



GNSS LABORATORY
SEOUL NATIONAL UNIVERSITY




과학기술정보통신부
Ministry of Science and ICT

SNUGLITE-II 큐브위성 보도자료



서울대학교 공과대학 항공우주공학과
SNUGLITE팀
지도교수 기창돈



보도자료

보도일시	즉시		
주 관	한국항공우주연구원 (과학기술정보통신부)	소 속	서울대학교 공과대학 항공우주공학과 GNSS 연구실
책 임 자	기창돈 교수 (kee@snu.ac.kr)	담 당 자	심한준 박사과정 (hanjos@snu.ac.kr)
수 정	2022년 07월 04일		



서울대학교
SEOUL NATIONAL UNIVERSITY



SEOUL NATIONAL UNIVERSITY
GNSS LABORATORY

안녕하십니까.

저희 연구실이 ‘대한민국 발전에 기여하는 능력을 갖춘 우주 공학자 양성’이라는 목표 아래 다양한 연구를 추진하며, 2019년부터 진행하여 왔던 **SNUGLITE-II 큐브위성 프로젝트**를 이번 누리호 2차 발사 성공과 함께 최초 대외 공개를 진행합니다.

이번 보도자료에서, 저희 연구실의 프로젝트 달성과정에 대해 SNUGLITE팀 소개를 시작으로, 연구 및 개발과정, 나아가야 할 미래의 과제로 구분하여 설명하고, ‘**미래의 우주강국 대한민국을 만들어 나가는 연구실**’을 소개하고자 합니다.

감사합니다.

서울대학교 큐브위성 SNUGLITE-II, 누리호와 함께 날다 -교신에 성공한 큐브위성, 국내개발 정밀 GPS 수신기로 지구 대기 관측 기대-

- 서울대학교 SNUGLITE팀(항공우주공학과 기창돈 교수 연구팀)은 지난 6월 21일 누리호가 목표 궤도에서 성능 검증위성을 분리한데 이어, 성능검증위성에서 사출된 SNUGLITE-II 큐브위성이 7월 4일 오전 3시 27분경 서울대학교 신공학관(302동)에 위치한 지상국과의 첫 양방향 교신에 성공하였다고 밝혔다.
 - 7월 3일 16시 23분경에 성능검증위성으로부터 정상적으로 사출된데 이어, 오늘 새벽에 SNUGLITE-II 큐브위성의 교신이 이루어짐에 따라 성능검증위성의 사출 및 서울대학교에서 개발한 SNUGLITE-II 큐브위성의 정상 동작 여부가 완전히 확인되었다.
- 오늘 교신에서는 원격명령을 통해 위성의 안테나를 전개하도록 했고, SNUGLITE-II 큐브위성의 상태정보를 수신하여 위성 상태가 양호하며 모든 기능이 정상적으로 작동하고 있음을 확인하였다.
 - 향후 SNUGLITE-II 큐브위성은 2달간 초기 운영 기간을 통해 임무를 수행하기 위한 준비에 들어가며, 모든 기능 및 상태가 안정화된 이후에는 본격적으로 GPS 신호를 활용한 지구대기관측 임무를 수행할 예정이다.
- SNUGLITE-II 큐브위성은 항법에 쓰이는 GPS 신호를 사용하여 지구 대기를 관측하는 임무를 수행한다. 지구 대기에 의해 굴절되는 GPS 신호에 포함된 날씨 데이터를 수집하여 날씨 예측 정확성 연구에 기여 예정이다.
 - SNUGLITE-II 큐브위성에는 서울대학교와 국내 중소기업(단암시스템즈)이 독자적으로 개발한 우주용 GPS 수신기가 탑재되어 있다. 2018년에 서울대팀이 개발한 우주용 GPS 수신기는 m급 수준이었다면, 이번 누리호 발사에 탑재된 GPS 수신기는 1000배 정밀해진 mm급의 초정밀 GPS 수신기이다. 앞서 서울대팀은 지난 2018년 SNUGLITE-I 큐브위성을 성공적으로 발사하여 국내최초 큐브위성용 우주용 GPS 수신기의 정상 동작을 확인했다.
 - SNUGLITE-II 큐브위성이 GPS 신호를 통해 지구 대기를 관측하는 원격 탐사 방법을 GPS RO(Radio Occultation)라고 한다. GPS 신호는 지구 대기의 대류층과 전리층을 통과하는 과정에서 대기의 밀도 차이에 의해 굴절 정도가 달라진다. 이러한 굴절 정도를 GPS 데이터를 통해 얻을 수 있으며, 이를 통해 대기의 온도, 습도, 압력과 같은 기상 정보를 제공할 수 있다. 기존에 500kg급의 대형위성에서 임무수행 중인 첨단 기상 원격 탐사 방법을 3kg급의 SNUGLITE-II 큐브위성에서 시도되는 것이 최우선 목표이다.

I. 추진 배경

II. SNUGLITE-II 큐브위성 프로젝트

- SNUGLITE-II 큐브위성 소개
- 운용 현황
- 개발 과정

III. SNUGLITE팀 소개

IV. 팀원 인터뷰

V. 개발 영상

I. 추진 배경

□ 악기상 피해로 인한 국가적 손실 (태풍 매미, 2003)

○ 재산피해액 : 4조 2,225억, 가옥 파괴 : 9천 채, 사상자 : 130명 (이재민 6만명)



□ 급변하는 악기상이 연도별 증가: 2060년 최대피해 총 26조 예상



급변하는 악기상 예측가능시 (기상, 경로예측)

- 악기상 선제적 예방 → 국가적 피해 최소화가능(재산, 인명)

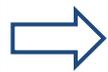
□ 악기상 예측을 위한 관측 장비의 한계

- 날씨 예측을 위한 기상관측 장비들은 대부분 육지에 치중
해양, 대양(大洋), 또는 고도별 데이터 관측에 한계가 있음
- 또한 지역 관측, 평면(2D) 관측, 일회용 관측 장비가 대부분



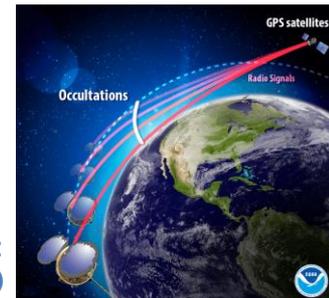
□ 위성항법시스템(GPS) 신호를 활용한 지구대기관측

- 선진국에서는 해양, 대양, 또는 고도별 날씨 데이터 수집을 위해, 저궤도 위성의 GPS 신호를 활용하여 날씨 데이터를 수집하고, 이를 활용하여 날씨 예측을 하고 있음.
- 미국 해양기상청(NOAA)은 COSMIC, COSMIC-2 위성(400kg급) 12대 활용하여 날씨 데이터 수집 중
- 우주에서 방송되는 GPS 신호는 지구 대기환경을 통과하여 대류층 및 전리층에 의한 신호 지연 및 굴절이 발생하고, 이를 분석하여 광범위, 입체적(3D) 날씨 데이터 수집 가능



중대형 위성에 국한되어 시도되던 GPS 신호를 활용한 지구대기관측을
3kg급 큐브위성으로 대체하여 경제적/기술적 선점 가능성 연구 필요

미국 해양기상청,
COSMIC GPS-RO Project
(416kg급 중대형 위성을 이용한 관측)



II. SNUGLITE-II 큐브위성 프로젝트

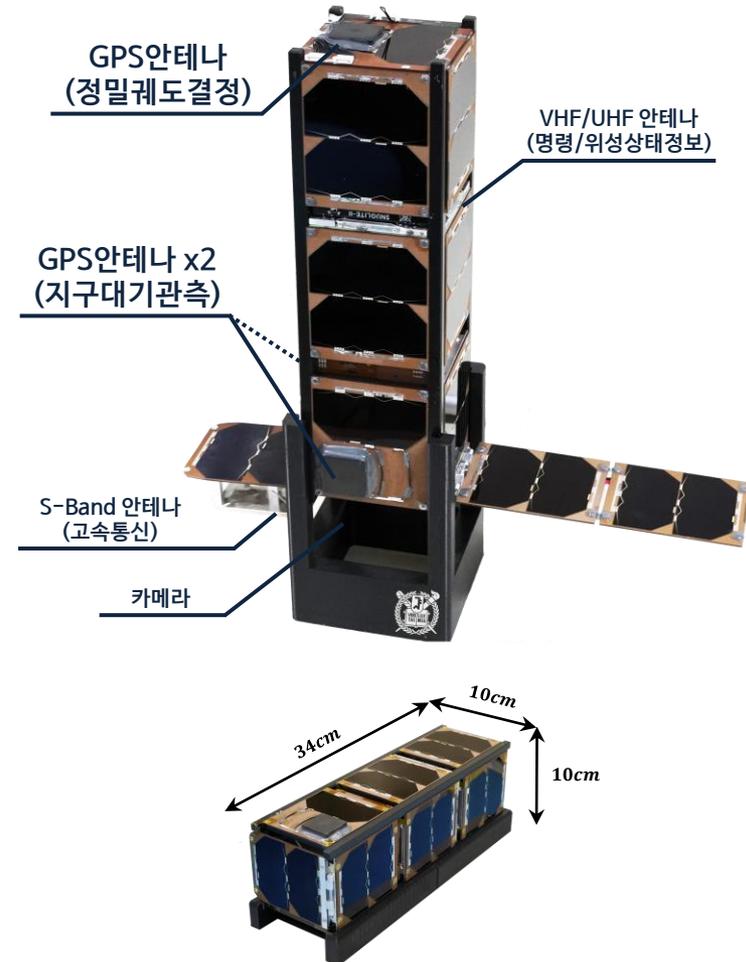
SNUGLITE-II 큐브위성 소개

SNUGLITE-II 큐브위성 소개

□ SNUGLITE-II (Seoul National University GNSS Laboratory satelLITE-II)

