

항공우주공학개론 Spring 09

# 비행성능, 안정성, 조종원리 및 제어

김 현 진

서울대학교 항공우주공학전공

2009년 4월 7일

REF) Pictures from Nasa.gov, 제 4판 항공우주학 개론

## 양평서 육군헬기 추락...탑승장병 7명 전원 사망(종합)

20일 새벽 용문산 인근 추락...응급환자 수송 후 복귀 중 사고

[ 2008-02-20 07:53:28 ]



▶ 사고가 난 가동헬기 UH-1H(사진=대한민국 육군 홈페이지)

20일 오전 1시40분쯤 육군 204항공대 소속 UH-1H 헬기 1대가 경기도 양평군 용문산 인근에 추락해 조종사 신기용 준위 등 7명이 숨졌다.

사고 헬기는 19일 저녁 강원도 홍천 국군철정병원에서 경기 성남 국군수도병원으로 뇌출혈을 일으킨 병사를 긴급 수송하고 복귀하던 중이었다고 육군은 밝혔다.

"이 사고로 조종사와 부조종사, 군의관, 간호장교, 의무병 1명, 병사 2명 등 모두 7명이 사망했다"고 육군 관계자는 말했다.

사망자는 204 항공대 소속 조종사 신기용 중위와 활강주 준위, 최낙경 상병, 이세인 일병과 철정병원 소속의 정재훈 대위 그리고 간호장교 선효선 대위와 김법진 상병 등이다.

육군은 사고 헬기와 의 교신이 끊기고 레이더에서 헬기가 사라지자 119 구조대의 휴대폰 위치 추적을 요청했고 1시간 반 정도가 지난 3시10분쯤 사고기의 위치를 확인했다.

이어 육군은 인근 부대 병력을 투입해 사고기에 탑승한 7명의 사체와 헬기 잔해를 발견했다고 밝혔다.

사망자들의 시신은 수도병원으로 이송할 예정이지만 사고 지점이 산악지역인데다 눈이 많이 쌓여 있어 시신 수습에 어려움을 겪고 있다.

## 추락사고 뉴스들...

▶ "내일이 아들 생일인데..." 헬기 추...

## 헬기 한강추락 6명사망

- 영화촬영중
- 돌 구조
- 탤런트 변영훈씨 중태 영화사

▶ 발행일 : 1993.06.15 / 1 면

한강에서 영화 촬영중이던 헬기가 추락했으나 이중 1명은 중태이다. <3>

(서울.화성=연합뉴스) 박세진.강항구기자 = 26일 오후 2시58분께 경기도 화성시 향남면 상신리 마산에 주한미군 제5정찰대대 소속 AF-80 U-25 고고도 전락정찰기가 추락했다.

이 정찰기는 추락 과정에서 민가를 스친 뒤 30~40m 떨어진 마산에서 폭발했으며, 비행기 동체는 형체를 알아볼 수 없을 정도로 심하게 파손된 채 반경 100m 범위에 흩어졌다.

사고가 조종사는 추락 직전 무전교신을 통해 '엔진에 이상이 있다'고 보고한 것으로 알려졌다.

이에 따라 주한미군은 엔진 고장으로 인한 사고일 가능성이 높은 것으로 보고 정확한 사고 경위를 조사중이다.

이 정찰기는 이날 오전 이륙해 한반도 상공을 비행하면서 통상적인 임무를 마치고 오산비행장으로 돌아가던 중 사고를 당한 것으로 전해졌다.

주한미군 소속 U-2기가 한반도에서 추락한 것은 84년(오산)과 92년(동해상)에 이어 이번이 3번째이다. 94년에는 미국의 U-2기가 오산비행장에 착륙하던 중 활주로에 부딪혀 크게 부서지는 사고가 났었다.

Clip모음

## 산림청 방제 헬기 추락...3명 사망



<앵커 멘트>

헬기 추락 사고 소식입니다.

밤나무 항공 방제를 위해 계류장을 이륙한 산림청 헬기가 이륙 3분 쯤 뒤, 충남 공주 야산에 추락했습니다.

조종사 2명과 정비사 1명 등 탑승자 3명이 사망했습니다.

이홍순 기자가 보도합니다.

<리포트>

추락한 헬기 동체에 불이 붙었습니다.

헬기가 추락한 것은 오늘 오전 8시 8분쯤, 밤나무 병해충 방제를 위해 충남 공주시 계류장을 이륙한 지 3분 만에 헬기가 인근 야산에 추락했습니다.

현장의 소나무 몇 그루는 꺾여져 나간 채 경계 그을렸습니다.

헬기는 추락 직후 폭발한 것으로 보입니다.

강현중 씨와 51살 김주홍씨, 정비사 47살 이형식 씨 등 3명이며 소방당국이 두 시간 쯤 뒤 이들의 시신을 수습했습니다.

에는 국지적으로 짙은 안개가 끼어 있었습니다.

주민: "오늘 안개가 진짜 한 치 앞도 보낼 수 없을 정도였구나 생각했는데 이런 사고가 났네요."

로가 지나고 있어 조종사가 안개에 가려 있던 송전탑 또는 과정에서 추락하지 않았나 하는 관측이 나오고 있습니다.

하산을 이용해 무사히 탈출했으며, 주한미군은 사고 직후 곧바로 헬기를 현

(28), 박모(여)씨 등 민간인 3명이 비행기 파편 등에 맞아 상처를 입고 병원으로 알려졌다.

## 군용 헬리콥터 한강 추락

올림픽대교 조형물 설치중

부딪혀 '두동강'

조종사등 3명 사망

민간인 피해는 없어

Clip

29일 오후 4시55분께 서울 올림픽대교 상공에서 88서울올림픽 기념 조형물 설치 작업을 하던 육군 항공작전사령부 소속 CH-47(치누크) 군용 헬리콥터(조종사 전홍업 준위·44)가 다리 위 주탑에 설치한 철조형물에 날개가 부딪혀 추락했다.

이 사고로 헬기에 타고 있던 조종사 전준위와 남임호(40) 준위, 김우수(26) 중사 등 탑승자 3명이 모두 숨졌다. 그러나 작업 당시 인의 피해는 없었다.

SUBJECT [2003년02월]대구소방항공대 소속 소방헬기 추락

지난 1월 18일 오후 4시 20분경 대구소방항공대 소속 헬기 1대가 자동항법장치 시뮬비행을 하던 중 경남 합천군 통산면 계산리 합천호에 추락해 탑승자 7명 가운데 5명이 구조되고 1명 사망, 1명은 실종됐다. 경찰과 대구소방본부 소속 구조대는 사고직후부터 수색작업을 벌여 1월 19일 오전 합천댐 상류에서 경성모(40·정비사)씨와 알렉 브로니스(42·기술팀장) 등 폴란드인 3명, 영국인 마이클 덕비(62·제작설계사) 등 모두 5명을 구조했다. 조종사 루진스키(50·폴란드 스위드닉사 소속)씨는 사망한 채 발견되었다. 구조대는 실종된 부조종사 유병욱(39)씨를 찾기 위해 수색작업을 계속하고 있다. 생존자들은 사고헬기가 합천호에서 물을 담기 위해 수면 5m 지점에서 제자리비행을 하던 도중 갑자기 기체가 심하게 흔들렸고, 정비사 등 5명은 먼저 합천호로 뛰어들었으며, 뒤이어 조종사와 부조종사도 기체가 추락하기 전 탈출했으나 물 밖으로 나오지 못했다고 밝혔다. 추락한 헬기는 14인승 PZL-Swidnik W-3A 소콜 기종으로 지난 2001년 폴란드 스위드닉사로부터 산불진화용으로 들여왔다.

인터넷

100%

## 공군 전투기 충돌 사례

- ▶ **1994.10.19** = 전남 해남군 화원면 마산리 월산마을 인근 상공에서 훈련비행중 이던 공군 제1전투비행단 소속 **F-5B** 전투기 2대가 충돌, 조종사 1명 사망.
- ▶ **1995.1.5** = 경남 하동군 금남면 덕천리 금호산 중턱에 훈련비행중이던 공군 5718부대 소속 **T-59** 호크 훈련전투기 2대가 충돌, 조종사 4명 사망.
- ▶ **1998.5.8** = 강원도 춘천시 북산면 물로2리 인근 야산에 공군 곡예 비행팀 블랙이글 소속 **A-37** 전투기 2대가 공중에서 서로 날개가 부딪히면서 1대가 추락, 조종사 1명 사망.
- ▶ **2004.3.11** = 공군 제10전투비행단 소속 **F-5E** 전투기 2대가 서해상에서 충돌, 조종사 2명 사망.

