



Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki

Instytut Informatyki

Praca Magisterska

Igor Motyka

Wyznaczanie terminów rehabilitacji za pomocą algorytmu symulowanego wyżarzania.

Using simulated annealing to schedule rehabilitation appointments.

Praca wykonana pod kierunkiem
dr inż. Sławomira Stemplewskiego

Wyznaczanie terminów rehabilitacji za pomocą algorytmu symulowanego wyżarzania.

Streszczenie

Streszczenie pracy

Słowa kluczowe: Metaheurystyka, symulowane wyżarzanie, tabu search, problem harmonogramowania, optymalizacja procesów

Using simulated annealing to schedule rehabilitation appointments.

Abstract

Abstract

Keywords: Metaheuristics, simulated annealing, tabu search, optimization problem, scheduling problem, process automation

Spis treści

Rozdział 1

Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy jest rozwiązanie problemu wyznaczania szeregu terminów rehabilitacji za pomocą algorytmu symulowanego wyżarzania. Oprócz samego rozwiązania problemu, szczegółowo zostanie opisany wpływ następujących czynników na szybkość działania algorytmu oraz na jakość uzyskiwanych rozwiązań:

- Temperatura początkowa
- Funkcja wychładzania
- Typ funkcji przejścia
- Wielkość instancji (ilość wizyt do wyznaczenia)
- Wielkość przestrzeni rozwiązań
- Ograniczenia twarde
- Ograniczenia miękkie

Po zbadaniu wpływu powyższych czynników na czas działania oraz jakość uzyskanych rozwiązań, różne połączenia parametrów - za wyjątkiem ograniczeń - również zostaną przebadane a wyniki szczegółowo opisane.

Szczególna uwaga zostanie poświęcona zbadaniu relacji między wielkością instancji problemu a parametrami, dokładniej: czy optymalnie dobrane parametry dla pewnej wielkości instancji dadzą również dobre rezultaty dla instancji o innej wielkości, oraz innej kompozycji (zawierającej inne typy wizyt).

Rozdział 2

Wstęp

Optymalizacja procesów w placówkach medycznych jest Rozwiązanie problemu wyznaczania terminów rehabilitacji polega na znalezieniu takich bloków czasowych (blok trwa 20min), w których mogą zostać umieszczone terminy wykonania zabiegów. Każdy pacjent ma listę zabiegów do wykonania (np. 2x bieganie, 3x masaż).

Dane zebrane przez placówkę rehabilitacyjną pokazują, że średnia ilość wyznaczanych zabiegów dla jednego pacjenta to 80. Zabiegi mogą zostać wykonane tylko w pewnej sali zabiegowej, która znajduje się w danym bloku czasowych i ma swoją ograniczoną pojemność.

Pewne zabiegi wymagają konkretnego odstępu czasowego między sobą np. zabieg *laseroterapii* nie może być wykonywany w przeciągu 1h od momentu zakończenia wykonania zabiegu *krioterapii*. Taka reguła nie koniecznie może występować w obie strony.

Terminy preferowane przez pacjenta, oraz godziny otwarcia danej placówki też muszą być uwzględnione w procesie wyznaczania terminów odbycia zabiegów - tak samo jak święta czy sytuacje nagłe takie jak zepsucie sprzętu niezbędnego do przeprowadzenia danej procedury.

Dostępność terminów jest bardzo płynna i często zdarzają się sytuacje w których dany zabieg może być wyznaczony na drugi dzień od momentu otrzymania zgłoszenia, a już kolejny zabieg na liście zabiegowej za 4 miesiące. Dlatego też przedział czasowy brany pod uwagę musi być odpowiednio duży (od 6 miesięcy do roku).

Jak widać po tym, krótkim i niepełnym opisie problem nie jest trywialny. Duża przestrzeń potencjalnych rozwiązań, typów zabiegów oraz ograniczeń - o których więcej w rozdziale 4.4 - sprawia, że problem jest NP trudny.

