

State of the Art: Rutarea și programarea îngrijirii medicale la domiciliu

Introducere

Dirijarea și programarea asistenței medicale la domiciliu implică optimizarea rutelor și a programelor pentru ca furnizorii de servicii medicale să profeseze în mod eficient îngrijiri pacienților la domiciliu. Acest domeniu a câștigat o atenție semnificativă din cauza cererii tot mai mari de servicii de asistență medicală la domiciliu, determinată de îmbătrânirea populației, progrese în tehnologia medicală și o trecere către îngrijirea centrată pe pacient. Optimizarea rutării și programării în îngrijirea medicală la domiciliu poate duce la rezultate îmbunătățite pentru pacienți, costuri reduse și productivitate sporită a furnizorului. Această revizuire de ultimă generație își propune să exploreze progresele recente, provocările și direcțiile viitoare în domeniul direcționării și programării asistenței medicale la domiciliu.

Modele matematice și tehnici de optimizare

Au fost dezvoltate diverse modele matematice pentru a aborda complexitatea rutării și programării asistenței medicale la domiciliu, inclusiv problemele de rutare a vehiculelor (VRP), problemele de programare a asistenței medicale la domiciliu (HHSP) și variantele acestora.

Tehnicile de optimizare, cum ar fi genetic algorithms, simulated annealing, ant colony optimization și programarea cu constrângeri au fost folosite pentru a rezolva problemele de rutare și programare în mod eficient.

Încorporarea constrângerilor din lumea reală

Rutarea și programarea asistenței medicale la domiciliu trebuie să ia în considerare numeroase constrângeri din lumea reală, inclusiv ferestre de timp, preferințele pacienților, abilitățile furnizorului de asistență medicală, factorii geografici, capacitatea vehiculului și reglementările legale.

Folosirea tehnologiei

Progresele în tehnologia informației au permis dezvoltarea sistemelor de sprijinire a deciziilor, a aplicațiilor mobile și a integrării dosarelor electronice de sănătate pentru a eficientiza procesele de rutare și programare a îngrijirilor medicale la domiciliu.

Sistemele de monitorizare și comunicare în timp real facilitează ajustările dinamice ale programării, optimizarea rutelor și alocarea eficientă a resurselor ca răspuns la evenimente neașteptate sau schimbări ale stării pacientului

Definirea problemei

Problema constă în maximizarea numărului de pacienți, având un set de asistenți disponibili într-o fereastră de n zile. Pentru fiecare pacient trebuie determinat asistentul, ziua vizitei și timpul vizitei,

Parametrii

t	numarul de zile in orizontul de planificare
n	numarul pacientilor
start	când trebuie sa inceapa primul serviciu (per pacient)
stop	când trebuie sa inceapa ultimul serviciu (per pacient)
d	durata unui serviciu
Q	calificarea de care are nevoie asistentul
x, y	locatia pacientului

Constrângeri

1. Obiectiv: Maximizarea numărului de pacienți vizitați;
2. Pacientul este asignat la un asistent pentru fiecare vizita;
3. Pacientul asignat poate fi programat într-o zi a asistentului;
4. Asistentul are calificarea necesara;
5. Asistentul trebuie sa viziteze farmacia in fiecare zi;
6. Numarul de zile dintre vizite pentru un pacient este satisfacut.

	Time slot 1	Time slot 2	Time slot 3	Time slot 4	Time slot 5	Time slot 6	Time slot 7	Time slot 8	Time slot 9	Time slot 10	Time slot 11	Time slot 12	Time slot 13	Time slot 14	Time slot 15
Monday		Patient 1			→	Patient 2									
Tuesday		New Patient			→	Patient 2				→	→	Patient 3			
Wednesday		Patient 1			→	Patient 2									
Thursday		Patient 1			→	Patient 2				→	→	Patient 3			
Friday		New Patient			→	Patient 2									

Figure 1: Possible assignment for a new patient requiring two visits per week.

Algorithmi

- VPM (Visit-Pattern matheuristic)

Algorithm 2: VPM

```

1 Create the initial solution  $S_c$ ;
2 Set the best found solution  $S^*$  to  $S_c$ ;
3 Create the empty set of providers' weekly schedules  $\Lambda$ ;
4 while termination criterion not met do
5    $S_t \leftarrow S_c$ ;
6   Apply removal operator to  $S_t$ ;
7   Apply repair operator to  $S_t$ ;
8   Add the found schedules to  $\Lambda$ ;
9   if  $S_t$  is accepted then
10     $S_c \leftarrow S_t$ ;
11   end if
12   if  $S_t$  is better than  $S^*$  then
13     $S^* \leftarrow S_t$ ;
14   end if
15   if  $total\_iteration \% 2000 = 0$  then
16     $S_{sp} \leftarrow$  Solve ASP based on  $\Lambda$ ;
17    if  $S_{sp}$  better than  $S^*$  then
18      $S^* \leftarrow S_{sp}$ ;
19      $S_c \leftarrow S_{sp}$ ;
20    end if
21   end if
22 end while

```

- LNS (Large Neighborhood Search)

```
1 Create  $P'$ , a copy of the patient set  $P$ ;  
2 Create the solution  $S_0$  with fixed visit patterns per provider;  
3 while  $P'$  is not empty do  
4   Randomly select patient  $p$  from  $P'$ ;  
5   Remove  $p$  from  $P'$ ;  
6   Find all the feasible insertions  $I_p$  for  $p$ 's visit patterns;  
7   if  $I_p$  is not empty then  
8     Apply to  $S_0$  the insertion giving the smallest increase of  
       travel time;  
9   end if  
10  return solution  $S_0$ ;  
11 end while
```

