

AUTOMAZIONE

La foratura secondo l'algoritmo

di C. R. Boer P. Pedrazzoli S. Mazzola

Quello della configurazione è un compito importante, reso però difficoltoso proprio dalla specializzazione cui sono giunte le macchine a causa delle richieste sempre più specifiche del mercato

Lo sviluppo di strumenti volti alla razionalizzazione delle risorse all'interno di una realtà industriale è giustamente considerato fondamentale per aumentare l'efficienza dell'azienda nel suo complesso. Le tecnologie informatiche attualmente più diffuse forniscono un prezioso supporto alle persone nello svolgimento di compiti ripetitivi con un basso livello di complessità. Una nuova frontiera di applicazione delle tecnologie informatiche è rappresentata da sistemi dedicati a compiti complessi con molte variabili rilevanti, in un contesto in continua evoluzione, dove è difficile identificare una soluzione ottima. Per arrivare a questo risultato sono necessari sistemi progettati con estrema cura, potenti ma 'aperti', in modo da garantire la massima flessibilità possibile, utilizzando tecniche e tecnologie ad alto contenuto innovativo per formalizzare e supportare le inestimabili capacità che gli esperti hanno sviluppato nel corso degli anni.

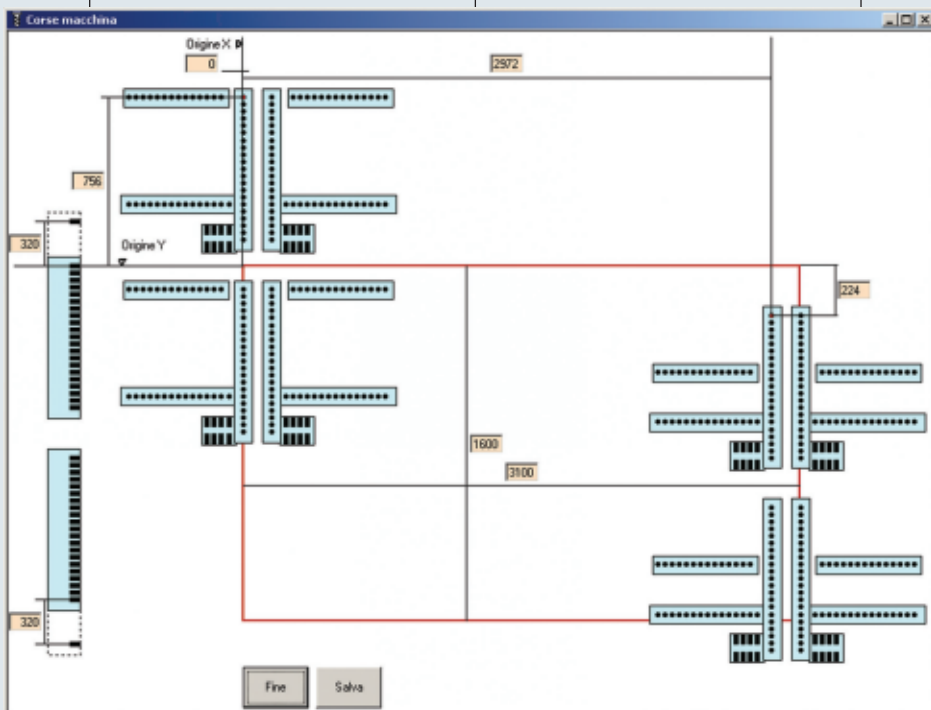
SOLUZIONI COMPLESSE E FLESSIBILI

Nel mercato odierno dei beni strumentali, è comunemente richiesta una maggiore complessità e flessibilità delle soluzioni per soddisfare la variegata domanda dei clienti. Questo avviene in

tutti i settori del manifatturiero come ad esempio quelli della lavorazione dei metalli o del legno. Nel caso presentato in questo articolo, si affronta il settore delle macchine per le seconde lavorazioni del legno, ricordando però come le metodologie elaborate e il concetto di supporto alla configurazione e programmazione del compito abbiano valore generale anche se applicate al mercato dei beni strumentali appartenenti ad altre categorie. Altra caratteristica del settore specifico, ma comune a tutto il mercato odierno nel settore delle macchine utensili, è l'estrema

