

드론영상에서 구조요청자 자동추출 방안: 도심지역 촬영영상을 중심으로*

박 창 민**

Automatic Extraction of Rescue Requests from Drone Images: Focused on Urban Area Images

Park, Changmin

〈Abstract〉

In this study, we propose the automatic extraction method of Rescue Requests from Drone Images. A central object is extracted from each image by using central object extraction method[7] before classification. A central object in an images are defined as a set of regions that is lined around center of the image and has significant texture distribution against its surrounding. In this case of artificial objects, edge of straight line is often found, and texture is regular and directive. However, natural object's case is not. Such characteristics are extracted using Edge direction histogram energy and texture Gabor energy. The Edge direction histogram energy calculated based on the direction of only non-circular edges. The texture Gabor energy is calculated based on the 24-dimension Gebor filter bank. Maximum and minimum energy along direction in Gabor filter dictionary is selected. Finally, the extracted rescue requestor object areas using the dominant features of the objects. Through experiments, we obtain accuracy of more than 75% for extraction method using each features.

Key Words : Rescue Requests, Drone Image, Edge Direction Histogram Energy, Texture Gabor Energy, Gabor Filter Dictionary

I. 서론

재해 또는 재난으로 부터 시민의 안전과 생명을 지키고 보호하기 위하여 재난현장에 대응하는 기반을 마련하고, 지역특성에 맞는 재난역량을 강화하며 안전사각지대 해소와 비상대비 위기관리 능력을 강화

하는 것은 매우 중요하다. 서울특별시 안전관리 기본 계획[1]에서는, 도심에서 발생하는 재해, 재난 및 안전사고의 재산피해와 인명피해간의 관계를 살펴보면 인명피해가 압도적으로 많음을 제시하고 있는 이유는 도심에는 기반시설 및 인구가 집중적으로 밀집되어 있기 때문이다. 따라서 도심의 대규모 자연재해와 인적재난으로 부터 시민안전의 확보가 중요한 정책과제의 하나로 대두되고 있다. 그리고 신속한 대응을 위한 위기관리시스템은 사회안전망 구축의 구성 요

* 본 연구는 2019년 영산대학교 교내 연구비의 지원에 의하여 이루어진 것임 / 본 연구는 ㈜ 한국유닉스와 공동 연구함.

** 영산대학교 성심교양대학 교수

소로서, 다양한 사건, 사고 등의 응급상황에서 구조요청자의 신고부터 긴급구조까지 효율적인 지원을 제공하는 기능을 한다. 이러한 시스템에서 재난 현장의 구조요청자 위치 정보는 매우 중요하다.

최근, 구조요청자의 위치를 보다 정확하게 파악하여 구조의 골든타임을 확보하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 최재혁, 조영수[2]에서는 긴급구조용 시스템의 요구사항 및 구조표준을 채택하여 단계적으로 관련 프로토타입 서버 및 테스트베드 구축을 진행함으로써 기존에 운용 중인 긴급구조용 측위시스템에 실효성 있게 적용할 수 있도록 추진하고 있다. 하지만, 긴급구조시스템을 통해 구조요청자의 위치를 파악하면 실제 위치와 최소 100m 이상 차이나는 문제점들이 빈번히 발생한다. 이에 정보통신기술을 활용하여 위치측정 오차 범위를 50m 이하로 줄이는 노력도 진행 중이다. 소방청과 경찰청에 따르면 전국 단위의 긴급구조용 지능형 위치정보 제공을 위한 측위용 데이터를 수집하여 정보를 제공하고 있으며, 현장에서 통신 신호세기 및 시간지연정보로 거리를 측정하는 정밀측위 기술을 개발하고 있다[3].

한편, 구조요청자의 위치 탐색에 필요한 시간 절약을 위하여 지능화와 자율화에 따른 구조적인 변화가 일어남에 따라 사회 전반에서 드론의 활용이 확산되고 있다. 재해 및 재난의 2차 사고를 방지하기 위하여 소형 드론을 활용한 현장 지원 및 2차 사고 방지 시스템이 개발되고 있으며[4], 특히, 접근성이 용이하지 못한 지역에서 구조요청자의 위치 파악과 구조 활동을 위한 드론 항공촬영 기법을 활용하는 연구가 다양하게 진행되고 있다. 뿐만 아니라, 정부는 최근 “혁신성장동력 시행계획”에서 드론을 핵심 4차 산업 13개 분야에 포함하였다. 따라서 드론 기반의 긴급구조 중장기 로드맵을 구축하기 위한 방안 중에 하나는, 드론에 영상 센스를 장착하여 저고도 비행을 통해 비용이 저렴한 항공영상 자료를 획득하여 접근성이 용이하지 못한 지역의 현장조사 어려움에 활용할 수 있는

방안이 연구되고 있다[5]. 또한 드론영상을 이용하여 3차원 실감모델로 대표되는 대축척 3차원 공간정보의 획득기술과 측위기술을 개발하여 재해 및 재난 상황에서 긴급구조에 활용하고자 하는 연구도 진행되고 있다[6].

