

## 차량 주위 전방향 촬영영상을 이용한 차선 검출 시스템 개발

\*금창훈 \*\*조동찬 \*\*\*김희율  
한양대학교\*[chkum@vision.hanyang.ac.kr](mailto:chkum@vision.hanyang.ac.kr)

## Development of Lane Detection System using Surrounding View Image of Vehicle

\*Kum, Chang-Hoon \*\*Cho, Dong-Chan \*\*\*Kim, Whoi-Yul  
Hanyang University

## 요약

본 논문에서는 차량에 부착된 4대의 어안렌즈 카메라 영상을 이용하여 차량 주위 전방향의 주변 정보를 포함하는 정합 영상을 생성하고, 생성된 정합 영상에서 차선을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 기존의 전방 카메라만을 이용하여 차선을 검출하는 방법들은 안개와 같이 기상 환경이 안 좋은 경우 가시거리가 짧아져 정상적인 차선 검출이 어려운 문제가 있다. 이에 반해 4대의 어안렌즈 카메라로 차량의 주변을 촬영한 영상은 기상 환경에 영향을 적게 받아 안정적인 차선 검출에 용이하다. 어안렌즈 카메라로 촬영한 영상은 왜곡이 심하기 때문에 왜곡 보정을 수행한 후 차량 위에서 아래로 내려다본 시점으로 투영 변환하여 하나의 영상으로 정합한다. 정합영상에서 관심영역을 설정한 후 차선 후보 영역을 검출하고, 검출된 후보 영역들로 차선을 직선으로 모델링한다. 점선 차선 구간이나 차량 흔들림에 대응하기 위해 직선으로 모델링된 차선 정보의 차선 각도와 차량으로부터 거리 정보를 칼만 필터 기반 추적 및 보정하여 안정적으로 차선 검출을 수행한다. 실험 결과 제안하는 방법은 실선구간에서 99.57%, 점선구간에서는 90.48%의 검출 정확도를 가진다.

## 1. 서론

오늘날, 차량의 보급이 날로 증가함에 따라 많은 사람들이 교통사고의 위험에 더욱 쉽게 노출되고 있다. 최근 5년간 교통사고의 발생추세는 미약하나마 지속적으로 늘고 있고, 교통사고로 인한 사망자 수 또한 여전히 해마다 5천명을 넘는 수준에 있다[1]. 보다 안전한 운전환경을 제공하기 위해 차량에 전자공학적인 요소를 결합하는 형태로 발전하고 있고, 이를 지능형 자동차라고 부른다.

지능형 자동차에서 외부 주행환경을 인식하기 위해 레이더, 카메라, GPS, 초음파 등의 다양한 센서들이 개별 혹은 복합적으로 사용되고 있다. 각 센서들은 센서의 속성에 따라 운전자의 시야가 닿지 않는 사각지대나 차량의 전후방 주행정보를 알아내기 위해 활용되며 이를 이용한 다양한 시스템들이 개발되었다. 현재까지 개발된 대부분의 시스템은 각 센서에서 얻어진 정보를 독립적으로 활용하였으나 최근에는 여러 대의 카메라를 이용하여 차량 주위 전방향의 정보를 하나의 정합 영상으로 표현하는 AVMS시스템에 대한 연구가 진행되고 있다.

차선 검출 알고리즘은 지능형 자동차 시스템에서 이미 활발히 연구되어 온 분야이다. 이전에 제안된 차선 검출 방법들은 단일 혹은 스테레오 카메라를 이용하여 차량의 전방을 촬영하고 이 영상을 이용하여 차선 검출을 수행하였다. 하지만 전방 영상은 안개나 비와 같은 기상환경에 의해 가시거리가 짧아지고 차선 검출을 할 수 없는 문제가 발생한다.

본 논문에서는 이 같은 문제를 해결하기 위해 차량 주위 근거리 영상 정보를 이용하여 차선을 검출하는 방법을 제안한다. 4대의 어안렌즈 카메라를 차량의 전후좌우에 장착한 후 차량 주위의 각기 다른 방향을 촬영한 영상을 취득한다. 취득한 영상들의 왜곡을 보정하고 평면 시점으로 투영 변환하여 하나의 영상으로 정합한다. 정합영상에서 적응적 이진화 방법을 이용하여 차선후보영역을 검출하고 검출된 차선후보영역들을 직선으로 모델링하여 차선을 검출한다. 검출한 차선 영역을 칼만 필터로 추적 및 보정하여 차선이 존재하지 않는 구간에서

도 차선을 안정적으로 검출한다.

