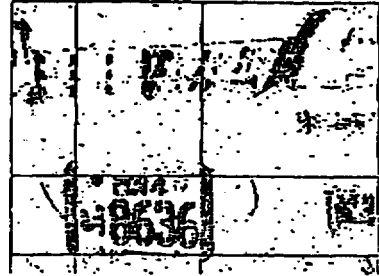
6. 실험 및 고찰

본 논문에서의 실험은 IBM-PC 상에서 C 언어를 사용하여 구현하였다. 첫째, 차량 번호판 인식에 대한 실험 결과를 살펴보면 다음과 같다. 우선 (그림 9)가 입력 차량 영상, (그림 10)이 차량 번호판 영역 추출 결과이다. 그리고 (그림 11)과 (그림 12)가 각각 문자 영역 분리 결과와 인식 결과를 나타낸다. 실험 대상으로 삼은 차량 대수는 50대이며, 이 중 인식에 성공한 것은 42대로서 전체 인식율은 84%였다. 차량 번호 인식은 전체 번호판의 문자 중 단 한 글자만 오인식이 되어도 실패한 경우로 취급하였는데 이는 번호판의 문자는 모든 문자가 한 글자도 틀림없이 인식이 되어야만 하기 때문이다. 따라서 80%의 인식율이지만 이는 차량 번호 인식의 특성을 고려하면 문자 인식면에서 우수한 것이라 할 수 있다. 인식에 실패한 문자는 주로 번호판 윗 부분의 지역 문자와 숫자 문자이다. 이는 번호판의 윗 부분 문자들이 문자의 복잡성에 비해 인식에 필요한 만큼의 충분한 해상도가 안되기 때문에 발생한 문제이다. 따라서 차후로 보다 높은 해상도를

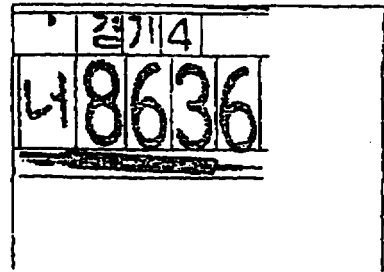
가지는 하드웨어 장비를 가지고 실험을 행함으로써 이 같은 문제를 해결하고자 한다.

둘째, 얼굴 인식에 대한 실험 결과를 살펴보면 다음과 같다. (그림 13)이 얼굴 인식에 사용한 실험 영상의 일부를 나타내었으며, (그림 14)가 인식을 위해 입력 영상을 처리하여 이진화한 결과를 나타내었다. 그리고 (그림 15)가 인식 파라미터의 기준이 되는 두 눈의 추출 결과이다. 또한 <표 4>와 <표 5>에 각각 모델 영상에 대한 인식 파라미터와 입력 영상에 대한 파라미터를 나타내었으며, <표 6>과 <표 7>이 퍼지 관계 행렬 그리고 최종적으로 <표 8>이 인식된 결과를 나타낸다. 얼굴은 20명을 실험 대상으로 하였으며, 인식은 정확하게 이루어졌다. 그러나 현재 운전자 영상은 객관적으로 유용한 방법이라고 증명할 수 있을 정도의 실험 데이터를 가지고 실험을 행하지 않은 문제가 존재한다. 즉, 실제 현장에 바로 적용할 수 있을 정도의 실험이 행해지지 않았다. 또한 실험시 운전자 얼굴에 하이라이트를 가함으로써 운전자의 시야를 흐리게 하는 문제도 존재하였다. 차후 하이라이트된 조명 상태가 아닌 일반 조명 상태에서도 얼굴의 특정 파라미터를 추출할 수 있을 정도의 알고리즘 보완이 이루어져야 하리라 생각된다. 또한 실제 시스템 구축시 보완해야 할 사항은 다음과 같다. 첫째, 패턴 식별기의 설계와 인식 파라미터를 퍼지 관계수로 나타낼 때 '중간'에 대한 함수의 세분화와 이에 따른 유사도 함수에 대한 새로운 정의 등이 개발되어야 한다. 둘째, 현재 인식에 소요되는 시간이 10초이므로 실시간 처리가 가능하도록 하기 위한 전용 하드웨어 구축에 대한 연구가 이루어져야 한다. 결론적으로 현재까지 실험한 결과는 실험실 수준에서의 실험밖에 행해지지 않았기 때문에 차량 번호판과 운전자 얼굴 인식 모두 차후 실제 현장에 사용할 수 있는 시스템 구축에 대한 개발 그리고 이에 따른 보완 및 문제점 검토 등에 대해 지속적인

