بسم الله الرحمن الرحيم

٢٤٤٢

۱۳۸۰ /۸/ ۳۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
کتابخانه مرکزی

دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی صنایع

حل مساله جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی ماکس و فاصله اقلیدسی با استفاده از روش شبه آنیلکاری

مجید ضیا سعیدی

013610

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی صنایع-مهندسی صنایع

استاد راهنما: جناب آقای دکتر میربهادرقلی آریانژاد

استاد مشاور: جناب آقای دکتر رسول نورالسنا

آبان ۷۹

۳۶۴۶۲

تقدیم به پدرم

مادرم

و

همه کسانی که دوستشان دارم

چکیده

هدف این پایان نامه استفاده از روش شبه آنیلکاری (Simulated Annealing) برای حل مساله جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی ماکس و فاصله اقلیدسی می باشد. شبه آنیلکاری یکی از کاراترین و قدرتمند ترین الگوریتمها برای حل مسائل بهینه سازی ترکیبی با تابع هدف معلوم می باشد. در این پایان نامه یک روش شبه آنیلکاری برای حل مساله جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی ماکس و فاصله اقلیدسی توسعه داده شده است و عملکرد آن با بهترین روش ابتکاری موجود برای حل این مسائل مقایسه شده است. نتایج برتری روش شبه آنیلکاری را به اثبات می رسانند.

شبیه سازی
Simulation
مساله جانمایی-تخصیص
Location-Allocation Problem
فاصله اقلیدسی
Euclidean Distance
مینی ماکس
Minimax
آنیلکاری
Annealing

سپاسگزاری

با سپاس فراوان از استادان گرانقدر آقایان دکتر میربهادرقلی آریانژاد و دکتر رسول نورالسنا که با راهنماییهای ارزنده خویش مرا در تهیه و تنظیم این پایان نامه یاری رساندند و با تشکر از سایر عزیزانی که در نشست بررسی این پایان نامه شرکت نمودند دگربار مراتب قدردانی خویش را نسبت به این عزیزان اعلام می نمایم.

در این جا بر خویش فرض می دانم از دوست بسیار عزیزم جناب آقای علی اشراق جهرمی که در نوشتن برنامه های رایانه ای به کارگرفته شده در این پایان نامه زحمات بی شائبه ای را متحمل شدند تشکر نمایم و همین گونه از پدرم و مادرم که پیوسته سختیهایم را با کمال بزرگواری تحمل می نمایند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: تعیین هدف و اهمیت موضوع	۱
۱-۱-تعریف و اهمیت مساله	۱
۱-۲-هدف و قلمرو تحقیق	۱
۱-۳-روش تحقیق	۲
۱-٤-تاریخچه تحقیق	۲
فصل دوم- بررسی مسائل جانمایی-تخصیص و روشهای حل	۵
۲-۱-مسائل جانمایی-تخصیص	۵
۲-۲-روشهای ابتکاری و مسائل جانمایی-تخصیص	٦
۲-۲-۱-مقدمه ای بر راه‌حلهای ابتکاری و مسائل بهینه سازی ترکیبی	٦
۲-۲-۲-۱-جستجو در همسایگی	۹
۲-۲-۲-الگوریتم H٤	۱۱
۲-۲-۳- الگوریتم شبه آنیلکاری	۱۳
۲-۲-٤- الگوریتم پی در پی	۱٤
۲-۲-۵- الگوریتم تکرار جانمایی و تخصیص	۱۵
۲-۳-مسأله مینی ماکس با فاصلهٔ اقلیدسی	۱٦
۲-۳-۱-مقدمه ای بر مساله	۱٦
۲-۳-۲- حل مسألهٔ مینی ماکس با فاصلهٔ اقلیدسی	۱۸
فصل ۳-طراحی الگوریتم شبه آنیلکاری برای حل مساله جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی ماکس...	۲۲
۳-۱- اجراء کردن روش شبه آنیلکاری برای مسائل تخصیص – جانمایی	۲۲
۳-۲- روش ابتکاری شبه آنیلکاری	۲٤
۳-۳-انجام طراحی آزمایشها برای انتخاب مقادیر پارامترهای کنترلی	۲٦

