

일반전초 감시카메라 동영상 분석에 적합한 배경분리 알고리즘 성능 비교 및 향상에 관한 연구

이영균, 마정목*
국방대학교 국방과학학과

A Study on Performance Comparison and Improvement of Background Subtraction Algorithm Suitable for Video Analysis of General Outpost Surveillance Camera

Younggyoon Lee, Jungmok Ma*
Department of Defense Science, Korea National Defense University

요약 군의 최전방인 GOP(일반전초 : General Outpost)에서는 지속적으로 발전 / 연구되고 있는 컴퓨터 비전 기술이 적용된 감시카메라가 도입 및 운용되고 있다. 감시카메라는 고정된 화면에서 움직이는 객체를 인식하여 경보를 발생시킨다. 하지만 최전방 환경에서의 다양한 요소들이 발생시키는 잡음들로 인해 오경보가 다량으로 발생하고 있으며, 이는 GOP 작전의 주요 제한사항이라고 할 수 있다. 이런 제한사항들로 인해 영상감시 임무를 수행하는 근무자들은 임무 수행에 어려움을 겪고 있다. 이러한 오경보의 원인은 배경과 전경이 확실히 분리되지 않아 발생하는 것이며, 이 문제는 다른 요소들과 맞물렸을 때 GOP 작전 실패의 원인이 된다. 그러므로 잡음 발생이 많은 환경에서 적합한 배경분리 알고리즘을 찾는 것과 이미지 품질을 향상시키는 것은 중요하다고 할 수 있다. 본 논문에서는 전방 환경에서의 적용에 적합한 배경분리 알고리즘을 제시하기 위해 여러 알고리즘들을 대표적인 이미지 품질 측정 수치인 PSNR(최대 신호 대 잡음 비 : Peak Signal-to-Noise Ratio)을 사용해 비교 및 평가했고, 평가한 이미지들을 오버레이 기법을 통해 이미지 품질을 향상시켰다. 본 연구의 결과는 향후 잡음 발생이 많은 환경에서 배경과 객체를 명확히 분리하여 잡음을 최소화하고 오경보를 줄일 수 있는 시스템 등의 개발 및 분석에 활용될 것으로 기대된다.

Abstract General outposts (GOPs) in the Republic of Korea use surveillance cameras with computer vision to protect and monitor the Military Demarcation Line area. In particular, the surveillance camera initiates an alarm whenever it recognizes a moving object/person in the surveilled area. However, the surveillance camera initiates many false alarms due to the noise in the camera-captured images of the surveilled area, caused by various factors in the area. These false alarms can be a major limitation to the GOP operation. In particular, troops performing video surveillance missions have difficulties in their work due to this limitation. Notably, the reason for these false alarms is that the background and foreground in the surveillance camera captured images of the surveilled area are not separated, causing the GOP operation failure by combining with other factors. Therefore, it is important to find a suitable image background subtraction algorithm to separate the background and foreground in these images. Along these lines, this research compared and evaluated several image background subtraction algorithms in terms of the PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio), a representative image quality measure. Subsequently, this research presented an image background subtraction algorithm, among the ones compared and evaluated, as suitable for the surveillance cameras in the frontline GOP operational environment and improved the images from this algorithm through an overlay method. In effect, this study is expected to be used for further development and analysis of systems that can minimize a high noise in the surveillance camera captured images of the surveilled area by separating the backgrounds and objects/persons in the images, reducing the corresponding false alarms initiated by the camera.

Keywords : Background Subtraction, Overlay Method, PSNR, GOP Operation, Surveillance Camera

*Corresponding Author : Jungmok Ma(Korea National Defense Univ.)

