



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

طراحی عوارض مبتنی بر سرعت برای باجه های عوارض مناطق پرتراکم

چکیده:

سیستم عوارضی الکترونیکی (ERP) در سنگاپور میانگین سرعت سفر را به عنوان شاخصی برای ارزیابی تراکم ترافیک در بادجه های عوارضی در نظر گرفته است و میانگین مورد قبول سرعت سفر را به عنوان گزینه ای برای تنظیم عوارض در نظر می گیرد.

برای طراحی یک سیستم عوارضی مبتنی بر سرعت عملیاتی، این مقاله یک برنامه ریاضی با متغیر های پایدار (MPEC) را با هدف حفظ وضعیت ترافیک در مناطق با تراکم ترافیکی بالا را شرح می دهد. در این مدل، رفتار انتخاب مسیر کاربران به صورت تصادفی و مبتنی بر انحراف معیار است و تعادل کاربر با تقاضای الاستیک با توابع لینک زمان سفر نامتقارن یا اسیمتریک و ارزش پیوستگی زمان مشخص شده است.

الگوریتم ژنتیک اصلاح شده توزیع برای حل معادلات مدل MPEC طراحی شده است. در آخر یک مثال از شبکه ای بر اساس سیستم ERP به کار برده شده تا به صورت عددی مدل های پیشنهادی و الگوریتم ها را تأیید کند و این شبکه نشان می دهد که سرعت محاسبات با استفاده از یک سیستم محاسباتی توزیع شده افزایش میابد.

کلیدواژه ها: عوارضی مناطق متراکم، تعادل کاربر، تقاضای الاستیک یا منعطف، ارزش زمانی مداوم، الگوریتم ژنتیک توزیع

1. معرفی

مشکل عوارضی برای طرح های قیمت گذاری مناطق پرتراکم تعیین هزینه های بهینه بر اساس یک یا چند هدف و بر اساس مکان های گرفتن هزینه هست. دو طرح دریافت عوارض در مناطق پرتراکم توجه زیادی را به خود جلب کرده اند و به طور جامع مورد بررسی قرار گرفته اند: اول (Pigouvian) و دومین قیمت گذاری های بهینه (به نقد و بررسی لوئیس، 1993؛ یانگ و هواسنگ، 2005؛ لوفوپنیک و همکاران، 2006؛ کوچک و ورهوف، 2007؛ مطالعات اخیر پالماو لیندزی، 2011 نگاه کنید).

بعضی از اجزای سیستمی در سطح وسیع برای طراحی هزینه‌های این دو طرح استفاده شده است برای مثال مجموع مزایای اجتماعی، کل زمان سفر و درآمد عوارضی. با این حال، در مقایسه با این اجزای وسیع سیستم، دولت و مقامات مسئول شبکه معمولاً بیشتر در مورد شرایط ترافیکی در یک منطقه تجاری مرکزی (CBD) نگران هستند قلب تجاری یک شهر، جایی که تراکم ترافیک احتمالاً موجب زیان‌های اقتصادی بیشتری می‌شود و اثرات مخربی بر روی تصویر شهر دارد بنابراین، با توجه به اجرای عملی طرح‌های قیمت‌گذاری مکان‌های متراکم، کاهش ترافیک در CBD معمولاً به‌عنوان هدف اولیه محسوب می‌شود.

طرح قیمت‌گذاری عوارضی مبتنی بر انحراف معیار برای بهبود وضعیت ترافیک در CBD، یک مزیت است زیرا دریافت عوارضی رایج منطقه خاص را تحت نظر گرفته (معمولاً CBD) و از هر خودرو را که وارد شود هزینه دریافت می‌کند؛ بنابراین حجم کل ورودی محدود شده و حجم تراکم ترافیک در این منطقه به‌طور فراوانی کاهش می‌یابد. علاوه بر این، طرح‌های مربوط به محاسبه قیمت تمام‌شده در سراسر منطقه تحت پوشش عوارضی از نظر عملیات و نظارت در مقایسه با طرح‌های قیمت‌گذاری اول و دوم که هدف آن بهبود هدف کلی سیستم است، مناسب‌تر هستند.

تا به حال، اکثر برنامه‌های کاربردی دریافت عوارض مناطق پرتراکم، مبتنی بر عوارضی‌ها هستند به‌عنوان مثال طرح صدور مجوز (ALS) در سنگاپور (ته و فانگ، 1997؛ لی، 1999) که در سال 1998 به سیستم ارزیابی جاده الکترونیک (ERP)، (سانتوس، 2008) و بر اساس قانون جدیدی در استکهلم (Eliasson، 2009) ارتقاء یافت. شایان‌ذکر است که برنامه عوارضی استکهلم حتی طرحی را برای جریمه خودروهایی که عوارضی را ترک می‌کنند دارد.

میانگین سرعت سفر یک معیار ایده آل از شرایط ترافیکی در منطقه‌ای است که توسط یک باجه عوارضی محافظت می‌شود (که باجه همیشگی نامیده می‌شود) در اینجا مشاهده ستون یا تراکم ترافیک (لی، 2002) ساده‌تر است و همچنین سابقه رانندگی مسافر را بهتر عنوان می‌کند.

در سیستم ERP مبتنی بر عوارضی در سرتاسر سنگاپور، هدف این است که میانگین سرعت وسایل نقلیه را در مناطق پرتراکم در محدوده موردنظر نگاه‌داریم: این میانگین [20، 30] کیلومتر در ساعت است که با تنظیم هزینه‌های عوارضی این هدف حاصل می‌شود. اولزکی 2005. توجه داشته باشید که حد پایین این محدوده

سفرهای مداوم قابل قبول را پشتیبانی می‌کند. حد بالای سرعت سفر ایمنی ترافیک را بررسی کرده و همچنین از اتلاف منابع جاده‌ها با اطمینان از مناسب بودن وسیله نقلیه‌ای که در مناطق پرتراکم سفر می‌کند جلوگیری می‌کند.

در اینجا، الگویی محاسبه هزینه عوارضی‌ای که سرعت وسایل نقلیه را در مناطق پرتراکم در محدوده میانگین پیش‌فرض نگه می‌دارد، طراحی مبتنی بر سرعت نامیده می‌شود. با وجود اهمیت عملی آن، مشکلات مربوط به طراحی چنین الگویی هنوز مورد سؤال است، از آنجاکه تعداد کمی از تحقیقات موجود در مورد مشکلات طراحی عوارضی شرایط ترافیک در CBD را به‌عنوان یک جزء و سرعت سفر به‌عنوان یک معیار برای عملکرد شبکه در نظر گرفته آن‌ها را مورد استفاده قرار می‌دهند.

مدل‌سازی طراحی عوارضی نیاز به تجزیه و تحلیل مسئله انتخاب مسیر مسافران دارد و یک فرضیه ساده در اینجا مطرح است که به ما می‌گوید مسافران معمولاً مسیر کم‌هزینه‌تر را بر اساس زمان سفری که از قبل در نظر گرفته‌اند انتخاب می‌کنند.

اصل تعادل کاربر تصادفی (SUE) به‌عنوان یک چارچوب برای مشکل انتخاب مسیر در نظر گرفته شده است. برای تناسب بهتر آن با شرایط واقع بیان این اصل با تعادل جبرانی (DUE) و SUE موارد مبتنی بر لوجیت قیاس شده است. (شفی 1985، ص 318).

