

논문 2009-46CI-4-12

적외선영상에서 배경모델링 기반의 실시간 객체 탐지 시스템

(Real-Time Object Detection System Based on Background Modeling in Infrared Images)

박 장 한*, 이 재 익*

(Changhan Park and Jaeik Lee)

요 약

본 논문은 적외선영상(infrared image)에서 배경모델링 기반의 실시간 객체 탐지 기법과 고속 PPC(PowerPC) & FPGA(Field Programmable Gate Array) 기반 개방형 구조의 하드웨어 설계 방법을 제안한다. 개방형 구조는 하드웨어 및 소프트웨어의 이식이 용이하고, 확장, 호환성, 관리 및 유지보수 등이 편리한 장점이 있다. 제안된 배경모델링 방법을 개방형 구조에 탑재하기 위하여 입력영상에서 검색영역 템플릿을 성긴 블록으로 구성하여 탐색영역의 크기를 줄인다. 또한, 이전 프레임과 현재 프레임에서 영상의 흔들림이 발생했을 때 보정하기 위해 전역움직임 보상방법을 적용한다. 배경과 객체를 분리하는 픽셀 밝기의 시간 분석을 통해 적응적 값을 적용한다. 분리된 객체주변에 발생하는 클러터 제거 방법은 중앙값 필터를 적용한다. 설계된 임베디드 시스템에서 배경모델링, 객체탐지, 중앙값 필터, 라벨링, 합병 등의 방법은 PPC에서 구현하였다. 실험결과 제안된 임베디드 시스템에서 전역 움직임 보정과 배경예측을 통해 실시간으로 객체가 탐지될 수 있음을 보였다.

Abstract

In this paper, we propose an object detection method for real-time in infrared (IR) images and PowerPC (PPC) and H/W design based on field programmable gate array (FPGA). An open H/W architecture has the advantages, such as easy transplantation of H/W and S/W, support of compatibility and scalability for specification of current and previous versions, common module design using standardized design, and convenience of management and maintenance. Proposed background modeling for an open H/W architecture design decreases size of search area to construct a sparse block template of search area in IR images. We also apply to compensate for motion compensation when image moves in previous and current frames of IR sensor. Separation method of background and objects apply to adaptive values through time analysis of pixel intensity. Method of clutter reduction to appear near separated objects applies to median filter. Methods of background modeling, object detection, median filter, labeling, merge in the design embedded system execute in PPC processor. Based on experimental results, proposed method showed real-time object detection through global motion compensation and background modeling in the proposed embedded system.

Keywords : Embedded system, Open Architecture, Infrared Images, Background Modeling, Object Detection

I. 서 론

적외선(infrared; IR) 및 CCD(charge coupled device) 센서를 이용한 지능형 감시 시스템은 군사용이나 산업용 등에서 객체의 탐지, 추적, 인식하는 시스템으로 활용되고 있다^[1~2]. 적외선 영상은 CCD 영상과 달리 주·

야간의 열에 의한 밝기(intensity) 정보만을 제공하며, 객체의 형태(shape)가 CCD 영상에 비해 날카롭지 못한 특징이 있다. 따라서 적외선 영상에서 효과적으로 객체를 탐지하는 기법이 필요하다^[3]. 본 논문에서는 적외선 영상에서 배경모델링을 통하여 실시간 객체 탐지 방법을 제안하며, 제안된 알고리즘의 실시간 처리를 위해 고속 PPC(PowerPC) & FPGA(Field Programmable Gate Array) 기반의 개방형 구조의 하드웨어 설계 방법을 제안한다. 개방형 하드웨어 구조는 하드웨어 및 소

* 정희원, 삼성탈레스(주) 종합연구소
(SIAT, SAMSUNG THALES Co., Ltd.)
접수일자: 2009년4월28일, 수정완료일: 2009년7월13일

프트웨어의 이식이 용이하며, 상위 및 하위 버전의 규격과도 호환성 및 확장성이 유지되어 표준화된 모듈 설계를 통해 공통화 모듈의 적용이 가능한 장점이 있고, 관리 및 유지보수 등의 편리함을 제공하고 있다^[4].

카메라의 입력영상은 사용자에게 의한 손떨림, 플랫폼의 움직임이나 진동 등에 의해 영상의 흔들림이 발생한다. 이것은 객체 탐지 및 추적시 객체 좌표에 변화를 가져와 탐지 및 추적 성능의 저하 요인이 된다^[4~5]. 따라서 영상의 움직임량을 판단하여 보상해 줌으로써, 객체 탐지의 정확도를 높이는 방법이 필요하다. 전역 움직임 보상의 방법 중 하나인 영역기반 정합 방식은 정확도가 높은 반면, 연산량이 크다는 단점을 가진다.

