

Rafał Lis
3D Master
665-554-475
rlis@3dmaster.com.pl

Od modelu CAD do sterowania robotami frezującymi

From the CAD model to the control of milling robot

Technologie komputerowego wspomaganie projektowania i wytwarzania (CAD/CAM) są powszechnie wykorzystywane w przemyśle. Generowanie ścieżek narzędzia odnosi się jednak głównie do obrabiarek CNC – z uwagi na liczne problemy praktyczne, w tym: złożoność kinematyki innych maszyn sterowanych numerycznie, ograniczenia osi obsługiwanych przez systemy CAM, problemy z postprocesingiem, konieczność sprawdzania poprawności programu końcowego oraz wykrywanie błędów i kolizji oraz możliwość ich rozwiązania. W artykule przedstawiono sposób rozwiązania wymienionych ograniczeń, pozwalający na przeprowadzenie wirtualnej obróbki (sterowanie off-line) z wykorzystaniem robota przemysłowego.

The computer-aided design and manufacturing technologies (CAD/CAM) are generally used in the industry. However, the tool paths generation refers mainly to the CNC machine tools – because of many practical problems, including: the complexity of the other numerically controlled machines kinematics, limiting of the axis number supported by the CAM systems, postprocessing problems, the need for validation of the final program and errors/collisions detection and opportunity to resolve them. In this article the solution for these limitations, providing opportunity to perform virtual machining (off-line control) using an industrial robot, was presented.

Wprowadzenie

Wieloosiowe obróbki z wykorzystaniem maszyn sterowanych numerycznie wymagają wygenerowania programu (zwanego często w przypadku obrabiarek CNC kodem G), który będzie określał jednoznacznie pozycje narzędzia w przestrzeni roboczej maszyny i jednocześnie pozwoli na pełne wykorzystanie jej możliwości (w zależności od zadania obróbkowego: wszystkich osi NC, w tym manipulatorów i podajników, oraz dodatkowego oprzyrządowania). Zagadnienie jest jeszcze bardziej złożone w przypadku robotów przemysłowych, które mogą mieć różne konfiguracje i liczbę osi, często wykorzystują osie zewnętrzne (stoły obrotowe i tory jezdne) oraz wymagają w większym zakresie dopasowania programu do rodzaju układu sterowania niż to jest w przypadku obrabiarek CNC, które bazują w dużej mierze na kodzie ISO. Firma 3D Master proponuje rozwiązanie zagadnienia dzięki wykorzystaniu dwóch powiązanych z sobą systemów: ZW3D CAD/CAM oraz Eureka.

Wygenerowanie ścieżki narzędzia to nie wszystko...

Pierwszym etapem procesu wytwarzania z wykorzystaniem technik komputerowego wspomaganie jest wykonanie projektu detalu (przedmiotu obrabianego). Można do tego zagadnienia podejść na dwa sposoby:

- 1) projektowanie części/złożenia od podstaw w systemie CAD,
- 2) wykorzystanie technik inżynierii odwrotnej (pozwalających na digitalizację już istniejących obiektów) i ich ewentualna modyfikacja w systemie CAD.

Skanery 3D firmy Artec są przełomowym rozwiązaniem w dziedzinie inżynierii odwrotnej z uwagi na możliwość skanowania obiektów o różnych kształtach i rozmiarach (bez konieczności montowania stołów obrotowych czy kabin i bez potrzeby nanoszenia markerów) oraz krótki czas skanowania.