○ 2019년 큐브위성 경연대회 최종선정 [한국항공우주연구원 주관]

주요임무		정밀 GPS 반송파 신호를 활용한 지구대기관측 GPS RO 데이터 수집	
주탑재체		초정밀 이중주파수 L1/L2C GPS 수신기 x3 (국내제작)	
위성 크기	전개전	100 x 100 x 340 mm (3U)	
	전개후	100 x 414 x 340 mm	
위성무게		3.15 kg	
위성 통신	전송 속도	상향	9600 bps (VHF)
		하향	9600 bps (UHF) / 1Mbps (S-band)
	주파수	상향	145.9 MHz(VHF)
		하향	436.49 MHz (UHF) / 2.405 GHz (S-band)
생산전력		5.1 Wh (궤도1주기)	
소모전력		3.2 Wh (궤도1주기)	
위성궤도	경사각	98 deg (태양동기궤도, 누리호 2차발사)	
	고도	700 km	
위성수명		< 1년	
자세제어방식		지구지향(반작용휠/자기토크), 지상국추적	
교신시간		1일 평균 4회 교신	

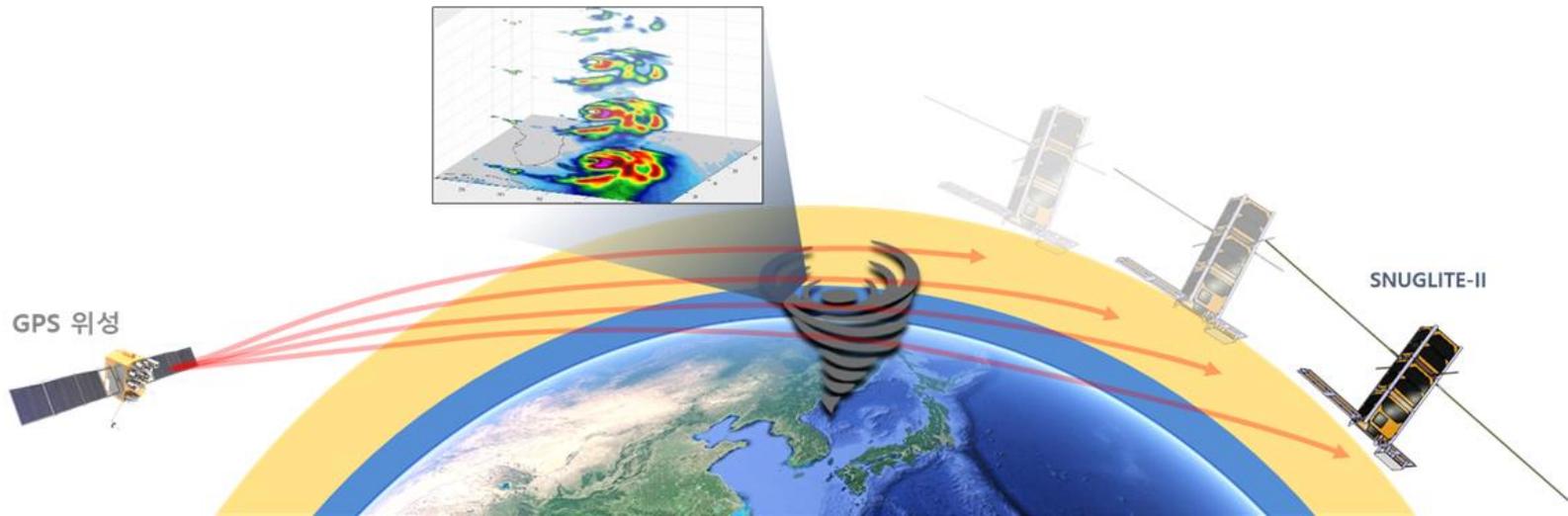


□ 정밀 GPS 반송파 신호를 활용한 3차원 지구대기관측 큐브위성

- 날씨 예측에 사용되는 관측 장비는 대부분 육지에 설치되어 해상, 대양 또는 고층 기상 관측에 한계 존재
- 저궤도 위성에서 수집된 GPS 신호는 지구 대기에 의해 굴절되는 날씨 데이터를 포함하고 있으며, 우주에서 수집된 GPS 신호를 활용하여 날씨 예측 데이터에 활용하는 것은 세계적인 추세 (e.g. 美 COSMIC 위성 프로젝트)
- GPS 신호를 활용한 입체적(3차원) 대기관측을 통한 날씨 예측 정확도 개선
 - 병원에서 복부 CT(Computed Tomography) 촬영하는 것과 같이, 지구대기를 입체적으로 통과한 정밀 GPS 신호를 수집

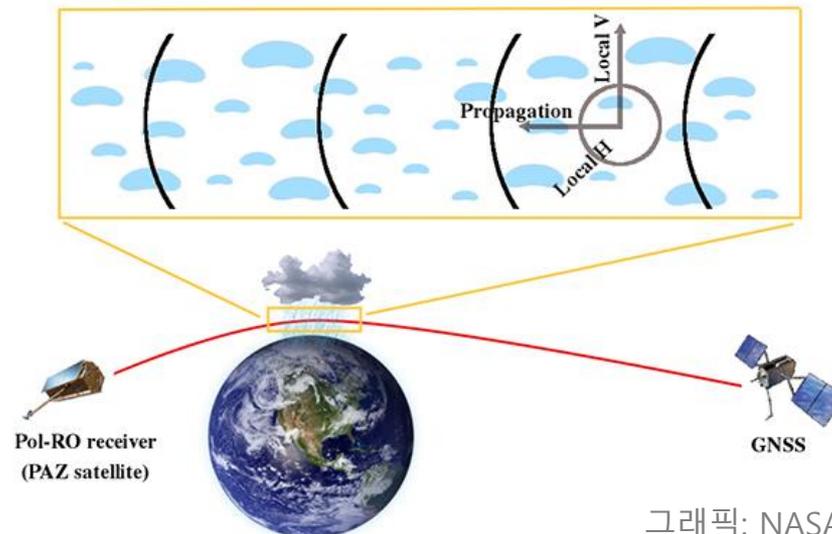
□ 국내개발 우주용 mm급 이중주파수 GPS 수신기 탑재

- 저궤도 위성의 속도는 시속 27,000km으로 매우 빠르기 때문에 일반적으로 많이 사용되는 차량용/스마트폰 GPS 수신기는 우주에서 GPS 위성 추적이 불가능하여, 빠른 속도 및 극한 환경에 적합한 우주용 GPS 수신기가 필수적으로 요구됨
- 서울대 SNUGLITE팀은 국내 중소기업과 공동개발을 통해 큐브위성용 GPS 수신기의 국산화를 이루어냄
 - 2018년 SNUGLITE-I 큐브위성의 성공적 발사를 통해 국내최초 큐브위성용 GPS 수신기의 정상동작을 확인하였으며, 2022년 누리호 발사에 탑재되는 SNUGLITE-II 큐브위성에는 1000배 성능향상된 mm급 초정밀 GPS 수신기가 탑재되어 지구대기관측 임무를 수행함



□ GPS RO(Radio Occultation, 전파음폐) 지구대기관측이란?

