「經營情報硏究」 第4號
大韓經營情報學會
2000年 6月

최근접 이웃 결정방법 알고리즘을 이용한 도로교통안전표지판 영상인식의 구현

정진용* · 김동현** · 이소행***

〈목 차〉

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 도로교통안전표지판 인식시스템
1. 도로교통안전표지판 영상인식과정
2. 영상자료 학습과정
3. 영상자료 인식과정
4. 도로교통안전표지판 영상인식 알고리즘
Ⅲ. 연구방법
1. 영상획득
2. 팔레트추출
3. 전처리과정
4. 영상영역 분할
5. RYB 표준색상 분해 및 주의 · 규제 · 지시 군집화
6. 평균특징벡터
Ⅳ. 연구결과
1. 실영상의 예
2. 인식률 및 인식시간
Ⅴ. 결론 및 연구과제
참고문헌
Abstract

Ⅰ. 서 론

최근 들어 자동차의 보유대수는 기하급수적으로 증가하는 동시에 여성, 노약자, 장애자 등 다양한 운전계층의 등장과 단순 업무용 이외에도 여가목적, 거주공간용 등 차량의 사용용도가 다양해짐에 따라 기존 안전장치가 제공하는 수동형 안전 성능으로는 운전자의 다양한 욕구를 만족시킬 수가 없게 되었다. 이러한 사회변화에 따라 안전하면서도 운전자의 부담을 경감시켜 피로를 줄이는 운전하기 편안한 차가 필요하게 되었다.

* 순천청암대학 컴퓨터정보과학부 조교수
** 순천청암대학 컴퓨터정보과학부 조교수
*** 순천청암대학 컴퓨터정보과학부 조교수

위와 같은 소비자의 욕구를 충족시켜주기 위하여 미국, 유럽, 일본 등을 비롯한 선진국에서는 1990년을 전후하여 충돌자동회피시스템, 지능형 자동주행제어(Intelligent Cruise Control), 졸음방지 운전 등과 같은 기능을 가진 지능형 안전차량 개발을 국가 주도의 주요 연구과제로 분류하여 추진하고 있다. 지능형 안전 차량 개발을 위해서는 차량통합제어기술, 구동기술, 레이더 신호처리기술, 화상인식기술, 센서융합기술 등이 복합되어야 한다. 선진 자동차 업체에서는 지능형 안전차량 개발기술을 첨단분야로 분류하여 관련 제품개발 및 상용화를 서두르고 있다. 이러한 차량은 인간의 시각 및 지각의 한계를 보완해 줌으로써 안전운전과 운전의 편리성에 대한 욕구를 충족시켜 줄 수 있다.

본 논문에서는 도로주행 중에 차량 운전자에게 다가오는 도로교통안전표지판을 인식하여, 알려주는 경고시스템의 주된 부분인, "도로교통안전표지판 인식시스템"을 제안하고자 한다. 기존의 인식 시스템과 관련하여 가장 현저한 문제점 중 하나는 실외의 잡음이 많은 환경에서 어떤 영상에 존재하는 물체가 표준의 물체와 비교하였을 때, 위치가 이동되었거나, 어느 정도 회전되었거나, 크기가 다를 경우, 혹은 칼라 영상에서 밝기의 변화가 심할 경우, 입력 물체로부터 표준물체가 갖고 있는 특징 혹은 속성 벡터를 추출하기 어렵다.

본 연구에서는 이와 같은 실외 도로교통안전표지판 영상인식을 위하여, 실외 환경에서의 방향, 회전, 크기 변화, 명암의 밝기(태양, 비, 눈, 구름의 영향), 위치(태양의 역광)에 따라 발생할 수 있는 잡음, 훼손된 영상의 영향을 최소화시키기 위해서 특징 벡터를 추출하는 물체 분류 알고리즘을 통해 도로교통안전표지판을 인식하고자 한다.

제안하는 도로교통안전표지판 인식시스템은 색상축소, 팽창(Dilation), 침식(Erosion), 열림(Opening), 닫침(Closing), 영역 분할(Region Splitting) 및 병합(Merge), RYB 표준 색상 분해, 모멘트, 고유값, 고유벡터 알고리즘을 적용하고, 그 결과를 실험을 통해 검증한다.

도로교통안전표지판을 인식하기 위하여 먼저, 실제 도로교통안전표지판 주의표지(40종), 규제표지(33종), 지시표지(32종), 노면표시(19종), 보조표지(17종) 중 노면, 보조표지를 제외한 105종을 대상으로 하였다. 본 논문에서는 1종류의 도로교통안전표지판당 100개 이상의 서로 상이한 데이터를 데이터베이스로 구축하여 실험하였다. 각 영상은 회전, 혹은 크기가 가변 할 때, 잡음에 의한 훼손이나 칼라 영상의 밝기에 미치는 영향을 실험하기 위해, 시간(08:00~18:00)과 각도(30 °~210 °) 그리고 거리(3~20m)를 다르게 촬영하여 형태정규화 작업 후 데이터베이스를 구축하였다.

본 연구의 적용가능 분야로는 ① 운전조작기록시스템, ② 교차점 자동정지시스템, ③ 코너 진입감속시스템, ④ 양호한 운전시계확보시스템, ⑤ 위험경고시스템, ⑥ 광역위치결정체계(Global Positioning System : GPS), ⑦ 지리정보시스템(Geography Information System : GIS), ⑧ 무인자동차 자동항법운행, ⑨ 배경화면과 대상물체의 분리를 통한 인

식시스템을 들 수 있다.