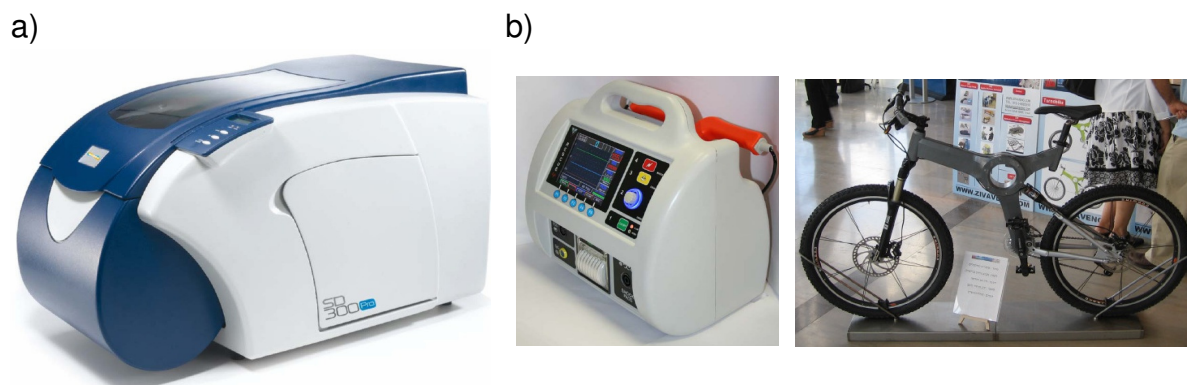
Rysunek 1. Skanowanie figury gipsowej za pomocą skanera 3D firmy Artec [www.skanery3d.eu].

Przed przystąpieniem do generowania technologii warto jest sprawdzić, czy końcowy wyrób będzie spełniał wszystkie wymagania (funkcjonalne, estetyczne, ergonomiczne...). Takie możliwości otwierają technologie szybkiego prototypowania. Pośród wielu metod można odnaleźć technologię druku 3D metodą laminacji arkuszy tworzywa sztucznego (polichlorek winylu – PVC), która zapewnia tworzenie modeli:

- Mocnych i trwałych (odpornych na wodę i światło),
- Przezroczystych,
- Elastycznych i/lub sztywnych,
- Gotowych do ewentualnej dodatkowej obróbki mechanicznej (szlifowania, frezowania, toczenia, wiercenia...) i malowania.

Drukarki 3D SD-300 Pro firmy Solido (rys. 2) charakteryzują niskie koszty zakupu urządzenia i samego procesu drukowania, biurowy charakter (z uwagi na małe gabaryty drukarki, która może stać na biurku jak zwykła drukarka, brak oparów, kurzu

