

# 음성지시 기반 항공기 이륙 시스템의 구현

## Realization of Aircraft Takeoff Systems Based on Voice Instructions

양청일\*, 전병규\*, 임상석\*

Chung-II Yang\*, Byung-Kyu Jun\* and Sang-Seok Lim\*

### 요 약

본 논문에서는 UAV를 포함한 모든 항공기를 위한 음성지시기반의 새로운 이륙시스템의 구현을 제안한다. 본 이륙제어 시스템은 음성인식, 환경결정, 명령수행으로 구성된다. 음성인식기술을 도입함으로써 제안된 이륙 시스템은 조종사에게 단순화된 이륙과정과 더욱 신뢰할 수 있는 편리한 이륙제어 수단을 제공한다. 이 새로 제안된 음성인식기반 이륙 시스템은 이륙과정에서 발행할 수 있는 조종사 실수나 출발지연과 같은 문제를 감소 시킴으로써 사고를 예방할 수 있고 궁극적으로는 항공안전에 크게 기여할 수 있다는 장점을 갖는다.

### Abstract

In this paper, we propose a voice instruction-based takeoff system for aircraft including unmanned aerial vehicle (UAV). The system consists of voice recognition (VR), flight state checking and instruction (command) execution. Employing VR technology, the proposed takeoff system can provide simplified and more reliable takeoff procedures to pilots. By virtue of the VR-based system it is expected that human errors during takeoff phase can be reduced and further navigation safety can be improved.

Key words: Voice Recognition, Voice Instructions, Aircraft Takeoff Systems

### I. 서 론

최근 항공 여객의 수가 급격히 증가함에 따라 항공기의 운항횟수도 증가되고 있으며, 조종사의 수요 또한 크게 증가되고 있다. 한편, 조종사의 훈련에는 긴 시간이 필요하므로 조종사 부족 현상은 당분간 지속될 전망이다. 본 연구에서는 조종사의 교육에 필요한 시간을 줄일 수 있는 한 가지 방안으로 음성인식

기반의 새로운 이륙 제어시스템의 구현을 제안한다. 이륙 단계는 전체비행 7단계 중 두 번째 단계이며, 매우 복잡한 절차로 구성된다[2]. 음성인식을 사용하여 이륙 단계의 여러 절차를 효과적으로 수행할 수 있다면 다른 모든 비행 구간도 동일한 방법으로 처리할 수 있으므로 조종사의 부담을 덜어주는 것은 물론 새로운 시스템에 대한 교육이나 훈련에도 유용하게 사용할 수 있다는 장점이 있다.

\* 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부(School of Avionics, Telecommunication and Computer Engineering, Korea Aerospace University)

· 제1저자 (First Author) : 양청일

· 투고일자 : 2008년 11월 26일

· 심사(수정)일자 : 2008년 11월 28일 (수정일자 : 2008년 12월 8일)

· 게재일자 : 2008년 12월 30일

음성인식 기술은 현재 한국전자통신연구소의 자동 통역시스템, 한국통신의 증권정보 안내시스템, 삼성전자의 음성구동 퍼스널 컴퓨터, 음성구동 휴대폰(삼성, LG), 음성메모장치(공성통신)등 다방면에서 활용되고 있다. 항행관련 분야에서는 선박의 운전시스템에 음성인식을 적용하여 선박의 안전한 항해를 제안하였다[1]. 또 항공에 이용된 사례로는 ATC(항공관제)[6] 및 ATC 시뮬레이션[7], 그리고 최근에는 영국 군용 Gazelle 헬기의 조종[8]에 시도된 것 등이 있다. 이 사례에서는 대부분 음성인식과 구성의 오류 비율에 대한 내용에 초점을 맞추고 있다. 항공기 조종에 대한 음성인식 기술적용은 아직 시도된 바가 없다. 따라서 본 논문에서는 이러한 음성인식기술을 적용하여 항공기 운항에 있어서 보다 효율적이고 편리한 조종 환경을 제시하고자 한다. 더불어 이륙시 발생 가능한 사고나 출발지연과 같은 어려움을 본 제안 시스템을 통해 개선하는 효과도 기대할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 제2장은 항공기 이륙 단계와 음성인식 시스템에 대해 기술한다. 음성인식 기반의 이륙 시스템 구현을 위한 구체적인 절차와 방법은 제3장에서 기술하고, 제4장에서 시뮬레이션을 통하여 새로 제안된 이 시스템의 구현에 대한 효과를 예증한다. 제5장에서 결론을 맺는다.