Ⅱ. 도로교통안전표지판 인식시스템

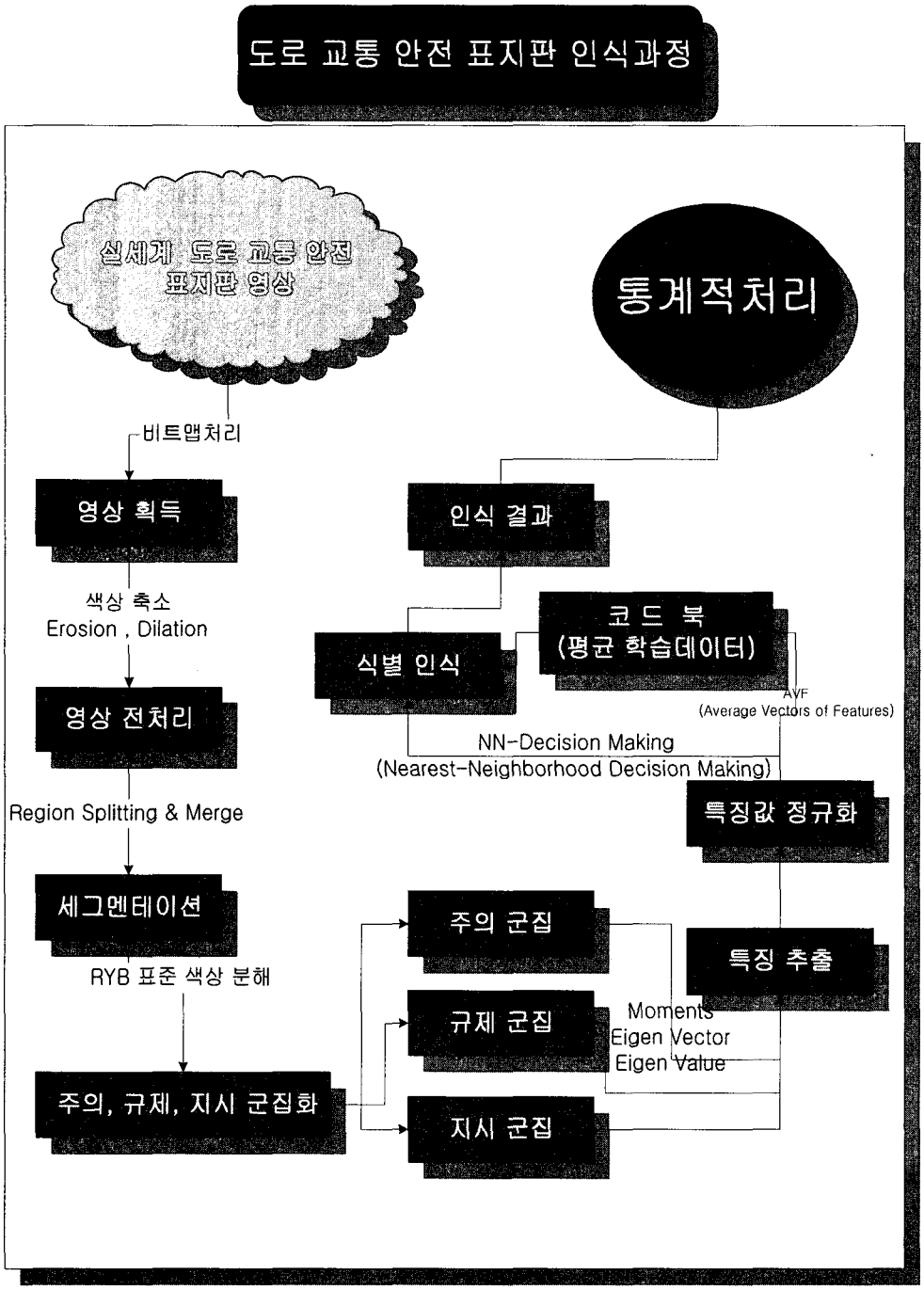
1. 도로교통안전표지판 영상인식과정

도로교통안전표지판 인식시스템은 표지판(정지영상)을 디지털카메라로 촬영하여 Adobe Photo Shop 5.0에서 200 × 200 화소크기로 정규화하여 비트맵 영상으로 칼라 양자화 하였다.

원 영상의 1600만 색상은 저장 용량이 매우 크고, 계산 시간도 많이 소요되므로 256색상으로 팔레트 변환 작업을 하였고, 침식과 팽창을 30회 실시하여 잡 영상을 제거하였다. 표지판 영상을 추출하기 위하여 색상영역 분할기법을 이용하여 배경을 제거하였고, RYB(Red, Yellow, Blue) 표준색상 테이블(표 5.6~표 5.8)을 기준으로 주의, 규제, 지시 표지판으로 군집화하였다. 표지판 영상의 크기, 방향, 회전의 영향을 최소화하기 위하여 불변 모멘트 기법을 사용하였고, 명암(태양)의 밝기, 위치(역광)에 따른 영향과 밤과 낮의 영상 왜곡을 최소화하기 위하여 고유값과 고유벡터를 이용하여 단위 값으로 변환하였다.

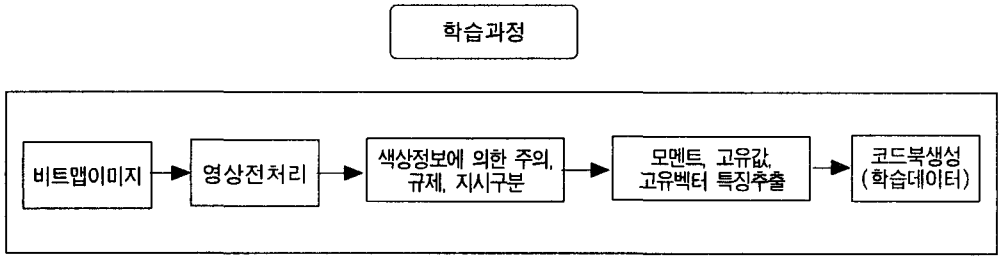
위와 같이 특징 추출한 데이터를 코드 북(학습 데이터) 데이터베이스를 구축한 후, 인식하고자 하는 표지판의 특징을 추출하여 1단계로 군집화되어 있는 대표 값과 비교하여 주의, 규제, 지시 표지판을 판별하고, 2단계로 군집화 영역내의 표지판의 종류에서 영상 특징들에 대한 최근접 이웃결정 방법을 이용하여 영상을 인식하였다.

다음의 〈그림 2-1〉은 도로교통안전표지판 인식과정을 도식화한 것이다.



