

Detecting and Avoiding Dangerous Area for UAVs Using Public Big Data

Park Kyung Seok[†] · Kim Min Jun^{**} · Kim Sung Ho^{***}

ABSTRACT

Because of a moving UAV has a lot of potential/kinetic energy, if the UAV falls to the ground, it may have a lot of impact. Because this can lead to human casualties, in this paper, the population density area on the UAV flight path is defined as a dangerous area. The conventional UAV path flight was a passive form in which a UAV moved in accordance with a path preset by a user before the flight. Some UAVs include safety features such as a obstacle avoidance system during flight. Still, it is difficult to respond to changes in the real-time flight environment. Using public Big Data for UAV path flight can improve response to real-time flight environment changes by enabling detection of dangerous areas and avoidance of the areas. Therefore, in this paper, we propose a method to detect and avoid dangerous areas for UAVs by utilizing the Big Data collected in real-time. If the route is designated according to the destination by the proposed method, the dangerous area is determined in real-time and the flight is made to the optimal bypass path. In further research, we will study ways to increase the quality satisfaction of the images acquired by flying under the avoidance flight plan.

Keywords : UAV, Big Data, Autopilot, Changes in Flight Environment, Dangerous Area

공공 빅데이터를 이용한 UAV 위험구역검출 및 회피방법

박 경 석[†] · 김 민 준^{**} · 김 승 호^{***}

요 약

움직이는 UAV는 많은 위치에너지와 운동에너지를 가지므로 지상으로 추락하는 경우 많은 충격량을 가질 수 있다. 이는 인명피해로 연결될 수 있기 때문에 본 논문에서는 UAV 비행경로 상의 인구밀집지역을 위험구역으로 정의하였다. 기존의 UAV 경로비행은 사용자에 의해 미리 설정된 경로만을 운행하는 수동적인 형태였다. 일부 UAV는 경로비행 중 장애물을 회피하는 시스템 등 안전기능을 포함하고 있지만, 실시간 비행환경변화에 대응하기에는 부족하다. UAV 경로비행에 공공 빅데이터를 활용할 경우, 위험구역을 검출하고 회피비행을 수행할 수 있어서 실시간 비행환경변화에 대한 대응이 향상될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 실시간으로 수집된 빅데이터를 활용하여 위험구역을 회피하는 최적경로 비행 방안을 제안한다. 실험 결과, 제안하는 자동경로비행에서 목적지와 목적지에 따른 경로를 지정할 경우, 실시간으로 위험지역을 판단하여 최적 우회경로로 비행하는 것을 확인하였다. 추후 회피방안에 따라 비행하여 획득하는 영상의 질적 만족도를 높일 수 있는 방안을 연구할 예정이다.

키워드 : UAV, 빅데이터, 자동경로비행, 비행환경변화, 위험구역

1. 서 론

최근 UAV(Unmanned Aerial Vehicle)의 비행제어시스템은 다축 자이로, 가속도, 기압계, GPS(Global Positioning System) 등의 다양한 센서의 적용을 통해 UAV의 비행성능을 향상시켰으며 이를 통해 자동경로비행을 하는 수준에 이르렀다. 이후, 배달, 운송 등 특별 임무를 수행하는 UAV가 개발되었다. 이러한 특수 임무가 안전하고 원활하게 수행되도록 UAV는 비행 중에

발생하는 상황의 변화에 대처할 수 있어야 한다. 하지만 기존의 UAV는 자동경로비행 시 최단거리 비행만 하는 단점이 있다.

UAV는 기본적으로 정해진 고도에서 장비가 가지는 속도에 의해 많은 위치 및 운동에너지를 가진다. UAV의 고에너지 특성으로 인해 비행환경의 변화에 의해 인명피해도 초래할 수 있다. 따라서, UAV와 관련된 각종 규제 및 법규에서는 인구밀집지역에 대한 비행제한을 두고 있다. 본 논문에서도 UAV 비행경로 상에 인구가 밀집되는 것으로 판단되는 구역을 위험구역으로 정의한다.

본 논문에서는 기존의 자동경로비행기법에 추가적으로 해당 경로에 대한 행사정보, 교통카드 태그정보 등 유동인구를 판단할 수 있는 데이터를 활용해 UAV 스스로 위험구역을 회피하는 최적 경로비행 설정 기법을 제안한다. 먼저 UAV 비행규제 및 기존의 자동경로비행기법, 빅데이터 구조를 2장에서 다루고

[†] 정 회 원 : 첨단정보통신융합산업기술원 책임연구원
^{**} 정 회 원 : 한국정보화진흥원 AI데이터팀 책임연구원
^{***} 종신회원 : 경북대학교 컴퓨터학부 교수
Manuscript Received : January 30, 2019
First Revision : March 6, 2019
Second Revision : April 4, 2019
Accepted : April 10, 2019
* Corresponding Author : Kim Sung Ho(shkim@knu.ac.kr)

록 한다. 그리고 3장에서는 공공 빅데이터를 이용한 최적경로 설정기법을 제안한다. 4장에서는 본 논문에서 제안한 UAV 최적경로비행 기법을 기반으로 한 실험결과를 보이고 5장에서는 본 논문의 결과를 정리하고, 향후 발전 방향에 대해서 간략히 소개한다.