# 강의내용



힘과 좌표계



비행성능



비행안정성

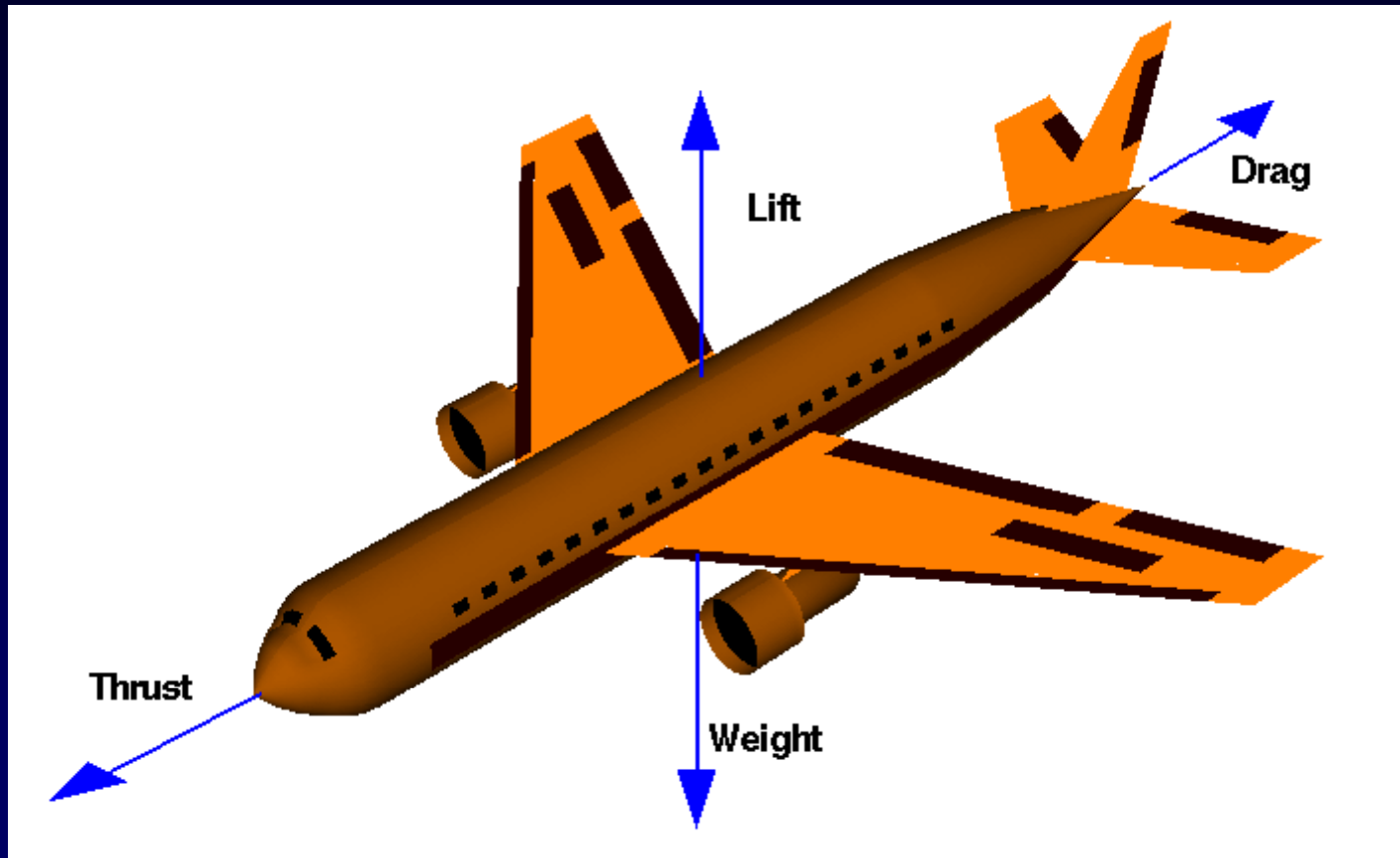


조종원리

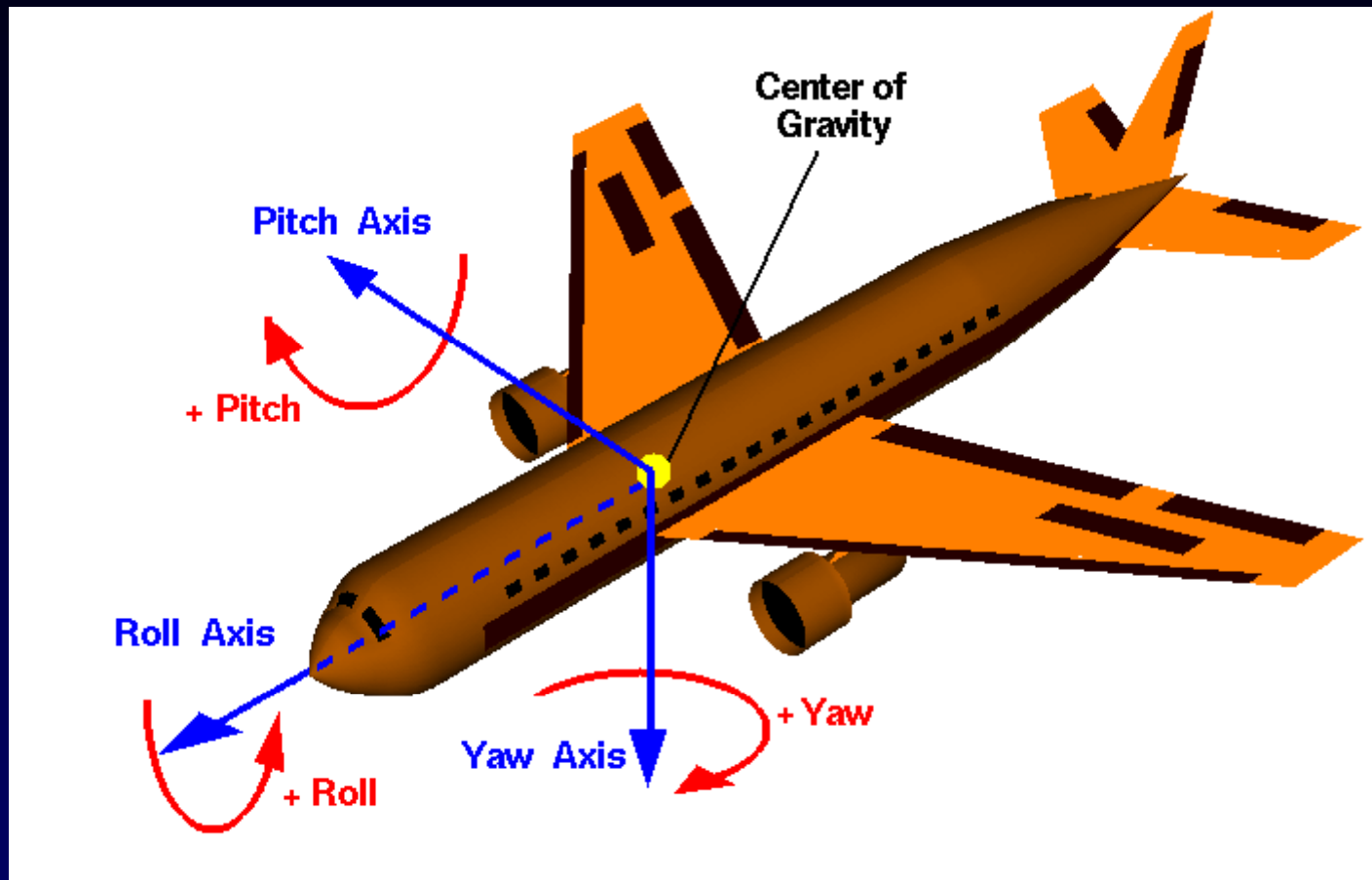


제어 및 무인기

# 비행기에 작용하는 네가지 힘

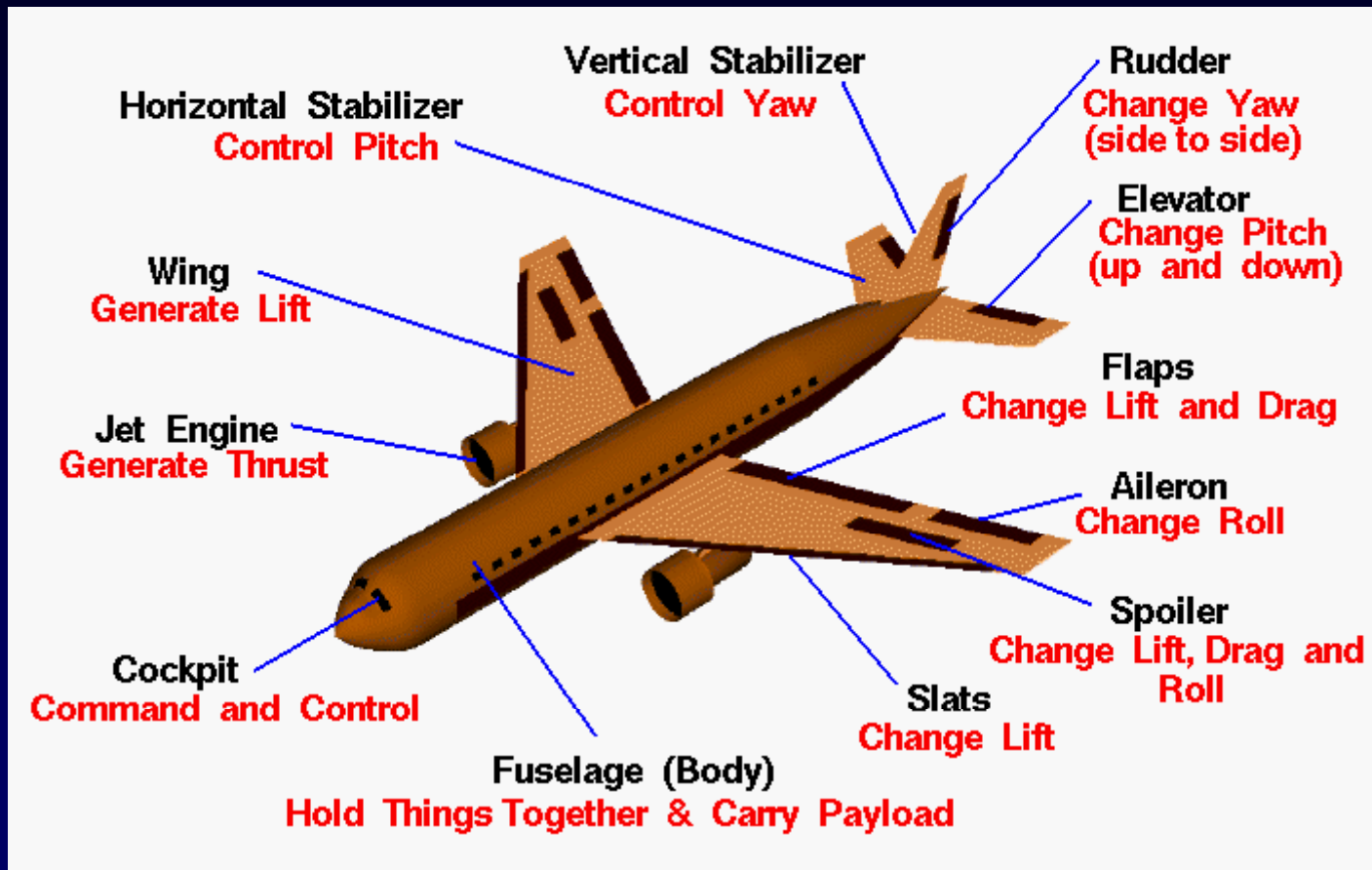


# 비행기 좌표축, 롤-피치-요

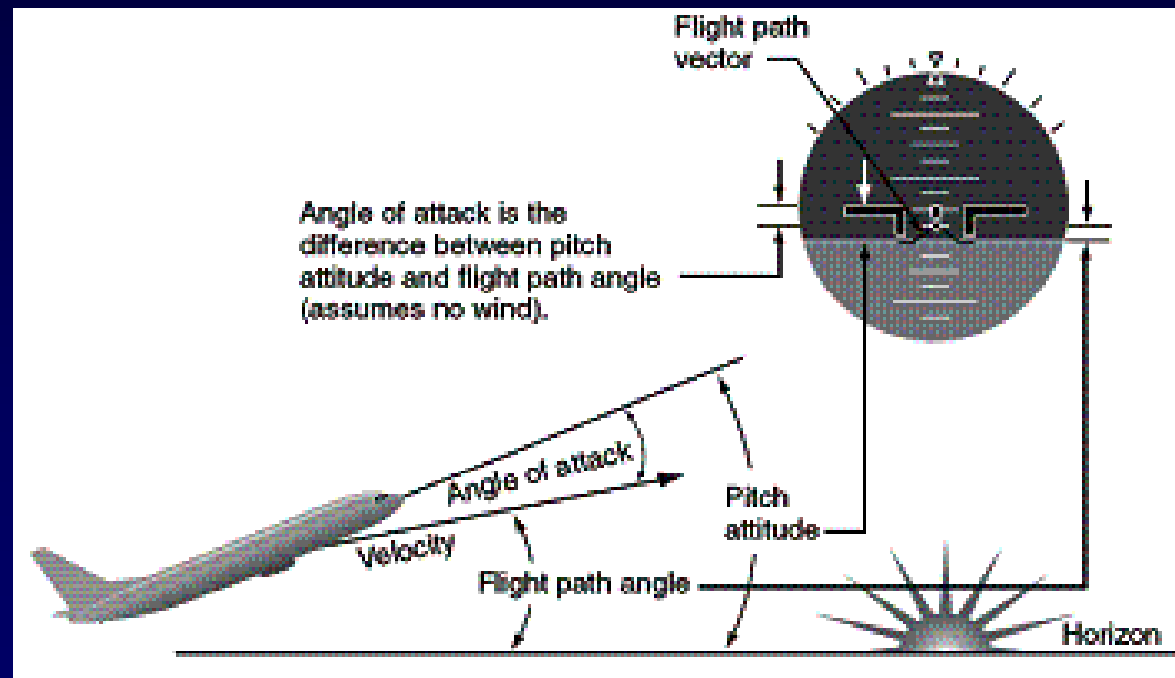
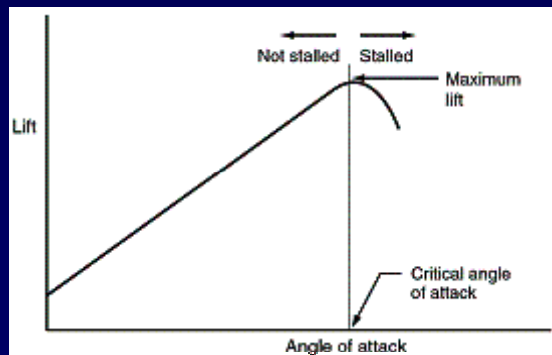


