

分枝限定法による大学時間割の自動作成に関する検討

University timetable automatic generation using branch-and-bound method

○坂井 一馬¹, 香取 照臣², 泉 隆²

* Kazuma Sakai¹, Teruomi Katori², Takashi Izumi²

Abstract: We propose a model of creating a timetable for the university based on the previous year's one. This method is using the branch-and-bound technic, which is a combinatorial optimization algorithm. It was confirmed that the optimal timetable could be output within a realistic time frame for several requests.

1. まえがき

大学での時間割を自動的に作成する規則などは現状存在せず,大半は作成担当者が前年度の時間割をベースに,手作業で作成しているのが現状である.作成する際にも,考慮する点が圧倒的に多く,現在これに解を与える手法として,時間割作成を最適化問題としてモデル化し,多数の手法やアルゴリズムが提案され続けている^[1].

本研究では,主に理工系大学での時間割を自動的に作成することを検討している.本論文では教員のスケジュールに着目し,これに“前年度の時間割”の情報を持たせ,分枝限定法と組み合わせることにより定式化の段階で計算量を減らす方法を述べ,本学応用情報工学科に適用した例を示す.

2. 時間割作成の背景

2.1 分枝限定法^[2]

分枝限定法とは,主に組み合わせ最適化問題における最適解を求める汎用アルゴリズムであり,“場合分けにより部分問題に分解する”分枝操作,“場合分けにより部分問題に分解する”限定操作の2つを上手く用いることによって膨大な解候補の中から効率的に解が求まることがある.

2.2 実際の時間割作成手順

大学時間割は前年度の時間割をベースに作成しているのが現状である.作成年度の教員のスケジュールを基に,調整された時間割を会議によって審議するという流れを何度か繰り返して作成されている.

3. 大学を対象とした実際の作成方法

時間割を求めるに当たっては,科目に対象時限を割り当てていく深さ優先探索をベースとし,教員のスケジュールの集合 S を定義した. S を前年度の時間割の実

績をベースに作成(基本的に前年度担当した授業日のみ担当可能としておく)しそれらに加え各種時間割作成上守らなければならない制約(ハード制約),守らなくても構わないが守っていることが好ましい制約(ソフト制約)を課した上で探索を行っていく.設定した,満たさなければならない条件(ハード制約)を以下に示す^[3].

・教科制約

- (a)各教科は必要授業数だけ行う
- (b)各教科は授業可能時限に行う
- (c)各教科は指定間における授業数の上下限を守る
- (d)複数の学科にまたがって設置されている必修科目は各当該学科の必修科目と同時限に重ならない
- (e)各教科は授業実施日数の上下限を守る
- (f)2連続(2コマ)科目は,2,5限には設置できない

・教員制約

- (g)1 教員が行う授業は可能時限に対し1つだけである

次に“作成された時間割の質”を評価するためのソフト制約について示す.

Table1. Constraints that are desirable to keep

制約	違反点
学生が1日に受講する授業数を少なくしたい	1日は1点,2日は3点,3日は6点,4日は12点
教員が1日に担当する授業数を少なくしたい	1日は1点,2日は3点,3日は6点,4日は12点
5限には極力授業は配置しないようにする	5限に配置されると1点
2限連続科目はなるべく午後	該当科目が午前
に配置したい	に配置されると2点

1 : 日大理工・院(前)・情報, 2 : 日大理工・教員・情報

Table1 の制約はペナルティ制とし,違反した場合は違反点が加算される(違反点が少ない時間割が優れた時間割といえる)。

4. 結果と考察

4. 1 適用した時間割の規模

Table2 は,授業(科目)の数,担当教員の人数の合計,①では2年~4年生に加え博士前期課程を示している。

時間割のサイズは,月曜1限~金曜5限の25コマであり,教員のスケジュールの集合 S も各々25 コマ分を想定している。

Table2. Scale of the problem

	① 理工学部応用 情報工学科
授業数	49
担当教員数	24
学年(コース)数	4

4. 2 結果と考察

本手法によって人手ではかなりの時間を要する時間割作成作業を実用時間内で作成できた.作成結果は,紙幅の都合で当日示す。

作成された①の時間割について,教員のパラメータ S を変化させて同様に実行した Table3 を示す. 表中の緩和とは,教員のスケジュール S に対して,該当教員が担当できる時限(前年度に実際に担当した曜日時限を規定値としている)をすべての時限において担当できるようにする操作に相当する.2 の条件については Table4 の結果より,全教員の中で一番探索時間がかかった教員 C について,3 については教員 C の S を緩和した状態での一番探索時間がかかった教員(C,E)についての時間,4 については3 と同様に教員(C,E,G)の結果を示している。

人力では作成に膨大な時間を要することと比較し,①について,2~3 人の教員に対する緩和操作であれば実用的な時間内で最適解が出力できた.これによって,実際の現場で起り得る時間割に対しての要望例”使用教室の関係で実施時限を A から B に移動したい”等に対して教員のスケジュール S を変更することによって実用的な時間内で最適解を求めることが可能になる.しかし,現状上記操作により実行可能解が1つも得られない場合が発生する可能性が存在している.この場合

は手動で矛盾を解消しそれを S に反映することによって対応しているのが現状である。

Table3. Changes in computational complexity due to constraints

	1.前年度をベースにした S	2. 教員1人の S を緩和	3. 教員2人の S を緩和	4. 教員3人の S を緩和
計算時間	3.98 [s]	365.4 [s]	2228 [s] (37分)	44567[s] (742分)
違反点	227	224	223	220

Table4. Details of Table 3

緩和した教員	計算時間[s]	違反点
C	365.4	222
G	128.1	224
E	114.0	223
...
B	5.5	225
緩和なし	3.9	227

5. まとめ

大学の時間割作成における前年度の時間割を参考にしたモデルを提案した.本学応用情報工学科を対象とし,実際の現場で発生し得るいくつかの要望に対して組合せ最適化アルゴリズムである分枝限定法を用いることで現実的な時間内で最適な時間割が出力できた。

今後は該当箇所について自動で修正案を提示できるようなシステムとすることを目標とする。

謝辞

時間割作成の手順についてアドバイスを下さった日本大学短期大学部(船橋校舎)専任講師 駒田 智彦先生に深くお礼申し上げます。

参考文献

[1] 吉川昌澄,「:学校時間割り自動編成」,オペレーションズ・リサーチ学会誌,第16巻,第9号,pp.161-168(2001)
 [2] 久保幹雄,松井知己「組合せ最適化[短編集]」,朝倉書店(1999)
 [3] 坂井一馬,香取照臣,泉隆「分枝限定法による理工系大学時間割の自動作成の検討」,2021年電気学会産業応用部門大会, Y-110(2021)