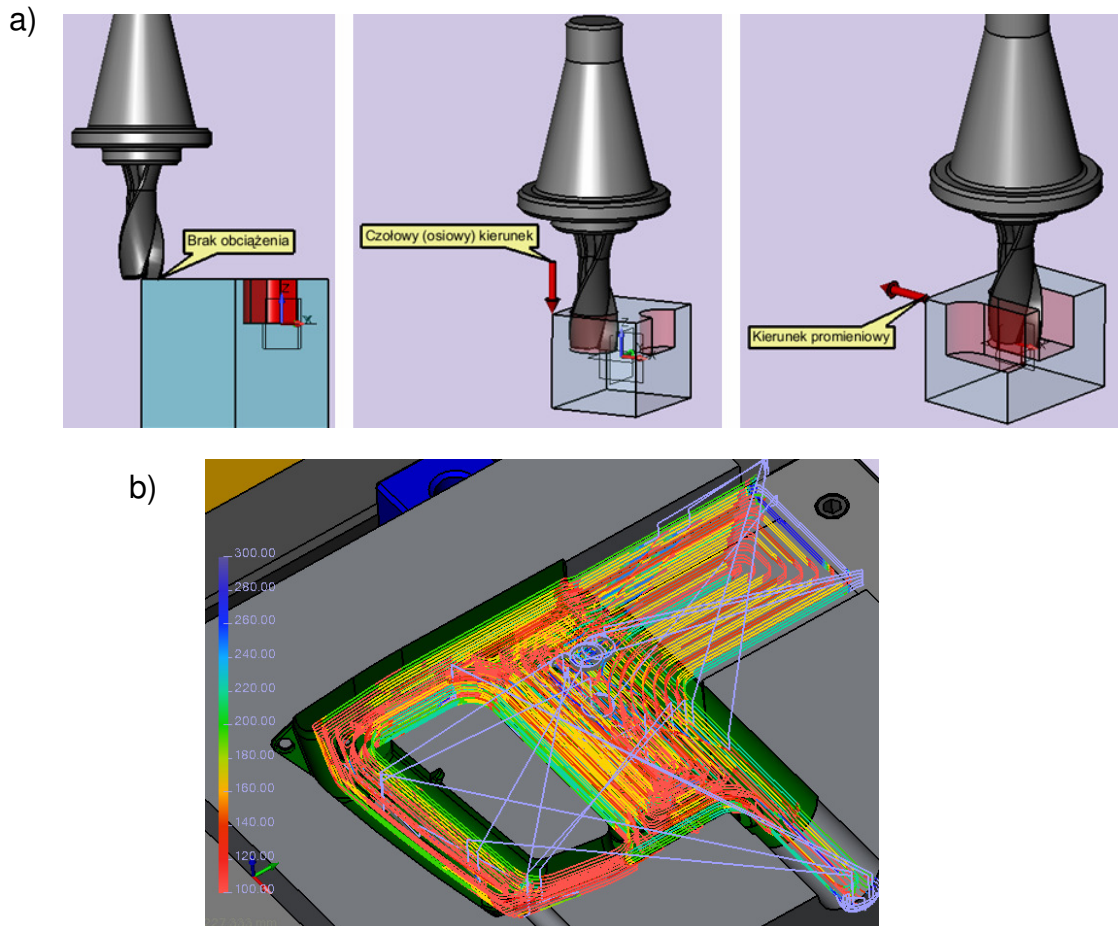
czy konieczności stosowania kąpieli chemicznych), prostota obsługi i niezawodność.



Rysunek 2. Drukarka 3D firmy Solido (a) oraz przykłady modeli użytkowych wydrukowanych z jej pomocą (b) [www.drukarka3d.pl].

Po etapie testowania prototypu można przystąpić do projektowania technologii wytwarzania. Wiele zalet i możliwości zapewnia wykorzystanie robotów przemysłowych do frezowania. Należy jednak również pamiętać o wymaganiach i ograniczeniach metody.

Istnieje wiele systemów CAD/CAM, które umożliwiają wygenerowanie ścieżki narzędzia dla obróbek od 2,5 do 5 osi NC. Niektóre systemy pozwalają również na obsługę dodatkowych osi NC. Jeśli jednak program ma być użyteczny do sterowania robotem, należy pamiętać o kilku ważnych aspektach. Po pierwsze, z uwagi na niszowe zastosowania i duże możliwości kinematyczne robotów, wykorzystywane modele CAD przedmiotu obrabianego mogą mieć różną formę: od modeli bryłowych, przez powierzchniowe, do modeli szkieletowych i hybrydowych. Dane źródłowe mogą być również chmurą punktów, pochodzącą ze skanowania rzeczywistego obiektu za pomocą skanera 3D lub współrzędnościowej maszyny pomiarowej. Po drugie, roboty frezujące charakteryzują się względnie małą sztywnością (w odniesieniu do obrabiarek), z tego względu niezbędna jest możliwość kontroli obciążenia narzędzia (zarówno promieniowego jak i osiowego) oraz kontroli posuwu (rys. 3), umożliwiającej płynne przejścia i zmiany kierunku ruchów (również w technologii HSM). Wszystkie te wymagania spełnia zintegrowany system ZW3D CAD/CAM.



Rysunek 3. Różne przypadki obciążenia narzędzia (a) i mapa posuwów uzależnionych od warunków pracy narzędzia (wartości przedstawione kolorami, legenda po lewej stronie) (b) [www.cadcamsoft.pl].

