

Opogramowanie metrologiczne współrzędnościowych maszyn pomiarowych w praktyce działalności IZTW

Metrology software for coordinate measuring machines
in practice of The Institute of Advanced Manufacturing Technology

JACEK GOGÓL
JANUSZ FRAN CZAK*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2019.1.2>

Opisano historię programów pomiarowych do obsługi współrzędnościowych maszyn pomiarowych (WMP), wdrożonych w trakcie kilkudziesięcioletniej działalności Instytutu Zaawansowanych Technologii Wytwarzania – IZTW (dawniej: Instytutu Obróbki Skrawaniem – IOS) w zakresie produkcji, użytkowania i modernizacji WMP.

SŁOWA KLUCZOWE: WMP, oprogramowanie metrologiczne

The history of the implemented measuring programs for the operation of coordinate measuring machines (CMM) during the decades-long activity of The Institute of Advanced Manufacturing Technologies (former: The Institute of Metal Cutting) in the field of production, use and modernization of CMMs has been described.

KEYWORDS: CMM, metrological software

Pierwsze konstrukcje współrzędnościowych maszyn pomiarowych (WMP) powstały w IZTW pod koniec lat 70. ub.w. w związku z dynamicznie rozwijającą się techniką obliczeniową i cyfrową. Wszystkie komponenty mechaniczne, oprzyrządowanie metrologiczne i sterujące były realizowane w instytucie. Również oprogramowanie było stworzone przez pracowników instytutu. Powstał system WINIOS dla maszyn manualnych i CNC, zawierający moduły sterujące i komunikacji systemu oraz opcjonalne pakiety metrologiczne typu Form (Autonomiczny moduł analizy kształtu), POS (Autonomiczny moduł analizy odchyłek położenia), PROFIL (Autonomiczny moduł identyfikacji zarysów położenia), SURF, BLADE czy GEARS.

Działo się to zgodnie z panującymi wtedy trendami – każdy producent maszyn pomiarowych opracowywał własne oprogramowanie. W konsekwencji na znajdujących

się w laboratoriach kontroli jakości maszynach różnych producentów nie można było wymiennie zastosować programów stworzonych do pomiaru części.

Podstawowe standardy w WMP

W celu rozwiązania tego problemu w 1985 r. stworzono standard DMIS (Dimensional Measuring Interface Standard), umożliwiający przekazywanie danych pomiarowych między zautomatyzowanymi systemami [1]. DMIS został pierwotnie zaprojektowany do transferu danych z komputerowego wspomaganie projektowania CAD/CAM do CMM. Jest to zasadniczo standard dla dwukierunkowego przesyłania danych kontrolnych między systemami komputerowymi i urządzeniami kontrolnymi. DMIS stanowi więc język programowania oraz neutralny format do przygotowania programów inspekcji i wyników danych. Ma zatem cechy zarówno protokołu komunikacyjnego, jak i języka programowania.

Drugim ważnym standardem tworzącym uniwersalne środowisko dla maszyn pomiarowych jest protokół I++DME (Inspection plus-plus Dimensional Measuring Equipment) [2]. Grupa pięciu europejskich producentów samochodów (Audi, BMW, Daimler Chrysler, VW i Volvo) zdefiniowała wymagania specyfikacyjne protokołu I++ w celu wypracowania ujednoliconego nowego systemu programowania urządzeń pomiarowych (nie tylko WMP). Specyfikacja jest tworzona w celu ustanowienia wspólnego interfejsu umożliwiającego podłączenie różnych pakietów aplikacji do wszystkich urządzeń pomiarowych.

Protokół I++DME miał rozwiązać problemy związane z interoperacyjnością oraz zapewnić prostą integrację danych w całym procesie kontroli.

Dzięki wprowadzeniu tych dwóch standardów możliwe stało się zaimplementowanie jednolitego środowiska

* Dr inż. Jacek Gogół (jgogol@ios.krakow.pl), mgr inż. Janusz Franczak – Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania

pomiarowego na wielu różnych maszynach pomiarowych, stanowiących wyposażenie laboratoriów kontroli jakości, a także stosowanie kilku programów do obsługi jednej maszyny pomiarowej.

