

Avances en el desarrollo de un prototipo experimental de segmento terreno Satelital multiplataforma-multimisión UGS UNLaM

Rocío B. Fernández, Pablo Ferreira, Camila J. Forestiero, Santiago Mansfeld

Pablo Soligo , Jorge S. Ierache , Martin Becerra, Diego Sanz

Grupo de Investigación y Desarrollo de Software Aeroespacial (GIDSA)
Departamento Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT)
Universidad Nacional de la Matanza (UNLaM)

rociobefernandez@alumno.unlam.edu.ar; pablferreira@alumno.unlam.edu.ar;
cforestiero@alumno.unlam.edu.ar; smansfeldgimenez@alumno.unlam.edu.ar;
psoligo@unlam.edu.ar; jierache@unlam.edu.ar

RESUMEN

En este trabajo se presentan los avances en el desarrollo de un prototipo de segmento terreno multiplataforma-multimisión. Esto incluye el desarrollo de una estación terrena para la recepción de datos satelitales, su interpretación, almacenamiento y publicación.

Palabras clave: *Segmento Terreno, ...*

CONTEXTO

El desarrollo de un prototipo de segmento terreno multiplataforma-multimisión, denominado UGS (Unlam Ground Segment) [1], se encuentra enmarcado en el proyecto “PROINCE C-245: Estación Terrena Satelital Experimental UNLaM” llevado adelante por el Grupo de Investigación y Desarrollo de Software Aeroespacial de la Universidad Nacional de La Matanza (GIDSA) [2]. El GIDSA tiene como objetivo investigar e implementar prototipos de software de bajo costo basados en tecnologías ampliamente aceptadas, de probada madurez y con penetración en la industria de software de propósito general.

1. INTRODUCCIÓN

En trabajos previos [3] [4] [5] se evaluaron estrategias de desarrollo de un prototipo de segmento terreno basado exclusivamente en componentes de software de los denominados “de estantería”, con el objetivo de disminuir costos de desarrollo y mantenimiento.

Como resultado de estos desarrollos, el UGS utiliza en la actualidad:

- Un lenguaje de propósito general para el procesamiento de telemetría como para la generación de scripts de comandos.
- Un RDBMS para la definición de datos.
- Interfaces basadas completamente en HTTP/HTTPS.

Actualmente el UGS permite procesar datos crudos con independencia del satélite usando técnicas de reflexión de software. La mayoría de los datos son descargados de la red SatNOGS [6] aunque se han realizado pruebas prototipo logrando descargar y procesar balizas de satélites utilizando equipamiento propio. Este proceso ha sido manual, incluyendo el apuntamiento de la antena. Para poder descargar y visualizar los datos se necesita automatizar la estación terrena, incluyendo un rotor que permita el apuntamiento de la antena y paralelamente implementar cambios en las unidades de software que permitan distribuir y

visualizar las novedades en tiempo real. En el presente artículo se presentan resultados preliminares de estos desarrollos.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Las líneas de trabajo se centran en: a) Desarrollo estación terrena, mecanismos de guiado y software de control; que permita establecer una estación de radio diseñada para establecer comunicaciones con fuentes no terrestres: satélites, etc. Su diseño varía de acuerdo con la aplicación de esta, pero todas deben incluir necesariamente un procesador, equipos de radio, y antenas. Para evitar pérdidas de potencia en la recepción, cuando se usan antenas direccionales, es importante que exista una alineación constante entre la dirección de máxima ganancia de la antena y el satélite. De esto surge la necesidad de contar con un sistema capaz de seguir la trayectoria del satélite mientras este se encuentra visible. Pueden apuntarse las antenas manualmente, o incorporar sistemas con rotores. Esto último refiere a implementar un sistema de motores sobre el que se pueda montar la antena. Para el diseño de la estación terrena del UGS se siguen los lineamientos de la comunidad SatNOGS [6]. En la guía oficial se dictan algunos componentes necesarios y sugerencias sobre el software a usar en el controlador, dejando algunas libertades a la implementación. La versión 3 del rotor SatNOGS ofrece numerosas ventajas: bajo costo, ligereza, portabilidad, rigidez, durabilidad, facilidad tanto para construir como para reparar, blindaje electromagnético (reduciendo el ruido en la recepción) y alta precisión. b) Distribución y visualización de telemetría satelital: La capa de visualización del UGS está basada en el NASA OpenMCT, un *framework* de visualización de control de misión de código abierto de la NASA [8]. OpenMCT provee al desarrollador tableros predeterminados, almacenamiento local en el navegador y un módulo de complementos. Mediante la instalación de *plugins*, el entorno web UGS permite a su vez almacenamiento remoto a partir del inicio de sesión de usuarios oficiales, posibilitando el acceso en otros dispositivos de los *dashboards* u objetos (tales como relojes) creados.

