

k-평균 알고리즘에 의한 무게중심의 결정과 이를 이용한 이동 물체의 검출 및 추적

이은미 · 이병선 · 이은주
한밭대학교 컴퓨터공학과
e-mail:emlee01@hanmail.net

Detection and Tracking of Moving Objects using it and Determination of Centroid by k-means Algorithm

Eun-Mi Lee · Byung-Sun Lee · Eun-Joo Rhee
Dept of Computer Engineering, HANBAT National University

요 약

본 논문에서는 획득 영상에서 k-평균 알고리즘에 의한 무게중심을 이용하여 이동 물체를 검출하고 추적하는 방법을 제안하였다. 이동 물체의 검출은 획득 영상에 대하여 차영상 후 에지 검출에 의해 수행된다. 제안한 검출 방법은 빛의 밝기와 각도에 의해 발생된 그림자 등의 변형을 제거하고, 이동 물체만을 검출할 수 있어, 빛에 영향을 받은 영상에 대해서도 이동 물체를 양호하게 검출할 수 있다. 물체 추적은 검출된 이동 물체에 대하여 k-평균 알고리즘으로 세 개의 물체 무게중심을 구하고, 무게중심 부근의 화소 평균값과 무게중심간의 거리를 구한다. 다음 프레임들에 대하여 탐색영역의 화소 평균값에 의해 후보 무게중심을 구하고, 물체 무게중심과 구한 후보 무게중심들의 표준편차와 무게중심간의 거리 차를 이용하여 이동 물체를 추적한다. 그 결과, 이동 물체의 추적 속도를 개선시켰고, 물체 추적 오차율을 줄였다.

1. 서론

최근 획득 영상에서 움직임 추적에 관한 연구는 컴퓨터 시각분야 뿐 아니라, 인간과 컴퓨터간의 상호 작용, 보안 출입관리, 공장자동화, 지능형 교통시스템 등 다양한 산업분야에서 증가되는 추세로, 이에 대한 연구가 매우 활발하게 진행되고 있다.

기존의 연구로 먼저, 블록정합 기법은 현재프레임 탐색영역 안에서 이전프레임의 지정된 블록과 가장 유사한 블록을 찾는 기법으로 지정된 블록 전체를 다 비교해야 되기 때문에 실시간 처리가 어려운 문제점이 있고, 차영상 기법은 현재 프레임에서 이전 프레임을 빼는 기법으로 빛의 밝기와 각도에 의하여 물체와 그림자가 같이 나타나는 문제점이 있다. 또, 물체 중심 추정 기법은 각 영상에 물체와 배경을 분리하고, 물체의 무게 중심을 추정하여 그 중심의 변화로부터 물체의 이동 정보를 추출해 내는 기법으로 영상의 밝기 정보만을 이용하기 때문에 복잡한 배경이나 물체와 배경의 밝기가 유사할 경우에는 배경으로부터 물체를 분리하기가 어려운 단점이 있다[1~3].

본 논문에서는 빛의 밝기 및 각도에 영향을 받은 영상에 대해서도 이동 물체를 검출하기 위해서, 획득 영상에 차영상 후 에지 검출을 수행하여 물체를 검출하였고, 복잡한 배경이나 물체와 배경의 밝기가 유사한 경우에도 물체 추적 오차율을 줄이기 위해, k-평균 알고리즘을 이용하여 세 개의 무게중심과 그 무게

중심간의 거리 차를 이용하여 물체를 추적하였다.

본 논문의 전체 구성은 2장에서는 물체 검출에 대해, 3장에서는 물체 추적에 대하여 설명하였고, 4장은 실험 및 고찰, 5장은 결론에 대해 기술하였다.

2. 물체검출

2.1 차영상 및 에지 검출

획득 영상에는, 촬영 때의 빛의 밝기와 각도에 의하여 피사체 외에 그림자가 같이 나타난다. 즉, 획득 영상에서 조명의 변화는 물체 검출에 큰 어려움을 준다.

본 연구에서는 물체의 에지가 그림자의 에지보다 더 명확하다는 것에 착안하여 차영상에 에지 검출을 수행하여 이 문제를 해결하고자 하였다. 영상을 에지로 표현하게 되면 형태에 관한 정보를 그대로 유지하면서 자료의 양을 줄일 수 있어서 다른 영상 처리 알고리즘과 쉽게 결합 할 수 있는 장점이 있다[4]. 에지 검출은 간격이 넓은 에지를 찾는 Sobel 마스크를 이용하여 검출하였다. 뚜렷한 에지 구분을 위해 영상의 평균으로 임계값을 사용하여 이진화를 수행하였다.

