

# 그룹별 블록 스네이크와 영상 분할을 이용한 다차선 검출 알고리즘

박성우, 장 옥, 윤현희, 이웅주  
동명정보대학교 정보통신공학과  
e-mail : [ejlee@tmic.tit.ac.kr](mailto:ejlee@tmic.tit.ac.kr)

## Multi-Lane Extraction Algorithm Using Grouped-Block Snake and Image Segmentation

Sung-Woo Park, Wook Jang, Hyun-Hee Yun and Eung-Joo Lee  
Dept. of Information Communication Eng., TongMyong Univ. of Information Technology

### 요 약

본 논문에서는 블록 스네이크와 영상 분할을 이용한 차선 검출 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘에서는 기울기값과 명암도값으로 차선이 존재 할 가능성이 가장 높은 기초 블록을 얻고, 기초 블록으로부터 차선일 가능성이 높은 블록을 탐색하여 영상 분할을 수행 한다. 영상 분할에서 일정한 기울기와 명암도를 가지는 잡음 블록들을 제거하여 차선일 가능성이 가장 높은 블록들만이 검출 되고, 그룹 블록 스네이크를 이용하여 잡음이 제거된 차선을 효과적으로 검출하는 방법을 제시한다.

### 1. 서론

최근 영상 인식에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 사람이 직접 검출하고 판단하는 것에서부터 자동적인 물체 형태 인식과 공간에서의 불량품의 판단, 그리고 도로의 형태나 상황 검지 등과 같은 분야에 대한 연구가 이루어지고 있다. 또한 인식분야에서 핸들 없는 차, 음성 인식으로 조정되는 차와 같은 여러 가지 형태의 자동적인 인식은 우리의 삶을 좀 더 편하게 만들 것이다. 그러기 위해서는 영상을 보고 자동적으로 판단하는 영상인식은 필수적이다.

현재 전 세계적으로 이 분야의 연구는 활발히 진행되고 있으며 지속적인 발전으로 인해 커다란 성과를 이루고 있다. 지금까지 연구사례를 살펴보면 북미의 IVHS(Intelligent Vehicle Highway System), ITS(Intelligent Transport System)등이 있으며, 유럽에서는 PROMETEUS, EUREKA 등이 국가와 민간 기업, 대학 연구소들이 연계하며 주도적으로 연구하고 있다. 또 일본은 ASV (Advanced Safety Vehicle)를 정부와 자동차 회사가 연계하여 연구하고 있다. 이들 연구의 방향은 특징치를 기초로 하여 차선을 검지 하는 연구와 모델을 기초로 하여 차선을 검지 하는 방법으로 나눌 수 있다. 일반적으로 차선 추출하는 방법으로는 Kahn,

Kitchen & Riseman (1989)의 영역분할 후 동일한 영역을 그룹핑하여 차선 추출하는 방법[1], 일본 도요다의 Satonaka (1995)의 하프 변환 사용 직선 검출, 동심원을 이용하여 곡선 검출하는 방법[2], Schaaser & Thomas의 물체 인식을 기초 한 차선 검지 하는 방법[3] 등이 있다. 그러나 이러한 방법은 노이즈와 복잡한 영상에서의 차선 검지에 어려운 문제점이 있다. 여기에서 제안된 알고리즘은 잡음의 효과적인 제거와 오 검지를 효과적으로 제거하기 위해서 기울기값과 영상의 명암도값을 이용한 블록 스네이크와 탐색을 사용한 영상 분할을 이용한다.

### 2. 그룹 스네이크와 영상 분할 알고리즘

#### 2.1 기울기 값과 크기로 초기 영역 설정

먼저 전체 영상 영역을 8x8 의 일정한 크기로 나눈다. 각 영역에서 기초 정보를 가지고, 확률적 접근 방식을 이용하여 차선일 가능성이 높은 영역을 추출한다. 확률적 접근 방법으로는 Bayes Decision Rule 을 사용하며, 식(1)과 같이 초기 확률 P(W)와 차선일 가능성이 높은 P(X/W)에 의해서 사후 확률 P(W/X)로 변환 된다.

$$P(W/X) = P(X/W) * P(W) \quad (1)$$

여기서 X는 영상에서 얻어지는 정보, W는 인식하고자 하는 차선이다.

