نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید زمستان ۱۳۸۹- صفحه ۱۳۹-۱۳۲

شماره ۴، جلد ۲۱، زمستان ۱۳۸۹

نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید

نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید
دانشگاه علم و صنعت ایران

ISSN: 2008-4870

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

مساله جانمایی شبکه‌ای با در نظر گرفتن سفر چند منظوره تحت شرایط احتمالی

مهرداد جانی و حسن شوندی*

کلمات کلیدی

جانمایی تسهیلات،
سفر چند منظوره،
جستجوی ممنوعه،
تابع لاجیت،
رقابت

چکیده:

در این مقاله مساله جانمایی با در نظر گرفتن شبکه ای از گره ها و یال ها و دو نوع تسهیل که برای جانمایی بر روی گره ها تعریف می شوند مورد بررسی قرار می گیرد. فرض می شود که سه طبقه مشتری وجود دارد که بر اساس نیاز آنها طبقه بندی شده اند. طبقه نوع اول و دوم در یک سفر خود تنها به یک تسهیل نوع اول یا دوم مراجعه می کنند، ولی مشتریان طبقه سوم در یک سفر خود به هر دو تسهیل نوع اول و دوم نیاز دارند. این مشتریان با توجه به فاصله خود از تسهیلات طبق احتمالی مشخص که تابعی از فاصله است به تسهیلات مراجعه نموده و نیاز خود را برطرف می کنند. با توجه به وجود رقبا در بازار، هدف مساله بیشینه کردن سهم بازار برای تسهیلات جدید است که برای حل آن در این مقاله از روش جستجوی ممنوعه استفاده شده است..

۱. مقدمه

سفرهای چند منظوره در زندگی روزمره بسیار اتفاق می افتد، به طور مثال : همه روزه هنگامی که از محل کار یا تحصیل به منزل بر می گردیم ممکن است مقداری مواد خوراکی از فروشگاهی تهیه کرده و فرزند خود را از مدرسه برداشته و در مسیر برگشت پس از اینکه به مطب پزشک رفتیم نیاز به خرید مقداری دارو داشته باشیم. اگرچه تحقیقات گسترده ای بر روی سفرهای چند منظوره به عنوان مثال توسط [۱] ، [۲] و [۳] انجام شده است، اما مطالعات بسیار کمی بر روی جانمایی تسهیلات زمانی که سفر چند منظوره وجود دارد انجام شده است. به عنوان مثال در مقاله [۴] به بررسی جانمایی تسهیلات در شبکه با سفرهای چند منظوره پرداخته شده است. البته در بسیاری مقالات همانند [۵]، [۶]، [۷] و [۸] نیز سفرهای چند منظوره وجود دارند اما با این تفاوت که در آنها هر تسهیل که جانمایی می شود به تنهایی چند خدمت را ارائه می دهد یعنی تسهیل چندمنظوره وجود دارد.

جانمایی تحت شرایط رقابتی نیز برای مدتهای زیادی مورد توجه محققین از جمله [۹]، [۱۰] و [۱۱] بوده است.

در مقاله [۴] مشتری برای برطرف کردن نیاز خود با توجه به فاصله خود تنها به نزدیک ترین تسهیل مراجعه می نماید و رقبا نیز در مساله بررسی نشده است. در مساله[۱۱] نیز سفرها به صورت یک منظوره در نظر گرفته شده اند. اما شرایط رقابتی و اینکه ممکن است مشتری تنها به نزدیک ترین تسهیل مراجعه نکند نیز در این مقاله بررسی نشده است. در مساله مورد بررسی ما مشتری با توجه به فاصله خود از تسهیلات مختلف با احتمالی مشخص که توسط تابع لاجیت که توسط [۱۲] ارائه شده به تسهیلات مراجعه نموده و نیاز خود را برطرف می کند. برای حل روش توسعه یافته در این مقاله از روش جستجوی ممنوعه که توسط [۱۳] مطرح شده و در بسیاری مقالات مانند [۱۴] برای جانمایی شبکه کاربرد داشته، استفاده شده است.

مساله مورد بررسی در این مقاله جانمایی تعداد مشخصی از دو نوع تسهیل در شبکه ای است که سه طبقه مشتری در آن وجود دارد. مشتریان طبقه اول و دوم در هر مراجعه به یک نوع از تسهیلات

تاریخ وصول: ۸۸/۷/۲

تاریخ تصویب: ۸۹/۶/۱۷

مهرداد جانی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد قزوین، mehrdad.jani@gmail.com

***نویسنده مسئول مقاله: دکتر حسن شوندی** دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف، shavandi@sharif.edu

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-04-11]

مراجعه می کنند و مشتریان طبقه سوم در هر مراجعه به هر دو نوع تسهیل جهت برآورده کردن تقاضای خود نیاز دارند. مراجعه مشتریان از هر گروه به هر تسهیل به صورت احتمالی که تابعی از فاصله آن گره تا تسهیل مورد نظر است تعیین می شود. مساله به دنبال جانمایی تسهیلات با هدف حداکثر کردن سهم بازار است.

