بهینه سازی توزیع محصولات از تهران به شهرستانهای دارای انبار توزیع؛ مطالعه موردی: شرکت دیجی‌کالا؛ ص ۸۹– ۱۱۲

حسین فیروزی[۱] ،فاطمه نیک منش[۲]

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۶

چکیده

مساله مسیریابی وسیله نقلیه از مسایل ترابری است که به دنبال تخصیص بهینه مشتریان به وسایل نقلیه در سیستم های توزیع است. انواع مختلفی از مسائل مسیریابی وسیله نقلیه وجود دارند که با در نظر گرفتن محدودیت هایی هم چون ظرفیت وسایل نقلیه، تعداد تقاضا، مسافت و... تلاش می کنند مدل هایی را ارائه دهند که به محدودیت های دنیای واقعی نزدیک تر باشد.

شبکه ترابری داخل شهری و بین شهری شرکت دیجی کالا براساس تعداد مسیر های موجود، تنوع وسایل ترابری و مراکز توزیع متعدد در مراکز استان ها، شبکه‌ای پیچیده هست. شبکه توزیع دیجی کالا تنها یک نمایش هندسی از مسیر های ترابری نیست، بلکه خود گویای سیستم حمل‌ونقل هست.

در این مقاله که به بررسی متغیر های ارسال این کالاها پرداخته شده است و در ابتدا یک مدل ریاضی برای توزیع این کالاها تعیین کرده و سپس بررسی نحوه حل این مدل ریاضی که به صورت تخمینی و دقیق است انجام شده است. پس از بررسی و اثبات حل مدل از راه های تخمینی با استفاده از روش های متاهیورستیک که در مسایل NP-hard نزدیک ترین جواب ها را به ما می دهد به حل این مدل می پردازیم.

در نهایت ضمن کد نویسی در نرم افزار متلب در مقیاس کوچک به شبیه سازی مدل توزیع شرکت مزبور پرداخته و خروجی لازم را با اثبات روند نزولی تابع نهایی، اخذ می نمائیم. این پژوهش این موضوع را تائید می کند که شرکت‌های فروشگاههای آنلاین، با یاری جستن از الگوریتم ژنتیک می‌توانند عملیات های پیچیده زنجیره تامین خود را در سطوح مختلف،طراحی، بهینه سازی و مدیریت کنند.

واژگان کلیدی: مسئله مسیریابی وسیله نقلیه، الگوریتم های بهینه سازی، بهینه سازی، متاهیورستیک

۱دانشجو دکترا مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی فیروزکوه (عهده دار مکاتبات) / firouzi.ho@saipa-citroen.com

۲کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلام تهران شمال / fatimnikmanesh@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بیان مساله

برنامه‌ریزی حمل‌ونقل علم جدیدی است که از عمر آن بیش از هفتادسال نگذشته است. اولین برنامه‌ریزی حمل‌ونقل در امریکا در دهه چهل صورت گرفت. هدف آن سنجش ترافیک موجود و برآورد آن در آینده از طریق فن‌های ساده ریاضی بود، سپس تحقیقاتی به‌وسیله فرگوسن ۱۹۶۰ میلادی، ایروان ۱۹۶۶, شیمپلر گرکو ۱۹۶۷ م و کاپور ۱۹۷۰ میلادی انجام پذیرفت که تأکید آن بر حمل‌ونقل عمومی بود. آنالیز شبکه نقش مهمی در مهندسی برق داشته است.

در دهه‌های اخیر نظریه شبکه و مفاهیم آن در بسیاری از زمینه‌های دیگر بکار گرفته شد. موارد استفاده مهم از آنالیز شبکه عبارت‌اند از: نظریه اطلاعات، سایبرنتیک، سیستم حمل‌ونقل، مدیریت مالی، کنترل موجودی انبار، برنامه‌ریزی تولید و غیره. در راستای تعریف و تحلیل یک سیستم توزیع و تعمیم به سیستم شبکه این‌چنین می‌توان گفت که یک شبکه از تعدادی گره و شاخه تشکیل‌شده است. گره ها، نقاطی هستند که جریان از آن نقطه شروع می‌شود یا به آن ختم می‌شود. شاخه‌ها نیز جهت اتصال دو گره بوده که نشان‌دهنده جاده‌ها و خطوط هوایی، ارسال و مرسولات هستند که بر اساس این اصول کلی نسبت به مدل بندی سیستم توزیع به‌صورت کلی و کلان اقدام می‌گردد.

یکی از بهترین اصلاح های سخت افزاری را شاید بتوان در ناوگان ترابری کشور و در این تحقیق بخصوص ناوگان ترابری جاده ای، نام برد. این اقدام علاوه بر بهینه کردن الگوی مصرف برای تسریع در ارسال محموله ها نیز نقش بسزایی را ایفا می‌کند. اقتصاد شامل بخش‌های متنوعی است که یکی از مهم‌ترین آنها بخش ترابری است. در صورتی که صنعت ترابری تقویت و بازسازی شود باعث ایجاد فعالیت‌های اقتصادی جدید، اشتغال زایی، سرمایه گذاری و تولید خواهد شد(امین ناصری،محمدرضا.۱۳۸۶: ۴۷)

شبکه ترابری دیجی کالا به دلیل استفاده از وسایل نقلیه متفاوت و متعدد، تعداد مسیرهای ارتباطی، دریافت و ارسال،مرسولات مختلف دارای پیچیدگی خاص خود هست که ساختار مناسب خود را طلب می‌کند. در حال حاضر متأسفانه به دلیل وجود عوامل متفاوت و بسیار فراوان و موثر بر زمان و نحوه توزیع در سیستم بین‌شهری و داخل شهری؛ نارضایتی مشتریان در بخشهای گوناگون دریافت کالا وجود دارد و کماکان تعیین توالی و انتخاب ناوگان توزیع به‌صورت کاملاً دستی، تجربی و غیرعلمی توسط مدیران شعب و مدیران انبار صورت می‌گیرد و نظام مشترک و علمی برای تعیین این اولویت‌ها برای این حجم بسیار بالای مشتریان (۳۰,۰۰۰ سفارش در هرروز) وجود ندارد و با توجه به افزایش روزمره این سفارش‌ها در این شرکت، بر حجم نارضایتی و عدم تحقق خواسته‌های مشتریان افزوده می‌گردد و این شرکت به‌ناچار برای بقای خود در این بازار

www.SID.ir

Archive of SID

رقابتی بسیار شدید باید این خلا سیستمی و مدیریتی لجستیکی خود را حل کند که در این تحقیق بر حل این موضوع تمرکز شده است.

مبانی نظری

در حال حاضر تقریباً ۱۴۰،۰۰۰ کالا در انبار مرکزی دیجی کالا موجود است. و روزانه حدود ۳۰،۰۰۰ کالا میزان سفارش‌های این شرکت است. این سفارش‌ها توسط خریداران در سایت ثبت می‌شود و پس از تائید واحد پذیرش بر اساس سیستم فایفو به واحد انبار ارجاع داده می‌شود. سپس واحد انبار سفارش‌ها را آماده کرده و به واحد بسته‌بندی ارسال می‌نماید. بعد از جمع شدن سفارش‌ها به گیت تخصیص ارجاع داده می‌شود، گیت تخصیص نیز بنا بر دو عامل کلی عمل می‌کند:

یک: محل تحویل کالا تهران است یا شهرستان‌ها

دو: ناوگان توزیع بین‌شهری شامل پست است یا ناوگان اکسپرس دیجی کالا

مواردی از سفارش‌ها، در شهرهایی که مرکز توزیع ندارند توسط پست ارسال می‌گردد، که به طور عملی ارسال آن‌ها به عهده شرکت نیست و مورد بررسی قرار نمی‌گیرد.

دیجی کالا در ۲۴ مرکز استان دارای مرکز توزیع است که کالاها توسط ناوگان اکسپرس به این مراکز ارسال می‌شوند. به این معنی که اگر سفارش‌ها تا ساعت ۱۲ ثبت‌شده باشد در ساعت ۱۶ بارگیری و راهی مراکز توزیع می‌گردد. مسئله قابل‌توجه اینجاست که این توزیع به‌صورت سنتی و دستی و بدون برنامه خاصی با صرف زمان زیادی انجام می‌پذیرد، ابتدا در قسمت‌های مشخص به‌صورت دستی و توسط کاربران بسته‌ها تفکیک می‌شوند و ارسال آنها توسط خودرو یا هواپیما به شهرهای موردنظر ارسال می‌گردد؛ اما چون این عمل بدون برنامه بوده است، بسیاری از سفارش‌های چندگانه از ارسال جا می‌مانند. این امر نارضایتی بسیاری از مشتریان از تأخیر در ارسال را به دنبال دارد. پس از رسیدن بسته‌های سفارشی به هر شعبه از ۲۴ مرکز توزیع سفارش‌ها به‌صورت دستی تفکیک منطقه‌ای_آدرسی می‌شوند، این امر نیز به‌صورت دستی انجام‌شده و زمان زیادی را به خود اختصاص می‌دهد، ضمناً هم‌زمان با در نظر گرفتن عامل زمان توزیع و آدرس در شعب باید برنامه‌ریزی توزیع با خودرو یا پیک نیز انجام پذیرد.