هزینه سفر مسافران شامل دو جزء است: هزینه زمان سفر و هزینه عوارضی که در واحدهای مختلف بیان می‌شود. ارزش زمان (VOT) باید هزینه‌های عوارضی را به واحد‌های زمان برای تجزیه و تحلیل تبدیل کند.

(به عنوان مثال، لام و اسمال، 2001؛ یانگ و همکاران، 2001؛ اسمال و همکاران، 2005). VOT عمدتاً تحت تاثیر سطح درآمد مسافران و ضرورت سفر بستگی دارد بنابراین می‌تواند در میان مسافران به میزان قابل توجهی متفاوت باشد. یافتن دو مسافر در شبکه با ارزش VOT یکسان دشوار است، بنابراین در یک سطح کلی، بهتر است VOT به عنوان یک متغیر تصادفی توزیع پیوسته مطرح شود.

اصل متغیر تصادفی SUE مبتنی بر پروبیت و متغیر پیوسته VOT توزیع پیوسته هر دو چالش‌های مدل‌سازی و حل مسئله طراحی عوارضی مبتنی بر سرعت که اهداف این مقاله است را افزایش می‌دهند.

1.1 مطالعات مربوطه

محاسبه هزینه های حاشیه ای به عنوان یک راه حل برای اولین طرح قیمت گذاری با هدف بهینه سازی شاخص کلی سیستم مانند شاخص کل سود اجتماعی و یا شاخص کل زمان سفر (یانگ و هوانگ، 2005؛ Lawphongpanich) به خوبی شناخته شده است.

اعتبار هزینه های حاشیه ای برای شبکه های حمل و نقل عمومی به وسیله مطالعات بسیاری با فرایند های گوناگونی ثابت شده است. به عنوان مثال، با تقاضاهای الاستیک یا منعطف با محدودیت های SUE مبتنی بر لوجیت (یانگ و هوانگ، 1998)، با محدودیت های SUE عمومی (ماهرو همکاران، 2005) و با تقاضای تصادفی سومالی، 2011. الگوی قیمت هزینه های حاشیه ای بهینه به راحتی می تواند با حل مشکل ترافیک به دست آید. یان همکاران در سال 2004 و ژائو و کوکلمن (2006) یک روش محاسباتی مبتنی بر مهندسی و آزمون خطا را طراحی کرده اند. در آنجا به محدودیت های DUE و محدودیت های SUE مبتنی بر logit که در آن تقاضای سفر برای محاسبه مورد نیاز نیست، توجه شده است. تحقیقات یانگ و همکاران (2004) توسط هان و یانگ (2009) و یانگ و همکارانش در سال 2009 به طور کارآمدی گسترش یافته است.

الگوی قیمت گذاری های حاشیه ای نیاز به این دارد که از هر لینکی هزینه دریافت کند، بنابراین در زندگی واقعی این کار عملی نیست. اگر فرض بر این شود که یک نسبت خاص در شبکه هزینه گرفته شده است، می توان طرح دوم قیمت گذاری را بدست آورد (یانگ و همکاران، 2010). روش بهینه قیمت گذاری دوم مشکلات را می توان به عنوان یک مدل برنامه ریزی دو سطحی، در نظر گرفت که در آن سطح بالاتر به منظور شاخص بهینه سازی هر سیستم در نظر گرفته شده و سطح پایین مشکل تخصیص ترافیکی می باشد. مشکل سطح پایین تر می تواند به عنوان محدودیت در سطح بالا در نظر گرفته شود و یک فرم برنامه ریزی ریاضی با محدودیت های تعادلی (MPEC) را به ما ارائه می دهد. (به مثال های مک دونالد، 1995؛ Bellei et al. 2002؛ چن و برنشتاین، 2004 نگاه کنید). برنامه نویسی دو سطحی یا مدل MPEC می تواند توسط روش های مختلف، از جمله الگوریتم تکرار بهینه سازی تخصیص (Allsop، 1974)، بهینه سازی تجزیه تعادل، (سوان و همکاران، 1987)، الگوریتم مبتنی بر حساسیت تجزیه و تحلیل (یانگ، 1997؛ کلارک و واتلینگ، 2002؛ کانرز و همکاران، 2007)، الگوریتم

لاگرانژی تکمیل شده (منگ و همکاران، 2001) و روش های مبتنی بر شیب (Chiou، 2005) حل شده است. گرچه طرح قیمت گذاری مبتنی بر عوارض نوع خاصی از روش بهینه قیمت گذاری دوم است، همانگونه که در بالا ذکر شد این روش ها به علت وجود VOT پیوسته نمی توانند برای مشکلات طراحی مبتنی بر سرعت که در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته اند، مورد استفاده قرار بگیرند.

همانطور که در بالا ذکر شد، از VOT برای تبدیل هزینه های عوارض به واحد های زمانی به منظور تحلیل انتخاب مسیر رفت و آمد مسافر استفاده می شود

VOT ذاتا تحت تاثیر عوامل بسیاری است، از جمله نرخ دستمزد، زمان روز، هدف سفر، اهمیت اعتبار زمان سفر و غیره؛ بنابراین نرخ VOT می تواند به طور گسترده ای بین مسافران مختلف متفاوت باشد. منطقی است که VOT را به عنوان یک متغیر تصادفی تبع شده پیوسته در سراسر جمعیت به جای اینکه فرض بر همگن و ثابت بودن کاربران شبکه با کلاسهای کاربر محدود یا با VOT های گسسته در نظر بگیریم.

(هان و یانگ، 2008). با این حال، مطالعات مربوط به مسائل مربوط به قیمت گذاری منطق پر تراکم، یاهر گونه مشکلات دیگر مربوط به مدل سازی شبکه حمل و نقل، با VOT توزیع پیوسته بسیار کمیاب هستند. میت و هانسن (2000) مشکل طراحی مشاغل با VOT پیوسته را در یک شبکه با دو مسیر تحلیل می کنند: یک بزرگراه با هزینه عوارضی و یک مسیر کمکی با هزینه سفر ثابت. عبارت هزینه عوارضی ای که به نفع کاربران است توسط مایت و هانسن مطرح شده است و آنها همچنین در مورد اثرات توزیع VOT بر خصوصیت های پارتو مائلی را مطرح کرده اند. همچنین بر اساس این دو مسیر، اسمال و ور هوف (2004) بهترین روش قیمت گذاری را با VOT پیوسته بررسی کردند. شیائو و یانگ (2008) تحقیقات مایت و حسن (2000) را برای تعامل با معامله های انتقال عملیات ساخت و ساز (BOT) برای برنامه های معافیت بزرگراه با VOT پیوسته شده گسترش داده اند.

اخیرا نی و لو یک تحلیل عمیق تر در مورد تاثیر توزیع های مختلف VOT در بهبود طرح قیمت گذاری پارتو بیان کرده اند با این حال، این مطالعات همه برپایه شبکه با دو مسیر و برای حمل و نقل شبکه با بیش از دو مسیر ممکن است این یافته ها ممکن است عملی نشوند. برای یک شبکه حمل و نقل عمومی، بر فرض صل DUE، لورنت (1993) و دایل (1996، 1997) در مورد مشکل تخصیص ترافیک با توزیع پیوسته بحث می کنند.

