

# 에지정보와 Scale Space 필터를 이용한

## 특징점 추출 기법

김정학<sup>0</sup>, 박영태  
경희대학교

sharp206@kvision.khu.ac.kr, ytpark@khu.ac.kr

### Scheme about extracting feature points

by using edge information and Scale Space Filtering

Joung Hag Kim<sup>0</sup>, Young Tae Park

Kyung hee Univ.

#### 요 약

동영상에서 특정 물체를 추적하기 위하여 여러 가지 알고리즘이 적용된다. 그 중에서 특징점을 추출하고 정합하여, 움직이고 있는 물체를 추적하는 방법을 소개한다. 특징점을 추출하는 방법 중에서 에지정보를 이용하는 방법과 직접 이미지에 접근하는 방식이 있다. 본 논문에서는 물체의 에지정보를 이용하여 특징점을 추출하는 기법을 제안한다. 널리 이용되고 있는 Canny Edge Detection<sup>(1)</sup> 알고리즘 이용, 에지를 얻게 되는데, 여기서 특징점 추출에 오류를 발생시킬 수 있는 경우에 대비하여 에지를 보정하고, 결과의 에지에서 특징점을 추출한다. 보정된 에지정보에서 시작점, 끝점, 둘 이상의 에지가 모인 분기점과 굴곡률이 극부 최대인 지점을 찾아 특징점을 추출한다.

#### 1. 서론

기존의 많은 물체 추적 기법이 존재한다. 간략히 소개하자면, 동영상에서 이전 프레임과 현 프레임간의 차이를 이용하여 이동하는 물체를 인식하여 그 차영상으로 추적하는 기법과, 광류를 이용하여 움직이는 물체를 인식, 추적하는 기법이 있다. 차영상을 이용하는 방법은 두 물체가 겹치는 경우 오류가 발생하는 문제가 있고, 광류를 이용한 방법은 실시간으로 처리하기 힘든 문제가 존재한다. 따라서 각 프레임에서 특징점을 추출, 정합하여 물체를 인식, 추적하여 영상에서 물체의 모양이 변하거나, 겹치더라도 정합된 특징점에 의해 오류 없이 추적 가능하다. 본 논문에서는 이 특징점 정합에 의한 영상 추적 이미지에서 에지 성분을 추출하여 특징점을 검출하는 방식을 이용한다. 에지 정보를 검출하기 위해 Canny Edge Detection<sup>(1)</sup> 알고리즘을 사용한다. 하지만 그 에지 정보에서 바로 특징점을 추출하기에 많은 오류가 발생할 가능성이 있으므로, 에지보정 과정을 거쳐 좀더 원래 물체에 가까운 에지정보를 얻는다. 그 다음으로 보정된 에지정보로부터 굴곡률을 구하여 특징점으로 사용가능한 지점을 찾아낸다. 굴곡률을 구하는 알고리즘에는 CSS<sup>(2)</sup>(Curvature Scale Space)와 k-cosine가 있다. 본 논문에서 적용할 알고리즘은 k-cosine으로써, 에지 보정에 의해 얻어진 물체의 각 경계점에서의 굴곡률을 구한다. 이렇게 구해진 각 경계점의 굴곡률을 서로 비교하여 극부 최대인 지점을 찾아내어 특징점을 추출해 낸다.

#### 2. 제안된 알고리즘

기존의 알고리즘에서 동일하게 에지를 추출하여 특징점을 추출하는 기법이 소개된 바 있다. 본 논문에서는 추출된 에지에서 원 영상의 물체의 윤곽에 가까운 에지를 얻기 위해 에지 보정 과정을 거쳐 더욱 정확한 특징점을 추출할 수 있다.

#### 2.1 에지 검출

에지 검출하기 이전에 mean filter를 사용하여 노이즈에 강한 에지 검출을 한다. 사용되는 에지 검출할 알고리즘으로서, 일반적으로 널리 사용되는 Canny Edge Detector를 사용하게 되는데 영상의 전체적인 밝기와 선명도에 따라 가우시안 함수의 표준편차( $\sigma$ )값을 변경하며 가장 적절한 에지를 추출해낸다. 추출된 에지는 부분적으로 끊기거나 자연스럽게 연결되어 있지 않은 경우가 있다. 이러한 경우에 에지보정을 하게 된다.

#### 2.2 에지 보정

그림 1은 영상에서 Canny Edge Detection 알고리즘을 이용하여 에지를 검출한 것이다.



그림 1 에지를 검출한 결과

현재 Canny 알고리즘을 이용하여 검출된 에지에서 특징점 검출하려고 할 때 그림 1과 같이 많은 오류를 발생한 것을 볼 수 있다.

- 1) 노이즈가 에지로 검출된 경우. 즉, 길이가 짧은 에지
- 2) 하나의 픽셀로 이어지는 분기점.
  - 분기점으로 인식되어 잘못된 특징점으로 된다.
- 3) 연결이 끊어진 경우
  - 그 끊어진 에지의 끝점이 특징점으로 판정될 오류가 발생한다.
- 4) 45도 기울기의 에지의 세선화가 되지 못한 경우
  - 불필요한 경계점이므로 오류가 생길 수 있다.

