

분할 영역 특성을 이용한 특징점 추적 기법

이대호^o 박세제 박영태
경희대학교 전자공학과

{nize, spark}@kvision.kyunghee.ac.kr, ytpark@khu.ac.kr

Feature Point Tracking using Subregion Features

Daeho Lee^o Seje Park Youngtae Park
Dept. of Electronic Engineering, Kyunghee University

요 약

본 논문에서는 연속된 프레임에서 특징점을 추출하고 특징점의 유사도를 Hough 공간에 누적하여 정확한 이동을 찾아내는 기법을 제시한다. 특징점은 에지의 시작점, 끝점, 분기점과 굴곡점을 사용한다. 정합을 위하여 특징점 주위의 평균 밝기, 굴곡점의 굴곡각을 이용하며, 물체 주위에 물체보다 특징이 강한 배경에 민감하지 않게 동작하기 위하여 Hough 공간상의 극대값들에 대하여, 분할 영역의 평균과 표준 편차를 비교함으로써 정확한 이동 경로를 산출한다. 제안하는 알고리즘을 실제 영상에 적용한 경우 배경의 특징이 매우 강한 경우 Hough 공간의 최대값을 찾는 기법이 해결할 수 없는 부분도 정확히 추적하는 결과를 보인다.

1. 서론

연속된 프레임에서 움직임을 추출하고 추적하는 기법은 무인 감시 카메라, 자동 분석 시스템에 적용될 수 있으며 도난 방지를 위한 감시 시스템, 교통 분석 및 신호 위반을 검지하는 단속 시스템[1] 등 다양한 분야에서 적용되고 있다.

움직임 정보를 산출하는 기법은 1) 배경 영상을 생성하여 현재 프레임과의 차를 계산하여 물체 영역을 산출하는 기법, 2) 연속된 프레임의 차이를 계산하여 움직임 영역을 산출하는 기법이 있다. 배경 영상을 이용하는 기법은 정확한 배경을 계속 수정해야 하는 단점이 있으며, 또한 겹쳐진 물체를 분리하기 위해서는 또 다른 기법을 적용해야 한다. 프레임간의 차이를 이용하는 방법은 차량의 움직임만을 알 수 있으므로 정지된 물체와 움직이는 물체가 가까이 있는 경우 정확한 추적이 어려운 단점이 있다. 특징점을 추적하는 기법은 두 가지 기법에서 물체의 특징점을 추출하여 물체의 이동을 추적함으로써 추적 과정에 생기는 물체의 겹침을 해결할 수 있다.

특징점의 검출은 강한 에지를 찾는 기법, 코너 부분을 검출하는 기법[2,3], 굴곡점을 찾는 기법[4] 등이 있으며 이러한 특징은 물체가 선명한 경우에는 정확히 드러나지만 물체가 배경과 비슷한 밝기를 가지는 경우에는 물체 영역에서 특징점을 적게 가지게 되므로 추적이 어려워진다.

특징점 정합은 각각의 특징점을 1:1 혹은 1:m으로 추적하거나 GHT(Generalized Hough Transform)에 의해 정합되는 특징점을 Hough 공간상에 누적하여 최대값을 가지는 위치로 추적할 수 있다.

본 논문에서는 현재 프레임의 에지를 산출하여 세선화된 에지의 시작점, 끝점, 분기점과 굴곡점을 특징으로 추출하며 다중 물체를 추적하기 위하여 정합도가 높은 특징점을 산출하여 Hough 공간에 누적하고 극대값을 가지는 위치를 찾아 움직임 후보 영역으로 지정한다. 움직임

후보 영역 중 최대 누적값을 추적 위치로 선택하는 경우에는 배경의 특징이 강할 때 잘못된 추적을 나타낼 수 있으므로 후보 영역을 k개의 분할 영역으로 나누어 분할 영역의 평균 및 표준 편차를 계산하고 이전 프레임 물체의 분할 영역의 특징과 비교하여 차이가 낮은 위치를 결정한다.

