

Japanese Puzzle을 이용한 교통안전 표지판 인식

A Recognition of Traffic Safety Signs Using Japanese Puzzle

손영선

Young-Sun Sohn

동명대학교 정보통신공학과

요 약

본 논문에서는 게임에 사용되는 원리를 역으로 이용하여 교통안전 표지판을 인식하는 시스템을 구현하였다. 본 시스템에 사용된 게임은 제작자가 (x, y)좌표에 제공하는 수치를 보고 메쉬에 표시하면 제작자가 의도한 임의의 물체의 모형이 표현되는 게임이다. 입력된 영상으로부터 교통안전 표지판 영상을 분리한 후, 표지판을 구성하는 색상과 형태에 상기의 퍼즐게임을 이용하여 교통안전 표지판으로 인식되면 해당 표지판과 내용을 문자로 출력하는 시스템을 구현하였으며 흑백 영상 처리 및 세션화과정 없는 인식으로 처리 속도가 빠르며, 기존 시스템 보다 좋은 인식률을 얻을 수 있었다.

Abstract

This paper realizes a system that recognizes traffic safety signs by applying the principle used for game in reverse. The game used for this paper is one that expresses the shape of temporary objects intended by the maker when the maker sees the numerical image provided on (x, y) coordinates and then expresses it on the mesh. After separating the traffic safety sign image from the input image, the system is realized by outputting the content of the sign into letters by recognizing the forms and colors constituting the sign using the puzzle game above. Our system has fast process time and better rate of recognition than the existing system with black-and-white image processing and recognition without any penciling progress.

Key Words : recognition system, image processing, Japanese puzzle, traffic safety

1. 서 론

자동차의 사용이 증가함에 따라 차량 및 교통 안전화와 운전자의 편리함을 목적으로 하는 자동차 전반에 관한 연구들이 주요한 과제로 연구되고 있다[1]. 무인화 주행을 위한 시각 시스템의 한 분야인 영상 인식 분야는 지능형 자동 주행 제어, 자동 항법 시스템, 무인 반송차, 자동 회피 시스템 등에 사용되어 인간을 대신하여 작업을 수행함으로써 위험성을 최소화하는데 활용되고 있다[1-3].

영상에서 공공 표지판 인식을 위한 대표적인 영상처리 연구로서 적절한 임계치에 대해서 너비와 높이에 비례하는 n개의 가상원을 생성한 후 각 가상원에 대해서 에지와 교차하는 개수를 측정하는 방법인 동심 원형 패턴 방법[4]과, 찾고자 하는 물체의 형태를 템플릿으로 설정하고 입력 영상에서 템플릿과의 유사도를 측정하여 가장 유사한 물체를 찾아내는 템플릿 매칭 방법[5] 등이 있다. 그러나 종래의 연구들은 복잡한 전처리 과정이 요구되어지거나 많은 특징 정보를 필요로 한다.

본 논문에서는 임의의 영상을 사각형 내부에 위치시켜, 일정한 크기로 나누어 망(mesh)을 구축한 뒤, 임의의 영상을 수치로 표현하는 게임인 Japanese puzzle[6]을 이용하여 공공 표지판을 인식하게 하는 시스템을 제안한다.

2. 전체 시스템 개요

본 논문에서 제안하는 시스템은 그림 1의 전체 시스템 흐름도에서 보는 바와 같이 CCD 흑백 카메라에 영상이 입력되면 교통 표지판 분리 알고리즘에 의해 표지판을 분리한 후, 표지판 인식 알고리즘에 의해 표지판을 인식하고 인식된 표지판과 그것의 의미하는 내용을 문자로 출력한다.

3. 교통 표지판 분리 알고리즘

입력된 영상에서 교통 표지판을 분리시키는 알고리즘은 그림 2의 흐름도에서 알 수 있듯이 입력된 영상으로부터 교통 표지판 테두리 색상에 상응하는 영역을 추출하여 연속되는 영역끼리 묶어 번호를 붙여 구분한다. 구분된 영역들을 차례대로 분리하여 동일하게 일정한 크기로 변환시켜 표준화함으로써 동일 조건에서 인식 알고리즘을 적용시킬 수 있게 한다.