II. 항공기 이륙 단계와 음성 인식 시스템

항공기의 운항 단계는 택시-진출(taxi-out), 이륙(takeoff), 상승(climb), 순항(cruise), 접근 (approach), 착륙(landing) 및 택시-진입 (taxi-in)의 7 단계로 이루어진다. 여기서는 이 중에서 이륙단계에 대해 검토하고, 음성인식 기반 제어시스템 구현에 대해 기술한다.

2-1 이륙 단계 구성

이륙 단계는 여러 가지 세부 과정으로 구성되는데, 그 내용은 표 1과 같다[2]. 관제교신 후 이륙의 승인에서부터 실제 비행기가 상승하기 전까지의 시간은 수 분 내에 이루어진다. 짧은 시간에 표 1과 같이 복

잡한 과정을 처리해야 하므로 안전성과 정확성이 절실히 요구된다. 실제 항공사고의 상당수가 비행기의 이·착륙시 발생한다[3]는 점을 감안할 때, 음성인식 기술을 기반으로 하는 이륙 시스템의 구현은 항공기의 안전 운항에 크게 기여할 수 있는 시스템의 개발이라 하지 않을 수 없다.

표 1. 이륙 단계의 절차

Table 1. Procedure of takeoff phase.

ORDERs of Take-off Procedure	
01	Release brakes
02	Align airplane with runway
03	thrust levers to approximately 70% N1
04	Push TO/GA switch
05	Verify correct takeoff thrust set
06	Verify 80 knots
07	Monitor airspeed
08	Rotate at VR and establish a positive rate of climb
09	Call for "GEAR UP" when positive rate of climb
10	Above minimum altitude for autopilot engagement – ENGAGE AUTOPILOT
11	Verify acceleration at acceleration height
12	Call for "FLAPS ___"
13	Verify climb thrust set
14	Call for "AFTER TAKE-OFF CHECKLIST"

이륙 절차를 음성명령으로 실행하려면 조종사가 수행해야 하는 각 절차를 음성지시(음성명령)로 대체해야 한다. 이를 위해 요구되는 명령을 구성하면 표 2와 같다. 이러한 이륙에 필요한 14단계의 절차는 음성지시를 사용하는 경우 5개의 음성명령으로 구성할 수 있다. 즉, 음성지시를 수행하려면 대상 시스템과 수행명령을 구분하여 구성해야 하는데 이륙 절차 수행에 필요한 수행명령은 표 2와 같이 모두 5개로 세분화된 명령으로 구성할 수 있다.

표 2. 이륙 과정의 Command-set

Table 2. Command-set of takeoff phase.

ORDERs of Take-off Procedure		COMMANDs
01	Release brakes	On/Off
02	Align airplane with runway	Check
03	thrust levers to approximately 70% N1	Adjust
04	Push TO/GA switch	On/Off
05	Verify correct takeoff thrust set	Check
06	Verify 80 knots	Check
07	Monitor airspeed	Check
08	Rotate at VR and establish a positive rate of climb	Check
09	Call for "GEAR UP" when positive rate of climb	Up/Down
10	Above minimum altitude for autopilot engagement – ENGAGE AUTOPILOT	Check
11	Verify acceleration at acceleration height	Check
12	Call for "FLAPS ___"	Step
13	Verify climb thrust set	Check
14	Call for "AFTER TAKE-OFF CHECKLIST"	Check

2-2 음성인식 시스템

음성인식 시스템은 현재 공개 소프트웨어인 SR (speech recognizer)을 사용하였다(그림1). 이 프로그램 [4]은 음성인식에 대한 학습이 가능하며 유효음성명령 (VVC: valid voice command) 판별에 결정적인 도움을 제공하지만 명령해석 (VVA: valid voice analysis) 부분은 VVC판별에 비해 취약하다. 동작방식은 음성명령(normal voice command)을 학습을 통해 유효화한 후 음성명령을 받을 때 이에 따라 VVC, VVA 판별 후 다음과정으로 명령을 전달하는 것으로 이루어진다.

