

Ricerca e risorse

La robotica al servizio della vulcanologia



01 marzo 2008

di Giovanni Muscato

In questi ultimi anni si è avuto uno sviluppo considerevole di robot per lo svolgimento di compiti a supporto delle più svariate attività umane, in particolar modo in tutti quei settori in cui risulta difficile, rischioso o costoso per un operatore compiere determinate azioni. Ad esempio, sono stati realizzati, e vengono correntemente impiegati, robot per esplorazioni planetarie, per operazioni a grandi profondità marine, per ispezioni in luoghi con pericolo di esplosione, per disinnescare ordigni esplosivi.

Il gruppo di ricerca in robotica che opera all'interno del dipartimento di Ingegneria elettrica elettronica e dei sistemi è attivo da tempo nello sviluppo di robot per applicazioni industriali e di servizio, ed ha sviluppato negli anni diversi prototipi di robot (<http://www.robotic.diees.unict.it>). In tutte le attività svolte si è sempre cercato di garantire che le applicazioni avessero un impatto sulle attività del territorio locale.



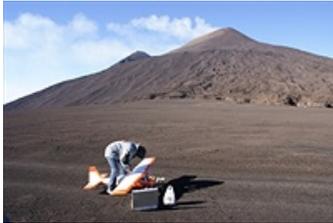
Un settore applicativo di considerevole interesse scientifico, ma allo stesso tempo ad alto rischio, è costituito dall'ispezione e monitoraggio dei vulcani attivi presenti in Sicilia.

Per tali motivi, sulla base di una collaborazione già attiva da tempo fra il dipartimento e la sezione di Catania dell'istituto nazionale di geofisica e vulcanologia (INGV), abbiamo attivato nel 2000 un progetto di ricerca, inizialmente finanziato dalla Comunità europea, denominato Robovolc.

Obiettivi principali del progetto Robovolc sono stati lo sviluppo e il collaudo di un sistema robotizzato per eseguire esplorazioni e misure in ambienti vulcanici. Il robot è stato realizzato per minimizzare il rischio per i vulcanologi, coinvolti in lavori in prossimità di bocche vulcaniche durante le eruzioni. Robovolc è in grado di muoversi su terreni rocciosi e impervi grazie a sei ruote indipendentemente attuate e al suo telaio articolato, utilizzando il suo braccio manipolatore, può effettuare campionamenti di rocce laviche e di

gas, può eseguire misurazioni sull'ambiente esplorato, utilizzando gli strumenti presenti a bordo. Di questo progetto sono stati pubblicati moltissimi risultati (<http://www.robotic.diees.unict.it>).

Con il sistema robotizzato sono state effettuate decine di campagne di prova e anche il "National Geographic" ha ripreso nel 2005 il robot in azione per un suo documentario. (a destra: *Un robot sull'Etna*)



L'esperienza acquisita nello sviluppo del progetto Robovolc ha spinto recentemente l'università di Catania e l'INGV sezione di Palermo, ad avviare un altro progetto per il campionamento automatico dei gas vulcanici in alta quota mediante l'impiego di un piccolo velivolo robotizzato senza pilota denominato UAV (Unmanned Aerial Vehicle). L'analisi della composizione dei gas emessi, infatti, è molto importante per i vulcanologi per capire e prevedere il comportamento dei vulcani. Purtroppo, i gas subiscono immediatamente modifiche a contatto con

l'atmosfera ed è quindi poco significativo, dal punto di vista scientifico, campionarli ed analizzarli lontano dalle bocche eruttive.

Esistono già alcuni sistemi di misura indiretta a distanza; tuttavia essi non sono abbastanza affidabili, mentre risulterebbe sicuramente più appropriato l'uso di un veicolo aereo, per effettuare campionamenti diretti delle variabili principali del *plume* (il pennacchio di fumo in uscita dai crateri).