기초영역의 정보는 기울기 방향의 크기를 계산하기 위해서 3x3의 컨버루션 마스크인 소벨(sobel) 1차 미분을 사용하였다. 본 논문에서는 전체 영상 영역을 8x8의 크기로 일정하게 나누어 이들 블록을 기본 단위로 하여 정확한 차선 인식을 위해 초기 단계의 차선이 존재할 가능성이 높은 영역을 먼저 인식한다. 영상 영역을 일정한 크기의 영역으로 나누는 것은 블록 내의 작은 잡음 경계들을 제거하여 잡음의 영향을 줄이고 계산량의 감소를 위한 것이다. 일반적인 도로 형태는 직선도로와 곡선 도로와 같이 나눌 수 있다. 곡선 도로의 히스토그램과 직선 도로의 히스토그램은 기울기가 있는 차선 부분에서 최대치를 가진다[4]. 본 논문에서와 같이 카메라를 차의 정면에 놓고 보면 차선의 형태가 곡선이든 직선이든 거의 직선 도로의 영상에 가깝다. 기울기 크기값을 그대로 이용하면 전체 영상의 계산 값이 커지므로 경계값을 최대 255에서 100으로 하여 불필요한 영상을 제거 하였다. 그리고 방향별 크기값을 그대로 이용 했을 때에는 많은 계산 시간과 계산 값을 이용하기가 어려움으로 방향별 기울기값을 16 등분으로 나누어서 그 값에 대응하는 가장 가까운 값을 사용한다. 그리고 8x8 영역에서 각 픽셀을 16 등분된 방향별 각도에 따라 기울기 크기값을 누적 할 때 크기값이 제일 큰 방향이 차선일 확률이 높다. 그러나 단순히 방향별 크기의 합이 제일 큰 것이 그 영역에서 차선을 포함하고 있다고 보기에는 부족하다. 주위 배경에서도 이러한 값을 가질 수 있다. 예를 들면, 지평선, 보도 블록, 전신주 등 예상 할 수 없는 많은 형태들이 있다. 그래서, 누적 된 가장 큰 값의 밀집정도를 판단하여 제거하기 위하여 식(2)의 평균과 식(3)의 분산을 사용한다.

$$\mu_{Gm} = \frac{1}{N_{total}} \sum_{i=1}^{16} Gm(i) \quad (2)$$

$$\sigma_{Gm} = \frac{1}{N_{total}} \sum_{i=1}^{16} (\mu_{Gm} - Gm(i))^2 \quad (3)$$

여기서  $N_{total}$ 은 영역안의 픽셀수,  $\mu_{Gm}$ 는 방향별 크기값 평균,  $\sigma_{Gm}$ 는 방향별 크기값에 대한 분산이다.

기울기 방향값 또한 16 등분으로 나누어서 가까운 값과 대응 시키고, 그 값을 누적 시킨다. 여기서도 가장 큰 값이 차선일 가능성이 높지만 주위 배경이 일정한 기울기 방향값을 가질 수 있기 때문에 식(4)의 평균과 식(5)의 분산을 사용하여 방향값이 커도 복잡한 형태의 영상영역은 제거한다. 그리고 수직과 수평 방향은 제거한다. 방향 성분의 최대 방향을 구한 후 최대 방향의 갯수가 전체 갯수에 미치는 확률을 계산한다. 방향별 각도에 따른 누적 화소 수가 많은 방향 영역이 차선일 가능성이 큰 방향이며 히스토그램의

방향별 누적 수의 분산이 큰 것이 차선일 가능성이 크다.

$$\mu_{Gd} = \frac{1}{N_{total}} \sum_{i=1}^{16} Gd(i) \quad (4)$$

$$\sigma_{Gd} = \frac{1}{N_{total}} \sum_{n=1}^{16} (\mu_{Gd} - Gd(n))^2 \quad (5)$$

여기서  $\mu_{Gd}$ 는 방향별 방향의 평균값,  $\sigma_{Gd}$ 는 방향별 방향의 분산 값,  $N_{total}$ 는 영역별 화소의 총화소 수이다.

