

Space debris



European Space Agency ESA_ESOC

La basura espacial es un problema cada vez más delicado. Una cantidad desconocida, pero sin duda creciente de chatarra envuelve la Tierra, amenazando a los satélites operativos y a los astronautas.

La Agencia Espacial Europea (ESA) cuenta con un completo programa de investigación: en la primera parte se ha estimado que existen cerca de 2.500 objetos, aunque se calcula que hay más de 100.000 mayores de un centímetro.

Eduard García-Luengo
expersat@msn.com

Historia de los residuos espaciales. Los primeros pasos van ligados al nacimiento de la técnica aeroespacial con el lanzamiento del primer satélite en el año 1957.

Desde esta singular fecha se han producido alrededor de 5.500 lanzamientos, con un catálogo de más de 25.000 objetos que representa una masa superior a las 4.500 toneladas de metal. El resto más antiguo aún en órbita corresponde al satélite americano "Vanguard-1" lanzado en marzo de 1958 y que funcionó durante 6 años.

La concienciación del problema no aparece hasta el año 1973 con la explosión de la segunda fase de un cohete Delta. En la actualidad se conoce la existencia de unos 9.000 objetos en órbita con diámetros de más de 10cm, de los que sólo un 6% son satélites operativos. Los 120 lanzamientos anuales provocan que el número de residuos crezca a un ritmo de unos 175 objetos por año. Las órbitas con mayor densidad de residuos son la más utilizadas, como la LEO (Low Earth Orbit) y la GEO (Geostationary Earth Orbit). Los alturas críticas se encuentran en los 850, 1.000, 1.500, 20.000 y 36.000Km.

Además, existe una población de más de 100.000 fragmentos con tamaños entre 1 y 10 cm, y millones de partículas aún menores. Para intentar comprender estas cifras, las trasladamos a un espacio tridimensional. La densidad máxima en las órbitas LEO y GEO estaría en la relación de un objeto mayor de 10 cm en un cubo de más de 470 km de lado.

http://www.esa.int/esaCP/SEMHDJXJD1E_FeatureWeek_0.html

<http://www.guardian.co.uk/spacedocumentary/flash/0,5543,461312,00.html>

<http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn6153>



OGS Estación óptica terrestre

Las probabilidades de colisión:

En una órbita GEO	entre objetos >1m son de 1/500 por año
En una órbita LEO	entre objetos >10 cm son de 1/100 por año
	entre objetos 1-10 cm son de 40-70/100 por año
En órbitas del Telescopio Espacial Hubble y de la Estación Espacial Internacional	objetos 0.1mm sobre una superficie de 100m ² son de 1 cada 10 días.

Blindaje contra impactos:

Encarece el proyecto del satélite en cuanto a los propios costes del blindaje y de la sobrecarga de la masa del mismo.

Se establece una normativa de protección contra residuos espaciales capaces de aceptar una penetración cada 800 años.

Optical Ground Station (OGS). Nuevo sistema óptico de telecomunicaciones. Las excepcionales condiciones ópticas de la estación OGS ubicada en el Observatorio del Teide (Tenerife), permite abordar la búsqueda de basura espacial mediante la

observación óptica, así como experimentar comunicaciones con satélites mediante rayos láser. Éstas son la dos principales misiones de esta estación óptica terrena.

Los objetos que forman la basura espacial deben observarse, identificarse y comprobar periódicamente si sufren variaciones sus parámetros orbitales. Estas observaciones pueden hacerse mediante técnicas de radar y con observaciones en telescopios ópticos.

En órbitas LEO (inferiores a los 5.000 Km) el radar es una herramienta muy eficaz, pero en las órbitas geoestacionarias y de transferencia, los telescopios ópticos consiguen detectar objetos de menor tamaño. En el OGS estos objetos pueden llegar a tener un diámetro de entre 10 y 60 cm.



Telescopio OGS

Dispone de un telescopio "Zeiss" de 1 m de diámetro con un error de apuntamiento menor de 10" y el seguimiento menor de 2'5" por hora.

El telescopio puede desempeñar tres funciones:

- Como instalación para el sistema de comunicaciones ópticas con satélites artificiales.

- Observación y seguimiento de desechos espaciales. Para esta configuración dispo-

nes de un espejo secundario Ritchey-Chrétien con una distancia focal de 4.5 m que permitirá proporcionar un campo de visión de 0.7° x 0.7° (490Km x 490 Km en el anillo geoestacionario). En el foco Cassegrain dispone de una cámara CCD de más de 16 megapíxeles.

