

LOS MICROSATÉLITES COMO ALTERNATIVA A LAS GRANDES MISIONES ESPACIALES

B.J. DENORE (*), J.B. WILLIAMS (**), T. ALGRA (***), F.F. VERDIJN (****), G.J. CLOSE (*****) y C. LEE (*****)

bernard.denore@ctv.es

(**) Consultor Independiente de Teledetección, Pinzón 2-4, 46003 Valencia*

(***) Natural Resources Institute, Chatham, Reino Unido*

(****) National Aerospace Laboratory, Amsterdam, Países Bajos*

(*****) Science Systems (Space) Ltd, Chippenham, Reino Unido*

RESUMEN: La demanda de información fiable, rápida y adecuada para mejorar la gestión del medio ambiente a escala local podría satisfacerse mediante una constelación coordinada de satélites de bajo coste compartiendo protocolos de transmisión comunes y estaciones de recepción, también de bajo coste. Gran parte de las necesidades de los usuarios para el análisis de los cambios locales del medio natural quedarían cubiertas con el acceso diario a datos de satélites estándar. Además cabe la posibilidad de incluir en la constelación satélites especializados para cubrir necesidades específicas.

ABSTRACT: The need for timely, reliable and appropriate information to improve local environmental decision-making could be supported through a co-ordinated constellation of low-cost satellites matched to low-cost local PC reception through the use of common data transmission protocols. Very many common user needs for monitoring local environmental change would be satisfied by low cost access to daily data from standard satellites. Additional needs could be met by specialist contributions to such a constellation.

Palabras clave: microsátélites, teledetección, bajo coste, accesibilidad

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, si bien el volumen de datos procedente de satélites de observación de la Tierra es considerable y en aumento, el acceso a la información por parte de los potenciales usuarios sigue siendo reducido. El problema radica en que la teledetección espacial se ha configurado en base a unos pocos satélites, de muy alto coste y baja frecuencia de paso, con fuertes requerimientos de potencia para la transmisión de datos que, por necesidad, exigen grandes estaciones de recepción con altos costes de capital y mantenimiento. En consecuencia, los datos son caros y el acceso a ellos es difícil para la gran mayoría de usuarios quienes, generalmente, no necesitan grandes volúmenes de datos sino cantidades adecuadas a sus necesidades y disponibles de forma fiable y a bajo coste.

Para cambiar esta situación sería necesario conseguir tres objetivos: diseño de satélites de bajo coste, recepción directa de los datos y, aprovechamiento de la información a través de equipos o empresas locales preparadas, con incentivos para su óptima utilización.

La irrupción en el panorama actual de los denominados micro y minisatélites constituye una alternativa o complemento a los grandes programas espaciales. El desarrollo de sensores de semiconductores bidimensionales de alta densidad junto con la potencia de los microprocesadores de bajo consumo energético han supuesto la posibilidad de llevar a cabo misiones de observación de la Tierra utilizando pequeños satélites de bajo coste.

Este artículo presenta los resultados obtenidos en el proyecto COCONUDS (acrónimo inglés para Constelación Coordinada de Satélites a Demanda de los Usuarios), financiado por la Comunidad Europea dentro del IV Programa Marco I+D (Medioambiente y Clima) y llevado a cabo por un consorcio europeo entre 1998 y 2000. El proyecto tenía como principal objetivo investigar la viabilidad de los microsátélites en el panorama actual de la teledetección espacial, para lo cual se centró en tres aspectos fundamentales: 1) reconocer cuales son los requerimientos de los usuarios potenciales de una constelación de microsátélites, 2) evaluar la viabi-

lidad técnica de estas misiones y, 3) considerar las opciones institucionales, políticas y económicas para su puesta en marcha (COCONUDS Team, 2000).

METODOLOGÍA

Para alcanzar estos objetivos el equipo del proyecto COCONUDS recopiló los resultados de numerosos proyectos Europeos previos. Los miembros del equipo asistieron a numerosos reuniones científicas y técnicas para presentar ponencias y estimular el debate. Se organizaron reuniones con expertos para debatir y reflexionar sobre las cuestiones suscitadas por el proyecto. Se entrevistó a líderes de opinión y se llevaron a cabo varias encuestas. Toda la información recogida de esta manera fue discutida, analizada y compilada en una serie de informes y artículos dirigidos a varias instituciones europeas e internacionales (Denore, 2000).

REQUERIMIENTOS DE LOS USUARIOS

Siendo el objetivo principal la evaluación de las necesidades de los usuarios, los debates se centraron en aquellas comunidades que más podrían beneficiarse de los datos de teledetección a bajo coste. El planteamiento fue, en primer lugar, identificar categorías de usuarios con necesidades de información sobre el medio ambiente y, en segundo lugar, averiguar que tipo de necesidades podría satisfacer la teledetección. Se ha considerado tres sectores: gubernamental, la sociedad civil, y comercial, y cuatro escenarios geográficos: nacional, Europa, Tercer Mundo, y Global.