적외선영상에서 객체 탐지를 위한 필터는 공간(spatial) 필터와 시간(temporal) 필터로 분류할 수 있으며, 공간 필터는 형태학적 필터(morphology filter)^[6], 정합 필터(matched filter)^[7] 등이 있다. 시간 필터는 차분 영상 필터(frame difference filter)^[8], 평균 필터(average filter)^[9], 혼합 가우시안 필터(mixture of gaussian filter)^[10] 등이 있다. 이와 같은 공간/시간 필터를 단독으로 적용한다면 클러터가 발생하여 오탐지(false alarm rate)의 발생률이 높아진다. 따라서 객체의 오탐지를 줄이면서 고속처리가 가능한 H/W구조를 설계 방법이 필요하다. 제안된 임베디드 시스템의 H/W 플랫폼에 탑재될 배경모델링(background modeling) 방법은 고속으로 블록 정합(block matching)을 위해 입력영상에서 검색 영역 템플릿(template)을 성긴블록(sparse block)으로 구성한다. 배경과 객체의 분리는 픽셀 밝기의 시간 분석을 통해 적응적 값을 적용한다. 분리된 객체 주변에 발생하는 클러터(clutter) 제거를 위해 중앙값(median) 필터를 적용한다. 탐지된 객체를 의미있는 하나의 덩어리로 통합하기 위해 라벨링(labeling)한 후 합병(merging)을 수행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 실시간 처리를 위한 임베디드 H/W 플랫폼 설계, III장에서는 객체 탐지를 위한 배경모델링 방법에 대해 설명한다. IV장에서는 실험결과에 대해 설명하고, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 실시간 처리를 위한 임베디드 H/W 플랫폼

본 장에서는 임베디드 H/W 플랫폼의 개방형 구조와 특성에 대해 언급한다. 제안된 구조는 Master/Slave 구

조이며, Master 부는 영상입력, 결과출력, 파라미터 전달을 위한 화면을 구성하고, Slave부는 제안된 배경모델링 및 객체 탐지 알고리즘을 수행한다.

1. H/W 플랫폼 기능 및 설계 요구사항

H/W 플랫폼 기능 및 설계 요구사항은 다음과 같으며, 표 1과 같이 요구사항을 분석한다.

요구사항 - Master부에서 사용자 파라미터 값과 영상을 Slave 부에 전달해야 하며, Slave부는 배경 모델링 및 객체 탐지 방법을 수행하고, 결과를 Master 부에 전달해야 한다. Master부는 결과를 화면에 출력한다.

표 1. 기능 및 설계 요구사항 분석
Table 1. Analysis of requirement for function and design.

요구사항	요구사항 분석	비고
Master부 구현	- 동영상 입력 구조 및 실시간 Slave부로 영상전달 기능 구현 - 사용자가 파라미터 값을 입력 받을 수 있도록 화면 구성 및 구현 - 파라미터 수정의 편리한 화면 구현	
Slave부 구현	- 배경 모델링 및 객체 탐지 방법 구현을 위한 PPC&FPGA 탑재 - 고속처리가 가능한 반복루틴은 FPGA의 Logic으로 구현 - 수행된 결과 값을 Master부에 전달 기능부 구현	

2. H/W 플랫폼 구조 설계

표 1에서 식별된 내용을 바탕으로 제안된 임베디드 H/W 플랫폼은 Master/Slave로 구성되며, Master부는 3GHz 코어 프로세서와 1GB 메모리가 탑재된 HostPC, GUI(graphic user interface) S/W로 구성된다. Slave부는 PPC와 FPGA, 1GB 메모리, 제안된 방법인 배경모델링 및 객체 탐지 알고리즘이 탑재된다. 실시간 처리를 위해 Master부와 Slave부는 100MHz 클럭의 PCI-X Bus를 통해 데이터를 주고받는다. 제안된 H/W구조의 블록도는 그림 1과 같으며, HostPC는 사용자로부터 입력받은 파라미터 값 및 영상을 PCI-X Bus를 통해 Slave부의 PPC에 전달한다. PPC는 입력된 영상과 파라미터에 따라 배경모델링 및 객체 탐지 알고리즘을 수행한다. 전달되는 파라미터 값은 알고리즘 on/off 및 설

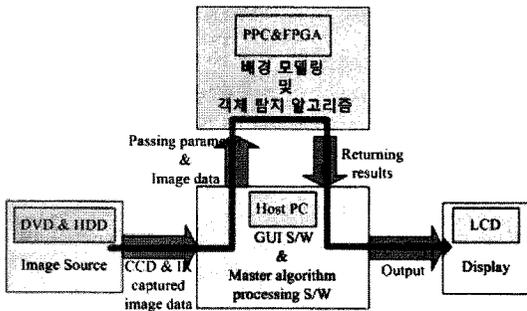


그림 1. 제안된 PPC&FPGA 기반 임베디드 H/W Master/Slave 구조의 블록도
 Fig. 1. Proposed block diagram of embedded master/slave architecture based on PPC&FPGA.

