

무인 감시 시스템을 위한 이동물체 검출 알고리즘

정회원 임 강 모*, 이 주 신**

Moving Object Detection Algorithm for Surveillance System

Kang-mo Lim*, Joo-shin Lee** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 무인 감시 시스템의 안정적인 성능을 위해서 배경 장면에서 일정 영역 내에서 반복적인 움직임이 발생하는 경우와 급격한 조도 변화가 발생한 경우에 이동물체 검출 성능을 개선하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 배경 영상을 초기화하기 위하여 배경 장면을 프레임 샘플링한 후, 샘플링 된 프레임들을 블록으로 각각 분할하여 각 블록 화소의 총 휘도 값을 계산하였다. 배경 영상의 초기화는 시간적으로 인접된 프레임들 사이에 동일 위치에 놓인 블록의 최대 휘도 값과 최소 휘도 값만을 선택하여 배경 프레임을 각각 재구성 하여 배경 기준 영상으로 놓았다. 이동물체 검출은 현재 영상 프레임을 블록으로 분할하여 각 블록 내의 화소들의 총 휘도 값을 계산하고, 계산된 값이 초기화 된 두 장의 기준 영상의 휘도 범위를 벗어나면 이동물체가 존재하는 블록으로 결정하고, 벗어나지 않으면 배경으로 판단하였다. 제안한 알고리즘의 타당성을 검토하기 위하여 실내 및 실외 환경에서 사람과 자동차를 대상으로 알고리즘의 성능을 평가한 결과, 제안한 방법의 에러율이 기존 방법들의 에러율보다 0.01%에서 20.33%까지 작아졌고 이동물체 검출율은 제안한 방법이 기존 방법보다 0.17%에서 22.83%까지 향상되어 제안한 방법의 우수함을 보였다.

Key Words : object detection, block division, background initialization, reference image

ABSTRACT

In this paper, a improved moving object detection algorithm for stable performance of surveillance system in case of iterative moving in limited area and rapidly illuminance change in background scene is proposed. The proposed algorithm is that background scenes are sampled for initializing background image then the sampled frames are divided by block and sum of graylevel value for each block pixel was calculated, respectively. The initialization of background image is that background frame is respectively reconstructed with selecting only the maximum graylevel value and the minimum graylevel value of blocks located at same position between adjacent frames, then reference images of background are set by the reconstructed background images. Moving object detecting is that the current image frame is divided by block then sum of graylevel value for each block pixel is calculated. If the calculated value is out of graylevel range of the initialized two reference images, it is decided with moving objects block, otherwise it is decided background. The evaluated results is that the error rate of the proposed method is less than the error rate of the existing methods from 0.01% to 20.33% and the detection rate of the proposed method is better than the existing methods from 0.17% to 22.83%.

I. 서 론

컴퓨터 비전 기술 기반으로 적외선 센서, CCD 카

메라 등을 이용하여 움직임 정보가 존재하는 물체를 검출하고 검출된 물체를 실시간으로 자동 추적할 수 있는 무인 감시 시스템, 지능형 교통시스템 등의 응

* 청주대학교 정보통신공학부(kmlim@cju.ac.kr), ** 청주대학교 정보통신공학부(jushin2@cju.ac.kr)
 논문번호 : KICS2004-10-216, 접수일자 : 2004년 10월 6일

용을 목적으로 한 자동 영상 추적 시스템의 연구 개발이 활발히 진행되고 있다[1-5].

비디오 감시 시스템은 이동물체의 존재를 자동으로 감지하고, 이를 추적함으로써 인간의 역할을 대신 할 수 있는 컴퓨터 비전을 응용한 시스템이다. 특히, 무인 감시 시스템은 특정 물체의 움직임을 판단하고 이를 추적하여 시스템의 효율을 더욱 증가시킬 수 있는 응용 시스템으로써 자동카메라의 기능을 수행할 수 있다는 점에서 높이 평가되고 있다[6-8].

이동물체 검출 및 추적 시스템은 동영상의 각 프레임에 대한 시공간적 분석을 통하여, 화면 내에서 추적대상을 검출하고 위치변화를 계산하여 이동물체의 위치, 속도 등 정보를 추출하거나, 이동물체의 윤곽선(edge), 휘도(intensity) 및 질감(texture) 분포 등에 대한 분석을 통하여 이동물체에 대한 자동 분류, 인식, 검색 등 고차원적인 처리가 가능하도록 한다[9-13].

이동물체 검출은 배경으로부터 움직임이 있는 물체를 분할하는 것을 의미한다. 이동물체를 분할하는 대표적인 방법은 차영상 기법과 배경 차이 기법이 있다[14-16]. 차영상 기법은 연속되는 프레임 사이의 화소값의 차이를 이용하는 것이다. 연속되는 프레임의 두 영상에서 각 화소 값 차이의 절대치로 차영상을 만들고, 정지해 있는 부분을 제거하고 이동하는 부분만을 분할해 내는 방법이다. 가장 간단한 움직임 검출 방법은 차영상의 모든 화소의 값을 더해서 이 값이 지정된 임계 값보다 크면 움직임이 검출되었다고 판단을 하는 방법이다. 이 방법은 알고리즘이 간단하다는 장점이 있으나, 잡음의 영향을 매우 많이 받으며, 영상에서 움직임을 발생시키는 지역에 대한 정보를 알 수 없는 문제점과 정지해 있는 물체도 함께 제거되는 문제점이 있다. 이 문제들을 처리하기 위해서는 후처리 과정이 필요하고 이들에 의한 처리시간이 길어진다는 단점이 있다.

