

지그비 기반 항공기 음성통신 및 모니터링 시스템에 관한 연구

정원근*, 장준영**, 이한욱**, 서환**, 김광열***, 이건기**

A study on the Voice Communication and Monitoring System for Aircraft based on Zigbee

Won-Geun Jeong*, Jun-Young Jang**, Han-Wook Lee**, Hwan Seo**, Gwang-Yull Kim***, Gun-Ki Lee**

요 약

21세기에 접어들면서 무선통신 기술은 유비쿼터스 개념의 발달로 더욱 그 적용 범위가 넓혀지고 있고 다양한 무선통신 기술을 표준화하여 여러 분야의 용도에 맞게 선택할 수 있다. 이런 추세와 무선통신의 장점을 활용하여 항공기에도 유선이 적용된 분야에 무선 기술을 적용하려는 연구가 진행되고 있다. 항공기에서는 기본적으로 무선으로 통신을 하지만 지상정비사와의 통신이나 데이터 측정 등은 유선으로 하고 있는데 본 연구에서는 효과적인 무선통신 기술로 항공기의 지상정비사와 조종사 사이의 음성통신을 무선으로 할 수 있는 시스템과 전압 및 전류와 같은 데이터를 무선으로 측정할 수 있는 측정 시스템을 개발하였다.

ABSTRACT

Entering the twenty-first century, the technology of wireless communication develops the applications with the ubiquitous concept. It is standardized and can be choose for various uses in different fields. With this trend and the advantages of wireless system, the research is conducted to use wireless system instead of wire system to existing equipment on aircraft. Wireless system is general on aircraft. However, wire system is used to communicate ground crew and pilot and to get data from equipment installed on aircraft. In this study, a wireless communication system was developed to communicate ground crew and pilot on aircraft as effective wireless system. Also, a wireless system to transmit and receive voltage and current data was developed.

Key-words : 음성통신(Voice communication), 측정시스템(Measuring system), 항공기(Aircraft), 블루투스(Bluetooth), 지그비(Zigbee)

1. 서 론

무선통신 기술이 발달함에 따라 기존의 유선 통신 분야에 새롭게 적용되는 추세이고 무선통신 기술도 목적에 맞게 다양하게 개발되고 있어 필요한 사양의 시스템을 저비용으로 개발할 수 있는 환경이 조성되고 있다. 이런 기술의 발전을 토대로 항공기에 적용된 유선통신 분야에 무선통신 기술을 적용할 수 있도록 시스템을 구현하는 개념을 마련하는 것이 본 연구의 주제이다. 그 중에서 지상 정비사와 조종사의 음성통신을 무선으로 하고 항공기 전압과 전류 정보를 무선으로 전송해서 시현할 수 있는 시스템을 구

현하려고 한다.

지상 정비사와 조종사 사이의 의사전달은 유선 통신이나 수신호로 하고 있다. 항공기가 정지한 상태에서 정비사는 헤드셋을 사용해서 유선으로 조종사와 통신을 하는데 유선이기 때문에 전선이 밟히거나 걸려 넘어질 수 있는 등 긴 전선을 다루는 것은 불편한 일이다. 또한 사용자를 확장하고 싶어도 헤드셋을 연결하는 잭의 수량에 제한이 있어 쉽지 않다. 항공기가 이동해야 할 경우에는 유선을 사용할 수 없기 때문에 정해진 수신호를 사용하는데 이는 말로 하는 것보다 불편하고 특히 야간이나 흐린 날에는 야광 장치를 별도로 사용해야 하는 등 제약이 따른다. 항공기를 정비하거나