그림-1의 (a)는 이전프레임과 현재프레임을 그래픽한 영상이며, 빛에 의하여 물체의 바닥에 그림자가 나타난 것을 볼 수 있다. (b)는 (a)영상을 차영상한 영상이며, (c)는 에지 검출 후 이진화한 영상이다.



(a) 그레이 영상



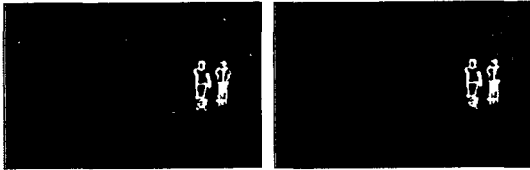
(b) 차영상 (c) 에지검출 후 이진화 영상

[그림-1] 차영상 및 에지검출

2.2 잡음 제거와 에지 보정

이진화 영상에는 물체와 잡음이 함께 존재하므로 물체만을 검출할 수 없다. 따라서 물체만을 검출하기 위해, 영상의 잡음을 제거하고 물체의 에지 보정을 위해 미디언 필터링을 수행한다. 그리고 제거되지 않은 큰 잡음은 라벨링을 수행하여 영역의 크기가 임계값보다 작은 경우 이를 잡음으로 판단하여 제거한다.

그림-2의 (a)는 이진화한 영상에서 미디언 필터링한 영상이고, (b)는 라벨링한 결과 영상에 잡음을 제거하여 물체를 검출한 영상이다.



(a)미디언 필터링으로 잡음 제거와 에지 보정
(b)라벨링 수행 후 잡음 제거

[그림-2] 잡음 제거 후 이동 물체 검출

2.3 다중 물체 분할

획득된 영상에 존재하는 물체가 다수 일 경우, 각각의 물체를 추적하기 위해 물체를 분할할 필요가 있다. 그러므로 물체가 검출된 영상에서 다중물체 여부를 판단하기 위해, x, y축의 투영(projection)을 이용한다. 투영을 수행하는 영역은 구해진 물체를 포함하는 최소사각 영역으로 설정한다. 그 영역에 해당하는 화소값 255인 부분을 각 x, y축으로 투영하면 그림-3의 (a)와 같이 나타낼 수 있다. 물체 분할 결정은 각 분포에 골짜기가 생긴 부분의 분포가 일정한 임계값 안에 있으면 그 부분을 기준으로 물체를 분할한다. 그림-3의 (a)경우는 x축으로 임계값 이하에 해당하는 골짜기가 나타남을 볼 수 있다. 그 부분을 물체 분할

영역으로 결정하고, x축으로 분할된 물체들을 각각으로 y축으로 투영하여 각각의 물체로 분할할 수 있어, 그림-3의 (b)와 같이 다중 물체를 인식한다.



(a) (b)

(a) x,y축 분포영상 (b) 다중물체를 인식한 영상

[그림-3] 다중물체 분할

3. 물체 추적

3.1 물체의 무게중심 추출

물체 이동시, 물체의 형태는 많은 변화가 일어난다. 따라서 움직임에 영향을 덜 받는 무게 중심을 이용하여 물체를 추적한다. 무게중심은 물체의 무게가 상하좌우에 걸쳐 균등하게 배분되는 균형점이다[5]. 무게 중심은 전체 표본패턴의 균집화를 어느 수렴상태가 될 때까지 반복하는 k-평균 알고리즘으로 구한다.[6]

k-평균 알고리즘의 수행과정은 다음과 같다.

① $z_1(1), z_2(1), \dots, z_m(1)$ 으로 m 개의 초기 균집 중심을 임의로 선정한다.

