

## 7. 학사논문 지도교수: 박 찬 국

7-1. 영상 관성 센서를 이용한 드론의 위치 추정 및 지도 작성

연구

7-2. 드론의 고속, 동적 비행을 위한 이벤트 카메라 기반 영상 관

성 항법 연구

7-3. 소형 무장 헬기 초기 정렬을 위한 알고리즘 개발

7-4. 병사의 실시간 위치 추정 시스템을 위한 인공지능 기반

보폭 추정 알고리즘 설계

7-5. IR 표적 탐지 및 추적을 위한 영상분할 기법 연구

실험실: 항법전자시스템 연구실 NESL (Navigation and Electronic System Laboratory)

연구실 홈페이지: <http://nesl.snu.ac.kr>

지도교수 연락처: (02) 880-1675, E-mail: [chanpark@snu.ac.kr](mailto:chanpark@snu.ac.kr)

대표 조교: 이재홍 (02) 880-1732, E-mail: [honglj@snu.ac.kr](mailto:honglj@snu.ac.kr)

## 7-1. 영상 관성 센서를 이용한 드론의 위치 추정 및 지도 작성 연구

- 미지 환경에서 드론을 운용하기 위해서 드론의 pose (자세, 위치) 추정은 필수적인 요소이다. 또한 추정된 pose를 이용하여 주위 환경의 지도를 작성하고, 그 지도를 기반으로 다시 pose를 보정할 수 있다. 이는 널리 알려져 있는 simultaneous localization and mapping (SLAM)으로 자율 주행과 로봇 운용에 필수적인 기술이다. 카메라, 라이다 등 다양한 센서를 통해 이를 구현할 수 있으며, 카메라에 inertial measurement unit (IMU)를 결합한 visual-inertial SLAM은 활발히 연구되고 있는 분야이다.

- 카메라로부터 얻는 이미지는 SLAM에 이용될 수 있도록 가공되어야 하는데, 이 때 영상 처리 기법과 odometry가 이용된다. IMU로부터 얻는 가속도와 각속도 정보 역시 운동방정식에 따라 적분하여 가공되어야 한다. 하지만 센서로부터 받는 측정치에는 다양한 원인으로 인해 발생하는 오차가 존재하고, 오차는 시간이 흐름에 따라 누적되어 시스템의 붕괴를 일으킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해 filter 혹은 optimization과 같은 확률론적 기법들이 이용된다. 본 연구에서는 extended Kalman filter (EKF) 기반의 SLAM (EKF-SLAM)을 구현하여 항법 성능을 검증한다.

- 본 연구를 수행하기 위해 확률, 선형대수학 및 매트랩 사용에 대한 기초적인 지식이 필요하며, 본 학부 논문 연구에서는 EKF의 시스템 모델 및 측정치 모델을 유도 및 구현하고 이미지 가공 모듈을 구현하게 된다. 이를 통해 기초적인 영상처리 기술, EKF-SLAM 작동 원리 그리고 필터 이론에 대한 지식을 얻을 수 있다.

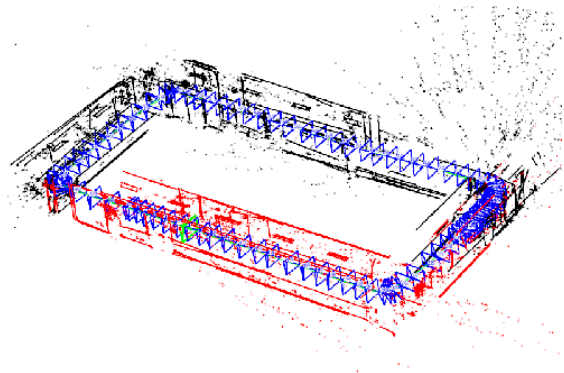
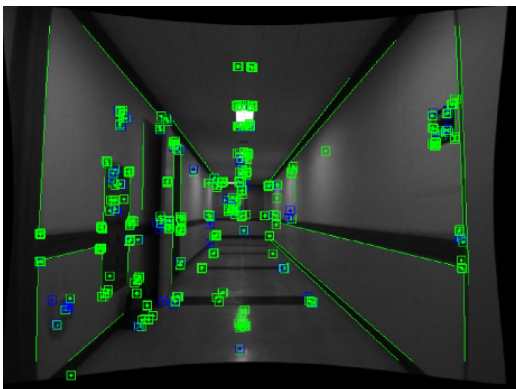


