

Il laboratorio PoliMill svolge la propria ricerca sulla digitalizzazione nel machining e per questo tratta anche l'applicazione dell'intelligenza artificiale allo stesso settore



Come l'intelligenza artificiale aiuta le aziende manifatturiere

Con questo articolo proseguiamo il monitoraggio del mercato dei software basati sull'intelligenza artificiale che possono supportare le aziende manifatturiere

■ Massimiliano Annoni



Fondata nel 2019, Daedalus utilizza hardware standard, disponibile a qualsiasi produttore, ma il suo “ingrediente segreto” è il software sviluppato per controllare e ottimizzare il “shop floor”

Questo articolo prosegue l'analisi dei software presenti sul mercato che, basandosi sull'intelligenza artificiale (IA), possono aiutare le aziende manifatturiere nella progettazione dei loro cicli di lavorazione gestendo al meglio l'esperienza pregressa disponibile presso la stessa azienda.

L'articolo non ha la pretesa di essere esaustivo, ma analizza le informazioni tecniche disponibili sui siti dei produttori dei software e sulle loro pagine LinkedIn allo scopo di mettere a conoscenza dei lettori quali possibilità esistano attualmente sul mercato dei software.

È utile infatti monitorare tale mercato, che è soggetto a una evoluzione veloce dovuta all'applicazione dell'intelligenza artificiale.

Ovviamente, a questa analisi basata su informazioni fornite dalle stesse case sviluppatrici del software, deve seguire una demo sul campo per comprendere l'adeguatezza del prodotto alla singola realtà aziendale.

I tecnologi operanti nelle aziende manifatturiere

potrebbero provare una sensazione di sopraffazione davanti a una evoluzione così rapida e difficile da comprendere, ma questa evoluzione deve essere percepita come una grande opportunità per migliorare e semplificare i processi aziendali.

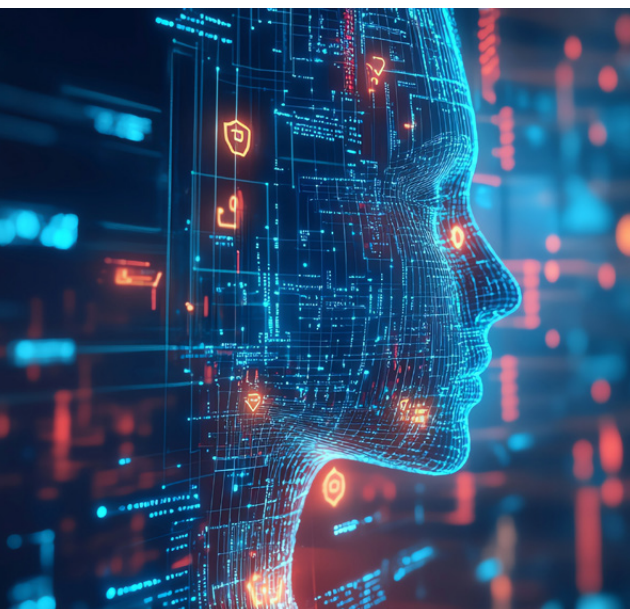
Il laboratorio PoliMill svolge la propria ricerca sulla digitalizzazione nel machining e per questo tratta anche l'applicazione dell'intelligenza artificiale allo stesso settore. Il workshop “L'IA al servizio del machining”, svoltosi il 12 dicembre 2025 grazie alla partnership tra PoliMill e MADE – Competence Center Industria 4.0 di Milano ha avuto lo scopo di presentare casi reali di intelligenza artificiale applicata alle lavorazioni meccaniche, proprio per fare in modo che le aziende del settore si sentano accompagnate nel percorso verso la conoscenza di questa tecnologia e possano avere dei punti di riferimento. In un prossimo articolo si parlerà dei contenuti di questo workshop.