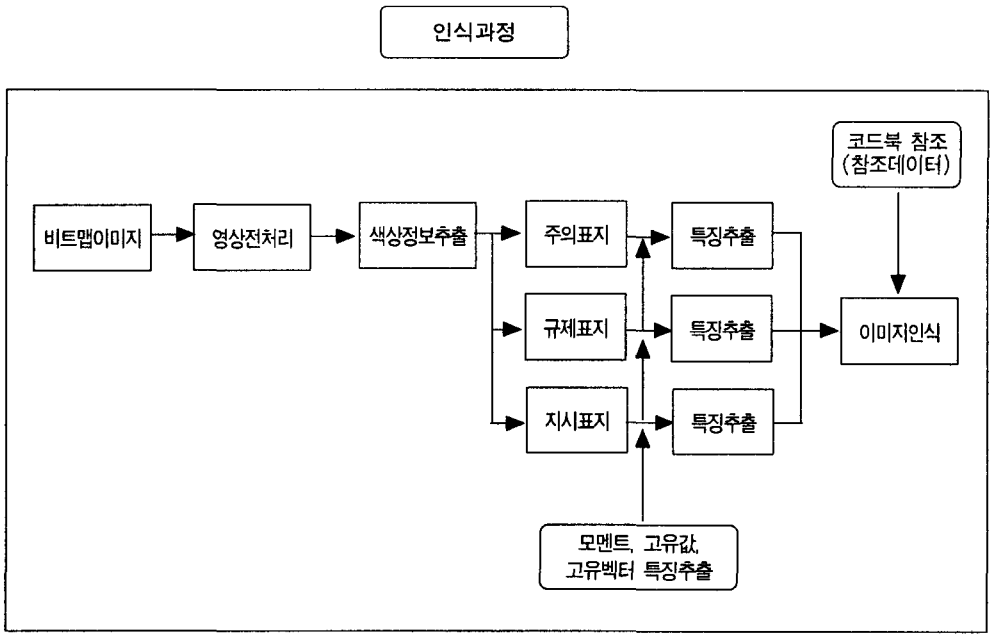
〈그림 2-1〉 도로교통안전표지판 인식과정

2. 영상자료 학습과정



〈그림 2-2〉 영상자료 학습과정

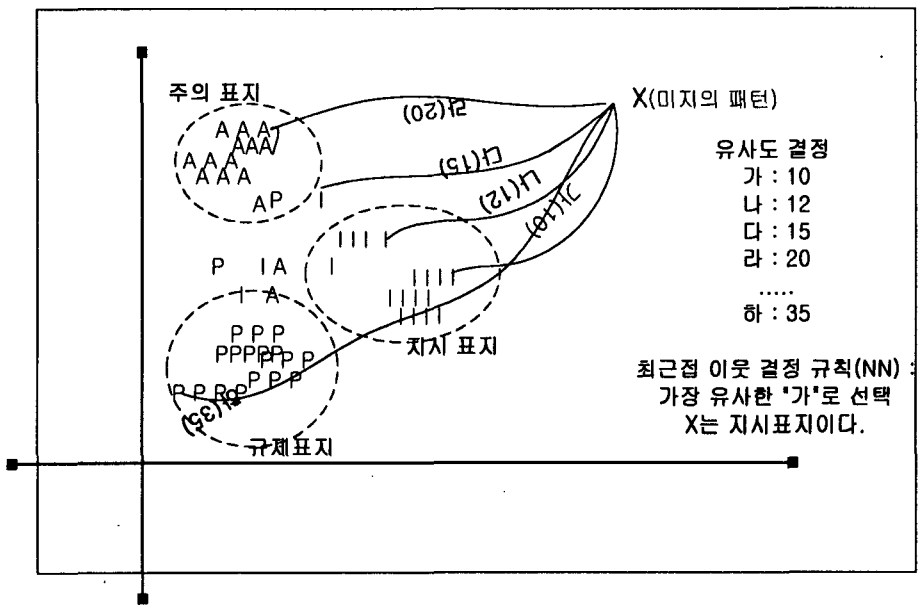
3. 영상자료 인식과정



〈그림 2-3〉 영상자료 인식과정

4. 도로교통안전표지판 영상인식 알고리즘

① 비트맵 영상 획득, 칼라 양자화(형태 정규화, 색상 정규화)
② 영상 전처리(색상축소, 침식, 팽창, 열림, 닫힘)
③ RYB 표준 색상 정보에 의한 주의, 규제, 지시 표지판 구분
인식할 영상을 군집화 평균값과 1차 비교, 그룹 판별
if (영상 RGB = Yellow) 주의표지판
else if (영상 RGB = Red) 규제표지판
else if (영상 RGB = Blue) 지시표지판
④ Moments, 고유 벡터, 고유값에 의한 특징 추출
⑤ 코드 북(학습 데이터 데이터베이스) 참조
⑦ 해당 그룹내에서 최근접 이웃방법을 이용하여 영상 식별 인식



〈그림 2-4〉 최근접 이웃 결정방법(1-NN)

Ⅲ. 연구방법

1. 영상획득

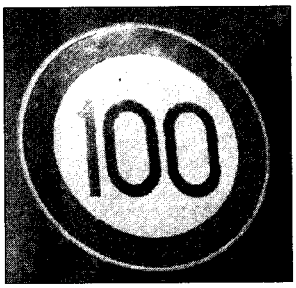
도로교통안전표지판의 효율적인 인식시스템을 구축하기 위하여 형태정규화 목적으로 거리(3~20m), 방향(30 °~210 °), 시간(08:00~18:00), 맑은 날과 흐린 날, 빛의 역광을 다르게 하여, 실제 도로교통안전표지판 주의표지(40종), 규제표지(33종), 지시표지(32종), 노면표시(19종), 보조표지(17종) 중 노면·보조표지를 제외한 105종을 획득하였다. 자료 구축 형식은 〈표 3-1〉과 같고, 획득 데이터 구성은 〈표 3-2〉, 〈표 3-3〉 그리고 〈표 3-4〉와 같다.

〈표 3-1〉 영상자료 저장형식

영문자	숫자	숫자	숫자	숫자	숫자	영문자	영문자	영문자
주의 : A 규제 : P 지시 : I	00 ~ 99 클래스내 자료 종류별 총 100가지 지원		000 ~ 999 자료내 샘플자료 개수 총 1000까지			자료의 영상 형식 (비트맵)		

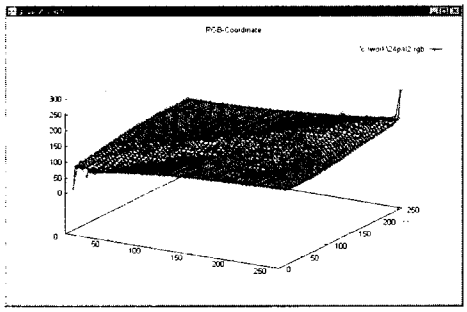
2. 팔레트추출

2.1 P25047영상의 1600만 vs 256 색상 RGB 분포도

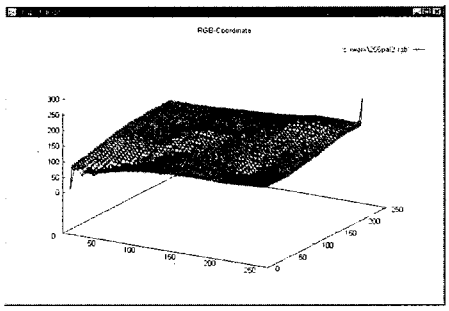


〈그림 3-1〉 P25047 영상

〈그림 3-2〉와 〈그림 3-3〉에서 1600만 색상 RGB영상을 256 색상 RGB영상으로 변환하여도 영상의 RGB 분포가 거의 유사함을 볼 수 있다.



〈그림 3-2〉 P25047 영상의 1600만 색상 RGB 분포도



〈그림 3-3〉 P25047 영상의 256 색상 RGB 분포도

3. 전처리 과정

전처리는 영상의 질을 개선하거나 영상을 특정한 응용 목적에 알맞도록 변환시키는 영상처리를 의미하고, 잡음제거, 평활화, 세선화, 경계선 추출 등의 영상 조작 등이 포함된다.

전처리 과정에서 사용하는 여러 가지 필터를 범용적으로 처리할 수 있도록 하기 위해서 마스크의 계수들을 인자로 받는 Filtering이라는 함수를 만들었다.

배열에 마스크의 계수들을 차례로 설정한 배열의 포인터를 인자로 넘겨주면, 그 마스크에 의해 영상이 필터링 된다. 필터링을 하려면 입력 영상과 출력 영상이 필요한데, 입력 영상은 실행 취소를 위해 백업된 영상을 사용하였고, 출력 영상은 현재 영상을 사용하였다. 실수 연산을 하면 계산 속도가 떨어지기 때문에 마스크의 계수는 정수로 하였으며, 계수들의 합이 0이나 1이 아닐 경우에는 계수의 합으로 전체를 나누어주도록 하였다.

```
void CImageFiltering::FilteringColor(int * pnFilter, CString strProgressBar)
{       CProgressBar bar(strProgressBar, 100, m_nHeight);
        int i, j, tot=0;
        CColorPixelPtr ptrSorce(m_pImage->GetUndoHandle());
        CColorPixelPtr ptrDest(*m_pImage);
        CColorPixel s[9];
        CColorPixel p;
        for(i=0 ; i<9 ; i++)
                tot += pnFilter[i];
        for(j=1 ; j<m_nHeight-1 ; j++)
        {  for(i=1 ; i<m_nWidth-1 ; i++)  {
                        s[0] = ptrSorce[j-1][i-1];
                        s[1] = ptrSorce[j-1][ i ];
                        s[2] = ptrSorce[j-1][i+1];
                        s[3] = ptrSorce[ j ][i-1];
                        s[4] = ptrSorce[ j ][ i ];
                        s[5] = ptrSorce[ j ][i+1];
                        s[6] = ptrSorce[j+1][i-1];
                        s[7] = ptrSorce[j+1][ i ];
                        s[8] = ptrSorce[j+1][i+1];

                        p = s[0]*pnFilter[0]+
                                s[1]*pnFilter[1]+
                                s[2]*pnFilter[2]+
                                s[3]*pnFilter[3]+
                                s[4]*pnFilter[4]+
                                s[5]*pnFilter[5]+
                                s[6]*pnFilter[6]+
                                s[7]*pnFilter[7]+
                                s[8]*pnFilter[8];
                        if(tot != 0 && tot != 1) p /= tot;
                        p >> ptrDest[j][i];
                } bar.StepIt();
        }  }
```

〈그림 3-4〉 필터링 함수

3.1 영상을 부드럽게 하는 알고리즘 : 팽창(dilation)

인접한 픽셀들의 밝기 값이 완만히 변하는 영상은 전체적으로 부드러운 느낌을 주기 때문에 인접 픽셀들간의 밝기 값의 차이를 줄여주면 영상을 부드럽게 만들 수 있다. 인접 픽셀들 간의 차이를 줄이는 방법으로는 특정 픽셀 값 주위의 픽셀들의 평균값으로 그 픽셀의 값을 대체하는 방법이 주로 사용된다.

