

NUOPT Version8 新機能について

株式会社数理システム 060116

1 資源制約付きスケジューリングアルゴリズム(rcpsp)

メタヒューリスティクス解法の一つであるタブー・サーチを用いて資源制約付きスケジューリング問題を解くエンジンです．人・予算・資金などの枠の中で与えられたタスクを処理するタイミングを決定するスケジューリング問題にあまねく適用可能です．ジョブショップスケジューリングはもちろん，複数要員へのタスクのアサイン，納期遅れの最小化などに，高速に良質の実行可能解を与えます．

問題記述はすべてモデリング言語 SIMPLE より与えることができますので現場で現れるような一種複雑な制約も柔軟に記述できます．SIMPLE による記述方法のチュートリアルが付属していますので始めての方でも容易にお使いになることができます．次はチュートリアルでも解説している，人員スケジューリング問題の SIMPLE による記述です．

```
// 例題1 (人員スケジューリング問題基本形)

Set M = "A_does B_does C_does"; // モード
Element m(set=M);

Set R = "A B C"; // 資源(人員)
Element r(set=R);

Set D = "1 .. 11"; // 各モードの作業時間の最大
Element d(set=D);

// モードと資源消費の連関(A,B,Cの順に処理が遅くなる)
ResourceRequire req(mode=M, resource=R, duration=D);
req["A_does,A",d] = 1, 1 <= d <= 6;
req["B_does,B",d] = 1, 1 <= d <= 8;
req["C_does,C",d] = 1, 1 <= d <= 11;

// アクティビティ
Set J = "1 .. 6"; Element j(set=J);
Activity act(index=j,mode=M); // 作業(j=1,..6)
// 利用可能な資源の定義
Set T = "0 .. 40"; // スケジューリング全体の時間(日単位)
Element t(set=T);
ResourceCapacity cap(resource=R,timeStep=T);
```

```

cap[r,t] = 1;

Objective f(type="minimize");

options.maxtim = 2; // 計算時間は2秒で制限
// 完了時間の最小化

f = completionTime;

solve();

// ガントチャート出力

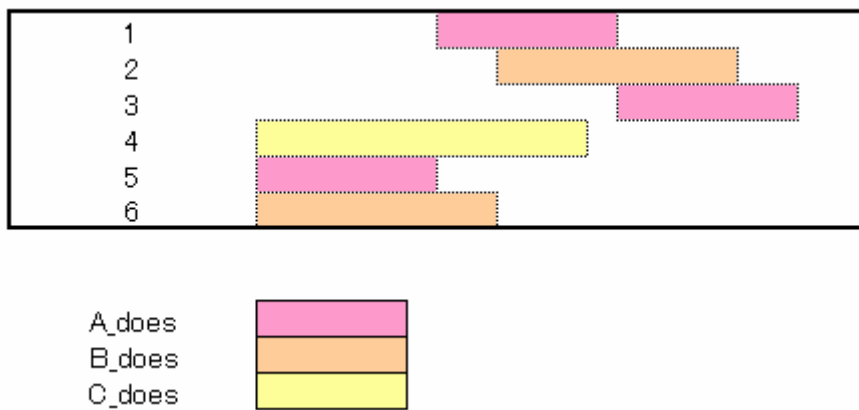
Gantt g;

g.add(act[j],j);

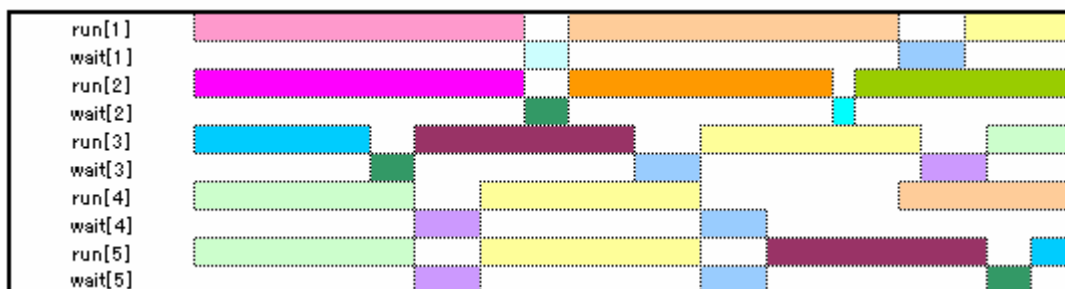
g.dump();