برای طراحی مدل، چهار مرحله طی شده که مرحله بهینه‌سازی جامع شبکه در قالب پیشنهاد مطرح می‌گردد. این چهار مرحله عبارت‌اند از:

یک: مرحله شناخت

دو: مرحله تجزیه‌وتحلیل آماری وضع موجود

سه: مدل‌سازی شبکه ترابری

چهار: اجرای مدل

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طورکلی مسئله مورد بررسی شناخت نحوه توزیع و ارسال کالاهای شرکت دیجی کالا از انبارهای مرکزی تهران به شهرستان‌ها و ساخت مدل توزیع و حل آن است. لذا جهت تحلیل سیستم توزیع دیجی کالا و مدل بندی آن مجبوریم توزیع هم‌زمان به‌صورت پخش کلی از انبار به‌صورت روزانه از مرکز انبار تهران به شهرستان‌ها انجام‌شده و بعلاوه در هر شهر دارای شعبه رسمی شرکت نیاز است که توزیع بر اساس عوامل (توزیع در زمان مشخص برای مشتریان+ توزیع بر اساس اولویت مسیر+ توزیع بر اساس تقسیم‌بندی بین توزیع‌کنندگان موتوری و خودرویی بر اساس حجم و اندازه بار و...) انجام شود.

در این مقاله در نظر است به بررسی متغیرهای ارسال این کالاها پرداخته و در ابتدا یک مدل ریاضی برای توزیع این کالاها تعیین کرده و سپس به بررسی نحوه حل این مدل ریاضی که به‌صورت تخمینی یا دقیق است بپردازیم. در پایان برای اطمینان از اعتبار روش ارائه‌شده نتایج حل مدل ریاضی با نتایج اجرای الگوریتم احتمالی پیشنهادی مقایسه می‌شوند. یک مورد واقعی نیز معرفی و با استفاده از روش پیشنهادی بررسی می‌گردد.

توسعه شبکه توزیع نوین فروشگاهی اینترنتی بزرگی چون دیجی کالا منجر به گسترش فروش و رضایت مشتریانش می‌گردد. استفاده از سیستم شهرسازی نوین، انتخاب هوشمندانه مسیرهای بهره‌گیری از سیستم توزیع بین و داخل شهری، همه و همه عواملی هستند که در عصر کنونی عدم بهره‌گیری از هرکدام می‌تواند در درازمدت بحرانی را بیافریند.

بدون شک برنامه‌ریزی صحیح، جمع‌آوری داده‌های کارا، استفاده و پردازش مناسب و به‌جا از داده‌ها در موقعیت‌هایی مانند امور توزیع و حمل‌ونقل آن‌هم در شرایط کنونی جهان با افزایش روزافزون جمعیت و تنوع وسایل حمل‌ونقل می‌تواند مانع بروز بسیاری از بحران‌ها در هر منطقه‌ای شود. همان‌طور که می‌توان موارد موفق متعددی را نام برد که با استفاده از چنین رویکردی علی‌رغم دارا بودن از بار جمعیتی بالا و وجود شرکت‌های متعدد تولید خودرو و به‌راحتی و با موفقیت از کنار موقعیت‌های بحران‌زای اجتناب‌ناپذیری که معمولاً در چنین مواقعی رخ می دهد گذاشته‌اند. در این مورد می‌توان کشور آسیایی ژاپن را مورد مناسبی دانست. ازجمله مدل‌هایی که در مسیریابی در دنیای نوین بسیار پرکاربرد است. مدل مسیریابی وسایل ترابری[1] (VRP) دانست؛ که در این تحقیق بر آنیم که مدل ریاضی برای توزیع کالاها شرکت دیجی کالا تعیین کرد و سپس این مدل را با الگوریتم‌های دقیق

1 Vehicle Routing Problem

www.SID.ir

Archive of SID

یا تخمینی حل نمود تا بتوان با خروجی آن بهترین تصمیم و روش توزیع سفارش‌ها شرکت دیجی کالا را با آن به دست آورد. لازم به ذکر است این شرکت هزینه بسیار بالای تجهیزاتی و نیروی انسانی را برای آن امر می‌پردازد که عمده این هزینه‌بر دوش مشتریان بوده و معمولاً اسباب نارضایتی آنان را بر قیمت تمام‌شده و... در بردارد.

سئوالات تحقیق:

یک. آیا می‌توان مدلی ریاضی برای توزیع شرکت دیجی کالا طراحی کرد؟

دو. آیا می‌توان این مدل را به‌صورت دقیق[1] حل کرد یا باید از روش‌های متا استفاده نمود؟

پیشینه پژوهش

رامسر و دانتزینگ[2] (۱۹۵۹) که فرمول ریاضی برنامه‌ریزی‌شده و الگوریتم حل را برای حل مساله تحویل گازوئیل به ایستگاه‌ها پایه‌ریزی کردند.

شرد[3] یک الگوریتم ابتکاری برای بهبود روش استفاده‌شده توسط رامسر و دانتزینگ ارائه کرد. کرد. (شارد، ۱۹۶۴)

توکلی مقدم و همکاران به بررسی مساله مسیریابی با مرجوعی‌که در آن مشتریان به دو گروه تقسیم می‌شوند که گروه اول تقاضایی دارند که باید از انبار برآورده که از چندین شود و گروه دوم مقداری کالا دارند که باید به انبار مرجوع شود آن‌ها از الگوریتم جست جوی محلی بهره گرفته استفاده کرده‌اند. (توکلی مقدم، سارمی و ضیایی، ۲۰۰۶)

حسنی رخ، یافتن محل استقرار و مسیریابی پویا با استفاده از فن‌های ژنتیک را به‌منظور یافتن مسیر بهینه در تردد انجام داده است. در این تحقیق او به این نتیجه رسیده است که روش Dijkstra روش سریع‌تر از الگوریتم ژنتیک است اما قابلیت اعتماد به بهینه‌تر بودن آن نسبت به GA وجود ندارد. همچنین روش GA بسیار سریع‌تر از روش‌های محاسباتی است و در مسائلی که تعداد نقاط و گره بیشتر می‌شود استفاده از GA اجتناب‌ناپذیر است. (حسنی رخ، ۲۰۰۰)

آهان و راماکریشنا[4] کاربرد الگوریتم‌های ژنتیکی را برای حل مسئله کوتاه‌ترین مسیر پیشنهاد کردند. شبیه‌سازی رایانه‌ای توسط آن‌ها نشان داد الگوریتم‌های پیشنهادی ازنقطه‌نظر همگرایی بهتر از دیگر الگوریتم‌های مرسوم عمل می‌کند.

---

1 Exact

2 Ramser and Dantering

3 Shard

4 Ahan and Ramacrishna

www.SID.ir

Archive of SID

ظفری و همکاران؛ به‌منظور تعیین کمینه هزینه جابجایی چندین وسیله نقلیه که به‌طور هم‌زمان از انبار کالا شروع به حرکت می‌کنند و بعد از ملاقات کردن مشتری‌ها، مشروط بر آنکه اولا هرگره توسط یکی از این وسایل نقلیه ملاقات شود و ثانیا هر وسیله نقلیه بیشتر از ظرفیت خود در طول مسیر بارگزاری نکند و سپس به انبار بازگرداند را تحت عنوان الگوریتم ترکیبی مؤثر ژنتیک برای حل مسئله مسیریابی وسیله نقلیه را انجام داده‌اند. (خوشبخت، ۱۳۸۹: ۹۶)

هیدکی کاتاگیری و همکارانش[1] یک الگوریتم ترکیبی مبتنی بر جستجوی ممنوعه و بهینه‌سازی کلونی مورچه‌ها ارائه دادند و از طریق آزمایش‌های عددی برای چند نمونه معیار نشان داد که اجرای این روش پیشنهادی بهتر از روش موجود است. (هیدکی کاتاگیری و دیگران، ۲۰۱۲)