2. 기술동향 및 관련 연구

2.1 빅데이터

빅데이터란 디지털 환경에서 생성되는 방대한 규모의 데이터로 생성주기가 짧고 정형 또는 비정형적인 데이터를 모두 포괄하는 대규모 데이터를 의미한다. 특징은 일반적으로 3V로 요약한다. 데이터의 양(Volume), 데이터 생성속도(Velocity), 형태의 다양성(Variety)을 의미하며 최근에는 가치(Value), 정확성(Veracity)을 추가적으로 고려하여 5V를 주요한 특징으로 부각되고 있다. 빅데이터 기술은 데이터의 종류와 양이 많은 facebook 및 Twitter와 같은 SNS(Social Network Service)를 분석하여 사람들의 행동, 위치정보, 생각, 의견을 분석하기에 이르렀다. 이처럼 크고 다양한 데이터는 여러 가지 분야에 적용할 수 있는 중요한 경쟁력으로 주목받고 있다. 또한 인텔, 마이크로소프트, 구글 등 전 세계의 IT기업들이 시장 선점을 위해 많은 노력을 기울이고 있다[1-7].

빅데이터는 목적에 맞게 가공하고 분석하여 최적의 답을 찾는 것이 목적이다. 따라서 초기 빅데이터 연구는 데이터의 저장, 관리에 대한 연구가 주로 이루어졌으나, 최근에는 목적에 알맞은 의미 있는 정보로 정제, 활용하는 빅데이터 분석기술에 대한 연구가 주로 이루어지고 있다. 이러한 빅데이터 분석 기술은 Fig. 1과 같은 프로세스를 통해 이루어진다. 각각의 프로세스에 대한 구체적인 내용 및 적용되는 기술은 다음과 같다.

- 데이터 수집 및 통합 : 실시간으로 웹 또는 특정 서버에서 데이터를 수집 및 저장하는 기술
- 데이터 전처리 : 비정형적인 데이터를 정형화시키거나 불필요한 데이터를 필터링하는 기술
- 데이터 저장 및 관리 : 여러 가지 방식의 대용량 데이터를 실시간 저장 및 분산저장 구조 관리 기술
- 데이터 분석 : 빅데이터로부터 통계, 마이닝, 딥러닝, 인공지능과 같은 알고리즘을 기반으로 새로운 정보를 추출하는 기술
- 데이터 분석 가시화 : 추출된 데이터를 사용자가 쉽게 확인할 수 있는 UX기반 인포그래픽스 기술

빅데이터가 유용하게 활용될 수 있는 대표적인 분야는 시계열 분석 분야이다. 시계열 데이터는 시간 경과에 따라 특정 시간 간격으로 기록되는 일련의 데이터이다. 시계열 데이터는 수개월에서 수개월 동안 수집되는 경우 빅 데이터의 특징을 가지며 사용자가 수동으로 분석하고 구성하는 것은 어렵다. 이러한 어려움을 해결하고, 자동화된 분석을 위해서 빅데이터 분석기술은 매우 중요하다. 빅데이터 분석은 사용자가

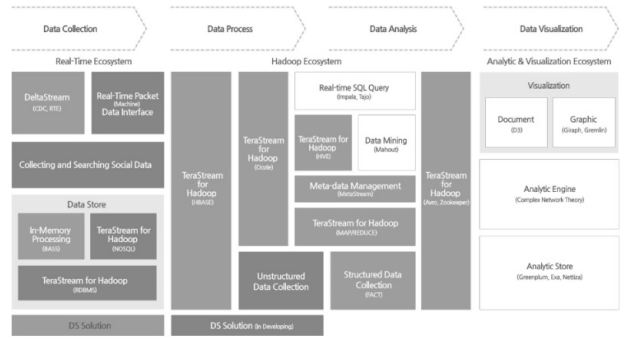


Fig. 1. Example of Big Data Processing

인식하지 못한 데이터 간의 상관관계를 발견할 수 있기 때문에 시간을 크게 줄이고 문제 해결을 위한 주요 정보를 제공할 수 있다[8]. 이에 본 논문에서는 월별, 시간대별 해당 정류장에서 승하차를 위한 교통카드 태그 수를 분석하여 자동경로비행에 적용시키는 방법을 제안한다. 또한 빅데이터 수집 기술을 이용하여 경로비행을 실시한 시간의 행사정보를 수집하여 자동경로비행에 활용하였다.