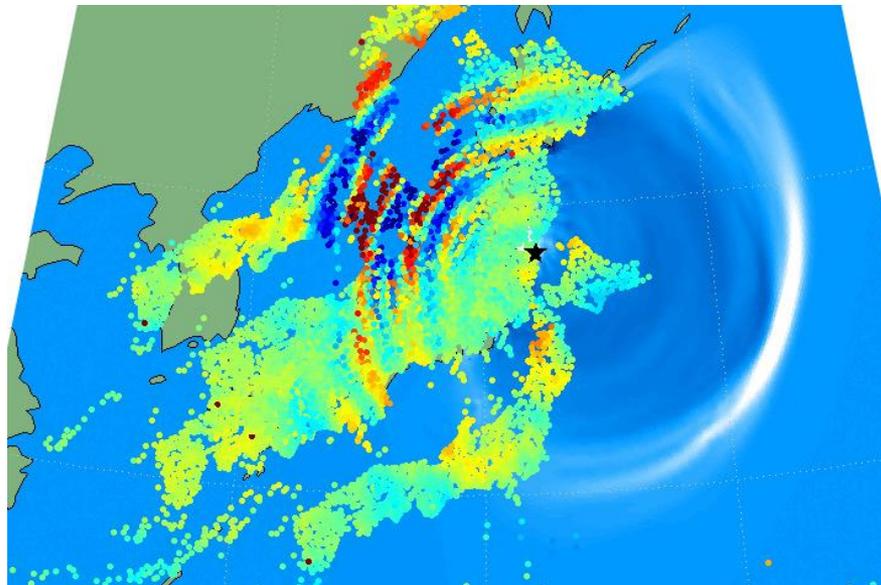
- GPS RO 이란 위성항법시스템(GPS)에서 송출되는 전파가 지구대기를 통과하여 굴절되는 현상을 이용하여 대기의 물리적 특성을 관측하는 원격탐사 기법이다. GPS 위성에서 송출되는 라디오 신호는 지구 대기의 대류층과 전리층을 통과하는 과정에서 대기의 밀도 차이에 의해 굴절 정도가 달라진다. 이러한 굴절 정도는 저궤도 위성에서 수집된 GPS 데이터에 포함되어 있으며, 여기에 포함된 날씨 데이터는 대기의 온도, 습도, 압력과 같은 정보가 포함된다.
 - 해외에서는 GPS 전파음폐를 이용해 대기 날씨를 예측하는 보조 자료로 활용되고 있으며, 한국에서는 아리랑 5호에도 GPS 전파음폐 관측 기능이 장착되어 한국형 기상 모델을 위한 자료로써 활용되고 있다.



그래픽: NASA

□ GPS RO를 활용한 지진해일(쓰나미) 조기감시

- SNUGLITE-II 큐브위성이 지구 궤도를 공전하며 수집된 GPS RO 데이터는 대류층과 전리층 정보로 이루어져 있다. GPS 신호가 대기층을 통과할 때의 위치에 따라 입체적으로 지구 대류권을 관찰할 수 있는데, 마찬가지로 전리층을 관측하면 우주 대기를 모델링하거나 지구에서 일어난 쓰나미가 방출한 파동 신호의 관측이 가능하다.
- 지진계로 검출이 어려운 지진해일의 조기 검출이 가능한 기술로 각광받고 있어, 재난 감시 기초 연구 데이터로 활용될 수 있다.



그래픽: NASA
(2011년 동일본 지진 당시
GPS 신호를 활용하여 수집된
지구 전리층 변화 데이터)

II. SNUGLITE-II 큐브위성 프로젝트

운영 현황

□ 서울대 SNUGLITE-II 큐브위성 사출 경과

- 대전지상국에서 성능검증위성으로 서울대 큐브위성 사출명령 송신('22. 7. 3, 16:24)
- 큐브위성 사출 영상 촬영(사출명령과 동 시간대, 60초 촬영)
- 큐브위성 발사관 개방여부 확인(사출명령 후, 60초 이내)
- 서울대 지상국 최초 통신 시간('22. 7. 4, 03:21)



□ SNUGLITE-II 추후 운영 계획

- 향후 SNUGLITE-II 큐브위성은 2달간 초기 운영 기간을 통해 임무를 수행하기 위한 준비에 들어가며, 모든 기능 및 상태가 안정화된 이후에는 본격적으로 GPS 신호를 활용한 지구대기관측 임무를 수행할 예정이다.
- SNUGLITE-II 큐브위성은 1년의 운용 기간 동안 고도 700km, 태양동기궤도를 하루에 약 14.6바퀴 궤도운동을 하며 임무를 수행한다. 지구 대기에 의해 굴절되는 GPS 신호에 포함된 날씨 데이터를 수집하고, 탑재 카메라를 통해 촬영된 지구 대기 사진을 포함한 모든 데이터는 서울대학교 신공학관(302동)에 위치한 지상국에 전송될 예정이다.
 - SNUGLITE-II 큐브위성을 통해 획득한 모든 임무 데이터(GPS, 사진)는 SNUGLITE 공식 홈페이지를 통해 배포될 예정이다.
- SNUGLITE-II의 모든 통신은 아마추어 무선 대역에서 이루어진다. 총 3개의 대역 중 VHF(145.9MHz)는 위성에게 말하는 대역이며, UHF(436.49MHz)와 S-band(2405MHz)는 위성이 방송하는 것을 듣는 대역이다.
 - 아마추어 무선 대역은 모든 일반인에게 공개된 대역이다. 따라서 데이터 통신이 가능한 송수신기를 가진 사람은 SNUGLITE-II의 상태 정보가 포함된 비콘 및 임무 데이터를 받을 수 있다.

SNUGLITE-II 큐브위성을 직접 경험해보고 싶은 사람은?

- 1) 아마추어 무선 통신(HAM 통신), 데이터 통신이 가능한 송수신기를 준비*한다.
- 2) SNUGLITE-II가 10초마다 방송하는 위성 상태 확인용 비콘**을 직접 수신한다.
- 3) SNUGLITE-II의 시범 테스트용 Ping 교신(주고 받는 통신)**을 한다.

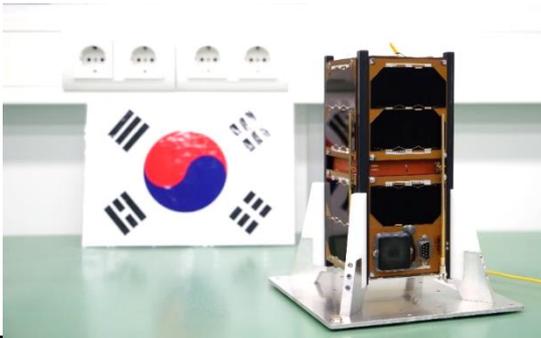
* 경우에 따라 아마추어 무선기사 자격증 필요

** 공식 사이트(<https://snuglitechubesat.wixsite.com/website>)에 공개된 규격 참고

□ 차세대 SNUGLITE-III 큐브위성 준비 계획

- SNUGLITE팀은 SNUGLITE-II 큐브위성의 성공적인 제작 경험을 바탕으로, 한국항공우주연구원에서 주관하는 2022 큐브위성 경연대회에 참가하여 경연을 진행중에 있다. 앞서 SNUGLITE-II 큐브위성은 2019년 큐브위성 경연대회에서 최종 선정된 위성이다.
- SNUGLITE팀에서 계획하고 있는 차세대 큐브위성은 SNUGLITE-II 큐브위성에서 시도되었던 지구 저궤도 위성의 GPS RO 기반 기상 예측 임무의 체계화, 고도화를 이루는 것이 목표이다. 향상된 성능, 더 신속하고 정확한 데이터를 제공하는 것뿐만 아니라, 국내 대기 및 기상 예측 연구를 수행하는 여러 기관과의 협업을 통해 큐브위성 GPS RO 데이터 활용 방안에 대해 논의할 예정이다.
- 특히, 차세대 SNUGLITE-III 큐브위성은 기존 SNUGLITE-I, SNUGLITE-II 큐브위성에서 입증되었던 국내개발 우주용 GPS 수신기의 활용도를 넓히고, 국내 위성 부품의 비중을 늘린 설계 및 개발로 큐브위성의 국산화 부품의 신뢰성을 검증하는 것이 목표이다.

SNUGLITE-I (2018)



SNUGLITE-II (2022)



SNUGLITE-III





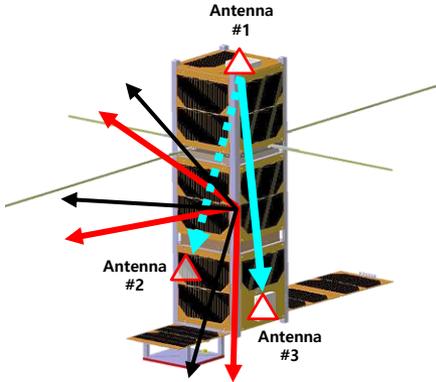
대한민국 우주개발에 기여하는 연구자들로 성장하겠습니다.
추후에도 지속적인 관심 부탁드립니다.

