

위성시스템 교육을 위한 간이 지상수신국 구성과 운용 결과

박주원^{1,2,†}

¹인하대학교 항공우주공학과
²서원무인기술(주)

A Study on the Configuration and Operation Result of a Simple Ground Receiving Station for Satellite System Education

Joo-Won Park^{1,2,†}

¹Department of Aerospace Engineering, Inha University
²Suewon Unmanned Tech

Abstract

In this paper, we present a simple ground receiving station as an educational method for a satellite system. Our system is produced similarly to the existing fixed ground station in terms of function by using satellite communication technology and related software commonly used in the amateur radio field. In addition, we conducted operation test to receive signals from operating satellites and confirmed the possibility of using them as a way to educate satellite systems, such as understanding ground station systems through satellite reception experience and satellite state information acquisition, and further designing satellite systems.

초 록

본 논문에서는 위성시스템의 교육 방안으로 간이 지상수신국을 제시하고 아마추어 무선분야에서 보편적으로 활용되고 있는 위성통신 기술과 관련 소프트웨어를 이용하여 기능면에서 기존의 고정지상국과 유사하게 제작하였다. 또한 운용 중인 위성의 신호를 수신하는 간이 지상수신국 운용시험을 진행하여 위성신호의 수신경험을 통한 지상국시스템의 이해, 위성의 상태 정보 획득을 통한 위성시스템의 이해, 더 나아가 향후 위성시스템 설계 등 위성시스템 교육을 위한 방안으로의 간이 지상수신국 활용 가능성에 대해 확인하였다.

Key Words : Satellite(위성), Ground Receiving Station(지상수신국)

1. 서 론

1961년 12월 12일 최초의 아마추어 위성 오스카 1호가 쏘아 올려진 이후 현재까지 수많은 아마추어 무선 위성을 통해 아마추어 무선가들은 국가간 위성통신을 하고 있다. 이러한 위성과의 통신기술은 1999년 Cal

Poly와 Stanford 대학에서 제작한 Cubesat Standard를 시작으로 대학의 위성시스템 교육을 위한 초소형 위성 연구로 진행되었으며 이제 초소형 위성은 대학 중심의 교육 목적을 넘어 초소형 위성을 이용한 과학, 정찰 및 통신 등의 특수 임무를 수행하는 산업용 위성 시스템으로 발전하고 있다.

일례로 미국의 민간우주업체인 SpaceX는 Starlink 사업의 일환으로 수십 기의 초소형 위성을 동시에 발사하여 임무를 수행하는 기술을 바탕으로 향후 1만 2000기 위성을 통해 미래의 인터넷 망을 구축하는 계

획을 진행하고 있다.

국내에서도 2000년부터 일부 대학에서 초소형 위성을 제작하였으며 2012년을 시작으로 한국항공우주연구원 주관 경연대회가 진행되어 19기 이상의 초소형 위성이 제작 발사되었다[1].

그러나 국내외의 활발한 초소형 위성에 대한 관심과 연구개발에도 위성시스템은 많은 제한 조건을 갖는 극한 우주 환경에서 동작해야 한다는 특수성이 있어 유사분야의 숙련자라 할지라도 위성시스템의 적용 기술을 이해하기가 쉽지 않은 게 현실이다.

이러한 이유로 국외의 몇몇 업체에서는 위성시스템의 설계과정에서 시스템의 구성 및 동작 등을 시뮬레이션 해 볼 수 있는 교육용 위성시스템을 제작 판매하고 있다. 또한 위성 운용에 경험이 많은 NASA의 GSFC (Goddard Space Flight Center)에서는 10여년의 개발을 통해 2015년에 위성의 탑재 소프트웨어인 cFS (core Flight System)를 오픈소스 형태로 공개하였으며 최근에는 위성 자세 및 궤도 동역학 시뮬레이션과 탑재 소프트웨어인 cFS 그리고 지상국을 통합적으로 시뮬레이션 할 수 있는 OpenSatKit를 오픈소스 형태로 공개하여 Fig. 1과 같이 위성시스템을 이해하고 교육할 수 있도록 하고 있으며 더 나아가 위성시스템 개발에 활용할 수 있도록 하고 있다[2].

이에 본 논문에서는 많이 활용되고 있는 교육용 위성시스템, NASA의 OpenSatkit과 같은 시뮬레이션 환경 등의 기존 교육방법과 더불어 하루 평균 위성신호를 송신하며 한반도 상공을 지나가는 기상위성, 아마추어무선위성, 큐브위성 등의 위성시스템을 교육용 간이 지상수신국을 이용하여 교육 자료로 활용하는 방안을 제시하고자 한다.

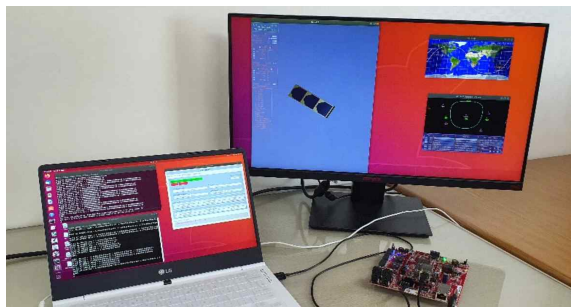


Fig. 1 Interlock Test of OpenSatKit and Zynq Board

2. 간이 지상수신국 구성 및 시험

2.1 간이 지상수신국 필요성

우주 환경에서 임무 수행중인 위성과의 무선 교신을 위하여 요구되는 지상시스템인 고정지상국은 매우 짧은 시간동안 이루어지는 교신 성공률을 확보하기 위하여 고출력 송신이 가능하고 수신 이득이 높은 Antenna, 무선신호 처리를 위한 송수신 장비, 그리고 Antenna의 위성 추적을 위한 Antenna Rotator 등으로 구성되어 있다[3-5].

고정지상국의 설치 및 운용은 위성통신을 위한 고출력의 무선장비를 포함하고 있기 때문에 위성통신관련 전파법 규정에 따라 이루어져야하며 부피가 큰 고성능 Antenna를 전파환경을 고려하여 설치할 수 있는 공간 확보 등 비용적인 측면에서의 많은 고려가 필요하다.

한편 국내 대학의 고정지상국 활용 측면에서 보면 대부분 대학에서 항공우주 교육과정으로 위성시스템 및 인공위성공학 등을 교육하고 있지만 한국항공우주연구원 주관 경연대회를 통해 위성을 설계/제작하여 보유하고 있는 몇몇 대학들만이 고정지상국을 확보하고 있어 교육과정을 통해 실제 위성신호를 수신해보는 경험이 흔치 않은 게 현실이다.