배경 차이 기법은 움직이는 물체가 없는 배경 영상과 움직임이 존재하는 현재 입력 영상의 차이를 구하여 배경 부분을 제외한 이동물체를 분할하는 방법으로써, 영상 감시 및 추적 시스템에서 배경 화면 추출 방법으로 가장 많이 쓰이는 방법이다. 이 기법은 인접한 두 프레임을 직접 비교하는 것이 아니라 이전 프레임들로부터 배경이라고 할 수 있는 영상을 유추해 내고 이 영상과 현재 프레임을 비교하여 움직임을 검출하게 된다. 매번 프레임을 검사하면서 기준이 되는 배경 영상을 오래 전 프레임의 영향을 줄이고 현재 프레임의 영향을 추가시키는 방법으로 특정한 방법에 따라 계속 수정된다. 이 방법에서 많이 사용되

는 것으로 시간적 평활법과 시간적 중간치법으로 들 수 있다.

시간적 평활법은 배경 영상을 만들 때 이전 프레임들의 화소 값을 평균하는 방법이다. 현재 프레임에서 임의의 화소의 배경 영상을 만들기 위해서는 현재 프레임 이전의 n 개의 프레임들의 화소 값을 모두 더해서 n 으로 나누면 n 프레임으로 평활화된 현재 프레임의 배경 영상이 만들어지게 된다. 이 방법은 이전 프레임의 정보를 기억하기 위한 메모리의 낭비가 많고, 배경 영상과 현재 프레임의 화소 명암 차이가 클 경우에 평균값이 너무 빨리 변한다는 문제점이 있다.

시간적 중간치법은 임의의 화소에서 이전 프레임에 나타난 값들 중에서 빈도가 높은 값을 배경 영상으로 사용하는 방법이다. 현재 프레임에서 임의의 화소의 배경 영상을 만들기 위해서는 현재 프레임 이전의 n 개의 프레임들의 화소 값을 크기 순으로 정렬하여 $n/2$ 번째 크기의 화소 값을 배경 영상으로 사용한다. 따라서 해당 화소에 그동안 가장 빈번하게 나타났던 값이 그 화소의 배경 영상으로 사용된다. 일반적인 감시 환경에서는 프레임의 각 화소에 배경이 나타나 있는 빈도가 모션이 나타나 있는 빈도에 비해 훨씬 크기 때문에 이러한 접근 방법이 타당성을 가질 수 있다. 그러나 장시간 정지 상태에 있는 물체나 천천히 움직이는 물체가 있는 상황에서는 배경 추출이 어려운 단점이 있다.

배경 장면에서 일정한 영역이 반복적으로 움직임이 있는 경우의 이동물체 검출 및 자연광 및 인공조명의 변화에 따른 이동물체 검출의 성능을 향상시키기 위한 연구가 활발히 진행 중이다. 감시 시스템 및 추적 시스템의 안정된 성능을 위해서 정확성 및 강인성을 만족시킬 수 있는 이동물체 검출 기법이 필요하다.

본 논문에서는 무인 감시 시스템을 위해서 배경 장면에서 일정 범위 내에서 반복적인 움직임 있는 경우, 자연광의 조도 변화 및 실내조명에 의해서 급격한 조도 변화가 발생한 경우에 대하여 이동물체 검출 성능 개선을 위한 알고리즘을 제안한다.

배경 영상 초기화는 배경 장면을 일정 시간 동안 샘플링한 후, 샘플링 된 각 프레임을 블록으로 분할하여 블록 화소들의 총 휘도 값을 계산하고, 시간적으로 인접된 프레임들 사이에 동일 위치에 놓인 블록의 최대 휘도 값들로만 배경 프레임을 재구성하여 기준 영상으로 놓는다. 같은 방법으로 최소 휘도 값들만을 선택하여 배경 프레임을 재구성하여 기준 영상으로 놓음으로써 두 장의 기준 영상으로 배경 초기화를 수행한다. 이동 물체 검출은 현재 영상 프레임을

블록으로 분할하여 각 블록 내의 화소들의 총 휘도를 계산하고, 계산된 값이 초기화된 두 장의 기준 영상 휘도 범위를 벗어나면 이동물체가 존재하는 블록으로 결정하고, 현재 영상 프레임이 두 장의 기준 영상 휘도 범위를 벗어나지 않으면 배경으로 판단하고자 한다.

제안한 알고리즘의 타당성을 검토하기 위하여 실내 및 실외 환경에서 사람과 자동차를 대상으로 이동물체 검출에 있어 이동물체 검출율과 에러율에 대한 성능 평가 결과를 기존 방법과 비교하여 제안한 방법이 기존 방법들보다 에러율이 작고 이동물체 검출율이 우수함을 입증하고자 한다.

II. 이동물체 검출 알고리즘

배경 영상을 그림 1과 같이 프레임 샘플링을 한다. 그림 1에서 2차원 연속 영상의 프레임들을 일정한 시간 간격 Δt 로 샘플링한 영상 프레임들을 $S_{t_1}, S_{t_2}, S_{t_3}, \dots, S_{t_n}$ 이라고 한다. S_{t_1} 은 $t=1$ 인 시간에 샘플링한 프레임이다.

