
WYBRANE PROBLEMY INŻYNIERSKIE

NUMER 2

INSTYTUT AUTOMATYZACJI PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH
I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW WYTWARZANIA

Daniel RECLI^{*}, Paweł KACZMARCZYK

Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów
Wytwarzania, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska, Gliwice

^{*}daniel.reclik@polsl.pl

PROJEKT MECHATRONICZNEGO INTERFEJSU PROGRAMOWANIA ROBOTÓW ON-LINE TYPU FANTOM DOSTOSOWANEGO DO APLIKACJI FANUC ROBOTICS - CZĘŚĆ MECHANICZNA

Streszczenie: Celem realizowanej pracy jest zaprojektowanie oraz wykonanie części mechanicznej fantoma dostosowanego do robotów przemysłowych FANUC ARCMate100iB, dzięki któremu będzie możliwe programowanie fizycznego manipulatora metodą "teaching by showing" - nauczanie przez pokazywanie. W artykule przedstawiono etapy prac, które pozwoliły w rezultacie na utworzenie części mechanicznej urządzenia. Są to: zaprojektowanie modelu CAD robota, przystosowanie modelu CAD do umieszczenia w nim urządzeń pomiarowych w postaci liniowych rezystorów regulowanych klasy laboratoryjnej (pomiar kąta metodą absolutną). Kolejne podpunkty artykułu opisują proces wydruku 3D elementów konstrukcyjnych modelu za pomocą metody szybkiego prototypowania FDM. Po wykonaniu wydruku modelu fantoma konieczne było usunięcie elementów podporowych pozostałych po procesie drukowania. W dalszej części wykonano lakierowanie elementów, a następnie, precyzyjny montaż elementów pomiarowych i okablowania. Ponieważ etapy te były bardzo ważne z punktu widzenia ostatecznego montażu podzespołów funkcjonalnych fantoma, zatem zostały szczegółowo opisane i zilustrowane dokumentacją zdjęciową. Całość pracy zamykają wnioski wynikające ze zdobytego podczas realizacji projektu doświadczenia.

1. Wstęp

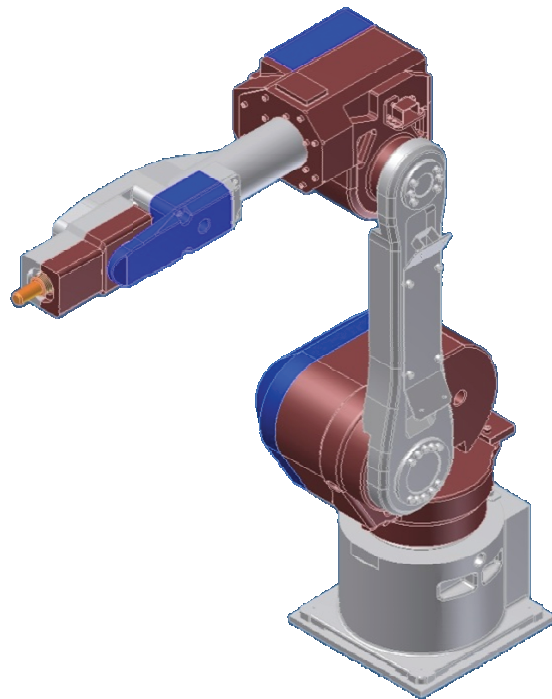
W przemyśle spawalniczym bardzo często stosuje się roboty firmy FANUC. Model AM100iB jest robotem dedykowanym do zastosowań spawalniczych [1]. Bardzo ważną częścią obsługi robota przemysłowego jest jego umiejętne programowanie. Interfejs programowania robota powinien być przyjazny użytkownikowi, oraz umożliwić szybkie oraz łatwe programowanie. Obecnie istnieje wiele metod programowania robotów, jedną z nich jest "teaching by showing", czyli nauczanie przez pokazywanie [1,2]. Metoda ta jest rzadko wykorzystywana ze względu na rozwijające się możliwości komputerów oraz coraz lepsze oprogramowanie do tworzenia programów w trybie OFF-LINE [1,3]. Jednak do celów dydaktycznych, pokazujących inne, dawniej stosowane metody ułatwiające programowanie

robota bez fizycznego wyłączenia go z procesu produkcji, nadaje się bardzo dobrze. Ponieważ wyprodukowane fantomy (głównie w USA) nie odzwierciedlają posiadanych, współczesnych robotów, postanowiono wykonać własny model robota Fanuc ARCMate100iB, a następnie wyposażić go w urządzenia pomiarowe, które wraz z odpowiednim oprogramowaniem będą tworzyły fantoma.

