

13. 학사논문 지도교수: 이 관 중

13-1 연비 향상을 위한 다양한 군집주행 차량 배열 주위의 유동해석

13-2 인간-동력 헬리콥터 개념 설계

13-3 해상착수 및 회수를 위한 고고도 과학기구 임무장비의 강건최적 설계 및 제작

13-4 능동형 공력개선 장치를 이용한 자동차 공기저항 감소 기법

13-5 회전익 무인기 개념 설계

13-6 데이터 드리븐 설계기법을 이용한 종이 비행기 효과

교수 연락처 전화: (02) 880-4151, E-mail: kyyee@snu.ac.kr

실험실: 항공우주비행체설계실험실

연락처 전화: (02) 880-4152, 담당조교: 조준호, E-mail: jochun86@snu.ac.kr

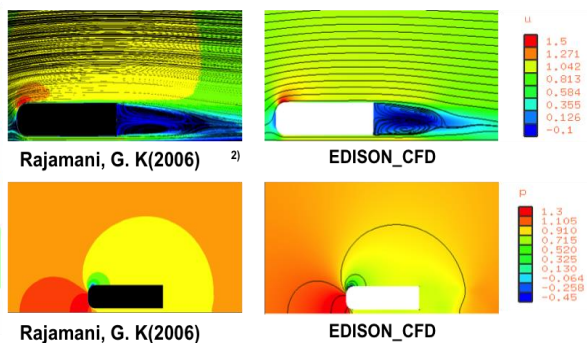
연구실 홈페이지: <http://avdl.snu.ac.kr>

13-1 연비 향상을 위한 다양한 군집주행 차량 배열 주위의 유동해석 학사논문 지도교수 : 이 관 중

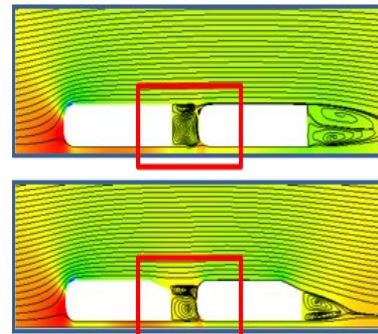
고속으로 주행 중인 자동차의 후류 영역에서는 유동 박리로 인해 기압이 낮은 공간이 발생한다. 이러한 영역을 흔히 슬립 스트림이라 한다. 슬립 스트림 영역에 뒤따라 오는 차량이 진입하면 공기 저항이 줄어들고, 엔진 동력이 줄어들어 선행 차량을 추월할 수 있다.

이러한 슬립 스트림 현상은 자동차 경주에서만 적용할 수 있는 것은 아니다. 일반 차량에도 동일하게 적용할 경우, 자동차의 연비를 개선할 수 있다. 연비와 직접적인 관계가 있는 것은 자동차에 작용하는 저항(항력)이다. 자동차에 작용하는 저항은 크게 구름저항과 마찰저항으로 구분할 수 있다. 구름저항은 바퀴와 지면 사이에 발생하는 저항이고, 마찰 저항은 공기에 의한 저항이다. 일반 도로와 같이 속도가 빠르지 않은 주행에서는 마찰저항은 구름저항에 비해 그 크기가 작기 때문에 무시할 수 있다. 그러나 시속 60km/h 이상에서는 구름저항과 마찰저항의 비가 1이 되며, 속도가 증가할 수록 마찰저항은 속도의 제곱에 비례하여 증가한다. 따라서 100km/h 또는 그 이상의 속도로 주행하는 고속도로에 슬립 스트림 현상을 적용하면, 자동차의 연비를 향상시킬 수 있다.

현재까지 수행된 군집주행과 관련된 연구는 주로 버스 또는 트레일러와 같은 대형차량에, 그리고 동일한 형상과 차간 간격으로 배치를 하여 연구 중에 있다. 그러나 실제 고속도로는 승용차, SUV, 버스, 트럭 등과 같은 다양한 차량이 주행한다. 따라서 다양한 형상의 차량 간격 및 배치 형상에 따른 연비 절감 효과에 대한 추가적인 연구가 필요하다.



