

# Retinex 알고리즘을 사용한 안개 구간에서의 차선 검출 방법

강지훈, 최서혁, 김창대, 류성필, 김동우, 안재형

충북대학교 정보통신공학과

Lane detection method using the Retinex algorithm in foggy roads

ji-hun Kang, seo-hyuk Choi, chang-dae Kim, sung-pil Ryu, dong-woo Kim, jae-hyeong Ahn

Chungbuk national University

gjh1215@naver.com, ladiell@naver.com, qkqh4540@naver.com, cucus@chol.com, dubssi@paran.com,

jhahn@chungbuk.ac.kr

## 요 약

본 논문은 안개 낀 날 차선을 인식하는 방법을 제안한다. 이것은 주행 중 안개구간이 나타나면 시야확보가 어려운 운전자의 안전을 도모하고 또한 자동차 자율 주행을 가능하게 하기 위한 것이다. 제안한 방법은 먼저 입력 영상에서 화소 수 분포와 시작점으로 안개 구간인지를 판단한다. 만약 안개구간이면 Retinex 알고리즘에서 미디언 필터를 입력영상의 범위만큼 한 후 히스토그램 평활화와 정규화를 수행한다. 실험 결과 기존 연구보다 차선 검출이 정확하고 먼 거리까지 인식할 수 있었다.

## ABSTRACT

This paper proposes new recognition method of road lanes misty day. The method enables autonomous-driving of cars and the safety of the drivers while driving with bad visibility in foggy roads. The proposed method, firstly, determines whether the foggy or not according to pixel number distributions and starting point of the fog period from input images. If it is foggy then the median filter's size of the Retinex algorithm is set to 1000 or more and it performs histogram equalization and normalization. The computer simulation results show that the proposed method can recognize better long distances and fine detection than earlier methods.

## 키워드

안개 제거, Retinex, 미디언 필터, 차선 검출

## 1. 서 론

최근 현대인의 생활필수품으로 자리 잡은 자동차를 더욱 안전하고 편리하게 하기 위해 정보통신기술(ICT)과 접목한 사물인터넷(IoT)이 활발히 연구되고 있다. 즉, 차량에 장착되는 다양한 센서를 이용해 주행상황을 인식해 차선이탈방지, 차간거리유지, 능동 자세제어 등 운전자의 안전운전을 보조하고 사고를 예방할 수 있는 시스템뿐만 아니라 운전자의 개입 없이 자동운전을 하는 자율주행자동차를 개발하려고 한다[1].

2015년 2월에 발생한 영종대교 대형추돌사고의 1차적인 원인은 짙은 안개 때문이었다. 최근 통계를 분석해 보면 안개 낀 날 발생한 교통사고 사망자 수는 비나 눈이 내린 날보다 훨씬 많았다[2]. 이토록 운전자의 운행을 방해하는 안개 환경에서도 자율주행이 가능하게 하는 연구가 계속되고 있다.

한의학 등[3]은 카메라 영상의 RGB성분별 히스토그램을 추출한 후 문턱값(threshold)을 적용하여

안개 효과를 줄이려고 시도하였으며, 안진우 등[4]은 DCP(Dark Channel Prior) 알고리즘으로 안개 제거 성능을 높이려고 하였다. 엄태하와 김원하[5]는 RGB에서 HSI 색공간으로 색상 보정을 하면 보다 효과적인 안개 제거 가능함을 보여주었다. 한의환 등[6]은 조명에 의한 배경영상을 제거하는 기술인 retinex 알고리즘을 적용한 후 각 채널의 히스토그램을 조정하는 방법을 제안하였다. 이재원과 정지훈 등[7]은 YCbCr 색 공간에서 Y성분에 대해서만 MSR(multi scale retinex)을 적용하여 안개 제거 성능을 증진하였다.