2.2 UAV 자동경로비행

UAV 자동경로비행의 경우 Fig. 2와 같이 일반적으로 GPS 데이터를 기반으로 한다. 2차원의 GPS 좌표를 통한 경로점을 지정하고, 고도설정을 통해 3차원의 공간에서 UAV는 자동경로비행을 수행한다. UAV의 운용자는 UAV의 지상통제시스템에 원하는 경로의 GPS 좌표 및 고도를 입력하거나, 지도상에 포인트를 입력한다. 설정한 경로에 대해 UAV는 최단거리 직선 경로로 이동한다[9-13]. 하지만 GPS 데이터만을 기반으로 하는 현재와 같은 UAV 자동경로비행 기법은 동적으로 환경이 변화하는 상황에 대응하기 어렵다.

또한 기존 UAV시스템의 자동경로비행은 Fig. 3과 같이 목적지 설정 시 최단거리를 기준으로 직선비행을 실시하기 때문에 비행환경변화에 약하게 된다. 특히 사람이 많은 지역에서는 안전에 유의해야 하기 때문에 동적으로 변화하는 환경을 UAV 시스템 스스로 파악하여, 그에 대응하여 비행경로를 설정하고 임무를 수행할 수 있어야 한다.

비행 중 발생할 수 있는 다양한 변화에 대응하기 위해 LiDAR (Light Detection And Ranging) 센서 또는 시각 센서

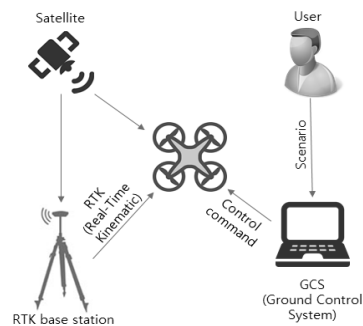


Fig. 2. An UAV Operation System

등을 이용하여 위험 요인 또는 장애물에 대한 충돌 회피에 관한 연구가 진행되고 있다[14-16]. 하지만 충돌 회피의 경우에도 UAV에 대한 제어권을 상실한 경우에는 위험 요소가 여전히 존재한다. 따라서 본 논문에서는 실시간으로 반영되는 지역행사정보와 교통카드 태깅 정보를 이용하여 인구밀집도를 조사한다. 이후 인구밀집지역을 우회하여 비행하는 위험지역 회피 방법을 제안하고자 한다.



Fig. 3. An Initial Input Path

3. 제안한 빅데이터 처리와 최적경로설정 방법

최단거리만을 고려했던 기존 최적경로비행과 달리 본 논문에서는 안전 경로 설정을 위해 인구밀집도를 중요한 요소로 고려한 최적비행경로 설정을 적용하였다. 이를 고려하기 위한 인구밀집판단 의사코드는 Fig. 4와 같다. 비행모드와 안전모드로 나누어 고려하였다. 비행모드의 경우는 UAV가 반드시 최단거리 비행을 하는 경우이다. 안전모드의 경우는 UAV가 위험지역을 인식하여 최적 경로비행을 하도록 설정 했다. 경로비행을 하는 시점의 직선 경로에서 행사가 있거나 월별, 시간대별 해당 정류장에서 승하차를 위한 교통카드 태그 수가 많은 경우에 위험구역으로 판단한다. 여기서 geofence는 위험구역을 의미한다.

```

if Safety Mode
  if local culture festival = 1
    Set Geofence
    if Number of transportation-card tags < Threshold
      end
    else if Number of transportation-card tags ≥ Threshold
      Set Geofence
      end
  else if local culture festival = 0
    if Number of transportation-card tags < Threshold
      end
    else if Number of transportation-card tags ≥ Threshold
      Set Geofence
    else if flight Mode
      end
  end
    
```

Fig. 4. A Flight Path Algorithm

따라서 상황에 따라 비행경로 선택을 하는 절차가 필요하다. 우선 사용자가 경로 계획을 입력하면 Geofence의 적용여부 및 위험지역의 적용범위를 확인한다. Geofence 적용 시에는 데이터 수집 및 처리과정을 통해 회피경로를 설정하고, Geofence의 미적용 시에는 최단거리 직선경로를 설정한다. 이후 시스템은 UAV의 비행이 가능한 경로인지 확인한다. 마지막으로 경로를 UAV의 비행제어시스템에 전송한다. 여기서 Geofence는 회피구역을 의미한다. Fig. 5는 전체 최적경로비행 플로우차트이다. 3.1절 부터는 데이터의 수집 및 빅데이터의 처리과정, 최적경로설정 기법에 대해 구체적으로 기술한다.