- 종운동 (Longitudinal Motion) : 전진 및 수직방향의 속도, 피치 운동
- 횡운동 (Lateral & Directional Motion) : 옆미끄럼, 롤 및 요 운동

# Airplane Parts



# Angle of Attack, Flight Path Angle





# 비행성능

# 비행성능: 등속수평비행

## ▶ 필요추력 (Thrust Required)

- 어떤 속도를 유지하기 위해 필요한 추력

## ▶ 필요마력 (Power Required)

- 필요추력  $\times$  전진속도

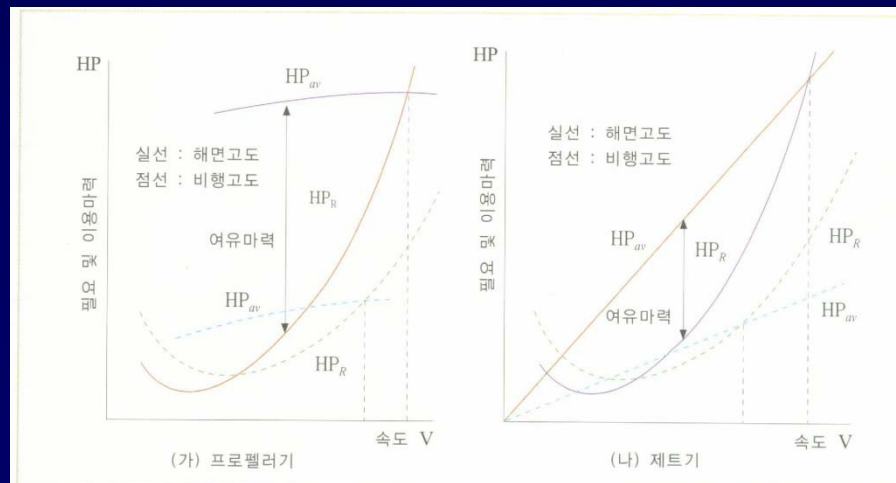
## ▶ 이용마력 (Power Available)

- 동력장치의 출력 중 추진력으로서 비행에 이용될 수 있는 동력

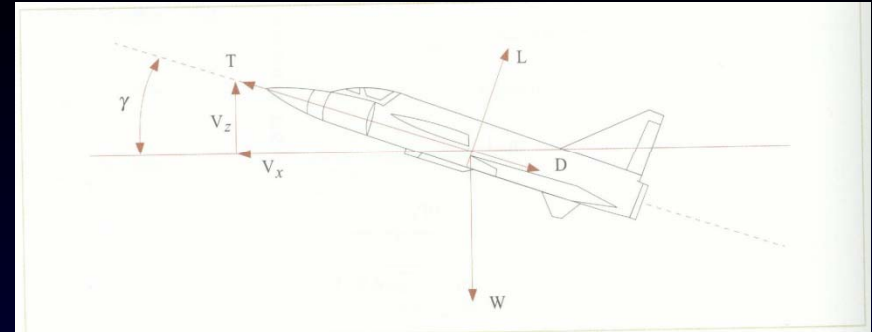
## ▶ 잉여마력 (Excess Power) 또는 여유마력

- 특정 비행속도에서 필요마력-이용마력
- 필요마력 곡선 과 이용마력 곡선이 만나는 속도: 수평최대속도

Fig 3-3



# 비행성능: 상승비행



## ▶ 상승률 (Rate of Climb)

- 여유마력이 있을 때 상승비행 가능
- 상승비행 시 속도의 수직 성분: 보통 분당 상승거리로 표현 (ft/min)

## ▶ 최대상승속도

- 여유마력이 최대가 되는 비행속도에서의 상승 속도 (수직속도)
- 동력장치의 출력 중 추진력으로서 비행에 이용될 수 있는 동력

## ▶ 상승각

- 수평속도 성분과 수직속도 성분이 이루는 각

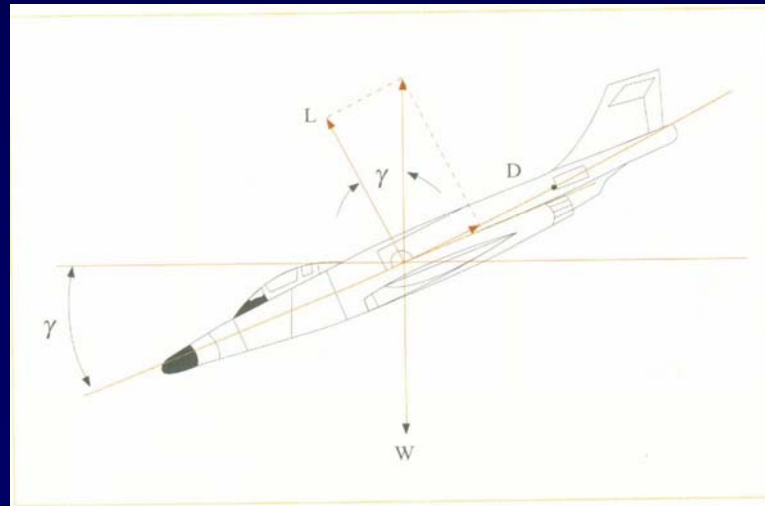
## ▶ 상승한도

- 절대상승한도(Absolute Ceiling) : 고도가 높아지면서 여유마력이 0이 되어 상승률이 0이 되는 고도. 실제 측정 불가.
- 실용상승한도(Service Ceiling) : 상승률이 100 ft/min이 되는 고도
- 운용상승한도(Operating Ceiling) : 상승률이 500 ft/min이 되는 고도

# 비행성능: 하강비행

## ▶ 무동력 하강비행 또는 활공 (Gliding)

- 기관을 작동하지 않고 고도를 낮추는 상태 (ex. 활주로에 착륙 또는 불시착)
- 일반적으로 하강 속도가 작은 것이 바람직
- 비행경로방향의 힘이 항력과 같아짐
- 항력이 크면 경사가 심해야 비행경로 방향 힘이 평형을 이룸 → 하강속도 커짐
- 양항비↑ → 하강속도 ↓
- 날개의 가로세로비 ↑ → 양항비 ↑



## 비행성능: 항속성능

### ▶ 항속거리 (Range)

- 적재한 연료를 사용하여 비행할 수 있는 거리

### ▶ 항속시간 (Endurance)

- 한번의 연료로 비행할 수 있는 시간

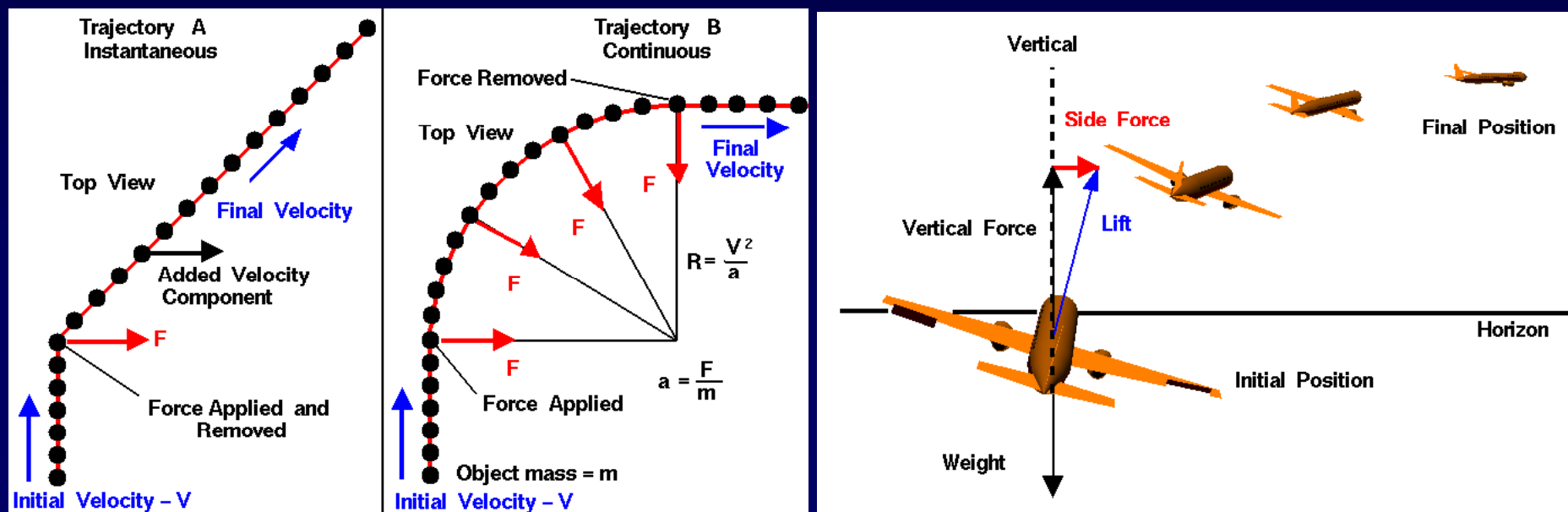
# 비행성능: 선회비행

## ▶ 수평선회 (Level Turn)

- 고도를 일정하게 유지하면서 지속적으로 방향을 바꾸는 비행

## ▶ 정상선회 (Coordinated Turn)

- 옆으로 미끄러지지 않고 무게중심에 작용하는 힘이 평형을 이루고 비행속도에 변화가 없는 상태
- 원심력=구심력(양력의 수평성분)



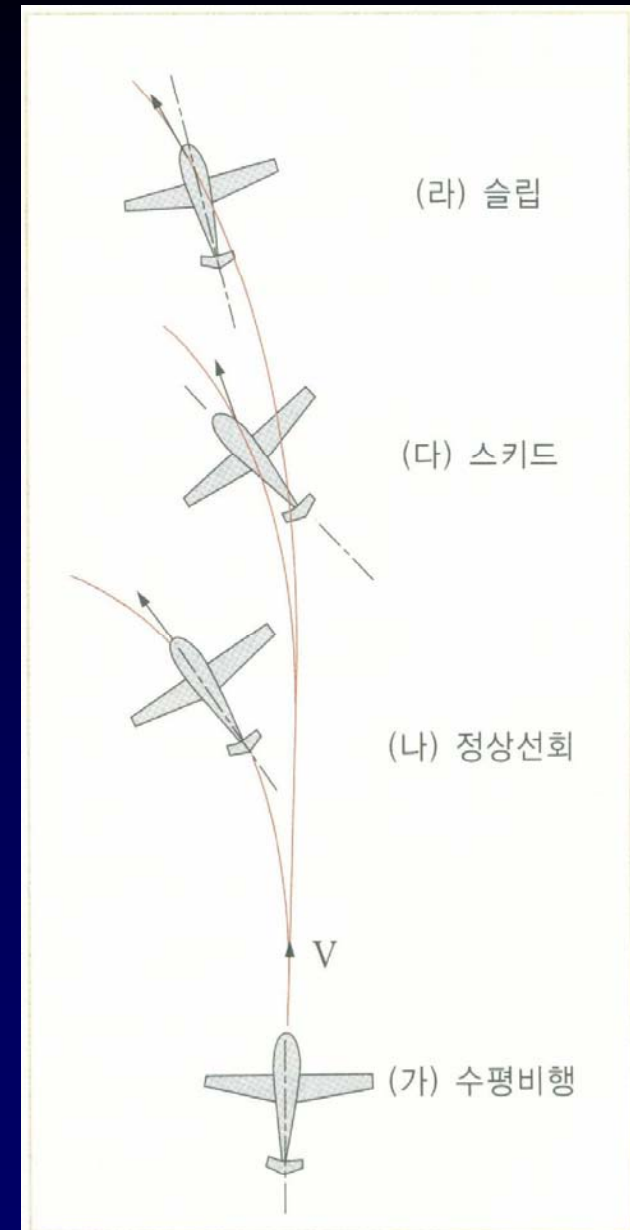
# 비행성능: 선회비행

## ▶ 선회시

- 원심력 > 구심력 --> skid
- 원심력 < 구심력 --> slip

## ▶ 선회반경을 최소로 하기 위해서는

- 비행속도를 최소로 : 그러나 실속속도로 제한됨
- 경사각을 최대로: 그러나 중량에 대한 양력의 비율 (load factor)이 커져 좋지 않음



