



دانشکده پردیس ارس

گروه علوم کامپیوتر

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته علوم کامپیوتر
گرایش سیستم‌های کامپیوتری

عنوان

شبیه‌سازی سیستم حمل و نقل معدن روباز مس سونگون ورزقان

استاد راهنما

آقای دکتر جابر کریم پور

استاد مشاور

آقای دکتر شهریار لطفی

پژوهش‌گر

مریم به‌گزین

زمستان ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به :

همه ی آنان که مرا یاری کردند.

- با تشکر و سپاس از استاد دانشمند و پرمایه‌ام جناب آقای دکتر جابر کریم‌پور به خاطر راهنمایی‌های ارزنده و دلسوزانه ایشان که منجر به امید و پیشرفت در کارم می‌شد.

- با امتنان بیکران از مساعدت‌های جناب آقای دکتر شهریار لطفی که راهنمایی‌ها و مشاوره‌های ارزنده ایشان کارگشای بسیاری از مشکلات موجود بود.

- با تشکر و سپاس از مساعدت‌های جناب آقای دکتر جعفرپور معاون محترم معدن مس سونگون و رزقان که مساعدت‌های ارزنده ایشان کارگشای بسیاری از مشکلات موجود بود.

- با تشکر و سپاس از خانواده‌ام به خصوص پدر، مادر بسیار عزیز و خواهرهایم

نام: مریم	نام خانوادگی: به‌گزین
عنوان پایان نامه: شبیه‌سازی سیستم حمل و نقل معدن روباز مس سونگون ورزقان	
استاد راهنما: دکتر جابر کریم‌پور	
استاد مشاور: دکتر شهریار لطفی	
گرایش: سیستم‌های کامپیوتری	رشته: علوم کامپیوتر
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	
دانشگاه: دانشگاه تبریز دانشکده: پردیس ارس تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸ تعداد صفحات: ۸۷	
کلیدواژه‌ها: تخصیص وسایل نقلیه در معادن، تخصیص نیمه‌خودکار، ترابری شاول-کامیون، شبیه‌سازی، سیستم‌های بلادرنگ، الگوریتم ژنتیک و مسیریابی وسایل نقلیه به صورت پویا	
چکیده	
<p>یکی از مباحث مهم که در چند دهه اخیر کاربرد بسیار بالایی در عمل داشته و برای افزایش کارایی و بهره‌وری سیستم‌های حمل و نقل مطرح شده است، بحث مسئله مسیریابی وسایل نقلیه در معادن می‌باشد. در مسئله مسیریابی وسایل نقلیه، تعدادی وسایل نقلیه به مجموعه‌ای از مشتریان مراجعه نموده و خدمتی را ارائه می‌دهند که هر یک دارای تقاضای معینی می‌باشند. هدف یافتن مدلی برای تخصیص وسایل حمل و نقل به مشتری‌ها و بهینه‌سازی مسیرهایی است که مسافت طی شده، زمان کل سفر، تعداد وسایل حمل و نقل، جریمه‌های دیرکرد و تابع هزینه حمل و نقل حداقل گردد و در نهایت رضایت مشتریان به حداکثر برسد. در این پایان‌نامه، سیستم حمل و نقل معدن روباز مس سونگون به عنوان چارچوب کار انتخاب می‌شود. در این چارچوب، درخواست‌های جدید از یک محل برداشت و انتقال به یک محل تحویل به صورت بلادرنگ اتفاق می‌افتد. برای حل مسئله، الگوریتم ژنتیک به عنوان الگوریتم حل مسئله جهت طراحی و بهینه‌سازی مسیرها به کار می‌رود. از نرم‌افزار Matlab برای پیاده‌سازی نیمه‌خودکار آن استفاده می‌شود و از نرم‌افزار شبیه‌سازی Gpssh برای شبیه‌سازی کارایی سیستم استفاده می‌شود.</p>	

