

실시간 상황 인식을 위한 센서 운용 모드 기반 항공 영상 요약 기법

이 준 표 *

Aerial Video Summarization Approach based on Sensor Operation Mode for Real-time Context Recognition

Jun-Pyo Lee *

요 약

항공 영상 요약은 무인항공기를 통해 획득된 전체 영상의 내용을 제한된 시간 내에 효과적으로 브라우징 함으로써 감시 경찰 지역에 대한 상황 인식을 가능하게 하는 기술이다. 항공 영상의 정확한 요약을 수행하기 위해 본 논문에서는 센서 운용 모드를 집중감시, 전역감시 그리고 구역감시모드로 구분하고 해당 센서 운용 모드의 특성을 고려하여 항공 영상 요약을 수행한다. 특히 집중감시 모드에서의 영상 요약은 화면 내 움직임이 있는 관심 객체의 지속적인 추적을 기반으로 수행되며 이를 위해 본 논문에서는 지역 움직임 벡터(partitioning motion vector)와 해당 벡터가 발생한 영역에서의 시공간적 중요도 지도(spatiotemporal saliency map)를 활용한 움직임 반응 추적 기법을 제안한다. 제안하는 알고리즘의 효율성과 적합성을 확인하기 위해 실 항공 영상을 대상으로 실험을 수행하였다. 도출된 실험 결과를 통해 제안하는 방법은 전체 항공 영상에서의 영상 요약에 대해 센서 운용 모드에 따라 정확한 대표 프레임을 검출하였으며 이에 따라 대용량의 무인항공기 획득 영상이 효과적으로 요약될 수 있음을 확인하였다.

▶ Keywords : 영상요약, 영상분석, 센서운용모드, 지역 움직임 벡터

Abstract

An Aerial video summarization is not only the key to effective browsing video within a limited time, but also an embedded cue to efficiently congregative situation awareness acquired by unmanned aerial vehicle. Different with previous works, we utilize sensor operation mode of unmanned aerial vehicle, which is global, local, and focused surveillance mode in order for accurately summarizing the aerial video considering flight and surveillance/reconnaissance environments. In focused mode, we propose the moving-react tracking method which utilizes the partitioning motion vector and spatiotemporal saliency

• 제1저자 : 이준표 • 교신저자 : 이준표

• 투고일 : 2015. 1. 7, 심사일 : 2015. 2. 7, 게재확정일 : 2015. 5. 19.

* 서울예술대학교 영상학부(School of Film and Media Arts, Seoul Institute of the Arts)

※ 본 논문은 2015년도 서울예술대학교 교내 연구비 지원에 의해 연구되었음.

map to detect and track the interest moving object continuously. In our simulation result, the key frames are correctly detected for aerial video summarization according to the sensor operation mode of aerial vehicle and finally, we verify the efficiency of video summarization using the proposed method.

▶ Keywords : Video Summarization, Video Analysis, Sensor Operation Mode, Partitioning Motion Vector

I. 서 론

현대전에서 광범위하게 펼쳐지는 전장 상황의 효과적인 감시와 정찰 능력은 전쟁의 승패를 좌우하는 중요한 요소이다. 이는 다양한 전투체계가 부여된 임무를 유기적으로 조직화하여 수행하는데 선결 조건인 동시에 필수적인 요소 중의 하나이다. 특히 고도의 무인화 첨단 기술을 보유하고 있는 선진국을 중심으로 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle)[1-4] 및 센서 정보 기술을 활용한 실 운용을 통해 전장 상황 정보 획득을 수행하고 있으며, 이를 통해 적 위협 정보를 빠르게 인식하고 상황을 판단하여 적시에 최적의 대응 전략을 수립하는데 적극 활용하고 있다. 무인항공기는 실시간 동영상 기반의 EO/IR (Electro-Optical/Infra-Red)과 정지영상 기반의 SAR (Synthetic Aperture Radar)[5, 6] 센서 장비를 동시에 탑재하여 운용한다. 탑재된 센서 장비를 활용하여 임무 지역에서 수 시간 이상 체공하며 영상 정보를 획득하고 이를 실시간 및 근실시간으로 다양한 전투체계에 전파한다. 그러나 이와 같이 무인항공기를 통해 취득된 대용량의 영상 정보는 신속한 정보 전송의 어려움을 가지고 있을 뿐만 아니라 전체 내용을 단시간에 효과적으로 파악하는 것이 대단히 어렵다는 단점을 가진다[7]. 따라서 무인항공기 운용자는 특정한 시간과 위치에서의 전체적인 전장 환경을 이해하기 위해 획득된 영상을 처음부터 지속적으로 확인해야 하는 비효율성을 가지게 된다.

이와 같은 획득 영상에 대한 비효율적 활용과 운용을 극복하기 위해 본 논문에서는 무인항공기의 주요 센서 운용 모드를 고려하는 동시에 획득된 영상에 대한 구역화 된 움직임을 활용하는 효율적인 영상 요약 기법을 제안한다. 여기서, 고려된 운용모드는 센서 동작을 준비하는 대기모드, 무인항공기의 움직임 방향과 일치하도록 감시를 진행하는 전역감시모드, 특

정 지역에 대해 지속적인 감시를 수행하는 지역감시모드, 그리고 고배율의 영상 센서를 활용하여 특정한 영역을 감시하는 집중 감시모드로 구분한다. 또한 주어진 모드에 따라 영상 내 움직임 정보를 적응적으로 활용하여 효과적인 영상 요약이 이루어질 수 있도록 하였다. 본 논문에서 영상 요약은 시간에 따라 변화하는 영상들을 대상으로 주요 장면 여부를 효과적으로 판단하였으며 선정된 주요 장면들만을 나열하여 전시함으로써 전체 영상의 내용을 이해하도록 한다. 수행된 실험을 통해 장시간 동안 획득된 영상을 비교적 단시간 내에 관찰함으로써 효과적으로 전체 상황을 이해할 수 있음을 확인한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 기존의 영상 요약 기법을 살펴보고 3장에서는 제안하는 항공 영상 요약 기법에 대해 기술한다. 4장에서는 제안하는 방법의 효율성을 확인하기 위해 실 항공 영상을 대상으로 시행한 시험 결과를 보이고 5장에서 결론을 제시한다.