Sebbene il costo elevato e i rischi notevoli proibiscano l'impiego di un velivolo con pilota, anche nell'uso di velivoli telecomandati a distanza si pongono due problemi fondamentali. Il primo ostacolo è costituito dalla distanza tra il *plume* del vulcano e un posto sicuro per il telecontrollo; i terreni vulcanici sono spesso molto impervi in prossimità dei crateri e non è semplice trasportare direttamente il velivolo sulla sommità del vulcano e trovare un terreno adatto per il decollo. Inoltre, durante le fasi eruttive bisogna trovare un luogo adatto situato a una distanza di sicurezza dal cratere stesso. Il secondo problema consiste nel fatto che il gas nel *plume* è in genere molto denso e impedisce la visibilità del velivolo durante il volo al suo interno. Di conseguenza è stato necessario sviluppare un sistema in grado di compiere parte della missione in maniera autonoma. (Foto a sinistra: *Un UAV pronto al decollo sulle pendici dell'Etna*)

Lo scopo dell'UAV proposto è, dunque, quello di misurare direttamente la composizione del gas minimizzando l'intervento umano. Pertanto è stata sviluppata un'interfaccia grafica che permette di selezionare il percorso desiderato fissando a piacimento alcuni punti caratteristici su una mappa.

La fase di decollo dell'UAV è molto delicata, soprattutto perché in prossimità del cratere il terreno è spesso molto impervio; per questo motivo, per le prime prove, la stazione base per il controllo è stata posta, ad un'altitudine di 2.900 m, nella zona del "Piano delle Concazze - Etna", che è sufficientemente pianeggiante per far decollare l'UAV dal tetto di un veicolo fuoristrada o tramite carrello, ma nello stesso tempo è troppo distante (circa 2 km in linea d'aria) dal cratere centrale del vulcano, dove avviene il campionamento del *plume* per permetterne un telecontrollo visivo.



Una tipica missione può essere suddivisa in cinque fasi: decollo, raggiungimento del *plume* colmando un dislivello di circa 500 m, volo all'interno del *plume* fase di misurazione), ritorno alla stazione base e atterraggio. Per ragioni di sicurezza, la prima e l'ultima fase sono condotte in maniera manuale telecontrollando il velivolo a vista; le altre fasi sono, invece, automatiche e semplicemente supervisionate tramite l'interfaccia grafica. In ogni caso per motivi di sicurezza, l'operatore può intervenire in qualunque momento della missione.

Le specifiche più importanti del progetto sono state: uso della propulsione elettrica per non alterare la composizione del gas del *plume*, autonomia di circa 30 min, carico utile di 5 kg, bassa velocità di crociera (per ridurre la distanza tra due misure consecutive), altitudine massima di 4.000 m; distanza massima di telecontrollo di 3 km, memorizzazione sia in locale sia in remoto dei dati acquisiti, sistema autonomo (escluso decollo e atterraggio), pianificazione delle traiettorie tramite punti caratteristici e visualizzazione in tempo reale dell'UAV su un'interfaccia grafica semplice ed efficiente.

Sono stati sperimentati più velivoli, il più grande dei quali ha un peso di 13 kg con apertura alare di 3 m ed è stata sviluppata appositamente per questo progetto l'intera apparecchiatura di controllo, di trasmissione dati e di analisi.

L'interfaccia grafica permette di selezionare il percorso che deve essere eseguito su una mappa; inoltre permette di visualizzare alcuni parametri fondamentali dell'aereo, come lo stato delle batterie, la posizione, la quota e l'assetto del veicolo, lo stato di avanzamento nella traiettoria, ecc. La traiettoria percorsa, insieme con i dati provenienti dai sensori, sono sia memorizzati sul velivolo, sia inviati alla stazione base.

Il sistema è già stato collaudato durante la scorsa estate ed è prevista una campagna di misure a partire dalla primavera 2008. Il sistema realizzato ben si presta anche ad altre applicazioni tipiche dell'utilizzo di velivoli ma a minor costo, quali, ad esempio, telesorveglianza, telerilevamento, campionamento in quota, analisi di qualità dell'aria, controllo del traffico e riprese cinematografiche. *(a destra, in basso: Un altro UAV per lo studio delle eruzioni vulcaniche)*

[Credits](#)