

근접 객체 구분을 위한 중심점 추출

정연우, 백한솔, 주미소, 사재원, 정용화, 박대희
고려대학교
e-mail: william0516@korea.ac.kr

Detection of a Center-Point for Separation of Touching Objects

Yeonwoo Chung, Hansol Baek, Miso Ju, Jaewon Sa,
Yongwha Chung, and Daihee Park
Korea University

요 약

감시 카메라 환경에서 움직이는 객체들이 서로 근접한 경우 객체들을 개별적으로 구분하기 어렵기 때문에 근접한 객체들을 분리하는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 근접 객체 구분을 위하여 외곽선 데이터를 시계열 데이터로 변환하는데 필요한 중심점을 검출하는 방법을 제안한다. 실험 결과, 제안한 알고리즘은 다양한 근접 패턴에 대하여 중심점을 정확히 추출할 수 있음을 확인하였다.

1. 서론

감시 카메라 환경에서 움직이는 객체들은 서로 근접할 수 있으며, 이 경우 근접한 객체들을 분리하는 방법이 필요하다. 예를 들어, 돈사의 천장에 설치된 감시 카메라로 돈방 내 20여 마리의 돼지들을 모니터링하는 경우, 개별 돼지의 행동 패턴 등을 분석하기 위해서는 근접 돼지를 구분할 수 있어야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 근접 돼지 영역 내의 깊이 정보[1] 또는 에지 정보[2]를 이용하거나 이전 프레임에서의 분리 정보[3]를 이용하는 연구 결과가 발표되었으나, 다양한 근접 패턴을 분리하려면 추가적인 정보의 활용이 필요하다.

본 논문에서는 근접 객체 구분을 위하여 외곽선(outline) 데이터를 시계열(time-series) 데이터로 변환하는데 필요한 중심점(center-point)을 검출하는 방법을 제안한다. 즉, 검출된 중심점으로부터 외곽선의 각 점까지의 거리[4]를 계산함으로써, 외곽선에 존재하는 오목점(concave-point) 등의 특이점을 추출하여 근접 객체 구분에 활용하고자 한다.

일반적으로 객체의 모습(shape)을 분석하기 위한 중심점 검출은, 객체를 구성하는 모든 픽셀들의 좌표 평균값을 구하거나 외곽선 픽셀들의 좌표 평균값을 구하는 방법을 사용한다[4]. 그러나 다양한 모습을 갖는 근접 객체에 이러한 방법을 적용할 경우 객체의 내부가 아닌 객체 외부에 중심점이 검출되기도 하며, 객체 내부에 검출되더라도 근접 객체의 경계 구분에 사용하기 어려울 정도로 의도한 바와 다른 위치에 중심점이 검출되는 경우가 있다(그림 1 참조). 따라서 중심점으로부터 외곽선의 각 점까지의 거리를 계산하기 위해서는 기존 방법과 다른 중심점 검출 방법이 필요하다. 본 논문에서는 Medial Axis Transform

(MAT)를 이용하여 근접 객체의 골격(skeleton)을 추출한 뒤, 골격에 위치한 적절한 점을 중심점으로 검출하는 방법을 제안한다.



(그림 1) 객체 외부에 검출된 중심점

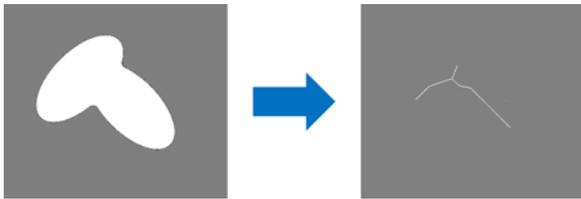
2. 제안 방법

본 논문에서 제안하는 방법은 세 단계로 구성되어 있다. 먼저 근접 객체의 이진화 영상에서 MAT를 적용하여 근접 객체의 골격을 추출한다. 다음으로 추출된 골격에서 시작점/분기점을 추출하고, 마지막으로 시작점에서 골격을 따라 탐색(search)을 수행하여 골격 상에 위치한 중심점을 추출한다. 설명의 편의를 위하여 본 논문에서는 두 개의 객체가 근접한 경우만을 고려하고, 각 객체는 동일한 크기의 타원형 모습을 갖는다고 가정한다.