2장에서는 관련연구에 대해 간략히 설명하고 3장에서는 정합영상 생성을, 4장에서는 제안하는 차선 검출 시스템의 처리과정과 사용되는 알고리즘을 상세히 설명하였다. 5장에서는 제안하는 방법의 차선 검출 결과와 결과에 대한 분석을 설명하고, 마지막 6장에서는 제안한 시스템에 따른 실험결과를 토대로 결론을 제시하였다.

## 2. 관련연구

지금까지 다양한 차량 주위 전방향 촬영 기법이 제안되었다. 단일 반사 굴절 카메라를 이용하여 반구 형태의 거울에 비친 차량 주변의 정보를 촬영하는 방법[2]도 있지만, 여러 대의 어안렌즈 카메라로 차량 주위를 촬영하고, 이들 영상을 정합하는 방법[3, 4]이 일반적이다. 다중 카메라 기반의 방법들은 개별 카메라의 왜곡을 보정하고 카메라 간의 상관관계를 알아내어 여러 영상을 하나의 영상으로 정합한다. 영상 정합의 정확도와 효율성을 높이기 위해 다양한 왜곡 제거를 동반한 정합 방법이 제안되었다. 제안된 방법에는 원통형 모델로 수평방향의 왜곡을 제거하고 사용자에 의해 설정된 영상 간 대응점으로 영상을 정합하는 방법[3]과 주차선과 같이 직선 성분을 가지는 고정된 인공 설치물을 이용하여 왜곡을 보정하고 평면시점으로 투영 변환하여 영상을 정합하는 방법[4] 등이 있다.

전방 카메라를 이용하여 차선을 검출하는 방법은 그동안 많이 제안되었다[5-9]. 도로영역에서 차선 영역을 검출하기 위해, 전처리 과정으로 차선의 색상정보, 경계 정보 혹은 도로와 차선영역의 밝기 차이를 이용하여 이진화를 수행하는 것이 일반적이다[5-8]. 이때, 일반적인 차선 폭 정보를 이용하여 차선 반응 필터를 생성하고, 이 필터를 이용하여 색상분포에 따른 혹은 형태학적인 방법으로 차선 영역과 배경영역을 분리하여 차선 영역을 검출하는 방법들이 제안되었다[5, 6, 8]. 이진화된 차선 영역으로부터 Moore-Neighbor Edge Trace 알고리즘[7]을 이용하거나 Hough Transform으로 단계별로 직선을 추정하는 방법[8]으로 차선을 검출하고, 검출된 차선을 직선이나 Spline 보간법[9]으로 모델링하는 방법들이 제안되었다.

## 3. 다중 영상 정합 알고리즘

차량 주변 360도의 시야각을 가지는 영상을 확보하기 위하여 그림

본 논문은 지식경제부 산업융합원천기술개발사업으로 지원된 연구결과입니다.[10042808, 도로속성정보와 영상센서, 레이더 정보를 융합하여 차간거리제어, 차선유지지원, 커브사고방지 기능을 개선한 통합 운전지원시스템 개발]

1에서 보는 것과 같이 차량에 4대의 어안렌즈 카메라를 장착하였다. 하나의 어안렌즈의 시야각이 180도를 넘기 때문에 취득된 각 영상은 어안렌즈로 인한 방사 왜곡을 가지고 영상을 정합하기 전에 어안렌즈 모델을 이용하여 왜곡을 보정하는 과정이 필요하다.



