



## 벽면 등반형 복합 드론(CAROS) 개발

기술 및 산업의 발달로 도시화는 전 세계적인 추세가 되며, 이 도시들의 중심부에는 고층 및 초고층 구조물들이 들어선다. 이 구조물들의 유지보수는 이제 벽면을 등반하는 드론(CAROS)에 의해서 수행된다. CAROS는 자유자재로 자세를 변환하여 구조물의 표면에 밀착하여, 구조물의 모든 부위를 검사한다. 이 초고층 구조물은 화재가 발생할 경우 큰 인명피해 및 재산피해로 이어질 가능성이 크지만, CAROS는 저층, 고층에 상관없이 화재 현장에 투입되어 신속하게 정찰 및 진압 임무를 수행한다. 또한 화재로 구조물이 손상되어 통화가 불가능한 곳은 자세를 변환하여 벽면을 등반해 신속하게 빠져나간다. 이 로봇은 화재의 발원지를 신속히 파악하여 화재의 확산을 막는다. 동시에 위험에 처한 인명을 찾아내고, 이 정보를 본부와 무선 통신한다. 그 결과, 소방관들은 보다 빠르게 사람의 위치를 찾아낼 수 있고, 이를 바탕으로 인명 구조율은 획기적으로 상승한다.

### 건설 및 환경공학과 명현

● 본 연구에서는 인프라의 설치가 필요 없고, 안전성 및 이동성을 최대화한, 소형 드론 형태의 벽체 등반 로봇을 최초로 개발하였다. 해당 로봇은 비행이 가능하므로 기존 로봇들에 비해 이동성이 매우 높으며, 등반 중 예기치 않게 추락이 발생하더라도 비행을 통한 복귀가 가능하다는 장점을 가진다. 또한 구조물에 밀착하여 이동하기 때문에, 대형 시설물의 밀착 정밀 진단 및 유지 보수가 가능하며, 사회 안전을 위한 신속 정찰 등의 분야에도 폭넓게 응용이 기대된다.

● 교량, 고층 건물, 풍력 터빈, 대형 항공기 및 선박과 같은 대형 구조체의 안전성 (Structural Health)은 사회의 안전과 직접 연관되어 있으며, 최근 거대 구조물의 노후화 및 붕괴 사고 등으로 인하여 구조물

안전도 검사에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 하지만, 현재 구조물의 안전도 검사는 대부분 인력에 의존하고 있으며, 사람이 직접 해당 지역에 접근하여 검사를 수행하므로 인력수급 및 사고 위험성 등의 문제가 있다. 최근 사람의 접근이 어려운 구조물의 외부를 이동 로봇을 활용하여 검사하려는 연구가 이루어지고 있지만, 기존 로봇들은 대부분 추가 인프라 설치가 필요하거나 진공흡착을 이용하므로, 다양한 형태 및 재료의 외벽에 적용하기 어려워 실용화에 문제가 있었다. 이에 이러한 문제를 해결할 수 있는 로봇 기술의 개발과 지적재산권 확보가 필요하다.

● 인프라의 설치가 필요 없으면서 안전성 및 이동성을 최대화한, 소형 드론 형태의 벽체 등반 로봇의 개념(CAROS, Climbing Aerial RObot System)을 최초로 제안하였다. 해당 로봇은 비행이 가능하므로 기존 벽체 등반 로봇들에 비해 이동성이 매우 높으며, 등반 중 예기치 못한 외란으로 추락이 발생하더라도 비행을 통한 복귀가

가능하다는 장점을 가진다. 또한 구조물에 밀착하여 이동하기 때문에, 구조물의 정밀 진단 및 유지 보수(청소, 보수/보강)가 가능하다는 장점을 지닌다.

- 비행/등반 복합 로봇 설계 및 해석 : 로봇의 안정적 비행과 등반시 접지력을 최대화하기 위한 구조/메커니즘 설계 및 해석을 수행하였다.
- 비행/등반 자세 변환 및 벽면 이동 제어 알고리즘 개발 : 로봇이 비행 중 벽면을 만났을 때 자세를 변환하여 벽면에 부착시키기 위해, 자세 변환 시 동역학 및 역동역학을 유도하고 이를 활용한 안정적인 자세 변환 및 벽면 이동 제어 알고리즘을 개발하였다.
- 3차원 자율 이동 항법 기술 개발 : 로봇에 장착된 센서와 고도 정보를 이용하여 3차원적으로 환경을 인식하고, 로봇의 위치를 계산하여 자율적으로 이동할 수 있는 자율 항법 알고리즘을 개발하였다. 현재 CAROS를 기반으로 FAROS(Fireproof of Aerial RObot System)가 개발되었다.

