

## 멀티 표적 검출을 위한 적외선 영상 시뮬레이터 개발

\*오준호<sup>0</sup>, \*\*이상화, \*\*\*이부환, \*박종일<sup>1</sup>

\*한양대학교 컴퓨터·소프트웨어 공학과

\*\*서울대학교 전기컴퓨터 공학부

\*\*\* 국방과학연구소

jhoh@mr.hanyang.ac.kr, lsh529@snu.ac.kr, bhlee@add.re.kr, jipark@hanyang.ac.kr

### 요약

다중 적외선 카메라를 이용한 소형 고속 표적들의 추적 및 오차범위를 알기 위해서는 공간과 시간이 제약이 발생하며 이를 정략적으로 측정할 수 있는 방법이 필요하게 되었다. 따라서 본 논문은 다중 적외선 카메라에서 보이는 다양한 표적들을 정략적·정성적으로 분석할 수 있는 시뮬레이터를 개발함으로써 다중 표적의 검출과 추적알고리즘 개발 시 다양한 적외선 영상 시뮬레이션을 제공한다. 또한 표적의 ground truth 와 오차범위도 제공한다. 제안된 시뮬레이션은 OpenGL 의 그래픽라이브러리를 이용하여 적외선 카메라의 특성과 표적의 특성을 적용하였으며, 실험 및 결과에서는 제안된 시뮬레이션 영상과 실제영상을 비교하였다. 향후 제안된 시뮬레이터를 사용하여 표적추적 알고리즘 개발 시 알고리즘 성능을 높이고 여러 제약 조건을 벗어나 개발 시간을 줄일 수 있을 것이다.

### 1. 서론

군사분야에서 적외선 시스템은 조기경보 및 표적의 검출에 많이 이용되어 왔다. 최근 적외선 시스템의 발달로 해상도가 높은 카메라가 개발되고 있다. 적외선 카메라는 2 가지 방식의 타입이 있는데 열 디텍터(thermal detector)와 양자 디텍터(quantum detector)이다. 대표적인 열 디텍터로는 금속 또는 반도체를 소재로 제조되는 비냉각식 마이크로볼로미터가 있다. 이 방식의 디텍터는 대개 양자 디텍터에 비해 가격이 저렴하며 더 넓은 범위의 적외선 스펙트럼을 검출할 수 있으나 반응속도와 민감도가 낮은 편이다[1]. 가격이 저렴하여 대량생산이 가능하고 적외선 스펙트럼범위가 넓기 때문에 다양한 표적들의 검출이 가능하다.

본 적외선 영상 시뮬레이터는 마이크로 볼로미터 방식인 비냉각식 적외선카메라를 기반으로 한다. 다중 적외선 카메라를 적용하기 위해서는 카메라간의 시퀀스 타이밍이 중요하다. 이러한 시퀀스 타이밍 범위를 지터라고 정의 하였으며 표적의 3D 좌표의 범위를 확률적으로 모델링하고 비냉각방식 적외선 카메라의 특성을 분석하였다[2].

최근 적외선 카메라를 이용한 표적 추적 논문은 크게 2 가지 방향이다. 노이즈와 구분하기 어려운 소형표적을 찾는 방법들과 표적이 어떠한 물체인지 구분하는 Ai/ATR processor 방법이 있다[3]. 이러한 논문들의 실험은 실제 표적들을 가지고 실험 하

였으며 시간적 공간적 제약이 있다고 저자들이 표현을 하였다. 이러한 제약들이 없이 실험을 하기 위해서는 표적과 노이즈가 있는 실제영상과 흡사한 적외선 영상을 보여주는 시뮬레이터가 필요하게 되었으며, 정량적 측정과 정성적 분석을 하기 위해서 표적의 실제 속도와 거리 등이 담긴 ground truth 데이터도 필요하게 되었다.

본 논문에서는 적외선 카메라들의 특성을 수치화 하였으며 실제로 촬영된 작고 빠른 표적들을 모델링 함으로써 적외선 영상 시뮬레이터 시스템을 구축하였다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 카메라 특성과 표적의 모델에 대해 기술하고, 3 장에서는 시뮬레이션 결과를 기술한다. 끝으로 4 장에서는 본 논문에 대한 결론과 향후 연구 방향에 대해서 언급한다.

### 2. 적외선 시뮬레이터

#### 2.1 비냉각방식 적외선 카메라의 특성

움직이는 표적의 위치를 측정하기 위해 스테레오 정합에서는 카메라의 정확한 시퀀스 타이밍이 필요하다. 고속촬영이 가능하면서 고비용이 아닌 비냉각방식 적외선 카메라에서는 영상 시퀀스가 균일하고 정확한 타이밍에 출력되지 않고 일정한 범위 내에서 랜덤하게 영상을 취득한다. 이러한 랜덤한 capture-timing 범위를 시퀀스 지터라고 하며, 단위는 시간이다. 일반적인 속도의 물체인 경우에는

<sup>1</sup> 교신저자.

지터가 크게 중요하지 않으나, 초속 수 백미터 이상의 고속으로 이동하는 물체에서는 지터에 따라서 이동물체를 취득하는 실제 위치가 크게 달라질 수 있다. 지터측정기를 사용하여 카메라의 지터를 특정하였다[2].

### 2.2 근거리 소형 고속표적의 특성

3D MAX 로 실제 탄두와 모의탄을 모델링 하였으며 표면 온도분포 특성을 적용하였다.

