



음성 기반 무인 항공기 제어를 위한 음성인식 시스템 운용 체계 연구

박정식¹

Study of Speech Recognition System Operation for Voice-driven UAV Control

Jeong-Sik Park¹ELLT Department, Hankuk University of Foreign Studies¹

ABSTRACT

As unmanned aerial vehicle (UAV) has been utilized for military operation, efficient ways for controlling UAV has been necessary. In particular, instead of conventional approach using console control, speech recognition based UAV control is essential for military environments in which rapid command operation is required. But research on this novel approach is not actively studied yet. In this study, we introduce efficient ways of speech recognition system operation for voice-driven UAV control, focusing on mission command control from manned aircraft rather than ground control center. We propose an efficient way of system operation for UAV control in cooperation of aircraft and UAV, and verify its efficiency via speech recognition experiment.

초 록

군사 작전 환경에서 무인 항공기의 활용도가 확대됨에 따라 효율적인 무인기 제어 방식에 대한 연구가 활발하다. 특히 신속한 임무 처리가 요구되는 군 환경에서 기존의 버튼 방식이 지닌 조작의 불편함을 해소하려는 목적으로 음성인식을 통한 무인기 제어 방식이 시도되고 있으며, 아직 초기 연구 수준에 머물러 있다. 본 연구에서는 음성 기반의 무인기 제어를 위해 효율적인 음성인식 시스템 운용 체계를 제안한다. 특히 지상관제 센터에 의한 무인기 제어보다는 유/무인기 협업 환경에서 유인기 조종사가 무인기를 직접 통제하는데 효율적인 음성인식 시스템 운용 방식을 제안하며, 음성인식 실험을 통해 운용 체계의 효율성을 검증한다.

Key Words : Unmanned Aerial Vehicle(무인 항공기), Speech Recognition(음성인식), UAV Control(무인기 제어), Distributed Speech Recognition(분산음성인식), Manned Aircraft(유인 항공기)

1. 서 론

전자기술의 비약적인 발전과 함께 다양한 전자기술이 전차, 전투기 등 군용기에 적용되고 있으며, 기기에 탑재된 전장 부품을 제어하는데 있어 편의성

과 신속성을 갖춘 인터페이스에 대한 연구의 필요성이 증대되었다. 다양한 센서의 개발과 디스플레이 방식의 발전은 군용기 조종사들에게 편리한 컨트롤 인터페이스를 제공해 주었지만 버튼을 사용하는 조종 방식은 대부분의 경우 많은 메뉴를 거쳐야 필요

† Received : December 28, 2018 Revised : February 18, 2019 Accepted : February 22, 2019

¹ Professor

¹ Corresponding author, E-mail : parkjs@hufs.ac.kr, ORCID 0000-0002-4213-8775

한 기능을 사용할 수 있게 설계되어 있기 때문에 모든 명령을 수행하기에는 한계가 있다. 특히, 전투기 조종사의 경우 전투기 비행방향 제어, 무기 제어 등 여러 부분에서 손을 직접 사용해야 하기 때문에 버튼 기반의 조종방식은 효율성이 떨어진다.

최근 드론(Drone)과 같은 무인기의 보급에 따라 군사용 목적으로 활용하기 위한 무인 항공기에 대한 연구가 활발해지고 있다[1]. 전투 환경에서 무인기 조종은 지상관제 센터의 컨트롤에 의해 이루어지지만, 유인기, 무인기가 합동으로 임무를 수행하는 경우에는 유인기 조종사가 무인기의 정찰, 공격 등 임무 통제 명령을 직접 전달할 때 더욱 효율적이다 [2,3]. 이 경우 유인기 조종사가 별도의 콘솔을 이용하여 무인기 임무 통제를 수행하는 것이 가능하지만 이 같은 방식은 유인기 조종사의 업무를 과중시키는 등 버튼 기반의 조종방식의 문제점을 고스란히 갖고 있다.

군용기기 제어의 편의성과 신속성을 충족하는 효율적인 방식은 음성에 의한 인터페이스 방식이다[4]. 음성은 가장 편리한 의사소통 수단으로서 음성 명령을 이용한 기기 제어는 기존의 콘솔 기반 방식이 지닌 한계를 극복하는 최적의 방식이 될 수 있다. 우선 음성 명령은 여러 개의 메뉴를 거쳐야 하는 버튼을 통한 조종방식과는 달리 한 번에 거의 모든 명령을 실행할 수 있는 편의성을 제공한다. 또한 음성 명령을 사용하기 위해서는 목소리만 필요하기 때문에 음성명령을 사용하여 무인기를 제어하는 동시에 조종사는 자신의 손을 사용하여 다른 기능(예: 무기제어)을 사용할 수 있는 장점이 있다.

