

愛知医科大学における手術室の スケジュール自動作成システムの試作

2010SE147 中山裕二郎

指導教員：鈴木敦夫

1 はじめに

本研究では、愛知医科大学における手術室のスケジュール自動作成システムについて考える。現在、愛知医科大学病院は診療科数32科、病床数900床、手術室数19室を構え、入院患者数の1日平均は746.8人（平成24年度）となっている。1日の手術件数は平均して20～40件となっている。このような中で手術室の割り当てを決める為、各診療科の執刀医はオンライン上で手術室の希望時間を予約する。予約の際には執刀医の申告による手術時間などが入力され、送られてきたデータを元に看護師長が一週間分（月曜日から金曜日）のスケジュールを手動で作成している。このスケジュール作成には約2時間半を要するが、この後、出来上がったスケジュールの確認や緊急の変更などを行う為、各診療科の代表が集まり1時間程話し合いが行われ、最終的なスケジュールが作成されている。こうして出来上がったスケジュールだが、執刀医の申告した手術時間は経験によるところが大きく、実際の手術時間と解離することが多い。また、医師が意図的に申告時間を短くする場合がある。これらが原因で、手術の予定終了時刻が遅延し、医師や麻酔科医の勤務時間の増加が起きている。そこで、我々の研究グループでは、過去のデータを元に手術時間を推定する。それにより、現実によく正確な手術時間を用いた手術室のスケジュール作成を行う為のモデルを作成する。その結果に基づいて自動的にスケジュールを作成するシステムを試作する。なお、我々の研究グループは愛知医科大学の看護師長、南山大学大学院生の伊藤真理氏との共同研究である。

2 手術時間の推定

愛知医科大学病院より、2012年3月12日から2014年2月3日までの9311件の手術データの提供を受けた。これを用いて重回帰分析を行い、各診療科単位で手術時間を推定する。各診療科の手術時間は、QQプロットを用いた正規性の検定により、対数正規分布に従うことが分かった。よって、手術時間は対数正規分布に従っていると仮定して、手術時間の対数を取り、重回帰分析を行った。

被説明変数は「手術時間」である。看護師長への聞き取り調査によって手術に関係のあると思われる説明変数を「年齢」「性別」「術前診断」「術式診断」「執刀医」「麻酔法」「麻酔担当医」の7つとした。その内、AIC (Akaike's Information Criterion) 検定を用いて変数選択を行った結果、「麻酔法」と「麻酔担当医」を説明変数から除いた。

また、ダミー変数に対して、変数の数が多すぎる問題を

解消するため、2つの方法を用いた。まず、変数「術式診断」について、表1にあるように、執刀医によって書きかたが異なる術式を厚生労働省が定めている診療報酬点数表に基づいて番号をふった。次に、表2にあるように「術前診断」と「術式診断」を組み合わせる1つに纏めたものを「術前+術式」とした。

結果として説明変数を「年齢」「性別」「術前+術式」「執刀医」の4つとした。

表1 診療報酬名によるまとめ

手術番号	手術名	診療報酬名
1	右鼠径ヘルニア	鼠径ヘルニア
	鼠径ヘルニア修復術	
	鼠径ヘルニア手術	
	左鼠径ヘルニア根治術	
	ヘルニア手術	
2	腹腔鏡下ヘルニア根治術	腹腔鏡下ヘルニア手術
	腹腔鏡下鼠径ヘルニア手術	

表2 術前+術式の例

術前診断	術前番号	術式診断	術式番号	術前+術式
右眼窩腫瘍	8	再建術	20	820
末期腎不全	3	内シャント造設術	24	324
子宮筋腫	29	選択帝王切開	16	2916
子宮筋腫	29	選択帝王切開	16	2916
子宮頸部異形成	58	子宮頸部切除術	12	5812

