

Streszczenie

Rozprawa dotyczy problemów szeregowania zadań ze sprzężeniami czasowymi. Pod pojęciem sprzężeń czasowych rozumiane są dodatkowe relacje między operacjami. W szczególności dotyczy to operacji przyporządkowanych do różnych zadań, ale wykonywanych na tej samej maszynie – np. ograniczony czas przestoju maszyny pomiędzy kolejno wykonywanymi operacjami. W pracy na przykładzie problemu przepływowego szeregowania zadań zaproponowano uogólniony model uwzględniania sprzężeń czasowych. Za pomocą tego modelu można przedstawić ograniczenia znane już w literaturze, między innymi takie jak ograniczenie „bez przestojów” lub „z ograniczonym przestojem”, a także nowe z „minimalnym” oraz „maksymalnym” przestojem maszyny. Dla różnych wariantów problemów przepływowych, w tym z przebrojeniami, zaproponowano modele matematyczne oraz grafowe. Następnie wykazano szereg własności, w tym eliminacyjnych, dla omawianych problemów, oraz zaproponowano różne algorytmy optymalizacyjne wykorzystujące udowodnione własności.

Praca została podzielona na trzy części. Część pierwsza zawiera wprowadzenie do teorii szeregowania zadań wraz z obszernym przeglądem literatury. Część druga jest poświęconą problemom przepływowym szeregowania zadań ze sprzężeniami czasowymi. Dla omawianych problemów zaproponowano szereg dedykowanych algorytmów poczynając od metod liczenia funkcji celu, poprzez algorytmy wykrywające bloki, a kończąc na algorytmach optymalizacyjnych dla rozpatrywanych problemów. Omówiono i zaimplementowano algorytmy klasyczne, oraz uwzględniające najnowsze trendy w problematyce szeregowania zadań i innych problemach optymalizacji dyskretniej. W rozprawie wykorzystano następujące algorytmy oraz metody: Metoda Podziału i Ograniczeń, Programowanie Dynamiczne, Całkowitoliczbowe Programowanie Liniowe, Przeszukiwanie Snopowe, Przeszukiwanie z Zabronieniami, Sztuczna Kolonia Pszczół, Algorytm Genetyczny oraz algorytmy dedykowane, w tym konstrukcyjne. Poza analizą teoretyczną przeprowadzono również badania eksperymentalne dla badanych problemów z wykorzystaniem wymienionych powyżej algorytmów. Ostatnia część dysertacji została poświęcona praktycznym zastosowaniom zaproponowanych metod szeregowania zadań. Przedstawiono praktyczny problem szeregowania przebrojeń na przykładzie produkcji urządzeń AGD. Następnie skupiono się na innych problemach optymalizacji dyskretniej, w tym na problemie marszrutyzacji pojazdów. Uzyskane rezultaty teoretyczne zostały wykorzystane w konstrukcji dedykowanych metod i aplikacji wspomagających zarządzanie flotą pojazdów w przedsiębiorstwach operujących w różnych branżach.

Handwritten signature
07.06.2021

Abstract

In this thesis the problem of task scheduling with time couplings is considered. Time couplings are understood as additional relations between operations. In particular this includes operations from different jobs, but processed on the same machine – e.g. limited allowed idle time between subsequent operation processed on the machine. In the thesis, a generalized model for time couplings was proposed with the flowshop scheduling problem used as an example. This model can be used to portray both problem constraints known from the literature, including the „no idle” and „limited idle” constraints, as well as new „minimal” and „maximal” idle constraints. Mathematical and graph models were proposed for different variants of flowshop scheduling problems, including variants with setup times. Furthermore, a number of properties, including elimination properties, for the aforementioned problems were formulated. Several different optimization algorithms employing the proven problem properties were proposed.

The thesis was divided into three main parts. The first part contains an introduction to theory of task scheduling, including an extensive overview of the literature. The second part is dedicated to the topic of flowshop scheduling problems with time couplings. For those problems, a number of new algorithms were proposed. This includes methods for calculating the goal function, algorithms for detection of blocks of jobs as well as full solving methods for the aforementioned problems. The algorithms discussed and implemented in this thesis include both classic ones as well as one encompassing the newest trends in task scheduling and similar areas of discrete optimization. The following algorithms and methods were used throughout this thesis: Branch and Bound, Dynamic Programming, Mixed-Integer Linear Programming, Beam Search, Tabu Search, Artificial Bee Colony, Genetic Algorithms as well as dedicated algorithms, including constructive ones. Aside from theoretical analysis, experimental research on the aforementioned problems and algorithms were conducted. The third and final part of the thesis is dedicated to the practical applications of the proposed solving methods for the task scheduling problems. A practical problem of scheduling setups for the process of production of home appliances was described. Furthermore, applications for other discrete optimization problems were considered, including a Vehicle Routing Problem example. Formulated theoretical results of the thesis were employed for construction of dedicated solving methods and computer applications in order to aid the process of managing vehicle fleets in companies from various branches of the industry.