

# 拡張制約表現による時間割編成システム

6N-5

吉田誠 窪田信一郎 狩野均 西原清一

筑波大学 電子情報工学系

## 1. はじめに

時間割編成問題は、科目間の制約条件を満たすような組み合わせを求める制約充足問題 (CSP) である[1][2]。

CSPの一般的な枠組みとしては、現在(U, L, T, R) (後述) による表現方法が提案されている。しかし、この方法は全体制約や曖昧な制約が記述できないため、上記の問題には直接適用できない。

そこで本稿では、(U, L, T, R)を拡張し、新たな枠組みを提案する。また、実際のシステムに適用し、本手法の有効性を示す。

## 2. 拡張制約表現による時間割編成

### 2.1 時間割編成における制約の例

時間割編成には多くの制約が含まれる。以下にその例を示す。

- (1) 教官は同時に2つ以上の科目を担当できない。
- (2) 特定の2科目間に「連続性」という関係(制約)があることがある。(例、代数学と代数学演習は時限を連続して実施する「時限連続」である。)
- (3) 同学年で3つ以上の科目を同時限に割り当てることはできない。
- (4) 関連する2科目で同学期に実施するとき、なるべく時限を連続させる。
- (5) (4)が満たされないときは、なるべく異なる曜日に割り当てる。
- (6) 関連する2科目が連続した時限で実施される時、なるべく昼休みをはさまない。

以上の例で(1)~(3)は編成時に必ず満たされる

制約で、(4)~(6)は満たされることが望ましい制約である。

### 2.2 通常のCSPとその問題点

ところで通常のCSPは4つ組(U, L, T, R)で表現される。Uはユニットの集合で、各要素は問題の構成要素、Lはユニットに与えるべき値の候補を表わす。Tはユニット多項組の集合、Rはユニット組に対する可能な局所的解釈で、(t, r)を制約条件ペアという。全ユニットに対し、全ての制約条件ペアを満たすラベル組を求めることが、CSPを解くということになる。

時間割編成の場合、Uは科目、Lは「学年×学期×曜日×時限」。T, Rの制約条件ペアで科目毎の制約、2科目間の制約などを表わす。しかし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、T, Rが膨大な数になってしまう。また全体的な制約があるために、制約条件ペアでは、その制約を記述しきれない。さらに満たされていたほうがよいといった曖昧な制約も表現できない。そこで、時間割編成を制約で表現する新しい方法が必要となる。

### 2.3 拡張制約表現による時間割編成

本手法では、時間割編成を以下の6つ組で表現する。

時間割編成問題=(K, L, T, R, I, W)

それぞれの項の意味は、

Kは問題の構成要素となる科目の集合で、Uとの違いは、それ自身「学年」、「グループ」といった制約を属性として持つことである。Lは問題の解となる集合。T, Rは2科目間の連続性という制約を表わしており、Tは制約を受ける2科目と、連続性の曖昧さを評価するためのウェイトを持ち、Rはその制約の種類(時限連続、学期連続など)を示す。IはLの要素決定の際の問題全体で共通する制約で、2.1節で述べた制約(1)、(2)などが表わされている。Wは(4)~(6)のような曖昧な制約の満足度を評価する。Tのウェイトもここ

Timetable Formation System

Using Extended Constraint Expression

Makoto Yoshida, Sinichiro Kubota,

Hitoshi Kanou, Seiichi Nishihara

Inst. Inf. Sci. & Electr., University of Tsukuba

1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki 305 Japan

R, I を全て満たし、W の評価値を最大にするような解を見つけることといえる。

先に述べた(U, L, T, R)との大きな違いは、最適化の手法を取り入れて、評価値を導入し、曖昧な制約に対処できるようにしたことがあげられる。

### 3. 時間割編成システム

#### 3.1 システムの構成と特徴

2.3 節の制約表現に基づいて、計算機上で時間割を編成するシステムを作成した。本システムは、図1のように構成される。

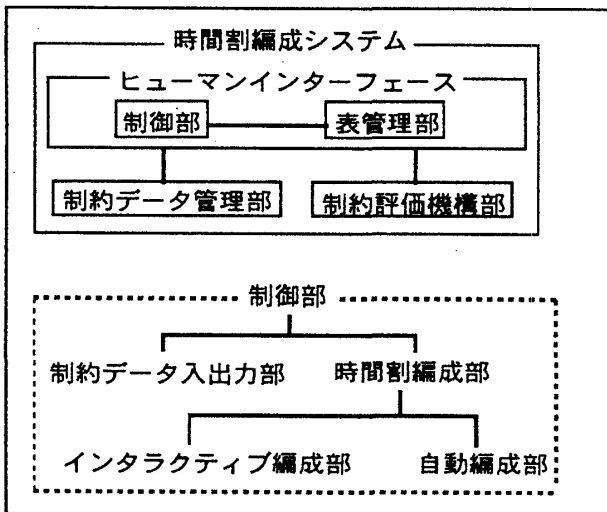


図1 システムの構成

特に本システムでは、表現しきれなかった制約に対処するための、自動編成の他にインタラクティブにユーザが介入して編成することを可能にした。

ところで、制約表現では評価値を最大にする候補解を最終解にすることにしてはいたが、解の探索空間が大きくなりすぎ、現在の計算機でそれを実現するのは困難である。そこでこの評価値を科目ごとの時限を決定する際に、より最適に近いであろうと思われる解を候補解の中から選択するのに用いることとした。以下にそのアルゴリズムを示す。

- step1.未割り当ての科目1を選ぶ。
- step2.科目1の割り当て可能な時限を探索。
- step3.科目2を選ぶ。
- step4.科目1の割り当て可能な時限1つを選択して、科目2の割り当て可能な時限を探索。

step5.科目1と2、さらに割り当て済みの科目との間に存在する曖昧な制約に対する評価値を求め、最大のもを候補とする。

step6.step4,5を科目1の割り当て可能な時限全てに対して行う。

step7.候補として挙げたものの中で、最大の評価値を取るときの科目1の割り当て可能な時限を科目1に対する割り当て時限の解とする。

step8.科目2を科目1としてstep2へ戻る。

#### 3.2 実行例

以下に実行例を示す。

		1st	2nd	3rd	4th	5th
月	1	総合科目1	総合科目1	代数学	代数学演習	解析学
	2			代数学	代数学演習	解析学
	3			幾何学	幾何学	幾何学演習
火	1	総合科目2	第2外国語	解析学演習	情科1A	
	2			物理学実験		
	3					
水	1	体育		第一外国語	第1外国語	
	2		解析学演習			情科1A
	3		解析学演習			情科1B
木	1	化学		フレ・セミ	第2外国語	第1外国語
	2		情科1A演習			
	3		情科1B			
金	1	物理学	生物学	生物学実験		
	2					
	3					

図2 実行例

#### 4. おわりに

本稿では、従来のCSPの枠組みでは表現できない時間割編成の曖昧な制約や、全体的な制約に最適化の手法などを用いて効果的に表現する新たな枠組みを提案した。また、本手法による時間割編成システムを開発し、有効性を確認した。今後は、教官の意向を汲み取ったり、時間割表上に適度に分散した配置といったユーザ固有の曖昧さも組み込める制約表現を開発する予定である。

#### 参考文献

- [1] 西原清一：整合ラベリング問題と応用  
情報処理 Vol.31 No.4 500~507 (1990)
- [2] R, Feldman, M, C, Golumbic :  
Constarint Satisfiability Algorithms for Interactive Student Scheduling IJCAI 1016~1016 (1989)