그림 1. 차량에 설치된 광각카메라 모습과 각 위치

A. 다중 영상 왜곡 보정

어안렌즈 카메라로 촬영한 영상은 그림3(a)와 같이 영상 주변부로 갈수록 왜곡이 심한 방사 왜곡이 발생한다. 이러한 왜곡을 효과적으로 보정하기 위하여 어안렌즈 모델을 이용하여 캘리브레이션을 수행한다. 어안렌즈 모델에 따라 왜곡된 점의 위치는 다음 등거리 투영 공식에 따라 추정한다.(그림 2)

$$r_d = f\theta \tag{1}$$

위 수식에서  $f$ 는 초점거리,  $\theta$ 는 광축과 핀홀을 지나는 광선 사이의 각도,  $r_d$ 는 영상평면에 투영된 점의 왜곡된 광학 중심으로부터의 거리이다. 또한 왜곡이 전혀 없는 핀홀 카메라 모델에서 영상평면에 투영된 점의 광학 중심으로부터의 거리  $r_u$ 는 다음 공식으로 표현할 수 있다.

$$r_u = f \tan\theta \tag{2}$$

위의 (1)과 (2)의 수식을 통하여 어안렌즈에 의해 왜곡된 위치  $r_d$ 를 왜곡이 보정된 위치  $r_u$ 로 변환하는 식을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$r_u = f \tan\left(\frac{r_d}{f}\right) \tag{3}$$

본 연구에서는 캘리브레이션에 필요한 정보인 초점거리( $f$ )와 광학 중심( $C_x, C_y$ )을 사용자가 대략적으로 추정하여 그림 3(b)와 같이 영상 왜곡을 보정하고 추후 비선형 최적화 방법으로 이용하여 최적의 초점거리와 광학 중심 정보를 알아낸다.

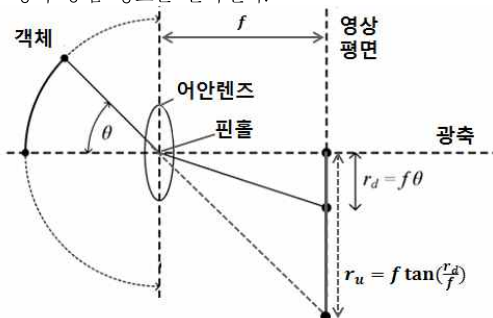


그림 2. 어안렌즈 및 핀홀 카메라 모델

B. 다중 영상 정합

왜곡을 보정한 4개의 영상을 정합하여 하나의 정합영상을 생성하기 위해서 왜곡을 보정한 영상과 정합영상간의 호모그래피를 구한다. 호모그래피를 구하기 위하여 그림 3(c)과 같이 차량 주변에 체커보드 패턴을 설치하여 촬영하였다. 이 때 차량 주변에 설치한 체커 보드의 실측 위치를 같이 측정하여 체커 보드 내 패턴 교점의 실측 위치를 알아낸다. 최종적으로 정합 영상의 픽셀당 실측 거리와 차량 전후좌우 표시 영역의 범

위를 결정하면 체커 보드내 패턴 교점들의 정합 영상내 위치를 알아낼 수 있다. 이렇게 구해진 왜곡 보정 영상내 패턴 교점의 위치와 정합 영상내 패턴 교점의 위치를 이용하여 호모그래피를 구하여 정합 영상을 생성하고 그 결과가 그림 3(d)의 왼쪽 그림과 같다.

앞의 3. A에서 어안 렌즈의 초점 거리와 광학 중심을 사용자가 대략적으로 결정하였기 때문에 정합 영상에서 왜곡이 완전히 제거되지 않은 것을 확인할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 비선형 최적화를 이용하여 최적의 초점거리와 광학 중심 위치를 결정하였고 그림 3(d)의 오른쪽 그림에서 보는 것과 같이 왜곡이 보정된 정합 영상을 획득하였다.

