

制約違反最少化戦略による対話型時間割編成システム

6P-6

西森 雄一 内野 寛治 狩野 均 西原 清一

筑波大学 電子情報工学系

1 はじめに

スケジューリング問題の一種である時間割編成を制約充足問題として捉え、制約により問題を表現し、解を得る対話型システムを開発した。

時間割編成問題は探索空間が膨大で、多種多様なユーザの要求をすべて制約で表現することは難しいという問題点があり、自動的に実用的な時間割を得ることは困難である [1][2]。

そこで、本システムでは探索をユーザの指示によって行うものとして、システムとユーザが協調して探索を進めるシステムを開発した。

2 問題点と対策

2.1 時間割編成における問題点

時間割編成における制約の例を示す [2]。

- (1) 教官は同時に2つ以上の科目を担当できない。
- (2) 時限を連続して実施する科目が存在する。
- (3) 時限を連続して実施する科目は、なるべく昼休みをはさまない。

上記の例では、(2),(3)が2科目間の制約で、(1)が時間割全体の制約である。また、(1),(2)が編成時に必ず満たさなければならない制約(強い制約)で、(3)は満たされることが望ましい制約(弱い制約)である。このように時間割編成問題の制約は多種多様である。

また、時間割編成では問題の規模が大きく、制約の種類も多いため、探索空間が膨大である。例えば科目数を100、時間割表のコマ数を75とすると、探索空間のサイズは $10^{187}$ になる。さらに、ユーザの要求を全て制約で表現しきれないことが多く、一般

には多数の解が得られてしまう。そのため自動的に探索して、ユーザの要求を満たす解を得ることは難しい。

2.2 基本方針

以上の問題点の対策として、本システムでは表1のような対話方式をとった。

表1: システムとユーザの対話方式

編成方式	ユーザの判断	システムの処理内容
手動編成	・科目の選択 ・科目の割当	・制約違反点数による色分け表示 ・制約違反の内容表示
半自動編成	・変更したい科目の選択 ・改善方法の選択 ・変更候補の選択	・変更科目として最大違反科目をアドバイス ・変更候補の総合違反点数(変更後)の表示 ・最少総合違反点数(変更後)の候補をアドバイス

2.3 制約違反点数最少化戦略

本システムでは、手動/半自動編成とも以下に述べる制約違反点数最少化戦略に基づいて、割当や探索を行っている。

- 1) 制約に強弱を導入し、それを点数で表す。
- 2) ある科目の割当が制約に違反している場合、その点数を、その科目と割当先のコマの制約違反点数に加算する。

さらに半自動編成は、探索手法として制約違反最少化戦略による山登り法 [3] を次のように適用した。

- 3) 評価値を総合違反点数(時間割表のコマの制約違反点数の合計)の逆数として、総合違反点数が少なくなる方向に探索を進める。

このようにすると、ユーザが重要視する制約の点数を多くすることで、ユーザの意向が反映できる。

Interactive Timetable Formation System Using Min-conflicts Hill-climbing Method  
 Yuuichi NISHIMORI, Kanji UCHINO, Hitoshi KANO, Seiichi NISHIHARA  
 Institute of Information Sciences and Electronics, University of Tsukuba

### 3 システムの開発

#### 3.1 処理手順

本システムの処理手順を図1にPADで示す。また、次節以降に処理内容を示す。

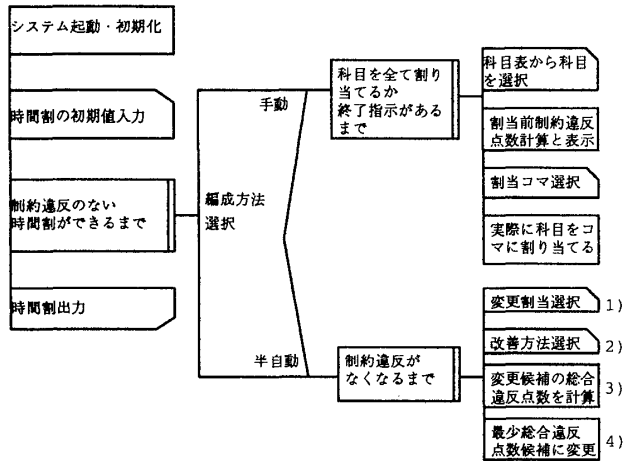


図1: 処理手順 (PAD)

