

# NMS(Non-Maximum Suppression)와 허프변환을

## 결합한 직선 및 교점 검출 방법

천승환\*, 서상현\*, 장시웅\*

\*동의대학교

Detection Method of Straight Lines and Intersection Points  
through Combination of NMS and Hough Transform

Sweung-hwan Cheon\*, Sang-hyun Seo\*, Si-woong Jang\*

\*Donggeui University

E-mail : perari0@nate.com, blue\_sky088@hanmail.net, swjang@deu.ac.kr

### 요 약

최근 자동차 산업의 활성화로 인해 교통사고 급증이 사회 문제화 되면서 사고를 미연에 방지할 수 있는 운전자 보조 시스템 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 일반적으로 자동차 사고 원인의 70% 이상이 운전자 과실에 의해서 발생되고 전체 추돌사고의 75%가 시속 29km 이하의 속도에서 발생한다. 이를 예방하기 위해서 운전자의 인지·판단을 보조하는 시스템의 개발이 많이 이루어지고 있는데, 예를 들어 자동 주차 시스템, AVM(Around View Monitoring) 시스템 등이 있다.

본 논문에서는 AVM 시스템 중 원근 왜곡을 보정하는 단계에서 직선 및 교점을 검출할 때 NMS(Non-Maximum Suppression)를 적용한 허프 변환 방법을 사용할 것이다. 또한 기존의 Sub-Pixel을 이용한 직선 및 교점 검출 방법과 NMS를 적용한 허프 변환 방법을 사용한 직선 및 교점을 검출하는 방법을 비교 분석함으로써 제안하는 NMS를 적용한 허프변환을 이용한 직선 및 교점을 검출하는 방법을 사용하여 보다 효율적인 AVM 시스템의 구현 가능성을 검증한다.

### 키워드

Non-Maximum Suppression, 직선 및 교점 검출, AVM 시스템

### 1. 서 론

최근 운전자의 편의를 위한 블랙박스(Black Box), 어라운드뷰 모니터링 시스템(Around-View Monitoring System)과 같은 운전 보조 시스템의 시장이 활발하게 성장하고 있다. 그 중에서도 자동 주차를 위한 어라운드뷰 모니터링 시스템과 같은 최신 제품을 장착하는 차량이 급격하게 늘어나고 있으며, 특히 어라운드뷰 모니터링 시스템은 자동차의 주행, 서행, 주차, 후진 시에 디스플레이 단말기(Monitor)를 통해 차량 주변상황을 한눈에 볼 수 있도록 디스플레이하여 주변상황을 모니터링할 수 있어서 그 수요가 급증하고 있다. 어라운드뷰 모니터링 시스템을 장착한 차량의 운전자는 주변상황을 모니터를 보는 것만으로 한눈에 파악할 수 있으며, 승용차부터 대형 트럭까지 그 차종 또한 다양해지고 있다.

어라운드뷰 모니터링 시스템은 차량의 네 곳(전, 후, 좌, 우)에 카메라를 장착하여 차량 주변 상황을 운전자에게 디스플레이를 통하여 영상으로 제공하기 위해 최근 활발히 연구되고 있는 시스템이다. 국내는 물론, 독일과 일본 등의 여러 완성차 업체 및 자동차 부품회사에서 이미 제품으로 개발하여 출시하고 있다.

이들 시스템들은 대부분 완성차 업체에서 차량이 출고될 때 장착이 되어 나오거나 고가의 가격으로 일부 자동차관련 매장에서 장착을 해준다.

본 논문에서는 최근 수요가 급증하고 있는 어라운드뷰 모니터링 시스템의 적용 과정 중 원근 왜곡을 보정하는 부분에서 NMS(Non-Maximum Suppression)를 적용한 허프 변환 방법을 사용하여 인식된 패턴의 직선과 교점을 검출하는 방법을 제안한다.

2장에서는 어라운드뷰 모니터링 시스템 및 패

턴 자동 인식 등 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 NMS를 적용한 허프 변환 방법을 설명하고 이 방법을 사용하여 인식된 패턴의 직선과 교점이 제대로 검출되었는지 실험을 통하여 검증한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

운전자의 운행에 도움이 되는 어라운드뷰 모니터링 시스템은 주차, 골목길 운행 등의 경우에 차량의 앞뒤와 양옆의 360° 상황을 마치 차량의 위에서 내려다보듯이 내부 모니터를 통해 실시간으로 보여줌으로써 운전자가 안전하게 운전할 수 있도록 돕는 시스템이다[1].