이러한 이유로 기존 고정지상국의 수신 기능만을 적용하여 전파법에 구애받지 않고 위성신호를 수신할 수 있으며 기존 고정지상국과 유사하게 구성하고 기능을 구현함으로써 위성운용을 위한 지상국시스템을 이해하고 위성신호의 수신 경험을 쌓을 수 있는 교육용 간이 지상수신국의 필요성이 있다.

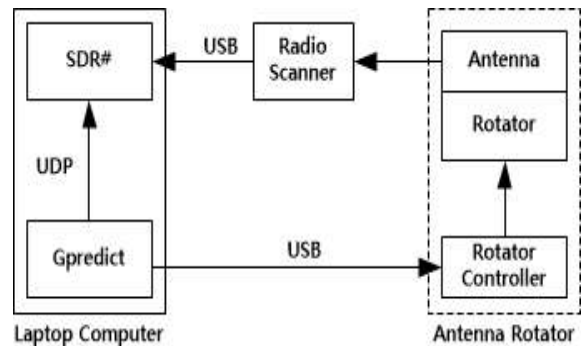


Fig. 2 Block Diagram of the Configured Simple Ground Receiving Station

2.2 간이 지상수신국 구성

간이 지상수신국의 구성은 일반적인 고정지상국의 구성과 매우 유사하다. 크게 다른 점은 고정지상국은 위성과의 송수신을 포함하고 있지만 본 논문의 간이 지상수신국은 수신만이 가능한 구성이고 설치와 이동을 용이하게 구성하는데 목적을 두고 있다는 것이다.

주요 구성은 Fig. 2와 같이 크게 세부분으로 나눌 수 있는데 Antenna로부터 출력되는 무선신호를 수신하는 Radio Scanner와 장착된 Antenna를 추적 위성의 방위각과 고각에 따라 회전시키는 Rotator와 Rotator의 제어를 위한 Rotator Controller로 구성되는 Antenna Rotator 그리고 위성을 추적하고 궤도를 예측하는 소프트웨어와 Radio Scanner로부터 출력되는 신호를 분석하고 처리하는 소프트웨어가 실행되는 Laptop Computer로 구성되어 있다.

신호의 처리에 있어서 Radio Scanner와 Antenna Rotator의 연결은 Laptop Computer의 USB 포트를 통해 이루어지며 운용을 위해 실행되는 소프트웨어들은 내부 UDP 포트를 통해 정보를 교환하게 된다.

2.2.1 Radio Scanner

Antenna로부터 출력되는 무선신호를 수신하는 기능을 갖는 Radio Scanner는 2012년부터 아마추어 무선에서 무선신호를 수신하고 분석하는 데 많이 이용되고 있는 RTL-SDR.COM사의 USB Dongle 형태인 RTL-SDR(RTL2832U) V3 제품을 적용하였다[6].

Realtek사의 RTL2832U 부품을 이용하고 SDR (Software Defined Radio)기술을 적용함으로써 RTL-SDR이라고 불리어지는데 SDR기술은 아날로그 스펙트럼의 무선신호가 Antenna로부터 입력되면 고속의 ADC 샘플링을 통해 디지털의 형태로 변경한 후 소프트웨어적으로 신호를 처리하여 무선신호로부터 정보를 추출하는 기술이다.

여기서 고속의 ADC 샘플링 기능의 수행은 RTL-SDR(RTL2832U) V3에서 이루어지며 소프트웨어적으로 신호를 처리하여 정보를 추출하는 역할은 SDR# 소프트웨어에서 이루어진다[7].

RTL-SDR의 수신가능 주파수의 범위는 22-2200 MHz이고 LNA (Low Noise Amplifier)가 내장되어 있어 최대 50 dB정도의 신호 증폭이 가능하다.

2.2.2 Antenna

수백Km에서 송신하는 위성신호의 수신을 위한 Antenna 선정에 앞서 한반도 상공을 지나가는 초소형 위성의 사용 주파수 대역 검토를 통해 대부분 위성들이 140 MHz의 VHF대역과 440 MHz의 UHF대역을 사용하고 있음을 확인하였으며 Fig. 3과 같이 아마추어 무선에서 많이 이용되는 차량용 VHF/UHF대역의 이득 2.15dB인 무지향성 Whip Antenna와 RTL-SDR에서 기본 제공되는 Dipole Antenna를 전방 장애물이 없는 건물 외벽의 난간에 설치한 후 각각 위성신호의 수신 성능을 확인해보았다.

Figure 4는 2013년에 발사된 STRaND-1 위성의 수신화면으로 신호세기는 작지만 437 MHz대역의 위성신호가 수신되고 있음을 확인할 수 있다.

무지향성 Antenna를 이용한 시험에서 수백Km에서 송신하는 다양한 위성신호를 아주 손쉽게 수신할 수 있음을 확인하였으나 수신 위성신호의 세기가 위성정보를 획득하기 위한 정보처리에 어려움이 있고 위성의 방위각에 따라 주변 건물간의 간섭으로 위성신호의 음영지역이 발생함을 확인할 수 있었다.

위와 같은 검토와 시험을 진행하여 간이 지상수신국에 적용할 Antenna는 미국 Arrow Antenna사의 제품을 선정하였는데 Table 1과 같은 사양의 이득이 높고 지향성을 갖는 Yagi 형태로써 아마추어 무선에서 저궤도 아마추어 위성 통신을 위해 많이 이용하고 있는 제품이다[8]. Figure 5와 같이 Duplexer 내장형으로 3개 요소로 구성된 VHF Antenna와 7개 요소로 구성된 UHF Antenna를 동시에 이용할 수 있다. 총 조립 시에 무게는 500 g이며 사용자가 한손에 들고 위성신호를 수신할 수 있도록 제작된 Antenna이다.