Requerimientos comerciales

En la actualidad el tamaño del mercado comercial es muy pequeño comparado con la actual inversión en sistemas espaciales, y sólo está creciendo lentamente. Sin embargo es interesante observar que existe una industria de provisión de servicios de información que, aunque pequeña representa varias veces el valor de ventas directas de imágenes y que tiene el potencial de crecer rápidamente si hubiera más disponibilidad y accesibilidad de datos.

Requerimientos gubernamentales

Los gobiernos necesitan información para sus políticas, para la planificación, la gestión de recursos, legislación, control y evaluación y para proporcionar una base común en la toma de decisiones a diferentes niveles y en diferentes momentos. Está claro que la teledetección debe tener un papel importante. Aunque actualmente la gran mayoría de las imágenes son adquiridas para usos gubernamentales, en Europa el volumen actual de uso no representa ni media escena SPOT por municipio al año.

Requerimientos de la sociedad civil

Una de las claves de la nueva "sociedad de la información" es el incremento del papel que desempeña la sociedad civil lo cual conlleva políticas de compartir y abrir bases de datos. (ver p.e. el papel de los ONGs en la creación de las listas de Natura 2000). En muchas ocasiones las imágenes de satélite juegan un papel importante para definir el marco de un conflicto medio ambiental, y así permitir que todas las partes se centren en sus intereses comunes para resolverlo. Sin embargo el precio de imágenes es actualmente enorme en este contexto y, por lo tanto, totalmente inaccesible.

Requerimiento genérico

La gran mayoría de necesidades de los entrevistados estaban relacionados con la observación de cambios. Muchas de las demandas de gobiernos y la sociedad civil se centran en la detección de cambios, sean de hábitats, de usos de suelo, del alcance de un desastre, o la monitorización de actividad agrícola. Se podría satisfacer gran parte de esta demanda con datos relativamente frecuentes pero no muy sofisticados (quizá sin calibración) adquiridos por varios satélites con sensores ópticos, 3 ó 4 canales visibles o infrarrojo cercano, y con resoluciones de entre 10 m y 100 m. Para la mayor parte de los usuarios potenciales el coste y la accesibilidad de los datos son mucho más importantes que las especificaciones técnicas.

El requerimiento "genérico" se caracteriza por:

- Una comunidad grande de usuarios potenciales, no muy sofisticada, y muy fragmentada.
- Precios lo más bajo posible.
- Acceso lo más fácil posible.
- Un rango de especificaciones técnicas que se centra en: resolución de alrededor de 30 m, canales visible y infrarrojo cercano, frecuencia de paso de menos de una semana.

VIABILIDAD TÉCNICA

La viabilidad técnica de los pequeños satélites está siendo demostrada por las misiones llevadas a cabo hasta la fecha, entre las que destacan los satélites UoSat-12, SunSat 1 y la misión KitSat (Milne *et al.*, 1999; Fouquet y Sweeting, 1998a y b; Sun y Sweeting, 1999; López García y Denore, 1999).

Este artículo no pretende dar un repaso exhaustivo de la tecnología de los microsátélites ni siquiera de su potencial para la teledetección. En otros informes de este proyecto (COCONUDS Team, 2000; Algra y Verdijn, 2000) se consideran con más detalle varios escenarios para la puesta en marcha de una constelación de microsátélites y una red de estaciones de recepción que pudiera satisfacer los requerimientos arriba men-

cionadas. Sin embargo queremos destacar que el estudio de la viabilidad técnica de COCONUDS concluyó que una frecuencia de paso diaria en latitudes Europeas sería posible con tres satélites volando en constelación, en órbita heliosíncrona, con una franja de barrido de 700km y un sistema de dos cámaras. La configuración básica podría ser de una resolución de 35 m en cuatro bandas espectrales, con compresión de datos abordo. La transmisión sería compatible con SPOT o IRS con una banda-X de alta velocidad junto con un cono enfocado (*beacon*) banda-S.

A la vez que se consideraron los aspectos técnicos del sistema espacial, se consideraron con igual detalle los posibles escenarios para el segmento terrestre. Existen varias posibilidades, desde la centralización de los datos en unos pocas estaciones de recepción con conexión a Internet para la distribución de los datos, hasta una red de miles de estaciones de muy bajo coste. Hoy en día ya funcionan varios sistemas de recepción compatibles con SPOT, IRS y ERS con antenas transportables y procesadores tipo PC (Downey *et al.*, 1998).

VIABILIDAD ECONÓMICA

En una primera aproximación económica, se consideró una constelación de tres satélites. Utilizando la tecnología actual el coste total del sector espacial, incluyendo lanzamientos, podría ser de unas decenas de millones de dólares, mientras las estaciones de recepción podrían costar menos de \$1M por año. Suponiendo que se aprovechan unas 150 imágenes al día, y que la vida operacional de la constelación sea 5 años, el precio de datos podría ser de alrededor de \$1/Mpíxel.

