

Streszczenie w j. angielskim

Task management is a core ability of living and artificial autonomous entities. In robotics, it is especially crucial for versatile service robots that are tailored to help humans in various duties. In some applications, robots are shared by multiple users that don't agree their requests. Versatile service robots often work in dynamic environments, and their users' needs and preferences change in time. Thus, the robots need an advanced task management ability that includes i.a. dynamic priority assignment, repetitive check of tasks' feasibility and task plans update. Additionally, robots need to foresee the consequences of their task interruption (e.g. leaving a cooker on). Therefore, the problem of prudent task management respecting the danger of interrupting robot's tasks arises. Prudent task management considered in this dissertation is constituted of i.a. safe suspension and resumption of independent tasks, schedule parameters reappraisal invoked by changes in the environment and termination of a queued tasks that are no longer feasible. The research this dissertation describes was targeted to design a model of robot control systems with prudent task management. The model specifies a robot system with an agent-based approach and consists of multiple agents of various classes. A Harmoniser class Agent that manages task requests, initialises tasks and switches their modes of operation following a configurable task management algorithm. The model specifies Dynamic class Agents that execute single tasks described with Hierarchical Finite State Machines (HFSM). States of the HFSM have assigned goals, e.g., a safe suspension management of the current task before a task switch. Thanks to that, the model enables mitigation of the problems in predicting the consequences of the robot's activity interruption. The requirements specified for the conducted study forced convenient configuration of the model to enable its application to various robots executing diverse tasks in different environments. The robot systems are complex, and their overall behaviour is troublesome to describe precisely. Therefore, this dissertation uses a formal method—Embodied Agent Meta-model to specify the robot control system model. Thanks to that, the experiments and the model implementation can be accurately reproduced. What is more, the model can be fitted for other requirements and reused. The model resulted from the research is used to implement two example control systems of different robots (TIAGo mobile robot and Velma mobile manipulator). The robots work in different environments, and various algorithms manage their tasks. The example systems are launched in typical scenarios. The robots' behaviours and their tasks management are confronted with the requirements and constraints of the research.

Keywords: Service robots, System engineering, Finite State Machines, Scheduling, Task analysis

Streszczenie w j. polskim

Zarządzanie zadaniami jest podstawową umiejętnością autonomicznych organizmów żywych i urządzeń. Problem zarządzania zadaniami jest kluczowy dla wszechstronnych robotów usługowych, które pomagają ludziom w wypełnianiu różnych obowiązków. Niekiedy roboty te są współdzielone przez wielu użytkowników, którzy nie uzgadniają ze sobą poleceń dla robota. Wszechstronne roboty usługowe często pracują w zmiennych środowiskach, a do tego ich użytkownicy zmieniają swoje żądania i preferencje. A zatem, takie roboty potrzebują odpowiedniego zarządzania zadaniami. Dzięki niemu robot ustala i aktualizuje priorytety, powtarzalnie sprawdza możliwość wykonania zadań oraz aktualizuje plany wykonania zadań. Ponadto, roboty przerywając obecnie realizowane zadanie, muszą przewidywać konsekwencje wynikające z tego przerwania (np. pozostawienie włączonej kuchenki). System sterowania robota, który posiada wyżej wymienione cechy oraz wstrzymuje/wznawia zadania, odświeża estymaty parametrów szeregowania w reakcji na zmiany w środowisku oraz zamyka zadania oczekujące, które stały się niewykonalne, nazywany jest w tej rozprawie rozważnym.

Problem podejmowany w niniejszej rozprawie to określenie modelu dla systemu sterowania robota, który jest rozważny podczas przełączania zadań. Model ten bazuje na podejściu agentowym i określa wiele agentów, które należą do różnych klas. Agent harmonogramujący zarządza żadaniami zadań, uruchamia zadania oraz zmienia ich tryby pracy według konfigurowalnego algorytmu zarządzania zadaniami. Opracowany model definiuje agenty dynamiczne, które wykonują pojedyncze zadania. Działanie tych agentów jest oparte o hierarchiczne automaty skończone, których stany mają przypisane cele. Przykładowo, wyróżnione są stany zarządzające bezpiecznym wstrzymaniem aktualnego zadania przed wykonaniem przełączenia na inne zadanie. Dzięki temu opracowany model upraszcza problem przewidywania konsekwencji wynikających z przerwania czynności robota oraz umożliwia przeciwdziałanie tym nieporządanym. Jednym z istotnych wymagań dla opisywanych prac jest łatwa i wielokierunkowa konfiguracja modelu. Dlatego możliwe jest wykorzystanie tego modelu w systemach różnych robotów wykonujących rozmaite zadania w zróżnicowanych środowiskach. Model bazuje na rozwiązaniu integrującym wiele robotów, przez co opracowane rozwiązanie może być łatwo zaaplikowane do systemów wielorobotowych. System sterowania wszechstronnego robota usługowego często jest skomplikowany, a opis jego działania jest zawiły i niejasny. W tej rozprawie zastosowano formalną notację agenta upostaciowionego do definicji proponowanego modelu. Dzięki temu model jest szczególnie przeanalizowany, a efekt pracy, przeprowadzone eksperymenty i implementacja mogą być dokładnie odtworzone.

Wynik opisanych w tej rozprawie badań został wykorzystany do opracowania przykładowych systemów sterowania dwóch robotów: mobilnego robota TIAGo oraz mobilnego manipulatora Velma. Roboty te pracują w różnych środowiskach, a ich zadania są szeregowane przez dedykowane algorytmy. W ramach weryfikacji przeanalizowano opracowany model w kierunku spełnienia założeń postawionych na początku badań. Ponadto skonfrontowano działanie przykładowych systemów sterowania w typowych scenariuszach dla problemu przełączania zadań.

Słowa kluczowe: Roboty usługowe, Inżynieria systemów, Automaty skończone, Szeregowanie, Analiza zadania