발생 가능성 있는 네 가지 오류를 수정하기 위해 에지보정 과정을 거치게 된다. 첫 번째 오류인 노이즈가 에지로 검출된 경우에는, 그 길이가 매우 짧기 때문에 그 길이가 일정 이상이 되지 못하면 노이즈로 판정, 제거하도록 한다. 하나의 연결된 에지의 경계점들의 개수를 계산하여 일정값 이하이면 제거하도록 한다.

두 번째 오류인 하나의 픽셀로 인해 분기점이 생기는 경우인데, 영상 전체를 검색하여 3×3의 마스크로 된 그림 2와 같은 네 가지 모델 중 한가지와 일치한다면 들출된 픽셀을 제거한다.



그림 2 에지 보정을 위한 마스크

세 번째 오류의 경우에는 끊어진 지점을 이어 붙여, 불필요한 특징점이 검출되지 않도록 한다. 일단 에지가 추출된 영상에서 끊어져 있는 경계점을 찾아 그 끝점에 연결된 일정길이의 경계점에서 기울기를 구한다. 기울기의 방향으로 일정길이 이내에 경계점이 존재한다면 그 지점까지 에지를 연장한다.

그림 3과 같이 끊어진 경계점을 연결하게 되는데, 여기서 끊어진 경계점 다섯 픽셀을 추출하여 그 기울기를 구하고, 그 기울기 방향으로 하여 일정거리이내에 또 다른 경계점이 존재한다면 끊어진 경계점을 그 지점까지 연장하게 된다. 검은 부분은 보정 하기전의 추출된 경계점이고, 빗금 친 부분은 끊어진 경계점이며, 회색 부분은 확장되어 다른 경계점에 연결된 경계점들이다

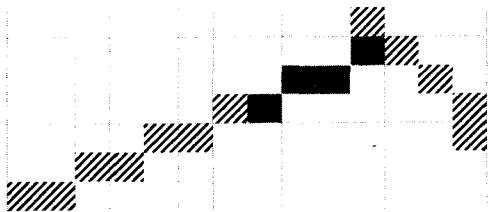


그림 3 끊어진 경계점 연결

네 번째 경우에 45도 각으로 기울어진 물체의 윤곽선부분에서의 경계점은 중복되어 불필요한 경계점을 가지게 된다. 아래 그림 3과 같이 불필요한 경계점을 제거하여 보다 정확한 특징점 추출을 가능하게 한다.

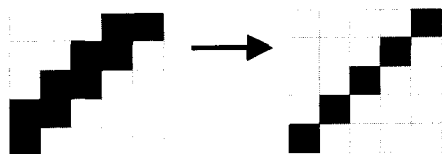


그림 4 45도의 경계점에서 불필요한 경계점 제거

2.3 에지 연결점 Grouping

하나의 연결된 에지 성분은 하나의 물체의 윤곽선인 것으로 보고 그 연결선의 좌표 정보를 읽어온다. 그리하여 시작점, 분기점, 끝점을 각각 특징점으로 정하고, 그 점들 사이에 존재할

수 있는 특징점 즉, 굴곡률이 국부 최대인 점을 찾게 된다. 다음은 위의 세 가지 오류를 수정한 후의 결과 영상이다.



그림 5 에지보정

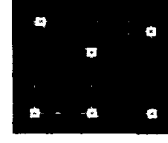


그림 6 특징점

2.4 에지정보의 굴곡률 계산

하나의 물체에서 얻어진 에지의 정보를 이용하여 여러 에지가 모이는 분기점과, 굴곡률이 국부 최대인 지점을 특징점으로 지정한다. 여기서 굴곡률을 구하는 k-cosine<sup>(3)</sup> 알고리즘에 대해서 소개하자면,

경계점 집합:

$$C = \{ p_i = (x_i, y_i) \mid i = 1, \dots, n \} \quad (1)$$

여기서  $p_i$ 는  $i$ 번째 경계점을 말하고,  $k$ 는 굴곡률을 구하기 위해  $i$ 번째 경계점에서 떨어진 거리를 말한다. 각 경계선의 굴곡률의 계산은 그림 5와 같이 쉽게 설명할 수 있다

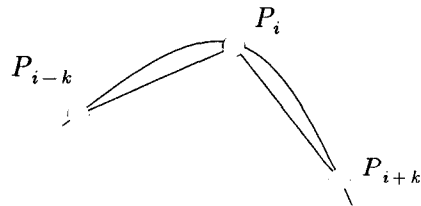


그림 7 각 경계선의 굴곡률 계산

각 경계점의 k-cosine 값은 식-2에 의해 구해진다.

$$k\cos(i) = \frac{\overrightarrow{P_{i-k}P_i} \cdot \overrightarrow{P_{i+k}P_i}}{|\overrightarrow{P_{i-k}P_i}| \cdot |\overrightarrow{P_{i+k}P_i}|} \quad (2)$$

2.5 Scale Space Filter

그림 5의 이미지에서 검출한 에지정보에서 각각 k=3부터 15까지 증가시켰을 때의 굴곡률을 계산하여 국부 최대인 경계점을 표시한 것이다.