فهرست مطالب

عنوان — صفحه

۳-۳-۱-تشخیص و بیان مساله ۲۷

۳-۳-۲-انتخاب عوامل، سطوح و دامنه ها ۲۷

۳-۳-۳-انتخاب متغیر پاسخ ۲۷

۳-۳-٤-انتخاب طرح آزمایشی ۲۸

۳-۳-٥-اجرای آزمایش ۲۸

۳-۳-٦-تحلیل آماری داده ها ۲۸

۳-۳-٦-۱-تحلیل آماری داده های زمان رانش ۲۹

۳-۳-٦-۲-تحلیل آماری داده های کیفیت جواب ۳۱

۳-۳-۷-نتیجه گیری و توصیه ۳۱

فصل ٤-نتیجه گیری و تفسیر نتایج ٤٦

٤-۱-عملکرد شبه آنیلکاری در حل مسأله جانمایی- تخصیص با تابع هدف مینی ماکس ٤٦

٤-۲-نتیجه گیری ٤۷

٤-۳-تحقیقات آتی ٤۷

فهرست مرا جع ٥۱

پیوست۱- داده های مربوط به مسایل آزمایشی ٥۳

پیوست ۲- داده های جدول ٤-۱ ..... ٥٥

پیوست ۳-داده های جدول ٤-۲ ..... ٥۷

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

فهرست جداول و نمودارها

صفحه

عنوان

جدول ۲-۱- روش جستجو در همسایگی ۹

جدول ۲-۲- روش کاهشی ۱۱

جدول ۲-۳- روش تصادفی ۱۱

جدول ۳-۱- مقادیر پیشنهادی پارامترها ۲۷

جدول ۳- ۲- ضرایب و اثرات برآورد شده برای متغیر زمان ۳۲

جدول ۳-۳- ترتیب اجرایی آزمایشها ۳۳

جدول ۳-٤- نتایج آزمایش 2^k برای متغیر کیفیت جواب ۳٤

جدول ۳-۵- نتایج آزمایش 2^k برای متغیر زمان ۳۵

نمودار ۳-۱ نمودار احتمال نرمال پسماندها ۳٦

نمودار ۳-۲- نمودار پسماندها به ازای مقادیر برازش شده ۳۷

نمودار ۳-۳- آزمون همگن بودن پراشها ۳۸

نمودار ۳-٤- نمودار پسماندها به ترتیب زمانی اجرا آزمایشها ۳۹

نمودار ۳-۵- تابع خود همبستگی برای پسماندها ٤۰

نمودار ۳-٦- نمودار اثرات اصلی-میانگین برای متغیر پاسخ زمان ٤۱

نمودار ۳-۷- نمودار پسماندها به ازای عامل IP ٤۲

نمودار ۳-۸- نمودار پسماندها به ازای عامل R ٤۳

نمودار ۳-۹- نمودار پسماندها به ازای عامل SF ٤٤

نمودار ۳-۱۰- نمودار پسماندها به ازای عامل FP ٤۵

نمودار ۳-۱۱- نمودار احتمال نرمال برای اثرات استاندارد شده ٤٦

جدول ٤-۱- مقایسه شبه انیلکاری و H٤ ..... ٤۹

جدول ٤-۲- مقایسه شبه انیلکاری و H٤ ..... ٤۹

جدول ٤-۳- جوابهای ۱۲ مساله آزمایشی ۵۰

جدول ٤-٤- زمان رانش ١٢ مساله آزمایشی..... ٥٠

۱-۱-تعریف و اهمیت مساله

مسائل جانمایی-تخصیص گروهی از مسائل جانمایی هستند که به دنبال یافتن جانمایی وسیله های جدید و تخصیص این وسیله ها به وسائل موجود برای برقراری ارتباط یا ارائه خدمت به وسائل موجود می باشند. این مسائل دارای فضای جواب بی نهایت بزرگ برای جانمایی وسائل جدید می باشند به همین جهت روش تحلیل این مسائل بایستی از لحاظ زمانی بسیار کارا باشد. همچنین معیار ارزیابی فاصله دو نقطه می تواند به صورت اقلیدسی یا مختصاتی باشد. در این مسائل وسائل جدید شبیه یکدیگر می باشند و فرقی بین آنها از نظر ارائه خدمت به وسائل موجود وجود ندارد.

