

# 저궤도 관측위성에서 발생하는 소프트웨어 오류 처리 방안

양승은\*, 최종욱\*, 이재승\*, 신현규\*, 채동석\*, 이종인\*  
\*한국항공우주연구원  
e-mail : [seyang@kari.re.kr](mailto:seyang@kari.re.kr)

## Software Error Handler for the Low Earth Orbit Satellite

Seung-Eun Yang\*, Jong-Wook Choi\*, Jae-Seung Lee\*, Hyun-kyu,Shin\*,  
Dong-Seok Chae\*, Jong-In Lee\*  
\*Korea Aerospace Research Institute

### 요 약

위성을 개발하고 운영하는 과정에서 다양한 소프트웨어 문제가 발생할 수 있다. 특히 각 모듈을 제작하고 연결하여 테스트를 진행할 경우 각 모듈 자체의 이상이나 통합 환경에서 각 모듈간 인터페이스에서 많은 문제가 발생하게 된다. 이러한 문제를 빨리 파악하고 해결하기 위해 위성에서 어떤 문제가 발생하였는지 각각의 오류에 대한 정의를 하고 이를 기록하는 작업이 필요하다.

본 논문에서는 위에 언급한 작업의 하나로 SET(Software Error Table)와 SEW(Software Error Word)를 이용하여 위성에서 발생하는 소프트웨어 오류 처리 방안에 대해 소개한다.

### 1. 서론

위성의 프로세서 및 각 unit 을 개발하고 테스트하는 과정에서 다양한 오류가 발생할 수 있다.[1, 2] 이에 대해 특정 문제가 발생할 경우 어떤 모듈에서 어떤 종류의 오류가 발생했는지 알면 보다 빠른 시간에 문제를 해결할 수 있게 된다. 또한 실제 위성을 운영할 경우에도 위성의 문제 발생시 이를 빠른 시간 안에 정확히 파악하는 일은 매우 중요하다. 이러한 임무를 수행하기 위해 SEW 와 SET 를 이용한 위성의 소프트웨어 오류 처리방안을 도입하였다.

SEW 는 software 상에서 나타난 오류가 어떤 종류의 오류인지를 나타내는 지표로써 문제 발생시 해당 bit 을 set 하여 지상으로 전달한다. 그러나 SEW 를 통하여 특정 문제가 발생할 경우 어느 부분에서 문제가 발생하였는지 빨리 알 수 있지만 error 에 대한 자세한 정보를 얻을 수 없다는 문제가 있다. 따라서 감지된 특정 문제에 대한 추가적인 정보를 저장하여 지상으로 전달할 필요가 있는데 SET 가 이 기능을 수행한다. SET 에는 각 error 의 ID 와 error 발생 시간(OBT-On Board Time 기준), 동일한 error 의 연속 발생 횟수, 해당 문제에 대한 추가적인 설명을 저장하며 지상의 dump command 에 의해 SET 를 지상으로 down 받아 그 내용을 확인할 수 있다.

본문의 2, 3 절에서 각각 SEW 와 SET 에 대한 자세한 내용을 다루도록 한다. 이를 통해 위성에서 발생하는 소프트웨어 오류 처리 방안을 소개하고 4 절에서 본 논문을 마무리 짓도록 하겠다.

### 2. Software Error Word

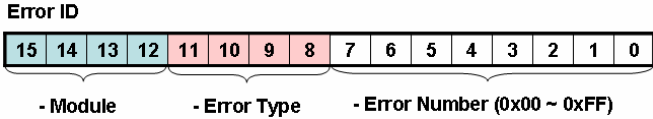
위성에서 지상으로 내려 보낼 수 있는 정보의 양은 제한적이다.[3] 따라서 위성에서 발생하는 모든 문제에 대한 정보를 항상 지상으로 전달하는 것은 불가능하다. 또한 특정 문제 발생시 빠른 문제의 파악을 위해 자세한 정보보다는 어떤 부분에서 문제가 발생하였는지 알 필요가 있다. 이러한 기능을 구현하기 위해 그림 1 과 같이 SEW 를 정의하여 특정한 오류가 발생할 경우 해당 bit 을 1 로 변경하여 지상으로 전달한다.

SEW																
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

- Type 1, Type 2, Type 10 error occurred

(그림 1) Software Error Word

위와 같이 SEW 를 구현할 경우 문제가 나타났을 때 해당 1bit 만 바꾸어 주면 되므로 지상으로 매우 빠른 시간 안에 문제상황을 전달할 수 있다. 이때 1로 변경된 bit 은 다시 지상 명령에 의해 초기화될 수 있으며 SEW 의 값을 정의된 기준에 맞게 설정하기 위해 각 error 의 ID 를 이용한다. 따라서 최초 각 error 에 대한 ID 를 정의할 때 그림 2 와 같이 각 bit 영역에 대해 해당 범주에 해당하는 값을 정의한다.