۲. مدل سازی مساله

در مساله مورد بررسی دو نوع تسهیل متفاوت وجود دارد که تسهیل نوع x و نوع y نامیده می شوند. براساس این دو نوع تسهیل و اینکه مشتری می تواند سفر دومنظوره نیز داشته باشد، سه طبقه مشتری تعریف می شود :

مشتری طبقه x : این مشتری تنها متقاضی خدمت نوع x است.

مشتری طبقه y : این مشتری تنها متقاضی خدمت نوع y است.

مشتری طبقه xy : این مشتری در یک سفرمتقاضی هر دو نوع خدمت نوع x و y است.

هدف در این مساله جانمایی p_1 تسهیل نوع x و p_2 تسهیل نوع y می باشد، به نحوی که با احداث تسهیل های جدید، مجموع تقاضاهای تسهیل های جدید به مقدار بیشینه خود برسد .

۲-۱. فرضیات مدل

فرضیات اساسی مساله مورد نظر به شرح ذیل است :

- در برخی مکان ها ، تسهیل های رقیب از نوع x و y از قبل احداث شده اند.
- در مکانهای مشابه، نمی توان تسهیل های هم نوع را جانمایی کرد.
- فرض بر این است که محدودیت ظرفیت در تسهیل ها وجود ندارد.
- مشتریان متقاضی در گره ها قرار دارند.
- میزان تقاضا در گره ها ثابت و قطعی است.
- مشتری با توجه به فاصله تا تسهیل ها، تسهیل مورد نظر را با احتمال مشخصی انتخاب می کند.
- احتمال انتخاب تسهیل ها از تابع لاجیت پیروی می کند.
- بدون کم شدن کلیت مساله فرض می شود که مشتری در یک سفر دو منظوره ابتدا تقاضای x و سپس تقاضای y را برآورده می کند.
- تمام تقاضای یک مشتری توسط تسهیل های موجود و جدید بصورت کامل برآورده می شود .

تابع هدف در این مدل مجموع مقدار تقاضاهای نوع x و نوع y در مکانهای احداث شده تسهیل های جدید است.

۲-۲ .پارامترها و متغیر های تصمیم گیری مساله

- پارامترهای مدل

i: اندیس مکان مشتریان

j,h: اندیس مکان تسهیل ها

n : تعداد گره های شبکه

γ : پارامتر تابع لاجیت

x_{ij}^{y} : مقدار احتمال مراجعه مشتری در مکان iام به تسهیل مکان jام برای برآورده کردن تقاضای نوع x

x_{ij}^{y}: مقدار احتمال مراجعه مشتری در مکان iام به تسهیل مکان jام برای برآورده کردن تقاضای نوع y

x_{ijh}: مقدار احتمال مراجعه مشتری در مکان iام به تسهیل مکان j ام برای برآورده کردن تقاضای نوع x و سپس از مکان j ام به تسهیل مکان h ام برای برآورده کردن تقاضای نوع y

N'_x : مکانهایی که از قبل تسهیل نوع x در آن وجود دارد

N'_y : مکانهایی که از قبل تسهیل نوعy در آن وجود دارد

N_x : مکانهای کاندیدای قرار گرفتن تسهیل جدید نوع x

N_y : مکانهای کاندیدای قرار گرفتن تسهیل جدید نوع y

h_i^x: میزان تقاضای نوع x در گره i ام

h_i^y: میزان تقاضای نوع y در گره i ام

h_i^{xy}: میزان تقاضای نوع xy در گره i ام

x_j^x: میزان تقاضای نوع x در تسهیل مکان j ام

x_j^y: میزان تقاضای نوع y در تسهیل مکان j ام

d_{ij}: فاصله مکان مشتری i ام تا تسهیل مکان j ام

p_1 : تعداد تسهیل های جدید نوع x

p_2 : تعداد تسهیل های جدید نوع y

L_j^x : دارای مقدار ثابت صفر و یا یک بصورت زیر است :

۱ : اگر تسهیل نوع x از قبل در مکان j ام قرار داشته باشد

۰ : اگر تسهیل نوع x از قبل در مکان j ام قرار نداشته باشد

L_j^y : دارای مقدار ثابت صفر و یا یک بصورت زیر است :

۱ : اگر تسهیل نوع y از قبل در مکان j ام قرار داشته باشد

۰ : اگر تسهیل نوع y از قبل در مکان j ام قرار نداشته باشد

متغیرهای تصمیم گیری مساله نیز به شرح ذیل تعریف می شوند :

y_i^x : متغیر صفر و یک بصورت زیر :

۱ : احداث تسهیل جدید نوع x در مکان j ام

۰ : عدم احداث تسهیل جدید نوع x در مکان j ام

y_i^y : متغیر صفر و یک بصورت زیر :

۱ : احداث تسهیل جدید نوع y در مکان j ام

۰ : عدم احداث تسهیل جدید نوع y در مکان j ام

۲-۳ /فرموله کردن مساله

با در نظر گرفتن تابع لاجیت برای احتمال مراجعه مشتری از مکان i ام به تسهیل مکان j ام برای تقاضای نوع x داریم:

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-04-11]

$$x_{ij}^{x} = \frac{y_j^x e^{-\gamma d_{ij}}}{\sum k \in N_x y_k^x e^{-\gamma d_{ik}} + \sum k \in N'_x e^{-\gamma d_{ik}}}$$

x_{ij}^{y} نیز مشابه فوق محاسبه می شود.