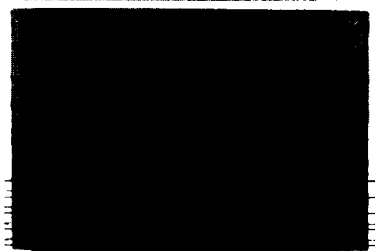
연구가 이루어져서 현장에 바로 적용 가능한 시스템을 개발해야 하리라 여겨진다.



(그림 10) 차량 번호판 영역 추출 결과



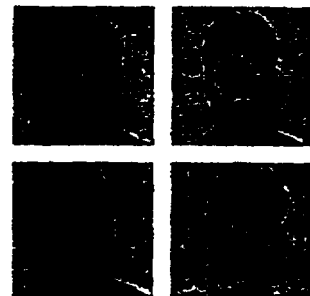
(그림 11) 문자 영역 분리 결과



(그림 12) 인식 결과



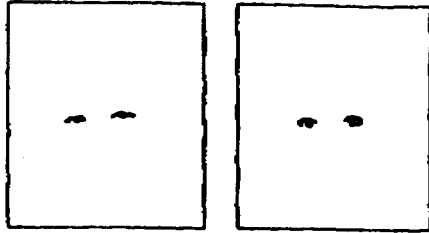
(그림 9) 입력 차량 영상



(그림 13) 모델 영상



(그림 14) 이진화 영상



(그림 15) 추출된 두 눈의 영상

<표 6> 퍼지 관계 행렬(1번 입력용)

0	0.333	0	0	0	0.9689	0	0.667
0	0	0.473	0	1	0.9811	0.186	0
0	0	0	0.681	0	0.9976	0	0
0.777	0	0	0	0	0.9933	0.667	0.233
0.571	1	1	0.481	1	0.9933	0	1
1	0.333	0	0	0	0.9873	0	0
0	0.1	1	0	0.472	0.9689	0	0
0.571	0	0	0	0	0.9544	0.233	0
0	0.333	0.286	0	0	0.996	0	0.233
0	0	0.333	0.872	0	0.93	0	0
0	0.1	0	0	0	0.9678	0	0
0	0	0	0.681	0	0.91	0	0
0	0.1	0	0.281	0	0.9401	0	0
0.571	0	0.667	0	0	0.9989	0	0
0	0.333	0	0	0	0.9382	0	0
0	0	0	0	0	0.9917	0	0
0.571	0	0	0	0	0.9983	0.233	0.333
0	0.333	0.6670	0	0.296	0.9621	0	0
0.1	0.1	0	0	0	0.9489	1	0.233
0	0	0	0	0	0.9946	0.233	0.333

<표 4> 인식 파라미터(모델)