یقینی و همکاران به دنبال یافتن کوتاه‌ترین مسیر همیلتونی بین شهرهای ایران از الگوریتم‌های جستجوی ممنوعه و ممتیک استفاده کردند. به‌گونه‌ای که هر شهر فقط یک‌بار در مسیر قرارگرفته و مسیر ساخته‌شده و به شهر اول منتهی شود. نتایج مقایسه‌ای تحقیقات آن‌ها نشانده‌اند کارایی و اثربخشی بسیار الگوریتم‌های پیشنهادی است. (سرمدی، ۱۳۹۰: ۱۱۸)

رحیمی، رجبی و توارات در مقاله‌ای تحت عنوان ارائه الگوریتم ترکیبی حل مسئله مسیریابی وسیله نقلیه همراه با دریافت و تحویل هم‌زمان کالا چنین عنوان می‌کنند که مسئله مسیریابی وسیله نقلیه از مباحث مهمی است که در چند دهه اخیر کاربرد زیادی در بهره‌وری و کارایی دستگاه‌های ترابری داشته است. یکی از توسعه‌های معروف و پرکاربرد این موضوع، مسئله مسیریابی وسیله نقلیه با دریافت و تحویل هم‌زمان کالا است که در آن، عمل تحویل و جمع‌آوری کالا برای هر مشتری به‌صورت هم‌زمان انجام می‌گیرد. الگوریتم پیشنهادی در این مقاله، ترکیبی از سه الگوریتم ابتکاری نزدیک‌ترین همسایگی، ارزان‌ترین الحاقی و ژنتیک است که دو الگوریتم اول به همراه یک روش تصادفی، جواب ابتدایی را برای الگوریتم سوم فراهم می‌کنند. در روش‌های نزدیک‌ترین همسایگی و ارزان‌ترین الحاقی، یک تابع احتمالی برای ایجاد جواب‌های بهتر ابداع‌شده است. همچنین عملگرهایی برای الگوریتم ژنتیک به‌منظور افزایش فضای جستجو و فرار از بهینه‌های محلی پیشنهادشده و پس‌ازآن، الگوریتم پیشنهادی بر روی چهل مثال استاندارد و متنوع اجراشده و با مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از آن و بهترین جواب‌های موجود از سایر الگوریتم‌ها، بهبود مناسبی نیز مشاهده گردیده است. (رحیمی و توارات, ۲۰۱۴)

1 Hiedeki Katagiri et.all

www.SID.ir

Archive of SID

روش تحقیق

پژوهش حاضر از حیث هدف از نوع کاربردی و از حیث روش از نوع توصیفی- ریاضی است و در صدد است ابتدا مساله ترابری در زنجیره تامین را مدل‌سازی کرده سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک آن را حل نماید. روش گردآوری اطلاعات کتابخانه ای و استفاده از مقالات علمی معتبر در زمینه کانال‌های ترابری در زنجیره تامین است. ابزار گردآوری اطلاعات مشاهده و بانک‌های اطلاعاتی است. و جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات از مبانی الگوریتم ژنتیک و نرم افزار برنامه نویسی متلب استفاده خواهد شد.

معرفی مدل ریاضی مساله

این تحقیق به بررسی مسیر حرکت خودروهای توزیع سفارش‌ها شرکت دیجی کالا در محیط بیرونی چند قرارگاهی می‌پردازد. اهداف این پژوهش عبارتند از:

۱- تعیین مسیر حرکت خودروها در محیط بیرونی با تعدادی از تأمین‌کنندگان.
۲- کاهش هزینه‌های ترابری با در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت وسایل نقلیه.
۳- تعیین مؤلفه‌های که درحرکت خودروها مهم هستند.
۴- شناسایی معیارها و مؤلفه‌هایی که در مدل‌های مختلف تعیین مسیر حرکت خودروها تأثیرگذار هستند.
۵- بررسی عوامل شناسایی‌شده در وضعیت لجستیک شرکت‌های پخش.
۶- ارائه مدل مناسب جهت تعیین مسیر حرکت خودروها.
۷- جمع‌آوری اطلاعات (از قبیل انتخاب تأمین‌کننده‌ها، میزان ارسال هر یک، ظرفیت خودروها، میزان دریافت هریک از مشتریان) انبارها یا مراکز تحویل، میزان فاصله هر یک از شرکت‌ها با یکدیگر و انبار ، تعداد خودروها و غیره، جهت مدل‌سازی کمی محیط بیرونی.
۸- ایجاد یک مدل کمی اولیه با توجه به اطلاعات مراحل قبل.
۹- بهبود مدل اولیه و ارائه پاسخ بهینه در موردمطالعه و گزارش نتایج.

www.SID.ir

Archive of SID

یافتن کوتاه‌ترین مسیر برای سرویس‌دهی به‌کل مشتریان

در بسیاری از مسائل دنیای واقعی شرکت و سازمان ها به جای یک انبار مرکزی، از چندین انبار برای ارسال و دریافت محصولات خود استفاده می کنند. عمر معرفی مساله مسیریابی وسایل نقلیه با دپو به مراتب کمتر از معرفی خود مساله مسیریابی است. هو و همکاران[1]، دو الگوریتم ژنتیک ترکیبی برای این مساله ارائه کردند که تفاوت آنها در جواب اولیه بود. (هو و همکاران، ۲۰۱۱)، حالت جدید از الگوریتم ژنتیک برای مساله مسیریابی وسایل نقلیه در حالت چند انباری معرفی کردند که بر مبنای خوشه بندی است.

کلیه عوامل مؤثر بر انتخاب مدل مناسب جمع‌آوری گردیده‌اند. با توجه به کاربرد تعداد نُه مدل مسئله تعیین مسیر حرکت خودروها(مسئله VRP ظرفیت دار-مسئله‌ی VRPبا چندین انبار- - مسئله VRP با چندین سفر-مسئله VRP دوره ای-مسئله VRP احتمالی-مسئله VRP با کالاهای مرجوعی-مسئله VRP همراه با سفارش و تحویل-مسئله VRP همراه با پنجره زمانی-مساله VRP در حالت باز) تعیین گردیده‌اند.

- آیا هر وسیله نقلیه ظرفیت محدودی را برای پاسخگویی به تقاضای مشتریان و ارسال تأمین‌کنندگان دارد؟

-آیا برای هرکدام از وسایل نقلیه یک‌زمان اعزام از انبار در نظر گرفته میشود که در آن زمان انبار را برای ارائه سرویس به مشتریان ترک می‌نمایند؟ (سؤال عمومی VRP)

-آیا برای هر وسیله نقلیه که در زمان سفر، تعریف می‌شود که وسیله نقلیه را ملزم می‌نماید تا قبل از فرارسیدن آن به انبار بازگشته باشد؟

- آیا در این مسئله وسایل نقلیه می‌توانند از انواع متفاوت باشند و یا هرکدام ظرفیت و ویژگیهای خاص خود را دارا هستند؟

آیا تعداد وسایل نقلیه ثابت است و با تعداد آن‌ها میتوانند از ابتدا بی‌نهایت فرض کرد؟

- آیا هر مشتری و یا تأمین‌کننده دقیقاً یک‌بار توسط وسیله نقلیه در روز ملاقات می‌شود؟

- آیا همه جریانات وسایل نقلیه باید از انبار شروع‌شده و به آن ختم می‌گردد؟ سؤال عمومی VRP

- آیا در این مسئله چند قرارگاه (انبار) برای ارسال کالاها وجود دارد؟

- آیا برای هر مسیر یا جریانی که توسط یک وسیله نقلیه از انبار شروع میشود. مجموع تقاضای مشتریانی که در طول مسیر هستند میتواند از ظرفیت وسیله نقلیه (اضافه‌بار یا ارسال به‌صورت مازاد) تجاوز کنند؟ (مسئله VRP ظرفیت دار)

- آیا ارسال تأمین‌کنندگان و تقاضای مشتریان می‌توانند از حجم وسیله و نقلیه بیشتر بوده و میزان

1 Hoo et.all

www.SID.ir

Archive of SID

اضافه‌بار توسط خودرو دیگری با ظرفیت دیگری انجام گیرد؟ (مسئله VRP همراه با شکستن عرضه محصولات به مشتریان)

