

Velivoli senza pilota

Lo scorso maggio si è svolta una conferenza dedicata alla progettazione model based nel comparto aeronautico e difesa. L'evento è stato organizzato da The MathWorks a Roma. In quella occasione si sono scambiate informazioni e scoperte funzionalità dei software Simulink e Matlab. Erano presenti ricercatori italiani e stranieri del comparto aeronautico e aerospaziale, che utilizzano quotidianamente, per le loro ricerche, i software sviluppati da The MathWorks. In particolare in questo articolo vengono illustrate due presentazioni direttamente dai relatori. Si tratta delle esperienze fatte da Cira, Centro italiano ricerche aerospaziali, e dalla società I.D.S., Ingegneria dei sistemi. Entrambi i lavori descrivono progetti di velivoli senza pilota UAV e USV. Stiamo parlando della tecnologia di punta dell'industria e della ricerca italiana. Andiamo con ordine e cerchiamo di descrivere ai non esperti di cosa si tratta.

L'acronimo UAV significa Unmanned Aerial Vehicle, mentre USV sta per Unmanned Space Vehicle. Entrambe le sigle indicano dei velivoli la cui caratteristica principale è quella di essere sistemi senza pilota. Essi sono cioè dotati di un sistema di elaborazione, sensori e attuatori in grado di eseguire una missione di volo in completa autonomia e senza alcun intervento da parte dell'uomo. L'UAV è un velivolo per applicazioni aeronautiche, mentre l'USV è un velivolo per applicazioni di rientro dallo spazio. In particolare un UAV ad ala rotante è un elicottero che vola senza la necessità di un pilota umano che controlli il velivolo a



Federico Corrado,
flight systems department Cira.

bordo o da terra. Un UAV è dunque capace di portare a termine una missione senza l'ausilio umano, basandosi su una serie di sensori e su un computer di bordo che elaborano i dati provenienti dal mondo esterno e governano il velivolo opportunamente.

I programmi del Cira

Il Cira ha attivato sin dal 2002 due programmi per la realizzazione di dimostratori tecnologici sia in ambito UAV che USV. Entrambi i programmi hanno l'obiettivo di realizzare un dimostratore volante senza pilota per validare in volo, in condizioni realistiche, le tecnologie innovative sviluppate internamente e relative, tra le altre, alla guida, navigazione e controllo in autonomia, alla modellistica e all'analisi aerodinamica, termodinamica, ai nuovi materiali e strut-

Centri di ricerca e industrie si affidano a software di progettazione model based per la progettazione di velivoli senza pilota.

Alcune applicazioni di successo nel comparto aeronautico e in quello aerospaziale: aerei, elicotteri e moduli per il rientro dallo spazio.

Il ruolo fondamentale dei programmi per il calcolo matematico e scientifico



Nell'immagine un momento dei test di atterraggio automatico senza pilota effettuate dal Cira nel luglio del 2007.

ture per l'aerospazio. Federico Corrado, del flight systems department di Cira, ha risposto ad alcune domande. Quali sono i parametri più importanti da considerare nello sviluppo di un UAV- USV? «Lo sviluppo di un velivolo senza pilota – ha esordito Corrado – è in linea di principio assimilabile a quello di un qualunque velivolo aerospaziale, eccezion fatta per il sistema di guida, navigazione e controllo di bordo che deve essere progettato fin dall'inizio per sostituire quasi interamente il pilota. Ciononostante, il fatto che tali velivoli siano non abitati consente di considerare missioni che per i velivoli abitati non sarebbero altrimenti possibili, quali: volo ininterrotto per decine di giorni, sorvolo di aree pericolose e contaminate, ecc. Tali differenti tipologie di missioni implicano anche delle sfide tecnologiche nelle discipline dell'aerodinamica come per esempio nuovi profili alari più efficienti e delle strutture e materiali per ottenere una consistente riduzione del peso. Per quanto riguarda la guida, la navigazione e il controllo, i parametri più importanti da tenere in considerazione riguardano la capacità del sistema di prendere decisioni in modo autonomo in funzione degli obiettivi di missione, che possono essere anche variati durante la missione stessa. Di conseguenza di adattare la guida, la navigazione e il controllo del velivolo alle effettive condizioni ambientali, alle condizioni di funzionamento del velivolo e dei sistemi di sensori, l'attuazione e la insensibilità del sistema nel suo complesso rispetto alle incertezze dei parametri progettuali che prima del volo non sono noti con precisione: i coefficienti

aerodinamici».