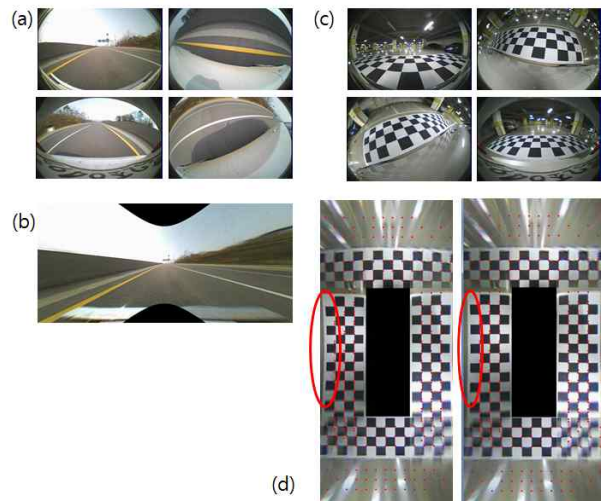


그림 3. 다중 영상 정합; (a) 왜곡된 원본 영상, (b) 왜곡 보정된 단일 영상, (c) 체커보드 패턴 촬영 영상, (d) 호모그래피를 구하여 정합한 영상(좌), 비선형 최적화를 적용한 영상(우)

4. 차선검출 알고리즘

정합 영상 영역이 넓을수록 처리속도가 늦어지는 문제가 있기 때문에 최소한의 정합 영상을 이용하여 추가적인 검출 알고리즘을 수행하는 것이 중요하다. 본 논문에서 제안하는 차선 검출 알고리즘은 정합 영상에서 4개의 관심영역을 이용하여 효과적으로 차선을 검출한다.

제안하는 차선 검출 알고리즘은 크게 차선 검출과 차선 추적의 두 단계로 나누어진다. 차선 검출 단계에서는 각각의 관심 영역 영상으로부터 차선과 도로 간의 밝기 차이 특성을 이용하여 차선 후보 영역을 검출한다. 검출된 후보 영역으로 차선을 모델링하고 판별과정을 통해 최종 차선을 검출한다. 차선 추적 단계에서는 차선 검출의 오류를 보정하고 차선이 존재하지 않는 구간에서도 지속적으로 차선 검출을 수행할 수 있도록 칼만 필터 기반의 추적을 수행한다.

A. 차선 검출

(i) 관심영역의 선정

정합영상에서 상대적으로 전방과 후방 카메라를 이용하여 취득한 차선 정보는 차량의 흔들림에 따라 부정확한 위치를 보이고 화질 역시 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 이에 반해 좌우 카메라에서 촬영한 차선은 차량 흔들림에 영향을 적게 받고 선명한 차선 영역이 촬영되는 것을 확인할 수 있다. 이러한 영상 특성을 반영하고 영상처리 수행 시간을 단축하기 위하여 본 연구에서는 그림5(a)와 같이 차량 주변에서 4개의 관심영역을 설정하였다. 상하 관심영역은 좌우 관심영역에서 차선을 검출하지 못한 경우에만 검출과정을 수행한다.

(ii) 차선 후보 검출

관심영역에서 대부분의 차선영역은 주위보다 밝고 지정된 색상 토크를 가지는 뚜렷한 특징이 있어서 도로영역 및 다른 객체와 쉽게 구분할 수 있다. 본 논문에서는 원본 영상  $I$ (그림 4(a))와 차선영역이 제거된 영상  $I'$ (그림 4(b))를 비교하는 방법으로 차선영역을 검출한다.  $I'$ 을 빠르게 얻기 위해 원본 영상  $I$ (그림 4(a))에 [6]과 같이 형태학적(morphology) 침식연산( $\ominus$ )을 수행한다. 이때, 차선 폭 특징을 반

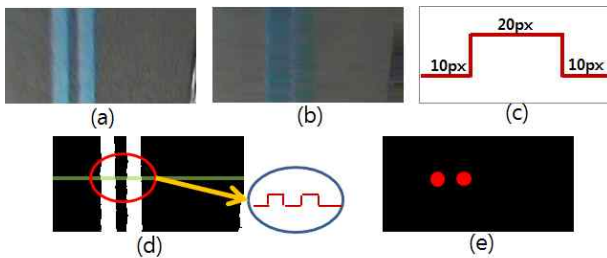


그림 4. 차선 후보 검출; (a) 원본 영상, (b) 차선영역이 제거된 영상, (c) 차선 반응 필터, (d) 차선 후보 영역 검출 및 차선 반응, (e) 차선 반응  $x$  축 중앙점

영하고 차선의 밝기 차이 특성을 적용하기 위해 [8]에서 사용한 차선 반응 필터  $b$  (그림 4(c))를 구조요소(structure element)로 사용한다.  $I$ 와  $I'$ 를 비교하여 차선 반응을 얻는 과정은 아래의 수식으로 표현될 수 있다.