Fig. 3 Installed Whip Antenna / Dipole Antenna

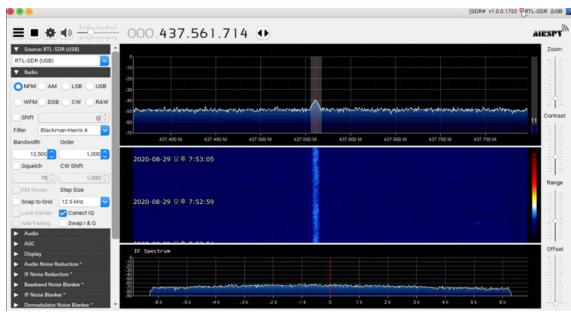


Fig. 4 Signal of a STRaND-1 displayed by SDR# (2020/8/29)

Table 1 Specification of Arrow II Antenna

Model	146/437-10WBP
Frequency(MHz)	VHF(146) & UHF(437)
Power	Transmit : 10 W (150 W without Duplexer)

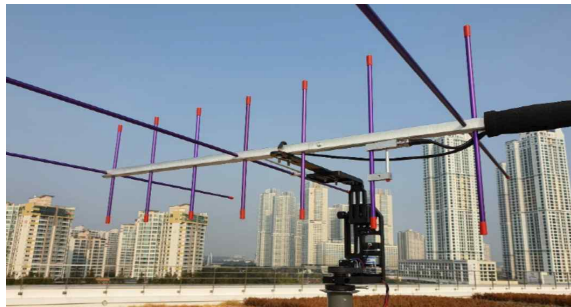


Fig. 5 Installed Arrow II Antenna & Rotator

2.2.3 Rotator

선정된 지향성 수신 Antenna를 위성의 방위각과 고각에 맞추어 지향시키기 위하여 요구되는 Rotator의 구성은 간이 지상수신국의 목적에 맞게 휴대성과 이동성을 고려하여 카메라용 삼각대에 장착할 수 있는 중국 Cinespark사의 스톱 모션 애니메이션용 전동 Pan/Tilt 장치를 선정하였고 Pan/Tilt의 구동은 Controller의 제어 방식을 고려하여 Open Loop 제어가 가능한 Stepping Motor 방식으로 하였다. Table 2는 Rotator의 주요 사양을 나타낸다[9].

2.2.4 Rotator Controller

Stepping Motor에 의해서 구동되는 Rotator를 제어하기 위한 Rotator Controller의 구성은 Fig. 6과 같

이 범용으로 많이 이용되는 Arduino Uno R3 보드와 CNC Shield V3 보드를 적용하였다[10].

위성 추적 및 궤도 예측 소프트웨어에 의해서 계산된 방위각과 고각을 입력 받아 Rotator를 회전시키기 위한 Motor 제어신호를 발생시키는 역할을 하는데 Arduino Uno 보드는 Laptop Computer와 USB 포트를 통해 UART 통신으로 입력받은 회전각 명령값을 추종하는 제어신호를 생성하게 되며, CNC Shield 보드는 탑재된 A4988 Motor Driver를 통해 Stepping Motor를 회전시키는 전류신호를 발생하게 된다.

Table 2 Specification of Rotator

Model	PT-0ST
Pan/Tilt	360°/360°
Motor	Stepping Motor(NEMA 14) 2 Phase Bipolar Step angle : 1.8°
Gear Ratio	32 : 1
Power	12 V 400 mA
Weight	1.6 Kg
Max. Load	5 Kg

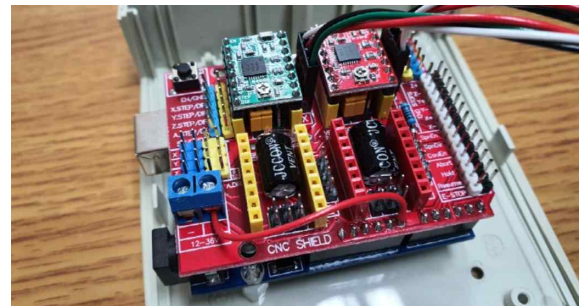


Fig. 6 Configured Rotator Controller module

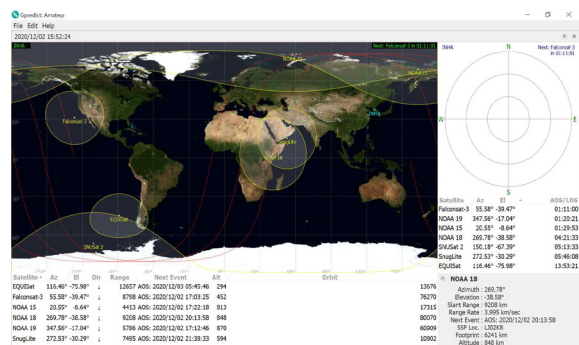


Fig. 7 User Display of Gpredict Software

2.2.5 위성 추적 및 궤도 예측 소프트웨어

간이 지상수신국에 있어 RTL-SDR과 Rotator를 모두 관장하는 역할을 수행하는 기능의 주요 소프트웨어로써 Fig. 7과 같은 Gpredict를 적용하였다[11].

Gpredict는 NORAD (North American Aerospace Defense Command)에서 제공하는 위성의 TLE (Two-Line Element Set)을 기준으로 위성 추적 및 궤도 예측을 통해 현재 위치한 지상국과 위성 간의 방위각과 고각을 계산하고 위성신호의 수신 가능 시간을 계산하는 기능을 갖는다. 또한 위성신호 수신에 있어서 지상국과 위성 간에 발생하는 도플러효과에 의한 주파수 편이를 계산하는 기능이 있다.

2.3 위성신호 수신시험

위성신호 수신시험은 구성된 간이 지상수신국의 운용 및 성능을 확인하기 위하여 Fig. 8과 같이 설치한 후 진행하였다.

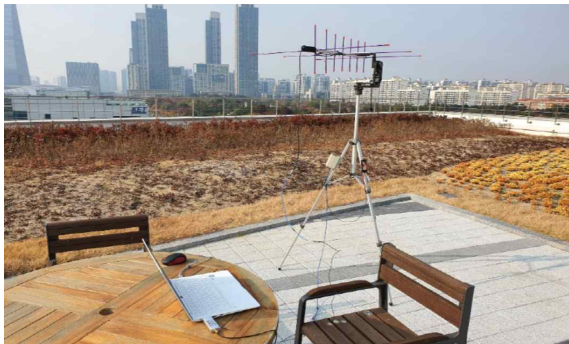


Fig. 8 Simple Ground Receiving Station

Table 3은 위성신호의 수신과 간이 지상수신국의 운용을 위하여 적용된 소프트웨어를 보여주고 있으며, 주변 환경 등을 고려하여 위성의 최대 고각이 40°이상이고, 수신 주파수의 성능 검증을 위하여 VHF와 UHF 대역의 위성을 각각 선정하였다.