- 마스크의 크기는 가로 세로가 같고 홀수이어야 한다. 즉 3×3, 5×5...
- 마스크의 가중치는 중심점을 기준으로 상하좌우가 대칭이어야 한다.
- 모든 가중치의 값은 양수이어야 한다.
- 가중치의 값은 중심으로부터 멀어질수록 감소하거나 일정해야 한다.
- 모든 가중치의 합은 1이 되어야 한다.

$$(1/6) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

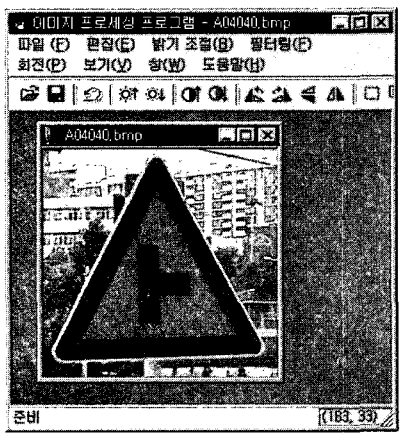
(a) 마스크1

$$(1/9) \times \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

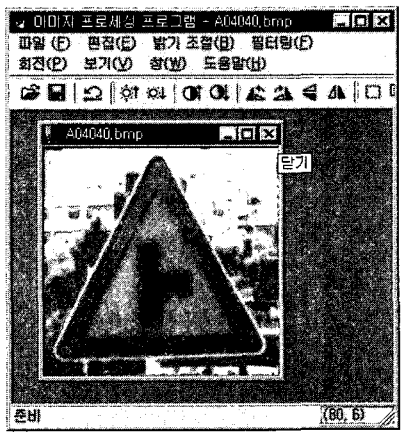
(b) 마스크2

〈그림 3-5〉 영상을 부드럽게 마스크한 예

```
void CPicDoc::OnLowpass()
{       CWait wait(this);
        int pnFilter[9] = {1, 3, 1, 3, 5, 3, 1, 3, 1};
        CImageFiltering image(m_Image);
        image.Filtering(pnFilter);
}
```



(a) 원 영상



(b) 부드럽게 된 영상 : 팽창

〈그림 3-6〉 부드럽게 된 'ㅏ'자형 교차로

3.2 영상을 날카롭게 하는 알고리즘 : 침식(erosion)

인접한 픽셀들의 밝기 값이 급격히 변하는 영상은 전체적으로 날카로운 느낌을 주기 때문에 인접 픽셀들 간의 밝기 값의 차이를 늘여주면 영상을 날카롭게 만들 수 있다. 영상을 날카롭게 하기 위한 컨벌루션 마스크의 기본 요건은 다음과 같다.

- 마스크의 크기는 가로 세로가 같고 홀수이어야 한다. 즉, 3×3, 5×5...
- 마스크의 가중치는 중심점을 기준으로 상하 좌우가 대칭이어야 한다.
- 중심점의 가중치는 양수이어야 한다.
- 중심점 외의 점에서의 가중치는 음수이거나 0이어야 한다.
- 모든 가중치의 합은 0보다 커야 한다.

$(1/5) \times$

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

(a) 마스크1

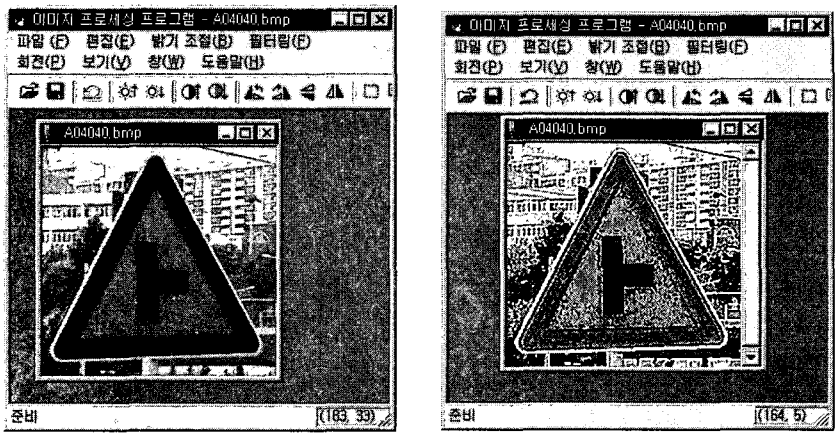
$(1/9) \times$

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

(b) 마스크2

〈그림 3-7〉 영상을 날카롭게 마스크한 예

```
void CPicDoc::OnLowpass()
{
        CWait wait(this);
        int pnFilter[9] = {0, -1, 0, -1, 5, -1, 0, -1, 0};
        CImageFiltering image(m_Image);
        image.Filtering(pnFilter);
}
```



(a) 원 영상 (b) 날카롭게된 영상 : 침식

〈그림 3-8〉 날카롭게 된 'ㅏ'자형 교차로

3.3 라플라시안을 이용한 경계선 추출 알고리즘

라플라시안 마스크를 원 영상과 컨벌루션 하면 펜으로 그린 것처럼 외곽선만 남게 된다. 경계선 추출은 기본적으로 날카롭게 하기와 비슷하다. 차이점은, 날카롭게 하기는 모든 가중치의 합은 0보다 커야 하므로 원 영상에 인접 픽셀과의 차이를 더해 주는 모양이 되지만, 경계선 추출에서는 모든 가중치의 합이 0이 되므로 원 영상을 고려치 않고 인접 픽셀과의 차이만을 생각하는 형태가 된다는 것이다. 라플라시안 마스크를 잘 보면, 인접 픽셀간의 값의 차이가 별로 없는 영역에 마스크가 있을 때는 거의 0에 가까운 값이 출력되지만, 인접 픽셀 간의 값의 차이가 큰 부분에서는 큰 값이 출력될 것이라는 것을 쉽게 알 수 있다. 방향성이 없는 경계선 추출을 위한 컨벌루션 마스크의 기본 요건은 다음과 같다.

- 마스크의 크기는 가로 세로가 같고 **홀수이어야** 한다. 즉, 3×3, 5×5...
- 경계선의 방향을 고려하지 않을 때는 마스크의 가중치는 중심점을 기준으로 상하 좌우가 **대칭이어야** 한다.
- 중심점의 가중치는 양수이어야 한다.
- 중심점 외에 점에서의 가중치는 음수가 들어가야 한다.
- 모든 가중치의 합은 0이 되어야 한다.