II. 기존의 영상 요약 기법

긴 재생 시간을 가지는 대용량의 항공 영상을 사용자가 신속하게 이해하고 활용하기 위해 연구된 영상 요약은 다양한 기법을 통해 발전되어 왔다. 이번 장에서는 영상의 요약과 이를 통한 활용에 대해 살펴보고 일반화된 수식으로 정리한다.

*Yanwei Fu et. al.*은 컬러 히스토그램(color histogram)과 웨이블릿 계수(wavelet coefficient)인 저수준 특징 값을 통합한 가우시안 엔트로피 융합(gaussian entropy fusion) 모델을 제시하고 이를 활용하여 샷(shot) 정보를 추정하였다. 생성된 샷 정보를 기반으로 그림 1과 같이 다중 시점(multi-view)의 영상 정보가 요약되었다[8].

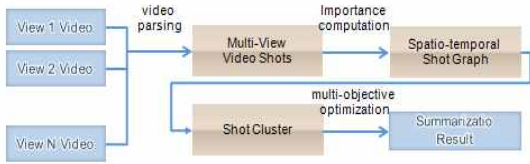


그림 1. 다중 시점 영상 요약 기법
Fig. 1. Multi-view video summarization

Changick Kim과 Jenq-Neng Hwang은 영상 감시 시스템에서 객체 분리(object segmentation) 기법을 활용하여 영상을 요약하는 방법을 제시하였다. 이를 통해 영상에서 의미론적인(semantic) 객체 단위 접근 방법을 가능하게 하였다[9]. 여기서 제시된 객체 분할 기법은 그림 2와 같다.

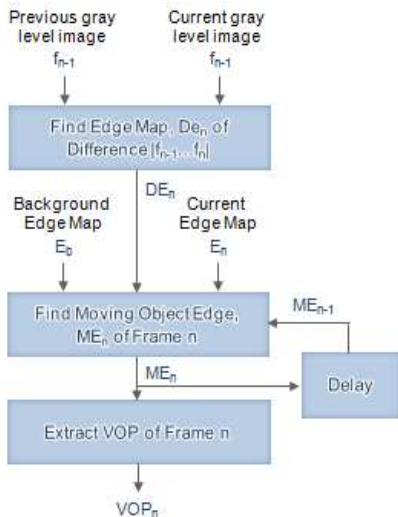


그림 2. 객체 기반 영상 요약 위한 객체 분리
Fig. 2. Object segmentation for object based video summarization

Genliang Gaun et. al은 전역 특징 값을 활용하여 연속되는 영상 프레임들에서 씬(scene)을 선택하였으며 이후 지역 특징 값을 기반으로 키 프레임을 선정하고 이를 통해 최종 영상을 요약하였다[10]. 여기서 전역 특징 값은 색상과 질감 정보의 히스토그램[11]을 사용하였으며 지역 특징값을 산출하기 위해 SIFT 서술자(Scale-Invariant Feature Transform descriptor)[12]가 사용되었다. 또한 Jiwei Wang et. al은 항공영상 요약을 위해 영상을 구성하는 프레임에서 특징 값을 추출하였으며, Atsuo Yoshitaka와 Kazuya Sawada는 영상 콘텐츠를 소비하는 동안에 발생하는 사용자 눈의 움직임을 활용하여 영상을 요약하는 프레임

워크(framework)를 제안하였다. 제안된 영상요약 프레임워크에서는 사용자의 눈 움직임을 고려하는 동시에 영상 재생기의 조작을 함께 고려함으로써 영상의 중요도를 평가하였으며 이를 기반으로 영상 요약 방법이 제안되었다[13]. 그림 3은 제안된 콘텐츠 소비 기반 영상 요약 방법의 전체 플로차트를 보인다. Lino Ferreira et. al은 지속적으로 부호화 및 복호화되는 영상 프레임 집합 (group of picture: GOP) 구성을 시간 영역에 따라 동적으로 크기를 정하고 이때 설정된 내부 부호화된 인트라 프레임(intra frame)을 기준으로 영상을 요약하는 방법을 제안하였다[14].

