دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده علوم ریاضی
گروه ریاضی کاربردی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته
ریاضی کاربردی، گرایش تحقیق در عملیات

عنوان

مکانیابی سرویس دهنده‌های مختلف بر روی خط

استاد راهنما

آقای دکتر جعفر فتحعلی

استاد مشاور

آقای دکتر حسین قاسم زاده

پژوهشگر

مرتضی گلی

۱۳۹۳

نام خانوادگی دانشجو: گلی نام: مرتضی

عنوان: مکانیابی سرویس دهنده‌های مختلف بر روی خط

استاد راهنما: آقای دکتر جعفر فتحعلی

استاد مشاور: آقای دکتر حسین قاسم زاده

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: ریاضی کاربردی گرایش: تحقیق در عملیات

دانشگاه: شاهرود دانشکده علوم ریاضی

تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۱۳۹۳ تعداد صفحات: ۵۶

واژگان کلیدی: مکانیابی، m-میانگین میانه، مکان سرویس دهنده‌ها، نقاط تقاضا

چکیده

یکی از مهم‌ترین نکات پیرامون مراکز ارائه خدمات، مکانیابی مناسب آنهاست. در این میان شناخت هدف و روش حل مساله از اهمیت زیادی برخوردار است. اگر مکانیابی مراکز به صورت صحیح انجام شود، موجب کاهش هزینه و حداکثر بهره‌وری از آن خواهد شد. ما در این پایان نامه به مکانیابی سرویس دهنده‌های مختلف بر روی یک خط می‌پردازیم.

در ابتدا و در فصل اول به تعریف مکانیابی، تاریخچه‌ای از آن و افرادی که پیرامون مدل‌های مکانیابی کارکرده‌اند، می‌پردازیم. در فصل دوم مساله m-میانگین میانه را مطرح می‌کنیم. در ادامه یک شبکه از رئوس که شامل تعدادی سرویس دهنده و مشتری می‌باشد در نظر گرفته، رئوس تاریک گراف را به عنوان سرویس دهنده و رئوس روشن گراف را به‌عنوان مشتری در نظر می‌گیریم. هدف ما مینیمم کردن میانگین فاصله بین مکان مشتری و مکان سرویس دهنده می‌باشد. در انتها نیز یک الگوریتم برای حل آن ارائه می‌دهیم. در فصل سوم به مساله P-سرویس دهنده می‌پردازیم که عبارت است از قرار دادن حداکثر P-سرویس دهنده در تعدادی از مکان‌های مستعد که از قبل به منظور سرویس دهی به مشتریان انتخاب کرده‌ایم. همچنین بیان می‌کنیم که هر سرویس دهنده دارای یک هزینه ثابت و یک هزینه متغیر است. در ادامه نیز مدل و الگوریتم آن را ارائه می‌کنیم. هدف ما در این فصل کاهش هزینه ثابت سرویس دهنده‌ها علاوه بر هزینه متغیر سرویس دهی به مشتریان است. در فصل چهارم نیز به یک مطالعه موردی درباره مکانیابی مراکز امداد جاده‌ای در استان سمنان می‌پردازیم.

تقدیم به همه آنهایی که

می خواهند بیشتر بدانند

خدایا...[1]

به من زیستنی عطا کن که در لحظه مرگ، بر بی‌ثمری لحظه‌ای که برای زیستن گذشته است، حسرت نخورم و مُردنی عطا کن که بر بیهودگیش، سوگوار نباشم. بگذار تا آن را، خود انتخاب کنم، اما آنچنان که تو دوست می‌داری.

تو می‌دانی و همه می‌دانند که شکنجه دیدن بخاطر تو، زندانی کشیدن بخاطر تو و رنج بردن به پای تو تنها لذت بزرگ زندگی من است، از شادی توست که من در دل می‌خندم، از امید رهایی توست که برق امید در چشمان خسته‌ام می‌درخشد و از خوشبختی توست که هوای پاک سعادت را در ریه‌هایم احساس می‌کنم. نمی‌توانم خوب حرف بزنم. نیروی شگفتی را که در زیر کلمات ساده و جمله‌های ضعیف و افتاده، پنهان کرده‌ام دریاب، دریاب.

تو می‌دانی و همه می‌دانند که زندگی از تحمیل لبخندی بر لبان من، از آوردن برق امیدی در نگاه من، از برانگیختن موج شعفی در دل من، عاجز است.

تو، چگونه زیستن را به من بیاموز، چگونه مردن را خود خواهم آموخت.

به من توفیق تلاش در شکست، صبر در نومیدی، رفتن بی‌همراه، جهاد بی‌سلاح، کار بی‌پاداش، فداکاری در سکوت، دین بی‌دنیا، مذهب بی‌عوام، عظمت بی‌نام، خدمت بی‌نان، ایمان بی‌ریا، خوبی بی‌نمود، گستاخی بی‌خامی، قناعت بی‌غرور، عشق بی‌هوس، تنهایی در انبوه جمعیت، و دوست داشتن بی‌آنکه دوست بداند، روزی کن.

اگر تنهاترین تنها شوم، باز خدا هست

او جانشین همه نداشتن هاست...

[1] مناجاتی از دکتر علی شریعتی.

سپاس گزاری...

سپاس خداوندگار حکیم را که با لطف بی‌کران خود، آدمی را زیور عقل آراست.

در آغاز وظیفه خود می‌دانم از زحمات بی‌دریغ استاد راهنمای خود، جناب آقای دکتر **جعفر فتحعلی،** صمیمانه تشکر و قدردانی کنم که قطعاً بدون راهنمایی‌های ارزنده ایشان، این مجموعه به انجام نمی‌رسید.

از جناب آقای **دکتر قاسم زاده** که زحمت مطالعه و مشاوره این رساله را تقبل فرمودند و در آماده سازی این رساله، به نحو احسن اینجانب را مورد راهنمایی قرار دادند، کمال امتنان را دارم.

همچنین لازم می‌دانم از استاد عزیزم جناب آقای دکتر علیرضا ناظمی که همواره در این زمینه مشوق اینجانب بوده‌اند و همچنین جناب آقای دکتر مهرداد غزنوی کمال قدردانی و تشکر را داشته باشم.

در پایان، بوسه می‌زنم بر دستان خداوندگاران مهر و مهربانی، پدر و مادر عزیزم و بعد از خدا، ستایش می‌کنم وجود مقدس‌شان را و تشکر می‌کنم از برادران عزیزم به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان، که در این سردترین روزگاران، بهترین پشتیبان من بودند.

مرتضی گلی

۱۳۹۳

فهرست مطالب

فصل ۱

مقدمه و تاریخچه

۱.۱ مقدمه

فرض کنیم N نقطه کاندید و تعدادی سرویس دهنده داریم. منظور از مکانیابی قرار دادن این سرویس دهنده‌ها در نقاط کاندید به منظور کاهش هزینه و افزایش پوشش آن سرویس دهنده است. از سال ۱۹۶۰ افراد مختلفی پیرامون مدلهای مکانیابی کار کرده‌اند که در بخش تاریخچه به آن خواهیم پرداخت. در فصل دوم ما مینیمم مجموع فاصله همه مشتری‌ها تا هر یک از سرویس دهنده‌ها را به دست می‌آوریم و الگوریتمی را نیز برای آن ارائه می‌دهیم. در فصل سوم تعدادی سرویس دهنده و نقاط کاندید در اختیار ماست. سرویس دهنده‌ها را باید در تعدادی از این نقاط با هدف حداکثر سرویس دهی به مشتریان و مینیمم کردن هزینه قرار دهیم.

۲.۱ تاریخچه

مکانیابی تسهیلات خدماتی عمومی بصورت صحیح و مناسب همواره اولین دغدغه در جهت احداث این اماکن بوده است. به همین دلیل مطالعات گسترده‌ای پیرامون مدلهای مکانیابی و محدودیتهای آن‌ها انجام گرفته است. بطور کلی مطالعات مکانیابی از اوایل قرن بیستم آغاز گردید، اما از حدود ۱۹۶۰ بصورت جدی به آن پرداخته شد.

مدلهای مکانیابی را می‌توان در دو گروه پیوسته و گسسته طبقه‌بندی نمود. در مدل پیوسته یک یا چند سرویس دهنده می‌توانند در هر نقطه از محدوده قرار گیرند، اما در مدل گسسته، سرویس دهنده‌ها می‌توانند در یک مجموعه از نقاط که از قبل انتخاب شده‌اند، قرار گیرند. واضح است که مطالعه در یک فضای پیوسته دقت بیشتری در پی خواهد داشت اما با حجم بالای عملیات همراه بوده و نیازمند انبوهی از اطلاعات خواهد بود. مدلهای گسسته این مشکلات را رفع کرده و چنانچه تقسیم‌بندی‌ها، انتخاب نقاط کاندید و سایر مراحل آن با دقت صورت گیرد، دقت نتایج نیز در حد قابل قبول خواهد بود [۲] .

مدل‌های مکانیابی دامنه وسیعی از کاربردها شامل تعیین محل یک تجهیز در کارخانه، محل استقرار یک کارخانه در شهر، محل استقرار مراکز توزیع محصول، مکانیابی بیمارستان‌ها، مکانیابی مراکز عرضه سوخت و بسیاری موارد دیگر را شامل می‌گردد.

مدلهای مکانیابی بر اساس شرایط مساله به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. هونگ‌ژونگ‌جیا[۱] و همکارانش [۲۵] هشت فاکتور را که در دسته بندی مدلهای مکانیابی تسهیلات موثر هستند را معرفی کردند. این هشت فاکتور عبارتند از: مشخصات جغرافیایی، خصوصیات تسهیلات، اهداف، روش حل،

[۱] Honggzhong

الگوهای تقاضا، انواع زنجیره عرضه، افق زمانی و پارامترهای ورودی .
یکی از این دسته مدل‌ها، مدل‌های مکانیابی پوششی است. این مدلها اغلب در مکانیابی تجهیزات اضطراری همچون مراکز درمانی، آمبولانس، نیروهای امنیتی، آتش نشانی‌ها وسایر موارد مشابه مطرح می‌شود و هدف نهایی آنها تعیین مراکز ارائه خدمت در نقاط کاندید است به گونه‌ای که بیشترین یا بهترین خدمت به مناطق تقاضا داده شود.
تورگاس[۲] و همکارانش [۴۱] به جستجوی مکانهایی برای مراکز اورژانس در ایالت نیویورک آمریکا پرداختند. آنها با استفاده از یک مدل برنامه ریزی خطی، تعداد مراکز مورد نیاز برای پوشش تقاضاهای نواحی مختلف با در نظر گرفتن زمانهای پوشش متفاوت را بدست آوردند .
عادل‌عالی[۳] و جان‌وایت[۴] [۱۱] مساله تعیین مکانهای بهینه برای احداث مراکز اورژانسی (مراکز پلیس، ایستگاه‌های آتش نشانی، ایستگاه‌های آمبولانس، مراکز سلامت،بیمارستان‌ها و ماشین‌های پلیس) را در آمریکا مورد بررسی قرار دادند.
گالوا[۵] و همکاران [۲۲] مدل پوشش حداکثر را با استفاده از روش آزادسازی لاگرانژ و تبدیل آن به یک مساله کوله پشتی صفرو یک حل کردند. مساله مورد آزمون در این تحقیق تا اندازه ۹۰۰ نقطه تقاضا و ۹۰۰ مکان کاندید بود .
داسکین[۶] و لاتویا[۷] [۲۷] کاربرد سه مدل پایه مکانیابی یعنی مدل پوشش مجموعه‌ها، مدل حداکثر پوشش و مدل p−median را در مراقبت های پزشکی عنوان کردند. همچنین سه هدف عمده در مکانیابی مراکز پزشکی یعنی دسترسی، سازگاری و سودمندی را مطرح نمودند .
چنگ[۸] و همکاران [۱۸] برای تعیین مکانهای مناسب بیمارستان‌های تایوان از روش تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل حساسیت و دلفی تعدیل شده استفاده کردند .
ملوا[۹] و همکارانش [۲۸] یک مدل مکانیابی تسهیلات چندکالایی را برای طراحی استراتژیک شبکه‌های زنجیره تامین کردند. آنها جنبه هایی نظیر افق برنامه‌ریزی، ساختار عمومی شبکه زنجیره تامین، توزیع کالاها، موقعیت تسهیلات و محدودیت انبارها را در طراحی مدلشان در نظر گرفتند .

[۲] Toregas
[۳] Adel Alie
[۴] John W
[۵] Galvao
[۶] Daskin
[۷] Lautuya
[۸] Cheng
[۹] Melevoa

بوتیستا[۱۰] و پریرا[۱۱] [۱۵] یک الگوریتم گراسپ برای حل مساله مکانیابی پوشش مجموعه ارائه کردند. آنها مسائلی با ۵۰۰ نقطه تقاضا و ۵۰۰ مکان کاندید را حل کردند .
آبولین[۱۲] و همکاران [۱۰] مساله طراحی و مکانیابی تسهیلات رقابتی را در نظر گرفتند که هدف آن بهینه سازی هم‌زمان مکانها و طراحی تسهیلات جدید در کنار تسهیلات موجود با محدودیت بودجه بود. آن‌ها مساله را بصورت برنامه ریزی عدد صحیح با یک تابع هدف غیر خطی مدل کردند .
رداند[۱۳] و همکاران [۳۴] مساله مکانیابی رقابتی تسهیلات در حالت پیوسته را در نظر گرفتند. هدف آن‌ها تعیین مکان و کیفیت تسهیلات به منظور حداکثر کردن سود بود. آن‌ها از موازی سازی الگوریتم ها برای حل مساله استفاده کردند .
یینگ‌وانگ و چوانگ‌وانگ[۱۴] [۴۳] یک مدل جدید مکانیابی با دو هدف کمینه کردن هزینه و بیشینه کردن پوشش تقاضا ارائه کردند. آن‌ها با استفاده از برنامه ریزی اعداد صحیح مختلط تعداد مراکز سوخت‌گیری وسایل نقلیه و مکان آن‌ها را در شبکه جاده‌ای تایوان برای خدمت رسانی به فواصل کوتاه و بلند تعیین کردند .
کوکایدین[۱۵] و همکاران [۲۴] یک مساله مکانیابی رقابتی چند تسهیلاتی در حالت گسسته را در نظر گرفتند. آن‌ها فرض کردند که متقاضیان دریافت خدمت در یک نقطه تقاضا متناسب با دو پارامتر جذابیت تسهیلات و عکس فاصله نقاط تقاضا از مکان تسهیلات جدید استفاده می‌کنند. آن‌ها مساله را بصورت یک مدل غیر خطی عدد صحیح دو سطحی فرمول‌بندی کردند و سپس با تبدیل به مدل یک سطحی معادل، با استفاده از روش Gmin-aBB آن را حل کردند .
هدف تمامی مدلهای ارائه شده در زمینه مکانیابی تسهیلات رقابتی، حداکثر کردن سود یا بیشینه کردن پوشش تقاضا بوده است [۵] .

۳.۱ اجزا مسایل مکانیابی

در این بخش ترکیبی از طبقه‌بندی‌هایی که از مسایل مکانیابی و تعیین ویژگی‌های آن‌ها و اجزای‌شان صورت گرفته است، ارائه می‌شود.

