

17. Podstawowe problemy, metody i algorytmy optymalizacji dyskretnej.

[Odpowiedz]

OPTIMALIZACJA DYSKRETNA

Większość deterministycznych problemów planowania i sterowania w dyskretnych systemach wytwarzania jest formułowana jako zagadnienia optymalizacji, w których wszystkie zmienne decyzyjne (bądź ich część) przyjmują wartości dyskretne, całkowitoliczbowe lub binarne. Zadania takie często nazywa się problemami optymalizacji dyskretnej lub dyskretno-ciągłej, należą do klasy problemów wyjątkowo kłopotliwych z obliczeniowego punktu widzenia. Zagadnienia te sprowadzają się do zadania minimalizacji funkcji celu $K(x)$ na zbiorze rozwiązań dopuszczalnych X , określonym przez zestaw warunków ograniczających. Głównymi powodami tych kłopotów są:

- częsty brak „klasycznych”, analitycznych własności (różniczkowalność, liniowość, itp.),
- wielo-ekstremalność ze znaczną liczbą ekstremów lokalnych.
- NP.-trudność większości problemów pochodzących z praktyki
- przekleństwo wielowymiarowości

Wielokrotnie, w celu uniknięcia kłopotów, próbuje się zamiast rozwiązywać problem dokładnie, wyznaczyć pewne jego rozwiązanie przybliżone. Dokładność tego przybliżenia posiada tendencję przeciwną do czasu obliczeń, tzn. uzyskanie dokładniejszego rozwiązania wymaga dłuższego czasu trwania algorytmu, przy czym ta ostatnia zależność posiada charakter silnie nieliniowy. Jest to czynnikiem powstania wielu rodzajów zarówno modeli jak i metod rozwiązywania, zwykle dedykowanych dla wąskich klas zagadnień. Często dla tego samego problemu NP.-trudnego występuje w literaturze kilka, kilkanaście różnych algorytmów o istotnie różnych cechach numerycznych.

Wprowadzenie dyskretnych zmiennych decyzyjnych umożliwia niekiedy względnie łatwe rozwiązanie zadań, w których zbiór rozwiązań dyskretnych nie jest zbiorem wypukłym lub też jest zbiorem niespójnym.

Metody rozwiązania zadań optymalizacji dyskretnej można podzielić na dwie grupy:

- metody płaszczyzn tnących,
- metody heurystyczne.

Pierwsze dwie metody są metodami dokładnymi, metody heurystyczne dostarczają rozwiązań przybliżonych.

METODA PODZIAŁU I OGRANICZEŃ (branch & bound)

Do rozwiązywania dyskretnych zadań decyzyjnych stosuje się tzw. metodę podziału i ograniczeń. Idea metody polega na tym, że tzw. przegląd zupełny (pełny) zbioru ograniczeń D zastępujemy przeglądem ukierunkowanym. Pozwala to ocenić pośrednio pewne podzbiory rozwiązań i ewentualnie je odrzucić lub czasowo pominąć, bez utraty rozwiązania optymalnego, co znacznie przyspiesza uzyskanie rozwiązania

Metoda AHP

Analitycal Hierarchy Process „szkoła amerykańska” – Thomas L. Saaty

Działania w metodzie AHP da się ująć w trzech etapach.

I. Budowa macierzy porównań parami dla n obiektów osobno w ramach każdego kryterium (macierze $(1) A$, $(2) A$, ..., $(K) A$) oraz dla samych kryteriów (macierz $(0) A$). Porównania te prowadzi do powstania $K+1$ macierzy porównań parami ($(0) A$, $(1) A$, $(2) A$, ..., $(K) A$). Ważnym uzupełnieniem etapu I jest badanie spójności ocen decydenta.

II. Wyznaczanie rankingów indywidualnych dla każdej z macierzy etapu I.

III. Wyznaczanie rankingu wielokryterialnego n obiektów.

[Metody przybliżone]

Metoda przybliżona dostarcza pewnego rozwiązania bliskiego optymalnemu, to znaczy takiego rozwiązania, dla którego wartość funkcji celu niewiele różni się od wartości optymalnej. Metody przybliżone jest znacznie więcej niż dokładnych, są one zwykle zorientowane na problem, który rozwiązują. Jakość metody przybliżonej ocenia się na podstawie złożoności obliczeniowej algorytmu oraz dokładności przybliżenia.