도로 바닥의 차선을 검출하기 위한 연구로 조재현 등[8]은 보간법과 다중 ROI(Region of Interest)가 적용된 허프변환(Hough Transform)을 사용하였고, 김영탁과 한현수[9]는 미디언 필터(median filter) 기반의 retinex 알고리즘을 사용하고 크기, 장축, 단축, 기울기 추출을 통해 차선을 검출할 수 있었다. 본 연구는 안개 낀 도로에서 차선을 검출하는 성능을 개선시키기 위해 기존 연구 방법들의 장점을 적절히 결합하여 적용하는

방법을 제안하고자 한다.

본 논문은 2장에서 안개의 유무 판단과 retinex 알고리즘에 대해 설명하고 3장에서는 제안하는 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 개선된 알고리즘을 통한 차선검출 결과에 대해 설명하고 5장에서는 결론을 도출한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 안개 영상 판단

입력영상에서 안개가 존재하는지를 판단하기 위해 우선 안개의 특징을 정의하고 맑은 날씨와 다르게 나타나는 특징을 추출해야한다.

안개가 존재하는 영상의 특징은 첫 번째로 전체적인 영역들이 맑은 날에 비해 255에 가까운 값을 가지는 화소들이 많이 존재한다는 것이고, 두 번째로 영상에서 윤곽선이 선명하게 보이지 않고 흐릿한(smoothing) 효과를 가진 것처럼 보인다는 것이다. 세 번째 특징은 색상에서의 채도 성분이 많이 떨어져 원래 이미지의 색과 차이를 보이고 안개로 인해 흰색 성분이 노이즈와 같은 형태로 추가된다는 것이다[9]. 그림 1은 안개 낀 영상과 히스토그램이다.



그림 1. 안개 낀 도로영상과 히스토그램[13]

### 2.2 Retinex 알고리즘

Retinex의 사전적 의미는 retina(망막)와 cortex(피질)라는 단어가 합성된 것으로 인간의 시각적인 모델을 바탕으로 조명 성분의 영향을 줄이기 위한 방법이다. 영상의 밝기와 시각적으로 인지된 감각 사이에는 로그의 관계를 가진다는 사실과, 영상의 밝기는 실제 밝기인 반사성분과 조명에 의한 성분의 곱으로 주어진다는 실험적인 사실에 근거하여 영상에서 조명의 성분을 줄이고, 반사의 성분만을 나타냄으로써 영상의 콘트라스트를 증대시키고자 하는 시도이다[10].

기본원리는 입력영상에 들어있는 배경성분을 제거하는 것이다. 배경영상은 가우시안 필터를 적용하여 얻을 수 있고 입력영상에서 필터사이즈보다 작은 스케일은 무시하게 된다. 또한 입력영상에서 반사성분은 배경영상으로 나누면 되고, retinex 출력은 반사성분에 로그 값을 취한 것이다. 로그 값을 취함으로써 반사성분이 분포하는 범위를 압축하는 효과를 가진다.

Retinex는 입력영상의 채널에 따라서 두 가지

로 나뉘며, 하나의 스케일에 대해서 적용하며 컬러 영상의 경우에는 각각의 RGB채널에 대해서 각각 다르게 적용하는 SSR(single scale retinex)[11]과 여러 가지 스케일에 대해서 적용한 Retinex 영상을 적절한 가중치를 주어 합하는 MSR(multi scale retinex)[12]이 그것이다. MSR의 색상 왜곡 보정을 위해 RGB 채널별 색상의 비율을 유지하기 위한 변수를 사용하는 MSRCR (multi-scale retinex with color restoration)도 사용된다[12].

## III. 제안하는 방법

본 연구에서는 안개영상으로 판단되었을 때 Retinex 알고리즘과 히스토그램 평활화를 통해 안개를 제거하고 영상을 뚜렷하게 한다. 입력영상의 전체크기를 Retinex 알고리즘에 들어가는 미디언 필터의 적용 범위로 하고 캐니 엣지와 허프 직선 검출로 차선을 인식한다. 그림 2는 제안하는 방법에 대한 영상처리 순서이다.