فهرست مطالب

۱	مقدمه.....	فصل ۱
۲	اصطلاحات.....	۱-۱
۳	بیان مسئله.....	۲-۱
۴	چالش‌های موجود.....	۳-۱
۵	سوالات تحقیق.....	۴-۱
۵	اهداف پایان‌نامه.....	۵-۱
۶	نظریه.....	۶-۱
۶	ساختار پایان‌نامه.....	۷-۱
۷	پیشینه‌های پژوهشی.....	فصل ۲
۸	مسئله تخصیص تجهیزات در معادن روباز.....	۱-۲
۹	تخصیص دستی.....	۱-۱-۲
۱۱	تخصیص نیمه‌خودکار.....	۲-۱-۲
۱۵	تخصیص تمام‌خودکار.....	۳-۱-۲
۳۴	مسئله مسیریابی.....	۲-۲

۳۶	انواع مسائل مسیریابی	۱-۲-۲
۴۳	نرم افزار شبیه سازی GPSS	۳-۲
۴۵	جمع بندی	۴-۲
۴۶	روش پیشنهادی	فصل ۳
۴۸	ناوگان حمل و نقل معدن مس سونگون	۱-۳
۵۰	تخصیص نیمه خودکار با استفاده از الگوریتم ژنتیک	۲-۳
۵۰	ابزار اجرا و حل مدل	۱-۲-۳
۵۱	مشخصات کلی مسئله حل شده	۲-۲-۳
۵۲	ورودی های لازم برای حل مسئله	۳-۲-۳
۵۳	کدگذاری	۴-۲-۳
۵۳	جمعیت اولیه	۵-۲-۳
۵۴	عملگر انتخاب	۶-۲-۳
۵۴	عملگر باز ترکیبی	۷-۲-۳
۵۵	عملگر جهش	۸-۲-۳
۵۶	تابع هدف	۹-۲-۳

۵۹.....	تابع برازندگی.....	۱۰-۲-۳
۶۰.....	تابع هزینه.....	۱۱-۲-۳
۶۱.....	معرفی روش پیشنهادی در تخصیص نیمه خودکار.....	۳-۳
۶۶.....	نرم افزار شبیه سازی Gpssh.....	۳-۴
۶۶.....	روش تخصیص ثابت با نرم افزار شبیه سازی Gpssh.....	۱-۴-۳
۷۰.....	روش دیسپچینگ با نرم افزار شبیه سازی Gpssh.....	۲-۴-۳
۷۴.....	مراحل اجرای مدل در نرم افزار شبیه سازی Gpssh.....	۵-۳
۷۶.....	بررسی و ارزیابی نتایج شبیه سازی.....	۶-۳
۷۷.....	مقایسه روش پیشنهادی با پیشینه های پژوهشی.....	۷-۳
۷۷.....	جمع بندی.....	۸-۳
۷۸.....	نتیجه گیری و ارزیابی.....	فصل ۴
۷۹.....	نتیجه گیری.....	۱-۴
۸۱.....	ارزیابی روش پیشنهادی.....	۲-۴
۸۷.....	راه کارهای آتی.....	۳-۴
۸۸.....	مراجع.....	

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۲) خلاصه‌ای از مدل‌های شبیه‌سازی توزیع کامیون ۱۹
- جدول ۲-۲) خلاصه‌ای از مدل‌های شبیه‌سازی توزیع کامیون ۲۰
- جدول ۳-۲) لیست هزینه‌های اجرای سیستم توزیع کامپیوتری تمام‌خودکار ۲۷
- جدول ۲-۲) خلاصه‌ای از مدل‌های شبیه‌سازی توزیع کامیون ۲۰
- جدول ۲-۲) خلاصه‌ای از مدل‌های شبیه‌سازی توزیع کامیون ۲۰
- جدول ۳-۲) لیست هزینه‌های اجرای سیستم توزیع کامپیوتری تمام‌خودکار ۲۷
- جدول ۳-۱) مسافت بین نقاط رفت و برگشت در معدن سونگون ۵۰
- جدول ۳-۲) خلاصه نتایج اجرا با استفاده از الگوریتم ژنتیک در تخصیص نیمه‌خودکار ۶۳
- جدول ۳-۳) خلاصه نتایج اجرا با استفاده از الگوریتم ژنتیک در تخصیص نیمه‌خودکار ۶۴
- جدول ۳-۴) نمایش جواب بهینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک در تخصیص نیمه‌خودکار ۶۵
- جدول ۳-۵) پارامترهای زمان باربری و بارگیری ۶۸
- جدول ۳-۶) مشخصات لودرها و کامیون شرکت مبین ۶۹
- جدول ۳-۷) خروجی شبیه‌سازی برای ۲ لودر و ۶ کامیون ۷۰
- جدول ۳-۸) خروجی شبیه‌سازی در روش دیسپچینگ ۷۲