Rozdział 3

Modelowanie problemu wyznaczania terminów rehabilitacji

Ten rozdział przedstawia pewną grupę problemów. Są to problemy, które można nazwać problemami harmonogramowania (z ang. scheduling problems). Do tej grupy można zaliczyć takie problemy jak: *Job Shop Problem* czy *Nurse Scheduling Problem*. Wszystkie problemy, które możemy zaklasyfikować jako problemy harmonogramowania, starają się jak najlepiej przypisać pewne zadania (np. rehabilitację) do pewnych terminów, uwzględniając przy tym ograniczone zasoby (np. ilość sal, czy maszyn).

Opisanie zróżnicowania problemów istniejących w tej grupie, jest ważne w celu pełnego zrozumienia, możliwych podejść do rozwiązania problemu wyznaczania terminów rehabilitacji i wybraniu najlepszego.

3.1 Opis istniejących problemów harmonogramowania

3.1.1 Job Shop Problem

3.1.2 Nurse Scheduling Problem [nurseScheduling]

NSP jest problemem często spotykanym nie tylko w placówkach medycznych ale wszędzie tam gdzie istnieje potrzeba ustalenia grafiku dla wielu pracowników.

Ustalenie takiego harmonogramu ręcznie jest czasochłonne oraz nieefektywne, szczególnie jeśli chcemy uwzględnić cały szereg ograniczeń, nałożonych przez pracodawcę, umowy czy podpisane zobowiązania.

W swojej najogólniejszej postaci NSP stara się przypisać pracowników do odpowiednich zmian w ciągu dnia tak, aby zmaksymalizować zadowolenie pracowników oraz zminimalizować koszty pracodawcy przy jednoczesnym spełnieniu całej listy wymagań.

Problem NSP jest bardzo zbliżonym problemem, do problemu który chcemy rozwiązać w tej pracy. Jednak przestrzeń z którą mamy do czynienia w większości wariantów problemu NSP jest o wiele mniejsza - od 7 do 30 dni, trzy zmiany w każdym dniu - niż w problemie wyznaczania terminów rehabilitacji - od 60 dni do 365 dni każdy podzielony na 20min bloki.

Dodatkowo w procesie wyznaczania terminów rehabilitacji musimy uwzględnić już wcześniej wyznaczone terminy, tak aby spełnić ograniczenie narzucające nam zachowanie odstępów czasowych między pewnymi typami zabiegów.

Niestety modelowanie problemu za pomocą matchingu wymaga przypisania do siebie elementów dwóch lub więcej zbiorów. Jest to kłopotliwe w problemie wyznaczania terminów rehabilitacji. Zbiór zabiegów należałoby połączyć ze zbiorem terminów, tylko że zbiór terminów jest bardzo duży. Dodatkowo nie jesteśmy w stanie określić wartości połączenia między zabiegiem a terminem w izolacji od innych dat wykonania zabiegów, tych istniejących jak i tych obecnie wyznaczanych.