W artykule przedstawione zostały kolejne etapy prac wykonanych przy projektowaniu oraz wytworzeniu modelu robota AM100iB, który umożliwi programowanie jego oryginalnego przemysłowego odpowiednika.

2. Prace projektowe

Pierwszym etapem było wykonanie modelu robota w zaawansowanym programie graficznym klasy CAD. Należało zwrócić uwagę na przystosowanie modelu do umieszczenia w nim elementów pomiarowych - potencjometrów precyzyjnych, a także odpowiednie zaprojektowanie pokryw oraz ich mocowań. Skala modelu została przyjęta na 1:4, kryterium jej wyboru było rozmieszczenie elementów pomiarowych wewnątrz modelu oraz łatwość obsługi, która w przypadku zbyt małego obiektu byłaby znacząco utrudniona. Ostatecznie przyjęta skala jest kompromisem pomiędzy kosztem wytworzenia a niezbędnymi walorami użytkowymi. Podczas projektowania szczególną uwagę należało zwrócić na poszczególne wymiary elementów konstrukcyjnych modelu, gdyż kolejnym etapem było wydrukowanie go metodą szybkiego prototypowania FDM. Na rysunku 1 przedstawiono wykonany model.

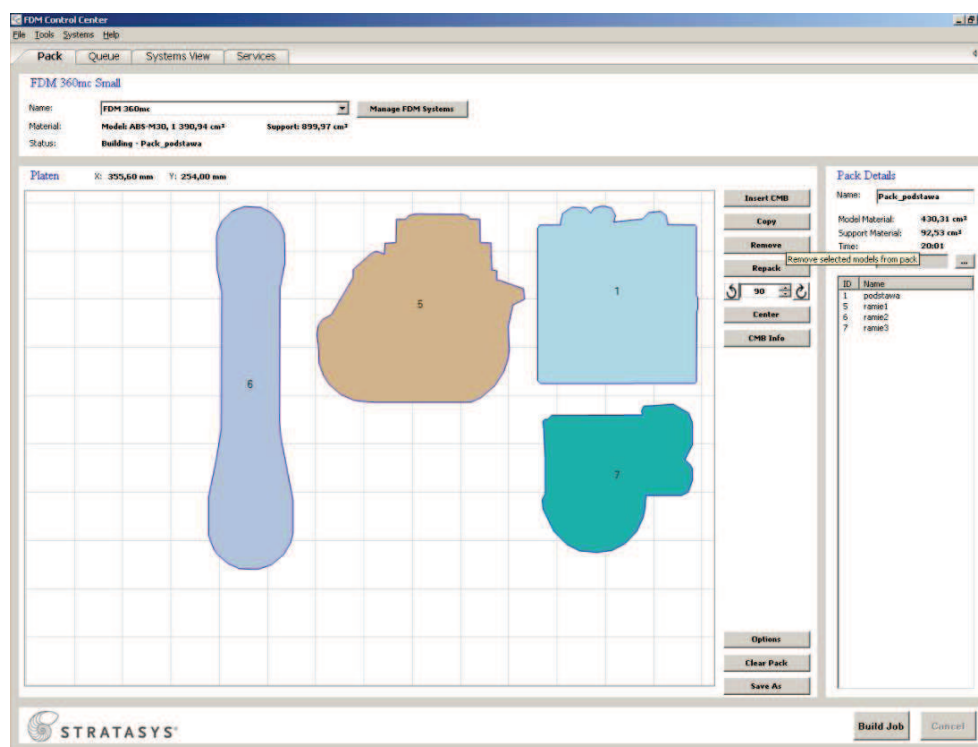


Rys.1. Model CAD robota przemysłowego FANUC AM100iB w skali 1:4

Fig.1. Industrial robot FANUC AM100iB CAD model in 1:4 scale

3. Wytwarzanie modelu metodą szybkiego prototypowania

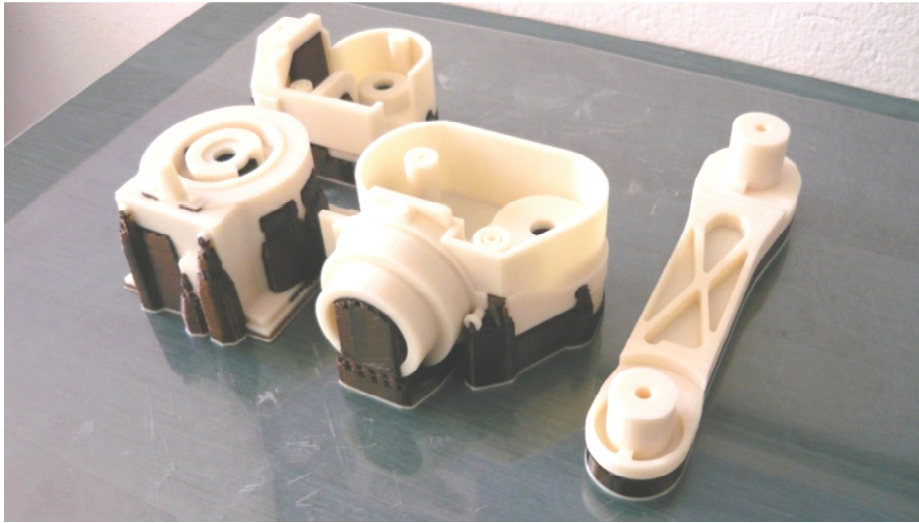
Po przeprowadzeniu prac projektowych przystąpiono do wykonania modelu. Zostało do tego celu wykorzystane urządzenie szybkiego prototypowania FDM 360mc firmy Stratasys znajdujące się w Instytucie Automatyzacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania. Przed