음성 기반의 명령어 인식 체계를 유/무인기 환경에 적용하는 기술 연구는 초기 단계이며 국내외 연구된 사례가 거의 없다. 전투기 등 군용기기 내부에서 직접 컨트롤하는 것과 달리 유/무인기 환경의 경우 음성 명령을 인식하고 처리하는 시스템 체계가 상이하기 때문에 기존의 음성 인터페이스와 차별화된 연구 및 기술 개발이 요구된다.

본 연구에서는 유/무인기 협업 환경에서 유인기 조종사가 음성을 사용하여 무인기를 직접 제어하기 위한 음성인식 시스템의 운용 방식을 제안한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 음성인식 기반 무인기 제어 시스템 설계 시 고려할 사항을 정리하고, 무인기 통제 운용에 효율적인 음성인식 시스템 운용 방식을 제안한다. 3장에서는 제안한 방법의 특징을 요약한다.

II. 본 론

2.1 음성인식 기반 무인기 제어 시스템 설계 시 고려 사항

음성을 이용한 유인기 조종사의 무인기 임무 명령 전송 체계를 구현하기 위해서는 다음과 같은 요소들이 고려되어야 한다.

○ 음성인식 기반 무인기 통제 운용 방식

유인기와 무인기에 내장된 하드웨어 사양이 다르기 때문에 음성을 통한 명령어 인식이 효율적으로 수행되기 위해서는 음성인식의 핵심 업무를 유인기, 무인기 중 어디에서 처리하는지 결정하는 것이 중요하며, 이에 따라 무인기 통제 운용 체계가 결정된다. 따라서 기기 운용 시나리오에 따른 다양한 형태의 운용 체계를 마련하고 안정적인 음성 인식 처리를 위한 효율적인 시스템 체계를 설계할 필요가 있다.

○ 무인기 통제 임무명령 구성 및 음성 데이터베이스 구축

인식 패턴 모델을 구축하는데 사용되는 음성 데이터베이스의 완성도는 음성 인식의 정확도를 결정하는 주요한 요인이다. 따라서 음성 기반의 명령 통제에 있어 핵심 명령 어휘를 정의하고 그에 따른 음성 수집 및 데이터베이스 구축이 필수적이다.

○ 음성인식 시스템 설계

인식 알고리즘은 음성인식 시스템의 신뢰성을 결정하는 핵심 기술로 인식 어휘의 종류와 규모, 그리고 운용 환경에 따라 최적의 알고리즘을 연구 개발할 필요가 있다. 음성인식에 사용되는 알고리즘은 여러 종류가 있으며, 이 중 유/무인기 임무 명령에 최적화된 알고리즘을 개발하는 것이 중요하다. 가령, 여러 개의 메뉴를 거치는 버튼을 통한 조종방식을 대체하기 위해 음성 명령어는 여러 개의 연결된 단어로 이루어진다. 따라서 음성 명령어 인식을 수행하기 위해서는 연결된 단어를 인식할 수 있는 연결단어 인식기를 개발하여야 한다. 또한 기기를 운용하는 모든 조종사가 사용할 수 있도록 화자 독립 방식의 음성 인식기를 개발해야 한다. 끝으로, 실제 전투기 등의 유인기 조종석에서는 엔진 소리 등 인식 성능 저하를 야기하는 잡음이 존재한다. 따라서 마이크에 입력되는 잡음을 제거하는 잡음처리 모듈을 적용하여 음성인식의 성능을 개선할 수 있다.

본 연구에서는 위의 요소들 가운데 음성인식 기반 무인기 통제 운용에 효율적인 방식을 소개한다.

2.2 음성인식 기반 무인기 통제 운용 방식

음성을 통한 유/무인기 임무 명령 전송 체계에서 유인기와 무인기는 독립적 시스템 체계에서 운용되므로, 고정형 시스템(서버) 환경에서 운용되는 음성인식 알고리즘을 유/무인기 통신 환경에 적용하기에는 많은 제약이 따른다. 시스템 메모리(RAM) 및 CPU 클럭 속도가 개선되어 처리량이 증가함에 따라 저장 용량이나 처리 속도에 구애 받지 않고 보다 복잡한 알고리즘을 수용할 수 있는 서버 기반의 음성

처리 기술이 현실화되었다. 하지만 배터리 수명 및 전력 소비량에 한계가 있는 유인기 시스템의 경우 낮은 처리 속도와 처리량으로 인한 제약을 간과하기 어렵다. 또한 전송에 필요한 채널 용량이 제한되어 있기 때문에 한정된 대역폭 및 전송률을 고려해야 할 필요가 있다. 따라서 핵심 모듈인 음성 인식 장치의 위치에 따라 통제 운용 환경이 달라지며, 이와 관련된 무인기 통제 운용 개념에 대한 연구가 필요하다.