در سفرهای دومنظوره برای احتمال مراجعه مشتری از گره i ام به تسهیل مکان j ام برای تقاضای نوع x و تسهیل مکان k ام برای نوع y داریم:

$$x_{ijh} = \frac{y_j^x y_k^y e^{-\gamma^{d_{ijk}}}}{\sum L \sum K (y_k^y + L_k^y)(y_L^y + L_L^y) e^{-\gamma^{d_{ijk}}}}$$

حال با توجه به اینکه میزان تقاضای نوع x در گره i ام ، h_i^x است و میزان تقاضای نوع y در گره i ام، h_i^y است تقاضای نوع xy در گره i ام h_i^{xy} می باشد، میزان تقاضای تسهیل مکان j ام بصورت زیر است:

$$\lambda_j^x = \sum_{i=1}^{n} (h_i^x x_{ij}^x + h_i^{xy} \sum_k x_{ijk}) \qquad \forall j$$

$$\lambda_j^y = \sum_{i=1}^{n} (h_i^y x_{ij}^y + h_i^{xy} \sum_k x_{ijk}) \qquad \forall j$$

با در نظر گرفتن پارامترها و متغیرهای تعریف شده و با توجه به تابعهای تعریف شده، برای جانمایی p_1 تسهیل نوع x و p_2 تسهیل نوع y مدل بصورت زیر فرموله شده است:

$$\max \sum_{j \in N_x \cup N_y} \lambda_j^x + \lambda_j^y \qquad (۱)$$

$$\lambda_j^x = \sum_{i=1}^{n} (h_i^x x_{ij}^x + h_i^{xy} \sum_k x_{ijk}) \qquad \forall j$$

$$\lambda_j^y = \sum_{i=1}^{n} (h_i^y x_{ij}^y + h_i^{xy} \sum_k x_{ijk}) \quad \forall j \qquad (۲)$$

$$x_{ij}^x = \frac{y_i^x e^{\gamma d_{ij}}}{\sum_{k \in N_x y_k^\gamma} e^{-\gamma d_{ik}} + \sum_{k \in N''_x y_k^\gamma} e^{-\gamma d_{ik}}} \qquad (۳)$$

$$x_{ij}^y = \frac{y_j^y e^{\gamma d_{ij}}}{\sum_{k \in N_y y_k^\gamma} e^{-\gamma d_{ik}} + \sum_{k \in N''_y y_k^\gamma} e^{-\gamma d_{ik}}} \qquad (۴)$$

$$x_{ijk} = \frac{y_j^y y_k^y e^{-\gamma d_{ijk}}}{\sum_L \sum_K (y_k^y + L_k^x)(y_L^y + L_L^x) e^{-\gamma d_{ijk}}} \qquad (۵)$$

$$y_k^x + L_k^x \leqslant 1 \qquad \forall k \in N \qquad (۶)$$

$$y_k^y + L_k^y \leqslant 1 \qquad \forall k \in N \qquad (۷)$$

$$\sum_k y_k^y = p_1 \qquad (۸)$$

$$\sum_k y_k^y = p_2 \qquad (۹)$$

$$y_j^x, y_j^y, L_j^x, L_j^y \in \{0,1\} \qquad (۱۰)$$

تابع هدف در این مدل مجموع مقدار تقاضاهای نوع x و نوع y در مکانهای احداث شده تسهیل های جدید است.

محدودیت های (۱) تا (۵) قبلا شرح داده شده اند.

محدودیت (۶) تضمین می کند که در مکانی که از قبل تسهیل نوع x وجود دارد، تسهیل جدید نوع x جانمایی نخواهد شد.

محدودیت (۷) تضمین می کند در مکانی که از قبل تسهیل نوع y وجود دارد، تسهیل جدید نوع y جانمایی نخواهد شد.

محدودیت (۸) تضمین می کند که تنها p_1 تسهیل جدید نوع x جانمایی خواهند شد.

محدودیت (۹) تضمین می کند که تنها p_2 تسهیل جدید نوع y جانمایی خواهند شد.

۳. روش حل مدل

در این بخش دو روش حل ارائه می شود. روش اول یک روش شمارش صریح است که جواب بهینه مساله را تعیین می کند ولی در مساله با ابعاد بزرگ قابل استفاده نیست. این روش به منظور بررسی و اعتبار سنجی روش حل ابتکاری توسعه یافته است. روش حل دوم یک روش حل ابتکاری است که بر اساس روش جستجوی ممنوعه است.