* 경남도립남해대학 전자통신과

** 경상대학교 전자공학과(gklee@gsnu.ac.kr)

*** 마산대학 기계자동차공학부

고장탐구를 할 경우 관련 장비에 접근해서 전압, 전류, 온도, 진동 등 필요한 데이터를 측정해야 한다. 이 경우 측정대상 장비에 접근하기 위해서 항공기의 정비창을 열고 측정 장비의 커넥터나 측정 가능한 지점에서 데이터를 분기해야 측정이 가능하다. 항공기 특성상 엔진이 동작할 때는 안전 상 항공기 주변 접근 및 정비창 개방을 제한하기 때문에 정비나 고장탐구에 어려움이 있고 전선 다발이 많을 경우 연결 시 혼동을 하게 되고 발에 밟혀 데이터가 끊어질 경우 제대로 측정하지 못하는 어려움이 있다. 이와 같은 지상 요원의 유선통신의 불편을 해소하기 위해 무선통신 시스템을 통해 개선하려는 연구가 진행되고 있다.[1]

유선 음성통신은 항공기의 전원을 사용하고 유선 데이터 측정 방법은 전원을 필요로 하지 않지만 무선통신을 적용할 경우에는 배터리를 사용하기 때문에 낮은 전력 소비가 요구되고 소형화를 통해 휴대가 편하게 해야 한다. 블루투스를 적용한 항공기 무선 음성통신 시스템이 개발되었으나 이 시스템은 전송해야 할 데이터가 많지 않고 고속의 데이터 전송이 요구되지 않기 때문에 블루투스보다 효과적인 방법을 고려할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 블루투스에 비해 저비용, 저 소비전력이고 모듈 크기도 작으며 채널이 많은 Zigbee를 기반으로 무선 음성통신 및 전압, 전류 측정 데이터 전송과 모니터링이 가능한 항공기 무선통신 시스템을 개발하였다.

II. 본 론

비행 전 점검부터 비행 후 점검까지 모든 비행과 관련된 과정에서 통신은 필수 사항이다. 항공기의 통신은 그림 1과 같이 음성과 비행에 필요한 데이터를 항공기, 지상국, 인공위성, 항공기 정비사 등과 송수신하는 것으로 구분할 수 있다.[2] 또한 음성통신은 조종사와 기내 요원 사이의 통화를 위한 항공기 내부통신과 지상국과 통화를 위한 외부통신으로 나눌 수 있다. 이때 내부통신을 위해 유선으로 된 인터컴 장비를 사용하고 외부통신을 위해서는 무선의 라디오 장비를 사용한다.

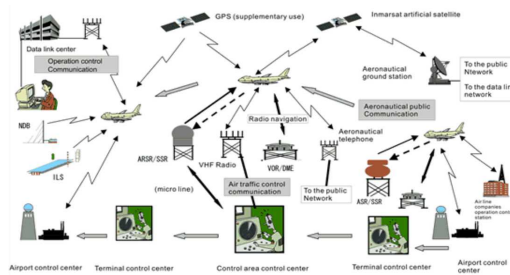


그림 1. 항공기 통신
Fig. 1. Aircraft Communication

지상에서 항공기 정비사와 조종사의 의사소통은 항공기가 정지한 상태에서는 유선통신으로 하고 항공기가 이동할 때에는 수신호를 통하여 이뤄지는데 그림 2는 유선통신과 수신호를 나타낸다.[3]



그림 2. 조종사와 지상 근무원 간의 통신
Fig. 2. Examples of communication between pilot and ground crew

이런 유선통신과 수신호는 불편하고 제대로 의사전달을 하기에는 어려움이 있어 무선통신 기술을 적용하기 위한 노력이 진행되고 있다.



그림 3. 항공기용 블루투스 헤드셋
Fig. 3. Bluetooth headset for aircraft

그림 3과 같이 블루투스 기술을 적용한 무선 통신 시스템이 개발되어 있다.[4] 항공기의 데이

터 계측은 항공기의 개발 단계에서는 지상 및 비행시험 동안에 많은 데이터를 계측하기 때문에 별도의 고가 무선 계측시스템인 DAS(Data Acquisition System)를 활용하지만 고장탐구나 운영 부대에서 항공기를 운영할 때는 그림 4와 같은 유선의 계측 장비를 사용해서 이루어진다. 항공기의 엔진이 동작하는 상황에서는 안전 상 유선의 계측장비를 사용하는데 제약이 있다.