- آیا هر مشتری یا تأمین‌کننده باید در پنجره زمانی خود سرویس داده شود؟ (مسئله VRP همراه با پنجره زمانی)
- آیا یک انبار وجود دارد یا چندین انبار وجود دارد؟ (مسئله VRP با چندین انبار)
- آیا ارسال از تأمین‌کنندگان و یا دریافت توسط مشتریان ممکن است در طی چندین روز صورت پذیرد؟ (مسئله VRP دوره‌ای)
- آیا یک مشتری می‌تواند در طول یک دوره چندین بار ملاقات شود؟ (هر مشتری k بار در طول یک دوره ملاقات می‌گردد؟) (مسئله VRP دوره‌ای)
- آیا با حضور تأمین‌کنندگان و یا مشتریان احتمالی مواجه هستید؟
- آیا ارسال تأمین‌کنندگان و تقاضای مشتریان احتمالی است؟ مسئله (مسئله VRP احتمالی)
- آیا زمان به‌صورت احتمالی در نظر گرفته می‌شود؟ (زمان سفر tij بین هر دو تأمین‌کننده و یا مشتری) .(مسئله VRP احتمالی)
- آیا تأمین‌کنندگان و مشتریان علاوه بر اینکه کالاهایی را ارسال یا دریافت میکنند میتوانند بعضی از کارهای مرجوعی را به انبار بازگردانند؟ (مسئله VRP همراه با کالای مرجوعی)
- آیا تأمین‌کنندگان می‌توانند کالاهایی را دریافت یا مشتریان کالاهایی را ارسال کنند؟
- آیا خودرو ارسال و یا دریافت باید در زمان دقیقی هرروز جهت دریافت بار به شرکت‌های تأمین‌کننده و یا مشتریان ارسال گردند؟ (مسئله VRP همراه با پنجره زمانی)

مدل‌سازی مسئله مسیریابی وسایل نقلیه در حالت حلقه باز و چند انبار

در بسیاری از مسائل دنیای واقعی شرکت‌ها و سازمان‌ها به‌جای یک انبار مرکزی از چندین انبار برای ارسال و دریافت محصولات خود استفاده می‌کنند .مانند دیجی کالا که بعضا از هاب‌های توزیع واسطه‌ای خود کالاها را برای مشتریان ارسال می‌نماید. در این‌گونه مسائل در کل با سه مسئله روبرو هستیم.

ابتدا باید مشتریان را دسته‌بندی کرد تا مشخص گردد هر مشتری توسط کدام انبار سرویس داده شود، سپس باید مشخص شود. که هر وسیله نقلیه به کدام مشتریان سرویس دهد و درنهایت توالی سرویس به مشتریان توسط هر وسیله نقلیه چگونه است. همینطور هو و همکاران (۲۰۰۸) دو الگوریتم ژنتیک ترکیبی برای این مسئله ارائه کردند که تفاوت آن‌ها در جواب اولیه بود. یوچینور و دمینر[1] (۲۰۱۱) حالت جدیدی از الگوریتم ژنتیک را برای مسئله مسیریابی وسایل نقلیه در حالت چند انباری معرفی کردند که بر مبنای خوشه‌بندی است.

1 Yu Cheniour and Demminer

www.SID.ir

Archive of SID

مسائل بزرگ‌ترین در این حوزه توسط دوند و کردا[1] (۲۰۰۹) مطرح‌شده و به‌وسیله یک الگوریتم فرا ابتکاری بر پایه جستجوی محلی حل‌شده است. این الگوریتم همسایگی‌های زیادی را در فضای حل با جابجا کردن گره‌ها بررسی می‌کنند. یک برنامه ریزی ریاضی نیز برای هریک از دو مرحله این الگوریتم نیز ارائه شده است. برای حل مسائل بزرگ یک تقسیم‌بندی فضایی نیز روی مشتریان صورت می‌گیرد که مسئله را به مسائل کوچک‌تر تبدیل می‌کند.

الگوریتم‌های پیشنهادشده برای حل OVRP به دودسته کلی روش‌های ابتکاری و فرا ابتکاری طبقه‌بندی می‌شود. ریوسیس و همکاران[2] (۲۰۱۰) یک الگوریتم با راهبرد تکامل تدریجی برای این مسئله ارائه کردند. تابع هدف در این مسئله کمینه‌سازی تعداد ناوگان حمل‌ونقل و هزینه‌های سفر است. یک الگوریتم ترکیبی بر مبنای ژنتیک و جستجوی ممنوع توسط یو و همکاران[3] (۲۰۱۱) ارائه‌شده است که این الگوریتم نه‌تنها جواب‌های موجود را بهبود میبخشد بلکه از سرعت بالایی نیز برخوردار است.

حال در مسئله زیرکه ترکیبی از دو مسئله مسیریابی وسایل نقلیه در حالت چند قرارگاهی و مسئله مسیریابی وسایل نقلیه در حالت باز است، به این صورت است که در آن تعدادی وسیله نقلیه با ظرفیت یکسان وجود دارد که حرکت خود را از چند انبار مختلف با فواصل معین و ثابت از یکدیگر آغاز نموده و پس از سرویس رسانی به تعدادی از مشتریان، باز به همان انبار مراجعه نمی کنند. هریک از مشتریان دارای تقاضای مشخصی هستند و می‌توانند دارای محدودیت زمان دریافت سرویس باشند. هر مشتری تنها از یک وسیله نقلیه سرویس دریافت میکند و واحد زمانی سرویس رسانی وسیله نقلیه را می‌توان به واحد مسافت تبدیل نمود(مسافتی که وسیله نقلیه میپیماید تا به مشتری برسد).

پارامترهای ورودی

اندیس مشتریها و انبارها ؛

k: اندیس وسایل نقلیه ؛

N: تعداد کل مشتریان مسئله ؛

M: تعداد کل انبارها ؛

Kتعداد کل وسایل نقلیه ؛

N=(Oو یک و دو...(i...n:مجموعه مشتریان

1 Dounde and Kerda

2 Reiosiss et.all

3 Yu et.all

www.SID.ir

Archive of SID

M=(O و یک و دو...i...m:مجموعه انبارها؛

K=(O و یک و دو...i...k مجموعه وسایل نقلیه؛

d_i= :مقدار تقاضای مشتری i به‌طوری‌که $i \in N$

L_h= :ظرفیت وسیله نقلیه h به‌طوری‌که $h \in K$

C_{ij}= :هزینه یا همان فاصلهطی کردن مسافت از گره

T_i= :حداکثر زمان سرویس‌دهی به مشتری i ام

t_{ij}= :زمان مسافرت از گره i به گره j

متغیرها

Y_{ih}:مساوی یک؛ اگر گره i توسط وسیله نقلیه h ملاقات شود و در غیر آن صورت ؛ صفر

X_{ijh}:مساوی یک؛ اگر وسیله نقلیه h مستقیماً از گره i به گره j برود و در غیر این صورت ؛ صفر

مدل ریاضی مسئله(غیرخطی_قطعی)

$$\text{Min} \sum_{h=1}^{k} \sum_{i=0}^{N} \sum_{j=1}^{N} C_{ij} X_{ijh} \qquad (۱-۲)$$

$$\text{Min} \sum_{h=1}^{k} \sum_{i=0}^{N} \sum_{j=1}^{N} X_{ijh} \qquad (۲-۲)$$

$$\sum_{h=1}^{K} \sum_{i=0}^{N} d_i Y_{ih} \leq L_h \qquad (۳-۲)$$

$$\sum_{h=1}^{k} Y_{ih} = 1 \qquad i = 1.2 \ldots . n \qquad (۴-۲)$$

$$\sum_{i \in M}^{m} \sum_{h=1}^{k} Y_{ih} \leq K \qquad (۵-۲)$$

$$\sum_{i \in M+N}^{m+n} X_{ijh} = Y_{jh} \qquad \forall j \in N, h \in K \qquad (۶-۲)$$

$$z_j = \sum_{h=1}^{k} \sum_{j=1}^{N} t_{ijh} X_{ijh} + z_i X_{ijh} \qquad \forall j \in N \qquad (۷-۲)$$

$$z_j \leq T_j \qquad (۸-۲)$$

$$\sum_{j \in N}^{n} X_{ijh} = Y_{ih} \qquad \forall i \in M+N, h \in k \qquad (۹-۲)$$

$$\sum_{i \in M}^{m} \sum_{j \in N}^{n} X_{ijh} \leq 1 \qquad (۱۰-۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$X_{ijh} = 0 \text{ or } 1 \qquad i,j = 1,2,\dots,n, \forall h, \qquad (۱۱-۲)$$

$$Y_{ih} = 0 \text{ or } 1 \qquad i,j = 1,2,\dots,n, \forall h, \qquad (۱۲-۲)$$

رابطه شماره (۲-۱) نشان‌دهنده تابع هدف یک، مسئله است فاصله (هزینه) پیموده شده توسط وسایل نقلیه را در بین مشتریان کمینه می‌نماید. این تابع در واقع با محاسبه و تعیین مسیری که کمترین طول و هزینه را در برداشته باشد محاسبه کرده و در نهایت عدد حداقلی را ارائه می‌نماید.