이와 같이, 드론영상을 활용한 구조에 다양한 연구들이 진행되고 있지만, 구조 활동은 결국 구조대원의 시야에 의존해서 구조요청자의 위치를 일일이 탐색하는 방식으로 이루어진다. 따라서 구조 작업을 신속하고 체계적으로 진행하기 위해서는 구조대원들이 시각적으로 구조요청자의 현황을 빠르고 명확히 파악하고 식별할 수 있어야 한다. 그리고 구조요청자의 위치와 현황이 대략적으로 파악되어도 실제 위치와 차이가 발생할 뿐만 아니라 탐색해야 하는 지역이 다양한 형태의 건축물과 수많은 지형지물로 이루어진 도심에서는 위치 정보만으로 구조요청자를 명확히 추출해내기 쉽지 않아 긴급구조의 효율적인 결과를 나타내기에는 한계가 있어 주요한 골든타임을 놓쳐 결과적으로 심각한 인명피해로 이어지게 되는 경우가 발생하게 된다.

본 연구에서는, 도심에서 촬영된 드론영상에 존재하는 관심 영역들의 정보들을 객체로 정의하고 단순한 연산을 통하여 인위적인 객체와 자연적인 객체로 분류한다. 이러한 분류 결과를 바탕으로 구조요청자로 판단되는 영역을 자동 추출하는 방법에 대하여 제안한다. 또한 이러한 정보를 기반으로 골든타임을 줄여 최단 시간에 구조가 이루어져 인명피해를 최소화하는 방안 제시를 목적으로 한다.

드론영상에서 구조요청자 영역을 추출하기에 앞서 객체의 유무 판단과 핵심객체들을 찾는 연구가 선행되어야 한다. 그런데 이 작업은 많은 연구와 비교적 복잡한 연산으로 수행되어야 하는 또 다른 분야이다. 따라서 객체의 유무 판단 및 핵심객체를 찾기 위해서는 S.Y. Kim[7]에서 제안한 방법을 활용하였다. 이에 본 연구에서의 실험은 핵심객체가 포함되어 있

는 드론영상들을 대상으로 하였다.

한편, 인위적인 객체들은 인공적으로 만들어진 경우를 말하며, 건축물, 자동차, 도구 등이 여기에 포함된다. 반면, 자연적인 객체는 사람, 동물 등과 같이 인공적으로 만들어지지 않은 객체를 말한다. 따라서 본 연구에서의 구조요청자는 자연적인 객체일 가능성이 매우 높을 것으로 예상하고 연구가 진행된다.

추출된 핵심객체를 인위적인 객체와 자연적인 객체를 분류하기 위한 정보로 먼저, 객체 내부에 존재하는 에지의 특징을 이용한다. 이는 인위적인 가공 과정을 거치기 때문에 자연적인 객체에 비해 직선 성분의 에지를 많이 포함하는 것을 활용한다. 또한 객체 내부의 텍스처 정보이다. 인위적인 객체의 경우 규칙적으로 반복되는 직선에 의한 텍스처가 자주 발견되는 반면 자연적인 객체는 그렇지 않다. 이러한 특징 정보들을 본 연구에서는 객체 분류를 위한 지배적 특징으로 정의하고 활용한다.

2장에서는 S.Y. Kim[7]에서 제안된 핵심객체 추출 방법에 대하여 소개하고, 3장에서는 추출된 핵심객체를 지배적 특징들을 활용한 인위적인 객체와 자연적인 객체로 분류하는 방법을 제안한다. 이어서 4장에서는 제안된 지배적 특징들을 이용하여 구조 요청자 추출 실험 결과를 보이며, 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 설명한다.