2. 특징점 추출

일반적인 특징점의 추출은 배경과 물체를 이분하여 물체의 외곽선의 굴곡점을 찾는다[4]. 그러나 이러한 기법은 정확한 물체와 배경의 이분이 이루어져야하므로 실제의 영상에 적용하기 어렵다.

명암도의 분해능을 크게 가지는 실제 영상에서 특징점을 찾는 기법은 코너점의 형태적 특징을 이용한 Morphological Corner Detection 알고리즘[2]과 USAN 영역의 크기를 이용하는 SUSAN(Smallest Univalent Segment Assimilating Nucleus) Corner Detection 알고리즘[3] 등이 있다. 이러한 기법은 모두 배경과 밝기가 비슷한 물체의 코너를 구분하지 못하며 배경에서도 강한 에지 성분이 있는 부분을 특징점으로 검출하게 된다. 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위하여 블록 이진화에 의해 구분하기 어려운 특징들을 드러나게 하고 이진화된 위치에 존재하는 에지 성분만을 검출하여 연결 영역을 검사함으로써 작은 연결 영역을 제거한다. 이러한 과정에서 생성된 영상은 거의 골격선 구조를 나타내지만 정확한 물체의 특징을 위해 골격선을 검출한다. 골격선의 검출은 Zhang-Suen의 알고리즘[5]을 사용한다. 골격선 영상에서 시작점, 끝점, 분기점, 굴곡점을 특징점으로 지정하고 추적 과정에서 정합을 위한 자료로 이웃화소들의 평균 밝기를, 굴곡점의 경우 굴곡각을 계산한다. 그림 1(a)는 실제 입력 영상을, (c)는 제안하는 기법에 의해 추출된 특징점을, (d)는 SUSAN Corner를 나타낸다. 그림 1과 같이 제안하는 기법은 다른 기법들과 달리 작은

연결 영역을 이루는 특징들은 제거되며 복잡한 영상에서도 물체 주위에서 많은 특징점을 가진다. 그림 1(b)와 같이 추적 대상 영역과 프레임간의 차에 의해 생성된 움직임 검출 영역에서만 특징점을 검사함으로써 계산량을 줄일 수 있다.

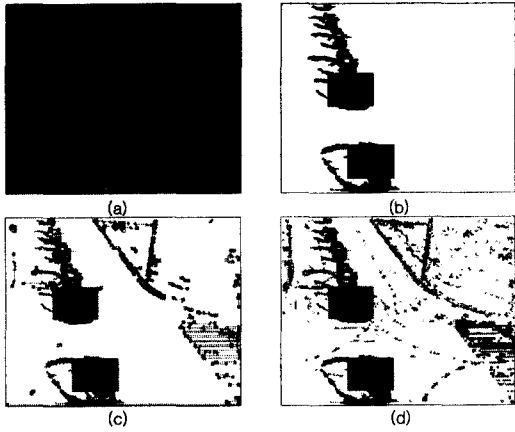


그림 1. (a) 입력 영상, (b) 움직임 영역과 추적 영역 (c) 제안하는 기법의 특징점, (d) SUSAN Corner

3. 물체의 추적

GHT 기법은 임의의 물체를 검출하기 위하여 임의의 물체의 특징을 Look-up Table로 생성하고 비교값을 Hough 공간상에 누적하여 최대값을 찾아 임의의 물체를 검출한다[6].

본 논문에서 제안하는 특징점 추적은 GHT를 사용하여 Hough 공간에 유사한 특징점의 좌표를 누적시키며 최대값을 찾지 않고 후보 위치를 검출하여 비정합율을 계산하고 최소의 비정합율을 가지는 후보 위치를 추적 위치로 결정한다. 그림 2(a)는 이전 프레임의 물체를 찾기 위한 누적된 Hough 공간이며 (b)는 상위 1%내의 위치 중 극대점만을 검출한 결과이다.