Sin embargo el valor económico sería mucho más. La disponibilidad de datos de cualquier parte del mundo, casi diaria, daría un empuje a la industria de valor añadido, abriendo oportunidades para crear mercados y diversificar sus productos (Friday *et al.*, 1996). A su vez, tal constelación facilitaría que los gobiernos y sus agencias internacionales adquirieran series únicas para la observación de cambios y la detección de desastres. Finalmente, la disponibilidad de imágenes diarias sería una fuente de datos muy valiosa para todo tipo de estudios científicos.

El equipo del proyecto consideró cuatro posibles mecanismos para la financiación de la constelación: contribuciones de gobiernos nacionales (actuando unilateralmente o en colaboración), instituciones regionales (EC, ESA), instituciones globales tanto públicos como ONGs, y la combinación de financiación pública-privada.

CONCLUSIONES

En la actualidad existen dos restricciones principales al uso operacional de la teledetección en aplicaciones de "bajo valor": 1) la falta de capacidad para convertir datos en información, y 2) los problemas de acceso y precio. En el proyecto COCONUDS se han presentado los argumentos a favor de la producción de datos genéricos que sean adecuados para su posterior transformación por parte de usuarios o empresas según sus requerimientos específicos. Si una constelación de microsatélites proporcionara datos genéricos y baratos, directamente a estaciones de recepción locales crearía una gran oportunidad para que las empresas locales de valor añadido los integrara con otras fuentes de datos y proporcionara nuevos productos para todo tipo de usuario final.

En la actualidad existe un sistema genérico —conocido como Landsat + SPOT + IRS + RADARSAT— que técnicamente satisface las necesidades de los profesionales medioambientales en términos de espectro y resolución. Sin embargo, este sistema no alcanza un funcionamiento operativo óptimo por razones de: coste, rapidez de disponibilidad, fiabilidad de provisión y frecuencia de paso. Y tampoco está complementado por un segmento terrestre capaz de convertir los datos en información.

Para que los datos de los satélites de observación de la tierra sean utilizados donde realmente importa, por los gestores del medioambiente, deben estar disponibles con prácticamente coste cero, en tiempo real, y accesibles al punto de consumo (en el campo). El proyecto COCONUDS ha vertebrado los argumentos a favor de la provisión pública de datos de resolución media y frecuencia alta que podría ser proporcionados por una constelación de 3 ó 4 satélites tipo Landsats o SPOT, pero sin la calibración. Se ha ilustrado como tal constelación es viable hoy en día con la tecnología de microsatélites.

BIBLIOGRAFÍA

- ALGRA, T., F. F. VERDUIN, (2000) "COCONUDS ground segment, a technical feasibility study on the ground segment of the COCONUDS constellation", Coconuds Technical Workshop, Amsterdam, 2000
- DENORE, B. J., (2000) "On how future low-cost remote sensing satellites could meet the information needs of environmental managers", *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B1*. Amsterdam.
- COCONUDS Team (2000), "Final Report for the Coordinated Constellation of User Defined Satellites (COCONUDS) Concerted Action" (ref SSSL/C5747/RPT/017), Science Systems (Space) Ltd, Chippenham, Reino Unido.

- DOWNEY I. *et al.* (1998), "RAPIDS – enabling local user access to remote sensing: recent experience from Indonesia", *Proc. ESA Euro-Asian Space Week*, Singapore, 23-27 November 1998.
- FRIDAY E. W., GROSS E. M. and YERG M., (1996), "The public-private partnership in the USA for the delivery of weather services and its relationship to the international exchange of meteorological and related data and products," *WMO Bulletin*, Vol. 45-1, January 1996.
- FOUQUET M. and SWEETING M., (1998a), "Earth Observation using Low Cost SSTL Microsatellites, Proceedings", *Proceedings 47 IAF Congress*, Beijing
- FOUQUET, M. and SWEETING, M., (1998b) "UoSAT-12 Minisatellite for high performance Earth observation at low cost", *Proceedings 47 IAF Congress*, Beijing
- LÓPEZ GARCÍA M. J. y DENORE B. J. (1999) "Los Satélites de Observación de la Tierra en el 2000." *Cuad. de Geogr.* 65-66, pp. 081-102. Valencia.
- MILNE, G. W., MOSTERT, S., SCHOONWINKEL, A. and DU PLESSIS, J. J. (1999) "Early orbit status of SUNSAT, South Africa's first satellite" en *Unispace III – United Nations Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space*, Viena, Julio 1999.
- SUN, W. and SWEETING, M., (1999), "Earth observation microsatellite disaster monitoring network through international co-operation", *Proc. IAF 1999, B.1.03*, Amsterdam, 1999

AGRADECIMIENTOS

El Proyecto COCONUDS fue financiado por la Comisión Europea, Cuarto Programa Marco de I+D, Medio Ambiente y Clima.

El trabajo que realizó Bernard Denore durante el proyecto COCONUDS fue contratado por Geosys,S.L. de Madrid.

Se agradece a la Dra. María José López García la revisión crítica del texto español.