Poszukiwanie lokalne

Wiele algorytmów przybliżonych opiera się na iteracyjnym polepszaniu bieżącego rozwiązania poprzez lokalne przeszukiwanie. Przeszukiwanie to rozpoczyna się od pewnego rozwiązania startowego. Następnie generowane jest jego otoczenie (sąsiedztwo), z którego wybiera się najlepsze rozwiązanie, które staje się rozwiązaniem startowym w kolejnej iteracji.

Symulowane wyżarzanie

Metoda symulowanego wyżarzania (odprężania) posiada pewne analogie z termodynamicznym procesem studzenia. Stany ciała są postrzegane jako analogiczne do rozwiązań, a energia ciała - analogiczna do wartości funkcji celu.

Algorytmy ewolucyjne

W algorytmach ewolucyjnych przy rozwiązywaniu danego problemu korzysta się z mechanizmu opartego na zjawisku naturalnej ewolucji gatunków.

Procedura (algorytm) (Tabu search - TS) stosowana do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych. Wykorzystywana do otrzymywania rozwiązań optymalnych lub niewiele różniących się od niego dla problemów z różnych dziedzin (np. planowanie, planowanie zadań). Podstawową ideą algorytmu jest przeszukiwanie przestrzeni, stworzonej ze wszystkich możliwych rozwiązań, za pomocą sekwencji ruchów. W sekwencji ruchów istnieją ruchy niedozwolone, ruchy tabu. Algorytm unika oscylacji wokół optimum lokalnego dzięki przechowywaniu informacji o sprawdzonych już rozwiązaniach w postaci listy tabu (TL). Twórcą algorytmu jest Fred Glover.

Algorytm zachłanny (*ang. greedy algorithm*) – algorytm, który w celu wyznaczenia rozwiązania w każdym kroku dokonuje zachłannego, tj. najlepiej rokującego w danym momencie wyboru rozwiązania częściowego. Innymi słowy algorytm zachłanny nie patrzy czy w kolejnych krokach jest sens wykonywać dane działanie, dokonuje decyzji lokalnie optymalnej, dokonuje on wyboru wydającego się w danej chwili najlepszym, kontynuując rozwiązanie podproblemu wynikającego z podjętej decyzji. Typowe zadanie rozwiązywane metodą zachłanną ma charakter optymalizacyjny. W dziedzinie sztucznej inteligencji zachłanna odmiana przeszukiwania lokalnego jest nazywana "podchodzeniem pod wzgórze".

[Metody dokładne]

Metoda dokładna wyznacza rozwiązanie globalnie optymalne. Wśród metod dokładnych można wymienić m. in.

- a) efektywne algorytmy dedykowane,
- b) przegląd zupełny,
- c) metody oparte o schemat podziału i ograniczeń,
- d) metody oparte o schemat programowania dynamicznego (PD),
- e) metody oparte na programowaniu liniowym całkowitoliczbowym (PLC).

Metody (b)-(e) są kosztownymi obliczeniowo metodami wykorzystywanymi do rozwiązywania problemów silnie NP-trudnych. Są to metody czaso- i pamięciochłonne oraz rozmiar rozwiązywanych przez nie problemów jest ciągle zbyt mały. Metody te są na przykład wykorzystywane do poszukiwania minimalnego czasu cyklu dla powtarzalnego procesu produkcyjnego z niewielkim repertuarem wyrobów. Dla małej liczby zadań można wyznaczyć rozwiązanie którego nawet mały zysk otrzymany w jednym cyklu zwielfokrotni się o liczbę cykli w całym procesie produkcyjnym. Metody dokładne są wykorzystywane także do wyznaczania rozwiązań referencyjnych, do których następnie porównuje się wyniki algorytmów przybliżonych oceniając ich jakość.