그림 2는 프레임 S_{t_1} 을 $M \times N$ 개의 블록으로 분할된 것을 나타낸 것이다. 그림 2에서 각 블록내의 화소 수는 $p \times q$ 로 구성되며, 프레임 대한 각 블록의 총 휘도 값 $B_{S_{M,N}}$ 은 식 (1)과 같다.

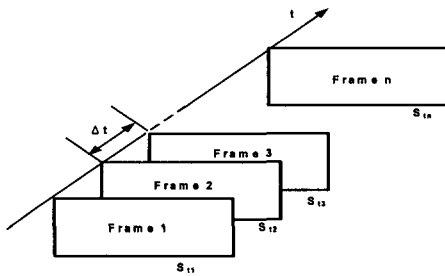


그림 5. 프레임 샘플링
Fig. 1. Frame sampling

B_{11}	B_{12}	...	B_{1N}
B_{21}	B_{22}	...	B_{2N}
⋮			⋮
B_{M1}	B_{M2}	...	B_{MN}

Frame S_{t_1}

그림 2. 배경 프레임에 대한 블록 분할
Fig. 2. Block division for background frame

$$B_{S_{M,N}} = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q P_{ij} \tag{1}$$

식 (1)에서 P_{ij} 는 블록 내의 화소이다.

그림 3은 배경 영상을 초기화하기 위한 방법으로 배경 영상을 n프레임 동안에 블록 B_{11} 에 대한 화소의 총 휘도를 나타낸 것이다.

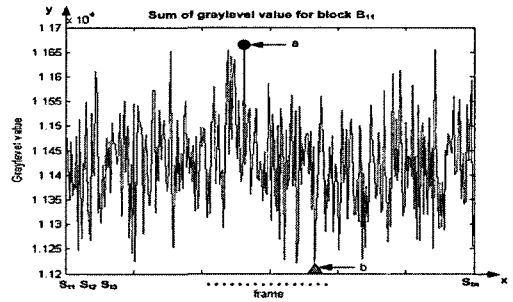


그림 3. n 프레임 동안의 블록 B_{11} 에 대한 화소의 총 휘도
Fig. 3. Sum of graylevel value for block B_{11} during n frame

그림 3에서 a점은 n프레임 동안에 블록 B_{11} 에 대한 화소의 총 휘도 값 중에서 최대 값을 나타내고, b점은 최소 값을 나타낸 것이다. 기준 영상은 두 개의 프레임으로 구성되며, 구성 방법은 그림 3에서 a점에 해당하는 프레임 블록의 화소 값을 선택해서 기준 영상 B_{11} 블록에 화소 값으로 대치시킨다. 이와 같이 기준 영상의 전체 프레임을 재구성하여 최대 기준 영상 α 로 놓는다. 또한, 그림 3에서 b점에 해당하는 프레임 블록의 화소 값을 선택하여 기준 영상 B_{11} 블록에 화소 값으로 대치시킨 후, 전체 프레임을 재구성하여 최소 기준 영상 β 로 놓는다.

그림 4는 배경 영상을 일정 시간 동안 샘플링하여 두 장의 기준 영상을 구성하는 예를 나타낸 것이다.

그림 4에서 최대 기준 영상 α 의 α_{11} 블록 구성은 시간 축에 놓인 배경영상 프레임에서 S_{t_1} 에 샘플링된 프레임의 블록 B_{11} 화소의 휘도 값이 가장 크다면, 이 블록의 화소 값을 기준영상 α 의 α_{11} 블록의 화소 값으로 놓는다. α_{MN} 의 블록 구성은 블록 B_{MN} 화소의 휘도 값이 S_{t_2} 에 샘플링된 프레임에서 가장 크다면, 이 화소 값을 α_{MN} 블록의 화소로 대치

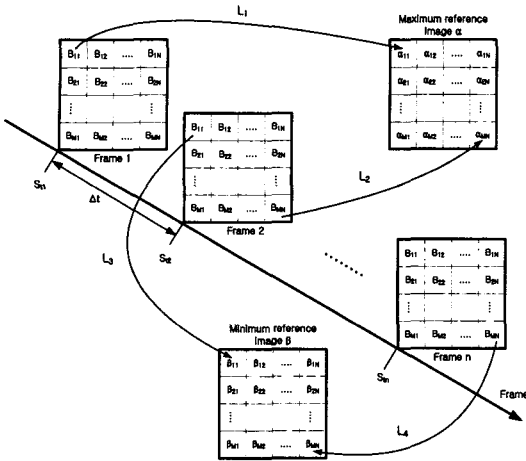


그림 4. 기준 영상 구성의 예

Fig. 4. Example of reference images construction

함으로서 최대 휘도 값들로부터 구성된 최대 기준영상 α 를 구성한다. 최소 기준 영상 β 의 구성은 B_{11} 블록들 중에서 S_{i_2} 에 샘플링된 블록 B_{11} 화소의 휘도 값이 최소라면, 이 블록에 대한 화소의 휘도 값을 최소 기준 영상 β 의 β_{11} 블록에 화소 값으로 대치시킨다. 또한, 최소 기준 영상 β 의 β_{MN} 블록은 S_{i_n} 의 B_{MN} 블록 화소 값이 최소라면 이 블록의 화소 휘도 값을 최소 기준 영상의 β_{MN} 블록 화소 값으로 대치시켜 최소 기준 영상을 구성한다.