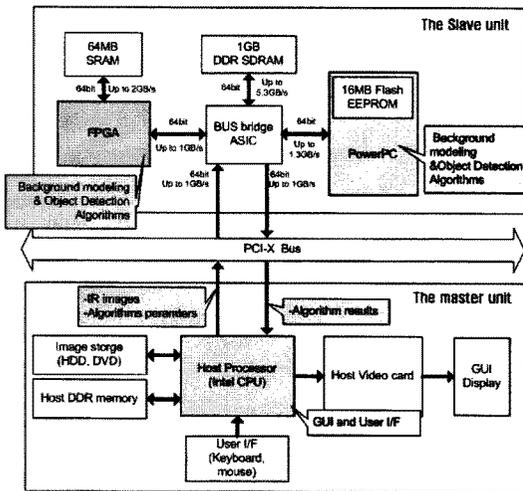


그림 2. 제안된 임베디드 Master/Slave 구조의 상세도
 Fig. 2. Proposed embedded master/slave architecture.

정 값이다. PPC & FPGA에서 동작되는 배경모델링 및 객체탐지 알고리즘은 III장에서 설명한다.

Master/Slave 구조는 영상 입·출력처리부와 알고리즘처리부를 분리하여, 병렬연산처리를 통한 연산시간이 단축이 가능하며, 각 기능별 수정/보완을 통해 성능 향상 및 유지 보수에 유리한 H/W구조이다. 그림 2는 그림 1을 기반으로 구성된 임베디드 Master/Slave 구조의 상세도이다.

3. 제안된 H/W 플랫폼의 알고리즘 시간분석

그림 3은 제안된 H/W 플랫폼에서 알고리즘 처리 시간을 분석한 것이다. 입력 영상은 640×480의 크기와 8비트의 픽셀 깊이를 가진다. 영상이 입력되어 전역움직임 보상, 배경모델링 및 객체 탐지, 결과 전송의 처리

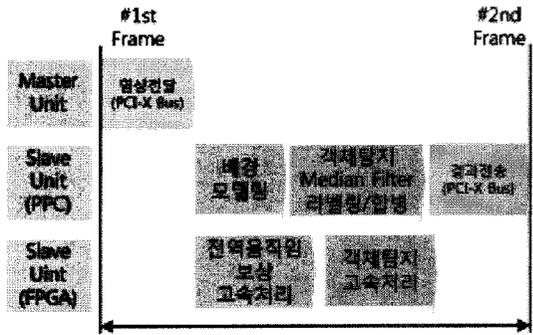


그림 3. 제안된 H/W 플랫폼에서 알고리즘 시간분석
 Fig. 3. Time analysis of algorithm in proposed H/W platform.

시간(t)은 약 15ms이다. 제안된 임베디드 시스템은 입력영상이 60f/s 이내에서도 실시간 처리가 가능한 구조이다.

III. 제안된 객체 탐지를 위한 배경모델링

본 절에서는 제안된 H/W 플랫폼에 탑재될 객체 탐지를 위한 배경모델링에 대해 언급한다. 제안된 객체 탐지를 위한 배경모델링 방법의 흐름도는 그림 4와 같다.

배경모델링은 성긴 블록기반으로 전역 움직임의 움직임량을 계산 한 후 객체 탐지 알고리즘에 보상값으로 전달한다. 배경모델링된 후의 객체 탐지는 이전 프레임과 현재 프레임의 움직임 보상처리 후 차분으로 이동이 발생된 픽셀을 검출한 후 중앙값 필터를 통해 클러터 등의 유효하지 않는 픽셀을 제거한다. 이 후 라벨링과 병합을 통해 이웃한 픽셀들을 하나의 객체 덩어리로 통

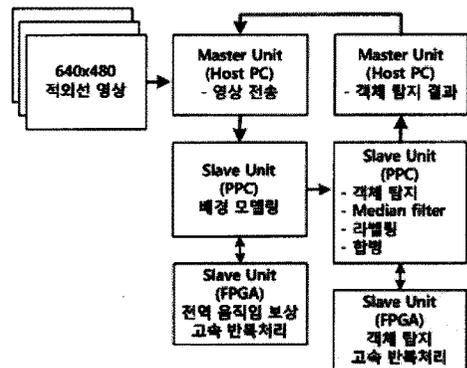


그림 4. 제안된 배경모델링 및 객체 탐지 방법
 Fig. 4. Proposed background modeling and object detection method.

합한다. 배경모델링 및 객체 탐지는 픽셀 기반으로 다량의 연산을 수행함으로써 실시간 처리를 위해 PPC에 구현할 수 있도록 설계하였다.

1. 제안된 배경모델링 방법

본 절에서는 객체 탐지를 위한 방법으로 배경모델링 방법을 설명한다. 배경모델링 방법은 배경을 매 프레임마다 모델링하며, 입력된 현재 프레임이 배경모델과 차이가 일정량 이상 발생하는 객체를 탐지하는 방법이다.