Una nuova frontiera di applicazione delle tecnologie informatiche è rappresentata da sistemi dedicati a compiti complessi con molte variabili rilevanti. Il caso specifico della necessità di realizzare velocemente e con precisione numerosissimi fori in pannelli di legno secondo raffinati schemi produttivi

dinamicità: i cataloghi vengono aggiornati sempre più di frequente e mantenere il personale aggiornato su tutti gli ultimi sviluppi è spesso un onere gravoso. Proprio queste caratteristiche hanno portato a una situazione in cui la complessità del prodotto è d'ostacolo alla funzione



Impostazione dei parametri che caratterizzano la macchina da configurare.

commerciale che, spesso, non ha il tempo da dedicare a un approfondito studio delle novità. La concorrenza inoltre, in special modo nei periodi di contrazione economica, è sempre più spinta: è pertanto necessario sfruttare al massimo ogni opportunità commerciale in modo rapido ed efficace.

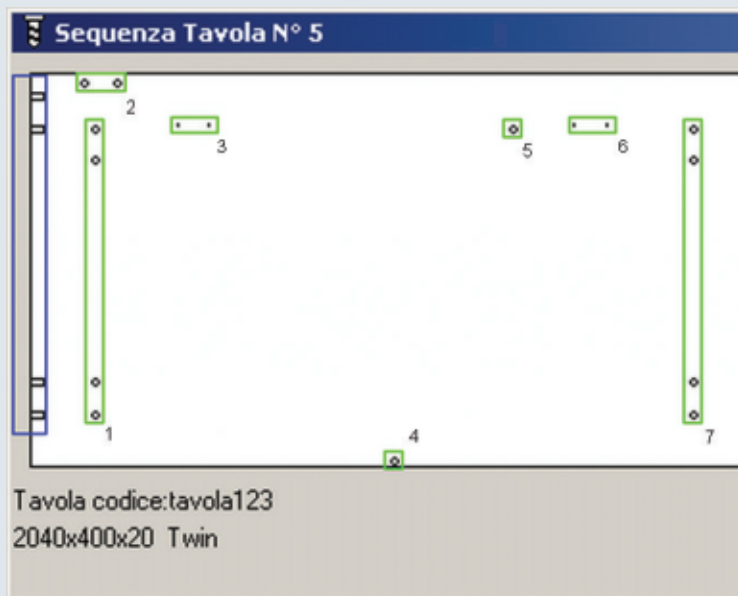
IL PROBLEMA DELLA CONFIGURAZIONE

Circa il problema della configurazione è importante considerare come questo compito, reso difficoltoso proprio dalla specializzazione cui sono giunte le macchine, sia fondamentale nel fornire la migliore soluzione possibile a ciascun cliente.

Attualmente, spesso, la configurazione viene eseguita manualmente e non sempre è ottimizzata per la specifica produzione del cliente. Fornire agli utilizzatori di questo genere di macchine il massimo in termini di configurazione della macchina rappresenta un importante vantaggio competitivo sia per il cliente, che ne sfrutterà appieno le potenzialità produttive, sia per il produttore del centro di lavoro che avrà soddisfatto in pieno le necessità del cliente creando i presupposti per un rapporto duraturo, ottenendo la cosiddetta 'fidelizzazione della clientela'. Tutti questi fattori evidenziano allora la necessità di facilitare e supportare il lavoro del personale commerciale e tecnico attraverso uno strumento software che, partendo dalle specifiche esigenze del cliente, accompagni il commerciale nella scelta e nella configurazione ottimale di un centro di lavoro.

UN CASO SPECIFICO

Questo lavoro in particolare si focalizza sulla configurazione delle teste foratrici di CNC per la seconda lavorazione del legno di grosse dimensioni e molto complesse, adatte a lavorare pannelli di legno lunghi fino a circa 3000mm e larghi fino a 1600mm. Queste macchine sono dotate di due carri indipendenti, ognuno dei quali monta due teste foratrici. Ogni testa è composta da una fila di mandrini in direzione x di circa 20 unità e da una in



Risultato intermedio del meccanismo di 'votazione' che calcola le sequenze di lavorazione e la configurazione dei mandrini.

direzione y di 15 che può essere accoppiata con una ulteriore fila di 14 mandrini dotata di movimento relativo. In sostanza ogni singola testa è composta da una cinquantina di mandrini ai quali ne vanno aggiunti altri per lavorazioni speciali come le forature per cerniere. Inoltre sulla macchina sono montati due gruppi laterali di circa 20 mandrini a destra e a sinistra per la foratura sulla parte laterale dei pannelli per un totale di circa 80 mandrini. I mandrini sono disposti tra di loro a un passo standard di 32mm, molto diffuso nell'ambito della lavorazione del legno, e possono essere usati, per ogni testa, più mandrini contemporaneamente in una unica calata per realizzare gruppi di fori nello stesso tempo. Poiché non è presente nessun dispositivo per il cambio utensile automatico, strada non praticabile per le elevate velocità di processo e per il numero di mandrini, è necessario montare sui mandrini opportuni le punte adatte per eseguire tale operazione.