II. SNUGLITE-II 큐브위성 프로젝트

개발 과정

□ SNUGLITE-II 임무탑재체 구성

- 탑재체1: 초정밀 mm급 반송파 위상 GPS 수신기 (국내제작)
- 탑재체2: 큐브위성용 실시간 정밀 GPS 자세결정 모듈 (세계최초)
- 탑재체3: 대기관측 카메라 모듈

탑재체	초정밀 mm급 반송파 위상 GPS 수신기	큐브위성용 정밀 GPS 자세결정 모듈	대기관측 카메라 모듈
형상	<p>Flight Heritage SNUGLITE-I (2018)</p> 		
개발방법	자체개발	자체개발	상용품 (GoPro Hero 8)
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 국내최초 큐브위성용 초정밀 이중주파수(L1/L2C) GPS 수신기 • 저전력, 초소형 수신기 	<ul style="list-style-type: none"> • 별도의 센서없이 GPS만으로 큐브위성의 자세결정 수행 	<ul style="list-style-type: none"> • 상용 카메라(액션캠) 탑재 • 상용 카메라의 우주사용 가능성 검증

□ 탑재체1: 초정밀 mm급 반송파 위상 GPS 수신기 [핵심부품]

- 일상생활에서 일반적으로 사용하는 스마트폰, 차량 등에 탑재된 지상용 GPS 수신기는 위성에서 사용하기 어렵다. 이는 저궤도에서 지구를 공전하는 위성의 속도가 매우 빨라, 일반 GPS 수신기가 신호 획득이 어렵기 때문이다. 저궤도 위성의 이동 속도는 KTX의 약 90배, 여객기의 약 30배로 매우 고속으로 이동하기 때문에 고속으로 이동할 때도 신호를 추적하고 데이터를 얻을 수 있는 우주용 GPS 수신기가 필요하다.
- 또한, 지구 저궤도 환경은 온도 변화가 극심한 환경이다. 약 2시간 간격으로 영하 20도와 영상 50도를 오가는 극한의 온도 환경과 태양풍과 같은 우주의 자연현상에서도 고장 없이 정상 작동이 가능한 GPS 수신기는 위성의 위치 정보를 알기 위해 필수적인 요소이다.



□ 탑재체1: 초정밀 mm급 반송파 위상 GPS 수신기 [핵심부품]

- 기존에 보편적으로 사용되던 우주용 GPS 수신기는 해외 부품에 대한 의존도가 높았다. 특히, 지금까지 큐브위성에 탑재 가능한 소형 우주용 GPS 수신기는 외국 제품에만 의존했으며, 우주용 GPS 수신기의 경우 전략물자로 구분되어 구매 절차가 복잡할 뿐만 아니라 추가 비용이 소요된다.
- SNUGLITE-II 큐브위성에는 서울대학교와 국내 중소기업(단암시스템즈)이 독자적으로 개발한 우주용 GPS 수신기가 탑재되어 있다. 2018년에 서울대팀이 개발한 우주용 GPS 수신기는 m급 수준이었다면, 이번 누리호 발사에 탑재된 GPS 수신기는 1000배 정밀해진 mm급의 초정밀 GPS 수신기이다. 앞서 서울대팀은 지난 2018년 SNUGLITE-I 큐브위성을 성공적으로 발사하여 큐브위성용 우주용 GPS 수신기의 정상 동작을 확인했다. GPS 수신기는 SNUGLITE-II 큐브위성의 정밀한 위치 획득, 과학 임무(GPS 기반 대기관측)의 필수적인 탑재체이다.
 - 1초 간격으로 위치, 속도, 시간 정보를 제공하며, GPS 수신기에서 획득할 수 있는 원시 측정치 또한 제공한다.
 - 큐브위성을 목표로 설계된 GPS 수신기이므로 상용 GPS 수신기 대비 3분의 1 수준의 전력만으로 작동하는 효율적인 수신기이다.

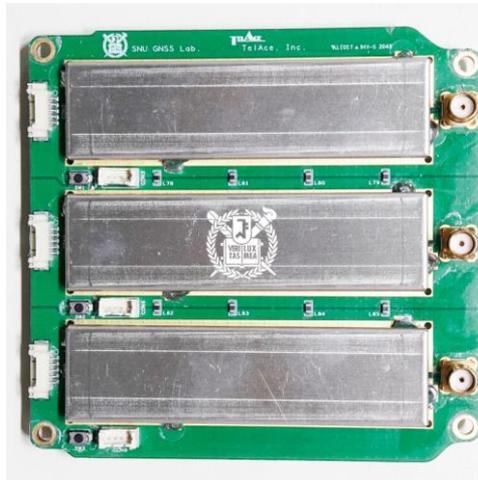


사진: SNUGLITE-II 큐브위성에 탑재된 우주용 정밀 GPS 수신기 3대. 서울대학교와 국내중소기업(단암시스템즈)이 공동개발을 통해 국산화를 이루어냈다.

□ 탑재체2: 큐브위성용 실시간 정밀 GPS 자세결정 모듈

- SNUGLITE-II의 성공적인 임무 수행을 위해서는 위성이 우주에서 어느 방향을 바라보고 있는가를 정확하게 알아야 한다. 이를 자세결정이라고 하며, 일반적으로 위성의 자세결정을 위해서는 태양계의 수백개의 별들을 활용하여 자세를 추정하는 별추적기를 사용한다. 하지만, 별추적기는 매우 고가의 우주 핵심부품으로써, 저비용으로 개발되는 큐브위성에 적용하기에 한계점이 존재한다. 별추적기의 대안으로 큐브위성에서 주로 사용되는 자세결정 방법은 태양빛, 지구 자기장의 방향, 그리고 지구 관성 센서들을 활용하여 우주에서 위성의 자세를 알아내고 있다. 하지만, 이러한 방법들은 복잡할 뿐만 아니라 정확도가 높지 않아 정밀한 자세를 알기 위해서는 한계점이 존재하기에는 마찬가지다.
- 서울대 SNUGLITE팀에서는 큐브위성의 한정된 공간과 예산에 적합한 자세결정 방법으로 실시간 정밀 GPS 자세결정 알고리즘을 개발하였다. SNUGLITE-II 큐브위성에 탑재된 정밀 GPS 수신기 3대에서 수집되는 mm급 정밀 데이터를 활용하여 자세를 알수 있는 방법이다. SNUGLITE-II 큐브위성은 초기 운영을 마친 후, 개발된 정밀 GPS 자세결정 알고리즘 검증 임무를 수행하게 된다. 앞서 이 방법은 세계 최초로 큐브위성에 실시간으로 시도되는 자세결정 방법이다. 특히, 이번에 개발되는 GPS 자세결정은 국내 중소기업과 함께 공동개발한 우주용 GPS 수신기를 활용한다는 것에 더욱 큰 의미가 있다.

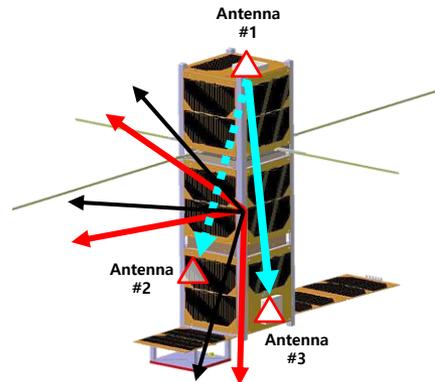


사진: 서울대 SNUGLITE팀이 개발한 정밀 GPS 자세결정의 개념도이다. 하나의 수신기를 기준으로 다른 수신기 2대에서 수집된 정밀 GPS 신호를 활용하면 위성이 어느 방향을 향하고 있는지를 알아낼 수 있다.

□ 탑재체3: 대기관측 카메라 모듈

- SNUGLITE-II 큐브위성의 세번째 탑재체로써, 흔하게 많이 사용되는 상용 액션카메라(고프로)가 탑재되어 있다. 이 탑재체는 우주에서 수집된 GPS 신호를 통해 얻은 대기관측 데이터와 실제 사진 데이터를 비교하기 위해 사용될 예정이다. 즉, 지구 저궤도에서 상용 카메라를 이용하여 지구 대기 사진을 촬영하고 이를 GPS 기반 대기 관측 데이터와 비교하여 날씨 예측 시스템 연구의 참고용으로 활용된다.
- 일반적인 큐브위성에 탑재되는 우주용 카메라는 수천만원부터 수억까지 매우 고가의 가격대로 형성되어 있지만, SNUGLITE-II 큐브위성에 탑재되는 카메라는 수십만원대로 매우 저렴한 상용 카메라이다. 이 카메라는 우주정거장에서 우주유영(우주인들이 우주에서 수영하듯이 헤엄치는 행위)를 할때 활용된 바가 있지만 큐브위성에 탑재되는 것은 세계최초로 시도되는 것이다. SNUGLITE-II 큐브위성은 극한의 우주 환경에서 상용 액션 카메라의 활용 가능성을 검증할 예정이다.