II. 핵심객체 추출

객체를 인위적인 객체와 자연적인 객체로 분류하기 전에 [7]에서 제안된 방법을 사용하여 드론영상에서 핵심객체를 추출한다. 영상에서의 핵심객체는 주변 영역들에 비해 상대적으로 큰 객체로 정의되고, 칼라의 특성이 다르며 전반적으로 영상의 중심에 위치한다. 왜냐하면, 일반적으로 사람들은 사진을 찍을 때 사진의 중심에 가장 흥미로운 대상을 두는 경향이

있다. 따라서 영상의 중심 영역은 경계 영역 보다 영상의 내용을 더 효율적으로 나타낼 것으로 판단하기 때문이다. 그리고 매우 작은 객체는 배경에 해당되는 객체일 수도 있고, 영상 그 자체일 수도 있기 때문에 핵심객체가 될 수 없다.

핵심객체를 추출하기 위해서 먼저, 영상의 중심 영역과 주변 영역에 대한 상관관계 차이를 사용하여 객체의 칼라와 텍스처에 대한 주요 픽셀을 결정한다. 그 후 분할된 영상에서 두 가지 형태의 특성을 가진 핵심영역이 정해져 영상의 전경과 배경으로 구별되어진다. 하나는 중요한 픽셀이 많은 핵심객체 영역이고 다른 하나는 영상의 모서리 또는 경계에 인접한 핵심배경 영역이다. 또한 핵심객체 영역은 색상 분포에서 핵심배경 영역과 다르더라도 유사한 색상 분포를 갖는 경우에는 레이블이 없는 이웃 영역을 병합하여 확장 된다. 이를 바탕으로 최종 병합 결과, 서로 연결된 영역들의 집합이 핵심객체가 된다.

III. 지배적 특징을 이용한 객체 분류

3.1 에지 방향 히스토그램 에너지

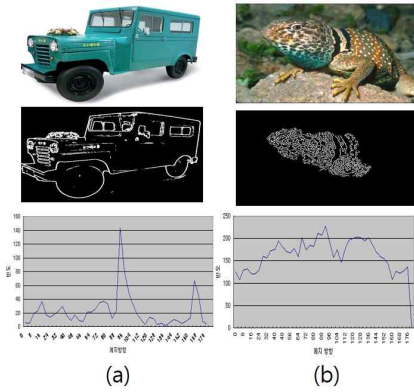
3.1.1 에지 정보의 유용성

인위적인 객체의 경우, 객체 내부에서 동일한 방향으로 나타나는 직선 형태의 에지를 많이 포함한다. 이는 인위적인 제조 과정이나 가공에서 만들어진 흔적 때문이다. 반면에 자연적인 객체의 경우, 직선 형태의 에지 보다는 자연스러운 곡선 형태의 에지들이 많이 나타난다. <그림 1>은 수식 (1)을 사용하여 인위적인 객체와 자연적인 객체의 예제 및 에지 영상과 트레이닝 영상으로 사용된 에지 방향 히스토그램 (Edge Direction Histogram, *EDH*) 분포를 나타내고 있다.

$$EDH(i) = H(i)/N_e \quad (1)$$

$$E = \sum_i EDH^2(i) \quad (2)$$

이때 $H(i)$ 와 N_e 는 각각 에지 방향 히스토그램의 i -th 빈(bin)과 객체에서 검출된 에지 픽셀의 총 개수를 나타낸다.



<그림 1> 객체에 따른 에지 영상 및 에지 방향 히스토그램 분포

<그림 1(a)> 에서 알 수 있듯이 에지 방향 히스토그램의 분포는 인위적인 객체의 경우 에지가 특정 방향에 대하여 높은 빈도를 가지는 반면, <그림 1(b)>의 경우와 같은 자연적인 객체의 경우 모든 방향에 대하여 고루 분포하고 있음을 알 수 있다. 이는 인위적인 객체에서 특정 방향의 에지들을 많이 내포하고 있기 때문이다.

3.1.2 에지 방향 히스토그램 에너지

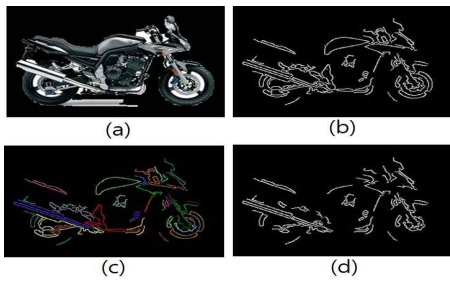
영상에 비춰지는 객체의 경우 같은 종류일지라도 보이는 시점에 따라 에지의 방향이 다르게 나타날 수 있다. 때문에 에지 방향 히스토그램 자체를 분류 특성으로 사용하는 것은 적절하지 않다. 따라서 에지 방향에 관계없이 얼마나 많은 에지 화소가 밀집되어 있는지를 분류 기준으로 이용하기 위해 EDH 수식 1)-Energy E 를 수식(2)와 같이 나타내었다.