(그림 2) Error ID

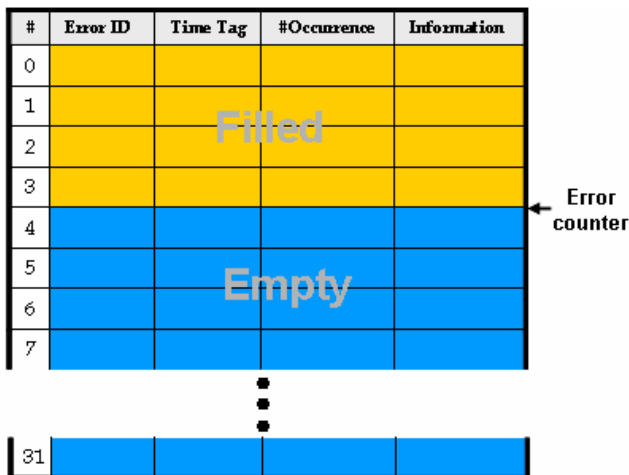
최상위 4bit 을 이용해서 정의하는 error 가 어떤 module(command 처리 부분, memory 관리 부분 등)에 속하는지 정의하고 다음 4bit 을 이용하여 어떤 종류의 오류(통신 오류, 인터럽트 오류 등)인지를 기록한다. 그리고 나머지 1byte 를 이용하여 각 error 에 대한 고유한 값을 정의한다. 따라서 정의된 Error ID 를 이용하여 그림 3 과 같이 SEW 의 값을 설정할 수 있다.

```
/* set appropriate bit in error word */
Software_Error_Word |= (1 << ((Error_ID >> 8) & 0x000F));
```

(그림 3) Set SEW

### 3. Software Error Table

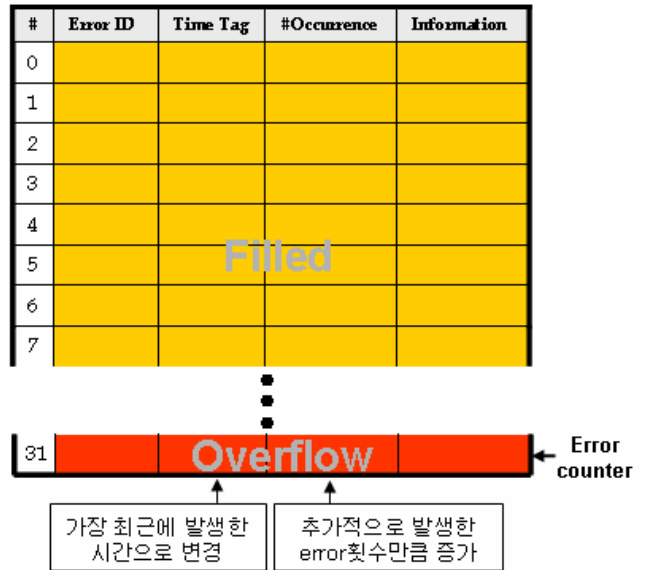
SET 는 특정 software error 에 대한 자세한 정보를 기록한다. 그림 4 에 SET 의 구조를 나타내었다. SET 는 총 32 개의 error 를 기록할 수 있으며 error 에 대한 ID(Error ID), 발생한 시간(Time Tag-OBT), 연속적으로 동일한 error 가 발생한 횟수(#Occurrence), error 에 대한 자세한 설명(Information)이 기록된다. 이때 SET 에 기록된 내용은 지상명령에 의해서만 초기화시킬 수 있으며 그 내용을 확인하기 위해서는 별도의 dump command 를 전송해서 SET 를 지상으로 download 받아야 한다.



(그림 4) Software Error Table

SET 에 error 를 기록하는 과정에서 동일한 error 가 연속적으로 발생할 경우 새로운 칸에 error 내용을 기록하지 않고 동일 칸에 #Occurrence 의 값을 증가시키고 가장 최근에 발생한 OBT 를 Time Tag 에 기록한다. 또한, 32 개의 SET 에 모든 내용을 채운 후 추가적으로 error 가 발생하면 SET 의 마지막 칸에 SET overflow 의 error ID 를 기록한다. 이후 계속해서 error

가 발생할 경우 error 의 내용에 상관없이 Time Tag 의 내용을 최근 error 가 발생한 시간으로 교체하고 #Occurrence 를 증가시킨다. SET 에서 overflow 가 발생한 상황을 그림 5 에 정리하였다.



(그림 5) Software Error Table Overflow

### 4. 결론

본 논문에서는 위성에서 software error 가 나타났을 때 이를 기록하고 지상으로 전달하는 Software Error Handler 의 기능을 정리하였다. 특정 error 가 발생했을 경우 어떤 종류의 error 가 발생했는지를 나타내는 SEW 는 항상 지상으로 download 되기 때문에 문제 발생 시 바로 이를 파악할 수 있다. 이후 error 에 대한 자세한 정보를 보기 위해 SET dump command 를 전송하면 error ID, 발생한 시간, 연속적으로 발생한 횟수, 및 error 에 대한 추가적인 정보를 얻게 된다.

위성에서 문제 발생시 지상에서는 빠른 시간 안에 특정 error 의 종류를 파악할 수 있으며 간단한 문제의 경우 SEW 의 내용 만으로 문제를 해결할 수 있다. 또한 추가적인 debugging 이 필요할 경우 SET 의 내용을 받아 이 작업을 수행할 수 있다. 따라서 본 논문에서 제시한 error handler 기능을 이용하여 각 error 의 범주 및 error ID 정의를 통해 실제 위성의 운영 과정에서 빠른 시간 내에 문제를 찾아내고 이를 해결하는데 유용하게 사용될 것으로 예상된다.

### 참고문헌

- [1] Leach, Ronald J., "Introduction to Software Engineering," CRC Press, New York NY, 2000
- [2] Col. John Keese, "Satellite System Software," MIT Dept. of Aero/Astro, 2003
- [3] James R. Wertz and Wiley J. Larson, "Space Mission Analysis and Design," Microcosm Press, Torrance CA, 1999