

영역별 탐색수를 고려한 그룹 무인기 정찰용 Random Waypoint 이동성 모델

조용일^o, 정용민^{*}, 하옥균^{*}, 김경훈^{*}

^o경상대학교 정보과학과

e-mail: crues@gnu.ac.kr^o, {luckywj7@gnu.ac.kr^{*} jassmin@gnu.ac.kr^{*} khkim@gnu.ac.kr^{*}

Random Waypoint Mobility Model for UAV Group Reconnaissance based on Regional Arrival Count

Yong-Il Jo^o, Yong-Min Jung^{*}, Ok-Kyoon Ha^{*}, Kyong Hoon Kim^{*}

^oDepartment of Informatics, Gyeongsang National University

● 요약 ●

Ad-hoc 네트워크 기술이 발달함에 따라 FANET(Flying Ad-Hoc Networks)을 이용한 그룹 무인기 정찰이 요구되고 있다. 본 논문에서는 자율비행을 위한 효율적인 그룹 무인기 정찰을 위하여 새로운 이동성 모델을 제안한다. 제안하는 모델은 Random Waypoint에 기반 하는 모델로써 정찰되지 않은 구역의 선택 확률을 높여 균형적 탐색을 유도한다. 시뮬레이션을 이용하여 제안 하는 모델이 기존의 Random Waypoint 에 비해 80% 정찰비를 시간 향상 면에서 우수함을 보인다.

키워드: 이동성 모델(mobility model), 무인기(UAV), 정찰(reconnaissance)

I. Introduction

무인기(UAV : Unmanned Aerial Vehicle)의 기술이 발달함에 따라 복수 무인기를 동시에 활용하는 효율적인 표적 추적, 임무 수행시 간의 단축과 임무 완수를 위해 무인기 자율화 비행기술이 개발 및 요구 되고 있다. 그 중 가장 중요하면서 기초적인 임무 중 하나가 정찰 임무로, 할당된 영역을 여러 대의 무인기가 자율비행을 하며 주기적인 카메라 촬영을 통해 정찰하는 것이다[1].

그룹 무인기 정찰에는 자율비행을 하며 임의로 구역을 정하여 정찰하는 방법과 주어진 영역을 미리 계획된 경로로 각 무인기가 정찰하는 방법이 있다 [2]. 본 논문에서는 경로 및 패턴 예측이 어렵고 예기치 못한 상황에 대비할 수 있는 첫 번째 방식을 택한다.

이 방식은 중앙 제어 없이 자율비행 하여 각 구역을 정찰하기 때문에 무인기의 수에 제한이 없지만, 다수의 무인기를 이용하므로 정찰하였던 구간을 재정찰할 수 있는 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 Ad-hoc Network에서 자주 사용되는 Random Waypoint Model을 활용하여 더 효율적인 모델을 제안한다.

본 논문은 2장에서 제안하는 방식을 설명하고 3장에서 시뮬레이션 으로 성능평가를 하며 4장에서 결론을 제시한다.

II. Proposed Method

Random Waypoint 모델은 주어진 구역 내에서 한 점을 임의로 선택하여 목적지로 지정 후 이동한다. 항상 임의의 좌표를 목적지로 설정하여

이동하기 때문에 무인기들이 주어진 영역 가운데로 몰려 가장자리 는 정찰이 미흡한 경향이 있다[3].

이를 개선하기 위해 제안하는 방법은 영역을 4개, 9개, 16개 등의 여러 개 Zone으로 나누어 목적지 선택 시 가장 적은 목적지를 가진 Zone을 확률적으로 선택하여 그 Zone 내에서 임의로 목적지를 선택한 다. 각 무인기는 10초마다 자기가 가진 목적지를 다른 무인기로 브로드캐스트 하여 목적지를 공유 한다.