배경모델링을 위한 프레임 구성은 그림 5와 같으며, 그림 5(a)는 이전 프레임에서의 배경모델 $B(t-1)$ 이고, 그림 5(b)는 현재 프레임의 배경모델이다.

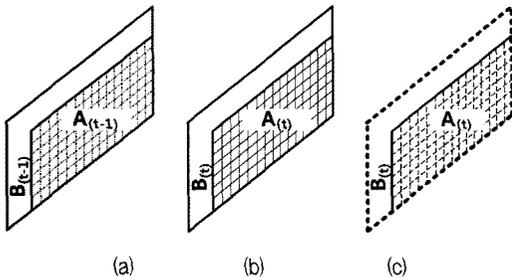


그림 5. 배경모델링 위한 프레임 구성; (a) 배경모델 $B(t-1)$, (b) 현재 프레임 I^t , (c) 배경모델 $B(t)$
 Fig. 5. Frames for background modeling; (a) background model $B(t-1)$, (b) Current frame I^t , (c) background model $B(t)$.

그림 5와 같이 배경모델링을 처리하기 위한 방법의 순서는 다음과 같다.

- ① 움직임 보상단계에서 전역 움직임이 얼마나 발생했는지 확인한다.
- ② 현재 프레임 I^t 는 두 영역으로 나누어진다.
- ③ $A(t)$ 영역은 현재 프레임과 배경모델 $A(t-1)$ 영역과 겹쳐지는 부분이며, $B(t)$ 는 현재 프레임의 정보만 존재하고 배경모델 $B(t-1)$ 은 겹쳐지지 않는 부분이다.
- ④ 현재 프레임의 $B(t)$ 영역은 새로운 배경이 유입된 것으로 판단하고 현재 프레임 자체를 배경 모델 $B(t)$ 로 사용한다. $B(t)$ 영역 각 픽셀의 좌표를 x 라고 했을 때, 평균은 $B_\mu^t(x) = I^t(x)$ 이고, 표준 편차는 $B_\sigma^t(x) = 10$ 으로 설정한다. 표준 편

차 값은 실험에 의해 구한 값이다.

- ⑤ 배경 모델 $A(t)$ 영역을 기반으로 객체 탐지를 현재 프레임에서 시행한다. 현재 프레임 $A(t)$ 영역의 각각 픽셀의 좌표를 x 라고 했을 때, 식 (1)와 같이 구할 수 있으며, 상수 값은 실험적으로 구한 값이다. 식 (1)을 만족하는 점들은 배경이고, 그 외의 점들은 객체 후보점으로 본다면 그림 6과 같다.

$$|B_\mu^{t-1}(x) - I^t(x)| \leq 2.5B_\sigma^{t-1}(x) \quad (1)$$

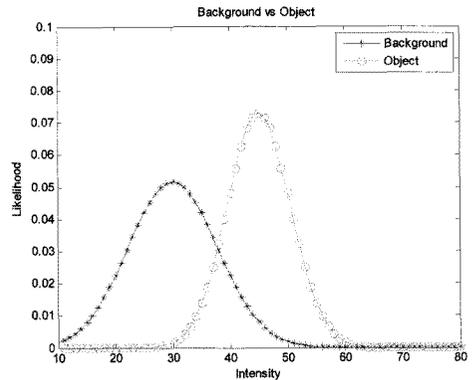


그림 6. 배경 구간과 객체 후보 구간
 Fig. 6. Background region and object's candidate region.

가. 전역 움직임 보상

본 절에서는 배경모델링을 하고자 제안된 전역 움직임 보상 방법을 설명한다. 전역 움직임 보상은 영상처리 시스템의 알고리즘 입력부에 수행되는 과정으로 이후 수행되는 탐지, 추적 및 인식기법 등의 성능 향상을 위해 필요하다. 전역 움직임 보상은 이전 프레임과 현재 프레임을 비교하여, 영상 전체의 이동된 픽셀량을 측정하여 보정하는 방법이다. 전역 움직인 보상 방법은 특징기반 정합 방식과 영역기반 정합 방식으로 구분된다^[4~5]. 본 논문에서는 영역기반 정합 방식을 입력 영상에서 검색영역 템플릿을 성긴 블록으로 구성하여 검색 영역의 크기를 줄이고, 연산량 감소를 통한 고속 블록 정합을 위해 블록 합계 피라미드(block sum pyramid) 방식으로 수행한다. 전역 움직임보상(G_x, G_y)은 식 (2)과 같다.

$$(G_x, G_y) = \arg \min \sum_{j=wg}^{W-1-wg} \sum_{i=hg}^{H-1-hg} |I^t - I^{t-1}| \quad (2)$$

여기에서, W 와 H 는 입력영상의 가로와 세로 크기이고, I^t 는 현재 프레임이며, I^{t-1} 는 이전 프레임이다.

