



دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه مهندسی صنایع

عنوان :

مدل سازی و ارائه الگوریتم حل برای مسأله مکان یابی هاب مرکز ظرفیت دار

پژوهشگر:

احسان پرهیز کار مهرآبادی

استاد راهنما:

دکتر جمال ارکات

استاد مشاور:

دکتر علیرضا عیدی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

خرداد ماه ۱۳۹۱

صلى الله عليه وسلم



دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه مهندسی صنایع

عنوان:

مدل سازی و ارائه الگوریتم حل برای مساله مکان یابی هاب مرکز ظرفیت دار

پژوهشگر:

احسان پرهیز کار مهرآبادی

استاد راهنما:

دکتر جمال ارکات

استاد مشاور:

دکتر علیرضا عیدی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

خردادماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه کردستان است.

*** تعهد نامه ***

اینجانب احسان پرهیزکار مهرآبادی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع دانشگاه کردستان، دانشکده مهندسی گروه مهندسی صنایع تعهد می‌نمایم که محتوای این پایان‌نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

احسان پرهیزکار مهرآبادی

۱۳۹۱/۳/۲۸



دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه مهندسی صنایع

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

عنوان:

مدل سازی و ارائه الگوریتم حل برای مساله مکان یابی هاب مرکز ظرفیت دار

پژوهشگر:

احسان پرهیز کار مهرآبادی

در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۲۸ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره.....و درجه به تصویب رسید.

| <u>امضاء</u> | <u>مرتبۀ علمی</u> | <u>نام و نام خانوادگی</u> | <u>هیات داوران</u> |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| | استادیار | دکتر جمال ارکات | ۱- استاد راهنما |
| | استادیار | دکتر علیرضا عیدی | ۲- استاد مشاور |
| | استادیار | دکتر مراد احمدنسب | ۳- استاد داور خارجی |
| | استادیار | دکتر فردین احمدی زر | ۴- استاد داور داخلی |

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

مهر و امضاء گروه

تشر و قدردانی

چگونه می توان از زحمات کسانی که در راه کسب علم و دانش یاریم داده اند با چند سطر تشکر نمود، چند سطر که شاید هیچ وقت آنرا نخوانند و نبینند. به رسم ادب و وظیفه بر خود لازم می دانم از زحمات تمام کسانی که در این راه یاریم داده اند با ژرفترین احساسات تشکر و قدردانی نمایم. از این میان از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر جمال ارکات که با سعه صدر مرا در به انجام رسانیدن این تحقیق یاری نمودند کمال سپاسگزاری را دارم. همچنین از استاد مشاور گرامی جناب آقای دکتر عیدی به خاطر راهنمایی ارزنده شان سپاسگزارم. همچنین از جناب آقایان دکتر عیسی نخعی، فردین احمدی زرو دکتر محمود شهرخی که حق استادی بر اینجانب دارند، خالصانه تشکر می نمایم.

تقدیم بہ

پدرو مادر فداکارم

بہ برادر عزیزم

بہ خاک پاک و طہنم

و ہونندگان راہ علم و آزادی

چکیده

هاب‌ها تسهیلاتی هستند که در بسیاری از سیستم‌های توزیع برای تعویض و انتقال جریان بین مبداها و مقصدها استفاده می‌شوند. مسایل مکان‌یابی هاب زمانی مطرح می‌شوند که جابه‌جایی مستقیم اقلام بین زوج‌های مبدا- مقصد به دلیل هزینه بالای ایجاد شبکه مورد نیاز عملاً امکان‌پذیر نبوده و جابه‌جایی جریان از طریق هاب‌ها هزینه کمتری نسبت به جابه‌جایی مستقیم بین گره‌ها دارا است. مسأله هاب مرکز در شبکه ای از هاب‌ها مطرح می‌شود که به منظور جابه‌جایی اقلام حساس به زمان طراحی شده‌اند. در این نوع از مسائل، هدف خدمت‌رسانی با صرف حداقل مجموع هزینه‌ها یا زمان سرویس نیست بلکه هدف خدمت‌دهی به دورترین مشتری در کمترین زمان ممکن است. مسأله هاب مرکز با تخصیص تکی و ظرفیت محدود به دنبال انتخاب مکان تعدادی هاب و سپس تخصیص گره‌های غیرهاب به دقیقاً یک هاب می‌باشد به گونه‌ای که بیشینه زمان/مسافت بین هر زوج مبدا مقصد کمینه شود. این مسأله یک مسأله سخت در حوزه مکان‌یابی - تخصیص محسوب می‌شود و بدین جهت در این تحقیق، دو روش فراابتکاری برای حل مسأله استفاده شده است. در این تحقیق، یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح آمیخته برای مسأله فوق توسعه داده می‌شود. ابتدا با استفاده از الگوریتم بازیخت شبیه‌سازی شده که روشی بهبود دهنده محسوب می‌شود مدل حل می‌گردد سپس الگوریتم بهینه‌سازی دسته مورچگان که یک روش سازنده می‌باشد برای حل استفاده می‌شود. نتایج این دو روش فراابتکاری با استفاده از داده‌های استاندارد AP با یکدیگر و همچنین با نتایج حاصل از LINGO مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج محاسباتی بر روی داده‌های نمونه، حاکی از کارایی مناسب الگوریتم‌های حل ارائه شده در یافتن جواب‌های نزدیک به جواب بهینه می‌باشد.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی، هاب مرکز ظرفیت‌دار، تخصیص تکی، بازیخت شبیه‌سازی شده، بهینه‌سازی