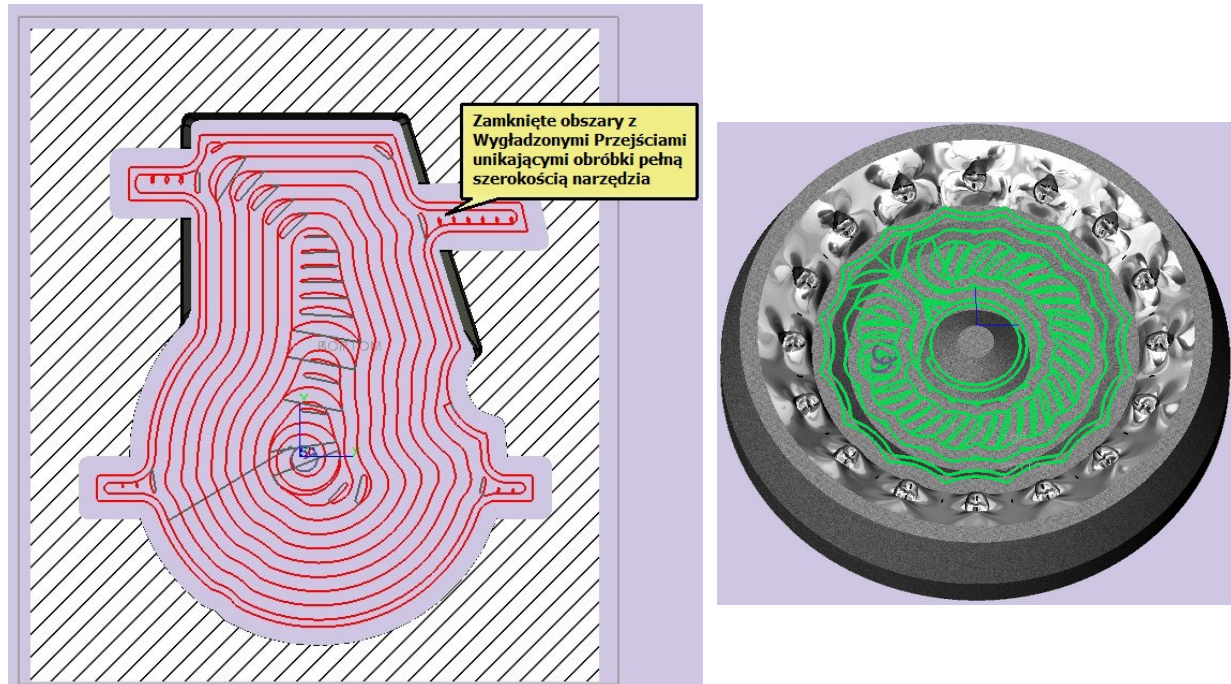
Wśród korzyści wynikających ze stosowania Zaawansowanej Kontroli Posuwów należy wymienić:

- zmniejszenie obciążenia maszyny
- wydłużenie żywotności narzędzia

Niezwykle przydatna w przypadku frezowania twardych materiałów i pracy na mało sztywnych obrabiarkach/robotach jest technologia SmoothFlow (rys. 4). Charakteryzuje się ona optymalizacją ścieżki narzędzia pod kątem stabilności warunków skrawania (głównie objętości materiału usuwanego przez narzędzie, z tego względu jest głównie wykorzystywana w obróbkach zgrubnych).

Do korzystnych aspektów stosowania technologii SmoothFlow należy:

- stały kąt opasania narzędzia (większa żywotność narzędzia)
- mniejsze obciążenie zespołów maszyny
- stała grubość wióra
- równomierne pole temperatur (mniejsze ryzyko odkształceń termicznych detali)



Rysunek 4. Ścieżki narzędzia wygenerowane z wykorzystaniem technologii SmothFlow w ZW3D [www.cadcamsoft.pl].

