



결과보고서

교과목명	기계설계 캡스톤디자인		
과제명	하이브리드 운용 전략기반 드론 보조형 팔레트 운송 시스템		
팀명	비상 날아오르다		
지도교수 (과제 책임자)	소속	성명	
	기계전자공학부	이상열	
저작권	저작자 표시-비영리-변경금지(CC BY-NC-ND)		

○ 팀원현황

직책	성명	소속학과
팀장	김민수	기계전자공학부
팀원	이강희	기계전자공학부
팀원	박상혁	기계전자공학부

5학년 0명	4학년 3명	3학년 0명	2학년 0명	1학년 0명	총 3명
--------	--------	--------	--------	--------	------

○ 과제소개

과제개요	<p>기존 물류 운송 시스템은 평지에서는 높은 효율을 보이지만 계단이나 장애물 구간에서는 이동이 제한되며, 반대로 드론은 우수한 지형 적응성을 갖지만 지속적인 비행으로 인해 에너지 소비가 크고 운용시간이 짧다는 한계가 있다. 본 과제에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 평지에서는 카트 형태로 이동하고, 계단 및 장애물 구간에서는 드론의 추력을 이용하여 이동하는 카트-드론 하이브리드 운송 시스템을 개발하였다. 또한 크랭크-슬라이더 기반의 변환 메커니즘을 적용하여 카트 모드와 드론 모드를 효율적으로 전환할 수 있도록 설계하였으며, 실제 시제품 제작 및 비행·계단 통과 실험을 통해 시스템의 동작 가능성을 검증하였다. 본 시스템은 기존 지상형 운송 시스템의 높은 에너지 효율과 드론의 우수한 지형 적응성을 결합한 하이브리드 물류 운송 플랫폼을 제안하는 것을 목표로 한다.</p>
과제목표 및 필요성	<p>본 과제는 드론과 지상 이동형 카트를 결합한 하이브리드 운송 시스템을 설계 및 제작하는 것을 목표로 한다. 기존 드론 기반 운송 시스템은 높은 기동성과 접근성을 가지는 장점이 있으나, 배터리 용량과 추력 한계로 인해 중량 화물 운송 및 장거리 운용에 제약이 존재한다. 반면 지상 운송 수단은 에너지 효율이 높고 안정적인 하중 지지가 가능하지만, 지형 제약과 접근성 문제를 가진다.</p> <p>따라서 본 과제에서는 공중과 지상을 결합한 새로운 운송 구조를 통해 이러한 한계를 보완하고자 한다. 특히, 드론이 비행 시에만 에너지를 집중적으로 사용하고, 지상 이동 시에는 카트를 활용함으로써 전체 시스템의 에너지 효율을 극대화하는 것이 핵심이다. 또한 장애물 회피, 도심 환경 대응, 다양한 운송 시나리오 적용 가</p>