그림 4. 데이터 측정 및 입출력 분기함
Fig. 4. Data measuring and breakout box

본 연구에서는 블루투스보다 저 전력을 사용하는 Zigbee 기술을 적용하여 음성통신과 전압 및 전류와 같은 일부 데이터를 전송하고 PC에서 모니터링 할 수 있는 시스템을 설계하였다.

1. Zigbee 기술

IT 용어 사전에서는 Zigbee를 저속 전송 속도를 갖는 홈오토메이션 및 데이터 네트워크를 위한 표준 기술이라고 정의하고 있다. 그리고 무선 네트워킹에서 10 ~ 20m 내외의 근거리 통신시장과 최근 주목받고 있는 기술로서 무선 통신 분야에서 IEEE 802.11이나 802.15 계열의 다른 통신과는 다르게 단순 기능이 요구되는 매우 작은 사이즈, 저전력, 저가격 시장을 목표로 하고 있다. IEEE 802.15.4에서 표준화를 하고 있으며 안정적 데이터 전송을 위해 PHY (Physical) Layer와 MAC (Medium Access Control) Layer를 기반으로 그 상위에 네트워크 구조, routing, security 등을 추가하였다. 이를 이용하여 Zigbee 프로파일은 서로 다른 생산자가 만든 비슷한 기기들 사이의 상호 운용성과 호환성을 제공하게 된다.[5]

1) Zigbee와 블루투스 비교

블루투스는 Zigbee와 유사한 기반을 가진 기술이라 할 수 있는데 이 기술을 적용한 항공기용 무선통신 시스템이 개발되어 있다. 두 기술을 적용하여 무선 음성통신이나 데이터를 전송하는데 문제가 없다고 가정하면 배터리 전원을 사용하기 때문에 소비 전력의 차이가 중요한 기술 비교 요소가 된다. 두 기술의 송수신 전력과 배터리 수명을 비교하면 표 1과 같은데 Zigbee가 우수한 특성을 가지고 있음을 알 수 있다.

표 1. 블루투스와 지그비의 전력소모와 배터리 수명

Table 1. Power consumption and battery life of Bluetooth and Zigbee

항 목	Bluetooth	Zigbee
수신 전력	10m / 1mW	75m / 1mW
송신 전력	40mA	30mA
배터리 수명	7일 이내	100일~1000+일

2) 적용된 통신 방식

Zigbee 통신 모드는 크게 1:1 모드, 비컨(Beacon) 모드, 브로드캐스팅(Broadcasting) 모드 등이 있다. 본 연구에서는 효과적인 통신을 위해 1:1 모드를 적용하였는데 이 모드는 상대방의 주소를 미리 설정해서 해당 모듈과만 통신을 하는 방식이다.[6]

2. 음성통신 모듈

음성통신 모듈의 개념은 그림 5와 같다. 헤드셋의 마이크를 통해서 입력된 음성 신호를 증폭해서 MCU의 8비트 AD변환기를 통해 디지털화하고 디지털화 된 신호는 Zigbee 통신으로 상대 헤드셋의 음성통신 모듈로 전송된다.

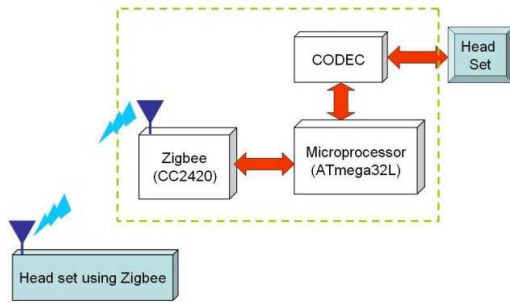


그림 5. 음성 통신 시스템의 블록도
Fig. 5. Block diagram of voice communication system

데이터를 받은 모듈에서는 수신된 디지털 신호를 DA변환하고 증폭해서 헤드셋의 스피커로 출력한다.

3. 전압 및 전류 모니터링 시스템

Zigbee 전압 및 전류 측정 시스템은 그림 6과 같이 구성되는데 전압 및 전류를 측정하는 보드를 구성하고 메인보드는 4개의 아날로그 입력 중에서 선택된 채널을 2kHz로 샘플링 한다.

