

$$\begin{cases} H = \theta \text{ if } B \leq G \\ H = 360 - \theta \text{ if } B > G \\ \theta = \cos^{-1} \left(\frac{\left[R - \frac{G+B}{2} \right]}{\sqrt{R^2 + G^2 + B^2 - RG - RB - GB}} \right) \end{cases} \quad (1)$$

$$L = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B \quad (2)$$

$$S = \max(R, G, B) - \min(R, G, B) \quad (3)$$

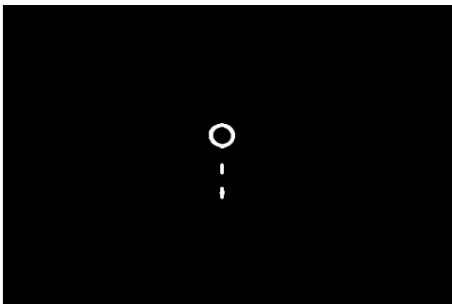
Sau khi chuyển ảnh sang không gian màu IHLS, giá trị H và S được chọn tương ứng với màu đỏ hoặc màu xanh lam trên biển báo giao thông. Đối với màu đỏ, những điểm ảnh (pixels) có giá trị $H < 15$ hoặc $H > 183$ và $S > 16$ được thể hiện trong ảnh trắng đen với màu trắng (giá trị 1), những điểm ảnh còn lại được thể hiện với màu đen (giá trị 0). Đối với màu xanh lam, tương tự như trên, những pixels có giá trị $143 < H < 170$ và $S > 36$ được thể hiện bằng màu trắng, những pixels còn lại được thể hiện bằng màu đen. Hình 2, Hình 3 và Hình 4 lần lượt là các ảnh RGB, IHLS và ảnh trắng đen khi phân đoạn dựa màu đỏ trên biển báo.



Hình 2: Ảnh trong không gian màu RGB



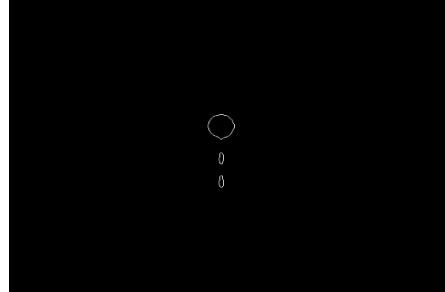
Hình 3: Ảnh chuyển từ RGB sang IHLS



Hình 4: Ảnh trắng đen

2.3 Phát hiện vùng ứng viên

Ảnh trắng đen thu được ở giai đoạn trước được lọc bằng bộ lọc Median kích thước 5×5 để loại bớt các vùng nhiễu. Tiếp theo, chúng tôi sử dụng hàm *findContours()* trong thư viện OpenCV để dò biên của các đối tượng trong ảnh. Hình 5 trình bày kết quả tìm biên của các đối tượng trong ảnh trắng đen đã trình bày ở Hình 4.



Hình 5: Kết quả tìm biên của các đối tượng

Do hình dạng của các biển báo giao thông đều là các đa giác lồi, để tìm các đa giác lồi này, hàm *isContourConvex()* trong thư viện OpenCV được sử dụng. Mặc dù kích thước của vùng ứng viên biển báo giao thông thực sự có tỷ lệ w/h xấp xỉ 1 nhưng khi truy xuất các frame ảnh từ tập tin video, tỉ lệ này sẽ thay đổi tùy theo khoảng cách, thời gian và góc nhìn. Tùy theo góc nhìn mà có thể chiều cao sẽ lớn hơn chiều rộng và ngược lại. Thực nghiệm cho thấy tỷ lệ phù hợp cho các vùng ứng viên với các góc nhìn khác nhau thỏa $w/h < 1/3$ và $h/w < 1/7$. Vì vậy, sau khi trích được các vùng ứng viên, chúng tôi sử dụng ràng buộc tỷ lệ chiều rộng w và chiều cao h thỏa $w/h < 1/3$ và $h/w < 1/7$ để chọn các vùng ứng viên thực sự.

2.4 Đặc trưng HOG

Đặc trưng HOG được đề xuất bởi N. Dalal, et al., 2005. Ý tưởng đặc trưng HOG xuất phát từ hình dạng và trạng thái của vật có thể được đặc trưng bằng sự phân bố về cường độ và hướng của cạnh. Đặc trưng HOG gồm một số loại như: R-HOG, R2-HOG và C-HOG. Theo J. Stallkamp, et al., 2012 đặc trưng HOG cho phép mô tả tốt cho các dạng biển báo giao thông có hình dạng khác nhau. Vì vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng đặc trưng HOG cho mục đích trích đặc trưng biển báo phục vụ cho thao tác nhận dạng. Nội dung kế tiếp, chúng tôi trình bày các bước thực hiện để trích đặc trưng R-HOG cho các vùng ảnh ứng viên được sử dụng trong nghiên cứu này.

2.4.1 Các bước trích đặc trưng HOG trên ảnh

Bước 1: Tính cường độ và hướng biến thiên tại mỗi pixel bằng công thức (4), (5).