안정성



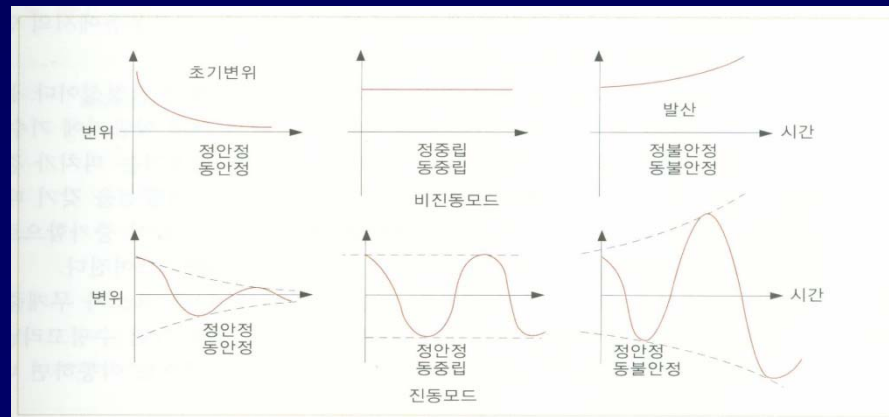
# 비행안정성

## ▶ 트림상태: 비행기의 역학적인 평형 상태

- 항공기에 작용하는 공기력의 수직성분 = 중력, 수평성분 = 추진력
- 일정한 고도와 속도를 유지하며 각운동 없이 날고 있는 상태
- 트림조절장치: 어떤 속도에서든 항공기가 평형상태에 있으면 조종간에 힘이 걸리지 않도록 만들어주는 장치 (조종사 입장)

## ▶ 안정성

- 평형상태를 유지하고 있다가 어떤 교란을 받아 평형상태에서 약간 벗어난 경우 원래의 평형상태로 되돌아가려는 경향성
- 정안정성 (Static Stability) : 시간개념 없이 평형상태에서 벗어난 직후 초기경향만 고려
- 동안정성 (Dynamic Stability) : 시간개념 포함



# 정적 세로안정성

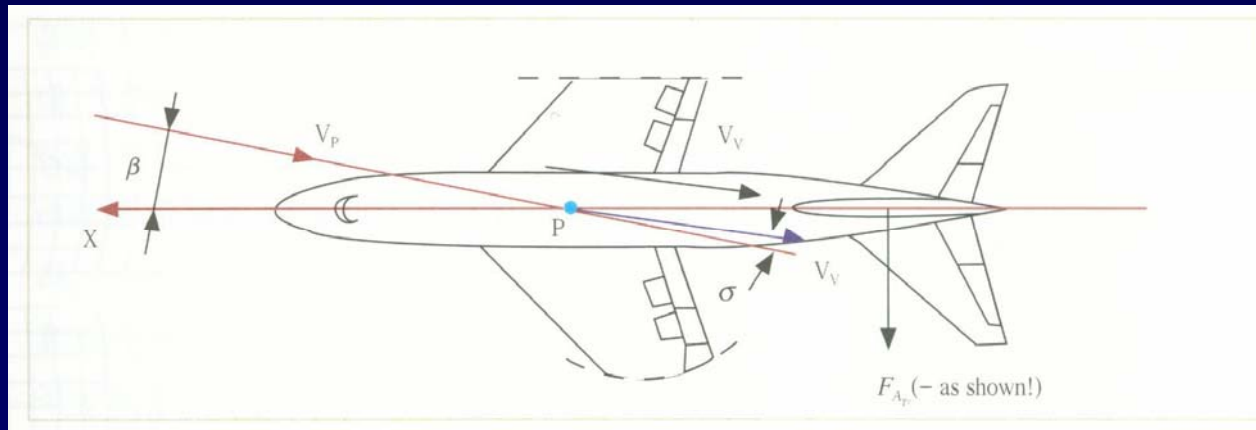
## ▶ 받음각 안정성

- 의도하지 않았던 받음각 증가에 의해서 기수내림 피칭 모멘트가 발생하는 경향
- 받음각에 따른 피칭모멘트 계수의 기울기가 -일 때  $\frac{dC_m}{d\alpha} < 0$
- 수평꼬리날개
  - 항공기의 받음각이 증가하면 수평꼬리날개의 받음각이 증가하여 기수내림모멘트 생성 → 안정성
  - 면적이 넓을수록, 무게중심에서 멀수록 효과 ↑ (Horizontal Stabilizer)
- 무게중심의 위치
  - 무게중심이 뒤에 가면 수평꼬리날개의 역할 ↓ → 안정성 ↓ (후방한계)
  - 무게중심이 앞으로 가면 안정성 너무 ↑ → 원하는 자세 어려움 (전방한계)
- 날개의 공력중심의 위치:
  - 공력중심이 무게중심보다 앞에 있으면 받음각이 커졌을때 양력 증가, 받음각이 커지는 방향으로 피칭모멘트 생김 → 불안정
- 동체: 항상 불안정한 요소로 작용

# 정적 방향 안정성

## ▶ 옆미끄럼각

- 수직꼬리날개 : 방향안정성에서 가장 중요한 역할 (Vertical Stabilizer)
- 양의 옆미끄럼각 (조종사 오른쪽에서 바람 불어옴)
  - 수직꼬리날개 받음각
  - 왼쪽으로 양력
  - 옆미끄럼각 줄이는 방향으로 요잉 모멘트

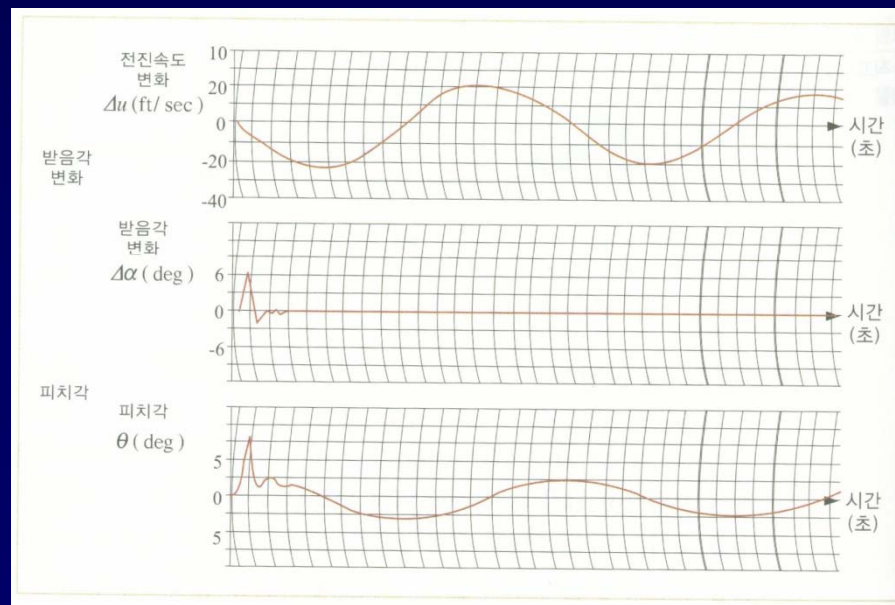


# 동적 세로 안정성

## ▶ 단주기 운동 (Short-period Motion)

## ▶ 장주기 운동 (Phugoid Motion)

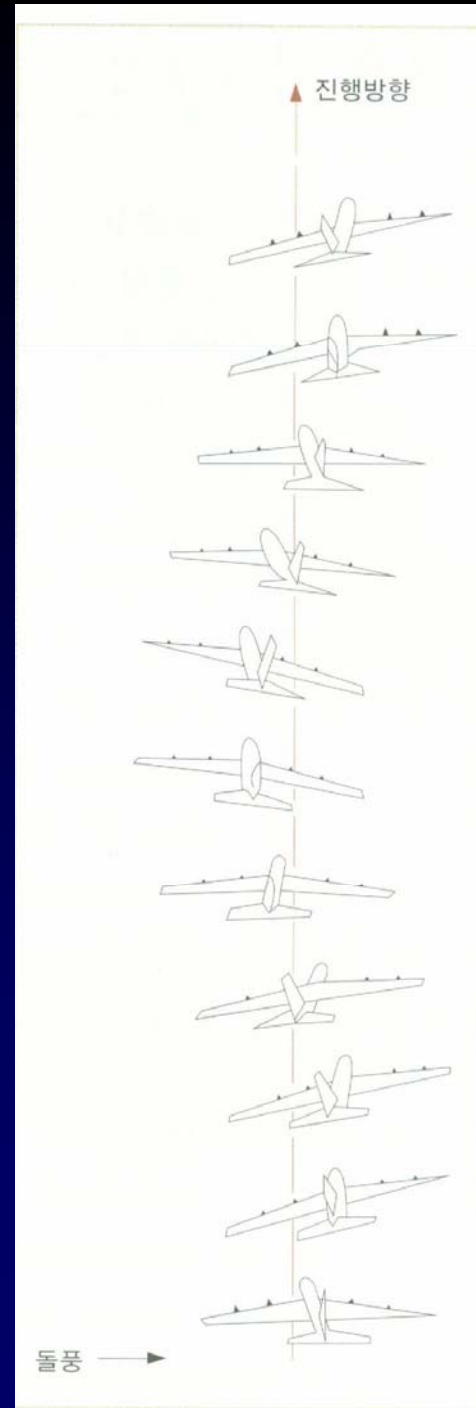
- 기수가 들리면서 고도 상승하며 속도 감소
  - 속도 감소하면서 양력이 중력보다 작아지고 고도 하강
  - 고도 감소하면서 위치에너지가 운동에너지로 바뀌어 속도 증가
  - 속도 증가하면서 다시 양력이 회복되고 고도 상승하면서 운동에너지가 위치에너지로 바뀜
- 시간에 따른 감쇠 필요 : 비행성 요구사항 항목