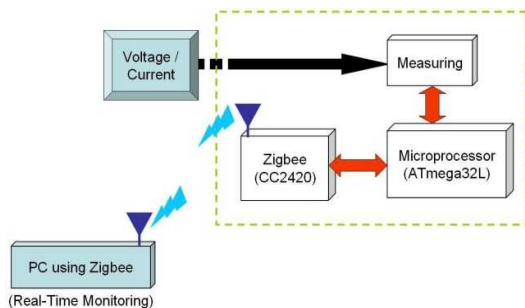


그림 6. 전압 및 전류 측정 시스템의 블록도
Fig. 6. Block diagram of voltage and current measuring system

주파수 분석을 위해 FFT를 할 때는 1000개의 데이터를 가지고 처리하게 프로그램 하였다. 측정된 신호는 Zigbee를 통해 PC로 전송되어 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 설계하였다.

4. 시스템 구현

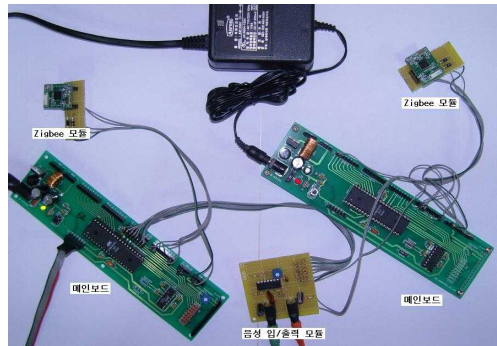


그림 7. 개발된 지그비 음성 통신 시스템
Fig. 7. Designed Zigbee voice communication system

본 논문에서는 그림 7과 같이 Zigbee 음성통신 시스템을 구현하였다. MCU는 ATmega32를 사용하였고, Zigbee 통신용 칩은 CC2420을 사용하였다. 우측 세트는 마이크의 신호를 전송하고 좌측 세트는 수신된 신호를 헤드셋 스피커로 출력한다.

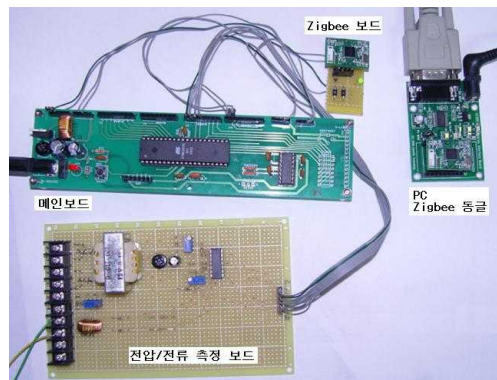


그림 8. 개발된 전압 전류 측정 시스템
Fig. 8. Designed voltage and current measuring system

논문에서 제작된 Zigbee 전압 및 전류 측정 보드는 그림 8과 같다. 신호 제어 및 Zigbee 송수신 보드는 음성통신용 메인보드를 사용하였고 전압 및 전류를 측정하기 위한 별도의 보드를 제작하였다. PC에 연결하는 Zigbee 보드는

SPI(Serial Peripheral Interface)를 지원할 수 있는 범용 장치인 Comfile Technology의 직렬인터페이스 보드를 사용하였다.