Daedalus

Daedalus ha sede nella città di Karlsruhe, nel sud-ovest della Germania, dove attualmente si trova il suo unico stabilimento. Qui Daedalus riceve ordini da settori come medicale, aerospazio, difesa e semiconduttori, ciascuno dei quali richiede componenti unici per i propri prodotti. Daedalus ha raccolto, a inizio 2024, 21 milioni di dollari in un round di finanziamento, superando quota 40 milioni di dollari complessivi. L'industria manifatturiera, in particolare per quanto riguarda la fabbricazione di componenti di precisione, è fortemente frammentata sotto praticamente ogni punto di vista. Sebbene sia facile immaginare che un impianto produttivo tipico assomigli a una grande fabbrica automobilistica, questo modello vale solo per prodotti ad altissimo volume (come le automobili). La realtà è decisamente diversa quando si scende al livello dei componenti di precisione impiegati nei macchinari industriali.

Di norma, le aziende che sviluppano prodotti meccanici e non si affidano a una rete tradizionale di terzisti, il che può significare collaborare con piccole imprese composte da un singolo esperto “artigiano” e pochi assistenti che lavorano in una struttura ridotta.

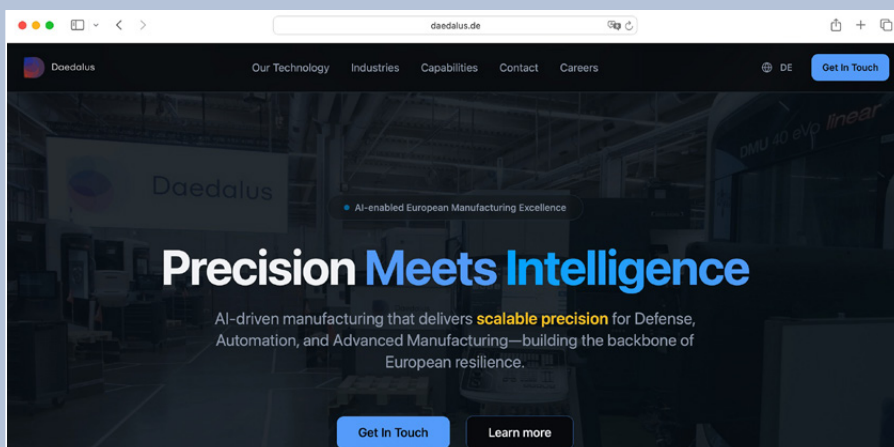
«Questo significa che non stanno facendo quasi nulla in termini di digitalizzazione, ed è difficile cambiare la situazione perché sono semplicemente abituati a lavorare con carta e penna», ha



Daedalus riceve ordini da settori come medicale, aerospazio, difesa e semiconduttori, ciascuno dei quali richiede componenti unici per i propri prodotti

dichiarato a TechCrunch Jonas Schneider, fondatore e CEO di Daedalus. Schneider era technical lead in OpenAI, dove ha giocato un ruolo chiave nel lancio della divisione di robotica nel 2016. «Quindi abbiamo produttori a bassissima tecnologia che forniscono i componenti più critici per prodotti estremamente avanzati». Fondata nel 2019, Daedalus utilizza hardware standard, disponibile a qualsiasi produttore, ma il suo “ingrediente segreto” è il software sviluppato per controllare e ottimizzare il “shop floor”, cioè per automatizzare molte delle attività manuali coinvolte nella realizzazione di un componente. Il cliente invia i propri disegni CAD (Computer-Aided Design) come di consueto, e Daedalus li trasforma in un componente finito con un processo fortemente automatizzato. «Si tratta di orchestrare tutti i flussi di lavoro nella produzione, nella pianificazione e nella programmazione delle attività eseguite in fabbrica», ha spiegato Schneider.

