

대기압 정보획득을 위한 상층기상관측기 구현

서정호⁰, 황소영, 김영호
부산대학교 정보시스템공학과⁰, 부산대학교 전자전기정보컴퓨터공학부
morning⁰@juno.cs.pusan.ac.kr

An Implementation of Radiosonde for Atmospheric Pressure Information Acquisition

Jungho Seo⁰ Soyoung Hwang Youngho Kim
Dept. of Information System Engineering⁰, Pusan National University
School of Electrical and Computer Engineering, Pusan National University

요 약

일기예보나 기상예측 등을 위해서 필요한 대기압, 온도, 습도와 같은 기상정보 중에서 대기압의 변화를 측정하기 위한 고층기상관측기를 설계, 구현하였다. 이를 위해 현재 구현되어 있는 고층기상관측기의 구조와 특징을 파악, 분석 후 대기압 상용센서를 사용하여 기존의 고층기상관측기와 비교해 구조적으로 간단하고 저가에 구현할 수 있도록 하였다.

1. 서론

환경과 기상이변 등에 대한 관심도가 고조됨으로 일찍부터 대기정보관측의 연구는 진행되어져 왔다. 기상 및 기후 관측을 위해 지상, 해양, 고층, 레이더, 위성, 항공 등 여러 방법과 위치를 이용해 관측이 이루어지고 있으며 대기정보를 획득하고 있다. 지상기상관측은 기온, 기압, 습도 등 15가지 기상요소를 무인자동기상관측장비(AWS: Automatic Weather Station)로부터 받고 있지만, 정확한 일기예보 및 대기상태를 이해하기 위해서는 지상뿐만 아니라 상층의 기상상태가 파악되어야 한다. 우리나라 지상 및 고층기상관측은 세계기상감시계획(WWW : World Weather Watch)의 일환으로 세계기상기구(WMO : World Meteorological Organization) 관측망의 회원으로써 매일 지상관측 4차례(6시간 간격), 고층기상관측은 2차례(12시간 간격, 필요한 경우 6시간 간격)하여 세계기상기구에 송신한다[1][2].

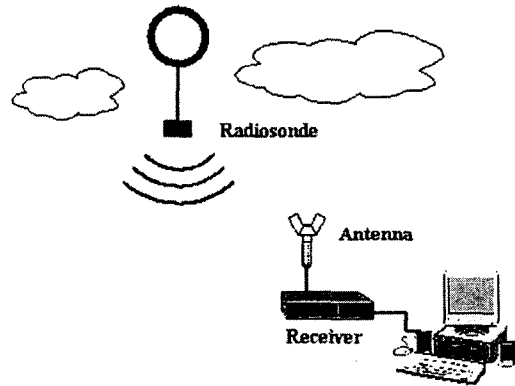
본 논문에서는 상층의 기상을 측정하기 위한 상층기상관측기를 설계 구현하였다. 기상정보를 획득하기 위한 센서 및 인터페이스 기술은 몇 개의 회사에 편중되어 있고 각자 진보된 방법으로 기상관측시스템을 구축하고 있다. 그래서 상용화 센서모듈을 이용해 상층기상관측기가 요구하는 여러 성능적인 조건을 만족하도록 구현하였다.

논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서는 현재 사용되는 상층기상관측시스템의 구성에 대해 기술하고, 3장에서는 상용 센서모듈을 이용하여 설계 구현한 상층기상관측기에 대해 살펴본다. 4장에서 구현한 상층기상관측기의 실험 및 결과분석을 제시하고 5장의 결론으로 논문을 맺는다.

2. 일반적인 상층기상관측시스템의 구성

상층기상관측시스템은 크게 대기상태를 측정하여 전송하는 송신부와 지상 수신부로 나눌 수 있으며 다음은 상층기상관측시스템을 구성한 그림이다.