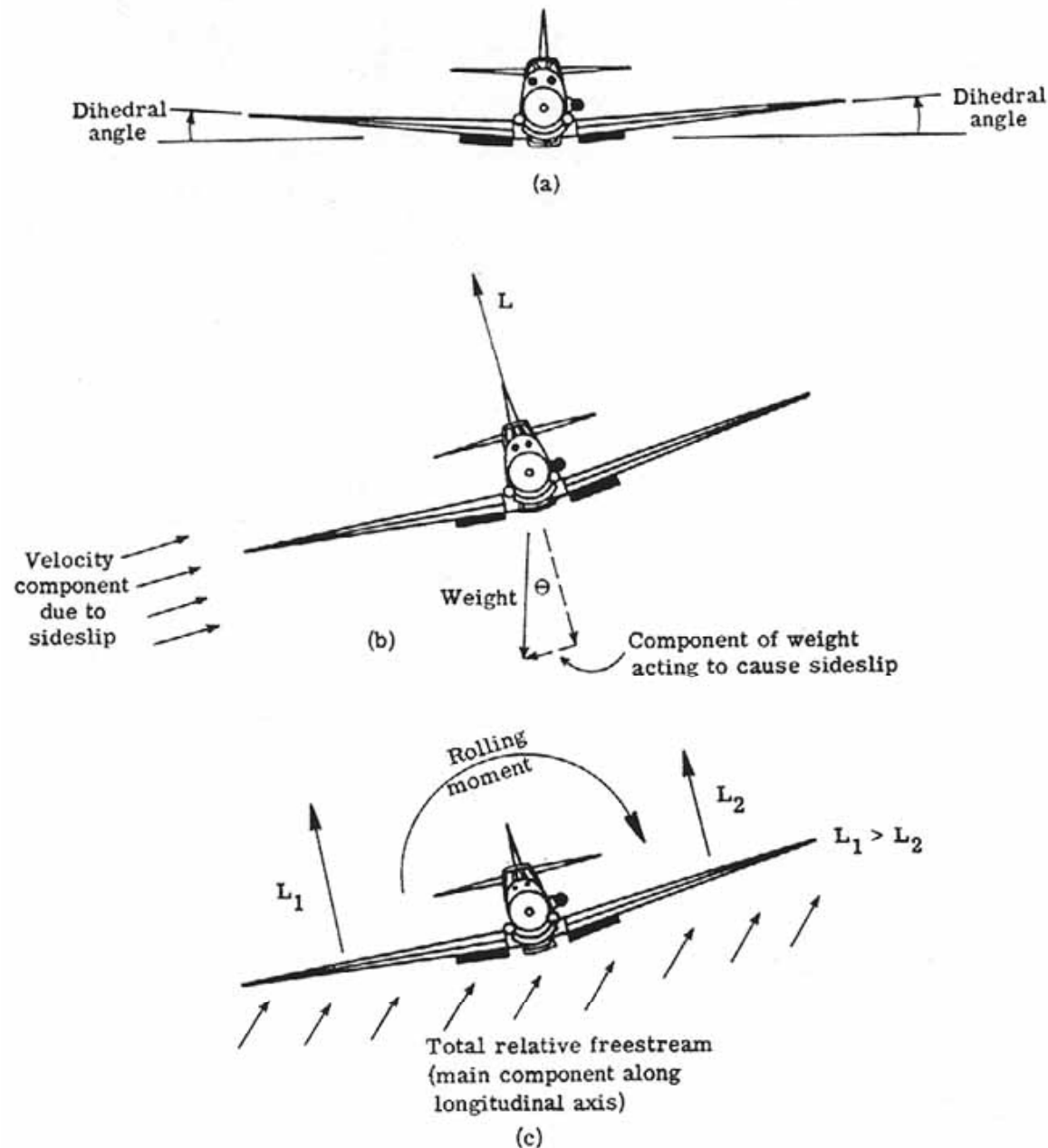
# 동적 가로 안정성

## ▶ 더치롤(Dutch roll)

- 측풍으로 기수가 돌아간 경우 측풍이 사라지면 원래 상태를 지나쳐 반대방향으로 기수가 돌아갔다가 다시 원상으로 돌아오는 운동이 반복됨
- 이와 더불어 기수가 좌우로 흔들리는 요잉 운동이 일어남  
→ 진동주기 3-8초 정도의 더치롤



# 동적 가로 안정성



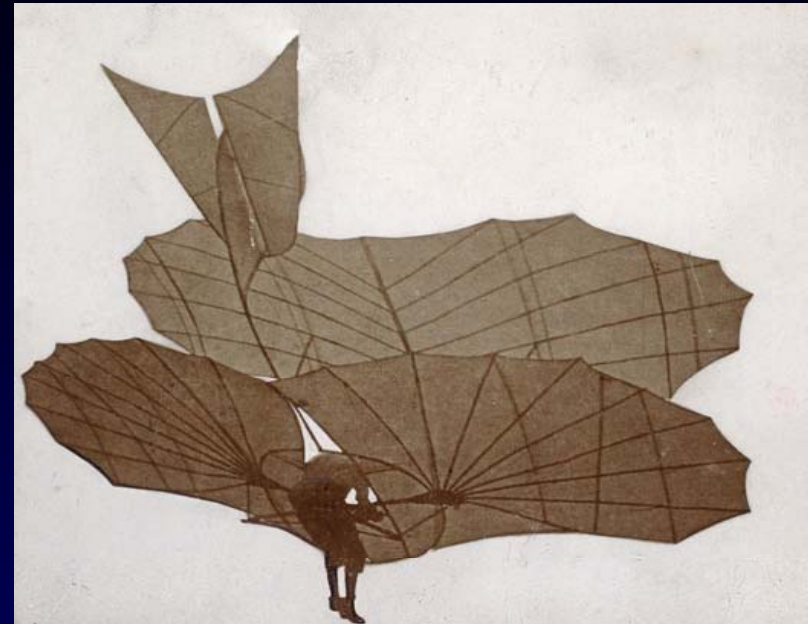
## ▶ 상반각 효과 (Dihedral Effect)

- 그림 (a) : 상반각을 준 경우
- 외란에 의해 그림 (b)처럼 한 날개가 내려가면 양력방향이 회전하고 중력성분이 옆미끄럼각이 생김
- 상반각을 준 경우, 바람을 향하고 있는 아래쪽 날개의 받음각이 다른 날개보다 더 커짐  $\rightarrow L_1 > L_2$
- 경사각을 줄이는 방향의 롤모멘트 생성 (그림 (c))

## ▶ 하반각 (Anhedral)의 경우 반대효과

# 조종원리

## 1891 Otto Lilienthal (1848-1896)

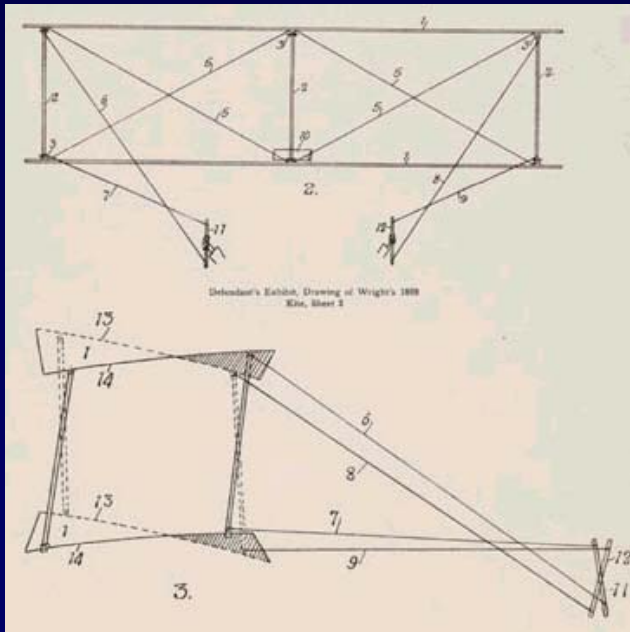


- ▶ The first person to design a glider that could fly a person and was able to fly long distances. - the first safe, multiple gliding flights in history.
- ▶ His gliders were controlled by changing the centre of gravity by shifting his body, much like modern hang gliders.



# The Wright Brothers :

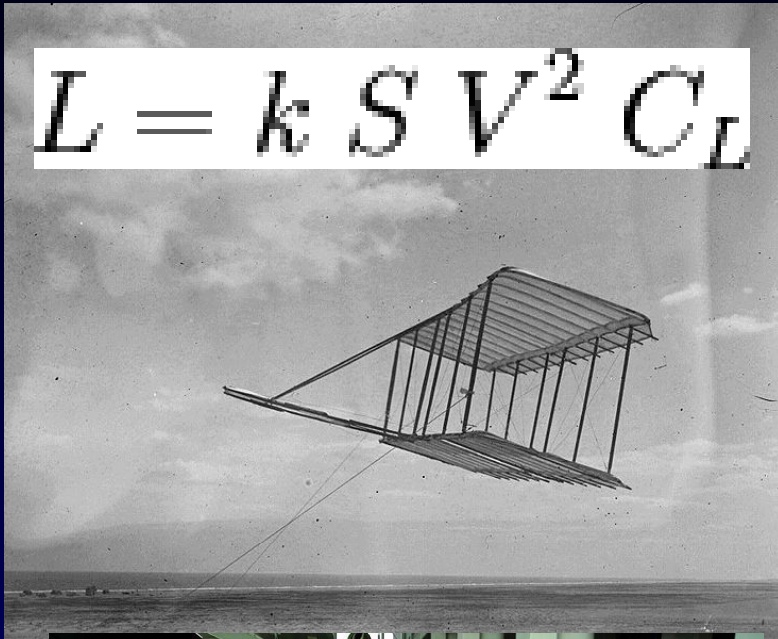
## Wilbur (1867-1912) Orville (1871-1948)



- ▶ In 1896, Langley successfully flew an unmanned steam-powered model aircraft. Chanute brought together several men who tested various types of gliders over the sand dunes along the shore of Lake Michigan. Lilienthal was killed in the plunge of his glider.
- ▶ Thought a reliable method of pilot control was the key to successful—and safe—flight
- ▶ Based on observation, Wilbur concluded that birds changed the angle of the ends of their wings to make their bodies roll right or left. The brothers decided this would also be a good way for a flying machine to turn.
- ▶ Equally important, they hoped this method would enable recovery when the wind tilted the machine to one side (lateral balance).

# 1900-1901 Gliders

$$L = k S V^2 C_L$$



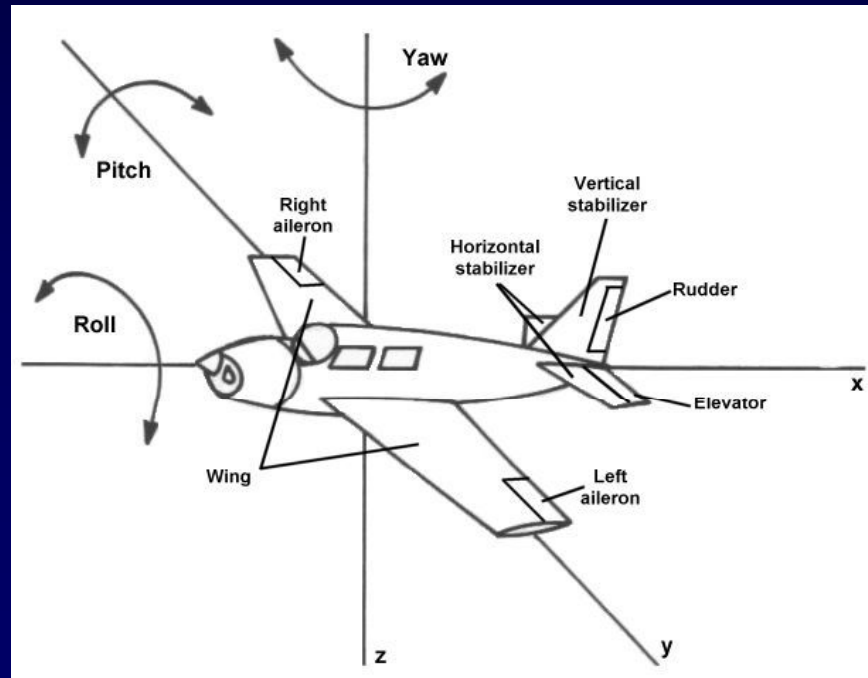
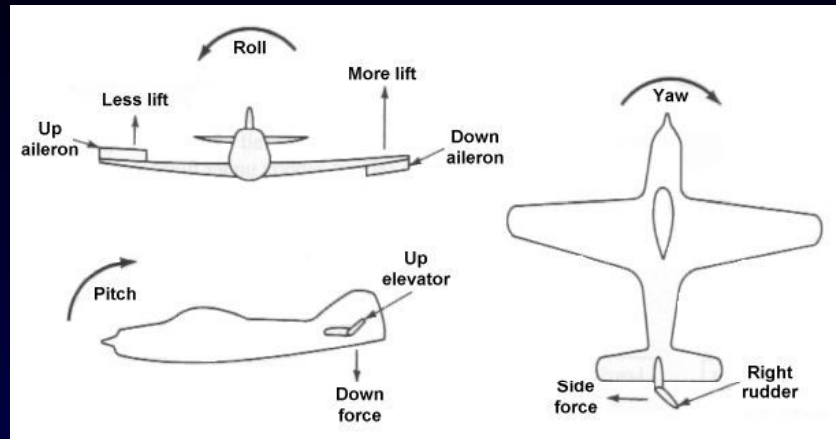
- ▶ The Wrights performed basic wind tunnel tests on 200 wings of many shapes and airfoil curves, followed by detailed tests on 38 of them.
- ▶ An important discovery was the benefit of longer narrower wings: wings with a larger aspect ratio (wingspan divided by chord—the wing's front-to-back dimension).