email: jxm1023@gmail.co.kr

Received April 4, 2022

Revised May 4, 2022

Accepted July 7, 2022

Published July 31, 2022

1. 서론

우리 군은 최전방 경계작전부대의 효과적인 임무수행을 위해 2010년대 중반부터 과학화 경계시스템을 도입해 운용하고 있다. 앞으로의 군 병력감소와 경계작전의 효율성 측면에서 보면 초소 근무자가 직접 눈으로 감시를 하던 기존 경계작전 형태에서 과학화 경계시스템을 운용하는 형태로 바뀌는 것은 불가피하다. 과학화 경계시스템은 크게 감시, 감지, 통제시스템으로 구성되어 있으며 시스템의 구조는 감시카메라가 객체의 움직임을 식별하거나 철책에 설치된 광망 센서가 압력 등을 감지할 경우 상황실의 통제시스템에 경보가 발생하는 방식으로 설계되어 있다[1]. 감시카메라는 북한군 또는 북한주민이 침투 또는 귀순하기 위해 이용할 수 있는 접근로와 지역을 감시하고 있으며, 경계작전부대 판단 하에 감시구역을 여러 개 선정하여 경계작전을 실시한다. 그러나 카메라가 사람 또는 동물처럼 식별하려는 객체들을 인식했을 때 상황실의 통제시스템을 통해 경보가 발생해야 하는데, 기상 및 조명의 변화가 심하고 수풀과 나무 등이 많은 최전방의 환경에서는 배경의 움직임을 객체로 인식하는 잘못된 객체탐지가 이루어져 오경보가 빈번하게 발생한다. 잦은 오경보는 영상감시 임무를 수행하는 작전인원들의 근무 집중도 유지를 어렵게 하고, 오경보가 과학화 경계시스템에 대한 맹신, 시스템 자체의 오류, 적절하지 못한 센서 민감도 및 ROI(관심영역 : Region Of Interest)설정 등과 맞물려 발생했을 때 경계작전 실패의 원인이 된다. 위 문제를 해결하기 위해 경계작전부대에서는 병력보충 및 교육, 환경 및 시스템 개선 등을 실시하고 있으나 근본 원인 해결방법이 아니기 때문에 경계작전부대에서는 항상 경계작전 실패에 대한 부담을 가진 상태로 현행작전을 실시하고 있다.

카메라를 이용한 감시 시스템에서 객체를 인식하고 추출하는 것은 핵심적인 사항이며, 정확한 객체의 인식과 추출을 위해서는 객체와 배경을 명확히 분리해야 한다. 명확한 객체와 배경의 분리를 위해 배경분리 알고리즘은 지속 연구 및 발전되어 왔으며 여러 분야에 적용되고 있지만, 혼잡한 환경에서 배경과 객체를 완벽히 분리하는 것은 어려운 과제이다. 그렇지만 감시카메라를 운용하는 작전환경에서는 많은 잡음들이 원인이 되어 오경보가 다수 발생하기 때문에 오경보를 줄이기 위해서 적합한 배경분리 알고리즘을 찾는 것은 중요하다. 그렇기 때문에 본 연구에서는 혼잡한 환경에서 효과적으로 배경분리를 수행하는 4개의 배경분리 알고리즘을 실제 작전환경과

유사한 환경에서 촬영된 야생동물 무인센서카메라 동영상에 적용하여 비교 평가 연구를 수행하고, 분리한 배경 이미지와 Grayscale filter를 적용한 이미지에 오버레이 기법을 적용하여 품질 향상의 정도를 확인한다.

본 연구는 2장에서는 배경분리 알고리즘 관련 선행연구와 본 연구에서 사용하는 배경분리 알고리즘 모델 소개, 실제 최전방 경계작전부대에서 획득하는 영상자료의 특성을 분석하였다. 3장에서는 영상자료를 각 배경분리 알고리즘에 적용한 결과를 통해 비교 및 평가하였으며, 오버레이 기법을 통해 적용한 이미지와 품질 향상 정도를 제시한다. 마지막 4장에서는 결론 및 제한사항, 발전사항을 제시하였다.

2. 본론

2.1 배경분리 알고리즘 관련 선행연구

김현준 등(2015)은 BCFD(Background and Current Frame Difference)방식을 바탕으로 LMS(Least Mean Square)를 적용한 알고리즘을 제안하였으며, 다른 배경분리 알고리즘들과 비교했을 때 제안한 알고리즘의 PSNR 수치가 향상된 모습을 보였다[2]. 정찬호(2017)는 축구 동영상 분석을 위해 서로 다른 배경분리 알고리즘을 정량적으로 비교 평가했다. 분석에 최적화된 알고리즘을 결정하기 위해 Precision, Recall 및 F-measure를 이용하여 정량적인 비교 평가를 수행하였고, 배경이 상대적으로 잘 고정된 장소에서 배경 분리를 수행 및 비교하였다[3]. 이광국 등(2008)은 혼합 가우시안 모델을 기반으로 하는 혼잡한 환경에 적응적인 배경 모델링을 제안했다. 그 결과 기존 방법과 비교했을 때 혼잡한 상황에서 효과적으로 배경이 제거되었고 F-measure 결과값을 통해 증명했다[4]. 안명수 등(2009)은 MOG(Mix Of Gaussian)방법을 개선한 모델을 이용해 객체를 추출했고 이를 Kalman Filter 예측방법을 적용하여 추적하였다[5].