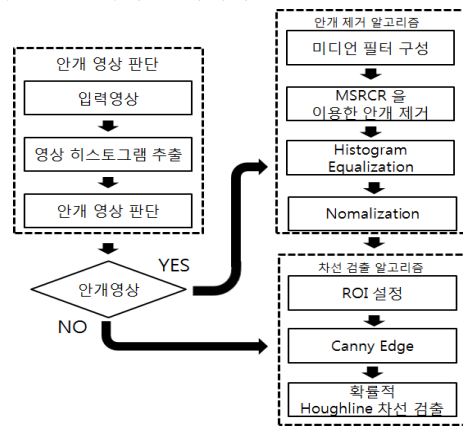


그림 2. 제안한 알고리즘 순서도

### 3.1 안개 영상 판단

안개가 낀 영상인지는 카메라 영상의 히스토그램을 확인하면 알 수 있다. 즉, 안개가 있는 영상의 히스토그램은 그림 1과 같이 중앙에 몰려있는 반면에 안개가 없는 영상은 그림 3과 같이 히스토그램이 0에 가까운 쪽으로 몰려 있다.



그림 3. 맑은 영상과 히스토그램[14]

따라서 영상의 히스토그램 시작점과 안개화소 분포율을 측정하면 안개 유무를 판단할 수 있다.

### 3.2 안개 제거 알고리즘

#### 3.2.1 MSRCR 알고리즘

보통 Retinex 알고리즘에서는 배경영상을 얻을 때 가우시안 필터를 쓴다. 하지만 안개 낀 도로에서는 임펄스 잡음을 효과적으로 제거하고 도로의 경계선을 보존하는 필터로 가우시안보다 미디언 필터가 적합하다[9]. 여기서 입력영상의 전체크기로 미디언필터의 범위를 적용하면 영상에 나타나는 계단 현상이 최소화되어 안개가 없는 차선 영상과 유사하게 만들 수 있을 것이다. 또한 SSR 보다는 컬러성분별 조명효과를 반영하는 MSR이 효과적이나 각 컬러성분에 독립적으로 적용되기 때문에 컬러 성분들 간의 연관성이 고려되지 않아 컬러의 왜곡현상이 발생한다. MSR에 컬러 복원 기능을 추가한 MSRCR은 차선 영역의 색을 더욱 뚜렷하게 만들 수 있다. 그림 4는 그림 1 영상에 이러한 MSRCR 알고리즘을 적용한 영상을 나타낸 것이다.



그림 4. MSRCR 알고리즘을 적용한 영상

#### 3.2.2 히스토그램 평활화와 정규화

히스토그램 평활화는 명암 값의 분포가 한쪽으로 치우칠 경우에 전체 영역으로 확산하여 균일하게 만들어 주는 것이다. 히스토그램 정규화는 영상마다 다른 수치를 일정 범위 안으로 재 매핑시키는 것이다. 그림 5는 그림 4의 영상에 히스토그램 평활화와 정규화를 적용한 영상이다.



그림 5. 평활화와 정규화 적용 이미지

그림 5를 보면 히스토그램 평활화와 정규화로 인해 전체 영상에서 차선 성분이 더욱 뚜렷하게 보인다는 것을 알 수 있다.

#### 3.3 차선 검출 알고리즘

차선 인식 속도를 빠르게 하기 위하여 영상 전체에서 차선이 있는 바닥 부분만을 ROI(Region of Interest)로 설정한다. 그림 6은 ROI를 설정한 모습이다.



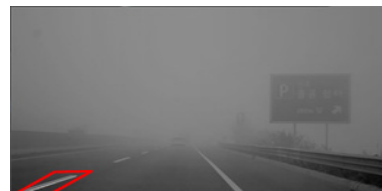
그림 6. 차선 검출 ROI설정

본 연구에서는 설정된 ROI에 진보된 확률적 허프 변환(PPHT; progressive probabilistic hough transform)[15]을 사용하였다. 이 변환은 직선의 방향성뿐만 아니라 각 선들의 시작과 끝도 계산할 수 있다. 따라서 일직선뿐만 아니라 점선처럼 끊어진 차선도 인식할 수 있어 실제 도로 차선 검출에 가장 적합하다.

