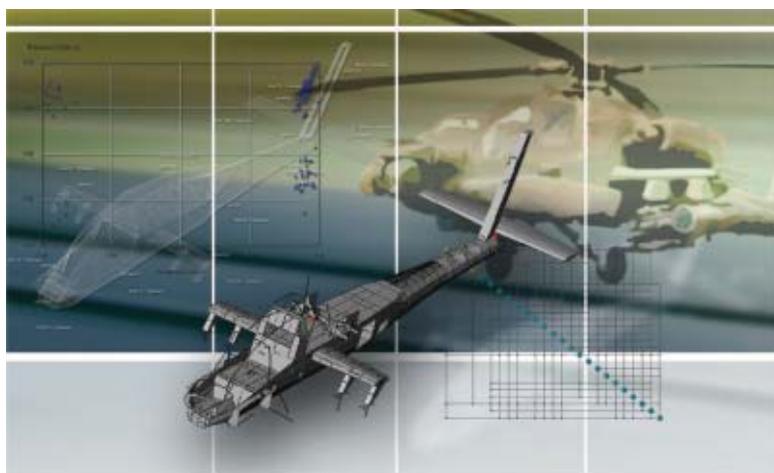


HENRY VALE

# GESTIRE LE INCERTEZZE DEL PROGETTO



**MSC. Robust Design** è un software stocastico che aiuta i progettisti a evidenziare fattori o valori che influiscono maggiormente sulla performance di un progetto. Il programma produce elaborati

contenenti i valori calcolati, grafici, una mappa decisionale e una caratteristica di miglioramento progettuale, permettendo all'utente di progettare il sistema secondo gli obiettivi prefissati

**O**ra i progettisti possono gestire la casualità dei valori e delle variabili di progetto che determinano la performance dei prodotti grazie a un software di simulazione che la MSC. Software ha sviluppato di recente: MSC. Robust Design, uno strumento che aiuta i progettisti ad evidenziare quali fattori o valori influiscono maggiormente sulla performance di un progetto, individuando quelle

combinazioni di variabili che possono provocare alcuni insuccessi ovvero investigando su quali possano essere gli scostamenti e le tolleranze delle variabili del prodotto al fine di assicurare comunque l'affidabilità attesa.

Per esempio, le proprietà dei materiali, le condizioni di carico, gli spessori, le dimensioni, ecc., sono tutti fattori che variano in maniera casuale, influenzando sulla performance e sul funzionamento di un progetto.

La maggior parte dei progettisti,

però, normalmente esegue la verifica al computer su un unico modello, prendendo in considerazione un numero limitato di condizioni di carico "nominali" per ottenere un risultato unico. «Nella pratica ovvero nel "mondo reale", invece, ogni valore e caratteristica del modello e addirittura il suo stesso ambiente presentano combinazioni di variabilità e di incertezza che devono necessariamente essere prese in considerazione al fine di capire quali potrebbero essere i possibili risultati» sostiene

ne Jacek Marczyk, responsabile dei progetti di simulazione stocastica presso la MSC.Software. «I risultati forniti da MSC.Robust Design sono il prodotto di un processo in base al quale i valori vengono variati in maniera casuale per definire le incertezze e fornire un quadro più realistico di come il prodotto si comporterà nella pratica reale.

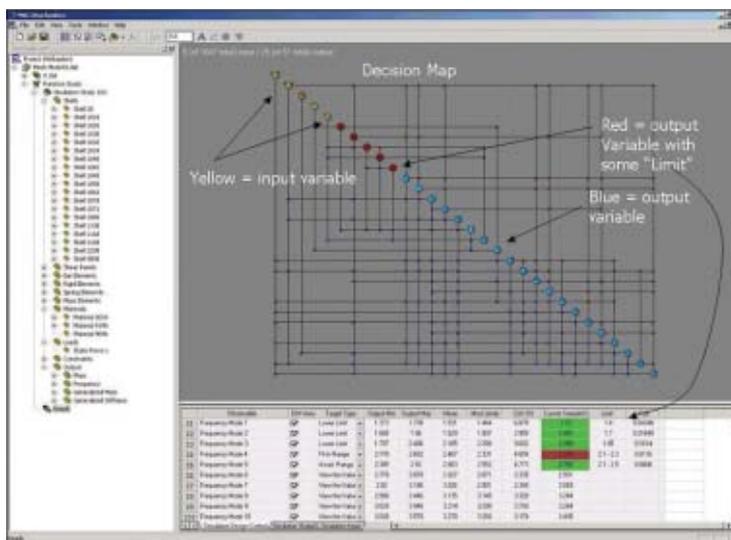
Il software evidenzia le variabili più influenti e, ugualmente importante, stabilisce quali condizioni sono ininfluenti e possono pertanto essere tralasciate».

curezza reali della struttura» prosegue Marczyk. «L'elemento "incertezza", però, può essere gestito nella stessa forma in cui esso si manifesta in natura, senza doverci affidare ai fattori di sicurezza. Si può simulare la realtà e gestire l'elemento "incertezza" nella fase di sviluppo del prodotto, utilizzando l'analisi stocastica.