دسته مورچگان

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

| | |
|----|---|
| ۱ | فصل اول: کلیات تحقیق |
| ۲ | ۱-۱- مقدمه |
| ۳ | ۱-۲- تعریف کلی مسأله |
| ۵ | ۱-۳- ضرورت تحقیق |
| ۵ | ۱-۴- مفروضات تحقیق |
| ۶ | ۱-۵- اهداف تحقیق |
| ۶ | ۱-۶- مراحل انجام تحقیق |
| ۸ | فصل دوم: پیشینه تحقیق و مرور ادبیات |
| ۹ | ۲-۱- مقدمه |
| ۱۰ | ۲-۲- مکان‌یابی هاب |
| ۱۳ | ۲-۳- ویژگی‌های مسایل هاب |
| ۱۵ | ۲-۴- کاربردهای مکان‌یابی هاب |
| ۱۷ | ۲-۵- تاریخچه تحقیق بر روی مسأله مکان‌یابی هاب |
| ۱۸ | ۲-۶- طبقه‌بندی انواع مسایل هاب |
| ۲۰ | ۲-۶-۱- مسأله هاب میانه |

- ۲۰ ۲-۱-۱-۱- تخصیص تکی
- ۲۴ ۲-۱-۲-۱- تخصیص چند گانه
- ۲۶ ۲-۶-۲- مسأله مکان یابی هاب با هزینه ثابت
- ۳۰ ۲-۶-۳- هاب پوششی
- ۳۱ ۲-۶-۴- مکان یابی هاب مرکز
- ۳۳ ۲-۶-۴-۱- تخصیص هاب مرکز
- ۳۸ ۲-۷- ضریب تنزیل الفا α
- ۳۹ ۲-۸- سایر مطالعات انجام شده مکان یابی هاب
- ۴۳ ۲-۸-۱- مکان یابی هاب با محدودیت ظرفیت
- ۴۷ ۲-۹- جمع بندی و نتیجه گیری
- ۴۹ **فصل سوم: مدل ریاضی والگوریتم های حل پیشنهادی**
- ۵۰ ۳-۱- مقدمه
- ۵۱ ۳-۲- مدل سازی مسأله
- ۵۵ ۳-۳- روش بازپخت شبیه سازی شده برای حل مدل
- ۵۷ ۳-۳-۱- الگوریتم بازپخت شبیه سازی شده
- ۵۹ ۳-۳-۲- ساختن جواب اولیه
- ۵۹ ۳-۳-۳- بهنگام کردن دما
- ۶۰ ۳-۳-۴- تعیین طول زنجیره ماکوف

| | |
|----|---|
| ۶۰ | ۵-۳-۳- تولید جواب های همسایه |
| ۶۱ | ۶-۳-۳- پذیرش جواب ها |
| ۶۱ | ۷-۳-۳- معیار توقف |
| ۶۱ | ۸-۳-۳- کدبندی مساله |
| ۶۲ | ۹-۳-۳- مزیت های الگوریتم بازپخت شبیه سازی شده |
| ۶۲ | ۱۰-۳-۳- محدودیت های الگوریتم بازپخت شبیه سازی شده |
| ۶۳ | ۴-۳- رویکرد بهینه سازی دسته مورچگان برای مساله هاب مرکز ظرفیت دار |
| ۷۲ | ۱-۴-۳- مزایای روش بهینه سازی الگوریتم مورچگان |
| ۷۲ | ۲-۴-۳- محدودیت های روش بهینه سازی مورچگان |
| ۷۳ | ۵-۳- نتایج محاسباتی |
| ۷۳ | ۱-۵-۳- مسایل نمونه |
| ۷۳ | ۲-۵-۳- تنظیم پارامترهای بازپخت شبیه سازی شده |
| ۷۴ | ۳-۵-۳- تنظیم پارامتر الگوریتم بهینه سازی مورچگان |
| ۷۷ | ۶-۳- نتیجه گیری |
| ۷۸ | فصل چهارم: نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها |
| ۷۹ | ۱-۴- مقدمه |
| ۷۹ | ۲-۴- جمع بندی |
| ۸۰ | ۳-۴- ارائه پیشنهاد برای تحقیقات آتی |