### 2.1 어라운드뷰 모니터링 시스템의 구성 및 처리절차

어라운드뷰 모니터링 시스템은 차량 주변의 상황을 사각지대 없이 제공하기 위해 차량의 전, 후, 좌, 우에 180° 이상의 광각 카메라를 장착하여 구성한다. 그림 1은 닛산의 어라운드뷰 시스템을 위해 장착한 카메라 위치를 보여준다[2].

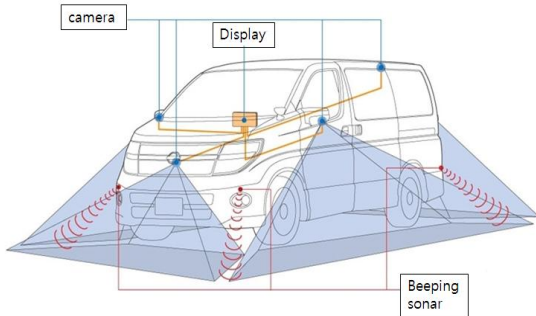


그림 1. 어라운드뷰 모니터링 시스템의 카메라 위치

카메라로부터 입력된 영상은 카메라 특성에 따라 왜곡된 영상이다. 어라운드뷰 모니터링 시스템은 영상의 왜곡 현상을 보정하기 위해 왜곡 보정 작업, 호모그래피, 영상의 정합 과정을 통해 실시간으로 차량의 사각지대의 상황을 영상으로 제공하는 역할을 한다. 그림 2는 어라운드뷰 모니터링 시스템의 처리 절차 및 구성을 나타내는 그림이다[3].

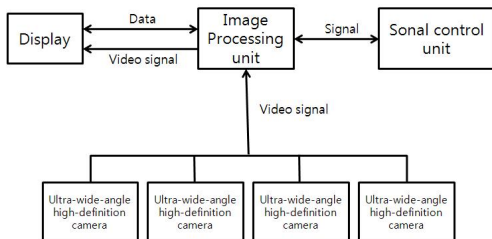


그림 2. 어라운드뷰 모니터링 시스템의 처리 절차 및 구성

현재 출시되고 있는 어라운드뷰 모니터링 시스템은 차량의 전, 후, 좌, 우에 장착된 4대의 180° 광각 카메라로부터 입력된 영상을 7인치 컬러 스크린을 통해 주변 상황을 실시간으로 보여준다. 이 시스템은 차량의 운행 속도가 시속 20km 이하의 저속일 때 동작한다.

현대에서는 그림 3과 같이 ㈜이미지넥스트에서 개발된 360도 사각제거 시스템(옵니뷰)을 공급받아 차량에 장착시키고 있으며, 르노삼성자동차는 버드뷰를 포함, 총 5가지의 View-mode를 지원하여 운전자에게 편의성을 제공하고 있다[4].

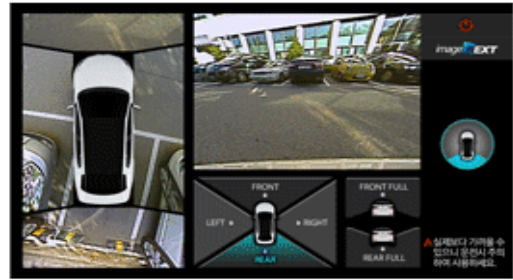


그림 3. ㈜이미지넥스트 옵니뷰

### 2.2 어라운드뷰 모니터링 시스템의 패턴 인식

기존의 어라운드뷰 모니터링 시스템은 가격이 매우 고가이며, 시스템을 적용하기 위한 제반사항이 많이 따른다. 예를 들어, 4개의 카메라 영상을 하나의 어라운드뷰 모니터링 영상으로 정합하기 위해서 바닥에 패턴 또는 삼각형과 같은 도형을 깔아야 하며, 시스템을 적용시키기 위해서 사람이 직접 개입해야 한다[5].