접수일자 : 2007년 6월 30일

완료일자 : 2007년 11월 30일

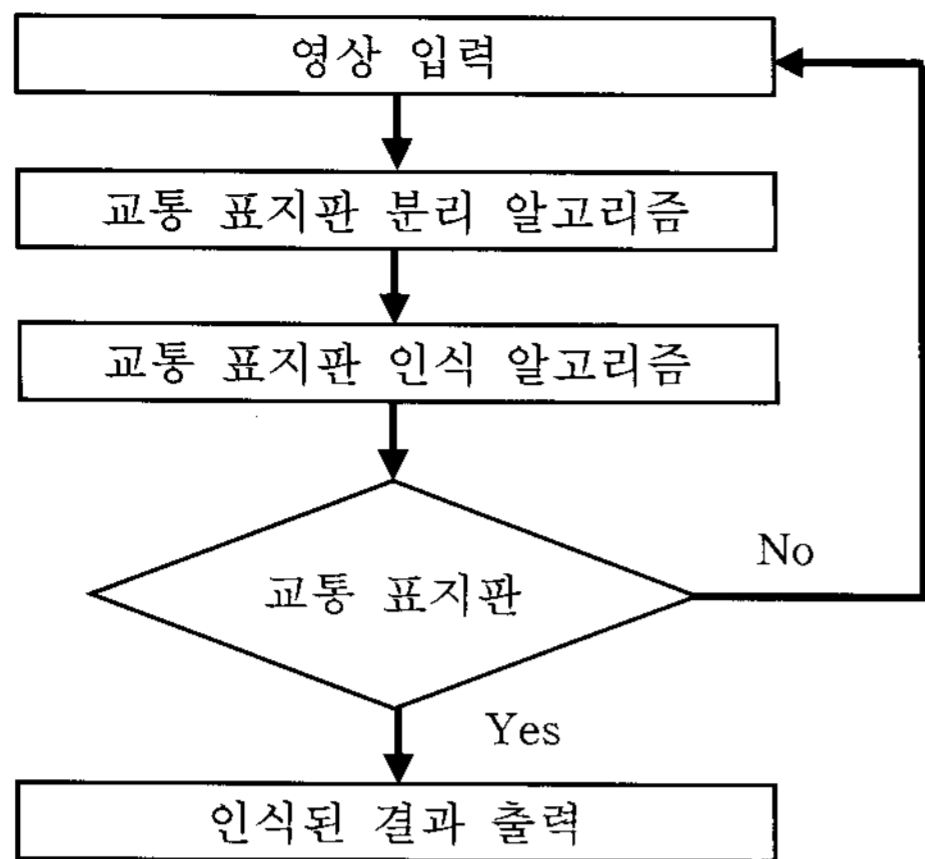


그림 1. 시스템 흐름도
Figure 1. A flow-chart of this system

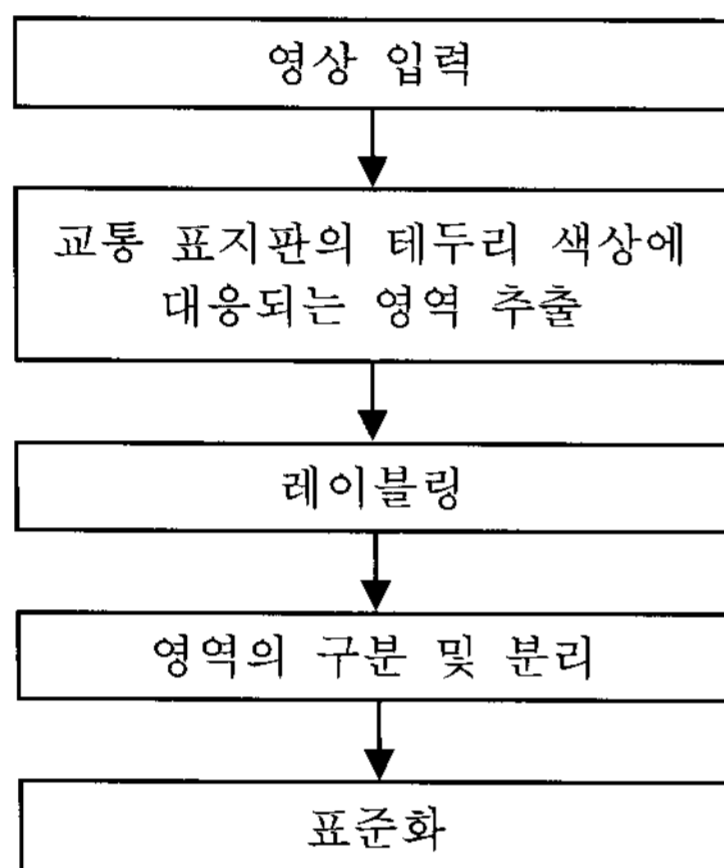


그림 2. 교통 표지판 분리 알고리즘의 흐름도
Figure 2. A flow-chart of a separation algorithm of the traffic sign

교통 표지판의 테두리 색상은 적색 또는 청색이므로 흑·백으로 변환시킨 입력 영상으로부터 테두리 색상에 해당하는 영역을 추출하여 레이블링한다. 레이블링 기법은 화상에서 인접하여 연결되어 있는 모든 화소에 대해 동일한 번호를 붙이고 다른 연결 성분에는 또 다른 번호를 붙이는 방법으로 입력된 영상을 영역별로 구분할 수 있다. 상기의 알고리즘에 의해 입력된 영상으로부터 목표 영상을 레이블링하여 분리시킨 교통표지판의 예가 그림 3에 보여진다.

동일한 조건에서 표지판을 인식하기 위하여 분할된 도형에 보간법[7]을 적용하여 60x60 pixel로 표준화한 예가 그림 4에 보여진다.

4. 교통 표지판 인식 알고리즘

교통 표지판 인식 알고리즘은 그림 5의 흐름도에 보여지듯이 표준화 된 영상에 테두리 색상을 이용하여 테두리를 추출한 후 Japanese puzzle 알고리즘을 적용하여 수치 정보를 획득한다. 교통 표지판 테두리의 모양에 따라 획득된 수치 정보가 다름을 이용하여 주의, 규제 및 지시 표지판으로 분류한다. 교통 표지판 내부의 배경 색상이 표지판마다 다르다는 사실을 이용하여 배경색에 의해 구성되는 영상에

Japanese puzzle을 적용시켜 공공 표지판임을 재확인하고, 실제 인식에 적용되는 내부 영상 또는 심볼에 Japanese puzzle을 적용시켜 표지판을 세부 분류하여 교통 표지판을 인식하게 하였다.

4.1 Japanese puzzle

1988년 일본의 니시오 테츠야가 고안한 Japanese puzzle은 정사각형 모양의 단위격자로 구성된 네모난 모눈종이에 숨겨져 있는 임의의 형상을 모눈종이 외부에 써진 열과 행의 순차적인 숫자를 보고 구성해 나가는 게임이다.