Per dare un'idea, quando inizia la produzione di un nuovo “pezzo” per una macchina, ci sono in genere decine di passaggi e centinaia di decisioni che influenzano la scelta degli utensili, le im-



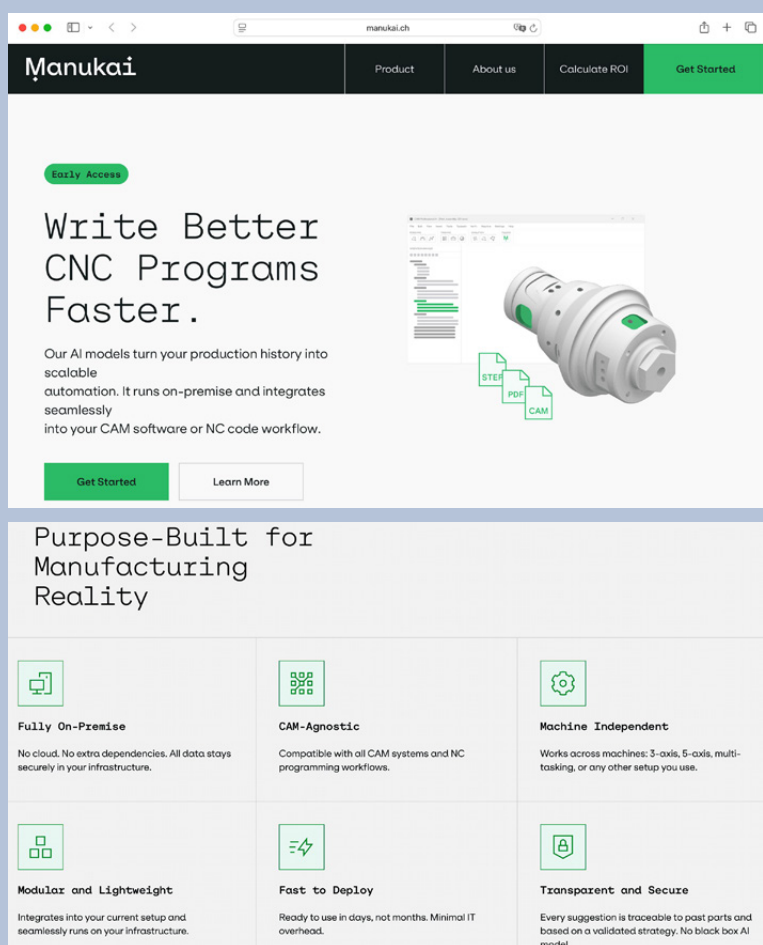
Daedalus (Karlsruhe, Germania), <https://www.daedalus.de/>



<https://techcrunch.com/2024/02/08/daedalus-manufacturing-jonas-schneider-openai-robotics-raises-21-million/>

postazioni necessarie per ottenere geometrie e tolleranze richieste, e così via. Ed è qui che Daedalus entra in gioco: il suo software acquisisce i dati decisionali relativi alla produzione di un determinato pezzo e li utilizza per guidare la realizzazione di pezzi simili in futuro. Una valvola leggermente più grande, o con un raccordo aggiuntivo, potrebbe essere sostanzialmente identica a un pezzo precedente: Daedalus utilizza il pattern matching per applicare la conoscenza pregressa e configurare automaticamente le macchine per il nuovo componente. Algoritmi di machine learning ottimizzano continuamente i parametri produttivi, migliorando la qualità in tempo reale. Sistemi intelligenti si regolano automaticamente in base alle variazioni dei materiali e alle condizioni ambientali, garantendo una precisione costante. Sensori avanzati e intelligenza artificiale prevedono potenziali difetti prima che superino le tolleranze, mantenendo anche le speci-

che più stringenti. Infine, modelli virtuali di ogni componente (digital twin) consentono la verifica preventiva dei processi e la raccolta completa dei dati lungo l'intero flusso produttivo. In molti modi, Daedalus estende il concetto di base della stampa 3D, che ha democratizzato il processo produttivo per più di un decennio, ma, con l'aggiunta dell'intelligenza artificiale e dell'apprendimento automatico, porta il tutto al livello successivo, come una stampa 3D “potenziata”. «Il paragone è molto appropriato. Da esterno a questo settore, all'inizio mi sembrava che la produzione personalizzata fosse già stata risolta con la stampa 3D. Ma la realtà dipende in larga parte dai limiti tecnici del processo», ha detto Schneider. «Con la stampa 3D, è comunque necessario progettare un pezzo affinché possa essere stampato, e questo finisce per essere un processo piuttosto costoso. Per la stragrande maggioranza delle applicazio-



Manukai

Early Access

Write Better CNC Programs Faster.