2.3.1 Falconsat-3 위성 수신

Falconsat-3은 2007년에 발사된 아마추어위성으로 고도가 466 Km × 469 Km이고 경사각이 35.40°인 한반도를 횡단하여 지나가는 위성이다.

Figure 9는 위성 신호 수신화면으로 최대 고각이 57°이었으며 송신 주파수는 435.1030 MHz인데 도플러 효과에 의한 주파수 편이를 보여주고 있다.

Falconsat-3은 GMSK 9600BPS로 아마추어 통신 정보와 함께 위성의 상태정보를 송신하는 기능을 갖고 있다. 이에 AMSAT (The Radio Amateur Satellite Corporation)에서는 Telemetry 정보를 수신하는 소프트웨어 Pacsat Ground Station를 제공하고 있다[12].

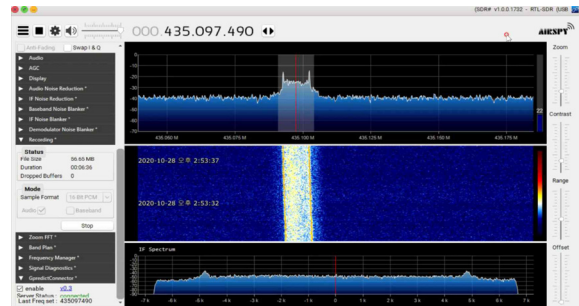


Fig. 9 Signal of a Falconsat-3 displayed by SDR# (2020/10/28)

Table 3 Softwares for Operation Test

Software	Description
SDR#	RTL-SDR Compatible Software
Gpredict	Satellite Tracking & Orbit Prediction Software
Hamlib	Rotator Driver Library
Pacsat Ground Station	Ground Station Software for FalconSat-3
hs_soundmodem	Software TNC
WXtoimg	Decoding Software for the signal of Weather Satellites

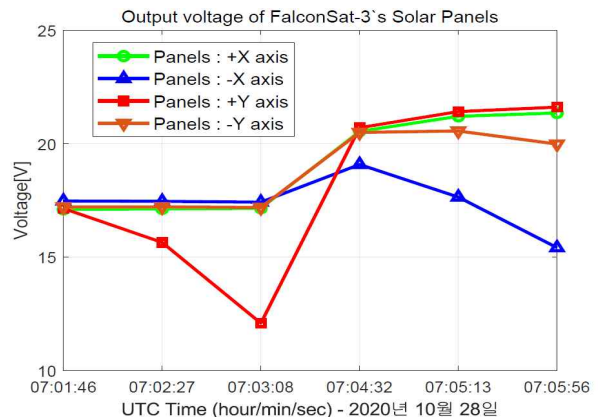


Fig. 10 Output Voltage of Falconsat-3's Solar Panel

수신된 Telemetry 정보에는 위성의 현재 상태를 알려주는 많은 정보가 포함되어 있는데 Fig. 10은 정보 처리 소프트웨어인 Pacsat Ground Station을 통하여 수신한 현재 위성 에 장착된 Solar Panel 의 출력전압 상태를 보여주고 있는 것으로 +X 방향은 인공위성의 진행 방향이고, 그 수직 방향이 +Y 방향이다.

2.3.2 NOAA-18 위성 수신

NOAA-18은 2005년에 발사된 기상위성으로 고도가 848 Km \times 854 Km이고 경사각이 98.74°인 한반도를 종단하여 지나가는 위성이다. Figure 11은 위성 신호 수신 화면으로 최대 고각이 84°이었으며 APT 송신 주파수는 137.9125 MHz인데 도플러 효과에 의한 주파수 편이를 보여주고 있다.

한반도 상공을 지나가는 NOAA 기상위성은 FM변조된 대역폭 38500 Hz의 신호로 한반도 주변 상공의 기상 사진과 기상 Telemetry 정보를 송신하고 있다.

NOAA에서는 위성신호를 수신한다면 누구나 기상사진을 볼 수 있도록 하고 있는데 NOAA-18에서 송신하는 FM변조 신호를 기상 사진 및 기상 Telemetry 정보로 변환해주는 소프트웨어 WXtoImg를 이용하여 Fig. 12와 같은 기상 사진을 수신할 수 있다[13].

Figure 13은 국가기상위성센터(NMSC; National Meteorological Satellite Center)에서 제공한 동일 시간대의 기상사진으로 해상도의 차이가 있지만 한반도 상공의 구름분포가 동일함을 확인할 수 있다[14].

한편 Fig. 14는 수신된 기상 Telemetry 정보를 후처리하여 한반도 상공의 구름 온도 분포를 보여주는 것으로 사진에서 짙게 표시되는 부분은 온도가 매우 낮은 구름이 분포하고 있음을 나타내는 것이다.

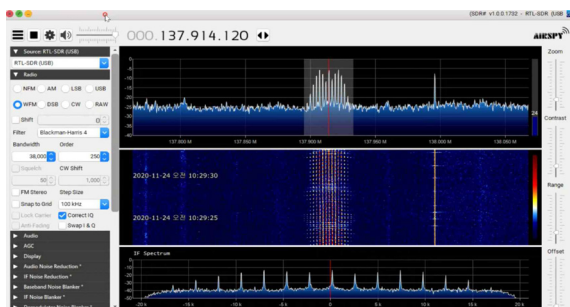


Fig. 11 Signal of NOAA-18 displayed by SDR# (2020/11/24)

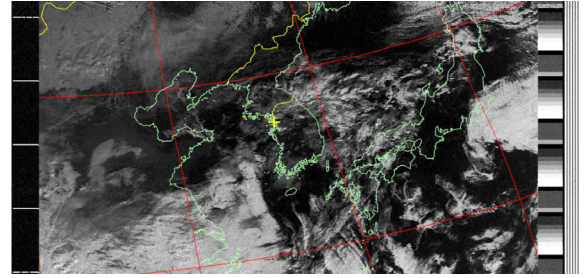


Fig. 12 Satellite Image processed by WXtoImg (2020/11/24)

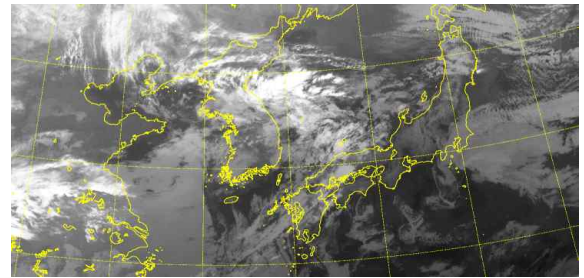


Fig. 13 Satellite Image from NMSC (2020/11/24 10:20 KST)