이로써 기초 영역을 얻었다. 이 기초 블록으로도 간단한 영상의 차선을 충분히 인식 할 수 있다. 하지만 복잡한 배경 있는 영상의 차선을 인식 하기에는 한계가 있다. 그 중 한가지는 일정한 기울기 값과 일정한 크기 값을 가지는 배경이 있는 영상인데 예로는 전신주, 가로수, 보도 블록 등으로 일정한 거리에서의 영상에서는 오 검출 할 가능성이 높다. 이와 같은 형태의 잡음을 제거 하기 위하여 영상 분할을 한다.

## 2.2 영상 분할을 하기 위한 탐색

초기 차선 후보 영역을 얻은 후 이 초기 영역에 포함 된 잡음을 제거 할 필요가 있다. 차선 이외에는 잡음이라고 했을 때 나타나는 블록의 형태는 붙어 있거나 멀리 떨어져 있는 형태가 주를 이루고 있다. 그래서 조건을 주고 탐색을 했을 시에 차선의 형태를 가지는 블록들을 얻고 그 이외는 잡음으로 인식하고 제거 할 수 있다.

탐색 조건은 첫째로 탐색 범위로서 일정한 거리 안에 있는 블록만을 연결하고 그 이외의 블록은 연결 하지 않는다. 본 논문에서는 총 3 블록의 거리를 가진다. 둘째로 탐색 된 블록의 총 길이를 사용하며 탐색 시에 연결 되는 블록들의 길이가 일정한 길이를 가지 지 않으면 제거한다. 본 논문에서는 총 3 블록정도의 길이 이하면 제거한다. 셋째로 탐색 된 블록의 수를 이용하여 연결 되는 블록의 수가 일정한 개수 이상이어야 한다. 본 논문은 2개 이상일 때에만 탐색한다.

탐색 형태는 크게 두 부분으로 오른쪽 아래에서 부터, 또 왼쪽 아래에서 시작하며, 블록 검출 시작점을 중간부분으로 해서 오른쪽은 영상의 반 이전에서만 시작하고, 왼쪽은 영상의 반 이후에서만 시작한다. 시작 블록 이후의 블록 탐색은 오른쪽에서는 오른쪽과 위쪽 방향으로, 왼쪽에서는 왼쪽과 위쪽 방향만을 탐색한다. 이렇게 탐색 된 영상을 한 차선씩 분리 해 내고 분리가 끝나면 다시 하나의 영상에 더한다. 수행 결과 일정한 조건에 들지 않는 블록은 제거 되고 차선일 가능성이 가장 높은 블록만이 남게 된다. 그림 1(a)는 일반적인 도로 영상이다. 그림 1(b)는 기초 블록에서 탐색하여 얻은 첫번째 차선일 가능성이 높은 블록들이며, 그림 1(c) 두번째와 첫번째를 더한 영상, 그림 1(d)는 세번째를 더 한 영상이며, 특히 세번째는 오른쪽 아래에서 시작되는 탐색 형태를 가진다. 탐색 형태별로 여러 번 탐색이 수행되며 블록이 없으면 중지한다.