[۱۰] Bautista
[۱۱] Perira
[۱۲] Aboolian
[۱۳] Redondoa
[۱۴] wang
[۱۵] Kucukaydin

۱.۳.۱ فضا

معمولا فضای مسایل مکانیابی یکی از سه دسته زیر است

۱) پیوسته: هرگاه فضای مکان تاسیسات و نقاط تقاضا پیوسته باشد یعنی توسط متغیرهایی که به‌صورت پیوسته تغییر می‌کنند، نظیر مختصات مشخص شود، مدل را پیوسته می‌گویند. در این مدل‌ها مکان سرویس دهنده‌ها را در فضای d بعدی R^d پیدا می‌کنیم. اکثر مسایل مکانیابی در فضای حداقل دو بعدی تعریف می‌شوند. مسایل دو بعدی به‌خاطر ویژگی‌های هندسی و قابلت ادراک بصیری‌شان بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. در مواجهه با مسایل پیوسته از ابزارهای هندسی و آنالیز (آنالیز تابعی، که معمولا از ویژگی‌های تحدب و تقعر استفاده می‌شود.) بهره می‌بریم.
عمدتا مسایل مکانیابی، طبیعت و توصیف هندسی دارند ولی مطالعه و روند حل آن‌ها هم شامل بررسی‌های هندسی و هم شامل بررسی‌های آنالیزی است. در کاربردهای عملی از فضای پیوسته به دو شکل استفاده می‌شود. مسطح، مثل مدارهای مجتمع در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی، یک تکه کاغذ، میز کار و یا یک تکه زمین و کروی برای نواحی مثل قاره‌ها و حتی کره زمین. در این حالت‌ها برای مشخص کردن نقاط، احتیاج به دو مولفه داریم.
در مسایلی که با مکانیابی در ساختمان زیر آب و یا در هوا روبه‌رو هستیم، باید مشخصه سومی که ارتفاع یا عمق را نشان می‌دهد را هم به‌حساب آوریم. مسایل یک بعدی عمدتا زمانی رخ می‌دهند که مکانیابی را روی یک خط (مستقیم یا دارای انحنا) انجام می‌دهیم. مثل کشیدن یک بزرگ‌راه یا خط آهن.

۲) گسسته: مدل‌های مکانیابی گسسته مدل‌هایی هستند که در آن‌ها باید مکان سرویس دهندگان را تنها روی نقاط از پیش تعیین شده پیدا کنیم. در این مدل‌ها مجموعه‌ای متناهی از نقاط کاندیدا داده شده است که توسط متغیرهای گسسته نشان داده می‌شوند. در مدل‌های مکانیابی پیوسته برخلاف مدل‌های گسسته نمی‌توان لیست جامع و کاملی از نقاط در دسترس را ارایه داد. از این جهت مدل‌های پیوسته را مدل‌های ایجاد مکان و مدل‌های گسسته را مدل‌های انتخاب مکان نیز خوانده‌اند.
یکی از ابزارهای مفید در ریاضیات در مواجهه با مسایل بزرگ و پیوسته ایده گسسته سازی فضاست. یکی از دلایل استفاده از این ایده ساده‌تر شدن و کاهش فضای جواب به تعداد متناهی مجموعه و کاربردهای ویژه در بعضی حالات خاص از مساله است. در مدل‌های گسسته، در حقیقت هر نقطه نماینده یک ناحیه از فضا است. قابل توجه است که در حالت پیوسته باید یک تابع برای تخمین فاصله بین نقاط انتخاب شود که نحوه انتخاب یک تابع مناسب، خود موضوع

مقالات زیادی در زمینه مکانیابی پیوسته بوده است ولی در حالت گسسته، فاصله واقعی پیموده شده و یا از قبل محاسبه شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.
بنابراین مدل‌های پیوسته به راحتی موقعیت‌های عملی و واقعی را مدل می‌کنند و به سرعت اجرا می‌شوند زیرا به بانک‌های اطلاعاتی عظیم مسافت‌ها و همچنین محاسبه کوتاه‌ترین مسیر احتیاجی ندارند. این نکته قابل ذکر است که به خاطر استفاده تابع تخمین دقت کمتری نسبت به انواع گسسته دارند. البته انتخاب نوع فضا به نظر تصمیم گیرنده بستگی دارد. بعضی اوقات ممکن است مزایای مدل‌های پیوسته سبب شود که از دقت آن تا حدی صرف نظر کرد. مثلا در یک شهر ممکن است که انتخاب فاصله مستطیلی[۱۶] دقت بسیار زیادی در تخمین فاصله واقعی بین دو نقطه از آن را داشته باشد. عمدتا شهرهایی که دارای خیابان‌های عمود بر هم و توری شکل هستند در این دسته قرار می‌گیرند.

۳) شبکه‌ای: مدل‌های شبکه‌ای مدل‌هایی هستند که در آن سرویس دهندگان روی رئوس و یال‌های یک شبکه مستقر می‌شوند. در حوزه مکانیابی با فضای شبکه‌ای، مسایلی وجود دارند که در حالت کلی NP-سخت هستند ولی در گراف‌های خاص مثل درخت یا k-درخت‌ها در زمان‌های حداکثر از درجه چند جمله‌ای قابل حل هستند. علاوه بر موارد ذکر شده ممکن است فضایی که باید سرویس دهنده در آن قرار گیرد با تعریف نواحی ممنوع محدود شود. نواحی ممنوع نواحی هستند که سرویس دهنده نباید در آن‌ها قرار بگیرد. این مناطق می‌توانند قوانین منطقه‌بندی یا سایر محدودیت را مدل کنند.

۱.۳.۲ تعداد سرویس دهنده (یا فعالیت) هایی که باید مستقر شوند

فرض کنید p تعداد سرویس دهنده‌ها باشد. حالت‌های $p = ۱$ و $p > ۱$ را در نظر می‌گیریم

۱) $p = ۱$: در این حالت فقط یک فعالیت (سرویس دهنده) باید مستقر شود.

۲) $p > ۱$: در این حالت علاوه بر پیدا کردن محل استقرار سرویس دهنده‌ها باید چگونگی تخصیص مشتریان به سرویس دهنده‌ها را نیز مشخص کنیم.

در حالتی که چند سرویس دهنده را مکانیابی می‌کنیم، ممکن است ارتباط بین سرویس دهنده‌های جدید نیز دارای اهمیت باشد. مدل‌هایی که این هدف را برآورده می‌کنند شامل فاصله وزن‌دار بین سرویس دهنده‌های جدید می‌باشند. به‌عنوان مثالی از این مورد می‌توان به مکانیابی تاسیسات نظامی اشاره کرد

[۱۶] Rectilinear

که در آن پراکنده شدن و فاصله داشتن سرویس دهنده‌های جدید میزان ضرر و خسارت و آسیب‌پذیری را کاهش می‌دهد. در مکانیابی پمپ‌های گاز یا فست فودها تصمیم گیرنده سعی در پراکنده کردن آن‌ها دارد تا از ایجاد رقابت مستقیم آن‌ها با یک‌دیگر جلوگیری کند.

۳.۳.۱ تعداد سرویس دهنده‌های موجود

بر مبنای این پارامتر دو نوع مدل مختلف وجود دارد

۱) مدل‌هایی که تعداد سرویس دهنده‌های جدید در آن ثابت است.

۲) مدل‌هایی که تعداد سرویس دهنده‌های جدید در آن متغیر است.

مدل‌های نوع دوم پیچیده‌تر از نوع اول هستند، زیرا باید متغیری دیگر که نشان دهنده تعداد سرویس دهنده‌ها است را به مدل اضافه کنیم. در مدل‌های مکانیابی دو حالت رخ می‌دهد. در بسیاری از مدل‌ها فرض بر این است که تصمیم گیرنده با یک فضای خالی روبه‌رو می‌شود که هیچ سرویس دهنده‌ای در آن وجود ندارد. در حالتی دیگر که آن را مکانیابی شرطی[۱۷] می‌نامیم، تعدادی سرویس دهنده موجود هستند و هدف اضافه کردن تعدادی دیگر است.

۴.۳.۱ اهداف تصمیم گیرنده

مدل می‌تواند یک یا چند هدفه باشد. یعنی تصمیم گیرنده می‌تواند به دنبال مکان بهینه برای استقرار سرویس دهنده تحت یک هدف یا چند هدف بطور هم زمان باشد. در بین مدل‌های تک هدفه حداقل سه دسته وجود دارند

۱) مینیمم‌سازی تابعی از فاصله: کمترین مجموع[۱۸]، مینیماکس[۱۹]

۲) ماکزیمم سازی تابعی از فاصله: بیشترین مجموع[۲۰]، ماکزیمین[۲۱]

۳) تابع‌های ترکیبی از فاصله

[۱۷] Conditional

[۱۸] Minisum

[۱۹] Minimax

[۲۰] maxisum

[۲۱] Maximin

۵.۳.۱ اندازه‌گیری فاصله

فاصله یک معیار عددی برای تشخیص میزان دور بودن اشیا است. در مسایل مکانیابی فرض می‌کنیم که ارتباط بین تاسیسات مستقیما وابسته به موقعیت مکانی آن‌ها باشد و معمولا به شکل تابعی از فاصله بیان می‌شود. بنابراین مفهوم فاصله نقشی محوری در مکانیابی پیوسته دارد. با توجه به موقعیت و شرایط مساله اندازه‌های مختلفی برای ارزیابی فاصله به کار می‌روند. استفاده از روند نرم‌ها[۲۲] به‌عنوان تابع تخمین فاصله در یک مساله مکانیابی با فضای پیوسته اولین با توسط لاو و موریس [۴۴] پیشنهاد شد. وارد و وندل [۲۶] نیز استفاده از نرم‌های بلوکی[۲۳] را مورد مطالعه قرار دادند. برای اندازه‌گیری فاصله بین مشتریان و سرویس دهنده‌ها معمولا از مترهای زیر استفاده می‌شود

۱) فاصله مینکوفسکی[۲۴] (یا نرم L_p): این فاصله بین دو نقطه $x = (x_۱, x_۲)$ و $y = (y_۱, y_۲)$ در صفحه به‌صورت زیر تعریف می‌شود

$$L_p(x, y) = (k_۱|x_۱ - y_۱|^p + k_۲|x_۲ - y_۲|^p)^{\frac{۱}{p}} \quad ۱ \leq p \leq \infty$$

فاصله مینکوفسکی برای مدل کردن مسایلی که فاصله در جهت‌های مختلف تقارن ندارد، مناسب است. در مسایل مکانیابی از بین خانواده L_pها، فاصله اقلیدسی با $k_۱ = k_۲ = ۱, p = ۲$ و فاصله مستطیلی با $k_۱ = k_۲ = ۱, p = ۱$ بیشتر مورد استفاده هستند. فاصله اقلیدسی برای مدل کردن فاصله‌های هوایی یا دریایی و فاصله مستطیلی برای مدل کردن فاصله‌های خیابانی (به شرط اینکه خیابان‌ها یک‌طرفه نباشند) مناسب هستند.

۲) فاصله شبکه‌ای: برابر با کوتاه‌ترین مسیر بین دو نقطه روی شبکه است. برای محاسبه این فاصله الگوریتم‌های مختلفی پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان الگوریتم‌های دایکسترا و فلوید را نام برد.

۳) نرم بلوکی: نرم‌های بلوکی نرم‌هایی هستند که کانتورشان چند ضلعی است. نرم‌های $L_۱$ و L_∞ دو مثال از نرم‌های بلوکی هستند. نرم‌های بلوکی اولین بار توسط وارد و وندل برای حل مسایل مکانیکی به‌کار برده شد. این نرم‌ها برای مدل کردن فاصله در مسایلی که محدود به حرکت در جهت‌های از پیش تعیین شده هستیم، مناسب‌اند. همچنین کاربردهای زیادی در مسایل مکانیابی با مانع دارند.

---

[۲۲] Round norm

[۲۳] Block norms

[۲۴] Minkowsky

۶.۳.۱ محدودیت‌های فاصله

در بسیاری از مدل‌ها محدودیت فاصله وجود دارد. محدودیت‌های فاصله بر دو نوع هستند

۱) کران بالا برای فاصله: در این مدل‌ها سرویس دهنده‌ها به اندازه کافی دور از هم قرار می‌گیرند ولی تا حدی که در دسترس نیز باشند.

۲) کران پایین برای فاصله: در این مدل‌ها سرویس دهنده‌ها تا حد امکان نزدیک هم هستند اما نه بیش از یک حد معین.

۷.۳.۱ وزن

فاصله‌ها در تابع هدف می‌توانند دارای وزن‌های ثابت یا متغیر، یکسان یا مختلف باشند. گاهی برای مشخص کردن میزان تقاضا در هر نقطه ثابت (مشتریان) از وزن‌ها استفاده می‌شود. در مسایل شبکه‌ای، وزن یال می‌تواند نشان دهنده طول مسیر، زمان پیمایش یال، میزان مخاطره و هزینه استفاده از یال و ارایه خدمات و مواردی از این قبیل باشد.

۸.۳.۱ ارتباط بین سرویس دهنده‌ها

حداقل سه نوع ارتباط مختلف بین سرویس دهنده‌ها می‌تواند وجود داشته باشد

۱) فقط فاصله بین مشتریان و سرویس دهنده‌ها در نظر گرفته شود، مثلا در مکانیابی چند محل دفن زباله در یک کشور.

۲) فقط فاصله بین سرویس دهندگان محاسبه شود، مثلا مکانیابی سایت‌های موشکی در یک ناحیه بدون جمعیت.

۳) هر دو نوع فاصله ذکر شده در بالا در نظر گرفته شود، مثلا مکانیابی تعدادی سایت هسته‌ای در یک ناحیه دارای جمعیت.

۹.۳.۱ مشتریان

در تعدادی از مدل‌های مکانیابی نقش مشتریان [۲۵] نیز منظور شده است. لذا لازم است نحوه توزیع و میزان تقاضای آن‌ها را بدانیم. برای مثال ممکن است فرض کنیم مشتریان به‌طور یکنواخت در یک

[۲۵] Client

ناحیه توزیع شده‌اند و یا در نقاط خاصی از فضا، مثلا رئوس یک شبکه قرار دارند و میزان تقاضا تابعی از فاصله باشد.
مشتریان ممکن است به یک سرویس دهنده اختصاص یابند و یا ممکن است در انتخاب آن آزاد باشند که در این صورت سوال این است که آیا همیشه مشتریان به نزدیک‌ترین سرویس دهنده مراجعه می‌کنند یا عوامل دیگری در انتخاب سرویس دهنده توسط مشتریان دخیل هستند.

۱۰.۳.۱ تابع هدف

در این قسمت دسته‌های اصلی تابع‌های هدف [۲۶] در مدل‌های موجود مکانیابی را معرفی می‌کنیم. اکثر این توابع پیشنهادی هستند. یک راه، تفکیک سرویس دهنده‌ها بر اساس نوع سرویس‌شان به سرویس دهنده‌ها است که به سرویس دهنده‌های عمومی و خصوصی تقسیم می‌شوند. اغلب موارد خصوصی متناظر با کمترین مجموع و موارد عمومی متناظر با مینیماکس است، زیرا هدف کمترین مجموع سرویس دهنده‌ها را به گونه‌ای مکانیابی می‌کند که مجموع هزینه‌های حمل و نقل مینیمم شود. در مکانیابی سرویس دهنده‌های عمومی مانند استخر یا کتاب‌خانه، می‌خواهیم مکانی را پیدا کنیم که به همه مشتریان نزدیک باشد.
مورد دیگری که در تابع هدف مد نظر قرار می‌گیرد، میزان مطلوبیت سرویس دهنده برای مشتریان است. سرویس دهنده‌ها از دید مشتریان یکی از چهار حالت زیر را دارند

۱) مطلوب: در این حالت سرویس گیرنده می‌خواهد تا جایی که امکان دارد سرویس دهنده به او نزدیک باشد، یعنی سعی در جذب سرویس دهنده دارد.

۲) نامطلوب (مضر): سرویس گیرنده می‌خواهد تا جایی که امکان دارد از سرویس دهنده فاصله بگیرد، یعنی سعی در دفع آن دارد.

۳) بی تفاوت: سرویس گیرندگانی که برای‌شان اثرات مثبت و منفی سرویس دهنده اهمیت ندارد را می‌توان از مدل کنار گذاشت چرا که میزان مطلوبیت سرویس دهنده برای آن‌ها محاسبه نمی‌شود و در نهایت در جواب مساله تاثیر گذار نیستند.