Our AI models turn your production history into scalable automation. It runs on-premise and integrates seamlessly into your CAM software or NC code workflow.

[Get Started](#) [Learn More](#)

Purpose-Built for Manufacturing Reality

 Fully On-Premise No cloud. No extra dependencies. All data stays securely in your infrastructure.	 CAM-Agnostic Compatible with all CAM systems and NC programming workflows.	 Machine Independent Works across machines: 3-axis, 5-axis, multi-tasking, or any other setup you use.
 Modular and Lightweight Integrates into your current setup and seamlessly runs on your infrastructure.	 Fast to Deploy Ready to use in days, not months. Minimal IT overhead.	 Transparent and Secure Every suggestion is traceable to past parts and based on a validated strategy. No black box AI model.

Manukai (Zurigo, Svizzera), <https://www.manukai.ch/>

ni industriali non è davvero fattibile: non è abbastanza precisa, oppure i materiali non sono sufficientemente resistenti. Si può considerare ciò che facciamo come l'applicazione del principio della stampa 3D a componenti industriali di fascia alta». Secondo l'autore di questo articolo, Daedalus rappresenta una sorta di preview di quello che le aziende manifatturiere, e in particolare i terzisti, dovrebbero diventare nel prossimo futuro grazie a strumenti già attualmente disponibili. Daedalus ha sviluppato i propri algoritmi, ma, come vediamo nel seguito di questo articolo, esistono soluzioni sul mercato per tendere a questa situazione anche nella propria azienda. I componenti metallici ad alta precisione sono fondamentali per il settore manifatturiero. Tuttavia, programmare le macchine per produrre questi componenti resta un'attività lunga e ripetitiva. Con l'aggravarsi della carenza di operatori qualificati, questo processo diventa

sempre più un collo di bottiglia. Manukai, uno spin-off dell'ETH di Zurigo, affronta questa sfida sviluppando una nuova intelligenza artificiale in grado di automatizzare le attività di programmazione ripetitive sfruttando i dati di produzione disponibili.

Manukai

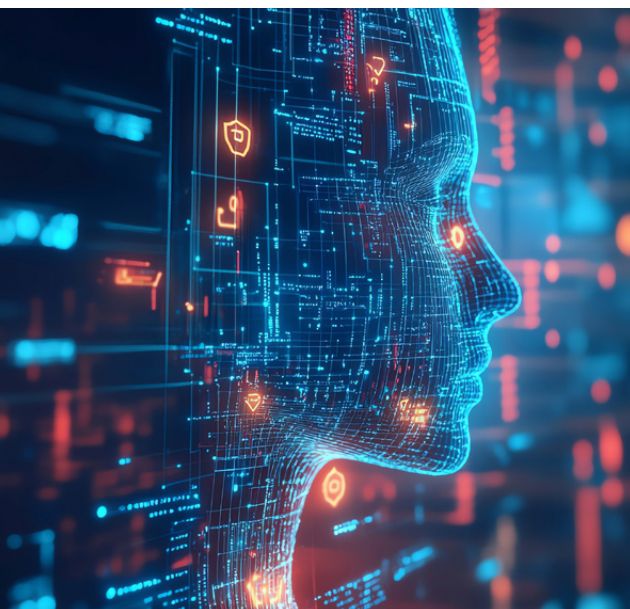
Manukai ha sviluppato un software basato sull'intelligenza artificiale che correla i blocchi dei programmi CNC alle feature dei modelli CAD 3D. Per le nuove industrializzazioni, il sistema scompone il nuovo componente in feature e, per similitudine, ripropone i vecchi blocchi di codice relativi alla feature specifica (suddivisi anche per sgrossatura e finitura) da riadattare alla nuova geometria. Le aziende che usano il software sviluppato da Manukai non devono cambiare il proprio modo di lavorare. Il software rende la conoscenza degli esperti aziendali ri-