α_{11}	α_{12}	...	α_{1N}
α_{21}	α_{22}	...	α_{2N}
...
α_{M1}	α_{M2}	...	α_{MN}

β_{11}	β_{12}	...	β_{1N}
β_{21}	β_{22}	...	β_{2N}
...
β_{M1}	β_{M2}	...	β_{MN}

(a) 최대 기준 영상 α (b) 최소 기준 영상 β

그림 5. 배경 영상에 대한 기준 영상

Fig. 5. Reference images of background image

그림 5는 그림 4에서 새롭게 구성된 최대 기준 영상 α 와 최소 기준 영상 β 를 나타낸 것이다.

현재 영상 프레임 η 를 그림 2와 같이 $M \times N$ 개의 블록으로 분할한다. 현재 영상 프레임에 대한 블록 총 휘도 값 $\eta_{S_{M,N}}$ 은 식 (2)와 같다.

$$\eta_{S_{M,N}} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{i,j} \quad (2)$$

그림 6은 현재 영상 η 를 가지고 최대 기준 영상 α 와 최소 기준 영상 β 와의 블록 화소의 총 휘도 값을 비교한 것이다.

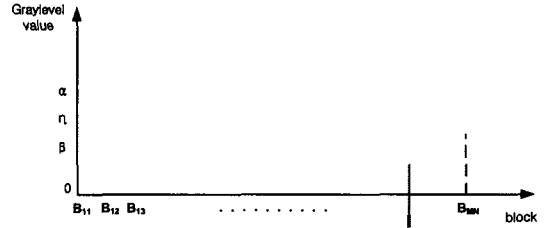


그림 6. 현재 영상과 기준 영상과의 휘도 비교

Fig. 6. Graylevel value comparison of current image and reference image

그림 6에서 현재 영상 η 의 휘도가 최대 기준 영상 α 와 최소 기준 영상 β 의 휘도 범위를 벗어나면 이 이동물체가 존재하는 블록으로 결정하고, 현재 영상 η 의 휘도가 최대 기준 영상 α 와 최소 기준 영상 β 의 휘도 범위를 벗어나지 않으면 배경으로 판단한다. 그림 6에서 검은색으로 표시된 부분이 이동물체로 검출된 블록을 표시한 것이며, 이것을 이동물체 검출 파라미터 D 로 정의하며 식 (3)과 같다.

$$D = \begin{cases} B_b, & \beta \leq \eta \leq \alpha \\ M_b, & otherwise \end{cases} \quad (3)$$

식 (3)에서 B_b 는 배경 블록이고, M_b 는 이동물체 블록이다.

식 (3)에서 현재 영상 η 의 휘도가 기준 영상 α 와 β 의 휘도 범위를 벗어나면 이동물체가 존재하는 블록 M_b 로 결정하고, 현재 영상 η 의 휘도가 기준 영상 α 와 β 의 휘도 범위 내에 속하면 배경 블록 B_b 으로 판단한다.

그림 7은 제안한 이동물체 검출 알고리즘의 흐름도를 보여주고 있다.

III. 실험 및 고찰

제안한 알고리즘의 타당성을 검토하기 위하여 실내 및 실외 환경에서 사람과 자동차를 대상으로 이동물체 검출 실험을 수행하였고, 이동물체 검출율과 에러율에 대한 성능 평가 결과를 기존 방법들과 비교하였

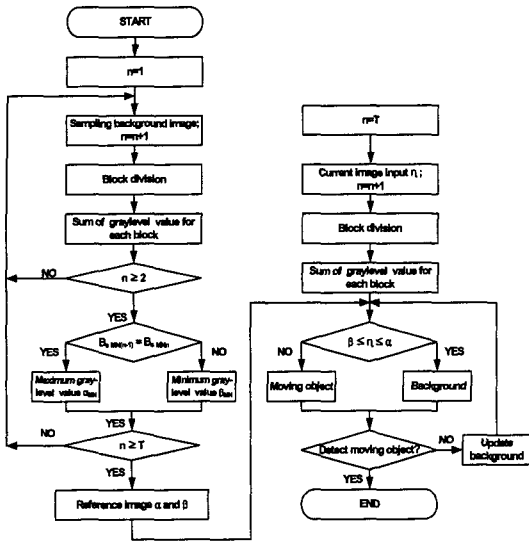


그림 7. 이동물체 검출 흐름도

Fig. 7. Moving object detection flowchart

다. 실험 영상은 256×256크기, 256레벨의 그레이 영상을 사용하였고, 프레임 샘플링은 30fps로 하였다. 배경 영상 초기화는 10초(300frames) 동안의 배경 장면을 샘플링하여 수행하였다[4].