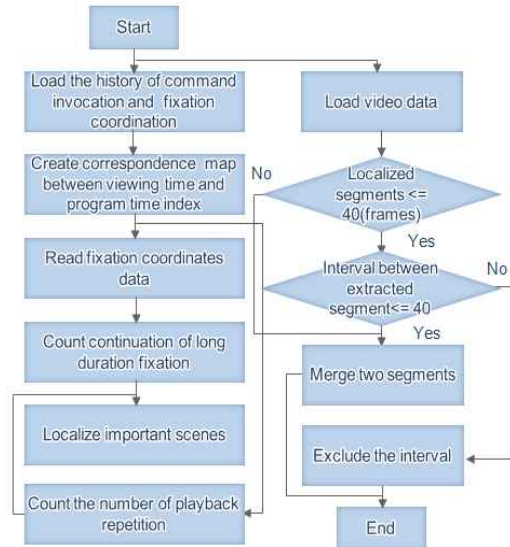


그림 3. 콘텐츠 소비 기반의 영상 요약 기법
Fig. 3. Contents consuming based video summarization

이와 같이 다양한 환경에서 취득되거나 가공된 영상을 대상으로 수행되는 요약에 관한 효과적인 연구 기법들이 지속적으로 제안되어왔으나 장시간 제공하는 무인항공기를 통해 특정 지상 영역을 지속적으로 정찰하고 감시하여 획득된 영상을 대상으로 한 의미 있는 영상 요약 기법이 제시되지 못하고 있다. 특히 무인항공기의 운용은 특징적으로 그 운용 모드 별로 획득되는 영상이 상이하다. 따라서 이와 같은 운용 모드를 파악하고 해당 모드에 따라 구별되어 요약하는 기법이 제안되어야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 영상 획득 환경의 특수성을 고려한 항공 영상 기법을 제안한다. 이를 통해 장시간의 영상을 대상으로 수행되는 실시간 영상 요약 기법을 제안한다. 다양한 항공 영상을 대상으로 수행된 실험을 통해 제안하는 센서 운용 모드 기반 영상 요약 알고리즘이 효과적으로 수행됨을 확인한다.

III. 제안하는 항공 영상 요약 기법

본 논문에서는 무인항공기의 영상 센서 운용 모드를 그림 4와 같이, 센서 동작을 준비하는 대기모드와 무인항공기의 움직임 방향과 일치하도록 감시를 수행하는 전역감시모드, 특정 지역에 대해 지속적인 감시를 수행하는 지역감시모드, 그리고 고배율의 영상 센서를 활용하여 특정한 영역을 감시하는 집중 감시모드로 구분하고 이에 따른 항공 영상 요약 기법을 그림 5와 같이 제안한다.

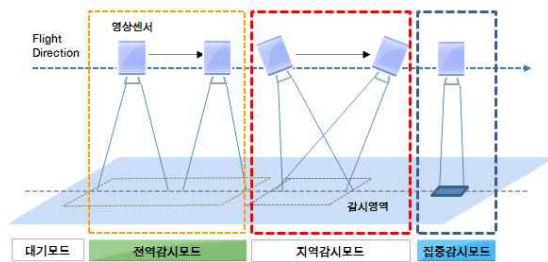


그림 4. 무인항공기 센서 운용 모드

Fig. 4. Sensor operation mode of unmanned aerial vehicle

무인항공기 영상 요약은 시간에 따라 변화하는 획득 영상들을 대상으로 주요 장면 여부를 판단하고 선정된 주요 장면들만을 나열하여 전시함으로써 전체 영상의 내용을 이해하는 과정이다. 이를 수행하기 위한 방법은 다음과 같다.

무인항공기를 통해 획득된 영상은 데이터링크를 통해 지상의 영상 통제소로 전달된다. 원거리의 데이터링크를 이용하여 전달되는 대용량의 영상은 데이터의 손실이나 왜곡으로 인해 화질의 저하가 빈번하게 발생된다. 이를 위해 본 논문에서는 영상에 발생한 다양한 형태의 잡음을 제거하기 위해 영상 편집 전처리 과정으로 최소 평균 제곱 기반의 확률론적 접근 방법인 위너 필터(wiener filter)를 활용한다[15]. 식 (1)은 주파수 영역에서의 위너 필터를 보인다. 본 논문에서 화질의 저하는 화소의 값에 오차를 발생하는 잡음을 포함하나 초점의 흐림의 광학적 오차나 급격하고 과도한 무인항공기 및 무인항공기 센서의 움직임에 의한 왜곡은 포함하지 않는 것으로 한다.

$$H(w_1, w_2) = \frac{P_f(w_1, w_2)}{P_f(w_1, w_2) + P_n(w_1, w_2)} = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_n^2} \quad (1)$$

여기서, $P_f(w_1, w_2)$ 과 $P_n(w_1, w_2)$ 는 원 영상 $f(x, y)$ 과

가우시안 노이즈(gaussian noise)의 파워 스펙트럼(power spectrum)이다. 또한 σ_f^2 와 σ_n^2 는 각각 원 영상의 지역 영역에 대한 분산과 노이즈에 대한 분산을 나타낸다.

식 (1)의 역푸리에 변환(inverse fourier transform)은 식 (2)와 같으며, 해당 식에 평균값을 고려한 위너 필터는 식 (3)과 같다.

$$h(x, y) = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_n^2} \zeta(x, y) \quad (2)$$

$$P_w(x, y) = m + [g(x, y) - m] \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_n^2} \zeta(x, y) \\ = m + \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_n^2} \zeta(x, y) \quad (3)$$