이번 연구에서는 배경분리 알고리즘에서 주로 쓰이는 통계적 기반의 알고리즘과 비모수적 추정 방법 기반의 알고리즘을 적용 및 비교하였다. KadewTraKulPong and Bowden(2002)은 혼잡한 환경에서의 객체 추적을 위해 가우시안 혼합 모델을 적용하여 배경과 전경을 분리했다. 3 또는 5개의 가우시안 분포를 각 배경 화소에 적용하여 조명 및 배경 변화에 좀 더 유연하게 적응할 수 있도록 했다[6]. Zivikovic(2004)은 배경 픽셀에 알맞은

가우시안 분포값을 자동으로 선택하는 적응적 가우시안 혼합 모델 알고리즘을 제안하였다[7]. Godbehere 등(2012)은 최초의 프레임을 배경 모델링을 위해 사용하여 움직이는 객체를 베이지안 추론과 칼만 필터를 결합시킨 방법으로 검출하였다[8]. Zivkovic 등(2006)은 최근접 이웃 알고리즘을 이용해 배경과 전경을 분리했으며, 이는 분류 등에 사용되는 비모수 방식의 알고리즘으로 새로운 데이터가 기존 데이터의 어떤 그룹에 속하는지 분류한다[9].

위와 같이 객체를 배경으로부터 분리하는 방법인 배경 분리 알고리즘을 바탕으로 하여 다양한 이론과 실험이 파생되었으며, 여러 환경에 적용해 연구해온 결과로 객체와 배경의 분리가 더 명확해지고 처리속도도 빨라지고 있다. 하지만 다른 선행연구들에서는 자연 요소들로 인해 객체와 배경의 명확한 분리가 어려운 최전방 경계자 전부대와 유사한 환경에서 배경분리 알고리즘의 정량적인 비교 평가를 수행하지 않았다. 본 연구에서는 위에 언급한 축구 동영상, 혼잡한 환경에서 촬영된 동영상 등의 배경 분리 및 객체 탐지를 정량적으로 비교한 연구들을 바탕으로 배경분리 알고리즘들을 일반전초 감시카메라에서 획득할 수 있는 영상과 가장 유사한 동영상에 적용하여 정량적으로 비교 및 평가하고 그 결과를 제시하며 최종적으로 오버레이 기법을 적용해 전반적인 품질 향상 정도를 확인한다.

2.2 최전방 경계작전 영상자료 분석

실제 작전 간 획득하는 여러 가지 영상자료들은 실외에서 촬영되기 때문에 자연 요소에 영향을 많이 받는다는 특징을 지닌다. 우선 바람으로 인한 카메라 및 수풀의 흔들림, 강우, 강설 등과 같은 기상의 변화에 민감하고, 수풀, 나무 등이 변하는 계절의 변화에도 민감하다. 다음으로 일조량에 따른 빛의 반사와 야간작전을 위한 경계 등 점등과 같은 조명의 영향을 받는다. 또한 카메라로 포착하려는 귀순자, 침투인원 등이 아닌 야생동물 등에도 영향을 받는다. Fig. 1은 야생동물 무인센서카메라의 일부 프레임으로, 실제 경계작전 간 영상감시 임무를 수행하는 인원들이 카메라를 통해 보는 영상과 유사하다.

Fig. 1과 같은 프레임을 각 카메라별로 선정한 후 민감도, 관심영역, 탐지하고자 하는 물체의 최소 및 최대 크기 등을 통제 프로그램을 이용해 설정한 후 운용한다. 다만 실제 영상은 더 넓은 지역을 효율적으로 감시하기 위해 상대적으로 높은 곳에서 촬영된다는 것, 카메라 주변에 철책과 광망 등이 설치되어 있다는 것 등의 차이를 가진다.

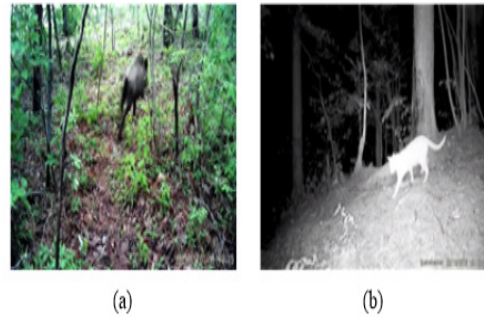


Fig. 1. Objects with moving background
(a) A Wildpig in daytime (b) A Cat in night-time

2.3 실험 과정 및 결과

본 실험의 과정은 Fig. 2와 같이 진행되었다.