Il vantaggio di questo modo di procedere si basa su una considerazione molto semplice – i modelli che integrano l'elemento "incertezza" sono modelli realistici e il nostro dovere in quanto progetti-

## IL PRINCIPIO DELLA COMPLESSITÀ

La ricerca della precisione è un altro fattore che spesso induce a credere che i modelli più grandi siano i migliori. «I progettisti sono spesso convinti di operare in maniera precisa quando costruiscono un modello da un milione di elementi» dice Marczyk. «Ma il "principio della complessità" ci insegna che maggiore è il numero di componenti che interagiscono in un sistema e meno accurate saranno le dichiarazioni che si po-



Le principali variabili di un'analisi specifica vengono rappresentate sulla linea diagonale della mappa decisionale. Nonostante le variabili di input siano molteplici, soltanto cinque risultano essere le più influenti. I cerchi gialli rappresentano i valori di input, mentre quelli blu e rossi rappresentano quelli di output. I punti di connessione rossi rappresentano le correlazioni forti, mentre quelli blu rappresentano quelle più deboli, anche se entrambe sono statisticamente significative. La linea che passa per il cerchio giallo in alto a sinistra per poi scendere a destra fino a raggiungere il risultato 2 (un puntino rosso) sta ad indicare che il valore di input 1038 determina un valore di output 2.

## PROGETTO OTTIMALE VS PROGETTO ROBUSTO

I metodi tradizionali di progettazione gestiscono l'elemento "incertezza" dei modelli in base a fattori di sicurezza, creando, però, una situazione di iper-progettazione a costi eccessivi che sempre di più nell'economia e nell'industria moderna tendono a non essere più accettabili.

Il metodo basato sui fattori di sicurezza, inoltre, spesso tralascia qualche elemento oppure omette di inserirlo nel modello.

Invece, un evento catastrofico potrebbe essere dovuto proprio a una combinazione di fattori e circostanze. «Il problema con i fattori di sicurezza è che non forniscono alcuna misura dei livelli di si-

sti è quello di avvicinarci, per quanto possibile, alla realtà fisica e funzionale prima di introdurre qualsiasi nuovo prodotto sul mercato».

Marczyk aggiunge, inoltre, che progetti ottimali e progetti robusti sono due concetti che si eliminano a vicenda. «I progetti ottimali, carichi di fattori di sicurezza, possono essere visti come progetti corretti e quindi fabbricabili, ma in realtà non sono progetti sani, in quanto tendono verso livelli di performance inferiori.

In pratica, quando si progetta un sistema ottimale, il risultato è sempre inferiore al previsto.

Ecco perché, quando si progettano sistemi complessi, è sempre consigliabile dare priorità alla robustezza anziché all'ottimizzazione».

tranno fare relativamente alla performance e al comportamento di quel sistema.

L'elemento "incertezza" dei materiali o delle variazioni di condizioni di carico può eccedere il 20 o 30%.

Anche aggiungendo altri decimali o altra potenza di iterazione, il risultato finale rimane fondamentalmente lo stesso».

Con questo software, l'utente non è più costretto a utilizzare soltanto un numero limitato di variabili, come avviene invece con i metodi DOE (Design Of Experiments). Gli utenti DOE devono lanciare 3-4 runs per ogni variabile. Supponendo, quindi, che le variabili progettuali siano 40, questo significa avviare il solver per 120-160 volte prima di poter ottenere una superficie di risposta che è il

risultato del DOE. Le simulazioni stocastiche, invece, sono in grado di gestire migliaia di variabili, pur necessitando soltanto di circa 100 iterazioni.

MSC. Robust Design è interfacciabile con MSC.Nastran ed è in grado di analizzare sistemi strutturali. Nel breve, il software sarà interfacciabile anche con tutti i solver della MSC.Software, compreso MSC. Dytran per eventi dinamici di breve durata che prevedono l'interazione di fluidi e strutture, oltre che con software di altri produttori.

Il rumore nei dati progettuali di solito è talmente forte che 100 iterazioni riescono a generare un livello sufficiente di precisione e quindi un risultato finale affidabile.

Uno dei vantaggi del metodo Monte Carlo è che il costo di esecuzione della simulazione è indipendente dal numero di variabili.