۴) تا حدی مطلوب و تا حدی نامطلوب: در این حالت سرویس گیرنده می‌خواهد به سرویس دهنده نزدیک باشد ولی نه خیلی نزدیک. مثلا یک سوپر مارکت را در نظر بگیرید، از یک طرف مشتریان می‌خواهند که برای راحتی در امر خرید به فروشگاه نزدیک باشند و از طرف دیگر ترافیک، شلوغی

[۲۶] Objective Functions

و سروصدای ناشی از فروشگاه، آن را نامطلوب و ناخوشایند می‌سازد. در چنین موقعیتی سرویس گیرنده سه انتخاب دارد

۱) با اعمال یک محدودیت روی فاصله بین‌شان سرویس دهنده را دفع کند، یعنی سرویس دهنده تا حد امکان نزدیک باشد ولی حداقل به اندازه فاصله از پیش تعیین شده فاصله داشته باشد.

۲) با اعمال یک محدودیت روی فاصله مابین‌شان سرویس دهنده را جذب کند، یعنی سرویس دهنده تا حد امکان دور باشد ولی حداکثر به اندازه فاصله از پیش تعیین شده فاصله داشته باشد.

۳) ساخت یک هدف ترکیبی جاذبه-دافعه، مثلا ترکیب محدبی از دو هدف جاذب و دافع.

یک حالت خاص از مکانیابی، مکانیابی روی یک خط یا مسیر می‌باشد. در این پایان نامه سعی شده تا مناسب ترین مکان‌ها برای احداث سرویس دهنده‌ها، روی خط انتخاب شوند به طوریکه حداکثر سرویس دهی به مشتریان صورت پذیرد.
به عنوان مثال خط شاهرود-مشهد را در نظر بگیرید. بر روی این خط سرویس دهنده‌های مختلفی داریم از جمله؛ مراکز امداد و نجات جاده‌ای، پلیس راه‌ها، فرودگاه‌ها، رستوران‌های بین راهی و... فرض کنید سرویس دهنده‌های ما مراکز امداد و نجات جاده‌ای باشند.

۴.۱ اهمیت موضوع

تصادفات رانندگی به عنوان یک دغدغه جهانی مطرح و در حال گسترش در کشورهای در حال توسعه است و از سوی سازمان ملل متحد و سازمان بهداشت جهانی به عنوان یکی از چهار عامل اصلی تهدید کننده سلامت و جان انسان‌ها تعیین شده است، به طوریکه ده سال آینده دهه ایمنی رانندگی در جهان تعیین شده است و در طی آن با سرمایه گذاری‌های مناسب و برنامه‌ریزی شده تلفات ناشی از تصادفات رانندگی باید کاهش یابد. بر اساس پیش بینی تغییر در درجه بندی ده علت مرگ زود هنگام ناشی از بیماری یا صدمات در جهان، تلفات ناشی از تصادفات رانندگی از نهمین عامل مرگ و میر به سومین عامل در دهه آینده خواهد رسید.
یکی از خطراتی که امروزه در سراسر جهان جان انسانها را تهدید می‌کند و موجب آسیب ها و خسارات غیر قابل جبرانی می‌شود، تصادفات جاده‌ای است. لذا مدیریت بحران [۲۷] تصادفات جاده‌ای امری ضروری به

[۲۷] Crisis Directorship

نظر می‌رسد. جاده‌های ایران بر اساس وقوع تصادفات بر اثر حوادث رانندگی، جزو خطرناکترین راه‌های دنیا معرفی می‌شوند و سالهاست که ایران حائز رتبه نخستین می‌شود که نه تنها افتخاری ندارد بلکه مایه تاسف و حتی شرمندگی است.

سالانه بیش از یک میلیون و ۲۰۰ هزار نفر در نقاط مختلف جهان بر اثر تصادفات جاده‌ای کشته می‌شوند و سالانه حدود ۲۰۰ هزار تصادف در جاده‌های سراسر ایران روی می‌دهد. همین آمار بیانگر آنست که هر بیست دقیقه جان یک انسان بر اثر تصادفات جاده‌ای گرفته می‌شود یا به عبارت دیگر صرف نظر از تعداد مجروحان و آسیب دیدگان تصادفات رانندگی، روزانه بیش از ۷۰ نفر در جاده‌های کشور کشته می‌شوند. در حال حاضر طبق آمار سازمان بهداشت جهانی، مرگ و میر ناشی از تصادفات جاده‌ای در رتبه ششم قرار دارد که پیش بینی می‌شود این رقم تا سال ۲۰۲۰ به رتبه سوم برسد. این در حالی است که در کشور ما این آمار به دومین عامل مرگ‌ومیر تبدیل شده اما هنوز چاره‌ای برای آن اندیشیده نشده است.

در طول سال چون رقم کشته‌های حوادث جاده‌ای در سراسر کشور پخش می‌شود شاید چندان جدی گرفته نشود اما در پایان هر سال که آمارهای شهری و استانی جمع می‌شوند و آمارگیران پس از تجزیه و تحلیل داده‌های موجود مشخص می‌کنند که چه تعداد سرمایه انسانی و ملی در جاده‌های کشور از سر بی‌توجهی و نا آگاهی هدر می‌روند، هشدارها برای جلوگیری از وقایعی مشابه در سال‌های بعد شنیده می‌شود.

بر اساس گزارشی که پژوهشکده حمل و نقل درباره آمار تصادفات [۲۸] جاده‌ای منتشر کرده است از سال ۷۳ تا ۸۶ نزدیک به ۳۰۰ هزار نفر در تصادفات جاده‌ای در سراسر کشور جان خود را از دست داده‌اند. در این گزارش این طور نتیجه‌گیری شده است که در سال ۸۶ هزینه تصادفات برای مجموع تصادفات درون شهری و برون شهری و با احتساب اثر یارانه‌ها در مجموع ۱۸ هزار میلیارد تومان معادل ۱۸ میلیارد دلار برآورد شده است. بر اساس این گزارش هزینه تصادفات کشور در سال ۸۶ از کل تولیدات ناخالص داخلی بیش از ۵۰ درصد کشورهای جهان نظیر غنا، اردن، بحرین و...بیشتر بوده است. هر خانواده ایرانی بطور متوسط حدود یک میلیون تومان بابت تصادفات در کشور متحمل هزینه شده است. اگر بخواهیم هزینه تصادفات را طی سال‌های ۸۴ تا ۸۸ برآورد کنیم، نزدیک به ۹۰ میلیارد دلار زیان ناشی از تصادفات، به کشور وارد شده است که خود یک رقم قابل توجه و هشدار دهنده به‌حساب می‌آید. اسناد و مدارک گویای آنست که آمار تصادفات جاده‌ای از کشته‌شدگان هشت سال جنگ تحمیلی هم بیشتر است، هرچند باور آن سخت است اما ۱۴۱هزار کشته، ۱۲/۵ میلیون مصدوم و معلول در ۷ سال تصادفات کشور ثبت شده است.

در بین استان های کشور، استان سمنان بالاترین آمار تصادفات جاده‌ای را بر حسب جاده‌های ترانزیت به

[۲۸] Coincidence Statistic

خود اختصاص داده است. همچنین سالانه حدود ۱۸ میلیارد دلار زیان تصادفات جاده‌ای در ایران است و تصادفات جاده‌ای دومین عامل اصلی مرگ‌ومیر در کشور ما بشمار می‌رود. ما بدنبال کاهش تلفات انسانی و کاهش [۲۹] هزینه‌های موجود هستیم [۱] .
حال فرض کنید یک تعداد محدود اورژانس و نیروی کار در اختیار ما قرار داده شده است. از ما خواسته شده که این اورژانس‌ها را بر روی این خط مستقر کنیم. این سوال پیش می‌آید که چه معیارهایی برای انتخاب مکان مناسب جهت استقرار مراکز امداد رسانی مهم اند؟
ما پارامترهای زیر را داریم

۱- محدودیت تعداد اورژانس و نیروی کار.

۲- اورژانس ها را در نقاط حادثه خیز مستقر می‌کنیم و از بین این نقاط حادثه خیز باز نقاطی را انتخاب می‌کنیم که حادثه‌خیز ترند.

۳- فرض کنیم یک حادثه بین شاهرود و سبزوار اتفاق بیفتد. حال سوال اینست که بهتر است مصدوم را به کدام شهر منتقل کنیم تا در سریع‌ترین زمان به آن شهر منتقل شود.

حالا همین مواردی را که در قسمت قبل بیان کردیم بصورت یک گراف نیز می‌توانیم نشان دهیم به این ترتیب که رئوس تیره گراف را به عنوان سرویس دهنده که در اینجا اورژانس ها هستند در نظر می‌گیریم و رئوس روشن گراف را به عنوان مشتری که در اینجا مصدومین ما هستند در نظر می‌گیریم. همچنین رئوس تیره را با S و رئوس روشن را با $\bar{S}$ نمایش می‌دهیم. هدف کاهش هزینه اورژانس‌ها و انتقال مصدومین در سریعترین زمان ممکن می‌باشد.

[۲۹] Decrease

فصل ۲

مینیمم کردن مکان سرویس دهنده‌های مختلف بر روی یک خط

۱.۲ مقدمه

در این فصل ابتدا یک شبکه از رئوس در نظر گرفته، رئوس تاریک آن را به‌عنوان سرویس دهنده و رئوس روشن آن را به عنوان مشتری در نظر می‌گیریم. در ادامه یک سری از نمادها را تعریف کرده، سپس مینیمم مجموع فاصله همه مشتری‌ها تا هریک از سرویس دهنده‌ها را بدست می‌آوریم. همچنین به بیان چند قضیه پرداخته و مثال‌هایی برای آن‌ها ارائه می‌دهیم و در آخر نیز الگوریتم مجموع فاصله همه مشتری‌ها تا هریک از سرویس دهنده‌ها را بدست می‌آوریم [۱۶] .
بنابراین فرض کنید N یک شبکه با مجموعه رئوس $V(N)$ باشد که می‌تواند به یک مجموعه mتایی با m سرویس دهنده مختلف و یک مجموعه $V(N)-m$ تایی از مکان مشتری‌ها تقسیم شود. هر سرویس دهنده به وسیله یک مشتری و هر مشتری به‌وسیله یک سرویس دهنده پوشانده می‌شود. هدف ما مینیمم کردن میانگین فاصله بین مکان مشتری‌ها و مکان سرویس دهنده‌ها می‌باشد.

۲.۲ تعاریف و لم

۱.۲.۲ تعریف

فرض کنید N یک شبکه (یا درخت) با مجموعه رئوس $V(N)=\{v_\circ,\dots,v_n\}$ و یال‌های $E(N)$ باشد. اگر $E=(v_i,v_j)$ یال وصل کننده‌ی v_i,v_j باشد، $L(e)$ طول مثبت یال را نشان می‌دهد. $P=\ u_\circ e_1\dots,e_k u_k$ که با راس‌ها و یال‌های متناوب $e_i=(u_{i-1},u_i)$ مشخص می‌شود مسیر $u_\circ-u_k$ با طول $L(p)=\sum_{i=1}^{k}L(e_i)$ نامیده می‌شود. در این‌جا S (یعنی رئوس تاریک شبکه) سرویس دهنده‌های ما می‌باشند و $\bar{S}$ (یعنی رئوس روشن شبکه) مشتری‌های ما می‌باشند. فاصله‌ی بین راس v_i و v_j با $d(v_i,v_j)$ نشان داده می‌شود که برابر است با کوچکترین طول مسیر v_i-v_j.

۲.۲.۲ تعریف

برای هر $S\subseteq V(N)$ فرض کنید $\bar{S}=V(N)-S$ و $M(S)=\sum\limits_{v_i\in S}\sum\limits_{v_j\in\bar{S}}d(v_i,v_j)$، به عبارت دیگر $M(S)$ برابر با مجموع فاصله‌ی همه‌ی مشتری‌ها تا همه‌ی سرویس دهنده‌ها است.
همچنین $\sum\limits_{v_j\in\bar{s}}d(v_i,v_j)$ برابر با مجموع فاصله همه مشتری‌ها تا هرکدام از سرویس دهنده‌ها است.
و نیز $M(S-u+v)$ برابر است با مجموع فاصله همه مشتری‌ها تا همه سرویس دهنده‌ها که در آن

راس u با راس v جابه‌جا شده.

۳.۲.۲ مساله‌ی m-میانگین میانه

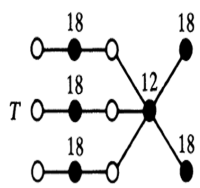
مساله مرکز و میانگین که بوسیله حکیمی[۱] [۳۸] بیان شده، بیشتر به مساله m-میانگین میانه شهرت دارد. در این مسائل موقعیت مشتری‌ها ثابت است و مکان‌هایی برای سرویس دهنده‌های جدید انتخاب می‌شوند. (برای مثال [۱۲]،[۴۰]،[۳۳]،[۲۹] را ببینید.)

۴.۲.۲ تعریف

فرض کنید $M_m(N) = M_m(V(N)) = min\{M(S)\colon S \subseteq V(N), \quad |S| = m\}$ هدف پیدا کردن یک مجموعه‌ی m-تایی مانند $S \subseteq V(N)$ است به‌طوری‌که $M(S) = M_m(N)$. مجموعه‌ی S یک m-میانگین میانه نامیده می‌شود.

مثال ۱.۲. گراف شکل ۱.۲ را در نظر بگیرید. اگر S مجموعه‌ی رئوس تاریک (سرویس دهنده‌ها) شکل ۱.۲ باشد که طول هر یال برابر ۱ است، برای هر $v_i \in S$، مقدار $\sum_{v_j \in \bar{S}} d(v_i, v_j)$ با اعداد روی راس‌ها در شکل نشان داده شده است. در این مثال داریم $m = |S| = ۶$ و

$$M_۶(T) = M(S) = ۱۸ + ۱۸ + ۱۸ + ۱۸ + ۱۸ + ۱۲ = ۱۰۲$$

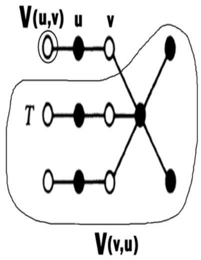


شکل ۱.۲: ۶-میانگین میانه

مشاهده‌ی ۱) S یک m-میانگین میانه است اگر و فقط اگر $\bar{S}$ یک $(n-m)$-میانگین میانه باشد. به عنوان مثال، در مثال ۱.۲، $\bar{S}$ شامل نقاط روشن یک ۶-میانگین میانه است.

در [۳۲] و [۱۳] تئوری مکانیابی رقابتی برای شبکه‌ها بیان شده است و نماد $V(u,v)$ مورد استفاده قرار گرفته است که ما از این نماد در این بخش استفاده می‌کنیم.

[۱] Hakimi



شکل ۲.۲: تقسیم بندی شکل ۱.۲

۵.۲.۲ تعریف

نماد $V(u,v)$ را به صورت زیر تعریف می‌شود

$$V(u,v) = \{w \in V(N) : d(w,u) < d(w,v)\} - \{u\}$$

که عبارت است از مجموعه‌ی رئوس $V(N)$ به جز u که به u از v نزدیک‌ترند .
توجه کنید که اگر T یک درخت (یا شبکه) حاوی یال (u,v) باشد آن‌گاه $T-(u,v)$ دو بخش با مجموعه رئوس $V(u,v)\cup\{u\}$ و $V(v,u)\cup\{v\}$ دارد که در شکل ۲.۲ نشان داده شده است. از این نتیجه در لم ۲.۲ زیاد استفاده می‌شود.