[그림 1] 상층기상관측시스템

상층기상관측기는 헬륨가스를 주입한 기구에 매달려 300~400m/min의 속도로 상승하면서 0.5~2.5초 간격으로 측정된 상층의 기온, 기압, 습도를 무선으로 송신하며 수신 시스템은 이 정보를 받아 대기예측, 일기예보 등에 사용한다. 한번 띄워진 상층기상관측기는 기구가 터질 때까지 상층으로 올라가며 그 회수율이 무척 낮고 소모성이기 때문에 구조가 간단하면서 저가의 부품들을 이용해 구현되어지도록 요구된다. 그래서 상층기상상태의 정확한 정보를 얻기 위한 정밀한 센서기술 및 센서처리기술이 계속 연구되고 있고 보다 좋은 수신 환경을 구축하기 위한 수신기 설계 등의 노력이 진행되고 있으며, 국제적으로도 할당되어진 주파수 대역에서 기상정보가 송수신되도록 하고 있다. 상층기상관측기는 각각의 기상정보를 정확히 획득하기 위한 센서기술과 센서의 정보를 처리하기 위한 기술, 그리고 이 정보를 지상 관측시스템에 오류 없이 송신하기 위한 무선송신기술이 필요하게 된다. 대기압, 온도, 습도 센서를 기본적으로 탑재하고 있으며 각 센서에서 나오는 다양한 출력 값(저항, 정전용량, 전압 등)을 디지털신호로 바꾸어

UHF(400.15~406MHz)무선통신대역을 사용, 지상수신기에 전송하도록 구성된다. UHF대역 이외에 1680MHz대역도 사용되지만 본 논문에서는 400MHz대역 관측기를 구현하였다. 다음은 400MHz대역의 고층기상관측기의 무선전송특성을 나타낸 표이다[3][4].

[표 1] 400MHz대역 고층기상관측기 무선전송특성

Tuning range (MHz)	400.15~406
Maximum drift in flight (kHz)	±800
Nominal output power (dBW)	-6.0
Maximum antenna gain (dBi)	2
ITU-R emission type	F9D
Modulation	FM
Modulating PTU signal (kHz)	7~10
Deviation of the PTU signal (kHz)	45±15
Deviation caused by VLF/Loran-C signal relay link (kHz)	100/300
Occupied bandwidth with Omega VLF (kHz)(-40dBc level)	280
Occupied bandwidth with Loran-C (kHz)(-40dBc level)	480
Occupied bandwidth with GPS (kHz)(-40dBc level)	200
Equivalent information rate of the PTU signal (bit/s)	1200
Equivalent information rate of the PTU and GPS signal (bit/s)	2400
Out-of-band emission (dBc)	<-43

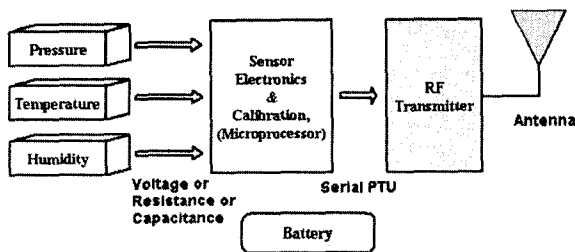
*PTU (Pressure, Temperature, relative Humidity)

3. 상층기상관측기의 구조 및 구현

본 장에서는 수신부를 제외한 저가의 상용 칩을 사용한 상층기상관측기 구현에 대해 기술한다.

상층기상관측기의 구조는 크게 세 부분으로 나눌 수 있다.

- ① 기상정보를 얻을 수 있는 센서부분
- ② 센서로부터 받은 다양한 값을 처리하는 신호처리부분
- ③ 가공된 신호를 전송하는 RF전송부분



[그림 2] 상층기상관측기 구조

기상관측센서부분과 센서제작기술은 현재 핀란드, 미국 등 2~3군데의 회사가 독점적인 기술을 보유하고 있으며 이러한 기술이 기상관측오차를 줄여주는데 중요한 역할을 한다. 또한 상층기상관측기를 구성하는데 있어서 각각의 센서들

의 위치가 무척 중요하며 이에 대한 연구도 진행되고 있다. 본 논문에는 센서의 위치에 대한 고려사항을 배제하기 위해 기존에 사용된 Viz사의 구조물을 그대로 사용하여 각각의 센서를 위치시켜 사용하였다[5].