przystąpieniem do wydruku fantoma należało przeprowadzić analizę przygotowanych elementów w celu wykluczenia błędów podczas procesu drukowania. Następnie dokonać eksportu elementów do formatu STL, który jest obsługiwany przez program sterujący pracą urządzenia. Następnym krokiem jest odpowiednie umieszczenie elementów w przestrzeni roboczej drukarki. Optymalne rozmieszczenie oraz orientacja części w przestrzeni to bardzo istotny aspekt przygotowania do procesu druku. Wynika to z faktu, że podczas tworzenia elementu przez urządzenie nakładane są kolejne warstwy uplastycznionego ABSu. Warstwowość nakładania materiału skutkuje tym, że powierzchnie prostopadłe do płaszczyzny roboczej urządzenia charakteryzują się większą dokładnością wykonania oraz szczegółowością. Jest to ważne w przypadku powierzchni, które muszą ze sobą współpracować. Rysunek 2 przedstawia rozmieszczenie elementów w przestrzeni roboczej urządzenia.



Rys.2. Rozmieszczenie elementów w obszarze roboczym urządzenia
Fig.2. The elements location in the workspace of the FDM device

Na wytworzenie wszystkich elementów urządzenie FDM 360mc potrzebowało 38 godzin. Ze względu na tak długi czas trwania procesu podzielono go na 2 etapy, aby nieoczekiwanie przerwanie pracy urządzenia nie powodowało utraty wszystkich elementów. Na rysunku 3 pokazano gotowe elementy. Jak widać na ilustracji należy jeszcze usunąć zbędny materiał

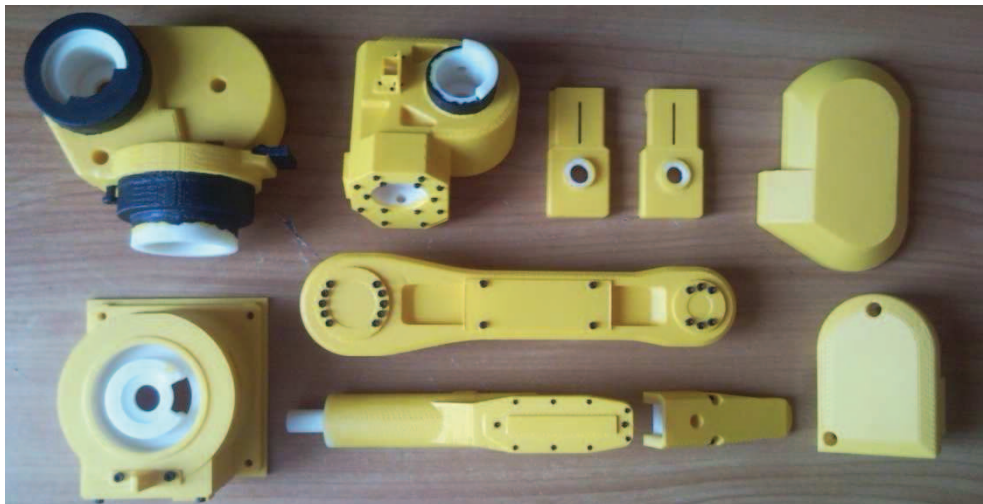
podporowy. W tym celu zostały one umieszczone w myjce ultradźwiękowej zawierającej roztwór rozpuszczający ten materiał na ok. 8 godzin.



