

# UAV의 위치 오차를 예측하기 위한 프레임워크 설계 연구

성연식\*, 광정훈\*\*, 양덕규\*, 성만규\*

\*계명대학교 컴퓨터공학부 게임모바일공학전공

\*\*계명대학교 일반대학원 컴퓨터공학과

e-mail:{yunsick, jeonghoon, jisan42, mksung}@kmu.ac.kr

## Framework Design Research for Predicting the Errors of the Locations of UAVs

Yunsick Sung\*, Jeonghoon Kwak\*\*, Deokgyu Yang\*, Mankyu Sung\*

\*Computer Engineering Division, Keimyung University

\*\*Dept. of Computer Engineering, Keimyung University

교신저자 yunsick@kmu.ac.kr

### 요 약

최근에는 아마존 등 해외 배송업체들이 무인항공기(UAV)를 이용한 배송 서비스를 발표하면서 UAV에 관한 관심이 증폭되고 있다. 일반적으로 UAV는 실외에서 GPS 기반으로 이동한다. 하지만, GPS는 오차 범위가 크고 실내에서는 사용하지 못하는 문제가 있다. UAV의 활용을 높이기 위해서는 UAV를 세밀하게 제어하는 방법과 비행 이동을 자율적으로 제어할 때 발생하는 위치의 오차를 보정하는 방법이 필요하다. 위치 오차는 UAV가 비행할 때 부는 바람 등의 이유로 발생한다. 이 논문에서는 UAV의 움직임을 사전에 측정하고 분석한다. 그리고 현재의 위치 오차를 예측하고 보정할 수 있는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 Parrot사의 AR.Drone 2.0에 적용해서 처리되는 과정을 소개한다.

### 1. 서론

최근에는 무인항공기(UAV)를 이용한 택배 서비스에 관심이 높아지면서 UAV에 관한 관심도 높아지고 있다 [1-3]. UAV를 세밀하게 제어하기 위해서는 바람 등의 원인으로 발생하는 움직임의 오차 보정이 필요하다.

이 논문에서는 UAV가 호버링시 발생하는 기체의 흔들림 정도를 사전에 측정해서 이를 기반으로 현재의 흔들림에 대응되는 호버링 오차를 예측하고 보정할 수 있는 방법을 제안한다.

### 2. UAV의 위치 오차 보정 프레임워크

#### 2.1 개요

이 논문은 UAV의 호버링 움직임을 사전에 분석해서 분석한 데이터를 기반으로 현재의 호버링 위치 오류를 예측한다. 이를 검증하기 위해서는 UAV인 AR.Drone 2.0[4](그림 1)을 사용한다.

호버링 위치 오류는 다음과 같이 두 단계로 나누어 계산한다. 첫 번째, 사전에 호버링의 움직임을 분석한다. 이 단계에서는 UAV의 상태를 추정하기 위해서 UAV에 부착된 가속도 센서로 UAV의 이동량을 측정한다. 하향카메라로 실제 이동 속도를 측정한다. 그리고 이동량과 이동 속도의 쌍을 기록한다.

두 번째, 현재의 움직임을 분석해서 오차를 계산한다.

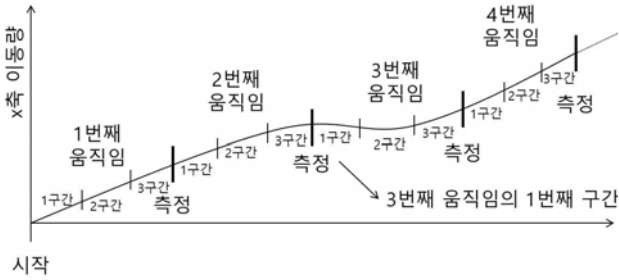
부착된 가속도 센서로 이동량을 추정한다. 첫 번째 단계에서 기록한 이동량과 이동 속도의 쌍으로 추정한 이동량에 대응되는 이동 속도를 획득한다. 그리고 움직임 시간 차  $\Delta t$ 를 이동 속도에 곱해서 호버링 오차를 계산한다.



(그림 1) AR.Drone 2.0을 이용한 오차 측정 환경

#### 2.2 호버링 움직임 분석

움직임은 호버링 중에 반복적으로 측정한다. 각각의 움직임은 측정된 시간의 간격이 다를 수 있기 때문에 서로 비교하기 어렵다. 그래서 각각의 측정된 움직임을  $\alpha$ 개의 구간으로 나누어 구간별 이동량을 측정하고 이를 기반으로 전체 움직임을 평가한다. 본 논문에서는 (그림 2)와 같이  $\alpha$ 를 3으로 설정하고 x축의 오차를 처리 과정을 중심으로 기술한다.