후보 위치에서 이동 위치를 판별하는 기법은 물체 영역의 통계적 특징을 사용한다. 통계적 특징은 영역내의 평균과 표준 편차를 사용하며, 전체 영역에 대한 통계적 특징은 물체의 특징에 대한 변별력이 적으므로 물체의 영역을 N×M의 분할 영역으로 나누어 통계적 특징을 계산한다. 본 논문에서는 N과 M은 4로 지정하여 사용한다. N과 M의 값은 너무 큰 경우 통계적 특징을 나타내지 못하며 너무 작은 경우 분할 영역의 특징을 가지지 못한다.

후보 위치 중에서 이전 물체의 통계적 특징과의 비정합율(γ)이 가장 낮은 위치를 이동 위치로 결정하며 비정합율은 식(1)과 같이 특징의 차이로 계산한다. 식 (1)에서 Me, Sd 는 분할 영역의 평균과 표준 편차이며 o, c 는 추적 물체와 후보 영역을 나타낸다.

$$\gamma = \left(\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M |Me_o(i, j) - Me_c(i, j)| + \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M |Sd_o(i, j) - Sd_c(i, j)| \right) \times \frac{1}{NM} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{256} \times 100 \quad \text{식(1)}$$

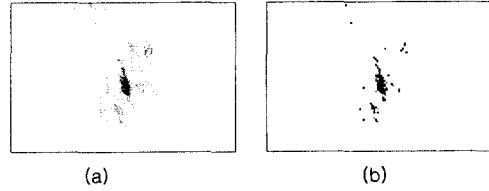


그림 2. (a) 추적에 의해 누적된 Hough 공간 (b) Hough 공간의 극대값(후보 위치)

4. 실험 결과 및 결론

경기도 분당의 교차로에서 아날로그 카메라에서 획득한 영상을 초당 10프레임 이상의 320×240 크기의 영상 파일로 저장하여 처리한 결과 매우 우수한 추적의 결과를 보였다.

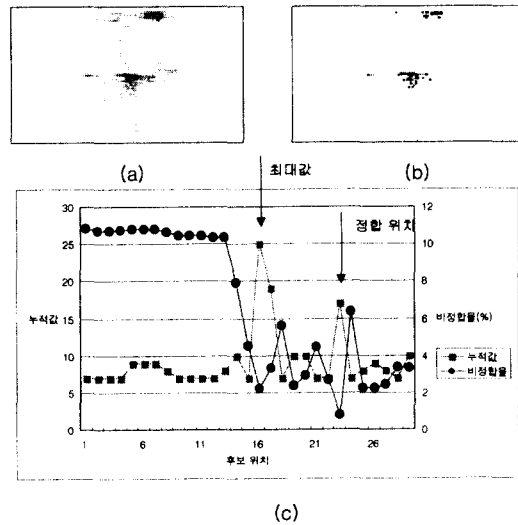


그림 3. 제안하는 기법에 의한 오류 수정 예 (a) 추적에 의해 누적된 Hough 공간 (b) Hough 공간의 극대값(후보 위치) (c) 후보 위치의 누적값과 비정합율

그림 3은 교차로 영상에서 검지된 임의의 차량에 대한

추적 과정을 나타낸다. 그림 3(c)에서 Hough 공간에 누적된 정합률의 최대값과 극대값의 비정합률의 최소 위치가 서로 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다. 영상이 간단하고 배경이 복잡하지 않은 경우에는 두 개의 위치가 동일한 위치로 나타나지만 영상이 복잡한 경우에는 그림 3(c)와 같이 제안하는 알고리즘에 의해 정확한 위치를 추적할 수 있다.

