

kých operací. Funkce je vhodná i pro tvarové plochy, které je nutné obrábět tříosým souvislým řízením. Jde tedy o pokročilé řešení. V uvedených případech je nutné vhodně konfigurovat oblast obrábění, hraniční křivky, směr obrábění, vybrat vhodný nástroj atd. V tomto systému CAM je také k dispozici funkce CAMculator, která dovoluje přibližně odhadnout náklady na výrobu dílce (obr. 2).

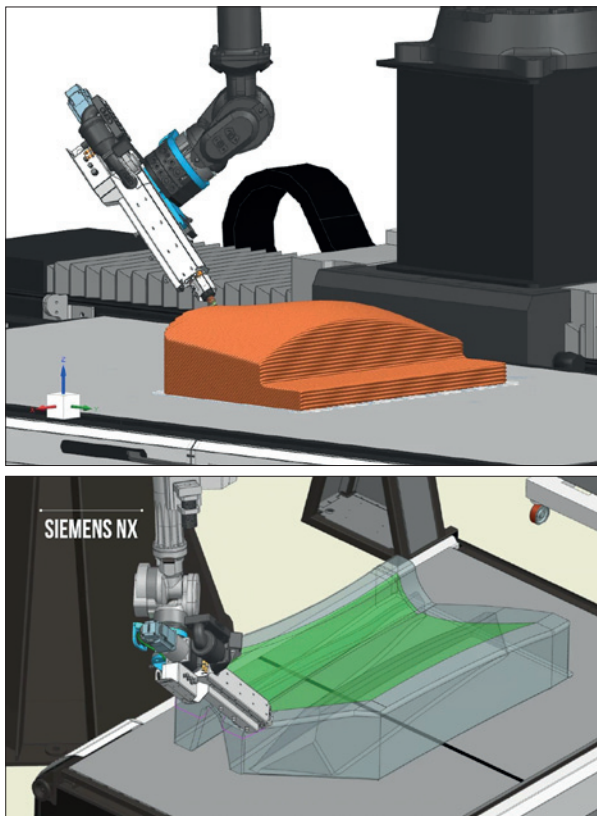
Mezi pokročilé funkce systémů CAM již dlouhodobě patří adaptivní strategie pro efektivní hrubovací frézování založené na principu konstantního opásání nástroje, které zabraňuje lokálnímu přetížení nástroje (např. ve vnitřních rozích). Společnost ModuleWorks rozvinula tato řešení i pro víceosé frézování a pro soustružení. Jde o strategie významné především pro obtížně obrobitelné materiály (obr. 3).

Vznikají rovněž specializované systémy CAM či jejich moduly pro maximalizaci využití potenciálu konkrétní technologie výroby. V systému PEPS (společnost CAMTEK) je kromě běžného frézovacího modulu k dispozici také modul pro programování elektroerozivního obrábění drátovou elektrodou (EDM) nebo modul pro programování obrábění laserem či vodním paprskem. Zde je možné využívat funkci Wire Expert k detekci geometrie pro obrábění a automatický návrh drah.