Implementacja oprogramowania metrologicznego

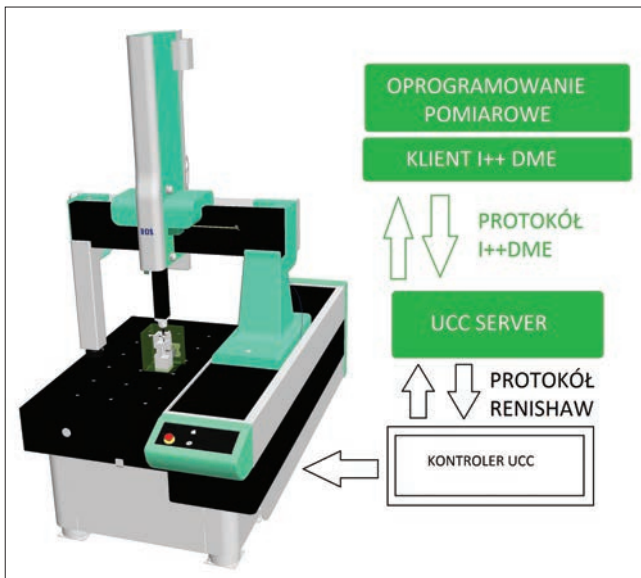
Biorąc pod uwagę rozwój oprzyrządowania metrologicznego i standaryzację komunikacji, w IZTW zaprzestano tworzenia własnego oprogramowania i postanowiono oprzeć się na coraz liczniejszych programach dostępnych na rynku.

Prowadzono coraz więcej prac modernizacyjnych (tzw. retrofitów) związanych z pojawieniem się na polskim rynku dużej liczby maszyn używanych. Te urządzenia, będące często w niezłej kondycji mechanicznej (ze względu na powszechne stosowanie w osiach kinematycznych prowadnic aerostatycznych, w których szczelina powietrzna eliminuje tarcie i tym samym – zużycie elementu), wymagały głównie unowocześnienia oprzyrządowania metrologicznego wraz ze sterowaniem. Drugim elementem, pożądanym przez użytkowników, było oprogramowanie umożliwiające pomiary z wykorzystaniem coraz popularniejszych modeli CAD w wersji 3D. W związku z tym, że każdy użytkownik preferował inny rodzaj programu pomiarowego, w trakcie takich prac modernizacyjnych na maszynach różnych producentów zaimplementowano różnorodne oprogramowanie pomiarowe. Stworzyło to okazję do porównania możliwości, wad i zalet poszczególnych programów.

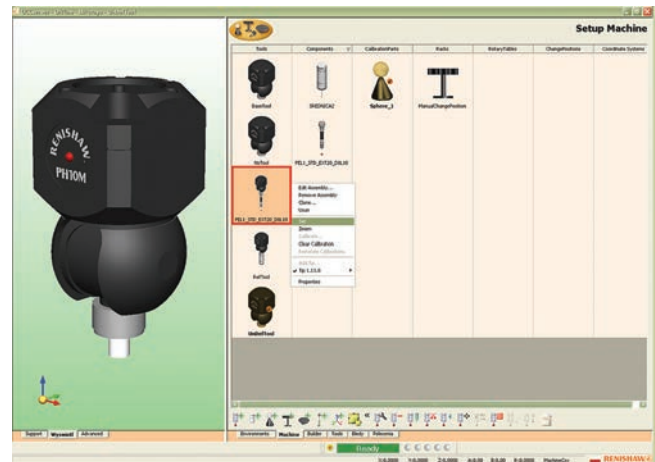
Oprogramowanie wykorzystywane w maszynach pomiarowych w IZTW

Schemat działania uniwersalnego systemu metrologicznego (zgodnego z omówionymi wcześniej standardami) przedstawiono na przykładzie programu MODUS firmy Renishaw (rys. 1).

Komunikacja kontrolera odbywa się poprzez specjalne oprogramowanie UCC Server, z użyciem protokołu producenta osprzętu metrologicznego. Następnie, po skonfigurowaniu środowiska pomiarowego w programie UCC Server, następuje komunikacja z docelowym oprogramowaniem metrologicznym do obsługi pomiarów maszyny pomiarowej, z zastosowaniem protokołu I++DME.



Rys. 1. Schemat systemu metrologicznego



Rys. 2. Widok okna programu UCC Server [3]

Wspomniane oprogramowanie UCC Server pozwala skonfigurować maszynę i jej podstawowe parametry – np. zakresy pomiarowe w poszczególnych osiach, punkt zerowy przestrzeni maszyny, sposób i miejsce montażu głowicy.

Oprogramowanie umożliwia identyfikację sygnalizowanych błędów, które mogą wystąpić w trakcie pracy maszyny, oraz odczyt różnych parametrów, w tym temperatury w poszczególnych osiach maszyny.