2.2.1 관련 선행 연구

유/무인기 운용 환경의 특성은 이동 통신 환경에서 음성 인식의 운용 개념과 동일한 맥락에서 분석 가능하다. 2000년대 초반 이동통신 기술의 발달과 개인 휴대폰의 보급에 따라 이동통신 환경에서의 음성 인식에 대한 연구가 본격적으로 시작되었다[5-7]. 대표적으로 유럽 통신 표준 기구인 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)는 이동 통신 환경에서 음성 인식 모듈 체계와 관련된 연구를 수행하였으며, 이를 분산음성인식(DSR; Distributed Speech Recognition)이라는 개념을 소개하였다[8]. 음성인식 알고리즘 처리량의 증가로 단일 디바이스(PC 또는 스마트 기기) 내에서의 처리가 한계에 이르고 이를 해결하기 위한 방법으로, 인식 모듈을 분산시키는 것이 이 연구의 핵심이다. Fig. 1은 이 방식의 특성을 잘 나타낸다.

분산음성인식은 음성인식을 위한 다단계 프로세스 중 일부는 모바일 장치에서 담당하고 나머지 작업은 컴퓨팅 성능이 뛰어난 서버에서 수행한 다음 그 결과를 다시 모바일 장치가 받아 사용자에게 결과를 전달하는 일련의 운용 체계를 뜻한다. 따라서 사용자는 컴퓨터(서버)가 음성인식을 위해 어떤 작업을 수행하는지 알 필요가 없으며, 모바일 단말기에서 모든 작업이 이루어지는 것처럼 보인다.

2010년을 전후로 스마트폰의 확산과 함께 분산 음성인식 기술의 필요성이 요구되었다[9]. 특히 개인형 스마트폰의 보급은 음성인식을 통한 사용자 인터페이스의 필요성을 증대시켰으며, 매마침 딥러닝이라는

기계학습 기술의 발전과 함께 연속음성인식(문장 단위의 음성인식) 기술이 상용화 수준까지 이르게 되었다[10]. 단어 수준의 음성인식에 비해 연속음성인식의 처리량은 상당히 방대하며, 이를 수용하기 위한 하드웨어 자원은 일반 PC와 다른 서버 수준의 규모로 시스템 구축에 막대한 비용이 요구된다. 이 같은 처리를 위한 운용 체계로 클라우드(Cloud) 기반 음성인식 운용 개념이 등장하였다. 즉, 스마트폰 등 단말에서는 음성 검출 및 음성 압축(Encoding)을 담당하며 이를 Stream 형태로 클라우드 서버에 전송하면 클라우드의 음성인식 시스템에서 인식을 수행한 후 그 결과를 단말로 재전송하는 형태이다.

2.2.2 유/무인기 협업 환경에 효율적인 무인기 통제 운용 방식

기존의 분산 음성인식 기술의 핵심은 음성인식에 필요한 일련의 프로세스를 두 장치(모바일 단말기, 서버)가 분담한다는 데 있다. 이동 통신 환경에서 음성 인식 모듈은 송신 단말기와 수신 단말기(또는 서버)에 위치할 수 있으며, 이 개념을 유/무인기 환경에 적용하면, 유인기가 송신 단말기의 역할을, 무인기가 수신 단말기의 역할을 수행한다. 따라서 유/무인기 통제 운용 개념에 대한 연구는 기존의 이동 통신 환경 기반 음성 인식 모듈의 체계 연구와 유사한 방식으로 접근할 수 있다.

음성의 파형 또는 스펙트럼 내에서 고유의 특징을 찾아내는 일은 음성 인식의 시작이다. 즉, 음성 인식 시스템은 음성의 특징을 추출하는 전처리 과정을 필요로 한다. 특히 이동 통신 환경에서는 입력된 음성이 음성 코덱의 부호화기로 입력되고 다시 복호화기로부터 출력 음성을 생성하는 일련의 기본 과정이 존재하므로 인식에 사용할 특징 파라미터를 어떤 위치에서 추출하는지가 중요한 연구 대상이 된다. 이미 많은 연구를 통해 특징 파라미터를 추출하는 방법에 따라 인식 성능이 크게 좌우된다는 것이 입증되었다.