$$I' = I \ominus b \quad (4)$$

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } f_k(x, y) \geq T_{c_k} \text{ and} \\ & f_k(x, y) - f'_k(x, y) \geq T_{d_k}, k = R, G, B \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

위 수식에서  $T_{c_k}$ 는 RGB 색상정보에 대한,  $T_{d_k}$ 는 도로영역과 차선 영역의 밝기 차이에 대한 경계값이다. 수식 (5)를 이용하면 그림 4(d)에서 보는 것과 같이 일정한 밝기 이상인면서 주변보다 밝기가 높은 차선 영역을 검출할 수 있다.

위 이진화 과정을 그림 5(a)의 관심 영역 전체에 적용하여 차선 후보 영역을 검출한 후 레이블링하여 차선모델을 생성할 수 있지만 속도를 향상시키기 위하여 관심영역 전체가 아닌 특정 행들에서만 이진화를 수행하여 차선 후보 영역을 검출한다.

먼저, 위 이진화 과정을 그림 5(b)의 왼쪽 그림들처럼 관심 영역의 미리 지정된 특정 행들에서만 수행한다. 각 행에서 침식 연산을 수행하면 그림 4(d)에서 녹색 선으로 표시된 부분같이 1픽셀 높이의 검출결과를 얻을 수 있고  $x$ 축 중심 위치를 그림 4(e)와 같이 검출할 수 있다. 이 방법은 침식 연산의 수행 시간을 획기적으로 줄이고, 차선영역 내 지정된 행에서의  $x$ 축 중심정보들(그림 5(b) 가운데 열)만을 이용하여 차선 모델 생성에 활용하기에 영역 레이블링 과정도 수행하지 않아 매우 빠른 수행속도를 기대할 수 있다. 하지만 이 방법은 검출된 점들 간의 연결 정보를 알 수 없기 때문에 기울어진 이중 차선, 실선과 점선으로 구성된 이중차선, 차선이 분할되거나 합쳐지는 이상적이지 않은 환경에서 적용이 어렵다는 단점이 있다.

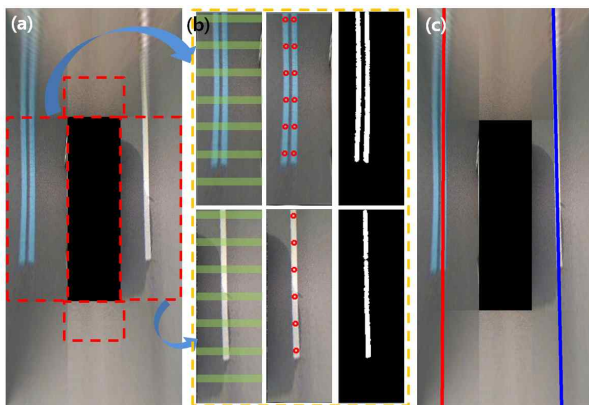


그림 5. (a) 관심영역 설정, (b) 차선 후보 영역 검출, (c) 최종 차선 모델 생성

본 논문에서는 검출된 차선의  $x$ 축 중심점들을 시작점으로 지정하고 RGB색상 정보를 활용하여 영역 확장 방법으로 차선영역을 검출하였다(그림 5(b) 오른쪽 열). 이 방법은 관심영역 전체에서 침식연산을 수행하는 것보다 더 빠른 수행속도를 가진다. 본 논문에서는 실험적으

로 제안하는 방법이 관심영역 전체에서 침식 연산을 수행하여 차선영역을 검출하는 것보다 평균적으로 4.83배 빠른 수행속도를 가진다는 것을 확인하였다.

