

Automatisierte präferenzoptimierte Dienstplangenerierung für Ärzte

Marc André SELIG, Max SCHMAUSS, Thomas MESSER

Bezirkskrankenhaus Augsburg

Korrespondierender Autor:

Marc André Selig
Bezirkskrankenhaus Augsburg
Dr.-Mack-Strasse 1
86156 Augsburg
Telefon (08 21) 4803-1020,
Telefax (08 21) 4803-2352.
Email: mas@seligma.com

Zusammenfassung

Die Generierung von Dienstplänen für Personal ist in der Informatik eine klassische Optimierungsaufgabe mit zahlreichen bewährten wie innovativen Antworten. Allerdings gelten traditionelle Problemstellungen nur für Schichtarbeit oder vergleichbare Modelle und weisen daher Prämissen auf, die auf ärztliche Bereitschaftsdienste nicht übertragbar sind. Die als Folge daraus häufig rein manuell erstellten Dienstpläne vergeben Optimierungschancen und berücksichtigen individuelle Wünsche nicht immer in vollem Umfang. Gerade in Zeiten zunehmender Ressourcenverknappung ist für die Aufrechterhaltung der psychiatrischen Versorgung eine optimierte Planung von hoher Relevanz. Die vorliegende Arbeit stellt ein Verfahren vor, mit dem Dienstpläne nach den individuellen Vorlieben der beteiligten Ärzte automatisiert erstellt werden.

Schlüsselwörter: Dienstpläne, Dienstplangenerierung

Automated preference-optimized roster generation for physicians

In computer science, roster generation is a classical optimization task with numerous solutions, both tried and tested and innovative ones. However, traditional task settings are valid only for rotating shifts and comparable models, thus being based on premises that cannot be directly transferred to physicians' rosters as encountered in Germany. As a consequence, duty rosters are often written manually, wasting opportunities for optimization and/or not taking into consideration individual preferences to the extent theoretically possible. At a time where resources are becoming more and more limited, optimized roster planning is highly relevant for continued and continuous psychiatric services. This study presents a method to automatically generate duty rosters according to doctors' individual preferences.

Keywords: Roster Generation

Übersicht

Ärztliche Bereitschaftsdienste weisen im Vergleich zu Rufbereitschaft und Schichtdiensten einige wesentliche Besonderheiten auf. So wird Bereitschaftsdienst im eigentlichen Sinne immer zusätzlich zur normalen Arbeitszeit geleistet, d.h. der Dienstplan enthält nicht die reguläre Arbeitszeit, sondern nur die darüber hinaus gehenden Einsätze.

In einem echten Schichtdienst, wie er auch in pflegerischen Dienstplänen zum Einsatz kommt, muss jede Arbeitskraft eine definierte Arbeitszeit leisten. Mit dem verfügbaren Personal wird damit eine Mindestbesetzung abgedeckt. Bei Ärzten hingegen ist die Zahl der Dienste pro Arzt innerhalb gewisser Grenzen variabel, während die Besetzung pro Dienst exakt erfüllt werden muss: Der Dienstplan muss für jeden Dienst genau einen Arzt angeben.

Weitere Besonderheiten: Oft bestehen nebeneinander unterschiedliche Arten von Diensten mit unterschiedlichen Anforderungen an Qualifikation bzw. Berufserfahrung, d.h. erfahrener Kollegen leisten eine andere Art von Dienst als Berufsanfänger. Und die Attraktivität einer "Lösung" des Dienstplanproblems korreliert mit der Zahl und Frequenz der Dienste pro Arzt.

Gegenüber dem Pflegemodell existieren noch weitere Ausschlusskriterien durch verlängerte Dienstzeiten (bis über 24 Stunden) und trotzdem notwendige Einhaltung des Arbeitszeitgesetzes. Dadurch sind bestimmte Dienstfolgen nicht zulässig.