شماره (۲-۲) نیز تابع هدف ۲، مسئله است که تعداد کل وسایل نقلیه استفاده‌شده جهت جابجایی بین مشتریان را کمینه مینماید. در این تابع، هدف حداقل سازی تعداد ناوگان ترابری بوده تا ضمن کاهش هزینه های ثابت سرمایه گذاری و ...، موجبات استفاده بهینه از وسایل نقلیه موجود را فراهم میسازد.

رابطه شماره (۲-۳) تضمین می‌کنند که مجموع تقاضای مشتریانی که توسط هر وسیله نقلیه سرویس داده میشود از ظرفیت وسیله نقلیه بیشتر نشود. در این رابطه با اعمال محدودیت ظرفیت وسیله نقلیه از تخصیص بیش از ظرفیت جلوگیری می‌کنیم.

محدودیت (۲-۴) تضمین میکند که هر گره فقط و فقط توسط یک وسیله نقلیه ملاقات شود. در این رابطه بهینه بودن مسیر توزیع توسط هر وسیله نقلیه با تعریف محدودیت عبور صفر و یک از هر نقطه/ شهر صورت می‌گیرد.

محدودیت (۲-۵) بیان می‌نماید که حداکثر به تعداد کل کامیون‌ها (k عدد) از انبار شروع به حرکت می‌کنند، که لزوماً همه وسایل نقلیه حرکت نمی‌کنند.

محدودیت (۲-۶) بیان می‌کند که هر شهر فقط یک‌بار دیده میشود و آن‌هم توسط همان وسیله نقلیه که از آن شهر عبور کرده است. دراین رابطه از همپوشانی تردد خودروها از شهرهای یکسان جلوگیری می‌شود.

در رابطه(۲-۷) زمان رسیدن به گره j ام که برابر است با زمانی که به گره i می‌رسد، به‌علاوه زمانی که از گره i به گره j می‌رسد. در این رابطه زمان تجمعی حرکت هر وسیله نقلیه در طول مسیر حرکت نشان داده میشود.

محدودیت (۲-۸) زمان تحویل سرویس‌دهی به گره j است.در این رابطه تابع زمان سرویس دهی به تصویر کشیده شده و می‌توان محدودیت‌های زمانی را نیز اعمال نمود.

محدودیت(۲-۹) بیان میکند که توسط یک وسیله نقلیه از هر شهر به یک شهر دیگر و یا به

www.SID.ir

Archive of SID

هیچ شهر دیگری حرکت صورت نمی‌گیرد.

محدودیت(۱۰-۲) تضمین میکند که یک وسیله نقلیه یا فعال نمی‌شود و یا حداکثر از یک انبار به یک مشتری می‌رود.

محدودیت (۲-۱۱) و (۱۲-۲) مشخص می‌کند که متغیرهای مسئله به‌صورت صفر و یک هستند.

مفروضات مسئله

مفروضات در این تحقیق به معنی محدودیت هایی که جهت ساده کردن مسئله در نظر گرفته‌شده‌اند آورده شده است. به عبارت بهتر از آنجایی‌که گستره مسائل VRP بسیار وسیع است و بررسی کلیه آن‌ها امکان‌پذیر نیست لذا تعدادی از محدودیت ها به مسئله تحمیل می‌شود که ممکن است در مثال‌های واقعی این‌گونه نباشد ولی جهت محدود کردن گستره مسائل ناچار باید این محدودیت‌ها را به مسئله اضافه شوند. همچنین برخی از محدودیت‌هایی که به‌عنوان محدودیت‌های طبیعی وجود دارند جهت ساده‌تر شدن مسئله در نظر گرفته نمی‌شود که این‌ها جزو مفروضات مسئله خواهند بود. در تحقیق حاضر نیز جهت ساده‌تر شدن و محدود کردن مسائل VRP مفروضاتی در نظر گرفته‌شده است که در ذیل به شرح مختصر آن‌ها پرداخته می‌شود.

الف. تعداد مراکز خدمات‌دهنده یک عدد فرض شده است.

یکی از پارامترهای مسائل VRP تعداد مراکز خدمات‌دهنده است. هرچه تعداد مراکز بیشتر از یکی باشد بر پیچیدگی مسئله افزوده خواهد شد. از طرف دیگر چون مسائلی که در واقعیت وجود دارد را می‌تواند صورت‌مسئله VRP با یک مرکز تقریب زد، لذا در این تحقیق یک مرکز خدمات‌دهنده برای ارائه خدمات‌گیرندگان در نظر گرفته‌شده است

ب) تعداد خدمات دهندگان در مرکز خدمات های عدد i است.

در اکثر مسائل VRP عمدتاً محدودیتی در رابطه با تعداد خدمات‌دهندگان وجود ندارد و در عمدتاً تعداد بهینه تعداد خدمات‌دهندگان(وسایل حمل‌ونقلی که توسط الگوریتم ارائه می‌شود) برابر تعداد مسیرهای پیشنهادی الگوریتم خواهد بود. از آنجایی‌که در برخی از مسائل واقعی معمولاً تعداد خدمات‌دهندگان از قبل مشخص است لذا در تحقیق حاضر نیز فرض بر این است که تعداد نویسندگان ثابت و برابر i است همچنین باید از تمام i خدمات‌دهنده نیز استفاده شود یعنی به تعداد خدمات‌دهنده‌ها مسیر باید تولید شود. (مثال عملی این فرض را می‌توان در مراکز پستی که تعداد پستچی در اختیاردارند مشاهده کرد. در این مراکز چون تمام افراد در استخدام هستند هرروز باید کاری (مسیر) مشخص شود که محموله‌های پستی را به منزل برساند و هیچ‌کدام از آن‌ها را نمی‌توان در یک روز بیکار گذاشت)

www.SID.ir

Archive of SID

ج)تعداد خدمات‌دهندگان مشخص و برابر j است.

در برخی مسائل VRP این امکان وجود دارد که خدمات‌دهندگان به‌صورت احتمالی در نظر گرفته شود یعنی با یک احتمال تقاضای آنها به وجود آید که در این صورت نیز به پیچیدگی مسئله افزوده خواهد شد در این تحقیق فرض بر این است که تقاضای خدمات‌گیرندگان قطعی است و به تعداد آن‌ها نیز از قبل مشخص و برابر j است.

ه) شبکه ارتباطی بین خدمات‌گیرندگان و همچنین مرکز خدمات‌دهی کامل است.

نکته دیگری که در مسائل VRP باید مشخص شود نحوه ارتباط بین گره‌ها در یک شبکه راه VRP است. اگر چنانچه مسیرهای ارتباطی بین گره‌ها کامل نباشد الگوریتم ارائه‌شده اندکی با مشکل مواجه خواهد شد و پیچیدگی مسئله VRP افزوده شود جهت اعراض از این مسئله و همچنین ساده کردن موضوع فرض بر این است که در بین تمام خدمات‌گیرندگان و خدمات‌دهی شبکه کامل وجود دارد یعنی خدمات‌دهنده از یک گره به تمام گره‌های بعدی (n گره دیگر) میتواند حرکت کنند.

اگر چنانچه در مسئله واقعی نتوانیم به این مورد برسیم یعنی شبکه کاملی وجود دارد میتوان از محدودیت عبور هر خدمات‌دهنده از یک گره صرف‌نظر کرده و با یافتن کوتاه‌ترین مسیر بین گره‌ها مجدداً به یک شبکه کامل رسید. یعنی اگر بین دو گره i و j ارتباطی وجود ندارد می‌توان کوتاه‌ترین مسیر بین گره I و j را که از طریق فن‌های گراف امکان‌پذیر پیداکرده است و مقدار این مسیر را به‌عنوان فاصله بین I و j در نظر گرفت. در این صورت چنانچه i به j در یک مسیر قرار گرفت مسلما باید از برخی گره‌ها دوباره عبور کرد.

و) شبکه ارتباطی به‌صورت دوطرفه است.

منظور از این فرض این است که مسافت (هزینه) گره i تا j برابر مسافت (هزینه) گره i تا j است. در برخی از مسائل VRP این امکان وجود دارد که این فرض برقرار نباشد. مسائل نوع اول را تقارن می‌گویند. نامتقارن بودن مسئله اندکی به‌سختی مسئله اضافه می کند. در اینجا با در نظر گرفتن تقارن برای مسئله تا حدودی شرایط ساده‌شده است ضمن اینکه در واقعیت هم شرایط کار در بسیاری از مسائل خصوصاً مسائل حمل‌ونقل صدق میکند یعنی مسیر رفت یا برگشت ازنظر هزینه و زمان و مسافت یکسان است.