لم ۲.۲. *اگر S یک مجموعه‌ی m-تایی از مجموعه رئوس $V(T)$ از درخت T باشد و $(u,v) \in E(T)$ و $u \in S$ و $v \in \bar{S}$ و $c(u) = |S \cap V(u,v)|$ و $\bar{c}(u) = |\bar{S} \cap V(u,v)|$ و $c(v) = |S \cap V(v,u)|$ و $\bar{c}(v) = |\bar{S} \cap V(v,u)|$ آن‌گاه*

$$M(S-u+v) = M(S) + L(u,v)(\bar{c}(u) + c(v) - \bar{c}(v) - c(u))$$

برهان. فرض کنید $Q = \bar{S} - v$ و $R = S - u$، آن‌گاه

$$M(S) = \sum_{v_i \in S} \sum_{v_j \in \bar{S}} d(v_i, v_j)$$

داریم$S = R \cup \{u\}$ و $\bar{S} = Q \cup \{v\}$ بنابراین

$$M(S) = \sum_{v_i \in R} \sum_{v_j \in Q} d(v_i, v_j) + \sum_{v_i \in R} d(v_i, v) + \sum_{v_j \in Q} d(u, v_j) + d(u,v)$$

و

$$\begin{aligned} M(S-u+v) &= \sum_{v_i \in S-u+v} \sum_{v_j \in \overline{S-u+v}} d(v_i, v_j) \\ &= \sum_{v_i \in R} \sum_{v_j \in Q} d(v_i, v_j) + \sum_{v_j \in Q} d(v, v_j) + \sum_{v_i \in R} d(v_i, u) + d(u, v). \end{aligned}$$

بنابراین

$$M(S-u+v) - M(S) = \sum_{v_i \in R} (d(v_i, u) - d(v_i, v)) + \sum_{v_j \in Q} (d(v, v_j) - d(u, v_j)) \quad (۱.۲)$$

حال R و Q را به صورت زیر می‌نویسیم

$$R = [R \cap V(u,v)] \cup [R \cap V(v,u)]$$

$$Q = [Q \cap V(u,v)] \cup [Q \cap V(u,v)]$$

با قرار دادن در رابطه‌ی (۱.۲) داریم

$$\begin{aligned} M(S-u+v) - M(S) = & \sum_{v_i \in R \cap V(u,v)} (d(v_i, u) - d(v_i, v)) + \sum_{v_i \in R \cap V(v,u)} (d(v_i, u) - d(v_i, v)) \\ & + \sum_{v_j \in R \cap V(u,v)} (d(v, v_j) - d(u, v_j)) + \sum_{v_j \in R \cap V(v,u)} (d(v, v_j) - d(u, v_j)) \\ & = L(u,v)[-c(u) + c(v) + \bar{c}(u) - \bar{c}(v)]. \end{aligned}$$

□

نتیجه ۳.۲. *برای u و v و $c(u)$ و $c(v)$ و $\bar{c}(u)$ و $\bar{c}(v)$ در لم ۲.۲ اگر S یک m-میانگین میانه از درخت T باشد آن‌گاه*

$$\bar{c}(u) + c(v) \geq \bar{c}(v) + c(u).$$

مثال ۴.۲. با استفاده از شکل ۲.۲ و لم ۲.۲ خواهیم داشت

$$M(S-u+v) - M(S) = ۱۰۴ - ۱۰۲ = ۲$$

و

$$L(u,v)(-c(u) + c(v) + \bar{c}(u) - \bar{c}(v)) = ۱ \times (۰ + ۵ + ۱ - ۴) = ۲$$

همچنین داریم

$$\bar{c}(u) + c(v) = ۱ + ۵ = ۶$$

$$\bar{c}(v) + c(u) = ۴ + ۰ = ۴$$

که شرط نتیجه‌ی ۳.۲ برقرار است.

۳.۲ قضایا

در این بخش ما توجه‌مان را به شبکه خطی P_n (یعنی یک مسیر با $n+۱$ راس) با مجموعه رئوس $V(P_n) = \{v_۰, v_۱, \ldots, v_n\}$ و یال‌های $E(P_n)$ معطوف می‌کنیم. در ابتدا یک شبکه خطی با تعداد رئوس فرد در نظر بگیرید و فرض کنید $n = ۲p$. با استفاده از مشاهده‌ی ۱ می‌توان فرض کرد که $m \le p$.

قضیه ۵.۲. *اگر S یک m–میانگین میانه از $P_{۲p}$ باشد و $m < p$ آن‌گاه $v_۰, v_{۲p-۱}$ باید در $\bar{S}$ باشند. علاوه بر این S یک m–میانگین میانه از $P_{۲p}$ است اگر و فقط اگر S یک m–میانگین میانه از $P' = v_۱, v_۲ \ldots, v_{۲p-۲}$ باشد.*

برهان. به برهان خلف؛ فرض کنید S یک m–میانگین میانه با $v_۰ \in S$ باشد و فرض کنید t کوچکترین اندیسی باشد که $V_t \in \bar{S}$. با در نظر گرفتن $u = v_{t-۱}$ و $v = v_t$ و لم ۲.۲ داریم

$$c(u) = |S \cap V(u,v)| = t - ۱$$

$$\bar{c}(u) = |\bar{S} \cap V(u,v)| = ۰$$

$$c(v) = |S \cap V(v,u)| = m - t$$

$$\bar{c}(v) = |\bar{S} \cap V(v,u)| = ۲p - m - ۱$$

با استفاده از نتیجه ۳.۲ داریم

$$۰ + (m-t) \ge (۲p - m - ۱) + (t - ۱)$$

بنابراین

$$۲m \ge ۲p + ۲t - ۲$$

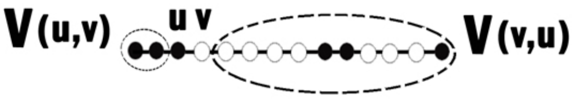
و یا

$$۲m \geq ۲p$$

پس

$$m \geq p$$

که این درستی $m < p$ را نقض می‌کند، لذا داریم $v_۰ \in \bar{S}$. مشابها $v_{۲p-۱}$ نیز باید در $\bar{S}$ باشد. به عنوان مثال شکل زیر را در نظر بگیرید، داریم $m = ۶$ و $p = ۷$ حال با استفاده از لم ۲.۲ داریم



$$\begin{aligned} c(u) &= ۲ \\ \bar{c}(u) &= ۰ \quad \xrightarrow{\text{با استفاده از نتیجه ۳.۲}} \quad ۰ + ۳ \geq ۷ + ۲ \quad \text{تناقض} \\ c(v) &= ۳ \\ \bar{c}(v) &= ۷ \end{aligned}$$

با جایگذاری در نتیجه‌ی ۳.۲ داریم؛ ۹ $\geq$ ۳ که تناقض است. پس $v_۰ \in \bar{S}$ است.

حال فرض کنید $S \subseteq v(P')$ یک مجموعه‌ی m-تایی باشد و فرض کنید $\bar{S}' = v(P') - S = \bar{S} - \{v_۰, v_{۲p-۱}\}$. اگر $v_i \in S$ آن‌گاه $\sum_{w \in S} d(v_i, w) = D + \sum_{w \in \bar{S}'} d(v_i, w)$ که $D = d(v_۰, v_{۲p-۱}) = \sum_{e \in E(P_{۲n})} L(e)$.

این یعنی $M(S)$ در $P_{۲p}$ برابر است با $M(S)$ در P' به‌علاوه $m.D$. به عبارت دیگر

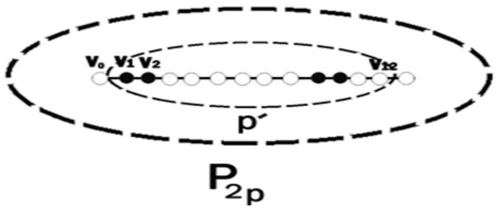
$$\sum_{i=۱}^{m} \sum_{w \in \bar{S}} d(v_i, w) = \sum_{i=۱}^{m} (D + \sum_{w \in \bar{S}'} d(v_i, w))$$

و

$$M(S) = m.D + \sum_{i=۱}^{m} \sum_{w \in \bar{S}'} d(v_i, w)$$

در نتیجه S یک میانگین میانه در P' است اگر و فقط اگر یک m-میانگین میانه در $P_{۲p}$ باشد. □

مثال ۶.۲. شکل زیر را در نظر بگیرید



اگر قرار دهیم

$$V(P') = \{v_{۱}, v_{۲}, \dots, v_{۱۲}\}$$

$$S = \{v_{۱}, v_{۲}, v_{۹}, v_{۱۰}\}$$

$$\bar{S}' = \{v_{۳}, v_{۴}, \dots, v_{۸}, v_{۱۱}, v_{۱۲}\}$$

آن‌گاه S یک ۴-میانگین میانه به ترتیب برای $P_{۲p}$ و P' است.

قضیه ۷.۲. *اگر $m = p$ آن‌گاه S یک m-میانگین میانه از $P_{۲p}$ است اگر و فقط اگر برای $۰ \leq S \leq m - ۱$ هر مجموعه دوتایی $\{v_{۲s}, v_{۲s+۱}\}$ شامل یک عنصر در S و یک عنصر در $\bar{S}$ باشد.*

برهان. به برهان خلف؛ فرض کنید S یک m-میانگین میانه از $P_{۲p}$ باشد بنابراین $\bar{S}$ نیز یک m-میانگین میانه است. فرض $v_{۰}$ و $v_{۱}$ هر دو در یکی از این m-میانه ها هستند یعنی $\{v_{۰}, v_{۱}\} \subseteq S$. از اثبات قضیه‌ی ۵.۲ فرض کنید t کوچکترین اندیسی باشد که $v_t \in \bar{S}$، با استفاده از نتیجه ۳.۲ نامساوی $۲m \geq ۲(p - ۱ + t)$ به دست می‌آید و از $t \geq ۲$ داریم: $m \geq p + ۱$ که درستی $m = p$ را نقض می‌کند. بنابراین داریم

$$|S \cap \{v_{۰}, v_{۱}\}| = ۱ = |\bar{S} \cap \{v_{۰}, v_{۱}\}|$$

یک نتیجه‌گیری ساده روی S نشان می‌دهد که هر مجموعه‌ی دوتایی $\{v_{۲s}, v_{۲s+۱}\}$ شامل یک عنصر در S و یک عنصر در $\bar{S}$ می‌باشد.
برای کامل کردن اثبات قضیه باید نشان دهیم که هر S با $|S \cap \{v_{۲s}, v_{۲s+۱}\}| = ۱$ برای $۰ \leq S \leq m - ۱$ یک m-میانه است و یا معادل است با همه‌ی ۲^m از مجموعه‌های m-تایی S که مقدار یکسان $M(S)$ دارند.
فرض کنید $S_{۱}$ یک مجموعه باشد و فرض کنید برای $۰ \leq r \leq m - ۱$، $v_{۲r} \in S_{۱}$. کافی است نشان دهیم که از $S_{۲} = S_{۱} - v_{۲r} + v_{۲r+۱}$ داریم $M(S_{۱}) = M(S_{۲})$.

در لم ۲.۲ با قرار دادن $u = v_{2r}$ و $v = v_{2r+1}$ داریم

$$c(v_{2r}) = \bar{c}(V_{2r}) = r$$
$$c(v_{2r+1}) = \bar{c}(v_{2r+1}) = p - r - 1 \quad \text{و}$$

$$M(S_1 - v_{2r} + v_{2r+1}) = M(S_1) + L(v_{2r}, v_{2r+1})(r + p - r - 1 - r - p + r + 1)$$
$$\Rightarrow M(S_2) = M(S_1)$$

□

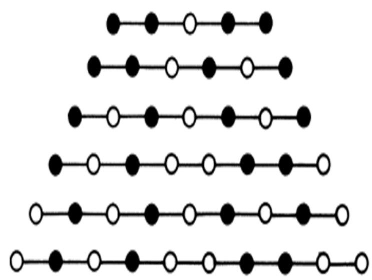
در مقایسه با این‌که P_{2p} دارای چند جواب است، جواب m-میانگین میانه از P_{2p+1} منحصربه‌فرد است. چون مشابه این بحث برای اثبات قضیه‌ی ۵.۲ و قضیه ۷.۲ استفاده شد، کافی است قضیه‌ی بعد را بیان کنیم.

قضیه ۸.۲. *فرض‌کنید* $Q_1 = (v_p, v_{p-2}, v_{p+2}, v_{p-4}, v_{p+4}, \ldots)$ و $Q_2 = (v_{p-1}, v_{p+1}, v_{p-3}, v_{p+3}, \ldots)$. *اگر* $1 \leq m \leq p$ *آن‌گاه* m*-میانگین میانه از* P_{2p+1} *منحصربه‌فرد است و تشکیل شده از*

الف) m*-تا راس اول* Q_1 *اگر* m *فرد باشد.*

ب) m*-تا راس اول* Q_2 *اگر* m *زوج باشد.*

مثال‌هایی از ۴-میانگین میانه از یک شبکه خطی در شکل ۳.۲ موجودند. همان‌طورکه در شکل نیز مشخص است ۴-میانگین میانه از یک شبکه خطی منحصر بفرد نیست.



شکل ۳.۲: ۴-میانگین میانه

۴.۲ محاسبه مجموع فاصله

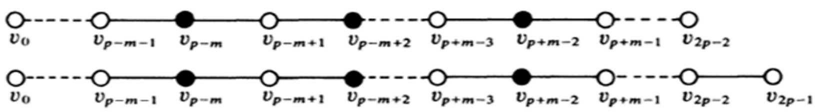
در این بخش یک رابطه بازگشتی برای $M_m(P_n)$ به دست می‌آید که عبارت است از مجموع فاصله‌ها از یک m-میانگین میانه به دیگر رئوس شبکه در یک شبکه‌ی خطی n-تایی با طول یال واحد (فرض کنید P_n یک شبکه‌ی خطی با مجموعه رئوس $v_0, v_1, \dots, v_{n-1}$ و یال‌های $e_i = (v_{i-1}, v_i)$ با $L(e_i) = 1$ برای $1 \leq i \leq n-1$ را نشان می‌دهد).

رئوس تاریک شکل ۴.۲ یک m-میانگین میانه را برای P_{2p} و P_{2p-1} نشان می‌دهد. p جایگزین $p-1$ می‌شود.

چون برای m فرد، m-تا راس اول از Q_1 برابرند با $\{v_{p-1}, v_{p-3}, v_{p+1}, v_{p-5}, \dots, v_{p-m}, v_{p+m-2}\}$ و برای m زوج، m-تا راس اول از Q_2 برابر است با $\{v_{p-2}, v_p, v_{p-4}, v_{p+2}, \dots, v_{p-m}, v_{p+m-2}\}$. m-میانگین میانه برای P_{2p} از قضیه‌ی ۵.۲ به دست می‌آید. زوج‌های $\{v_0, v_{2p-1}\}$ و $\{v_1, v_{2p-2}\}$ و ... و $\{v_{p-m-1}, v_{p+1}\}$ متعلق به m-میانگین میانه نیستند و با استفاده از قضیه‌ی ۷.۲ ما ممکن است انتخاب کنیم هر کدام از این رئوس باقیمانده را که با v_{p-m} شروع می‌شوند، مانند $\{v_{p-m}, v_{p-m+2}, \dots, v_{p+m-2}\}$.