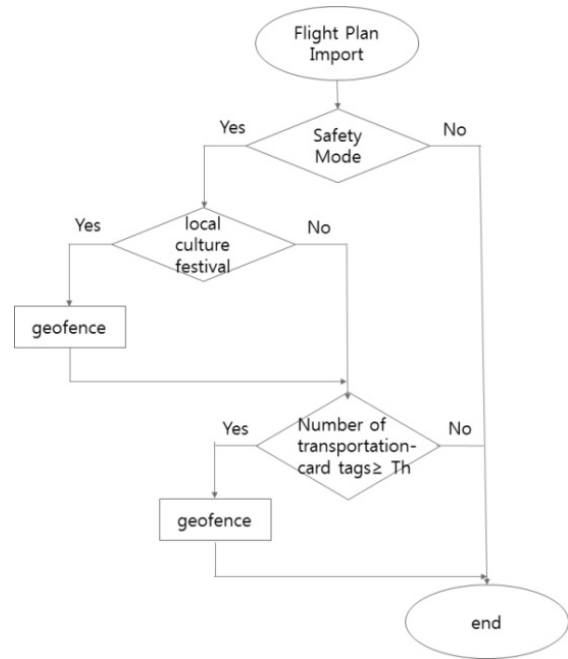


Fig. 5. A Workflow for Setting Flight Paths

3.1 빅데이터 수집 및 처리 구조 분석

공공데이터포털(<https://www.data.go.kr>)의 공개된 OpenAPI 데이터와 지자체에 의뢰해서 개인정보 비식별화 된 오프라인 데이터를 이용하여 빅데이터를 수집하였다. 실시간으로 수집되는 대구시 중구의 행사정보에 관한 빅데이터를 이용하였다. 또한 지자체에서 제공받은 2018년 교통카드를 이용한 승하차 인원수의 데이터를 오프라인데이터로 수집하였다. 공연 행사정보는 행사명, 행사개수, 행사시간, 위치 등의 정보를 포함한다. 자동경로비행 시스템은 행사정보에 관한 데이터를 OpenAPI를 통해 수신한다. 이에 사용자가 목적지를 설정한 후 UAV가 자동경로 비행을 하는 경우, 그 시점의 시간을 기준으로 지역행사정보를 실시간으로 받게 된다. 이러한 정보를 이용하여 UAV가 자동으로 위험지역을 회피한다.

또한 지역별 인구밀집도를 판단하기 위해 교통카드 태깅 정보를 이용하였다. 하지만, 공공데이터포털에서는 교통카드 태깅 정보는 개인정보보호를 위해 실시간 제공하지 않기 때문에 대안으로 2018년 포털에서 제공하는 정보를 기반으로 교통카드를 이용한 승하차 인원수를 오프라인 형식으로 수집

하였다. 본 논문에서는 데이터의 수집, 추출, 분석을 위해 Python 프로그래밍 언어를 사용하였다.

본 논문에서 제안한 빅데이터의 수집 및 처리과정은 Fig. 6 과 같다. 지역행사정보 또는 교통카드를 이용한 승하차 인원 수가 본 논문에서 제시한 임계치보다 큰 경우에 위험지역으로 판단하여 처리되며 실제 필요한 정보를 데이터베이스에 저장하게 된다. 이후 수집된 많은 양의 데이터를 분석 알고리즘을 통해 분석하고 유용한 데이터를 추출한다. 예를 들어 교통카드 승하차 인원이 많은 정류장을 유동인구가 많은 지역으로 가정하여 일정 수준 이상 유동인구가 많은 지역을 추출하여 UAV 비행 시 회피가 필요한 구역으로 지정한다.

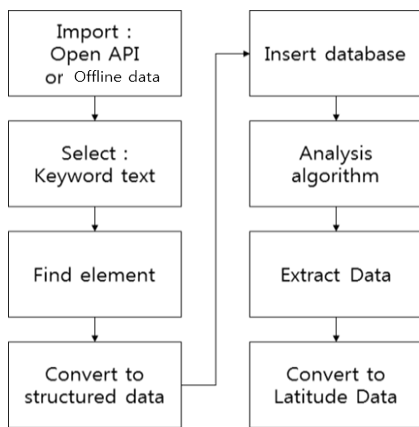


Fig. 6. The Proposed Process for Collecting and Processing Public Big Data

다음은 위험지역을 판단하는 기준을 두 가지로 나눠 설명한다. 첫째, 특정 정류장에서 승하차를 위한 교통카드 태그 수로 위험지역을 판단할 수 있다. 둘째, 지역행사가 있는 경우는 3.2 절에서와 같이 회피기술을 적용한다. 교통카드 태그 수로 위험지역을 판단하는 기준은 2가지 Case로 나누어 설명한다.