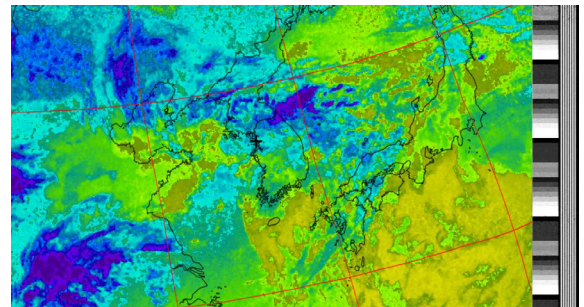


Fig. 14 Thermal Enhancement processed by Wxtoimg (2020/11/24)

2.4 운용 결과 및 Lesson Learned

간이 지상수신국의 구성에 있어 Antenna의 위성 추적을 위하여 Arduino 보드로 제작된 Rotator Controller의 경우 궤도 추적 소프트웨어인 Gpredict와 연동하여 출력되는 각도명령에 따라 Rotator의 구동이 가능함을 확인하였다.

Stepping Motor의 Step Angle과 Gear Ratio를 고려하여 Rotator의 고각 및 방위각 최대 추적속도는 23 deg/sec으로 하였으며, Antenna를 Rotator에 고정하는 데 있어 Tilt 장치의 회전 Torque를 경감시키기

위한 무게 중심의 고려가 필요하였다.

선정된 Arrow Antenna의 경우 아쉽게도 제작사에서 수신 이득에 대한 정보가 제공되지 않아서 시험에서 사용된 무지향성 Antenna들과의 이득에 따른 수신 감도의 상승 정도를 비교하기가 어려웠지만 수신시험에서 최대 -5 dBm으로 무지향성 Antenna에 비해 감도가 높아짐을 확인할 수 있었다.

위성신호 수신시험에 있어 위성신호의 세기가 충분히 확보된다면 공개된 정보처리과정에 따라 정보획득에는 어려움이 없지만 위성 주파수와 아마추어무선 주파수가 같은 대역을 이용하고 있어 위성신호 수신 중에 일어나는 간섭을 줄일 수 있도록 운용에 있어 주변 전파환경에 대한 고려가 중요함을 알 수 있었다.

추가적으로 수신하고자 하는 위성신호의 세기가 작은 경우 Fig. 15와 같이 Antenna와 Radio Scanner 사이에 LNA를 외부 장착함으로써 수신감도를 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 적용된 LNA는 SPF5189Z으로 주파수 범위가 50-4000 MHz이고 NF (Noise Figure) = 0.6 dB이다.

삼각대위에 장착되도록 구성된 간이 지상수신국의 총 무게는 4 kg정도로써 구성 목적에 맞게 이동에 용이하였고, 30분 이내에 분해 및 조립이 가능하였으며 위성신호 수신을 위하여 간이 지상수신국을 운용하는데 필요한 공간은 2 m × 2 m정도였다.

참고문헌[15-16]에서는 현재 UHF/VHF대역에서 수신 가능한 위성과 Telemetry decoder 소프트웨어를 제공하고 있는 위성들을 보여 주고 있는데, 위성에 장착되어 있는 탑재 장비의 구성과 Telemetry 정보로부터 온도, 자기장, Solar Panel 전압 등 우주 환경에 관련된 정보를 확인해 볼 수 있다.



Fig. 15 Installed External LNA

향후 간이 지상수신국의 운용은 위성신호 수신 준비과정에서 궤도 예측을 통한 위성 궤도 역학에 대한 이해, 위성통신을 위한 지상국 시스템에 대한 이해, 위성신호로부터 정보 획득을 위한 신호처리 기술에 대한 이해 그리고 핵심이 되는 무선통신 기술에 대한 이해 등 위성시스템 운용 기술의 교육이 가능할 것이며, 더 나아가 위성신호 처리를 통해 획득된 위성의 상태정보를 분석해봄으로써 탑재장비의 구성 및 성능 예측을 통한 위성시스템의 설계 교육과 위성통신에 핵심 요소인 Antenna 성능 분석을 통한 Antenna 설계 및 제작 교육 등으로 연계 가능할 것으로 보인다.

한편 본 논문에서 Antenna와 Rotator는 상용 제품을 적용하였지만 교육과정을 통해 직접 제작을 해본다면 더 적은 비용의 위성신호 수신에 가능할 것이다.

3. 결 론

간이 지상수신국의 구성을 통해 아마추어 무선분야에서 위성통신을 위해 이용되고 있는 기술들이 위성시스템 이해를 위한 교육장비로서의 활용 가능성을 확인할 수 있었으며, 위성 신호를 직접 수신하고 위성시스템의 상태 정보를 확인함으로써 위성의 운용 및 탑재장비의 구성을 이해하고 특히 위성 입문자들에게 교육 동기를 부여할 수 있음을 확인할 수 있었다.

세계적으로 2020년 11월 1일까지 1079기의 위성이 발사되었고 그중 1029기가 소형위성이었다고 한다 [17]. 이러한 통계는 산업적 측면의 위성시스템 교육의 필요성이 있음을 말해주고 있으며, 하루에 위성신호를 송신하며 한반도 상공을 지나가는 200여기가 넘는 위성들의 위성-지상국간의 통신 및 위성정보처리의 기본적 개념을 이해하는 교육 자료로 활용하기 위한 교육용 간이 지상수신국의 필요성을 보여주는 것이라고 생각한다.