از آن‌جایی که $S = \{v_{p-m}, v_{p-m+2}, \dots, v_{p+m-2}\}$ یک m-میانگین میانه برای P_{2p} و P_{2p-1} می‌باشد وچون P_{2p} با P_{2p-1} تنها در یک راس اضافی تفاوت دارد، داریم:

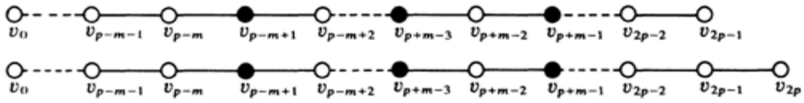
$$M_m(P_{2p}) - M_m(P_{2p-1}) = \sum_{v_j \in S} d(v_{2p-1}, v_j) = mp \qquad (2.2)$$



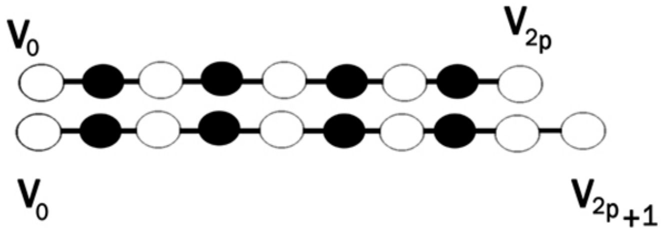
شکل ۴.۲: m-میانگین میانه از P_{2p-1} و P_{2p}

مثال ۹.۲. شکل۶.۲ را در نظر بگیرید، داریم؛ $p = 5$
لذا

$$\sum_{v_j \in S} d(v_{2p-1}, v_j) = 2 + 4 + 6 + 8 = 20 = 4 \times 5.$$



شکل ۵.۲: m-میانگین میانه از P_{2p} و P_{2p+1}



شکل ۶.۲: ۴-میانگین میانه از P_9 و P_{10}

P_{2p} در شکل ۵.۲ یک m-میانگین میانه متناوب دارد که با انتقال رئوس تیره به سمت راست به دست می‌آید. شکل ۵.۲ نشان می‌دهد که P_{2p+1} و P_{2p} در این m-میانگین میانه‌ی جدید مشترکند. بحث قبلی منجر می‌شود به اینکه

$$M_m(P_{2p+1}) - M_m(P_{2p}) = \sum_{v_j \in S'} d(v_{2p}, v_j) = mp \qquad (۳.۲)$$

از (۲.۲) و (۳.۲) داریم:

$$M_m(P_n) - M_m(P_{n-1}) = m\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor \qquad n \geq 2m \qquad (۴.۲)$$

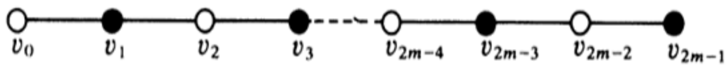
$n \geq 2m$ در نظر گرفته می‌شود چون

$$M_k(P_n) = M_{n-k}(p_n), \qquad 1 \leq k \leq n-1.$$

برای m ثابت، رابطه‌ی (۳.۲) اولین معادله‌ی تفاضلی خطی روی nمی‌باشد. بنابراین $M_m(P_n)$ برابر است با یک جواب خصوصی از (۳.۲) و جواب همگن h که به m بستگی دارد. یک جواب خصوصی باید m بار در $\lfloor \frac{n}{2} \rfloor$ ضرب شود و بررسی‌ها نشان می‌دهد که $m\lfloor \frac{n}{2} \rfloor \lfloor \frac{n+1}{2} \rfloor$ جواب آن می‌باشد. بنابراین

$$M_m(P_n) = m\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor \left\lfloor \frac{n+1}{2} \right\rfloor + h(m) \qquad (۵.۲)$$

برای تعیین $h(m)$ به یک شرایط اولیه برای $M_m(P_{۲m})$ احتیاج داریم. $P_{۲m}$ در شکل ۷.۲ نشان داده شده است. مجموع فاصله‌ها از هر کدام از رئوس روشن به هر کدام از رئوس تیره که با $(v_۰, v_۱)$ شروع



شکل ۷.۲: m–میانگین میانه برای $P_{۲m}$

می‌شوند به عبارت دیگر $M_m(P_{۲m})$ برابر است با مجموع فاصله‌ی هر کدام از مشتری‌ها تا تمام سرویس دهنده‌ها، یعنی

$$\begin{aligned} M_m(P_{۲m}) &= [۱+۳+\cdots+(۲m-۱)] + [۱+۱+۳+\cdots+(۲m-۳] \\ &\quad + [۳+۱+۱+۳+\cdots+(۲m-۵)] + \cdots \\ &\quad + [(۲m-۳)+(۲m-۵)+\cdots+۳+۱+۱] \\ &= \frac{m(۲m^۲+۱)}{۳}. \end{aligned} \tag{۶.۲}$$

در (۵.۲) و (۶.۲) با قرار دادن $n = ۲m$ داریم

$$m^۳ + h(m) = \frac{m(۲m^۲+۱)}{۳}$$

بنابراین

$$h(m) = \frac{m(۱-m^۲)}{۳}$$

در نتیجه از (۳.۲) و (۶.۲) داریم

$$M_m(P_n) = m\left(۳\left\lfloor\frac{n}{۲}\right\rfloor\left\lfloor\frac{n+۱}{۲}\right\rfloor - m^۲ + ۱\right)\Big/۳, \qquad ۱ \le m \le \frac{n}{۲}. \tag{۷.۲}$$

مقادیر دیگر از (۷.۲) و رابطه‌ی زیر به دست می‌آیند

$$M_m(P_n) = M_{n-m}(P_n), \qquad ۱ \le m \le \frac{n}{۲}. \tag{۸.۲}$$

مثال ۲.۱۰. شکل ۶.۲ را در نظر بگیرید. داریم $m = ۴$ و $n = ۱۰$ می‌خواهیم نشان دهیم که $M_۴(p_{۱۰}) = M_۶(p_{۱۰})$ داریم

$$
\begin{aligned}
M_۴(p_{۱۰}) &= ۴\left(۳\lfloor\frac{۱۰}{۲}\rfloor\lfloor\frac{۱۱}{۲}\rfloor - ۱۶ + ۱\right)/۳ \\
&= ۴\left(۳\times ۵\times ۵ - ۱۶ + ۱\right)/۳ \\
&= ۴(۶۰)/۳ = ۸۰
\end{aligned}
$$

و

$$
\begin{aligned}
M_۶(p_{۱۰}) &= ۶\left(۳\lfloor\frac{۱۰}{۲}\rfloor\lfloor\frac{۱۱}{۲}\rfloor - ۳۶ + ۱\right)/۳ \\
&= ۶\left(۳\times ۵\times ۵ - ۳۶ + ۱\right)/۳ \\
&= ۶(۴۰)/۳ = ۸۰
\end{aligned}
$$

بنابراین داریم $M_۴(p_{۱۰}) = M_۶(p_{۱۰})$.

فصل ۳

مساله مکانیابی P-سرویس دهنده بر روی یک خط در زمان چند جمله ای

۱.۳ مقدمه

در این فصل به بررسی حل مساله p-سرویس دهنده بر روی خطوط، زمانی که هزینه سرویس دهی به هریک از مشتری‌ها یک تابع تک قیدی از موقعیت مکانهای بکار رفته است، می‌پردازیم.
ابتدا مساله p-سرویس دهنده بر روی خط را در نظر می‌گیریم. دراین مساله حداکثر p مکان را برای سرویس دهنده های بکار رفته برای مشتریان در n نقطه مورد نظر در نظر می‌گیریم. برای تاسیس هر سرویس دهنده یک هزینه ثابت و یک هزینه متغیر وجود دارد. هدف کاهش هزینه تاسیس و سرویس دهی به مشتریان است.
ساختاری که در نظر می‌گیریم یک ساختار تک قیدی برای هزینه های مشتریان است. برای مثال دو سرویس دهنده j و k را در نظر می‌گیریم. اگر سرویس دهنده j بین موقعیت مشتری و سرویس دهنده k باشد، آنگاه هزینه سرویس گیری از j بیشتر از k نیست.
برای این مورد ساختاری خاص، الگوریتم $o(pn^۲)$ را که در مرجع [۴۲] آمده است، ارائه کرده‌ایم. همچنین دو مورد خاص از مدلی که منجر به حل مساله با پیچیدگی $o(n^۲)$ می‌شود نیز در نظر گرفته‌ایم. برای حل مساله مورد نظر از گراف‌هایی که هسین[۱] و تمیر[۲] [۳۵] برای حل این‌گونه مسائل مکانیابی بدست آورده‌اند، استفاده شده است. (برای مثال [۹]،[۳۶]،[۴۵]،[۱۹]را ببینید.)

۲.۳ مدل

فرض کنید $V = \{v_۱, \ldots, v_n\}$ و $v_۱ < v_۲ < \ldots < v_n$ (علامت < نشان دهنده‌ی ترتیب قرار گرفتن نقاط است) یک مجموعه از نقاط بر روی یک خط که نمایانگر موقعیت n مشتری است، باشد. از این به بعد بجای مشتری v_i مشتری iام را در نظر می‌گیریم. مساله p-سرویس دهنده عبارت است از قرار دادن حداکثر p-سرویس دهنده در تعدادی از مکانهای مستعد در V به منظور سرویس دهی به n مشتری در موقعیت‌های مختلف. فرض کنید سرویس دهنده‌ها بدون ظرفیت اند و می‌توانند به هر تعداد مشتری خدمت کنند. هدف کاهش هزینه ثابت سرویس دهنده‌ها علاوه بر هزینه های متغیر سرویس دهی به مشتریان است.
فرض کنید که هرکدام از مشتری‌ها با یکی از سرویس دهنده‌ها سرویس دهی می‌شوند. فرض کنید که هزینه ثابت هر یک از سرویس دهنده‌ها در مکانهای مستعد $v_i \quad i = ۱, ۲, \ldots, n$، برابر f_i باشد. چون که سرویس دهنده‌ها بدون ظرفیت‌اند وخدمات یکسانی را مهیا می‌سازند، حداکثر یک سرویس دهنده در

[۱] Hasin

[۲] Tamir

هر مکان تاسیس می‌شود. برای $i = ۱, ۲, \ldots, n$ هزینه متغیر سرویس دهی به مشتری iام بستگی به موقعیت سرویس دهنده مشخص شده دارد.
همچنین فرض کنید برای $i = ۱, \ldots, n$ و $j = ۱, \ldots, n$، c_{ij} بیانگر هزینه متغیر سرویس دهی به مشتری iام با سرویس دهنده v_j باشد. اگر مشتری iام از سرویس دهنده v_j سرویس دهی نشود آنگاه $c_{ij} = \infty$. نمونه های بسیار زیادی از مساله فوق مورد حل و بحث قرار گرفته اند. به عنوان مثال هزینه های متغیر توابع یکنواخت، فاصله بین مشتری و مکان سرویس دهنده به آن که به وسیله هسین و تمیر در زمان $O(n^۲)$ حل شده است. (اگر این توابع خطی باشند، پیچیدگی به$O(pn)$ کاهش می‌یابد.)
در مباحث مکانیابی، سرویس دهی به مشتری‌ها از تسهیلاتی که مکانیابی می‌شوند به فاصله بین مشتری‌ها تا آن تسهیلات بستگی دارد. یک مشتری باید در فاصله مناسبی از سرویس دهنده باشد تا بتواند از آن سرویس دریافت کند. فاصله پوششی یا حداکثر فاصله سرویس، بیشترین فاصله‌ای است که مشتری می‌تواند از سرویس دهنده داشته باشد و از آن سرویس بگیرد. این فاصله یک مقدار معلوم و از پیش تعیین شده است که معمولا با s یا D_c نشان داده می‌شود.
اگر مشتری (نقطه تقاضا) در فاصله کمتر یا مساوی فاصله پوششی از یک تسهیل قرار گیرد، توسط آن تسهیل سرویس دهی شده و یا اصطلاحا پوشانده می‌شود. ولی اگر فاصله‌اش تا تسهیل بیشتر از این مقدار معلوم باشد توسط این تسهیل سرویس دهی و پوشانده نمی‌شود.
یک کاربرد خاص که مطالعه ما را مهیج‌تر می‌کند آنست که هزینه های متغیر هم به فاصله بین سرویس دهنده و مشتری بستگی دارد و هم به راستای حرکت و سفر. (به عنوان مثال، پایین رفتن از تپه ممکن است ارزان‌تر از بالا رفتن از آن باشد.)
به هر جهت ساختار هزینه زیر را که حالت کلی تر از ساختاری است که در مرجع [۳۵] آمده است در نظر می‌گیریم. برای هر $i = ۱, \ldots, n$:

$$\begin{aligned} c_{ij} &\leq c_{i,j+۱} \qquad for \quad j = i, \ldots, n-۱ \\ c_{ij} &\leq c_{i,j-۱} \qquad for \quad j = ۲, \ldots, i \end{aligned} \tag{۱.۳}$$

ساختار ۱.۳ تضمین می‌کند که یک مشتری سرویس دهی می‌شود از طریق نزدیکترین سرویس دهنده در قسمت راست او یا چپش ولی نه لزوما از طریق هر دوی آن‌ها.
خاطر نشان می‌کنیم که روش ارائه شده بوسیله هسین و تمیر برای ساختار ۱.۳ همیشه کاربرد ندارد و این منجر به این حقیقت می‌شود که در مورد آخر این همیشه درست نیست که یک مشتری بوسیله نزدیکترین سرویس دهنده سرویس دهی می‌شود. هرچند نشان خواهیم داد که ساختار ۱.۳ می‌تواند بصورت موثر با استفاده از یک برنامه دینامیکی مناسب حل شود.
در حالت خاص الگوریتم $o(pn^۲)$ را برای مساله p−سرویس دهنده ارائه می‌شود. به منظور آن که مقادیر

جواب محدود و متناهی را برای مساله تضمین کنیم، فرض می‌کنیم که برای هر مشتری i یک سرویس دهنده v_j با هزینه $c_{ij} + f_j$ که متناهی است، وجود دارد.

۳.۳ الگوریتم

فرض کنید $v_۱ < v_۲ < \ldots < v_n$ و با در نظر گرفتن این مقادیر بخش بعدی مساله را در نظر می‌گیریم.
برای هر $j = ۱, \ldots, n$ و $q = ۱, \ldots, p$، $p(j,q)$ بیانگر قرار دادن q-سرویس دهنده در مکانهای $\{v_j, v_{j+۱}, \ldots, v_n\}$ به منظور کاهش هزینه های کلی q-سرویس دهنده بعلاوه هزینه کلی سرویس دهی به مشتریان $j, j+۱, \ldots, n$ با استفاده از این سرویس دهنده‌هاست.
همچنین $p'(j,q)$ حالت خاص $p(j,q)$ است زمانی که یکی از q-سرویس دهنده باید در مکان v_j تاسیس شود. $v(j,q)$ و $v'(j,q)$ بیانگر مقادیر بهینه $p(j,q)$ و $p'(j,q)$ است. در حالت خاص مقدار جواب p-سرویس دهنده (مقدار نهایی تابع هدف) را با $v(۱,p)$ نمایش می‌دهیم.
به منظور ساده سازی نمادها بدون از دست دادن کلیت مساله، فرض می‌کنیم که $c_{ii} = ۰$ برای $i = ۱, \ldots, n$. حال برای $v'(j,q)$ حالت بازگشتی زیر را داریم

$$v'(j,q) = f_j + \sum_{i=j}^{n} c_{ij}$$

و برای $q \geq ۲$

$$v'(j,q) = f_j + \min_{j \leq k \leq n} \{(\sum_{i=j}^{n} \min\{c_{ij}, c_{ik}\}) + v'(k, q-۱)\}$$

برای سهولت، برای هر جفت اندیس (j,k)، $j \leq k$ تعریف می‌کنیم

$$c(j,k) = \sum_{i=j}^{n} min\{c_{ij}, c_{ik}\}$$

حال معادلات بازگشتی بالا را می‌توان بصورت زیر بازنویسی کرد

$$v'(j,q) = f_j + \sum_{i=j}^{n} c_{ij}$$

و برای $q \geq ۲$

$$v'(j,q) = f_j + \min_{j \leq k \leq n} \{c(j,k) + v'(k, q-۱)\} \tag{۲.۳}$$

جواب بهینه مساله فوق بصورت زیر بدست می‌آید

$$v(۱,p) = \min_{۱<j\leq n}\{v'(۱,p),\{\sum_{i=۱}^{j} c_{ij} + v'(j,p)\}\}$$

به منظور بررسی پیچیدگی الگوریتم ابتدا قابل ذکر است که برای هر جفت (j,k) مقدار زمان $o(n)$ برای محاسبه $c(j,k)$ مورد نیاز است. همچنین حداکثر زمان برای محاسبه $v'(j,q)$، $o(n^۲)$ است. تمامی محاسبات برای حل مساله به میزان $o(pn^۳)$ می‌باشد.