한편, 인위적인 객체에서는 직선 에지 뿐만 아니라 원형을 띄는 에지도 존재한다. 예를 들면, 도심에서 촬영된 드론 영상에서 오토바이의 타이어 부분이나 자동차의 둥근 모서리 등이다. 이러한 원형 에지의 존재는 인위적인 객체에서 EDH -Energy 값을 감소시키는 역할을 하기 때문에 EDH -Energy를 분류 특성으로 이용하는 경우 인위적인 객체와 자연적인 객체를 잘못 분류되게 하는 원인이 되기도 한다.

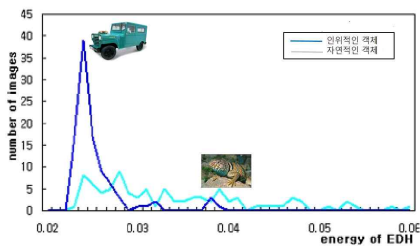
본 연구에서 EDH -Energy를 추출하는 과정은 다음과 같다. 먼저, S.Y. Kim[7]에서 제안된 핵심객체 추출 연구를 이용하여 드론영상에서 객체 영역을 추출한다. 추출된 객체 영역에 한해서 [8] 방법을 이용하여 에지를 생성한다. 생성된 에지 영상에 대하여 8-방향 연결요소 레이블링(8 connected component labeling)을 이용하여 에지 컴포넌트들을 추출한 후 각각의 에지 컴포넌트 들을 대상으로 독립적으로 원형 에지 여부를 판단한다. 이는 Hough transform[9]을 통하여 원형 에지를 검출 시 연결되지 않는 에지들이 동일한 원형 에지에 속하는 것을 막기 위함이다. 추출된 원형을 구성하는 에지 픽셀의 개수가 실제 원주의 25% 이상일 때, 이를 원형 에지로 판단하고 제거한다.

<그림 2>는 EDH -Energy를 계산하기 위한 전처리 과정을 나타내고 있다. <그림 2>에서 (a)는 실험을 위하여 일반적인 영상에서 추출된 객체를 나타내고, (b)는 [8]에서 제안한 방법을 이용하여 추출된 영상을 나타낸다. 또한 (c)는 에지 컴포넌트를 나타내고 있는 영상이며, 마지막으로 (d)는 객체에서 원형 에지가 제거된 영상을 보여주고 있다. <그림 3>은 객체 분류에 사용되는 에지 정보로 에지 방향 히스토그램 에너지 분포를 나타내고 있다.

위에서 언급한 바와 같이 *EDH-Energy*는 객체에 존재하는 에지 분포의 밀집도를 반영한 것이다. 이에, 그림에서 알 수 있듯이 인위적인 객체의 경우 *EDH-Energy*가 특정 방향에 대하여 높은 값을 가지는 것을 알 수 있다. 또한 자연적인 객체의 경우 인위적인 객체에 비해 대부분 작은 값들로 구성되어 있는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 주요한 방향성을 가진 영상들은 대체적으로 인위적인 객체에 많은 반면 자연적인 객체에는 방향성이 적게 존재한다는 것을 나타내고 있다. 결론적으로 *EDH-Energy*는 인위적인 객체와 자연적인 객체 분류에 유용한 특성임을 보여준다.



<그림 2> EDH-Energy를 위한 전처리 과정



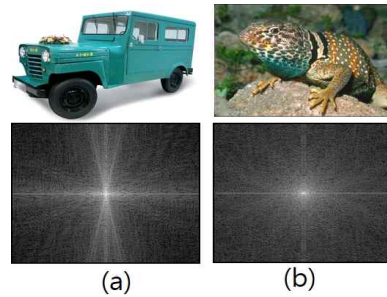
<그림 3> 객체에 따른 EDH-Energy 분포

3.2 텍스처 특징 벡터

3.2.1 텍스처 정보의 유용성

인위적인 객체와 자연적인 객체의 텍스처는 각각

다른 차이를 보인다. 인위적인 객체의 경우 객체 내부의 텍스처는 주로 반복되는 직선이 규칙성 있게 배열되어 있는 형태로 나타나는 반면 자연적인 객체의 경우는 복잡하고 불규칙적인 형태의 텍스처 요소(texture element)를 가진다. 또한 이러한 텍스처 요소들이 객체 내부에서 불규칙적으로 배열된다. 이것은 객체 영상의 푸리에 스펙트럼을 통해 관찰 할 수 있다[10]. 그림 3은 인위적인 객체와 자연적인 객체의 푸리에 스펙트럼을 비교하여 보여주고 있다.