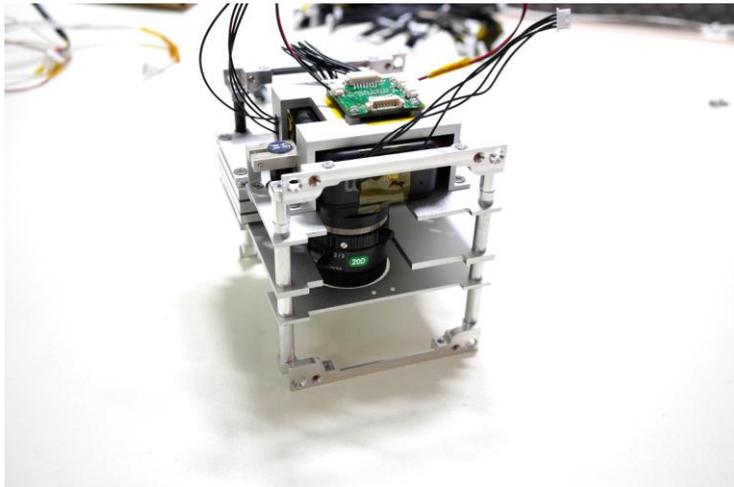


사진: 서울대 SNUGLITE팀이 SNUGLITE-II 큐브위성에 탑재한 액션 카메라이다. 큐브위성에 활용되는 수천~수억의 고가의 우주용 카메라 대신 우주에서 일반적인 상용 카메라의 사용 가능성을 시도할 예정이다.

□ SNUGLITE-II 정밀 자세제어 시스템 개발

- 위성의 자세제어 시스템은 위성의 과학 임무 수행, 전력생산 등의 운용을 위해 필수적인 시스템이다. 큐브위성은 기존의 중 대형 위성과 달리 매우 작은 위성이지만, 3축 자세제어를 수행한다. 서울대 SNUGLITE팀은 큐브위성용 정밀 자세제어 시스템을 대학 독자적으로 개발하여 시험을 하였다. SNUGLITE-II 큐브위성에는 각속도 안정화(위성의 디튠블링, 빠르게 회전하는 것을 방지), 지구 지향(지구 중심을 지속적으로 바라봄), 지상국 추적(통신을 위해 지상국을 지속적으로 바라봄) 기능의 자세제어를 할 수 있다. 큐브위성 실패 원인의 가장 주된 요인으로 위성의 자세제어 시스템 문제가 있다. 따라서 큐브위성의 자세제어 시스템은 지상에서의 시험과 검증이 중요한데, 서울대 SNUGLITE팀은 지상에서 큐브위성을 실에 메달고 태양광 모사체를 활용하여 회전 축에 대한 자세제어 시험과 검증을 진행하였다.

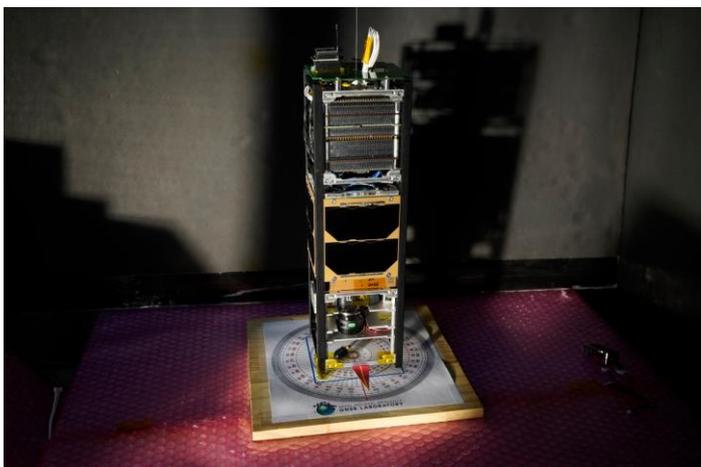


사진: 서울대학교에서 개발한 SNUGLITE-II 큐브위성 비행모델이 자세제어 시험을 앞두고 가조립된 상태이다. (2022년 1월 28일)

영상자료 (V. 개발영상 참조)

C4	220127_비행모델 자세제어 시험
----	---------------------

□ SNUGLITE-II 태양패널 전개구조 개발

- 큐브위성은 가로/세로/높이 각 10cm 크기를 1U로 정의하는 꼬마 위성이다. 이렇게 작은 꼬마 위성이라할지라도 운용 및 임무 수행을 위해서는 다양한 센서 및 위성에 필요한 부품들이 동작하기 위한 충분한 전력 공급이 이루어져야 한다. 위성동작을 위한 필요전력을 생산하는 부분이 바로 태양 전지 패널이다. 태양 전지 패널은 우주 환경에서 태양광을 받아 과학, 기술 임무를 수행하는 전력을 생성한다. SNUGLITE-II 큐브위성은 태양패널을 우주 공간에서 추가적으로 전개하여, 효과적인 전력 공급이 가능하도록 하도록 설계되었다. 이러한 전개구조는 ‘서울대 SNUGLITE팀’ 학생들이 자체제작 하여 시험을 진행하였다.

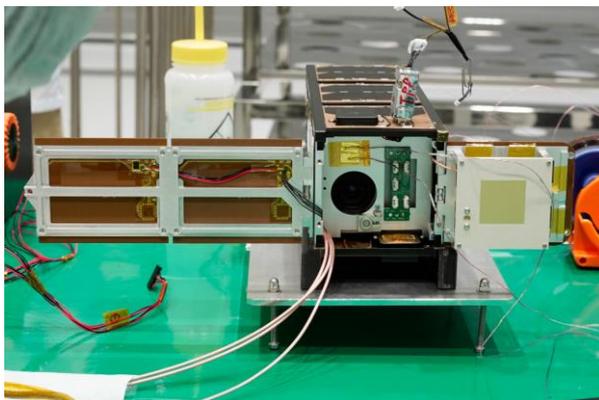


사진: 서울대학교에서 개발한 SNUGLITE-II 큐브위성이 우주열진공 환경시험을 앞두고 전개패널 검수를 진행 중이다. (2022년 2월 7일)

영상자료 (V. 개발영상 참조)

C9	220520_비행모델 전개 최종시험
----	---------------------

III. SNUGLITE팀 소개

□ SNUGLITE(Seoul National University GNSS Laboratory satelLITE)팀

- 서울대학교 항공우주공학과 GNSS 연구실 대학원생을 주축으로 구성

- 2015년 큐브위성 경연대회 최종 선정팀 [미래창조과학부 주최, 한국항공우주연구원 주관]
 - SNUGLITE-I 큐브위성 운용 (2018년 12월 4일 03:34 한국시각, 미국 Falcon9 발사)
 - 국내최초 큐브위성용 L1/L2C GPS 수신기 개발 (m급) 및 검증(우주정상동작 확인)
 - 독자적 자세결정 및 제어 알고리즘 개발 및 운용 검증
 - 한국항공우주연구원 원장상 수상

- 2019년 큐브위성 경연대회 최종 선정팀 [과학기술정보통신부 주최, 한국항공우주연구원 주관]
 - SNUGLITE-II 큐브위성 운용 (2022년 06월 21일 16:00 한국시각, 대한민국 누리호 2차 발사)
 - 국내제작 초정밀 큐브위성용 L1/L2C GPS 수신기 개발 (mm급) 및 검증
 - 세계최초 큐브위성용 실시간 GPS 자세결정 알고리즘 개발
 - 큐브위성용 정밀 자세제어 알고리즘 개발

□ SNUGLITE팀 구성

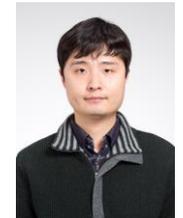
사진	성명	직책
	기창돈	<ul style="list-style-type: none"> • 지도교수(서울대학교 GNSS연구실) • 서울대학교 항공우주공학과 교수
	권기범	<ul style="list-style-type: none"> • 협력교수 • 서울대학교 항공우주공학과 연구교수 (前 공군사관학교 교수)
	김오중	<ul style="list-style-type: none"> • <u>자문</u> • 前 SNUGLITE 큐브위성팀 팀장 (SNUGLITE-I, 2018) • 現 세종대학교 항공우주공학과 조교수