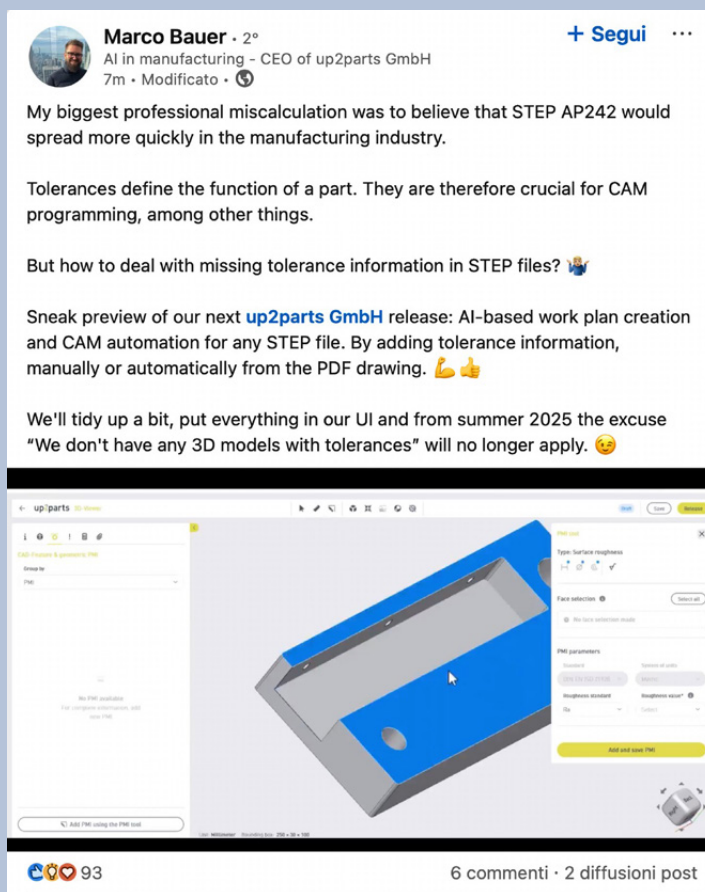
Manukai ha sviluppato un software basato sull'intelligenza artificiale che correla i blocchi dei programmi CNC alle feature dei modelli CAD 3D

tilizzabile e scalabile e automatizza le attività ripetitive utilizzando i dati che già l'azienda possiede. Manukai non usa il cloud, quindi non invia i dati aziendali a un server remoto, e non impone di cambiare il sistema di programmazione delle macchine. Semplicemente produce un output più velocemente, alimentato dal know-how già presente in azienda. L'IA di Manukai estrae geometrie, informazioni sui materiali e tolleranze da modelli 3D e disegni tecnici. Riconosce efficacemente feature come tasche, fori o filetti. Considera tutti gli aspetti del componente, anche dal disegno tecnico. Supporta tutti i formati di file più comuni e gestisce con facilità geometrie complesse.

Il software poi analizza la storia produttiva aziendale per individuare feature ricorrenti. È possibile esplorare, filtrare e confrontare i risultati. Rileva feature simili anche quando la geometria complessiva è diversa. Può applicare filtri e ordinamenti per macchine, utensili, materiali, tolleranze e altro. Selezionata la strategia ottimale, il software crea automaticamente operazioni adattate alla nuova geometria, all'interno dell'ambiente di programmazione attuale.



Up2parts sviluppa diverse applicazioni. Up2parts cockpit è il database centrale per tutte le informazioni sui componenti, inclusi un visualizzatore 3D



