

VYUŽITÍ MATLABU PRO OPTIMALIZACI ZÁBĚRU NÁSTROJE PŘI FRÉZOVÁNÍ

J. Daněk^{}, T. Strnad[†], J. Řehoř[†]*

^{*} Katedra matematiky, Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita

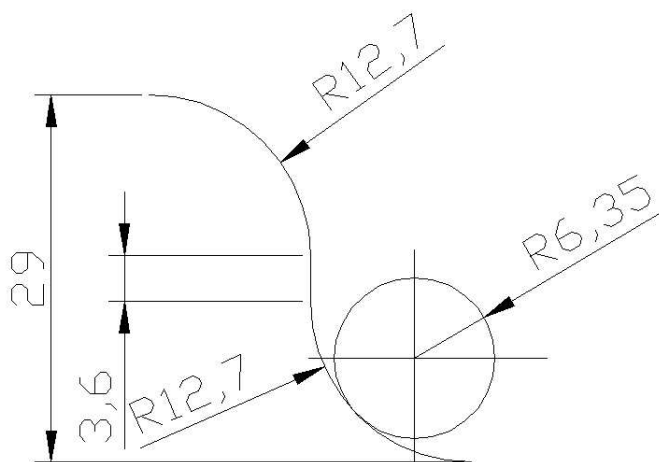
[†] Katedra technologie obrábění, Fakulta strojní, Západočeská univerzita

Abstrakt

Příspěvek se zabývá výpočtem souřadnic polohy frézovacího nástroje s kruhovými vyměnitelnými břitovými destičkami při frézování tvarové plochy řádkovací metodou po vrstevnici. K výpočtu této úlohy byl použit systém MATLAB.

1 Úvod

V rámci řešení projektu “Testování a inovace experimentálního modelu při obrábění tvarových ploch řeznou keramikou v režimu HSC” nastal problém výpočtu souřadnic středu nástroje. Nástroj je dvoubřitá fréza s kruhovými výměnnými břitovými destičkami, použitá metoda frézování je řádkování po vrstevnici. Obrázek 1 ukazuje ideální tvar kolmého řezu obrobenu plo-



Obrázek 1: Ideální konečný tvar obráběného materiálu

chou. Na obrázku je také zobrazena kruhová břitová destička o poloměru $6,35$ mm. Nástroj se při obrábění posouvá pouze ve směru kolmém na řez obrobene plochy. Cílem výpočtu je určit počet a hodnoty souřadnic v ploše řezu, resp. počet přejezdů nástroje a jeho umístění tak, aby co nejdříve vytvořil žádaný tvar plochy.

