[1] 안녕하십니까. 저희는 참가팀 하나둘SAT의 김준섭, 김영한입니다. 저희 팀의 CDR, 즉 중간보고를 발표하도록 하겠습니다.

[2] 목차는 다음과 같습니다.

[3] 팀원 소개 및 개발 서브 시스템 소개입니다.

[4] 구조계 및 자세제어계는 김준섭이, 통신계 및 전력계는 백세인이, 명령계 및 데이터 처리계는 김영한이 맡아서 진행하였습니다.

[5] 임무 소개입니다. 저희의 임무는 '편광'을 활용하였습니다. 본격적인 소개에 앞서 저희가 기반으로 두고 있는 법칙 및 원리에 대해 간단히 소개하겠습니다. 첫번째로 말루스 법칙입니다. 편광된 빛이 편광판을 통과할 때 편광판과 편광빛이 이루는 각도에 따라 빛의 세기가 감소한다는 법칙입니다. 식은 다음과 같이 cos 제곱으로 구할 수 있습니다.

[6] 두번째는 브루스터 각입니다. 비편광된 빛, 예를 들어 햇빛이 브루스터 각으로 입사할 경우 입사면에 평행한 성분은 사라지고 수직성분만 남게 됩니다. 즉 편광된 빛이 반사되게 됩니다.

[7] 이 두 가지 법칙을 통해 편광필터 여부에 따라 얻어지는 영상의 차이가 생기고 저희는 이를 계산할 수 있게 되었습니다.

만약 Optic 위성으로 편광, 일반 관측을 동시에 수행하면 유용한 정보, 특히 해양을 식별하는 데 효과적일 것으로 예상하였습니다.

[8] 최종적으로 낙하 중 일정 주기로 편광/일반 교차 촬영을 하고, 수집된 위치, 자세 데이터를 바탕으로 Image Calibration을 수행하여 Orthophoto를 취득하는 것이 목적입니다. 이 임무를 위해 설계 면에서 다기능 전개 장치를 도입하였습니다. 이 전개 장치는 히트실드, 차광막, 랜딩기어의 역할을 한 번에 수행할 것입니다. 이렇게 함으로써 캔위성의 취지에 맞게 가볍고 작은 크기로 여러 기능을 가능케 할 것입니다.

[9] 다음은 임무 개요입니다. 먼저 크게 5가지 단계로 이루어졌습니다. 1. 캔 위성 발사, 2. 캔 위성 분리 및 낙하산 전개, 3. 다기능 장치 전개, 4. 지상국으로 영상 데이터 송신, 5. 착륙

[10] 이미지로 표현하면 다음과 같습니다. 1. 발사, 2. 낙하산 분리, 3. 장치 전개 및 촬영 시작, 4. 저속하강, 5. 착륙 및 회수

[11] 임무 상세 개요입니다. 발사가 시작된 후 낙하산이 전개가 확인되면 촬영 명령이 전달되고 서보모터가 작동하여 전개장치가 전개되고 차광막으로서 작용합니다. 그리고 카메라는 촬영을 시작, 편광판은 계속해서 회전하며 편광/일반 교차 촬영이 시작됩니다. 이 데이터는 지상국으로 전달됩니다. 그리고 착륙이 임박하면 전개되어 있는 전개장치는 랜딩기어로서 작용하여 안정적인 착륙에 도움을 줍니다.

[12] 다음은 자세한 설계 내용입니다.

[13] 저희의 시스템 블록 다이어그램입니다. 전개장치의 각도 조절, 편광판 및 카메라 조절 블록으로 기능을 기준으로 나누었습니다.

[14] 라즈베리파이가 서보모터에 명령을 전달하면 연결된 동력축이 전개 장치, 편광 장치에 동시에 동력을 전달합니다. 전개 장치는 전개 후 고정되어 더이상 움직이지 않도록 고정되고 편광 장치는 낙하 중 계속해서 회전하며 편광 유무를 결정합니다. 카메라, 기압 고도계, GPS/IMU 센서의 데이터, 서보모터의 회전각 데이터는 안테나를 통해 지상국으로 전달됩니다. 임무 중 하강을 시작할 때 가속도 센서를 통해서 낙하산이 전개되었는지 확인하고 자동으로 촬영 및 모터 작동을 하도록 설계할 예정이지만 비상 상황에는 지상국에서 수동으로 명령을 내릴 수 있도록 합니다.

