

## 적외선 스테레오 카메라를 이용한 고속 이동체 추적과 인공신경망을 이용한 회귀분석

김찬란, 이재훈, \*이상화, 박종일<sup>†</sup>  
 한양대학교 컴퓨터·소프트웨어학과  
 \*서울대학교 뉴미디어통신공동연구소

chanrankim@hanyang.ac.kr, ljh0128@hanyang.ac.kr, lsh529@snu.ac.kr,  
 jipark@hanyang.ac.kr

### Tracking High-speed Moving Object Using Infrared Stereo Camera and Regression Analysis Using Artificial Neural Network

Chanran Kim Jaehoon Lee \*Sang Hwa Lee Jong-Il Park  
 Department of Computer and Software, Hanyang University  
 \*Institute of New Media and Communications, Seoul National University

#### 요 약

본 논문에서는 고속의 이동체를 추적하기 위하여 적외선 스테레오 카메라 시스템을 이용하였다. 열원을 감지할 수 있는 적외선 카메라를 이용해 고온의 추진체를 찾는다, 그리고 고속 이동체의 3 차원 위치를 계산하기 위해 스테레오 카메라 시스템을 사용하여 카메라와 고속 이동체 사이의 거리를 계산하였다. 마지막으로 인공신경망을 이용한 회귀분석으로 고속 이동체의 궤적을 추정하였다. 제안한 시스템이 동작하는 것을 실험 결과를 통해 보인다.

#### 1. 서론

추진체의 열원을 탐지하여 고속 추진체의 추적 및 궤적 예측은 탐지, 로봇, 군사 분야에서 기본적으로 연구되는 분야이며 계속해서 발전해 나아가고 있다. 추진체를 추적하는 방법에는 레이저, 레이다, 카메라를 이용하는 방법들이 활용된다. 본 논문에서는 적외선 스테레오 카메라 시스템을 이용하여 고속의 원거리 추진체를 추적한다. 카메라를 통해 획득된 추진체의 위치 정보는  $x$ ,  $y$  의 2 차원 정보이다. 스테레오 카메라 시스템을 이용해 이를 3 차원 정보로 확장하고, 인공신경망을 이용한 회귀 분석을 통해 추진체의 이동경로를 추정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 적외선 스테레오 카메라를 이용한 추적에 대해 살펴본 후, 3 절에서는 추적을 이용해 획득한 좌표를 가지고 본 논문에서 제안하는 인공신경망을 이용한 회귀 분석 방법을 통해 이동 경로를 추정한다. 마지막으로 4 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

#### 2. 적외선 스테레오 카메라를 이용한 추적

고속의 이동체는 고온의 추진체를 방출하며 나아간다. 이를 검출하기 위해 열을 감지하는 적외선 카메라를 이용한다. 적외선 카메라를 통해 획득한 열화상에서 관심 객체를 검출한다. 하지만 획득한 정보는  $x$  와  $y$  의 2 차원 정보이다. 3 차원의 거리 정보를 획득하기 위해서 본 논문에서는 스테레오 시스템을 이용한다. 동일한 대상에 대한 두 시점에서의 좌표를 이용해 시차

(parallax)를 계산하고, 이를 이용해 삼각측량법으로 거리( $z$  축 좌표)를 계산한다[1]. 그림 1 은 스테레오 카메라 시스템에서 두 카메라 사이의 시차를 시각화하여 나타낸다. L 은 왼쪽 카메라, R 은 오른쪽 카메라를 나타내고, 객체 A 와 B 를 다른 시점에서 바라보았을 때 나타나는 시차를 보여준다. 이 시차를 이용해서 카메라와 관심 객체 사이의 거리를 측정한다.

본 논문에서 다루고자 하는 대상은 원거리에서 이동하는 객체이기 때문에 긴 베이스라인을 사용한다. 그런데, 긴 베이스라인을 이용하여 시스템을 설계할 경우, 두 카메라 사이의 기하 관계를 규정하는 데 공간적 제약이 따른다[2]. 따라서 본 논문에서는 레이저를 이용한 두 카메라 간의 기하 관계를 보존하는 시스템을 이용한다[3].

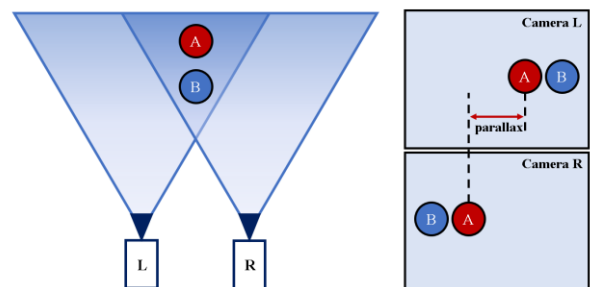


그림 1. 두 카메라 사이의 시차를 나타내는 그림.

