

Wpływ postprocesora CAM/OSN na efektywność wytwarzania

The influence of CAM / CNC postprocessor on production efficiency

ADAM ZALEWSKI
SERGIUSZ SOBIESKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016

Postprocesor zamienia uniwersalny format zapisu obróbki w CAM na program sterujący obrabiarką. Pozwala na uwzględnianie indywidualnych cech OSN. W pracy opisano wybrane możliwości postprocesorów i przykłady nowych rozwiązań, które mogą w zasadniczy sposób ułatwić integrację CAM/OSN i zwiększyć efektywność wytwarzania.

SŁOWA KLUCZOWE: integracja CAM/CNC, postprocesor, STEP-NC

The postprocessor converts universal format for processing in CAM on the machine tool control program. It allows you to take into account the individual characteristics of CNC. The study describes some possibilities postprocessors and examples of new solutions that can significantly facilitate the integration of CAM / CNC and increase production efficiency.

KEYWORDS CAM/CNC Integration, postprocessor, STEP-NC

Większość obrabiarek sterowanych numerycznie (OSN) na świecie jest programowanych za pomocą programów komputerowo wspomaganego wytwarzania (CAM). Oprogramowanie CAM jest uniwersalne, natomiast OSN są rozwiązaniami dedykowanymi, które występują w wielu odmianach, posiadają szereg parametrów i funkcji specjalnych, konfigurowanych dla potrzeb konkretnego użytkownika. Dostarczone nawet od tego samego producenta, różnią się rozwiązaniami napędów, układów konstrukcyjnych, wersjami układów sterowania i parametrami ustawianymi przez serwis, czy trybami pracy wybieranymi przez użytkownika. Biorąc pod uwagę coraz bardziej skomplikowaną budowę OSN oraz coraz bardziej zaawansowane programowanie CAM, prawidłowe dopasowanie obu tych elementów ma kluczowe znaczenie [1].



rys. 1 Typowy przepływ danych od CAM do OSN

Przepływ danych (rys. 1) do obróbki na OSN, zaczyna się od zdefiniowania toru narzędzia w systemie CAM, który dalej jest zapisywany w pliku pośrednim (uniwersalnym formacie zapisu preferowanym w zależności od producenta CAM (np. APT (Catia), CL-Data (NX), NCI (Mastercam)). Postprocesor zamienia ten zapis na program sterujący obrabiarką (NC) [2].

Aby lepiej scharakteryzować rolę postprocesora, warto zwrócić uwagę na sposób programowania OSN, zwłaszcza na elementy ułatwiające elastyczne powiązanie CAM i OSN. Popularny format programu NC oparty na normie ISO 6983 pozwala na jednoznaczne definiowanie drogi i prędkości narzędzia. Jest czytelny dla operatora i dość łatwy w edycji. Opracowany przez postprocesor na podstawie danych z CAM, liczy czasem wiele tysięcy linii (bloków). Nie pozwala to na łatwą zmianą zdefiniowanego tak toru ruchu narzędzia, ale daje pewne możliwości parametryzacji (modyfikacji na poziomie OSN) zabiegu obróbki kolejnych części. Można to realizować użyciem np.:

- korekcji 2D promienia oraz „zużycia” narzędzia (G41/G42);
- korekcji narzędzia 3D, (oprócz współrzędnych X,Y i Z punktu końcowego bloku, muszą te bloki zawierać także komponenty NX, NY i NZ wektora normalnego do obrabianej powierzchni, a czasem dodatkowo wektor: TX, TY i TZ, który określa ustawienie narzędzia w przestrzeni);
- korekcji długości narzędzia;
- zmiany punktu bazowego i dynamicznej zmiany układu współrzędnych (dla obrabiarek wieloosiowych) - zdefiniowany w CAM, wyznacza jednoznacznie współrzędne geometryczne toru narzędzia względem umownego punktu (bazy przedmiotu obrabianego). Uruchamiając program na maszynie decyduje się o jego faktycznym położeniu w przestrzeni obróbkowej i orientacji związanego z nim układu współrzędnych.
- podprogramów, makr, cykli obróbkowych i pomiarowych, łatwo zmienianych parametrów wpływających na pracę narzędzia, itd.