#### 3.2 手動編成

手動編成では、ユーザはまず科目表から科目を選択し、システムからの以下の情報を参照しながら、時間割表のコマに割り当てを行うものである。図2に実行例を示す。

- ・時間割表のコマを違反点数によって色分け表示。
- ・マウスカーソルで指されているコマについて違反している制約の内容を表示。

#### 3.3 半自動編成

半自動編成では、次の4ステップ(図1の1)~4)に対応)で探索を行う。図3に実行例を示す。

- 1) システムは、現在編成中の時間割の制約違反を減少させる改善策として、まず時間割から(割当済の)制約違反の程度が大きい割当を変更割当として選ぶ。またはユーザが選択する。
- 2) 制約違反を減少させる改善方法を、次の3通りからユーザが選択する。
  - ・変更割当の科目を別のコマへ移動
  - ・変更割当を解除し、別科目を割り当てる
  - ・変更割当の科目と別の割当の科目と交換
- 3) システムは、それぞれの候補の総合違反点数(変更後)を計算し、色分けして表示する。
- 4) システムは、最少の総合違反点数(変更後)の候補を選ぶ。ユーザが別の候補を選択可能。

1	総合科目1	23	総合科目1	16	0	0
現在指されているコマにこの科目を割り当てると、次の制約に違反します						
10 x 1 教官は同時に2つ以上のコマを担当できない。						
10 x 1 2科目間に「連続性」があり、その関係を満たさなければならない						
3 x 1 2つのコマ単位科目が時限連続のとき、なるべく昼休みを挟まない						
3	第2外国語	16	第2外国語	19	体育1	23
1	16	代数学	23	第1外国語	23	23
2	0					
3	16					
科目表						
科目番号 科目名 担当教官 学年						
1	生物学	16	代数学	池辺		
2	生物学	13	L300101B 代数学			1
3	生物学	23	L300212A 代数学演習			1
			L300212B 代数学演習			1

図2: 手動編成時の表示画面(部分)の例

1	総合科目2	127	総合科目2	127	非数値処理	20	非数値処理
2	総合科目2	127	総合科目2	127	数値計算	40	数値計算
3	総合科目2	127	総合科目2	127	数値計算	125	数値計算
1	計算機原論	127	計算機原論	127	数値計算	125	数値計算
2	情科2.B	127	情科2.B	147	数値計算	125	数値計算
3	情科2.C	127	情科2.C	127	数値計算	125	数値計算
1	移動改善: 現在の総合違反点数は 129						
2	変更科目を最少の総合違反点数となるコマに移動させますか?						
3	<input type="button" value="はい"/> <input type="button" value="いいえ"/>						
1							
2	116		116				
3	電子工学	127		116			

図3: 半自動編成時の表示画面(部分)の例

### 4 おわりに

従来の自動探索では対処しきれない時間割編成問題を効率よく解くために、対話操作と探索を組み合わせたシステムを開発した。本システムでは、制約違反点数に基づいた手動割当や探索が、ユーザに制約違反の情報を示しながら対話によって時間割を編成できる特徴がある。

今後は、科目のグループ化等により探索の効率化をはかり、実用的なシステムに改良する予定である。

### 参考文献

- [1] T.B.Cooper, J.H.Kingston: The Solution of Real Instances of the Tomtabling Problem, *The Computer Journal*, Vol.36, No.7, pp. 645-653 (1993).
- [2] 吉田, 窪田, 狩野, 西原: 拡張制約表現による時間割編成システム, 情報処理学会第48回全国大会 6N-5 (1994).
- [3] S.Minton, M.D.Johnston, A.B.Philips, and P.Laird: Minimizing conflicts: a heuristic repair method for constraint satisfaction and scheduling problems, *Artificial Intelligence*, Vol. 58, pp. 161-205 (1992).