<그림 1> 단일 차량 유동 해석의 예



<그림 2> 군집 주행 유동 해석 결과(동종 차량)

이에 학부논문 과정에서는 상용 유동해석 프로그램인 FLUENT 등을 활용하여 승용차, SUV, 버스, 트럭의 네 가지 차량을 조합하여 군집을 이룬 주행형태의 연비 개선을 분석하고, 최적의 조합을 갖는 군집 주행 형태를 도출하도록 한다.

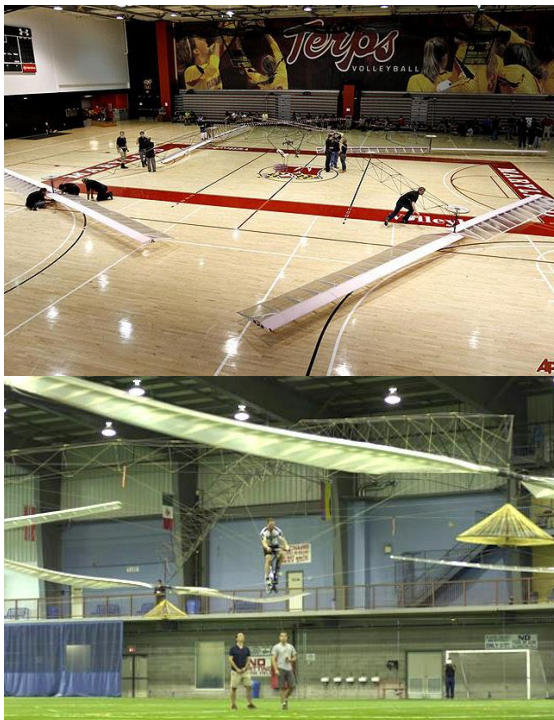
담당조교 : 손찬규 (dresa20@naver.com)

13-2 인간-동력 헬리콥터 개념 설계

학사논문 지도교수 : 이 관 중

American Helicopter Society(AHS)에서는 1980년부터 인간-동력 헬리콥터 대회를 개최하고 있다. 이 대회 임무는 최대 10m×10m 크기의 헬리콥터를 이용해 최소 3m 고도에서 60초 이상 제자리 비행하는 것이다. 인간-동력 헬리콥터의 비행을 성공하기 위해서는 최소의 동력을 가지고 제자리 비행을 하기 위한 헬리콥터 설계가 되어야 한다. 또한, 인간-동력 헬리콥터를 조종하는 조종사가 가벼워야 하고 1분동안 1마력 정도의 동력을 낼 수 있어야 한다.

학부논문 과정에서는 인간의 적은 동력을 이용해 제자리 비행을 할 수 있는 헬리콥터를 설계하려고 한다. XFOIL을 이용해 에어포일의 공력성능계수를 구하고, 기 개발된 깃요소모멘텀(BEMT) 이론과 결합해 3차원 로터의 공력 성능 해석을 수행한다. 기존대회에서 비행에 성공한 인간-동력 헬리콥터형상(Gamera: University of Maryland, Yuri-I: Nihon University 등)을 참조하여 로터 형상 설계 및 해석, 구조설계, 동체설계, 동력전달장치 설계 등을 수행함으로써 항공기 개념설계의 전반적인 부분을 이해하고, 인간-동력 헬리콥터 제원을 결정하는 것을 최종 목표로 한다.



<인간동력헬리콥터 실제형상>

APPENDIX

Dimensions		
Truss Arm Length	31.4 ft	(9.5 m)
Overall Height	7.5 ft	(2.3 m)
Number of Rotors	4	
Number of Blades (N_b)	2	
Rotor Radius (R)	21.3 ft	(6.5 m)
Chord (c)	3.3 ft	(1 m)
Airfoil	Eppler387	
Taper Ratio	None	
Linear Twist	None	
Solidity ($\sigma = N_b c / \pi R$)	0.0979	
Rotor Speed	17-18 (RPM)	
Empty Weight	107.2 lb	(48.7 kg)
8x Rotor Blades	58.3 lb	(26.5 kg)
4x Rotor Shafts	3.7 lb	(1.7 kg)
Airframe	31.9 lb	(14.5 kg)
Cockpit	9.5 lb	(4.3 kg)
Other	3.7 lb	(1.7 kg)
Pilot Weight	106.9 lb	(48.5 kg)
Gross Takeoff Weight	214.1 lb	(97.2 kg)

<인간-동력 헬리콥터 Gamera 설계제원>

담당조교: 모진영 (jintaylor99@snu.ac.kr)