2.1 推定結果

統計解析ソフト R を用いて重回帰分析を行った結果は表3のようになった。全ての診療科の調整済み決定変数は0.6から0.8の値をとった [2]。また、AIC 検定により変数選択を行った結果、各診療科で選択された変数が異なったが、「術前+術式」についてはどの診療科も必ず選択された。変数選択の結果の欄は、以下のように表している。

(a:年齢 b:性別 c:術前+術式 d:執刀医)

表 3 重回帰分析の結果

診療科	手術件数	変数の数	調整済み決定係数	変数選択の結果
整形外科	1273	728	0.6206	a,c,d
産婦人科	1150	426	0.7675	c,d
消火器外科	1029	487	0.7901	a,b,c,d
耳鼻咽喉科	727	343	0.6914	a,c,d
形成外科	590	420	0.8367	b,c
泌尿器科	546	113	0.7707	a,b,c
眼科	371	197	0.6205	a,c
血管外科	300	115	0.6382	b,c,d
歯科	261	152	0.7562	b,c,d
心臓外科	127	65	0.7421	a,c

3 手術室のスケジューリングシステム

第2章で推定した手術時間の予測値を用いて、手術室スケジューリングを行うシステムを作成する。手術室スケジューリングのための定式化は、その大部分を大学院生の研究による。よって、ここではその説明は省略する。システムはEXCELのVBAを用いてEXCEL上に実装している。

3.1 インターフェース

図1はシステムのインターフェースを表している。まず、左上の「データの取り込み」というボタンを押すことで、患者の情報などがいったファイルを読み込んでくる。次に「手術の所要時間の推定」のボタンを押すと、第2章で行った手術時間の推定の結果を用いて、手術の所要時間を推定する。結果は図1の左下のような形で表示される。次に、「日付の設定」を押すことで、任意の日付からスケジューリングに必要な5日間分の手術データを別のシートに表示する。最後に、「スケジューリング」というボタンを押すと、日付毎に分けられた手術データを定式化に基づき、スケジューリングする。5日分を一度にまとめて計算し、結果はそれぞれ別のシートに表示される。スケジューリングのための計算には、IBM ILOG CPLEX Optimization Studio バージョン 12.4 を用いている。また、実行結果は図2のように表示される。



図1 システムのインターフェース



図2 スケジューリング結果

4 システムの評価

愛知医科大学病院からシステム評価のため手術時間の推定で扱ったデータとは別の手術データの提供を受けた。その手術データを用いて実際に計算を行った時の計算時間などを示す。手術データ数は2014年6月2日～6月6日までの152件となる。結果は表4のようになった。5日間分の手術スケジュールの計算から出力までの合計時間は6分15秒だった。実際にはこれにデータの取り込み、手術所要時間の推定などの操作時間がおよそ30秒ほどかかる。現状の2時間半に比べ、手作業でのシフトスケジュール作成の手間が大きく改善された計算時間である。

表4 計算結果

日付	手術件数	変数の数	制約式の数	計算時間	実行から出力までの時間
6/2	23	30002	4171	6.8 秒	54 秒
6/3	36	46798	5097	18.6 秒	1 分 34 秒
6/4	26	33878	4008	10.6 秒	57 秒
6/5	39	50674	4932	40.9 秒	1 分 36 秒
6/6	28	36462	4480	18.2 秒	1 分 15 秒

5 おわりに

本研究では、愛知医科大学病院の手術室スケジュール自動作成システムの試作に取り組んだ。現段階ではこのスケジュールを利用者に試用してもらえるように調整中である。また、今後は新しく行われた手術が手術時間の推定に反映するようにデータを更新することを考えている。

参考文献

- [1] 伊藤真理・鈴木敦夫・藤原祥裕：『手術所要時間の予測値を用いた手術室のスケジューリング』、日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集 2014, pp. 62-63.
- [2] 伊藤真理・鈴木敦夫・藤原祥裕：『手術室スケジューリングのための手術所要時間の推定について』、日本経営工学会, 春季大会, 2014, D5, pp. 74-75.