[15] 다음으로, 3D 모델링 관련 내용입니다. 여러 회의와 논의를 통해 실현가능성 등의 아이디어를 위한 디자인을 구체화 시켜나갔습니다.

[16] 특히, 전개장치와 편광장치를 어떻게 구현할 지 메커니즘을 구상했습니다.

[17] 디자인을 하며 고려했던 요소는 크게 3가지입니다. 첫번째, 편광장치의 작동을 구현하는 것, 두번째, 전개장치의 작동을 구현하는 것. 마지막은 위 두가지를 단 하나의 모터로 구현하는 것입니다. 같은 기능을 수행한다면 부품이 적을수록 오작동의 위험이 줄어들기 때문입니다.

[18] 모델링을 하며 사용한 소프트웨어는 오토데스크 퓨전입니다.

[19] 지금부터 여러분께 저희의 캔위성 모델을 공개합니다.

[20] 모델 3호를 소개합니다.

[21] 먼저, 치수입니다. 지름은 100미리, 높이는 170 미리로, 낙하산이 들어갈 공간이 확보되도록 하였습니다.

[22] 다음으로 구성입니다. 크게 상부, 중부, 하부로 나뉩니다. 상부는 제어와 통신을 담당하고,  
 중부는 전개장치를 위한 기계장치가 위치하며,  
 하부는 동력전달 및 촬영을 담당합니다. 특히 하부에 무거운 부품들을 배치해 무게중심이 하부로 가도록 하였습니다. 각 부분에 대해 좀 더 자세히

[23] 상부입니다. 이곳에는 현재 개발중인 보드가 탑재될 예정이며, 안테나, 라즈베리파이, gps-가속도 센서가 부착되게 됩니다. 보드에 대한 이야기 역시 다음에 자세히 설명 드리겠습니다.

[24] 다음으로 중간부입니다. 이곳에는 전개장치 작동을 위한 핵심부품이 존재합니다. 크게 회전축과 잠금장치, 그리고 링크로 구성됩니다.

[25] 작동방식은 다음과 같습니다. 회전축의 회전으로 잠금장치의 고정이 해제되면 용수철의 탄성으로 잠금장치가 위로 솟아 전개장치가 전개됩니다. 한번 펼쳐지면 중심축의 동력과 분리되어 비가역적입니다. 우산의 원리를 생각하면 될 것입니다.

[26] 다음으로, 하부입니다. 하부에는 서보모터가 존재해 중심축으로 동력을 전달함과 동시에, 하부에 편광필터를 회전시킵니다. 그와 동시에 카메라를 통해 연직 아래 방향을 촬영하게 됩니다.

[27] 하부에 숨겨져있는 편광필터를 드러낸 모습입니다. 보다시피 중심축과 연결되어 낙하하는 동안 계속 회전하게 됩니다.

[28] 다음은 전개장치가 작동하는 모습입니다. 실제로는 비가역적이지만, 동작을 설명하기 위해 열고 닫히는 모습으로 보이도록 하였습니다.

[29] 그리고 중심축이 회전하는 영상입니다. 편광판이 같이 회전하는 모습을 볼 수 있습니다.

[30] 다음으로 예상되는 캔위성의 무게를 계산했습니다. 위성에 들어간 부품의 무게와 기타 기계부품, 3D프린팅 프레임을 고려해, 최대 850 그램정도의 무게를 가질 것으로 계산되었습니다.

[31] 다음으로, 임무 구현 테스트 결과입니다.

[32] 우선 적합한 낙하산 선정입니다. 종단속도가 4m/s 이하가 되도록 하는 낙하산을 선정했습니다. 위성의 무게를 850g으로 설정하고, 낙하산 데이터시트로 주어진 상수를 활용해 아래의 공식을 적용하여 3.79m/s의 종단속도를 갖는 낙하산을 선택했습니다.

[33] 다음으로, 앞서 블록 다이어그램으로 소개한 알고리즘을 코드로 작성하는 작업을 수행했습니다. 연직 아래방향으로의 속력이 기록될 경우 모터의 동작과 촬영이 시작되도록 설계하였고, 다른 작업과 연계해 꾸준히 개선중에 있습니다.

