

Compensazione Volumetrica 3-D sul solo Volume del Pezzo da lavorare

Charles Wang e Gianmarco Liotto

Per migliorare la precisione di posizionamento volumetrico delle macchine utensili, e lavorare parti con consistenti e ridotte tolleranze, la compensazione volumetrica 3-D (3 dimensioni) è essenziale. I costruttori di macchine utensili stanno già utilizzando la compensazione volumetrica e i costruttori di macchine economiche stanno iniziando a vederne i vantaggi. Fino a poco tempo fa, la misura della precisione volumetrica è stata lunga e costosa. Invece, la misura laser vettoriale è molto veloce e meno costosa, rendendo praticabile misurare gli errori di posizionamento 3-D nel volume di lavoro.

Gli errori volumetrici includono i tre errori di posizionamento lineare, i sei errori di rettilineità e i tre errori di squadra. Misurare e calibrare gli errori volumetrici con un laser interferometro tradizionale richiede alcuni giorni. Con la tecnica laser vettoriale si misurano e compensano gli errori volumetrici in alcune ore. Essa usa la tecnica di misura laser 3-D per generare la mappa degli errori di posizionamento, o per compensare gli errori nel volume di lavoro sulle 3 Dimensioni. Il concetto della calibrazione volumetrica è spesso confuso con la calibrazione di 3 assi. E' importante capire che la misura lineare lungo i 3 assi non è la misura di calibrazione volumetrica 3-D. La misura lineare non considera rettilineità e perpendicolarità. La misura volumetrica 3D include gli errori di posizionamento lineare, rettilineità e perpendicolarità. All'interno del volume di lavoro di un pezzo, l'errore di posizionamento di un singolo punto scelto a caso, include l'errore di posizionamento di ogni singolo asse in tutte le direzioni, includendo il posizionamento lineare e la rettilineità sia orizzontale che verticale. Ad ogni punto l'errore è la somma degli errori in tutti e tre le direzioni degli assi Cartesiani X, Y, Z) più gli errori causati dalla non-perpendicolarità dei 3 assi. L'errore totale è la somma vettoriale degli errori in ogni direzione degli assi, e gli errori in ogni direzione degli assi sono:

$E_x(x,y,z) = D_x(x) + D_x(y) + D_x(z)$, errore nella direzione x nella posizione x,y,z

$E_y(x,y,z) = D_y(x) + D_y(y) + D_y(z)$, errore nella direzione y nella posizione x,y,z

$E_z(x,y,z) = D_z(x) + D_z(y) + D_z(z)$, errore nella direzione z nella posizione x,y,z

Nota: la pendice indica la direzione dell'errore, i valori tra parentesi sono le coordinate, e D è l'errore di ogni asse di movimento.

Un laser convenzionale, misura e compensa gli errori volumetrici in tutto il volume di lavoro. Tipicamente nelle officine, il volume delle parti lavorate è molto più piccolo del volume di lavoro della macchina. Dal momento che il volume del pezzo è il solo che necessita di essere calibrato e compensato, il tempo speso per compensare l'intera macchina può essere eliminato. In aggiunta calibrando solo parzialmente il volume, consente di acquisire molti più punti in un volume ristretto, dando come risultato una precisione più elevata.

La tecnica di compensazione vettoriale permette di calibrare e compensare solo la parte di volume necessaria, ed è basata sulle raccomandazioni delle normative standard ASME B5.54 e ISO230-6 per la misura volumetrica diagonale per passi sequenziali.

L'utilizzo di un laser interferometro convenzionale per la misura di rettilineità e perpendicolarità è molto complicato. Richiede molto tempo e ottiche costose e apparecchiature complicate. L'utilizzo di un sistema di calibrazione laser Doppler e la tecnica di misura laser vettoriale, semplifica sia le operazioni di allineamento che di misura. Esso può misurare l'errore volumetrico di una macchina di $1m^3$ in due ore. Misurando solo la parte di volume dove verrà montato il pezzo, anche meno tempo.

Il volume occupato dal pezzo è cruciale per essere calibrato e compensato.

Per molti dei controlli CNC di alta gamma che possono gestire la compensazione degli errori volumetrici 3-D, caricare il file di compensazione nel controllo che compenserà gli errori della macchina nel volume del pezzo da lavorare. Per molti controlli, però, può essere compensato solo l'errore di posizionamento lineare per ogni asse. In questo caso, basandosi sulle misure volumetriche 3-D e sugli errori riscontrati è possibile correggere il Part Program in codice ISO (per correggere la posizione di X,Y,Z) e ottenere un pezzo con tolleranze migliori.

Misurando la distanza lungo ogni asse si ottengono informazioni che potrebbero non essere sufficienti per correggere totalmente la macchine e lavorare pezzi con la precisione richiesta. Anche la rettilineità e la perpendicolarità devono essere misurati. Il metodo più rapido ed economico è il laser vettoriale. Quando viene usato per calibrare e compensare l'area cruciale, per esempio il volume di lavoro è anche più rapido e permette di verificare più punti. Il risultato è un efficientissimo e redditizio processo per assicurare parti in tolleranza senza tenere la macchina ferma per manutenzione per un tempo esagerato.



Misura volumetrica vettoriale mentre misura una delle 4 diagonali con laser Doppler LDDM