۳-۱. روش جستجوی صریح برای تعیین جواب بهینه مساله

یک روش شمارش صریح که کلیه حالت های ممکن برای جانمایی تسهیلات رابررسی می کند در محیط Turbo C++ پیاده شده است که با استفاده از این برنامه جواب بهینه مساله به دست می آید. روش کار این الگوریتم بدین شکل می باشد که تمامی زوجهای ممکن برای تقاضای نوع x و نوع y را بررسی نموده و بهترین حالت ممکن را به عنوان جواب بهینه مساله ارائه می‌دهد. از آن جا که میزان احتمال مراجعه مشتریان به تسهیلات با هر تغییر در جانمایی تسهیلات تغییر می‌کند و همین طور با توجه به این که دو نوع تسهیل وجود دارد، فضای جستجو با بزرگ شدن ابعاد مساله رشد چشمگیری پیدا می‌کند. در نتیجه این برنامه فقط برای مسائل

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-04-11]

کوچک قابل استفاده است و با هدف استفاده از آن برای اعتبار سنجی روش جستجوی ممنوعه توسعه یافته، ارائه شده است.

۱-۱-۳. الگوریتم روش جستجوی صریح جواب

فرض شود دو نوع تسهیل و l مکان برای جانمایی m تسهیل جدید نوع اول و n تسهیل جدید نوع دوم در مساله وجود دارد و i تسهیل نوع اول رقیب و j تسهیل نوع دوم رقیب نیز در مکانهای ثابت جانمایی شده اند. برای روش جستجوی صریح بدین صورت عمل شده است که تمامی حالتهای توامان $\binom{l-i}{m}$ حالت ممکن برای جانمایی تسهیل نوع اول و $\binom{l-j}{n}$ حالت ممکن برای جانمایی تسهیل نوع دوم بررسی شده و تابع هدف مربوطه محاسبه و حالت بهینه به دست می آید. بدین ترتیب $\binom{l-i}{m} * \binom{l-j}{n}$ حالت در این الگوریتم وجود خواهد دارد.

در این قسمت با بیان مثالی نحوه رشد ابعاد فضای جواب بررسی می شود .

فرض شود دو نوع تسهیل و ۱۰ مکان برای جانمایی وجود دارد، فرض شود از هر نوع تسهیل ۳ مکان ثابت برای رقبا در نظر گرفته شده است و می خواهیم ۴ تسهیل از هر نوع را جانمایی کنیم.

به حالتهای زیر می رسیم :

چون از قبل در ۳ مکان از ۱۰ مکان موجود، تسهیل نوع اول رقیب جانمایی شده است، برای انتخاب ۴ مکان جدید برای تسهیل نوع اول ۳۵ حالت داریم.

$$\binom{7}{4} = 35$$

برای تسهیل نوع دوم نیز به همین صورت ۳۵ حالت موجود است.

حال با توجه به اینکه تقاضای نوع xy نیز در مساله وجود دارد، تابع هدف مساله به حالت های جانمایی توام دو نوع تسهیل وابسته است. یعنی برای این مساله فضای جواب دارای ۳۵×۳۵=۱۲۲۵ حالت است. حال با بزرگ شدن تعداد مکانهایی که می توان تسهیل ها را در آنها جانمایی کرد و با ثابت ماندن سایر پارامترهای مثال فوق داریم :

در حالت n=11 ، ۴۹۰۰ حالت

در حالت n=12 ، ۱۵۸۷۶ حالت

در حالت n=13 ، ۴۴۱۰۰ حالت

در حالت n=14 ، ۱۰۸۹۰۰ حالت

در حالت n=15 ، ۲۴۵۰۲۵ حالت

در حالت n=20 ، ۲۳۴۷۴۰۲۵ حالت

بدین ترتیب با توجه به رشد بسیار سریع ابعاد فضای جواب مساله ، دسترسی به جواب قطعی بسیار زمانبر است و در حالتیکه n>20 شود، رسیدن به جواب قطعی تقریباً غیر ممکن می شود.

۲-۳. روش جستجوی ممنوعه

در این بخش روش جستجوی ممنوعه برای حل مساله ارائه می شود. دلیل انتخاب روش جستجوی ممنوعه تحقیقی است که توسط [۱۵] انجام شده و نتیجه آن این بوده است که برای حل مسایل جانمایی، روش جستجوی ممنوعه نسبت به آلگوریتم ژنتیک و شبیه سازی تبرید بهتر است. این نتیجه با آزمایشات گوناگون و حل مسایل زیادی بدست آمده است. در ادامه روش جستجوی ممنوعه طراحی شده، شرح داده می شود. کلیه پارامترها و ویژگی های روش جستجوی ممنوعه ارائه شده به وسیله آزمایش های زیادی تنظیم شده است که خلاصه نتایج در جدول های(الف ۱)، (الف ۲)، (الف ۳) ضمیمه آورده شده است و از این نتایج در ادامه در روش جستجوی ممنوعه استفاده شده است.