با فرض SUE مبتنی بر انحراف معیار با تقاضای ثابت، کانتارلا و بینتی (1998) یک مدل الگوریتم ریاضی و راه حلی برای مشکل تخصیص ترافیک با VOT توزیع پیوسته پیوسته، با استفاده از مسیر مبتنی بر روش شبیه سازی مونت کارلو برای حل مشکل بارگذاری تصادفی (SNL) ارائه کرده اند. منگ و همکاران (2012). تحقیقات آنها را در سال (1998) را با پیشنهاد روش شبیه سازی مونت کارلو مبتنی بر لینک ادامه داده که در این مقاله برای حل مشکل طراحی مبتنی بر سرعت با محدودیت های VOT پیوسته و SUE اصلاح و از آن استفاده شده است.

2.1 اهداف و موانع

این مقاله بر روی طراحی مدل و توسعه الگوریتم مبتنی بر سرعت کار می کند. الگوی هزینه عوارضی که میانگین سرعت سفر در ناحیه پر تراکم را در محدوده پیش فرض و مورد قبول حفظ می کند به عنوان طرح قابل قبول در نظر گرفته می شود. با این حال، برای هر شبکه حمل و نقل احتمالاً بیش از یک الگوی هزینه گیری قابل قبول وجود دارد.

به این ترتیب، میانگین مطلوب در میان این الگوهای پذیرفته شده که منجر به بالاترین شاخص کل سود اجتماعی (TSB) می شود، به عنوان راه حلی برای طراحی مبتنی بر سرعت در نظر گرفته می شود. مدل MPEC ابتدا برای حل این مشکل پیشنهاد می شود که در آن محدودیت های تعادلی بیانگر یک SUE مبتنی بر انحراف معیار با VOT پیوسته است. تقاضای منعطف یا الاستیک و لینک توابع زمان سفر نا متقارن برای مشکل SUE هم بعد از آن پیش بینی می شود و سپس به عنوان یک مدل نقطه (فیکس پوینت مدل) ثابت با طراحی منحصر به فرد در نظر گرفته می شود.

راه حل. روش متداول میانگین هزینه همگرا (CA)، (کانتارلا 1997)، با استفاده از یک شبیه سازی دو مرحله ای مونت کارلو، با روش بارگذاری شبکه تصادفی بر برای حل مسئله SUE مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به وجود VOT پیوسته الگوریتم های موجود برای حل مدل پیشنهادی MPEC قابل دستیابی نیستند؛ بنابراین، نوعی روش الگوریتم ژنتیک برای حل مشکل طراحی مبتنی بر سرعت اعمال شده است.

لازم به ذکر است که در حال حاضر برای تنظیم هزینه های عوارض در سیستم ERP از یک رویکرد مهندسی شده در سناگاپور استفاده می شود (اوزاکی 2005): هر 3 ماه یکبار سرعت متوسط سفر در هر عوارضی بررسی می شود و سپس هزینه های عوارض در تمام نقاط ورود به هر بادجه عوارضی بر اساس آن تنظیم می شود یعنی یک مقدار

خاص اگر میانگین سرعت سفر کمتر از حد پایین (بیشتر از حد بالا) رنج مطلوب باشد افزایش یافته است. این روش آزمون و خطا محاسبات عوارض در عمل بسیار راحت است بنابراین در الگوریتم راه حل گنجانده شده است و در این مقاله، به عنوان الگوریتم ژنتیک اصلاح شده از آن استفاده شده است.

بیشتر روش های محاسباتی در الگوریتم ژنتیک اصلاح شده برای ارزیابی هر کروموزوم جدید تولید شده مصرف می شود که همان SUE با هزینه عوارضی است. با توجه به هزینه محاسباتی زیاد شبیه سازی مونت کارلو در هر تکرار روش CA، از لحاظ محاسباتی الگوریتم ژنتیک اصلاح شده در شبکه های حمل و نقل در مقیاس بزرگ و متوسط قابل اجرا نیست. با این حال، با توجه به استقلال کامل هر فرایند ارزیابی، الگوریتم ژنتیک اصلاح شده را می توان با استفاده از محاسبات توزیع به مقدار قابل توجهی افزایش داد. عملکرد و محاسبات سرعت بهینه شده در این الگوریتم ژنتیک اصلاح شده توزیع پیوسته (DRGA) به تعداد پردازنده های مورد استفاده حساس است و باید مورد آزمایشات عددی قرار بگیرد.

بخش های باقی مانده به شرح زیر است: بخش 2 نمادهای خاص و مفروضات را ارائه می دهد و سپس یک مدل MPEC برای حل مشکل طراحی مبتنی بر سرعت ارائه می کند. در بخش 3 به طور پیوسته مشکل SUE مبتنی بر انحراف معیار را با VOT پیوسته، تقاضای الاستیک و توابع زمان سفر لینکی نامتقارن که در آن یک مدل نقطه ثابت وجود دارد را مطرح کرد و الگوریتم راه حل مربوطه ارائه می شود. در بخش 4 در مورد استفاده از DRGA برای حل طراحی مبتنی بر سرعت بحث می شود و این مورد به صورت عددی با استفاده از مثال شبکه در بخش 5 تست می شود. مقاله در بخش 6 به پایان می رسد.

2. بیان مشکل و مدل MPEC برای طراحی عوارض مبتنی بر سرعت

1.2 نماد و تعاریف

$G = (N, A)$ را در نظر بگیرید. یک شبکه حمل و نقل به شدت متصل نشان دهد که در آن N و A به ترتیب مجموعه ای از گره ها و لینک های هدایت شده هستند. برای طرح قیمت گذاری عوارضی، قیمت گذاری هزینه های عوارض در هر ورودی عوارضی اجرا می شود. \bar{A} مجموعه ای از تمام لینک های (لینک های) مربوط به پرداخت عوارض می باشد، به طوری که $\bar{A} \subset A$ باشد. عوارض متوسط در هر لینک است $\bar{a} \in \bar{A}$ توسط τ_α مشخص می شود و به خاطر ارائه، تمام میانگین هزینه های عوارض به در یک بردار $\bar{a}^t = (\tau_{\alpha 1} \in \bar{A}^t)$ نمایش داده شده اند.

فرض کنید که شاخص کل بادجه های قیمت گذاری I است و هر کدام از این بادجه ها به طور پیوسته از 1 به I شماره گذاری شده اند. هر الگوی عوارض اگر متوسط سرعت وسایل نقلیه در هر محدوده قیمت حفظ شود به عنوان الگوی «قابل قبول» محسوب می شوند؛ به عبارت دیگر، برای هر بادجه عوارضی $1 \leq i \leq I$ ، اگر سرعت متوسط تمام وسایل نقلیه در این عوارضی توسط τ مشخص شده است، ما i را داریم، جایی که ثابت γ_i یک محدوده دامنه پیش فرض متوسط سرعت می باشد.