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

-
-
- شکل ۱-۲- توزیع ادبیات مسایل مکان یابی هاب ۱۲
- شکل ۲-۲- یک شبکه هاب ۱۴
- شکل ۱-۳- شبکه هاب با تخصیص‌های تکی و چندگانه ۵۲
- شکل ۲-۳- یک شبکه هاب با شعاع هاب r_k و r_l و مسیری با طول $r_k+r_l+\alpha C_{kl}$ ۵۲
- شکل ۳-۳- مراحل الگوریتم بازپخت شبیه‌سازی شده ۵۸
- شکل ۴-۳- نحوه آدرس‌دهی به ساختار جواب مساله هاب مرکز ظرفیت‌دار ۶۲
- شکل ۵-۳- چگونگی انتخاب مسیر مورچه‌ها به وسیله فرومون ۶۵
- شکل ۶-۳- ساختار کلی الگوریتم مورچگان ۶۷
- شکل ۷-۳- مقایسه‌ی نتایج از نظر مقدار تابع هدف ۷۶
- شکل ۸-۳- مقایسه‌ی نتایج از نظر زمان حل ۷۷

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

-
-
- جدول ۱-۲- ادبیات مسأله هاب میانه با تخصیص تکی ۲۳
- جدول ۲-۲- ادبیات مسأله هاب میانه با تخصیص چند گانه ۲۵
- جدول ۳-۲- روش های حل مسأله هاب میانه ۲۶
- جدول ۴-۲- ادبیات مسأله مکان‌یابی هاب با هزینه ثابت ۲۸
- جدول ۵-۲- مسأله هاب پوششی ۳۱
- جدول ۶-۲- پیچیدگی مسأله تخصیص هاب مرکز ۳۴
- جدول ۷-۲- ادبیات مسأله هاب مرکز ۳۵
- جدول ۱-۳- نتایج روش بهینه‌سازی مورچگان و بازپخت شبیه‌سازی شده با استفاده از داده‌های AP ... ۷۵

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

مسأله مکان‌یابی هاب از مسایل نوینی است که در دهه‌های اخیر در دسته مسایل مکان‌یابی مطرح شده است. مسأله مکان‌یابی هاب انتقال کالا از مبادی به مقاصد است که به جای ارتباط مستقیم میان هر دو نقطه عرضه و تقاضا، کالاها از طریق هاب‌ها منتقل می‌شوند. شبکه‌های هاب به طور گسترده‌ای در ارتباطات مخابراتی، شبکه‌های حمل و نقل و تحویل کالا، پست سفارشی، خطوط هوایی و غیره کاربرد دارند. هدف مسأله مکان‌یابی هاب یافتن مکان‌های مناسب برای ایجاد هاب و تخصیص نقاط عرضه و تقاضا به آن است به گونه‌ای که مسیرهای مناسب برای انتقال کالا تشکیل شود تا با کمترین هزینه / زمان، جابجایی کالاها انجام گیرد. مدل‌های گوناگونی برای این دسته از مسایل توسعه داده شده‌اند که بر اساس شکل تابع هدف به دو دسته اصلی مکان‌یابی هاب میانه^۱ و مکان‌یابی هاب مرکز^۲ تقسیم می‌شوند که در اولی حداقل شدن مجموع هزینه‌ها (مسافت‌ها یا زمان‌ها) مدنظر است و در دومی حداقل شدن بیشترین هزینه (زمان یا مسافت) موجود در شبکه در نظر گرفته می‌شود. از جهت دیگر می‌توان دسته‌بندی را براساس شیوه تخصیص نقاط غیرهاب به نقاط هاب انجام داد. در صورتی که هر نقطه غیرهاب تنها به یک نقطه متصل گردد، تخصیص تکی^۳ و در صورتی که بتواند به بیش از یک نقطه تخصیص داده شود تخصیص چندگانه^۴ نامیده می‌شود. همچنین برای هر کدام از هاب‌ها و کمان‌های متصل کننده آنها می‌توان محدودیت ظرفیت برای انتقال کالا در نظر گرفت. هدف از این پژوهش ارائه مدل ریاضی و الگوریتم حل برای مسأله هاب مرکز با در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت می‌باشد.