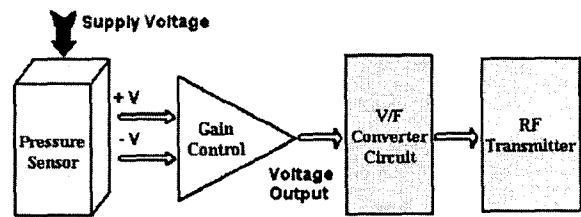
3.1 센서모듈 및 센서 인터페이스 구현

대기압 및 습도, 온도 중 대기압을 측정하기 위한 저가의 대기압센서로 모듈 및 인터페이스를 구현하였다. 기존 기술을 보유한 회사들의 경우 대기압측정을 위해 아네로이드계 압력센서를 사용하였고, 본 논문에서는 Piezoresistive 특성을 이용한 휘스톤브리지 형태의 NOVA사 NPP-301-100A센서를 사용하였다. 특징은 다음과 같다[6].

[표 2] NPP-301 특징

Pressure Range	15 psi (1013~10hPa)
Maximum Operating Voltage	10 V
Operating Temperature Range	-40 to + 125 °C
Offset	±10 mV/V
Full Scale Output	60±20 mV
Linearity	±0.2 %FSO
Long-Term Stability of FSO	±0.2 %FSO
Response Time	1ms

대기압의 변화에 따른 센서 출력전압의 변화폭은 60 ± 20mV 정도로 미약하므로 변화의 폭이 커지도록 OP-AMP를 사용하여 전압의 변동폭을 증가시켰다. 이 전압의 변화량에 따라 전압을 주파수 신호로 바꿔주는 회로를 구성하여 무선 전송모듈로 전달하게 되며 온도 및 습도센서와 함께 V/F Converter를 구성하였다[7].

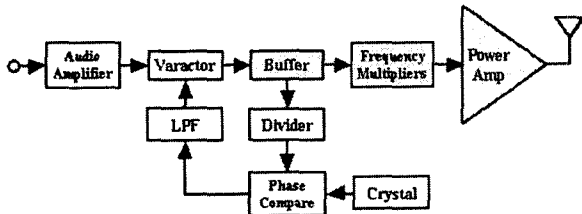


[그림 3] 센서 모듈 및 인터페이스

3.2 무선 전송모듈 구현

표 1의 조건에 만족하는 403.5MHz대역의 무선전송모듈을 설계하여 구성하였다. 전원전압은 5V로 일정하게 유지하고, 출력은 250mW 정도로 맞추었다. V/F converter에서 나온 주파수 출력을 Varactor를 사용하여 초기 변조하였고, 기준주파수를 제공하는 Crystal은 6.3046875MHz로써 주문 제작하였다. 분주회로를 구성하기 위한 Prescaler는 Philips사의 SA701을 사용하였다. Prescaler의 주파수 분할은 SA701의 외부제어에 따라 128/129, 64/65 중 하나를 선택할 수 있도록 되어있고 64분주 하여 회로를 만들었으며 종단 고출력증폭기 부분과는 콘덴서, 코일 등을 이용하여 임피던스 매칭을 하였다[8].

다음은 무선전송모듈의 블록도 이다.

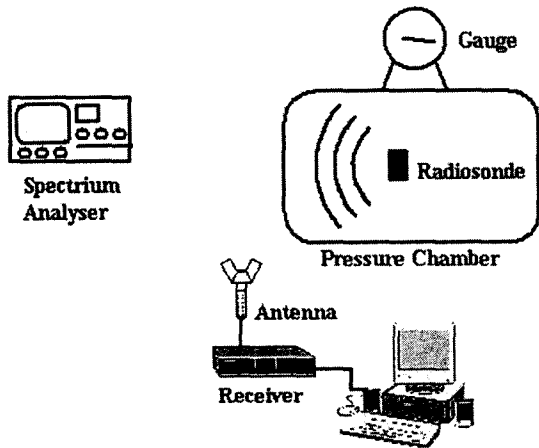


[그림 3] 무선전송모듈

4. 실험 및 결과분석

4.1 실험환경의 구성

구성되어진 상층기상관측기의 동작을 확인하기 위하여 다음과 같이 환경을 구성하고 실험하였다.