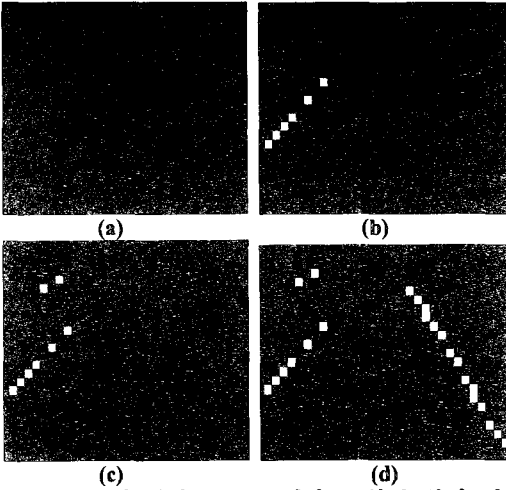


그림 1. 분할 영상: (a)도로영상 (b)블록 분할 첫 번째 (c)블록 분할 두 번째 (d)블록 분할 세 번째

블록의 총 길이를 구하기 위하여 블록과 블록, 또는 끝과 끝을 연결한다. 그 사이에 포함되는 모든 블록은 차선일 가능성이 높다. 그림 2는 탐색한 블록의 총 길이를 나타내는 두 가지 방법으로 그림 2 (a)는 블록의 끝 점과 끝 점을 연결하여 픽셀을 카운트하여 총 길이를 나타냈고, 그림 2 (b)는 블록과 블록간을 연결하여 총 길이를 나타낸 것이다. 본 논문에서는 보다 정확하게 블록의 총 길이를 평가 할 수 있고, 이 정보를 이용 할 수 있기 때문에 그림 2 (a)의 방법을 선택하였다.

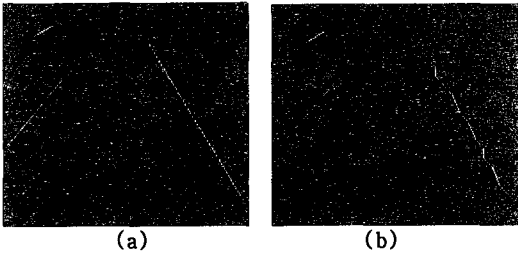


그림 2 블록의 전체 길이:(a)끝과 끝을 연결 했을 때 블록 총 길이(b)블록 간을 연결 했을 때 총 길이

블록의 총 길이가 짧은 것은 잡음 일 가능성이 높다. 또한 단독으로 존재하는 블록은 잡음일 가능성이 아주 높다. 본 논문에서는 단독으로 픽셀 수 64 개 이상 떨어진 블록은 잡음으로 정하였다. 또, 탐색 시에 단독으로 존재하는 블록, 즉 연결 블록이 없는 블록은 잡음으로 인식 제외된다. 블록이 두 개 이상 존재 하더라도 그 블록들의 총 길이가 14 픽셀 이하이면 역시 잡음으로 인식하고 제외된다.

본 논문에서 제시한 알고리즘은 그림 3 (a)와 유사한 형태로 카메라에서 영상을 취득 할 시에 효과적이다. 하지만 그림 3 (c)와 유사한 상황도 발생 할 것이다. 그림 3 (a)영상과 그림 3 (c)영상은 일반적

으로 발생 할 가능성이 높은 상황이며, 그림 3 (b)와 (d)영상은 잡음이 제거된 차선의 탐색 길이를 나타낸 영상이다. 잡음제거를 하기 위한 처리 시간은 기초 블록의 총갯수에 의해서 결정되지만 큰 차이를 보이지는 않는다.

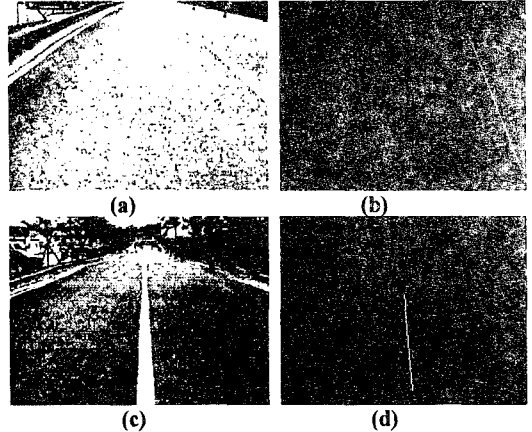


그림 3. 도로 영상: (a)원 영상 (b) (a)탐색 후의 영상 (c)배경이 조금 있는 원 영상 (d) (c)탐색 후의 영상

#### 2.4 블록 스네이크 알고리즘

레이블링은 스네이크를 하기 전 단계이다. 그림 4 (b)는 레이블링 된 도로의 영상이다. 레이블링은 연결성을 갖기 위해서 사용 되었다[5].