ز)کلیه هزینه‌های بین دو گره برابر فاصله دو گره فرض شده است.

مسلماً بین دو گره i و j که حمل‌ونقل صورت میگیرد هزینه‌های زیادی وجود خواهد داشت. جهت دوری جستن پیچیدگی مسئله فرض شده که تمام هزینه‌ها متناسب بافاصله بین دو گره i و j است. درواقع dij برابر فاصله بین دو گره i و j فرض شده است که این فاصله هر چه کمتر باشد هزینه های کمتری به سیستم تحمیل خواهد شد و برعکس هرچه بیشتر باشد متناسب با افزایش فاصله‌ها نیز افزایش خواهد یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

ح) خدمات دهندگان هزینه های یکسان دارند.

یکی از شرایطی که در مسائل VRP باید مشخص شود وضعیت خدمات‌دهندگان ازنظر هزینه‌ای است. چنانچه برخی از خدمات دهندگان هزینه‌های سنگینی دارند مخصوصاً استفاده از این خدمات دهندگان هزینه‌های کل سیستم را افزایش خواهد داد. در این تحقیق فرض این است که کلیه سرویس‌دهندگان (m سرویس‌دهنده) هزینه ثابت یکسانی دارند و هیچکدام از این نظر به دیگری ارجحیت نخواهد داشت.

همان‌گونه که اشاره شد مسائل VRP دارای اهداف مختلفی هستند که بر اساس آن نیز می‌توان آن‌ها را دسته‌بندی کرد. فرض بر این است که کلیه هزینه‌های مرتبط از ایجاد مسیرهای وسایل حمل‌ونقل در فاصله بین دونقطه i و j خلاصه‌شده و با dij نشان داده‌شده است. حال با توجه به این موضوع هدف مسئله حداقل کردن فاصله کل مسیرها خواهد بود.

بازه‌های زمانی خدمات‌دهی به مشتریان سخت[1] فرض شده است. یعنی امکان شروع سرویس مشتری در خارج از بازه زمانی تعیین‌شده برای آن وجود ندارد.

برای ساختن مدل چند هدفِ برای مسئله باید علاوه بر هدف معمول حداقل سازی هزینه‌ها اهداف دیگری برای مسئله لحاظ کرد. اهداف در نظر گرفته‌شده برای مدل چند هدفِ مسئله عبارتند از:

کمینه کردن طول و مدت‌زمان مسیر

کاهش هزینه‌های عملیاتی مانند هزینه به کارگیری وسایل نقلیه

کاهش میزان تأخیر در تحویل سفارش‌ها

کاهش کالای برگشتی

همچنین مسئله دارای محدودیت‌هایی است که توجه به آن‌ها در مدل کردن مسئله ضروری است. محدودیت‌های مسئله را می‌توان در سه دسته خلاصه کرد:

۱- محدودیت ظرفیت وسایل نقلیه؛ که یکی از بارزترین محدودیت‌ها به شمار می‌آید.

۲- محدودیت سوخت یا فاصله قابل پیمایش

۳- محدودیت‌های زمانی مثل پنجره زمان[2]

1 Hard time window

2 Time window

www.SID.ir

Archive of SID

جهت محاسبه شاخص های مسافت و زمان از روابط ذیل استفاده می‌شود:

۱- تعداد مشتریان: i

۲- تعداد ماشین‌ها:j

۳- ظرفیت ماشین:Cj

۴- تقاضای مشتری:$3i$

۵- مسافت میان مشتری$i1\&i2$: $d_{i_1 i_2}$

۶- مسافت میان مشتریانi و دپو: d_{io}

موقعیت مشتریان i و دپو

۷- دوره متوسطه وسایل وسایل نقلیه : v_i

سرعت*زمان= مسافت (مسافت/سرعت=زمان)

$$T_{i_1 i_2 j} = d i_1 i_2 / v_j$$

یافته های پژوهش

در مساله مورد بررسی، در مرحله انتخاب(نمونه برداری)، از انتخاب رولت استفاده شده است. این انتخاب که اولین بار توسط هولند[1] پیشنهاد شد یکی از مناسب‌ترین انتخاب‌های تصادفی است. چرخه رولت به این صورت عمل می‌کند که برای انتخاب هر کروموزوم یک عدد تصادفی بین صفر و یک تولید کرده و عدد مذکوردر هر بازه‌ای که قرار گرفت، کروموزوم متناظر با آن انتخاب می‌شود و همچنین در این مطالعه از دو عملگر آمیزش و جهش بهره برده‌ایم. عملگر آمیزش مهم‌ترین عملگر در الگوریتم ژنتیک است، زیرا فرایندی است که در آن نسل قدیمی کروموزوم‌ها با یکدیگر مخلوط و ترکیب می‌شوند تا نسل تازه ای از کروموزوم ها بوجود بیاید. جفت‌هایی که در قسمت انتخاب، به‌عنوان والد در نظر گرفته شدند، در این قسمت ژن‌هایشان را با هم مبادله می‌کنند و اعضایی جدید بوجود می‌آورند. آمیزش در الگوریتم ژنتیک باعث از بین رفتن پراکندگی یا تنوع ژنتیکی جمعیت می‌شود. جهش نیز عملگر دیگری است که جواب‌های ممکن دیگری را متولد می‌کند. در جهش ممکن است ژنی از مجموعه ژن های جمعیت حذف شود یا ژنی که تا به

1 Holland

www.SID.ir

Archive of SID

حال در جمعیت وجود نداشته است به آن اضافه شود و لازم به ذکر است که تمامی قیدهای ریاضی مساله شبکه زنجیره تامین و توزیع مدل‌سازی شده اند.

جدول شماره یک، مقادیر تقاضا و زمان سرویس دهی و ظرفیت وسایل نقلیه ارسالی را از مراکز توزیع به مشتریان شرح می‌دهد.

جدول ۱:مقادیر هزینه ارسالی از مراکز توزیع به مشتریان

L: ظرفیت وسایل نقلیه	T: زمان سرویس دهی به مشتریان	d: مقدار تقاضای مشتریان
L1:12.42	26.75	139.44
L2:45.40	28.37	47.64
L3:93.26	41.55	37.61
	25.35	5.33
	97.66	91.56
	64.77	93.79
	50.40	49.91
	4.65	75.13
	31.60	87.40
	48.63	75.21
	82.66	71.25
	26.79	6.38
	92.54	72.70
	25.96	64.93
	58.54	28.73
	38.42	18.09
	43.88	29.33
	87.02	57.39
	78.01	48.28
	61.41	72.89

متغیرهای جدول شماره یک عبارتند از:

d: مقدار تقاضای مشتریان ،

T: زمان سرویس دهی به مشتریان ،

L: ظرفیت وسایل نقلیه

همچنین جدول شماره دو، هزینه کل شبکه توزیع شبیه سازی شده را نشان میدهد مه بر اساس ضریب و شاخصی از مسافت-هزینه در نظر گرفته شده است و نزولی بودن این تابع،همگرایی و مینیم سازی هزینه توزیع تابع هدف مدل را نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲:هزینه کل شبکه توزیع شبیه سازی شده