이동 통신 환경에서의 음성 인식 방법은 특징 파라미터를 추출하는 전처리부의 설계에 따라 Fig. 2와 같이 크게 세 가지로 나뉜다. 첫 번째 방법은 음성 코덱의 복호화기에서 생성된 출력 음성으로부터 특징 파라미터를 추출하는 방법이다. 두 번째 방법은 음성 코덱의 부호화기에서 인식 파라미터를 추출하여 그것을 코딩 및 인식에 이용하는 방법이다. 즉, 부호화기에서는 입력 음성을 음성 코딩이 아닌 음성 인식에 사용할 파라미터로 변환한다. 세 번째 방법에서는 음성 부호화기에서 생성된 'bit-stream' 형태의 패킷으로부터 인식 파라미터를 추출하는 방식이다.

본 연구에서는 이상에서 살펴본 이동 통신 환경에서의 분산 음성 인식 체계를 통해 유/무인기의 합동 임무 수행에 안정적인 인식 시스템의 운용 체계 및 시나리오를 도출한다. 음성인식 기반의 무인기 통제

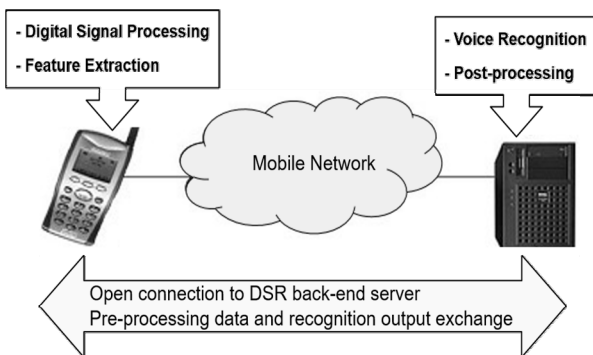


Fig. 1. Distributed speech recognition

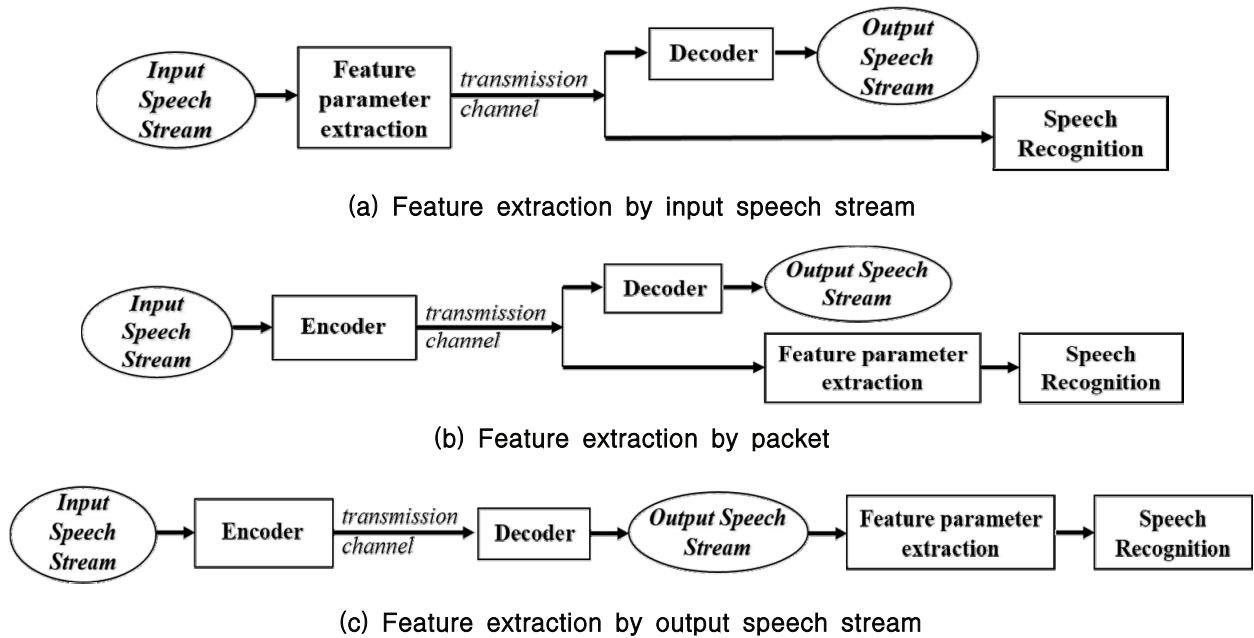


Fig. 2. Speech recognition operation schemes in wireless communication environments according to feature parameter extraction