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

(a) 마스크1

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

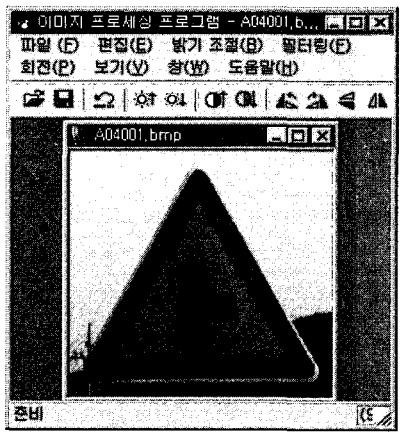
(b) 마스크2

1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

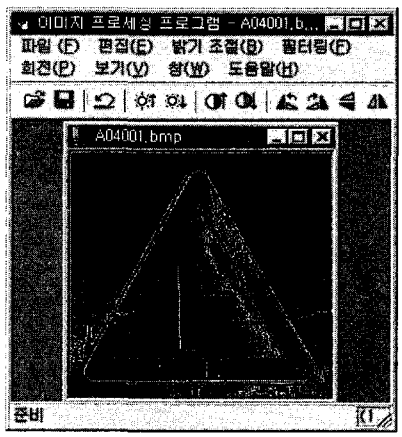
(c) 마스크3

〈그림 3-9〉 경계선 추출하기 위해 라플라시안 마스크한 예

```
void CPicDoc::OnLowpass()
{
        CWait wait(this);
        int pnFilter[9] = {-1, -1, -1, -1, 8, -1, -1, -1, -1};
        CImageFiltering image(m_Image);
        image.Filtering(pnFilter);
}
```



(a) 원 영상

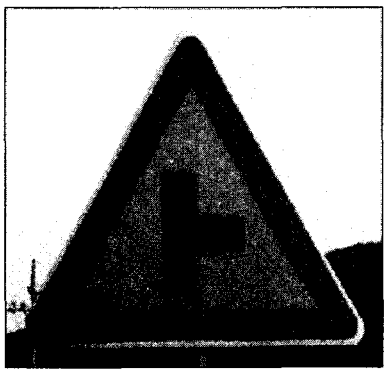


(b) 라플라시안 경계선 추출 후

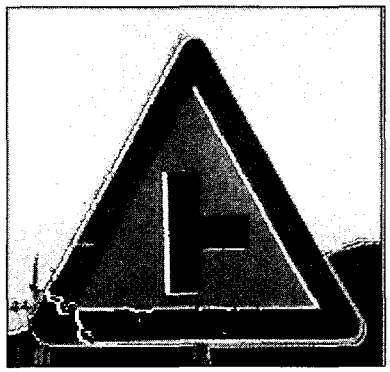
〈그림 3-10〉 경계선 추출된 'ㅏ'자형 교차로

4. 영상영역 분할

4.1 화소 군집화에 의한 영역 확장

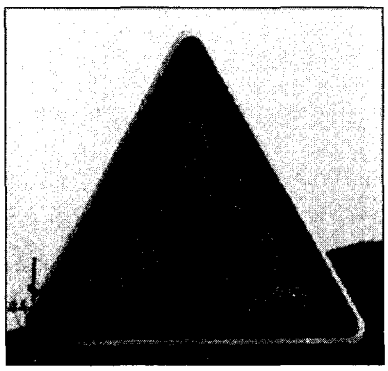


〈그림 3-11〉 영역확장 원 영상

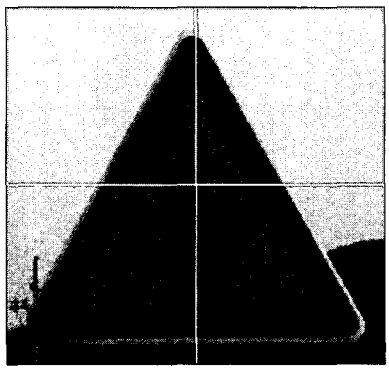


〈그림 3-12〉 화소그룹에 의한 영역확장

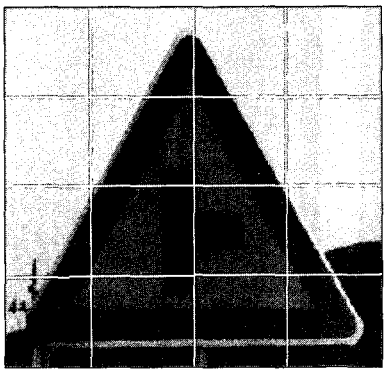
4.2 영역분할(Region Splitting)



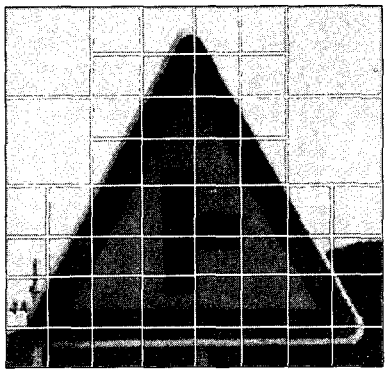
〈그림 3-13〉 4영역 분할 원 영상



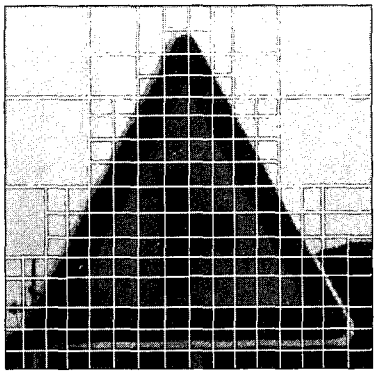
〈그림 3-14〉 영역분할 1단계



〈그림 3-15〉 영역분할 2단계



〈그림 3-16〉 영역분할 3단계



〈그림 3-17〉 영역분할 4단계

5. RYB 표준 색상분해 및 주의 · 규제 · 지시 군집화

5.1 RYB 표준색상

도로교통안전표지판 색상 구성을 분석한 결과 다음 〈표 3-2〉와 같이 구성되어 있다.

〈표 3-2〉 주의·규제·지시 표지판 색상 구성표

구 분	주의 표지판	규제 표지판	지시 표지판
구성 색상수	3	4	2
구성 색상	노란, 빨간, 검정색	빨간, 흰색, 검정, 파란색	파란, 흰색
유일 색상	노란색		
대표 색상	노란색	빨간색	파란색

대표 색상인 빨간, 노란, 파란색은 괴테 색채이론, 먼셀의 색채구조 시스템, 오스트발트의 색채구조 시스템, 클레의 색채구조 시스템 등에 사용되는 색채 전문가들의 이론에 많이 사용되는 색상으로 아티스트 스펙트럼이라고 한다. 이들 색상을 정리해 보면 〈표 3-3〉, 〈표 3-4〉, 〈표 3-6〉과 같다.

〈표 3-3〉 RYB 색상 중 빨간색 계통

RED	16진수 RGB	10진수 RGB
CHOCOLATE	D2691E	210 105 30
MISTYROSE	FFE4E1	255 228 225
DEEPPINK	FF1493	255 20 147
LIGHTPINK	FFB6C1	255 182 193
HOTPINK	FF69B4	255 105 180
PINK	FFC0CB	255 192 203
MEDIUMVIOLETRED	C71585	199 21 133
INDIANRED	CD5C5C	205 92 92
PALEVIOLETRED	DB7093	219 112 147
ORNAGERED	FF4500	255 69 0
RED	FF0000	255 0 0
DARKRED	8B0000	139 0 0
TOMATO	FF6347	255 99 71
DARKORANGE	FF8C00	255 140 0
ORANGE	FFA500	255 165 0
CRIMSON	DC143C	220 20 60
MAROON	800000	128 0 0
FIREBRICK	B22222	178 34 34
LIGHTCORAL	F08080	240 128 128
CORAL	FF7F50	255 127 80

〈표 3-4〉 RYB 색상 중 노란색 계통

YELLOW	16진수 RGB	10진수 R G B
LIGHTGOLDENRODYELLOW	FAFAD2	250 250 210
LIGHTYELLOW	FFFFE0	255 255 224
YELLOW	FFFF00	255 255 0
GREENYELLOW	ADFF2F	173 255 47
YELLOWGREEN	9ACD32	154 205 50
BEIGE	F5F5DC	245 245 220
PALEGOLDENROD	EEE8AA	238 232 170
DARKGOLDENROD	B8860B	184 134 11
GOLDENROD	DAA520	218 165 32
LEMONCHIFFON	FFFACD	255 250 205
GOLD	FFD700	255 215 0
TAN	D2B48C	210 180 140

