

Mirosław Ławrynowicz

Streszczenie rozprawy doktorskiej: Algorytmy szeregowania zadań z nieustalonymi terminami gotowości

Zasadniczym celem rozprawy jest opracowanie i przebadanie algorytmów rozwiązania problemów szeregowania zadań na maszynach dowolnych z nieustalonymi terminami gotowości w celu minimalizacji długości uszeregowania. Nieustalony charakter terminu gotowości może wynikać z faktu, że jest on konsekwencją poprzednich decyzji albo z braku znajomości jego precyzyjnej wartości. W pierwszym przypadku odniesieniem jest łączny problem szeregowania zadań i rozmieszczenia maszyn (ang. Scheduling and Location, w skrócie ScheLoc), gdzie terminy gotowości dla zadań są związane z czasami przemieszczania zadań do podlegających wyborowi miejsc rozmieszczenia maszyn. Badana w rozprawie nieprecyzyjność terminów gotowości jest reprezentowana przez dane przedziały niepewności, a jakość szeregowania jest oparta na funkcji maksymalnego żalu, co prowadzi do zagadnień optymalizacji odpornej. W konsekwencji sformułowano i rozpatrzono dwa rodzaje problemów optymalizacyjnych. Po pierwsze, przebadano problem deterministyczny z kryterium długości uszeregowania i precyzyjnie określonymi terminami gotowości dla zadań. Następnie rozważono niedeterministyczny problem optymalizacji odpornej z kryterium maksymalnego żalu opartym na długości uszeregowania oraz z przedziałowymi terminami gotowości.

Deterministyczny problem szeregowania sformułowano przy założeniu, że precyzyjnie określone terminy gotowości zadań zależą od maszyn. Opracowano pięć metod oszacowania wartości kryterium oraz wskazano szczególne przypadki, które można rozwiązać optymalnie w czasie wielomianowym lub pseudowielomianowym. Algorytmy rozwiązania problemu wykorzystują zachłanną strategię podejmowania decyzji z planowaniem długoterminowym dla decyzji o takiej samej jakości, metaheurystykę Simulated Annealing lub dekompozycję z przeglądem wyczerpującym. Stosując badania statystyczne wykazano, że podejście zachłanne z planowaniem długoterminowym dla decyzji o takiej samej jakości gwarantuje statystycznie najmniejszą długość uszeregowania spośród opracowanych algorytmów.

Rozróżniono dwa przypadki problemu optymalizacji odpornej, w których przedziały niepewności dla terminów gotowości są określone tylko dla zadań lub mają szerszą interpretację

i zależą również od maszyn. Analitycznie wykazano różnicę w interpretacji kryterium maksymalnego żalu dla obydwu przypadków. Istotną kwestią jest ograniczenie liczby przeglądanych scenariuszy, tak aby efektywnie oszacować wartość kryterium maksymalnego żalu. Udowodniono, że scenariusz skrajny i scenariusz pośredni mogą jednocześnie reprezentować najgorszy scenariusz. Opracowano algorytm rozwiązania problemów optymalizacji odpornej, wykorzystujące zachłanną strategię podejmowania decyzji, dekompozycję kryterium maksymalnego żalu, metaheurystykę Tabu Search lub determinizację problemu. Stosując badania statystyczne wykazano, że algorytm zachłanny gwarantuje statystycznie najmniejszą wartość oszacowanego maksymalnego żalu, spośród opracowanych algorytmów, dla obydwu rozważanych przypadków problemów optymalizacji odpornej.

Rezultaty prac nad problemami szeregowania wykorzystano do rozwiązania złożonego problemu ScheLoc z kryterium długości uszeregowania i maszynami dowolnymi. W tym celu zaadaptowano algorytm genetyczny oraz algorytm oparty na metaheurystyce Simulated Annealing. Zbadano wpływ optymalizacji dwuetapowej (zwanej podejściem sekwencyjnym) na długość uszeregowania w problemie Scheloc poprzez porównanie z rezultatami optymalizacji łącznej (zwanej podejściem holistycznym lub systemowym). W podejściu dwuetapowym rozmieszczenie maszyn jest realizowane w oparciu o rozwiązania problemów m -median oraz m -center. Oryginalnym elementem rozprawy jest wykorzystanie algorytmów opracowanych dla niedeterministycznych problemów szeregowania do rozwiązania deterministycznego problemu ScheLoc. Wskazano przypadki problemu ScheLoc, które można rozwiązać efektywniej, zakładając nieprecyzyjność terminów gotowości zadań.

W ostatniej części rozprawy omówiono obszary potencjalnych zastosowań opracowanych algorytmów. Zaprezentowano możliwość wykorzystania algorytmów opracowanych dla niedeterministycznych problemów szeregowania w planowaniu produkcji obwodów drukowanych PCB (ang. Printed Circuit Board) wraz z alokacją zasobów. Dodatkowo przedyskutowano teoretyczny problem harmonogramowania realizacji naukowych badań symulacyjnych.

Miroslaw Lemjrowicz
14.06.2023