

오류 기록 및 주요 파라미터 확인을 통한 위성의 비상 운영 방안

양승은*, 이종인*, 이상곤*
 *한국항공우주연구원 위성전자팀
 e-mail : seyang@kari.re.kr

A Contingency Operation Method of the Satellite through Error Log and Essential Parameter Checking

Seung-Eun Yang*, Jong-In Lee*, Sang-Kon Lee*
 *Satellite Electronics Department, Korea Aerospace Research Institute

요 약

인공위성은 전자와 양자들로 인한 방사현상, 위치에 따른 온도변화 및 진공에 의한 영향 등 극한 우주 환경에서 동작하므로 항상 위험에 노출되어 있다. 특히 저궤도 관측위성은 지구와의 통신이 제한적이기 때문에 위성에 문제가 발생할 경우 신속한 대응이 어려워 질 수 있다. 따라서 위성을 설계할 때에 다양한 오류 상황을 예상하고 이에 대비하여 비상 시 운영 가능한 방안을 마련해야 한다.

본 논문에서는 소프트웨어적인 비상 운영 방법을 제안한다. 위성에서 발생하는 오류를 기록하여 지상으로 전달하는 방법과 긴급한 문제가 발생 하였을 경우 주요 파라미터를 확인하여 위성에서 조치를 취할 수 있는 방법에 대해 소개하도록 하겠다.

1. 서론

우주는 태양활동과 지구 자기장에 의한 방사선의 영향, 급격한 열 변화, 운석이나 유성 체와의 충돌 우려 등 물리적 시스템이 동작하는데 있어 매우 가혹한 환경이다. [1] 따라서 우주에서 동작하는 인공위성 역시 항상 고장의 위험에 노출되어 있다. 특히 저궤도 관측위성의 경우 지구 중력에 대하여 주어진 궤도를 유지하기 위해 자전 주기보다 빠른 속도로 회전하므로 지상의 관제소와 통신할 수 있는 시간에 제한이 있다. 따라서 위성 시스템을 구현하고 운영할 경우 다양한 문제에 신속히 대비할 수 있는 방안이 마련 되어 있어야 한다. [2]

지상에서 위성의 상태를 파악하기 위해서는 위성과 지상간 통신이 이루어질 때 지상으로 전달되는 데이터를 분석해야 한다. [3] 그러나 통신할 수 있는 시간 자체가 제한적이기 때문에 위성에서 문제가 발생할 경우 전달받은 데이터를 분석하여 이상 유무를 검증하게 되면 시간이 많이 소요되어 신속한 조치를 취할 수 없게 된다. 따라서 위성에서 특정 문제가 발생할 때 마다 이를 기록한 후 통신이 이루어질 때 이에 대한 정보를 지상으로 전송하면 빠른 문제 파악 및 신속한 대처가 가능하다.

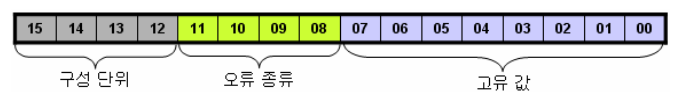
그러나 위성과 지상의 통신이 이루어지지 않을 경우 심각한 문제가 발생하게 되면 지상에서의 조치가 불가능하기 때문에 위성 제어가 불가능해 질 수 있다. 따라서 통신이 이루어지지 않을 경우에도 예측 가능한 문제에 대해 위성 자체의 문제 해결 방법이 마련

되어 있어야 한다. 이를 위해 주요 파라미터를 선정한 후 이 값이 정상 영역을 벗어날 경우 저장된 일련의 동작들을 취하도록 하는 방법을 사용할 수 있다.

본 논문에서는 위성에 문제 발생 시 이를 빨리 파악하고 대처하기 위한 위성의 오류 기록 방법과 심각한 오류 상황에서 위성 자체적인 문제 해결을 위한 주요 파라미터 확인 방법에 대해 소개하도록 하겠다.

2. 오류 기록을 통한 위성의 이상상태 파악

상기에서도 언급 하였듯 위성과 지상의 통신은 제한적이기 때문에 지상에서 받을 수 있는 정보량에도 제약이 따른다. 따라서 위성에서 발생하는 모든 문제 사항을 기록한다고 해도 지상에서 이를 한번에 파악하는 것은 쉽지 않다. 이에 오류 사항을 기록할 경우 어떤 종류의 오류가 발생하였는지 표시하는 지시자를 두고 자세한 정보가 저장되는 테이블을 따로 구현하면 지시자를 통해 문제의 발생 여부와 그 정도를 파악한 후 필요 시 자세한 정보까지 전달 받아 상황에 따른 대처가 가능해 진다.