جدول ۴-۱) مقایسه روش GA با نمونه داده های Li و Lim ۸۲

جدول ۴-۲) نتایج آزمون روی نمونه مسئله lc101 ۸۳

جدول ۴-۳) نتایج آزمون روی نمونه مسئله lc201 ۸۴

جدول ۴-۴) نتایج آزمون روی نمونه مسئله lr101 ۸۵

جدول ۴-۵) نتایج آزمون روی نمونه مسئله lrc201 ۸۶

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲) یک صف داده در انتظار پردازش در CPU ۱۰
- شکل ۲-۲) یک مدل قابل قبول سیستم شاول - کامیون ۲۳
- شکل ۱-۳) موقعیت لودرها، انباشتگاه‌های باطله و مواد معدنی در معدن سونگون ۴۸
- شکل ۲-۳) مسیرهای محتمل رفت از (لودرها به انباشتگاه‌ها) در معدن سونگون ۴۹
- شکل ۳-۳) مسیرهای محتمل برگشت از (انباشتگاه‌ها به لودرها) در معدن سونگون ۴۹
- شکل ۴-۳) عملگر PMX ۵۵
- شکل ۵-۳) عملگر تعویض ۵۵
- شکل ۳-۶) مسیر طراحی شده در روش پیشنهادی ۶۱
- شکل ۳-۷) نمایش مقدار تابع هزینه نسبت به شماره اجرا ۶۳
- شکل ۳-۸) نمایش مقدار تابع برازندگی نسبت به شماره اجرا ۶۴
- شکل ۳-۹) نمایش مسیر بهینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک در تخصیص نیمه خودکار ۶۵
- شکل ۳-۱۰) توالی رویدادها برای مدل حمل و نقل دامپتراک در تخصیص دیسپچینگ ۷۳
- شکل ۱-۴) نمودار نتایج آزمون روی نمونه مسئله lc101 ۸۳

شکل ۴-۲) نمودار نتایج آزمون روی نمونه مسئله lc201..... ۸۴

شکل ۴-۳) نمودار نتایج آزمون روی نمونه مسئله lr101..... ۸۵

شکل ۴-۴) نمودار نتایج آزمون روی نمونه مسئله lrc201..... ۸۶

فصل اول:

مقدمه

هزینه بارگیری و باربری در معادن سطحی درصد قابل توجهی از هزینه‌های استخراج را به خود اختصاص می‌دهد. یکی از راه‌هایی که می‌توان در هزینه‌های این مرحله صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه‌ای نمود اختصاص متناسب تعداد و نوع کامیون‌ها به مسیرهای باربری می‌باشد. استفاده از روش‌های سنتی نمی‌تواند پاسخگوی این معادن باشند زیرا در روش‌های سنتی اکثر پارامترها، در محاسبات وارد نمی‌شوند، بنابراین سیستم‌های بارگیری و حمل به یک مدل کاری و انعطاف‌پذیر نیاز دارد تا بتواند کلیه پارامترها را در نظر بگیرد، بهترین روش برای حل این مسائل استفاده از روش شبیه‌سازی می‌باشد [۸].

۱-۱ اصطلاحات

اصطلاحات به کار رفته در این پایان‌نامه به شرح زیر است:

- **دیپو:** نقطه‌ای که از این نقطه به تمام مشتریان روی شبکه مفروض، سرویس ارائه می‌شود.
- **پنجره زمانی:** هر وسیله نقلیه مسیری را از دیپو آغاز کرده و پس از ارائه سرویس به تعدادی از مشتریان در یک بازه زمانی تعریف شده در هر محل مشتری، مسیر خود را با برگشت به دیپو خاتمه می‌دهد.
- **تخصیص نیمه خودکار^۱:** کامپیوتر اطلاعات موجود در حافظه خود و داده‌های ورودی را پردازش می‌کند و گسیل کامیون‌ها را به سمت مسیرهای بهینه و شاول نیازمند، انجام می‌دهد.

¹ semi automatic Allocation

• **تخصیص تمام خودکار^۱:** سیستم‌های توزیع تمام خودکار، کامپیوتر را قادر می‌سازند تا تصمیمات مورد نیاز برای توزیع کامیون‌ها، بدون مداخله هیچ فرد توزیع کننده‌ای گرفته شود.