사진	성명	직책	참여기간
	심한준	<ul style="list-style-type: none"> • 現 SNUGLITE 큐브위성팀 팀장 (SNUGLITE-II, 2022) • 서울대학교 항공우주공학과 박사과정 • 프로젝트 총괄, 시스템 개발 및 제작, 비행소프트웨어, 자세제어 시스템 개발, 위성 총조립 	2017.06 ~ 현재

□ SNUGLITE팀 구성

사진	성명	직책	참여기간
	배영환	<ul style="list-style-type: none"> • 서울대학교 항공우주공학과 석박사통합과정 • 자세결정 시스템, 통신 시스템, 지상국 운용 및 소프트웨어 개발 	2017.07 ~ 현재
	정호준	<ul style="list-style-type: none"> • 서울대학교 항공우주공학과 박사과정 • 열/구조 해석, 위성 총조립, 전개구조 설계 및 개발 	2019.07 ~ 현재
	박재욱	<ul style="list-style-type: none"> • 서울대학교 항공우주공학과 석박사통합과정 • 전력 시스템, 통신 시스템, 카메라 탑재체 및 개발 	2019.07 ~ 현재
	이지강	<ul style="list-style-type: none"> • 서울대학교 항공우주공학과 석박사통합과정 • 열/구조 해석, 카메라 지지물 및 전개구조 제작 	2020.07 ~ 현재

□ SNUGLITE팀 구성 (졸업생, SNUGLITE-I 큐브위성 개발진)

성명	직책	참여기간
전상훈	• 큐브위성용 GPS 수신기 개발 및 검증	2016~2018
장주영	• 자세 결정 및 제어 시스템 알고리즘 개발	2015~2016
유선경	• 궤도 시뮬레이션 및 지상국 환경 구축	2015~2018
최민규	• 자세 결정 및 제어 시스템 구축 및 검증	2015~2017
강선호	• 전력 시스템, 구조/열 시뮬레이션	2015~2018
김휘겸	• 궤도 시뮬레이션 및 지상국 통신 소프트웨어 개발	2016~2017
최봉관	• 통신 시스템, 붐 설계 및 제작	2015~2018
노희권	• 자세 결정 및 제어 시스템 구축	2017~2018
박민혁	• 큐브위성용 GPS 수신기 검증, 자세 결정 및 제어 시스템 검증	2018

IV. 팀원 인터뷰



심한준 (서울대학교 항공우주공학과 박사과정)

- SNUGLITE 큐브위성팀 팀장 (SNUGLITE-II, 2022)
- 프로젝트 총괄, 시스템 개발 및 제작, 비행소프트웨어, 자세제어 시스템 개발, 위성 총조립

□ 누리호를 통해 큐브위성이 탑재되었는데 특별한 소감이 있는지?

- “그럼요. 어떻게 특별하지 않을수가 있겠어요?”
- “가장 뿌듯했던 것은 KTX에 큐브위성을 싣고 나로우주센터로 간 겁니다. 상상이 가시나요? 이전에는 발사를 위해 정부 적법 절차를 통해 수출 허가서를 받아서, 외국 발사 현장에서 큐브위성을 탑재했습니다. 해외에 직접 가야했기 때문에 팀장급의 학생이 비행기를 타고 가야만 하는 경제적, 물리적 불편함도 있었습니다. 한국에서 발사를 하니 별도의 서류 절차도 필요 없었고, 많은 참여 학생들과 함께 나로우주센터에 도착하는 순간 몽클함과 함께 그동안 우주개발을 하는 분들이 해외에 위성을 탑재했을 때 느끼셨을 서러움이 상상이 갔습니다.”
- “발사 참관도 너무 특별했습니다. 항공우주를 전공하면서 늘 우주발사체라는 것은 선진국에서만 볼수 있는 전유물이라는 생각이 있었고, 발사라는 대행사를 보려면 인터넷 속의 동영상으로밖에 접할 기회가 없었거든요. 볼 기회도 없었고, 이것이 한국 땅에서 일어날 일이라는 것, 그리고 제가 제작에 참여한 위성이 탑재되었던 것도 전혀 상상하지 못했던 것입니다. 함께 개발에 참여했던 팀원들과 누리호가 발사를 참관했을 때 눈으로 보면서도 믿겨지지 않았습니다. 이게 실화인가.”
- “저는 나로호를 보며 자란 세대입니다. 많은 항공우주학도들이 저와 비슷하게 나로호를 보며 뜨거운 가슴을 지켰을 겁니다. 그래서 누리호를 보고 있으니 몽클해지는 이 감정을 말로 표현하기가 어렵습니다. 앞으로 나로호를 보고 자란 저희 세대가 만들어 나갈 우주 강국, 그리고 다음으로 누리호를 보고 자라는 아이들이 만들 우주 강국 대한민국이 기대가 됩니다.”



심한준 (서울대학교 항공우주공학과 박사과정)

- SNUGLITE 큐브위성팀 팀장 (SNUGLITE-II, 2022)
- 프로젝트 총괄, 시스템 개발 및 제작, 비행소프트웨어, 자세제어 시스템 개발, 위성 총조립

□ 개발 과정 중 재미있었던 에피소드 또는 기억에 남는 순간이 있다면?

- “너무 많은데요... 뭐부터 이야기를 해야할지...”
- “일단 개인적 인사로는 SNUGLITE-II 큐브위성의 초기 계획단계 때의 기억이 가장 큼니다. 항우연에서 2019년 경연대회를 진행했을 때 경연이 1, 2차로 나뉘어 있었는데요. (경연대회는 학생들이 직접 발표합니다.) 제가 최종 경연(2차) 때문에 신혼여행을 미루었던 기억이 납니다. 누리호에 최초로 탑재되는 위성이어서 저는 꼭 선정되고 싶었거든요. 아내도 이해도 해줬고, 교수님께서도 최종경연 이후에 맘 편히 여행을 다녀오도록 배려해주셨고, 다행히 결과도 최종 선정이 되어서 안도를 했던 기억이 납니다.”
- “위성 소프트웨어를 개발하던 중에 감사했던 기억도 납니다. 저희가 위성 소프트웨어를 전문적으로 하는 분야가 아니어서, 개발하는데 어려움이 많았습니다. 그래서 항우연(한국항공우주연구원)의 박사님들께 많이 여쭙보면서 개발을 했었는데요. 하루는 위성 소프트웨어가 계속 죽어버리는 겁니다. 무한적으로 계속 재시작이 되는 문제가 있었는데, 일주일간 원인을 찾질 못하겠더라구요. 근데 항우연 박사님(구철회)께 여쭙보니 단순 초기 설정 문제인 것 같다는 의견을 주셔서 확인해보니 문제가 해결되었습니다. 일주일간 마음이 많이 답답했는데 너무 감사하더라고요. 그밖에 책에 나오지 않는 중요한 노하우들을 아무런 대가도 안받고 가르쳐 주셨는데, 저희가 컴퓨터를 들고 직접 대전에 가거나 어쩔 때는 제주도에서 열리는 항공우주학회에서 호텔 로비에 앉아서 빈 용지에 설명해주시면서 가르쳐 주시기도 하셨습니다. 저희 위성은 학생들의 자력으로 개발된게 아닙니다. 많은 분들의 도움이 없었으면 실패했을 겁니다.”



배영환 (서울대학교 항공우주공학과 석박사통합과정)

- 자세결정 시스템, 통신 시스템, 지상국 운용 및 소프트웨어 개발

□ 큐브위성을 개발하는 여정을 통해 성장했던 순간이 있다면?