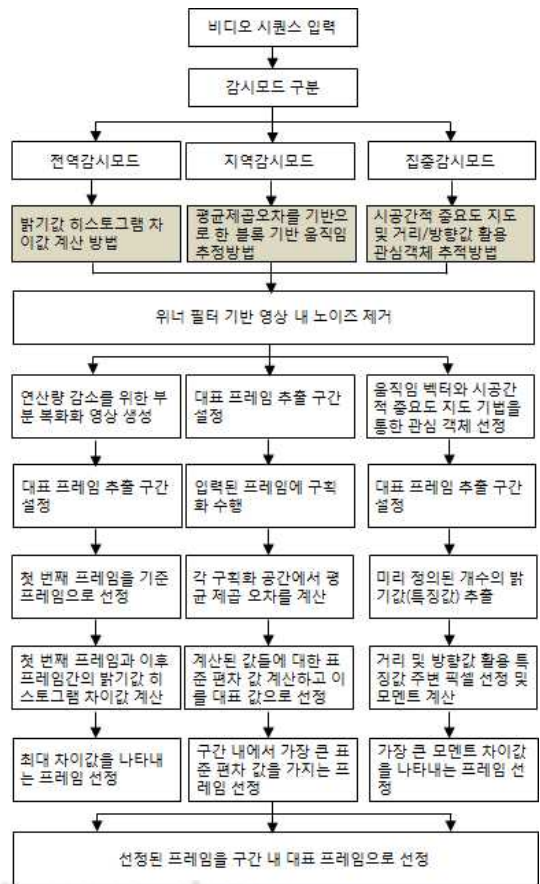


그림 5. 제안하는 영상 요약 기법

Fig. 5. The proposed video summarization method

여기서, $P_w(x, y)$ 는 픽셀 (x, y) 에서 위너 필터에 의해 처리된 영상이다. 또한 훼손된 영상의 모든 지역 영역에 대한 분산의 평균값을 활용하여 노이즈의 분산인 σ_n^2 을 추정하여 활용한다.

전역감시의 경우 광범위한 영역을 대상으로 감시가 이루어지며 특정 목표물의 출현이나 대략적인 변화를 탐지하는 모드이다. 따라서 요약을 위한 주요 장면 선정의 실시간성을 보장하는 동시에 처리의 효율성을 위해 DCT(Discrete Cosine Transform) DC 계수를 활용한다. DC 계수를 사용할 경우 항공 영상과 같이 높은 해상도를 가지는 영상의 표본화된 부분 복호화 영상을 구할 수 있으므로 계산 복잡도를 낮추는 동시에 이를 통해 신속하게 주요 장면을 선정 하는 것이 가능하다. 본 논문에서 화면 내 부호화가 수행되어있는 I-프레임의 경우 압축 계수들로부터 부분 복호화를 수행하여 DCT DC 계수를 산출하였으며 화면 간 부호화가 수행되는 P-프레임 또는 B-프레임의 경우 매크로 블록(macro block)에 대한 움직임 벡터에서 DC 계수를 구하였다.

전역감시모드에서 취득된 영상의 경우 일정한 방향으로 움직임이 발생하게 된다. 따라서 비교적 점진적인 장면 전환이 이루어지므로 주요 장면의 결정은 DC 영상을 대상으로 하며 첫 번째 영상을 기준 주요 장면으로 선정된 후 식 (4)와 (5)를 통해 이후 영상에 대한 주요 장면 선정 여부를 결정한다.

$$IHD_{dc_img}^{fr} = \sum_{i=1}^s |H_{fr}(i) - H_{fr-1}(i)| \quad (4)$$

식(4)에서, $IHD_{dc_img}^{fr}$ 와 s 는 각각 임의의 DC영상의 프레임에 대한 밝기값 히스토그램 차이(intensity histogram difference: IHD)와 밝기 값의 범위(intensity scale value)이다. 또한 $H_{fr}(i)$ 는 임의의 프레임이 가지는 그레이레벨 i 의 히스토그램 값을 나타낸다.

$$RFS_{[t,t+\Delta]}^G = \max\{\nabla_{fr}(IHD_{dc_img}^{fr})\}_{[t,t+\Delta]} \quad (5)$$

식 (5)에서, $RFS_{[t,t+\Delta]}^G$ 는 전역감시모드에서 취득된 영상을 대상으로 설정된 구간 $(t, t+\Delta)$ 에서의 대표 프레임을 나타낸다.

미리 수행된 실험을 통해 Δ 의 최적값은 결정 되었으며 설정된 구간에서 최대의 밝기값 히스토그램 차이를 나타내는 프레임을 해당 구간에서의 대표 프레임으로 선정하였다. 지역감시모드에서는 주요 감시 지역으로 판단되는 영역을 지속적으로 감시하는 모드이다. 따라서 카메라의 상하좌우 움직임을 제한하며 지상의 목표물을 탐지한다. 지역감시모드로 설정된 상태의 영상 센서를 통해 취득된 영상은 그림 6과 같이 일정한 크기로 구획화되고 해당 공간에서 발생하는 움직임이 탐지된다. 이를 위해 압축된 영상에서 지역적인 움직임 벡터(partitioning motion vector)를 계산하여 이를 활용한다. 보다 정확한 결과를 산출하기 위해 영상 센서는 비교적 정확한 기구 및 신호 안정화(stabilization)가 수행되는 것을 가정한다.

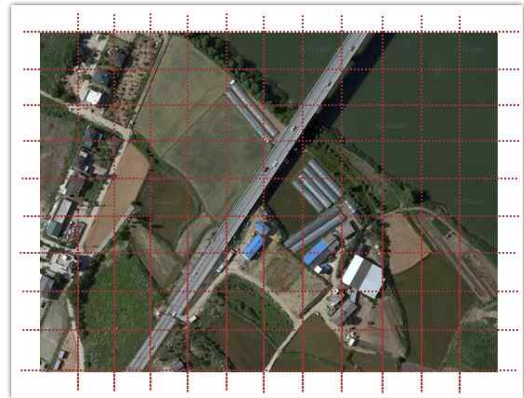


그림 6. 지역 움직임 벡터 활용 대표 영상 추출
Fig. 6. Key frame extraction using partitioning motion vector