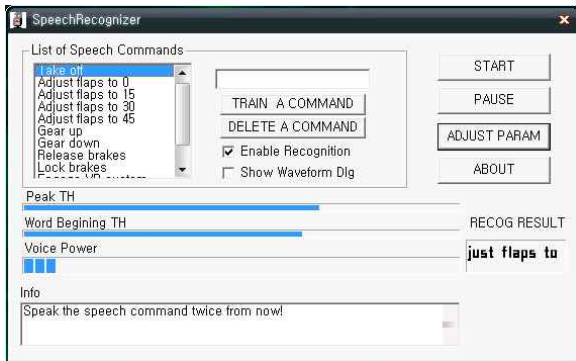


그림 1. 음성 인식기  
Fig. 1. Speech recognizer.

III. 음성인식기반 이륙 시스템 구현

본 논문에서 제안하는 음성지시 기반 이륙 시스템은 그림 2와 같이 음성지시단계, 환경검토단계, 명령수행단계로 구성된다. 각 단계는 각각의 세부적인 상세과정을 포함한다. 또한, VCCS(voice command control set)는 모든 시스템의 최상단에 위치하며, 조종사 음성지시를 수행하는데 필요한 VVC의 집합으로 구성된다. 각 단계의 기능은 다음과 같다.

3-1 음성 지시 단계

음성지시 단계는 명령자(조종사)로부터 받은 음성지시를 인식기를 통해 처리하는 과정이다. 이 단계는 각각 명령판단 및 명령해석으로 이루어진다.

3-1-1 명령판단

조종사 음성지시가 입력되면, 음성인식기로 유효음성명령(VVC)을 판단하는 과정이며 유효명령과 그렇지 않은 명령을 구분함으로써 명령의 타당성을 판단한다. 즉, 사전에 학습된 VCCS에 속하는 명령 이외의 음성명령을 차단함으로써 잘못된 명령 혹은 명령에 불필요한 대화로 인한 잘못된 동작을 방지한다.

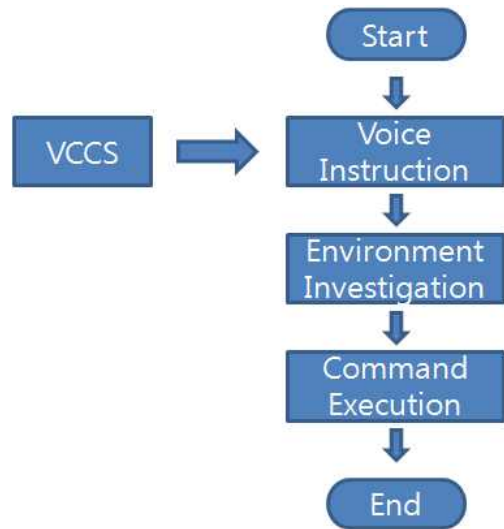


그림 2. 음성지시를 사용한 이륙시스템  
Fig. 2. VR-based takeoff system.

3-1-2 명령해석

유효명령에 대해 VVC를 추출하면 유효음성화자(VVA)를 판별하여 명령수행에 필요한 임무를 구체적으로 결정하는 과정이며 사전에 지정된 화자를 사용하여 명령을 재구성하는 절차이다.

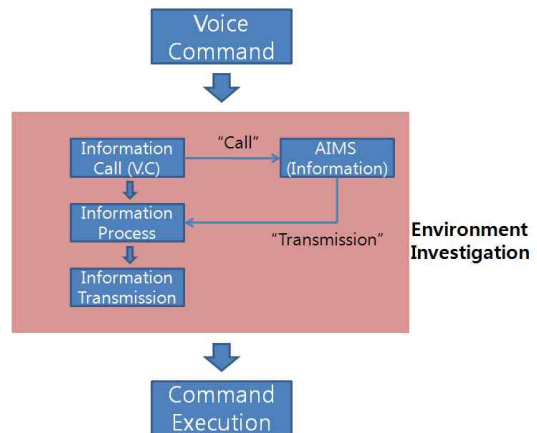


그림 3. 환경검토 단계  
Fig. 3. Environment investigation phase.