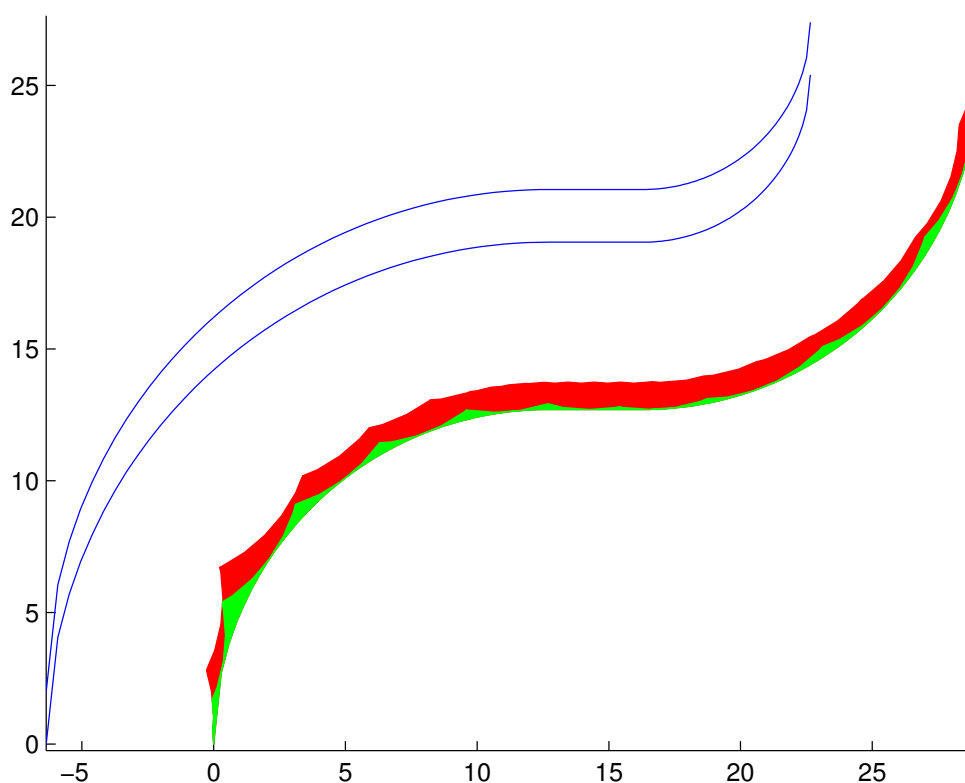
2 Programová realizace

První možností je řešit danou úlohu analyticky, tj. popisovat zájmovou oblast pomocí funkce požadovaného finálního tvaru a analyticky vyjádřených částí kružnic. Pokud vezmeme v úvahu všechny nepřesnosti, které se během vlastního obrábění objeví, je zbytečné hledat řešení přesně. Druhou možností je zájmové oblasti aproximovat po částech lineární funkcí, kde je samozřejmě možné nastavit si velikost kroku diskretizace. Aproximacemi oblastí jsou potom polygony.

Kritériem pro optimalizaci obrábění byl požadavek, aby průřez odřezávané vrstvy byl roven předem dané konstantní velikosti (tento požadavek samozřejmě v obecném případě nelze splnit). Prakticky je tedy nutné určit obsah zadaného polygonu. Zde lze využít funkce MATLABu `polyarea`. Pro řešení úkolu bylo nutné napsat řadu dalších pomocných procedur pro dílčí

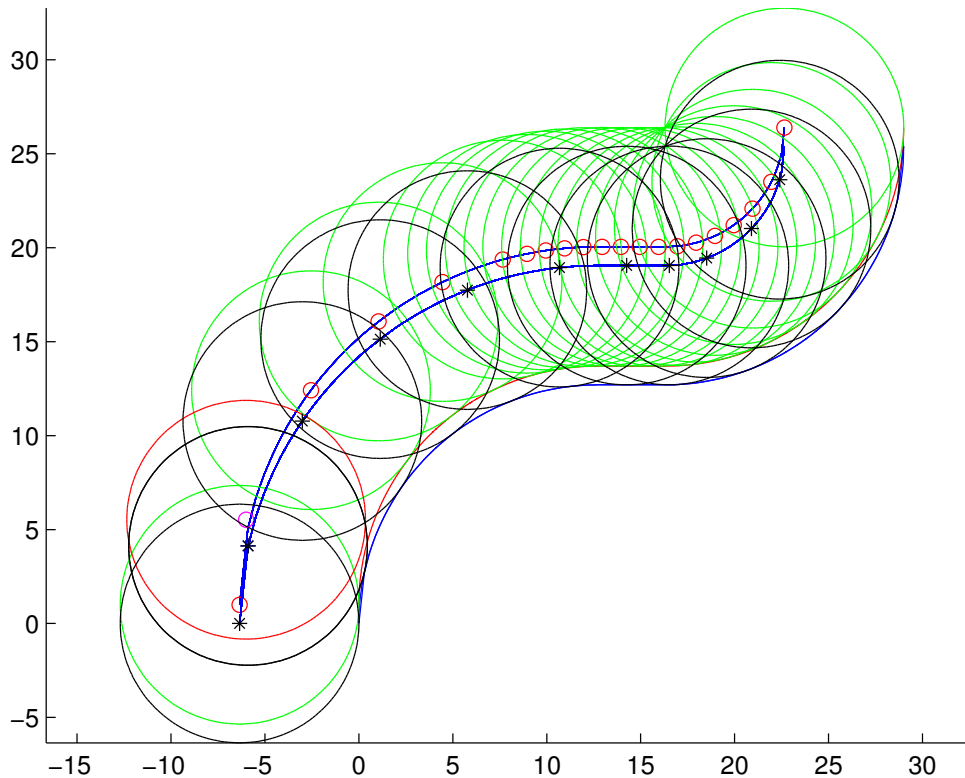
problémy. Abychom mohli určit oblast, která se oddělí, je nutné umět určit průnik dvou polygonů (`prunik_polygonu`), o jednom z nichž víme, že je konvexní, neboť je aproximací kruhu. Abychom v každém kroku znali aktuální tvar obrobku, je nutné umět určit rozdíl dvou polygonů (`rozdil_polygonu`). Pro určení průniku nebo rozdílu polygonů dále vyvstává problém určit průsečíky stran polygonů (`pruseciky_polygonu`). Dalším dílčím problémem je pro zadanou jednu souřadnici středu nástroje (kruhu) určit druhou souřadnici z podmínky, že se nástroj dotkne předepsaného tvaru obrobku, tj. musíme pro zadaný poloměr nástroje umět určit ekvidistantní křivku (procedura `ekvidistanta`). Zde je výhodné využít funkci MATLABu `csapi`, která pro zadanou hodnotu nezávisle proměnné vrací funkční hodnotu kubického spline interpolačního polynomu. Pro názorné grafické zobrazení jsme použili funkci MATLABu `patch`, která vyplní polygon danou barvou.