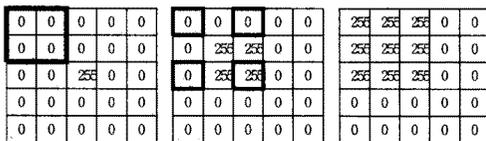
전역 움직임의 평균 오차를 구하는 방법은 식 (3)과 같다.

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum error^2} \quad (3)$$

여기에서 N 은 영상의 프레임 수이고, $error$ 는 프레임 당 발생하는 누적오차 값이다.

나. 객체 주위의 클러터 제거를 위한 중앙값 필터

중앙값 필터는 Salt/Pepper 등과 같은 잡음의 픽셀들을 주변 픽셀들의 중간 값으로 대체하는 필터이다^[11]. 각 픽셀 주변영역의 크기를 정하고, 밝기 값을 순서대로 정렬한 후 영역내의 중간 값의 픽셀로 선택하여 대체해야 하므로 연산시간이 많이 소모된다. 본 논문에서는 고속처리를 위해 입력영상이 그레이(gray) 영상이라는 것에 착안하여 필터 영역의 크기를 정하고, 해당 영역의 모든 픽셀의 밝기 값을 합하여 결과 값이 크면 255로, 작으면 0으로 대체시켜 가속화 시켰다. 필터의 크기가 $N \times N$ 라고 했을 때, 주변 영역의 밝기 합이 $(N \times N) / 2 \times 255$ 보다 크다면 그 영역 내에 255가 0보다 더 많이 존재함으로 255로 대체하고, 작다면 0이 더 많이 존재함으로 0으로 대체한다. 이와 같이 연산과정을 고속처리하기 위해 본 논문에서는 Winner Update 블록 정합 방식의 블록 합계 피라미드를 사용하였다^[12]. 필터의 크기가 $N \times N$ 이고, 영상의 크기가 $M \times M$ 이면 원래 $O(N^2 \times M^2)$ 의 시간이 소요되는 중앙값 필터링 작업을 $O(\log_2 N^2 \times M^2)$ 의 시간에 처리한다. 그림 7은 $N=4$ 인 경우에 블록 합계 피라미드를 쌓는 예이다.



(a) Level 0 (b) Level 1 (c) Level 2

그림 7. 이전 영상에서 블록 합계 피라미드 쌓는 예
Fig. 7. Example for block sum pyramid in binary image.

Level 0은 입력 영상이며, Level 1을 구성할 때 Level 0에서 이웃하는 네개의 픽셀을 더해 좌상단의 점에 위치시킨다. Level 1에서 Level 2를 구성할 때는 한 픽셀 건너 있는 네개의 픽셀을 합하여 좌상단의 점에 위치시킨다. Level 2의 값은 16개의 밝기 합에 해당하게 된다. 이 값이 크기를 판단하여 Median 필터링을 수행한다.

다. 주변영역의 객체를 병합하기 위한 객체 라벨링

중앙값 필터로 잡음을 제거한 후 이웃하는 픽셀의 덩어리들이 발생하는데, 이들을 연결하여 하나의 객체로 획득하는 단계가 필요하다. 본 논문에서는 고속처리를 위해 큐(queue)를 이용하였으며, 라벨링 작업은 2종류의 메모리를 확보하여 수행한다. 하나는 라벨링된 결과를 저장하는 메모리이고, 다른 하나는 큐를 위한 메모리이다. 라벨링의 처리 순서는 다음과 같다.

- ① label 번호 $i = 0$ 으로 초기화한다.
- ② 원본 영상 $I(x) = 255$ 이면서 label 영상 $L(x) = 0$ 인 좌표를 x 을 찾는다.
- ③ label 번호 i 를 하나 증가시킨다.
- ④ x 에 새로운 label i 을 할당($L(x) = i$)하고, x 의 좌표를 큐에 넣는다.
- ⑤ 큐에서 좌표 하나를 빼서 y 라고 한다.
- ⑥ y 주변 8개점들의 좌표를 z 라고 했을 때, $I(z) = 255$ 이면서 $L(x) = 0$ 인 좌표 z 을 찾는다.
- ⑦ z 에 label i 를 할당($L(z) = i$)하고, 찾은 z 을 큐의 제일 끝에 넣는다.
- ⑧ 큐가 텅빈 때까지 ⑤를 반복한다.
- ⑨ 큐가 끝나면 x 와 연결된 모든 점이 i 로 라벨링된 상태이므로 다시 새로운 시작점 x 을 찾기 위해 ②로 돌아가 수행한다.
- ⑩ 전체 화면에 대해서 모두 수행하면 라벨링 과정이 종료된다.

IV. 실험 및 고찰

제안된 임베디드 H/W 플랫폼에서 알고리즘을 검증하기 위해 적외선 영상(640×480)을 실시간으로 입력 받아 배경모델링 및 객체 탐지를 실험을 하였다.