### 3-2 환경검토 단계

환경검토 단계는 그림 3과 같이 항공기로부터 명령 수행에 필요한 정보를 요청하여 제공받는다. 또한, AIMS(aircraft information management system)와 정보호출 및 전송과정을 지속적으로 유지한다.

#### 3-2-1 정보호출

음성지시 단계에서 처리된 명령을 기반으로 이 명령을 수행하기에 앞서 항공기의 비행상태를 확인하기 위해서 AIMS를 호출한다. AIMS는 현재 비행 정보 및 항공기 상태에 대한 데이터를 다음 단계인 정보처리 과정으로 전송한다.

#### 3-2-2 정보처리

AIMS에서 전송 받은 비행 정보와 정보호출 단계에서 처리된 음성지시를 사용하여 음성명령의 수행 여부를 결정한다. 명령수행이 필요하면 다음의 명령수행 단계로 전달하고, 수행 상에 문제발생이 예상되면 오류 메시지나 재확인 절차를 거치게 된다.

#### 3-2-3 정보전달

음성지시와 비행정보를 처리하여 실제의 실행 가능한 신호를 생성하여 명령수행 단계로 전달한다.

### 3-3 명령수행 단계

음성지시 단계에서 받은 음성명령과 환경검토 단계를 통해 얻은 비행정보에 따라 실제로 명령을 수행하는 과정이며 절차는 그림 4와 같다.

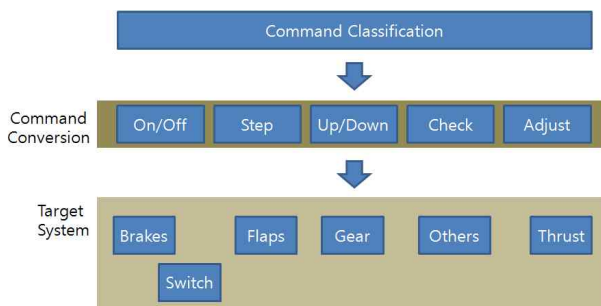


그림 4. 명령수행 단계  
Fig. 4. Command execution phase.

#### 3-3-1 명령분류

그림 4와 같이 이전 단계에서 전달된 실행 명령을 수행하기에 앞서 대상 시스템을 정하고 이에 적합한 정확한 구동 신호로 분류하는 과정이다. 즉, 실제하드웨어를 구동하는데 필요한 신호를 생성하여 비행 제어 컴퓨터 (AIMS)로 전송한다.

#### 3-3-2 명령전환

명령이 분류되어 해당 시스템에 대한 임무수행을 위하여 명령을 On/Off, Step, Up/Down, Check, Adjust 등으로 시스템 구동에 사용되는 신호를 생성하는 과정이다. 이것은 음성 인식된 명령을 비행제어 컴퓨터로 전달하기 위한 인터페이스와 같은 역할이다.

#### 3-3-3 실행, 갱신 및 보고

전환된 수행명령은 각 unit에서 실행된다. 실행결과에 따라 갱신되기도 하며 수행된 결과는 조종사에게 보고된다. 조종사에 대한 보고방식은 텍스트, 경보음, 음성 및 기타 현시장치 등으로 구성된다. 하나의 명령이 성공적으로 완료되면 상위 단계로 돌아가 다음 명령을 동일한 절차를 거쳐 수행한다.

### IV. 시뮬레이션

여기서는 이륙 단계 14 과정 중 가장 중요한 5가지 명령인 On/Off, Up/Down, Step의 수행을 시뮬레이션을 통해 검증한다. 음성 지시에 따른 해석과정과 명령에 대한 환경검토 및 명령 수행으로 나누어서 관찰하며, 명령수행 결과도 확인한다.