γ_i به طور ذاتی تحت تاثیر هزینه های عوارض است $t(\tau) = (\tau_{\alpha 1} \in \bar{A})$ که بر انتخاب مسیرهای رفت و آمد تأثیر می گذارد و در نهایت جریان و سرعت سفر هر لینک را در ناحیه متراکم تغییر می دهید. هر گونه تنوع در هزینه های عوارض می تواند منجر به تعیین مقصد مسافران شود در اینجا جریانهای لینکی به سمت تعادل بعد از یک دوره کوتاه می روند؛ بنابراین $v_{\alpha} = t(\tau)$ تعادل لینک را با $a \in A$ را با الگوی تابع پرداخت عوارض τ نشان می دهد. همه جریانهای لینک توسط یک بردار $t \in \bar{A}$ ، $a(\tau) = (\alpha(\tau), \in \bar{A})$ به همین ترتیب، می توانیم ویژگی های زیر را در شبکه $G = (N, A)$ تعریف کنیم:

مجموعه ای از اصل مقصد جفت های (OD)	W
تقاضای مسافرت بین جفت های $OD \ w \in W$	$q_w(\tau)$
بردار تمامی تقاضاهای سفر (OD) $q(\tau) = (q_w(\tau), w \in W)^T$	$q(\tau)$
مجموعه ای از تمامی مسیرهای جفت های $OD \ w \in W$	R_w
ترافیک مسیر $K \in R_w$ بین جفته های $OD \ w \in W$	$f_{wk}(\tau)$
بردار ترافیک در تمامی مسیر ها $f(\tau) = (f_{wk}(\tau), k \in R_w, w \in W)^T$	$f(\tau)$
زمان سفر در لینک $a \in A$ و تابع در حال افزایش و در حال تغییر پی پیوسته لینک بردار	$t_a(v)$
بردار تمامی توابع زمان سفر	$t(v)$
زمان سفر بر روی مسیر $K \in R_w$ و زمان سفر بر روی تمامی مسیر بین جفت های $OD \ w \in W$	$c_{wk}(v)$
بر روی نمودار $c_w(v) = (c_{wk}(v), k \in R_w)^T$	

لازم به ذکر است که لینک بردار زمان $t(v)$ مجاز به داشتن یک ماتریس متقارن یا نامتقارن $w.f.t$ جاکوبی است. لینک جریان بردار v که معمولاً به عنوان لینک توابع زمان نامتقارن در ادبیات ه آن اشاره می شود. برای روشن کردن شرایط حفاظت جریان، معادلات زیر باید انجام شود:

$$\mathbf{q}(\boldsymbol{\tau}) = \Lambda \mathbf{f}(\boldsymbol{\tau}) \quad (1)$$

$$\mathbf{v}(\boldsymbol{\tau}) = \Delta \mathbf{f}(\boldsymbol{\tau}) \quad (2)$$

$$\mathbf{f}(\boldsymbol{\tau}) > 0 \quad (3)$$

در اینجا معادله $\Lambda = [\delta_k^w]_{|W| \times K}$ and $\Delta = [\delta_{ak}^w]_{|A| \times K}$

اجزای ماتریس OD link/path و pair / pat- است که $|A|$ ، $|W|$ و K در اینجا به ترتیب نشانگر از مجموعه لینک ها، جفت OD و مسیرها می باشند.

$$c_{wk}(\mathbf{v}) = \sum_{a \in A} t_a(\mathbf{v}) \delta_{ak}^w, k \in R_w, w \in W \quad (4)$$

$$\tau_{wk} = \sum_{a \in A} \tau_a \delta_{ak}^w \quad (5)$$

$it^w=1$ است اگر مسیر K به جفت های $w \in W$ OD متصل شود و $it^w=0$ است اگر متصل نشود. همچنین

$it^w=1$ است اگر لینک a بر روی مسیر $K \in R_w$ قرار بگیرد و $it^w=0$ است اگر قرار نگیرد.

زمان سفر یک مسیر (V) به عنوان مجموعه ای از زمانه های سفر بر روی تمامی لینک های این مسیر در

نظر رفته ُ شود. بنا براین: $\mathbf{t}(\mathbf{v}) = (t_a(\mathbf{v}), a \in A)^T$

پراخت هزینه های عوارضی قابل محاسبه که با $\tau_{\omega c}$ بر روی $K \in R_w$ توسط فرمول زیر محاسبه می شود:

برای تجزیه و تحلیل اثرات این عوارض ها در انتخاب مسیر رفت و آمد، $\tau_{\omega \lambda}$ باید به واحد های زمانی با استفاده از

VOT تبدیل شود. مسافران همانطور که در بخش 1.1 توضیح داده شده است، VOT، توسط نشان داده می شود

و به عنوان یک متغیر تصادفی توزیع پیوسته در کل جمعیت برای تمام جفت OD در نظر گرفته می شود. بعد از

آن فرض بر این شد که یک میانگین مستقل جریان و واریانس دارد و تابع چگالی احتمال (PDF) آن به طور

مداوم قابل تمیز است.

رفت و آمد مسافران برنامه های سفر خود را بر اساس هزینه در هر مسیر برنامه ریزی می کنند و این درک هزینه

مسیر است. $K \in R_w$:

$$C_{wk}(\mathbf{v}, \boldsymbol{\tau}) = c_{wk}(\mathbf{v}) + \zeta_{wk} + \frac{\tau_{wk}}{\alpha} \quad (6)$$

χ_{wk} خطای ادراک مسافران را طبق زمان مسیر سفر نشان می دهد که یک متغیر تصادفی با میانگین صفر است و دارای واریانس مستقل جریان می باشد. در مقایسه با SUE استاندارد، هزینه سفر در اینجا یک گزینه تصادفی دیگر به نام VOT دارد. به این ترتیب، تعادل شبکه در این مورد SUE عمومی نامیده شده است که در ابتدا توسط آن منگ و همکاران (2012) برای تحلیل مسئله طراحی تلفات مبتنی بر فاصله پیشنهاد شد. در این مقاله فرض شده است که خطای ادراک به طور معمول توزیع شده است که به SUE مبتنی بر انحراف از معیار تعمیم داده شده است. در همین حال، مدل ها و الگوریتم های پیشنهاد شده عبارتند از: همه مواردی که برای DUE یا مبتنی بر SUE مناسب هستند.

$$S_w(\mathbf{v}, \tau) = E \left[\min_{k \in R_w} \{C_{wk}(\mathbf{v}, \tau)\} \right] \quad (7)$$

$S_w(\mathbf{v}, \tau)$ میانگین مقدار حداقل زمان سفر کلی بین جفت های $OD \in W$

که معمولا به عنوان توابع رضایت بخش شناخته می شوند. (شفی، 1985)

$S_w(\mathbf{v}, \tau)$ می تواند برای اندازه گیری امیدانس سفر بین جفت های $OD \in W$ استفاده شود؛ بنابراین، تقاضای

سفر بین هر OD منطقی به عنوان یک تابع از $S_w(\mathbf{v}, \tau)$ به عبارتی:

$$q_w - D_w(S_w(\mathbf{v}, \tau)) \leq q_w, \quad w \in W \quad (8)$$

در اینجا تابع تقاضا $D_w(0)$ فرض می شود به طور مداوم متمایز شده و افزایش نمی یابد q_w یک حد بالا پیش

فرض در تقاضای سفر است که وابسته به جمعیت و مالکیت خودرو در منطقه منشاء است.