۱-۲-۳. همسایگی

در الگوریتم جستجوی ممنوعه برای هر جواب مساله یک همسایگی از جوابها تعریف شده و سپس بهترین جواب در این همسایگی انتخاب می‌شود. این تعریف بسته به طراح الگوریتم می‌تواند به گونه‌های مختلف بیان شود. ما در این الگوریتم همسایگی را بصورت زیر تعریف می‌کنیم :

۱. فرض می شود X و Y دو مجموعه جواب برای جوابهای فعلی تسهیل‌های نوع X و نوع Y باشند، یک گره از $N_x - X$ به X و یک گره از $N_y _ Y$ به Y افزوده می‌شود، حال مساله دارای p_1+1 تسهیل از نوع X و p_2+1 تسهیل نوع Y می‌باشد، تابع هدفی که اکنون نشدنی است محاسبه می‌شود.

۲. دو گره اضافه شده به X و Y حذف شده و مرحله یک تکرار می شود تا این مرحله برای تمامی زوج گره ها بررسی شود.

۳. i امین حل بهینه بدست آمده انتخاب شده و با $X = XUx_{p1+1}$ و $Y = YUy_{p2+1}$ نمایش داده می‌شود.

۴. یک گره از X و یک گره از Y حذف می شود، حال $p_1 _ 1$ تسهیل نوع x و $p_2 _ 1$ تسهیل نوع Y موجود است. تابع هدف نشدنی محاسبه می شود.

۵. گره حذف شده از X و Y دوباره به آنها اضافه شده و مرحله چهار را تکرار می کنیم تا تمامی زوج گره‌ها بررسی شوند.

۶. Jامین حل بهینه بدست آمده انتخاب شده و با $X = X _ x_{p1_1}$ و $X = X _ x_{p2_1}$ نمایش داده می‌شود.

۷. بهترین گره اضافه شده و بهترین گره حذف شده را انتخاب نموده و بهترین حل (X,Y) انتخاب می شود .

۸. اگر زوج (x_{p1+1}, y_{p2+1}) و زوج (x_{p1_1}, y_{p2_1}) ممنوع نباشند، آنها را در لیست ممنوعه قرار دهید و توقف کنید.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-04-11]

۹. اگر زوج (x_{p1+1}, y_{p2+1}) و زوج (x_{p1_1}, y_{p2_1}) ممنوع بود، اما (X,Y) بهتر از جواب قدیمی بود (یعنی معیار رضایتمندی برقرار بود) آنها را در لیست ممنوعه قرار داده و توقف کنید.

۱۰. اگر زوج (x_{p1+1}, y_{p2+1}) و زوج (x_{p1_1}, y_{p2_1}) ممنوع بودند و (X,Y) بدتر از جواب قدیمی بود، تا زمانیکه $i \leq 32$ و $j \leq 16$ ، i=i+1 و j=j+1 قرار داده و به مرحله ۳ بروید.

۲-۲-۳. فهرست ممنوعه

در این الگوریتم، زوج گره (x_{p1+1}, y_{p2+1}) را که به عنوان زوج گره اضافه شده به تسهیل‌ها انتخاب می‌شوند را در فهرست ممنوعه قرار می دهیم. همچنین زوج گره ای که پس از اضافه شدن این گره، از تسهیل ها حذف می شوند را نیز در فهرست ممنوعه قرار می‌دهیم. یعنی دو زوج گره ای که در دو جواب متوالی در تسهیل ها تغییر می کنند، در فهرست ممنوعه قرار می‌گیرند و طول فهرست ممنوعه را برای زوج گره‌های اضافه شده و حذف شده به صورت زیر در نظرگرفته می شوند. برای زوج گره های اضافه شده، طول فهرست ممنوعه برابر $[\frac{n}{4}]$ در نظر گرفته می‌شود. (n همان تعداد گره_های شبکه است). برای زوج گره‌های حذف شده، طول فهرست ممنوعه $\min\{\beta, [\frac{n}{4}]\}$ در نظر گرفته می‌شود. در ضمن در صورت پر شدن فهرست ممنوعه، از روش خروج به ترتیب ورود (FIFO) استفاده می‌نماییم. با توجه به اینکه در این مساله دو نوع تسهیل نوع x و نوع y داریم، دو فهرست ممنوعه بوجود می‌آید، یکی برای مشخصه نوع x و دیگری برای مشخصه نوع y . حال برای اضافه نمودن یک مشخصه جدید x یا y به فهرست ممنوعه بصورت زیر عمل می‌کنیم: ابتدا اولین مشخصه در فهرست ممنوعه که نسبت به سایر مشخصه‌ها زودتر وارد فهرست ممنوعه شده (First In) را از فهرست ممنوعه حذف شده، سپس تک تک مشخصه ها یک خانه به بالا انتقال می یابند (مشخصه i به مکان i-1 انتقال پیدا می کند) تا آخرین خانه در فهرست ممنوعه خالی شود، سپس مشخصه جدید بجای آن وارد فهرست ممنوعه می شود.

۳-۲-۳. معیارهای رضایتمندی

این معیار زمانی مورد بررسی قرار می گیرد که یکی از جوابهای همسایگی ممنوعه بوده ولی تابع هدف آن بهتر از تابع هدف مربوط به جواب قدیمی باشد، در اینصورت این جواب انتخاب شده و ممنوعیت جواب در نظر گرفته نخواهد شد.

