

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt. „Badania rozproszonego systemu sterowania osprzętu jednonaczyniowej koparki hydraulicznej”

Przedstawiona rozprawa prezentuje opis oraz wyniki badań rozproszonego systemu sterowania, opracowanego na potrzeby automatyzacji osprzętu jednonaczyniowej koparki hydraulicznej o oznaczeniu K-111. Poruszane w pracy zagadnienia mają charakter interdyscyplinarny, łącząc zagadnienia związane z mechaniką, informatyką oraz automatyką i robotyką. Rozdział pierwszy pracy dotyczy zarysu zagadnień związanych z pracą maszyn do robót ziemnych oraz w problematyki związanej z automatyzacją takich maszyn. W rozdziale drugim przedstawiono opis spotykanych rozwiązań realizujących cel automatyzacji maszyn do robót ziemnych. Rozwiązania dotychczas spotykane komercyjnie dotyczą głównie zadań kontroli wzajemnej silnika i układu hydraulicznego. Układy precyzyjnej realizacji założonego ruchu występują niezwykle rzadko, stanowiąc zazwyczaj układy prototypowe. Dokonując przeglądu literaturowego i analizując stan obecnej wiedzy można zauważyć, że zagadnienia automatyzacji maszyn roboczych podejmowane są jedynie przez nieliczne ośrodki naukowe. Prace badawcze w przeważającej mierze dotyczą modelowania układów wykonawczych maszyn roboczych. Prowadzone badania mają często charakter symulacyjny, ponieważ niewielka część ośrodków naukowych dysponuje rzeczywistym osprzętem maszyn roboczych. W rozdziale trzecim pracy omówiono budowę i zasadę funkcjonowania rozproszonych systemów sterowania. Przedstawiono podział systemów na warstwy funkcyjne wraz z typowymi rozwiązaniami sprzętowymi dla różnych warstw systemu. Szczególną uwagę poświęcono sposobom komunikacji urządzeń w systemach rozproszonych, ponieważ zapewnienie właściwej komunikacji w systemie warunkuje jego poprawną pracę. Przeprowadzono również analizę zasadności stosowania systemów rozproszonych dla sterowania maszynami do robót ziemnych. Wskazano szereg przypadków dla których implementacje rozproszonych systemów sterowania może być celowa. Dotyczy to zarówno przypadków kontroli pracy wielu urządzeń jak i pojedynczej maszyny. Rozdział czwarty zawiera sformułowaną tezę oraz cele pracy. W rozdziale piątym przedstawiono szczegółowy opis stanowiska badawczego. Scharakteryzowano część wykonawczą koparki hydraulicznej wraz z graficzną interpretacją przestrzeni roboczej. Kolejno przedstawiono schemat hydraulicznej stacji zasilania. Przedstawiono charakterystyki regulacyjnych zaworów proporcjonalnych oraz pompy hydraulicznej. Zaprezentowano część pomiarową stanowiska ze szczególnym uwzględnieniem zastosowanych przetworników przemieszczeń liniowych oraz konfiguracji torów pomiarowych. W rozdziale szóstym omówiono strukturę zaprojektowanego i wykonanego rozproszonego systemu sterowania dla koparki K-111. Założono szereg cech, którymi powinien charakteryzować się budowany system sterowania.

Przedstawiono szereg rozwiązań technicznych użytych do budowy systemu, w tym sterowniki PAC, komputery przemysłowe oraz moduły wejść oraz wyjść. Każde urządzenie zostało umieszczone w odpowiednim poziomie systemu wynikającym z dokonanego podziału logicznego na warstwy procesu, sterowania i nadzoru oraz dostępu zdalnego. Kolejno przedstawiono moduły funkcyjne opracowanego systemu w tym moduły planowania trajektorii, symulacji oraz wizualizacji procesu. Rozdział siódmy pracy poświęcono omówieniu funkcjonalnych modeli dynamiki obiektów opracowanych na potrzeby strojenia regulatorów rozmytych. Dla zaproponowanych modeli funkcjonalnych przeprowadzono identyfikację ich parametrów. Podejście takie miało zapewnić właściwy dobór parametrów regulatorów oraz pełną symulację pracy osprzętu koparki. Przeprowadzenie badań symulacyjnych umożliwiło określenie jakości regulacji przy przyjętych regulatorach oraz ocenę układu dla zmieniających się wartości wzmocnień obiektu. Rozdział ósmy zawiera informacje dotyczące modelowania i sterowania rozmytego. Przedstawiono podstawy logiki rozmytej oraz operacji takich jak rozmywanie, interferencja oraz wyostrzanie. Kolejno przedstawiono regulatory opierające się na logice rozmytej o algorytmach P oraz PI. Następnie zaprezentowano opracowany regulator rozmyty oraz przedstawiono etapy jego strojenia z wykorzystaniem modeli funkcjonalnych. Parametry regulatorów określono na podstawie odpowiedzi na zakłócenia skokowe. W rozdziale dziewiątym zawarto wyniki doświadczeń związanych z oceną jakości regulacji z użyciem zaprojektowanych regulatorów rozmytych o algorytmie PI. Przeprowadzono badania eksperymentalne polegające na ocenie odpowiedzi układów regulacji na szereg sygnałów wymuszających w tym sygnałów skokowych, liniowo narastających oraz sinusoidalnych. W rozdziale dziesiątym opisano procedurę obliczania kinematyki prostej i odwrotnej osprzętu oraz metody planowania trajektorii. W przedstawionym systemie możliwe jest planowanie trajektorii w przestrzeni roboczej maszyny z wykorzystaniem interpolacji liniowej bądź wielomianowej. Dla tych metod tor narzędzia określany jest przez zbiór punktów węzłowych definiowanych przez operatora, a kształt toru pomiędzy punktami węzłowymi zależy od przyjętego sposobu interpolacji. Przeprowadzono szereg doświadczeń eksperymentalnych dla zaplanowanych zarysów wykopów z wykorzystaniem omówionych metod. Przedstawiono również opracowaną procedurę korekcji trajektorii eliminującą możliwość wystąpienia kolizji osprzętu z profilem wykopu. Rozdział jedenasty zawiera wyniki badań eksperymentalnych dotyczących badań dokładności pozycjonowania narzędzia roboczego dla różnych profili wykopów. Przeprowadzono eksperymenty polegające na wykonaniu ruchów roboczych osprzętu w celu realizacji zaprogramowanych trajektorii. Tory ruchu określano przy wykorzystaniu metod z wykorzystaniem interpolacji liniowej, jak również wielomianowej. Rozdział dwunasty oraz trzynasty zawierają sformułowane wnioski oraz wykaz cytowanej literatury.