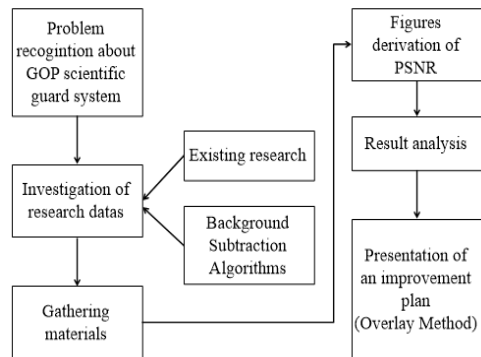


Fig. 2. A diagram of experimental procedures

우선 실제 GOP에서 근무한 경험을 바탕으로 과학화 경계시스템의 문제에 대해 인식하였고, 그 원인이 배경을 명확히 분리하지 못해 잡음 및 오경보가 발생하는 것을 확인하였다. 이후 배경분리 알고리즘의 성능 비교와 관련된 기존 연구를 조사했으며, 보안상의 문제로 GOP 영상자료는 수집하지 못했으나 그와 가장 유사한 야생동물 무인센서카메라 영상을 수집하여 데이터를 확보했다. 이후 동영상 분석 분야에서 가장 널리 쓰이는 4가지 배경분리 알고리즘을 적용하여 PSNR 수치를 도출하는 실험을 진행하였고 그 결과를 분석했다. 마지막으로 오버레이 기법을 적용하여 동영상 품질 및 잡음의 정도를 개선하였다.

2.3.1 실험에 사용된 배경분리 알고리즘

실험에 사용된 배경분리 알고리즘은 크게 통계적 기반

알고리즘과 비모수적 추정 방식 알고리즘으로 분류했으며, 해당 분류에서도 혼잡한 환경에서 적용이 적합하기 때문에 동영상 분석 분야에서 널리 쓰이는 4가지 배경분리 알고리즘을 선정했다. 통계적 기반 알고리즘인 MOG, MOG2는 입력된 데이터를 여러 개의 가우시안 분포로 이루어졌다고 가정하고, 각 가우시안 분포의 가장 최적의 변수를 찾아내는 알고리즘으로써, 데이터가 k개의 가우시안 분포로 이루어져 있을 때 가장 데이터를 잘 표현하는 k개의 평균과 분산을 찾는 알고리즘이다[10]. MOG는 k의 개수를 직접 정해야 하나 MOG2는 적합한 k의 개수를 자동으로 설정해주는 차이가 있다. GMG는 통계적 배경 이미지 제거와 픽셀 단위의 베이지안 분할을 결합한 것으로 최초 일정 프레임은 배경 모델링을 위해 사용하며, 배경이 아닌 전경이나 움직이는 객체를 추출하기 위해 베이지안 추론을 이용한다[11].

비모수적 추정 방식 알고리즘인 KNN(K-Nearest Neighbor)은 분류되지 않은 데이터를 미리 분류된 데이터 중 가장 빈도가 많은 그룹으로 분류하는 알고리즘으로, k값을 설정하면 거리가 가까운 k개의 그룹의 영향을 받아 분류되지 않은 데이터가 빈도가 많은 그룹으로 분류된다[12].

2.3.2 실험 과정

본 연구에서 배경분리 알고리즘들의 비교 및 평가를 위해 해상도 640 x 480의 야생동물 무인센서카메라 동영상을 이용하였으며, 동영상에서 추출한 228개 프레임 중 배경의 움직임이 가장 많고 혼잡한 2개의 주, 야간 프레임을 선정하여 위에서 서술한 배경분리 알고리즘에 적용, 비교하였다. 배경분리 및 오버레이 과정은 NVIDIA GeForce RTX 2070 SUPER, Python 3.9, OpenCV 4.5.5.62 시스템 환경에서 진행되었다. 배경분리 알고리즘의 정량적인 비교 평가를 위해 영상 분석 분야에서 화질 손실 정보를 평가할 때 사용되는 PSNR을 이용한다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) \quad (1)$$

Where, MAX_I denotes maximum pixel value in the image, MSE denotes difference between the original image pixel and the output image pixel

Eq. (1)은 PSNR 값을 도출하는 수식으로, 생성되거나 압축된 영상의 화질에 대한 손실 정보를 평가하는 방정식이다. 손실이 적고 화질이 좋을수록 PSNR은 높은 값을 지니며, 크면 클수록 잡음이 적어진다고 볼 수 있다.