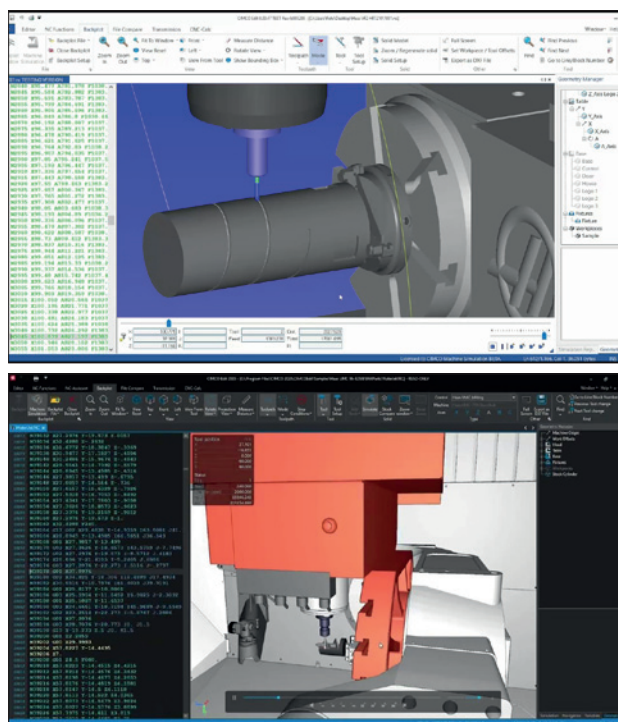
Podobná řešení vznikají v rámci systémů CAM pro aditivní či hybridní výrobu. Například systém CAM HyperMILL (Open Mind) umožňuje přípravu drah jak pro aditivní, tak pro subtraktivní technologické operace. Obsahuje funkci Best Fit, která automatizuje proces zarovnání aditivně vyráběných dílů pro dokončovací obrábění. Funkce Best Fit upravuje výsledné souřadnice drah nástroje podle skutečné pozice dílu získané měřením polohy dílce na stroji (obr. 4). Nahrazuje tak manuální umístění dílu po přidání materiálu v obráběcí stroji tak, aby byla uvedena do souladu pozice obrobku podle předpokladů v systému CAM (skutečný tvar dílce po tisku materiálu a ideální tvar 3D modelu).

Standardem, podporovaným neustálým vývojem technologických hlavic, se stává využívání robotů k technologickým účelům. Tím se rozšiřují možnosti pro technologickou přípravu výroby pomocí systémů CAD/CAM. Jednou z nových, rozvíjejících se technologií je velkoformátový 3D tisk z polymerů. Tuto

technologii lze s výhodou implementovat i na robot. Jde totiž o bezsilovou technologii (dosažitelná přesnost není negativně ovlivněna malou tuhostí ramene robotu). Robot díky svému velkému pracovnímu dosahu umožní vyrábět rozměrné dílce. Pro velkoformátový



Obr. 5. Pro velkoformátový 3D tisk se na robot integruje hlavice s extrudérem (nahore) a pro dosažení kvalitních a přesných povrchů lze následně povrchy obrábět s využitím frézovací hlavice



Obr. 6. Verifikace obrábění v CIMCO Edit

3D tisk se na robot integruje hlavice s extrudérem. Pro dosažení kvalitních a přesných povrchů lze následně povrchy obrábět s využitím frézovací hlavice. Společnost Siemens tuto technologii implementovala společně se společností CEAD (výrobce technologické hlavice s extrudérem a potřebnými technologickými jednotkami). Na obr. 5 je simulace výroby v prostředí systému Siemens NX, který obě tyto technologie podporuje, včetně verifikace s modelem stroje. V horní části obr. 5 je vidět verifikace pohybů robotu při nanášení materiálu extrudérem a dole následně obrábění ploch načisto.

Pracoviště pro velkoformátový 3D tisk bylo zprovozněno i v laboratoři Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC) ČVUT v Praze. Toto pracoviště je spravováno pracovníky Ústavu výrobních strojů a zařízení (RCMT) Fakulty strojní ČVUT v Praze. Zde byla na robot od firmy Kuka implementována hlavice s extrudérem a technologickými jednotkami CEAD. Pracoviště je řízeno řídicím systémem Siemens Sinumerik 840D. V ústavu výrobních strojů a zařízení byl vyřešen i pokročilý postprocessor a simulační model tohoto pracoviště s optimalizačními funkcemi, které zajistí dosažení kvalitních vrstev při nanášení materiálu optimalizací rychlosti posuvu či otáček extrudéru při nanášení materiálu. K technologické přípravě výroby se používá systém CAD/CAM Siemens NX.