영상 압축 과정에서 움직임 벡터는 블록 기반 움직임 추정을 통해 수행되어지며 식 (6)의 평균 제곱 오차(mean square error: MSE) 의해 계산되어진다. 본 논문에서는 임의의 프레임의 각 구획화 공간에서 나타나는 평균 제곱 오차 값들에 대해 설정된 임계치를 초과하는 값들을 추출하여 순서화하고 해당 값들을 대상으로 표준편차(standard deviation: SD) 값을 구한다. 가장 큰 표준편차 값을 가지는 프레임을 설정된 구간에서의 대표 프레임으로 선정한다. 이때 기준 프레임에서 추출된 모집단의 개수와 참고 프레임의 모집단 개수를 동일하게 선정하여 비교의 일관성을 유지한다. 식 (6)은 구획화된 공간들에서 계산된 움직임 벡터의 평균 제곱 오차값들로 대상으로 한 표준편차 값을 활용하여 대표 프레임을 추출하는 것을 보인다.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} [S_k(m, n) - S_{k-1}(m, n)]^2 \quad (6)$$

식 (6)에서, M 과 N 은 매크로블록의 크기이며, S_k 는 k 번째 프레임에 나타낸다.

$$RFS_{[t, t+\Delta]}^L = \max\{\nabla_{fr} (SD_{MSE})\}_{[t, t+\Delta]} \quad (7)$$

식 (7)에서, $RFS_{[t, t+\Delta]}^L$ 와 SD_{MSE} 는 지역감시모드에서 취득된 영상을 대상으로 설정된 구간 $[t, t + \Delta]$ 에서의 대표 프레임과 구획화된 구간에서의 평균 제곱 오차 값들을 대상으로 계산되어진 표준편차 값을 나타낸다.

집중감시모드는 주로 영상 내 특정 움직임이 있는 객체를 대상으로 감시가 이루어지는 특징을 가진다. 따라서 영상 내 객체의 움직임을 파악하는 것이 중요하다. 이를 위해 본 논문에서는 지역 움직임 벡터와 실제 움직임 벡터가 관심 객체에서 발생했는지를 확인하기 위해 전체 영상에서 특정 공간의 주의를 나타내는 시공간적 중요도 지도(spatiotemporal saliency map)[16] 기법을 활용하여 주요 관심 객체 파악한다. 본 논문에서는 이와 같은 관심 객체에 대한 움직임 정도를 파악하여 영상을 요약하는 방법을 제안한다. 즉, 주요한 움직임 벡터가 존재하는 영역에서 공간적 중요도가 발생할 경우 해당 공간 내에 관심 객체가 존재하는 것으로 판단한다. 그림 7은 집중감시모드에서 움직임 벡터와 공간적 중요도를 활용하여 관심객체의 움직임을 확인하는 것을 보인다. 여기서, 도시된 블록들은 제안하는 방법을 통해 식별된 움직임이 있는 주요 객체들을 정의하는 것을 보인다.

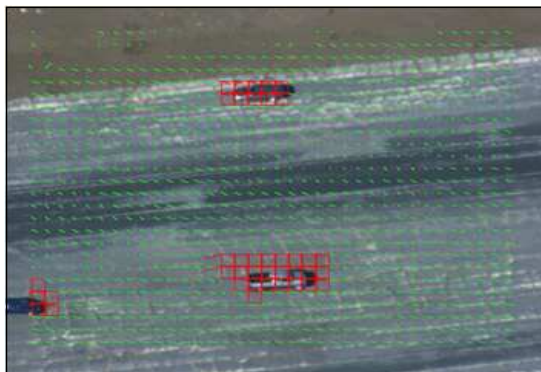


그림 7. 움직임 벡터와 시공간적 중요도 지도 활용 움직임 객체 탐지
Fig. 7. motion object detection using motion vector and spatiotemporal map

본 논문에서는 정의된 주요 객체의 연속적인 움직임 추정과 이를 통한 대표 프레임 선정을 위해 그림 8과 같이 구획화 공간 내 움직임을 나타내는 지역 움직임 벡터(partitioning motion vector)를 활용한 움직임 반응 추적 기법을 제안한다.

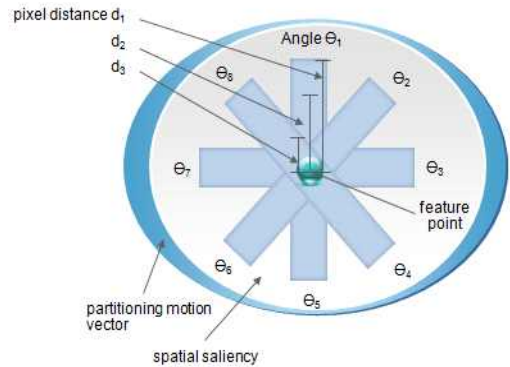


그림 8. 구획화된 공간에서의 움직임 추정을 위한 거리 및 방향 정보

Fig. 8. Distance and direction information for estimating a object motion in partitioning area

이를 위해, 최초 프레임에 대해 선정된 공간을 대상으로 미리 정의된 개수의 밝기값 기반의 특징값을 추출한다. 또한 특징값 주변의 밝기 값에 대해 모멘트를 구하고 픽셀 거리와 방향에 따른 특징값을 계산하여 테이블화 한다. 본 논문에서는 픽셀 거리값(d)은 1에서 3 픽셀 그리고 방향값(θ)은 8 방향으로 정의하였다. 그림 8은 특징값과 관계되는 주변 값들을 수치화하여 움직임의 정도를 추정하는 방법을 보인다.