Rys.3. Rozmieszczenie elementów w obszarze roboczym urządzenia FDM
 Fig.3. The elements location in the workspace of the FDM device

4. Lakierowanie elementów składowych fantoma

W celu poprawy wyglądu zewnętrznego modelu pomalowano gotowe elementy na kolor odpowiadający oryginałowi. Do malowania użyto akrylowych farb modelarskich o podwyższonej odporności na ścieranie. Dla uzyskania odpowiedniego pokrycia powierzchni nałożono 3 warstwy tej farby. Pomalowane elementy składowe modelu robota widoczne są na rysunku 4. Podczas malowania pominięte zostały powierzchnie współpracujące, gdyż farba obecna na tych fragmentach może wpływać na zacieranie się przegubów modelu.



Rys.4. Elementy modelu robota po procesie lakierowania
 Fig.4. The robot's elements after painting process

5. Montaż oraz okablowanie przygotowanych elementów

Ostatnim etapem prac było złożenie, umieszczenie czujników oraz okablowanie modelu. Przed przystąpieniem do tej części prac należało nagwintować przeznaczone do tego celu otwory jak też przeszlifować powierzchnie współpracujące w celu zminimalizowania tarcia między nimi. Kolejne etapy prac montażowych wraz z okablowaniem pokazano na rysunku 5.



*Rys.5. Kolejne etapy prac montażowych
Fig.5. The next stages of the submissionsl*

Dzięki zastosowaniu śrub dociskowych na każdej z osi swobody robota możliwe jest dobranie siły potrzebnej do przemieszczenia każdego z poszczególnych jego ramion.

6. Podsumowanie

Po wykonaniu wszystkich niezbędnych prac model robota został umieszczony na tymczasowej platformie podtrzymującej. Następnymi etapami pracy będzie opracowanie elektronicznego układu pomiarowego oraz programu komputerowego integrującego działanie modelu z prawdziwym robotem. Na rysunku 6 przedstawiono wykonaną część mechaniczną fantoma. Model ten umożliwi programowanie robota FANUC ARC Mate 100iB bez konieczności wgłębiania się w strukturę kodu programu. Jest to co prawda ograniczona metoda programowania, lecz dzięki niej można w łatwy sposób zobrazować działanie programu jak i sam proces programowania osobom rozpoczynającym działania w tej dziedzinie. Dzięki temu opisany projekt przyczynia się do zrozumienia zagadnienia programowania robotów.



Rys.6. Gotowy model robota FANUC ARCMate 100iB w skali 1:4
Fig.6. Finished robot model FANUC AM100iB in 1:4 scale

Literatura

1. Kost G.G.: Programowanie robotów przemysłowych. Gliwice: WPŚ, 1996.
2. Craig J.J.: Wprowadzenie do robotyki. WNT, Warszawa 1993.
3. Honczarenko L.: Roboty przemysłowe. Budowa i zastosowanie. WNT, Warszawa 2004.

MECHATRONIC INTERFACE PROJECT OF ON-LINE ROBOT PROGRAMMING OF FANTOM TYPE ADJUSTED TO FANUC ROBOTICS APPLICATION- MECHANICAL PART

Summary: The aim of this study is to design and create a phantom for industrial FANUC AM100iB robot through programming its equivalent by the “teaching by showing” method. This article presents the work stages of implementation which allow for creating the mechanical items of the device. These are as follows: CAD robot model design, adaptation for mounting measuring devices and manufacturing methods, printout of structural model parts using the FDM rapid prototyping method, removal the supporting material remaining after the printout, part’s painting, work finishing for submission of all parts, the process of assembling parts measurement and phantom wiring, making all parts as the final model.