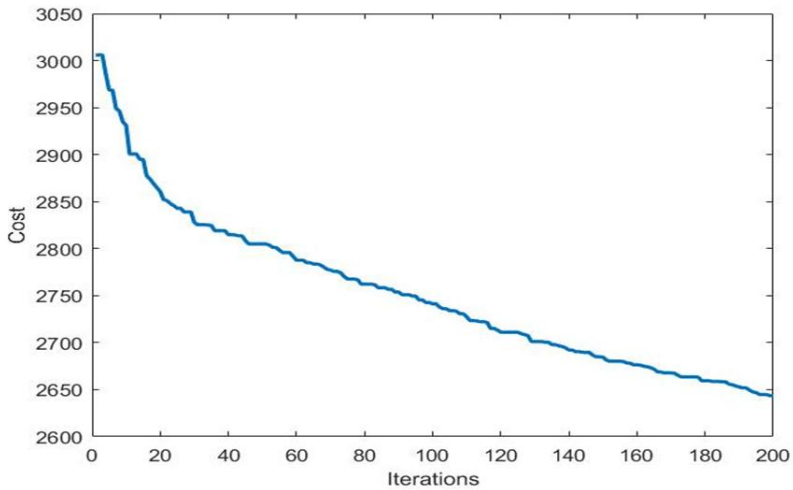
	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8	j9	j10
i1	0.64	0.56	0.34	0.33	0.91	0.63	0.35	0.79	0.87	0.79
i2	0.97	0.88	0.79	0.01	0.65	0.79	0.32	0.91	0.07	0.57
i3	0.91	0.89	0.76	0.27	0.69	0.36	0.62	0.55	0.63	0.21
i4	0.53	0.51	0.07	0.48	0.27	0.33	0.01	0.26	0.03	0.05
i5	0.81	0.89	0.92	0.62	0.37	0.84	0.04	0.21	0.73	0.97
i6	0.87	0.08	0.46	0.61	0.28	0.83	0.71	0.21	0.67	0.34
i7	0.98	0.75	0.18	0.02	0.50	0.06	0.30	0.82	0.06	0.14
i8	0.12	0.28	0.99	0.27	0.25	0.48	0.59	0.00	0.02	0.04
i9	0.73	0.35	0.93	0.62	0.15	0.94	0.89	0.48	0.56	0.68
i10	0.58	0.37	0.15	0.75	0.86	0.96	0.83	0.26	0.55	0.06
i11	0.20	0.58	0.16	0.25	0.23	0.82	0.50	0.87	0.25	0.56
i12	0.42	0.14	0.81	0.91	0.70	0.64	0.79	0.72	0.86	0.27
i13	0.87	0.70	0.29	0.99	0.02	0.74	0.91	0.63	0.13	0.81
i14	0.62	0.97	0.47	0.53	0.26	0.50	0.85	0.26	0.71	0.92
i15	0.25	0.02	0.14	0.78	0.44	0.87	0.51	0.18	0.29	0.38
i16	0.03	0.14	0.63	0.77	0.25	0.61	0.70	0.01	0.57	0.35
i17	0.63	0.62	0.04	0.26	0.04	0.85	0.34	0.70	0.54	0.50
i18	0.46	0.57	0.04	0.03	0.79	0.65	0.83	0.33	0.65	0.13
i19	0.05	0.09	0.67	0.45	0.08	0.39	0.71	0.65	0.21	0.19
i20	0.8	0.49	0.99	0.70	0.56	0.48	0.70	0.41	0.07	0.77
	j11	j12	j13	j14	j15	j16	j17	j18	j19	j20
i1	0.15	0.94	0.36	0.82	0.11	0.60	0.99	0.28	0.75	0.86
i2	0.51	0.15	0.06	0.17	0.37	0.60	0.23	0.29	0.89	0.97
i3	0.71	0.27	0.47	0.18	0.12	0.58	0.98	0.58	0.20	0.92
i4	0.71	0.06	0.78	0.81	0.01	0.46	0.84	0.28	0.72	0.70
i5	0.36	0.02	0.58	0.25	0.53	0.30	0.49	0.44	0.09	0.31
i6	0.65	0.5	0.27	0.78	0.72	0.31	0.62	0.16	0.88	0.89
i7	0.48	0.1	0.30	0.57	0.60	0.38	0.73	0.82	0.05	0.54
i8	0.10	0.32	0.29	0.74	0.45	0.21	0.96	0.88	0.77	0.57
i9	0.26	0.79	0.81	0.13	0.88	0.34	0.60	0.73	0.91	0.75
i10	0.01	0.98	0.93	0.15	0.42	0.50	0.57	0.45	0.47	0.10

www.SID.ir

Archive of SID

i11	0.30	0.3	0.34	0.92	0.63	0.68	0.46	0.99	0.75	0.19
i12	0.21	0.12	0.54	0.01	0.07	0.55	0.31	0.72	0.90	0.85
i13	0.09	0.93	0.28	0.2	0.17	0.34	0.80	0.15	0.57	0.55
i14	0.27	0.35	0.75	0.49	0.20	0.25	0.07	0.03	0.02	0.82
i15	0.64	0.45	0.71	0.12	0.95	0.90	0.29	0.60	0.80	0.49
i16	0.64	0.34	0.21	0.05	0.28	0.84	0.10	0.30	0.29	0.76
i17	0.44	0.16	0.14	0.13	0.47	0.82	0.71	0.40	0.83	0.12
i18	0.96	0.95	0.31	0.09	0.91	0.32	0.71	0.91	0.22	0.81
i19	0.09	0.73	0.56	0.25	0.80	0.70	0.29	0.31	0.82	0.20
i20	0.12	0.58	0.83	0.84	0.99	0.21	0.79	0.18	0.17	0.15

نمودار شماره یک، بهینه سازی هزینه کل شبکه توزیع زنجیره تامین مورد مطالعه را نشان می‌دهد که این نمودار از نرم افزار متلب استخراج شده است. در این نمودار محور عمودی بیانگر هزینه شبکه توزیع و محور افقی نشانگر تکرار یا همان تولید مثل می باشد.



نمودار ۱: هزینه کل شبکه توزیع

به منظور سنجش کارایی الگوریتم پیشنهادی، اندازه مدل را گسترش داده و الگوریتم را در مقیاس‌های بزرگتری نیز اجرا کردیم که همه جامعه آماری با موفقیت اجرا شدند و جواب‌های به مراتب دقیق‌تری ارائه شد. ابتدا شبکه توزیع را به ۲۰ مشتری گسترش دادیم. در مراحل دیگر تعداد هر بخش را افزایش دادیم. در جدول شماره سه، جامعه آماری که پس از محاسبات ظرفیت و هزینه انتقالشان، به

www.SID.ir

Archive of SID

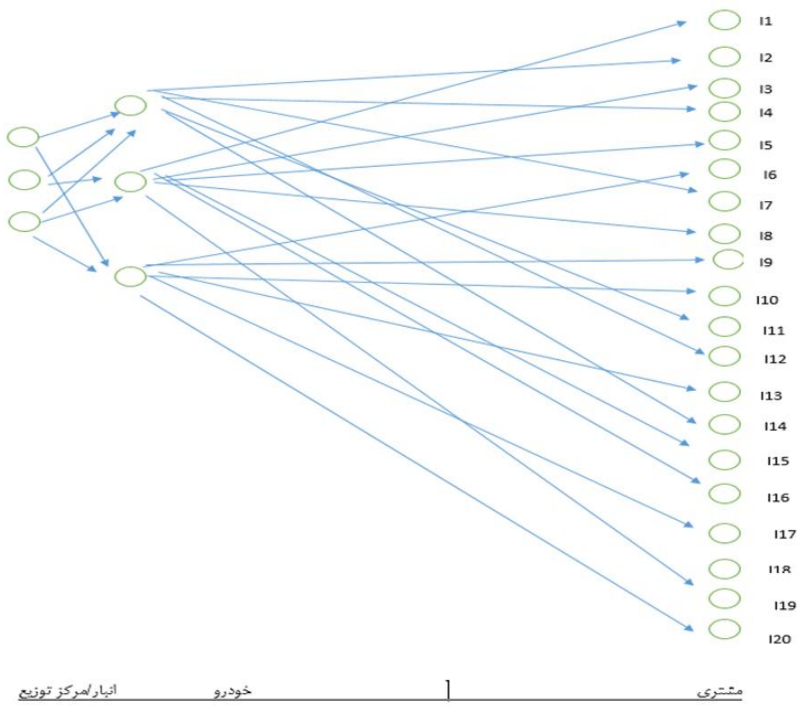
وسیله الگوریتم مورد مطالعه اجرا شده‌اند، نشان داده شده است. این جدول شامل هزینه‌های کل پس از بهینه سازی هر مدل، تعداد تکرارها و مدت زمان اجرا شده توسط الگوریتم در فضای متلب است.

جدول ۳: خروجی نتایج نرم افزار متلب

(i,j)	L	K	T	d	تکرار	هزینه بهینه سازی کل	مدت زمان اجرا (برحسب ثانیه)
(20,20)	۳	۱۵	۲۰	۲۰	۱۲۰۰	٦٤٣,٥	۱

شبکه نهایی طراحی شده

نمودار شماره دو ، که طرح نهایی شبکه توزیع زنجیره تامین مساله مورد مطالعه است که بر حسب نتایج عددی حاصل شده از اجرای الگوریتم ژنتیک (جداول یک و دو) به دست آمده است. این نمودار نحوه‌ی بهینه جریان محصولات را در یک شبکه توزیع دوپلکانی شامل سه مرکز توزیع، ۵ وسیله ترابری و ۲۰ مشتری را نشان می‌دهد.