13-3 해상착수 및 회수를 위한 고고도 과학기구 임무장비의 강건

최적설계 및 제작

학사논문 지도교수 : 이 관 중

고고도 과학기구(High Altitude Scientific Balloon)는 우주, 대기, 태양, 우주환경 관찰 및 측정 등 과학과 관련된 연구를 우주환경과 유사한 해발 약 30km의 성층권에서 수행할 수 있도록 설계된다. 지상 우주환경시험시설 및 인공위성, 로켓 등의 발사체와 비교하였을 때, 고고도 과학기구는 기구를 제작하고 운용하는 설비의 비용이 매우 낮고 제작에서 발사까지의 준비 기간이 짧으며 발사하는 장소에 제약을 받지 않는다는 장점을 가진다. 고고도 과학기구는 크게 기구, 낙하산, 임무수행장비로 구성되어 있다. 임무수행장비는 기본적으로 위치추적 시스템과 온도, 기압 측정 시스템을 탑재하고 있으며 과학기구의 목표에 따라 형상과 기능에 변동이 있다.

고고도 과학기구의 임무장비는 최대 -50°C 의 온도와 대기압의 백분의 일에 해당하는 극한환경에 노출된다. 이를 고려하여 열전도율이 낮고 무게가 가벼운 스티로폼 재질의 외형이 주로 설계되고 있다. 또한 대부분의 과학기구 임무는 내륙간에 이루어지기 때문에 착륙시 임무장비의 파손을 방지하기 위한 충격흡수시스템(Shock Absorber System)을 장착하기도 한다. 하지만 대한민국의 지리적 특성과 계절풍의 영향으로 장기체공을 목표로 하는 과학기구의 설계와 운용은 반드시 해상착수와 회수를 바탕으로 이루어져야 한다.

본 연구에서는 해상착수와 회수가 고려된 임무장비의 강건최적설계 (Robust Design Optimization)를 진행하고 제작과 실험을 통하여 성능을 검증하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 강건최적설계에 대한 기초적인 지식을 배우고 임무장비 설계에 필요한 프로그램을 통하여 설계를 진행한다. 설계된 임무장비는 1.5kg 급의 고무풍선을 사용하여 실제비행 데이터를 수집하고 검증한다.



그림 3 Sphere type payload buoy



그림 2 Spar type payload buoy

담당조교 : 김휘호 (thehio@snu.ac.kr)

13-4 능동형 공력개선 장치를 이용한 자동차 공기저항 감소 기법

학사논문 지도교수 : 이 관 중

과거에는 자동차 연비에 대한 관심은 유가 상승이라는 경제적인 이유에 의해 높아졌다. 최근에는 화석 에너지자원 고갈과 지구온난화 등 인류 생존 위협에 따른 전 세계 각국의 연비 규제와 21세기 화두인 녹색 성장과 그린에너지로 인해 자동차 연비에 대한 관심이 더 높아지고 있다. 이로 인해 승용 차 연비 절감은 경제적인 이유뿐만 아니라 환경문제에 대한 사전 대응 차원에서도 필수적으로 이루어야 한다.

자동차의 연비를 절감하는 방법은 엔진 및 파워트레인 시스템의 효율을 개선하는 방법과 외부 형상을 저공력 특성을 고려하여 디자인하는 방법이 있다. 이중 적은 비용으로 연비를 절감하는 방법은 저공력 형상을 적용하여 차량의 공기역학적 효율을 좋게 만드는 것이다. 그러나 외부형상은 공기역학적 특성뿐만 아니라 디자인적인 감성에 의해서 결정되는 요소이며, 차량 설계시 고려해야하는 많은 변수들로 인해 외부형상의 과도한 변형은 불가능하다. 또한 저속에서 고속에 이르는 전속도 영역에서 하나의 고정된 형상만으로는 원하는 만큼의 공기저항을 줄이기가 불가능하다. 이를 극복하기 위해서는 차량 주행상태에 따라 능동적으로 작동하는 공력개선장치를 통해 주행조건에 맞는 공력 성능을 최적화할 수 있어야 한다.