```

Excel 連係には，ガントチャートを通常のと同一の方法で自動的に表示する機能を加えました．結果として，上述のモデルから



のような出力が得られます（すべての人員が同時に一つしかタスクを実行できない）．以下は，同様に列車の運転調整問題（5列車，遅延時刻合計最小化）を解いた場合の結果得られた解に対するガントチャートです．



2 非線形最適化アルゴリズムの改良

非線形最適化に適した内点法アルゴリズム (lipm,tipm) を変更し, 実装のチューニングによって, 数値的に難しい (非凸性が強い) 問題に対する安定性が Ver.7 に比べて向上しました. また, 良い初期値が存在する問題について, 高速に収束するなどの好ましい性質を持つ主双対外点法 (lepm,tepm) が追加されました.

アルゴリズム	問題							
	LP	MILP	MIQP	MINLP	CQP	CP	NLP	RCPSP
simplex			--	--	--	--	--	
asqp		--		--		--	--	--
higher		--	--	--	--	--	--	--
lipm/lepm/line		--	--	--			--	--
bfgs/lbfgs		--	--	--	--			--
tipm/tepm/trust		--	--	--	--			--
lsqp		--	--	--				--
tsqp		--	--	--				--
wcsp	--				--	--	--	--
global								
rcpsp	--	--	--	--	--	--	--	

(-- が適している, というアルゴリズムです)

(赤字は Ver.8 に追加されたアルゴリズム)

3 実行不可能性検出機能

数理計画問題の作成において困難なことのひとつが実行不可能エラーの回避です. Ver.8からは, ユーザ支援機能として, 実行不可能性の原因抽出機能 (iisDetect) を標準実装しました. iisDetect は

```
Variable x,y,z;  
Objective f(type=minimize);  
f = x + y + z;  
x >= y ;           // IIS  
1 + z >= x ;       // IIS  
y >= 2 + z;        // IIS  
x + y + z >= 0;
```

のように互いに矛盾をはらんだ問題の制約式の組 (Irreducible Infeasible Set : IIS) を発見し、解ファイルに次のようにレポートします。

```
%%
%% IIS
%%
-----
#2      lp.smp:4      :      y - x
                                     <=      0      (      0 )
-----
#3      lp.smp:5      :      -1 + x - z
                                     <=      0      (      0 )
-----
#4      lp.smp:6 INFS :      2 + z - y
                                     <=      0      (      1 )
```

実行不可能性の原因はこのようにレポートされた IIS の組に集約されているのでユーザーは実行不可能性の原因をたどりやすくなります。ここで、実行不可能性に無関係な 7 行目の制約式はレポートに現れていないことにご注意ください。

4. 大域的最適化機能の改良

緩和問題を二次計画問題に改良することによりさらに安定化、高速化しました。実行可能解は得られているが、最適性の保証ができていないケースの解析、ローカルな最適解に落ちてしまいやすい問題に威力を発揮します。

5. その他コンサルティングサービス、パッケージアプリケーションのご紹介

(株)数理システムは導入と応用例についてのノウハウをあわせたサービスも提供いたします。数理計画の実務経験豊富なスタッフがあなたの問題にアプローチし、コンサルティングからインタフェース作成まで総合的にサポートします。

NUOPT を用いたソリューション・コンサルテーションをあわせて提供する、次のようなパッケージ製品もご用意しております。

Visio と Excel を用いた運転計画モデラー (SCHOPT)

Word と Excel を用いたモデル化ツール (MP.doc)

資産リスクシミュレーション・最適化ツール (Risk PRIMER)



シフトスケジュール作成ツール

以上