- Como telescopio de propósito general.

Enlace entre satélites mediante rayo láser. Optical Ground Station (OGS). La necesidad de comunicar varios satélites directamente entre sí, obliga al estudio y evaluación de nuevas tecnologías que permitan mayores anchos de banda, evitando que la información tenga que viajar por diferentes recorridos: satélite/tierra y tierra a otro satélite, mediante ondas de radio.

La tecnología láser permite mayor ancho de banda, en menor espacio de equipamiento y consumo, así como una mayor seguridad.

Como contrapartida, la absorción de la atmósfera dificulta el uso de estos enlaces entre la Tierra y los satélites, a excepción de lugares especiales, tanto por las condiciones atmosféricas ambientales, como por la elevación de las órbitas de los satélites que rastrean. Cuanto más baja sea la elevación mayor serán las dificultades del enlace. La estación de seguimiento OGS ubicada en el Observatorio del Teide (Tenerife) reúne estas dos premisas. Limpieza atmosférica y una elevación sobre 40° para la órbita geoestacionaria.

La Estación Óptica Terrestre (OGS) del satélite geoestacionario Artemis (Advanced Research and Technology Mission), fruto de las agencias espaciales, europea (ESA) y japonesa (NASDA), está diseñado para efectuar pruebas de comunicaciones mediante un láser. Su carga útil lleva una óptica

láser de estado sólido, que le permite enviar y recibir datos entre satélites o estaciones en Tierra, a velocidades de 50 Mb. Entre sus cometidos también está enlazar el satélite francés de órbita baja, SPOT4 (Satellite Pour l'Observation de la Terre).

www.iac.es/telescopes/public/publicaciones_ogs.html

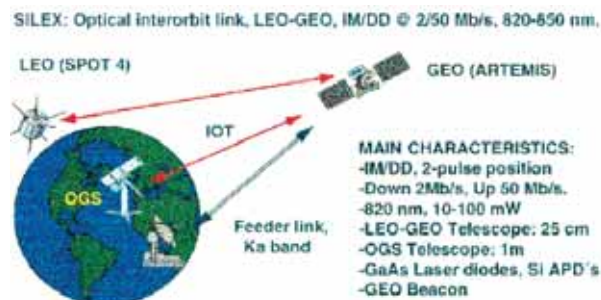
www.heavens-above.com

Técnica para la observación óptica de la basura espacial. El mayor número de objetos "satelizados" se encuentran en las orbitas geoestacionaria y de transferencia, debido al mayor número de satélites que se han puesto en órbita. También pueden observarse en las órbitas polares, aunque en menor número.

Cada una de estas órbitas se encuentra a diferente distancia de la Tierra provocando un comportamiento distinto en sus respectivos satélites. Es necesario pues, desarrollar técnicas diferentes para cada una de ellas.

Al igual que los satélites operativos, los diversos objetos que orbitan como ellos constituyendo la basura espacial, tienen también definidos sus parámetros, o elementos orbitales: *número de objeto, fecha datos, inclinación de la órbita, decaimiento, ascensión recta del nodo ascendente, argumento del perigeo, excentricidad, anomalía significativa...* Estos datos orbitales aparecen generalmente en formato de TLEs (two-line-elements), también conocidos como "formato NASA".

Las observaciones se escogen y definen particularmente para cada "campaña de observación", que suele durar entre dos y tres semanas cada mes, coincidiendo con la fase de la "Luna nueva", evitando así una mayor conta-



Comunicaciones ópticas con satélites

minación lumínica. Las zonas observadas pueden tener de algunos miles de grados². Los campos de observación se definen previamente, mediante bandas de declinación de una amplitud aproximada de 0'7°. Cerca de 500Km². La anchura del campo de visión de un grado, equivale a una distancia de aproximadamente 700 Km. en el plano de la órbita geoestacionaria.

Detección de los objetos. En una órbita geoestacionaria a más de 36.000 Km (35.788+/-300 Km) del Ecuador terrestre, los objetos tienen la misma velocidad angular que la Tierra. A un observador en la Tierra siempre le aparecerán en la misma posición en el cielo. Les invito a la siguiente experiencia: tomen una fotografía nocturna de una parte del cielo cercana al horizonte con una cámara fotográfica.