El UGS actualmente dispone de un servicio web que permite recibir telemetría histórica de múltiples fuentes, tanto sea de una estación terrena, mediante adaptadores que consumen u obtienen datos crudos de internet, o directamente desde archivos compartidos por agencias espaciales vinculadas. Actualmente este servicio permite visualizar, de manera pública, telemetría satelital histórica procesada desde datos crudos provenientes principalmente de la red SatNOGS [7] y otras fuentes alternativas. Recientemente, se evaluaron implementaciones basadas en el uso de websockets para la comunicación de telemetría en tiempo real sobre la capa de visualización del UGS. La utilización de websockets no es obligatoria, pero está explícitamente recomendada por el equipo de desarrollo de OpenMCT.

Los websockets ofrecen una solución para establecer una conexión bidireccional entre un servidor y un cliente sobre internet. El servidor es responsable de administrar las conexiones y de decidir si debe informar a los clientes las novedades a las cuales están suscriptos. El cliente puede ser una instancia de OpenMCT la cual deberá suscribirse a las variables que se deseen visualizar. La Figura 1 muestra un dashboard ejemplo con datos del satélite de Satellogic BugSat1 (Tita). Accesible en

<https://ugs.unlam.edu.ar/#/browse/mine/demodash>

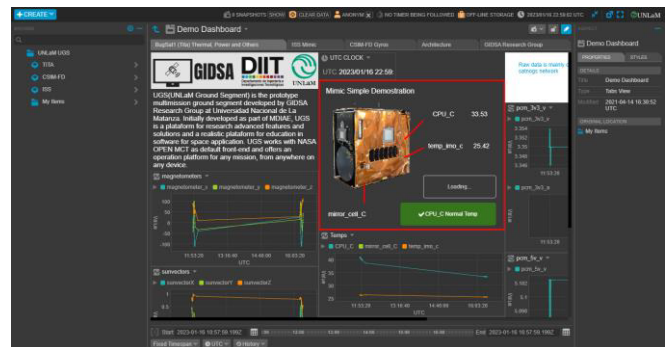


Figura 1 – UGS/NASA OpenMCT Front-end

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Se realizaron pruebas de estrés sobre el back-end del UGS, en su última versión, utilizando telemetría simulada y múltiples clientes suscriptos a las distintas variables de telemetría de un único simulador de satélite.

Durante las pruebas se detectaron demoras importantes, se observó que los principales problemas radican la serialización, deserialización y filtrado de novedades correspondientes a cada cliente. Las limitaciones impuestas por el GIL (Global Interpreter Lock) [9] en el uso de hilos obligan a desarrollar procesos separados si se quieren aprovechar los múltiples núcleos disponibles. Estos procesos deben comunicarse mediante datos serializados lo que agrega un enorme costo al procesamiento ya que el back-end no solo debe serializar/deserializar para comunicarse con cada cliente, sino que también para procesar y filtrar las variables de telemetría en función de las subscripciones.