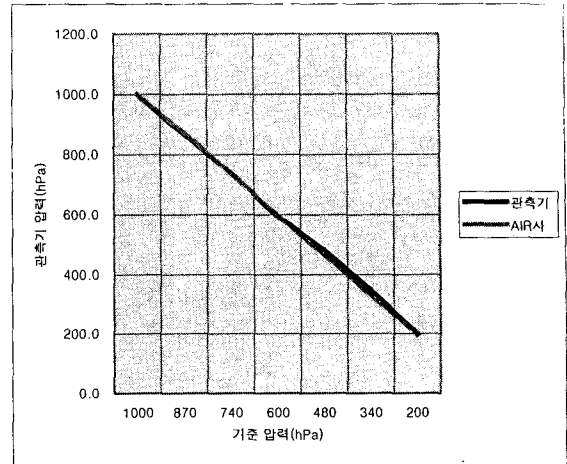
[그림 4] 상층기상관측기 실험환경

RF전송모듈의 양호한 출력을 측정하기 위하여 스펙트럼 분석기를 사용하였다. 무선전송모듈이 주위의 방해를 받지 않고 안정된 출력을 내고 있는지 알 수 있다.

NPP-301 압력센서의 특성을 조사하여 분석하고, 분석되어진 센서 중 양호한 것으로 상층기상관측기를 구현하였다. 기존의 상층기상관측기(AIR사)를 압력챔버에 넣고 지상대기압(14.7psi)에서부터 점진적으로 변화시켜 압력의 변동에 따라 수신되는 수신기의 정보를 컴퓨터에 전송하게 하였다. 압력이 변화할 때 센서가 반응하는 속도는 기존 관측기인 경우 1sec, NPP-301의 경우 1msec의 응답특성이 있으므로 2초 정도 고정시간을 두었고, 지상대기 1013hPa에서 200hPa까지 점진적으로 변화시켜 보았다. 이후 구현되어진 고층기상관측기를 같은 방법으로 컴퓨터에 정보를 전송하였고 두 압력정보를 비교 분석하였다. 사용된 수신기는 ADAS사의 AIR-3A를 사용하였다[9].

4.2 결과분석

비교대상인 AIR사의 상층기상관측기와 구성한 상층기상관측기를 가지고 각각 따로 압력챔버에 넣고 1시간정도 점진적으로 변화시켜 실험한 후 각각 2회씩 실험하여 지상의 수신기로부터 받은 결과를 다음의 그림에 비교하였다.



[그림 5] 상층기상관측기 수신결과 비교

결과의 그래프를 살펴보면 구현된 관측기로부터의 정보가 압력챔버 게이지가 지시하는 기준 값과 거의 동일하며 최소 0.6hPa, 최대 7.8hPa의 오차를 가지고 비교했던 AIR사의 관측기의 경우 최소 0.3hPa, 최대 12.9hPa의 오차를 가져 양호한 성능을 보이는 것을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 상층기상정보 중 대기압측정을 위해 상용칩을 사용한 상층기상관측기를 구현하였다. 대기압측정을 위한 특성화된 기준센서기술을 상용센서로써 구현하여 기존의 상층기상관측기의 정보획득과 비교하여 거의 동일한 결과를 보였다. 앞으로 습도 및 온도의 부분도 저가의 상용소자를 사용하여 구현하고자 하고 소자 각각의 특성에 따라 오차를 포함하므로 특정한 교정 정보를 저장하여 이를 이용한 더욱 정확한 기상정보획득을 위한 연구도 계속 되어야 할 것이며, 센서소자 자체의 정확성을 위한 소자기술 개발 역시 계속 진행되어야 할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] 한국기상학회 "대기과학개론" 시그마프레스 p233 1999
- [2] <http://www.wmo.ch/web/www/OSY/GOS.html>
- [3] "Technical characteristics and performance criteria for radiosonde systems in the meteorological aids service" Recommendation ITU-R SA.1165-1 p12, (1995-1997)
- [4] 대한민국 주파수분배표 _정보통신부
- [5] "라디오존데의 관측정확도 향상에 관한 연구" 기상연구소 1993
- [6] "Nova Sensor Application Note 3,4,5,6 NPP-301 Series" Lucas 1998,1999
- [7] "Low-Power Signal Conditioning for a Pressure Sensor" Application Report SLAA034. Texas Instruments, p14, 1988
- [8] Cotter W. Sayre "The complete RF technician's handbook" Second Edition 1998
- [9] "ADAS Reference Manual" A.I.R Inc. 1986