Rezultate

Instance	Optimal Solution	Heching et al.	LNS			VPM		
		CT	Best Solution	CT	Time Best Solution	Best Solution	CT	Time Best Solution
Classic_8	60	1.05	60	8.3	0.06	60	8.44	0.06
Classic_9	59	0.96	59	8.32	0.16	59	8.44	0.16
Classic_10	59	1.34	59	9.18	0.01	59	9.59	0.01
Classic_11	59	1.26	59	11.85	0.11	59	12.1	0.11
Classic_12	59	1.53	59	13.41	0.01	59	13.99	0.01
Classic_13	59	2.12	59	16.21	0.03	59	14.92	0.03
Classic_14	58	8.85	58	19.03	0.05	58	18.76	0.05
Classic_15	58	8.79	58	18.51	0.03	58	18.92	0.03
Classic_16	58	14.27	58	20	0.06	58	20	0.06
Classic_17	59	12.81	59	20	17.03	59	20	4.16
Classic_18	58	22.14	58	20	0.7	58	20	0.75
Classic_19	58	31.93	58	20	3.12	58	20	3.17
Classic_20	57	97.78	57	20	0.02	57	20	0.03
Classic_21	58	210.34	57	20	5.53	58	20	10.49
Classic_22	58	185.7	57	20	4.01	58	20	5.58
Classic_23	58	1048.01	57	20	1.12	58	20	6.88
Classic_24	58	TL	58	20	3.5	58	20	3.52
Classic_25	59	646.88	58	20	8.35	59	20	16.18
Classic_26	59	2088.62	57	20	0.68	59	20	9.14
Fewer_12	58	1.25	58	20	0.16	58	20	0.16
Fewer_13	58	1.23	58	20	0.04	58	20	0.04
Fewer_14	58	2.15	58	20	0.02	58	20	0.01
Fewer_15	58	1.82	58	20	1.01	58	20	1.03
Fewer_16	58	2.2	58	20	0.09	58	20	0.09
Fewer_17	58	2.92	58	20	0.09	58	20	0.1
Fewer_18	58	3.87	58	20	0.15	58	20	0.15
Fewer_19	58	4.04	58	20	1.04	58	20	1.04
Fewer_20	59	4.78	58	20	0.25	59	20	6.29
Fewer_21	59	4.63	59	20	1.69	59	20	1.96
Fewer_22	59	4.85	59	20	5.26	59	20	4.83
Fewer_23	60	11.05	59	20	0.16	60	20	8.79
Fewer_24	60	4.78	60	20	0.84	60	20	0.8
Fewer_25	60	19.16	60	20	16.66	60	20	9.61
Fewer_26	60	5.09	60	20	12.62	60	20	10.41
Fewer_27	60	21.7	59	20	0.29	60	20	11.19
Fewer_28	60	49.97	59	20	3.84	60	20	12.2
Fewer_29	59	78.3	59	20	9.99	59	20	9.45
Fewer_30	59	398.6	58	20	7.55	59	20	13.93
Narrow_8	60	0.95	60	8.22	0.03	60	7.9	0.03
Narrow_9	59	1.33	59	8.23	0.25	59	8	0.24
Narrow_10	59	1.67	59	9.79	0.18	59	9.86	0.18
Narrow_11	59	1.29	59	9.97	0.2	59	10.98	0.22
Narrow_12	59	0.97	59	11.67	0.79	59	11.39	0.79
Narrow_13	59	2.16	59	12.57	0.11	59	12.51	0.11
Narrow_14	59	4.51	58	14.94	0.01	59	14.86	1.73
Narrow_15	59	4.08	58	15.65	0.97	59	16.17	1.81
Narrow_16	59	6.8	58	20	0.18	59	20	2.28
Narrow_17	59	7.38	58	20	0.68	59	20	2.73
Narrow_18	58	14.9	58	20	10.59	58	20	2.98
Narrow_19	58	17.81	57	20	1.68	58	20	3.3
Narrow_20	57	23.46	56	20	0.62	57	20	3.47
Narrow_21	57	34.24	56	20	0.74	57	20	3.49
Narrow_22	57	73.74	57	20	16.93	57	20	3.67
Narrow_23	58	190.47	57	20	11.72	58	20	9.35
Narrow_24	58	674.33	57	20	11.86	58	20	10.46
Narrow_25	58	TL	58	20	8.39	58	20	5.48
Narrow_26	59	1303.29	57	20	1.81	59	20	13.46

Table 3: Results for the matheuristic

Concluzie

În concluzie, stadiul tehnicii în problema de rutare și programare a îngrijirilor medicale la domiciliu pune accent pe integrarea tehnicilor avansate de optimizare, a algoritmilor de învățare automată, a analizei datelor în timp real și a tehnologiilor de comunicare securizate pentru a

oferi îngrijiri de înaltă calitate, optimizând în același timp utilizarea resurselor și operaționale. eficiență.

Link-uri utile:

- [sciencedirect](#)
- [homeHealthPost.pdf \(cmu.edu\)](#)
- [New Decomposition Methods for Home Care Scheduling with Predefined Visits \(hanalog.ca\)](#)