۲-۱ بیان مسئله

مسئله مورد بحث در این پایان‌نامه، پیاده‌سازی سیستم حمل و نقل معدن روباز مس سونگون ورزقان است. در معادن روباز درصد قابل توجهی از هزینه‌های استخراج را هزینه‌هایی مانند افزایش قیمت ماشین‌آلات، سرویس، نگهداری و مکانیزاسیون به خود اختصاص می‌دهد. مسئله گسیل کامیون در معادن روباز عبارت است از جواب به یک سؤال: «کامیون بعد از ترک محل تخلیه باید به کجا برود؟». برای پاسخ به این سؤال باید بهترین مقصد با توجه به هدف تعیین شده برای کامیون مشخص شود [۱۰].

سه روش تخصیص کامیون در معادن روباز تخصیص دستی، تخصیص نیمه خودکار و تخصیص تمام خودکار است. در تخصیص نیمه خودکار، کوچک‌ترین حرکات ماشین‌آلات توسط مرکز کنترل مشاهده می‌شود و توزیع کامیون‌ها به صورت بلادرنگ^۲ انجام می‌شود. در این تخصیص، دستورات توسط یک فرد توزیع کننده در مرکز کنترل به رانندگان ابلاغ می‌شود. سیستم‌های توزیع تمام خودکار، کامپیوتر را قادر می‌سازند تا تصمیمات مورد نیاز جهت توزیع کامیون‌ها، بدون مداخله هیچ فرد توزیع کننده‌ای گرفته شوند. محل کامیون‌ها به وسیله سنسورها مشخص می‌شود و به کامپیوتر فرستاده می‌شود و توزیع کامیون با استفاده از انتخاب بهترین استراتژی، انجام می‌شود و تخصیص انجام شده، به طور مستقیم به کامیون‌ها فرستاده

^۱ full automatic Allocation

^۲ real-time

می‌شود و روی صفحه نمایش در کابین کامیون و یا در یک محل مرکزی که کامیون‌ها از آنجا عبور می‌کنند قابل مشاهده می‌باشد.

از سال ۱۹۸۰ به بعد در معادن بزرگ دنیا حرکت به سوی بهینه‌سازی بوده است و حاصل این حرکت جایگزینی تخصیص نیمه‌خودکار و یا تمام‌خودکار به جای روش سنتی است [۴].

در جهت حل مسئله طرح شده، تاکنون روش‌هایی انجام شده است. ما قصد داریم این مسئله را با الگوریتم ژنتیک در تخصیص نیمه‌خودکار حل کنیم و همچنین از نرم‌افزار شبیه‌سازی Gpssh برای شبیه‌سازی کارآئی سیستم با استفاده از تأثیر انواع تغییرات ممکن در تعداد دامپتراک‌ها استفاده شده است. افزایش و کاهش تعداد دامپتراک‌ها در افزایش و کاهش کارآئی سیستم، تعداد بارگیری و زمان انتظار در صف لودرها و محل تخلیه تأثیر دارد. انگیزه انجام این تحقیق، کاهش هزینه سیستم حمل و نقل معدن مس سونگون ورزقان به روش نیمه‌خودکار می‌باشد.

۳-۱ چالش‌های موجود

از چالش‌های موجود در معدن مس سونگون ورزقان می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

- بالا بودن تعداد کارکنان
- بالا بودن میزان ترافیک و حوادث در مسیرها
- هزینه بالای نگهداری و تعمیر و مکانیزاسیون به علت تعداد زیاد آنها
- نبودن کنترل کافی بر روی ماشین‌آلات
- بالا بودن تعداد شیفت‌های کاری معدن

- بالا بودن تعداد روزهای کاری معدن
- پایین بودن کارائی در روش تخصیص دستی
- رودخانه های پخیر و سونگون در منطقه معدن جریان دارند که محدود کننده معدن می باشند.
- داشتن زمستان های سرد و یخبندان