یک مثال عمومی از مسائل جانمایی-تخصیص پیدا کردن مراکز توزیع یا انبارها می باشد که محصولات از مراکز تولید به این مراکز توزیع یا انبارها می رسد و در بین مشتریان توزیع می شود و ممکن است به صورت خرده فروشی باشد. ما همچنین می خواهیم تخصیص مشتریها به این مراکز را نیز مشخص نماییم..

از زمانی که مسائل جانمایی-تخصیص مطرح گردید روشهای حل مختلفی بر اساس نیاز برای آنها ارائه شد که مساله را با استفاده از الگوریتمهای قطعی یا ابتکاری حل می کرد. بررسی روشهای حل مختلف این مسائل در فصل دوم آمده است. به دلیل این که در این مسائل با بزرگ شدن پارامترها حجم محاسبات بالا می رود اکثر روشهایی که برای مسائل بزرگ ارائه شده اند ابتکاری هستند و به همان دلیل توسعه روشهایی که از لحاظ کیفیت جواب و زمان حل کارا باشند دارای اهمیت فوق العاده ای می باشد.

۱-۲-هدف و قلمرو تحقیق

در این پروژه نوع خاصی از مسائل جانمایی-تخصیص مورد بحث قرار گرفته است که تاکنون در ادبیات مورد بررسی قرار نگرفته اند. این مساله، مساله جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی ماکس

مـی باشـد. هـدف در ایـن مسـاله مینی مم نمودن ماکزیمم فاصله موزون میان وسائل جدید (خدمت دهـنده هـا) و وسـائل موجـود (خدمـت گـیرنده هـا) می باشد. این مساله زمانی اهمیت می یابد که ضـعیفترین خدمـت گیرنده ملاک ارزیابی عملکرد سیستم باشد و از جمله کاربردهای آن می توان به جایابی ایستگاههای مخابراتی, مراکز امداد رسانی و ایستگاههای آتش نشانی اشاره کرد.

تاکنون راه حل بهینه این مساله یافت نشده است و لیکن راه حلهای ابتکاری که قبلا برای حل مسائل جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی سام ایجاد گشته اند می توانند برای حل این مساله به کار روند. در ایـن پایـان نامـه یـک روش شـبه آنیلکاری برای حل این مساله توسعه داده شده است و سپس با بهترین روش ابتکاری موجود از لحاظ کیفیت جواب و زمان رانش مقایسه شده است.

گامهـای اجرایـی ایـن تحقیق به این صورت است که ابتدا در فصل دو, مساله جانمایی-تخصیص با تـابع هـدف مینـی ماکس , روشهای ابتکاری موجود و مساله جانمایی مینی ماکس مورد بررسی قرار خواهـد گرفـت سـپس در فصل سه روش شبه آنیلکاری برای آن توسعه داده خواهد شد و در فصل چهار به بررسی و تحلیل نتایج خواهیم پرداخت.

۱-۳-روش تحقیق

در ایـن تحقـیق روش بـه کـار گرفته شده به این صورت بود که ابتدا بر اساس مطالعات کتابخانه ای موضـوع تحقـیق و اطلاعات مورد نیاز و مربوطه استخراج گردید و سپس از طریق جستجو در مراکز اطلاعاتـی و شـبکه اینترنـت اطمیـنان حاصل گردید که تا سال ۲۰۰۰ کاری در این زمینه انجام نشده است.