표 1. 실험 영상 1의 조도 변화 2004. 6. 3 10:00 측정
Table 1. Lux change of experiment image 1

Time	10:00	10:05	10:10	10:15	10:20	10:25	10:30
Lux	36,300	33,200	26,000	24,000	22,000	34,000	38,000

표 2. 실험 영상 2의 조도 변화 2004. 6. 3 12:00 측정
Table 2. Lux change of experiment image 2

Time	12:00	12:05	12:10	12:15	12:20	12:25	12:30
Lux	86,300	64,500	83,100	49,700	73,600	81,500	79,900

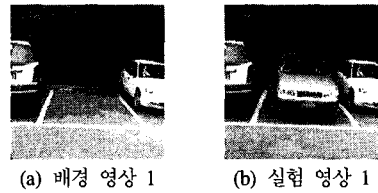
표 3. 실험 영상 3의 조도 변화 2004. 6. 3 14:00 측정
Table 3. Lux change of experiment image 3

Time	14:00	14:05	14:10	14:15	14:20	14:25	14:30
Lux	308	311	142	145	315	313	311

각 실험 장소에 대한 조도 변화 측정된 결과 실험 영상 1은 표 1과 같이 조도가 약 22,000~38,000 Lux 범위이었다. 실험 영상 2는 표 2와 같이 조도변화가 약 49,700~86,3000 Lux 범위이었다. 실험 영상 3은 표 3과 같이 조도변화가 약 142~315 Lux 범위이었다.

제안된 방법의 성능 평가를 위해 실험 영상에 대하여 이동물체 검출율과 에러율을 평가하였다 [10,12].

그림 8(a)는 자연광의 조도 변화에 대한 실험을 위한 주차장의 배경 영상을 나타내었고, 배경 영상을 4×4, 8×8, 16×16, 32×32의 블록 크기를 사용하여 각각 실험하였다. 그림 8(b)는 그림 8(a)의 배경에 이동물체인 자동차가 진입된 영상을 나타내었다.



(a) 배경 영상 1 (b) 실험 영상 1
그림 8. 실험 영상 1의 예
Fig. 8. Example of experiment image 1

그림 9는 실험 영상 1을 대상으로 제안한 방법에 의해 이동물체를 블록크기에 따라 검출한 결과를 나타내었다.

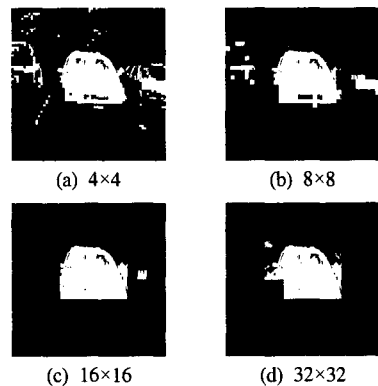


그림 9. 블록크기에 따른 실험 영상 1의 이동물체 검출영상
Fig. 9. Moving object detected images for experiment image 1 according to the block size

그림 10은 이동물체 검출율 및 에러율을 그래프로 나타낸 것이다. 그림10에서 알 수 있듯이 블록 크기가 16×16인 경우에 이동물체 검출율이 98.53%로 가장 높았고, 또한 에러율도 16.69%로 가장 낮음을 확인할 수 있었다. 실험 영상 1의 배경은 자연광의 조도 변화가 심한 경우로써, 자연광의 조도가 시간이 지남에 따라서 심하게 변한다면 배경 영상의 초기화를 통해 조도 변화에 대한 잡음을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 블록의 크기를 조절함으로써 이동물체도 효과적으로 검출할 수 있음을 확인하였다.

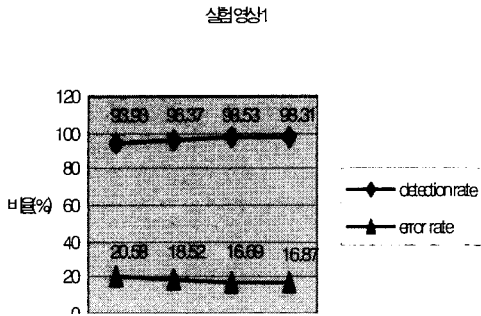


그림 10. 실험 영상 1에 대한 제안한 방법의 이동물체 검출율 및 에러율

Fig. 10. Moving object detection rate and error rate of the proposed method for experiment image 1

그림 11은 실험 영상 1을 대상으로 기존 방법들인 차영상 기법, 시간적 평활법, 시간적 중간치법 등으로 이동물체를 검출한 결과를 각각 나타내었다.



그림 11. 실험 영상 1에 대한 기존 방법들에 의한 이동물체 검출영상

Fig. 11. Moving object detected images of the existing methods for experiment image 1

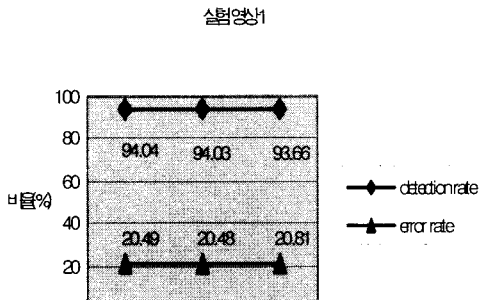


그림 12. 실험 영상 1에 대한 기존 방법의 이동물체 검출율 및 에러율

Fig. 12. Moving object detection rate and error rate of the existing methods for experiment image 1

그림 12는 이동물체 검출율 및 에러율을 나타낸 것

이다. 그림 12에서 세 가지의 기존 방법 중에서 차영상 기법의 경우에 이동물체 검출율이 94.04%로 가장 높았고, 시간적 평활법의 경우에 에러율이 20.48%로 가장 낮음을 확인할 수 있었다.

