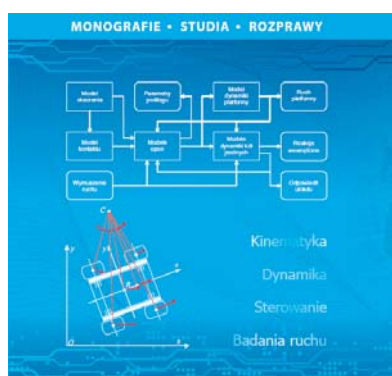


Maciej Trojnecki

**MODELOWANIE DYNAMIKI MOBILNYCH ROBOTÓW KOŁOWYCH**

seria: Monografie Studia Rozprawy, Oficyna Wydawnicza PIAP (Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów), Warszawa 2013 (2014)



Maciej Trojnecki  
Modelowanie dynamiki  
mobilnych robotów kołowych

Warszawa 2013

Powyższa monografia liczy 260 stron i dzieli się na 8 rozdziałów. Obejmuje część teoretyczną, symulacyjną i doświadczalną. Zawiera też bardzo bogatą bibliografię o 248 pozycjach. Treść ilustrują liczne rysunki przedstawiające wyniki modelowania i badania wybranych konstrukcji mobilnych robotów kołowych.

W części teoretycznej pracy opisano stan wiedzy o metodach modelowania robotów. Omówiono zagadnienia kinematyki i dynamiki, stosowane modele opon pojazdów kołowych oraz metody identyfikacji i analizy wrażliwości. Przedstawione są też alternatywne metody modelowania dynamiki robotów mobilnych oparte na technikach sztucznej inteligencji. Opisano problemy występujące przy opracowywaniu modeli dynamiki mobilnych robotów kołowych i luki w dotychczasowym stanie wiedzy. Podano też przykłady zastosowania opracowanych symulacyjnych modeli dynamiki w budowie robotów.

Następnie zaproponowano nową uniwersalną metodę modelowania dynamiki mobilnych robotów lądowych. W omawianych modelach korzysta się z formalizmu Newtona-Eulera. Metodę tę można stosować przede wszystkim do modelowania robotów kołowych. Omówiono także możliwości jej zastosowania do robotów kroczących i hybrydowych, tj. łączących cechy lokomocji ciągłej i dyskretnej przy różnej liczbie efektorów, np. kół jezdnych, lub stóp stykających się z podłożem. Metoda ta pozwala odwzorowywać warunki współpracy tych robotów z podłożem o różnych właściwościach mechanicznych i uwzględniać występowanie poślizgów. W przypadku robotów kołowych wykorzystuje się model dynamiki opon.

W dalszej części pracy rozpatrzono dwie grupy robotów kołowych, tj. roboty o niewielkich dopuszczalnych poślizgach kół jezdnych w typowych warunkach eksploatacji oraz roboty, dla których poślizgi kół jezdnych są nieodłączną cechą ich ruchu. Przedstawiono przykłady modeli dynamiki obu klas robotów. Z użyciem zaproponowanej metody symulacji opracowano model dynamiki robota trzykołowego Pioneer 2DX z napędzanymi przednimi kołami jezdными i tylnym samonastawnym kołem podpierającym oraz model robota czterokołowego SCOUT z niekierowanymi kołami jezdными. Omówiono kinematykę i dynamikę obu tych robotów.

W badaniach symulacyjnych modeli dynamiki mobilnych robotów kołowych analizuje się m.in. rozkład sił reakcji działających na robota od podłoża. Rozwiązano proste i odwrotne zadania dynamiki dla wybranych robotów. Wyznaczano zarówno parametry ruchu robota dla znanych momentów napędowych, jak i momenty napędowe wymagane do uzyskania założonego ruchu. W badaniach dodatkowo uwzględniano modele napędów i opory ruchu w parach kinematycznych. Zastosowano dość prosty model zespołów napędowych. Wykorzystuje się klasyczne równania dynamiki silnika prądu stałego. Można też nie uwzględniać w nich wpływów temperatury oraz luzów w przekładniach od silnika do koła jezdного. W badaniach symulacyjnych bazowano na danych katalogowych napędów stosowanych w robotach Pioneer 2DX i PIAP SCOUT. Mierzone były przyspieszenia i prędkości kątowe z przyspieszoniomierzy i żyroskopów oraz prędkości obrotowe silników na podstawie enkoderów, a po przeliczeniu znane były prędkości kątowe obrotu własnego kół jezdnych. Na podstawie pomiarów z przyspieszoniomierzy i żyroskopów wyznaczano rzeczywiste parametry ruchu robota. Na ich podstawie i bazując na prędkościach kątowych obrotu własnego kół jezdnych można było wyznaczać parametry poślizgu tych kół.

W monografii mówione są także zagadnienia sterowania ruchem mobilnych robotów kołowych, w tym zadania globalnego i lokalnego planowania ścieżki ruchu oraz sterowania ruchem nadążnym. Zaproponowano hierarchiczny układ sterowania mobilnego robota czterokołowego SCOUT z niekierowanymi kołami jezdными. Wyróżniono w nim regulator pozycji i kursu robota, regulator prędkości platformy mobilnej oraz regulator prędkości kół jezdnych. Przedstawiono przykłady wyników symulacji wybranych struktur układów sterowania ruchem nadążnym tego robota z użyciem opracowanych modeli dynamiki.

Ostatnia część książki zawiera wybrane wyniki badań empirycznych robota SCOUT. Porównano wyniki uzyskane w badaniach doświadczalnych i symulacyjnych z wykorzystaniem opracowanych modeli i uzyskano niemal całkowitą ich zgodność. Rozpatrywane modele można więc stosować w projektowaniu i optymalizacji tego rodzaju konstrukcji robotów oraz w syntezy algorytmów sterowania ich ruchem. Zagadnienia opracowane w monografii stanowią podstawę dalszych badań w dziedzinie identyfikacji parametrów modeli dynamiki różnych robotów. Z monografii mogą korzystać nie tylko specjaliści w dziedzinie robotyki, ale i wykładowcy wyższych lat kilku kierunków studiów technicznych specjalizujący się w konstrukcji i zastosowaniach robotów.

Praca jest napisana w dobrym języku polskim, a zagadnienia przedstawione są klarownie. Zwraca uwagę szczególnie bogata ilustracja treści wykresami otrzymanymi jako wyniki modelowania.

Autor tej notki, jako metrolog, uważa, że przy stosowaniu modeli, należy je uzupełnić analizą dokładności (oszacowanie niepewności typu B o zadanym prawdopodobieństwie lub błędzie granicznego), a badania eksperymentalne - oszacowaniami niepewności wyników pomiaru.

Wysoki poziom merytoryczny i duża oryginalność treści tej monografii uzasadnia wydanie skróconej anglojęzycznej wersji tej pracy.

Zygmunt Lech WARSZA