

Streszczenie

Praca poświęcona jest konstrukcji algorytmów wysokiej dokładności śledzenia trajektorii robota przemysłowego. Przedstawiono w niej opisy trajektorii końcówki robota przemysłowego w przestrzeni przegubowej robota. Pokazano trzy podstawowe trajektorie: ruch wzdłuż prostej, ruch po linii śrubowej oraz ruch wokół elipsy. W celu ograniczenia stosowania równań kinematyki odwrotnej zaproponowano dwie metody aproksymacji trajektorii w przestrzeni przegubowej. Kolejno są to metody PTP (ang. Point to Point – punkt do punktu) oraz spline. Obydwie metody zostały przedstawione w dwóch wariantach, z użyciem wielomianów stopnia trzeciego oraz piątego. Jako rozszerzenie metod wielomianowych wprowadzono metodę aproksymacji przy pomocy funkcji Beziera.

Po zaprezentowaniu różnych rodzajów trajektorii przedstawiono wybrane algorytmy sterujące. W literaturze istnieje wiele typów regulatorów nadążnych. Od prostych typu PD czy PID, poprzez regulatory adaptacyjne, po wyrafinowane konstrukcje wspierane sieciami neuronowymi. W wielu wypadkach znajomość dynamiki manipulatora oraz trajektorii a priori jest użyta w konstrukcji algorytmu, aby minimalizować błąd nadążny.

W pracy przybliżono podstawowe pojęcia z zakresu kinematyki oraz dynamiki robotów, które były niezbędne, aby przedstawić algorytmy sterowania klasycznego, adaptacyjnego oraz predykcyjnego. Algorytmom predykcyjnym poświęcono w pracy szczególną uwagę. Pokazano ich ogólną strukturę oraz poszczególne kroki niezbędne w syntezy sterowania. Przedstawiono szczegółowe analizy predykcji numerycznej dokonanej na modelu manipulatora podczas pracy regulatora. Eksperymenty na robocie rzeczywistym ilustrują podejście, które już na etapie wstępnym generuje sterowania na podstawie numerycznego poszukiwania minimum funkcji kary. W ten sposób wprowadza się mechanizm unikania przeszkód na ścieżce ruchu robota, ograniczenia pola ruchu związane z geometrią konstrukcji robota i otoczenia robota. Powyższe rozważania i rozwiązania są oryginalnym wkładem autora w dziedzinę nieliniowych regulatorów predykcyjnych, których gwałtowny rozwój ma miejsce obecnie. Ponadto przeprowadzono analizę czasów wykonania algorytmu predykcyjnego, zilustrowaną wykresami jitteru.

Aby opis algorytmów predykcyjnych był kompletny, w pracy przedstawiono dwa sposoby identyfikacji parametrycznej robota przemysłowego Mitsubishi RV-2F. Pokazano identyfikację metodami klasycznymi i z użyciem sieci neuronowych. Bez modelu robota algorytmy predykcyjne nie mogły by istnieć, dlatego identyfikacja stanowi klucz do budowy sterowników tego rodzaju.

Pracę zamyka opis algorytmów wizyjnych i przetwarzania obrazu podczas pracy manipulatora. Przedstawiono, jak śledzi się położenia przegubów i końcówki robota niezależnie od elementów elektromechanicznych oraz równocześnie przeszkody należące do środowiska, których położenie może być uwzględniane w algorytmach predykcyjnych w postaci funkcji kary.