2.2 مدل MPEC برای مشکل طراحی مبتنی بر سرعت

با یک محدوده هدف پیش فرض برای سرعت متوسط وسایل نقلیه در هر بادجه عوارضی، α_i ، بیشتر از یک الگوی

هزینه پذیرفته شده «قابل قبول» وجود دارد که باعث می شود سرعت سفر مطلوب در تمام مناطق پر تراکم باشد؛

بنابراین، طراحی عوارضی، همانطور که در بخش 1.2 توضیح داده شد، جستجو برای الگوی هزینه بهینه «مطلوب

در میان تمام راه حل های قابل قبول است که می دهد به حداکثر TSB می رسد، می باشد. در زمینه SUE

مبتنی بر انحراف میانگین با بر تقاضای الاستیک و لینک توابع زمانی نامتقارن

، TSB را می توان به شرح زیر بیان کرد (منگ و همکاران 2012):

$$Z_1(\tau) = \sum_{w \in W} \int_0^{q_w(\tau)} D_w^{-1}(x) dx + \sum_{w \in W} q_w(\tau) S_w(\mathbf{v}, \tau) + \sum_{a \in A} E \left(v_a(\tau) \frac{\tau_a}{\alpha} \right) \quad (9)$$

در اینجا اصطلاح اول در سمت راست معادله (9) مزایای کلی دریافت شده توسط مسافران از سفر خود و گزینه دوم نشان دهنده هزینه های عمومی مسافرت است. آخرین گزینه درآمد کل عوارضی است. بر اساس معادله (9)، مسئله طراحی عوارضی مبتنی بر سرعت می تواند پس از مدل MPEC زیر تهیه شود:

$$\max_{\tau \in \Omega} Z_1(\tau) \quad (10)$$

subject to

$$\underline{\gamma}_i \leq \gamma_i(\tau) \leq \bar{\gamma}_i, i = 1, 2, \dots, I \quad (11)$$

(12) تعادل شرایط کاربر متغیر

$\mathbf{v}(\tau), \mathbf{f}(\tau)$ and $\mathbf{q}(\tau)$

در مدل (10)، Ω نشان دهنده مجموعه عملیاتی از نرخ الگوی پرداخت عوارض می باشد یعنی $\Omega = \{\tau | \underline{\alpha} < \tau < \bar{\alpha}, \alpha \in \bar{A}\}$ ، جایی که $\underline{\alpha}(\tau)$ با محدوده پایین و بالا هزینه های عوارض پیش فرض است.

در (12)، $v(\tau)$ ، $f(\tau)$ و $q(\tau)$ بردارهای لینک جریان، جریان مسیر و خواسته های OD را نشان می دهد. که می تواند با حل یک مسئله SUE مبتنی بر انحراف از معیار به طور کلی به دست آید. الگوریتم مدل ریاضی و راه حل برای مسئله SUE تعمیم یافته در بخش زیر بررسی شده است.

3. شاخص کل تعادل کاربر تصادفی مبتنی بر انحراف معیار

1.3 مدل نقطه ثابت

جریان تعادل در یک شبکه با زمان سفر تصادفی توسط داگانزو و شفلی (1977) با استفاده از میانگین مدل انتخابی، با دادن اصل کلی SUE. تجزیه و تحلیل شده است. از لحاظ عملکرد تابع زمان سفر کلی که در معادله (6) تعریف شده، جریان های تعادلی از مسئله SUE عمومی نیز می تواند با استفاده از انتخاب مدل گسسته فرمول بندی شوند. بطور مثال، با مقادیر مستقل جریان زمان سفر کلی $\mathbf{C}_{wk} = (C_{wjk}, k \in R_w)^T$ اجازه دهید p_{wk} بیانگر احتمالی باشد که مسیر $K \in R_w$ به عنوان یکی از موارد با حداقل هزینه در میان تمام مسیرهای بین جفت های OD در نظر گرفته شود:

$$p_{wk} = \Pr(C_{wk} \leq C_{wj}, \forall j \in R_w \text{ and } j \neq k), k \in R_w, w \in W \quad (13)$$

در اینجا p_{wk} احتمال انتخاب مسیر است و بعد از آن جریان بر روی مسیر $K \in R_w$ به شکل زیر بیان می شود:

$$f_{wk} = D_w(S_w) \times p_{wk}, k \in R_w, w \in W \quad (14)$$

بر اساس معادلات حفاظت جریان می توانیم این جریان را در لینک $a \in A$

$$v_a = \sum_{w \in W} D_w(S_w) \times \sum_{k \in R_w} p_{wk} \delta_{ak}^w \quad (15)$$

مجموعه از لینک های جریان عملی که توسط Ω_v نشان داده می شود:

$$\Omega_v = \left\{ \mathbf{v} \mid v_a = \sum_{w \in W} \sum_{k \in R_w} f_{wk} \delta_{ak}^w, a \in A, \sum_{k \in R_w} f_{wk} = q_w, q_w \in [0, \bar{q}_w], w \in W, f_{wk} \geq 0 \right\} \quad (16)$$

الگوی جریان $\mathbf{v} = (v_a, a \in A)^T$ در معادله 15 آمده که در معادله 15 است زمان سفر در شبکه را تحت تاثیر قرار می دهد. علاوه بر این، ارزش برای P_{wk} و S_w همچنین باید به طور مداوم به روز شوند. یک مدل نقطه ثابت می تواند بر روی مجموعه Ω_v برای نشان دادن لینک تعادل جریان برای هر الگوی پرداخت عوارض استفاده شود.

$$\bar{\tau} = (\tau_a, a \in \bar{A})^T:$$

در هر لینک الگوی جریان $\mathbf{v} \in \Omega_v$ یک راه حل بی مشکل SUE مبتنی بر انحراف معیار می باشد اگر معادلات زیر را حل کند:

$$v_a(\tau) = \sum_{w \in W} \sum_{k \in R_w} [D_w(S_w(\mathbf{v}, \tau)) \times p_{wk}(\mathbf{v}, \tau) \delta_{ak}^w], a \in A \quad (17)$$

به عنوان تئورم 1 و 2 از کانتارلا (1997)، مدل نقطه ثابت راه حل منحصر به فردی اگر توابع تقاضا غیر قابل افزایش و لینک زمان سفر به شدت افزایش یابد، می باشد. یکنواختی عملکردهای تقاضا و لینک توابع زمان سفر را می توان بر اساس مفروضات ساخته شده در بخش 2 تضمین کرد. روش CA که توسط کانتارلا (1997) بیان شده می تواند برای حل مدل ثابت نقطه تعریف شده در معادله استفاده شود. (17). با توجه به فضای محدود، عملکرد دقیق روش CA در اینجا گنجانده نشده است.

روش CA به طور یکپارچه یک روش بارگیری تصادفی شبکه را مورد بررسی قرار می دهد. بارگذاری تصادفی شبکه، طبیعتاً، نتیجه مدل انتخاب گسسته براساس زمان سفر ثابت کلی است، همانطور که در معادله 14 ارائه شده است... روش حل بارگذاری تصادفی شبکه ای از پرونده SUE مبتنی بر انحراف معیار با تقاضای الاستیک و

لینک

توابع زمان سفر نا متقارن در بخش زیر بحث شده است.