그림 13(a)는 나무 잎이 일정 범위에서 반복적으로 흔들리고 있을 경우에 대한 실험을 하고자 선정된 배경영상이다. 그림 13(b)는 그림 13(a)의 배경에 이동물체인 보행자가 진입된 영상을 나타내었다.



(a) 배경 영상 2 (b) 실험 영상 2

그림 13. 실험 영상 2의 예

Fig. 13. Example of experiment image 2

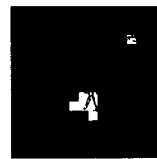
그림 14는 실험 영상 2에 대하여 제안한 방법으로 이동물체를 각각 검출한 결과를 나타내었고, 그림 15는 이동물체 검출율 및 에러율을 나타낸 것이다. 실험 영상 2의 실험 결과는 블록 크기가 4×4인 경우에 이동물체 검출율이 98.64% 가장 높았고, 또한 에러율이 2.27%로 가장 낮음을 확인할 수 있었다.

실험 영상 2는 배경의 일정 블록에서 나무 잎이 반복적으로 흔들리는 경우로써, 나무 잎이 흔들리는 블록 내의 화소 값은 심하게 변화하여도 블록 내의 총 휘도 값은 크게 변화하지 않기 때문에 이동물체를 효과적으로 검출할 수 있음을 확인하였다.



(a) 4×4

(b) 8×8



(c) 16×16



(d) 32×32

그림 14. 블록크기에 따른 실험 영상 2의 이동물체 검출영상

Fig. 14. Moving object detected images for experiment image 2 according to the block size

그림 16은 실험 영상 2에 대하여 차영상 기법, 시

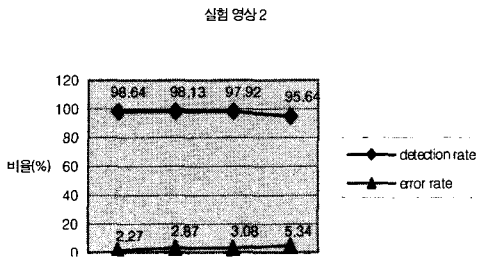


그림 15. 실험 영상 2에 대한 제안한 방법의 이동물체 검출율 및 에러율

Fig. 15. Moving object detection rate and error rate of the proposed method for experiment image 2

간적 평활법, 시간적 중간치법으로 이동물체를 검출한 결과를 각각 나타내었고, 그림 17은 이동물체 검출율 및 에러율을 나타낸 것이다. 그림 16에서 타 원형으로 표시된 영역은 나무 잎이 바람에 흔들려 이동영역으로 검출된 부분이다. 이 부분이 이동물체 검출에 있어 에러율을 증가시키는 부분이다. 실험 영상 2에 대한 실험 결과는 세 가지의 기존 방법 중에서 시간적 평활법의 경우에 이동물체 검출율이 98.47%로 가장 높았고, 차영상 기법의 경우에 에러율이 2.28%로 가장 낮음을 확인할 수 있었다.

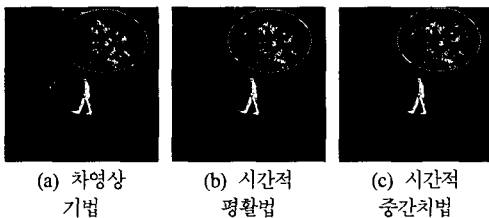


그림 16. 실험 영상 2에 대한 기존 방법의 이동물체 검출영상
Fig. 16. Moving object detected images of the existing methods for experiment image 2

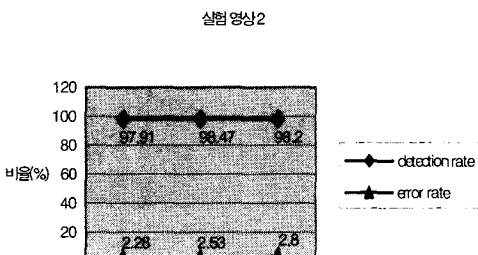
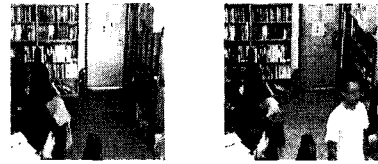


그림 17. 실험 영상 2에 대한 기존 방법의 이동물체 검출율 및 에러율

Fig. 17. Moving object detection rate and error rate of the existing methods for experiment image 2



(a) 배경 영상 3 (b) 실험 영상 3

그림 18. 실험 영상 3의 예
Fig. 18. Example of experiment image 3

그림 18(a)는 실내 조명변화에 대한 실험을 위해 선정된 배경영상이다. 그림 18(b)는 그림 18(a)의 배경에 사람이 출현된 영상을 나타내었다.

그림 19는 실험 영상 3에 대해 제안한 방법에 의해 이동물체를 각각 검출한 결과를 나타내었고, 그림 20은 이동물체 검출율 및 에러율을 나타낸 것이다. 실험 영상 2의 실험 결과는 블록 크기가 32×32인 경우에 이동물체 검출율이 77.03%로 가장 높았고, 또한 에러율이 31.38%로 가장 낮음을 확인할 수 있었다.