È importante utilizzare software scientifici di calcolo matematico e scientifico?

«Il ruolo dei software scientifici e di calcolo matematico – ha proseguito Corrado – ha sempre avuto un ruolo predominante nel settore aerospaziale, da almeno qualche decennio. L'importanza di tali strumenti nel settore aerospaziale risiede sia nel fornire ausilio al progettista per affrontare le complessità progettuali di nuovi sistemi in grado di operare senza pilota, ma anche nella necessità di prevedere già in fase progettuale le prestazioni e le eventuali limitazioni del velivo-

Il futuro è nel Model Based Design

Alessandro Tarchini, managing director di The MathWorks Italia, ha risposto ad alcune domande per inquadrare che cosa è, quali sono le sue applicazioni e quali vantaggi hanno i progettisti che utilizzano la tecnica Model Based Design.

Progettare: *Che cosa è la progettazione Model Based?*

Tarchini: L'idea alla base del Model Based Design è molto semplice: prima di imbarcarsi nella difficile realizzazione del prototipo fisico di un prodotto, conviene verificarne il funzionamento utilizzando un modello virtuale. Ora, siamo abituati a chiamare "modelli virtuali" rappresentazioni tridimensionali dell'aspetto esteriore di un oggetto. Il Model Based Design è una tecnica di progettazione che consente invece di modellare e simulare il funzionamento di un dispositivo, sia esso un sistema meccanico, elettrico o elettronico, simulandone il funzionamento al variare delle condizioni esterne e in base allo scorrere del tempo.

Progettare: *Quali sono gli sviluppi più recenti del software proposti da The MathWorks?*

Tarchini: Matlab e Simulink sono i capostipiti della nostra famiglia di prodotti che, in questo momento, è composta di più di 90 oggetti, a coprire il ciclo completo di progetto, a partire dalla definizione dei requisiti, per giungere alla generazione automatica del codice per un sistema embedded o alla verifica e validazione di un progetto. Ci sono due dimensioni essenziali che teniamo in considerazione: la crescente complessità dei prodotti, dovuta all'interazione stretta tra domini diversi dell'ingegneria. E il ruolo crescente dell'elettronica nei sistemi, anche di impiego quotidiano. Il nostro sviluppo si tiene al passo di queste tendenze. Recentemente, abbiamo ampliato la nostra sfera di interessi verso gli strumenti di verifica del progetto e verso la modellazione di sistemi misti: meccanica e idraulica.

Progettare: *Quali vantaggi per il ricercatore o il progettista?*

Tarchini: Matlab e Simulink sono innanzitutto una tecnologia abilitante: con questo intendo che sono strumenti che consentono a un progettista di realizzare prodotti che diversamente, con strumenti tradizionali, non gli sarebbe possibile sviluppare. Un'altra area nella quale i nostri prodotti fanno la differenza è quella della collaborazione tra progettisti diversi, parte della stessa azienda o membri di team di progetto in aziende diverse, magari di nazionalità diverse. La possibilità di utilizzare un modello, simulabile e verificabile, per far comunicare tra loro persone diverse, elimina l'ambiguità delle specifiche tradizionali e consente di condividere in modo molto più semplice i risultati nelle fasi iniziali di definizione e realizzazione di un prodotto.

Progettare: *Come questi programmi andranno a influenzare la progettazione industriale?*

Tarchini: L'industria aeronautica, da sempre, è all'avanguardia per quanto riguarda i temi della ricerca e della realizzazione di sistemi complessi. Sistemi di modellazione e simulazione basati su strumenti tradizionali come il Fortran sono stati e, a volte, sono ancora ampiamente utilizzati.

La disponibilità di ambienti di più facile impiego, già predisposti alla realizzazione di modelli accurati di sistemi aeronautici ed avionici, consente ai progettisti di concentrarsi sugli aspetti più importanti del proprio lavoro, funzionalità ed affidabilità, laddove in passa-

lo con la più elevata confidenza possibile, in modo da ridurre i rischi legati alla fase di sperimentazione in volo».