^۱ Hub median

^۲ Hub center

^۳ Single allocation

^۴ Multiple allocation

انواع مختلفی از مسأله هاب مرکز می‌تواند وجود داشته باشد که هر یک نشان‌دهنده محدودیت‌های عملیاتی می‌باشند. به طور مثال یک گره غیرهاب می‌تواند تنها به یک هاب و یا چندین هاب تخصیص داده شود و هاب یا کمان‌های بین هاب‌ها می‌توانند ظرفیت‌دار^۱ و یا بدون ظرفیت^۲ باشند. مسأله هاب مرکز ظرفیت‌دار^۳ شامل مکان‌یابی تعداد مشخصی هاب و تخصیص گره‌های غیرهاب به گره‌های هاب با فرض محدود بودن ظرفیت هاب‌ها است به گونه‌ای که بیشینه مسافت/ زمان/ هزینه بین کلیه زوج مبدا و مقصد، کمینه گردد. مسأله مکان‌یابی هاب مرکز در سیستم‌های توزیع^۴ حساس به زمان^۵ نظیر سرویس‌های پست اکسپرس و سرویس‌های اورژانسی مطرح شده است. در این سیستم‌ها بیشینه زمان سفر، بهترین زمان تضمین شده برای ارائه خدمت به مشتریان می‌باشد و هدف آن است که این مقدار تا حد امکان کوچک باشد.

۱-۲- تعریف کلی مسأله

هاب‌ها^۶ تسهیلاتی هستند که به منظور تعویض و انتقال جریان بین نقاط عرضه و تقاضا در بسیاری از شبکه‌های توزیع نظیر شبکه‌های هوایی، حمل‌ونقل، مخابراتی، پستی و کامپیوتری مورد استفاده قرار می‌گیرند. هاب‌ها به عنوان نقاط تجمیع، تقویت، انتقال و توزیع محسوب می‌شوند که اجازه تعویض ارتباطات مستقیم بین همه گره‌ها را با تعداد کمتری ارتباطات غیرمستقیم فراهم می‌آورند. هنگامی که ارسال مستقیم بین گره‌ها وجود ندارد و یا ارسال مستقیم کالاها بین گره‌ها هزینه زیادی داشته باشد از

^۱ Capacitated

^۲ Uncapacitated

^۳ Capacitated p hub center problem

^۴ Distribution systems

^۵ Time sensitive

^۶ Hubs

هاب به منظور ارسال جریان بین گره‌ها استفاده می‌شود. در عمل استفاده از هاب‌ها می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های شبکه شود. مسأله مکان‌یابی هاب‌ها^۱ به تعیین مکان قرار گرفتن هاب و تخصیص نقاط تقاضا به هر یک از هاب‌ها به منظور تعیین مسیرهای بین هر جفت مبدا مقصد می‌پردازد.

در مسأله مکان‌یابی هاب‌ها شبکه‌ای با n گره وجود دارد که نشان‌دهنده مکان مقصدها، مبداها، و هاب‌ها می‌باشند. هنگامی که امکان ارسال مستقیم جریان بین گره‌ها وجود نداشته باشد و یا ارسال مستقیم جریان بین گره‌ها هزینه زیادی داشته باشد از هاب برای ارسال جریان بین گره‌ها استفاده می‌شود. جریان بین مبداها و مقصدها می‌تواند از جنس هزینه، زمان، مسافت و امثال آنها در نظر گرفته شود. مسأله اساسی در مکان‌یابی هاب، مکان قرارگیری هاب‌ها و چگونگی تخصیص مشتریان به آنها می‌باشد. به بیان دیگر هاب‌ها به صورت نقاط انتقال رفتار می‌کنند که در آنها محصولات از مبدا جمع‌آوری شده و در مقصد توزیع می‌شوند. با این اوصاف، یک مبدا با تعداد زیادی از مقصدها به یک مقصد با مبداهای مختلف تبدیل می‌شود. به این ترتیب مسیرهایی بین مبداها، هاب‌ها، مقصدها و همچنین خود مبداها با یکدیگر ایجاد می‌شوند.

مسأله مکان‌یابی هاب مرکز^۲، مکان‌یابی تعداد مشخص هاب در یک شبکه و تخصیص گره‌های غیرهاب به گره‌های هاب به طوری که بیشینه زمان/مسافت بین هر زوج گره کمینه گردد می‌باشد. مسأله مکان‌یابی هاب مرکز در سیستم‌های توزیع^۳ حساس به زمان^۴، نظیر سرویس‌های پست اکسپرس و سرویس‌های اورژانسی مهم می‌باشد. در این سیستم‌ها بیشینه زمان سفر، بهترین زمان تضمین شده برای ارائه خدمت به مشتریان می‌باشد. در محیط‌های رقابتی بسیار مهم می‌باشد که این مقدار تا حد امکان دارای

^۱. Hub location problem

^۲. P hub center problem

^۳. Distribution systems

^۴. Time sensitive