모델 No.	스케일링된 인식파라미터 값									
1	1.0000	0.9602	0.4404	0.8798	0.4799	0.4807	0.1514	1.0463	1.1599	
2	1.0000	0.9840	0.3778	0.6792	0.3962	0.3890	0.1392	1.0801	1.0945	
3	1.0000	0.9845	0.4031	0.5833	0.3666	0.4412	0.1227	0.9983	1.0677	
4	1.0000	0.9325	0.4043	0.8085	0.4894	0.4852	0.1136	1.1380	1.1915	
5	1.0000	0.9131	0.4380	0.6875	0.3750	0.3953	0.1136	1.1136	1.1669	
6	1.0000	0.9300	0.4448	0.7407	0.3889	0.4223	0.1081	1.0079	1.0742	
7	1.0000	0.9604	0.4205	0.7000	0.4200	0.4079	0.1514	1.2088	1.2202	
8	1.0000	0.9342	0.4048	0.7447	0.4468	0.5115	0.1659	1.0235	1.0640	
9	1.0000	0.8651	0.4407	0.6610	0.4237	0.3457	0.1153	1.1527	1.1864	
10	1.0000	1.0185	0.5165	0.7222	0.3519	0.4335	0.1903	1.1731	1.2291	
11	1.0000	1.0263	0.4205	0.8000	0.4480	0.4976	0.1325	1.1072	1.2802	
12	1.0000	1.0679	0.4698	0.8163	0.3673	0.5113	0.2103	1.2015	1.2655	
13	1.0000	1.0490	0.4535	0.7357	0.3773	0.4943	0.1812	1.1950	1.2896	
14	1.0000	0.9120	0.4671	0.7109	0.3999	0.4150	0.1214	1.3002	1.3110	
15	1.0000	0.9638	0.4235	0.8077	0.4615	0.4683	0.1821	1.0000	1.1156	
16	1.0000	0.9821	0.4111	0.5902	0.3934	0.4374	0.1286	1.0180	1.0661	
17	1.0000	0.9129	0.4166	0.7077	0.4582	0.4496	0.1136	1.1531	1.1872	
18	1.0000	0.9584	0.4318	0.7059	0.4314	0.4094	0.1528	1.1852	1.1962	
19	1.0000	0.9454	0.4228	0.7333	0.4889	0.4919	0.1714	1.1244	1.1336	
20	1.0000	0.8413	0.4667	0.5833	0.4000	0.3563	0.1257	1.1533	1.1833	

<표 5> 인식 파라미터 (입력용)

입력 No.	인식을 위한 인식 파라미터 값									
1	1.0000	0.9223	0.4376	0.7002	0.3594	0.3873	0.1203	1.1245	1.1672	
2	1.0000	1.0198	0.4235	0.7839	0.4472	0.4894	0.1294	1.1127	1.2783	

〈표 7〉 퍼지 관계 행렬(2번 입력용)

0	0.1	0	0	0.555	0.978	0	0
0.1	0	0	0	0	0.9902	0.286	0
0.1	0	0	0	0	0.9933	0	0
0	0	1	0	0.716	0.9842	0.333	0
0	0.333	0	0	0	0.9842	1	0
0	0	0	0	0	0.9787	1	0
0	0.667	0	0	0	0.9780	0	0
0	0.333	0	1	0	0.9635	0	0
0	0.1	0	1	0	0.9859	0	0
1	0	0	0	0	0.9391	0	0
0.877	0.667	1	1	0.834	0.9969	0	0
0.877	0	0.4	0	0	9.9191	0	0.460
0.877	0	0	0	0.834	0.9482	0	0.845
0	0	0	0	0	0.9920	0	0
0	0.667	1	0.4	0	0.9473	0	0
0.1	0.233	0	0	0	0.9972	0	0
0	0.567	0.571	1	0	0.9892	0	0
0	1	0	0.286	0	0.9712	0	0
0	0.567	0	0	0.834	0.9489	0.667	0
0	0	0	0	0	0.9946	0	0

〈표 8〉 인식 결과

0.246	0.330	0.210	0.334	0.839	0.290	0.318	0.191
0.260	0.269	0.207	0.199	0.166	0.280	0.159	0.12414
0.267	0.281	0.298	0.183				
Input image is a model No. 5							
0.204	0.172	0.137	0.380	0.290	0.122	0.206	0.287
0.136	0.242	0.922	0.332	0.438	0.124	0.377	0.166
0.391	0.282	0.378	0.125				
Input image is a model No. 11							