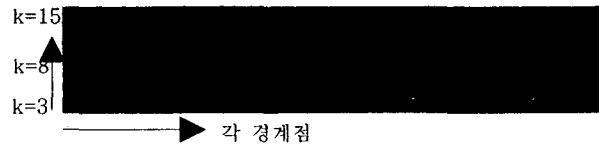


그림 8 각 k값에 따른 특징점 분포



그림 9 Scale Space Filter를 이용한 특징점 추출

물체의 크기와 복잡도에 따라 물체를 정확히 묘사하기 위해  $k$ 값의 적절한 선택이 필요하다. Scale factor  $k$ 를 증가시키면서  $k$ 값의 변화에 불변하는 특징점을 추출한다. 그림 8에서  $k$ 값의 증가에 따른 특징점을 볼 수 있다. 그림 9는  $k$ 값의 변화에도 불변하는  $k$ 값을 선택하여 특징점을 추출한 것이다.

### 2.6 특징점 추출

2.5에서 계산된 각 경계점의 굴곡률을 바탕으로 이미지의 특징점을 추출하게 된다.

## 3. 결론

### 3.1 결과영상

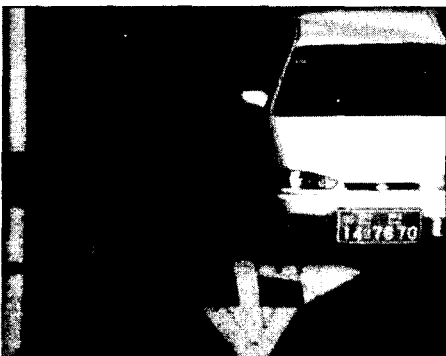


그림 10 원 영상

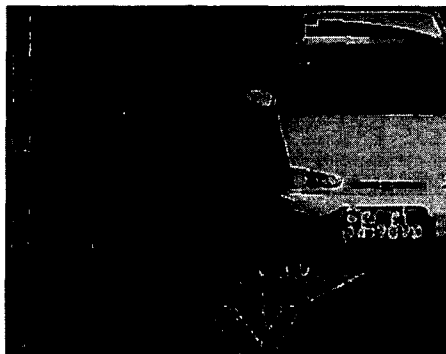


그림 11 원영상과 에지정보와의 비교



그림 12 원영상에서 특징점 추출된 결과

### 3.2 타 알고리즘과의 비교

본 논문에서 제안된 알고리즘 사용하여 영상에서 특징점을 검출한 결과 본 알고리즘은 영상의 에지정보에 의존하여 특징점을 검출하게 됨으로 정확한 에지 검출이 되어야 하며 검출된 에지 정보에서 적절한 Scale factor  $k$  값을 구하여 특징점을 구하게 된다. 이러한 특징으로 하여 영상에서 생길 수 있는 노이즈에 보다 강건할 수 있고, 물체 윤곽에 충실한 특징점을 추출할 수 있다.

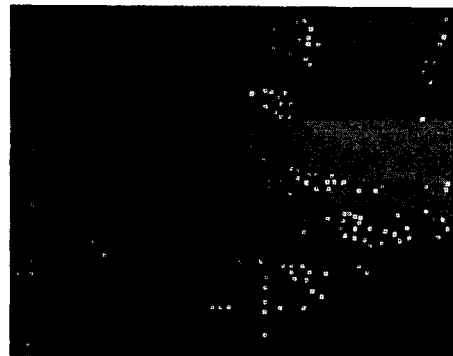


그림 13 Susan Detector를 이용한 특징점 추출

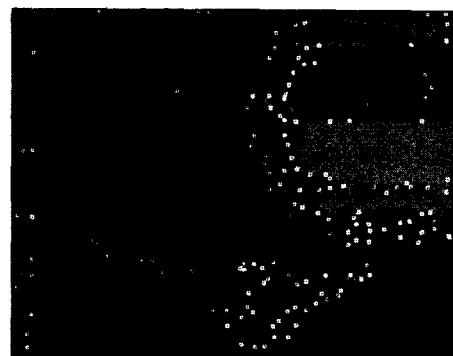


그림 14 Harris Detector를 이용한 특징점 추출

## 4. 참고문헌

- (1) J. Canny A Computational Approach to Edge Detection, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol 8, No. 6, 679-698, 1986.
- (2) Mokhtarian, F. and A. K. Mackworth. Scale-Based Description and Recognition of Planar Curves and Two-Dimensional Shapes, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 8, no. 1, pp. 34-43, 1986.
- (3) A. Rosenfeld and E. Johnston. Angle detection on digital curves. *IEEE Trans. Computers*, 22:875-878, 1973.