해당 정류장에서 승하차를 위한 교통카드 태그 수가 본 논문에서 제안한 임계치보다 작을 경우(Case1) 기존의 방법과 동일하게 비행한다. 여기서, 임계치는 대구지역 정류장에서 교통카드 태그수의 평균을 기준으로 계산하였다. 반대로 해당 정류장에서 승하차를 위한 교통카드 태그 수가 임계치 이상인 경우(Case2) 본 논문에서 제안한 최적경로비행을 한다.

Case1: 해당 정류장에서 승하차를 위한 교통카드 태그 수 < Th

- i) 해당 정류장을 위험지역에서 제외
- ii) 해당 정류장을 지나는 경로 수정 안 함

Case2: 해당 정류장에서 승하차를 위한 교통카드 태그 수 ≥ Th

- i) 해당 정류장을 위험지역 처리
- ii) 해당지역을 지도에 가시적으로 표시
- iii) 해당구간을 지날 때 최적회피경로를 설정

또한 교통카드 승하차 태그데이터의 경우 시간정보가 포함되었기에 시계열 데이터 분석이 가능하다. 시계열 데이터

의 변동 요인은 다음과 같은 4가지로 분류한다.

- 1) 추세 변동(trend variation)
- 2) 계절 변동(seasonal variation)
- 3) 순환 변동(cyclical variation)
- 4) 불규칙 변동(irregular variation)

본 논문에서는 이 중 1년 단위로 발생하는 시계열의 변동 요인인 계절 변동(seasonal variation)을 분석하기 위해 2018 년 동안의 교통카드 승하차 태그데이터를 수집 및 분석하였다. 이러한 분석은 과거에 대한 정보가 존재하고, 과거의 패턴이 미래에도 반복될 것이라는 가정에 의해서 이루어진다.

최종적으로 추출된 데이터는 GPS 위, 경도 데이터 형태로 변환되어 해당 포인트가 원점으로 하는 원형을 설정하여회피 구역으로 지정한다.

3.2 UAV 최적경로설정

빅데이터 처리를 통해 비행에 제한적인 요소가 있는 구역이 확인되면 Fig. 7과 같이 원점을 기준으로 특정 반경(L/2)을 갖는 원형으로 Geofence 처리를 하고, 위험구역을 우회하는 비행경로를 설정한다. 본 논문에서는 Geofence의 반경을 50m로 설정하였다.

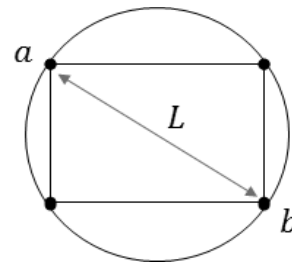


Fig. 7. Flight Dangerous Area Geofencing

Fig. 8은 P₁에서 P₂로 이동하는 3가지 경로에 대해 나타낸다. W_{origin}은 최단거리 직선경로, W₁, W₂는 회피경로이다.

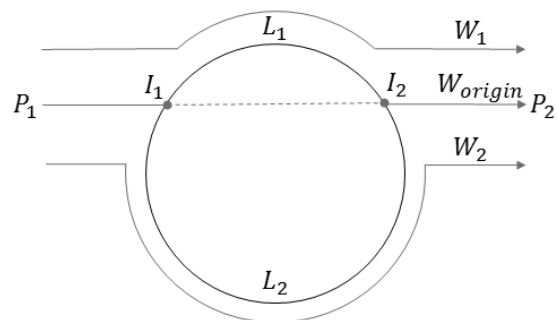


Fig. 8. An Optimal Bypass Flight Path

Equation (1)은 최단거리 구하는 방법과 외접원을 그리는 방법을 설명한다. S는 최단거리 직선경로와 외접원이 서로 접하는 구간의 길이, r은 Geofence의 반경이다.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{r^2 - \left(\frac{S}{2}\right)^2}}{S/2} \right) \quad (1)$$

Equation (2), (3)에서와 같이 점점(II)으로부터 각각의 구간에 해당하는 원주 길이 L_1, L_2 를 계산한다. 이때, 계산결과 도출된 L_1, L_2 두 개의 길이에서 작은 값을 가진 원주를 따라서 경로 비행한다.

$$L_1 = \frac{\theta \pi r}{90} \quad (2)$$

$$L_2 = 2\pi r - L_1 \quad (3)$$

만약 Fig. 9와 같이 위험지역이 중첩되는 경우에 해당 지역은 우회 경로 중 첫 번째 원의 최단거리를 계산하여 최적의 경로로 비행하게 된다. 두 번째 위험지역이 겹치는 부분에서는 위험지역의 바깥쪽 방향으로 선회비행하게 된다.