② $d(x - z_{i(k)}) < d(x - z_{j(k)}) \rightarrow x \in S_j(k)$ 을 수행하여 표본 패턴 집합을 분류한다. $i=1,2,\dots,m, i \neq j$

③ $z_j(k+1) = \frac{1}{N_j} \sum_{x \in S_j(k)} x$ 로 균집의 중심 $z_j(k+1)$

을 계산한다. $j=1,2,\dots,m$

④ 모든 $j=1,2,\dots,m$ 에 대하여 $z_j(k+1) = z_j(k)$ 를

만족하면 처리를 종료하고, 그렇지 않으면 단계

②로 간다. (단, k:알고리즘의 반복 수행횟수,

$S_j(k)$:균집 중심이 $z_j(k)$ 인 j 번째 표본패턴의 집

합, N_j : 표본패턴 집합 $S_j(k)$ 에 속하는 패턴의

수, m :균집의 개수)

본 논문에서는 세 개의 무게중심을 구하여 물체를 추적한다. 입력값으로 추출한 특징은 x좌표값, y좌표값, 화소값으로 설정하였다. k-평균 알고리즘으로 구한 x좌표값, y좌표값, 화소값의 균집 중심값은 위치와 화소값을 고려하여, 각 물체 부분의 중요한 값들로 구

해진다. 군집의 중심값은 3차원 중심이기 때문에, 2차원 영상에 표현이 불가능하다. 따라서 k-평균으로 구한 화소값에 해당하는 좌표를 찾아 군집중심으로 구한 x, y 좌표값과 가장 가까운 거리에 있는 좌표를 무게중심 x, y 좌표값으로 설정한다.

그림-4는 k-평균 알고리즘을 이용하여 구한 물체 무게중심을 검출된 물체에 표시한 영상이다.



[그림-4] 무게 중심 추출

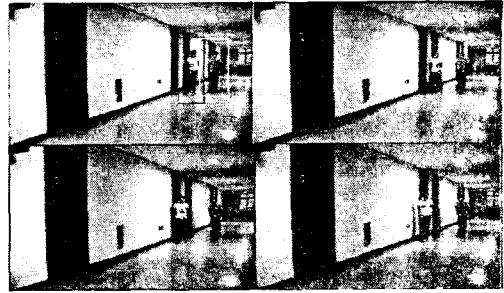
3.2 물체 추적

물체 추적은 물체의 이동 범위와 방향을 알기 위해 수행된다. 물체의 화소값 분포는 검출된 물체의 무게중심의 화소값 평균을 중심으로, 다음 프레임의 물체에 해당하는 화소값들은 평균을 중심으로 좌우에 분포되어 있기 때문에, 정규분포를 이룬다고 가정한다. 정규분포를 이루는 다음 프레임의 화소값의 평균이 신뢰구간(95%)에 속하는지를 결정하여 물체인지를 판단한다.

물체 추적 수행과정은 다음과 같다.

- ① 검출된 물체의 각각 무게중심을 기준으로 3*3 블록에 해당하는 화소값들의 평균과 표준편차를 구한 후, 신뢰구간(95%)을 결정한다.
- ② 다음 프레임의 탐색영역 안에 3*3 블록에 해당하는 화소 평균값이 신뢰구간에 속하면, 그 부분을 후보 무게중심으로 결정한다. 단, 탐색영역은 물체 크기에서 양방향으로 가로길이/2, 세로길이/2로 확장하여 설정한다.
- ③ 검출된 물체의 무게중심과 후보 무게중심의 표준편차와, 무게중심들 간의 거리를 비교하여 차가 최소가 되는 부분을 물체의 무게중심으로 추정한다.
- ④ 마지막 프레임이면 처리를 종료하고, 그렇지 않으면 단계 ②로 간다.

물체가 가려진 경우에 가려진 부분은 후보 무게중심이 존재하지 않으므로 그 무게중심을 제외하고, 나머지 무게중심을 가지고 추적하여, 가려진 물체도 추적할 수 있었다. 그림-5는 프레임별로 각 무게중심으로 물체를 추적한 영상이고, 그림-6은 각 물체별로 무게중심 이동을 통해 물체가 추적됨을 보인 영상이다.



[그림-5] 프레임별 움직임 추적 영상



(a) 첫 번째 물체 추적 (b) 두 번째 물체 추적

[그림-6] 물체별 움직임 추적 영상

4. 실험 및 고찰

본 연구에서 제안한 이동 물체 검출 및 추적 방법의 유용성을 검토하기 위하여 실험을 하였다. 실험은 Digital Video Camera로부터 동영상을 입력받아, 크기는 320*240 영상으로 사용하였다. 실험에 사용한 시스템은 CPU 1GB, RAM 640M이고, Visual Basic 6.0으로 알고리즘을 구현하였다.

물체 검출시, 차영상 기법은 빛의 밝기와 각도에 의하여 물체와 그림자가 같이 나타나므로, 물체가 제대로 검출되지 않는다. 그림자는 물체보다 예지가 흐리다는 것을 이용하여, 차영상에 에지 검출을 수행하여 물체를 검출한다.