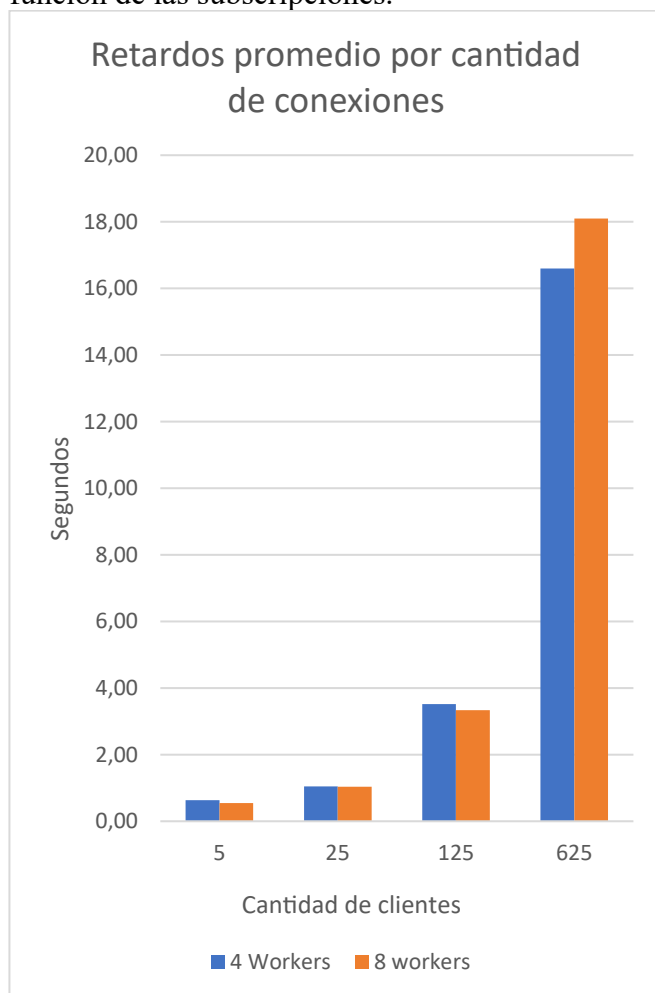


Figura 2 – Tiempos de retardo promedio según cantidad de conexiones clientes

El uso del tipo integrador “set” demostró mejor rendimiento al momento de determinar la intersección entre las novedades recibidas y las que

deben ser informadas a cada cliente, aunque los resultados (ver Figura 2 – Tiempos de retardo promedio según cantidad de conexiones clientes) no permiten pensar en un sistema escalable de bajo costo. Con respecto a la serialización y deserialización de los datos se están explorando alternativas como reducir el tamaño del paquete de información a serializar y los filtrados, reduciendo la carga de trabajo. Así como también el uso de bibliotecas optimizadas para esta finalidad (serialización/deserialización).

En cuanto a la estación terrena, esta se encuentra en la fase de ensamblado mecánico, siguiendo los lineamientos ya mencionados de SatNOGS. El único cambio destacable respecto a la implementación por defecto de SatNOGS es la utilización de una placa Arduino UNO junto con una placa CNC Shield como controlador del rotor.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Los prototipos en desarrollo presentan una plataforma realista de experimentación. Le permiten a investigadores y estudiantes probar soluciones de software, obtener límites, comparar alternativas y establecer criterios de decisión.

Actualmente el grupo de investigación este compuesto por un investigador formado, cuatro investigadores en formación, tres alumnos investigadores y un alumno becario BIC (Beca de Investigación Científica UNLaM).

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] GIDSA, «UNLaM Ground Segment,» [En línea]. Available: <https://ugs.unlam.edu.ar>.
- [2] GIDSA, «Grupo de Investigación y Desarrollo de Software Aeroespacial de la Universidad Nacional de La Matanza,» [En línea]. Available: <https://gidsa.unlam.edu.ar>.
- [3] P. Soligo, G. Merkel y J. S. Ierache, «Software de segmento terreno de próxima generación,» de *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Tandil, 2018.

[4] P. Soligo, G. Merkel y J. S. Ierache, «Investigación, desarrollo y publicación de un prototipo de segmento terreno satelital,» de *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2021.

[5] P. Soligo, G. Merkel y J. S. Ierache, «Telemetría de altas prestaciones sobre base de datos de serie de tiempo,» *REDDI*, vol. 5, n° 2, 2020.

[6] SatNOGS, «SatNOGS,» 2023. [En línea]. Available: <https://satnogs.org/>. [Último acceso: 20 Enero 2023].

[7] D. J. White, I. Giannelos, A. Zissimatos, E. Kosmas, D. Papadeas, P. Papadeas, M. Papamathaiou, N. Roussos, V. Tsiligiannis y I. Charitopoulos, «SatNOGS: Satellite Networked Open Ground,» *Engineering Faculty Publications*, 2015.

[8] «OPENMCT Getting Started,» [En línea]. Available: <https://github.com/nasa/openmct-tutorial>. [Último acceso: 7 Enero 2023].

[9] D. Beazley, «Understanding the python gil,» de *PyCON Python Conference. Atlanta, Georgia*, 2010.

[10] J. G. Filgueira, D. Melgarejo Rodao y M. G. Mullukian Panosian, *Construcción y Operación de Estación Terrena para el Seguimiento de Satélites*, Montevideo:

Universidad de la República Facultad de Ingeniería, 2019.

ACRÓNIMOS

GIDSA	
Grupo de Investigación y Desarrollo de Software Aeroespacial .	1
GIL	
Bloqueo de Intérprete Global, del inglés Global Interpreter Lock	3
HTTP	
Protocolo de transferencia de hipertexto, del inglés Hypertext Transfer Protocol.....	1
HTTPS	
Protocolo de transferencia de hipertexto seguro, del inglés Hypertext Transfer Protocol Secure	1
NASA	
Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, del inglés, National Aeronautics and Space Administration.....	2
OpenMCT	
Software de control de misión abierto, del inglés Open Source Mission Control Software.....	2
PROINCE	
Programa de Incentivos a Docentes Investigadores de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación	1
RDBMS	
Sistema de administración de base de datos relacional, del inglés Relational Database Management System	1
UGS	
UNLaM Ground Segment.....	1, 2