# 1902 Glider



- ▶ They hinged the rudder and connected it to the pilot's warping "cradle", so a single movement by the pilot simultaneously controlled wing-warping and rudder deflection
- ▶ During September and October they made between 700 and 1,000 glides, the longest lasting 26 seconds and covering 622.5 feet (189.7 m).

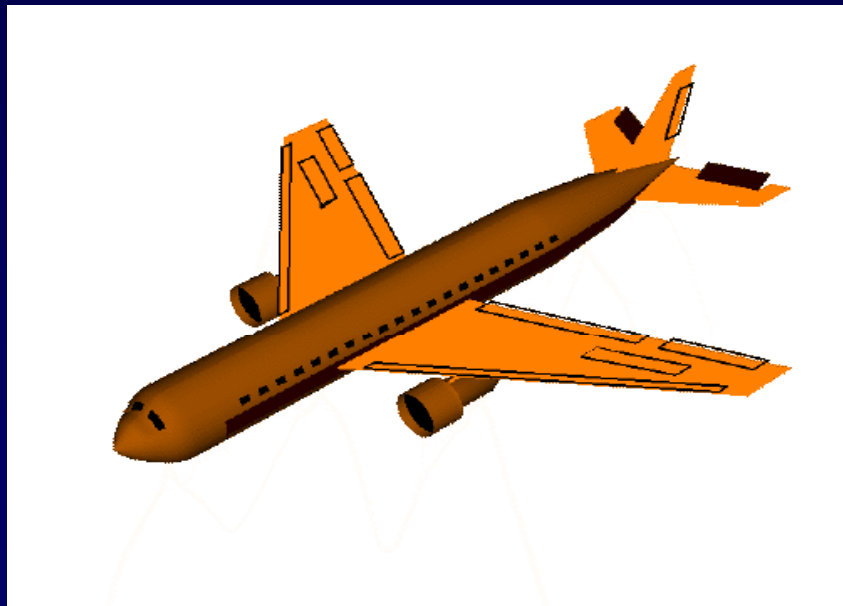
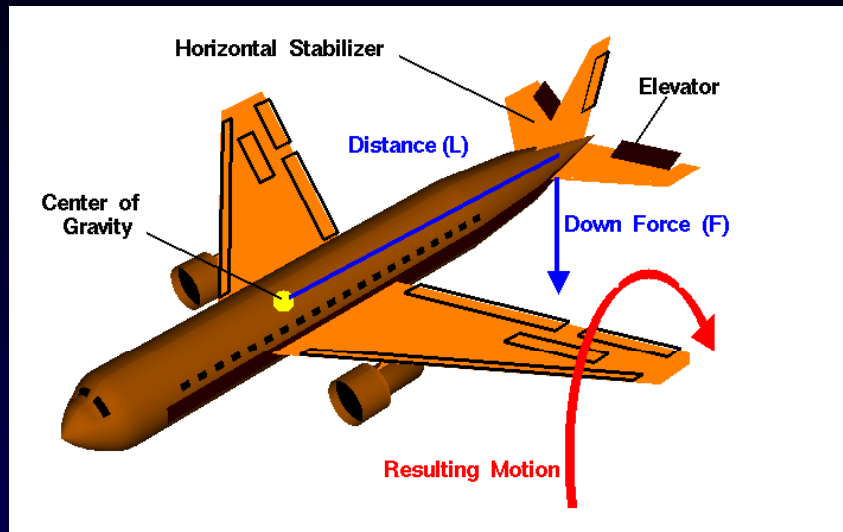
# Three-axis control



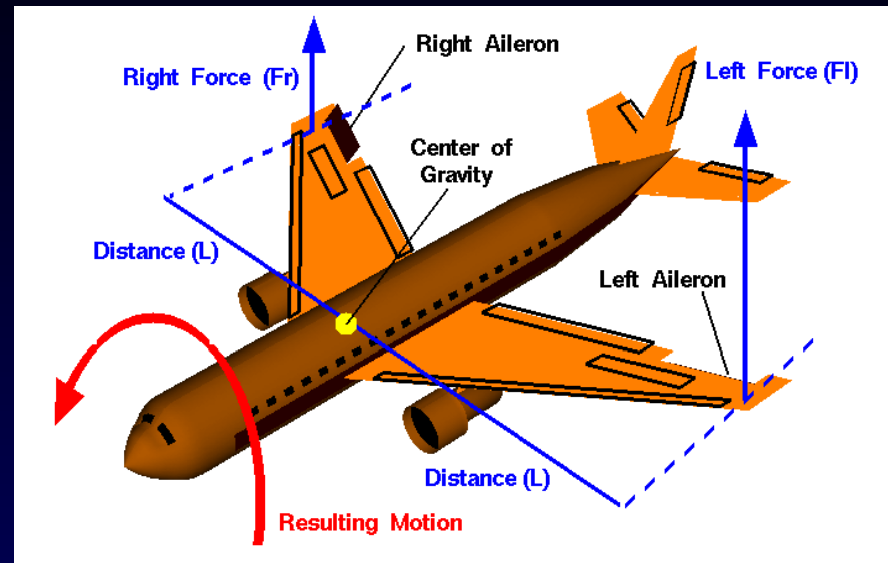
- ▶ wing-warping for roll (lateral motion), forward elevator for pitch (up and down) and rear rudder for yaw (side to side).
- ▶ In March 1903, the Wrights applied for the patent for a "Flying Machine", based on their successful 1902 glider.
- ▶ Some believe that applying the system of three-axis flight control on the 1902 glider was even more significant, than the addition of power to the 1903 Flyer.



## 피치 조종 (Elevator)



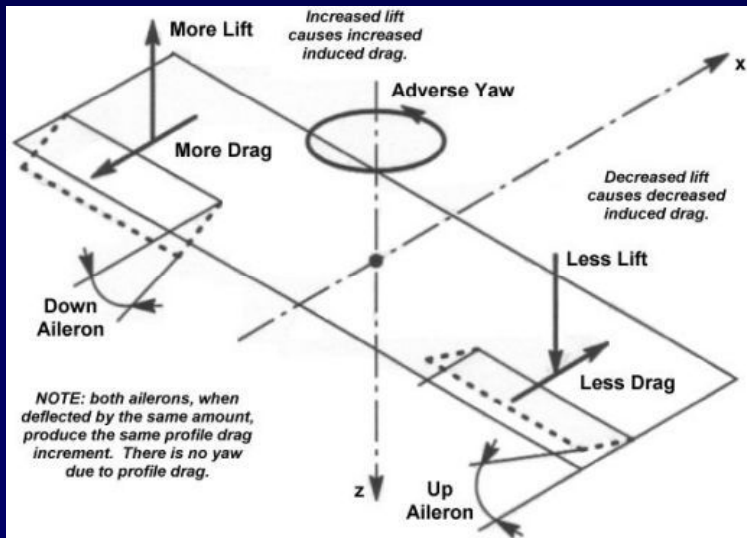
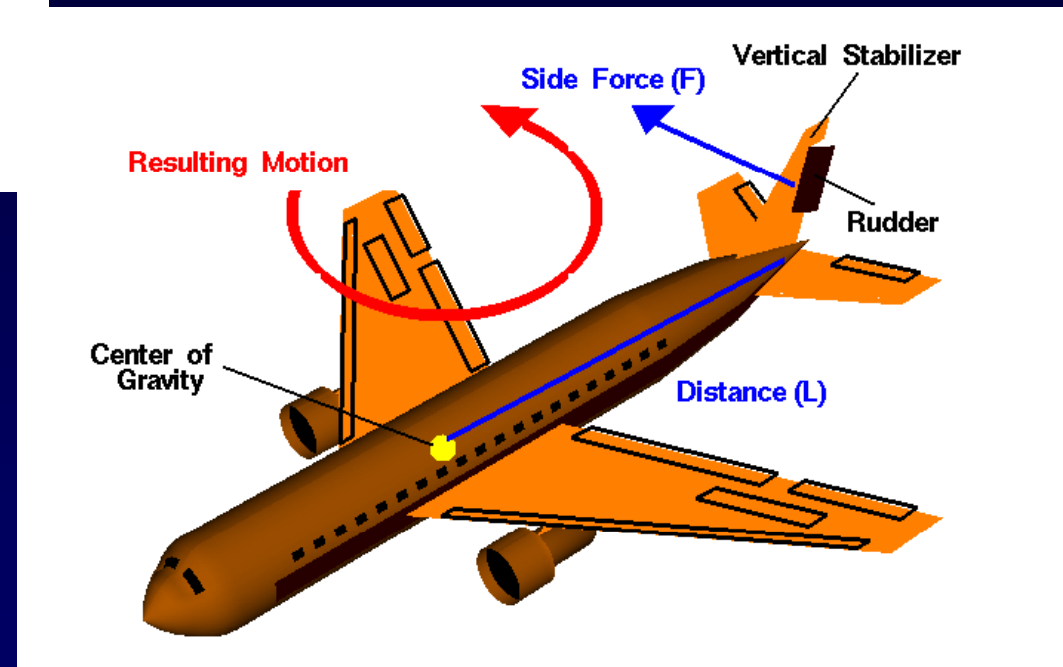
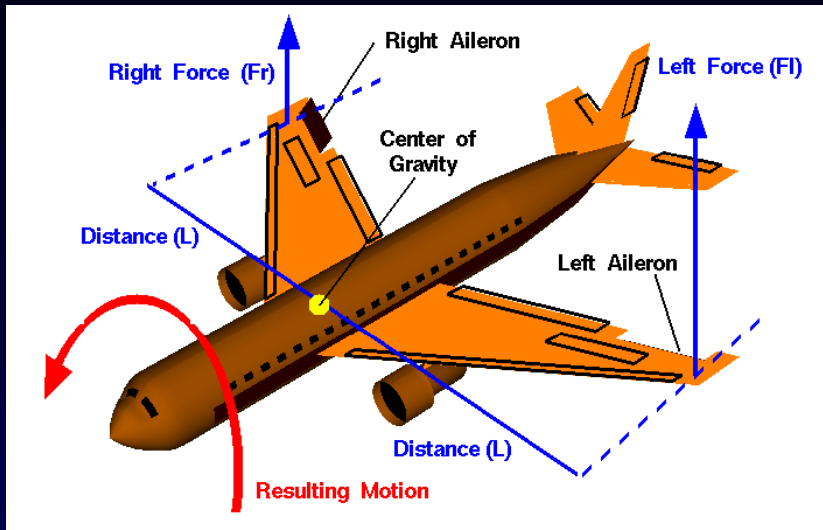
## 롤 조종(Aileron)





# Aileron, adverse yaw & rudder

- ▶ 선회시 역요를 없애기 위해 에일러론 대신 스포일러를 사용하기도 함



# 무인비행로봇과 제어

# 무인비행로봇이란

- ▶ **Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Unmanned Aircraft System (UAS), Unmanned Aircraft Vehicle System (UAVS)...**
- ▶ 인간 조종사가 탑승하지 않고 원격 조종(RC)되거나, 또는 자율적으로 비행하면서 다양한 임무를 수행한다.
- ▶ 사람에게 위험하거나 비효율적인 일, 단조롭거나 사람이 기피하는 업무를 수행할 수 있도록 고정익, 헬리콥터 등의 다양한 형태와 크기의 **UAV**들이 개발되고 있다.