نمودار شماره دو: شبکه توزیع

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری و پیشنهاها

با توجه به جدول شماره چهار، همه جامعه آماری با موفقیت توسط الگوریتم ژنتیک نوشته شده اجرا شدند و همینطور با استفاده از جدول یک و دو، شبکه توزیع بهینه برای مدل رسم شد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل شده، در پاسخ به سوال تحقیق که:

آیا می‌توان با استفاده از الگوریتم ژنتیک مساله طراحی زنجیره تامین را حل نمود؟

جواب مثبت است. زیرا این تحقیق نشان داد که از الگوریتم ژنتیک مانند سایر الگوریتم‌های تکاملی از جمله الگوریتم‌های جستجوی پراکنده، جستجوی ممنوعه که توسط فراهانی (۲۰۱۰)، بهینه سازی کلونی مورچگان، توسط مونکایو مارتینز و ژانگ (۲۰۱۱) و بهینه سازی گروه ذرات توسط علی حسین میرزایی (۱۳۹۰) به کار گرفته شده‌اند، می‌توان برای طراحی و بهینه سازی یک شبکه زنجیره تامین استفاده کرد.

همچنین جهت پاسخ به سوالات اصلی تحقیق نیز اینگونه بیان می شود:

۱. آیا می‌توان مدل ریاضی برای توزیع شرکت دیجی کالا طراحی کرد؟

پاسخ: بله، مدل ریاضی پژوهش حاضر،قابلیت تعمیم در سطوح کلان فروشگاههای آنلاین بزرگ نظیر دیجی کالا می باشد.

۲. آیا می‌توان این مدل را به‌صورت Exact حل کرد یا باید از روش‌های متا استفاده کرد؟

پاسخ: مدل ارائه شده در این پژوهش، با توجه به پیچیدگی موضوع سیستم تامین و توزیع فروشگاههای آنلاین، فقط از طریق روشهای متاهیوریستیک قابل حل می باشد.

مساله زنجیره تامین ارائه شده در این مطالعه شامل سه انبار/مرکز توزیع، سه خودرو و بیست مشتری است. همانطور که در نمودار شماره دو نشان داده شده است، تمام مسیرهای ممکن بین مراکز توزیع و مشتریان، لزوماً در جریان ترابری زنجیره تامین مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. به عنوان مثال کمتر از ۵۰ درصد از مسیرهای جریان ممکن در هر مرکز توزیع برای ترابری محصولات بین مراکز توزیع و مشتریان استفاده می شود.

انتخاب مراکز توزیع و خودروها برای ارسال محصولات بین کارخانه و مراکز توزیع و همچنین بین مراکز توزیع و مشتریان به هزینه انتقال هر واحد محصول وابسته است. این هزینه های انتقال متاثر از عوامل بسیاری از جمله محل کارخانه ها و مراکز توزیع، روش ترابری محصولات بین آنها و غیره است. در تحقیقات اولیوارس بنینز(۲۰۱۳) در مقاله‌ای با عنوان یک الگوریتم ابتکاری متا برای حل انتخاب کانال‌های ترابری در طراحی زنجیره تامین علاوه بر هزینه های ترابری، هزینه‌های افتتاح مراکز توزیع نیز محاسبه گردیده است.

این مطالعه همانند تحقیقات فروزانفر (۲۰۱۲) در مقاله بهینه سازی هزینه کل در مساله

www.SID.ir

Archive of SID

موقعیت-مسیریابی- موجودی زنجیره تامین همراه با خطر تجمع با استفاده از الگوریتم ژنتیک، به تعیین تعداد بهینه مراکز توزیع واقع شده و سطوح ظرفیت آنها به منظور تخصیص بهینه مشتریان به مراکز توزیع و مراکز توزیع به کارخانه‌ها پرداخت و این کار نشان داد که تعیین سطوح ظرفیت برای طراحی یک شبکه توزیع بهینه امری حیاتی است. بنابراین تحقیقات و روش‌های انجام گرفته در این پژوهش این موضوع را تائید کرد که شرکت‌ها با یاری جستن از الگوریتم ژنتیک می‌توانند عملیات های زنجیره تامین خود را طراحی، بهینه سازی و مدیریت کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

حسنی رخ، س، ۱۳۷۹، ***یافتن محل استقرار و مسیریابی پویا با استفاده از تکنیک‌های ژنتیک***، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس

رحیمی، ا، رجبی توارات، و،۲۰۱۴، ***ارائه الگوریتم ترکیبی حل مسئله مسیریابی وسیله نقلیه همراه با دریافت و تحویل هم‌زمان کالا***، نشریه مهندسی عمران و محیط زیست امیرکبیر، جلد۴۸، شماره۴، صفحات ۳۸۶-۳۷۵

رشیدیان،م، احمدی آهنگر ،ر ،احمدی آهنگر ،م ،۱۳۹۵، ***مکان‌یابی منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع به‌منظور کاهش تلفات با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند***، کنفرانس بین‌المللی مهندسی برق

ظفری، ع، تشکری هاشمی،م و یوسفی خوشبخت،م،۱۳۸۹، ***الگوریتم ترکیبی مؤثر ژنتیک برای حل مسئله***، مسیریابی وسیله نقلیه، نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و ۲۱. جلد دو مدیریت تولید

منصوری بابهوتوک، ع، شهسواری پور، ن،۲۰۱۶، ارائه ***الگوریتم ژنتیک بهبود یافته برای مسئله مکان یابی هاب ظرفیت دار***، کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت، تهران، دبیرخانه دایمی کنفرانس

یقینی،م، مؤمنی،م و سرمدی،م، ۱۳۹۰، ***یافتن کوتاه‌ترین مسیر همیلتونی برای شهرهای ایران با استفاده از الگوریتم‌های جستجوی ممنوعه و ممتیک***، مقاله‌های همایش‌های ایران هشتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، مهندسی ترابری، سال دوم، شماره دوم

Ahn, C. W. and Ramakrishna, R. S. 2002, ***A genetic algorithm for shortest path routing problem and the sizing of populations"***, IEEE Transaction on Evolutionary Computation, Vol.6, No.6, pp.566-579

Aminnaseri,Mohammadreza;Mahmoodabadi,Abbas, ***Capacity model of public transport fleet*** (2007),Journal of Moddares technical & Engineering,Spring,27

B.Dantzing and Ramser, 1959, ***Optimum Routing of Gasoline Delivery Trucks***, World Petroleum Congress

Bratsy. O, and Dullaert, W.***"A fast evalotunary metaheuristic for the vehile routing problem with time window"***, International of Artifical intelligence tools, 12 (2),153-172,2003.

Forouzanfar, fatemeh;Tavakkoli-Moghaddam Reza,***Using a genetic algorithm optimize the total cost for a location-Routing-Inventory Problem in supply chain with risk pooling***(2012),Journal of applied operational research.

Forouzanfar,fatemeh;Tavakkoli-Moghaddam Reza,***Using a genetic***

www.SID.ir

Archive of SID

algorithm optimize the total cost for a location-Routing-Inventory Problem in supply chain with risk pooling(2012),Journal of applied operational research

G.Nialy Yucenur, Nihan Cetin Demirel,***"Anew geometric shape based genetic algurothm for the multi-depot vehicle routing problem'***, Expert dydtrm with applications,doi:10.1016/j.eswa.2011.03.077,2011

Halse,K, ***Modeling and solving complex vehicle routing problem***:,Phd thesis,Institute of Mathematical statistical and operations research,Technical university of Denmark,Lyngby,1992.

Harisson mTerry,Supply ***chain management***,1995,Pen university,PA 16802 U.S.A.

Hideki Katagiri , Qingqiang Guo,2012, ***A Hybrid-Heuristics Algorithm for k-Minimum Spanning Tree Problems***, IAENG Transactions on Engineering Technologies,pages167-180

Hideki Katagiri , Qingqiang Guo,2012, ***A Hybrid-Heuristics Algorithm for k-Minimum Spanning Tree Problems***, IAENG Transactions on Engineering Technologies,pages167-180

R. Tavakkoli-Moghaddam,A.R. Saremi and M.S. Ziaee, 2006, ***A memetic algorithm for a vehicle routing problem***, Applied Mathematics and Computatio, Pages 1049-1060

Ran Liua,ZhibingJianda,Richard Y.K.Gungb***,"Two-phase heuristic algorithms for full truckloads lulti-depot caqpacitated vehicle routing problem in carrier collaboration***,Computer&Operations Research,37,950-959,2010.

Scharge L,***"Formulation and structure of more complex/realistic routing and scheduling problem'***, Networks 11,229-232,1981

William P,***"A hybrid genetic algotithm for the multi depot vehicle routing problem'***, Engineering application of AI, 21 (4), 548-557,(June 2008).

www.SID.ir