

공공 데이터를 이용한 UAV 자동경로비행

박경석*, 김민준**, Owolabi Ganiyat Oyindamola***, LIU HUIYU***, 김승호***

*첨단정보통신융합산업기술원

**한국정보화진흥원

***경북대학교 컴퓨터학부

e-mail: kspark99@knu.ac.kr, mk.7@nia.or.kr, owolabiganiyat17@gmail.com, 6058158@gmail.com, shkim@knu.ac.kr

auto-pilot flight for UAVs using public Data

KyungSeok Park*, MinJun Kim**, Owolabi Ganiyat Oyindamola***,

LIU HUIYU***, SungHo Kim***

*Institute of Advanced Convergence Technology

**National Information Society Agency

***Kyungpook National University Computer Science and Engineering

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 인구밀집 지역을 위험구역으로 정의하였다. 기존의 UAV 경로비행은 사용자에게 의해 미리 설정된 경로만을 운행하는 수동적인 형태였다. 일부 UAV는 경로비행 중 장애물을 회피하는 시스템 등 안전기능을 포함하고 있지만, 비행환경변화에 대응하기에는 부족하다. UAV 경로비행에 공공 데이터를 활용할 경우, 위험구역을 검출하고 회피비행을 수행할 수 있어서 비행환경변화에 대한 대응이 향상될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 수집된 데이터를 활용하여 위험구역을 회피하는 최적경로 비행 방안을 제안한다. 실험 결과, 제안하는 자동경로비행에서 목적지와 목적지에 따른 경로를 지정할 경우, 위험지역을 스스로 판단하여 최적 우회경로로 비행하는 것을 확인하였다. 추후 회피방안에 따라 비행하여 획득하는 영상의 질적 만족도를 높일 수 있는 방안을 연구할 예정이다.

1. 서론

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 교통카드 태그정보 등 유동인구를 판단할 수 있는 데이터를 활용해 UAV 스스로 위험구역을 회피하는 최적 경로비행 설정 기법을 제안한다. 먼저 UAV 비

행규제 및 기존의 자동경로비행기법, 빅데이터 구조를 2장에서 다루도록 한다. 그리고 3장에서는 공공 빅데이터를 이용한 최적경로설정기법을 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 관련연구

2.1 빅데이터

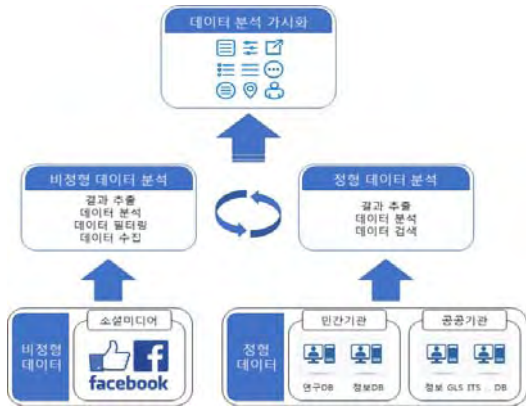
빅데이터는 목적에 맞게 가공하고 분석하여 최적의 답을 찾는 것이 목적이다. 따라서 초기 빅데이터 연구는 데이터의 저장, 관리에 대한 연구가 주로 이루어졌으나, 최근에는 목적에 알맞은 의미 있는 정보로 정제, 활용하는 빅데이터 분석기술에 대한 연구가 주로 이루어지고 있다. 이러한 빅데이터 분석 기술은 그림 1과 같은 프로세스를 통해 이루어진다. 각각의 프로세스에 대한 구체적인 내용 및 적용되는 기술은 다음과 같다[1-4].

- 데이터 수집 및 통합 : 실시간으로 웹 또는 특정 서버에서 데이터를 수집 및 저장하는 기술
- 데이터 전처리 : 비정형정인 데이터를 정형화시키거나 불필요한 데이터를 필터링하는 기술
- 데이터 저장 및 관리 : 여러 가지 방식의 대용량 데이

터를 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 이용자가 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 빅데이터의 특징을 가지며 사용자가 수동으로 분석하고 구성하는 것은 어렵다. 이러한 어려움을 해결하고, 자동화된 분석을 위해서 빅데이터 분석기술은 매우 중요하다. 이에 본 논문에서는 월별, 시간대별 해당 정류장에서 승하차를 위한 교통카드 태그 수를 분석하여 자동경로비행에 접목시키는 방법을 제안한다.



(그림 1) 빅데이터 프로세스

2.2 UAV자동경로비행

UAV 자동경로비행의 경우 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. 하지만 GPS 데이터만을 기반으로 하는 현재와 같은 UAV 자동경로비행 기법은 동적으로 환경이 변화하는 상황에 대응하기 어렵다[5-7].