<그림 4> 객체에 따른 푸리에 스펙트럼

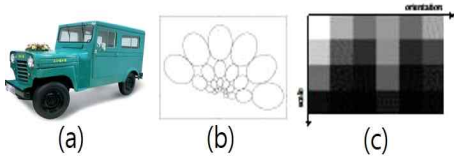
<그림 4(a)>는 인위적인 객체의 푸리에 스펙트럼을 나타내고 있고, (b)는 자연적인 객체의 푸리에 스펙트럼을 보여주고 있다. (a)의 경우 강한 방향성을 띄거나 특정 주파수 영역에서 피크 형태로 나타나는 것을 볼 수 있다. 반면, (b)의 경우 푸리에 스펙트럼에서 방향성이나 피크를 이루는 부분을 찾아보기 어렵다. 다만 희미하게 방향을 볼 수 있는 것은 객체의 형태가 푸리에 스펙트럼에 반영되었기 때문이다. 따라서 주파수 공간에서 보는 객체 내부의 텍스처 특성은 객체를 인위적인 객체와 자연적인 객체로 분류하는데 유용한 정보이다.

3.2.2 텍스처 가버 에너지

가버 필터[11]는 유용한 주파수 대역 분해 방법이

다. 이는 영상에서 특정 스케일(scale)과 방향(orientation)에 따른 국소 주파수 대역의 에너지를 추출할 수 있게 한다. 이러한 에너지는 영상의 스케일과 방향에 따른 특징의 벡터로써 표현할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 객체의 텍스처 정보를 추출하기 위하여, 먼저 [11]에서 제안된 가버 필터를 이용하여 가버 에너지를 산출 한다. 그리고 산출된 가버 에너지를 객체의 텍스처 특징 벡터로 활용한다.

먼저, 이를 위하여 사용되는 가버 필터 뱅크는 스케일 4개, 방향 6개로 총 24개의 필터로 구성하여 영상에 대한 24차원 특징 벡터로 산출하였다. <그림 5>는 인위적인 객체에 사용된 가버 필터링과 가버 특성을 나타내고 있다. 주어진 객체 영상 (a)에 대하여 (b)의 가버필터 뱅크에 통과 시킨다. (c)는 (a)영상이 (b) 필터 뱅크를 통과한 영상의 가버 에너지 맵을 나타내는데 이는 수식(3)에서 나타내는 바와 같다.



<그림 5> 가버 필터링과 가버 특성: (a) 객체영상, (b) 가버필터 뱅크, scale=4, orientation=6, (c) 가버 에너지 맵

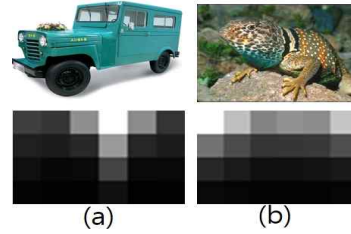
$$e_{ij} = \sum \sum |f_{ij}(x,y)|^2 \quad (3)$$

where $f_{ij} = F_{ij}$ 를 통과한 영상

$F_{ij} = i$ -th 스케일과 j -th 방향 필터

i 번째 스케일과 j 번째 방향에 해당되는 필터는 F_{ij} 로 표기되고, F_{ij} 를 통하여 필터링 된 영상은 f_{ij} 로 나타낸다. 따라서 f_{ij} 에 대한 가버 에너지 e_{ij} 는 수식 (3)과 같이 정의된다. 이때 <그림 5(c)>는 객체 영상에 대한 가버 에너지 맵(M)을 표현하고 있는 영상이다. 따라서 M_{ij} 의 값이 최종적으로 e_{ij} 가 된다.

그림 6은 인위적인 객체와 자연적인 객체에 따른 가버 에너지 맵을 보여주고 있다.