이후 프레임에 대해 최초 프레임에서 계산된 모멘트와 가장 유사한 값을 가지는 픽셀을 선정 한 후, 특징값 테이블을 생성하고 설정된 구간동안 최초 프레임과의 차이값이 최대가 되는 프레임을 대표 프레임으로 선정한다. 여기서, 주어진 구간 내에서 구획화 된 영역을 벗어나는 경우 마지막 프레임까지를 대상으로 대표 프레임 선정 과정을 수행한다.

IV. 실험결과

본 논문에서 제안하는 알고리즘의 효율성과 적합성을 확인하기 위해 실 항공 영상을 대상으로 실험을 수행하여 그 결과를 도출하였다. 실험 영상은 무인 항공기를 통해 획득된 실제 영상을 대상으로 하였으며 본 논문에서 제시한 센서 운용 모드인 지역감시모드, 전역감시모드, 집중감시모드가 각각의 영상에 표현되어 있다. 실험에 사용된 데이터는 MPEG-4/AVC로 압축된 영상이며 각 영상의 세부 속성은 표 1과 같다.

표 1. 실험 데이터
Table 1. Simulation data

데이터 명	센서모드	프레임율	해상도	길이
UAV_Part1	집중	29.97	1024x768	10분
UAV_Part2	전역/지역	29.97	1024x768	10분
UAV_Part3	전역/지역	29.97	1280x1024	10분

그림 9는 무인항공기를 통해 획득된 영상 비트스트림 분석을 수행하는 자동 분석 기능을 통해 전체 영상에서 주요 프레임만을 선별적으로 검출하는 과정을 보인다. 또한 그림 10은 검출된 대표 프레임이 포함하는 동영상 클립의 영상 정보를 보인다. 여기서, 대표 프레임은 일정 시간동안의 영상 단위인 클립에서 해당 클립의 의미를 가장 잘 표현하는 하나의 이미지이다. 해당 클립의 세부 내용은 대표 영상을 실행함으로써 확인하는 것이 가능하다.

그림 11은 대표 프레임을 실행하였을 때의 동영상 화면을 보인다. 표 2는 본 논문에서 제안한 방법을 사용하여 도출한 처리시간의 실험 결과를 보인다. 여기서, 선정된 각 영상에 대한 처리 시간을 영상 파일의 주요 구성 정보를 확인하는 단계인 자동 분석과 실제 영상을 요약하는 시간인 요약 처리 부분으로 나누어 측정함으로써 영상 요약 결과의 실시간 및 근 실시간 적용 가능성을 확인하였다.

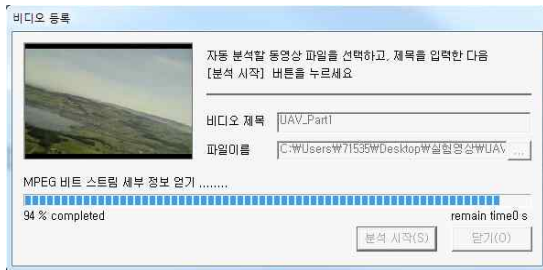


그림 9. 자동분석을 통한 주요 프레임 검출
Fig. 9. Key frame extraction using automatic analysis



그림 10. 검출된 주요 프레임
Fig. 10. Extracted key frame



그림 11. 검출된 대표 프레임 실행 영상
Fig. 11. Extracted key frame based video

표 2. 실험 결과: 처리 시간
Table 2. Simulation result: Processing time

데이터 명	처리시간(msec)		
	자동 분석	요약 처리	합계
UAV_Part1	71	146	217
UAV_Part2	67	87	154
UAV_Part3	83	95	178

그림 12는 집중감시모드에서의 특정 관심 객체를 선정하고 구역화 된 공간을 활용하여 객체의 움직임을 파악하는 것을 보인다. 여기서 객체들의 움직임을 지속적으로 확인하고 있음을 확인하기 위해 결과 영상에 블록을 도시하였다. 본 논문에서는 이와 같은 움직임의 파악을 통해 주요 장면을 선정하고 이를 통해 무인항공기를 통해 획득된 영상 요약을 수행하였다. 그림 13은 제안하는 방법을 통해 수행된 항공 영상 요약의 최종 결과를 나타낸다. 여기서, 그림 (a)와 (b)는 각각 집중감시모드와 전역 및 지역감시모드 하에서 수행된 영상 요약 결과를 보인다. 또한 그림 (c)는 전역감시 모드에서 획득된 영상을 활용하여 수행된 영상 요약 결과를 보인다.

도출된 실험 결과를 통해 전체 항공 영상에서의 센서 운용 모드에 따라 대표 프레임이 검출되었으며 이를 통해 대용량의 무인항공기 영상을 효과적으로 요약할 수 있음을 확인하였다.

V. 결론

본 논문에서는 항공 영상 획득 환경의 특수성을 나타내는 센서의 다양한 움직임을 고려하였다. 이를 통해 장시간 채공

하는 무인항공기의 운용 모드에 따라 구별되어 수행되는 실시간 영상 요약 기법을 제안하였으며 시간에 따라 변화하는 영상들을 대상으로 주요 장면 여부를 효과적으로 판단하였다. 또한 선정된 주요 장면들만을 나열하여 전시함으로써 전체 영상의 내용을 충실히 이해할 수 있도록 하였다. 다양한 항공 영상을 대상으로 수행된 실험을 통해 제안하는 영상 요약 알고리즘이 효과적으로 수행됨을 확인하였으며, 이를 통해 획득된 감시정찰 영상 정보를 실시간으로 요약하고 이를 타 전투체계로 신속하게 전파되는 것이 가능하다. 향후에는 무인항공기에서 획득된 EO와 IR 그리고 SAR 영상을 실시간으로 융합하여 보다 정확한 요약을 수행하는 방법이 연구되어야 한다.