- “SNUGLITE-II 큐브위성을 만드는 과정을 간단하게 나타낸다면 계획하고 개발한 후 검증한다고 볼 수 있습니다. 이 때 검증이란 연구실이나 지상에서 우리가 개발한 것이 제대로 작동하는 건지 확인하는 작업입니다. 그 무엇도 쉬운 것은 없었지만, 큐브위성을 발사하기 직전까지 저에게 가장 어려웠던 것은 우주에서 사용하는 것을 전제로 설계된 큐브위성용 GPS 자세결정 모듈의 검증이었습니다. 모듈의 전반적인 알고리즘을 설계하고 직접 개발하는 과정에서도 우여곡절이 많았지만, 모두 개발한 후 처음 검증을 시작할 때의 느꼈던 막막함에 비할 수 없었습니다. 우주 환경을 생각하고 설계하고 개발한 것과 달리 지상에서는 방해 요소가 너무 많았고, 첫 검증을 수행했을 때 계획부터 잘못되었음을 알 수 있었습니다. 하지만 ‘우주에선 잘 되겠지.’라는 마음으로 검증없이 큐브위성에 모듈을 넣을 수는 없기 때문에 지상에서 일어나는 일들을 우주에서도 일어날 수 있는 위험요소로 생각하고 재설계하는 과정을 여러 번 수행했고 발사라는 제한된 시간 내에 다행히도 끝낼 수 있었습니다.”
- “지금까지 연구를 수행하면서 수없이 느껴왔던 것 중 하나가 실제로 연구 개발된 결과물을 사용하는 것은 설계할 당시 시뮬레이션보다 좋을 수 없다는 것입니다. 하지만 매번 시뮬레이션 결과를 기대하면서 작업을 수행하는 것은 어려움을 겪고 싶지 않은 마음에서 비롯되는 듯합니다. 정해진 발사 기한 내에 완성이 필요한 큐브위성 개발 과정에서 또 한번 위기를 겪고 이를 해결해가면서 다음에는 더 발전된 연구자가 되어있기를 기대해봅니다.”



배영환 (서울대학교 항공우주공학과 석박사통합과정)

- 자세결정 시스템, 통신 시스템, 지상국 운용 및 소프트웨어 개발

□ 큐브위성 개발을 통해 앞으로 한국의 우주시장에 바라는 점이 있다면?

- “큐브위성 개발 당시 아쉬웠던 점은 부품 구매할 때 국내에서 구매 가능한 부품이 적었던 점입니다. 우리나라에서도 충분히 만들 수 있을 것 같은 물품도 실제 큐브위성 제작에 쓰인 것은 대부분 해외 부품이었고, 국내에서 제작한 것은 아직 검증이 되지 않았거나 그 다양성이 부족한 경우가 많았습니다.”
- “물론 한국의 우주산업은 이제 시작이라고 생각합니다. 지금까지의 발사체나 위성 산업을 이끄신 많은 연구, 개발자분들 뿐만 아니라 최근 큐브위성 경연대회를 통해 기술을 축적해온 스타트업 기업들 모두 세계적인 기술과 견주어도 부족하지 않다고 봅니다. 앞으로 큐브위성을 포함한 한국의 우주산업이 꾸준히 발전하고, 그 우주산업을 활용하는 대학, 기업 및 연구기관이 증가함에 따라 우리나라 우주산업에 선순환이 이루어진다면 한국이 우주강국이 되는 것도 멀지 않은 미래라고 확신합니다.”



박재욱 (서울대학교 항공우주공학과 석박사통합과정)

- 전력 시스템, 통신 시스템, 카메라 탑재체 및 개발

□ 큐브위성 경연대회를 통해 큐브위성을 개발하고 납품까지의 여정을 마친 소감

- “인공위성은 대부분 위성본체와 탑재체로 구성되고, 위성본체는 자세제어계, 통신계, 구조계, 전력계 등의 다양한 서브시스템으로 구성됩니다. 이는 큐브위성도 마찬가지인데요, 큐브위성 개발 과정에서도 큰 인공위성 개발 과정처럼 이러한 각 서브시스템 설계 및 제작을 수행하고, 최종적으로 통합하는 작업을 수행합니다. 저는 이 과정에서 전력계, 통신계, 카메라 탑재체 개발에 참여했습니다. 이 중 전력계 설계 과정에서는 큐브위성이 궤도 상에서 필요한 만큼의 전력을 안정적으로 생산할 있는지 판단하는 전력 마진 분석을 진행했었습니다.”
- “큐브위성을 개발하다 보면 임무 성공률을 높이기 위해 구조나 사용되는 부품이 변경되는 일이 있는데요, 저는 그 때마다 전력 마진을 갱신하는 작업을 맡았었습니다. 이 과정에서 다른 서브시스템 담당 연구원분들과 소통하고 협력해 작업을 수행하는 것이 중요했습니다. 이를 통해서 다른 구성원과 한 팀으로서 업무를 수행하는 과정에 대해 배울 수 있었고, 각자 자세히 알고 있는 내용을 서로 공유하고 피드백하면서 나오는 시너지를 경험함으로써 보람을 느낄 수 있었습니다. 제가 큐브위성 개발을 통해 배운 가장 중요한 점을 정리하자면 한 팀으로서 다른 분들과 협업하는 방법을 배우고, 이를 통한 시너지 효과를 경험한 것입니다.”



박재욱 (서울대학교 항공우주공학과 석박사통합과정)

- 전력 시스템, 통신 시스템, 카메라 탑재체 및 개발

□ 개발 과정 중 기뻐던 순간을 꼽자면?

- “SNUGLITE-II 큐브위성은 카메라 탑재체로 기상 영상을 촬영해 GPS-RO의 기상 정보를 교차 검증합니다. 저는 이 카메라 탑재체 개발에 참여했었는데, 이때 카메라 탑재체는 GoPro 액션캠으로, 이러한 상용 카메라를 우주용으로도 활용할 수 있는지를 확인하게 됩니다. 이 카메라가 원래 큐브위성 위성용으로 개발된 것이 아니기 때문에, 큐브위성 탑재체로 사용하기 위해서는 GoPro 카메라와 큐브위성 온보드 컴퓨터 사이에서 데이터를 주고 받을 수 있게 해주는 중간 회로를 개발해야 했습니다.”
- “이 과정에서 중간 회로의 신뢰성을 보장하기 위해 많은 시행착오를 겪었습니다. 회로가 잘 작동하다가도 오류가 빈번하게 나고, 원인을 명확히 알 수 없을 때도 있어 힘들었습니다. 그래도 단계별로 차근차근 시험을 진행해보면서 문제를 해결할 수 있었고, 여러 번의 반복 작업에도 오류 없이 중간 역할을 할 수 있는 회로를 제작하는데 성공했습니다. 최종적으로 극한의 우주환경을 모사하는 열진공시험에서 개발한 중간회로가 잘 작동해서 카메라 탑재체 검증이 마무리되었을 때 그동안의 노력을 보상받는 것처럼 기뻐했습니다. 우주에서 큐브위성이 임무를 수행하면서 이렇게 개발된 카메라 탑재체로부터 멋진 사진을 수신받으면 더 좋을 것 같습니다.”



정호준 (서울대학교 항공우주공학과 박사과정)

- 열/구조 해석, 위성 총조립, 전개구조 설계 및 개발

개발 과정 중 기뻐던 순간을 꼽자면?

- “조립하기 전에 3D 목업을 통해 간섭을 확인하였습니다. 그러나 실제 부품의 사이즈가 예상했던 설계와 달라서 전체 구성을 바꿨던 적이 있습니다. 공간이 1~2mm가 부족하여 조립을 다시하는 일이 빈번히 발생했고 여러 시행착오 끝에 FM 모델을 완성할 수 있었습니다. 최종적으로 조립된 FM 모델을 보았을때 뿌듯하고 기뻐던 기억이 납니다.”

누리호를 통해 큐브위성이 탑재되었는데 특별한 소감이 있는지?

- “대한민국이 우주강국으로 도약할 수 있는 발판이되는 역사적인 순간에 우리가 개발한 큐브위성이 탑재된다는 것이 감격스럽고 항공우주공학도로서 보람을 느낍니다.”



이지강 (서울대학교 항공우주공학과 석박사통합과정)

- 열/구조 해석, 카메라 지지물 및 전개구조 제작

□ 큐브위성을 개발하는 여정을 통해 성장했던 순간이 있다면?

- “큐브위성을 개발하면서 많은 부분에서 성장을 하었다고 생각합니다. 그중에서 대표적으로 한부분에 대하여 말씀드리자면, 다른 사람들과 협업하고, 본인이 생각하는 바를 전달하는 과정을 깨달아가며 성장하는 과정이라고 생각합니다.”
- “큐브위성을 전체적인 부분들을 모두 개발하다보니, 팀원들이 각자 개발에 참여하는 파트도 달라 매주 각자의 개발 현황과 전체적인 진행상황을 보고하며 회의를 진행하였습니다. 이러한 과정에서 다른 팀원을 발표를 통해 개발과정에 대하여 배우기도 하고, 혼자 생각했던 것의 논리적인 허점을 발견할 때도 있었습니다. 또, 본인의 생각하는 바를 전달하는 것에 대한 중요성을 깨달을 수 있었던 것 같습니다. 하나하나 다 소중한 순간이었지만, 돌이켜 보면 팀원들의 협업을 통해서 성장해 나가는 부분이 제일 인상이 깊은 것 같습니다.”

□ 큐브위성 개발을 통해 앞으로 한국의 우주시장에 바라는 점이 있다면?