حال نشان خواهیم داد که چگونه روش حل با پیچیدگی مراتب پایین‌تر با استفاده از ساختار ۱.۳ امکان پذیر است. این روش شبیه به [۳۵] می‌باشد و از نتایج برنامه دینامیکی [۹، ۱۹، ۴۵، ۳۶] استفاده شده است. بهبود روش مستقیما از نتایج بالا به دست می‌آید بعد از اثبات اینکه ماتریس $\{c(j,k)\}$ ویژگی ها و خواص تقعر بیان شده در لم زیر را دارد.

لم ۱.۳. *اگر* j,k,l,m *در رابطه* $۱ \leq j \leq k \leq l \leq m \leq n$ *صدق کند آن‌گاه*

$$c(j,m) - c(j,l) \geq c(k,m) - c(k,l) \tag{۳.۳}$$

برهان. داریم

$$\begin{aligned} c(j,m) - c(j,l) &= \sum_{i=j}^{m} min(c_{ij},c_{im}) - \sum_{i=j}^{l} min(c_{ij},c_{il}) \\ &= \sum_{i=j}^{l} min(c_{ij},c_{im}) + \sum_{i=l+۱}^{m} min(c_{ij},c_{im}) - \sum_{i=j}^{l} min(c_{ij},c_{il}) \\ &= \sum_{i=l+۱}^{m} min(c_{ij},c_{im}) + \sum_{i=j}^{l}\{min(c_{ij},c_{im}) - min(c_{ij},c_{il})\} \end{aligned} \tag{۴.۳}$$

و نیز

$$\begin{aligned} c(k,m) - c(k,l) &= \sum_{i=k}^{m} min(c_{ik},c_{im}) - \sum_{i=k}^{l} min(c_{ik},c_{il}) \\ &= \sum_{i=k}^{l} min(c_{ik},c_{il}) + \sum_{i=l+۱}^{m} min(c_{il},c_{im}) - \sum_{i=k}^{l} min(c_{ik},c_{il}) \\ &= \sum_{i=l+۱}^{m} min(c_{im},c_{ik}) + \sum_{i=k}^{l}\{min(c_{im},c_{ik}) - min(c_{il},c_{ik})\} \end{aligned} \tag{۵.۳}$$

برای هر i، $i = 1, \dots, n$ ویژگی ۱.۳ بیان می‌کند که $c_{ij} \geq c_{ik}$ زمانی که $i \leq l \leq k \leq j$. بنابراین اولین سیگما در رابطه ۴.۳ بزرگتر یا مساوی اولین سیگما در رابطه ۵.۳ است.

برای هر $i = j, \dots, l$ داریم $c_{il} \geq c_{im}$. بنابراین

$$min\{c_{im}, c_{ij}\} - min\{c_{il}, c_{ij}\} \geq 0 \quad (6.3)$$

با استفاده از رابطه ۶.۳ اولین سیگما در رابطه ۴.۳ بزرگتر یا مساوی Sاست که

$$S = \sum_{i=k}^{l} (min\{c_{im}, c_{ij}\} - min\{c_{il}, c_{ij}\})$$

بطور خلاصه بمنظور اثبات اصل موضوع، کافیست ثابت کنیم که S بزرگتر یا مساوی سیگما دوم در رابطه ۵.۳ است. در حقیقت ما این را اثبات خواهیم کرد که برای هر $i = k, \dots, l$

$$min\{c_{im}, c_{ij}\} - min\{c_{il}, c_{ij}\} \geq min\{c_{im}, c_{ik}\} - min\{c_{il}, c_{ik}\} \quad (7.3)$$

با در نظر گرفتن اینکه $i = k, \dots, l$ دو مورد زیر را خواهیم داشت

مورد اول $c_{ij} \leq c_{im}$. از ترکیب این شرط با رابطه ۱.۳ خواهیم داشت $c_{ij} \geq c_{im} \geq c_{il}$. بنابراین رابطه ۶.۳ برابر است با

$$c_{im} + min\{c_{il}, c_{ik}\} \geq min\{c_{im}, c_{ik}\} + c_{il} \quad (8.3)$$

اگر $c_{ik} \geq c_{il}$، آنگاه رابطه ۱.۳ بیانگر $c_{im} \geq c_{il} \geq c_{ik}$ خواهد بود. در این مورد سمت چپ رابطه ۷.۳ برابر است با $c_{im} + c_{ik}$ زمانی که سمت راست آن برابر $c_{ik} + c_{il}$ است. بنابراین رابطه ۷.۳ برقرار است.

اگر $c_{ik} \leq c_{il}$، آنگاه سمت چپ رابطه ۷.۳ برابر با $c_{im} + c_{il}$ است، زمانی که سمت راست این رابطه برابر $min\{c_{im}, c_{ik}\} + c_{il}$ باشد، مجددا رابطه ۷.۳ برقرار است.

مورد دوم. $c_{im} \leq c_{ij}$. از ترکیب این شرط با رابطه۱.۳ خواهیم داشت؛ $c_{im} \leq c_{ij} \leq c_{ik}$. رابطه ۷.۳معادل است با

$$c_{ij} + min\{c_{il}, c_{ik}\} \geq c_{ik} + min\{c_{il}, c_{ij}\}. \quad (9.3)$$

اگر $c_{ik} \geq c_{il}$، سمت چپ رابطه ۹.۳ برابر با $c_{ik} + c_{ij}$ است زمانی که سمت راست آن برابر با $c_{ik} + min\{c_{il}, c_{ij}\}$ باشد. اگر $c_{ik} \leq c_{il}$ سپس رابطه۱.۳ بیان می‌کند که $c_{ij} \leq c_{ik} \leq c_{il}$ بنابراین سمت چپ رابطه ۹.۳ برابر $c_{il} + c_{ij}$ است زمانی که سمت راست آن برابر $c_{il} + c_{ik}$ باشد. در این صورت اصل قضیه برقرار و اثبات می‌شود.

□

حال می‌توانیم نتایج را در [۹، ۱۹، ۴۵، ۳۶] با استفاده از رابطه بازگشتی ۲.۳ اعمال کنیم. فرض می‌کنیم پارامتر q در ۲.۳ ثابت است. برای هر جفت (j,k) تعریف می‌کنیم

$$c'(j,k) = c(j,k) + f_j + v'(k, q-۱)$$

با این فرض رابطه ۲.۳ را بازنویسی می‌کنیم

$$v'(j,q) = \min_{j<k\leq n} \{c'(j,k)\}.$$

به آسانی دیده می‌شود که ویژگی های تقعر ماتریس $\{c(j,k)\}$ بیانگر ویژگی های تقعر ماتریس $\{c'(j,k)\}$ نیز است. لذا نتیجه می‌گیریم که برای هر مقدار ثابت q، $۱ < q \leq p$، تمامی تلاش ما برای محاسبه $v'(j,q)$ برای همه $j = ۱,\ldots,n$ برابر $o(nT)$ می‌باشد که T تلاش مورد نیاز برای محاسبه جمله $c(j,k)$ برای یک جفت (j,k) است.
قابل ذکر است که $v'(j,q-۱)$، $j = ۱,\ldots,n$ قبلا محاسبه شده است و ذکر کردیم که $T = o(n)$.
بنابراین مسائل p-سرویس دهنده با ساختار هزینه ای رابطه ۱.۳ می‌توانند در زمان $o(pnT) = o(pn^۲)$ حل شوند.

۱- در قسمتهای قبل ذکر شد که مسائل پوششی بر روی گرافهای عمومی یک مورد خاص از مسائل p-سرویس دهنده می‌باشد. ساختار هزینه این موقعیت‌ها که در ارتباط با مسائل پوششی می‌باشد می‌توانند به عنوان یک تابع دو قیدی ساده بازبینی شوند. هزینه‌هایی که با آن دو سرویس دهنده می‌توانند به مشتریان سرویس دهی کنند صفر می‌باشد درحالی که هزینه دیگر مکان‌ها محدود نیست. از این نظر رابطه ۱.۳ به عنوان یک حالت بیشینه در نظر گرفته می‌شود که در زمان چند جمله ای قابل حل است.

۲- قابل ذکر است که مساله p-سرویس دهنده با ساختار هزینه ای رابطه ۱.۳ به یک مساله ساده پوشش p می‌تواند تغییر شکل دهد که در آن ماتریس قید مورد نظر می‌تواند خواص پی‌درپی ردیفی آن را تعریف کند.

مسائل پوششی مورد نظر به اندازه $o(n^۲)$ قید دارد. بنابراین بهترین الگوریتم به منظور حل چنین مسائل پوششی شرایط مرزی پیچیده ای ایجاد می‌کند که عمدتا به مرز $o(pn^۲)$ کاهش می‌یابد.
زمانی که مرزها بر روی تعداد سرویس دهنده‌ها تاثیری ندارند، به عنوان مثال $p \geq n$، رابطه بازگشتی ۲.۳ به منظور استقلال پارامتر q می‌تواند اصلاح شود. از اینرو زمان اجرای الگوریتم به $o(n^۲)$ کاهش می‌یابد.

۴.۳ موارد خاص

در این بخش بطور خلاصه در مورد دو مورد خاص از مدل رابطه ۱.۳ و اینکه کدام یک از الگوریتم های گفته شده در بخش‌های قبل موثرترند بحث می‌کنیم. اولین مدل، مدل یک طرفه است بدین ترتیب که هر مشتری فقط از یک طرف می‌تواند سرویس دهی شود و هیچ جریمه‌ای برای سرویس دهی وجود ندارد. به خصوص مشتری‌های دسته $w = \{1, \ldots, n\}$ به دو بخش N_1 و N_2 تقسیم بندی می‌شوند. اگر مشتری iام در دسته N_1 باشد، پس او فقط به وسیله سرویس دهنده‌هایی که در سمت راست او می‌باشند سرویس دهی می‌شود و اگر مشتری iام در دسته N_2 باشد به وسیله سرویس دهنده‌هایی که در سمت چپ او می‌باشند سرویس دهی می‌شود و یک جریمه غیر منفی b_i وجود دارد اگر مشتری iام سرویس دهی نشود. با استفاده از گفته های بالا، ساختار هزینه ای بصورت زیر است

اگر i در N_1 است پس $c_{ij} = b_i$ برای $j = 1, \ldots, i-1$.

اگر i در N_2 است پس $c_{ij} = b_i$ برای $j = i+1, \ldots, n$.

همچنین بدون از دست دادن کلیت مساله می‌توان فرض کرد که $c_{ij} \leq b_i$ برای $j = 1, \ldots, n$.

نشان خواهیم داد که مدل یک‌طرفه در زمان $o(n^2)$ حل می‌شود. قبلا گفتیم که زمان اجرای الگوریتم بالا، $o(pnT)$ است که T زمان لازم برای محاسبه ضریب $c(j,k)$ برای یک جفت اندیس (j,k) است.

بنابراین برای بدست آوردن مرز $o(n^2)$ برای مدل یک‌طرفه نشان می‌دهیم که چگونه باید داده‌ها را در زمان $o(n^2)$ از پیش پردازش کرد به گونه‌ای که هر ضریب $c(j,k)$ را بتوان در زمان $T = o(1)$ محاسبه کرد.

برای هر جفت اندیس (j,k)، $j \leq k$ تعریف می‌کنیم

$$c_1(j,k) = \sum_{i \in N_1, i=j} c_{ij} \qquad c_2(j,k) = \sum_{i \in N_2, i=j} c_{ij}$$

مشاهده می‌شود که برای هر k، تلاش لازم برای محاسبه $c_1(j,k)$ برای همه $j = 1, \ldots, k$ فقط $o(n)$ می‌باشد. بطور متشابه برای هر j تلاش لازم برای محاسبه $c_2(j,k)$ برای همه $k = j, \ldots, n$ هم $o(n)$ است. بنابراین زمان لازم برای محاسبه $c_1(j,k)$ و $c_2(j,k)$ برای همه جفت‌های (j,k)، $o(n^2)$ است. برای اینکه هر ضریب $c(j,k)$ در رابطه بازگشتی بتواند در زمان ثابتی بدست آورده شود، داریم

$$c(j,k) = c_1(j+1, k) + c_2(j, k-1)$$

پس بطور خلاصه نشان دادیم که زمان کلی برای حل مسائل p-سرویس دهنده زمانیکه ساختار هزینه‌ها یک‌طرفه است به میزان $o(n^2)$ می‌باشد.

مورد دومی که در نظر می‌گیریم این است که هزینه سرویس دهی، تابع یکنواختی از فاصله بین مشتری

و سرویس دهنده‌ها است. همان‌طور که قبلا گفته شد این مورد در زمان $o(n^{۲})$ بوسیله هسین و تمیر و با استفاده از رابطه بازگشتی متفاوتی حل شده است. نشان خواهیم داد که الگوریتم ارائه شده در این فصل نیز مرزهای یکسانی را همانند آنها بدست خواهد آورد. از دیدگاه بالا کافی است نشان دهیم که هر ضریب $c(j,k)$ بعد از چند پیش پردازش $o(n^{۲})$ قابل محاسبه در یک زمان ثابت می‌باشد.
برای هر جفت (j,k) و $j<k$ داریم؛ $x_{jk}=\frac{v_j+v_k}{۲}$. فرض کنیم که v_j و v_k دو مکان پشت سر هم هستند که سرویس دهنده‌ها در آنها قرار داده شده اند. در اینصورت برای هر $i=j,\ldots,k$، اگر $v_i \leq x_{jk}$ مشتری iام در مکان v_j سرویس دهی می‌شود، در غیر اینصورت در مکان v_k سرویس دهی می‌شود. بنابراین در این مورد

$$c(j,k)=\sum_{i:v_i\leq x_{jk}} c_{ij}+\sum_{i:v_i>x_{jk}} c_{ik}$$

در مرحله پیش پردازش ضرایب زیر را محاسبه می‌کنیم؛ برای هر جفت (j,k) و $j\leq k$ داریم

$$c_{۱}(j,k)=\sum_{i=j}^{k} c_{ik}, \qquad c_{۲}(j,k)=\sum_{i=j}^{k} c_{ij}$$

پس تلاش لازم برای محاسبه $c_{۱}$ و $c_{۲}$ برای تمام جفت‌های (j,k) برابر با $o(n^{۲})$ است. همچنین برای هر جفت (j,k)، $j<k$، بزرگترین اندیس i که $j\leq i\leq k$ و $v_i\leq x_{jk}$ را محاسبه می‌کنیم. این اندیس با $i(j,k)$ نشان داده می‌شود. زمان لازم برای محاسبه $i(j,t)$ برای همه جفت‌های (j,t) برابر $o(n^{۲})$ است. لذا با استفاده از موارد گفته شده داریم

$$c(j,k)=c_{۲}(j,i(j,k))+c_{۱}(i(j,k)+۱,k)$$

بنابراین زمان لازم برای محاسبه $c(j,k)$ برای هر جفت (j,k)، $j<k$ ثابت است. بطور خلاصه زمان کلی برای حل مسائل p-سرویس دهنده برای این مورد که هزینه سرویس دهی به یک مشتری یک تابع یکنواخت از فاصله بین مشتری و سرویس دهنده است برابر با $o(n^{۲})$ می‌باشد.