Uvnitř vlastního algoritmu je řešen problém, kdy je třeba určit souřadnice středu nástroje tak, aby byl odebrán materiál o předem zadané velikosti. Tento požadavek nelze splnit vždy, zejména v situacích, kde se rychle mění požadovaný tvar. V našem případě jde o případy, kdy se obrábí krajní části. V situaci, kdy není možné oddělit materiál předem daného obsahu, se otevře obrázek, ve kterém je vykreslen možný obsah oddělené části v závislosti na poloze frézy. Algoritmus čeká na hodnotu kroku, pro kterou je množství odebíraného materiálu maximální - ta se zadá na základě vykreslené závislosti. V situaci, kdy je možné oddělit materiál předem daného obsahu, se souřadnice středu nástroje určují metodou střelby pro předem zadanou toleranci.



Obrázek 2: Znázornění tvaru obráběného materiálu - červeně označená oblast je ubrána při frézování poslední vrstvy, zeleně označená oblast je konečný tvar, modře jsou označena místa, na kterých musí ležet středy nástroje při frézování předposlední a poslední vrstvy tak, aby byl dodržen požadovaný tvar - tzv. ekvidistantní křivky.

Výstupem algoritmu je výpis souřadnic středů nástroje v jednotlivých vrstvách a výpis velikostí obsahu odpovídajících částí. Vypsání souřadnic jsou v praxi následně zadány do konkrétního obráběcího stroje. Velmi užitečné je grafické znázornění, při kterém jsou názorně ukázány



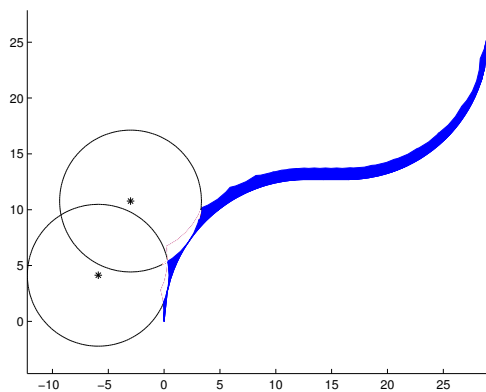
Obrázek 3: Znázornění polohy nástroje - zeleně při frézování předposlední vrstvy, černě - při frézování poslední vrstvy.

jednotlivé kroky frézování. Pro vytvoření animace celého procesu lze využít funkce MATLABu `getframe` a pro její přehrání funkce `movie`. Pro vytvoření souboru ve formátu `.avi` použijeme funkci `movie2avi`. Část animace je znázorněna na obr. 4.