UN MIX PRODUTTIVO PRECISO E VELOCE

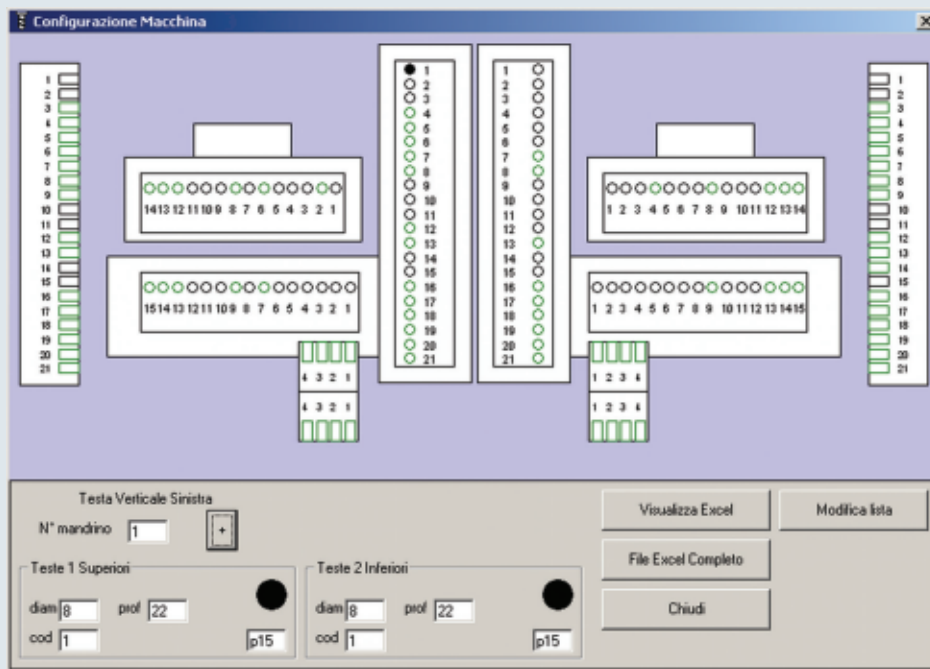
Per configurazione della macchina si intende quindi stabilire per ogni mandrino la punta foratrice più adatta per soddisfare due esigenze fondamentali. La prima è la necessità di lavorare tutti i pannelli del mix produttivo proposto dal cliente, che può superare 1000 pezzi distinti, senza dover cambiare le punte installate e

quindi senza lunghi tempi di set-up. La seconda è la possibilità di lavorare ogni singolo pannello nel modo più veloce, riducendo al minimo il numero di calate di mandrini e quindi cercando di realizzare più fori contemporaneamente e con il minor spostamento dei carri. Questo compito risulta sempre gravoso, soggetto a errori ed estremamente lento.

GESTIRE I DATI DI PRODUZIONE

La metodologia sviluppata e lo strumento realizzato su questa base sono pensati per rispondere a questo problema. Questo necessita di tre tipologie di dati in ingresso riguardanti le caratteristiche della macchina da configurare, le punte disponibili dall'azienda per essere montate e infine le informazioni riguardanti il mix di pezzi da realizzare. Il configuratore non è vincolato a un solo modello di centro di lavoro disponendo di una interfaccia che permette all'utilizzatore di definire alcune caratteristiche fondamentali della macchina, non solo come le dimensioni dell'area di lavoro ma anche la posizione e il numero dei mandrini per ogni testa in modo tale che ogni produttore possa ricreare la propria macchina. Le punte utilizzabili per le lavorazioni vengono caricate da un database contenente tutte le informazioni necessarie, come diametro e lunghezza del tagliante. Infine le informazioni riguardanti i pannelli

Il caso emblematico della configurazione delle teste foratrici di CNC per la seconda lavorazione di pannelli di legno di grosse dimensioni si può facilmente adattare anche a lavorazioni su metallo



Schermata in cui è possibile valutare il risultato della configurazione.