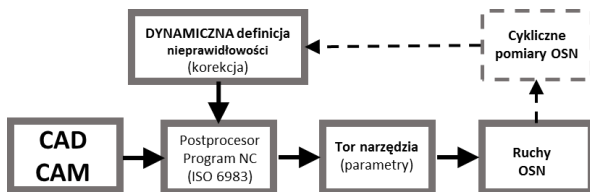
Adaptacja pracy OSN za pomocą postprocesora

Postprocesor pozwala na programowanie OSN w trybie off-line. Jest on indywidualnie dopasowywany do konkretnej OSN, można więc w nim wbudować dodatkowe funkcje, których nie musimy wtedy uwzględniać w CAM. Dotyczy to często dodatkowych ruchów pomocniczych obrabiarki, uwzględniających bezpieczeństwo bezkolizyjnej pracy OSN i wygodę obsługi. W bardziej zaawansowanych rozwiązaniach postprocesor może korygować błędy systematyczne, zidentyfikowane wcześniej na OSN. Podejście to ma jednak zasadniczą wadę: brak automatycznego dostosowania się do zmian warunków obróbki i wymóg pracy OSN według niejako globalnego i niezmiennego układu współrzędnych (od niego jest realizowany program i są wznoszone poprawki).

Ciekawym przykładem jest podejście opisane w artykule [3]. Autorzy na podstawie badań pięcioosiowej frezarki pionowej opracowali macierz błędów związanych z niedokładnością geometryczną, sztywnością, odkształceniami termicznymi i kinematyką OSN. Rozwiązanie zadania kine-

* dr inż. Adam Zalewski, a.zalewski@wip.pw.edu.pl, Politechnika Warszawska; mgr inż. Sergiusz Sobieski, ssobieski@tizimplements.com, TIZ Implements

matyki odwrotnej (za pomocą notacji D-H) pozwoliło na wprowadzanie korekcy 3D położenia narzędzia za pomocą postprocesora, na etapie tworzenia przez postprocesor kodów NC (rys. 2). Algorytm zakłada możliwość aktualizacji macierzy błędów, a tym samym dostosowania pracy postprocesora do aktualnych wymagań pracy OSN. Przeprowadzone próby wykazały wzrost dokładności obróbki. Wydaje się to znacznie bardziej elastycznym „programowaniem adaptacyjnym” niż tradycyjne podejście, jednak w dalszym ciągu jest to programowanie off-line. Jeżeli macierz błędów nie będzie aktualna, program NC nie będzie efektywny.



rys. 2 Konceptcja poprawy efektywności obróbki na podstawie [3],

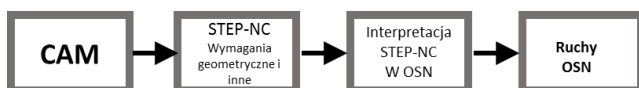
Zamiast klasycznego postprocesora

Na etapie opracowywania technologii obróbki i tworzenia programów NC stosuje się różne formy symulacji procesu w oparciu o plik pośredni. Program Mori-APT firmy DMG/Mori Seiki zastępuje pracę postprocesora importując plik pośredni z różnych systemów CAM, przetwarza go na kod NC (rys. 3), który pozwala na uruchomienie obróbki na różnych obrabiarkach tej firmy [4]. Mori-APT zawiera dodatkowe oprogramowanie do symulacji obróbki na wirtualnej obrabiarkie i wykrywanie kolizji. Podejście to ma oczywiste zalety: opracowany moduł interpretacji pliku pośredniego jest dostarczany przez producenta OSN, dostosowany do konfiguracji, kinematyki i wymagań obrabiarek. Ma własny mechanizm zabezpieczenia przed kolizjami. Zwalnia dostawców CAM z konieczności opracowania i testowania nowego postprocesora. Umożliwia współpracę z różnymi systemami CAM. Ułatwia przeniesienie gotowej technologii zapisanej w pliku pośrednim na różne OSN. Umożliwia uzupełnianie danych (jeśli nie ma ich w pliku pośrednim) na potrzeby pracy konkretnej OSN.



rys. 3 Uniwersalny program dostarczony z obrabiarką (Mori-APT) programuje obróbkę na podstawie pliku pośredniego.

Od wielu lat do wymiany modeli 3D w wersji elektronicznej między systemami CAD stosowany jest format STEP (Standard for Exchange of Product model). W obszarze technologii rozwijany jest format STEP-NC [4]. Opis ten koncentruje się na cechach geometrycznych i technologicznych. W odróżnieniu od opisu toru narzędzia charakterystycznego dla ISO 6983, STEP-NC (oparty na wielu normach zawartych w ISO 14649 i ISO 10303-23) zawiera dane geometryczne oraz dodatkowe informacje np.: co należy wykonać (cechy technologiczne), w jakiej kolejności, jaką strategią (opcjonalnie), jakim narzędziem, jakie są wymagania jakości i dokładności powierzchni po obróbce. Opis wyznacza niejako plan wytwarzania części na poziomie produkcji (OSN), który w intencji twórców ma zastąpić w przyszłości zapis programu NC (ISO 6983). Przy okazji warto wspomnieć o ISO 10303-240, który



Rys. 4 Przepływ danych z CAM do OSN za pomocą STEP-NC

definiuje format zapisu części w odniesieniu do planowania produkcji w ujęciu przedsiębiorstwa [5].