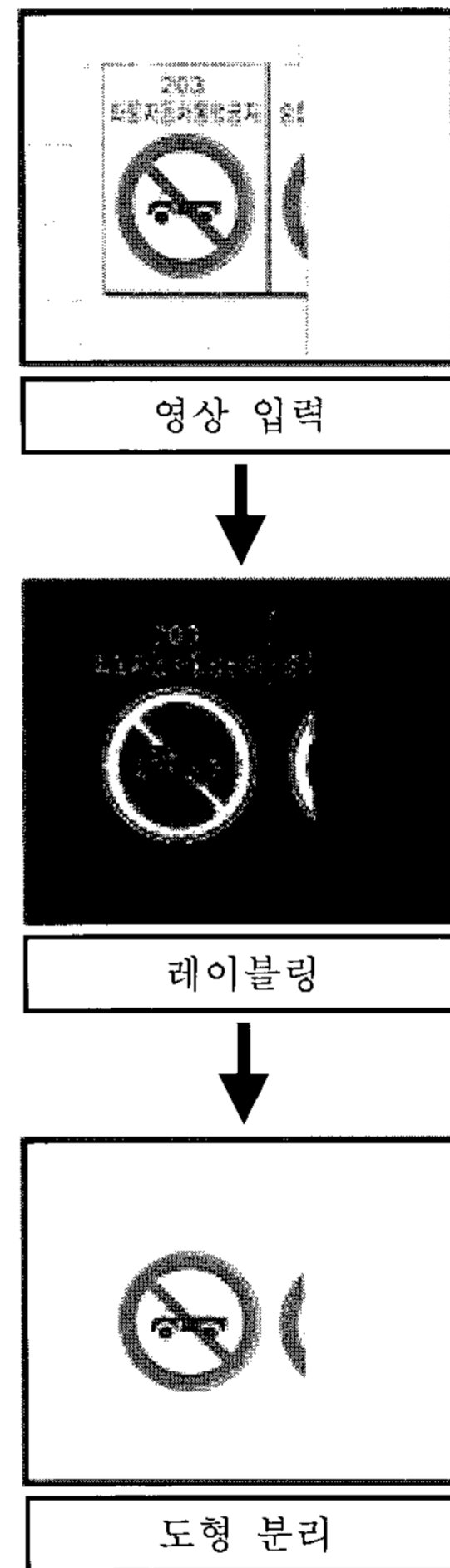


그림 3. 공공 표지판 분리 예
Figure 3. An example of a separation of the public sign

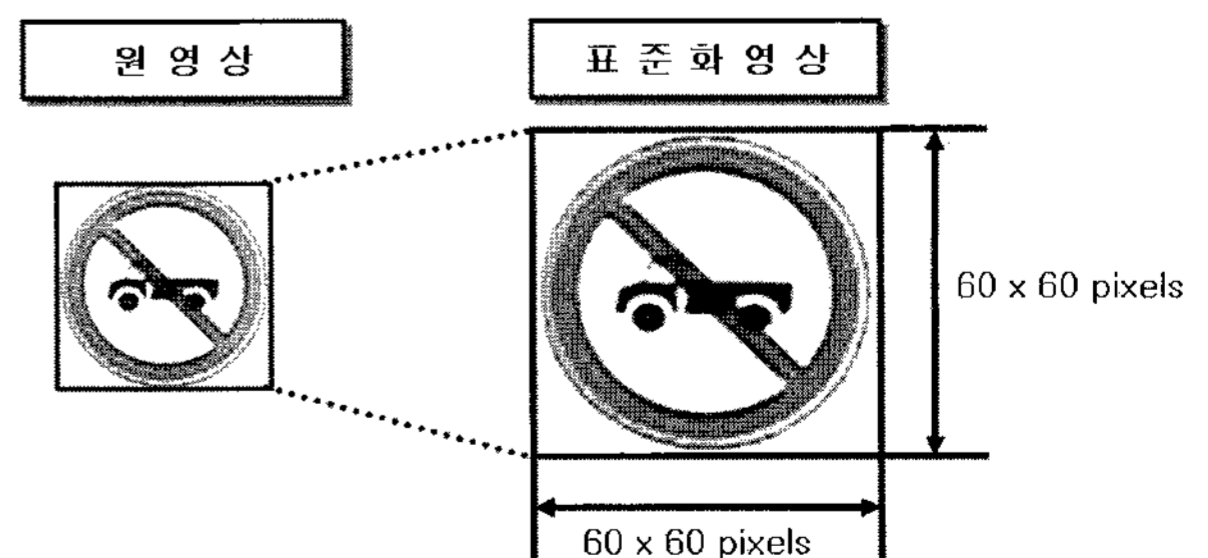


그림 4. 영상 표준화의 예
Figure 4. An example of the image standardization

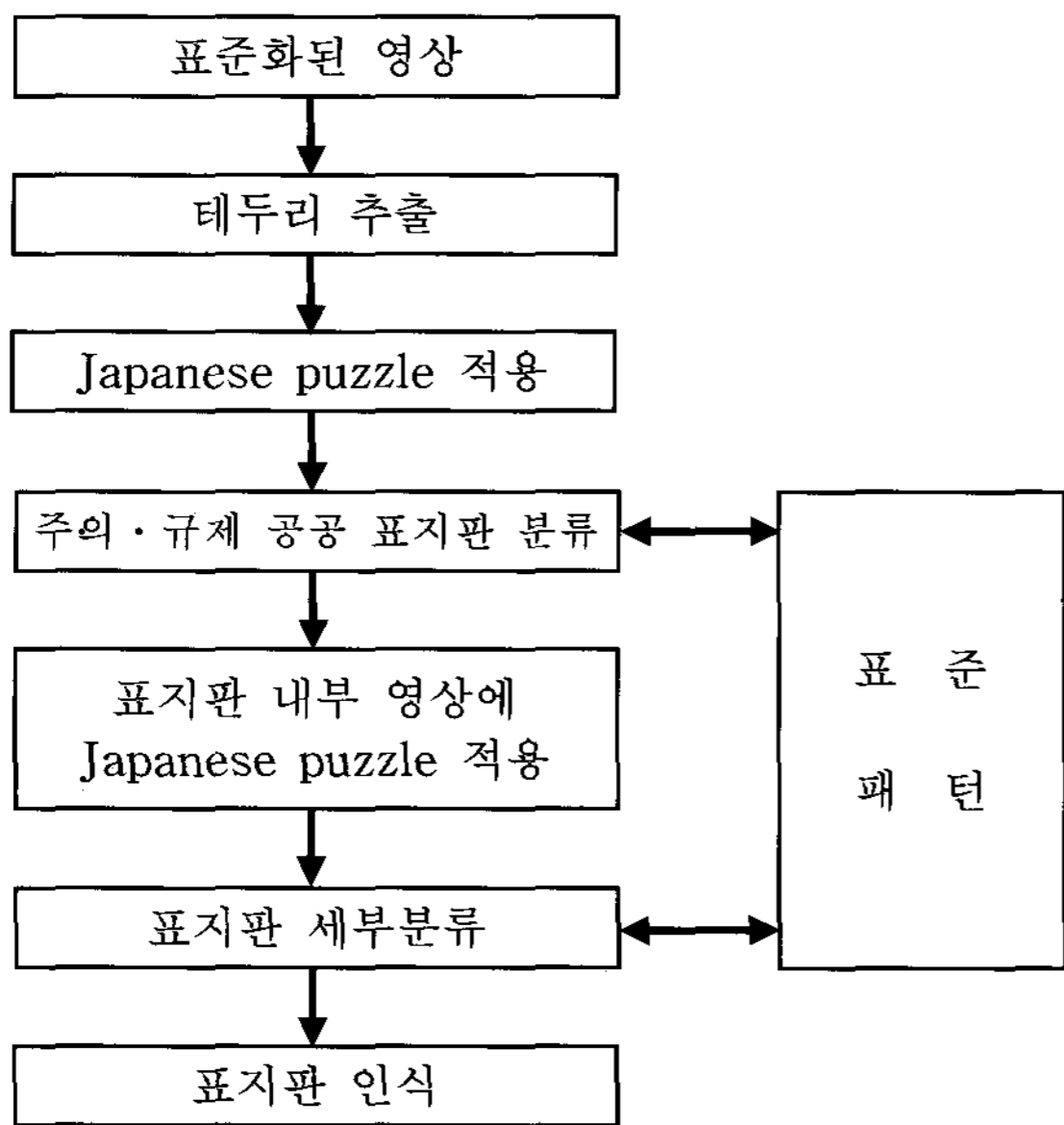
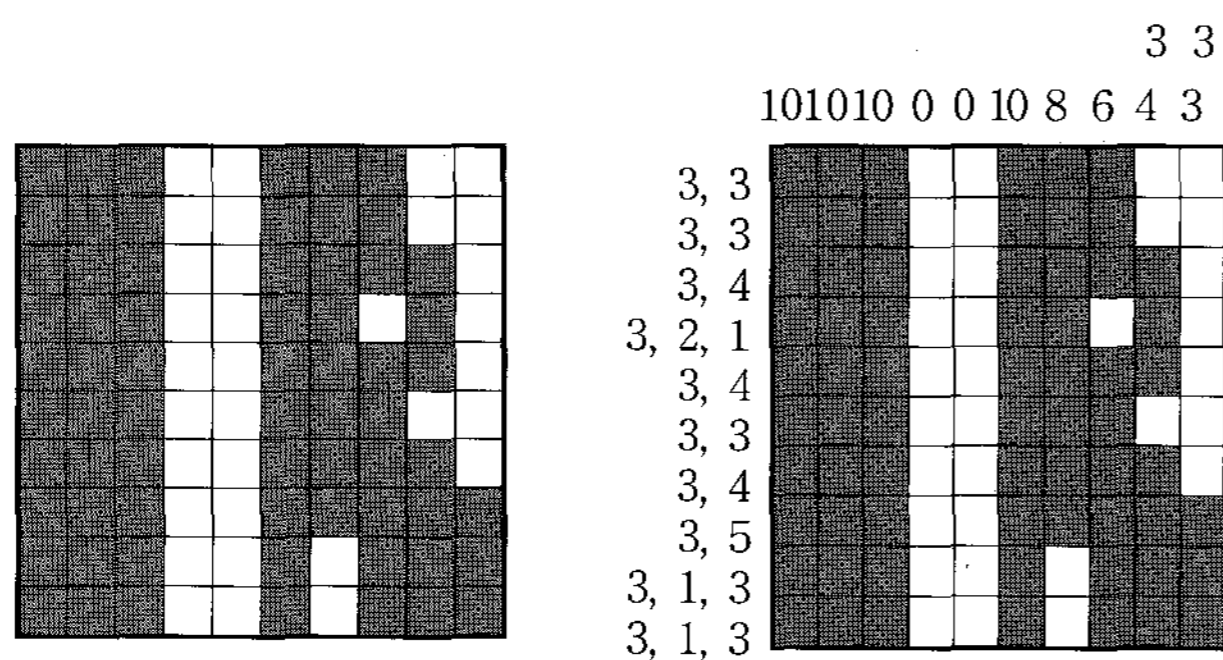


그림 5. 교통 표지판 인식 알고리즘의 흐름도
Figure 5. A flow chart of a recognition algorithm of the traffic sign flow-chart

그림 6에 보이는 임의의 모형을 예로 설명하면, 그림 6(a)에 보이는 임의의 형상에 그 형상을 포함하는 사각형 모양의 모눈종이를 위치시킨다. 그림 6(b)에 보이듯이 모눈종이 외부에 주어진 숫자들은 모눈종이 내부에 위치한 임의의 형상을 가로, 세로에서 보아 연속되는 숫자들을 나타낸 것이다. 이 때 불연속점이 나타나면 연속 점의 개수는 종료되고 그때까지의 합을 적고, 영상을 표현하는 모눈이 또 보이면 그 부분의 점의 개수를 가산하여 숫자로 표현한다. 그림 6(b)에서 1열의 경우는 전부 연속 점으로 구성되므로 가산된 수치 '10'을, 1행의 경우는 3개의 점이 연속된 후 두 칸 후에 다시 3개의 연속 점들이 보이므로 '3, 3'을 표기하였다.

본 논문에서는 이 게임을 역으로 이용하여 입력된 영상으로부터 획득된 교통 표지판을 구성하는 영역의 행과 열의 숫자로부터 형상의 특성을 추출하여 입력된 교통 표지판을 인식하고자 한다.