O uniwersalności tego oprogramowania świadczy możliwość definiowania środowiska pomiarowego, czyli typu głowicy pomiarowej, magazynu końcówek, kuli kalibracyjnej, stołu obrotowego itp.

Definiowane jest oprzyrządowanie pomiarowe, używane w trakcie pomiarów (rys. 2). Można także skorzystać z bogatej graficznej biblioteki oprzyrządowania – służy do tego zakładka *Builder*, w której znajdują się różnego typu głowice pomiarowe, czujniki, przedłużki i końcówki pomiarowe.

Podstawowym programem narzędziowym do obsługi maszyn pomiarowych jest pakiet oprogramowania serwisowego UCCassist. Jest ono przeznaczone do uruchamiania, kalibracji, diagnostyki i konserwacji maszyny pomiarowej. UCCassist tworzy sekwencję uruchamiania na podstawie specyfikacji systemów CMM. Sekwencja ta jest następnie wykorzystywana podczas uruchamiania i zapewnia wykonanie wszystkich czynności we właściwym czasie.

Aby maszyna pomiarowa prawidłowo współpracowała z kontrolerem, niezbędne jest zdefiniowanie wielu parametrów fizycznych, elektrycznych i metrologicznych. Właśnie do tego służy oprogramowanie UCCassist.

Pierwszym krokiem po zainstalowaniu tego programu jest zdefiniowanie parametrów połączenia ethernetowego kontrolera z komputerem maszyny pomiarowej, aby zapewnić komunikację między tymi urządzeniami. W kolejnej fazie należy przeprowadzić szereg procedur definiujących pracę maszyny pomiarowej. Można to zrobić przez przywołanie odpowiedniej sekwencji, prowadzącej użytkownika, krok po kroku, od stanu początkowego. Można też bazować na istniejącej konfiguracji maszyny, dokonując w niej odpowiednich korekt.

Program pozwala na dostrojenie parametrów pracy napędów poszczególnych osi przez wykonanie procedury, polegającej na tym, że w danej osi realizuje się sekwencję ruchów z różną kombinacją parametrów, dobieranych przez operatora i korygowanych w trakcie kolejnej sesji ruchów kontrolnych. W ten sposób osiąga się optymalne, płynne ruchy maszyny w różnych trybach pracy

przemieszczeń transportowych, pracy automatycznej, pracy z joystickiem itp.

W tym oprogramowaniu można ponadto definiować i optymalizować parametry pracy zasilacza napędów osi SPA, ustawić parametry pracy głowicy lub czujnika pomiarowego oraz definiować system kompensacji termicznej, typ i sposób rozmieszczenia krańcówek w osiach kinematycznych i wiele innych parametrów. Podprogram Link monitor zapewnia śledzenie na bieżąco wszystkich parametrów pracy kontrolera.

Istotną funkcją programu UCCassist jest definiowanie parametrów metrologicznych maszyny. Istnieje możliwość określenia 21 parametrów błędów geometrycznych maszyny przez fizyczne pomiary (np. za pomocą interferometru laserowego i poziomnic elektronicznych). Można tak zdefiniować mapę błędów w całym obszarze roboczym maszyny. Raz wprowadzona do kontrolera mapa błędów pozwala na bieżącą korektę w trakcie pomiarów, co zasadniczo poprawia parametry dokładnościowe maszyny pomiarowej.

Samo oprogramowanie pomiarowe MODUS jest bardzo mocno oparte na standardzie DMIS w sensie programowania. Proces przygotowania programu pomiarowego przypomina pisanie kodu i wykorzystuje komendy typowe dla popularnych języków programowania. MODUS nie jest więc typowym oprogramowaniem w stylu graficznym, jednak zapewnia pełną kontrolę oraz przejrzysty dostęp do wszystkich parametrów w procesie pomiarowym.

Oprogramowanie MODUS stanowi platformę dla pomiarów pięcioosiowych. Konfigurowalny interfejs użytkownika umożliwia tworzenie programów zgodnych ze standardem DMIS w trybie offline, a także rysowanie geometrii, osadzanie wymiarów i tolerancji z programów CAD, z pełną symulacją i wykrywaniem kolizji. Oprogramowanie zawiera certyfikowane algorytmy do pomiaru cech, konstrukcji elementów i części.

Programy można tworzyć w trybie offline bezpośrednio z CAD za pomocą weryfikacji ścieżki sondy na ekranie. Środowisko maszyny współrzędnościowej i położenie części na maszynie można zdefiniować tak, by zagwarantować pełną symulację i wykrywanie kolizji pięcioosiowych programów pomiarowych. Minimalizuje to przestoje CMM, gdyż programy docierają do gotowej do uruchomienia maszyny w krótkim czasie [3].