2.1 골격 추출

MAT를 이용하여 그림 2와 같이 한 픽셀 두께의 얇은 선으로 이루어진 근접 객체의 골격을 획득한다. 획득한 골격은 단일 선 혹은 여러 개의 가지를 포함하는 선의 형태를 갖는다. 특히, 근접 객체 내에 홀(hole) 등의 특이한 구조가 있는 경우 외곽선까지의 거리 계산을 위한 중심점

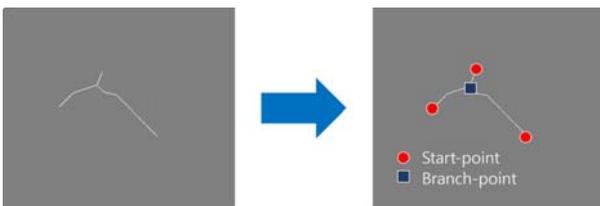
검출에 영향을 줄 수 있으므로, 닫힘(closing) 연산을 적용하여 이러한 홀 등을 제거하고 MAT를 적용할 필요가 있다.



(그림 2) 근접 객체의 골격 추출

2.2 시작점/분기점 추출

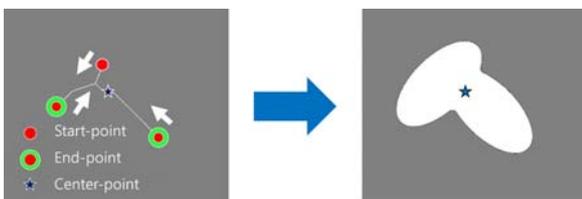
추출된 골격에 위치한 중심점을 찾기 위하여, 골격상의 점들 중 탐색 과정에 중요한 역할을 하는 “시작점(start-point)”과 “분기점(branch-point)”들을 찾는다. 즉, 추출된 골격 상에서 인접점이 하나인 경우를 탐색이 시작되는 시작점으로 추출하고, 인접점이 3개 이상인 경우를 탐색이 분기되는 분기점으로 추출한다.



(그림 3) 근접 객체의 시작점/분기점 추출

2.3 중심점 추출

골격 상의 중심점을 검출하기 위해서는 각 시작점으로 부터 골격을 따라 동시에 이동한다. 이동 중 분기점을 만나는 경우, 먼저 분기점에 도달한 이동들은 탐색이 중지되지만, 마지막으로 분기점에 도달한 이동은 분기점의 역할이 종료되었으므로 중심점 탐색을 위한 이동을 계속한다. 최종적으로 이동하는 점들이 골격 위에서 만나게 되면, 바로 이 점이 근접 왜지의 중심점으로서 검출된다. 그림 4는 그림 3으로부터 중심점을 검출하는 과정을 설명한다.



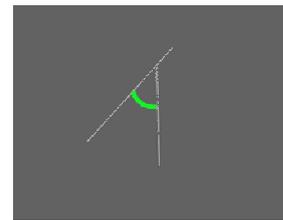
(그림 4) 근접 객체의 중심점 추출

그리고 중심점이 정확히 추출되었는지를 검증하기 위하여, 중심점 검출에 마지막까지 관련한 시작점(즉, 중심점에서 가장 멀리 위치한 시작점)들을 특별히 “끝점(end-point)”이라고 정의하자. 그러면, 중심점에서 각 끝점

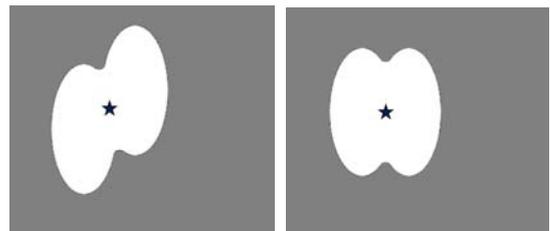
까지의 거리가 유사하면 중심점을 정확히 추출하였다고 검증할 수 있다.

3. 실험 결과

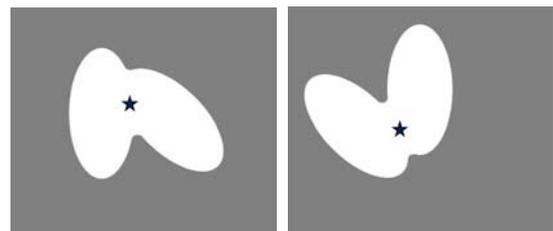
본 실험을 위해 타원형의 동일한 크기를 갖는 두 객체가 근접한 경우를 다음과 같이 정의하자. 우선, 두 객체의 중심선 만나는 각 중 적은 각을 “근접각”이라 정의하자(그림 5 참조). 그러면, 근접각은 0~90° 사이의 값을 가지며, 본 논문에서는 근접각이 0°(특별히 두 객체의 중심선이 평행으로 만나지 않는 경우도 근접각 0°라 가정), 45°, 90°인 세 가지 경우를 고려한다.