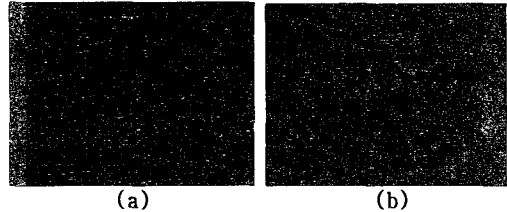


그림 4. 레이블링 영상 (a)원 영상 (b)레이블링 영상

스네이크의 에너지는 내부 에너지와 외부 에너지의 두 가지 항목으로 구성되어 있는데 내부 에너지는 8x8 영역내에서의 방향 항목이며 외부 에너지는 8x8 영역간의 관계를 나타내는 항목이다. 본 논문에서 사용되어진 스네이크 에너지는 다음과 같은 3 가지 항목을 갖는다. 첫째, 기준 영역의 영역 내 최대 경계 방향과 기준 영역과 탐색 되어지는 영역을 연결하는 직선의 각도 차이를 나타내는 연결 직선 방향 항목. 둘째, 기준 영역과 탐색 되어지는 영역과의 영역 내 최대 경계 방향의 차이로 표현되는 영역 경계 방향 항목. 셋째, 영역 연결 직선상의 기울기 크기의 합으로 표현되는 경계 크기 항목 등이다.

본 논문에서는 이러한 계산량의 중대, 다차선 검지의 문제를 해결하고자 새로운 그룹화된 영역 탐색 방법을 제안하였다. 이 방법은 전체 영상이 256x256 을 8x8 로 그룹화 시켜 32x32 영상으로 만든다. 32x32 영

상은 본 논문에서 제시한 상위 알고리즘에 의해 조건에 만족되는 픽셀은 '1'로 그렇지 않는 경우는 '0'으로 채워져 있다. 이 영상을 대상으로 레이블링하여 각 인접한 화소들을 그룹화 시키고, 각 그룹별로 스네이크 알고리즘을 적용하여 차선을 추출하였다[6].

전 영역 탐색 방법에 비해 그룹화 탐색 방법의 장점은 그룹별로 탐색이 수행되어 오검지의 가능성을 줄일 수 있고, 그룹화시 오동작을 일으킬 수 있는 연결 고리를 사전에 자름으로써 안전한 탐색이 가능하다는 것이다.

탐색 블록간의 연결 시에는 탐색된 영역의 기하학적 중심을 블록 내의 최대 기울기 크기 포인트로 이동시킨 후 이 점들을 연결하여 실제 차선에 근접한 직선 연결이 가능하다. 즉, 실제 차선의 경우 상당히 큰 기울기 크기를 가지고 있기 때문에 이러한 연결점이동으로 차선 검지의 정확성을 높였다. 단순히 차선의 기하학적인 중심거리의 연결은 실제의 차선에서 벗어나 존재할 가능성이 있으나 이를 블록 내의 최대 기울기 크기 포인트로 이동한 후 연결 시키면 실제 차선에 근접한 결과를 얻을 수 있다[7].

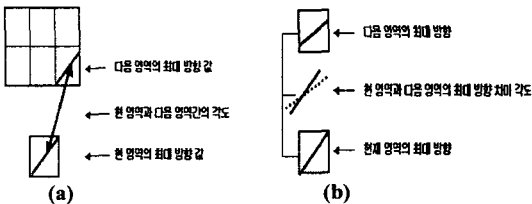


그림 5. (a) 8 x 8 영역간 내부 진행 방향과 두 영역간의 방향을 통한 탐색 방법. (b) 8 x 8 영역의 중심 위치 탐색.

영역 스네이크의 전체 알고리즘.

1. 소 그룹화된 첫번째 그룹의 시작위치로 이동한다.
2. 현재 영역 안에서의 최대 방향값과 다음 탐색 영역의 최대 방향값과의 각도를 나타낸다. 그림 5 (a)는 이를 표현한 것이다.
3. 기존 블록과 탐색 되어지는 블록과의 블록 내 최대 경계방향의 차이로 표현되는 블록 경계 방향 항목을 나타낸다. 그림 5 (b)는 이를 표현한 것이다.