배경분리 알고리즘에 동영상의 프레임이 입력되면 알고리즘에 따라 배경의 초기치가 설정되고, 지속적으로 입력되는 프레임과 업데이트 되는 배경의 차이가 알고리즘에 설정된 임계값을 거치며 객체가 배경으로부터 분리된다[13].

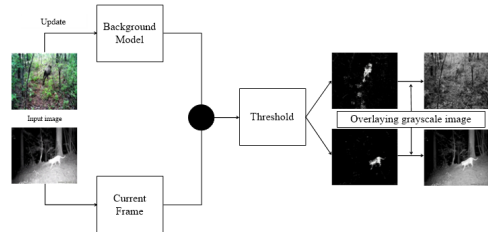


Fig. 3. A diagram of Proposed Method

본 연구에서는 Fig. 3와 같은 과정을 통해 실험을 진행한다. 최초 주간 및 야간 프레임을 입력하고 각 프레임에 대해 배경분리 알고리즘을 적용하여 객체와 배경을 분리한 후 출력된 프레임의 PSNR 수치를 측정하고 그 수치를 비교한다. 배경분리 알고리즘이 객체와 배경을 분리하는 과정에서, 프레임에 Grayscale filter가 적용되는 과정을 거치고 객체와 배경을 분리하기 때문에, Grayscale filter를 적용한 원본 프레임과 배경분리 알고리즘을 적용한 프레임을 오버레이 기법을 이용해 겹친 후 PSNR 수치 향상 정도를 확인한다. 투명한 정도에 따라 PSNR 수치 및 잡음의 정도가 차이가 생길 것이라고 가정했으며, 이를 확인하기 위해 투명도를 각각 20%, 50%, 80%로 구분하여 실험한 후 투명도 적용 정도에 따른 PSNR 수치 결과를 제시한다.

2.3.3 실험 결과

실험에서는 통계적 기반의 알고리즘인 MOG, MOG2, GMG와 비모수적 추정 방식의 알고리즘인 KNN을 적용해 이미지 품질을 측정했다. Fig. 4과 Table 1은 주간에 촬영된 객체와 배경의 움직임이 포함된 프레임에 배경분리 알고리즘을 적용한 그림과 PSNR 수치를 나타낸 결과이다.

Fig. 4과 같이 배경분리 알고리즘을 적용했을 때 설정 임계값에 따라 차이가 있을 수 있으나 육안상으로 확인했을 때 잡음을 완벽하게 분리하기에는 어렵다는 것을 알 수 있었다. 임계값을 높이면 높일수록 배경의 잡음은 줄어들지만 객체를 인식하지 못하는 상황이 발생하였다. Table 1의 수치를 확인했을 때 비슷한 수준의 PSNR 수치를 나타내었지만 비모수적 추정 방식 알고리즘인

KNN 알고리즘의 PSNR 수치가 가장 높았다.

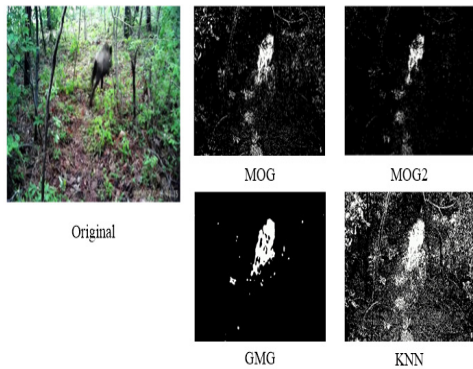


Fig. 4. A wildpig in daytime with moving background and results of applying background subtraction algorithms

Table 1. Results of PSNR value in daytime

| Categories | | PSNR(dB) |
|-----------------|------|----------------|
| Statistic-based | MOG | 27.8850 |
| | MOG2 | 27.8834 |
| | GMG | 27.8846 |
| Non-parametric | KNN | 27.8989 |