### 3. 인공신경망을 이용한 회귀 분석

인공신경망은 노드 간의 결합의 세기를 변화시켜 문제해결 능력을 갖는 모델이다. 본 논문에서는 인공신경망을 이용한 다항 회귀 분석을 하였다. 비용함수는 L2-norm 을 사용하였고, 경사하강법 알고리즘을 수행하여 최소의 오차값을 갖는 결과를 찾아낸다. 다항식의 차수에 따라 사용되는 노드의 수가 다르다.

적외선 스테레오 카메라 시스템을 이용해 획득한 고속 이동체의 위치정보는 프레임 F(혹은 시간 t)에 따른 x, y, z로 나타난다. 관심 객체의 이동 경로를 예측하기 위해 회귀분석으로 t 와 x, y, z 각각의 관계를 파악한다[4]. 본 논문에서는 인공신경망을 이용한 회귀분석 모델을 이용하여 관심 객체의 궤적을 예측한다. 2 차식으로도 어느정도 추정되지만, 위협체 특유의 흔들림 및 유도성을 고려하여 4 차 다항식으로 추정하는 것이 안정적인 결과를 보인다. X, y 위치는 영상의 픽셀좌표로 측정하였고, z 위치는 스테레오 정합 결과를 이용하여 측정하였다. 그림 2 와 3 은 제안한 시스템을 적용하여 얻은 거리(z 축 좌표) 추정 결과를 나타낸다. 그림 2 는 2 차식으로 추정한 결과, 그림 3 은 4 차식으로 추정된 결과를 각각 나타낸다. x 축은 frame, y

축은 거리 값 z 를 나타낸다. 측정 오차로 인해 획득한 z 값에는 오차가 발생한다.

### 3. 결론

본 논문에서는 적외선 스테레오 카메라 시스템을 이용하여 고속 이동체를 추적하고, 그 경로를 회귀분석으로 추정하였다. 적외선 카메라를 통해 고온의 추진체를 검출하고, 스테레오 카메라 시스템을 통해 그 거리를 측정하였다. 그리고 인공신경망을 이용한 회귀분석으로 궤적을 추정하였다. 실험을 통해 제안한 시스템이 잘 작동함을 보인다. 앞으로 다수의 객체, 더 역동적인 움직임의 이동체에 대한 실험이 필요할 것으로 보인다.

### 감사의 글

이 논문은 국방과학연구소 생존성 기술 특화연구센터사업의 지원받아 연구되었음(계약번호 UD150013ID).

### 참고문헌

- [1] K. S. Lee and H. S. Kang, "Calibration Method for Omnidirectional Stereo Camera with Large Baseline," International Journal of Contents, Vol. 10, No. 6, 10-17, 2010.
- [2] Z. Zhang, "A flexible camera calibration by viewing a plane from unknown orientations," Proc. of International Conference on Computer Vision(ICCV), Vol. 1, 666-673, 1999.
- [3] J. H. Oh, S. H. Lee, B. H. Lee, and J. I. Park, "Statistical Model of 3D Positions in Tracking Fast Objects Using IR Stereo Camera," Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 52, No. 1, pp. 89-101, 2015.
- [4] B. Yegnanarayana, Artificial neural networks, PHI Learning Pvt. Ltd., 2009.
- [5] N. R. Draper, H. Smith, and E. Pownell. "Applied regression analysis" New York: Wiley. Vol. 3, 1966.

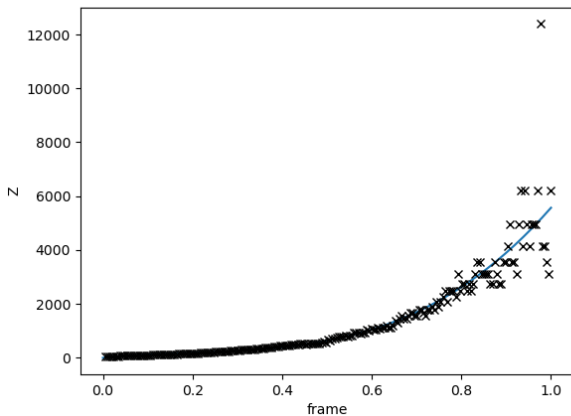


그림 2. 계산한 거리 값(z)에 대한 2 차 다항식 회귀분석 결과 그래프

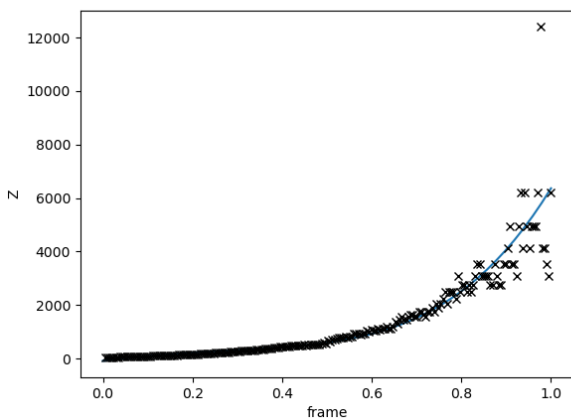


그림 3. 계산한 거리 값(z)에 대한 4 차 다항식 회귀분석 결과 그래프