REFERENCES

- [1] Sang-Un Lee, "Polynomial Time Algorithm for Aircraft Landing Problem," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 19, No. 9, pp. 161-168, Sep. 2014.
- [2] Ergezer, H. and Leblebicioglu, K., "3D Path Planning for UAVs for Maximum Information Collection," *IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems*, Vol. 49, pp. 502-520, May 2013.
- [3] Seungwoo Chun, Woonhyuk Baek, and Jongpil La, "A Study on HILS for Performance Analysis of Airborne EOTS for Aircraft," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 19, No. 9, pp. 55-64, Dec. 2013.
- [4] Krishnamoorthy, K., Casbeer, D., Chandler, P., Pachter, M., and Darbha, S., "UAV search & capture of a moving ground target under delayed information," *Proc. of the Conf. on Decision and Control*, pp. 3092-3097, Dec. 2012.
- [5] Shunguang Wu, Das, S., Yi Tan, Eledath, J., and Chaudhry, A.Z., "Multiple target tracking by integrating track refinement and data association," *Proc. of the Conf. on Information Fusion*, pp. 1254-1260, July 2012.
- [6] Jinman Kang, Gajera, K., Cohen, I., and Medioni, G., "Detection and Tracking of Moving Objects from Overlapping EO and IR Sensors," *Proc. of the Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop*, pp. 123, June 2004.
- [7] Sujatha, C. and Mudenagudi, U., "A Study on Keyframe Extraction Methods for Video Summary," *Proc. of the Computational Intelligence and Communication Networks*, pp. 73-77, Oct. 2011.
- [8] Yanwei Fu, Yanwen Guo, Yanshu Zhu, Feng Liu, Chuanming Song, and Zhi-Hua Zhou, "Multi-View Video Summarization," *IEEE Trans. on Multimedia*, Vol. 12, pp. 717-729, Nov. 2010.
- [9] Changick Kim and Jenq-Neng Hwang, "Object-based video abstraction for video surveillance systems," *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 12, pp. 1128-1138, Dec. 2002.
- [10] Genliang Guan, Zhiyong Wang, Kaimin Yu, and Shaohui Mei, "Video Summarization with Global and Local Features," *Proc. of the Conf. on Multimedia and Expo Workshops*, pp. 9-13, July 2012.
- [11] S. A. Chatzichistofis and Y. S. Boutalis, "CEDD: color and edge directivity descriptor: a compact descriptor for image indexing and retrieval," *Proc. of the Conf. on Computer Vision System*, pp. 1-6, 2008.
- [12] D. G. Lowe, "Distinctive image feature from scale-invariant keypoints," *Int. Journal of Computer Vision*, Vol. 60, pp. 91-110, Nov. 2004.
- [13] Yoshitaka, A. and Sawada, K., "Personalized Video Summarization Based on Behavior of Viewer," *Proc. of the Signal Image Technology and Internet Based Systems*, pp. 661-667, Nov. 2012.
- [14] Ferreira, L., Cruz, L., and Assuncao, P., "Efficient scalable coding of video summaries using dynamic GOP structures," *Proc. of the Conf. on Computer as a Tool*, pp. 1-4, April

- 2011.
- [15] Kanagalakshmi, K. and Chandra, E., "Performance evaluation of filters in noise removal of fingerprint image," Proc. of the Conf. on Electronics Computer Technology, pp. 117-121, April 2011.
- [16] Linfeng Xu, Hongliang Li, and Zhengning Wang, "Saliency detection from joint embedding of spatial and color cues," Proc. of Symp. on Circuits and Systems, pp. 2673-2676, May 2012.