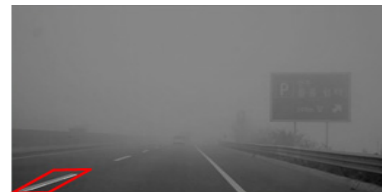
### IV. 실험 결과

제안한 방법의 성능을 평가하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 시행하였다. 실험에 사용된 영상은 안개가 많이 낀 인터넷 도로영상을 사용하였다 [13]. 실험 환경은 Intel(R) Core(TM) i7 CPU, 4GB 메모리, 128GB SSD에 Windows 7 Ultimate K 64 비트의 PC에서 Visual Studio 2013에서 OpenCV 2.4.9버전을 사용하였다.

기존의 가우시안 필터를 기반으로 하는 SSR 알고리즘과 미디언 필터를 사용한 MSR 알고리즘 및 제안한 알고리즘으로 안개 도로에서의 차선 인식 결과를 그림 7에 나타내었다.



(a) 가우시안 필터를 사용한 SSR 인식 결과



(b) 미디언 필터를 사용한 MSR 인식 결과



(c) 제안한 알고리즘을 사용한 인식 결과  
그림 7. 안개 도로에서의 차선 인식 결과

그림 7에 따르면 SSR 및 MSR 알고리즘은 짙은 안개 때문에 차선의 일부분만 인식할 수 있었지만 제안한 알고리즘을 사용하면 그림 7(c)에서 볼 수 있는 것과 같이 실선뿐만 아니라 작은 점선까지도 명확히 인식할 수 있었으며, 또한 인간의 육안으로 확인할 수 있는 거리까지 완벽하게 실제 차선을 인식할 수 있었다.

표 1은 20개의 안개 영상에 대한 차선수 인식 결과를 나타낸 것이다. 여기서 가시거리는 입력영상에서 육안으로 판단하여 추정하였으며, 인식률은 전체 차선 수에서 실제 인식한 차선 수의 비율을 계산한 것이다.

표 1. 입력영상 가시거리와 차선인식 개수

영상	가시거리 (m)	차선수	SSR 방법	MSR 방법	제안 방법
1	30	6	1	1	0
2	40	3	1	1	3
3	50	4	0	0	3
4	50	4	0	0	0
5	50	9	2	2	3
6	50	12	1	1	9
7	50	2	1	1	0
8	50	5	3	3	4
9	50	4	1	1	4
10	50	7	0	0	4
11	50	3	0	0	0
12	60	9	2	2	6
13	70	3	1	1	3
14	100	10	0	0	6
15	100	8	1	1	6
16	100	7	1	1	5
17	150	7	0	0	3
18	150	3	1	1	0
19	200	9	6	6	2
20	200	6	2	2	0
합계		121	24	24	61
인식률 (단위: %)			19.8	19.8	50.4

표 1에 따르면 제안 방법이 기존 방법보다 인식이 매우 높다는 것을 알 수 있다. 그러나 일부 명암대비가 좋지 않은 영상에서는 기존 방법들 보다 성능이 좋지 않았다. 그 이유는 MSRCR 방식에서 색상 복원을 거치면서 기존의 색상 값을 가지게 되어 SSR과 MSR보다 어두운 대비상태를 갖게 된다. 또한 히스토그램 평활화와 정규화를 거치면서 이진 영상에 가깝게 된다. 그로 인해 영상이 어두워지는 경향이 있어 차선 인식에 실패하였기 때문으로 판단된다.

제안한 방법의 처리속도를 평가하기 위하여 표 1의 10번째 영상에 대해 컴퓨터 시뮬레이션 실행속도를 측정하여 표 2에 나타내었다.