۴-۲-۳. پر قدرت سازی جواب

پرقدرت سازی را بر روی مکان احداث خدمت دهندگان اعمال می کنیم، یعنی چنانچه در اغلب جوابهای خوب بدست آمده یک مکان خاص برای احداث وجود داشته باشد سعی می کنیم جوابهایی را که شامل این مکان هستند را مورد بررسی قرار دهیم، برای این منظور به روش زیر عمل می شود:

چنانچه در n-3 جواب برتر بدست آمده در تکرار های قبل یک مکان خاص برای خدمت وجود داشته باشد آنگاه در ادامه الگوریتم تنها جوابهایی که شامل این مکان باشند را مورد بررسی قرار می دهیم، یعنی در جوابهای آتی این مکان خاص برای خدمت دهی از پیش احداث شده در نظر گرفته می شود. پرقدرت سازی جواب، زمانی انجام می شود که حداقل به تعداد طول فهرست ممنوعه تکرار رخ داده باشد.

۵-۲-۳. متنوع سازی جواب

متنوع سازی جواب بر روی مکانهایی که در تکرارهای قبلی تسهیلی در آن احداث نشده اند، اعمال می شود . یعنی چنانچه یک مکان خاص در تکرارهای قبل وجود نداشته باشد آنگاه به هنگام مقایسه بین تابع هدف جوابهای یک همسایگی جدید، ابتدا تابع هدف جوابهایی که شامل این مکان خاص هستند را ۵ درصد افزایش داده و سپس با سایر جوابها مقایسه می شود. متنوع سازی جواب، تنها زمانی انجام می شود که حداقل به تعداد طول فهرست ممنوعه تکرار رخ داده باشد.

۶-۲-۳. الگوریتم جستجوی ممنوعه

در این بخش بر اساس اجزاء شرح داده شده در فوق، الگوریتم جستجوی ممنوعه به شرح ذیل ارائه می شود:

گام ۱. ابتدا یک فهرست ممنوعه ایجاد می شود که بتواند مشخصه جوابهای بدست آمده را ذخیره کند. این مشخصه شامل دو قسمت است که قسمت اول مربوط به زوج گره های اضافه شده به جواب است و قسمت دوم مربوط به زوج گره های حذف شده از جواب است.

گام ۲. یک جواب شدنی به عنوان جواب اولیه تولید می نماییم که این جواب، جواب بهینه جانمایی برای مساله بدون در نظر گرفتن تقاضاهای نوع xy درنظر گرفته شده است. (این جواب اولیه به روش جستجوی صریح که در قسمت ۱-۳-۱ بیان شده است به دست می‌آید و به دلیل اینکه تقاضای نوع xy در نظر گرفته نمی‌شود تعداد حالتهای ممکن برای این حالت به $\binom{1-i}{m} + \binom{1-j}{n}$ تعداد کاهش پیدا می کنند که تعداد این حالتها زیاد نبوده و در زمانی بسیار کوتاه قابل محاسبه می باشد). این جواب شدنی را به عنوان جواب بهینه درنظر می گیریم. لازم به ذکر است که به دلیل اینکه به غیر از محدودیت وجود رقیب در یک مکان، هیچ محدودیت دیگری در ارتباط با جانمایی تسهیل جدید در مساله وجود ندارد تمامی حالتهایی که در آنها تسهیل های نوع اول و دوم در مکان هایی متفاوت با تسهیل رقیب جانمایی می شوند، جواب‌های شدنی مساله خواهند بود.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-04-11]

گام ۳. (گام تکرار) با توجه به تعریف همسایگی، برای جواب فعلی مراحل یافتن بهترین (X,Y) را اجرا می‌کنیم تا بهترین جواب بدست آمده در این همسایگی حاصل شود، سپس مشخصه این جواب را در فهرست ممنوعه ذخیره می‌کنیم و چنانچه تابع هدف جواب جدید بیشتر از بهترین جواب تابع هدف در دست باشد، جواب بهینه را برابر بهترین جواب در دست قرار می‌دهیم .

گام ۴. چنانچه تعداد تکرار های انجام شده حداقل برابر طول فهرست ممنوعه شود آنگاه پرقدرت سازی و متنوع سازی انجام می پذیرد .

گام ۵. (گام توقف) در این گام چنانچه تعداد تکرارها به بیشترین مقدار خود رسید و یا در ۳۰ تکرار پیاپی تابع هدف تغییر پیدا نکند متوقف می شویم و در غیر اینصورت به گام ۳ می رویم.

گام ۶. جواب بهینه را به عنوان جواب نهایی در نظر می گیریم.

۴. بررسی عملکرد روش جستجوی ممنوعه

در این قسمت، برای مقدار پارامتر تابع لاجیت ۰،۰۱ تعداد ۲۴ مساله آزمایشی جانمایی در ابعاد مختلف به وسیله هر دو روش جواب قطعی و روش جستجوی ممنوعه بیان شده است.

در تمامی این آزمایش ها فاصله بین نقاط و میزان تقاضاها اعداد تصادفی در بازه $[1,100]$ می باشند.