저 자 소 개

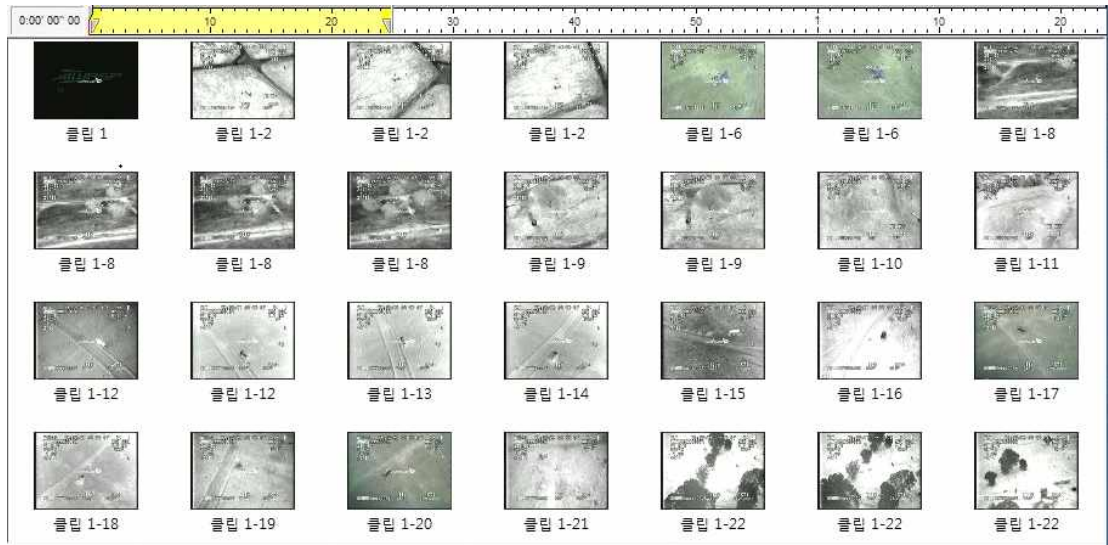


이 준 표

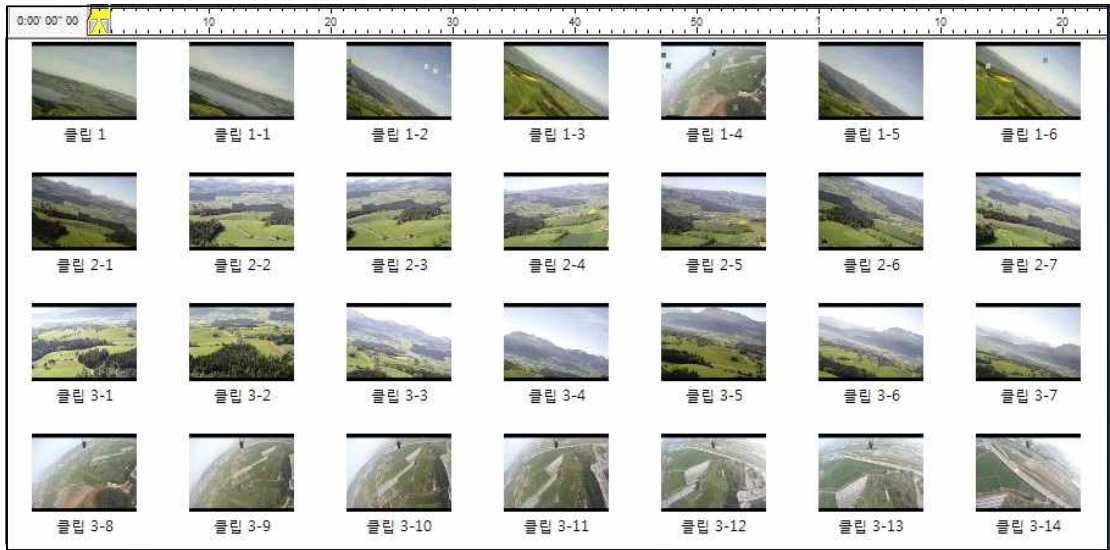
2009: 한양대학교
컴퓨터공학과 공학박사
2003~2009: 한양대학교
공학기술연구소 연구원
2009~2015: LIG넥스원(주)
수석연구원
현 재: 서울예술대학교 영상학부 교수
관심분야: 영상처리,
멀티미디어 시스템
Email : junpyolee@seoularts.ac.kr



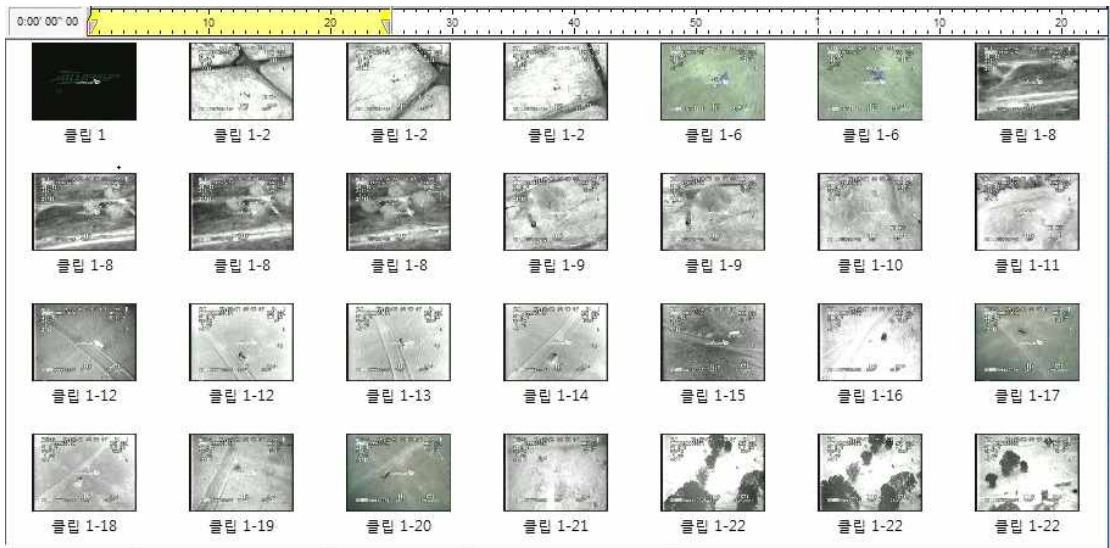
그림 12. 움직임 벡터와 시공간적 중요도 지도를 활용한 주요 움직임 객체 탐지 및 추적 결과
 Fig. 12. Moving object detection and tracking using motion vector and spatiotemporal saliency map



(a) 집중감시모드 영상 요약
 (a) Video summarization using focused surveillance mode



(b) 전역감시모드 및 지역감시모드 영상 요약
 (b) Video summarization using global and local surveillance mode



(c) 움직임 보정을 활용한 전역감시모드 및 지역감시모드 영상 요약
 (c) Video summarization using global and local surveillance mode using motion stabilization

그림 13. 항공영상을 대상으로 한 요약 결과
 Fig. 13. Video summarization for unmanned aerial vehicle