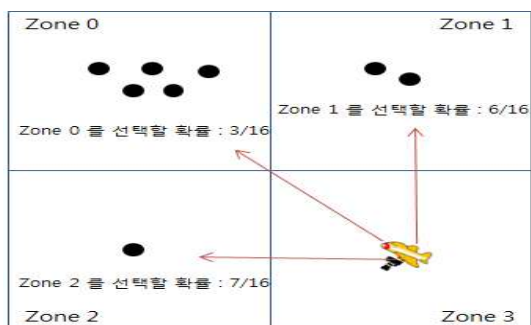


Fig. 1. An example of MRW

Fig 1은 Zone을 4개로 나누었을 경우 Zone 3에서 다른 Zone으로 갈 확률을 나타낸 것으로써, Eq. 1의 수식을 이용하여 목적지가 적은 Zone의 확률을 높여 균형적인 탐색을 유도한다.

본 논문에서 주어진 정찰 구역은 30km × 30km 으로 하며 총 10대의 무인기를 이용한다. 각 무인기는 가운데 아래쪽에서 시작하며, 150km/h의 속도로 2시간 동안 정찰하는 것으로 한다[4]. 무인기가 정찰할 수 있는 범위는 1km × 2km 이며, 서로의 통신 거리는 반경 8km 이내로 하고 패킷손실은 없으며 서로의 충돌 또한 없다고 가정한다[4].

$$\begin{aligned}
 &C_{zone} : \text{current zone} \\
 &N_{zone} : \text{the number of zones} \\
 &D_i : \text{the number of destination in zone } i \\
 &Total : \text{sum of destination from zone 0 to zone 3} \\
 &P\{\text{Select } i \text{ at } j\} = \begin{cases} \frac{Total - D_i}{(N_{zone} - 2) \times Total} & (\text{if } i \neq j) \\ 0 & (\text{if } i = j) \end{cases} \\
 &\text{where } Total = \sum_{i=1}^{N_{zone}} D_i - D_j
 \end{aligned}$$

Eq. 1. The probability to choose zone i

III. Simulation Result

Fig 2는 80% 정찰비율 도달 시간을 보여주며, 제안하는 모델의 Zone 16이 Random Waypoint 보다 우수하다는 것을 알 수 있다. Zone이 4개, 9개, 16개 까지 나누어질 경우 성능이 향상되지만 25 이후부터는 성능이 떨어진다. 이는 Zone을 더욱 세분화 할수록 일반 Random Waypoint 모델과 성능이 비슷해지기 때문이다.

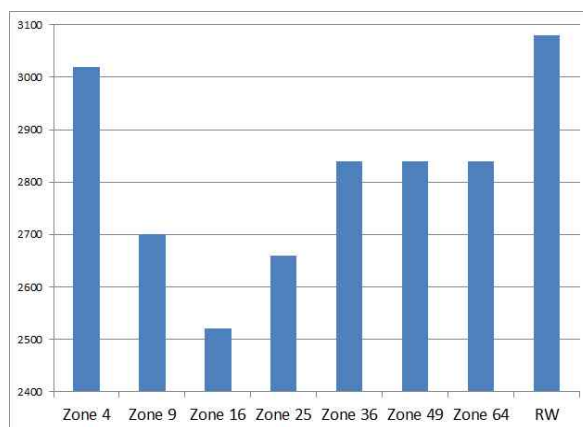


Fig. 2. 80%-coverage times

IV. Conclusions

본 논문에서는 그룹 무인기 자율비행의 정찰효율성을 향상시키기 위하여 Random Waypoint 모델에 기반하는 새로운 모델을 제안하였고, 시뮬레이션으로 성능 향상을 보였다. 향후 다양한 모델을 이용하여 향상된 이동성 모델을 개발할 계획이다.

References

- [1] SH. Oh, "Control of Multiple UAV's based on Swarm Intelligence," Journal of Current Industrial and Technological Trends in Aerospace, Vol. 7, No. 1, pp. 141-152, July, 2009.
- [2] M. D. Richards, D. Whitley, and J. R. Beveridge, "Evolving cooperative strategies for UAV teams," in Proceedings of Genetic and Evolutionary Computation Conference, June, 2005.
- [3] J. Abdullah, "Performance of QOSRGA routing protocol for MANET with random waypoint mobility model," International Journal of Advanced Science and Technology, Vol. 40, pp. 19-34, Mar, 2012.
- [4] E. Kuiper and S. Nadjm-Tehrani, "Mobility models for UAV group reconnaissance applications," in Proceedings of International Conference on Wireless and Mobile Communications, July, 2006.