운용 방식은 Fig. 3과 같이 음성 인식을 구성하는 핵심 모듈, 즉 전처리부(특징 파라미터 추출부) 및 음성인식부의 위치에 따라 세 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째 방식은 유인기 중심의 운용 방식으로, 음성 인식 핵심 모듈이 유인기 시스템에 탑재되어 운용된

다. 즉, 음성 인식이 유인기에서 처리되며, 무인기는 유인기에서 전송된 텍스트 형태의 인식 결과에 따라 임무를 수행한다. 두 번째 방식은 유/무인기 분산 운용 체계로 유인기는 전처리부를 담당하고 무인기는 음성인식부를 담당함으로써 인식 업무가 분담되는

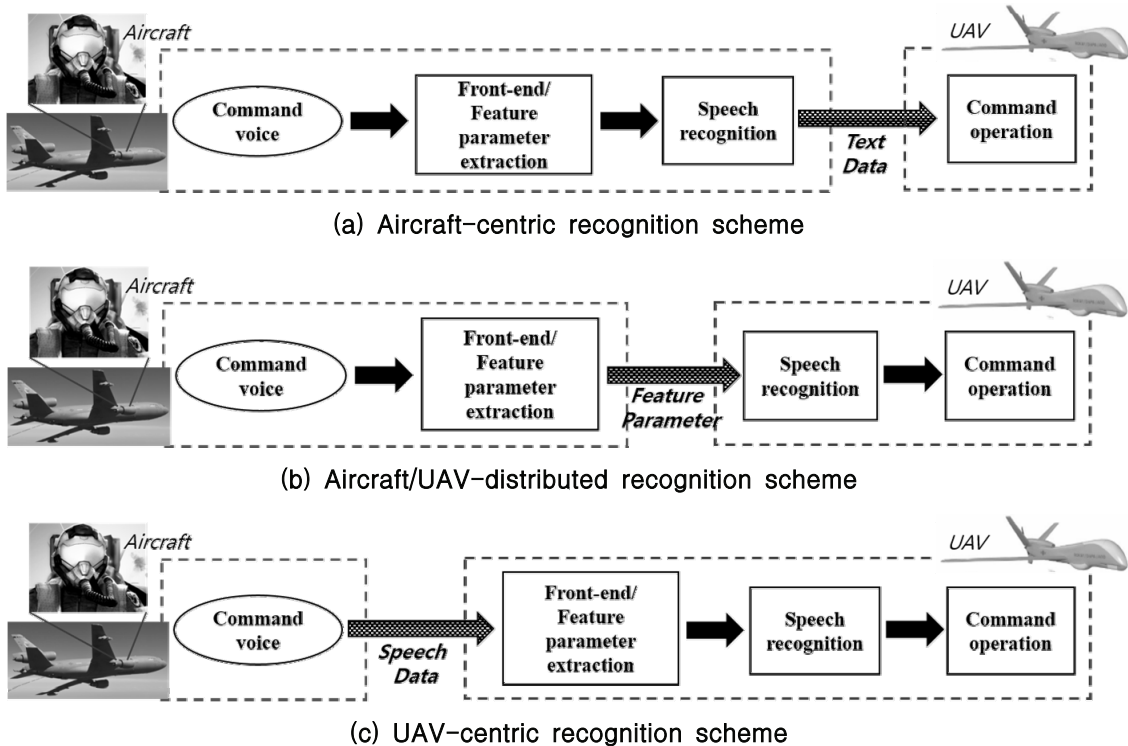


Fig. 3. Speech recognition based UAV control schemes

Table 1. Processes of Aircraft and UAV according to UAV control schemes

	Aircraft-centric recognition scheme	Aircraft/UAV-distributed recognition scheme	UAV-centric recognition scheme
Processes required to aircraft	<ul style="list-style-type: none"> • Input speech stream processing • Voice activity detection • Noise reduction • Feature parameter extraction • Speech recognition execution • Post-processing • Packet generation and encoding • Packet transmission 	<ul style="list-style-type: none"> • Input speech stream processing • Voice activity detection • Noise reduction • Feature parameter extraction • Parameter encoding and packet generation • Packet transmission 	<ul style="list-style-type: none"> • Input speech stream processing • Voice activity detection • Noise reduction • Speech stream encoding and packet generation • Packet transmission
Processes required to UAV	<ul style="list-style-type: none"> • Packet decoding • Command operation 	<ul style="list-style-type: none"> • Packet decoding • Speech recognition execution • Post-processing • Command operation 	<ul style="list-style-type: none"> • Packet decoding • Feature parameter extraction • Speech recognition execution • Post-processing • Command operation