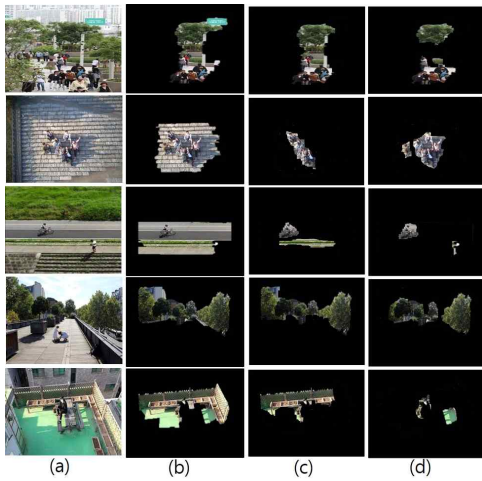
<그림 6> 객체에 따른 가버 에너지 맵: (a) 인위적인 객체와 가버 에너지 맵, (b) 자연적인 객체와 가버 에너지 맵

<그림 6>에서 자연적인 객체의 가버 에너지 맵 열의 밝기는 비교적 넓게 분포되어 나타나는 반면 인위적인 객체의 가버 에너지 맵에서는 밝기가 상대적으로 한 방향으로 치우쳐 있는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 가버 특성을 활용한 가버 에너지 특성은 객체를 인위적인 객체와 자연적인 객체로 분류하는데 유용하게 활용할 것이다.

IV. 실험 및 토의

본 연구에서 실험을 위해 사용된 영상들은 도심에서 드론으로 촬영된 영상들을 대상으로 하였다. 일반적으로 드론영상들은 복잡한 배경과 다양한 색상 및 텍스처를 포함하고 있기 때문에 객체를 명확히 분류하기 어려워 구조요청자를 정확히 추출하기는 결코 쉬운 일이 아니다. 따라서 실험의 타당성을 높이기 위해 제안된 방법으로 도심의 건축물 및 지형지물과 인물들이 포함된 비교적 간단한 영상에 적용하였다. 또한 실험을 통한 결과 영상들과 C. Carson[12]와의 결과를 비교하였다<그림 7>. 그리고 추출된 결과의 대한 타당성을 위하여 주어진 영상에 대하여 사람이 수동으로 추출한 결과와 제안된 객체의 지배적 특징

들을 적용한 방법으로 추출된 결과를 정량적으로 비교 분석 하였다<그림 8>. 먼저, 드론영상에서 [7]의 방법으로 핵심객체를 정하고, 그 후 제안한 방법으로 자연적인 객체와 인위적인 객체로 분류한 후, 자연적인 객체를 구조요청자로 판단하고 추출하였다.



<그림 7> 드론영상 및 결과영상: (a)원본영상, (b)핵심객체 영역, (c) [12]의 방법, (d)제안한 방법

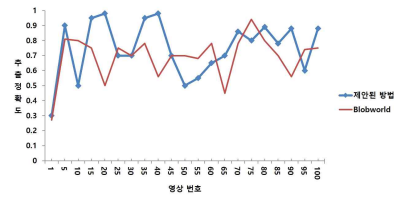
제안한 방법을 이용하여 100개의 드론영상으로부터 추출된 구조요청자 객체영역은 그림 7(d)와 같다. 비교적 복잡한 에지 및 텍스처로 구성된 객체라도 사람이 인식하는 것과 유사하게 추출된 것을 볼 수 있다. 특히, 핵심 객체영역에서 추출된 구조요청자 객체는 C. Carson[12]에서 제안하고 있는 방법 보다 명확한 객체 영역을 추출하고 있는 것을 알 수 있다(첫 번째 영상~세 번째 영상). 반면, 네 번째 및 다섯 번째 영상에서는 비록 자연적인 객체로 분류된 객체 영상으로 나타나지만 구조요청자로 추출된 것으로 판단할 수 없다. 이는 주위 영역이 인위적인 객체의 지배적 특징보다 자연적인 객체의 특징으로 형성되어 있기 때문이다.

한편, 100개의 드론영상에 대하여 사람이 수동으로

추출한 결과와 C. Carson[12]의 알고리즘을 이용하여 추출한 결과와 제안된 방법으로 추출된 결과를 비교하여 정확도를 실험해 보았다. 실험을 위한 정확도는 수식 (4)와 같이 정의한다.

$$A = \frac{S_G - (S_U + S_E)}{S_G} \quad (4)$$

G는 사람에 의해 수동으로 추출된 객체이며 E는 제안된 방법으로 추출된 객체이다. S_G 는 G의 크기이며 S_U 는 $G - (G \cap E)$ 의 크기이다.