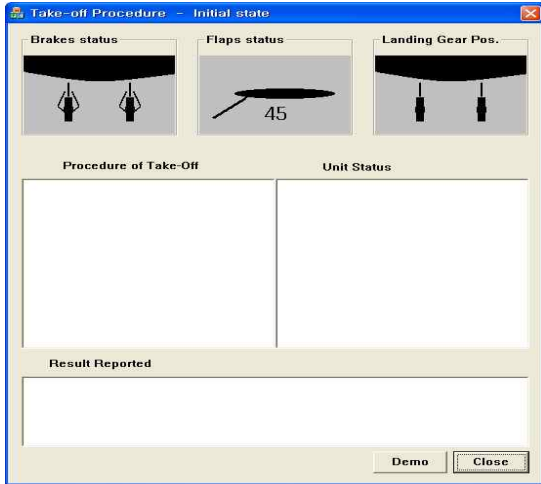
#### 4-1 초기상태

그림 5.a는 항공기가 이륙을 준비하는 단계에서 “이륙”전의 초기상태 화면을 보여준다. 이 그림의 중앙 좌측의 “Procedure of Take-off” 창에는 현재 항공기의 비행단계 전체과정이 목록으로 현시된다. 우측의 “Unit Status” 창은 각 단계에서 동작하는 unit의 상태정보가 현시된다. 하단의 창은 명령에 의해 이루어진 결과를 나타내며 확인에 사용된다. 그림 5.b는 항공기가 이륙하기 위하여 택시-진출 상태에서 활주로에 위치한 모습이다[5]. 그림 5.c는 이륙전의 조종석의 해당 장치의 상태를 나타낸다. 이륙 준비를 위해

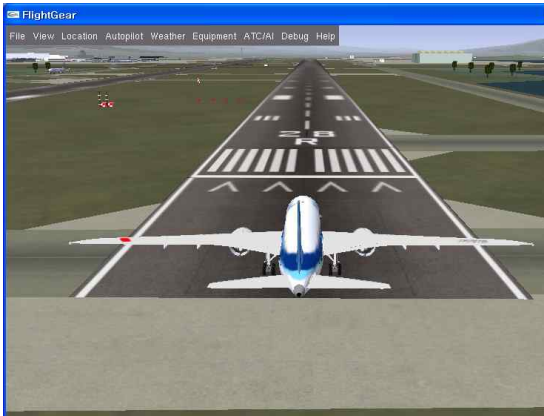
그림과 같이 brakes-ON, flaps 45를 설정한다.

4-2 On/Off 명령수행

그림 5.b의 상단의 3개의 항공기 상태 창과 그림 5.c의 parking brake PULL을 보면 현재 brakes가 잠긴 상태임을 알 수 있다. 이제 음성명령으로 “브레이크 해제” 지시를 내리면 brakes를 풀어주게 된다. 그림 6.a는 이러한 첫 동작이 이루어진 상태를 나타내며, “Unit status” 창의 리스트에 brake가 locked에서 unlocked로 변경(즉 명령 수행)되었음을 보여준다. 그림 5.a와 그림 6.a 상단의 “Brakes Status” 창을 비교하면 비행기 landing gear의 외부적인 상태 변화를 직접 확인할 수 있다. 수행결과 보고 (Result Reported) 창에는 결과에 대한 보고사항을 나타내 준다. 또한, 그림 6.b, 및 6.c는 시뮬레이션 상에서 수행 전후 Brakes 상태에 대한 조종석의 실제 장치의 상태 변화를 보여준다. 이와 마찬가지로 TO/GA switch 역시 같은 방식으로 처리된다. Check 명령은 지면부족으로 여기에는 생략한다.