특징이 있다. 끝으로, 무인기 중심의 운용은 핵심 모듈이 무인기에서 처리되는 방식으로, 유인기 시스템은 조종사가 발생한 임무 명령 음성 데이터를 무인기로 전송하고 무인기는 음성 데이터로부터 특징 파라미터를 추출하고 인식 업무를 수행한다. Table 1은 본 연구에서 제안하는 음성 인식 기반의 무인기 통제 운용 개념들의 특징을 유인기와 무인기의 처리 업무를 구분하여 정리한 것이다.

세 가지 방식의 특징에 따라 장, 단점이 있으며, 이를 고려하여 실제 상황에 적절한 운용 방식을 사용하는 것이 적합하다. 유인기 중심의 운용 방식은 인식에 필요한 모든 과정이 조종사가 탑승한 유인기 시스템에서 이루어지고 무인기로 전송되는 텍스트 데이터는 매우 작은 크기로 다른 방법에 비해 데이터 손실에서 비교적 자유로우며 정확한 명령 전달이 가능하다. 그러나 인식 처리에 요구되는 많은 계산량을 유인기 시스템이 전담해야 하므로, 실시간 인식을 위한 고성능의 하드웨어 및 안정된 전력 공급이 필요하다. 반면, 유/무인기 분산 운용 체계와 무인기 전담 운용 체계의 경우 유인기 시스템의 처리량을 무인기와 분담하는 장점이 있다. 그러나 텍스트 데이터에 비해 음성 특징 파라미터(유/무인기 분담 운용) 및 음성 데이터(무인기 전담 운용)의 크기가 상대적으로 크므로 전송량의 부담이 따르며, 잦은 패킷 손실 문제가 발생할 경우 인식 성능 저하를 야기할 수 있다. 이처럼 각 운용 체계는 상호 상반되는 특징이 있으며 유/무인기 시스템의 성능, 네트워크의 안정성

등 운용 환경에 따라 적절한 방식을 적용하는 것이 바람직하다.

Table 2는 무인기 통제 운용 개념에 따른 위험도 및 제약 사항을 분석한 것이다. 세 가지 방법 중 안정성 측면에서 가장 바람직한 방법은 유인기 중심의 운용 체계이다. 유/무인기 분산 운용 및 무인기 중심의 운용 방식은 각각 음향 특징 파라미터와 음성 데이터를 전송하기 때문에 상대적으로 전송량이 많으며, 그에 따른 패킷 손실이 발생할 위험 수준이 높다. 더구나, 지상에 비해 네트워크 안전성이 좋지 않은 상공에서 빠른 속도로 비행하는 동안 패킷 손실이 빈번하게 발생할 것이다. 패킷 손실이 발생할 경우, 무인기에서 디코딩된 데이터는 유인기에서 전송된 음성 데이터와 다른 음성으로 복원될 가능성이 크고, 이를 인식한 결과가 유인기 조종사의 의도와 상반된 임무 수행으로 이어질 경우 상당히 심각한 문제를 야기할 수 있다.

2.2.3 무인기 통제 운용 방식의 유효성 검증

실제 음성인식 상황에서 패킷 손실에 의한 위험도를 분석하기 위해 각 운용 방식으로 시스템을 구성할 때 요구되는 전송 패킷 데이터의 크기를 분석하였다. 인식 단위에 따라 패킷 데이터의 크기가 상이하므로 본 연구에서는 단어 수준의 명령어 인식과 연결 단어 명령어(2~5개의 연결 단어) 인식에 대한 패킷 데이터 크기를 살펴보았다. Table 3은 이를 정리한 결과이다.

Table 2. Risk and constraint according to UAV control schemes

	Aircraft-centric recognition scheme	Aircraft/UAV-distributed recognition scheme	UAV-centric recognition scheme
Type of packet data	• Speech recognition results (text format)	• Feature parameter (binary format)	• Input speech stream (binary format)
Level of packet loss risk	• The small amount of packet data • Low risk of packet loss	• Relatively small amount of packet data • Medium risk of packet loss	• The large amount of packet data • High risk of packet loss
Constraints	• High performance load of aircraft system • Recognition algorithm decision according to aircraft system • Tolerable to packet loss	• Performance load of aircraft and UAV systems • Recognition algorithm decision according to UAV system • Not tolerable to packet loss	• High performance load of UAV system • Recognition algorithm decision according to UAV system • Disastrous to packet loss