또한 기존 UAV시스템의 자동경로비행은 그림 3과 같이 목적지 설정 시 최단거리를 기준으로 직선비행을 실시하기 때문에 비행환경변화에 약하게 된다. 특히 사람이 많은 지역에서는 안전에 유의해야하기 때문에 동적으로 변화하는 환경을 UAV 시스템 스스로 파악하여, 그에 대응하여 비행경로를 설정하고 임무를 수행할 수 있어야 한다. 따라서 본 논문에서는 교통카드 태그 정보를 이용하여 인구밀집도를 조사한다. 이후 인구밀집지역을 우회하여 비행하는 위험지역 회피 방법을 제안하고자 한다.



(그림 2) 최초 UAV 자동경로비행

3. 최적경로비행 설정

지자체에 의뢰해서 개인정보 비식별화 된 오프라인 데이터를 이용하여 빅데이터를 수집하였다. 또한 지역별 인구밀집도를 판단하기 위해 교통카드 태그정보를 이용하였다. 하지만, 공공데이터포털에서는 교통카드 태그 정보는 개인정보보호를 위해 실시간 제공하지 않기 때문에 대안으로 2018년 포털에서 제공하는 정보를 기반으로 교통카드를 이용한 승하차 인원수를 오프라인 형식으로 수집하였다. 본 논문에서는 데이터의 수집, 추출, 분석을 위해 Python 프로그래밍 언어를 사용하였다.

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 임계치이상인 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

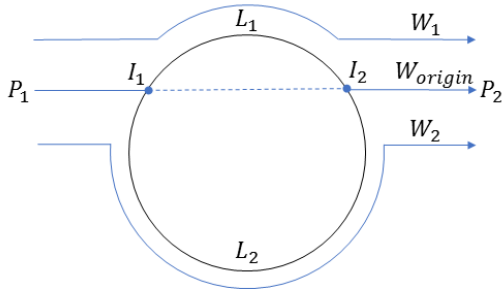
또한 교통카드 승하차 태그데이터의 경우 시간정보가 포함되었기에 시계열 데이터 분석이 가능하다. 시계열 데이터의 변동 요인은 다음과 같은 4가지로 분류한다.

- (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 2018년 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 반경 50m 원형을 설정하여 회피구역으로 지정한다. 그림 3은 P_1 에서 P_2 로 이동하는 3가지 경로에 대해 나타낸다. W_{origin} 은 최단거리 직선경로, W_1 , W_2 는 회피경로이다.



(그림 3) 회피경로 설정

수식1은 최단거리 구하는 방법과 외접원을 그리는 방법을 설명한다. S 는 최단거리 직선경로와 외접원이 서로 접하는 구간의 길이, r 은 Geofence의 반경이다.

$$l(\overline{I_1I_2}) = S$$

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

수식 2,3 에서와 같이 점점(I1)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.

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

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

4. 실험결과

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 태그 데이터를 이용하였다. 실험은 임의의 두 구간을 지정하여 진행하였다. 데이터 분석에는 Python3.7.2 버전을 이용하였다. 표 1은 교통카드 승하차 태그데이터의 정보를 나타내며 그림 4는 오프라인 데이터를 이용하여 교통카드 승

하차 태그데이터를 반영한 결과이다. 빨간색 지역은 인구 밀도가 높은 지역, 노란색 지역은 어린이보호구역을 의미한다.

표1. 교통카드 태그정보

년월	정류소명	행정구역	구분	05시	06시	.....	23시
Jul-18	2.28기념 중앙공원 건너1	중구 성내1 동	승차	14	18	.....	14
Jul-18			하차	1	9	.....	1
Jul-18	2.28기념 중앙공원 건너2	중구 성내1 동	승차	0	1	.....	0
Jul-18			하차	1	2	.....	0
Jul-18	2.28기념 중앙공원 앞	중구 성내1 동	승차	29	37	.....	28
Jul-18			하차	2	9	.....	1
Jul-18	2차대자 연맨선건 너	수성 구 파동	승차	1	2	.....	0
Jul-18			하차	0	0	.....	0
:	:	:	:	:			



(그림4) 태그정보를 이용한 자동경로비행

5. 결론

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 비행 경로설정에 활용할 수 있는 수많은 종류의 정보를 획득할 수 있다.

본 논문에서는 그중 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 우회

하는 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.

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

참고문헌

- [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, 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, 2017.
- [3] Sang-jun Lee, Dong-hoon 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] Jong-Hwa 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] S. Zhang, Y. Zhou, Z. Li, W. Pan, "Grey wolf optimizer for unmanned combat aerial vehicle path planning", *Adv. Eng. Softw.*, vol. 99, pp. 121-136, Sep. 2016.
- [6] V. Roberge, M. Tarbouchi, 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.
- [7] M. Lungu, R. Lungu, 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.