그림 8은 실험에 사용된 적외선 영상의 원본이며, 그림 9(a)는 영상의 흔들림이 없을 때, 이전프레임과 현재



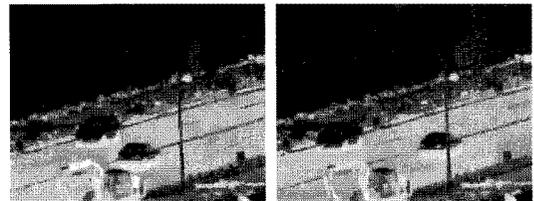
(a) 64th 프레임 (b) 65th 프레임

그림 8. 실험에 사용된 영상

Fig. 8. Example for used image in experiment.



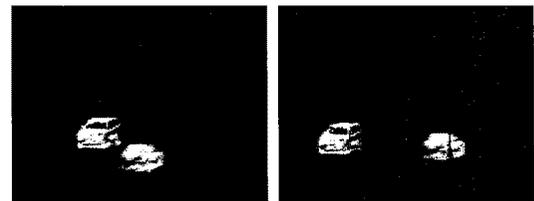
(a) 50th 프레임 (b) 60th 프레임



(c) 65th 프레임 (d) 75th 프레임



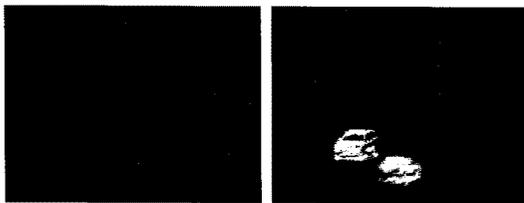
(e) 50th 프레임 (f) 60th 프레임



(g) 65th 프레임 (h) 75th 프레임

그림 11. 실험에 사용된 영상과 객체 탐지 결과

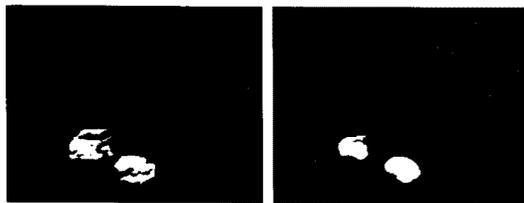
Fig. 11. Example for used image in experiment and result of object detection.



(a) 차분 영상 (b) 제안된 방법

그림 9. 차분영상과 제안된 방법의 비교

Fig. 9. Comparison of difference image and proposed method.



(a) 중앙값 필터처리 전 (b) 중앙값 필터처리 후

그림 10. 중앙값 필터처리의 비교

Fig. 10. Comparison apply to process of median filter.

프레임의 차분영상에서 얻은 결과이고, (b)는 제안된 방법으로 객체를 탐지한 결과이다. 그림 9(a)와 (b)에서 왼쪽 하단부분에 움직이는 차량이 탐지된 것을 볼 수 있다. 배경모델링 없이 단순한 차영상만으로 움직이는 객체를 탐지한다면 그림 9(a)와 같이 배경 및 차량주변에 클러터가 검출되는 것을 볼 수 있다. 그러나 제안된 방법은 그림 9(b)와 같이 배경 클러터 없이 움직이는 차량만 형태를 유지하며 탐지된 것을 볼 수 있다.

제안된 배경모델링만 적용하여 객체를 탐지한다면 객체 주변 및 배경에 클러터가 발생하는데, 이와 같은 클러터를 제거하고, 객체 후보점들 중 실제 탐지하고자 하는 객체를 분리하는 과정이 수행되어 그림 10과 같은 결과를 얻을 수 있다. 그림 10(a)은 그림 9(b)의 후보 객체 주변에 클러터를 제거하여 완전한 모양을 가지게

된 것을 볼 수 있다. 하지만, 아직 표적이 한 덩어리가 아니라 조각조각 나누어져 있기 때문에 라벨링과 합병을 통해서 그림 10(b)과 같은 결과를 얻을 수 있다.

그림 11(a)~(d)은 영상 흔들림이 없을 때 원본영상이다. 그림 11(e)은 배경이 안정화되는 시점이기때 클러터가 발생하였으며, 이후 프레임에서 클러터는 제거된 것을 볼 수 있다. 제안된 방법의 강인함을 검증하기 위해 그림 11의 원본영상에 그림 12(a)~(d)와 같이 가우시안 잡음 10.0과 Salt/pepper 잡음 0.1을 첨가하여 실험하였다. 그림 12(e)~(h)는 영상 흔들림 없을 때, 잡음 제거 없이 제안된 방법인 배경모델링을 적용하여 얻은 결