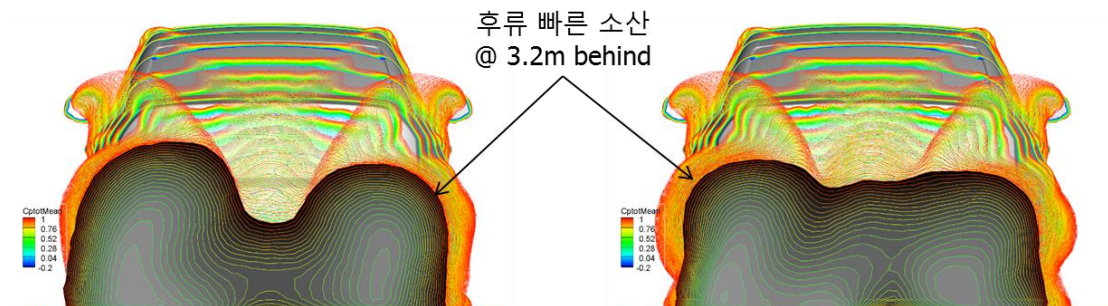


그림 1 능동형 공력저감장치를 자동차 공력개선 예

이에 학부논문 과정에서는 현재 적용되었거나 연구되고 있는 다양한 능동형 공력 개선 장치에 대해 조사하고 분석한다. 대표적인 능동형 공력개선 장치로는 액티브 디퓨저, 액티브 스포일러, 플랩, 가이드 베인 등이있다. 이들 능동형 공력 개선장치 중 하나를 선정하여 CFD 해석을 통해 제어/설계 인자별 공력 데이터를 얻고, 이를 바탕으로 능동형 공력 개선장치의 제어/설계 인자에 대한 최적화를 수행하여 차량 주행상태에 따라 능동적으로 작동하는 공력개선장치를 설계한다.

담당조교 : 조준호 (jochun86@snu.ac.kr)

13-5 회전의 무인기 개념 설계

학사논문 지도교수 : 이 관 중

무선전파로 조종할 수 있는 무인 항공기인 드론(Drone)은 카메라, 센서, 통신시스템 등이 탑재돼 있으며 25g부터 1200kg까지 무게와 크기도 다양하다. 드론은 군사용도로 처음 생겨났지만 최근, 고공 촬영과 배달 등으로 확대되어 실생활에 많이 사용되고 있다. 그러나 배터리를 이용하는 전기추진시스템의 특성 상 연료를 이용하는 엔진추진시스템 비행체에 비해서 체공시간이 짧은 점이 한계로 지적되고 있다. 그러므로 드론 설계에 있어서 제한된 배터리 용량 안에서 최대한의 비행이 가능한 드론을 설계하는 것이 중요하다. 또한 기존의 상용 드론을 구매하여 이용하는 것을 벗어나 주어진 임무형상에 최적화 된 드론을 설계하여 활용한다면 비용 효율적인 결과를 얻을 수 있다.

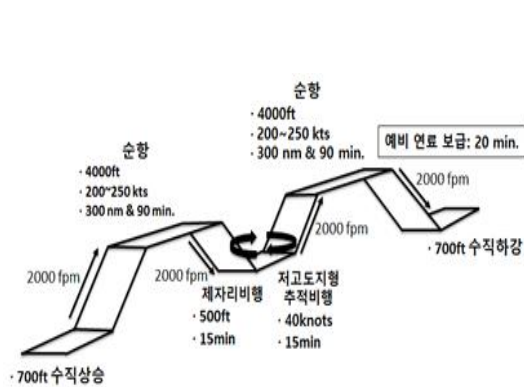


그림 1 임무형상 예시

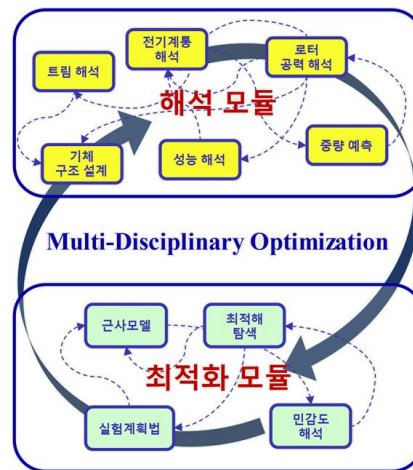


그림 2 다학제간 최적설계 개념도

주어진 임무형상을 만족하는 드론을 설계하는 데 있어 학부논문과정에서는 운동량이론, 깃요소 운동량 이론과 같은 해석기법을 이용하여 드론의 공력성능을 예측하고, 모터 해석 이론을 통해 비행시간을 계산한다.