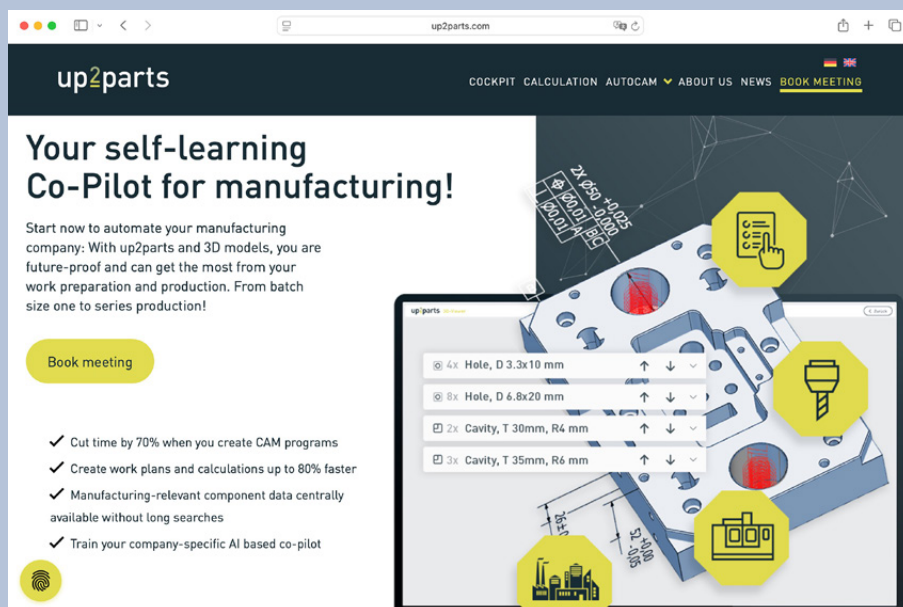
Permette di ottenere dettagli delle operazioni, anteprime dei percorsi utensile e un confronto delle performance. Genera operazioni pronte per il post-processing restando completamente indipendente da software CAM, geometrie e tipi di macchina. I CAM supportati al momento sono Mastercam, TopSolid, Siemens NX e Gibbscam. Questa soluzione consente di standardizzare e ottimizzare la programmazione in tutta la produzione. Aggrega informazioni tra i team e facilita il trasferimento di conoscenze. Rileva incoerenze e variazioni di processo e aiuta a migliorare continuamente la produzione.

up2parts

Anche up2parts sviluppa soluzioni software per metterle a disposizione delle aziende manifatturiere. Il copilota sviluppato da up2parts autoapprende grazie al training dell'utente e grazie alle nuove lavorazioni inserite e fornisce suggerimenti personalizzati per piani di lavoro e programmi CAM. Lo scopo di up2parts è creare una catena di processo completamente digita-

le e ottimizzata in termini di efficienza. Up2parts è nata nel 2020 da un'azienda di subfornitura meccanica di medie dimensioni: la produzione è quindi parte del know-how di up2parts. I soci dell'azienda vantano decenni di esperienza nella produzione industriale di componenti meccanici. Oltre alla svedese Sandvik SE e a DMG MORI AG, tra gli azionisti figura anche un'importante realtà industriale tedesca come Schaeffler AG. I soci mettono a disposizione le loro competenze industriali e i loro modelli CAD, permettendo a up2parts di migliorare continuamente i propri modelli e stabilire nuovi standard. Up2parts sviluppa diverse applicazioni. Up2parts cockpit è il database centrale per tutte le informazioni sui componenti, inclusi un visualizzatore 3D. Questo riduce le lunghe ricerche di modelli CAD, disegni, piani di lavoro e programmi CAM. Gli operatori alle macchine utensili possono cercare e visualizzare le informazioni sui componenti in qualsiasi momento, anche nei turni notturni o durante il weekend, rendendo la produzione più efficiente. Grazie alla ricer-

ca di similarità geometrica, è possibile confrontare automaticamente i dataset storici e adottare direttamente piani di lavoro esistenti per componenti simili. L'analisi di fattibilità permette di identificare e visualizzare informazioni rilevanti per la produzione, come elementi a pareti sottili, così da progettare processi più efficienti e prevenire errori. Spesso mancano dati e informazioni agli operatori in macchina. Con strumenti come i rugged tablet (progettati appositamente per gli ambienti di produzione più impegnativi), qualsiasi operatore può accedere in ogni momento alle informazioni relative all'ordine e al componente. Il rugged tablet include inoltre uno scanner per le schede di produzione, così da ottenere rapidamente ulteriori dettagli sull'ordine. Il controllo Design for Manufacturing (DFM) analizza il modello CAD del componente in relazione alla geometria e alla producibilità. I risultati vengono visualizzati direttamente sul componente, evidenziando le feature critiche. Gli avvisi di fattibilità includono, ad esempio, fori profondi tre volte il diametro, per garantire una corretta