또한, 제안하는 방법은 차선이 합쳐지거나 분리되는 경우(그림 6(a))에 대응하기 위해 그림 5(b)의 차선 후보 영역과 같이 이진화된 차선영역 검출결과에 형태학적 침식(erosion) 및 팽창(dilation) 연산을 적용하여 연결부위를 제거한다. 그림 6(a)는 차선이 분할되어 새로운 차선이 생겨나고 있는 구간으로 차선 영역으로 검출되어야 하지만 연결부위로 인해 일반적인 차선형태와는 차이가 심해 검출을 수행하기 어렵다. 하지만 그림 6(d)와 같이 연결부위가 제거되면 합쳐지거나 분리되고 있는 두 개의 차선을 모두 검출할 수 있다. 먼저 앞에서 설명한 방법대로 노면표지 영역을 그림 6(b)와 같이 검출한다. 검출된 영상에서 최대 차선 너비만큼 침식 연산을 수행하면 차선 영역은 모두 침식되고 연결부위에서만 검출영역이 남아있게 된다. 그 다음 최대 차선 너비만큼 세로 방향으로 팽창 연산을 수행하면 연결 부위가 존재할 수 있는 최대 영역이 구해진다.(그림 6(c)) 그 다음 그림 6(b)와 그림 6(c)의 차 연산을 통해 차선영역을 추정(그림 6(d))할 수 있고 검출된 영역으로부터 그림 6(e)와 같이 차선을 모델링할 수 있다. 이 방법은 일반적인 차선영역 검출결과에는 영향을 끼치지 않는다.

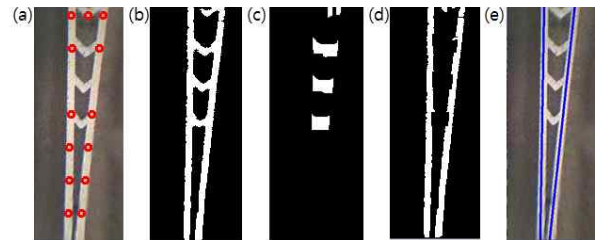


그림 6. 차선 분할 노면 표시; (a) 노면 표시를 촬영한 정합영상의 관심 영역, (b) 노면 표시 검출, (c) 연결부위 검출, (d) 차선 영역 검출, (e) 차선으로 판별된 모델

### (iii) 차선 모델링

차선에 대한 효율적인 표현과 추적이 쉽게 활용하기 위해 검출된 차선 반응 정보를 이용하여 차선 모델을 생성한다. 차선 모델은 직선 형태와 곡선 형태를 적용할 수 있는데 정합 영상의 경우 곡선 구간을 포함한 대부분의 차선이 직선 형태로 나타나고 전후방 영상의 정확도가 떨어지기 때문에 본 논문에서는 직선 형태의 차선 모델을 적용하였다. 하지만 검출된 차선 후보 영역에 오검출이 포함되었을 수도 있고, 2개 이상의 차선이 한쪽에 같이 있는 경우가 있기에 검출된 차선 후보 영역이 참인지 판별하거나 자차 주행로에 알맞은 차선을 선택하는 과정이 필요하다.

검출된 각 차선 후보 영역( $L_k$ )들은 다음의 수식에 의해 참인지 거짓인지 검증된다.

$$W_{L_k} = \max[\text{width}_i], i = \text{every row} \quad (6)$$

$$H_{L_k} = \text{height}$$

$$L_k = \begin{cases} 1, & \text{if } T_{\min} \leq W_{L_k} \leq T_{\max} \\ & \text{and } H_{L_k} \geq T_h \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}, k = 1 \sim n \quad (7)$$

$W_{L_k}$ 와  $H_{L_k}$ 는 각각 검출 영역의 너비와 높이이며,  $W_{L_k}$ 는 검출 영역의 각 행에서 얻을 수 있는  $x$ 축 너비들의 최대값이다(그림 7(b)).  $T_{\min}$ 과  $T_{\max}$ 는 차선이 가질 수 있는 최저, 최대 너비이며, 본 논문에서는 도로교통법 시행규칙 제8조 5호(노면표시)의 내용과 정합영상에서 차선은 대부분 수직에 가까운 방향( $-20^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$ )을 가진다는 특성에 따라  $T_{\min}$ 과  $T_{\max}$ 을 정하였다(그림 7(c)). 이에 따라 각 검출 영역은 일정한 너비를 가지면서,  $T_h$ 보다 긴 높이를 가지는지를 검증하여 차선영역으로 판별된다.  $T_h$ 는 관심영역 높이의 반이다.