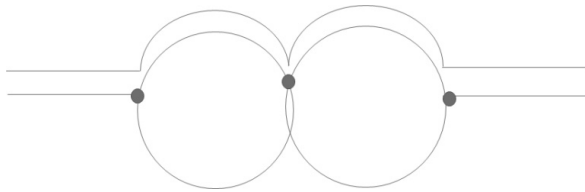


Fig. 9. An Example of the Occluded Dangerous Area and the Bypass Flight Pass

Fig. 10은 경로를 설정하는 3가지 방법의 결과를 나타낸다. (A)는 외적인 요소를 고려하지 않은 최단거리 직선경로이다. 이때, UAV는 에너지 소모를 줄일 수 있지만 외부 요인으로부터의 안전을 확보할 수 없다. (B)는 Geofence를 설정하였으나 최적경로설정 알고리즘을 적용하지 않고 임의의 경로로 비행하는 경우이다. 이 경우, 위험 구역을 회피할 수 있으나 불필요한 에너지 소모가 발생하며, 비행 효율이 감소된다. (C)는 Geofence를 설정하고 최적경로설정 알고리즘을 통해 우회 경로를 설정하여 비행하는 경우이다. 위험 구역을 회피하면서도 B 경우보다 높은 에너지 효율을 보인다.

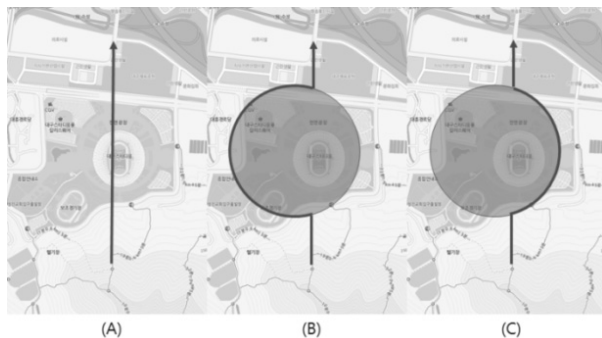


Fig. 10. Flight Path Comparison

4. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 비행 방법은 인구밀집지역의 경우 안전에 취약하기 때문에 안전하게 비행이 가능한 경로로 비행하는 것을 목적으로 한다. 오프라인 데이터는 지자체로부터 제공받은 2018년 대구지역 교통카드 승하차 태그데이터를 이용하였으며 지역행사정보는 UAV 비행 시점의 지역 행사정보를 Open API를 이용하여 실시간으로 전송받는다. 실험은 임의의 두 구간을 지정하여 진행하였다. 데이터 분석에는 Python3.7.2 버전을 이용하였다. Table 1은 교통카드 승하차 태그데이터의 정보를 나타내며 Table 2는 Open API로부터 전송받는 행사정보의 데이터 서비스 형태를 나타내며 Table 3은 응답

Table 1. The Number of Tag Counts of Traffic Cards

month-year	Name of Station	Administrative Region	separation	05	06	.....	23
Jul-18	2.28	Jung-gu	get on	14	18	.....	14
Jul-18	Memorial Central Park 1		get off	1	9	.....	1
Jul-18	2.28	Jung-gu	get on	0	1	.....	0
Jul-18	Memorial Central Park 2		get off	1	2	.....	0
Jul-18	Secondary Great Mansion	Susung-gu	get on	1	2	.....	0
Jul-18			get off	0	0	.....	0
:	:	:	:	:	:	:	:

Table 2. Query Format for Local Culture Festivals

Service ID	DGJ_OA_DV_0501
Service description	Local culture festivals Service provision
Interface standard	REST (GET, POST, PUT, DELETE)
Exchange data standard	XML

Table 3. Response Message Format for Local Culture Festivals

Article name	Article explain
ResultCode	Result Code
ResultMsg	Result Message
NumOfRows	Number of results per page
PageNo	Page number
TotalCount	Total results
Items	List
Title	Festival name
Sdate	Start date of festival (Month/Date/Year)
Edate	End date of festival (Month/Date/Year)
Stime	Festival time
Tel	Telephone
Splace	Festival place

메시지를 나타낸다.

지도는 네이버지도도를 사용하였으며 경로비행은 Mission Planner 를 사용하였다. 본 실험에서는 Fig. 11과 같이 pixhawk 기반의 자체제작 드론을 사용하였다.



Fig. 11. A Pixhawk Drone

본 논문에서 제안한 최적비행경로 설정에 대한 알고리즘을 적용하기 위해서 총 3가지 경우로 나누어 실험을 하였다.

- 1) 오픈 API를 이용한 지역문화축제 또는 행사 데이터를 반영한 최적경로설정
- 2) 오프라인 데이터를 통한 교통카드 승하차 태그데이터를 반영한 최적경로설정
- 3) 가용한 모든 데이터를 반영한 최적경로설정

실험을 통해 설정된 최종 경로 및 Geofence 구역은 GCS (Ground Control System)에 입력하여 지도상에 시각적으로 확인할 수 있도록 나타내었다. 초기 경로는 대구제일중학교에서 경상감영공원까지 약 1km의 거리로 설정하였으며, 각 포인트 간에 직선경로로 설정된 형태를 보인다. 위험구역으로 인식된 지역은 원점 기준으로 반경 50m를 설정하여 원을 그린다.