Fig. 1 이미지 처리과정 (좌), 위치 및 지도 추정 결과 (우)

담당조교: 이수용 (dltn dyddltn@snu.ac.kr)

## 7-2. 드론의 고속, 동적 비행을 위한 이벤트 카메라 기반 영상 관성 항법 연구

- GPS의 사용이 불가능하거나, 오차가 커질 수 있는 도심 환경에서는 비행체에 탑재된 카메라, 라이다 등의 센서를 통해 주변 환경의 정보를 얻어 항법을 수행한다. 그 중에서도 영상 정보를 활용하는 Visual or Visual-inertial navigation은 활발히 연구되어 온 분야인데, 기존의 전통적인 프레임 카메라는 빠르게 움직이거나 높은 동적 범위를 가진 환경에서는 이미지 블러 현상이 발생하거나, 하나의 프레임에 모든 정보를 담기 어려운 한계가 있다.

- 이벤트 카메라는 기존의 프레임 카메라와는 다른 원리로 동작하는 Dynamic Vision Sensor (DVS)로 픽셀마다 빛의 변화를 감지한다. 빠른 움직임이나 높은 동적 범위에서도 고속으로 변화하는 빛의 정보를 이벤트 스트림으로 출력하기 때문에 물체의 움직임을 정확하게 캡처할 수 있고, 정적인 환경에서는 이벤트가 거의 발생하지 않기 때문에 불필요한 데이터를 줄일 수 있다.

- 이러한 이벤트 카메라를 활용한 Visual odometry or SLAM을 통해, 고속으로 비행하는 무인 항공기 및 드론에서 강건한 항법을 수행할 수 있다. 고속으로 비행하는 비행체, 동적으로 움직이는 로봇이나 자율 주행 차량 등 다양한 분야에서 활용이 가능하며, 더욱 정확하고 빠른 상태 추정과 지도 작성이 가능해질 것으로 기대된다.

- 본 연구에서는 이벤트 카메라와 IMU를 사용해, 빠른 움직임이나 높은 동적 범위 상황에서도 강건한 항법 알고리즘을 구현하는 것을 목표로 한다. 본 연구실의 센서들을 활용해 front-end에서 센서 데이터를 직접 다뤄 볼 수 있으며, back-end에서는 extended Kalman Filter(EKF)와 같은 필터링 기법을 다룬다. 본 연구를 수행하기 위해 확률론, 선형대수학 및 MATLAB 사용에 대한 기초적인 지식이 요구된다.

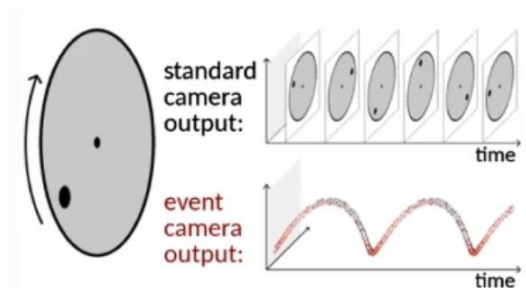


Fig. 2 이벤트 카메라 작동 개요도

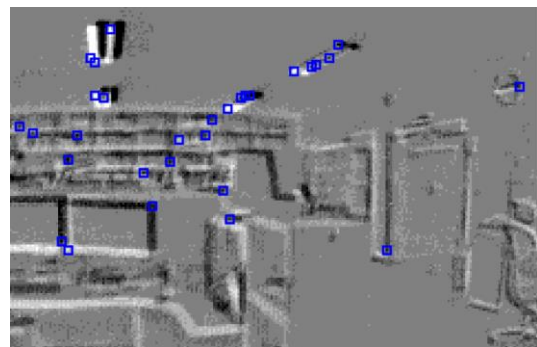


Fig. 3 이벤트 카메라 데이터 처리 과정

담당교표: 최병필 (bpc1224@snu.ac.kr)

### 7-3. 소형 무장 헬기 초기 정렬을 위한 알고리즘 개발

- 관성 항법의 초기 정렬은 이동체의 관성센서를 처음 설정하는 중요한 단계로, 정확한 기동과 위치 파악을 위해 필수적이다. 초기 정렬이란 관성 항법 장치의 초기 자세를 계산하는 과정으로서, 기준 좌표계에 대하여 관성 센서의 각 축이 가리키는 방향을 파악한다. 이동체가 정지한 상태에서 관성센서를 가동하고 경위도 입력과 함께 초기 정렬 알고리즘을 실행하여 센서의 오차를 보정하여 시스템을 초기화한다. 초기 정렬의 정확성이 낮으면 이후에 쌓이는 오차로 인해 위치 정확도가 저하될 수 있으므로 신중한 절차가 필요하다. 정확하게 초기 정렬을 수행하면 이동체는 이후 관성 항법 시스템을 통해 자체적으로 정확한 위치와 방향을 파악하여 안정적인 경로를 유지하게 된다.