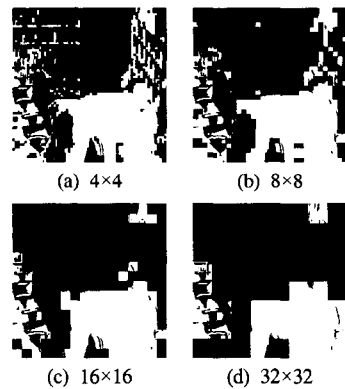


그림 19. 블록 크기에 따른 실험 영상 3의 이동물체 검출영상
Fig. 19. Moving object detected images for experiment image 3 according to the block size

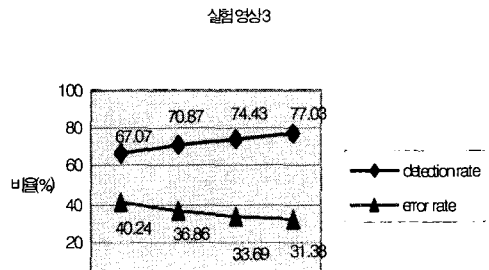


그림 20. 실험 영상 3에 대한 제안한 방법의 이동물체 검출율 및 에러율

Fig. 20. Moving object detection rate and error rate of the proposed method for experiment image 3

실험 영상 3인 경우 실내조명을 이용해 강제로 조도를 급격하게 변화시켜도 블록의 크기를 조절함으로써 이동물체를 효과적으로 검출할 수 있음을 확인하였다.

그림 21은 실험 영상 3에 대하여 차영상 기법, 시간적 평활법, 시간적 중간치법으로 이동물체를 검출한 결과를 각각 나타내었고, 그림 22는 이동물체 검출 및 에러율을 나타낸 것이다. 실험 영상 3에 대한 실험 결과는 세 가지의 기존 방법 중에서 차영상 기법의 경우에 이동물체 검출율이 55.09%로 가장 높았고, 또한 에러율이 50.92%로 가장 낮음을 확인할 수 있었다.



그림 21. 실험 영상 3에 대한 기존 방법의 이동물체 검출영상
Fig. 21. Moving object detected images of the existing methods for experiment image 3

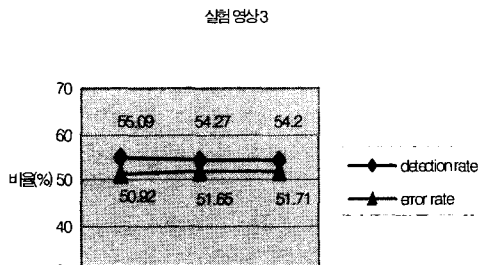


그림 22. 실험 영상 3에 대한 기존 방법의 이동물체 검출 및 에러율
Fig. 22. Moving object detection rate and error rate of the existing methods for experiment image 3

그림 23은 실험 영상을 가지고 제안한 방법과 기존 방법의 이동물체 검출율을 비교한 것이다. 그림 23에서 기존 방법에 비해 제안한 방법이 실험 영상 1에서는 4.5%~4.87% 향상되었고, 실험 영상 2에서는 0.17%~0.73% 향상되었으며, 실험 영상 3에서는 21.94%~22.83% 향상되었음을 보였다. 따라서 제안한 방법이 이동물체 검출율에 있어 기존 방법들에 비해 검출율이 높음을 확인하였다. 그림 24는 실험 영상을 가지고 제안한 방법과 기존 방법의 에러율을 비

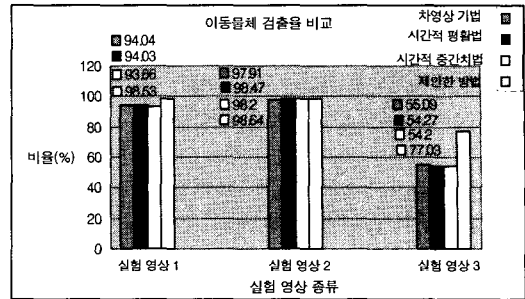


그림 23. 실험 영상에 대한 이동물체 검출율 비교
Fig. 23. Comparison of moving object detection rates for experiment images

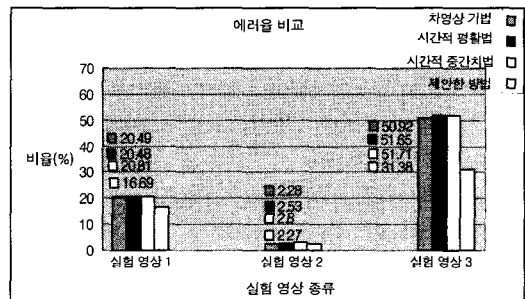


그림 24. 실험 영상에 대한 에러율 비교
Fig. 24. Comparison of error rates for experiment images

교한 것이다. 그림 24에서 알 수 있듯이 기존 방법 방법에 비해서 제안한 방법이 실험 영상 1에서는 3.79%~4.12% 향상됨을 보였고, 실험 영상 2에서는 0.01%~0.53% 향상되었으며, 실험 영상 3에서는 19.54%~20.33%가 향상됨으로서 제안된 방법이 기존 방법에 비해서 우수함을 보였다.

IV. 결론

본 논문에서는 무인 감시 시스템의 안정적인 성능을 위해서 배경 장면에서 일정 영역 내에서 반복적인 움직임이 발생하는 경우와 급격한 조도 변화가 발생한 경우에 이동물체 검출 성능을 개선하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘의 타당성을 평가하기 위하여 실내 및 실외 환경에서 사람과 자동차를 대상으로 이동물체 검출 실험을 수행하였고, 기존 방법인 차영상 기법, 시간적 평활법, 시간적 중간치법과의 성능 평가를 비교하였다.