Am Bezirkskrankenhaus Augsburg, für das die vorliegende Lösung modellhaft angepasst wurde, wird derzeit folgendes Bereitschaftsdienstmodell praktiziert: Ein Dienstarzt übernimmt die Versorgung der bereits stationär aufgenommenen Patienten, ein weiterer kümmert sich um Neuaufnahmen während der Dienstzeit sowie um psychiatrische Konsile im benachbarten Krankenhaus der Maximalversorgung. Die Dienstzeit beträgt werktags von 17:00 bis 9:00 Uhr nach einem verkürzten Arbeitstag, an Wochenenden und Feiertagen von 9:00 bis 21:00 Uhr und von 21:00 bis 9:00 Uhr, jeweils zuzüglich Übergaben. In einer normalen Woche leisten dadurch $5 \times 2 + 2 \times 2 \times 2 = 18$ Ärzte Dienst.

Methoden

Die vorgestellte Dienstplanlösung besteht aus vier wesentlichen Bestandteilen: In einer

webbasierten Eingabemaske, ähnlich einem Terminkalender, gibt jeder Arzt ein, wann er Dienst leisten kann und wann nicht (Abb. 1). Eine einfache Datenbank dient der Benutzerverwaltung einschließlich der Zuordnung der einzelnen Ärzte zu Diensttypen. Ein kommandozeilenbasiertes Modul generiert aus den Datenbanken die tatsächlichen Dienstpläne. Diese werden schließlich in einer weiteren Datenbank zur Erstellung einer "Punktliste" vorgehalten, welche den relativen Einsatz der Kollegen vergleicht. Dabei erhalten Ärzte umso mehr Punkte, je häufiger sie Dienst leisten und je unbeliebter die von ihnen übernommenen Dienste sind.

Für alle Programm-Module wurde ausschließlich frei verfügbare Software auf billiger Hardware benutzt, um die Gesamtkosten überschaubar zu halten. Zum Einsatz kamen die Programmiersprachen *awk*, *perl* und *haserl* (ähnlich PHP); als Datenbank wurden TSV-Dateien genutzt.

Ergebnisse

Wesentliches Ergebnis sind aus unserer Sicht die eingesetzten Algorithmen. Der einfache iterative Algorithmus "lokales Optimum" (Abb. 2) führt schnell zu einem möglichen Dienstplan.

In der praktischen Implementierung wird bei der Sortierung nach Beliebtheit und Interesse die "Punktliste" berücksichtigt: Besonders fleißige Ärzte werden bevorzugt, indem ihr Interesse an einem Dienst ebenso wie ihre Ablehnung eines Dienstes etwas höher gewichtet werden.

Indem das Interesse an anderen Diensten für jeden übernommenen Dienst etwas reduziert wird, werden Ärzte, die schon viele Dienste übernommen haben, für übrig bleibende Dienste weniger wahrscheinlich herangezogen. Bei Gleichstand entscheidet die Punktliste und bewirkt, dass Ärzte, die früher weniger Dienste übernommen hatten, im aktuellen Plan mehr arbeiten müssen.

Individuelle Sperrungen (z.B. bei Urlaub oder Fortbildung) werden durch die Prüfung der Prämissen immer berücksichtigt.

Der angegebene Algorithmus findet allerdings nur lokale und keine absoluten Optima. Beispiel: Anton und Berta haben als einzige Ärzte noch keinen Dienst. Die nächsten Dienste nach Beliebtheit sind 5 und 6. Anton

könnte 5 und 6 übernehmen, Berta nur 5. Der Algorithmus "lokales Optimum" wird mit Dienst 5 beginnen und dort Anton einteilen. Da Berta Dienst 6 nicht leisten kann, muss jemand anderes ihn als zusätzlichen Dienst übernehmen, während Berta gar keinen Dienst erhält. Besser wäre gewesen, Berta statt Anton für Dienst 5 und Anton für Dienst 6 einzuteilen.

Abhilfe schafft eine Erweiterung der Suche nach einem Optimum, indem im obigen Algorithmus bei (*) stattdessen die innere Schleife 2 weiter ausgeführt wird. Das würde ohne weitere Modifikationen zum kompletten Durchprobieren aller Ärzte in allen Diensten führen, eine Arbeit, die ein Computer nicht leisten kann: In einem typischen Monat gibt es im BKH Augsburg ungefähr 10^{64} mögliche Dienstpläne; das Gesamtalter des Universums reicht nicht aus, um diese alle zu berechnen.