그 중에서 패턴 인식 기술에 따라 프로그램의 자동화 정도 및 결과물인 정합 영상의 품질이 결정되는데, [7]에서 구현한 어라운드뷰 모니터링 시스템에서는 정합하기 전 왜곡을 보정하고 부분 픽셀(Sub Pixel)검출을 통해서 왜곡 보정 영상 내부의 패턴 좌표를 검출하는 방법을 사용하였다. 하지만 이런 방법을 사용하게 되면 그림 4와 같이 패턴 좌표의 영상의 가장자리로 갈수록 패턴의 교점에서 조금씩 어긋난 위치에 좌표가 위치하는데, 이를 교정하기 위해서 사람이 직접 수정해주어야 했다[6].

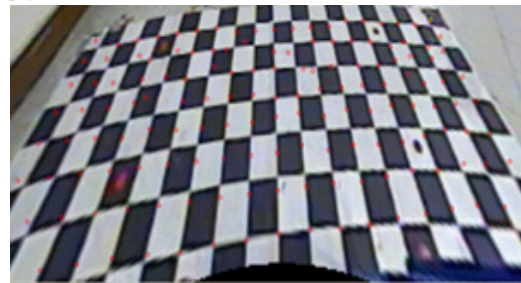


그림 4. 정밀하지 못한 Sub Pixel

본 논문에서는 위와 같은 문제점을 해결하기

위해 전, 후, 좌, 우 4대의 카메라로부터 입력된 영상을 왜곡 보정하고 왜곡이 보정된 영상을 이용하여 원근 왜곡을 보정할 때 NMS를 적용한 허프 변환 방법을 사용하여 영상 내부의 패턴을 인식하여 직선과 교점을 검출하고 검출된 교점을 필터링하여 좌표들의 번호를 매겨 정합 과정을 단축하는 방법을 제안한다.

### III. 본 론

[7]에서 구현한 어라운드뷰 모니터링 시스템에서는 원근 왜곡을 보정하는 단계에서 Sub Pixel 검출이 영상의 가장자리로 갈수록 제대로 되지 않아 패턴의 교점이 아닌 어긋난 곳에 좌표가 나타났으며, 이로 인해 사람이 직접 개입해야 하는 문제점이 있었다. 또한 사람이 개입하는 만큼 적용 과정이 오래 걸렸으며, 어라운드뷰 시스템의 자동화 정도가 매우 낮았다.

이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 NMS를 적용한 허프 변환 방법에 대해 설명하고 실험을 통해 그 결과를 검증한다.

#### 3.1 NMS를 적용한 허프 변환 방법

먼저 Non-Maximum Suppression의 개념에 대해서 알아보겠다. NMS는 그레이 스케일(단색)에서 모든 픽셀에 대해서 각각 픽셀의 가로/세로 소벨 미분 각의 방향으로 자기 자신과 각(degree) 방향에 있는 픽셀이 일정한 threshold 값을 넘으면 그 픽셀을 살리고 아니면 다 0으로 만드는 방법이다. 이 방법을 사용하기 위해서는 OpenCV 라이브러리의 HoughLines2() 함수를 사용하거나 Hough transform을 이용하여야 한다.

HoughLines2() 함수는 실제 패턴에서 하나의 직선 위에 놓인 점들에 대해 이미지 프레임에서 검출된 edges를 가지고 여러 개의 직선을 찾는 결과를 보인다. 이는 위의 함수가 출력하는 직선을 정의하는 두 파라미터 rho와 theta에 대해  $(x \cdot \cos(\theta) + y \cdot \sin(\theta) = \rho)$  계산된 값들이 서로 비슷하게 나오는 경우에 최적화된 값을 선별하는 과정을 거치지 않고 모든 값을 그대로 내보내기 때문이다. 그래서 OpenCV 라이브러리의 HoughLines2() 함수를 이용하지 않고, 따로 Hough transform을 이용하여 선을 찾는 함수를 만들되 여기에 NMS를 적용하였다. 하지만 이 함수를 실시간 비디오 카메라 입력에 대해 매 프레임마다 실행시키면 속도가 매우 느려져 쓸 수 없었다. 그래서 속도 면에서 월등한 성능을 보이는 OpenCV의 HoughLines2() 함수를 그대로 따 오고 대신 여기에 NMS 부분을 추가하여 수정한 함수를 매 입력 프레임마다 호출하는 방법을 택하였고, 실시간 처리가 가능해졌다.