〈표 3-5〉 RYB 색상 중 파란색 계통

BLUE	16진수 RGB	10진수 R G B
DEEPSKYBLUE	00BFFF	0 191 255
LIGHTSKYBLUE	87CEFA	135 206 250
SKYBLUE	87CEEB	135 206 235
ALICEBLUE	F0F8FF	240 248 255
DODGERBLUE	1E90FF	30 144 255
LIGHTBLUE	ADD8E6	173 216 230
LIGHTSTEELBLUE	B0C4DE	176 196 222
MEDIUMSLATEBLUE	7B68EE	123 104 238
MIDNIGHTBLUE	191970	25 25 112
CORNFLOWERBLUE	6495ED	100 149 237
MEDIUMBLUE	0000CD	0 0 205
SLATEBLUE	6A5ACD	106 90 205
STEELBLUE	4682B4	70 130 180
BLUE	0000FF	0 0 255
DARKSLATEBLUE	483D8B	72 61 139
CADETBLUE	5F9EA0	95 158 160
ROYALBLUE	4169E1	65 105 225
POWDERBLUE	B0E0E6	176 224 230
DARKBLUE	00008B	0 0 139
BLUEVIOLET	8A2BE2	138 43 226
NAVY	000080	0 0 128

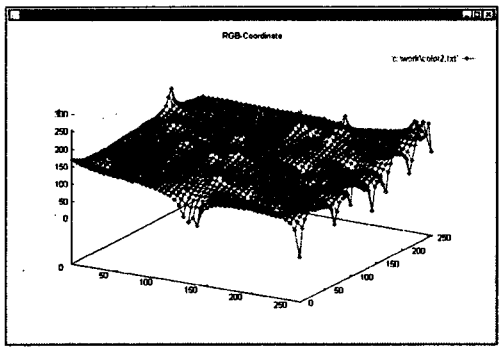
5.2 RYB 표준색상에 의한 주의 · 규제 · 지시표지판 인식 알고리즘

```
인식할 영상을 군집화 평균값과 1차 비교, 그룹 판별
if (영상 RGB = Yellow) 주의표지판
else if (영상 RGB = Red) 규제표지판
else if (영상 RGB = Blue) 지시표지판
```

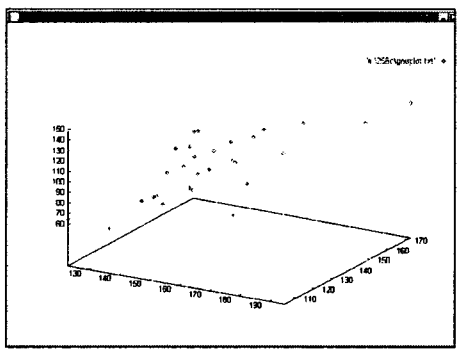
```
yColorCnt=rColorCnt=bColorCnt=etcColorCnt=0;
for(i=0; i < maxY; i++)
        for(j=0; j < maxX; j++)
        {       fscanf(fp," %d %d %d ", & r, &g, &b);
                for(z=0; z < k ; z++)
                {  R = r; G= g; B = b;
                     R += z; G += z; B += z;
                   if       (cmpColor(R,G,B) == yColor) yColorCnt ++;
                     else if (cmpColor(R,G,B) == rColor) rColorCnt ++;
                     else if (cmpColor(R,G,B) == bColor) bColorCnt ++;
                     else  etcColorCnt++;
                   R = r; G= g; B = b;
                     R -= z; G -= z; B -= z;
                   if       (cmpColor(R,G,B) == yColor) yColorCnt ++;
                     else if (cmpColor(R,G,B) == rColor) rColorCnt ++;
                     else if (cmpColor(R,G,B) == bColor) bColorCnt ++;
                     else  etcColorCnt++;
                }
        }
```

〈그림 3-18〉 주의, 규제, 지시 표지판 비교 프로그램

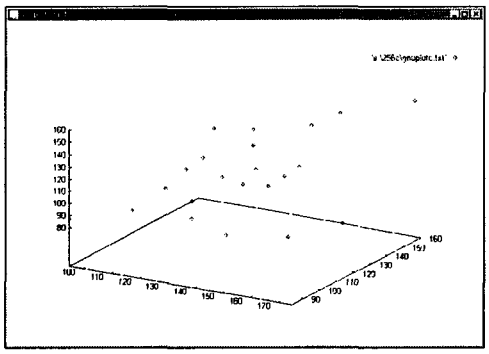
5.3 RYB 분포도



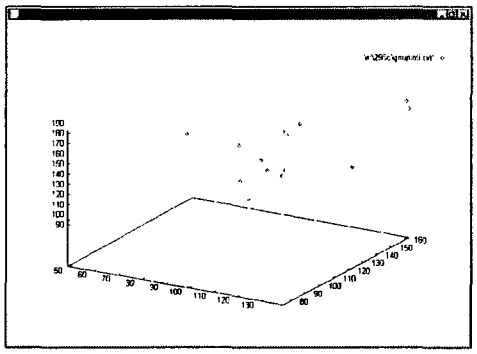
〈그림 3-19〉 표준 RYB색상 분포도



〈그림 3-20〉 주의 표지 영상 분포도



〈그림 3-21〉 규제표지 영상분포도



〈그림 3-22〉 지시표지 영상분포도

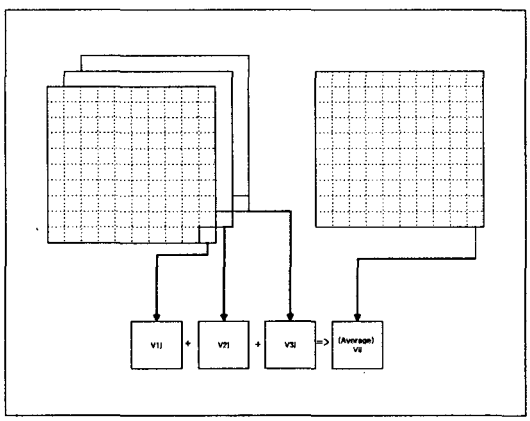
6. 평균 특징 벡터

6.1 평균 특징 대표값

RYB 표준색상 값에 의한 특징과 모멘트, 그리고 고유값과 고유벡터 특징들로 구성된 코드북 데이터 전체를 대상으로 인식을 한다면 많은 계산량이 필요하게 된다. 그러므로 이들 코드북에 대해서 특징 평균 대표 값을 생성한다.

아래 식 (3-1)은 평균 특징 대표 값(AVF : Average Vectors of Feature)을 생성하는 식이다.

$$AVF = \frac{\sum_{i=0}^{nC}(v_{ij})}{nC}, \quad j = 0, \ .. \ , nVector \qquad (3-1)$$

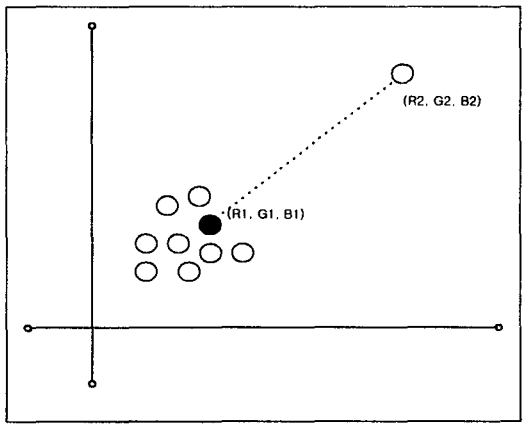


〈그림 3-23〉 특징 평균 대표값 구하기

6.2 벡터간의 거리 측정

대표적인 벡터 거리 계산법인 유클리드 거리는 다음 식 (3-2)와 같다.