2.3 روش بارگیری تصادفی شبکه مبتنی بر شبیه سازی دو مرحله ای مونت کارلو

در مطالعات قبلی، SNL مبتنی بر SUE معمولاً توسط دو روش حل می شود: شبیه سازی مونت کارلو (شوی و پاول 1981؛ منگ ولو 2011) یا برخی از روش های تقریبی (ماهر و هاگز 1997، رزا و مائر، 2002). با این حال، برای مسئله SUE مبتنی بر انحراف معیار کلی، روش های تقریبی موجود به دلیل اینکه VOT به طور تصادفی توزیع شده، نا معتبر هستند؛ بنابراین، در این تحقیق، ما تصمیم به استفاده از مدل شبیه سازی مونت کارلو برای حل SUE SNL کلی گرفتیم. با این حال، از آنجا که خطاهای ادراکی در زمان سفر $\chi_{\omega\lambda}$ ، در معادله (6) بر روی مسیرها به جای لینکها تعریف شده اند و مستقیماً با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو، نیازمند به شماره گذاری مسیر یا انتخاب نسل مسیر می باشند.

برای درک این موضوع، به تفسیر مبتنی بر لینک $\chi_{\omega\lambda}$ (به بخش 11.2 از لیو و منگ، 2012 نگاه کنید) که برای تبدیل آن به مقادیر مبتنی بر لینک که روش مونت کارلو مبتنی بر لینک را برای حل SNL را قادر می سازد، استفاده شده است.

به شرح زیر می توانیم فرض کنیم مسافری زمان سفر را در لینک درک می کنند.

$a \in A$ برابر است با:

$$T_a(\mathbf{v}) = t_a(\mathbf{v}) + \xi_a, \quad a \in A \quad (18)$$

خطای ادراک ξ_a با میانگین صفر و واریانس ثابت توضیح شده که می شود:

$$\xi_a \sim N(0, \beta t_a^0), \quad a \in A \quad (19)$$

پارامتر β یک ثابت است و t_a^0 یک جریان زمان سفر لینک آزاد است. بر اساس معادله (18)، ما می توانیم یک روش شبیه سازی دو مرحله ای مونت کارلو مبتنی بر لینک را برای حل SNL کلی طراحی کنیم. SUE مبتنی بر انحراف معیار، براساس لینک زمان سفر داده شده می شود $a \in A$. مرحله اول برای برآورد ارزش تقاضای OD اجرا می شود. سپس، با این تقاضای OD، مرحله دوم به منظور تخمین جریان مربوط به لینک به اجرا در می آید. روش های این شبیه سازی به شرح زیر خلاصه شده اند:

1.2.3 مرحله 1: شبیه سازی مونت کارلو برای محاسبه تقاضای سفر

مرحله 0.1: (آغازگر). اجازه دهید شاخص شبیه سازی $n = 1$ باشد و میزان رضایت اولیه تخمین زده شود

$$\bar{S}_w^{(0)} = 0, w \in W.$$

مرحله 1.1: (نمونه سازی لینک زمان سفر). برای هر لینک $a \in A$ ، نمونه لینک زمان سفر را با $\bar{t}_a^{(n)}$ با توزیع

نرمال مشخص شده است

مرحله 2.1: (هزینه سفر لینک های ساختگی) نمونه ای از مقادیر $VOT^{(n)}$ بر اساس تابع توزیع هزینه لینک

سفر کلی را محاسبه می کند.

$$\bar{t}_a^{(n)} = \begin{cases} \bar{t}_a^{(n)} + \frac{\tau_a}{\alpha^{(n)}}, a \in \bar{A} \\ \bar{t}_a^{(n)}, a \in A \setminus \bar{A} \end{cases}, a \in A \quad (20)$$

مرحله 3.1: (کوتاهترین محاسبه زمان مسیر). با الگوی لینک هزینه سفر کلی

محاسبه هزینه سفر کوتاهترین مسیر بین جفت های $w \in W$ OD که با نشان داده $\bar{C}_w^{(n)}$ شده اند.

$$\bar{C}_w^{(n)} = \min_{k \in R_w} \left(\bar{c}_{wk}^{(n)} = \sum_{a \in A} \bar{t}_a^{(n)} \delta_{ak}^w \right), w \in W \quad (21)$$

مرحله 1.4: (ارزیابی رضایتمندی). برآورد رضایت از هر جفت $w \in W$ OD توسط الگوی میانگین:

$$\bar{S}_w^{(n)} = \frac{(n-1)\bar{S}_w^{(n-1)} + \bar{C}_w^{(n)}}{n}, w \in W \quad (22)$$

مرحله 5.1: (بررسی دقت). اگر تعداد تکرارها $n \geq n_{max}$ باشد n_{max} نمونه سائز پیش فرض، به مرحله 6.1

بروید در غیر این صورت $n = n+1$ را در نظر بگیرید و به مرحله 1.1 بروید.

$$\{\bar{t}_a^{(n)}, a \in A\}$$

مرحله 6.1 (محاسبه تقاضای OD) توسط فرمول زیر انجام می شود:

$$\bar{q}_w = D_w(\bar{S}_w^{(n)}), w \in W \quad (23)$$

بعد به مرحله 2 بروید از مقدار تقاضای ثابت q_w تا لینک جریان را شبیه سازی کنید.

2.2.3 مرحله 2: شبیه سازی مونت کارلو برای لینک جریان

مرحله 0.2 (گنجاندن) نمودار جریان لینک اولیه را به این صورت تنظیم کرده:

$$v_a^{(0)} = 0, a \in A$$

شاخص شبیه سازی: $J=1$

مرحله 1.2: (نمونه سازی لینک زمان سفر). نمونه لینک زمان سفر $\bar{t}_a^{(0)}$ را انتخاب کنید $\sim a \in A$ از $Nt_a, \beta t_a^t$.
 $a \in A$ بر اساس یکسری شماره های تصادفی توزیع پیوسته می باشد.

v

مرحله 2.2: (نمونه سازی VOT). مقدار نمونه برای $VOT^{(1)}$ از عملکرد تابع توزیع آن و محاسبه لینک کلی زمان سفر

$$\bar{t}_a^{(1)} = \begin{cases} \bar{t}_a^{(0)} + \frac{v_a}{\alpha}, & a \in \bar{A} \\ \bar{t}_a^{(0)}, & a \in A \setminus \bar{A} \end{cases}, a \in A \quad (24)$$

مرحله 2.2: (همه تخصیص ترافیک یا هیچ کدام). (i) یک راه حل OD اولیه مبتنی بر لینک جریان را تعریف می کند:

$$\bar{y}_{aw}^{(0)} = 0, a \in A, w \in W \quad (25)$$

i با الگوی کلی لینک زمان سفر $\{\bar{t}_a^{(0)}, a \in A\}$ کوتاهترین مسیر را برای هر جفت OD پیدا کنید، سپس به OD تقاضای سفر اختصاص دهید q_w در مرحله 6.1 برای هر لینک کوتاه ترین مسیر محاسبه شده است، یعنی، $\bar{y}_{aw}^{(0)} = \bar{q}_w$ برای هر لینک بر کوتاه ترین مسیر در میان جفت های $OD w \in W$.