- “이번 2차 발사하는 누리호에 큐브위성이 실리게 됨으로써 여러 매체에서 큐브위성에 보도를 해주시고 대중분들도 큐브위성이라는 것 대하여 조금씩 관심을 보여주시고 있는 것 같습니다. 항공우주를 전공하며 미래의 항공우주인을 꿈꾸는 한 사람으로써 이러한 관심을 감사하게 생각하고, 큐브위성, 누리호 뿐만 아니라 더 나아가 국방력, 기술력의 핵심이 되는 항공우주 전반산업에 대하여 많은 관심을 가져주시고 대한민국의 항공우주 시장이 성장했으면 하는 바램입니다.”

V. 개발 영상

서울대학교 SNUGLITE-II 큐브위성 개발 영상은 언론을 대상으로 웹 하드를 통해 공개되고 있습니다. **언론 외에 영상을 이용하실 수 없으며**, 영상을 사용하시는 경우 출처에 “**서울대학교 항공우주공학과**” 또는 “**서울대학교 SNUGLITE팀**”을 남겨주시면 자유롭게 사용가능 합니다. (재배포, 판매 금지)

영상에 관련한 부가설명은 다음 장부터 기록되어 있습니다.

<링크>

<https://drive.google.com/drive/folders/1hvTfHPxf2jan3tRYke4ANGtYqtEHqoZr?usp=sharing>

□ 동영상 목록

번호	파일명	설명
C1	1_SNUGLITE-II_GPS RO 과학임무 개념영상	SNUGLITE-II 큐브위성의 GPS를 활용한 지구대기관측 과학 임무 개념 영상
C2	210909_자체개발 태양패널전개구조 조립	SNUGLITE팀에서 자체 개발한 태양전개구조의 시험용 모델 시험을 위해 조립을 하고 있다.
C3	220104_큐브위성 가조립을 위한 회의	큐브위성 비행모델의 가조립을 위해, 실제 부품과 설계 도면을 가지고 비교 및 회의를 진행하고 있다.
C4	220127_비행모델 자세제어 시험	비행모델의 자세제어 시험을 진행한 영상이다. 자세제어 시스템은 서울대에서 독자적으로 개발하였다.
C5	220214_큐브위성 열진공시험 검수준비	SNUGLITE-II 큐브위성이 한국산업기술원 진주 우주부품센터에서 우주궤도(열/진공) 시험을 위해 검수작업이 진행중이다.
C6	220214_큐브위성 열진공시험 검수준비2	SNUGLITE-II 큐브위성이 한국산업기술원 진주 우주부품센터에서 우주궤도(열/진공) 시험을 위해 검수작업이 진행중이다.
C7	220215_큐브위성 진동시험 검수 준비	SNUGLITE-II 큐브위성이 한국산업기술원 진주 우주부품센터에서 궤도환경(진동) 시험을 위해 검수작업이 진행중이다.
C8	220425_[항우연공식자료]_6월 누리호 2차 발사 탑재위성 공개	[출처: 한국항공우주연구원 명시] 한국항공우주연구원에서 성능검증위성에 실기 위해 크기와 무게 등을 점검하는 시험을 진행하였다.
C9	220520 비행모델 전개 최종시험	비행모델의 태양패널 전개 최종시험을 진행하고 있다.
C10	220609_[항우연공식자료]_성능검증위성 큐브위성 사출 CG	[출처: 한국항공우주연구원 명시] 성능검증위성 큐브위성 사출 CG (좌측하단: 서울대학교 SNUGLITE-II 큐브위성)

□ 사진 목록

번호	파일명	설명
P1	1_SNUGLITE-II 큐브위성 비행모델실물 전개	SNUGLITE-II 실물사진
P2	2_SNUGLITE-II 큐브위성 비행모델실물 비전개	SNUGLITE-II 실물사진
P3	3_SNUGLITE-II 큐브위성 그래픽	SNUGLITE-II 그래픽 사진
P4	220128_비행모델 자세제어 시험준비	SNUGLITE-II 비행모델의 자세제어 시험을 위해 큐브위성이 준비중이다.
P5	220204_비행모델 환경시험 준비 조립 및 보관	큐브위성 비행모델의 우주환경시험을 위해, 조립되어 보관되고 있다.
P6	220207_비행모델 열진공시험 챔버 시험 기념촬영	한국산업기술원에서 큐브위성 비행모델의 우주환경시험 중 팀원들이 기념촬영을 하고 있다. 좌측부터 강민석 연구원, 이지강 석박사통합과정
P7	220207_비행모델 열진공시험 챔버 시험준비	SNUGLITE-II 큐브위성이 한국산업기술원 진주 우주부품센터에서 우주궤도(열/진공) 시험을 위해 챔버에서 준비중에 있다.
P8	220207_비행모델 열진공시험 챔버 시험준비2	SNUGLITE-II 큐브위성이 한국산업기술원 진주 우주부품센터에서 우주궤도(열/진공) 시험을 위해 챔버에서 준비중에 있다.
P9	220214_비행모델 진동시험 준비	SNUGLITE-II 큐브위성이 한국산업기술원 진주 우주부품센터에서 발사환경(진동) 시험을 준비중에 있다.
P10	220214_비행모델 진동시험 준비2	SNUGLITE-II 큐브위성이 한국산업기술원 진주 우주부품센터에서 발사환경(진동) 시험을 준비중에 있다.
P11	220425_비행모델 성능검증위성 무게특성측정시험	SNUGLITE-II 큐브위성이 한국항공우주연구원에서 성능검증위성에 싣기 위해 크기와 무게 등을 점검하는 시험을 위해 준비중에 있다.
P12	220425_비행모델 성능검증위성 무게특성측정시험2	SNUGLITE-II 큐브위성이 한국항공우주연구원에서 성능검증위성에 싣기 위해 크기와 무게 등을 점검하는 시험을 위해 준비중에 있다.

□ 사진 목록

번호	파일명	설명
P13	220425_큐브위성 성능검증위성 탑재 심한준 박사과정	심한준 박사과정이 한국항공우주연구원에서 성능검증위성에 싣기 위해 크기와 무게 등을 점검하는 시험을 위해 SNUGLITE-II 큐브위성을 탑재하고 있다.
P14	220513_큐브위성 통신테스트 관악산 자운암	서울대 SNUGLITE팀이 관악산에서 SNUGLITE-II 큐브위성과 서울대 지상국간의 통신시험을 하고 있다. 좌측부터 심한준 박사과정, 송준원 석사과정, 박재욱 석박통합과정
P15	220520_비행모델 최종검수	SNUGLITE-II 큐브위성이 누리호 탑재 전 자체 검수가 이루어지고 있다. 좌측부터 배영환, 정호준 박사과정
P16	220521_비행모델 최종 소프트웨어 시험	SNUGLITE-II 큐브위성이 누리호 탑재 전 최종 소프트웨어 시험이 이루어지는 중 박재욱 박사과정이 기념사진을 촬영하고 있다.
P17	220521_비행모델 최종 소프트웨어 시험2	SNUGLITE-II 큐브위성이 누리호 탑재 전 최종 소프트웨어 시험을 마치고 심한준 박사과정이 위성을 떠나보내기 전에 최종 기념사진을 촬영하고 있다.
P18	220525_서울대 큐브위성 탑재 심한준 박사과정	[출처: 한국항공우주연구원] 나로우주센터에서 심한준 박사과정이 성능검증위성에 SNUGLITE-II 큐브위성을 최종 탑재하고 있다.
P19	220525_큐브위성_최종탑재	성능검증위성에 큐브위성이 탑재되고 대학팀장들이 성능검증위성과 기념사진을 촬영하고 있다. 좌측부터 카이스트 김태호 박사과정, 조선대 박태용 박사, 서울대 심한준 박사과정, 연세대 강대은 박사과정
P20	220425_큐브위성 성능검증위성 탑재 검수작업	[출처: 한국항공우주연구원] 한국항공우주연구원에서 서울대 항공우주공학과 박사과정 배영환(29)·심한준(32)씨(왼쪽부터)가 팀원들과 제작한 큐브위성 'SNUGLITE-II'를 성능검증위성에 싣기 위해 크기와 무게 등을 점검하는 검수작업을 하고 있다.

감사합니다

취재, 인터뷰 등의 요청사항은 담당자(심한준 박사과정,
hanjos@snu.ac.kr)에게 문의주시면 답변드리겠습니다.
(위성 데이터 확보로 인해 밤을 지새우고 있습니다.)

본 자료 외의 문의사항은 담당자(박재욱 석박사통합과정,
jupark12@snu.ac.kr)에게 문의주시면 답변드리겠습니다.