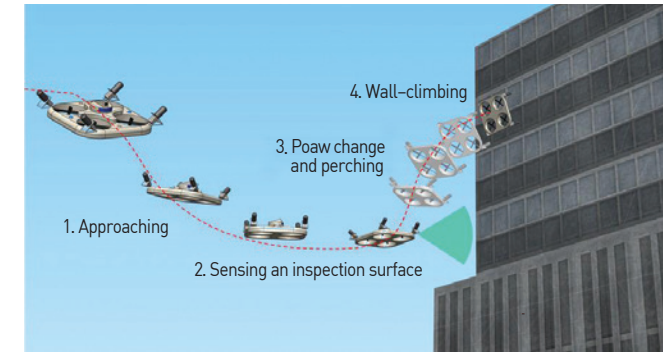


그림 1. 벽면 등반형 복합 드론 개념도

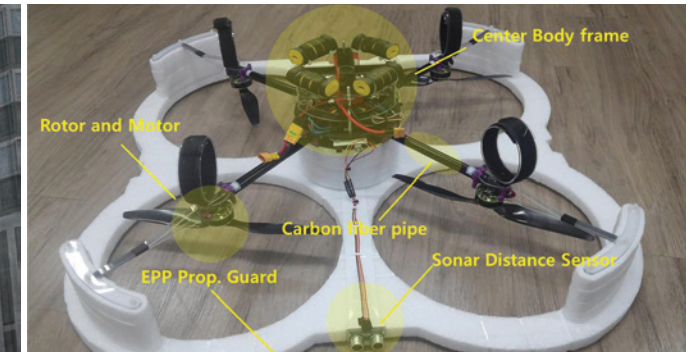


그림 2. 벽면 등반형 복합 드론의 프로토타입

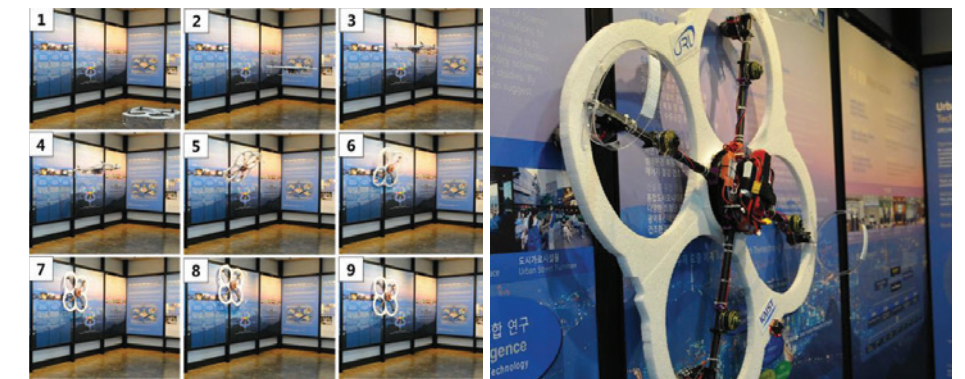


그림 3. 비행 → 벽면 부착 → 벽면 주행 장면

그림 4. CAROS, 벽면 등반형 복합 드론

FAROS는 CAROS의 장점을 그대로 유지하였고, 이에 방염 기능, 인명 및 발화점 탐색 기능이 추가되었다.

- 방염 드론 시스템 개발 : 로봇이 화염에 노출되었을 때에도 기능을 유지하기 위해, 아라미드 섬유, 펠티어 시스템 등을 활용한 방염 드론을 개발하였다.
- 화재시 인명 및 발화점 탐지 기술 개발 : 로봇에 장착된 센서를 이용하여 인명

및 발화점을 탐색할 수 있는 기술을 개발하였다.

- 본 기술은 대형 구조물의 사람이 접근하기 어려운 부분까지 안전성 검사가 가능하며, 이로 인해 제2의 성수대교, 삼풍백화점과 같은 붕괴로 인한 대형 사고를 사전에 예방할 수 있다. 또한, 본 기술은 화재 사고 현장의 좁은 공간 및 붕괴 잔해물

환경에서의 신속한 이동이 가능한 정찰용 로봇으로 활용이 가능하다.

#### 연구비 지원

KAIST 기관교유사업, 융합연구발굴지원사업

#### 연구 실적

- 해외 언론 보도 3건 이상. 특히 BBC World News, BBC Click 등의 프로그램을 통해 전 세계에 방영됨(2015년 5월 30일~6월 2일)
- 제어 및 로봇 관련 국제학술대회에서 Best Presentation Award 수상(2015. 10)  
"Mechanism and system design of MAV(Micro Aerial Vehicle)-type wall-climbing robot for inspection of wind blades and non-flat surfaces," in Proc. of Int'l Conf. on Control, Automation and Systems(ICCAS), pp.1757-1761, Busan, Korea, Oct. 13-16, 2015.
- LG연립재단 해외연구교수수상(2015. 7): 비행 및 등반 주행 복합 로봇을 이용한 구조물 안전 진단 기술