فصل ۴

یک مطالعه موردی در مورد مکانیابی مراکز امداد جاده‌ای در استان سمنان و تاثیر آن در کاهش تصادفات

۱.۴ مقدمه

در کشور ایران استان سمنان با موقعیتی استراتژیک ارتباط بین ۸ استان پهناور و اقتصادی کشور را به وسیله ۵۶۵ کیلومتر بزرگراه، ۴۹۷ کیلومتر راه اصلی و ۷۲۰ کیلومتر راه فرعی برقرار می‌کند. عبور شاهراه ترانزیتی تهران-مشهد و پل ارتباطی استان‌های شمالی با جنوبی و مرکزی کشور، گویای جایگاه استان سمنان در حمل و نقل می‌باشد. بزرگراه ترانزیتی تهران-مشهد به دلیل تمرکز اکثر قطب‌های تجاری، صنعتی، فرهنگی و گردشگری در استان‌های تهران و مشهد و بالاخص بارگاه امام رضا (ع) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

استان سمنان دارای بیشترین طول راه‌ها به جمعیت است و با نرخ ۶/۹۹ تعداد تصادف به هزار نفر جمعیت در سال ۸۵ دارای بیشترین تعداد تصادفات نسبت به جمعیت استان می‌باشد که نشان از وضعیت بحرانی استان به لحاظ تصادفات دارد.

در این میان افراد، نهادها، ادارات و سازمان‌های متعددی در مراحل قبل از وقوع حادثه، حین وقوع و پس از حادثه نیز به شیوه‌های مختلف نقش دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای اشاره کرد.

کنترل روند رو به رشد تصادفات و کاهش پیامدهای آن در درجه نخست به شناخت درست و دقیق از وضعیت تصادفات در شبکه راه‌ها و نیز عوامل موثر بر آن و نقش پست‌های امداد و نجات جمعیت هلال احمر در کاهش آن نیازمند است. از این‌رو تاثیر پست‌های امداد و نجات در کاهش تعداد مصدومان منجر به فوت در سطح راه‌های مواصلاتی استان امری غیر قابل اجتناب است.

بین تجهیز پست‌های امداد و نجات جاده‌ای از نظر پزشکی، تعداد پست‌ها، اطلاع‌رسانی در حوادث و سوانح، مکانیابی درست و تامین ساختمان‌های مورد نیاز پست‌ها، ارائه خدمات امداد و نجات فوری، به حداقل رساندن شروع خدمات امداد و نجات فوریت‌های پزشکی، اعزام و انتقال سریع مصدومین به نزدیک‌ترین مرکز درمانی، استانداردسازی تجهیزات پست‌ها، تجهیز و نوسازی ناوگان خودرویی پست‌ها، تعداد تیم‌های امداد و نجات جاده‌ای در ساعات غیر اداری و شب و فاصله پست‌ها به محل حادثه با کاهش تعداد مصدومان منجر به فوت در راه‌های مواصلاتی استان، رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

انتشار نتایجی با با عنوان برآورد هزینه‌های تصادفات درون شهری و برون شهری در راه‌های استان تکان‌دهنده و شوک آور است. این تحقیق از سوی پژوهشکده حمل و نقل وابسته به وزارت راه و ترابری تهیه و برای مدیران ذیربط ارسال شده است. هر ساله هزاران نفر در جاده‌های استان کشته، مجروح و معلول می‌شوند. بسیاری از هزینه‌های پنهان از جمله خدمات پزشکی، روان‌پزشکی، خدمات پلیس و...بر اثر تصادفات و حوادث جاده‌ای بر جامعه و استان ما وارد می‌شود [۱].

۲.۴ پیشینه تحقیق

در این بخش به برخی از پژوهش‌ها و بررسی‌های صورت گرفته در این رابطه به اختصار اشاره می‌شود

۱) پاک‌گوهر [۳۱] در مطالعه‌ای با عنوان بررسی علل و عوامل موثر در کاهش تصادفات جاده‌ای ایران با استفاده از مدل‌های رگرسیونی و با روش تحقیق کاربردی و توصیفی-تحلیلی به این نتیجه رسید که عامل انسانی با ۵/۹۷ درصد مهم‌ترین سهم را در تصادفات جاده‌ای داشته است.

۲) بر خلاف نظر پاک‌گوهر، قربانی و ذاکری [۲۳] در تحقیقی با عنوان بررسی سهم عوامل موثر در بروز تصادفات رانندگی، به این نتیجه رسیدند که اختصاص سهم عمده تصادفات جاده‌ای صرفا به عامل انسانی درست نیست و باید بسیاری از عوامل شکل‌گیری اشتباهات کاربران را در وضعیت شرایط محیطی، راه، ترافیک و وسایل نقلیه و نحوه هم‌کنش آن‌ها با عامل انسان جستجو کرد.

۳) اسماعیلی [۲۱] در تحقیقی با عنوان نقش پلیس راه در مدیریت صحنه تصادفات جاده‌ای مورد مطالعه در استان اردبیل به این نتیجه رسید که مدیریت صحنه تصادف توسط کارشناس پلیس راه، ضمن جلوگیری از تصادفات ثانویه و تسریع در بررسی صحنه، باعث تسهیل در امدادرسانی به حادثه‌دیدگان و پاکسازی و بازگشایی راه شده است و در نهایت به کاهش تلفات جانی و مالی حادثه‌دیدگان و رانندگان عبوری منجر می‌شود.

۴) برنا و واحدپور [۱۷] در بررسی نقش مدیریت مخاطرات طبیعی در کنترل سوانح و تصادفات جاده‌ای با مطالعه موردی محور کرج-چالوس و با استفاده از پژوهش‌های میدانی به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین پارامتر طبیعی خطرساز در این محور ارتباطی، ریزش سنگ و لغزش است. همچنین بین یخبندان و لغزندگی با عامل ارتفاع رابطه مستقیمی وجود دارد، به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع پدیده یخبندان زودتر اتفاق افتاده و دیرتر خاتمه می‌یابد.

۵) آسیایی [۱۴] در تحقیقی با عنوان بررسی عوامل موثر بر تصادفات جاده‌ای در محور مشهد-نیشابور و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن به این نتیجه رسید که از میان عوامل موثر بر تصادفات، عامل انسانی با ۴/۵۳ درصد بیشترین نقش را داشته است که از این میان سرعت زیاد، عدم رعایت قوانین راهنمایی و رانندگی، خواب آلودگی راننده، سبقت غیر مجاز، نبستن کمربند ایمنی و خستگی ناشی از حرارت بالا در فصل تابستان نسبت به سایر عوامل، نقش بیشتری دارند. عوامل طبیعی با ۶/۲۳ درصد در مقام دوم و عامل جاده و خودرو در مراتب بعدی قرار گرفته‌اند.

۶) شاکر [۳۷] در تحقیقی با عنوان بهداشت روانی حادثه دیدگان و امدادگران در سوانح و حوادث

دریافت که برگزاری دوره‌های آموزشی بهداشتی روانی، آشنایی با مشکلات روحی روانی و تشکیل تیم‌های حمایت روانی از مهم‌ترین اقدامات قبل از وقوع حوادث می‌باشد.

۷) سلمانی [۶] به بررسی عوامل موثر بر تصادفات جاده‌ای و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن پرداخته است که هدف اصلی آن، بررسی و شناخت عوامل موثر در بروز تصادفات رانندگی در منطقه روستایی خور و بیابانک است. نتایج این مطالعه نشان داد که از بین عوامل موثر بر تصادفات، عوامل انسانی با ۵۴ درصد بیشترین نقش را داشته و از بین شاخص‌های عوامل انسانی سرعت زیاد، عجله کردن در راه رسیدن به مقصد، عدم رعایت قوانین راهنمایی و رانندگی و خواب آلودگی رانندگان نسبت به سایر شاخص‌ها نقش بیشتری داشته است. عوامل مدیریتی و طبیعی به‌ترتیب با ۳۴ و ۱۲ درصد از عوامل دیگر تاثیرگذار در بروز تصادفات است.

۸) محمدی [۷] تحقیقی با عنوان بررسی عوامل اقتصادی موثر بر روی تصادفات جاده‌ای در ایران در دانشگاه بوعلی انجام داده که هدف این تحقیق شناسایی برخی عوامل اقتصادی تاثیرگذار بر تصادفات جاده‌ای در قالب فرضیه زیست محیطی کوزنتس است. بر اساس فرضیه مذکور می‌توان این‌گونه استنباط کرد که میزان تلفات جاده‌ای در مراحل اولیه رشد اقتصادی افزایش پیدا می‌کند و در نهایت به‌سبب پیشرفت‌های تکنیکی، افزایش میزان سرمایه‌گذاری در بخش‌های مرتبط و بهبود مراقبت‌های پزشکی، این نرخ در مراحل بعدی رشد اقتصادی کاهش می‌یابد. لذا این مطالعه به تجزیه و تحلیل ارتباط مذکور در قالب دو روش اقتصاد سنجی پانل‌دیتا و ال‌اس به ترتیب برای دوره‌های زمانی (۱۳۸۰-۱۳۸۸) و (۱۳۵۰-۱۳۸۸) پرداخته است.

۹) آریلون و هلیدبرند [۳] در مطالعه‌ای تحت عنوان گزارش ایمنی راه می‌نویسند: هدف اصلی فرآیند ممیزی راه، کاهش آمار تلفات جاده‌ای از طریق بکارگیری شیوه‌ای پیشگیرانه است. بررسی‌های مرسوم نقاط حادثه‌خیز اقدامی انفعالی در توجه به مشکلات ایمنی راه بوده و می‌توان به آن به عنوان نتیجه نهایی ضعف طراحان در تشخیص و به‌کارگیری موارد ایمنی در فعالیت‌هایشان نگریست. ممیزی ایمنی ابزاری موثر در افزایش ایمنی راه از طریق بررسی و شناسایی رسمی نقاط ضعف و مشکل‌ساز راه و محیط اطراف آن توسط تیمی مستقل و متشکل از کارشناسان متخصص و مجرب تحت عنوان ممیز قبل از وقوع حوادث جاده‌ای است.

۱۰) همچنین در تحقیقی که در استان ایلام [۴] با عنوان بررسی تاثیر پست‌های امداد و نجات در کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در سطح راه‌های مواصلاتی استان صورت گرفته، نتایج زیر حاصل شده است

۱) بین تجهیز پست‌های امداد و نجات جاده‌ای جمعیت هلال احمر استان از نظر پزشکی و کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در راه‌های مواصلاتی استان رابطه‌ی معنی‌دار وجود دارد.

۲) بین فاصله پست‌های امداد و نجات جاده‌ای جمعیت هلال احمر استان به محل حادثه و کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در راه‌های مواصلاتی استان رابطه‌ی معنی‌دار وجود دارد.

۳) بین تعداد پست‌های امداد و نجات جاده‌ای جمعیت هلال احمر استان و کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت رابطه‌ی معنی‌دار وجود دارد.

۴) بین مکانیابی درست و تامین ساختمان‌های مورد نیاز پست‌های امداد و نجات جاده‌ای جمعیت هلال احمر استان و کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در راه‌های مواصلاتی استان رابطه‌ی معنی‌دار وجود دارد.

۵) بین ارائه خدمات امداد و نجات فوری، کارآمد و عملی پست‌های امداد و نجات جاده‌ای جمعیت هلال احمر استان و کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در سطح راه‌های مواصلاتی استان رابطه‌ی معنی‌دار وجود دارد.

۶) بین آمادگی کامل تیم امداد و نجات جاده‌ای جمعیت هلال احمر استان و کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در سطح راه‌های مواصلاتی استان رابطه‌ی معنی‌دار وجود دارد.

۷) بین اطلاع‌رسانی در حوادث و سوانح از طریق شبکه بی‌سیم توسط پست‌های امداد و نجات جاده‌ای جمعیت هلال احمر استان و کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در سطح راه‌های مواصلاتی استان رابطه‌ی معنی‌دار وجود دارد.

۸) بین اعزام و انتقال سریع مصدومین و بیماران به نزدیک‌ترین مرکز درمانی توسط پست‌های امداد و نجات جاده‌ای جمعیت هلال احمر استان و کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در سطح راه‌های مواصلاتی استان رابطه‌ی معنی‌دار وجود دارد.

۹) بین استانداردسازی تجهیزات پست‌های امداد و نجات جاده‌ای جمعیت هلال احمر استان و کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در سطح راه‌های مواصلاتی استان رابطه‌ی معنی‌دار وجود دارد.

۳.۴ نقاط حادثه‌خیز استان

توجه به نقاط حادثه‌خیز یکی از مهم‌ترین مواردی است که می‌تواند به کاهش سوانح جاده‌ای کمک شایانی کند. مهم‌ترین نقاط حادثه‌خیز جاده‌ای در استان سمنان [۸] عبارتند از

۱) محدوده ده‌نمک واقع در کیلومتر ۴۰ محور گرمسار به سمنان.

۲) پیچ تلخ آب واقع در کیلومتر ۴۰ محور سمنان به گرمسار.

۳) محدوده پمپ بنزین رهبر واقع در کیلومتر ۵ محور سمنان به گرمسار.

۴) منطقه آبخوری واقع در کیلومتر ۵۵ تا ۶۵محور دامغان به سمنان.

۵) سرازیری کوهپایه واقع در کیلومتر ۳۵ محور شاهرود به سبزوار.

۶) پیچ فراش آباد واقع در کیلومتر ۳۵ محور سبزوار به شاهرود.

۷) کمربندی میامی واقع در کیلومتر ۵۵ محور شاهرود به سبزوار.

۸) محدوده پمپ بنزین حاجی آباد گرمسار.

۹) محدوده پمپ بنزین جاوید واقع در کیلومتر ۴۰ محور دامغان به شاهرود.

۱۰) جلیل آباد، کیلومتر ۸۰ سمنان به گرمسار.

۱۱) پیچ دربند واقع در کیلومتر ۲۱ محور سمنان به شهمیرزاد.

۱۲) کاروان‌سرای صدر آباد واقع در کیلومتر ۱۴۶ محور شاهرود به سبزوار.

۴.۴ طرح یک مساله

فرض کنیم می‌خواهیم از بین سه نقطه حادثه خیز جاده‌ای یعنی محدوده ده نمک، پیچ تلخ آب و پمپ بنزین رهبر، در دو نقطه مرکز امداد و نجات تاسیس کنیم. برای این منظور ابتدا هزینه ثابت تاسیس مراکز امداد و نجات را در این نقاط تعیین کرده، سپس مساله را با روش ارائه شده در فصل سوم حل می‌کنیم. برای بدست آوردن هزینه ثابت تاسیس مراکز امداد و نجات در نقاط مورد نظر، پارامترهای مهم در جدول بعد آمده است.

نقطه	منطقه حادثه خیز	امکانات و تجهیزات پزشکی	ارتفاع نقطه	فاصله از شهر	آمادگی تیم	جمع
۱	محدوده ده نمک	۵	۳	۲	۲	۳۳
۲	پیچ تلخ آب	۴	۴	۲	۳	۳۴
۳	پمپ بنزین رهبر	۶	۲	۵	۵	۵۶

با توجه به اینکه پارامترهای جدول فوق از نظر درجه اهمیت یکسان نیستند، به آن‌ها ضرایبی اختصاص داده‌ایم که در جدول زیر آمده است.