Table 3. Packet size analysis according to UAV control schemes

(a) Aircraft-centric recognition scheme

Recognition unit	Transmission protocol	Header size (byte)	Data size (byte)	Total size (byte)
Word	UDP	8	2~15	10~23
	TCP	20~60	2~15	22~75
Connected words	UDP	8	4~75	12~83
	TCP	20~60	4~75	24~135

(b) Aircraft/UAV-distributed scheme

Recognition unit	Transmission protocol	Header size (byte)	Data size (KB)	Total size (KB)
Word	UDP	8	5~20	5~20
	TCP	20~60	5~20	5~20
Connected words	UDP	8	10~100	10~100
	TCP	20~60	10~100	10~100

(c) UAV-centric recognition scheme

Recognition unit	Transmission protocol	Header size (byte)	Data size (KB)	Total size (KB)
Word	UDP	8	30~150	30~150
	TCP	20~60	30~150	30~150
Connected words	UDP	8	60~750	60~750
	TCP	20~60	60~750	60~750

유인기 중심 운용 방식은 인식을 유인기에서 수행하고 그 결과를 무인기에 전송하기 때문에 패킷의

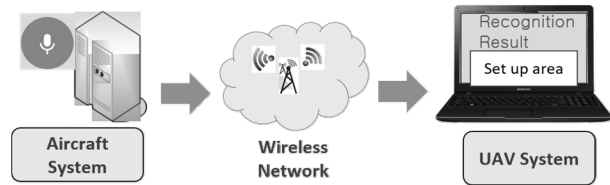


Fig. 4. Speech recognition operation in aircraft and UAV systems

크기가 가장 작고, 유/무인기 분산 운용 방식은 유인기에서 특징 파라미터만 추출해서 무인기로 전송하고 무인기에서 인식을 수행하기 때문에 패킷 크기가 다소 큰 특징을 나타낸다. 끝으로 무인기 중심 운용 방식은 무인기 조종사의 입력 음성을 통째로 무인기로 전송하고 무인기에서 전처리와 인식 업무를 수행하므로, 음성 스트림을 보내야 하기 때문에 패킷이 가장 크다. 패킷이 크다는 것은 데이터 손실률이 크다는 것을 의미하고, 데이터 손실 시 전혀 의도치 않은 인식 결과가 실행될 수 있어 위험성이 크다.

패킷 손실에 의한 음성인식 성능의 저하 정도를 파악하기 위해 음성인식 시스템을 구축하고 유인기와 무인기 간의 통신 시뮬레이션 환경을 제작하였다. 음성인식 시스템은 2.2.2절에서 기술한 바와 같이 전처리부와 음성인식부로 나누어 구동되며, Fig. 3에서 나타낸 세 가지 방식별로 Fig. 4와 같은 시뮬레이션 환경을 제작하여 성능 평가를 수행하였다. 실험에 사용한 음성인식 명령어는 무인기 통제와 관련된 명령어로, 3~5개의 어휘로 구성된 연결 어휘 명령어이며 [11], 10명의 화자가 50개의 명령어를 5차례씩 발성한 음성을 대상으로 성능 평가를 수행하였다.

세 가지 방식마다 유인기에서 무인기로 전송되는 패킷 데이터의 손실을 10%, 20%, 30%의 세 단계 수준으로 발생시켜 패킷 손실률에 따른 음성인식 오류율을 조사하였으며, Table 4는 그 결과를 정리한 것

Table 4. Error rate (%) according to packet loss

Packet loss	Aircraft-centric	Aircraft/UAV-distributed	UAV-centric
10%	10%	15%	20%
20%	20%	28%	34%
30%	30%	41%	57%

이다. 인식 오류율은 유인기 조종사가 발성한 명령어를 무인기 시스템에서 정확히 출력되는지 여부를 통해 판단한 것이다. 유인기 중심의 운용 방식은 유인기 시스템에서 인식된 결과가 무인기로 전송되는 방식이므로, 패킷 손실률과 인식 오류율이 동일하다. 유/무인기 분산 운용 방식은 특징 파라미터의 손실에 따른 인식 오류가 발생한 것이며, 유인기 중심 방식에 비해 성능이 크게 저하되었다. 음성 데이터를 직접 전송하기 때문에 패킷 크기가 가장 큰 무인기 중심의 운용 방식은 세 가지 방식 중 성능 저하가 가장 컸으며, 30%의 패킷 손실이 발생했을 때 50% 이상의 인식 오류가 발생하였다.