- 본 연구는 소형무장헬기에 장착되는 관성센서를 이용해 초기 정렬 알고리즘을 구현하고자 한다. 헬기라는 이동체의 특성에 따라 정지한 상태에서 정렬을 수행하더라도 진동에 의한 잡음이 섞이게 된다. 또한 함상에서 헬기를 운용하기 시작하는 경우에는 파도 등에 의한 외부 진동도 발생하게 된다. 따라서 헬기에 부착된 관성 센서에서 감지하는 진동에 의한 오차에 대해 적절히 보상하는 과정이 필요하다.

- 본 연구에서는 여러 주파수에 대해 강건한 정렬 알고리즘을 개발한다. 이 때 다양한 디지털 신호 처리 기법을 이용하여 정렬에 필요한 전처리를 수행한다. 대표적으로 low pass filter, notch filter 등의 필터를 사용하며, 더 정밀한 정렬 수행을 위해서 전처리된 신호에 대해 extended Kalman filter 등의 필터링 기법을 이용한다.



Fig. 4 소형 무장 헬기

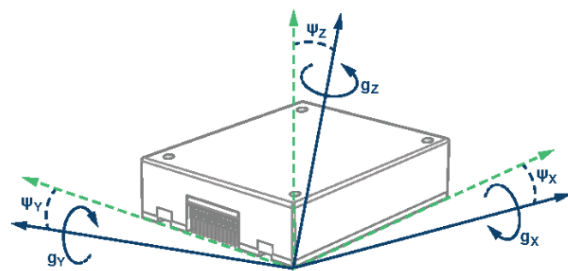


Fig. 5 초기 자세 오차의 예시

#### 7-4. 병사의 실시간 위치 추정 시스템을 위한 인공지능 기반 보폭 추정 알고리즘 설계

- 미래보병체계에 대한 관심이 높아지면서, 작전 수행을 위한 병사의 위치 추정 방법에 대한 관심도 함께 높아지고 있다. 실생활에서는 GNSS를 사용한 위치 추정이 가능하지만, 작전을 수행하는 조건에서는 GNSS를 사용하기 보다 소지한 장비에 관성 센서를 내장하여 이를 활용하는 기술이 필요하다. 관성 센서 기반의 PDR(Pedestrian Dead Reckoning)은 일반적으로 보행자는 걸음을 통하여 위치가 변화한다는 가정하에 개발된 추측항법시스템이다. PDR의 기본 원리는 사람의 걸음 정보를 바탕으로 초기 위치로부터 진행방향에 따라 이동 거리를 추정하여 현재의 위치를 구하는 추측항법(DR, Dead Reckoning)이다. 따라서 PDR은 걸음 검출 기법, 보폭 추정 기법, 진행 방향 추정 기법으로 구성된다. 즉, 보행자의 위치를 구하기 위하여 보행자의 걸음을 검출하고 걸음과 걸음 사이의 보폭을 추정하여 이동 거리를 결정한다. 또한 지자기 센서나 자이로 등을 이용하여 보행자의 진행 방향을 추정한다.

- 본 연구에서는 센서 모듈을 신체에 부착한 후 다양한 동작에 대해 보폭을 추정하는 알고리즘 구현을 목표로 한다. 걷기와 달리기 등 보행자는 보행 간 다양한 동작을 하며 동작에 따라 실제 보폭이 달라진다. PDR에선 우선 걸음을 검출하고 걸음과 걸음 사이의 보폭을 추정하게 되는데, 실시간 보행항법 시스템을 위한 보행자의 다양한 동작에 따른 보폭 추정 방법에 대해 연구를 수행한다.