References

[1] S. H. Han, Y. J. Choi, D. H. Cho, W. S. Choi, H. C. Gong, H. D. Kim, and G. H. Choi, "Analysis of Cubesat Development Status in Korea," *Journal of The Korean Society for Aeronautical and Space*

- Sciences*, Vol. 45, No. 11, pp.975~988, NOV. 2017.
- [2] *OpenSatKit User's Guide Version 2.0*
- [3] I. Jung, and S. Lee, "S-band Communication Validation and Link budget Analysis for Rep. of Korea Air Force Academy Ground Station," *Journal of Military Science Research*, vol. 67, pp.237-251, 2016.
- [4] Y. H. Jeon, B. G. Chae, H. M. Jeong, S. Y. Jeon, and H. U. Oh, "Design od Ground Station System for Cubesat STEP Cube Lab," *Journal of The Society for Aerospace System Engineering*, Vol. 9, No. 4, pp.37~42, 2015.
- [5] S. Y. Lee, S. A. Song, H. R. Kim, and Y. K. Chang, "Development of Cubesat Ground Station implementiong Automatic Tracking and Command System," *Proceeding of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Spring Conference*, pp.341~343, April 2017.
- [6] <https://www.rtl-sdr.com/>
- [7] C. Laufer, *The Hobbyist's Guide To the RTL-SDR*
- [8] <http://www.arrowantennas.com/arrowii/146-437.html>
- [9] <https://cinespark.shop/search?q=pt-0st>
- [10] https://wiki.satnogs.org/SatNOGS_Arduino_Uno/CNC_Shield_Based_Rotator_Controller
- [11] <http://gpredict.oz9aec.net/>
- [12] <https://www.g0kla.com/workbench/2019-02-03.php>
- [13] <https://web.archive.org/web/20171004225753/http://www.wxtoimg.com/beta/>
- [14] <https://nmsc.kma.go.kr/homepage/html/satellite/viewer/selectSatViewer.do?dataType=operSat>
- [15] <https://www.dk3wn.info/wp/digital/>
- [16] <https://www.satblog.info/status-2/>

항공우주시스템공학회지 논문원고 투고안내

Journal of Aerospace System Engineering Guideline Authors

항공우주시스템공학회지(이하 학회지라 함)의 원고는 본 투고안내에 의하여 작성한다.

The manuscript of the Journal of Aerospace Systems Engineering (JASE) shall be prepared in accordance with these Journal of Aerospace System Engineering Guidelines for Authors.

1. 학회지에 원고를 투고하고자 하는 자는 항공우주시스템공학회 회원을 원칙으로 한다. 단 본회에 서 인정한 원고투고자는 회원이 아니라도 무방하다.

Those that wish to submit a manuscript to JASE must be in the Aerospace System Engineering field. However, manuscript contributors are recognized by JASE also if he or she is not a member.

2. 논문 원고는 항공우주시스템공학회지 템플릿에 따라 작성 후 학회 홈페이지(온라인논문심사시스템)에 등록·제출한다.

After the manuscript is written in accordance with the templates for Journal of Aerospace System Engineering, register and submit it to the JASE website (online manuscript review system).

3. 원고의 접수일은 저자의 등록절차가 완료된 시점으로 한다. 단 내용은 수정, 보충 등을 위하여 저자에게 보내진 원고가 본 학회에서 발송된 날로부터 3개월 이내에 회송되지 않을 경우에는 최초의 접수일은 무효가 된다.

The date of the submission of the manuscript shall be completed when the author completes the registration procedure. However, the initial date shall be disregarded if the text sent to the author is not returned within three months from the date of the invoice sent to the author for amendment or supplementation.

4. 원고의 채택여부는 편집위원회에서 결정한다.

The adoption of a manuscript is decided by the editorial board.

5. 논문의 기술적인 내용에 대한 모든 책임은 저자가 지며, 논문의 저작권은 항공우주시스템공학회 로 양도함을 동의하여야 한다.

All responsibility for the descriptive content of the manuscript is with the author. Copyright of the manuscript shall be transferred to the Society for Aerospace System Engineering.

6. 학회지에 게재될 내용의 구분과 규정 면수는 다음과 같다.

Classification of manuscripts published in the journal are categorized as follows.

구분 Division	규정면수 Specified pages number
(1) 연구논문 Research Paper(s) (2) 기술논문 Technical Paper(s)	6면 이내 Within 6 pages

구분 Division	규정면수 Specified surface number
(1) 기본 6면 지원과제 Basic 8 pages supported project (비지원과제) (Unsupported Project)	30만원 300,000 won (25만원) (250,000 won)
(2) 7면 이상시 추가비용 Additional cost for more than 9 pages	면당 5만원 50,000 won per page

7. 저자는 학회지에 게재된 논문의 소정의 게재료를 납부해야한다. 또한 규정 면수를 초과하거나 연구비를 받아 수행된 논문은 소정의 게재료 이외에 초과분에 대한 게재료를 납부해야한다.
The author should pay the publishing fee as specified for the manuscript being published in JASE. In addition, exceeding the prescribed number of manuscripts that have been received under the grant in addition to the prescribed publication fee, the publication fee for the excess amount must be paid.
8. 제출된 원고는 타 학술지에 발표되지 않은 논문이어야 한다.
Submitted manuscripts should be not published in other journals.
9. 연구논문은 항공우주시스템공학 및 기술적으로 기여하는 바가 있고, 독창성과 신뢰성이 있어야 한다.
Manuscripts are Aerospace Systems Engineering and technically must have originality and reliability.
10. 논문 및 기술논문의 체제는 다음과 같은 순서로 함을 원칙으로 한다.
→ 제목(국어 및 영어), 저자명(국문 및 영문), 소속기관(국문 및 영문), 초록(국어 및 영어), 주요 기술용어(Key Words), 서론(논문은 목적, 배경 등), 본문(이론해석, 실험방법, 결과, 결과의 해석, 고찰 등), 결론, 참고 문헌, 부록, 기타
The system of manuscripts shall be arranged in the following order.
→ Title (Korean and English), Author's name (Korean and English), Affiliation (Korean and English), Abstract (Korean and English), Key Words, Introduction (The manuscript's purpose, background, etc.), Main Text (Theoretical Interpretation, Test Methods, Results, Interpretation of Results, Consider etc), Conclusion, References, Appendix, Etc
11. 원고투고 및 문의는 사단법인 항공우주시스템공학회 편집부에게 한다.
Submission and inquiry of a manuscript shall be directed to the editorial department of Aerospace System Engineering.
→ Address to submit : (34909) 1206, Centria Officetel, 1719, Gyebaek-ro, Jung-gu, Daejeon, Republic of Korea
→ Contact info : Telephone (042)523-1978 , Fax (042)526-1978