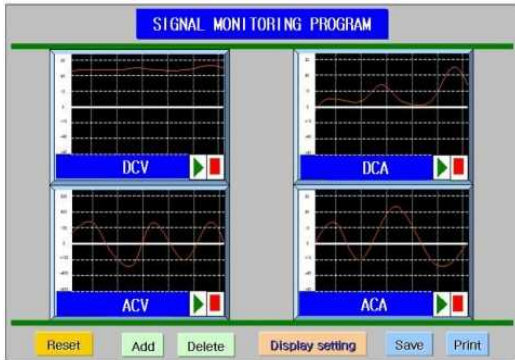


그림 9. 개발된 모니터링 프로그램
Fig. 9. Designed monitoring program

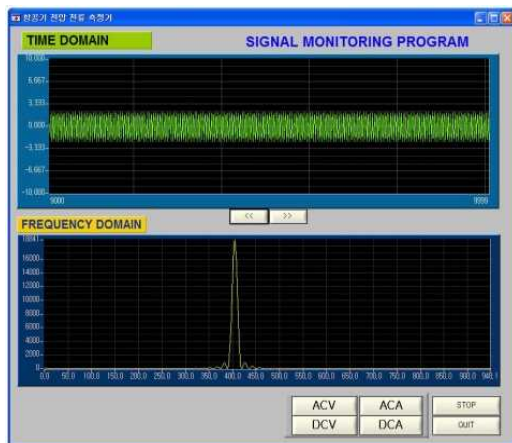


그림 10. 개발된 모니터링 프로그램
Fig. 10. Designed monitoring program

Zigbee 전압 및 전류 센서에서 전달된 값을 PC에 시현하기 위한 화면을 National Instrument사의 Labwindows/CVI 프로그램을 이용하여 그림 9와 같이 구현하였다. 각 창에는 시간 영역에서의 전압 및 전류의 크기로 파형이 표시되고 각 창을 클릭 하면 그림 10과 같이 측정된 값과 신호에 포함된 노이즈를 분석하기 위하여 FFT 시킨 결과가 표시된다.

5. 시스템 성능 평가

음성 통신을 평가하기 위해서 표 2에서와 같이 5차례에 걸쳐 통신을 하면서 입력과 출력 신호의 시간 차이를 비교하였다. 전송과 처리 시간에 의해 5회 평균 27 ms의 시간지연이 있었으며 신호 처리에 따른 전체 신호의 구간이 늘어남에 따라 미소한 음성 변조현상이 있었으나 음성을 인식하는데 문제는 없었다. 그림 11은 음성 입출력 신호를 오실로스코프로 측정한 그래프이다.

표 2. 음성 통신의 시간 지연
Table 2. Time delay of voice communication

회수	응답 지연 시간(ms)	평균(ms)
1차	25	27
2차	21	
3차	27	
4차	29	
5차	33	

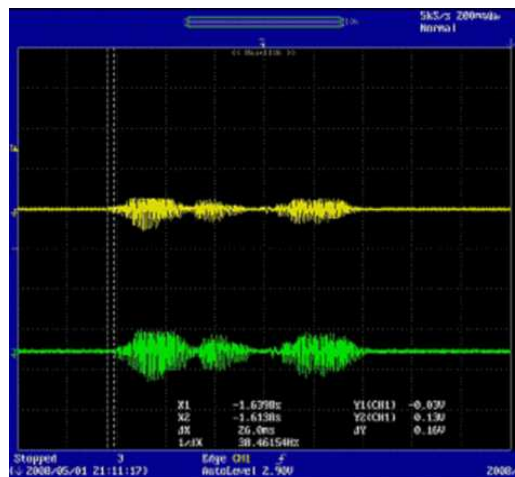


그림 11. 측정된 음성 파형 "Loud and clear"
Fig. 11. Measured voice waveform "Loud and clear"

표 3. 전압과 전류 측정
Table 3. Measurement of voltage and current

항목	입력	측정	비고
교류 전압	4.5 V _{p-p} , 400 Hz	4.4 V _{p-p} , 406 Hz	
교류 전류	0.17 A _{p-p} , 400 Hz	0.16 A _{p-p} , 406 Hz	0.03 A, 10 Hz 직류
직류 전압	1.5 V (0.8 V _{pp} , 10 Hz)	1.5 V (0.8 V _{pp} , 10 Hz)	리플 입력
직류 전류	0.6 mA, 1 mA	0.5 mA, 0.9 mA	스텝 입력

전압 및 전류의 측정 결과는 표 3과 같았다. 계측 오차가 있고 FFT 주파수 분해도가 낮아 입력 신호 대비 출력 신호의 전압 및 주파수에서 다소 차이가 있었다. 그림 10은 PC에 시현된 파형 중에서 400 Hz 교류 전압 측정 결과이다. PC에 시현된 신호를 출력 신호로 간주하여 입력 신호와 비교하였다.