Stattdessen akzeptiert der Computer nur begrenzte "Störungen" des Optimums, z.B. in Form von ein oder zwei Abweichungen. D.h. für jeden Dienst wird geprüft, ob es zu einem besseren Dienstplan führt, wenn statt des am meisten interessierten Arztes die Nr. 2 oder 3 den Dienst übernimmt. So werden lokale Optima wie in obigem Beispiel häufig vermieden; mit noch vertretbarem Zeitaufwand (einige Minuten auf einem modernen Rechner) entsteht ein fast optimaler Dienstplan.

Diskussion

Die vorgestellte Softwareumgebung stellt einen im BKH Augsburg bewährten Versuch dar, die Dienstplanerstellung für Assistenzärzte mittels frei verfügbarer Software zu optimieren. Das offene System ist transparent und bedürfnisgeleitet und entscheidet anhand objektiver Kriterien darüber, wer ungeliebte Dienste übernehmen muss.

Die Kolleginnen und Kollegen nehmen den effizient generierten Plan als fairer wahr als einen manuell erstellten. Das Feedback durch die eigene Position in der Punkteliste setzt Anreize, unbeliebte Dienste freiwillig zu übernehmen. Die Berücksichtigung individueller Präferenzen erhöht die Selbstwirksamkeit und damit die Motivation. Autoritäre Eingriffe sind durch das selbst organisierte System nicht mehr erforderlich.

Literatur:

Literatur beim Verfasser.

Abb. 1: Modul Terminkalender

Haus	ZK	Dienst	will ich	lieber	neutral	will nicht	darf nicht	Dienst
		1.3. Mo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1.3. Mo
	Inge Münzle	2.3. Di	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2.3. Di
	Markus Schmidt	3.3. Mi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3.3. Mi
Gerda Funkler	Stefan Huber	4.3. Do	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4.3. Do
Tanja Penkisch	Martin Fallinger	5.3. Fr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	5.3. Fr
Christina Munk		6.3. Sa Tag	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	6.3. Sa Tag
		6.3. Sa Nacht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	6.3. Sa Nacht
		7.3. So Tag	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7.3. So Tag
	Martin Fallinger	7.3. So Nacht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7.3. So Nacht
		8.3. Mo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	8.3. Mo
Oliver Menninger	Mechthild Wagner	9.3. Di	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	9.3. Di
	Dora Finsche	10.3. Mi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	10.3. Mi
	Ludwig Meyer	11.3. Do	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	11.3. Do
	Martin Fallinger	12.3. Fr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	12.3. Fr
Oliver Menninger		13.3. Sa Tag	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	13.3. Sa Tag
Gerda Funkler		13.3. Sa Nacht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	13.3. Sa Nacht
Christina Munk	Martin Fallinger	14.3. So Tag	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	14.3. So Tag
	Stefan Huber	14.3. So Nacht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	14.3. So Nacht
		15.3. Mo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	15.3. Mo
		16.3. Di	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	16.3. Di
Gerda Funkler		17.3. Mi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	17.3. Mi
Tanja Penkisch	Maria Enzing	18.3. Do	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	18.3. Do

Abb. 2: Algorithmus "Lokales Optimum"

```

Sortiere die Dienste nach Beliebtheit
(Schleife 1) Betrachte nacheinander alle Dienste in der Liste:
  Sortiere die Ärzte, die diesen Dienst tun könnten, nach Interesse
  (Schleife 2) Betrachte nacheinander alle Ärzte in der Liste:
    Kann dieser Arzt den Dienst leisten, ohne Prämissen zu verletzen?
    Wenn ja:
      Trage ihn in den provisorischen Dienstplan ein
      Blockiere ihn für unmittelbar angrenzende Dienste
      Reduziere sein Interesse an allen anderen Diensten geringfügig
      Blockiere Stationspartner für gleiche und angrenzende Dienste
      Weiter bei Schleife 1 (*)
    Sonst weiter bei Schleife 2

```