(그림 1) 오류 기록 값

제안 방법을 구현하기 위해 그림 1 과 같이 오류 기록시 사용하는 값에 규칙을 두어 오류 종류에 저장

되는 4bit 의 값을 이용하면 해당 값을 bit 의 위치로 전환하여 16bits 의 크기를 갖는 오류 지시자를 구현할 수 있다. 그림 2 에 오류 종류의 값이 4 일 때의 예를 나타내고 있다. 오류 지시자의 경우 2bytes 로 크기가 작기 때문에 항상 지상으로 전송이 가능하여 오류 종류의 파악이 빨리 이루어 질 수 있다.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4번째 종류의 오류 발생

(그림 2) 오류 지시자

자세한 오류 정보를 저장하기 위해 사용되는 오류 테이블의 예를 그림 3 에 도시하였다. 테이블에는 오류 기록 값, 오류가 발생한 시간, 동일한 오류가 연속해서 발생한 횟수 및 자세한 오류 정보를 32 개까지 저장할 수 있다. 아래의 예에서는 오류 기록 값을 통해 구성단위 1 이 센서부분, 2 가 통신 부분을 나타내며 오류 종류로 3 이 1553B 통신, 8 이 직렬 통신을 나타내는 것을 알 수 있다. 또한 직렬 통신 오류는 총 4 번 연속해서 발생 하였는데 이때 가장 최근에 발생한 오류 시간이 테이블에 저장되게 된다.

오류 기록 값	오류 발생 시간	동일 오류 연속 발생 횟수	자세한 오류 정보	
0	0x0101	00 : 01	1	온도 센서 오류
1	0x2345	00 : 11	1	1553B 통신 오류
2	0x2855	00 : 43	4	직렬 통신 오류
3				
4				
5				
				⋮
				⋮
31				

(그림 3) 오류 테이블

3. 주요 파라미터 확인을 통한 문제 해결

2 절에서 제시한 방법은 오류에 대한 기록만을 수행하므로 지상과 통신이 가능할 경우 의미가 있다. 그러나 위성과 지상간 통신이 이루어지지 않을 경우에도 문제가 발생할 수 있으므로 위성에서 자체적으로 문제를 파악하고 해결할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 이를 위해 위성의 정상 동작을 위하여 반드시 확인하여야 하는 파라미터를 설정한 후 이를 주기적으로 확인하여 정상 영역을 벗어날 경우 주어진 일련의 작업을 수행하도록 하는 방법을 생각해 볼 수 있다.

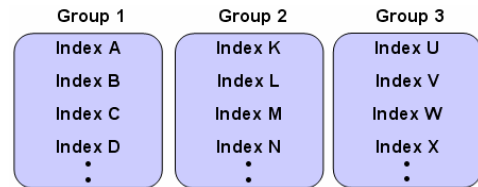
우선 사용할 파라미터를 선정하고 특성에 따라 확인해야 하는 주기, 위성의 동작 모드, 문제 발생 시 수행하여야 할 작업, 해당 파라미터의 경계 조건 및 값, 정상 범위를 벗어났을 때의 허용 횟수 등을 정해야 한다. 이를 표 1 에 예로서 정리하였다. 확인 주기의 경우 Hz 단위가 아니고 경계 조건은 파라미터의

값이 경계 값 보다 커졌을 때를 확인 해야 하는지, 작아졌을 때를 확인해야 하는지 나타낸다. 허용 횟수는 경계 값을 벗어났을 경우 몇 차례 이상이 되어 지정된 작업을 수행하는지 나타낸다. 수행 작업의 경우 상대적인 시간 간격으로 작업 내용을 기록하여 위성의 고유 시간에 맞게 순차적으로 수행되도록 한다.

<표 1> 주요 파라미터 확인 테이블

구분	파라미터	확인 주기	확인 모드	수행 작업	경계 조건	경계 값	허용 횟수
A	V_A	1	All	Seq.A	upper	10	3
B	V_B	4	All	Seq.B	lower	2	5
C	V_C	8	Mode A	Seq.C	lower	10	2
D	V_D	16	Mode B	Seq.D	upper	20	10

정리된 테이블의 파라미터를 주어진 조건(확인 주기, 확인 모드 등)에 따라 확인하여 운영할 수 있지만 테이블에 정리된 조건 외에 특정한 경우 경계 값을 넘은 것이 정상일 경우가 있다. 이럴 경우 해당 파라미터가 경계 값을 벗어나 허용 횟수를 넘었다고 하더라도 수행 작업을 실행하면 안 된다. 이는 개별 파라미터를 확인 하더라도 수행 작업을 실행할 것인지 말 것인지 조절할 수 있는 기능을 두어 해결할 수 있다. 또한 그림 4 와 같이 특성 별로 파라미터를 구분하여 그룹 별로 수행 작업 활성화 기능을 사용하면 보다 효율적인 파라미터의 관리가 가능하다.



(그림 4) 그룹 별 파라미터 관리

4. 결론

인공위성은 가혹한 우주 환경에서 동작하므로 다양한 오류가 발생할 수 있는데 지상과 위성간 통신이 제한적이어서 신속한 대처가 어렵다. 이에 제시된 방법을 사용하여 위성에 오류가 발생할 경우 그 내용을 저장하여 지상으로 전달하고 주요 파라미터를 이용하여 문제를 해결할 수 있다. 추후 테스트를 실시하여 제안 방법의 타당성을 검증할 예정이다.

참고문헌

[1] Basu, S., and J. Larson. "Turbulence in the Upper Atmosphere: Effects on Satellite Systems," AIAA 95-0548, 33rd Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, NV, Jan 1995.
 [2] James R. Wertz and Wiley J. Larson, "Space Mission Analysis and Design," Microcosm Press, Torrance CA, 1999
 [3] Pisacane, Vincent L. and Robert C. Moore, "Fundamentals of Space Systems," Oxford University Press, New York, 1994