

Cel projektu:

Celem projektu jest zdefiniowanie nowatorskiego matematycznego modelu dokładnie ci 5-cio osiowych struktur kinematycznych (manipulatory, roboty) o zdolności wzajemnej orientacji, wykorzystujących właściwości kinematycznym zarówno pary przesuwne jak i obrotowe. W ramach modelu uwzględnione zostaną wpływy najważniejszych rodzajów zaburzeń wpływających na funkcjonowanie tego typu mechanizmów. Do wpływów takich należy zaliczyć przede wszystkim wpływ warunków otoczenia, a szczególnie temperatury, będący związane z niedokładnym wykonaniem i montażem elementów składowych manipulatora oraz jego napędów, będący związane z dynamiką mechanizmu oraz będący związane z funkcjami, które manipulator pełni. Wszystkie te wpływy powodują niedokładność i odwzorowaniu pozycji oraz orientacji końcówki roboczej mechanizmu.

Dzięki opracowanemu modelowi w przyszłości ci możliwe będzie przewidzenie dokładnie ci geometrycznej wykorzystywanego manipulatora oraz dzięki ilościowym poznananiu wpływu wymienionych powyżej zakłóceń, poprawa dokładnie ci manipulatora poprzez ich ograniczenie bądź kompensację.

W praktyce, pięcioposiowe struktury kinematyczne składające się zarówno z przesuwnych jak i obrotowych par kinematycznych, wykorzystywane są między innymi w robotyce, technikach wytwarzania oraz metrologii. Ich znaczenie ciągle rośnie ponieważ łączą one w sobie zalety systemów opartych jedynie na parach przesuwnych jak i tych opartych jedynie na parach obrotowych. Zatem dogłębne poznanie możliwości tych mechanizmów pod kątem ich dokładności geometrycznej jest zagadnieniem niezwykle istotnym i mogącym w przyszłości pomóc w poprawie precyzji z jakimi działają roboty, z jakimi wytwarzane są ci maszyny oraz z jakimi wykonywane są rozmaite pomiary.

Jakie badania podstawowe będą realizowane w projekcie:

Projekt obejmować będzie analizę zjawisk związanych z uzyskaniem przez końcówkę roboczą 5-cioosiowych manipulatorów zadanej pozycji oraz orientacji, a następnie zamodelowanie tego procesu z zastosowaniem nowoczesnych technik numerycznych.

W celu wyznaczenia wpływu poszczególnych zakłóceń zaburzających idealne odtworzenie zadanej pozycji oraz orientacji podjęte zostaną liczne doświadczenia wykorzystujące najnowocześniejsze zdobycze techniki laserowej, autorskie stanowisko robocze zbudowane w ramach projektu oraz nowatorskie rozwiązania teoretyczne.

Oddziaływania wywierające wpływ na układ kinematyczny mechanizmu zostaną zidentyfikowane z zastosowaniem jedynego w Polsce laserowego systemu nadprzewodnego typu LaserTracer, który wykorzystywany będzie w powiązaniu z metodami multilateracji. Do dyspozycji w trakcie wykonywania eksperymentów będzie również precyzyjny interferometr laserowy. Metodologia badań oparta zostanie w tym przypadku na zaleceniach normy ISO 9283 oraz na opracowanej przez kierownika projektu metodzie analizy błędów resztkowych systemów współrzędnościowych.

Wpływ oddziaływań występujących podczas funkcjonowania końcówki roboczej manipulatora oszacowany zostanie poprzez zastosowanie serii eksperymentów polegających na pomiarach wzorców sferycznych oraz pierścieniowych, jak również poprzez pomiary wzorców o różnych (znanych) wartościach parametru Ra. Wzorce te, przed wykonaniem właściwych eksperymentów, zostaną zmierzone na maszynach optycznych o najwyższej dokładności i w wyniku tych pomiarów ustalone zostaną mapy ich kształtu, które następnie zostaną wzięte pod uwagę w trakcie planowanego cyklu badawczego.

Model numeryczny dokładnie ci manipulatorów zostanie opracowany z zastosowaniem takich metod jak metody Monte Carlo, sztuczne sieci neuronowe oraz metody interpolacji (m.in. metoda najbliższego sąsiada, dwuwymiarowa interpolacja liniowa oraz interpolacja funkcjami sklejanymi).

Doświadczalna weryfikacja opracowanego modelu numerycznego zostanie wykonana z zastosowaniem pomiarów tzw. Wzorca Wielu Cech, który został skonstruowany na Politechnice Krakowskiej i umożliwia analizę wielu cech geometrycznych w trakcie jednego pomiaru.

Powody podjęcia badań :

Laboratorium Metrologii Współrzędnościowej (LMW), w którym projekt będzie realizowany, od wielu lat zajmuje się zagadnieniami związanymi z oceną i polepszeniem dokładnie ci wytwarzania produktów w wielu branżach przemysłu. Dlatego też w obszarze zainteresowania kierownika projektu znalazły się problemy modelowania dokładnie ci manipulatorów wykorzystywanych w różnorodnych dyscyplinach naukowych. Zauważono wspólne problemy dotyczące funkcjonowania tego typu mechanizmów, a badania podejmowane w ramach opisywanego projektu stanowią próbę usystematyzowania zagadnień związanych z modelowaniem dokładnie ci manipulatorów wykonujących różnorodne zadania.

Zgodnie z nazwą Laboratorium, działalność jego pracowników w głównej mierze dotyczy metrologii współrzędnościowej, gdzie systemy pięcioposiowe zdobywają dopiero popularność, a brak jak do tej pory szczegółowych opracowań dotyczących funkcjonowania, dokładnie ci oraz rodzajów błędów związanych z zastosowaniem tych systemów. W związku z powyższym, ustalenia poczynione w ramach wnioskowanego projektu byłyby pierwszymi tego typu w skali państwa, co podniosłoby znacznie prestiż polskiej metrologii.

Kolejnym powodem dla którego badania zostały podjęte, wykorzystanie opracowanego modelu szczegółowego dokładnie ci 5-cio osiowych struktur kinematycznych umożliwia zbudowanie wirtualnego modelu pomiaru realizowanego z zastosowaniem 5-cio osiowych struktur kinematycznych. Modele tego typu są z powodzeniem wykorzystywane dla mniej skomplikowanych mechanizmów, a ich wdrożenie zawsze związane jest ze znacznym skróceniem czasu uzyskania poprawnego wyniku realizowanego pomiaru. W efekcie, istnieje możliwość znacznej redukcji czasu wymaganego na jego uzyskanie z zastosowaniem 5-cio osiowych współrzędnościowych systemów pomiarowych, a co za tym idzie nawet 30-krotnego zmniejszenia kosztów kontroli jako ci produkowanych elementów, który stanowi duży udział w całkowitych kosztach wytwarzania.