۴-۱ سوالات تحقیق

با توجه به تحقیق موردنظر سوالاتی مطرح می شود. اولین سوالی که پیش می آید این است که آیا می توان سیستم مس سونگون را به صورت تخصیص نیمه خودکار پیاده سازی کرد یا نه؟ اگر جواب بله باشد این سوال مطرح می شود که چرا در تخصیص نیمه خودکار از الگوریتم فراابتکاری و پنجره زمانی استفاده شده است؟ و همچنین این سوال مطرح می شود که آیا در تخصیص نیمه خودکار تعداد بهینه کامیون ها مشخص می شود؟ و معیاری که باعث می شود به این جواب برسیم چه چیزی است؟ و در نهایت این سوال پیش می آید که در این تحقیق چرا از نرم افزار شبیه سازی Gpssh استفاده شده است؟

۵-۱ اهداف پایان نامه

هدف، تخصیص نیمه خودکار سیستم حمل و نقل معدن مس سونگون ورزقان می باشد که در نتیجه این سیستم مسیرهای حمل و نقل بهینه می شود و مسافت طی شده، کل زمان سفر، تعداد وسایل حمل و نقل، جریمه های دیرکرد و در نهایت تابع هزینه حمل و نقل حداقل و در نهایت رضایت مشتریان به حداکثر برسد. گردد

۶-۱ نظریه

به نظر ما می‌توان مسئله مطرح شده در بالا را با الگوریتم ژنتیک حل کرد و همچنین با نرم‌افزارهای Matlab و Gpssh نیز می‌توان راه‌حل ارائه شده را پیاده‌سازی و شبیه‌سازی کرد.

۷-۱ ساختار پایان‌نامه

ساختار کلی پایان‌نامه شامل چهار فصل می‌باشد که مطالب ارائه شده در هر فصل به صورت زیر می‌باشند: ابتدا در فصل دوم، به بیان انواع روش‌های تخصیص تجهیزات در معدن می‌پردازیم. در ادامه به بیان کارهای گذشته در زمینه روش‌های تخصیص تجهیزات در معدن و تکنیک‌های مطرح برای تخصیص و مقایسه آنها می‌پردازیم. همچنین در این فصل مرور مختصری بر انواع مسائل مسیریابی و روش‌های مورد استفاده آنها و الگوریتم ژنتیک و جمع‌بندی مطالب فصل را داریم. سپس در فصل سوم نیز به توصیف و تشریح کامل روش‌های پیشنهادی برای تخصیص کامیون‌ها^۱ به مشتری‌ها و بهینه‌سازی مسیرها پرداخته می‌شود. در این فصل روش‌های پیشنهادی را شرح می‌دهیم. روش‌های پیشنهادی، با استفاده از نرم‌افزار Matlab و نرم‌افزار Gpssh شبیه‌سازی و پیاده‌سازی شده و نتایج با توجه به نوع الگوریتم مورد استفاده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و همچنین ارتباط بین راه‌کار تخصیص نیمه‌خودکار و شبیه‌سازی و بررسی نتایج شبیه‌سازی و جمع‌بندی مطالب فصل را داریم. در نهایت در فصل چهارم نتیجه‌گیری، ارزیابی و کارهای آینده‌ای که در این زمینه می‌توان

¹ dispatching

فصل دوم:

پیشینه‌های پژوهشی

در این فصل قصد داریم مفاهیم مقدماتی موردنیاز و کارهای انجام شده در زمینه تخصیص وسایل نقلیه حمل و نقل را بررسی نمائیم. برای رسیدن به این مسلم، روش‌های تخصیص دستی، تخصیص نیمه‌خودکار و تخصیص تمام‌خودکار را بیان کرده و در ادامه ضمن بیان راه‌کارهای تخصیص به مقایسه روش‌ها، ابزارهای موجود و معایب و مزایای هر روش خواهیم پرداخت.

در این فصل بعد از مرور برخی مفاهیم مقدماتی مورد نیاز، قصد داریم تنها به بیان کارهای انجام شده در زمینه تخصیص نیمه‌خودکار، تمام‌خودکار و مسیریابی بپردازیم.

۱-۲ مسئله تخصیص تجهیزات در معادن روباز

از سال ۱۹۸۰ در معادن بزرگ دنیا حرکت به سوی بهینه‌سازی سیستم بارگیری و باربری بوده است، حاصل این تلاش‌ها جایگزینی روش دستی یا تجربی توزیع کامیون‌ها با مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و پس از آن مدل‌های برنامه‌ریزی کامپیوتر می‌باشد [۴].