미 공군에서 사용하는 Global Hawk

Northrop Grumman 개발,

날개 폭 35.4 m

총 중량 10,400 kg

대당 US\$123.2 million

터보 엔진 추력 31.4 kN,

하루에 100,000 km<sup>2</sup>까지 정찰 가능

체공시간: 36시간

항속 650km/h

고도 20 km



# UAV의 종류와 역할

▶ 역할, 비행 고도, 체공 시간, 크기 등의 다양한 기준에 의해 분류됨.

▶ 활용

- 사격 훈련용 목표물이나 미사일 대용
- 정찰
- 전투 방어 및 공격
- 물자 수송
- 원격 탐사
- 연구 개발
- 민간 이용

**Honeywell Kestrel**



**Honeywell OAV**



**Micro Mechanical Flying Insect**



**Global Hawk**



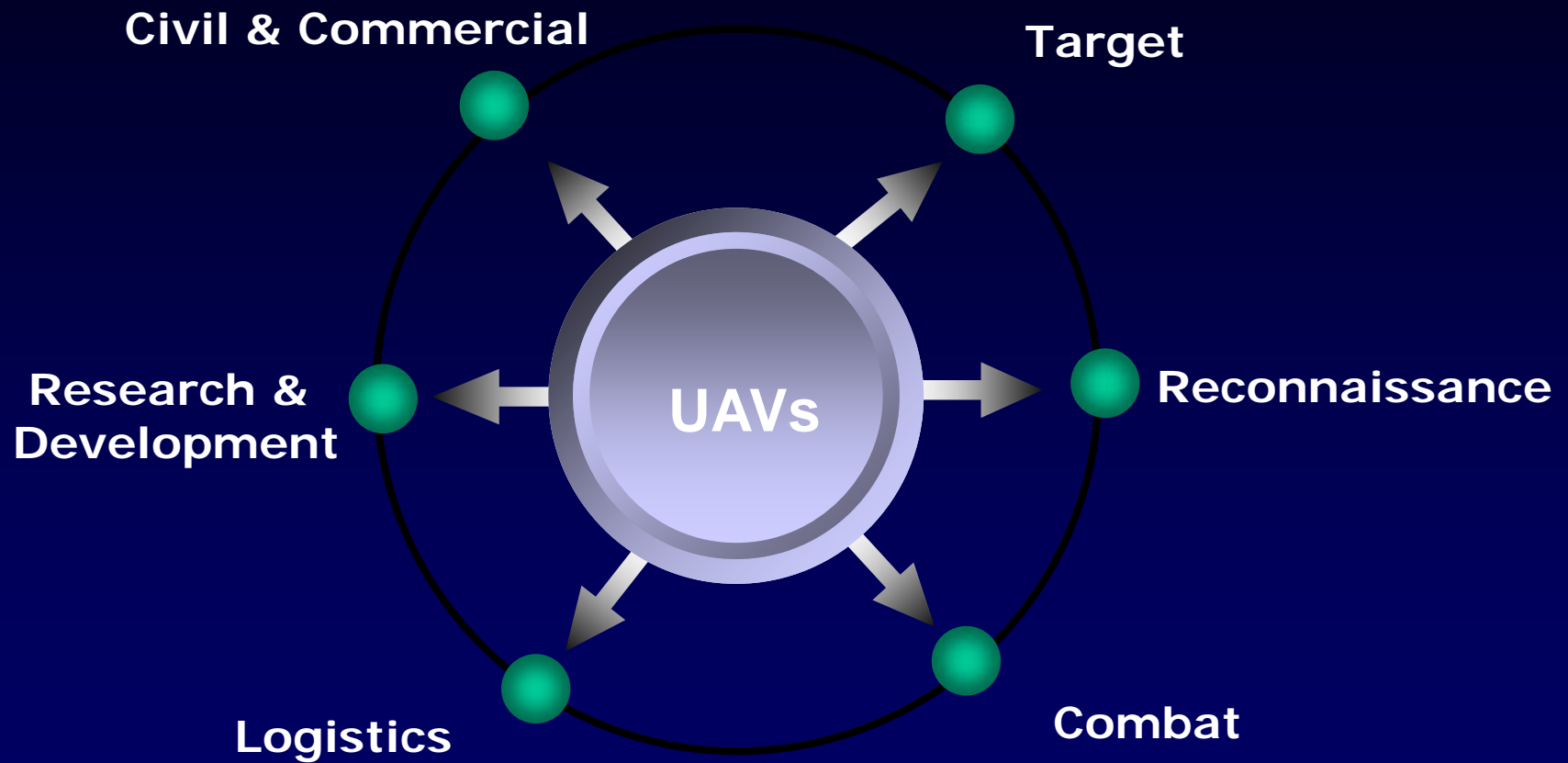
**Predator**



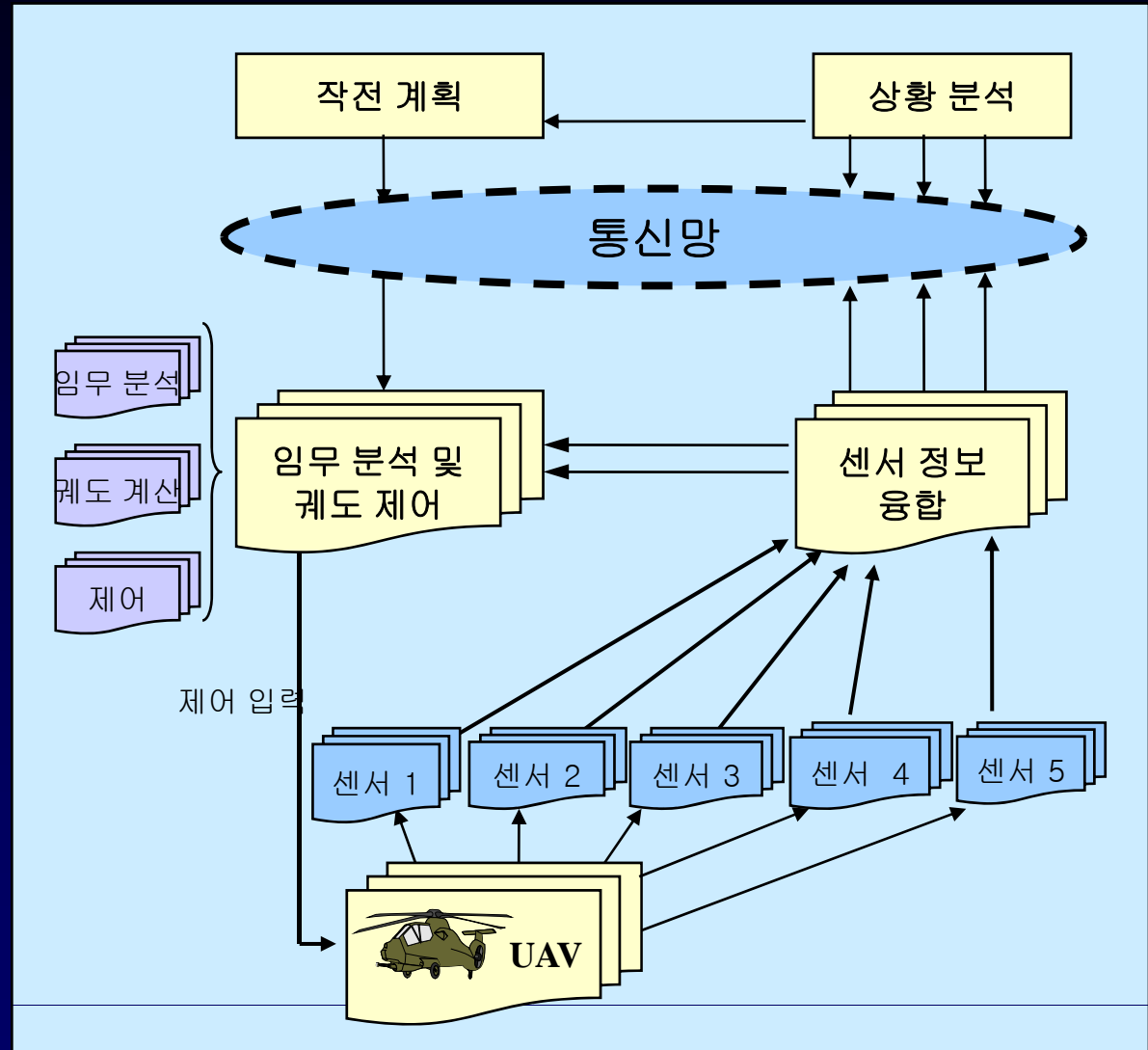
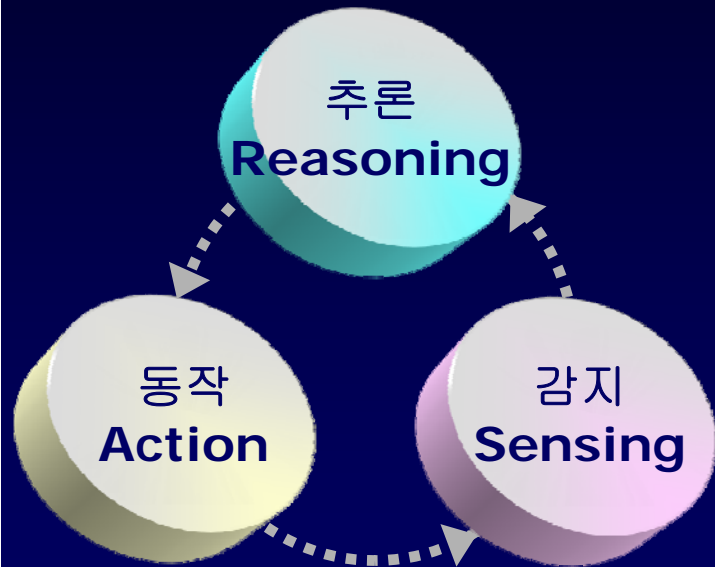
**Fire Scout**