#### 3.2 NMS를 적용한 허프 변환 방법의 구현

먼저 NMS를 적용한 허프 변환 방법이 직선을 잘 검출하는지를 알아보기 위하여 그림 5와 같은

패턴 이미지를 준비하였다. 준비한 이미지는 어떤 경우에 인식이 잘되고 안 되는지를 판별하기 쉽게 하기 위하여 불규칙하게 제작하였다.

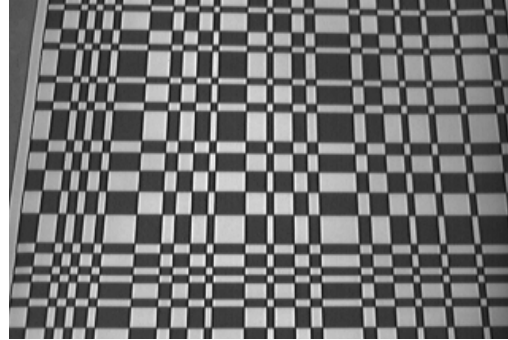


그림 5. 가로/세로 성분 검출을 위한 기본 이미지

위의 기본 이미지를 이용하여 먼저 Y절편으로 이미지를 필터링하여 가로 성분만 추출하였다. 그림 6과 같이 가로 성분의 직선들만 남아 있는 것을 확인할 수 있다.

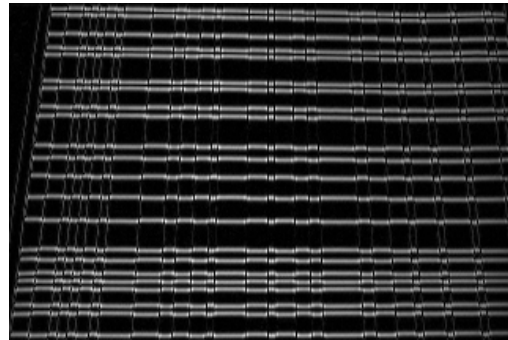


그림 6. Y절편으로 이미지 필터링한 결과

다음으로 그림 7과 같이 X절편으로 이미지를 필터링하여 세로 성분을 추출하고 그 결과를 확인하였다.

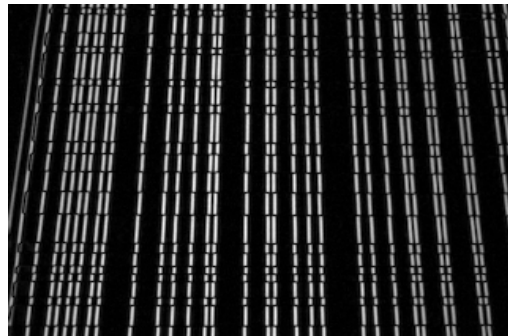


그림 7. X절편으로 이미지 필터링한 결과

패턴 이미지의 가로 성분과 세로 성분은 모두 검출이 잘 되는 것으로 확인되었으며, 이제 각 패턴의 edges를 검출하여 패턴 이미지의 직선을 검출하고 교점의 번호를 매기는 방법을 설명한다.

이번에는 그림 8과 같이 간단한 패턴 이미지를 이용하여 패턴 이미지의 직선과 좌표가 잘 검출

되는지를 확인한다.

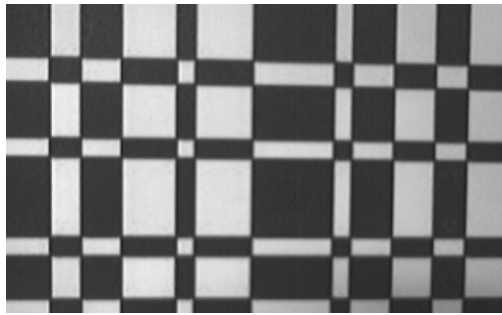
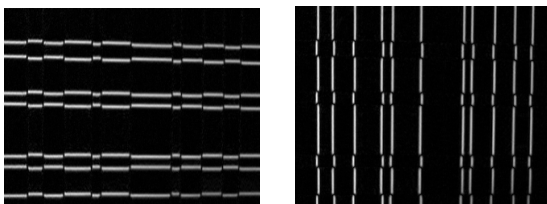


그림 8. 직선과 교점을 검출하기 위한 이미지

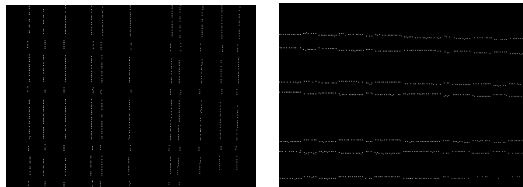
그림 8의 간단한 이미지를 이용하여 Y절편과 X절편으로 이미지를 필터링하여 그림 9와 같이 가로 성분과 세로 성분을 추출하였다.