(a) 임의의 형상 (b) Japanese puzzle을 적용시킨 표현
그림 6. Japanese puzzle 알고리즘 예

Figure 6. An example of the Japanese puzzle algorithm

4.2 교통 표지판의 분류

교통 표지판은 내용에 따라 주의, 규제, 지시, 보조표지로 분류되며, 형태로는 삼각형, 원형, 오각형, 팔각형, 역 삼각형 형상으로 분류될 수 있다. '화물차 통행금지' 표지판을

예로서 분리된 표지판에서 표지판 내부 도형·기호를 분리하여 테두리를 추출하는 과정을 그림 7에 나타내었다. 이 예의 경우에는 적색 테두리, 백색 배경, 흑색 화물차 모형 및 원형 표지판으로 구성되어진다. 입력 영상에서 적색이 검출되면 주의, 규제 표지판이라 판단하고 적색 테두리에 Japanese puzzle을 적용시켜 표지판의 형태 및 내용의 일부를 분류한다. 이 경우, 표준화된 영상의 (x, y)좌표에서 각각 5, 20, 55번째 pixel 수치 정보가 분류기준이 되었으며 분류된 결과가 표1에 보여진다.

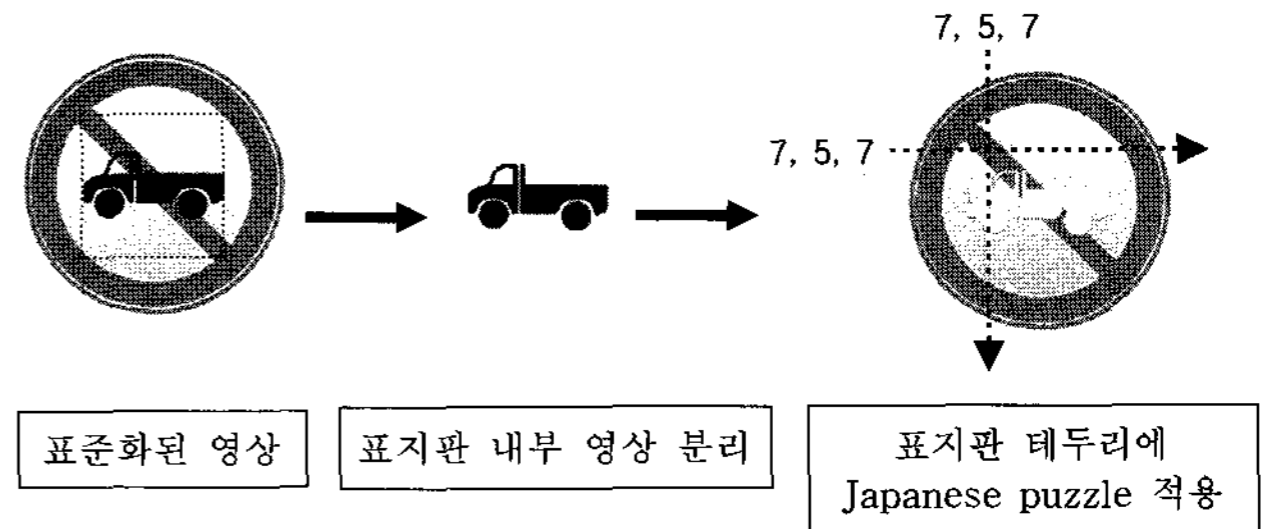


그림 7. 교통 표지판 분류 과정 예
Figure 7. An example of the categorization process of the traffic sign

표 1. 적색 정보를 이용한 교통표지판 분류

Table 1. A categorization of the traffic sign using red information

| X | | | Y | | | 표지판 분류 |
|-----|------------------------|----|-----|-----------------------|----|-------------|
| 5 | 20 | 55 | 5 | 20 | 55 | |
| 8. | (5, 5). | 60 | 16. | (10, 6). | 16 | 삼각형 표지판 |
| 34. | (7, 5, 5, 7). | 34 | 34. | (7, 5, 5, 7). | 34 | 원형이며 X인 표지판 |
| 34. | (7, 5, 7). | 34 | 34. | (7, 5, 7). | 34 | 원형이며 \인 표지판 |
| 34. | 55. | 34 | 34. | (22, 22). | 34 | 원형인 표지판 |
| 34. | (7, 7). | 34 | 34. | (7, 7). | 34 | 원형이며 ●인 표지판 |
| 34. | (7, 5, 13, 7). | 34 | 34. | (7, 9, 7). | 34 | 원형이며 ☞인 표지판 |
| 6. | (5, 5). | 60 | 20. | (10, 6). | 20 | 오각형 표지판 |
| 34. | (11, 3, 1, 10, 4, 12). | 34 | 34. | (12, 1, 1, 2, 6, 24). | 34 | 팔각형 표지판 |
| 60. | 8 | | 16. | (6, 10). | 16 | 역 삼각형 표지판 |

적색 정보에 의한 분류 후, 표지판 배경색 영역에는 표2에 보여지는 행·열 좌표 값에 Japanese puzzle을 적용시켜 공공 교통 표지판임을 재확인 및 분류한다.

적색 테두리가 없는 지시, 보조 표지의 경우에는 배경색 및 표지판의 내용을 나타내는 모형도에 Japanese puzzle을 적용시켜 분류 및 인식한다.

4.3 교통 표지판 인식

교통 표지판의 내용 및 형태에 따라 분류된 표지판 내부 영상의 도형 또는 기호에 Japanese puzzle을 적용하여 표지판 내용을 인식한다. 이때, 주의 표지인 삼각형 표지판과 지시 및 보조 표지의 경우는 (x, y)좌표의 각 30번째에서, 규제 표지의 경우는 표2에서 사용한 좌표에서 수치 정보를 획득한다. '화물차 통행금지' 표지판의 예가 그림 8에 보여진다.