# UAV의 활용 분야



# 무인비행기 제어 시스템의 구성



# 항법, 유도, 제어 (GNC)

## ▶ 항법 (Navigation)

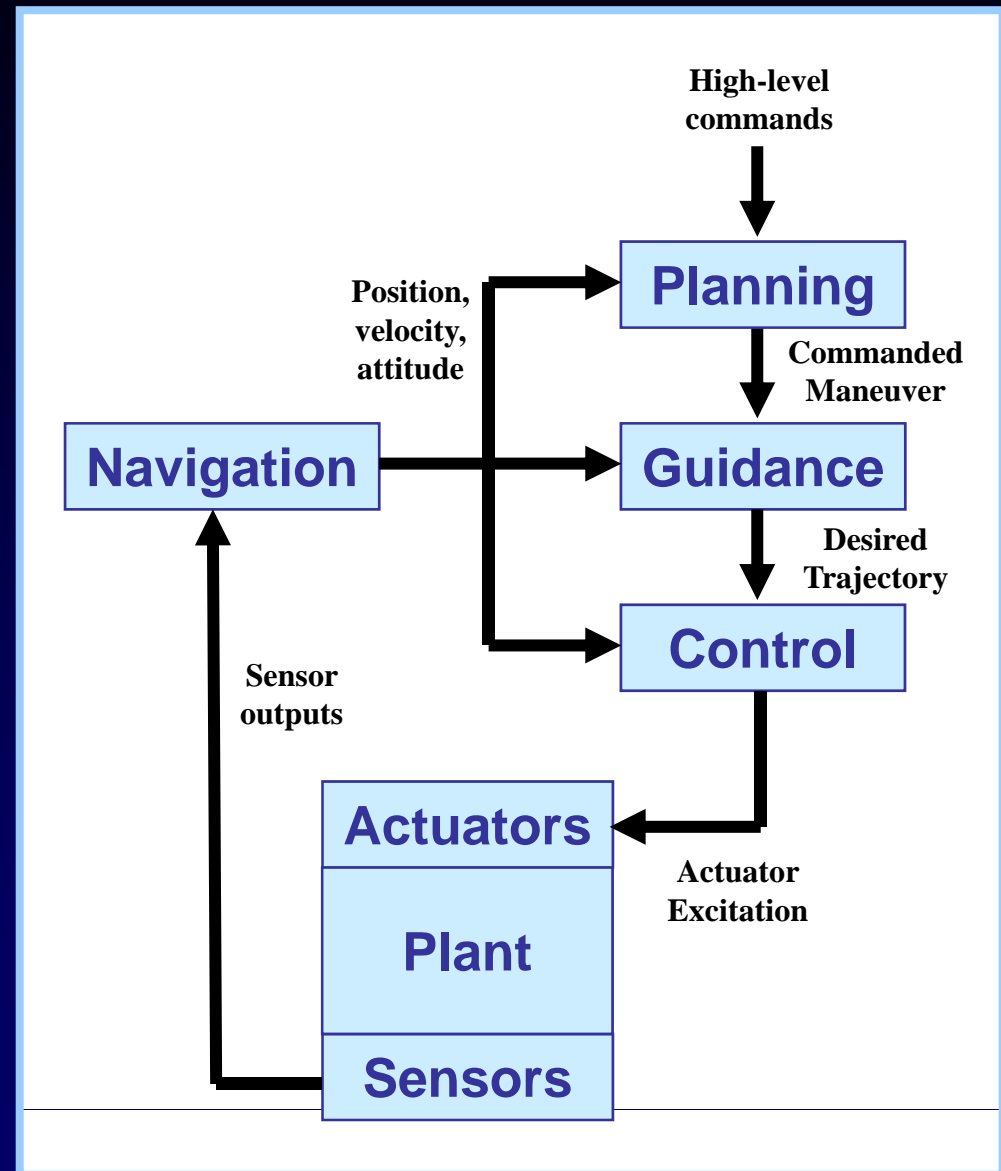
1. To accurately determine position and velocity relative to a known reference
2. To plan execute the maneuvers necessary to move between desired locations (넓은 의미)

## ▶ 유도 (Guidance)

- To directing the motion of something or the course of a projectile

## ▶ 제어 (Control)

- To exercise restraining or directing influence



# 항법에 사용되는 센서들

## ▶ 위성항법장치 (**GPS : Global Positioning System**)

- 위성으로부터 오는 신호를 수신, 판독하여 위치, 속도, 시간 정보 제공
- 장점: 운용함에 따라 오차가 증가하는 INS와는 달리 오차가 일정함. 비교적 소형, 저가.

## ▶ 관성항법장치 (**INS : Inertial Navigation System**)

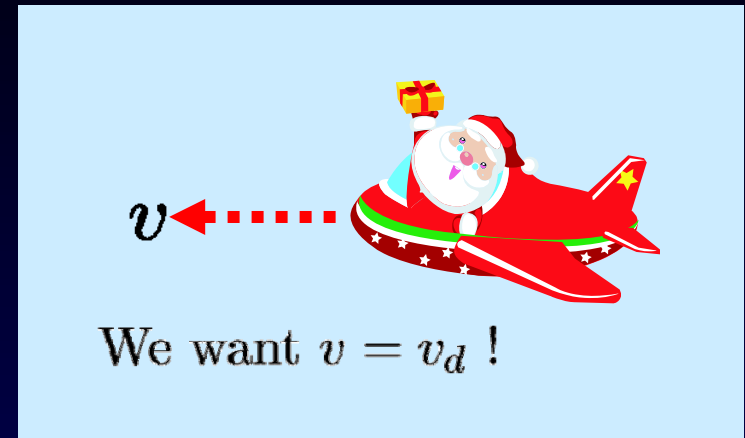
- 자이로스코프는 기준좌표를 설정, 본체 진행방향을 계측
- 가속도계는 진행방향으로의 가속도를 감지
- 내장된 컴퓨터는 자이로스코프와 가속도계에서 감지한 각가속도·가속도 등을 종합계산, 차체의 위치·속도·자세 정보를 제공
- 장점: 외부 도움 없이 자신의 위치를 결정할 수 있는 특성으로 지형·기상 등에 영향을 받지 않으며 GPS로 구현이 곤란한 자세정보까지 얻을 수 있음. 전파방해(Jamming)를 받지 않음.

## ▶ 각각의 단점을 최소화하기 위해 최근에는 **GPS**와 **INS**를 연동시켜 위치를 보정하는 형태로 발전

## ▶ 그 외 초음파 센서, 레이저, 고도계, 나침반, 영상센서 등

# 제어기가 완성되기까지

1. 물리 법칙, 측정 실험 등을 통한 인식 (**identification**)
2. 제어법칙 설계 (**control law design**)
3. 예비 실험 (**simulation**)



We know that

$$F = ma = m\dot{v} . \quad (1)$$

Let

$$F = m\dot{v}_d - c(v - v_d) . \quad (2)$$

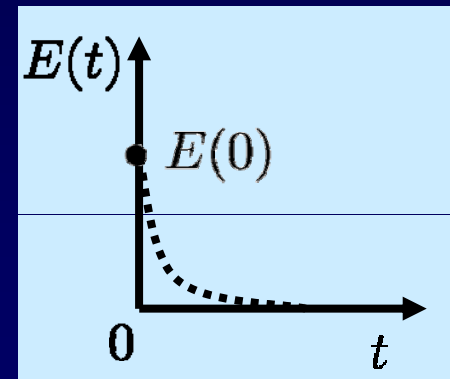
Then from (1) and (2),

$$m(\dot{v} - \dot{v}_d) + c(v - v_d) = 0 \quad (3)$$

Let  $v - v_d = E$ , then (3) becomes

$$m\dot{E} + cE = 0 . \quad (4)$$

(4) gives  $E(t) = E(0) \exp^{-\frac{c}{m} t}$ .



# 비행제어 예제



## 1. Identification

- ▶ Newton-Euler 운동방정식 작성
- ▶ 조종사의 입력과 센서 데이터 측정 기록 활용

## 2. Control law design

- ▶ 모델에 적합한 다양한 제어기법 적용
- ▶ 비선형 제어, 인공지능 등 다양한 이론

## 3. Simulation

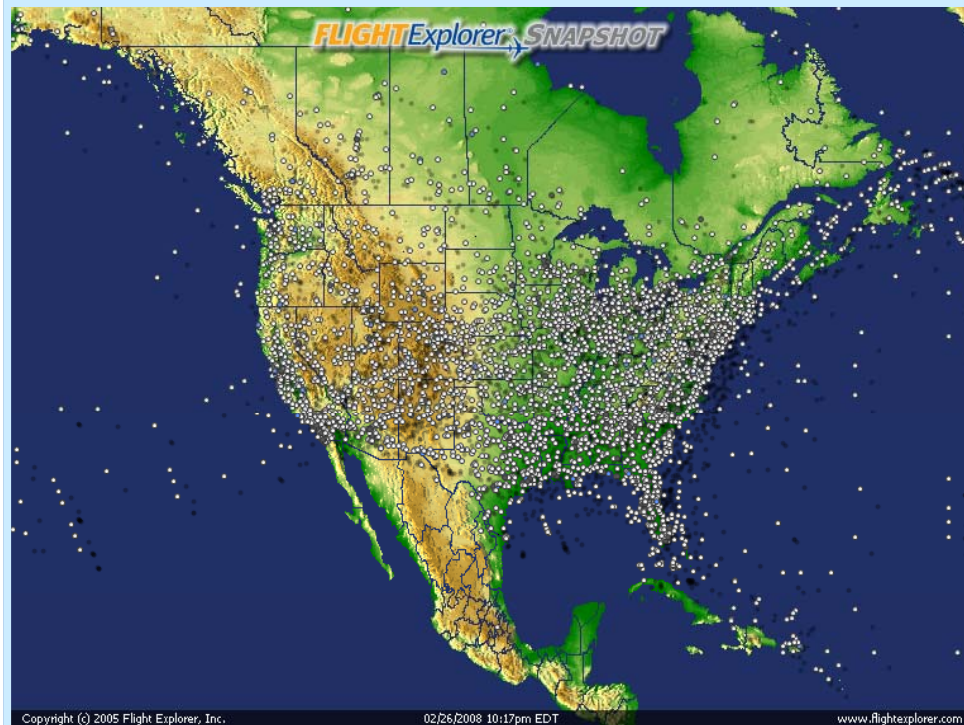
- ▶ Matlab plots
- ▶ 지상 Hardware tests

## 4. Flight tests !



# Air traffic control

## NATCA snapshot



search site web MSN Home Mail featuring Today Show Nightly News Dateline Meet the Press MSN

Travel / News

Categories

U.S. news  
World news  
Politics

## U.S. air traffic controller force in crisis

As congested skies continue, staffing crisis 'has industrywide consequences'



Paul M. Walsh

Controllers at the busy Cleveland Air Route Traffic Control Center at Oberlin, Ohio monitor their screens. NATCA, the U.S. controllers' union, says the system is now in crisis, with large-scale retirements of controllers and insufficient hiring of replacements by the FAA producing a situation whereby there are no longer enough experienced controllers to handle traffic safely in four of the busiest areas of the U.S. Controller fatigue is now a major issue, according to NATCA.

By Blair Watson

Aviation  
updated 4:59 p.m. ET Jan. 30, 2008

Higher-than-forecasted air traffic controller retirements and total controller attrition over the past few years have left the United States with the lowest number of fully trained and certified controllers since 1992, according to the National Air Traffic Controllers Association.

By the end of 2007 there were 11,250 fully qualified controllers working at the Federal Aviation Administration's 314 facilities. In 2006, there were 11,706, and in 1992, 10,696. According to NATCA, since 2004 the FAA has significantly underestimated the number of controllers who will retire, and this has contributed to the current controller shortage.

Earlier this month, NATCA President Patrick Forrey said that remaining veteran controllers no longer can handle peak volumes in Atlanta, Chicago, **New York** and Southern California safely. Forrey indicated that a controller

### Aviation.com

Bombardier Starts Offering C-Series Airliner  
Etihad Readies for Major Expansion  
SkyTeam to Streamline Heathrow Check-In  
Upmarket Eos Ready to Double in Size  
Northeast Weather Affects Air Travelers

### Your weather

Your forecast  
Click to see the weather outlook for your destination



### FIRST PERSON



Most romantic trips  
Msnbc.com readers share photos of romantic places around the world.





Any Questions?