Verifikace výrobních strategií

Pro verifikaci pohybů stroje je možné využívat oblíbený textový editor Cimco Edit, který nově nabízí možnost importovat model stroje od výrobce nebo si zjednodušeně nakonfigurovat stroj rovnou v dané knihovně obsažené přímo v tomto softwaru. V NC editoru lze poté sledovat pohyby stroje a detekovat případné kolize (obr. 6). Je také možné importovat data o nástrojích, upínacích a dalších pomůckách přímo z podporovaného systému CAM. To usnadňuje práci s definováním rozměrů přímo v editoru a také snižuje pravděpodobnost chyby při zadávání. V rámci funkcí textového editoru byla opět rozšířena databáze programovacích jazyků řídicích systémů pro kontrolu syntaxe v NC programu.

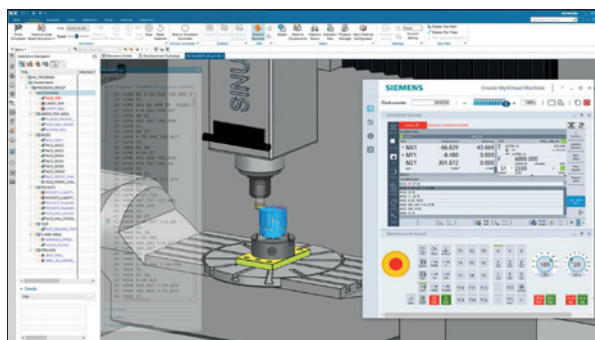
Zástupcem velmi pokročilého řešení pro verifikaci obrábění je unikátní propojení systému CAM Siemens NX a ap-

likace Create My Virtual Machine nebo Run My Virtual Machine, rovněž z nabídky produktů Siemens. K propojení je zapotřebí mít k dispozici licenci jednoho z těchto produktů s rozšířením open. Verifikace NC programu potom funguje tak, že digitální dvojče stroje a jeho řídicího systému (nastavené v aplikaci Create My Virtual Machine na obr. 7 vpravo) posílá interpolovaná data (instrukce pro pohony z interpolátoru) přímo do systému CAM Siemens NX (obr. 7 vlevo). Simulační model stroje poté přesně vykonává identické pohyby tak, jako by byly realizovány na stroji, včetně skutečné rychlosti pohybu. Takto lze přesně verifikovat celý proces a odhalit možné kolize, ale i měřit strojní čas. Řešení bylo zprovozněno i na pracovišti Ústavu výrobních strojů a zařízení (RCMT) Fakulty strojní ČVUT v Praze. Lze jej představit virtuálně nebo při osobní návštěvě. Pracoviště (RCMT) umožňuje nastavovat jak simulační modely strojů pro Siemens NX, tak postprocesory, popř. s implementovanými optimalizačními funkcemi, skripty pro generování seřizovacích listů a návodů.

Tvorba cenových nabídek

Stupeň automatizace byl zvýšen i při procesu přípravy cenových nabídek pro výrobu dílců. Na trhu je např. produkt goCAD (od společnosti goCAD GmbH), který lze použít

jako příklad aplikace pro přípravu rychlých cenových nabídek na webu. Uživatel (poptávající) nahraje 3D model s výkresem a spe-



Obr. 7. Propojení systému CAM Siemens NX a prostředí Create My Virtual Machine

cifikací materiálu a po stisknutí tlačítka získá kalkulaci výrobní ceny a návrhu postupu obrábění. Nejsou však generovány dráhy nástroje, výstupy jsou využitelné jen pro vytvoření cenové nabídky pro zvýšení konkurenceschopnosti. Záměrem do budoucna je implementovat také algoritmy strojového učení. Pracoviště RCMT Fakulty strojní ČVUT v Praze spolu se společností Miroslav Rusiňák, s. r. o., vyvíjí obdobně zaměřené řešení. Spočívá v parametricky definovaném konfiguratoru, který pracuje tak, že aplikace je v přímé komunikaci s rozhraním