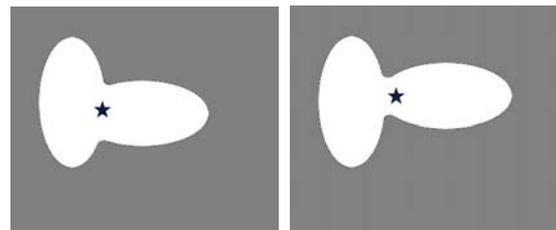
(그림 5) 근접각



(a) Case 1 (b) Case 2
(그림 6) 근접각 0°의 경우 중심점 추출 결과



(a) Case 1 (b) Case 2
(그림 7) 근접각 45°의 경우 중심점 추출 결과



(a) Case 1 (b) Case 2
(그림 8) 근접각 90°의 경우 중심점 추출 결과

먼저 0°/45°/90°의 근접각을 갖는 두 개의 근접 객체로 구성된 이미지에 MAT 기법을 이용하여 근접한 두 객체의 골격을 추출하였다(그림 6-8 참조). 추출된 골격으로부터 시작점과 분기점을 정의하여 중심점 검출을 수행하였을 때, 기존의 평균값을 이용한 중심점 추출보다 정확한 중심점(즉, 어떠한 근접 패턴에 대해서도 중심점이 객체위에 존재)을 추출할 수 있음을 확인하였다.

다양한 이미지 해상도에 대해 MAT 기법만 수행했을 때의 시간과 MAT로 골격을 추출한 이후 중심점 검출을 수행했을 때의 시간을 정리하면 표 1과 같다(2.4GHz의 Intel i5-4210U 프로세서와 8GB RAM의 환경에서 측정). 즉, 해상도를 90×78 크기로 너무 적게 설정하면 근접각이 0°인 경우 중심점을 정확히 추출하지 못하는 경우가 발생한다. 또한, 이미지에서 복수개의 근접 객체가 추출될 수 있고, 전체 이미지 해석을 초당 30 프레임의 속도로 하기 위해서는 해상도를 120×104 크기로 설정해야 함을 확인하였다.

<표 1> 평균 수행시간 (단위: msec)

해상도	단계	근접각 0°	근접각 45°	근접각 90°
360×313	MAT	305.25	231.05	211.60
	중심점 추출	7.35	7.25	7.20
180×156	MAT	39.10	29.65	28.40
	중심점 추출	3.90	3.80	3.95
120×104	MAT	12.05	8.90	8.15
	중심점 추출	3.30	3.30	3.30
90×78	MAT	5.00*	3.90	3.90
	중심점 추출	3.00*	3.05	2.85

* Case 2의 경우는 중심점 검출 실패

4. 결론

본 논문에서는 감시 카메라 환경에서 근접 객체의 경계를 구분하기 위한 중심점 검출 방법을 제안하였다. 즉, 근접 객체의 외곽선중 오목점 등의 특이점을 추출하기 위해 외곽선 데이터를 시계열 데이터로 변환하는데 필요한 중심점을 검출하는 방법을 제안한다. 실험 결과, 제안한 알고리즘은 다양한 근접 패턴에 대하여 중심점을 정확히 추출할 수 있음을 확인하였다.

향후 연구로, 제안 방법을 확장하여 세 개 이상의 근접 객체에 대한 방법과 중심점과 끝점의 위치와 개수 등의

정보를 이용하여 근접 객체의 근접 패턴에 대한 이해와 관련된 연구를 진행할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(No.2015R1A1204367)과 2016년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지역신산업선도인력양성사업(2016H1D5A1910730)으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

- [1] 최운창, 사재원, 정용화, 박대회, “보온등 환경에서 깊이 정보를 이용한 돼지 탐지,” *한국정보처리학회 추계 학술대회*, 2016.
- [2] 백한솔, 주미소, 사재원, 정용화, 박대회, “윤곽선 정보를 이용한 돼지의 경계 구분,” *대한전자공학회 하계 학술대회*, 2016.
- [3] 사재원, 한승엽, 이상진, 김희곤, 이성주, 정용화, 박대회, “시공간 정보를 이용한 근접 돼지의 영상 분할,” *한국정보처리학회 논문지: 컴퓨터 및 통신시스템*, 제4권, 제10호, pp. 473-478, 2015.
- [4] J. Zunic, M. Aktas, C. Martinez-Ortiz, and A. Galton, “The Distance between Shape Centroids is less than a Quarter of the Shape Perimeter,” *Pattern Recognition*, Vol. 44, pp. 2161-2169, 2011.