$$d_1(x_i, x_j) \equiv \sqrt{\sum_{k=1}^{n} |x_k^{(i)} - x_k^{(j)}|^2} = (x_i - x_j)^t (x_i - x_j) \qquad (3\text{-}2)$$



〈그림 3-24〉 벡터간의 거리 측정

두 점(R_1, G_1, B_1)과 (R_2, G_2, B_2)가 주어졌을 때, 유클리드 거리 구하기는 다음과 같다.

$$d = \sqrt{(R_1 - R_2)^2 + (G_1 - G_2)^2 + (B_1 - B_2)^2} \qquad (3\text{-}3)$$

```
(float) GetDistance(codebook cb, codebook test)
{
        distance = 0.0F;
        for( j=0; j<nRGB; j++ )
        {
                xdist+=

(float)(fabs((double)(cb[i].codebookVector[j]-test[k].codebookVector[j])));
                xdist *= xdist;
                distance  += xdist;
        }
        return sqrt(distance);
}
```

〈그림 3-25〉 벡터간의 거리 측정 프로그램

Ⅳ. 연구 결과

도로교통안전표지판은 주의표지(40종), 규제표지(33종), 지시표지(32종), 노면표시(19종), 보조표지(17종) 중 노면, 보조표지를 제외한 105종의 대상 중에서 실세계에서 사용 빈도가 높은 표지판 일부를 표본으로 추출하였다. 본 논문에서는 1종류의 표지판 당 100개 이상의 서로 상이한 데이터만을 데이터베이스로 구축하여 실험하였다.

본 시스템의 실험은 IBM-PC호환기종(Pentium Ⅲ-455MHz) Windows98환경에서 M/S Visual C++ 6.0으로 구현하였으며, 비디오 보드는 DVD용 멀티미디어 통합 VGA보드 Winx perfect Ⅳ, 표지판 인식을 위하여 디지털카메라 MVC-FD81을 사용하였다. Adobe PhotoShop 5.0을 사용하여 JPG 파일을 BMP(200 X 200)파일로 변환하여 데이터베이스를 구축하였다.

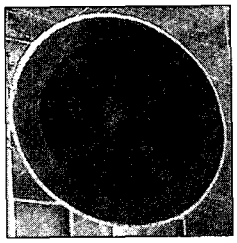
1. 실 영상의 예

(a) ㅏ자 교차로 (b) 강변 도로 (C) 낙석 도로

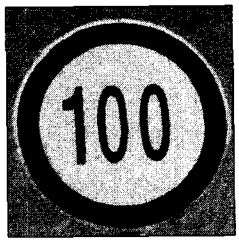
(d) 도로 공사중 (e) 좌우로굽은도로 (f) 위험

〈그림 4-1〉 주의 표지판 실제 영상

(a) 서행



(b) 주정차 금지



(c) 최고속도제한

〈그림 4-2〉 규제 표지판 실제 영상

(a) 자전거보행겸용

(b) 횡단 보도

(c) 자전거횡단도로

〈그림 4-3〉 지시 표지판 실제 영상

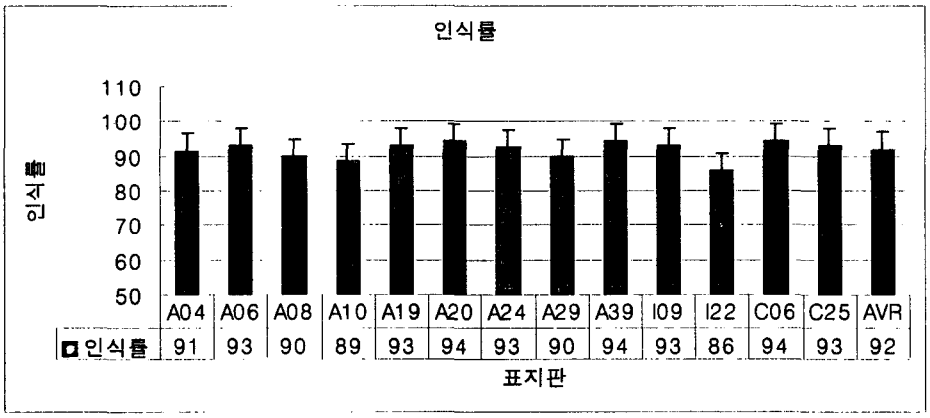
2. 인식률 및 인식시간

도로교통안전표지판의 인식률과 인식시간은 다음과 같다.

〈표 4-1〉 인식률 통계표

심볼	표지판명	학습패턴	검사패턴	오인식	인식률
A04	ㅏ자 교차로	30	70	6	91.4 %
A06	강변도로	30	70	5	92.9 %
A08	낙석도로	30	70	7	90.0 %
A10	노면고르지 못함	30	70	8	88.6 %
A19	오르막 경사	30	70	5	92.9 %
A20	우굽은 도로	30	70	4	94.3 %
A24	우측 차로 없어짐	30	70	5	92.8 %

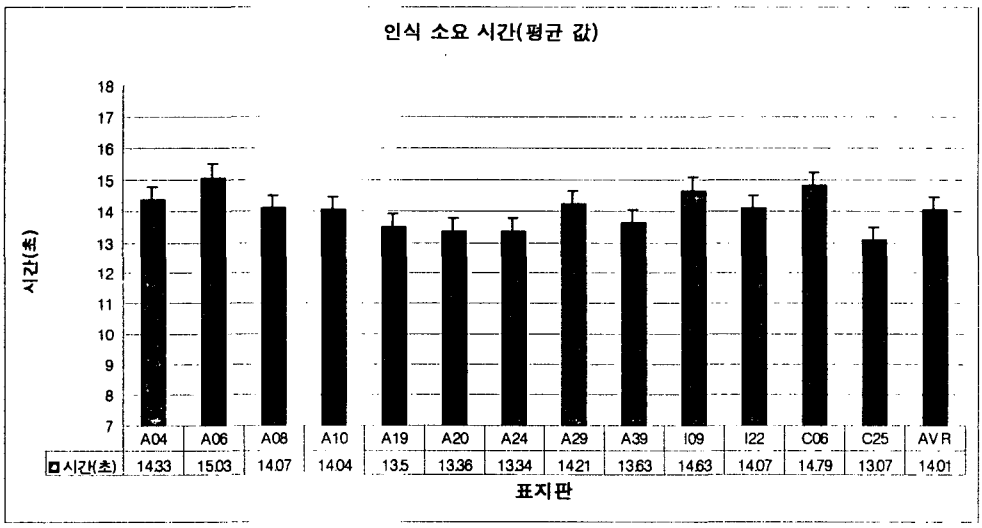
A29	좌우로 이중 굽은 도로	30	70	7	90.0 %
A39	과속 방지턱	30	70	4	94.3 %
I09	자전거 횡단도로	30	70	5	92.9 %
I22	자전거 및 보행자 겸용	30	70	10	85.7 %
C06	서행	30	70	4	94.3 %
C25	최고속도 제한	30	70	5	92.8 %
총 계 : 평 균(AVR)		390	910	35 : 5.77	91.8 %



〈그림 4-4〉 인식률 통계 그래프

〈표 4-2〉 인식시간 통계표

심볼	표지판명	검사패턴	소요시간	평균시간
A04	ㅏ자 교차로	70	1003초	14.33초
A06	강변도로	70	1052초	15.03초
A08	낙석도로	70	985초	14.07초
A10	노면고르지 못함	70	983초	14.04초
A19	오르막 경사	70	945초	13.50초
A20	우굽은 도로	70	935초	13.36초
A24	우측 차로 없어짐	70	934초	13.34초
A29	좌우로 이중 굽은 도로	70	995초	14.21초
A39	과속 방지턱	70	954초	13.63초
I09	자전거 횡단도로	70	1024초	14.63초
I22	자전거 및 보행자 겸용	70	985초	14.07초
C06	서행	70	1035초	14.79초
C25	최고속도 제한	70	915초	13.07초
총 계 : 평 균 (초)		910	12745초	14.01초



〈그림 4-5〉 인식 평균 소요시간(초) 그래프

V. 결론 및 연구과제

실험에 사용된 데이터는 다른 장소, 시간, 위치, 거리에서 디지털 카메라로 촬영한 13종류의 1300개 영상으로, 각 종류마다 100개의 영상으로 구성되었다. 영상인식시스템의 학습데이터로 30개 영상을 사용하였고, 70개 영상을 인식할 테스트데이터로 사용하였다. 획득된 영상은 트루 칼라로 저장용량과 계산 시간을 줄이기 위해 256 칼라로 색상을 축소 한 후 잡영상 제거를 위하여 침식과 팽창 알고리즘을 사용하였다.