Gdy dysponuje się opisanym systemem metrologicznym ze skonfigurowanymi w programach UCCServer i UCCassist parametrami maszyny pomiarowej, można użyć dowolnego oprogramowania metrologicznego zgodnego ze wspomnianymi wcześniej standardami. Takim programem, który jest dość często używany w laboratorium IZTW, jest CMM Manager firmy Nikon.

CMM Manager to wielofunkcyjne, intuicyjne oprogramowanie do pomiarów stykowych, umożliwiające wykonywanie szybkich pomiarów, również z wykorzystaniem modelu CAD. Wśród funkcji programu warto wyróżnić: bezkolizyjne przejazdy, wirtualne symulacje pomiarów, weryfikację w czasie rzeczywistym i wiele innych. Intuicyjność obsługi sprawia, że proces pomiarowy staje się wydajny i prosty. CMM Manager występuje w wielu konfiguracjach, dzięki czemu może być dostosowany do niemal każdego urządzenia do pomiarów stykowych (zarówno manualnych, jak i automatycznych), a także do maszyn wyposażonych w głowice optyczne [4].

W odróżnieniu od programu MODUS program CMM Manager w dużej mierze opiera się na rozwiązaniach graficznych, bardziej przyjaznych dla operatora. Oprogramo-

wanie może współpracować z kontrolerami różnych firm, mimo że jest przeznaczone głównie do współpracy ze sterownikami firmy Nikon i oprogramowaniem serwisowym Overseer.

Kolejnym programem, który może pracować w opisanym systemie i jest wykorzystywany obecnie w laboratorium IZTW, jest TANGRAM firmy Itaca. TANGRAM to oprogramowanie do kontroli CMM – zarówno ręcznych, jak i CNC. Program został opracowany z myślą o użytkownikach, którzy potrzebują prostego, ekonomicznego i łatwego w użyciu narzędzia metrologicznego. Ma w pełni graficzne podejście i nie wymaga znajomości jakiegokolwiek języka programowania. Podczas gdy większość dostępnych na rynku programów metrologicznych jest zbyt skomplikowana (z punktu widzenia przeciętnej aplikacji i przeciętnego użytkownika oferuje zbyt wiele funkcji), TANGRAM opiera się na prostym i bezpośrednim interfejsie, zaprojektowanym tak, by zapewnić maksimum elastyczności.

Program oferuje właściwą równowagę między funkcjonalnością, użytecznością i wydajnością. Opracowywane oprogramowanie jest dzielone na projekty. Projekt jest związany z mierzoną częścią. Poszczególne programy częściowe, wyrażone w języku graficznym, są łatwe do zbudowania. Tworzą one uporządkowaną listę ikon, z których każda reprezentuje jeden z elementów projektu i zawiera wszystkie niezbędne charakterystyki [5].

Oprócz opisanych w artykule programów do obsługi maszyn pomiarowych IZTW wdrożył – na bazie opisanego systemu metrologicznego – w wielu nowych i modernizowanych maszynach również takie programy, jak Virtual Dmis czy bardzo popularny, bogaty w opcje i dopracowany graficznie Power Inspect firmy Delcam (obecnie Autodesk) [6].

Podsumowanie

Dzięki temu, że w IZTW prowadzi się badania maszyn pomiarowych z wykorzystaniem różnego oprogramowania, możliwe jest przedstawienie potencjalnym klientom pełniejszej informacji o danym programie – jego cechach charakterystycznych, wadach i zaletach. Ponadto w przypadku modernizacji maszyn pomiarowych klienta pracownicy IZTW mogą mu doradzić wybór najbardziej korzystnego oprogramowania.

Istnieje też możliwość zademonstrowania działania programów zainstalowanych w laboratorium instytutu. W ten sposób klient może wypróbować dany produkt przed podjęciem decyzji o jego zakupie.

LITERATURA

1. Mills K. „Demystifying DMIS”. Quality Digest.
2. <https://www.nist.gov/programs-projects/i-dme-dimensional-measurement-equipment>.
3. <https://www.renishaw.pl>.
4. <https://smart-solutions.pl/pl/cmm-manager>.
5. www.itaca-metrology.com/tangram-cmm-retrofit-sw-prismatic-surface-cad-pantec-renishaw-scanning-gauging.html.
6. <https://www.autodesk.com/products/powerinspect/overview>. ■