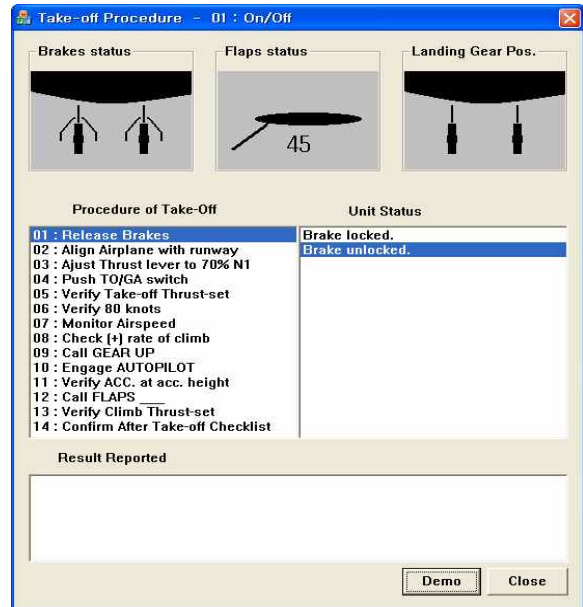
(a) Initial screen



(b) Aircraft of taxi-out mode



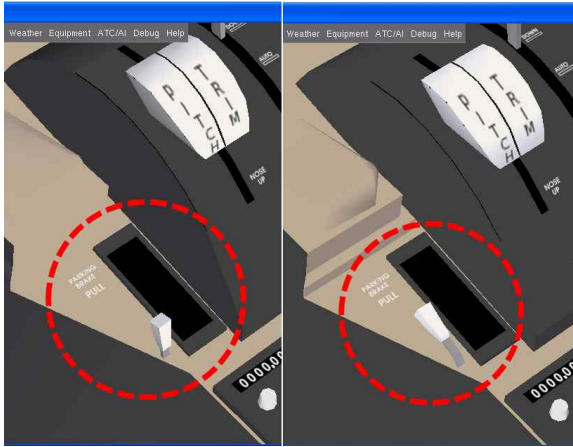
(c) Throttle, brake, flap and gear of taxi-out mode



(a) On/off command execution

그림 5. 항공기의 초기 상태  
Fig. 5. Initial status of aircraft

1) 그림 5.b, 및 이하 그림 5.c, 6.b, 7.b, 7.c, 8.b 는 참고문헌 [5]에서 인용.



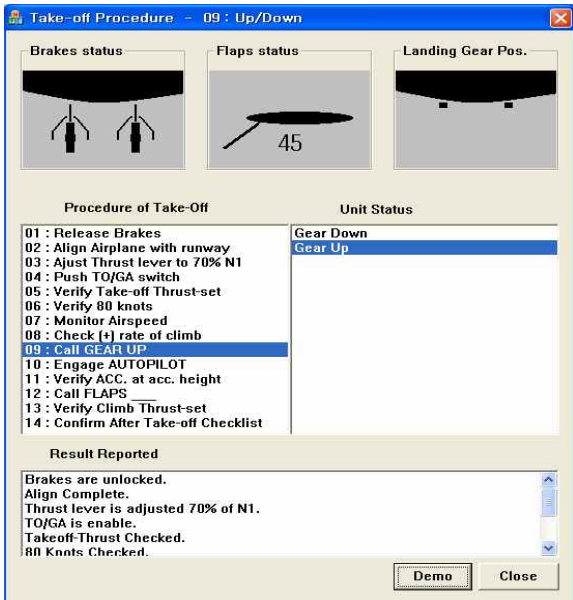
(b) Brakes on, (c) Brakes off

그림 6. On/off 명령 수행

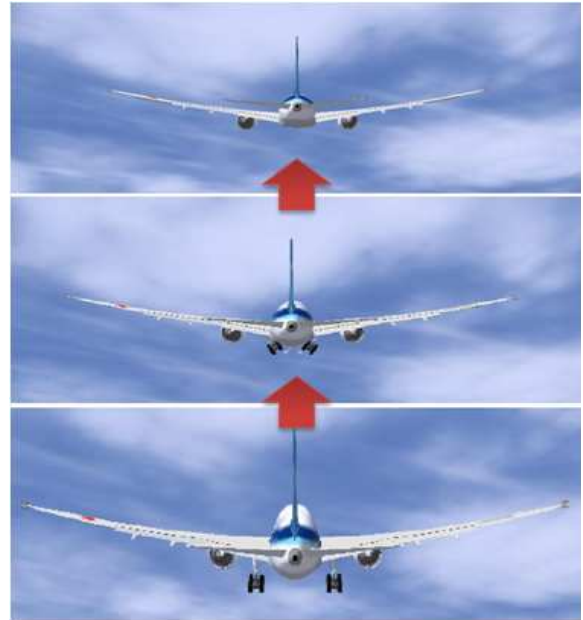
Fig. 6. On/off command execution.