영역분할기법을 활용한 세그멘테이션, RYB색상분해 알고리즘으로 주의·규제·지시표지판을 군집화하였다. 낮과 밤 그리고 태양의 밝기나 위치에 영향을 받지 않는 정규화된, 단위 명암 값을 구하기 위해 고유값과 고유벡터 알고리즘을 이용하였다. 영상의 회전, 크기변화에 무관한 정규화된, 단위 형태 특징 값으로 7가지 불변모멘트 알고리즘을 사용하였다. 추출된 특징 값을 평균 특징 벡터 알고리즘을 이용하여 학습 데이터베이스 테이블에 저장하였다.

제안된 도로교통안전표지판 영상인식시스템은 추출된 테스트데이터의 특징 값과 학습데이터베이스의 평균특징벡터 코드북을 최근접 이웃 결정방법 알고리즘을 이용하여 인식하였다. 실험결과 13종류 1300개 영상에 대해 91.8%의 인식률을 보였고, 1개 표지판 당 소요시간은 평균 14.01초 소요되었다.

제안된 RYB 색상분해, 고유값, 고유벡터, 모멘트 알고리즘을 이용한 도로교통안전표지판 인식시스템은 실험을 통해 주의·규제·지시표지판이 군집화됨을 보았고, 도로주행 중 발생할 수 있는 태양의 밝기, 위치, 영상의 크기, 회전에 따른 영향이 최소화됨을 보았다.

본 논문에서는 학습 데이터로 30개의 영상만을 사용하였으나, 인식률 향상을 위하여 100개 이상의 도로교통안전표지판 영상 수집이 요구되며, 또한 명암, 크기, 회전에 불변인 코드북 생성을 위하여 장소, 시간, 거리가 상이한 영상 데이터의 수집이 요구된다. 논문에서 실험한 13종류의 표지판 외에 전체 도로교통안전표지판 105종과 도로교통일반(안내)표지판에 관한 데이터의 수집도 요구된다.

자동차 주행 중에는 동영상(표지판) 인식이 필요하므로 도로주행 중 표지판을 촬영할 고성능 장비 개발이 요구되며, 제안된 알고리즘은 정지영상에 적용된 알고리즘이므로 향후 동영상 적용이 요구되며, 실제 도로 주행에 적용하기 위해서는 인식속도와 인식률의 향상이 요구된다.

참 고 문 헌

1. 강대성(1995), "칼라 영상처리와 형태학적 필터를 이용한 물체인식시스템에 관한 연구," 한국통신학논집, Vol.20, No.7, pp.1981~1991.
2. 김상운(1995), 식별 알고리즘을 중심으로 한 패턴인식 입문, 홍릉과학출판사.
3. 김수형 · 이칠우 · 오일석 · 이성환(1999), 영상신호처리 이론 및 시스템구현, 광주 : 전남대학교 반도체 설계 교육센터.
4. 김회승(1994), 영상인식-영상처리, 컴퓨터 비전, 패턴인식, 신경망, 생능출판사.
5. 나인섭 · 김수형(1999), "활자의 특징값을 이용한 명조 · 고딕 서체 및 문자속성 분류 알고리즘," 한국정보처리학회 '99 춘계학술발표 논문집, 제6권 제1호, pp.637~640.
6. 박옥련(1999), 색채이론과 활용, 형설출판사.
7. 송병석 · 임영각 · 오병근 · 최원석(1998), 지능형 고안전차량 기술개발현황, ADVANCE.
8. 윤희수(1999), 색채의 이해, 미술문화사.
9. 전정우 · 최정원 · 박찬규 · 이해영(1995), "자동차의 자동주행을 위한 Fuzzy 알고리즘의 설계," 대한전기학회 하계 학술대회 논문집, pp.769~772.
10. 정진용(1999), "칼라화소분석 기법을 이용한 도로교통안전표지판 영상 인식의 구현,"(이학박사 학위논문, 조선대학교 전산통계학과).
11. 최영훈(1992), 색채학 개론, 미진사.
12. 최형일 · 이근수 · 이양원(1997), 영상처리 이론과 실제, 홍릉과학출판사.
13. 하영호 · 임재권 · 남재열 · 김용석(1998), 디지털 영상처리, 그린출판사.
14. Fukashi Sugasawa, Hiroshi Ueno(1996), "Development of Nissan's ASV," *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, Proceedings, pp.254~259.
15. Hiroyuki Kamiya, Yasuhiko Fujita(1996), "Intelligent Technologies of Honda ASV," *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, Proceedings, pp.236-241.
16. Rafael C. Gonzalez, and Richard E. Woods(1993), *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing Company : California.
17. Tetsushi Mimuro, Yoshiki Miichi(1996), "Functions and Devices of Mitsubishi Active Safety ASV," *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, Proceedings, pp.248~253.

Abstract

A Study on the Implement of Image Recognition the Road Traffic Safety Information Board using Nearest Neighborhood Decision Making Algorithm

Jung, Jin-yong · Kim, Dong-hyun · Lee, So-haeng

According as the drivers increase who have their cars, the comprehensive studies on the automobile for the traffic safety have been raised as the important problems. Visual Recognition System for radio-controled driving is a part of the sensor processor of Unmanned Autonomous Vehicle System. When a driver drives his car on an unknown highway or general road, it produces a model from the successively inputted road traffic information. The suggested Recognition System of the Road Traffic Safety Information Board is to recognize and distinguish automatically a Road Traffic Safety Information Board as one of road traffic information.

The whole processes of Recognition System of the Road Traffic Safety Information Board suggested in this study are as follows. We took the photographs of Road Traffic Safety Information Board with a digital camera in order to get an image and normalize bitmap image file with a size of 200×200 byte with Photo Shop 5.0.

The existing True Color is made up the color data of sixteen million kinds. We changed it with 256 Color, because it has large capacity, and spend much time on calculating. We have practiced works of 30 times with erosion and dilation algorithm to remove unnecessary images. We drawing out original image with the Region Splitting Technique as a kind of segmentation. We made three kinds of grouping(Attention Information Board, Prohibit Information Board, and Introduction Information Board) by RYB(Red, Yellow, Blue) color segmentation. We minimized the image size of board, direction, and the influence of rounding. We

also minimized the influence according to position, and the brightness of light and darkness with Eigen Vector and Eigen Value.

The data sampling this feature value appeared after building the learning Code Book Database. The suggested Recognition System of the Road Traffic Safety Information Board firstly distinguished three kinds of groups in the database of learning Code Book, and suggested in order to recognize after comparing and judging the board want to recognize within the same group with Nearest Neighborhood Decision Making.