내부 snake energy 를 수식으로 표현하면 식 (6) 과 같다.

$$E_{int} = \cos(\theta_1) + \cos(\theta_2) \quad (6)$$

여기서  $\theta_1$  는 현 영역의 최대 방향값이며,  $\theta_2$  는 검색될 방향의 최대 방향값이다.

### 3. 실험 결과 및 검토

본 논문 실험에 사용한 기기는 PULNIX 사의 디지털 카메라와 IBM-PC / Pentium 500 이고, CCD 카메라를 통하여 실시간으로 움직이는 도로상의 동영상을 실험 영상으로 사용하였으며, 영상 입출력을 위하여  $\mu$ -tech 사의 MV1000 보드를 사용하였다. 구현을 위해서

Microsoft C++ 6.0 프로그램을 사용하였다. 영상은 직선 도로 영상, 곡선 도로 영상을 대상으로 Digital CCD 카메라로 입력 받았다.

본 논문에서는 기존의 모델을 기반으로 한 차선 인식의 문제점인 계산량 증대에 따른 차선 인식의 처리시간 문제점과 특징치를 기초로 한 차선 인식의 문제점인 곡선 도로의 검지 및 끊어진 도로의 검지 문제, 잡음 경계의 문제, 또 하프변환을 사용하여 잡음 제거 시의 다차선 오 검출을 해결하고자 영상 분할과 확률적 접근법을 사용하여 확률적인 차선 존재 영역의 검지를 할 수 있도록 하였다.

확률적 접근 방법은 화소 단위가 아닌 8x8 영역 단위로 이루어져 계산량의 단축과 영역 내 작은 잡음의 영향을 배제하는 장점을 보였다. 전 영역 탐색 알고리즘의 단점인 복잡한 알고리즘과 오검출의 가능성을 줄이기 위해서 영상 분할 알고리즘을 적용하였다. 영상 분할 시의 탐색 시간은 블록으로 탐색하므로 계산 시간은 전체 영상을 탐색하는 시간보다 많이 줄어든다. 스네이크의 구성으로 기존의 포인트 스네이크 즉 모든 픽셀을 통한 검출에 비해 노이즈에 강하고 또한 계산량을 줄일 수 있는 효과를 보였다. 본 논문은 영상 분할 형태를 통해 효과적으로 차선을 검출할 수 있는 장점을 가지고 있다.

### 4. 결론

본 논문에서는 전체 영상을 8x8 영역으로 분할한 후 차선일 가능성이 높은 후보영역을 추출하고 영상 분할을 해서 비교적 간단한 배경을 제거 시키고 레이블링과 블록별 스네이크를 수행하였으며, 스네이크 과정을 각 블록별로 수행하여 차선 추출 시간을 향상시키는 방법을 사용하였다. 본 논문은 잡음을 제거한 효과적인 차선 추출에 관한 알고리즘이다. 그러나 복잡한 배경 영상에서의 차선 추출은 더 많은 연구가 있어야 하며, 그룹화 스네이크는 블록으로 이루어지기 때문에 계산 시간은 빠르지만 검출율은 떨어지므로 이 또한 연구 과제라고 생각 된다.

### 참고문헌

- [1] Kahn, Kitchen & Riseman, A Fast Line Finder for Vision Guided Robot Navigation, 1989.
- [2] Satonaka, A Study of Sensor Fusion Technology for Collision Avoidance System, 1995.
- [3] Schaaser & Thomas, Finding Road Lane Boundaries for Vision-Guided Vehicle Navigation, 1987.
- [4] Brian Burns, Allen R. Hanson, "Extracting Straight Lines", IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.no.4, pp.425-434, July, 1986.
- [5] Hironobu Takahashi and Fumiaki Tomita, "Fast Region Labeling with Boundary Tracing", IEEE ICIP'89, Singapore, pp. 369-373, 1989.
- [6] M.Kass, A.Witkin and D.Terzopoulos, "Snakes:Active Contour Models", International Journal of Computer Vision, Vol.1, pp321-331, 1987.
- [7] Jae Ho Na, A Study on Multi-Lane Detection using Block Snakes, 1997.