Fig. 12는 공공데이터 포털에서 제공하는 오픈 API를 이용하여 지역행사정보를 적용한 결과이며 Fig. 13은 지자체에서 제공하는 오프라인 데이터를 이용하여 교통카드 승하차 태그 데이터를 반영한 결과이다. 빨간색 지역은 행사가 있는 지역, 노란색 지역은 교통카드 승하차 태그데이터가 기준치보다 높은 지점을 의미한다.



Fig. 12. A Result using Local Culture Festival Information



Fig. 13. A Result using the Number of Tag Counts of Transportation Cards

Fig. 14는 행사지역, 교통카드 승하차정보 정보를 활용하여 실험하였다. 이러한 실험을 통해 빅데이터로 수집된 데이터를 이용하여 최적 비행경로가 설정되는 것을 보여주고 있다. Fig. 15는 위험구역이 겹치는 구역을 실험하기 위하여 임의로 geogence를 설정하여 적용하였다.



Fig. 14. A Result using the Integrated Data



Fig. 15. A Result using the Overlapped Dangerous Area

Table 4는 위험구역의 개수에 따른 후회 비행시간, 비행거리 등 정량적 수치를 비교, 분석하였다. 또한 최단거리 비행에 비해 경로 상 GPS 적중률을 비교하였다. 본 실험은 최단거리 1km기준으로 5m/s의 속도로 비행하도록 설정하였다. 실험 결과 최단거리 기준으로 거리 및 시간의 차이는 발생하나 시간이 위험구역 1개를 기준으로 약 10초에서 20초 차이므로 근소하다고 볼 수 있다.

Table 4. A Quantity Analysis on the same Path Through the Flight Modes

Case	Fight distance (km)	Flight time	GPS hit rate (%)
Flight mode	1.0	3' 25"	99.99
Flight path with 1 geofence	1.091	3' 42"	97.27
Flight path with 2 geofences	1.153	3' 53"	94.18
Flight path with 2 overlapped geofences	1.190	3' 59"	92.03

5. 결 론

UAV의 안전하고 최적화된 자동경로 비행을 위해 정형 또는 비정형화된 빅데이터를 활용하였다. 기존의 외부요소를 고려하지 않은 UAV의 경로비행과 달리 빅데이터를 사용하면 UAV 비행의 목적과 외부환경 요소에 알맞은 비행경로 설정에 활용할 수 있는 수많은 종류의 정보를 획득할 수 있다.

본 논문에서는 그중 지역 행사정보, 교통카드 승하차정보를 이용하여 인구밀집지역을 파악하였으며 위험구역으로 정의하여 회피하는 방안을 제안하였다. 이후 UAV의 최적경로 설정 알고리즘을 통해 효율적인 회피경로를 설정하였다. 실험 결과, 직선 위주의 경로 비행만 수행하는 기존의 방법과 달리 본 논문에서 제안한 방법은 위험지역을 검출하고 우회하는 경로비행을 수행하였다. 제안한 방법을 통해 공공 빅데이터를 이용한 외부 환경을 고려한 경로비행의 방향성을 제시할 수 있었다. 또한 비행 목적에 맞는 분야별 빅데이터 적용 방안을 도출하여 현재보다 안전하고 높은 수준의 임무를 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

공공 빅데이터의 양적/질적 품질의 향상과 함께 Open API를 통한 실시간 데이터 접근 방안의 확충된다면 다양한 분야로의 활용 방안이 모색될 수 있다. 그와 더불어 개인정보 보호 또는 활용을 위한 마이데이터의 적용 등이 이루어진다면 데이터 경제의 원유로써 활용 가능성은 더욱 높아질 것이다.

향후 공공 빅데이터를 활용한 위험경로 회피 방안을 고도화할 수 있는 방안을 연구할 예정이다. 또한 위험구역이 겹칠 경우 적중률이 낮아지는 부분에 있어 geofence 에너지 손실을 및 위험도를 고려하여 연구할 예정이다. 추가적으로 회피 비행에 따른 비행 목표 품질의 저하 정도를 세분화하여 조사하고, 이를 단계적으로 최소화할 수 있는 방안을 연구하고자 한다.

References

[1] Zhenyu Zhou, Caixia Gao, Chen Xu, Yan Zhang, Shahid Mumtaz, and Jonathan Rodriguez, "Social Big-Data-Based Content Dissemination in Internet of Vehicles," *IEEE Transactions on Industrial Engineering*, Vol.14, No.2, pp.768-777, 2018.