7. 결 론

본 논문에서 수동 AVI 시스템을 이용하여 차량 번호판을 검출하고 인식하는 방법에 대해 제안하였다. 또한 현재의 AVI 시스템의 확장을 위해 차량 번호판이 아니라 운전자의 얼굴 영상까지도 인식할 수 있도록 AVI 시스템을 확장하였다. 실험 결과 차량 인식은 84%의 인식율을 보였다. 그러나 차량 인식의 경우 번호판의 모든 문자중 단 한 문자라도 오인식이나 미인식이 되어도 인식에 실패한 것으로 처리하였기 때문에 인식율 84%는 정량적으로 우수한 시스템이라는 것을 입증할 수 있는 실험 결과라고 할 수 있다. 또한 얼굴 인식의 경우 20명을 대상으로 실험한 결과 20명 전원

을 식별할 수 있었다. 그러나 현재까지의 실험은 전체 시스템의 유용성을 객관적으로 입증할 수 있을 정도로 방대한 양의 실험이 행해진 것이 아니기 때문에 차후 개발하고자 하는 시스템에 대한 유용성을 객관적이고 정량적으로 입증하는 것에 대한 실험 수행 및 실제 현장에 투입할 수 있는 전체 시스템 구축에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 하리라 여겨진다.

참 고 문 헌

- [1] 최환수, "잡영과 왜곡이 심한 한글 문자의 자소 및 인식에 관한 연구", 한국통신학회 논문지, Vol. 22, No.6, 1997.
- [2] B.T. Chun et al, "A Method to Extract Vehicle Number Plate by Applying Signal Processing Techniques," Journal of KITE, Vol.30, No.7, 1993.
- [3] T.K. Lim et al, "Image Segmentation and Character Recognition of Vehicle Licence Plates for Electronic Road Pricing," the 3rd International Conference on Automation, Robotics and Computer Vision, 1994.
- [4] 최형진, "컴퓨터 화상 처리를 이용한 차량 번호 추출 방법", 대한전자공학회 논문지, Vol.24, No.2, 1987.
- [5] 이상기, "컴퓨터 비전을 이용한 차량 번호판 영역 추출에 관한 연구", 인하대학교 석사학위논문, 1992.
- [6] Yuntao Cui and Huang, "Automatic Licence Extraction from Moving Vehicles," Proceedings of ICIP-97, IEEE Computer Society, Vol.III, 1997.
- [7] 정효식, 조형계, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착", 한국정보과학회 논문지, Vol.21, No.6, 1994.
- [8] 황은주, 박종욱, "통계적 방법에 의한 차량 번호판 영역 추출에 관한 연구", 한국 통신학회 하계종합 학술대회, Vol.17, No.1, 1998.
- [9] D. Dubois and H. Prade, "Toll Sets," Proc. IFSA '91, Brussels, Artificial Intelligence, pp.21-24, 1991.
- [10] 이주신 외, "라인 히스토그램을 이용한 얼굴 영상의 특징 추출", 한국통신학회 하계종합학술대회 논문집, 1992.



조 동 옥

e-mail : ducho@dragon.seowon.ac.kr
1983년 한양대학교 공과대학 전자
공학과(공학사)
1982년~1983년 (주)신도리코 장학
생 겸 기술연구소 연구원
1983년~1985년 한양대학교 대학원
전자공학과(공학석사)

1985년~1989년 한양대학교 대학원 전자통신공학과(공학
박사)
1986년~1993년 한양대학교 공대, 충북대 대학원 강사
1996년 동양일보 선정, "충청을 이끌 50인"
1996년 한국통신학회, 한국통신학회 충북지부 학술상
수상
1997년 중부매일 선정, "21세기를 이끌 주역5인"
1997년 한국통신학회 공로상 수상
1997년 중앙일보 선정, "한국을 움직이는 인물"
1991년~현재 서원대학교 정보통신공학과 교수
관심분야 : 영상처리 및 인식, 영상 통신



김 주 원

1972년 건국대학교 전자공학과(공
학사)
1982년 숭실대학교 대학원 전자공
학과 (공학석사)
1995~현재 홍익대학교 대학원 전
자공학과 박사과정

1991~현재 영동대학 전자계산학과 교수
관심분야 : 디지털 신호처리 및 통신망