논문집필요강

Guidelines for Manuscript Writing

1. 투고논문 원고는 국문 또는 영문으로 작성한다. 국문으로 작성하는 경우에는 필요에 따라 영문 용어를 사용할 수 있으며, 이 경우 영문은 문장의 첫 자만 대문자로 표기하고 나머지는 소문자로 표기하되 고유명사는 예외로 한다.
Manuscripts should be written in Korean or English. If you write in Korean, you can use English terminology as needed, in this case, only the first letter shall be marked in upper case letters and the remainder shall be marked in lower case letters, but the unique noun shall be the exception.
2. 영문 성명은 이름을 먼저 쓰고 성은 뒤로 쓴다.
The English name is written first and the last name is written backwards.
(ex: Kil-Dong Hong and Cheol-Su Lee).
3. 논문의 원고는 프린터에서 출력한 상태에서 직접 논문집을 만들 수 있도록 학회에서 규정한 논문 템플릿을 사용하여야 하며, 투고논문 원고가 적절하게 작성되었는지 '논문 원고 표지 및 작성 원고 Check List'를 기입하여 함께 제출하여야 한다.
You should use a manuscript template prescribed by the Society for Aerospace System Engineering to make your collection of manuscripts. You must be submitted together Whether the manuscript has been properly written 'manuscript cover and written manuscript check list'.
4. 원고는 다음 내용을 기준으로 작성한다.
Manuscript based on the following text.
 - (I). 첫 장에는 국문 및 영문의 논문 제목과 저자 성명 및 소속기관, 100-200 단어의 영문요약, 10 단어 이내의 주요 기술용어(key words), 저자의 email 주소 기재
On the first page, the title of manuscript in Korean and English, author's name and organization, An English summary of 100 to 200 words, key words of 10 words, and the email address of the author.
 - (II). 아라비아 숫자로 1, 2, 3, 3.1, 3.2 등의 형식으로 일련번호가 붙여진 절들을 포함하는 논문 원고, 표와 그림은 적절한 위치에 삽입
In the form of Arabian numbers by 1, 2, 3, 3.1, 3.2, etc for a manuscript containing a series of clauses bearing the serial numbers, insert tables and pictures into appropriate positions.
 - (III). 감사의 글 Appreciative words
 - (IV). 참고문헌 References
 - (V). 부록 Appendix (있는 경우) (if there is)
5. (Unit and abbreviation) 논문 중의 숫자는 아라비아 숫자를 사용하며, 수량단위는 SI 단위 사용을 원칙으로 한다. 약어는 자주 사용되는 용어에 대하여 사용할 수 있으며 첫 번째 사용될 때 명확히 정의되어야 한다.

(Unit and abbreviation) The numbers in the manuscript use Arabian numbers. The quantity unit shall be used in principle of using SI units. Abbreviations can be used for frequently used terms and must be clearly defined when first used.

6. (Symbols and special symbols) 수식은 최종 논문에 나타날 형식대로 표현하며 일련번호의 아라비아 숫자로 식의 우측에 소괄호를 이용하여 표시한다. 특수심벌을 사용하는 경우 이의 첫 번째 사용될 때 명확히 정의되어야 한다.

(Symbols and special symbols) The equation shall be expressed in the form of the format appearing in the final paper, and displayed in the right-hand side of the formula with Arabian numbers on the right side of the series. If a special symbol is used, it shall be clearly defined when first used.

7. (Table and Figure) 표와 그림은 Table 1, Fig. 1. 처럼 일련번호의 아라비아 숫자로 표시하며 제목은 영문으로 표는 상단에, 그림은 하단에 기재한다. 그림은 그래프, 사진, 도형 등을 포함한다. 표와 그림에 컬러를 사용할 경우에는 파일을 흑백으로 출력하여 촬영하더라도 선명하게 나타날 수 있도록 색상을 적절히 사용하여야 한다.

(Table and Figure) Tables and figures shall be numbered as Arabian numbers for serial numbers, such as Table 1, Fig. 1 The titles are written in the upper section of the English language, and the figure at the bottom. Pictures include graphs, pictures, figures, etc. If color is used in tables and pictures, colors should be appropriately used to produce vivid presentations, even if they are printed in black-and-white.

8. (References) 참고문헌은 반드시 본문에 인용한 것만을 인용순서대로 영문으로 기재하되 기재방법은 아래와 같이 표기한다.

(References) References shall be entered in the text in order of quotation only in the text cited in the main text, Indicate the following method as shown below.

- (I). 정기간행물(저널): 저자명, 간행물명, 권(호), 페이지, 발행년도

Periodicals(journals) : author's name, name of publication, volume(number), page, year of issue

- (II). 단행본 (책, 프로시딩, 졸업논문): 저자명, 도서명, 출판사, 소재지, 페이지, 발행년도 (* 참고 문헌에서 영어로 표기된 논문집명과 단행본명은 이탤릭체로 기입해주십시오)

Book (Books, proceeding, a graduation manuscript): Author's name, title of books, publishing company, location, page, published years (*Please fill out the title of the manuscripts and the title of the book listed in English in the reference literature in italics.)

- (III). 특허인용 시 발명인, 특허명, 출원인, 특허 No. # 순으로 입력

If citation patent, enter the following in order : inventors, proprietary name, applicant, patent No. #

- (IV). 홈페이지인용 시 oooo manual, 도메인(<http://www.xxxx.xx.xx>) 순으로 입력

If citation homepage, enter the following in order : oooo manual, domain (<http://www.xxxx.xx.xx>)

저자 점검표

Author's Checklist

1. 모든 저자의 소속이 기호로 구분되어 표기되었는가?
Are the affiliations of all authors classified identified by symbols?
(교신저자^{1,†}, 공저자², 공저자³)
(Corresponding author^{1,†}, Co-author², Co-author³)
2. 영문 저자명이 Full Name으로 작성되었는가?
Is the English name of author written in Full Name?
3. 템플릿에 정해져 있는 모든 스타일이 논문에 적용되었는가?
(국문논문제목 스타일, 국문저자명 스타일, 국문 저자소속 스타일, 영문논문제목 스타일, 영문저자명 스타일, 영문 저자소속 스타일, Key word 스타일, 국문초록 스타일, 영문 Abstract 스타일, 기호 설명 제목 스타일, 본문전체 : 본문단락 스타일, 각 장 · 절 · 항 제목 스타일, 그림 설명 스타일(그림설명/표 설명), 참고문헌제목 스타일, 참고문헌내용 스타일)
Are all styles regulated in the template applied to the manuscript?
(Style of manuscript title in Korean, Style of author name in Korean, Style of author's affiliation in Korean, Style of manuscript title in English, Style of author name in English, Style of symbol's description and title, Full text: Style of main text paragraph, Style of title for each chapter, section and article, Style of legends for figures (legends for figures/tables), Style of reference titles, Style of reference contents)
4. 사용되는 기호가 본문에 설명되어 있는가? ('기호설명')
Are the symbols being used explained in the main text? ('explanations of symbols')
5. 사용되는 식에서 상첨자 및 하첨자 구별이 분명한가?
Are the superscript and the subscript differentiated clearly in the equation being used?
6. 모든 그림의 종 · 횡축 표시에 기호와 단위가 명기되어있는가?
Are the symbols and the units clearly specified in indication of longitudinal/transversal axes in all figures?
7. 그림(사진 포함) 및 표의 위치를 본문 중에 나타내었는가?
Are the locations of figures (including photos) and tables indicated in the main text?
8. 초록(Abstract), 표(Table), 그림(Fig.)의 제목(caption)은 영문으로 작성하였는가?
Is the title (caption) of Abstract(Abstract), Table (Table), and Illustration (Fig.) written in English?
9. Key Word의 작성은'English(한글)'형식으로 작성하였는가?
Are Key Words written in the format of 'English(Korean)'?
10. 본문 중 참고문헌을'[인용번호]'를 이용하여 문장 끝부분에 표기하였는가?
Does the text of the main text refer to the end of the sentence using '[quotation number]'?
11. 참고문헌은 References로 표기하였는가?