그림-7, 그림-8의 (a)는 그레이를 수행한 영상이고, (b)는 (a)를 차영상 한 영상이다. (c)는 (b)를 가지고 그레이 영상의 평균으로 이진화한 영상이며, (d)는 (b)에 대해 에지 검출 후 이진화한 영상이다.



(a) 그레이 영상



(b) 차영상

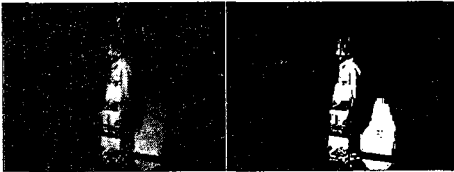
(c) 차영상의 이진화



(d) 차영상의 에지 검출 후 이진화
[그림-7] 물체 검출이 잘된 경우

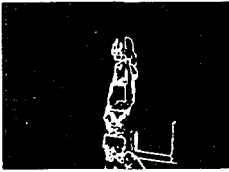


(a) 그레이 영상



(b) 차영상

(c) 차영상의 이진화



(d) 차영상의 에지 검출 후 이진화
[그림-8] 물체 검출이 잘 안된 경우

그림-7은 그림자 부분을 완전히 해결한 에지 검출 영상이고, 그림-8은 화소값 차이가 많은 그림자 부분이 같이 검출된 영상을 볼 수 있다.

물체 추적은 검출된 물체의 무게중심과 다음 프레임이 들어왔을 때, 후보 무게중심들에 해당하는 화소의 표준편차와, 무게중심들 간의 거리 차가 최소가 되는 부분이 물체이므로 추적한다.

그림-9는 가려진 물체의 경우, 가려진 부분의 무게중심을 제외하고, 나머지 무게중심을 가지고 추적하여, 가려진 물체도 추적한 영상이다.



(a) 무게중심 추출

(b) 물체 추적

[그림-9] 가려진 경우의 추적 예

5. 결론

본 논문에서는 획득영상에 대하여 차영상 후 에지 검출 기법으로 물체를 검출하고, 검출된 물체에 대해 k-평균 알고리즘을 이용하여 구한 무게중심들과 무게중심들 간의 거리를 이용하여 이동 물체를 검출 및 추적하는 방법을 제안하였다.

물체 검출에서는 기존의 차영상 기법 보다 차영상에 에지 검출을 수행하여 검출한 결과, 빛의 밝기와 각도에 영향을 받은 영상에서도 이동 물체의 검출에 양호한 방법임을 확인할 수 있었고, 물체 추적은 기존의 블록 정합 기법보다 무게중심을 이용하여 추적한 결과 처리 속도를 개선시켰고, 물체 중심 추정 기법보다 무게중심과 무게중심들 간의 거리를 이용한 결과, 물체 추적의 오차율을 줄였다. 또한, 물체가 가려진 경우에 가려진 부분의 무게중심을 제외하고, 나머지 무게중심들을 가지고 추적한 결과, 가려진 물체도 추적할 수 있었다.

향후 연구 과제로는 검출한 물체의 그림자를 완전히 제거하기 위한 방법과 물체 추적 시, 무게중심들 주변의 화소값이 동일한 경우에도 추적하기 위한 물체의 특징값 결정에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1]최경주, 이일병, "블록 정합 방법을 이용한 움직임 추정 : 분류 및 비교", 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, 제 7권, 제 2호, pp. 931-934, 2000.
- [2]이진성, 이훈철, 김성대, "적외선 영상에서 움직임 영역 검출을 이용한 목표물 검출 및 추적 기법", 신호처리 합동학술대회 논문집, 제 12회, pp. 211-214, 1999.
- [3]김병규, "Adaptive precision tracking with sub-optimal thresholding for dynamic image", 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 학위논문, pp. 2-5, 1998.
- [4]NHK방송기술연구소 화상연구부, C언어에 의한 화상처리 실무, 대전 : 국제테크노정보연구소, pp. 75-85, 1995.
- [5]권준식, 김동욱, 김진태, 김태은, 송호근, 차국찬, 최종호, 최종수, 디지털 영상처리 이론 및 응용, 에드텍, 서울, pp. 161-163, 1994.
- [6]김상운, 식별알고리즘을 중심으로 한 패턴인식 입문, 홍릉과학출판사, 서울, pp. 3-5, 1997.