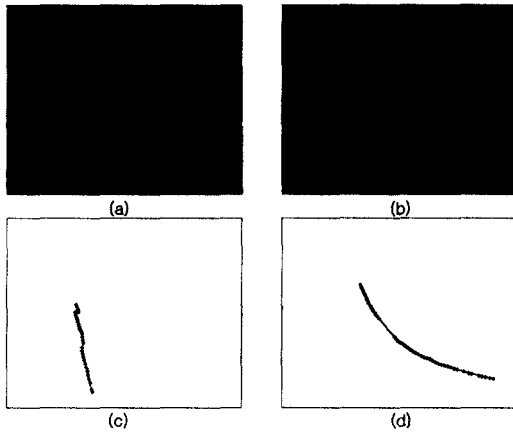


그림 4. 추적 결과

(a) 직진 차량, (b) 좌회전 차량
(c) (a)의 추적 궤도, (d) (b)의 추적 궤도

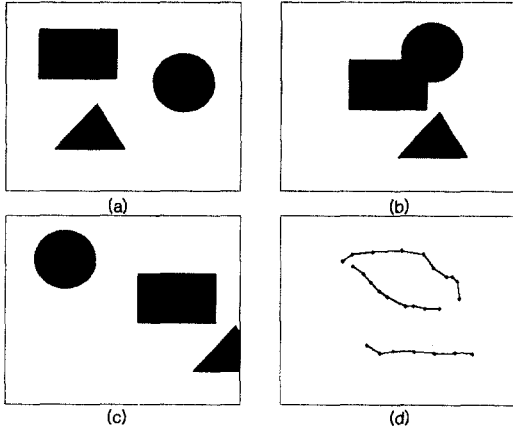


그림 5. 이동이 큰 인공 영상
(a) 프레임 #1, (b) 프레임 #5
(c) 프레임 #10, (d) 추적 궤도

그림 4는 직진하는 차량과 좌회전하는 차량의 추적된 궤도를 보인다. 물체의 검출과 물체의 이동 속도에 대한 제안하는 기법의 검증은 위하여 그림 5와 같은 임의의

영상을 생성하여 실험한 경우에도 높은 정확도를 나타내는 것을 볼 수 있다.

서로 다른 시간 대의 다른 조건에서 획득한 6개의 연속된 프레임 영상에 대해 Hough 공간의 최대값을 취한 결과와 제안하는 기법의 정확도는 표 1에서 보이며, Pentium IV 1.3GHz의 PC에서 추적 대기 상태와 여러 차량이 추적 중인 경우의 평균 처리 시간을 표 2에서 보인다.

표 1. 제안하는 기법의 정확도

	추적의 정확도(%)					
	#1	#2	#3	#4	#5	#6
최대값 추적	50	66.67	100	70	33.33	0
제안하는 기법	100	66.67	100	100	100	66.67

표 2. 처리 속도

	추적 대기	1대 추적	2대 추적
처리 속도(ms)	34.25	52.37	78.62

본 논문에서 제안하는 기법은 배경 영상을 사용하지 않고 이동 물체의 정확한 추적을 나타냈으며 실시간으로 처리하는데 충분한 처리시간을 나타냈다. 이 기법은 도로 영상에서 차량의 계수, 차량의 평균 속도 및 사고 검지 등과 같은 교통 정보를 산출하는 시스템에 응용될 수 있으며, 교차로에서 신호 위반 차량 단속에 사용될 수 있을 것이다.

6. 참고 문헌

[1] 이대호, 박영태, "프레임 차를 이용한 교차로 영상에서 차량검지 및 추적 기법," 한국 정보과학회 춘계 학술 발표 논문집(B), Vol. 28, NO. 1, pp. 511-513, 2001.
 [2] R. Laganier, "Morphological Corner Detection," Proceedings of the 6th International Conference on Computer Vision, pp. 280-286, 1998.
 [3] S. M. Smith and J. M. Brady, "SUSAN-A New Approach to Low Level Image Processing," International Journal of Computer Vision, Vol. 23, No. 1, 1997.
 [4] C. H. Teh and R. T. Chin, "On the detection of dominant points on digital curves," IEEE Trans. on PAMI, Vol. 11, pp859-872, 1989.
 [5] T. Y. Zhang, C. Y. Suen, "A Fast Parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns," CACM Vol. 27, No. 3, pp. 236-239, 1984.
 [6] M. Sonka, V. Hlavac and R. Boyle, "Image Processing, Analysis and Machine Vision," Grate Britain at the University Press, Cambridge, pp156-158, 1993.