III. 결 론

본 논문은 상용 무선 통신기술을 항공기에 적용하기 위한 연구로써 소비전력이 낮고 배터리 수명이 긴 Zigbee를 활용하여 음성통신 시스템 및 전압과 전류를 측정해서 PC에 시현하는 시스템을 설계하였다. 구현된 모듈을 통한 평가에서 음성을 인식할 수 있는 수준의 음성통신 상태를 확인하였고, 전압 및 전류 계측 시스템 평가에서는 계측 오차와 낮은 FFT 신호처리 분해도로 인하여 입력 신호 대비 다소 차이가 있음을 확인하였다. 본 연구는 항공기에 적용하기 위해서는 까다로운 검증 과정을 거쳐야 하는데 이 과정의 이전 단계 수준이라 할 수 있다. 항공기의 지상 정비사와 조종사 사이의 음성통신 시스템을 Zigbee를 적용하여 구현함으로써 유선 통신과 수신호 사용의 불편을 해소할 수 있고, 유선 계측이 어려운 항공기의 정비 및 고장탐구시 Zigbee를 통한 무선계측시스템을 구현함으로써 어려움을 극복할 수 있을 것으로 기대되며, 향후 유비쿼터스 개념이 더욱 발전할 것이

기 때문에 항공 분야에서도 이런 추세에 맞춰 항공기 내/외에서 유선과 무선 기술을 융합하기 위한 연구가 더욱 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Aitan Ameti, Robert J. Fontana, E. J. Knight and Edward Richely, 2003, Ultra Wideband Technology for Aircraft Wireless Intercommunications Systems(AWICS) Design, IEEE Conference.
- [2] The radio use web site, Ministry of Internal Affairs and Communications, Jpan, <http://www.tele.soumu.go.jp/e/system/satelit/air.htm>
- [3] Aeronautical Information Manual, Official Guide to Basic Flight Information and ATC Procedures, 2006, FAA
- [4] Aitan Ameti, Robert J. Fontana, E. J. Knight and Edward Richely, 2003, UWB Technology for AWICS Design, IEEE Conf.
- [5] 최동훈, 배성수, 최규태, 2007, 지그비 기술과 활용(Zigbee technology & system), 세화
- [6] ZIG-100 user's manual, ROBOTIS

저자약력

정 원 근(Won-Geun Jeong)



1997년 진주산업대학교
전자공학과 공학사.
2001년 경상대학교
전자공학과 공학석사.
2004년 경상대학교
전자공학과 공학박사.
현재 남해대학 전자통신과 교수

<관심분야> 신호처리, 시스템

장 준 영(Jun-Young Jang)



2008년 경상대학교
전자공학과 공학석사.

<관심분야> 항공전자

이 한 옥(Han-Wook Lee)



1999년 경상대학교
전자공학과 공학사.
2001년 경상대학교
전자공학과 공학석사.
2007년 경상대학교
전자공학과 박사과정 수료

<관심분야> 생체신호처리, HCI

서 환(Hwan Seo)



2008년 경상대학교
전자공학과 공학사.
현재 경상대학교 전자공학과
석사과정

<관심분야> 신호처리, 임베디드 프로그래밍

김 광 열(Gwang-Yull Kim)



1990년 경남대학교
전자공학과 공학사.
1998년 경상대학교
전자공학과 공학석사.
2004년 경상대학교
전자공학과 공학박사.
현재 마산대학 기계자동차공학부
교수

<관심분야> 자동제어

이 건 기(Gun-Ki Lee)



1978년 연세대학교
전기공학과 공학사.
1980년 연세대학교
전기공학과 공학석사.
1990년 연세대학교
의용공학과 공학박사.
현재 경상대학교 전자공학과
교수, 공학연구원
자동화 컴퓨터 연구센터

<관심분야> 신호처리, 의용전자