up2parts (Weiden, Germania), <https://up2parts.com/en/>

preparazione del lavoro e una produzione senza intoppi. Grazie alla ricerca di similarità geometrica, è possibile individuare facilmente componenti identici o simili. La ricerca prende avvio dal caricamento di un nuovo modello CAD: tutti i componenti disponibili vengono confrontati con il nuovo modello e i risultati sono mostrati in ordine decrescente di similarità. Dataset storici presenti nei risultati, come piani di lavoro già validati, possono essere adottati direttamente per il nuovo componente. Il sito di up2parts non lo dice espressamente, ma invita all'uso delle PMI (Product Manufacturing Information), uno strumento abilitante per la digitalizzazione in azienda messo a disposizione dallo standard STEP AP242 (ISO 10303). Ogni azienda dovrebbe iniziare a usare le PMI per includere le tolleranze nel modello solido del pezzo. Up2parts calculation è un altro modulo software che produce piani di lavoro e preventivi in tempi rapidi (l'azienda dichiara fino all'80 % più veloci). I piani di lavoro sono adattati alle esigenze dell'utente e trasferiti, senza soluzione di continuità, all'infrastruttura

ERP esistente, oppure esportati in un file Excel per i preventivi. Le fasi di lavorazione si basano sulla geometria del componente e sulla tecnologia produttiva. Il software fornisce suggerimenti per i tempi di attrezzaggio (setup) e lavorazione per ogni fase, sia per centri di lavoro che per operazioni manuali. Ogni componente che viene caricato nell'account aziendale, e ogni informazione che viene inserita, contribuisce all'apprendimento del copilota IA personalizzato. Il tutto è completamente separato dagli account degli altri clienti e dai modelli di dati di up2parts: nessun altro beneficia della expertise aziendale. I modelli CAD e il know-how produttivo aziendale non vengono usati da up2parts per migliorare il proprio software ma sono riservati esclusivamente al copilota dell'utente. I dati sono ospitati su Microsoft Azure Europe, quindi protetti in conformità al GDPR in ogni momento. Con crittografia permanente SSL/TLS per il trasferimento dei dati e archiviazione crittografata lato server (standard FIPS 140-2), viene garantito un livello di sicurezza elevato.



L'ultimo modulo presentato in questo articolo è up2parts autoCAM, che si occupa dell'automazione dell'infrastruttura CAM esistente in azienda e supporta Hypermill, Gibbscam e Mastercam. Up2parts dichiara una riduzione fino al 70 % del tempo di programmazione CAM. Il programma generato viene trasferito nel software CAM esistente per fare una simulazione, applicare eventuali modifiche e infine ottenere il codice NC con tempi e costi notevolmente ridotti. Il software suggerisce automaticamente programmi CAM, operazioni e utensili in pochi minuti. Come dice up2parts nel proprio sito, tutto corre sempre più veloce, i lavoratori qualificati scarseggiano e, quando il responsabile non è presente, nessuno sa esattamente come procedere: la preparazione del lavoro basata sull'intuito è ancora la norma in molte aziende.

Questa è la realtà odierna della produzione. Grazie alle soluzioni software che abbiamo visto in questo articolo, e ad altre che esistono sul mercato e che saranno oggetto di articoli futuri, è possibile raggiungere maggiore trasparenza, disponibilità delle informazioni rilevanti per la produzione, processi a prova di futuro e tutela del know-how aziendale. ■

Riferimenti bibliografici

- "E se volessimo usare l'intelligenza artificiale in officina?", *Macchine Utensili, Tecniche Nuove*, giugno 2024
- "Tolleranze. Un aiuto a portata di click", *Macchine Utensili, Tecniche Nuove*, settembre 2025