La fase di configurazione delle teste è preceduta dalla ricerca, per ogni pannello, della modalità di realizzazione che permette di trovare quei raggruppamenti di fori, chiamati pattern, realizzabili contemporaneamente in un'unica calata

da realizzare possono essere caricate da un file XML appositamente creato e di facile utilizzo oppure possono essere lette direttamente dai file grafici dxf. Questa ultima possibilità richiede determinate convenzioni nella scrittura ma permette di utilizzare un formato molto diffuso nel settore senza la necessità di conversioni. La fase di configurazione delle teste è preceduta dalla ricerca, per ogni pannello, della modalità di realizzazione che consiste nel trovare quei raggruppamenti di fori, chiamati pattern, realizzabili contemporaneamente in una unica calata. Poiché il tempo di una calata, dovuto all'avvio dei mandrini, la loro discesa, la fase di foratura e la loro risalita, è decisamente maggiore del tempo di spostamento del carro, riducendo il numero di calate per pannello si ottiene la massima velocità di lavorazione.

IL RUOLO DEGLI ALGORITMI

Sono stati sviluppati svariati algoritmi per portare a termine le diverse fasi della configurazione. Il principale, che è il cuore del configuratore, gestisce un processo di votazione dinamica delle punte che corrisponde alla base fondamentale del metodo di lavoro scelto per questo progetto. L'algoritmo si basa sulla verifica di quali punte sono maggiormente

richieste per la lavorazione di tutti i pannelli attraverso una votazione di ogni mandrino. Ogni calata di ogni pannello permette di attribuire ai mandrini delle teste che possono realizzarla le punte adatte presenti nel database, considerando anche che un foro può essere realizzato con diverse punte. Al termine di ogni votazione viene considerata solamente la punta che ha ricevuto più voti e viene fissata definitivamente sul mandrino della testa foratrice. Questo procedimento viene applicato iterativamente fino a quando tutti i mandrini votati, e quindi utilizzati, sono stati fissati definitivamente sulla macchina. Al termine del processo l'utente può eventualmente modificare la configurazione in modo manuale per soddisfare specifiche esigenze del cliente. Questa metodologia, opportunamente implementata, si rivela estremamente robusta per qualsiasi compito di configurazione.

MISURARE E CALCOLARE LE PRESTAZIONI

Lo strumento realizzato inoltre permette di calcolare per ogni pezzo la sequenza di lavorazione che necessita il minor spostamento dei carri per ridurre ulteriormente il tempo di lavorazione, controllando, allo stesso tempo, che non ci siano collisioni tra i

carri della macchina e siano rispettate le limitazioni delle corse proprie della macchina. Il tempo di lavorazione viene calcolato tenendo conto dei tempi di foratura e dei tempi di spostamento calcolati in base alle accelerazioni e velocità massime consentite dai carri. In questo modo è possibile visualizzare il tempo di lavorazione di ogni pannello e, dopo aver fornito i tempi di carico e scarico, è possibile conoscere una stima del tempo di produzione dell'intero lotto.

GLI SVILUPPI FUTURI

Attualmente l'implementazione realizzata è standalone, funziona su qualunque computer di media potenza con sistema operativo Windows e non è interfacciato con il centro di lavoro ma, in futuro, è possibile sostituire completamente il programma di gestione della macchina stessa concentrando tutto in un unico prodotto che sfrutti al meglio le potenzialità produttive. Questo è possibile dato che, in questo caso specifico, il concetto di configurazione è strettamente legato a quello a quello di programmazione del compito. Infatti per ogni pezzo vengono memorizzate tutte le informazioni riguardanti la sequenza delle posizioni assolute dei carri e, per ogni fase di foratura, quali sono i mandrini interessati e di quanto si devono abbassare. Tutte queste informazioni sono necessarie per la completa programmazione del centro di lavoro. Inoltre è possibile sfruttare i dati memorizzati per passarli a un opportuno motore grafico per la visualizzazione tridimensionale della macchina e ottenere così una simulazione completa del processo di lavorazione. In questo modo si potrà mostrare al cliente, durante la fase di contratto, la propria macchina funzionante in un ambiente virtuale, fornendo un fattore determinante per la competitività dell'azienda costruttrice.

Il professor Claudio Roberto Boër è direttore scientifico di CNR - ITIA, Istituto di tecnologie industriali e automazione di Milano, l'ingegner Stefano Mazzola è ricercatore presso lo stesso istituto e l'ingegner Paolo Pedrazzoli è ricercatore presso TTS s.r.l.