

# Lo spazio e il futuro del controllo



Marco Lovera  
Dipartimento di Elettronica  
e Informazione  
Politecnico di Milano

**I** veicoli spaziali autonomi sono ormai diventati estremamente familiari, per via delle innumerevoli applicazioni alle quali si prestano: meteorologia (satelliti Meteosat), comunicazioni satellitari, navigazione (le costellazioni GPS e Galileo), osservazione della Terra ed esplorazione del sistema solare (attraverso numerosissime missioni Nasa ed Esa), astrofisica (l'esempio più noto è il telescopio Hubble).

Tra i vari sottosistemi che compongono un veicolo spaziale, il più complesso è quello che ha il compito di gestirne in modo automatico le funzionalità, sia per limitare il più possibile la necessità di interventi umani, sia, soprattutto, per svolgere tutte le funzioni di controllo che non sarebbe possibile effettuare manualmente.

Il controllo dei veicoli spaziali costituisce un banco di prova estremamente critico per le tecnologie dell'automazione, a causa dell'alto grado di autonomia richiesto e per via delle elevatissime prestazioni che occorre garantire. Spesso infatti i requisiti di missione richiedono un controllo del moto molto accurato, in termini sia della dinamica lineare (controllo orbitale) sia di quella angolare (controllo d'assetto - il sistema di puntamento del telescopio Hubble ad esempio deve garantire errori angolari pari al milionesimo di grado). In aggiunta, i veicoli spaziali pongono sfide particolarmente impegnative per quanto riguarda la formulazione e la soluzione dei problemi di controllo, a causa della presenza di termini nonlineari e tempo varianti (spesso fortemente incerti) nelle equazioni di moto.

Anche in vista delle nuove, impegnative missioni previste per i prossimi decenni, come ad esempio la prima missione europea su Marte e gli studi per nuovi veicoli capaci di rientro autonomo nell'atmosfera terrestre, gli anni recenti hanno visto un impegno significativo delle istituzioni e della comunità scientifica europea per incrementare il trasferimento tecnologico verso l'industria spaziale, con il duplice obiettivo di migliorare i prodotti (veicoli in grado di svolgere missioni sempre più complesse ed ambiziose) e i processi (compressione dei tempi di progetto, implementazione e verifica di sistemi di controllo). Tale impegno è uno degli aspetti della European Space Policy, che ha come principale obiettivo l'accesso autonomo allo spazio per i paesi membri dell'Unione, pur nel quadro di continue e proficue collaborazioni con i partner storici (USA e Russia) e i nuovi attori del settore (Cina e India).

I due principali motori del processo di innovazione nel settore spaziale europeo sono da un lato lo European Space TEchnology Center (Estec) dell'Agenzia Spaziale Europea e dall'altro la European Space Technology Platform, costituita nell'ambito del Settimo Programma Quadro FP7. L'innovazione viene realizzata soprattutto mediante progetti congiunti tra aziende, università e centri di ricerca; per quanto riguarda il controllo, sono in corso attività in tutti i campi di interesse per l'automazione, ovvero sensori e attuatori, hardware e software, metodi per l'analisi e il progetto di sistemi di controllo. L'importanza di questo sforzo è fondamentale, la speranza è che si riesca a recuperare lo slancio e il coraggio nell'uso delle tecnologie più avanzate che caratterizzarono l'inizio della corsa allo spazio, vincendo il consolidato, e per certi versi comprensibile, conservatorismo dell'industria spaziale di oggi. Ad esempio, la ricerca sull'applicazione del filtro di Kalman al problema della stima della traiettoria nelle missioni lunari cominciò non più di sei mesi dopo la pubblicazione dello storico articolo di R. Kalman, nella primavera del 1960: chi avrebbe il coraggio, oggi, di investire per trasformare in tecnologia un lavoro di ricerca fresco di stampa? La sfida di domani per il settore non consiste solo nel darsi obiettivi ambiziosi, quanto nel ritrovare la forza di affrontarli in modo sempre nuovo.