	<p>능성 측면에서도 기존 시스템 대비 높은 확장성을 확보할 수 있다. 이러한 점에서 본 과제는 미래 물류 시스템의 효율성과 실용성을 동시에 향상시키기 위한 중요한 연구로서 필요성이 크다.</p>
<p>과제내용</p>	<p>본 과제에서는 드론과 카트를 결합한 하이브리드 운송 시스템의 구조 설계, 해석 및 제작을 수행한다. 먼저 전체 시스템의 요구 조건을 정의하고, 이를 바탕으로 드론 프레임, 카트 구조, 결합 메커니즘을 설계한다. 특히 기구 설계 측면에서는 하중 분산, 구조 강성, 무게 최소화를 고려하여 알루미늄, 카본, 플라스틱 소재를 적절히 조합한 경량 구조를 구현한다.</p> <p>또한 드론 비행 시 발생하는 추력, 토크, 진동 등의 영향을 고려하여 안정적인 운용이 가능하도록 설계하며, 외팔보 및 단순 지지보 모델을 활용한 구조 해석을 통해 안전성을 검증한다. 카트 부분에서는 바퀴, 지지대, 보호 구조 등을 포함하여 지상 주행 안정성과 내구성을 확보한다.</p> <p>추가적으로 드론과 카트 간 탈부착 또는 일체형 구조에 대한 설계 방안을 비교하고, 실제 제작 및 테스트를 통해 성능을 검증한다. 최종적으로는 다양한 운송 조건에서의 효율성, 안정성, 에너지 소비 특성을 분석하여 시스템의 실용성을 평가한다.</p>
<p>과제결과</p>	<p>카트와 드론을 결합한 하이브리드 운송 시스템 시제품을 제작하였으며, 평지에서는 카트 모드로 이동하고 계단 및 장애물 구간에서는 드론 모드로 전환되는 운용 개념을 구현하였다. 크랭크-슬라이더 기반의 변환 메커니즘을 적용하여 카트와 드론 모드 간 전환이 가능함을 확인하였으며, Pixhawk 기반 비행제어와 TOF 센서를 이용한 자세 안정화 및 장애물 대응 기능을 구현하였다. 또한 실제 계단 환경에서 비행 및 계단 통과 시연을 수행하여 시스템의 동작 가능성을 검증하였다. 이를 통해 기존 지상형 운송 시스템의 높은 에너지 효율과 드론의 우수한 지형 적응성을 결합한 하이브리드 운송 시스템의 적용 가능성을 확인하였다.</p>
<p>활용방안 및 기대효과</p>	<p>본 과제에서 개발된 하이브리드 운송 시스템은 다양한 산업 분야에서 활용될 수 있다. 먼저 도심 물류 분야에서는 드론의 기동성과 카트의 안정성을 결합하여 단거리 및 복합 경로 배송에 효율적으로 적용될 수 있다. 또한 산악 지역, 재난 지역 등 접근이 어려운 환경에서도 지상과 공중 이동을 병행함으로써 기존 운송 방식 대비 높은 접근성과 안정성을 제공할 수 있다.</p> <p>군수 및 구조 활동 분야에서도 장비 및 물자의 신속한 운송 수단으로 활용 가능하며, 에너지 효율을 고려한 운용이 가능하다는 점에서 장기적인 운용 비용 절감 효과도 기대된다.</p> <p>기술적으로는 드론과 지상 이동체의 융합 설계에 대한 기초 데이터를 확보함으로써 향후 자율주행 및 스마트 물류 시스템으로의 확장이 가능하다. 또한 경량 구조 설계, 하중 해석, 에너지 효율 최적화 등의 공학적 요소를 종합적으로 적용함으로써 실제 산업 적용 가능성이 높은 결과를 도출할 수 있다. 이를 통해 미래형 운송 시스템 개발에 기여할 것으로 기대된다.</p>
<p>결과물 사진</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>평지 주행을 위한 카트 모드의 모습이다. 손잡이를 세운 상태에서 일반 카트와 동일한 방식으로 이동할 수 있으며, 물품 적재 공간을 확보하여 효율적인 지상 운송이 가능하도록 설계하였다. 또한 손잡이와 연동하여 격자가 함께 상승하도록 설계함으로써, 주행 중 노면의 요철이나 진동으로 인해 적재물이 외부로 이탈하는 것을 방지할 수 있다. 이 모드에서는 드론 추진 시스템을 사용하지 않으므로 에너지 소비를 최소화하여 장거리 운송의 효율성을 향상시킬 수 있다.</p> <p>계단 및 장애물 극복을 위한 드론 모드의 모습이다. 손잡이를 회전시켜 비행이 가능한 형태로 전환되며, 이와 연동하여 격자 구조가 하강하도록 설계하였다. 이를 통해 프로펠러가 구동되는 동안 사용자의 손이나 적재물이 프로펠러 내부로 접근하는 것을 방지하여 안전성을 확보하였다. 또한 Pixhawk 기반의 비행 제어 시스템과 프로펠러 추력을 이용하여 계단 및 장애물 구간을 통과할 수 있도록 설계하였다. 평지에서는 카트 모드, 계단 및 장애물 구간에서는 드론 모드로 전환하여 하이브리드 운용이 가능함을 확인하였다.</p>

위와 같이 캡스톤디자인 교과목 결과보고서를 제출합니다.

2026. 07. 01

신청인(팀장): 김민수 (인) **김민수** / 지도교수: 이상열 (인)

자료 (하이브리드 운용 전략 기반 드론 보조형 팔레트 운송 시스템)은 한성대학교 캡스톤디자인 수업 결과물로서 (비상 날아오르다)에 의해 창작되었으며 크리에이티브 커먼즈 라이선스 (저작자 표시-비영리-변경금지(CC BY-NC-ND)) 4.0에 따라 이용할 수 있습니다.