سپس برای هر کدام نمودارهای مربوط به مقدار تابع هدف و زمان پردازش نیز نمایش داده شده است.

در تمامی این مسائل تعداد مکانهایی که برای تسهیل رقبا از دو نوع در نظر گرفته شده است و از ابتدا ثابت می باشند، هر کدام سه مکان و تعداد مکانهایی که برای دو نوع تسهیل جدید در نظر گرفته می شود هر کدام برابر چهار مکان می باشند.

برای کدنویسی روش قطعی و روش جستجوی ممنوعه از نرم افزار Turbo c++ استفاده شده و برای اجرای کدهای نوشته شده از پردازنده ۲،۴ گیگا هرتز استفاده شده است .

در جداول (۱) مقدارتابع هدف بدست آمده از روش قطعی و روش جستجوی ممنوعه به همراه زمان پردازش آنها، بیان شده است.

در ادامه هر جدول، نمودارهای (۲) مربوط به مقایسه تابع هدف دو روش و نمودار (۳) مربوط به نمودار مقایسه بین زمان پردازش دو روش ترسیم شده است.

جدول ۱. نتایج بدست آمده از روش جستجوی ممنوعه و روش جواب قطعی (γ=0.01)

ردیف	ابعاد مساله	حافظه add	حافظه rem	تابع هدفTS	زمانTS	تابع هدف اصلی	زمان اصلی
1	9	1	0	858	0	858	1
2	9	1	0	891	0	891	0
3	9	1	0	974	1	974	1
4	10	1	0	1109	1	1110	2
5	10	1	0	804	1	804	2
6	10	1	0	910	1	910	2
7	11	2	1	1042	3	1047	9
8	11	2	1	1203	3	1204	9
9	11	2	1	1240	3	1240	9
10	12	2	1	978	6	978	35
11	12	2	1	1219	6	1219	35
12	12	2	1	1431	5	1441	34
13	13	2	1	1186	7	1186	120
14	13	2	1	1480	7	1480	119
15	13	2	1	1176	6	1176	117
16	14	2	1	1403	10	1403	358
17	14	2	1	1509	12	1512	357
18	14	2	1	1148	13	1148	358
19	15	3	2	1682	20	1682	965
20	15	3	2	1504	16	1504	967
21	15	3	2	1375	24	1375	967
22	16	3	2	1253	26	1253	2436
23	16	3	2	1560	29	1560	2286
24	16	3	2	1411	28	1411	2277

توضیحات مربوط به ستون‌های جدول:

ابعاد مساله : تعداد گره های شبکه

حافظه Add : تعداد حافظه ای که در مورد گره های اضافه شده برای ممنوعیت در نظر گرفته می شود

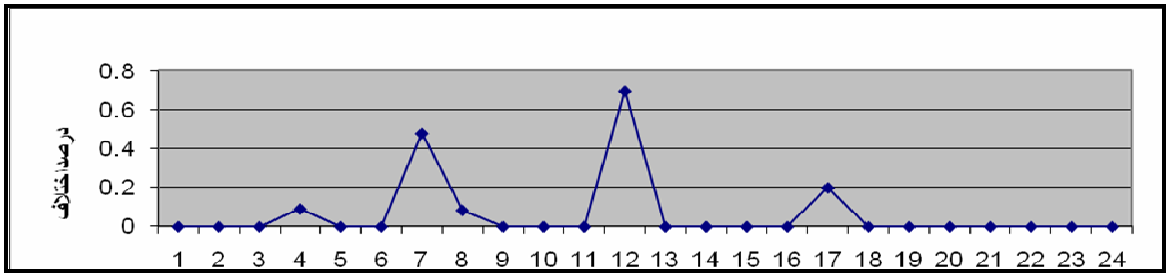
حافظه Rem : تعداد حافظه ای که در مورد گره های حذف شده برای ممنوعیت در نظر گرفته می شود. تابع هدف TS : مقدار تابع هدف به دست آمده از روش جستجوی ممنوعه

تابع هدف اصلی : مقدار تابع هدف به دست آمده از روش جواب قطعی

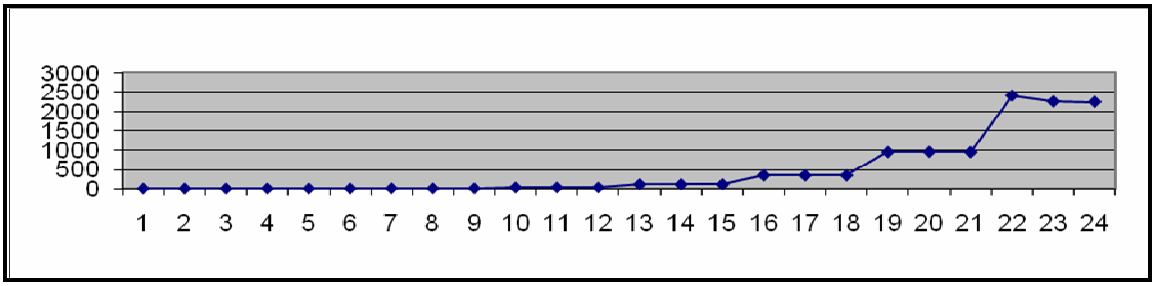
[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-04-11]