표 2. 제안 방법의 처리속도

알고리즘	SSR	MSR	제안 방법
처리속도 (단위 : ms)	278	287	405

표 2에 따르면 제안방법이 기존방법보다 다소 처리시간이 길지만 640\*480 크기의 영상을 1초에 2.5프레임 정도로 처리할 수 있어 실시간 적용이 가능할 것으로 보인다.

## V. 결론

본 연구는 안개 도로에서 차선을 인식하는 방법을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 입력영상에서 화소 수 분포와 시작점으로 안개 유무를 판단하여 만약 안개가 낀 상태이면 안개 영향을 최소화하는 파라미터를 가진 미디언 필터 기반의 MSRCR 알고리즘을 적용하였다. 이 알고리즘은 도로의 원래 색상 비율을 유지하면서도 대비도를 향상시켜 차선의 색 및 외곽선을 더 뚜렷하게 만들 수 있었다. 전처리가 된 영상에서 ROI를 설정하여 차선 영역에서만 차선을 검출해 연산량을 줄였으며 진보된 확률적 허프 변환을 사용하여 다양한 모양의 차선을 인식할 수 있었다. 그러나 안개가 아주 심하게 낀 날씨에는 완벽하게 차선을 인식하지 못했으며, 연산량도 많이 발생하여 처리속도가 감소하였다. 그리고 일부 명암대비가 좋지 않은 영상에서는 더욱 어두운 대비도를 가지게 되어 차선 인식하는데 어려움이 있었다. 이러한 경우에도 완벽한 차선 인식을 하기 위해서는 향후 지속적인 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] <http://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2015012110443217729>
- [2] 도로교통공단 교통사고 요인분석 2014년판
- [3] 한의환, 안진우, 한상일, 차형태, “안개 이미지 개선을 위한 연구,” 대한전자공학회, 647-650쪽, 2011년.
- [4] 안진우, 한의환, 구교식, 한상일, 차형태, “Dark Cannel Prior를 이용한 효과적인 안개 제거 알고리즘,” 대한전자공학회, 529~532쪽, 2011년.
- [5] 엄태하, 김원하, “HSI 색 공간 색상 보정을 이용한 안개 제거 알고리즘,” 방송공학회 논문지, 140-148쪽, 2013년.
- [6] 한의환, 안진우, 한상일, 구교식, 차형태, “Retinex알고리즘과 후처리 과정을 통한 안개 이미지 개선에 관한 연구,” 대한전자공학회, 513-516쪽, 2011년.
- [7] 이재원, 정지훈, 홍성훈, “최대 색차신호표를 이용한 Retienx영상의 컬러향상,” 한

- 국방송공학회, 851~863쪽, 2012년.
- [8] 조재현, 엘텡토야, 장영민, 조상복, “보간법과 다중 ROI가 적용된 Hough Transform을 통한 향상된 차선 인식 알고리즘,” 한국방송공학회, 253~264쪽, 2009년.
- [9] 김영탁, 한현수, “미디언 필터 기반의 Retinex 알고리즘을 통한 안개 영상에서의 차선 검출 기법,” 한국컴퓨터정보학회, 31~39쪽, 2010년.
- [10] <http://kipl.tistory.com/33>
- [11] Edwin H.Land, John J.McCann, “Lightness and Retinex Theory,” Journal of the Optical Society of America, 1971.
- [12] Daniel J.Jobson, Zia-ur Rahman, Glenn A.Woodell, “A Multiscale Retinex for Bridging the Gap Between Color Images and the Human Observation of Scenes,” IEEE, 965~976쪽, 1997.
- [13] <http://blog.naver.com/sscho540/40175727072>
- [14] <http://www.jungbunews.com/news/articleView.html?idxno=1303>
- [15] 개리 로스트 브라드스키 저, 황선규 역, “Learning opencv 제대로 배우기,” 한빛미디어, 225~227쪽, 2009년.