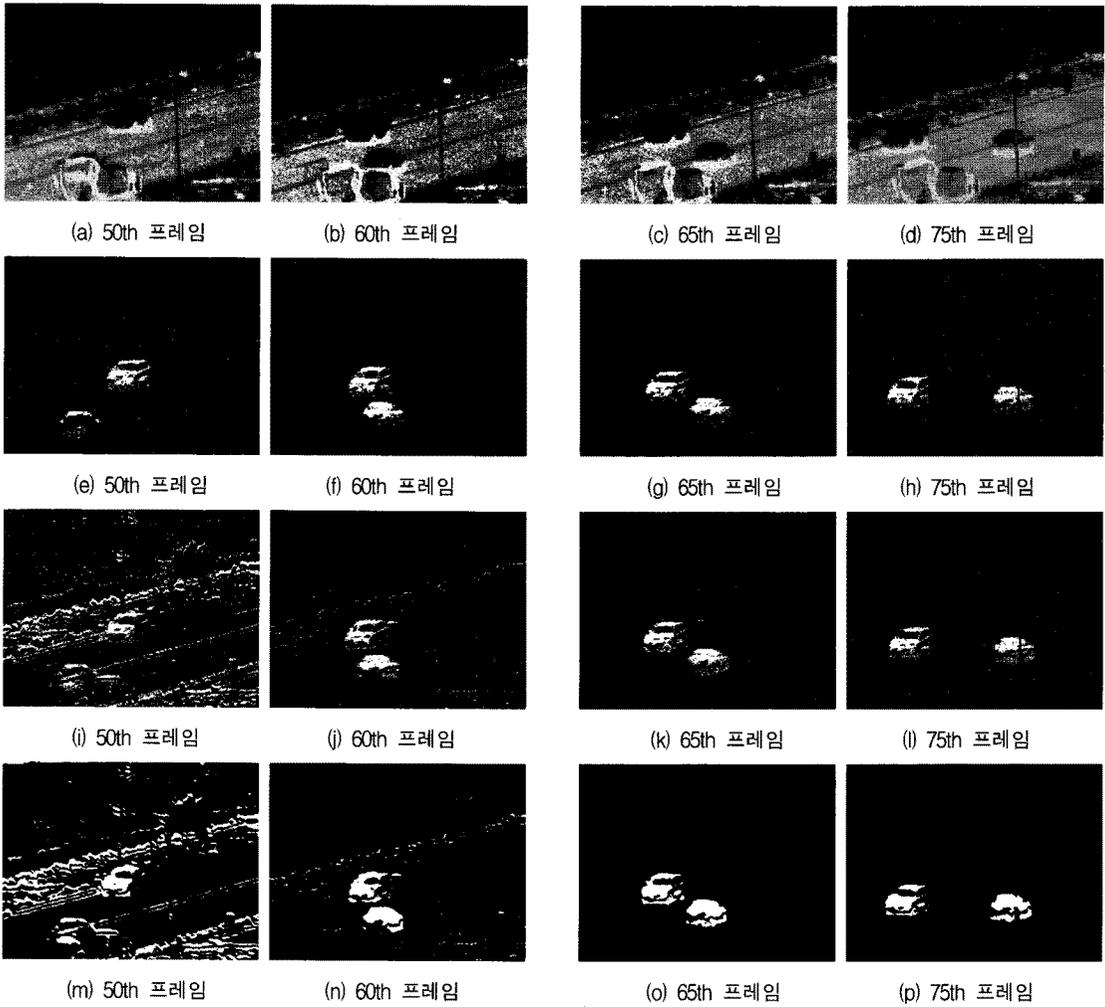


그림 12. 제안된 방법의 검증 실험

Fig. 12. Verification test of proposed method.

과이다. 그림 12(i)~(l)는 움직임을 임의적으로 ± 10 픽셀 첨가하여 잡음제거 없이 움직임 보상과 배경모델링을 적용하여 얻은 결과이다. 그림 12(m)~(p)은 그림 12(i)~(l)에서 잡음제거를 위해 mean 필터와 중앙값 필터를 적용하여 얻은 결과이다. 그림 12(i)~(j)와 12(m)~(n)을 보면 영상 움직임에 따라 많은 잡음과 윤곽선이 보였으나, 60프레임부터 배경이 안정화되어 객체를 탐지하는 것을 볼 수 있다. 그림 13은 전역 움직임이 ± 10 발생했을 때, x축과 y축의 평균보정 차이이다. 제안된 방법에서 x축의 평균오차 RMS는 2.978이고, y축의 평균오차 RMS는 2.959이다.

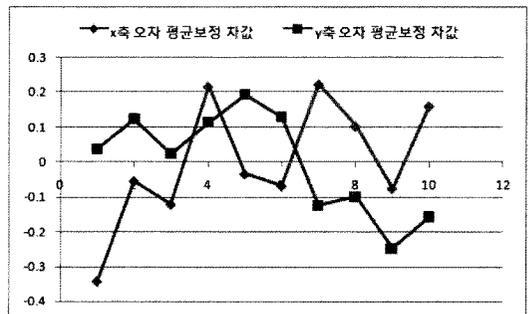


그림 13. 전역 움직임의 평균보정 차

Fig. 13. Difference of average compensation for global motion.