각 영역의 위치정보로 추세를 구하여 차선 모델을 생성한다. 생성



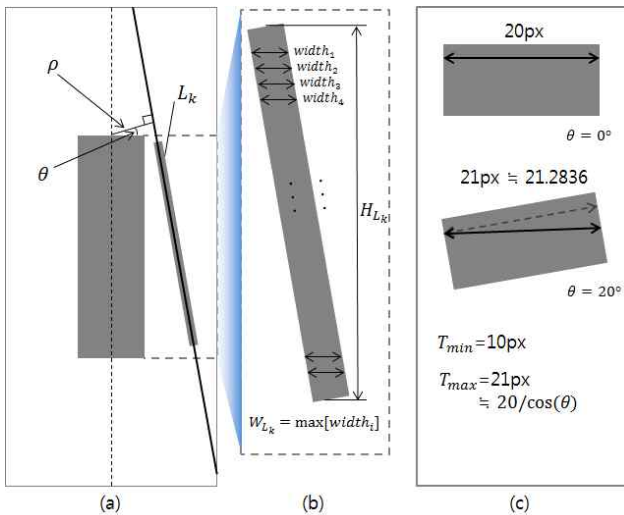


그림 7. (a) 검출 영역과 직선으로 모델링된 차선정보, (b) 검출 영역의 너비와 높이, (c) 차선 각도에 따른 검출영역의 너비 변화를 고려한  $T_{min}$ ,  $T_{max}$ 의 선정.

된 차선 모델은 그림 7(a)와 같이  $\rho$ 와  $\theta$ 로 표현될 수 있다. 차량의 좌우 중 한쪽에 차선 모델이 2개 이상 같이 있는 경우에는 이들 차선 모델들 중 차량과 가장 가까운 모델을 최종차선으로 선정한다.(그림 5(c))

B. 차선 추적

차선 변경 등의 차량의 움직임에 따라 측정되는 차선 각도( $\theta$ )와 차량으로부터의 거리( $\rho$ )가 변하게 되는데, 검출된 최종 차선 정보를 기반으로 칼만 필터를 이용하여 이러한 변화를 부드럽게 추정한다. 점선 영역과 같이 차선이 검출되지 않은 경우에는 칼만 필터를 이용하여 예측한 정보로 차선을 추적하지만 오랫동안 검출에 실패할 경우 차선이 실제로 존재하지 않는다고 판단하여 추적을 수행하지 않는다.

5. 실험결과 및 분석

본 논문에서 제안하는 방법을 검증하기 위하여 4대의 어안렌즈가 장착된 차량으로 고속도로와 일반도로를 주행하여 주행 시 차량 주위 전방향 영상정보를 취득하였다. 맑은 날씨에 촬영하였으며, 고속도로에서는 80km/h, 일반도로에서는 60km/h의 속도로 주행하였다. 촬영한 영상을 차선 상황별로 2분 길이의 동영상으로 편집하였다. 총 3개(고속도로 2개, 일반도로 1개)의 동영상을 취득하였고, 이들 구간을 표 1과 같이 분류하였다. 일반도로에서는 실선 차선만 존재하는 구간이 없기에 따로 분류하지 않았다. 아래 과정을 통해 제안하는 방법의 정확도를 검출하였다.

A. 차선 기준 정보(Ground Truth) 생성

차선 검출 정확도를 측정하기 위해 차선 검증 정보의 생성이 필요하다. 본 논문에서는 정합영상 모든 프레임의 특정 3개의 행(그림 8(a))을 프레임 순서대로 쌓아 각 행에 대응되는 3개의 TS(time-sliced) 영상(그림 8(b))을 생성한다. 각 TS영상에서 사용자 입력과 spline 보간을 이용하여 모든 프레임에서 지정된 행에 대한 차선 기준 위치를 알아낸다(그림 8(c)). 이들 정보를 원본 영상에 매핑하고 추세선을 구하여 차선 기준 정보를 생성한다(그림 8(d))[5].