표 2. 배경색 영역의 정보를 얻기 위한 행·열의 좌표
Table 2. The matrix coordinations to achieve information of the background-color area

| 표지판의 배경에 의한 분류 | X, Y pixel 좌표 | | | | |
|----------------|---------------|-------|---|----|----|
| | X | Y | | | |
| 삼각형 표지판 | 45 | 25 | | | |
| 원형이며 X 인 표지판 | 20 | 30 | | | |
| 원형이며 \ 인 표지판 | 24 | 38 | | | |
| 원형 표지판 | 30 | 12 | | | |
| 원형이며 ● 인 표지판 | 23 | 30 | | | |
| 원형이며 ☞ 인 표지판 | 25 | 12 | | | |
| 오각형 표지판 | 42 | 42 | | | |
| 팔각형 표지판 | 30 | 28 | | | |
| 역 삼각형 표지판 | 34 | 25 | | | |
| 지시 표지판 | 5 | 20 55 | 5 | 18 | 20 |
| 보조 표지판 | 5 | 20 55 | 5 | 18 | 55 |

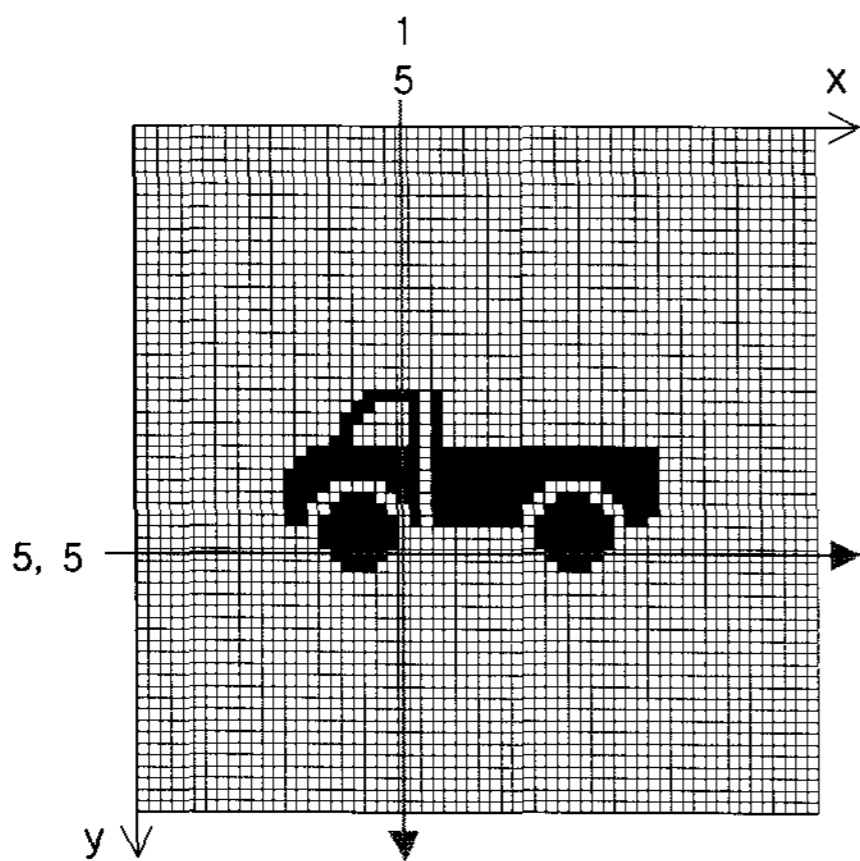


그림 8. 도형·기호에 Japanese puzzle 알고리즘 적용 예
Figure 8. An applying example of the Japanese puzzle algorithm to figure or symbol

5. 실험 및 결과

5.1 실험

본 논문에서는 실험실에서 교통 표지판 중 주의, 규제, 지시표지를 대상으로 각각 2670개의 입력 영상을 사용하여 인식 실험을 하였다.

Interface 화면은 그림 9에서 보이듯이 입력 영상은 디스플레이 화면의 좌측 상단에 나타내고, 인식된 영상은 우측 상단에 나타내었다. 인식된 영상이 의미하는 내용은 하측에 한글로 출력하도록 구성하였다.