Zapis technologii w postaci STEP-NC, będzie na obrabiarkie interpretowany w postaci kolejnych zadań (zabiegów) do wykonania dostępnymi na OSN narzędziami, strategiami i warunkami obróbki (rys. 4). Parametry skrawania i liczba przejść narzędzi może być na tym etapie zmieniona. Idąc dalej, w kolejnej obrabianej sztuce w serii można będzie oczekiwać zmiany technologii obróbki, jeśli pomiary narzędzi czy przedmiotu obrabianego w trakcie wytwarzania będą tego wymagały (W kodzie ISO 6983 wykorzystuje się sondy do pomiaru przedmiotu obrabianego i jeżeli zmierzony wymiar nie spełnia oczekiwań, zabieg obróbki może być powtórzony, z uwzględnieniem poprawki np. zmienionej korekcji narzędzia). Step-NC rozszerza opis narzędzia, detalu i technologii w stosunku do ISO [6]. Powinien zredukować znacząco wkład pracy technologa. OSN będzie wymagała mniej szczegółowych instrukcji i danych do efektywnego wytwarzania. W przypadku nieprawidłowości, więcej zmian kryteriów i warunków obróbki będzie można zrobić na poziomie OSN. Opis cech technologicznych niepokoi jednak możliwością interpretacji np. ze względu na trudny do szacowania czas obróbki, jakość itd. Z kolei daje szansę wytwarzania w najlepszy sposób w odniesieniu do konkretnej OSN (OUPN) w danych warunkach.

Podsumowanie

Współczesny park maszyn sterowanych numerycznie jako człon wykonawczy produkcji, musi być optymalnie zintegrowany ze strukturą planowania, projektowania procesów technologicznych i programowania obróbki w przedsiębiorstwie. Powiązanie OSN z środowiskiem CAM może być obecnie realizowane na trzy sposoby: postprocesor i kody ISO, pliki pośrednie oraz STEP-NC. Pierwszy z nich jest dominujący, pozostałe rozwijają się powoli. Szersze wprowadzenie bezpośredniej interpretacji w OSN pliku pośredniego radykalnie poprawiłoby integrację CAM i OSN i zwiększyłoby efektywność wytwarzania w oparciu o tradycyjną formę (ISO) definiowania drogi narzędzia. STEP-NC z kolei ma szansę na ustanowienie kolejnego etapu w rozwoju OSN zarówno jeśli chodzi o integrację, jak i o swoistą autonomię i „inteligencję wytwarzania” na OSN.

Podziękowanie

Badania realizowane w ramach Projektu "System ekspercki projektowania procesu obróbki skrawaniem elementów lotniczych - CYBERTECH", Nr POIR.01.02.00-00-0013/15, Program Operacyjny Inteligentny Rozwój.

LITERATURA

- Zalewski A. „The concept of feedback from numerical controlled machine tool to the CAM program”, *Advances in Manufacturing Science and Technology*, Vol. 35, No. 2, 2011
- Chrzanowski J., Wypysiński R., „Postprocessor – niezbędny łącznik między systemami CAM a obrabiarką NC”, *Inżynieria Maszyn*, R. 17, z. 2, 2012
- Kvrgi V., Dimic Z., Cvijanovic V., Vidakovic J., Kablar N. „A control algorithm for improving the accuracy of five-axis machine tools”, *International Journal of Production Research*, p. 2983-2998, 26 Nov 2013, <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.858194> (dostęp: 18.05.2016 r.).
- „Customizable postprocessor for CAM packages”, DMG/Mori Seiki USA Inc., *Modern Machine Shop*, September 2013, p. 204, www.mmsonline.com, (dostęp: 18.05.2016 r.).
- Xun X., Nee A.Y.C. „Advanced Design and Manufacturing Based on STEP”. Springer – Verlag London Ltd. 2009
- Pobożniak J. „Automation of CNC machine tool programming using STEP-NC (ISO 14649)”, *Applied Mechanics and Materials* Vol. 656 (2014) pp 206-214