پارامترها	امکانات و تجهیزات پزشکی	ارتفاع نقطه	فاصله از شهر	آمادگی تیم
ضرایب	۳	۲	۴	۲

همچنین فرض کنید ماتریس ضرایب هزینه‌های متغیر تاسیس مراکز امداد و نجات جاده‌ای به صورت زیر باشد

$$C = \begin{pmatrix} ۰ & ۲ & ۶ \\ ۲ & ۰ & ۴ \\ ۶ & ۴ & ۰ \end{pmatrix}$$

حال به حل مساله می‌پردازیم.
برای $q = ۱$ و $j = ۱, ۲, ۳$ داریم

$$V'(۱, ۱) = f_۱ + \sum_{i=۱}^{۳} c_{i۱} = f_۱ + c_{۱۱} + c_{۲۱} + c_{۳۱} = ۳۳ + ۰ + ۲ + ۶ = ۴۱$$

$$V'(۲, ۱) = f_۲ + \sum_{i=۲}^{۳} c_{i۲} = f_۲ + c_{۲۲} + c_{۳۲} = ۳۴ + ۰ + ۴ = ۳۸$$

$$V'(۳, ۱) = f_۳ + \sum_{۱=۳}^{۳} c_{i۳} = f_۳ + c_{۳۳} = ۵۶ + ۰ = ۵۶$$

وبرای $q = 2$ و $j = 1$ داریم

$$
\begin{aligned}
V'(1,2) &= f_1 + min\{\sum_{i=1}^{3} min(c_{i1}, c_{i1}) + V'(1,1), \sum_{i=1}^{3} min(c_{i1}, c_{i2}) + V'(2,1) \\
&\quad ,\sum_{i=1}^{3} min(c_{i1}, c_{i3}) + V'(3,1)\} \\
&= 33 + min\{min(c_{11}, c_{11}) + min(c_{21}, c_{21}) + min(c_{31}, c_{31}) + V'(1,1) \\
&\quad ,min(c_{11}, c_{12}) + min(c_{21}, c_{22}) + min(c_{31}, c_{32}) + V'(2,1) \\
&\quad ,min(c_{11}, c_{13}) + min(c_{21}, c_{23}) + min(c_{31}, c_{33}) + V'(3,1)\} \\
&= 33 + min\{0 + 2 + 6 + 41, 0 + 0 + 4 + 38, 0 + 2 + 0 + 56\} \\
&= 33 + min\{49, 42, 58\} \\
&= 33 + 42 = 75
\end{aligned}
$$

همچنین برای $q = 2$ و $j = 2$ خواهیم داشت

$$
\begin{aligned}
V'(2,2) &= f_2 + min\{\sum_{1=2}^{3} min(c_{i2}, c_{i2}) + V'(2,1), \sum_{i=2}^{3} min(c_{i2}, c_{i3}) + V'(3,1)\} \\
&= 34 + min\{min(c_{22}, c_{22}) + min(c_{32}, c_{32}) + V'(2,1) \\
&\quad ,min(c_{22}, c_{23}) + min(c_{32}, c_{33}) + V'(3,1)\} \\
&= 34 + min\{0 + 4 + 38, 0 + 0 + 56\} \\
&= 34 + min\{42, 56\} \\
&= 34 + 42 = 76
\end{aligned}
$$

و نیز برای $q = 2$ و $j = 3$ خواهیم داشت

$$
\begin{aligned}
V'(3,2) &= f_3 + min\{\sum_{i=3}^{3} (c_{i3}, c_{i3}) + V'(3,1)\} \\
&= 56 + min\{0 + 56\} \\
&= 56 + 56 = 112
\end{aligned}
$$

لذا داریم

$$V(۱,۲) = min\{V'(۱,۲), (\sum_{i=۱}^{۲} c_{i۲} + V'(۲,۲)), (\sum_{i=۱}^{۳} c_{i۳} + V'(۳,۲)\}$$
$$= min\{V'(۱,۲), (c_{۱۲} + c_{۲۲} + V'(۲,۲)), (c_{۱۳} + c_{۲۳} + c_{۳۳} + V'(۳,۲))\}$$
$$= min\{۷۵, (۲ + ۰ + ۷۶), (۶ + ۴ + ۰ + ۱۱۲)\}$$
$$= min\{۷۵, ۷۸, ۱۲۲\}$$
$$= ۷۵$$

چون مینیمم در $V(۱,۲)$ اتفاق افتاد، لذا سرویس دهنده‌ها (مراکز امداد جاده‌ای) باید در نقاط ۱و۲ یعنی محدوده ده نمک و پیچ تلخ آب تاسیس شوند.

مراجع

[۱] امداد سوانح جاده‌ای، سازمان جمعیت هلال احمر. www.raro.ir

[۲] امیر مصطفوی ماریان (۱۳۹۰) مکانیابی بهینه جایگاه‌های عرضه سوخت با استفاده از برنامه ریزی ریاضی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی شهر مشهد،پایان نامه کارشناسی ارشد عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران.

[۳] آریلون و دی هلیدبرند (۱۳۸۳). گزارش ایمنی راه، (ترجمه دکتر محمدرضا احدی).

[۴] چهار سوقی، حامد (۱۳۸۸). بررسی تاثیر پست‌های امداد و نجات در کاهش تعداد مصدومان منجر به‌فوت در سطح راه‌های مواصلاتی استان ایلام. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام.

[۵] حمید مرادی، نادر شتاب بوشهری، علی کورنگ بهشتی، حسین پور زاهدی(۱۳۹۰) مکانیابی مراکز ارائه خدمات رقابتی با هدف کاهش ازدحام ترافیک شهری، مجله علمی پزوهشی مدیریت تولید و عملیات، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[۶] سلمانی، محمد (۱۳۸۷). بررسی عوامل موثر بر تصادفات جاده‌ای و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۶۵.

[۷] محمدی، فریبرز (۱۳۹۰). بررسی عوامل اقتصادی موثر بر تصادفات جاده‌ای در ایران (۸۰-۱۳۵۰). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه بوعلی همدان.

[۸] نقاط حادثه‌خیز جاده‌ای در استان سمنان. semnan.vcity.ir

[9] A. Aggarval, M.Klawe, S. Moran, P. Shor, R. Wilber, Geometric application of a matrix searching algorithm, Algorithmica 2 (1987) 195-208.

[10] Aboolian, R., Berman, O., Krass, D. (2007). Competitive Facility location and design problem. European journal of operational research 182, 40-62.

[11] Adel, A. A., John, A. W. (1978). Probabilistic Formulation of the emergency service location problem. Operation research society, 1167-1179.

[12] A. J. Goldman, Minimax location of a facility in a network, Transportation Sci., 6(1972), pp. 407-418.

[13] A. kolen, The Centeral vertices in a graph, In proc. 7th S. E. Conf. On combinatorices, Graph theory and computing, F. Hoffman, etal., eds., Utilitas Mathematica publishing, Inc., Winnipeg 1976, pp. 487-497.

[14] Asaei, M. Investigating effective factors on road accident in mashhad-neishaboor road and presenting solutions fordecrease it. Geographical Science journal, 1386, 7: 74-99. [In persian].

[15] Bautista, J., Pereira J. (2007). A Grasp algorithm to solve the unicost set covering problem. Coputers and operation research 34, 3162-3173.

[16] B. L. Hulme and P. J. Slater. (1981). Minimean Location of different facilities on a line network, SIAM J. Disk. Meth 4, 411-417.

[17] Borna, R and Vahed Poor. A. Investigating role of natural hazard management in control of road accident. Zone planning quarterly, 1390. 1 year, 81-91. [In persian].

[18] Cheng R. W., C. T. L., Huang C. C., (2007). Optimal Selection of location for taiwaese hospitals to ensure a competitive advantage by using the analytic hierarchy process and sensivity analistic. Building and invironment, 1431-1444.

[19] D. Eppstein, Sequence comparisonwith mixed convex and concave costs, J. Algorithms 11 (1990) 85-101.

[20] E. Minieka, The m-center problem, SIAM Rev. 12(1970), pp. 138-139.

[21] Esmaeeli, A. Investigating role of road police in management of road accident scene, Traffic Management quarterly, 1389. 5years, 1-22. [In persian].

[22] Galvao, R., et al. (2000). A Comparison of lagrangean and surrogate relaxation for the maximal covering location problem. European journal of operation research 124, 377-389.

[23] Ghorbani, M and Zakeri, H. Investigating proportion of effective factors in outbreak driving accident, Transporting Tecnology, 1389, 15: 34-42. [In persian].

[24] Hande Kucukaydin, N. A., I. Kuban Altinel. (2011). Competitive facility location problem with attractivenes adjustment of the follower: A bilevel programming model and its solution. European journal of operational research 208, 206-220.

[25] Honggzhong, J. Fernando, O., Maged, D. (2005). A Modeling framework for facility location of medical services for large-scale emergencies. www. illposed. usc. edu.

[26] J. E. Ward, R. E. Wendell, Using block norms for location modelling, Operation research 33 (1985), 1074-1090.

[27] Mark S. D., L. K. D. (2004). A Handbook of orms in health care: health care facilities: Northwestern university.

[28] M. Elena Saiz, E. M. T. H., Blas Pelegrin (2010). On Nash equabiliria of a competitive location-desing problem. European journal of operation research xxx xxx-xxx.

[29] M. R. Gary. D. S. Johnson. The Centers and medians of a graph, Oper. Res., 25(1997), pp. 641-650.

[30] O. Kariv and S. L. Hakimi, An Algorithmic approach to network location problemsII: the p-medians, SIAM j. Appl. Math., 37(1979), pp. 539-560.

[31] Pak Gohar, A. Investigaiting effective factors in decrease of irans road accident, Entezami science quarterly. 1388. 1: 76-106. [In persian].

[32] P. J. Slater, Maximin facility location, J. Research of the N. B. S., 79B(1975), pp. 107-115.

[33] P. M .Dearing, R. L Francis and T. J. Lowe, Convex location problem on tree network, Oper.Res., 24(1976), pp. 628-642.

[34] Redondoa, J., Fernandezb, J., Garciaa, I., Ortigosaa, P. (2008). Parallel algorithm for continuous competitive location problems. Optimization Method and software, 23, 779-791.

[35] R. Hassin, A. Tamir, Improved complexity bounds for location problem on the real line, Oper. Res. left. 10(1991) 395-402.

[36] R. Wilber, The concave least-weight subsequence problem revisited, J. Algorithms 9 (1988) 418-425.

[37] Shaker, M. The injuries and rescuers mental hygiene in accident, Rescue and Relief quarterly, Summer, 1384, 2: 64. [In persian].

[38] S. L. Hakimi and S. N. Maheshuari, Optimum location of centers in network, Oper. Res. 20(1972), pp. 967-973.

[39] S. L. Hakimi, E. F. Schimeichel and J. G. Pierce, On p-centers in networks, Transportation Sci., 12(1978), pp. 1-15.

[40] S. L. Hakimi, Optimum Locations of switching centers and the absolute centers and medians of a gragh, Oper.Res., 12(1964)pp. 450-459.

[41] Toregas, C., Sawain, R., Revelle, C., Bergman, L. (1971). The location of emergency service facility. Operation research, 1363-1373.

[42] Vernon Ning Hsu, Timothy J. Lowe, Arie Tamir. (1997). Structured P-facility location problems on the line solvable in polinomial time. Operation research 21, 159-164.

[43] Wang, Y., Wang, C. (2010). Locating Passenger vehicle refueling stations. Transportation Research part E xxx, xxx, xxx-xxx.

[44] Z. Drenzner, Facility Location: A Survay Of Aplication and methoda, Springer-Verlag, New york, Inc.

[45] Z. Galil, K. Park, A. Linear-time algorithm for concave one dimensional dynamic programming,Inform. Process. Left. 33 (1989) 309-311.

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

بازگشتی .... Recurtion
بخش .... Component
بدست آوردن .... Yield
بدون ظرفیت .... Uncapacitated
برنامه‌های دینامیکی .... Dynamic Programming
به‌طور متناوب .... Alternately
پیچیدگی الگوریتم .... Complexity Of The Algorithm
پیش پردازش .... Preprocecess
ترکیب .... Combining
توابع یکنواخت .... Monotone Function
جریمه .... Penalty
جفت .... Pair
جواب خصوصی .... Particular Solution
جواب همگن .... Hemogeneous Solution
چند جمله‌ای .... Polynomial
جواب .... Solution
خدمات یکسان .... Same Services
خط حقیقی .... Real Line
خطی .... Linear
داده .... Data
رابطه بازگشتی .... Recurrence Relation
راس .... Vertex

رئوس باقیمانده .... Remaining Vertices
زوج .... Even
زنجیره .... Sequence
ساختار هزینه‌ای .... Cost Stroctures
سرویس خدماتی .... Service Facility
شبکه بهم پیوسته .... Connect Network
شبکه خطی .... Line Network
شرایط اولیه .... Initial Conditions
شرط .... condition
عنصر .... Element
فرد .... Odd
فرض .... Assume
کاربرد خاص .... Particular Application
کوچک‌ترین طول .... Smallest Length
متصل .... Closer
مثبت .... Positive
مجموع فاصله .... The Distance Sum
محدود کردن .... Restrict
مدل یکطرفه .... One-Side Model
مرزهای پیچیدگی .... Complexity Bound
مساله پوششی p .... P-Covering Problem
مستقل .... Idependent
مشاهده .... Observation
مشتری .... Customer
معادله تفاضلی .... Difference Equation
مقادیر بهینه .... Optimal solution Value
مکان سرویس دهنده .... Facility Location
مکان‌های مستعد .... Potential Site
مکانیابی رقابتی .... Competitive Location
مورد خاص .... Special Case

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

به‌طور متناوب	Alternately
فرض	Assume
متصل	Closer
ترکیب	Combining
مکانیابی رقابتی	Competitive Location
مرزهای پیچیدگی	Complexity Bound
پیچیدگی الگوریتم	Complexity Of The Algorithm
ویژگی تقعر ماتریس	Concavity Property Of The Matrix
شرط	Condition
شبکه بهم پیوسته	cconnect Network
زمان ثابت	Constant Time
ساختار هزینه‌ای	Cost Structure
مشتری	Customer
داده	Data
نشان دادن	Demonestrate
معادله تفاضلی	Difference Equation
برنامه‌های دینامیکی	Dynamic Program
عنصر	Element
زوج	Even
مکان سرویس دهنده	Facility Location
هزینه ثابت	Fixed Cost
نتیجه اساسی	Fundamental Result

جواب همگن .... Hemogeneous
مستقل .... Idependent
شرایط اولیه .... Initial Condition
خطی .... Linear
شبکه خطی .... Line Network
ماتریس .... Matrix
مینیمم کردن .... Minimean
m–میانگین میانه .... M-meam Median
توابع یکنواخت .... Monotone Function
هدف .... Objective
مشاهده .... Observation
فرد .... Odd
مدل یکطرفه .... One-Side Model
مقادیر بهینه .... Optimal Solution Value
جفت .... Pair
کاربرد خاص .... Particular Application
جواب خصوصی .... Particular Solution
مسیر .... Path
مساله پوششی p .... P-covering Problem
جریمه .... Penalty
چند جمله‌ای .... Polynomial
مثبت .... Positive
مکانهای مستعد .... Potential Site
پیش پردازش .... Preprocecess
خط حقیقی .... Real Line
رابطه بازگشتی .... Recurence Relation
بازگشتی .... Recursion
رئوس باقیمانده .... Remaining Vertices
محدود کردن .... Restrict
زنجیره .... Sequence

سرویس خدماتی .... Service Facility
کوچکترین طول .... Smalest Length
حل .... solution
مورد خاص .... Special Case
بدون ظرفیت .... Uncapacitated
هزینه متغیر .... Variable Cost
راس .... Vertex
بدست آوردن .... Yield

Surname: Goli Name: Morteza

Title: Location Of Different Facility On A Line

Supervisor: Dr.Fathali
Advisor: Dr.Ghasem zade

Degree: Master of Science Subject: Application Mathematics
Field: Operation Research

Shahrood University Faculty Of Mathematical Sciences
Date: 2014 Number of pages: 56

Keywords: Facility Location, M-Mean Median, Dynamic Programming, customer

Abstract

In this thesis we consider the line location problem. Let P=(V,E) be a path with n vertices. We want to fine the location of facilities on this path. We consider the two types of line location problem. In this second chapter we pay attention to median mean problem, witch goal is minimizing the mean distance between vertices and facilities. In the thiered chapter we consider a polynomial algorithm for median line location problem. In this median location we want to minimize the sum of distances from facilities to all vertices.

Shahrood University
Faculty Of Mathematical Sciences

Dissertation Submitted in Partial
Fulfillment of The Requirements For The
Degree of Master of Science in
Application Mathematics

Location Of Different Facility On A Line

Supervisor

Dr.Fathali

Advisor

Dr.Ghasem zade

by

Morteza Goli

2014