제안한 알고리즘의 성능 평가 결과, 제안한 방법은 기존 방법들에 비해서 에러율과 이동물체 검출율이 우수하였고, 배경 영상 장면이 일정 영역 내에서 반복적인 움직임이 발생하는 경우와 주위 환경 변화에

의해 급격한 조도 변화가 발생한 경우에 이동물체 검출 성능이 우수함을 입증하였다.

본 논문의 연구결과는 무인 감시 시스템과 지능형 교통시스템 등에 용이하게 적용되리라 사료되며, 이동물체의 크기에 따라서 블록 크기를 인위적으로 설정해야하는 단점이 있기 때문에 향후 연구과제로 최적의 블록 크기 자동 결정 방법에 관한 연구를 계속 수행하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] D. Gutchess, M. Trajkovic, E. Cohen-Solal, D. Lyons, A.K. Jain, "A background model initialization algorithm for video surveillance", in *Proc. 8th IEEE International Conf. on Computer Vision 2001, ICCV 2001*, Vol. 1, pp. 733-740, 2001.
- [2] I. Haritaoglu, D. Harwood, L. Davis, "W4: who? when? where? what? A real time system for detecting and tracking people", in *Proc. 3rd International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, Nara, Japan, pp. 222-227, 1998.
- [3] C. Stauffer, W. Grimson, "Adaptive background mixture models for real-time tracking", in *Proc. IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, Fort Collins, CO, pp. 246-252, 1999.
- [4] I. Haritaoglu, D. Harwood, L. Davis, "A Fast background scene modeling and maintenance for outdoor surveillance", in *International Conf. on Pattern Recognition ICPR'00*, Barcelona, Spain, Vol. 4, pp. 179-183, 2000.
- [5] C. Wren, A. Azarbayejani, T. Darrell, A. Pentland, "Pfinder: Real-time tracking of the human body", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 19, no. 7, pp. 780-785, 1997.
- [6] I. Haritaoglu, D. Harwood, L. Davis, "W4: A real time surveillance of people and their activities", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 22, No. 8, pp. 809-830, 2000.
- [7] 임강모, 조남형, 이명길, 이주신, "영상 감시 시스템을 위한 배경 초기화 알고리즘", *한국통신학회 하계종합학술발표회 논문초록집*, vol. 29, pp.223, 2004
- [8] 이규원, 김영호, 이재구, 박규태, "무인감시장치 구현을 위한 단일 이동물체 추적 알고리즘", *전자공학회 논문지*, 제32권, B편, 제11호, pp. 41-52, 1995.
- [9] 김용균, 이광형, 최내원, 오해석, 지정규, "동영상에서 배경 영상을 이용한 실시간 객체 추적", *한국정보과학회 가을 학술발표논문집*, Vol. 29, No. 2, pp.532-534, 2002.
- [10] 지정규, 이광형, 김용균, 오해석, "객체 추적을 위한 적응적 배경 영상 생성 방법", *정보처리학회논문지B*, 제10-B권, 제3호, pp. 329-338, 2003.
- [11] A. Elgammal, D. Harwood, L. Davis, "Non-parametric model for background subtraction", in *Proc. 6th European Conference on Computer Vision*, Dublin, Ireland, 2000.
- [12] K. Toyama, J. Krumm, B. Brumitt, B. Meyers, "Wallflower: Principles and practice of background maintenance", in *the Proceedings of the 7th IEEE International Conf. on Computer Vision*, Kerkyra, Greece, pp. 252-261, 1999.
- [13] A. Broggi, M. Bertozzi, A. Fascioli, M. Sechi, "Shape-based pedestrian detection", in *Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2000*, Dearborn Mi USA, pp. 215-220, 3-5 Oct, 2000.
- [14] A. Elgammal, D. Harwood, L. Davis, "Non-parametric model for background subtraction", in *Proc. 6th European Conference on Computer Vision*, Dublin, Ireland, 2000.
- [15] 이진형, 김용철, "배경 차이법과 텍스처 분할을 이용한 차량 검출", *제어·자동화·시스템공학회지*, 제6권, 제4호, pp. 20-27, 2000.
- [16] 남석우, 오해석, "동영상에서 배경프레임을 이용한 차량 프레임 검출", *정보처리학회논문지B*, 제10-B권, 제6호, pp. 705-710, 2003.

임 강 모(Kang-mo Lim)

정회원



1999년 2월 : 청주대학교 전자공학과(공학사)
2001년 2월 : 청주대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
2001년 3월~현재 : 청주대학교 대학원 전자공학과 박사과정

<관심분야> 영상처리, 이동물체추적, 감시시스템

이 주 신(Joo-shin Lee)

정회원



이 주 신(Joo-shin Lee) 정회원
1975년 2월 : 명지대학교 전자공학과(공학사)
1977년 2월 : 홍익대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1986년 2월 : 명지대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1995년~1998년 : 청주대학교 이공대학 학장

1998년~1999년 : 청주대학교 기획관리처 기획관리처장

1980년~현재 : 청주대학교 정보통신공학부 교수

<관심분야> 영상처리, 이동물체추적, 컴퓨터비전