۱-٤-تاریخچه تحقیق

کاربرد مسائل جانمایی-تخصیص ابتدا توسط Miehle [۱۳] مطرح گردید. اما در سال ۱۹٦۱ Cooper [۷] ایـن گونه مسائل را فرموله کرد و یک روش بهینه برای حل این گونه مسائل ارائه داد که در آن با

استفاده از بررسی تمامی تخصیص های ممکن تسهیلات توانست مدل را برای مسائل کوچک حل نماید. در سال ۱۹٦٤ Cooper [۱۱] با استفاده از خاصیت این گونه مسائل و اثبات چند قضیه در مورد حد بالا و پایین این مسائل چهار الگوریتم ابتکاری برای حل مسائل بزرگ ارائه کرد. در این چهار الگوریتم از دو رویکرد اصلی استفاده شده بود. رویکرد اول تقسیم مساله به صورت دو مساله جانمایی و تخصیص با فرض معلوم بودن تخصیص ها یا محل استقرار تسهیلات و رویکرد دوم بررسی تعداد خاصی از ترکیبات احتمالی تخصیص تسهیلات به نقاط تقاضا می باشد.

در سال ۱۹۷۱ Cooper [٤] برای مسائل جانمایی- تخصیص که دارای محدودیت ظرفیت برای تسهیلات بود مدل حمل و نقل را توسعه داد که در این مدل با حل مساله حمل و نقل، تخصیص تسهیلات به نقاط تقاضا به دست می آمد. سپس برای هر دسته از تخصیص های به دست آمده مساله مکان یابی برای تک وسیله حل می شد و محل استقرار تسهیلات به دست می آمد.

در سال ۱۹۷۵ Love و Morris [۱۰] نیز برای حل مساله تخصیص-جانمایی با تابع هدف مینی سام و فاصله مختصاتی یک راه حل قطعی ارائه نمودند.

در سال ۱۹۷٦ Love [٥] با استفاده از برنامه ریزی پویا در حالت یک بعدی و برای فاصله مختصاتی مساله جانمایی-تخصیص را به صورت بهینه حل کرد که قابل اسفاده برای مسائل بزرگ نیز می باشد.

در سال ۱۹۸۲ Love و Juel [۲] پنج الگوریتم برای حل مسائل بزرگ جانمایی-تخصیص ارائه نمودند که در میان ایشان دو الگوریتم به جواب بهینه می رسد و پاسخهای ۱۰۲ مساله حل شده توسط این دو الگوریتم با مقدار بهینه این مسائل یکسان است.

در سال ۱۹۸۲Niwattisyawong و Murtagh [۹] مساله جانمایی_تخصیص را برای جایابی استقرار چند انبار با محدودیت ظرفیت انبارها فرموله کردند و با استفاده از یک الگوریتم برنامه ریزی غیر خطی با محدودیت مساله را حل نمودند.

در سال ۱۹۹٤ Conn و Calamai و Bongarts [۱] برای فاصله مختصاتی با استفاده از ساده کردن محدودیت صفر و یک و حل توام مساله جانمایی-تخصیص روشی ارائه کردند و شرایط لازم و کافی برای رسیدن به نقطه مینی مم محلی را بررسی و در نهایت یک الگوریتم تکراری برای حل مساله توسعه دادند.در سال ۱۹۷۲Kuenne و Soland [۱۵] نیز روش شاخه و کران ودر سال ۱۹۷۷ Sherali و Shetty [۱٦] الگوریتم صفحات برشی را برای حل این نوع مساله مورد استفاده قرار دادند.

در سال۱۹۹٤ Liu و Kao و Wang [۳] مساله جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی سام و فاصله مختصاتی را با استفاده از روش شبه آنیلکاری حل نمودند و با دو روش دیگر مقایسه نمودند که از لحاظ کارایی و زمان محاسبه بهتر از دو روش دیگر بود.