4-3 Up/Down 명령수행

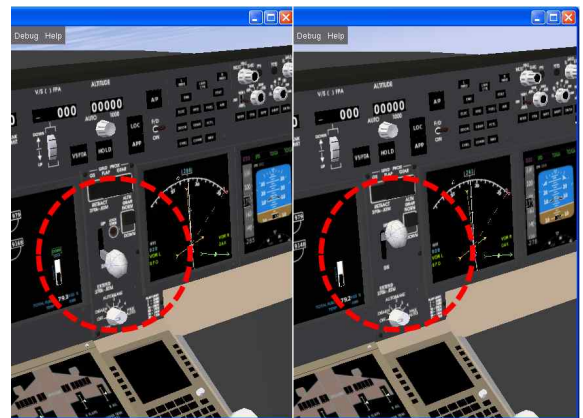
Landing gear를 펴거나 접기 위한 명령이행은 기어 상태 확인과 명령수행으로 구성된다.



(a) Gear up/down



(b) Landing gear operation check



(c) Gear down, (d) Gear up

그림 7. Up/down 명령 수행

Fig. 7. Up/down command execution

그림 7.a의 “Landing Gear Pos.”과 “Unit Status” 창에서 기어 동작 상태의 확인이 가능하다. 그림 7.b는 gear-up 명령이 시뮬레이션에서 수행되는 과정을 구분 동작으로 보여준다. 그림 7.c는 조종석 내부의 landing gear의 동작을 보여준다.

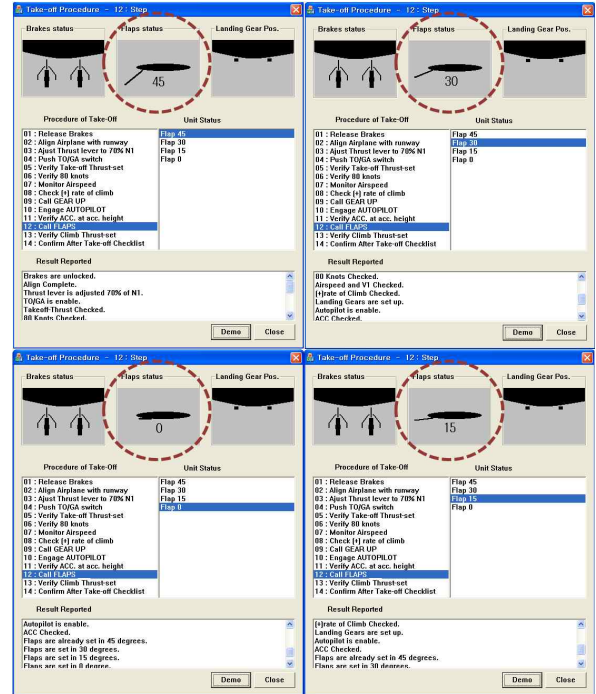
4-4 Step 명령수행

실제 flaps는 총 7단계로 구분(0, 1, 5, 10, 15, 30, 45도)하여 실행되지만, 본 논문에서는 편의상 0, 15, 30, 45도의 4단계로 구분하여 시뮬레이션 하였다. 그림

8. a는 이 Step 명령수행 과정을 각각 flaps 45도(full expansion), 30도, 15도 그리고 0도(folded) 상태로 구분하여 수행하는 것을 보여준다. 동시에 이 화면에는 flaps의 상태와 명령수행 결과도 나타내준다. 또, 그림 8. b는 이 명령수행 결과로서 항공기에서 실제 상태를 보여준다.