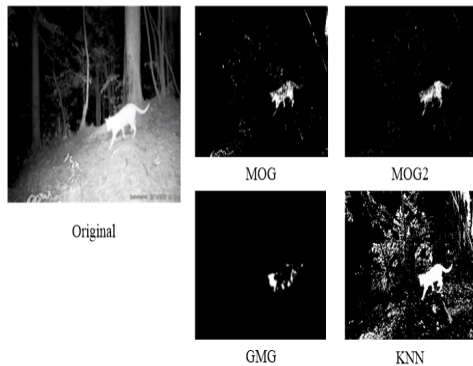


Fig. 5. A cat in night-time with moving background and results of applying background subtraction algorithms

Fig. 5는 야간 프레임을 배경분리 알고리즘에 적용한 결과이다. Fig. 4과 비교했을 때 상대적으로 잡음의 정도가 줄었고 Table 2에서 제시하는 것처럼 PSNR 수치도 Table 1에 비해 높다는 것을 확인할 수 있었다. 야간 환경에서 가장 PSNR 수치가 높은 알고리즘은 통계적 기반의 알고리즘 중 하나인 GMG 알고리즘이었다.

Table 2. Results of PSNR value in night-time

| Categories | | PSNR(dB) |
|-----------------|------|----------------|
| Statistic-based | MOG | 29.3140 |
| | MOG2 | 29.3190 |
| | GMG | 29.3310 |
| Non-parametric | KNN | 29.3172 |

위 두 개의 실험으로 미루어보았을 때 잡음이 많은 환경에서 배경을 완전히 분리하는 것은 어려운 부분이었으며, 주간에는 조명의 변화, 빛 반사 등으로 인해 잡음이 더 많이 발생한다는 것을 알 수 있었다. 주간 프레임에서는 KNN이, 야간 프레임에서는 GMG의 PSNR 수치가 가장 높았고 잡음이 적었다.

오버레이 기법은 이미지 전체리 방법 중 하나로 워터셰드 알고리즘에서 많이 쓰이는 방법이며, 이미지를 혼합하여 객체를 명확하게 탐지하고 잡음 등을 감소시키는 목적으로도 사용된다. 배경 이미지에 혼합하려는 이미지의 투명한 정도를 조절할 수 있다. 아래 실험에서는 그 정도를 3가지로 구분하여 실험하였다.

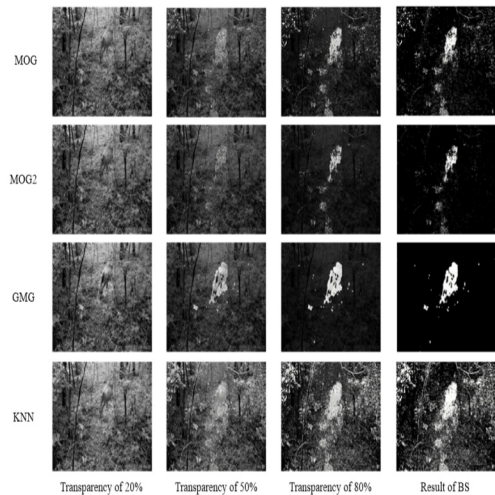


Fig. 6. Overlay Method Application in daytime

Fig. 6는 주간 프레임에 적용했던 배경분리 알고리즘의 출력 결과를 Grayscale filter를 적용한 이미지에 오버레이한 것이다. 투명도가 낮을수록 원본 프레임에 가까우며, 높을수록 배경분리 알고리즘 출력 결과에 가깝다는 것을 알 수 있다. Table 3은 오버레이 기법을 적용했을 때 PSNR 수치이다.

Table 3. Results of Overlaid PSNR value in daytime

| Categories | PSNR(dB) | | | |
|------------|----------------|---------|---------|--------------|
| | 20% | 50% | 80% | Result of BS |
| MOG | 28.4415 | 27.8410 | 27.8579 | 27.8850 |
| MOG2 | 28.4372 | 27.8197 | 27.8485 | 27.8834 |
| GMG | 28.4209 | 27.8145 | 27.8507 | 27.8846 |
| KNN | 28.4125 | 27.8892 | 27.8991 | 27.8989 |

오버레이 기법을 적용했을 때 이미지 품질은 대체로 향상되었고 그 향상된 정도는 20%의 투명도를 적용했을 때 대부분 높았으며, 그 중 MOG2가 0.5538dB로 가장 많이 향상되었다는 것을 볼 수 있다.