B. 정확도 측정

차선 감지의 정확도는 기준 정보와 감지된 차선 정보가 전방 20m 거리 이내에서 20cm 이내의 오차를 보일 때 제대로 검출한 것으로 판

도로 구간 정보	검출 정확도(20m 이내)
고속도로 실선 구간	99.57%
고속도로 점선 구간	89.68%
일반도로 점선 구간	91.28%

표 1. 구간별 차선 검출 정확도

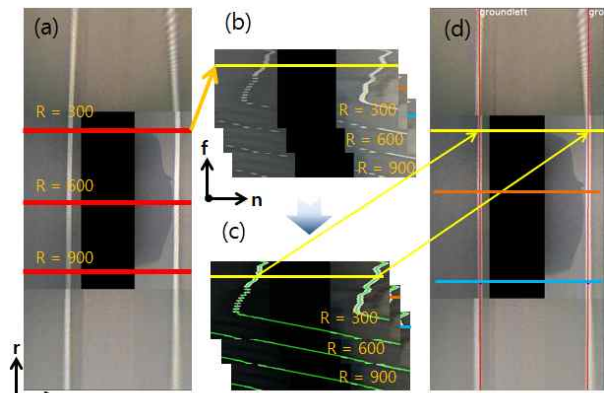


그림 8. (a) 정합 영상의 지정된 행, (b) TS 영상, (c) 각 행에서의 차선 기준 정보 생성, (d) 생성된 기준 정보를 원본 영상에 매핑

단하였다. 도로 구간별 차선 검출 정확도는 표 1과 같다.

표 1의 결과에서 실선 구간에 비해 점선 구간의 정확도가 현저히 낮은 이유는 차선이 존재하지 않는 영상이 지속적으로 나타나면서 칼만 필터를 이용한 차선 추적이 의존하는 구간이 많기 때문이다. 특히, 점선 구간 중 차선이 존재하지 않는 영역에서 차량이 차선 변경을 할 경우 효과적으로 추적하는데 어려움이 발생한다.

6. 결론

본 논문에서는 차량에 부착된 4대의 어안렌즈 카메라로 차량 주위 전방향을 촬영하여 하나의 정합영상을 생성하고, 이 영상에서 차량 주위 근거리 정보로 차선을 검출하는 알고리즘을 제안하였다. 이에 따라 기존에 안개와 같이 가시거리가 짧아지는 상황에서 차선 검출이 가능하였고, 실험결과를 통해 제안하는 방법이 실선 구간에서는 안정적으로 검출한다는 것을 알 수 있었다. 점선 구간에서는 실선 구간에 비해 상대적으로 낮은 정확도를 보이는데, 이는 차선 정보가 지속적으로 존재하지 않는 점선 구간에서 추적 알고리즘이 차량의 움직임에 빠르게 대응하지 못하기 때문이다. 향후 차량의 조향 정보를 추적에 활용하여 더욱 안정적이고 높은 차선 검출 정확도를 획득하는 알고리즘을 연구할 예정이다.

참고문헌

- [1] 2010년 OECD 회원국 교통사고 비교, 교통안전공단 제공.
- [2] M. Schönbein, Bernd Kitt and Martin Lauer, "Environmental Perception for Intelligent Vehicles Using Catadioptric Stereo Vision Systems," Proc. of European Conference on Mobile Robots, 2011.
- [3] J. J. Yebes, Pablo F. Alcantarilla and Luis M. Bergasa, "Surrounding View for Enhancing safety on vehicle," Proc. of IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2012.
- [4] M Friel, C Hughes and P Denny "Automatic calibration of fish-eye cameras from automotive video sequences," Proc. of IET, Intelligent Transport System, 2010.
- [5] A Borkar, Monson Hayes and Mark T Smith, "A Novel Lane Detection System With Efficient Ground Truth Generation," Proc. of IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems, 2012.
- [6] 배천수, 이종화, 조상복 "형태학과 색상 정보를 이용한 차선 인식 알고리즘," Proc. of 전자공학회, 2011.
- [7] 김병현, 한영준, 한현수, "무어-네이버 에지추적 알고리즘을 이용한 차선검출기법," Proc of 대한전자공학회, 2008.
- [8] 이초일, 김병수, 김희율 "도로환경변화에 강인한 차선검출 및 추적방법," Proc. of IPIU, 2012.
- [9] Z. Kim, "Robust Lane Detection and Tracking in Challenging Scenarios," Proc. of IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems, 2008.