(그림 2) UAV의 움직임 및 구간

UAV가 호버링할 때 각 구간별로 UAV의 가속도 센서로 이동한 거리를 측정한다. 그리고 UAV는 하향 카메라로 격자 무늬의 바닥을 촬영해서 실제 이동 속도를 계산한다. <표 1>은 구간별 이동량  $\Delta x$  및 실제 이동 속도  $\vec{x}$ 를 나타낸다.

<표 1> 구간별 이동량 및 이동 속도

(소수점 첫째자리에서 반올림 처리함)

t (s)	1번째 구간 이동량 $\Delta x_1$ (mm)	2번째 구간 이동량 $\Delta x_2$ (mm)	3번째 구간 이동량 $\Delta x_3$ (mm)	이동 속도 $\vec{x}$ (mm/s)
11	-3	1	-5	-22
13	-1	6	15	-63
20	-3	-3	-1	-9
...				
31	0	0	-4	-6
...				
279	0	13	11	37

각 구간별 이동량을 양자화해서 유사한 움직임을 묶는다. 본 논문에서는 이동량은 식(1)과 같이 양자화한다.

$$\Delta x_i = \beta \left\lfloor \frac{\Delta x_i}{\beta} \right\rfloor + \frac{\beta \Delta x_i}{2|\Delta x_i|} \quad (1)$$

$\beta$ 를 설정해서 일정 구간의 이동량을 동일한 값으로 양자화시킨다. 본 논문에서는 오차를 고려해서  $\beta$ 를 5로 설정한다. <표 2>는 <표 1>의 값을 양자화한 결과이다.

<표 2>의 결과를 각 구간별 이동량에 따라 정렬한다. 동일한 구간별 이동량을 가지지만 이동 속도가 다수 개인 경우도 있다. 이 때에는 이동속도의 평균값을 계산한다. 예를 들어, 움직임이 각각의 구간에서  $-2.5mm$ ,  $-2.5mm$ ,  $-2.5mm$ 인 경우에는 3개의 값이 측정되었다. 이 움직임은 평균값  $-4.3mm/s$ 를 계산해서 사용한다.

<표 2> 구간별 양자화한 이동량 및 평균 이동속도  
(소수점 첫째자리에서 반올림 처리함)

1번째 구간 이동량 $\Delta x_1$ (mm)	2번째 구간 이동량 $\Delta x_2$ (mm)	3번째 구간 이동량 $\Delta x_3$ (mm)	평균 이동 속도 $\vec{x}'$ (mm/s)
-12.5	-2.5	7.5	-18
...			
-2.5	-2.5	-2.5	-4
...			
17.5	2.5	2.5	60

### 2.3 현재 호버링 오차 계산

<표 2>같이 구간별 이동량으로 x축의 이동속도를 획득할 수 있다면 UAV가 호버링할 때 실제 이동량을 실제로 측정하기 않고도 다음과 같이 이동량을 계산할 수 있다.

가속도 센서로 구간별 이동량을 측정하고 식(1)을 사용해서 양자화한다. 양자화한 구간별 이동량으로 <표 2>로부터 UAV의 평균 이동 속도  $\vec{x}'$ 를 획득한다. 비행 시간  $\Delta t$ 을 곱해서 이동량을 계산한다. 계산된 이동량이 위치 오차량이기 때문에 해당 값만큼 비행을 통해서 보정한다.

### 사사의 글

이 논문은 0000년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2014R1A1A1005955)

### 참고문헌

[1] Christian Nitschke, Yuki Minami, Masayuki Hiromoto, Hiroaki Ohshima, Takashi Sato, "A Quadcopter Automatic Control Contest as an Example of Interdisciplinary Design Education," Proceeding of 14th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS 2014), October 22-25, 2014, KINTEX, Gyeonggi-do, Korea, pp. 678-685.

[2] Jacco van der Spek, Mario Voorsluys, "AR.Drone Autonomous Control and Position Determination," Bachelor Thesis, Delft University of Technology, 2012.

[3] Nick Dijkshoorn, "Simultaneous localization and mapping with the AR.Drone," Master Thesis, Universiteit Van Amsterdam, 2012.

[4] Pierre-Jean Bristeau, François Callou, David Vissière, Nicolas Petit, "The Navigation and Control technology inside the AR.Drone micro UAV," Proceeding of International Federation of Automatic Control (IFAC 2011), Vol. 18, No.1, August 28-September 2, 2011, Milano, Italy, pp. 1477-1484.