|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 18.02.28 | Xbee 통신 스펙 설정 | 전자부:이재린 | No. 5 |
| 요약 | Identity-II 발사체의 전자부의 중요 모듈 중 하나였던 통신 모듈의 선정 과정과 고려해야 할 사안, 그리고 최종적인 스펙에 대해 정리한다. | | |
| **I. 목적**  로켓에서 통신의 역할은 다음과 같다.   1. 실시간으로 정보를 받아볼 수 있다. 정보에는 시·청각적 정보, 실시간 센서 raw data, 일차적인 전처리를 거친 자세 등의 예측정보, 낙하산 사출 등을 나타내는 로켓의 상태 정보 등이 포함된다. 2. 회수가 제대로 이루어지지 않을 경우라도 실시간 통신을 통해 자료를 받을 수 있는 기회를 제공한다. 일반적으로 로켓은 우리가 SpaceX가 아닌 이상 온전한 회수를 목적으로 하는 것이 아니므로, 거의 모든 데이터는 통신을 통해 받는 것을 1차적으로 수행해야 한다. 3. 데이터 양이 커질 경우 로켓 안에서 저장하는 것이 불가능해질 수 있다. 센서의 개수가 늘어나고, 그 추출 간격이 짧아져서 높은 data rate을 요구한다던가, 영상과 같은 대용량 데이터를 처리할 경우에 이와 같다. 데이터 양의 크기는 상대적인 것으로써, 저장 용량/저장 data rate과 생성되는 데이터 용량/생성 data rate의 크기 차이에 의해 정해진다고 보아야 한다.   우리의 경우 1) GY-91 센서를 통한 10개의 정보, 2) 데이터 추출시간 정보, 3) 로켓이 인식하고 있는 최대높이와 이를 통해 판단한 4) 낙하산의 사출여부를 포함한 로켓의 상태 정보를 받는 것을 목표로 하였다.  **II. RF 통신 개관 및 통신 프로토콜 설정**  일반적으로 radio frequency (RF) 통신은 무선 통신 프로토콜을 통칭하는 말이지만, 국제법·국내법 상으로 전파 대역마다 private license가 존재하기 때문에 실질적으로는 900 MHz대, 2.4 GHz대, 5.8GHz대의 자유 구역에서 쓰이는 통신 프로토콜만을 이용하게 된다. 이 중 일반적으로 쓰이는 대역은 2.4 GHz대의 대역으로, Bluetooth, Zigbee, Wireless Ethernet (wi-fi) 등이 이 대역을 사용하고 있다. 새로운 통신 프로토콜을 개척하는 것은 어렵지만은 않다. 밑바닥부터 만들라면야 안테나부터 RF용 filter 칩 등을 세운상가에서 구매하여 뚝딱뚝딱 할 수도 있지마는, 우리가 전파상도 아니거니와 인력이 항상 모자란 상황이기 때문에 그런 막무가내인 일은 하고 싶지만 할 수가 없다. 따라서 기존에 있는 프로토콜을 이용하여야 한다. 프로토콜을 이용한다는 말은 범용적으로 쓰이는 통신 모듈 (보드)을 사서 끼워 쓴다는 말이다. 그렇다면 먼저 어떠한 모듈이 있는지를 알아볼 필요가 있다.  밑밥을 깔아놨기에 여러분이 다양한 프로토콜 사이에서 무엇을 써야 할까 고르는 맛을 조금 상상해 보았을지도 모르겠다. 안타깝지만, 범용적으로 쓰이는 통신 프로토콜은 위에 언급한 Bluetooth, Zigbee, wi-fi 가 거의 전부이다. 그 외에 사용할 수 있는 것으로서 4G LTE 등의 cellular 프로토콜이 있지만, 이를 이용하기 위해서는 누군가의 핸드폰을 희생해서 로켓에다 부착해야 하는 어려움이 있다. 각각의 프로토콜은 다음과 같은 특징이 있다.   1. Bluetooth – Bluetooth는 세대에 따라 프로토콜이 상당히 다른데, 현재 주력으로 밀고 있는 Bluetooth Low Energy (BLE, 혹은 Bluetooth 4th Generation)는 저전력에 초점을 맞추어 개발되었다. 유효 거리는 일반적으로 10m 내외. 용량이 제일 작은 동전 건전지로도 일정 기간의 정상 작동을 담보한다. 속도가 매우 낮으며, 채널 간섭이 일어나면 character 한 두 개에도 수 초의 지연이 생긴다. 2. Wi-fi – 범용 인터넷 프로토콜로 흔히 쓰인다. 현재 일반적으로 쓰이는 공유기나 단말의 경우 속도는 2018년 현재 Gbps 단위가 쓰이고 있다. 다만 유효 거리는 공유기의 질에 따라 달라지는데, 경우에 따라 최대 100m까지 올라가는 경우도 있다. 최근에 유튜브에 올라온 일련의 동영상에 따르면 Wi-fi 역시 증폭하여 쓸 수 있는 듯하다. 추후 실험이 필요한 부분이다. (<https://www.youtube.com/watch?v=Nk-nj_BwoBE>, <https://www.youtube.com/watch?v=QTMi99HtW_k>, <https://www.youtube.com/watch?v=E8KpRP6tgvE>) 3. Zigbee – 1 km 내외의 장거리 통신이 가능한 IoT 타겟 통신 프로토콜이다. 