

Streszczenie

Tematem pracy są rozproszone algorytmy sterowania dla zespołu współpracujących robotów mobilnych. Rozważane przypadki dotyczą sytuacji, w której roboty nie mają dostępu do globalnego układu współrzędnych, a ich pomiary i sterowanie mają charakter lokalny.

W pracy przeprowadzono analizę sterowania bazującego na wirtualnych potencjałach pomiędzy sąsiadującymi robotami. Zdefiniowano algorytmy sterowania dla zespołu pojazdów mobilnych wykonujących różne zadania, takie jak osiągnięcie formacji czy podążanie za liderem. Opis poszczególnych zadań został scharakteryzowany przez grafy definiujące sposób wymiany informacji pomiędzy robotami. W celu weryfikacji algorytmów przeprowadzono analizę stabilności układu zamkniętego oraz wykonano eksperymenty symulacyjne dla obiektów o uproszczonej dynamice (punkty kinematyczne).

W pracy zaproponowano i opisano adaptację proponowanych algorytmów dla robotów o złożonej kinematyce i dynamice. Wykorzystano w tym celu lokalne pętle sterowania oparte na regulatorach od stanu oraz przekształcenie sterowania obliczonego dla punktów kinematycznych na kinematykę nieholonomicznych pojazdów. Przedstawiono wyniki eksperymentalne i symulacyjne dla różnych typów robotów mobilnych w tym dla niestabilnych pojazdów dwukołowych. Opisano metodologię projektowania układu sterowania bazującą na modelowaniu matematycznym. Zawarto model niestabilnego pojazdu dwukołowego oraz przeprowadzono identyfikację jego parametrów fizycznych. Praca zawiera również opis platformy programowo-sprzętowej, która umożliwiła prowadzenie badań eksperymentalnych.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że możliwe jest opracowanie rozproszonych algorytmów sterowania dla zespołu współpracujących robotów o złożonej kinematyce i dynamice (np. nieholonomiczne, niestabilne roboty mobilne). Praca wskazuje również na możliwe dalsze kierunki badań oraz charakteryzuje potencjalne zastosowania opracowanych algorytmów.

21.02.2024

D. Kuyt

Abstract

The subject of the dissertation are distributed control algorithms for a team of cooperating mobile robots. The considered cases involve situations in which the robots do not have access to a global coordinate system and their measurements and control are local.

The study conducted an analysis of control based on virtual potentials between neighbouring robots. Control algorithms were defined for a team of mobile vehicles performing various tasks such as formation maintenance and leader following. The description of individual tasks was characterised by graphs that define the method of information exchange between robots. To verify the algorithms, an analysis of the closed system stability was performed, and simulation experiments were conducted for objects with simplified dynamics (kinematic points).

The dissertation proposes and describes the adaptation of the suggested algorithms for robots with complex kinematics and dynamics. This involved the use of local control loops based on state regulators and the transformation of control computed for kinematic points to the kinematics of nonholonomic vehicles. Experimental and simulation results were presented on various types of mobile robots, including unstable two-wheeled vehicles. The model based design methodology for obtaining the control system was described. The model of an unstable two-wheeled vehicle is included and identification of its physical parameters procedure is described. The dissertation also contains a description of the test platform that enabled experimental research.

The results confirmed the feasibility of developing distributed control algorithms for a team of cooperating robots with complex kinematics and dynamics (e.g., nonholonomic, unstable mobile robots). This work also indicates possible further directions for research and shows the potential applications of the developed algorithms.

21.06.2024

D. Kupr