(iii) جمع آوری جریان ترافیک هر لینک، الگوی جریان پیوندی کمی زیر را به ما می دهد:

$$[v_a^{(0)} = \sum_{w \in W} \bar{y}_{aw}^{(0)}, a \in A].$$

مرحله 4.2: (تخمین لینک جریان). جریان های بارگذاری تصادفی شبکه با استفاده از طرح میانگین را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$\bar{v}_a^{(1)} = \frac{(l-1)\bar{v}_a^{(0)} + v_a^{(0)}}{l}, a \in A \quad (27)$$

مرحله 5.2: (توقف معیار ارزیابی). اگر تعداد تکرار $l \geq l_{max}$ باشد که در آن J_{max} اندازه پی فرض است، سپس متوقف شوید و خروجی لینک جریان را بدست آورید

در غیر این صورت، $J = J + 1$ و به مرحله 1.2 بروید.

3. الگوریتم راه حل برای مدل MPEC

با توجه به اینکه مدل MPEC پیشنهادی، در معادلات 10 و 12، برجسته نیست و همچنین الگوریتم VOT پیوسته موجود (به بخش 1.1 مراجعه کنید) برای حل این مدل الگوهای قابل قبول عوارض را شماره بندی کرده و ارزش مربوط به کل سود اجتماعی (TSB) و میانگین سرعت $y_i \tau$ آنها را ارزیابی کند؛ و سپس محدوده میانی را با حداکثر مقدار TSB را از میان الگوهای عوارضی ای که دامنه سرعت مورد نظر را حفظ می کنند، انتخاب کند. معادله (11). این روش بیرحمانه خشک و خشن بسیار وقت گیر است اگر چه این روش از لحاظ محاسباتی حتی برای مثال متوسط قابل اجرا است. در نتیجه، در این مقاله از روش الگوریتم ژنتیک (GA) را برای حل مدل پیشنهاد خشک و خشن بالا استفاده کردیم.

GA یکی از شناخته شده ترین راه های جستجوی اکتشافی برای حل مشکلات بهینه سازی است (به عنوان مثال، گلدبرگ، 1989؛ ژنرال وچنگ، 1997). کروموزوم های GA به این ترتیب طراحی می شوند: تمام لینک های عوارضی در شبکه به ترتیب شماره گذاری شده اند و هر ژن در یک کروموزوم نشان دهنده هزینه عوارضی در لینک مرتبط است. برای تمامی ژن های کروموزوم های نسل اول به صورت تصادفی بین τ و $\underline{\tau}$ تولید می شوند برای تعامل با متغیر های سرعت (11) یک سری متغیر جریمه به تابع عملی اضافه می شود از این رو مدل (10) توسط مدل زیر تخمین زده می شود:

$$\max_{\tau \in \Omega} Z_2(\tau) = Z_1(\tau) - c \sum_{i=1}^I \max(0, \underline{\gamma}_i - \gamma_i, \gamma_i - \bar{\gamma}_i) \quad (28)$$

subject to:

$$v_a(\tau) = \sum_{w \in W_k} \sum_{l \in R_w} [D_w(S_w(\mathbf{V}, \tau)) \times p_{wk}(\mathbf{V}, \tau) \delta_{ak}^w], \quad a \in A \quad (29)$$

در اینجا پارامتر جریمه c یک عدد مثبت بزرگ است.

1.4 الگوریتم ژنتیک اصلاح شده

همانطور که در بخش 2.1 نشان داده شده است، وزارت حمل و نقل زمینی در سنگاپور هزینه های عوارض را براساس بررسی های منظم سرعت سفر تعیین می کند.

مطابق با این استراتژی برای تنظیم عوارض، برای هر کروموزوم در یک نسل خاص از GA، اگر سرعت متوسط مربوطه آن در محدوده هدف قرار نگیرد، تنظیم مشابهی بر روی کروموزوم انجام خواهد گرفت. این استراتژی تعیین عوارض به ترتیب کروموزوم جدید تولید می کند.

همراه با تمامی فرآیندهای متقاطع و جهش، تمام کروموزوم های جدید تولید شده برای انتخاب نسل بعدی در نظر گرفته می شوند. چنین الگوریتمی برای حل مشکل طراحی عوارض مبتنی بر سرعت به عنوان الگوریتم ژنتیک اصلاح شده شناخته می شود،

به شرح زیر نشان داده شده است:

مرحله 1: (جمعیت اولیه). اندازه جمعیت را به n تنظیم کنید. به طور تصادفی جمعیت اولیه کروموزوم ها را که

حاوی هزینه های عوارض در هر لینک است، تولی کنید. تعداد نسل را یک در نظر بگیرید: $m=1$

مرحله 2: (متقاطع). به طور تصادفی برخی از والدین را از بازماندگان انتخاب کنید و بین هر یک از والدین ارتباط

ایجاد کنید که این باعث ایجاد کروموزوم جدید می شود.

مرحله 3: (جهش). با احتمال کمتر، به طور تصادفی برخی از ژن ها را از تمام کروموزوم ها در نسل فعلی انتخاب

کنید و سپس ارزش این ژن ها را با یک عدد شبه تصادفی بین τ و $\underline{\tau}$ تنظیم کنید. این فرآیند نیز به تولید برخی

از کروموزوم های جدید می انجامد.

مرحله 4: (ارزیابی). برای هر یک از کروموزوم های جدید تولید شده، SUE مبتنی بر انحراف معیار که از روش

CA استفاده می کند تخصیص دهید و سپس مقدار مربوط به TSB مربوطه را با توجه به عملکرد هدف (28)

ثبت کنید.

مرحله 5: (تنظیم عوارض). با توجه به افراد موجود در نسل فعلی، تنظیم عوارض را در ه نوبت یکبار انجام دهید:

برای یک کروموزوم با هزینه های عوارض برابر با $\tau = (\tau_{\alpha}, \alpha \in \bar{A})^T$ است. سرعت متوسط وسایل نقلیه در

محدوده قیمت گذاری i را بررسی کنید این شاخص توسط (τ) نشان داده شده است و اگر (τ) (کمتر از مقدار

پیش فرض π بود سپس هزینه های عوارض را در کلیه لینک های ورود به این عوارضی توسط متغیر π افزایش

دهید. در غیر این صورت اگر مقدار آن بیشتر از پهنای باندش بود، هزینه عوارض را در لینک های ورودی خود را

از طریق π کاهش دهید. در اینجا، افزایش π از پیش تعیین شده و ثابت است. این تنظیمات برخی از کروموزوم های جدید را تولید می کند و سپس ارزش TSB این کروموزوم های جدید را ارزیابی می کنیم.

مرحله 6: (انتخاب). در بین تمام افراد موجود، افراد n بالاتر را با مقادیر TSB بزرگتر انتخاب کرده و سپس این افراد n به عنوان بازماندگان نسل بعدی درنر بگیرید.

مرحله 7: (تست توقف). اگر $m_{\max} < m$ ، سپس تابع متوقف می شود، در اینجا m_{\max} یک مقدار پیش فرض برای تعداد نسل است؛ در غیر این صورت، $m-m+1$ و به مرحله 2 بروید.