Fig. 7 및 Table 4는 야간 프레임에 오버레이 기법을 적용한 결과이다. 마찬가지로 이미지 품질이 대체로 향상되었으며 동일하게 20%의 투명도를 적용했을 때 대부분 높았다. 다만 KNN은 80%를 적용했을 때 20%를 적용했을 때보다 더 향상되었고, 가장 많이 향상된 알고리즘은 주간과 동일하게 MOG2으로 0.373dB만큼 향상되었다.

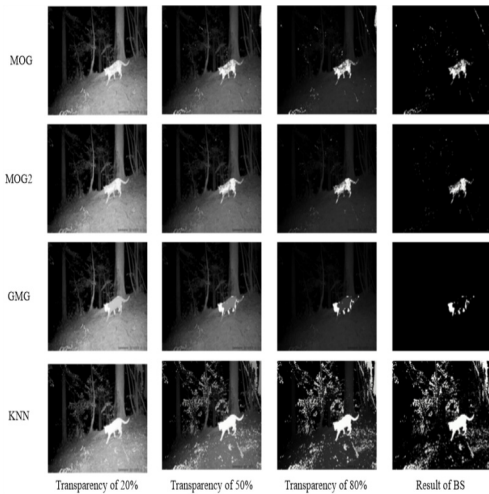


Fig. 7. Overlay Method Application in night-time

Table 4. Results of Overlaid PSNR value in night-time

| Categories | PSNR(dB) | | | |
|------------|----------------|---------|----------------|--------------|
| | 20% | 50% | 80% | Result of BS |
| MOG | 29.6728 | 29.3021 | 29.5456 | 29.3140 |
| MOG2 | 29.6920 | 29.3046 | 29.5648 | 29.3190 |
| GMG | 29.6589 | 29.3233 | 29.5119 | 29.3310 |
| KNN | 29.4732 | 29.2984 | 29.4886 | 29.3172 |

3. 결론

본 연구는 최전방 경계작전부대들이 감시카메라를 운용하는 환경과 가장 유사한 야생동물 무인센서카메라 환경을 바탕으로 실제 작전간 잡음으로 인해 많이 발생하는 오경보를 줄이기 위해 적합한 배경분리 알고리즘들을 비교 평가하고 오버레이 기법을 이용해 품질을 향상시켰다. 통계적 기반의 알고리즘들과 비모수적 추정 방법 기반의 알고리즘들을 PSNR 수치를 통해 비교 및 평가하였다. 수치를 비교한 결과 주간 프레임에서는 KNN이 27.8989dB로, 야간 프레임에서는 GMG가 29.3310dB로 가장 품질이 높고 잡음이 적어 혼잡한 환경에서의 배경분리 알고리즘 적용에 적합하다는 것을 알 수 있었다. 추가적으로 잡음을 줄이고 이미지 품질을 향상시키기 위해 이미지 전처리 기법 중 하나인 오버레이 기법을 배경분리 알고리즘을 통해 추출된 프레임에 투명도를 다르게 하여 적용하였다. 그 결과 품질이 최대 0.5538dB 향상된 모습을 보였으며 20%의 투명도를 적용했을 때 품질이 대부분 향상되었고 4개의 알고리즘 중 MOG2의 품질 향상 정도가 주간에는 0.5538dB, 야간에는 0.373dB로 가장 컸다.

본 연구의 제한사항으로는 연구 간 배경과 객체를 완벽히 분리하려고 했지만, 현실적으로 기상, 조명 등 많은 요인들의 영향을 받는 동영상 환경에서는 배경분리 알고리즘만으로는 잡음을 완벽히 제거하고 배경과 객체를 확실히 분리할 수 없다는 것이다. 또한 연구에서는 실제 작전환경과 가장 유사한 데이터를 이용해 연구를 진행했지만, 군사보안 문제로 인해 실제 환경에서 획득하는 데이터를 사용하지 못한 것도 제한사항이라 할 수 있다. 그러나 혼잡한 환경인 최전방 경계작전 환경에서 배경분리 알고리즘을 적용 및 비교하여 적합한 알고리즘을 찾아내고 잡음을 제거해 오경보를 줄이려는 노력은 실시되지 않았기 때문에 위 연구가 의미가 있다고 할 수 있다.

마지막으로 배경분리 알고리즘이 배경분리를 하는 과정에 있어서 오버레이 기법을 활용한다면 이미지 품질이 더욱 향상될 것이고 잡음이 줄어들어 시스템이 발생시키는 오경보가 줄어들 것으로 판단된다. 따라서 해당 기법을 적용한 알고리즘, 시스템 등이 개발된다면 현행작전, CCTV 운용 등에 있어서 도움이 될 것이라 기대한다.