systemů CAD a rovněž CAM. V automatickém režimu jsou vygenerovány 3D modely a výrobní výkresy. V součinnosti s databází nástrojů jsou připraveny technologické operace a následně NC programy, seřizovací listy a návody. Prioritně jde o vytvoření cenové nabídky na výrobu daného dílce. Řešení lze přizpůsobit individuálně pro daného uživatele (podnik) podle specifického zaměření výrobního sortimentu. Smyslem je urychlit proces přípravy cenové nabídky, usnadnit práci konstruktérům a technologům tak, aby bylo možné se věnovat zejména kontrole připravených dat, eliminovat neproduktivní časy a zaměřit se na optimalizaci postupů.

Závěr

Sjednocujícím prvkem probíhající digitální transformace v oboru obrábění je zvyšování stupně automatizace ve všech dílčích krocích nezbytných v procesu přípravy výroby dílce.

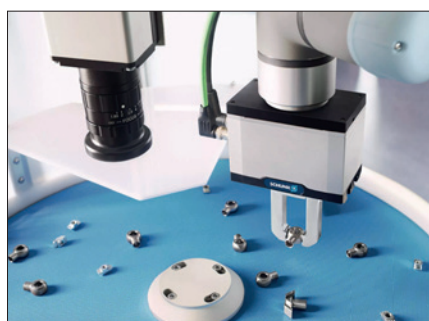
Ing. Petr Vavruška, Ph.D.
(p.vavruska@rcmt.cvut.cz),
RCMT FS ČVUT v Praze

Cena Hermes Award 2024 pro firmu Schunk

Firma Schunk získala na veletrhu Hannover Messe cenu Hermes Award za sadu pro uchopování předmětů 2D Grasping-Kit (obr. 1). Jde o sadu pro uchopování pozičně neorientovaných dílů, např. obrobků nebo plastových výlisků, která se skládá z kamerového systému, aplikačně specifického uchopovače a průmyslového PC značky SVC, na němž je nainstalována nejdůležitější součást celé sady: software umělé inteligence vyvinutý společností Schunk. Software zajišťuje spolehlivou detekci předmětů, vypočítává nejlepší body uchopení a nevyžaduje od operátora žádné předchozí znalosti programování nebo zpracování obrazu. Obsahuje i funkce pro předcházení kolizím mezi prsty uchopovače a manipulovanými předměty. Systém zpracování obrazu se dokáže přizpůsobit měnícím se a ne právě ideálním světelným podmínkám. Software navíc obsahuje plug-in pro snadnou integraci do řídicího systému robotu. Pro omezení rizika a snazší uvedení do provozu je možné hotovou aplikaci ověřit v některé z laboratoří CoLab firmy Schunk.

Sada 2D Grasping-Kit spolehlivě zvládá všechny opakující se, monotónní manipulační úkoly. Je ideální pro malé a střední firmy, které nemají své odborníky na programování robotů, ale i pro velké firmy s rozmanitým sortimentem, protože výrazně zkracuje dobu potřebnou na změnu vyráběných dílů.

Cena Hermes Award byla předána během slavnostního zahájení veletrhu Hannover Me-



Obr. 1. Inteligentní sada 2D Grasping-Kit od firmy Schunk pro uchopování malých neorientovaných předmětů s využitím systému strojového vidění



Obr. 2. Předání ceny Hermes Award během slavnostního zahájení veletrhu Hannover Messe: Kristině I. Schunkové a Timovi Gessmannovi předala cenu za přítomnosti spolkového kancléře Olafa Scholze německá ministryně školství a výzkumu Bettina Stark-Watzingerová

sse. Kristině I. Schunkové a Timovi Gessmannovi předala cenu za přítomnosti spolkového kancléře Olafa Scholze německá ministryně školství a výzkumu Bettina Stark-Watzingerová (obr. 2).

(Bk)