<그림 8> 추출정확도 비교

정확도는 제안된 방법으로 추출된 객체 영역이 수동으로 추출된 객체 영역과 정확히 일치하는 경우 최대 1이 되며, 객체 영역이 일부 추출되지 못하거나 배경이 포함되어 추출되면 정확도는 낮아진다. 그리고 C. Carson[12]에서 제안한 알고리즘을 이용한 정확도와 비교했을 때 제안한 방법의 정확도는 픽셀 단위로 계산되므로 추출된 객체영역이 실제 객체영역과 유사하더라도 정확도가 비교적 낮은 값으로 나타나는 경우가 빈번하다. 따라서 정확도가 0.8 이상이면 구조요청자 영역이 비교적 정확히 추출된 것으로 간주할 수 있다. 제안된 방법으로 추출된 구조요청자 객체영역은 평균 0.75 정도의 정확도를 가진다.

V. 결론

본 연구에서는 드론영상에서 추출한 에지 방향 히

스토그램 에너지와 텍스처 정보를 이용하여 인위적인 객체와 자연적인 객체로 분류하고 이를 바탕으로 구조요청자로 판단되는 영역을 추출하는 방법에 대하여 제안하였다. 제안된 객체의 지배적 특징이 구조요청자 영역을 추출하는데 유용한 정보임을 알 수 있었으며, 실제 테스트 영상에 대한 추출 실험에서도 비교적 간단한 방법을 통해서 높은 정확성을 가진다는 것을 알 수 있었다.

향후 연구 방향으로는, 드론영상의 객체인식 및 추출의 신속성과 정확성을 높이기 위하여 AI 관련 기술을 바탕으로 계속적으로 연구되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 서울특별시 안전관리 기본계획, 재난 및 안전사고 종합대책, 51-6110000-000898-01, 2014.
- [2] 최재혁 · 조영수, "긴급구조용 측위시스템", TTA Journal, Vol. 164, 2016, pp.60-64.
- [3] 과학기술정보통신부, 신속·정확한 위치파악 긴급구조 골든타임 확보, 1월 보도자료, 2019.
- [4] 과학기술정보통신부, 고속도로 2차 교통사고 막기 위해 드론 띄운다, 8월 보도자료, 2018.
- [5] TS 교통안전공단, 드론 기반의 도로안전 기술적용 시범 연구, 최종보고서, 2017.
- [6] 엄대용, "무인항공사진측량에 의한 공간 객체의 3차원 실감모델 생성 기술", 방송과 미디어 논문지, 제22권 제2호, 2017, pp.44-52
- [7] S.Y. Kim, S.Y. Park and M.H. Kim, "Central Object Extraction for Object-Based Image Retrieval," Int'l Conf. on Image and Video Retrieval, 2003, pp.39-49
- [8] J. Canny., "A computational approach to edge detection," PAMI, Vol.8, No.6, 1986, pp.679-698
- [9] D.D Ballard., "Generalizing the Hough Transform to Detect Arbitrary Shapes," Pattern Recognition, Vol.13, 1981, pp.111-122.
- [10] Persoon, E. and K. S. Fu, "Shape discrimination using Fourier descriptors," IEEE Trans. SMC. 1977.
- [11] T. S. Lee, "Image Representation using Gabor wavelet," IEEE Trans, Pattern Anal. Machine Intell., Vol. 18, 1996, pp.959-971
- [12] C. Carson, M. Thomas, S. Belongie, J. M. Hellerstein, and J. Malik, "Blobworld: A System for region-based image indexing and retrieval," The Third Int. Conf. On Visual Information Systems, 1999.

■ 저자소개 ■



박 창 민
(Park, Chang Min)

1997년 9월~현재
영산대학교 성심교양대학 교수
2006년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과
(공학박사)
1996년 2월 독일 도르트문트대학교
컴퓨터공학과 (공학석사)
1993년 2월 독일 도르트문트대학교
컴퓨터공학과(공학사)
관심분야 : 영상검색, 영상이해 및 추출
E-mail : cmpark@ysu.ac.kr

논문접수일 : 2019년 8월 26일
수 정 일 : 2019년 9월 18일
게재확정일 : 2019년 9월 19일