V. 결 론

본 논문은 적외선영상에서 배경모델링 기반의 실시간 객체 탐지를 위한 고속 PPC & FPGA 기반 개방형 구조의 설계 방법을 제안하였다. 제안된 배경모델링 방법을 개방형 구조로 설계하기 위해 입력영상에서 검색 영역의 템플릿을 성긴 블록으로 구성하여 탐색영역의 크기를 줄여 실시간 처리가 가능하였다. 또한, 이전 프레임과 현재 프레임에서 영상의 흔들림이 발생했을 때 보정하기 위해 전역움직임 보상방법을 적용하여 흔들림을 보정하였다. 배경과 객체의 분리는 픽셀 밝기의 시간 분석을 통해 적응적 값을 적용하였다. 분리된 객체 주변에 발생하는 클러터의 제거를 위해 중앙값 필터를 적용하였다. 실험결과 제안된 임베디드 시스템에서 전역 움직임 보정 후 배경예측을 통해 실시간으로 객체가 탐지될 수 있음을 보였다.

향후 FPGA에서 단순 처리될 수 있는 구조를 분석하여 고속처리 구조의 설계검증이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] A. Yilmaz, O. Javed, and M. Shah, "Object tracking: a survey," Association for Computing Machinery (ACM) Computing Surveys, Vol. 38, no. 4, pp. 1-45, December 2006.
- [2] W. Hu, T. Tan, L. Wang, and S. Maybank, "A survey on visual surveillance of object motion and behaviors," IEEE Trans. Systems, Man, & Cybernetics - Part C: Applications & Reviews, Vol. 34, no. 3, pp. 334-352, August 2004.
- [3] H. Lee, S. Kim, D. Park, J. Kim, and C. Park, "Robust method for detecting an infrared small moving target based on the facet-based model," Proc. The International Society for Optical Engineering (SPIE), Int. Conf. Defense and Security Symposium (DSS 2008), Vol. 6969, no. 69690E, pp. 1-9, April 2008.
- [4] J. Lee, Y. Youn, and C. Park, "PowerPC-based system for tracking in infrared image sequences," Proc. The International Society for Optical Engineering (SPIE), Int. Conf. Europe Security Defence (ESD 2007), Vol. 6737, no. 67370S, pp. 1-9, October 2007.
- [5] J. Jung, H. Lee, D. Park, C. Park, and J. Lee, "Adaptive target segmentation using runtime-weighted features," Proc. The International Society for Optical Engineering (SPIE), Int. Conf. Defense and Security Symposium (DSS 2007), Vol. 6567, no. 65671F, pp. 1-7, May 2007.
- [6] M. Sedaaghi, "Morphological operators," Electronics Letters, Vol. 38, no. 22, pp. 1333-1335, October 2002.
- [7] J. Wang, J. Chun, and Y. Park, "Adaptive matched filtering for the varying attitude of a target," Proc. The International Society for Optical Engineering (SPIE), High-Speed Imaging and Sequence Analysis II, Vol. 3968, no. 22, pp. 22-30, January 2000.
- [8] W. Yang, Z. Shen, and Z. Li, "The application of difference method to dim point target detection in infrared images," Proc. IEEE, Vol. 1, pp. 133-36, May 1994.
- [9] R. Cucchiara, C. Grana, M. Piccardi, and A. Prati, "Detecting moving objects, ghosts, and shadows in video Streams," IEEE Trans. Pattern Analysis, Machine Intelligence, Vol. 25, no. 10, pp. 1337-1342, October 2003.
- [10] R. Tan, H. Huo, J. Qian, and T. Fang, "Traffic video segmentation using adaptive-K gaussian mixture model," Proc. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Advances in Machine Vision, Image Processing, and Pattern Analysis, Vol. 4153, pp. 125-134, August 2006.
- [11] C. Gonzalez and E. Woods, Digital Image Processing, 2nd Edition, Prentice Hall, 2002.
- [12] Y. Chen, Y. Hung, and C. Fuh, "Fast block matching algorithm based on the winner-update strategy," IEEE Trans. Image Processing, Vol. 10, no. 8, pp. 1212-1222, August 2001.

 저 자 소 개



박 장 한(정회원)

1999년 광운대학교 정보통신대학원 소프트웨어공학과 석사 졸업.

2005년 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사 졸업.

2005년~2006년 중앙대학교 첨단영상대학원 문화컨텐츠기술연구원 전임연구원

2006년~현재 삼성탈레스(주) 종합연구소 연구개발1팀 전문연구원

<주관심분야 : 적외선 영상신호처리, 객체 추적, 패턴 인식, 영상융합, 임베디드 시스템>



이 재 익(정회원)

2002년 경희대학교 전자공학과 학사 졸업.

2005년 경희대학교 전자공학과 석사 졸업.

2005년~현재 삼성탈레스(주) 종합연구소 연구개발1팀 선임연구원

<주관심분야 : 적외선 영상신호처리, 객체 검출 및 인식, 임베디드 시스템, SoC>