

Capítulo 1

Introducción

Los satélites de observación de la Tierra (EOS por sus siglas en inglés, Earth Observation Satellites) son un tipo de satélite geocéntrico utilizado para recopilar datos de la Tierra. Estos datos son muy útiles en cartografía, meteorología, oceanografía, biología, etc. Asimismo, el uso de EOS se está incrementando rápidamente y están surgiendo nuevas aplicaciones: detección de incendios, gestión de crisis o identificación de zonas pesqueras. Por todo ello los EOS se están convirtiendo en una importante herramienta de estudio del planeta, lo que lleva a que muchos países y compañías desarrollen estos satélites y sus aplicaciones. Sin embargo, a pesar de que la flota de EOS esta creciendo, el número de peticiones excede con mucho la capacidad actual, por lo que sus misiones deben ser planificadas eficientemente para obtener el máximo beneficio.

Actualmente la mayoría de las actividades de detección remota requieren coordinación manual de la flota de satélites y planificadores de misión o algoritmos de programación. Sin embargo, como se ha dicho antes, el número de satélites esta creciendo, y comienza a no ser factible el coordinar manualmente las misiones de los EOS. Las peticiones de observación deberían ser procesadas por algoritmos de planificación automáticos que seleccionen y programen un subconjunto de satélites que extraigan el máximo beneficio dadas las restricciones operacionales (disponibilidad de los satélites, nubes, restricciones térmicas o de potencia, etc).

Este problema se ha estudiado tradicionalmente para el caso de un único satélite. Sin embargo, en la actualidad las misiones de observación terrestre se están enfocando a planificación multisatélite, para obtener menores tiempos de observación. De esta manera, al tener que cumplir varios satélites los requisitos, el problema no se puede desacoplar por órbita o satélite, sino que la planificación y optimización debe ser realizada para todos los satélites y órbitas consideradas.

Muchas misiones requieren una rápida decisión y gestión, o existe un flujo de datos que se modifica rápidamente. Ambos casos conllevan la necesidad de encontrar la solución en tiempo *real*, o al menos en un período de tiempo muy corto. Teniendo en cuenta el número de satélites operativos (y que es un campo creciente), el número total de observaciones y las restricciones que conlleva cada misión pueden hacer que la resolución exacta del problema (esto es, obtener la mejor solución posible) sea muy costosa tanto en memoria como en tiempo de computación. Por ello se debe recurrir a algoritmos heurísticos, que encuentran soluciones factibles y casi óptimas en periodos de tiempo muy cortos o controlables.

Los procesos actuales de resolución de este problema se basan en su mayoría en la enumeración de posibles soluciones, lo cual puede consumir demasiado tiempo, sobre todo cuando se tienen en cuenta distintos criterios y prioridades. Además las restricciones de “*duty cycle*” y otras similares de naturaleza dinámica no se suelen incorporar al proceso de optimización. Por lo tanto, las posibles soluciones que se obtienen suelen estar muy lejos del óptimo. Sin embargo, si estas restricciones dinámicas no son relevantes, una adaptación de métodos de optimización matemáticos ya conocidos puede llevar a estrategias de resolución del problema factibles.

Un ejemplo de una solución no óptima del problema es el presente en la figura 1.1 más abajo. Está obtenida mediante la herramienta SaVoir (Swath Acquisition Viewer), que añade a la solución las adquisiciones que tienen una mayor área sin ningún tipo de memoria de las adquisiciones ya introducidas en la solución. Por tanto se producen solapes entre las adquisiciones y no se llega a cubrir la región de interés, Italia.

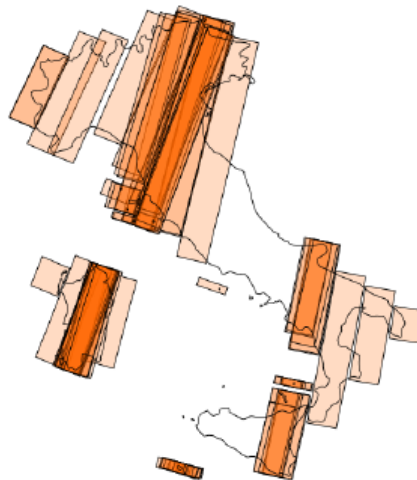


Figura 1.1: Solución no óptima generada por SaVoir

Una solución mejor, si bien no necesariamente óptima, es la de la figura 1.2, obtenida también con SaVoir. Esta vez se tiene en cuenta las adquisiciones ya incluidas en la solución, quedando un resultado notablemente mejor.

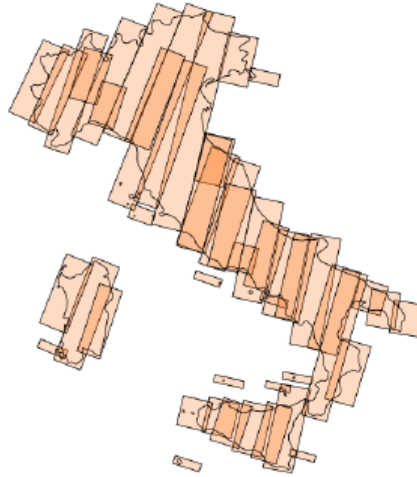


Figura 1.2: Solución mejorada obtenida con SaVoir

No obstante estos ejemplos son casos extremos, ya que SaVoir implementa muchos más algoritmos que producen soluciones mejores que las presentadas aquí.

En este proyecto el objetivo principal es ampliar el trabajo realizado anteriormente en [1], aplicando dichos algoritmos de optimización a satélites y regiones reales. Se plantearán los modelos matemáticos del problema, añadiendo distintas restricciones poco a poco. Asimismo, dado que la resolución exacta del problema suele conllevar un coste alto en memoria y tiempo, se han desarrollado algoritmos heurísticos que, si bien no garantizan que la solución obtenida sea la mejor solución posible, obtienen soluciones factibles razonablemente cerca del óptimo en periodos de tiempo muy corto. Todo este trabajo está basado en [1], con las modificaciones necesarias debido al hecho de utilizar regiones y trazas reales. Se ha implementado una manera fácil y rápida de obtener bases de datos de satélites obteniendo los datos en formato TLE (Two Line Element) de [3], y se ha programado un propagador de órbitas para obtener las adquisiciones de los satélites. Si bien esta parte es una de las que más tiempo de computación requiere, se tratará en este proyecto las trazas de los satélites como datos iniciales, no contándose el tiempo consumido en el que sería de resolución del problema.