

드론 운송 시스템에서 적재량에 따른 운송 경로 문제에 관한 연구

정휘상* · 김원식* · 차상현* · 최영원* · 하정훈* · 김진일**

*동의대학교

A Study on Routing Problems in Drone Delivery Systems - Considering the Loading Capacity of Drone -

Hwi-Sang Jeong* · Won-Sik Kim* · Sang-Hyun Cha* · Jeong-Hun Ha* · Young-Won Choi* · Jin-Il Kim**

*Dong-Eui University

E-mail : wjdgntkd123@gmail.com, jikim@deu.ac.kr

요 약

본 연구는 드론 운송시스템에서 드론에 적재되어 있는 화물의 무게에 따른 비행가능거리의 변
화를 운송 경로 문제에 적용시킨다. 드론에 적재된 무게에 따른 비행속도와 비행가능거리를 실험을
통해 사전에 수집하고, 이를 고려한 적합도 함수를 유전 알고리즘에 적용한다. 실험 결과 드론의 평
균비행가능거리만을 이용한 것 보다 총소요시간을 단축시켜 효율적인 드론 운송시스템의 적용이 가
능할 것이다.

키워드

드론, 운송, 차량경로문제, 유전 알고리즘

I. 서 론

드론(Drone)은 일반적으로 무인항공수단
(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)을 의미하며 제
한된 크기를 가지기 때문에 많은 연료를 신지
못해 비행이 가능한 거리는 길지 못하다. 또한
드론이 화물 운송용으로 이용될 때 드론에 적재
된 화물의 무게에 따라 비행 가능 거리에 영향
을 미치게 된다. 그러므로 운송 드론의 일정계획
에 화물의 무게를 포함시킨다면 같은 양의 화물
을 적재하더라도 전체 운송에 소요되는 시간을
줄일 것이라고 예상된다.

차량 경로 문제(Vehicle Routing Problem,
VRP)는 확장된 순회 외판원 문제(Travelling
Salesman Problem, TSP)로 제한적인 용량을 가
진 차량들이 다수의 운송지로 이동하고 돌아올
때 최소 비용을 가지는 경로를 찾는 문제로
NP-Hard 문제로 알려져 있다[1]. 드론을 이용한
운송에는 하나의 출발지점에서 여러 개의 드론
이 다수의 운송지로 이동하게 되므로 이 문제가
발생한다.

차량 경로 문제는 운송지가 다수일 때 현실적

인 시간 내에서 계산이 불가능하므로 전역 탐색
방법이 아닌 유전 알고리즘(Genetic Algorithm)과
같은 근사 해 알고리즘을 이용해 최적화를 한다.

본 연구에서는 드론이 운송지에 방문할 때마
다 운송 가능 거리와 속도가 달라지는 것을 사
전에 수집하여 유전 알고리즘에 적용하고 실험
해 효율적인 화물 운송이 가능한지를 확인하였
다.

II. 드론 운송 시스템의 적용

1. 유전자

유전자는 [표 1]과 같이 순 표현되며 순서대로
드론이 할당된다. 각 드론에 할당되는 배송지의
개수는 드론이 적재할 수 있는 무게와 이동 가
능 거리에 따라 결정된다.

표 1. 유전자 표현 방법

드론	Drone 1	Drone 2	Drone 3	Drone 4

운송지	4	1	8	2	7	5	9	3	0	6
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2. 사용된 유전 알고리즘

유전 알고리즘으로 문제를 해결하기 위해서는 유전 알고리즘과 파라미터를 결정해야한다. 본 연구에서는 [표 2]의 유전 알고리즘과 파라미터 값을 사용하였다.

표 2. 연구에서 사용될 유전 알고리즘과 파라미터

종류	선택 연산	교차 연산	교차율	변이율	모집단 크기	종료 세대수
값	룰렛 휠 선택	사이클 교차	0.65	0.1	500	2000

3. 실험 계획

유전 알고리즘을 이용한 실험에 앞서 쿼드콥터 드론을 이용해 적재량에 따른 최대 비행거리를 측정하였다. 2200mAh의 배터리를 장착하였으며 동일한 환경에서 500g 단위로 측정하였다.

실험은 솔로몬[2]이 제시한 랜덤한 분포를 가지는 R-Type, 밀집된 분포를 가지는 C-Type, R-Type과 C-Type이 섞여있는 RC-Type 총 100개의 예제를 이용하며 비교 군으로는 최대 적재량일 때의 비행가능 거리만 이용해 동일한 예제로 실험을 진행한다. 배송 가능 범위를 확장하기 위해 배터리의 용량을 증가시키고, 예비 배터리가 미리 준비되어 연속으로 배송을 하며, 별도의 충전 시간이 없다고 가정한다.

4. 실험 결과

본 연구에서는 실험 결과의 유효성을 검증하기 위해 각 유형별로 연구 방법을 적용한 총 운송 시간과 비교군의 총 운송 시간의 평균을 구해 비교하였다. 실험 결과 C-Type에 대해서는 유의미한 차이는 없었으나 R-Type과 RC-Type에 대해서는 비교 군에 비해 총 운송시간이 큰 폭으로 감소되었다.

표 3. 실험 결과

유형 방법	R-Type	C-Type	RC-Type
연구 방법 적용	133.43분	150.03분	132.13분
비교군	162.82분	154.55분	149.85분

III. 결 론

본 연구에서는 드론의 적재량 변화라는 동적인 변수를 추가한 차량 경로 문제를 위한 유전 알고리즘을 제시한다. 이 방법을 이용해 제한적인 용량을 가진 드론들이 다수의 배송지로 이동하고 돌아올 때의 최소 비용을 갖는 경로를 구하는 VRP 문제를 해결하였다. 본 연구에서 제시한 방법을 통해 더 빠른 시간 내에 운송을 완료할 수 있다는 것을 확인해 제한한 드론 운송 시스템에 적용이 가능함을 확인하였다.

참고문헌

[1] 김기태, 조성진, 전건욱, “교통상황을 고려한 시간제약 차량경로문제의 Hybrid 유전자 알고리즘”, 대한산업공학회, 춘계공동학술대회 논문집, 1135-1142, 2010.
 [2] Solomon M.M, “Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Window Constraints”, Operations Research, Vol. 35, No. 2, 254-265, 1987.