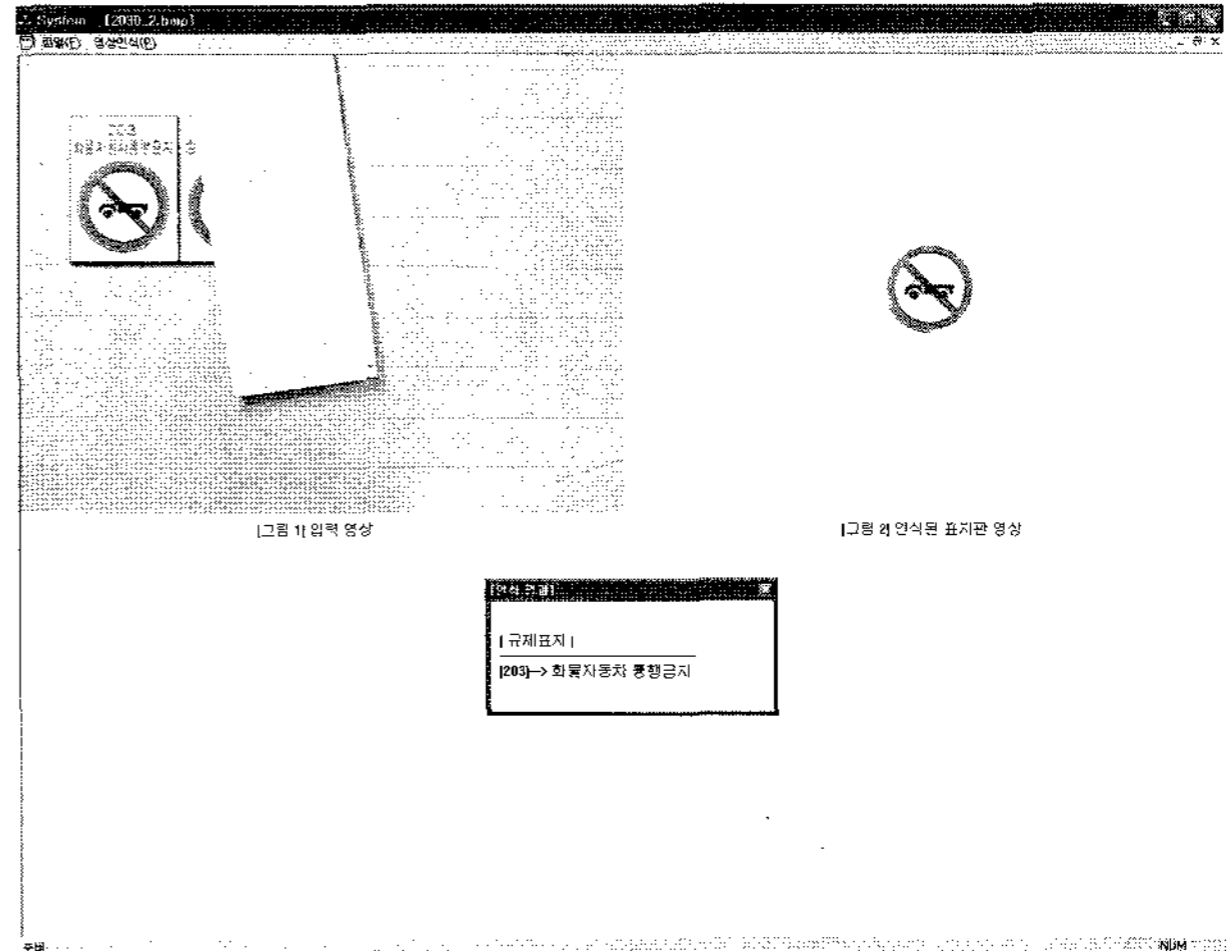


그림 9. Interface 화면 예

Figure 9. An example of the Interface screen

5.2 결과

표 3-5의 실험 결과로부터 알 수 있듯이 주의 표지는 1140개 중에 1078개를 인식하여 94.56%, 규제 표지는 630개 중에 531개를 인식하여 84.29%, 지시 표지는 900개 중에 857개를 인식하여 95.22%의 인식률을 획득하였다. 여기서, 규제표지가 주의표지나 지시표지 보다 인식 성공률이 낮은 이유는 도형 또는 기호 부분에서 가는 선으로 표시되는 '자전거 통행금지', '손수레 통행금지' 등의 표지판에서 흰색과 검은색의 근접으로 인하여 회색이 나타나 gray level의 적색과 같이 인식되어 적색 부분의 분류에서 교통 표지판이 아닌 것으로 인식하기 때문이다.

표 3. 규제 표지

Table 3. Regulating sign

| 종류 | 인식 / 실험 | 인식율(%) |
|-----------------------------|---------|--------|
| 통행금지 | 30 / 30 | 100 |
| 승용자동차 통행금지 | 24 / 30 | 80 |
| 화물자동차 통행금지 | 26 / 30 | 86.67 |
| 승합자동차 통행금지 | 23 / 30 | 76.67 |
| 2륜자동차 및 원동기 장치자전거 통행금지 | 24 / 30 | 80 |
| 승용자동차 · 2륜자동차 원동기장치자전거 통행금지 | 25 / 30 | 83.33 |
| 트랙터 및 경운기 통행금지 | 21 / 30 | 70 |
| 손수레 통행금지 | 23 / 30 | 76.67 |
| 자전거 통행금지 | 20 / 30 | 66.67 |
| 진입금지 | 30 / 30 | 100 |
| 직진금지 | 27 / 30 | 90 |
| 우회전금지 | 23 / 30 | 76.67 |
| 좌회전금지 | 24 / 30 | 80 |
| 횡 단 금 지 | 23 / 30 | 76.67 |
| 유 턴 금 지 | 27 / 30 | 90 |
| 앞지르기 금지 | 24 / 30 | 80 |
| 정차주차 금지 | 30 / 30 | 100 |
| 주 차 금 지 | 30 / 30 | 100 |
| 보행자횡단금지 | 27 / 30 | 90 |

| | | |
|-----------------|-----------|-------|
| 보행자보행금지 | 25 / 30 | 83.33 |
| 위험물적재차량 통행금지 | 25 / 30 | 83.33 |
| 전 체 | 531 / 630 | 84.29 |

표4. 주의 표지
Table 4. Warning sign

| 종류 | 인식 / 실험 | 인식율(%) |
|-----------|-------------|--------|
| +자형 교차로 | 30 / 30 | 100 |
| T자형 교차로 | 30 / 30 | 100 |
| Y자형 교차로 | 30 / 30 | 100 |
| └자형 교차로 | 30 / 30 | 100 |
| ┘자형 교차로 | 30 / 30 | 100 |
| 우 선 도 로 | 27 / 30 | 90 |
| 우합류도로 | 30 / 30 | 100 |
| 좌합류도로 | 29 / 30 | 96.67 |
| 회전형 교차로 | 30 / 30 | 100 |
| 철길건널목 | 30 / 30 | 100 |
| 우로굽은도로 | 29 / 30 | 96.67 |
| 좌로굽은도로 | 30 / 30 | 100 |
| 우좌로이중굽은도로 | 30 / 30 | 100 |
| 좌우로이중굽은도로 | 24 / 30 | 80 |
| 2방향도로 | 30 / 30 | 100 |
| 오르막 경사 | 30 / 30 | 100 |
| 내리막 경사 | 29 / 30 | 96.67 |
| 도로폭이 좁아짐 | 30 / 30 | 100 |
| 우측차로 없어짐 | 30 / 30 | 100 |
| 좌측차로 없어짐 | 30 / 30 | 100 |
| 우측방통행 | 28 / 30 | 93.33 |
| 양측방통행 | 28 / 30 | 93.33 |
| 중앙분리대 시작 | 25 / 30 | 83.33 |
| 중앙분리대 끝남 | 29 / 30 | 96.67 |
| 미끄러운 도로 | 25 / 30 | 83.33 |
| 강 변 도 로 | 30 / 30 | 100 |
| 노면 고르지 못함 | 30 / 30 | 100 |
| 과속방지턱 | 24 / 30 | 80 |
| 낙 석 도 로 | 30 / 30 | 100 |
| 고인물 튀 | 23 / 30 | 76.67 |
| 횡 단 보 도 | 29 / 30 | 96.67 |
| 어린이 보호 | 28 / 30 | 93.33 |
| 자 전 거 | 21 / 30 | 70 |
| 도로공사중 | 23 / 30 | 76.67 |
| 비 행 기 | 30 / 30 | 100 |
| 횡 풍 | 27 / 30 | 90 |
| 터 널 | 30 / 30 | 100 |
| 야생동물보호 | 30 / 30 | 100 |
| 전 체 | 1078 / 1140 | 94.56 |