Is the bibliography marked as References?

12. 참고문헌의 기재방법이 항공우주시스템공학회지 논문집필요강에 명시된 형식을 준수하였는가?

Does the organization's reference document conform to the format specified in the guidelines for manuscript writing in the Journal of Aerospace System Engineering?

13. 참고문헌 중 국문논문도 영문으로 표기하였는가?

Are Korean manuscripts among the references written in English?

14. 참고문헌의 인용 기술방법이 항공우주시스템공학회지 논문집필요강에 기술된 방법에 따라 작성되었는가?

Is the citation description method of the references in compliance with the Guidelines for Manuscript Writing for JASE?

15. 투고 논문에 중복성 및 표절 문제는 없는가?

Are there any issues with redundancy and plagiarism in the submitted manuscript?

항공우주시스템공학회지 전문가심사 과정

Journal of Aerospace System Engineering Peer Review Procedures

항공우주시스템공학회지 저널 홈페이지(<http://journal.sase.or.kr>)로 논문원고가 접수되면, 먼저 논문원고의 유사도 확인을 거친 후, 편집위원장은 논문원고의 분야와 일치하는 전문 편집위원을 선정해야 한다. 선정된 편집위원은 3명의 심사위원을 선정해야 하며 심사위원을 선정할 경우, 심사위원이 논문원고 작성자와 동일한 작업장에서 근무하는 것이 확인된다면 원칙적으로 그러한 심사위원을 배제해야 한다. 심사위원은 논문 평가 및 평가 세부 사항, 포괄적인 평가 및 의견을 작성한 후 제출된 논문에 심사 의견을 제출해야 하며 논문을 심사할 때 다음과 같은 분류에 따라 논문을 판정해야 한다.

①채택가, ②수정후채택, ③수정후재심, ④게재불가

When a manuscript is received by JASE (<http://journal.sase.or.kr>), first of all, after checking the manuscript, The editor-in-chief should select a professional associate editor that specializes in the field of the manuscript. The selected associate editor should select three reviewers. When selecting reviewers, if a reviewer works in the same workshop as the manuscript author, in principle, such a reviewer should be excluded.

Reviewers evaluate the manuscript and offer constructive comments to the manuscript author. The manuscript should be judged according to the following classifications.

①Decision-Accept, ②Minor revision, ③Major revision, ④Rejected

논문심사의 결과에 따라 편집인은 다음 절차를 따라야 한다.

Depending on results of the review, the editor shall adhere to the following procedures.

- (1) 3명의 심사위원의 논문 심사 의견서가 「채택가」로 동일하게 판정되었을 때, 편집위원은 편집인에게 해당논문의 최종판정을 요청하고, 편집인은 해당논문에 대해 「채택가」 판정을 내려 논문이 출판될 수 있게 조치를 취해야 한다.

「채택가」로 판정된 논문은 저널 홈페이지의 최종자료 제출대상 논문 목록에 올라가게 된다.

(이 시점에서 편집부는 논문원고의 최종본을 HWP 포맷 형식으로 제출하도록 저자에게 요청해야 한다.)

If manuscript review opinions of three reviewers agree on a decision equally as 「Decision-Accept」, the associate editor asks the editor for a final decision on the manuscript. The editor shall decide on the manuscript 「Decision-Accept」 for the manuscript and take steps to publish the manuscript.

(At this point the editorial department should ask the author to submit the final manuscript in HWP format.)

- (2) 3명의 심사위원이 논문을 「수정후채택」 및 「수정후재심」으로 판정할 경우, 편집인은 심사위원의 결정에 따라 논문 저자에게 논문을 교정 및 수정하도록 권고하여 다시 수정본을 제출하게 해야 한다. 3명의 심사위원은 논문 저자가 수정하여 제출한 논문을 다시 심사해야 하며, 심사가 완료된 논문은 편집위원의 판정을 받아야 하며 이후 편집인의 최종판정으로 넘어가게 된다. 편집인은 해당논문의 출판을 수락해야 하는지 또는 논문의 재심사 결정을 내려야 하는지를 검토해야 한다.

If three reviewers agree that a manuscript needs 「Minor Revision」 or 「Major Revision」, the editor, depending on the decision of reviewers, asks the author to proofread and revise the manuscript that he or she will have to re-submit for further review and comments. The completed manuscript shall be approved by the editorial board. The manuscript is then be returned to the editor for a final decision. The editor should then consider whether to accept the manuscript for publication.

- (3) 3명의 심사위원의 논문 심사 결과가 「게재불가」로 판정될 경우, 편집인은 저자에게 논문의 게재가 불가능한 이유와 해당논문에 대한 의견을 작성하여 각 심사위원의 의견서와 함께 제출해야 한다.

If three reviewers decide to 「Rejected」 after reviewing a manuscript the editor must explain in verbally as well as in writing to the manuscript author the reason or reasons the manuscript is not suitable for publication. The explanation in writing must be submitted with opinions of each reviewer to the manuscript author.

편집위원은 논문의 출판을 위해 게재가 판정을 받은 논문의 내용을 검토한 후 편집인에게 논문의 최종판정을 요청한다. 편집인은 게재가 판정을 받은 논문의 출판 수락여부를 결정한다.

Associate Editor reviewed the contents of the paper submitted for publication by the publication of the paper ask the editor for the final decision of the paper. The editor decides whether or not to accept the manuscript.