References

[1] J. H. Jang, H. J. Mun, C. C. Lee, The Usage Intention

of Combined Guard System - Focusing on GOP Scientific Guard System, *The Journal of Information Systems*, Vol.19, No.4, pp.183-206, Dec. 2010.
UCI: G704-001596.2010.19.4.005

[2] H. J. Kim, T. G. Gwun, Y. I. Joo, D. H. Seo, A study on implementation of background subtraction algorithm using LMS algorithm and performance comparative analysis, *Journal of Advanced Marine Engineering and Technology*, Vol.39, No.1, pp.94-98, Jan. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5916/ikosme.2015.39.1.94>

[3] C. H. Jung, Objective Evaluation of Background Subtraction Algorithms for Soccer Video Analysis: An Experimental Comparative Study, *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol.42, No.1, pp.42-45, Jan. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.7840/kics.2017.42.1.42>

[4] G. G. Lee, S. H. Song, K. H. Ka, J. Y. Yoon, J. J. Kim, W. Y. Kim, Adaptive Background Modeling for Crowded Scenes, *Journal of Korean Multimedia Society*, Vol.11, No.5, pp.597-609, May. 2008.
UCI: G704-000883.2008.11.5.012

[5] M. S. An, D. S. Kang, A Study of Real-time Detecting and Tracking Moving Object Using Improved MOG and Predict Method, *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol.7, No.4, pp.102-107, Aug. 2009.
UCI: G704-001947.2009.7.4.029

[6] P. KaewTraKulPong, R. Bowden, "An Improved Adaptive Background Mixture Model for Real-time Tracking with Shadow Detection", *In Video-Based Surveillance Systems*, Springer, pp.135-144, 2002.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0913-4_11

[7] Z. Zivkovic, "Improved adaptive Gaussian mixture model for background subtraction", *Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition*, ICPR 2004., Vol.2, pp.28-31, 2004.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/ICPR.2004.1333992>

[8] A. B. Godbehere, A. Matsukawa, K. Goldberg, "Visual tracking of human visitors under variable-lighting conditions for a responsive audio art installation", *2012 American Control Conference(ACC)*, pp.4305-4312, 2012.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1109/ACC.2012.6315174>

[9] Z. Zivkovic, F. Heijden, "Efficient adaptive density estimation per image pixel for the task of background subtraction", *Pattern Recognition Letters*, Vol.27, No.7, pp.773-780, 2006.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2005.11.005>

[10] S. B. Song, J. H. Kim, "SFMog : Super Fast MOG Based Background Subtraction Algorithm", *Journal of IKEEE*, Vol.23, No.4, pp.1415-1422, 2019
DOI: <https://dx.doi.org/10.7471/ikeee.2019.23.4.1415>

[11] B. R. Park, E. J. Choi, H. E. Lee, T. W. Kim, J. W. Moon, "Research Trends for the Deep Learning-based Metabolic Rate Calculation", *KIEAE Journal*, Vol.17,

No.5, pp.95-100, 2017

DOI: <https://dx.doi.org/10.12813/kieae.2017.17.5.095>

[12] W. C. Choi, J. Y. Na, "Development of CCTV Cooperation Tracking System for Real-Time Crime Monitoring", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.20, No.12, pp.546-554, 2019
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.12.546>

[13] F. Hammer, J. Flinke, "Background Segmentation Methods in Analysis of Live Sport Video Recordings", Master's thesis, Lund University of Mathematics (Faculty of Engineering)

이 영 균(Younggyoon Lee)

[준회원]



- 2013년 2월 : 육군사관학교 응용물리학과 (응용물리 학사)
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방대학교 국방과학학과 석사과정

<관심분야>

영상분석, 국방 모델링, 무기체계 획득관리

마 정 목(Jungmok Ma)

[정회원]



- 2002년 2월 : 육군사관학교 운영분석학과 (운영분석 학사)
- 2008년 8월 : 미국 펜실베이니아 주립대(PSU) (산업공학 석사)
- 2015년 5월 : 미국 일리노이대(UIUC) (산업공학 박사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방대학교 국방과학학과 부교수

<관심분야>

국방 모델링 및 데이터 분석학, 무기체계 획득관리