(가) Y절편 filtering 이미지 (나) X절편 filtering 이미지

그림 9. Y절편과 X절편으로 필터링한 이미지

필터링된 이미지를 그림 10의 (가)와 같이 x방향으로 edges를 찾고, 다음으로 그림 10의 (나)와 같이 y방향으로 edges를 찾아 각각 이미지로 나타낸다.



(가) X방향 edges 이미지 (나) Y방향 edges 이미지

그림 10. X방향과 Y방향으로 edges를 검출한 이미지

검출된 edges를 이용하여 두 개의 이미지를 합쳐서 직선과 각 직선들이 만나는 교점들이 잘 검출되는지를 확인한 결과 그림 11과 같이 모든 직선이 잘 검출되었으며, 각 교점들의 번호가 제대로 나타나 있는 것을 볼 수 있다.

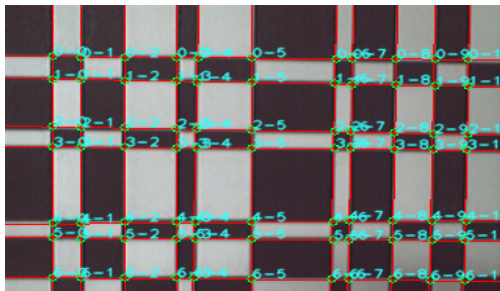


그림 11. 직선과 교점을 검출한 결과 이미지

#### IV. 결 론

지금까지 어라운드뷰 모니터링 시스템의 원근 왜곡 보정단계에서 왜곡 보정 이미지 내부의 패턴의 직선과 교점을 찾는 방법에 대해 알아보았다. 기존의 Sub Pixel 검출 방법은 가장자리로 갈수록 검출이 잘되지 않았고 이로 인해 사람이 개입하게 되어 자동화 정도가 많이 낮았지만, NMS를 적용한 허프 변환 방법을 이용하여 패턴의 직선과 교점을 검출하는 방법은 직선과 교점 모두 완벽하게 찾았으며 X방향과 Y방향 각각의 직선에 번호가 매겨져 있으므로 그 번호들의 조합으로 교점의 좌표가 생성되므로 교점 또한 정확한 위치에 생성이 되므로 사람이 개입할 필요가 없다. 그러므로 향후 동의대학교 스마트자동차연구소의 어라운드뷰 모니터링 시스템에 원근 왜곡 보정 단계에서 NMS를 적용한 허프 변환 방법을 사용하여 자동화 정도를 높일 것이며, 더 나은 자동 패턴 검출 프로그램을 개발하여 어라운드뷰 모니터링 시스템을 완전 자동화를 구현할 것이다.

#### Acknowledgement

이 논문은 2013년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음

#### 참고문헌

- [1] INFINITY와 AVM <http://www.camenbert.co.kr/119>
- [2] Nissan's Elgrand Sensor System Simulates Birds-Eye View [http://www.newlaunches.com/archives/nissans\\_elgrand\\_sensor\\_system\\_simulates\\_birdseye\\_view.php](http://www.newlaunches.com/archives/nissans_elgrand_sensor_system_simulates_birdseye_view.php)
- [3] NISSAN Around View Monitor <http://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/avm.html>
- [4] <http://www.omnivue.co.kr/index.php>
- [5] 김병익, 김대현, 배태욱, 김영춘, 심태은, 김덕규, "광각 카메라 영상의 보정을 위한 자동정합 좌표 추출 방법", 멀티미디어학회 논문지, 제13권, 제3호, pp.410~416, 2010년 3월.
- [6] 천승환, 장시웅, "어라운드뷰 시스템을 위한 자동 호모그래피 변환 방법", 한국정보통신학회, 제17권, 제1호, pp.294~297, 2013년 5월.
- [7] 유영호, 장시웅, "운전자 시야 개선을 위한 차량용 PC 기반4SM(4-sided-mirror) 시스템 설계 및 구현", 한국해양정보통신학회, 제15권, 제1호, pp.152~156, 2011년 5월.