Come viene impiegata la progettazione Model Based Design? «Il crescente livello di automazione nei velivoli unmanned, la richiesta di prestazioni sempre più elevate, un più efficiente uso dell'energia e specifiche sempre più stringenti relative alla sicurezza e al rispetto ambientale hanno amplificato notevolmente la complessità progettuale dei sistemi di controllo di volo. Oggi è diventato, infatti, indispensabile identificare e analizzare i possibili effetti derivanti dalle solu-

Il sistema di atterraggio autonomo sviluppato da Cirra sfrutta solo strumentazione di bordo ed è in grado di operare l'atterraggio da qualunque posizione purché siano note le coordinate della pista.



zioni progettuali scelte, prima ancora della loro reale implementazione e installazione. Un modello di simulazione permette di disporre di un sistema virtuale anche se limitato a soltanto alcuni aspetti del sistema stesso, grazie al quale è possibile evidenziare le sue complessità e criticità e, quindi, fornire elementi per indirizzare le soluzioni progettuali. Il Model Based Design consente dunque di seguire un approccio sperimentale per studiare particolari proprietà funzionali di un velivolo, effettuando apposite sperimentazioni con un appropriato modello numerico piuttosto che sul sistema reale stesso. Tale tecnica progettuale consente quindi di ridurre al minimo o di eliminare completamente la sperimentazione diretta, effettuata durante la fase di prove in volo e, rispetto a questa, ha il vantaggio di essere disponibile ad un relativo basso costo, effettuabile in tempi più brevi, con flessibilità maggiori e rischi minori.

Inoltre, l'utilizzo di strumenti di simulazione e di ausilio alla sintesi di controllori e sequenze logiche permette di operare dei test, seppure solo virtualmente, sulle soluzioni progettuali scelte, allo stesso livello di dettaglio a cui è arrivata la definizione del progetto. L'impiego del Model Based Design, in definitiva, consente di modificare sostanzialmente il ciclo di progettazione, realizzazione e test per ridurre costi e tempi di sviluppo puntando comunque a prestazioni superiori rispetto a quelle ottenibili in passato».

Come viene utilizzata e quali vantaggi ha l'introduzione dei software di calcolo? «Al

Cirra e, nello specifico nel dipartimento di Sistemi di volo, l'ambiente di The MathWorks viene utilizzato per supportare tutte le fasi di sviluppo tecnologico di prototipi di sistemi GN&C, a partire dalla definizione dei requisiti di sistema, fino all'analisi dei dati di volo, passando attraverso anche la realizzazione di facility sperimentali dedicate per la verifica a terra tramite simulazioni in tempo reale con hardware-in-the-loop e di software applicativi per la gestione a terra delle operazioni di volo. I vantaggi che fondamentalmente ha portato riguardano: una significativa riduzione della necessità di test in volo (fino a circa il 60%, rispetto a quanto operato in passato) e una velocizzazione delle fasi di implementazione e test a terra dei prototipi guida, navigazione e controllo, che allo stato attuale richiedono tempi tipici, per progetti non eccessivamente complessi, dell'ordine di alcuni mesi, senza sacrificare l'affidabilità del risultato finale».

Con quali criteri avete scelto i software di The MathWorks? «I software di The MathWorks sono stati da noi scelti soprattutto per la loro larga diffusione a livello mondiale negli altri centri di ricerca e nelle aziende che operano nel settore. Lo standard di fatto di tali strumenti ci consente, infatti, di confrontarci e di collaborare in maniera efficiente con la maggior parte dei nostri partner internazionali. In ogni caso, l'ambiente di sviluppo The MathWorks offre tutti gli strumenti di base per la progettazione e realizzazione di prototipi per la guida, navigazione e controllo e, nel contempo, assicurano la necessaria flessibilità di configu-



Alessandro Tarchini,
managing director di The MathWorks Italia.

to molto tempo veniva speso nella realizzazione e manutenzione dei modelli.

Progettare: Qual è l'offerta The MathWorks nell'ambito della progettazione aeronautica?

Tarchini: Matlab e Simulink sono, di fatto, gli strumenti standard per aziende che realizzano prodotti con una componente ingegneristica. Adottati da tutte le Università italiane, supportano e accompagnano la formazione degli ingegneri per tutto il corso di studi. Questo significa che le aziende possono accedere al mercato del lavoro, sapendo che i nuovi assunti sono già stati esposti ai prodotti che dovranno impiegare in azienda. Su questi due prodotti, che rappresentano la piattaforma di base, si innestano moduli che ne specializzano l'impiego nei diversi ambiti. È estremamente difficile indicare che cosa un'industria aeronautica dovrebbe impiegare: infatti la modularità dei nostri prodotti consente di ritagliare un corredo di strumenti personalizzato sulle esigenze del singolo progettista.

razione e possibilità di sviluppo di propri strumenti dedicati che sono di fondamentale importanza in un settore di ricerca tecnologica all'avanguardia come quello aerospaziale» ha concluso Corrado.