- 보폭 추정 알고리즘에는 신체 역학적 모델링 기반 및 기계학습 기반이 있다. 신체 역학적 모델링은 보행자의 키, 몸무게, 다리 길이 등 신체 정보 및 보행 모델을 이용해 보폭을 추정하는 방법이다. 하지만, 다양한 사용자를 생각하면 그 조건이 다 다르기 때문에 모든 사람을 고려한 보폭 모델을 만들기 쉽지 않다. 최근에는 인공지능 기반 연구가 관심을 받고 있다. 이는 보행 모델, 보행자 신체 정보와 같은 사용자 파라미터가 아닌 인공 신경망을 활용하며 보폭을 추정한다. 본 연구에서는 다양한 동작에 대한 실험을 한 후 여러가지 보폭 추정 알고리즘에 대한 결과를 분석하며 연구를 진행한다.

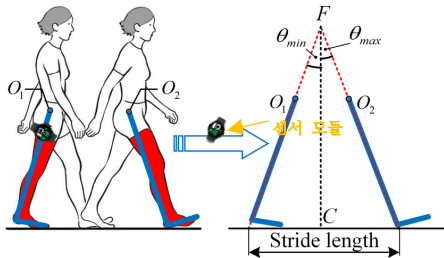


Fig. 6 신체 역학적 모델링 보폭 추정

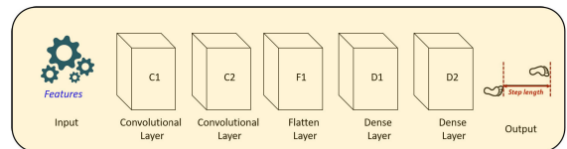


Fig. 7 신경망을 활용한 보폭 추정

담당조교: 박준우 (cptjad15@snu.ac.kr)

## 7-5. IR 표적 탐지 및 추적을 위한 영상분할 기법 연구

- 표적 탐지 기법이란 다양한 센서로부터 얻어진 측정치를 이용하여 센서의 시야 내에 존재하는 표적을 발견하는 과정이다. 표적 탐지를 위해서 사용되는 센서는 레이더, 카메라(IR)이 대표적으로 사용된다. 이러한 표적 탐지 기법은 국방/방위 산업 분야에서 많이 사용되며, 최근 각광받고 있는 자율주행, 로봇 인지 분야에서도 사용되고 있다. 본 연구주제에서는 IR 카메라로부터 얻어진 적외선 영상을 통해 영상에 존재하는 소형 표적 탐지를 수행하고자 한다. 적외선 영상 기반 표적 탐지는 입력 영상에 존재하는 noise, clutter 등으로 인해 표적이 아닌 것을 표적으로 분류하는 false alarm이 나타나게 된다. 이러한 false alarm은 표적 탐지 이후 진행될 tracking, classification 등에서 오차 요소로써 작용되므로, 표적 탐지에서 false alarm을 최소화하는 것은 중요한 이슈이다.

- 이러한 false alarm을 최소화하기 위해서 다양한 기법들이 제안되고 있다. 본 연구에서는 적외선 영상 기반 표적 탐지에 있어 표적 탐지를 위해 필터링 기반 영상 분할 기법에 대해 연구한다. 본 연구를 통해 더 나은 표적 추적 환경을 제공한다.

- 본 연구에서는 영상분할 기법을 통해, 다양한 비정상 데이터를 가지는 적외선 영상으로부터 효과적으로 표적 탐지를 수행하는 알고리즘을 설계하는 것을 목표로 한다. 알고리즘 학습은 공개되어 있는 오픈 데이터셋을 사용하여 학습을 진행한다. 설계한 알고리즘을 이용하여 실제 적외선 영상 기반 소형 표적 탐지를 수행해보며, Detection time, accuracy를 통해 결과를 정량적으로 분석해 본다. 본 연구를 수행하기 위해 확률, 선형대수학 및 매트랩 사용에 대한 기초적인 지식이 필요함.

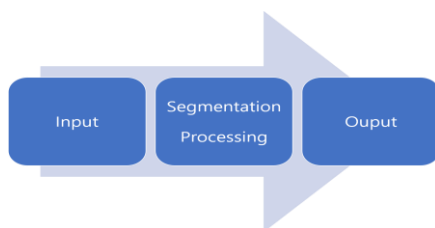


Fig. 1 표적 탐지 알고리즘

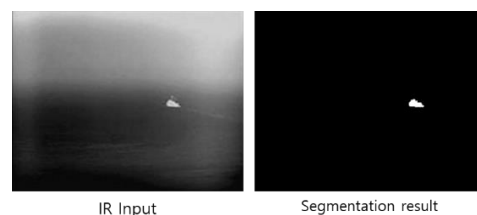


Fig. 2 탐지 결과