Dodatkowo system ZW3D wyróżnia:

Własne jądro

- Pierwsze dostępne jądro hybrydowe
- Niezależność (Parasolid / ACIS)

Wysoka spójność

- Rdzenna technologia od ZW3D
- Jedna baza danych, brak elementów pośrednich

Parametryczny CAD

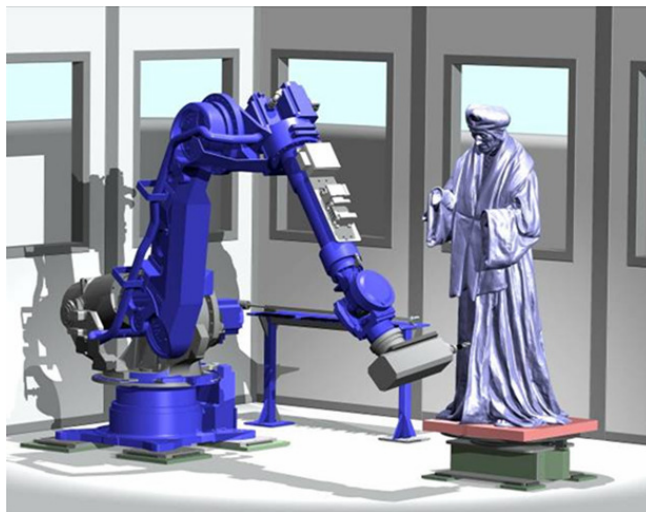
- Szkicownik 2D, szkic 3D, chmura punktów
- Otwarte kształty / modelowanie konturowe
- Elementy blaszane
- Operacje morficzne
- Powierzchnie klasy A
- Rendering
- Arkusze 2D z wieloma standardami

Zaawansowany CAM

- Zintegrowany CAM, wsparcie dla cech
- Frezowanie 2-5 osi, taktyki obróbki otworów
- HSM, zaawansowana kontrola posuwów
- Wczytanie i symulacja programów NC
- Generator postprocesorów

Programowanie off-line robotów

Przejęcie z systemu CAD/CAM do wirtualnej obróbki odbywa się za pomocą pliku pośredniego (CL data). Programowanie off-line (poza stanowiskiem pracy) ma kilka zalet, w tym możliwość sprawdzenia poprawności programu w warunkach bardzo zbliżonych do rzeczywistych bez potrzeby blokowania stanowiska na czas testów. Dodatkowe korzyści, wynikające z wykorzystania robotów przemysłowych do zadań obróbkowych, to: duże przestrzenie robocze, różne zastosowania tego samego stanowiska (do obróbki skrawaniem, szlifowania, itp.), duża elastyczność, maksymalna swoboda ruchów oraz kompleksowa obróbka w jednym ustawieniu. Jest to zatem stosunkowo niewielka inwestycja przy jednoczesnym wykorzystaniu nowoczesnych technologii. Rysunek 5 przedstawia symulator robota podczas frezowania zeskanowanego posągu.



Rysunek 5. Symulator robota frezującego ze stołem obrotowym [www.roboris.pl].

System Eureka zapewnia nie tylko możliwość symulacji obróbki, ale również wykrywania problemów (kolizji, przekroczenia dopuszczalnych zakresów ruchu czy przyspieszeń) oraz zawiera inteligentne i interaktywne narzędzia korekcji zachowania robota.

Podsumowanie

Proponowane rozwiązanie z wykorzystaniem systemu ZW3D i Eureka może znaleźć zastosowanie m.in. w metodach rapid prototyping (szybkiego prototypowania), obróbce miękkich materiałów (pianki, drewna, laminatów) lub przycinaniu komponentów z kompozytów. Połączenie zalet systemu CAD/CAM oraz systemu do wirtualnej obróbki zapewnia programowanie off-line (obrabiarek CNC i robotów) do obróbki skrawaniem, spawania, wycinania wodą, skanowania lub też klejenia warstw. Więcej informacji na www.cadcamsoft.pl oraz www.roboris.pl