[2] Kai Lin, Jiming Luo, Long Hu, M. Shamim Hossain, and Ahmed Ghoneim, "Localization Based on Social Big Data Analysis in the Vehicular Networks," *IEEE Transactions on*

Industrial Engineering, Vol.13, No.4, pp.1932-1940, 2017.

[3] S. J. Lee and D. H. Lee, "Real Time Predictive Analytic System Design and Implementation using Bigdata-log," *Journal of the Korea Institute of Information Security & Cryptology*, Vol.25, No.6, pp.1399-1410, 2015.

[4] J. H. Lee, "Building an SNS Crawling System Using Python," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol.23, No.5, pp.61-76, 2018.

[5] R. Kune, P. K. Konugurthi, A. Agarwal, R. R. Chillarige, and R. Buyya, "The anatomy of Big Data Computing", *Softw. Pract. Exper.*, Vol.46, No.1, pp.79-105, Jan. 2016.

[6] G. George and D. Lavie, "Big Data and Data Science Methods for Management Research," *Academy of Management Journal*, Vol.59, No.5, pp.1493-1507, 2016.

[7] D. M. Park, "Automated Time Series Content Analysis with News Big Data Analytics : Analyzing Sources and Quotes in One Million News Articles for 26 Years," *Korean Journal of Journalism & Communication Studies*, Vol.60, No.5, pp. 353-407, 2016.

[8] J. H. Moon, J. W. Park, S. H. Han, and E. J. Hwang, "Power Consumption Forecasting Scheme for Educational Institutions Based on Analysis of Similar Time Series Data," *Journal of KIISE*, Vol.44, No.9, pp.954-965, 2017.

[9] J. H. Kwak and Y. S. Sung, "Autonomous UAV Flight Control for GPS-Based Navigation," *IEEE Transactions on Industrial Engineering*, Vol.6, pp.37947-37955, 2018.

[10] Y. Zeng, R. Zhang, and T. J. Lim, "Wireless Communications with Unmanned Aerial Vehicles: Opportunities and Challenges," *IEEE Commun. Mag.*, Vol.54, No.5, pp.36-42, May 2016.

[11] S. Zhang, Y. Zhou, Z. Li, and W. Pan, "Grey Wolf Optimizer for Unmanned Combat Aerial Vehicle Path Planning," *Adv. Eng. Softw.*, Vol.99, pp.121-136, Sep. 2016.

[12] V. Roberge, M. Tarbouchi, and G. Labonte, "Comparison of Parallel Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization for Real-time UAV Path Planning," *IEEE Transactions on Industrial Engineering, Ind. Informat.*, Vol.9, No.1, pp.132-141, Feb. 2013.

[13] M. Lungu, R. Lungu, and C. Rotaru, "New Systems for Identification Estimation and Adaptive Control of the Aircrafts Movement," *Stud Inform Control*, Vol.20, No.3, pp.273-284, 2011.

[14] I. Lim and S. Ra, "Waypoints Altitude Planning for Terrain Collision Avoidance and Manueverability of an Unmanned Aerial Vehicle," *The Journal of Korean Institute of Information Technology(JKIIT)*, Vol.16, No.9, pp.31-41, 2018.

[15] N. Gageik, P. Benz, and S. Montenegro, "Obstacle Detection and Collision Avoidance for a UAV with Complementary Low-cost Sensors," *IEEE Access*, Vol.3, pp.599-609, 2015.

[16] R. He, R. Wei, and Q. Zhang, "UAV Autonomous Collision Avoidance Approach," *Automatika*, Vol.58, No.2, pp.195-204, 2017.



박 경 석

<https://orcid.org/0000-0002-0220-2269>
e-mail : kspark99@knu.ac.kr
2008년 경북대학교 컴퓨터공학과(석사)
2012년 경북대학교 모바일통신공학과(박사)
2013년~2015년 (주)위니텍 ISD본부 과장
2015년~현 재 첨단정보통신융합산업기술원
책임연구원

관심분야 : Big Data, AI, UAV, Image Processing



김 승 호

<https://orcid.org/0000-0001-8569-6825>
e-mail : shkim@knu.ac.kr
1981년 경북대학교 전자공학과(학사)
1994년 한국과학기술원 전산학과(박사)
1985년~현 재 경북대학교 컴퓨터학부 교수
관심분야 : Image Processing, &
Multimedia



김 민 준

<https://orcid.org/0000-0002-7689-7382>
e-mail : mk.7@nia.or.kr
2007년 경북대학교 컴퓨터공학과(석사)
2013년 경북대학교 전자전기컴퓨터학부(박사)
2013년~2017년 다울디엔에스 개발부
책임연구원

2017년~2018년 한국국토정보공사 공간정보연구원 선임연구원
2018년~현 재 한국정보화진흥원 AI데이터팀 책임연구원
관심분야 : Data, AI, Image Processing, Computer Vision,
Spatial Information