Rozdział 4

Przedstawienie problemu jako ogólnego problemu optymalizacji

4.1 Opis instancji problemu

4.2 Charakterystyka przestrzeni rozwiązań

4.3 Funkcja oceny rozwiązania

4.4 Lista ograniczeń twardych

4.4.1 Ograniczenie ilości wizyt w jednym dniu

4.4.2 Wizyty nie mogą na siebie nachodzić

4.4.3 itd itp (nie wiem czy warto je tak wypisywać jako sekcje

4.5 Lista ograniczeń miękkich

4.5.1 Preferuj czas podany przez pacjenta

4.6 Złożoność pamięciowa przyjętego modelu (Może być za dużo roboty)

4.7 Złożoność obliczeniowa przyjętego modelu (Może być za dużo roboty)

Rozdział 5

Zastosowane algorytmy metaheurystyczne

5.1 Symulowane wyżarzanie

5.1.1 Schemat działania symulowanego wyżarzania

5.1.2 Ruchy zmieniające rozwiązanie

5.1.3 Kryteria stopu

5.1.4 Temperatura początkowa

5.1.5 Funkcje wychładzania

5.2 Symulowane wyżarzanie wzbogacone o tabelę Tabu

5.2.1 Funkcja utrzymania tabu

Rozdział 6

Analiza algorytmu symulowanego wyżarzania

6.1 Opis stałych elementów analizy

6.1.1 Opis przyjętych instancji problemu

6.1.2 Opis przyjętej przestrzeni rozwiązań

6.2 Przeprowadzone badania

6.2.1 Wpływ temperatury początkowej na jakość rozwiązania

6.2.2 Wpływ funkcji wychładzania na jakość rozwiązania

6.2.3 Wpływ funkcji ruchu na jakość rozwiązania

6.2.4 Wpływ wielkości instancji na jakość rozwiązania

6.2.5 Jakość rozwiązania uzyskana po wymieszaniu parametrów

6.2.6 Jakość rozwiązania uzyskana po połączeniu najlepszych parametrów

Rozdział 7

Podsumowanie

Wykaz skrótów i symboli

SA symulowane wyżarzanie

Spis rysunków

Spis tabel

Spis załączników

Załącznik I

Jakiś tam załącznik numer jeden

Opole

.....
Nazwisko i imię

.....
Wydział

.....
Kierunek

.....
Specjalność

OŚWIADCZENIE

Świadomy/a odpowiedzialności prawnej, w tym odpowiedzialności karnej, o której mowa w art. 233 ustawy z dnia 6 czerwca 1997 r. Kodeks Karny (Dz.U. 1997.88.553 ze zm.) oświadczam, że przedłożona do obrony praca magisterska/licencjacka/inżynierska*) pod tytułem

.....
.....
.....

została przygotowana przeze mnie samodzielnie, przy wykorzystaniu wykazanej w tej pracy literatury przedmiotu i materiałów źródłowych.

Oświadczam jednocześnie, że praca nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. 2006.90. 631 ze zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym.

Oświadczam również, że wymieniona praca nie zawiera danych i informacji, które zostały uzyskane w sposób niedozwolony prawem oraz nie była dotychczas przedmiotem żadnej procedury związanej z uzyskaniem tytułu zawodowego magistra/ licencjata/inżyniera*).

Jednocześnie, wyrażam zgodę na korzystanie przez uczelnię z utworu stworzonego przeze mnie w wyniku wykonywania obowiązków związanych z odbywaniem studiów bez wynagrodzenia, bez żadnych ograniczeń czasowych i terytorialnych. Korzystanie z dzieła odbywać się będzie na następującym polu eksploatacyjnym tj. wszelkim rozpowszechnianiu, w tym wprowadzaniu zapisów dzieła do pamięci komputerów i serwerów sieci komputerowych, w celu sprawdzenia pracy dyplomowej z wykorzystaniem systemów antyplagiatowych, a także udostępnianie tego utworu osobom trzecim.

Ponadto oświadczam, że zostałem/am uprzedzony/a o treści art. 233 § 1 ustawy z dnia 6 czerwca 1997 r. – Kodeks karny (Dz. U. 1997.88.553, ze zm.) zgodnie, z którym „Kto, składając zeznanie mające służyć za dowód w postępowaniu sądowym lub w innym postępowaniu prowadzonym na podstawie ustawy, zeznaje nieprawdę lub zataja prawdę, podlega karze pozbawienia wolności do lat 3” jak i o treści art. 233 § 6 Kodeksu karnego, który stanowi, że „Przepisy § 1-3 oraz 5 stosuje się odpowiednio do osoby, która składa fałszywe oświadczenie, jeżeli przepis ustawy przewiduje możliwość odebrania oświadczenia pod rygorem odpowiedzialności karnej” oraz o wynikającej z tych przepisów ewentualnej odpowiedzialności karnej za fałszywe oświadczenie, co do mojego własnego autorstwa przedmiotowej pracy dyplomowej.

.....
Podpis studenta

*) niepotrzebne skreślić