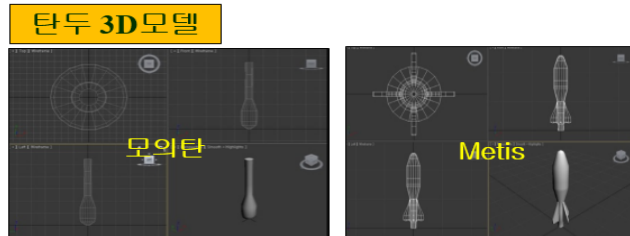


그림 1. 모의탄과 Metis 탄의 모델링

## 3. 시뮬레이션

### 3.1 시뮬레이터 구성

카메라의 특성과 표적의 특성은 모두 랜덤과 수동설정이 가능하며 실제 촬영된 적외선영상을 분석하여 OpenGL 로 구현하였다. 표 1 은 특성 파라미터들이다.

표 1. 실험으로 측정된 카메라특성과 표적의 특성

적외선 카메라 특성	표적의 특성
카메라 hz	시작점, 끝점
1 frame 의 노출시간	속도
시뮬레이터 view 개수	모양
영상사이즈, FOV, Focus	표면 온도분포
두 View 간의 Baseline	크기
지터(평균, 표준편차)	표적의 개수
화면노이즈(표준편차)	오차범위

### 3.2 시뮬레이터 결과

개발환경은 OpenGL, OpenCV, MFC 로 구현되었다. 그림 2 는 실제 촬영영상과 이를 바탕으로 모델링된 시뮬레이터의 영상이다. 그림 3 은 시뮬레이션의 결과이며 파라미터들은 다음과 같다. 카메라에 해당되는 view 는 위쪽 3 개이며, 아래쪽은 ground truth 를 나타낸다. 카메라는 50hz, 노출시간은 0.015 초, 영상사이즈는 384x288, FOV 는 30°x23°, focus 는 25mm, baseLine 은 50cm 와 100cm, 각 뷰의 촬영 지터 평균과 표준편차는 20ms, 1.7ms, 화면노이즈 표준편차는 3, 20 이다. 표적은 모의탄인 C 형이며 크기는 50cm 이다. 속도는 172m/s 이며 표면온도는 8bit gray 로 210 이다. 3 개의 표적이 다가오며 2 개의 표적이 발사된다. 표적의 궤적들은 각 뷰마다 txt 파일로 제공되며 오차범위도 포함된다.

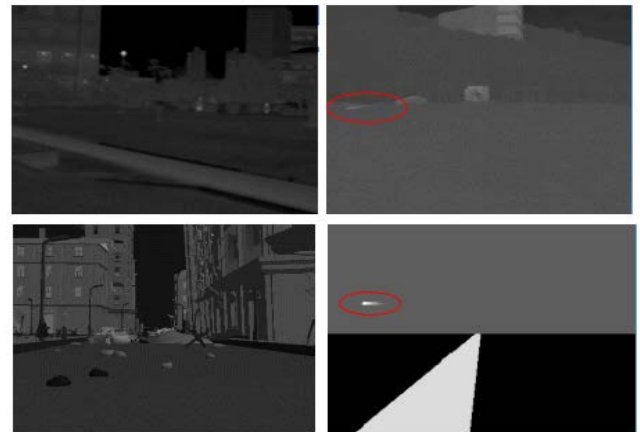


그림 2 상단 그림은 실제 촬영영상의 배경과 표적이고 하단 그림은 시뮬레이터 영상이다.

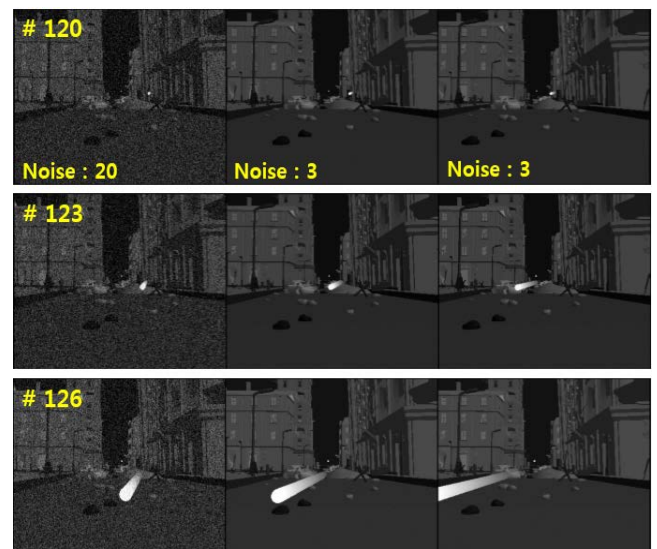


그림 3 시뮬레이터로 구현된 표적영상

## 4. 결론

본 논문에서 개발된 적외선 시뮬레이터는 표적들을 정량적 및 정성적으로 분석할 수 있게 해주며 방어하려고 하는 배경과 표적의 운동방향을 추가하면 다양한 환경에서 표적을 추적하는 알고리즘 개발 단축에 도움이 될 것이다.

### 감사의 글

이 논문은 국방과학연구소 생존성 기술 특화연구센터의 사업으로 지원받아 연구되었음 (계약번호 UD090090GD).

### 참고문헌

[1] FLIR, The Ultimate Infrared Handbook for R&D Professionals.  
 [2] J. H. Oh, J. S. Park, S. H. Lee, B. H. Lee, and J. I. Park, "Error Modeling of Depth Measurement Using FIR Stereo Camera Systems," Proc. of International Conference on Digital Information Processing and Communications, pp. 470-475, UAE, January 2013.  
 [3] J. A. Ratches, "Review of current aided/automatic target acquisition technology for military target acquisition tasks," Optical Engineering, volume 50, issue 7, 2011.