در سال ۱۹۹۷ Ohlemuler [۲۲] مساله جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی سام را با استفاده از روش جستجوی تابو حل نمود.

و سرانجام در سال ۱۹۹۸ Brimberg وLove [۲۳] گروه خاصی از مسائل جانمایی-تخصیص در حالت دو بعدی و با تابع هدف مینی سام را با استفاده از برنامه ریزی پویا حل نمودند.

۲-۱-مسائل جانمایی-تخصیص

مساله جانمایی-تخصیص عبارت است از این که اولا موقعیت گروهی از خدمت دهنده ها (وسائل جدید) را تعیین نماییم به این منظور که به گروهی از مشتریان (وسائل موجود) ارائه خدمت نمایند و ثانیا این که کدام وسیله جدید به کدام یک از وسائل موجود خدمت ارائه نماید. لازم به ذکر است که وسائل جدید همه با هم یکسان می باشند.

در این پایان نامه فاصله اقلیدسی معیار ارزیابی اندازه گیری فاصله میان دو نقطه می باشد. ملاک نیز مینی مم نمودن ماکزیمم فاصله موزون میان وسائل جدید و سائل موجود می باشد و این مساله را مساله جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی ماکس می نامیم.

مساله جانمایی-تخصیص با تابع هدف مینی ماکس و فاصله اقلیدسی می تواند به صورت مدل برنامه ریزی ریاضی زیر فرموله شود.

(۲-۱)

$$\text{Minimize } \phi = Max\{Z_{ji} W_i d(X_j, P_i, j = 1,...,m, i = 1,...,n\}$$

$$\text{Subject to } \sum_{j=1}^{m} Z_{ji} = 1 \qquad i = 1,...,n$$

ϕ ماکزیمم هزینه در واحد زمان

m تعداد وسیله های جدید

n تعداد وسیله های موجود

W_{ij} تواتر تقاضا خدمت در واحد زمان برای وسیله موجود i

$Z_{ji}=1$ اگر وسیله موجود i تخصیص یابد به وسیله جدید j

$P_i = (a_i, b_i)$ مختصات وسیله موجود i

$d(X_j, P_i) = (\sqrt[2]{(x_j - a_i)^2 + (y_j - b_i)^2}$ فاصله مختصاتی میان وسیله موجود i و وسیله جدید j

در عمومی ترین شکل خود مساله جانمایی-تخصیص می تواند شامل تعیین نمودن تعداد وسائل جدید m و ماتریس تخصیص Z و $X_j, j=1,...,m$ موقعیت وسائل جدید باشد.در این پایان نامه تعداد وسائل جدید از پیش دانسته فرض می گردد.

۲-۲-روشهای ابتکاری و مسائل جانمایی-تخصیص

۲-۲-۱-مقدمه ای بر راه‌حلهای ابتکاری و مسائل بهینه سازی ترکیبی

از آنجا که مسائل جانمایی-تخصیص در گروه مسائل ترکیبی قرار می گیرند و در این پایان نامه نیز راهی ابتکاری برای گروه خاصی از این مسائل پیشنهاد شده است, مناسب است در مورد این مسائل و روشهای ابتکاری به بحث بپردازیم.

یک نگرش ساده برای حل یک مسألهٔ ترکیبی می‌تواند به این صورت باشد که برای مسألهٔ داده شده تمامی راه‌حلهای شدنی را فهرست کرد، تابع هدف ایشان را ارزیابی نمود و سپس بهترین را انتخاب کرد. در همان نگاه اوّل روشن است که روش شمردن کامل به گونهٔ فاحشی ناکارا می باشد. به علاوه اگرچه در تئوری حل هر مسأله به این روش امکان‌پذیر است لیکن در عمل این طور نیست. به خاطر این که برای مسائلی در ابعاد بزرگ تعداد بسیار زیادی راه حل شدنی وجود دارد. برای تشریح این مورد مسألهٔ مشهور فروشندهٔ دوره‌گرد را در نظر بگیرید. این مسأله توجّه بسیاری از