### FISSARE ALCUNI OBIETTIVI

Piuttosto che ottimizzare i progetti - come avviene invece con altri programmi - il modulo può essere

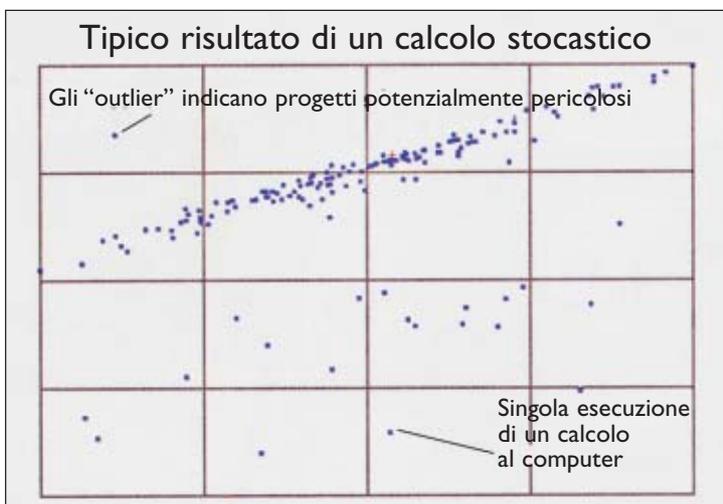
prodotta», spiega Marczyk.

L'utente può definire i limiti di questi valori.

Ad esempio, può succedere che si debbano bocciare tutti quei progetti che producono una frequenza iniziale inferiore a un certo valore.

I risultati evidenzieranno, pertanto, tutte quelle combinazioni di valori progettuali che producono il valore indesiderato, permettendo così ai progettisti di intervenire adeguatamente.

Un altro risultato importante è dato dalla mappa decisionale, in



Ogni Run produce un punto e rappresenta nel grafico i risultati ottenuti dai valori immessi e selezionati dal "nucleo" Monte Carlo. Il comportamento più probabile è rappresentato dalla sezione con maggiore densità di punti. Gli "esclusi", o punti più lontani dalla linea, indicano progetti potenzialmente pericolosi.

L'utente continuerà a preparare i modelli secondo le stesse modalità applicate per i normali studi FEA, ma dovrà specificare in valori progettuali l'estensione progettuale delle variabili in questione. Le tecniche stocastiche - basate sul metodo Monte Carlo - del software, selezionano le proprietà e i valori in maniera casuale da un range specifico per ogni variabile. L'utente potrà inserire tolleranze e incertezze per ogni entità del modello.

Ad esempio, se l'assemblaggio comprende centinaia di materiali diversi - come spesso avviene nel campo automobilistico - ognuno di questi potrebbe avere delle proprietà stocastiche.

Ogni run produce un punto dati. Il metodo, però, raramente richiede più di 100 analisi per calcolare le informazioni utili.

utilizzato per fissare alcuni obiettivi.

Il software adotta questo approccio quando l'utente specifica gli obiettivi da raggiungere per i valori calcolati.

Il software produce elaborati contenenti i valori calcolati, grafici, una mappa decisionale e una caratteristica di miglioramento progettuale, permettendo in tal modo all'utente di progettare il sistema secondo gli obiettivi prefissati. Due colonne negli elaborati contengono rispettivamente i valori massimi e minimi calcolati. «Questi descrivono l'estensione o qualità della performance.

Minore è l'estensione e migliore risulta essere il progetto in termini di qualità.

La simulazione stocastica produce un risultato importante: il valore più probabile per ogni variabile

quanto fornisce il quadro generale. In essa vengono evidenziate le variabili più influenti, quelle meno influenti e quelle totalmente influenti.

Secondo Marczyk, un corso della durata di due giornate è sufficiente per imparare a utilizzare il software. «Anche se mi è capitato di formare dei colleghi per telefono» aggiunge.

Inoltre, il software funziona praticamente su qualsiasi tipo di computer, dai portatili ai clusters Linux. «Cento runs posso richiedere un fine settimana quando si lavora a un progetto minore usando un portatile, oppure soltanto pochi minuti se si utilizza un sistema più potente» spiega Marczyk. I maggiori fabbricanti automobilistici OEM d'Europa e dell'Asia sono stati tra i primi ad adottare questo software. Uno di questi ha riferito di essere riuscito ad alleggerire di 16 kg la massa di un modello d'auto utilizzando le tecniche stocastiche. Riduzioni di questo tipo sono il risultato di lievi correzioni apportate agli spessori dei materiali, non di cambiamenti topologici.

[www.readerservice.it](http://www.readerservice.it) n.52