[34] 테스트 보드는 다음과 같이 설계하였습니다. 실제로 테스트보드를 제작한 덕분에, 디바이스들의 임무 수행능력을 판단할 수 있었고, 캔위성을 현실적으로 구현하는데 있어 많은 도움을 받았습니다

[35] 이와 같이 테스트보드의 앞면에는 통신모듈, 라즈베리파이 등이 들어가며, 뒷면에는 GPS-IMU 모듈이 부착되어 있는 형태로 제작하였습니다. 다만, 아직은 수정할 부분이 존재하며, 미완성이라는 점은 양해부탁드립니다

[36] 캔위성이 실제로 데이터를 송수신하여 임무를 수행함에 있어 가장 중요한 것은 통신이라고 생각했기에, 해당 안테나 신호가 임무에 적절한지 판단하기 위해 통신테스트를 진행하였습니다.

RF모듈 통신 작업 및 분석 프로그램인 XCTU를 활용하여 통신에 성공한 모습입니다. 저희는 먼저 수평방향으로 0m에서부터 40m까지 (5m간격으로) 멀어짐에따라 변화하는 신호강도를 측정하는 실험을 진행했습니다. 보시다시피, 안테나와 지상국간의 거리가 0 m이였을 때 측정되는 신호강도와 거리가 40m일때의 신호강도는 -40dBm으로 동일하다는 것을 확인하였습니다.

[37] 안테나와 지상국간의 거리가 5m씩 늘어남에도, 신호강도는 -40dBm으로 일정했다는 것을 보여주는 그래프입니다. 이는 장애물이 많은 실내에서 진행된 실험이므로, 상공에서는 더 높은 신호강도를 보일 것으로 예상합니다. 다만, 캔위성이 100m 이상 발사되는 것을 고려하면 추가적인 테스트가 필요하다고 생각을 하였고, 수직거리에 따른 신호강도 측정실험도 진행하였습니다.

[38] 지상국과 1층 간격만큼 멀어졌을 때, 신호강도는 -46dBm 까지 떨어짐을 확인하였습니다

[39] 지상국과 2층 간격만큼 멀어졌을 때, 신호강도는 -51dBm 까지 떨어짐을 확인하였습니다. dB 스케일에서 –100dBm의 신호강도가 없는 신호를 말하고 60dBm이 좋은 신호를 보여준다는 것을 봤을 때 저희가 사용한 통신방법은 임무수행에 있어 적합한 것으로 판단됩니다

[40] 지상국 UI 입니다. 지상국 UI의 경우, 이후에 발표할 두 팀과 공동으로 개발하였기때문에 약간 겹치는 부분이 있을 수 있습니다. 다만, 각 팀 임무와 관련된 사항은 독립적으로 진행했음을 말씀드리고 싶습니다.

[42] 예산집계입니다. 한정된 비용을 효율적으로 활용하고자 다음과 같은 부품을 선택하게 되었습니다. 현재 총 예상 비용은 80만원정도이며, 고장/여분 등을 고려하더라도 100만원 이하로 가능할 것이라 생각합니다.

[43] 완료된 과제 및 추후 계획은 보시는 바와 같습니다. CDR 이후, 상세설계보완과 함께, 최종 캔위성을 제작하는 것을 목표로 하고 있습니다.

[41] 진행률 보고 및 추후 계획 안건입니다.

[42] 예산집계입니다. 한정된 비용을 효율적으로 활용하고자 다음과 같은 부품을 선택하게 되었습니다. 현재 총 예상 비용은 약 80만원정도이며, 고장/여분 등을 고려하더라도 100만원 이하로 가능할 것이라 예상합니다.

[43] 완료된 과제 및 추후 계획은 보시는 바와 같습니다. CDR 이후, 상세설계보완과 함께, 최종 캔위성을 제작하는 것을 목표로 하고 있습니다.

[44] 추후 홍보는 소속 동아리인 Space-Y의 SNS, 교내 신문사, 동아리 박람회 등을 활용해 이루어질 예정입니다.

[45] 참고문헌입니다.

[46] 저희 발표는 여기까지입니다. 질의응답 받도록 하겠습니다.