Cuando miren la fotografía, observarán que las estrellas han dejado una traza más o menos larga en función al tiempo de exposición. Es debido a que la Tierra gira sobre su eje y obliga a describir un arco sobre la película fotográfica. Los objetos "basura" quedarían en la fotografía como puntos, ya que ellos "se mueven" con la Tierra. Este sería el principio básico para su observación. En la práctica el proceso es más complejo y amplio.

Se toman las exposiciones de una parte de la zona con el telescopio parado. Una vez obtenida la fotografía, el telescopio corrige su posición hasta donde debería estar si no se hubiese detenido. Llegado este punto vuelve a tomar otra fotografía. El objeto satelizado en esta órbita se irá desplazando progresivamente por la "ascensión recta", apareciendo en diferentes imágenes. Los satélites u objetos grandes pueden verse a simple vista en una simple fotografía amateur.

El paso siguiente consiste en procesar los datos mediante un software especializado en el tratamiento de imágenes. El procedimiento opera imagen por imagen, correlacionando los objetos detectados. Mediante un sistema de máscaras, oculta las estrellas. El producto resultante es una lista de objetos observados en más de una imagen y otra, en los que solo aparecen los que han sido tomados en

una sola imagen.

A los objetos detectados se calculan sus coordenadas celestes empleando como referencia estrellas que aparecen en la fotografía y de las que se conocen sus elementos orbitales. Otros procedimientos consisten en transportar las coordenadas del sensor (CCD) a coordenadas celestes. Los parámetros orbitales conseguidos son comparados con los TLE conocidos. Los que no coincidan serán considerados como nuevos objetos y serán nominados con un número identificador de cuatro cifras junto con el nombre de la imagen en la que aparecen.

Medidas de limpieza natural. Actualmente el único método efectivo para evitar y disminuir el número de objetos de todas las medidas en órbita, es el que se produce como un método de limpieza natural, fruto de la frenada por fricción que ejerce la atmósfera terrestre sobre estos objetos cuando entran sus capas altas. Realmente es eficiente cuando penetra en zonas de inferior altura a los 1000 Km.


Cada 11 años, coincidiendo con el ciclo de mayor flujo solar, se observa que la mayor radiación del Sol provoca una mayor densidad de las partículas ionizadas de la atmósfera aumentando las posibilidades de las comunicaciones en onda corta, pero también provoca la volatilización en mayor número de los objetos satelizados, reduciendo en un 10% o más del catálogo.

Las estaciones espaciales antecesoras de la actual ISS, Skylab y Salyut-7 fueron destruidas en el proceso de entrada entre 1979/80 y 1989/90 respectivamente. Otras medidas pasan por un mayor esfuerzo colectivo al evitar la generación de basura en el espacio:

- Evitar la pérdida de resortes, abrazaderas, tuercas en la fase de liberación de los cohetes propulsores.
- Descarga del combustible sobrante y cierre de los sistemas eléctricos, en las naves sin servicio.
- Retirar en lo posible de órbita a los satélites y fases fuera de uso. Volatilizar los de órbitas bajas al entrar en la atmósfera o bien desplazar hacia órbitas lejanas (órbitas cementerio) a los más periféricos en órbitas geoestacionarias.

Fourth European Conference on Space Debris (18-25 Abril 2005)

<http://www.congrex.nl/05a10/> El propósito de esta cuarta conferencia europea sobre la basura del espacio es proporcionar un foro para la presentación de los resultados de la investigación sobre estos temas, ayudar a definir las futuras direcciones de investigación, reconocer los métodos de control, de reducción y preservación del espacio, regulaciones y aspectos legales.

Las anteriores conferencias europeas se desarrollaron en los años 1993, 1997 y 2001, y despertaron igualmente un gran interés. 

CALENDARIO PRELIMINAR - Fourth European Conference	
22 diciembre 2004	Plazo límite para el resumen
25 enero 2004	Notificación del autor
1 marzo 2005	Debate sobre el programa final
18-20 abril 2005	Conferencia
Julio 2005	Publicación de las actas

Space Debris:
http://www.esa.int/spacecraftops/ESOC-Article-art_print_friendly_1092735450198.html
http://www.esa.int/esaCP/SEMHDJXD1E_FeatureWeek_1.html#subhead6
 ECSSL European Centre for Space Law:
http://www.esa.int/esaCP/SEMHDJXD1E_FeatureWeek_3.html