4-5 결과 요약

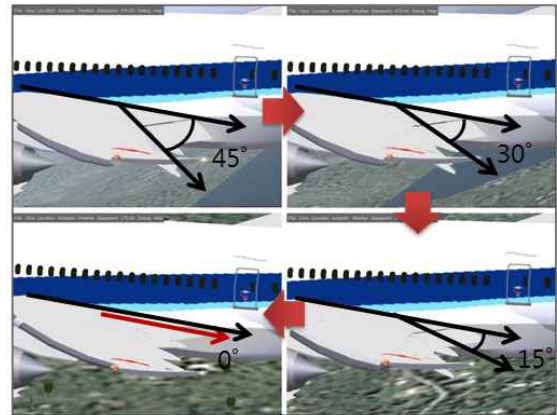
본 절에서는 이륙 단계에 대한 주요 과정을 음성 인식 기반의 음성명령을 사용하여 수행하는 과정을 보여줌으로써 이륙단계 각 세부절차를 효과적으로 수행하고 그 수행과정을 상세하게 감시 및 점검할 수 있다는 것을 확인하였다. 또한, 이 결과를 보면 전체 비행 구간에 걸친 음성명령 기반의 명령수행이 가능하다는 것을 예측할 수 있다.



(a) Step command execution

V. 결 론

본 논문에서는 음성인식기술을 적용한 항공기 이륙 시스템을 구현하기 위한 새로운 방법을 제시하고 시뮬레이션을 통하여 전 과정을 예증하였다. 이륙 단계를 수행하기 위해서 음성인식, 환경검토, 명령수행으로 구분하고 각 단계에 상응하는 명령을 처리하는 과정을 상세하게 제시하였다. 또한, 항공기의 비행상태와 명령수행 과정 및 그 결과를 직접 확인할 수 있도록 단계별 점검 및 보고 기능을 추가하였다. 이를 통하여 궁극적으로는 이륙시 발생 가능한 문제를 최소화하여 사고를 예방하는데 도움을 줄 것으로 보인다. 현재 전 비행 구간에 대한 연구가 진행 중이며 나아가 실제 적용을 위한 방안도 고려 중이다.



(b) Actual flaps states

그림 8. Step 명령 수행  
Fig. 8. Step command execution

참 고 문 헌

- [1] K.Y. Seo, S.W. Oh, S.H. Suh, G.K. Park, *Intelligent Steering Control System Based on Voice Instructions*, International Journal of Control, Automation, and Systems, Oct 2007.
- [2] *747-400 Operation manual, Model 747-48EB/BC/F*, Boeing, April 1991.
- [3] *Airliner Accident Statistics*, Aviation Safety Network,

Jan 2007.

- [4] 서용호, "Speech Recognizer Ver 1.0" 소프트웨어, Kaist, 2003.
- [5] Curtis L. Olson 외 다수, "Flight Gear v1.0.0" 소프트웨어, Mar. 2008
- [6] Alicia Lechner, Patrick Mattson, Kevin Ecker, *Voice recognition: software solutions in real-time ATC workstations*, Aerospace and Electronic Systems Magazine, IEEE, Vol. 17, Nov 2002.
- [7] Gary M. Pearson, *Voice Recognition and Speech Synthesis in An Atc Simulation Environment*, World Aviation Congrss & Exhibition, Montreal, Canada, 2003.
- [8] Aero Gizmo, *Speech recognition technology allows voice control of aircraft systems*, [www.gizmag.com/go/7484/](http://www.gizmag.com/go/7484/), June 2007.

### 양 청 일 (梁淸日)



2006년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)  
 2009년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학석사)  
 관심분야 : 항공전자, 항행시스템, 시스템공학, 필터이론

### 전 병 규 (田秉圭)



2009년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)  
 관심분야 : 항공전자, SVS, TAWS 등

### 임 상 석 (林尙石)



1976년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)  
 1984년 9월 : Ottawa Univ. 전자 및 컴퓨터 공학과(공학석사)  
 1990년 3월 : Ottawa Univ. 전자 및 컴퓨터 공학과(공학박사)  
 1976년 ~ 1982년 : 국방과학연구소 연구원  
 1990년 ~ 1992년 : Canada Royal Military College, R.A.  
 1992년 ~ 1995년 : DREO Canada, Research Scientist  
 1995년 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 교수  
 관심분야: 항공전자 시스템, CNS/ATM, SVS, 필터설계