III. 결 론

본 연구에서는 음성 기반의 무인기 제어를 위해 효율적인 음성인식 시스템 운용 체계를 제안하였다. 특히 지상관제 센터에 의한 무인기 제어보다는 유/무인기 협업 환경에서 유인기 조종사가 무인기를 직접 통제하는데 효율적인 음성인식 시스템 운용 방식을 도출하였다.

유/무인기 협업 환경에서 음성인식 기반으로 유인기가 무인기를 통제하는 기술과 관련된 국내외 연구 사례는 찾기 힘들다. 원거리에 위치한 두 시스템 간 음성인식의 운용과 관련된 대표적인 연구는 이동 통신 환경에서 음성인식의 효율적인 모듈 개발을 위해 소개된 분산음성인식으로, 음성인식에 필요한 일련의 프로세스를 두 장치(모바일 단말기, 서버)가 분담한다.

본 연구에서는 음성 인식의 핵심 프로세스인 전처리와 음성인식의 수행 위치에 따라 유인기 중심의 운용, 유/무인기 분산 운용, 무인기 중심의 운용 등 세 가지의 무인기 통제 운용 방식을 도출하였으며, 각 운용 방식의 장단점과 위험성, 제약사항을 분석하였다. 세 가지 운용 방식 중, 기존의 이동통신환경에서의 분산음성인식 개념은 두 번째 방식에 해당된다. 이 방법은 업무 분담의 효율성 측면에서 장점이 있으나, 정확한 임무 명령 전달이 핵심인 군사 작전 환경에서 패킷 손실에 따른 인식 결과의 정확도가 저

하될 우려가 있다. 유/무인기의 음성인식 시뮬레이션 환경을 구축하여 패킷 손실에 따른 인식 성능을 평가한 결과, 패킷 데이터의 크기 측면에서 전송량이 가장 적은 유인기 중심의 음성인식 체계가 가장 적합한 방식임을 확인하였다.

후 기

이 연구는 2018학년도 한국외국어대학교 교내학술연구비, 한국연구재단 기초연구사업(NRF-2017R1D1A1A09000903), 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥 센터의 대학ICT연구센터육성지원 사업(IITP-2018-2016-0-00313), 방위사업청과 국방과학연구소의 기초연구(UD160054BD)의 지원으로 수행된 결과물임.

References

- 1) Shin, J. H., Kim, S. G., and Seok, J. Y., "Development of Robust Flocking Control Law for Multiple UAVs using Behavioral Decentralized Method," *Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol. 43, No. 10, Oct. 2015, pp.859~867.
- 2) Shin, B. H., Lee, S. H., Lee, H. G., and Lim, S. H., "Cooperative Missions for a Number of Manned & Unmanned Aerial Vehicles," *Proceeding of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Spring Conference*, April 2014, pp.805~808.
- 3) Steven, G. V. R., "Apache Manned-Unmanned Teaming Capability", *ARMY*, Sep. 2014, pp.51~52.
- 4) Kim, S. W., Seo, M. G., Oh, Y. H., and Kim, B. G., "A Study on Cockpit Voice Command System for Fighter Aircraft," *Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol. 41, No. 12, Dec. 2013, pp.1011~1017.
- 5) Choi, S. H., *Robust Speech Recognition in Digital Wireless Communication Environments*, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 1999.
- 6) Baaker, H., "Powering up the Mobile Phone," *Speech Technology Magazine*, 1998.
- 7) Kim, H. K., and Cox, R. V., "A Bitstream-Based Front-End for Wireless Speech Recognition on IS-136 Communication System," *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, Vol. 9, No. 5, Jul. 2001, pp.558~568.
- 8) Pearce, D., "Enabling New Speech Driven Services for Mobile Devices: An Overview of the ETSI Standards Activities for Distributed Speech

Recognition Front-ends," *Proceeding of AVIOS 2000: The Speech Applications Conference*, May 2000, pp.261~264.

9) Bahl, P., Han, R. Y., Li, L. E., and Satyanarayanan, M., "Advancing the State of Mobile Cloud Computing," *Proceeding of the third ACM Workshop on Mobile Cloud Computing and Services*, Jun. 2012, pp.21~28.

10) Graves, A., Mohamed, A. R., and Hinton, G.,

"Speech Recognition with Deep Recurrent Neural Networks," *Proceeding of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, May 2013, pp.6645~6649.

11) Yoon, J. S., Park, J. S., and Jo, Y. W., "Command Design for Controlling UAV based on Speech Recognition," *Proceeding of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Spring Conference*, April 2017, pp.489~490.