زمان TS : زمان اجرای برنامه برای به دست آوردن جواب از روش جستجوی ممنوعه

زمان اصلی : زمان اجرای برنامه برای به دست آوردن جواب از روش جواب قطعی



نمودار ۲. اختلاف تابع هدف جستجوی ممنوعه و روش جواب قطعی



نمودار ۳. اختلاف زمان محاسبه نتیجه روش جستجوی ممنوعه و روش قطعی (برحسب ثانیه)

همانگونه که در جداول فوق مشاهده می نمایید تابع هدف روش جستجوی ممنوعه دارای انحراف بسیار کمی از تابع هدف روش جواب قطعی است و این در حالی است که از نظر زمان پردازش، روش جستجوی ممنوعه در تمامی مسائل دارای زمانهای کمتری می باشند و خصوصا در مواردی که ابعاد مساله افزایش می یابد، دارای زمان بسیار کمتری از روش جواب قطعی است. لازم به ذکر است که با استفاده از نرم افزار کدنویسی شده برای روش قطعی، تنها می توان شبکه ای با ۲۰ گره را آن هم با زمان پردازش بسیار بالا حل نمود.

۵. نتیجه گیری

در این مقاله برای مساله ای که سفرهای دو منظوره با توجه به نوع خدمت دهی تسهیلات می‌تواند برای مشتریان وجود داشته باشد، یک مدل جانمایی ریاضی ارائه شده و دو روش حل شمارش صریح و روش حل جستجوی ممنوعه نیز برای حل مدل به دست آمده ارائه شد. از روش شمارش صریح برای بررسی عملکرد روش جستجوی ممنوعه استفاده شده است. نتایج محاسباتی حاکی از عملکرد مناسب روش جستجوی ممنوعه ارائه شده است. به منظور توسعه مدل ارائه شده، می‌توان سفرهای چندمنظوره و یا تغییر احتمال مراجعه مشتریان به تسهیلات براساس پارامترهایی غیر از فاصله را در مدل وارد نمود.

مراجع

[1] McLafferty, S.L., Ghosh, A., *Multi-Pupose Shopping and the Location of Retail Firms*, Geographical Anal, 1986, pp. 215-226.

[2] Mulligan, G.F., *Consumer Travel Behavior: Extensions of a Multi-Purpose Shopping Model*, Geogeaphical Anal, 1987, pp. 364-375.

[3] Thill, J.C., *Spatial Duopolistic Competition with Multi-Purpose and Multi-Shop Shopping*, Ann Regional Sci, 1992, pp. 287-304.

[4] Berman, O., Huang, R., *The Minisum Multipurpose Trip Location Problem on Networks*, Transportation Science, 2007,pp. 500-515.

[5] Berman, O.R., Huang., *The Minisum Collection Depots Location Problem with Multiple Facilities on a Network*, J. Oper. Res, 2004, pp. 769-779.

[6] Huang, R., *Network Location Problems with Multiple types of Facilities*, Doctoral thesis, Joseph L.Rotman School of management, University of Toronto,Toronto, Canada, 2005.

[7] Marianov, V., *Location of Multiple Server Congestible Facilities for Maximizing Expected Demand*, when services are non-essential, Annals of operation research, 2003, pp. 125-141.

[8] Marianov, V., Boffey, B, Galvao, R., *Linearisation of the Sservice Level Constraint for Location of Multi-Server Congestible Facilities.Annals of operation research*, 2007, pp. 143-162.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-04-11]

[9] Hakimi, L., *locating New Facilities in a Competitive Environment.*, Mathematical programming studies, 1983, pp. 29-35.

[10] Dobson, G., Karmarkar, U., *Competitive Location on a Network, Operation Research*, 1987, pp. 565-574.

[11] Marianov, V., Rios, M., Icaza, M., *Facility Location for Market Capture When users Rank Facilities by Shorter Travel and Waiting Times*, European Journal of Operational Research 2008, pp. 32-44.

[12] Mcfadden, D., *Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior*. Zarembka (ed), Frontiers of Econometrics, New York, NY, Academic Press, 1974.

[13] Glover, F., Tabu search, Part I. ORSA Journal on computing 1989, pp. 190-206.

[14] Hatice, C., Sibel, A., Alumur, Bahar, Y., Kara, Oya, E., Karasan., *A Tabu-Search Based Heuristic for the Hub Covering Problem Over Incomplete Hub Networks,* Computers & Operations Research, Volume 36, Issue 12, December 2009, pp. 3088-3096

[15] Marvin, A., Arostegui, Jr., Sukran, N., Kadipasaoglu, Basheer, M., Khumawala., *An Empirical Comparison of Tabu Search, Simulated Annealing, and Genetic Algorithms for facilities Location Problems*, International Journal of Production Economics, 2006, pp.742-754.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2025-04-11]