학부과정에서 쌓은 지식을 바탕으로 회전의 공력해석과 최적화설계를 수행함으로써 회전의기 개념설계와 최적설계의 전반적인 과정을 이해하고 주어진 임무 형상에 최적화된 드론 설계를 목표로 한다.

담당조교 : 이동욱(oak600p@snu.ac.kr)

13-6 데이터 드리븐 설계기법을 이용한 종이 비행기 효과

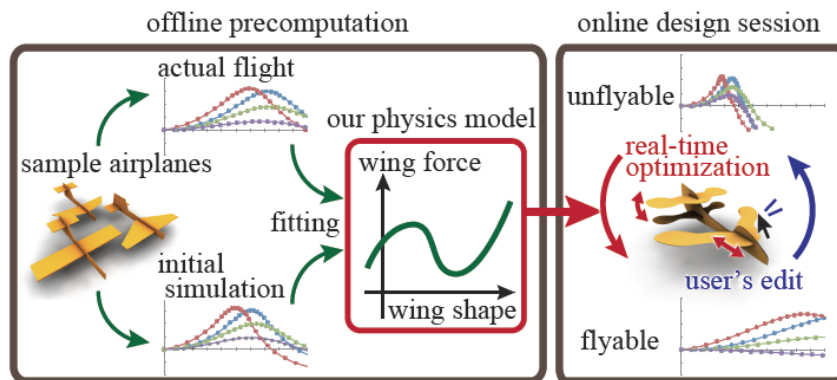
학사논문 지도교수 : 이 관 중

최근 3D 프린터와 같은 개인 제작 기술의 발달로 글라이더를 제작하는 사례가 많아졌으나, 여전히 데이터와 지식의 부족으로 인해 실제 비행 가능 여부는 확신하기가 어렵다. 항공기 설계는 형상, 각 파트의 크기와 위치, 항공 역학적 요소들과 같은 복잡한 상관관계를 고려해야 할 뿐만 아니라, 까다로운 공학적 특성도 만족시켜야 하는 과정이다. 따라서 실제로 비행 가능한 항공기를 만들기 위해서는 고급 항공역학 지식뿐만 아니라 전산유체해석과 같은 다양한 시뮬레이션 툴의 사용 능력, 실험 수행 능력과 같은 많은 자원을 필요로 하는 작업을 수반하기 때문에 일반적인 경우 보수적인 디자인의 틀에서 벗어나기가 어렵다.

최근 주목받고 있는 데이터 드리븐 설계기법은 머신러닝 기법을 이용한 설계방식이다. 머신러닝은 명시적인 법칙/알고리즘으로 모델링하기 어려운 문제에 대하여 사람이 경험을 통해서 판단하는 과정을 모사하는 기법으로, 구체적인 모델이 만들어지지 않은 문제에 대하여, 다양한 샘플의 데이터와 결과를 제공함으로써 모델의 통해 비선형적 관계를 찾아낼 수 있다. 이러한 머신러닝을 통해 도출된 모델을 디자인 과정에 적용하여 결과 값을 예측하는 것을 데이터 드리븐 설계기법이라고 한다. 이러한 설계기법은 비선형적 모델을 찾아내는 것으로 일반적으로 알려지지 않은 혁신적인 형상에 대하여 간단하게 결과를 예측할 수 있다는 장점이 있다.

학부논문 과정에서는 데이터 드리븐 기법을 이용하여 종이 글라이더 날개를 디자인하는 도구를 제작하는 것을 목표로 한다. 일반적인 형태를 갖는 종이 글라이더 샘플들을 비행 데이터 및 궤적 데이터를 카메라로 확인한 뒤 날개의 형상과 위치에 따른 날개에 작용하는 힘의 비선형적 관계에 대하여 시스템이 배울 수 있도록 하여, 간단한 공력 모델을 도출

할 수 있도록 한다. 이러한 방식으로 도출된 공력모델에 대하여 글라이더 날개에 대해 최적화된 비행능력을 갖는 형상을 설계하도록 한다. 글라이더 날개 디자인 과정의 효율성을 검증하기 위해서 실제로 제작하여 비행 결과를 확인한다.



담당조교 : 민승인 (fafnir@snu.ac.kr)