장거리임에서 알 수 있듯이 거리가 멀수록 전력 소모가 많이 되며, 실험 결과 5V 전원에 150 mA 정도를 소모하는 것을 볼 수 있었다. 이는 다른 보고서에서 다시 언급하겠지만, 시중에서 팔리는 알칼라인이나 망간 건전지로는 도저히 좋은 통신 모듈을 서포트하는 것이 어렵다는 점을 시사한다. 속도는 baud rate인 115,200 Hz에 제한이 걸린다.   정말로 쓸 만한 물건이 없기 때문에 통신을 구현하는 과정에서 애로사항이 많이 있음을 쉬이 짐작할 수 있을 것이다.  **III. Case Study: Identity-II 통신 모듈 설정 및 한계점**  **1. 통신 거리**  장거리 통신을 지원하는 RF 통신 모듈은 사실상 우리 수준에서는 Zigbee (IEEE 802.15.4)가 전부이다. 하지만 Wi-fi gun 을 이용한다면 극복할 수도 있을 것이다. 추후 실험이 진행될 예정이다.  **2. Data 생성 속도**  Zigbee를 이용할 수 밖에 없는 입장에서 하여야 할 일은 data 생성 속도를 고려하여 통신 모듈을 선정하는 것이 아니다. 선정한 통신 모듈이 지원하는 최대 data rate 이상의 data를 실시간으로 받지 못하기 때문에 어떠한 것을 누락시킬 지 선택하는 것이다.  우선 우리가 사용하는 Arduino 보드의 serial 통신 프로토콜은 maximum baud rate 115,200까지 지원한다. 일반적으로 1 Byte의 데이터를 보내기 위하여 serial 통신 규격에서는 여덟 개의 bit와 synchronization을 위한 한 개의 stop bit를 전송하며, 따라서 1초에 보낼 수 있는 최대 byte 수는 12,800 Bytes/s = 12.5 kiB/s = 130 Bytes/10 ms 임을 알 수 있다. 현재 Identity-II에서 사용한 Avionics의 데이터 패킷은 53 Bytes 이므로 다행히 10 ms의 sampling rate을 가지고도 baud rate으로 무리 없이 통신할 수 있음을 알 수 있다.  그 다음에 제약이 되는 것은 XBee 모듈의 통신 속도이다. Datasheet (별첨: XBee Pro S1 모듈의 datasheet) 에는 XBee 모듈의 최대 통신 속도가 250 kbits/s라고 공언하고 있으나, 실제 응용 시 알 수 없는 원인으로 낮은 성능이 나왔다. 재실험이 필요할 듯하다.  **3. XBee Pro S1 통신 모듈의 스펙**  XBee는 IEEE 학술 대회에서 공인된 Zigbee 프로토콜과 달리 Digi International Inc. 의 상표명이다. 자세한 사항은 데이터 시트를 참조하라.  **4. 한계점**  문제는 다음과 같았다. 우선 XBee 장비가 전송할 수 있는 데이터 양에 한계가 있었다. 이는 기존에 100 ms 마다 데이터를 전송했던 방식에서 10 배를 줄여 10 ms로 샘플 간격을 줄임으로써 필요한 data rate이 10 배 늘어난 데에서 기인한 문제가 있었다. Baud rate 115,200을 초과하는 양은 아니었으나, XBee 에서 송신하는 속도가 미치지 못하여 데이터가 깨져서 나오는 것을 확인할 수 있었다. 이 때 XBee 모듈에 내재되어있는 reset 신호를 작동시켜서 buffer를 수동으로 비워주어야 제대로 동작하였다. 한 번 buffer가 꽉 찬 XBee 모듈은 이 동작을 수행하기 전까지 어떠한 조작을 가하여도 작동하지 않았다.  **IV. 앞으로의 발전 방향**  **1. 온전한 데이터 통신을 위한 프로토콜 설정**  재실험 후 다시 보고서를 작성하겠다.  **2. 비디오 전송을 위한 새로운 통신 모듈 필요**  SpaceX 같은 친구들도 비디오 전송을 할 테니 뭔가의 통신 모듈이 분명 있을 것이다. 우리가 군용 대역대를 이용할 수는 없고, 데이터를 의미있게 보낼 수 있는 방법은 아마추어 무선 대역을 이용하여 방송 형식으로 데이터를 보내거나 와이파이 등 다른 합법적인 방법을 통하되, 출력을 매우 높이고, directional antenna를 이용, 추적을 통해 강한 신호로 통신을 수행하는 방법이 있을 것이다. 모든 경우의 수를 다 참고해보자. | | | |
| 참고문헌 | 참고문헌이 있다면, 여기에 넣고 부록으로 전체를 첨부할 것  pdf 파일 등 별개의 파일 형식이라면,  보고서와 같은 제목의 압축 파일을 생성하여 그곳에 넣을 것 | | |
| 별첨 01 | 연구(보고서 주제), (연구 보고서 일렬번호) | 논문/서적요약/인터넷/자료 | |
| 의미 | 본 보고서에서 별첨 자료가 가진 의미를 기록  특별한 의미가 없는 경우, 본 보고서에 들어가기 힘든 그림, 표, 그래프 등을 일괄적으로 여기에 첨부할 것  (예시: [그림 1 ~ 5], [표 1 ~ 2]) | | |