표 5. 지시 표지
Table 5. Indicating sign

| 종류 | 인식 / 실험 | 인식율(%) |
|---------------------|-----------|--------|
| 자동차전용도로 | 30 / 30 | 100 |
| 자전거전용도로 | 25 / 30 | 83.33 |
| 자전거 및 보행자 겸용도로 | 26 / 30 | 86.67 |
| 회전교차로 | 30 / 30 | 100 |
| 직 진 | 30 / 30 | 100 |
| 우 회 전 | 30 / 30 | 100 |
| 좌 회 전 | 30 / 30 | 100 |
| 직진 및 우회전 | 28 / 30 | 93.33 |
| 직진 및 좌회전 | 28 / 30 | 93.33 |
| 좌 우 회 전 | 30 / 30 | 100 |
| 유 턴 | 30 / 30 | 100 |
| 양측방통행 | 30 / 30 | 100 |
| 우측방통행 | 24 / 30 | 80 |
| 좌측방통행 | 27 / 30 | 90 |
| 진행방향별통행구분 | 30 / 30 | 100 |
| 우 회 로 | 30 / 30 | 100 |
| 스노우타이어 또는 체인사용 | 26 / 30 | 86.67 |
| 안 전 지 대 | 30 / 30 | 100 |
| 자전거주차장 | 26 / 30 | 86.67 |
| 보행자전용도로 | 27 / 30 | 90 |
| 횡 단 보 도 | 30 / 30 | 100 |
| 어린이보호 | 25 / 30 | 83.33 |
| 어린이보호 (어린이보호구역안) | 30 / 30 | 100 |
| 자전거횡단도 | 28 / 30 | 93.33 |
| 일방통행 | 30 / 30 | 100 |
| 일방통행-1 | 30 / 30 | 100 |
| 일방통행-2 | 30 / 30 | 100 |
| 비보호좌회전 | 29 / 30 | 96.67 |
| 버스전용차로 | 29 / 30 | 96.67 |
| 다인승차량전용차로 | 29 / 30 | 96.67 |
| 전 체 | 857 / 900 | 95.22 |

6. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 입력되는 영상에서 교통 표지판 색상과 형태로부터 공공 교통 표지판을 추출하여 인식하는 시스템을 구현하였다.

교통 표지판 색상과 형태를 이용하여 교통 표지판 영역을 추출한 뒤, Japanese puzzle을 테두리 및 배경 색상에 적용하여 교통 표지판 형태를 확인하여 분류 하고, 기호 및 그림 영역에 적용하여 세부분류 하고 인식하였다. 교통 표지판 중 주의표시는 94.56%, 규제표시는 84.29%, 지시표시는 95.22%의 인식률을 얻을 수 있었다. 종래의 연구들 중에

서, 칼라 영상에 동심 원형 패턴 방법을 이용한 표지판 인식 시스템은 93.1%의 인식률[4], 템플릿 매칭 방법을 이용한 표지판 인식 시스템은 40%의 인식률[5]을 얻었다. 본 논문에서는 흑백 영상의 사용과 세션화 과정 없는 처리로 인식시간의 단축이 가능하였으며, 인식률도 매우 향상됨을 알 수 있었다.

향후 과제로는 실제 현장의 도로상에서 촬영한 영상에서 공공 표지판을 인식하는 시스템 구현 및 이동 중인 차량에서 촬영한 영상에서 표지판을 인식하는 시스템의 구현도 고려되어 진다.

참 고 문 헌

- [1] 정진용, 정채영, “하프변환과 유전자 알고리즘을 이용한 도로정보 표지판 인식에 관한 연구”, 한국 OA 학회 논문지, 제4권, 제2호, pp95-104, 1999
- [2] 최규담, 김성동, 최기호, “자연영상에서 교통 표지판의 기울기 보정 및 텍스트 추출”, 한국 ITS 학회 논문지, 제3권, 제2호, pp.19-28, 2004
- [3] 이승우, 김옥현, “색과 형태 정보를 이용한 교통 표지판 인식”, 한국 신호처리·시스템학회 학술대회 논문지 1권2호, pp.141-144, 2000
- [4] 오준택, 곽현욱, 김옥현, “웨이블릿 변환과 형태 정보를 이용한 교통 표지판 인식”, 대한전자공학회 전자공학학회 논문지 SP 제41권 5호, pp.125-134, 2004
- [5] 남기환, 배철수, 박호식, 박동희, 한준희, 나상동, “교통표지판 인식을 위한 비전 시스템”, 한국해양정보통신학회 논문지, 1226-6981, 제8권 2호, pp.471-476, 2004

- [6] Salcedo-Sanz. S, Ortiz-Garcia. E. G, Perez-Bellido. A. M, Portilla-Figueras. A and Xin Yao, Solving Japanese Puzzles with Heuristics, *Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games (CIG 2007)*, pp. 224-231, 2007
- [7] 장동혁, “디지털 영상 처리 구현”, PC 어드밴스, 2001

저 자 소 개



손영선 (Young-Sun Sohn)
 1981년 동아대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
 1983년 동 대학원 졸업(공학 석사)
 1990-1998년 한국전자통신연구소 선임연구원
 1998년 쓰쿠바대학 졸업(공학박사)
 1998년~현재 동명정보대학교 정보통신대학 교수

관심분야 : 휴먼 인터페이스, 퍼지 측도·적분, 평가

Phone : 051-629-1144
 Fax : 051-629-1129
 E-mail : yssohn@tu.ac.kr