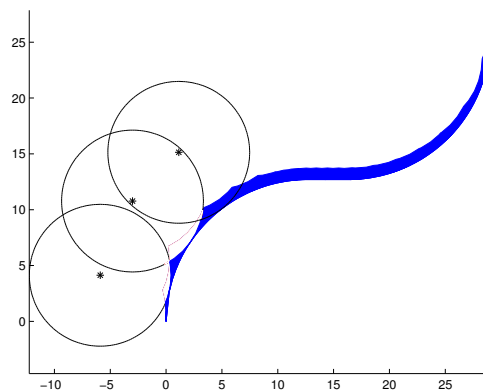
3 Praktické výsledky

Testování a inovace experimentálního modelu vyžaduje měření několika charakteristik řezného procesu v závislosti na řezných podmínkách. Tyto charakteristiky popisují chování soustavy stroj-nástroj-obrobek, což je cílem funkce experimentálního modelu.

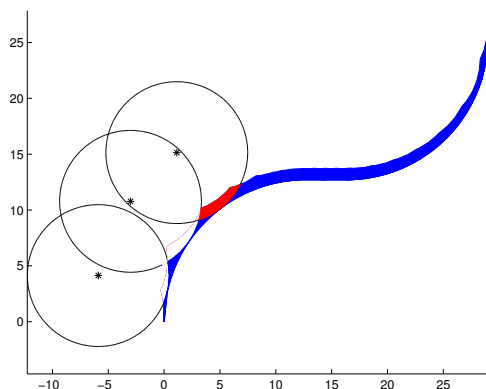
Měřenými charakteristikami jsou řezné síly, chvění a opotřebení nástroje. Aby bylo možné mezi sebou porovnat naměřené hodnoty jedné charakteristiky při různých řezných podmínkách, je nutno zajistit stejné počáteční podmínky experimentu. V tomto případě to je mimo jiné i dodržení stejného průřezu odřezávané vrstvy. Po dodržení této a ostatních počátečních podmínek má vyhodnocení řezných sil, chvění a opotřebení nástroje smysl.



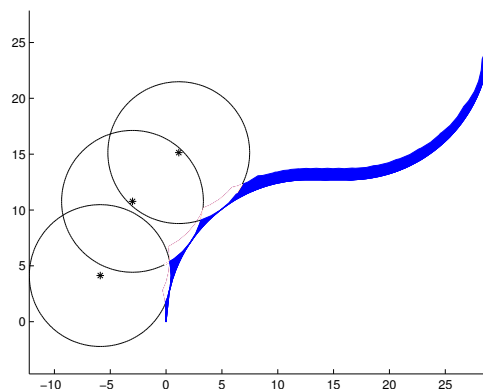
(1)



(2)



(3)



(4)

Obrázek 4: Část animace průběhu frézování poslední vrstvy.

Literatura

[1] <http://www.mathworks.com>

Kontakty

Ing. Josef Daněk, Ph.D.

Katedra matematiky, Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita, Univerzitní 8,
306 14 Plzeň, Česká republika, *E-mail*: danek@kma.zcu.cz

Ing. Tomáš Strnad

Katedra technologie obrábění, Fakulta strojní, Západočeská univerzita, Univerzitní 8,
306 14 Plzeň, Česká republika, *E-mail*: strny@kto.zcu.cz

Ing. Jan Řehoř, Ph.D.

Katedra technologie obrábění, Fakulta strojní, Západočeská univerzita, Univerzitní 8,
306 14 Plzeň, Česká republika, *E-mail*: rehor4@kto.zcu.cz