Un elicottero completamente automatico

I.D.S., invece, ha sviluppato un UAV ad ala rotante. Valerio Bonini, senior flight control system engineer ci ha illustrato questo particolare elicottero. «Innanzitutto – ha esordito Bonini – i parametri da considerare e controllare nello sviluppo di un UAV sono molteplici. È necessario definire chiaramente gli obiettivi del progetto in termini di tipo di missione e performance del velivolo. Poi si passa alla fase di progetto vera e propria in cui si seleziona la strumentazione da installare a bordo e si progetta software relativo al sistema di controllo e navigazione. È necessario poi integrare il software di controllo e navigazione all'interno del computer di bordo installato sull'elicottero, garantendo la sua correttezza e rispondenza ai requisiti prima di andare in volo al fine di ridurre al minimo le probabilità di incidenti che, nel caso di un velivolo, risultano quasi sempre catastrofici. Infine, durante i test di volo si verifica che il sistema completo funzioni correttamente e porti a compimento la missione in maniera ottimale».

Ecco che entrano in scena i software scientifici di calcolo matematico e scientifico. «I software scientifici di calcolo sono fondamentali – ha sottolineato Bonini – nella progettazione di qualsiasi velivolo, sia unmanned che manned. Il motivo fondamentale è che i moderni velivoli hanno una complessità



Valerio Bonini, senior flight control system engineer di I.D.S.

ta tale da far sì che i parametri da tenere sotto controllo durante la progettazione risultano moltissimi.

Controllare tutti questi parametri senza l'ausilio di software di calcolo scientifico è impensabile.

Quindi i software scientifici di calcolo vengono utilizzati fin dalle fasi preliminari del progetto, fino all'ultimazione dello stesso con i test di volo. Si spazia dai software di tipo CAD per la progettazione meccanica, a software per il calcolo strutturale, software di calcolo matematico e progettazione di sistemi dinamici, ecc.».

Come viene impiegata la progettazione Model Based Design? «La progettazione di tipo Model Based Design in campo aeronautico sta prendendo sempre più piede negli ultimi anni. Nel caso del nostro UAV ad ala rotante, la metodologia Model Based viene utilizzata in tutto il ciclo di sviluppo del proget-

to. I vantaggi principali che derivano dall'uso di questa metodologia sono: la possibilità di avere una rapida e chiara valutazione dei requisiti che permette un'identificazione preventiva dei punti critici del progetto; l'approccio modulare che permette di ridurre i tempi di sviluppo delle diverse fasi del progetto; l'utilizzo di un processo di validazione rigoroso che permette di identificare e correggere gli errori di design nelle fasi iniziali del progetto, ridurre i tempi di sviluppo, e di conseguenza ridurre il rework necessario per le fasi successive del progetto.

In sintesi il vantaggio principale è la significativa riduzione dei costi della progettazione derivante da una significativa riduzione dei tempi di sviluppo e da un abbattimento delle probabilità di guasti e problemi non scoperti».

Allora quali sono i principali vantaggi? «Nel caso dello sviluppo dell'UAV ad ala rotante – ha proseguito Bonini – il vantaggio tangibile ed evidente dei tool software utilizzati è il fatto che si riesce a sviluppare un elicottero unmanned in tempi molto brevi, e quindi con costi ridotti. I software di calcolo, infatti, permettono di tenere sotto controllo i molti parametri che incorrono nel progetto di sistemi complessi. Senza l'ausilio dei software di calcolo il progetto richiederebbe più tempo e più risorse».

Con quali criteri avete scelto i software di The MathWorks? «Per quanto riguarda i software di calcolo scientifico e di simulazione dinamica dei sistemi – ha concluso il progettista –, The MathWorks risulta essere leader del settore. The MathWorks offre un'ampia gamma di tool software che permettono di coprire tutte le fasi del progetto di un UAV. In particolare la scelta dei software è stata data dal fatto che The MathWorks fornisce un framework di lavoro molto versatile e semplice da utilizzare, ma allo stesso tempo molto potente. Inoltre, essendo i tools The MathWorks molto conosciuti e utilizzati anche in ambiente sia industriale che accademico, le risorse che vengono a partecipare al progetto non hanno in genere bisogno di subire un training specifico, in quanto già conoscono i tool e quindi si integrano facilmente nel team di progetto».

readerservice.it n. 60



L'elicottero senza pilota progettato da I.D.S.

Esso è in grado di portare a termine una missione senza l'ausilio umano.