4.2 تجزیه الگوریتم ژنتیک اصلاح شده برای محاسبات توزیع

در رویه های فوق برای الگوریتم ژنتیک اصلاح شده (Revised Genetic Algorithm) می توان مشاهده کرد که که فرایند ارزیابی هر کروموزوم عمدتاً نیاز به حل SUE^* مبتنی بر ترافیک بر روی داده الگوی عوارض $\tau \in \Omega$ دارد.

این زیر مشکل توسط روش CA ارائه شده توسط کانتارلا (1997) حل شده است. با این حال، از آنجا که شبیه سازی مونت کارلو برای بارگذاری تصادفی شبکه روش CA تنظیم شده است، هزینه محاسبات الگوریتم ژنتیک تجدید اصلاح شده حتی برای یک شبکه متوسط بسیار زیاد خواهد بود. در حقیقت، این مانع در زمان محاسبه غلط در بسیاری از برنامه های کاربردی GA شبکه های حمل و نقل به وجود می آید.

با وجود این مشکل مشاهده شده، می توانیم ببینیم که ارزیابی هر کروموزوم به طور مستقل انجام می گیرد و محاسبات برای ارزیابی هر کروموزوم تازه تولید شده یکسان هستند؛ بنابراین برحقی می توانیم که آن محاسبات را به طور همزمان توسط پردازنده های مختلف در یک سیستم محاسباتی توزیع شده انجام دهیم و از جمله روش محاسبه برای حل مشکلات طراحی عوارضی مبتنی بر سرعت بر اساس الگوریتم ژنتیک اصلاح شده توزیع (DRGA) عمل می کنیم. با توجه به روش های موازی GA استفاده شده در مطالعات مربوط به حمل و نقل، وانگ و همکاران. (2001) یک GA موازی برای کالیبراسیون ارائه کرده اند لوری و اخیراً کاپریانی و همکاران. (2012) از یک GA موازی موازی را بر روی کامپیوتر شخصی با پردازنده دو هسته ای برای حل مشکل طراحی شبکه حمل و نقل استفاده کرده اند.

شکل 1 مراحل DRGA را نشان می دهد. در این شکل مشاهده می شود که در هر تکرار، کروموزوم های جدید توسط سه فرآیند تولید می شوند:

مقاطع، جهش و تعیین عوارض. سپس، تمام کروموزوم های جدید تولید شده ارزیابی می شوند، این امر بیش از 90٪ کل زمان پردازشگر را در بر می گیرد. همانطور که قبلاً ذکر شد، فرآیند ارزیابی بر روی هر کروموزوم توسط پردازنده های مختلف در سیستم محاسبات توزیع همزمان انجام می شود. فرض کنید که تعداد کل پردازنده ها برابر با m و تمام کروموزوم های جدید تولید شده به طور مساوی به این پردازنده های m اختصاص داده شده اند. سپس، همه پردازنده ها به صورت موازی کار می کنند که این امر عموماً زمان اجرای کل را کاهش می دهد. پس از ارزیابی، نتایج محاسباتی برای هر کروموزوم جدید تولید شده به پردازنده اصلی برای انتخاب و متوقف کردن تست ارسال می شود.

5. مثال عددی

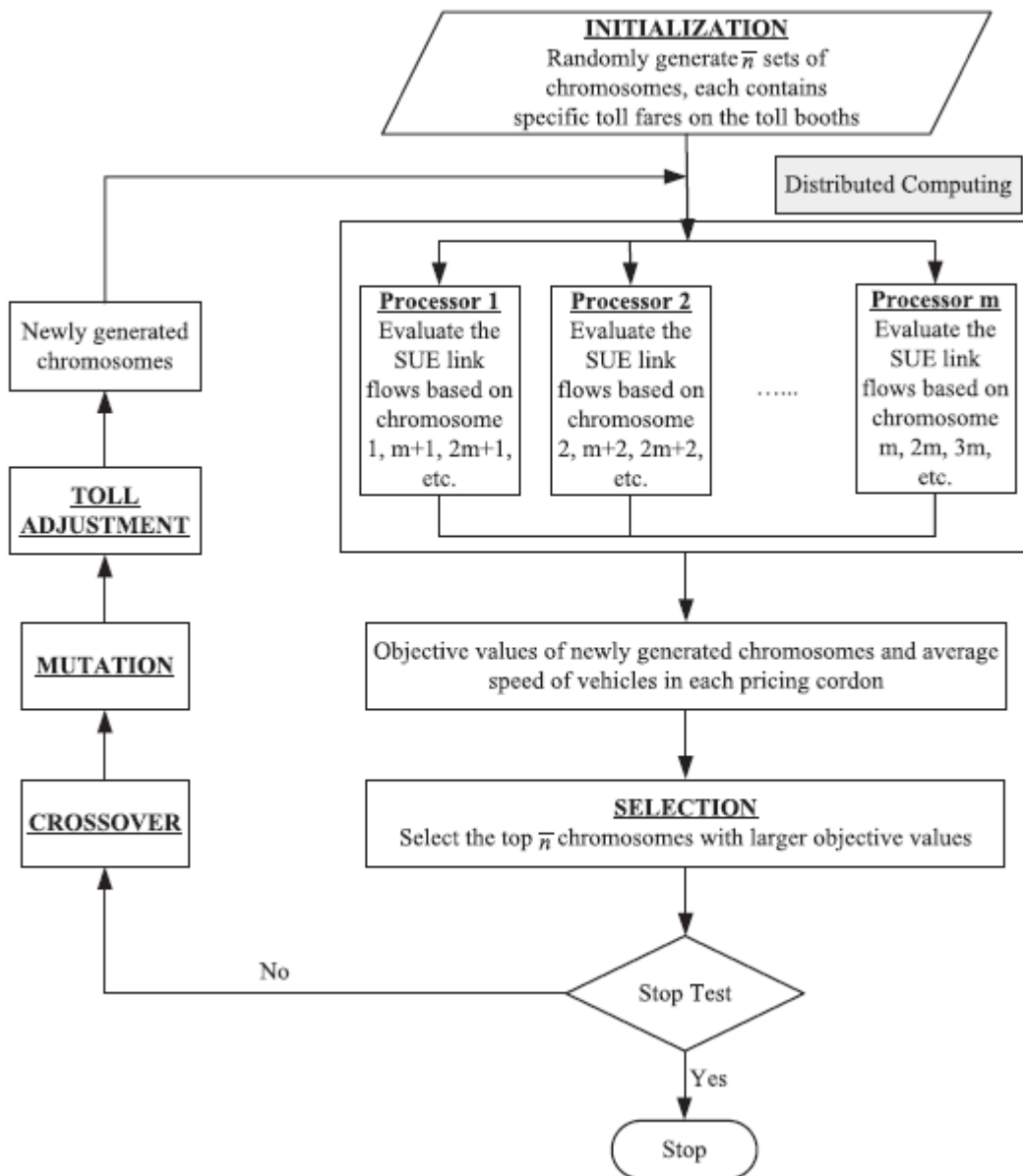
برای یک مدل و الگوریتم هدفمند عددی برای طراحی عوارض مبتنی بر سرعت، یک مثال شبکه بر اساس سیستم ERP مبتنی بر عوارضی در مرکز شهر اوکاد رود در سنگاپور ایجاد شده است.

شکل 2، از وب سایت وزارت حمل و نقل سنگاپور (2012) دانلود شده است، در آن مکان های عوارضی را نشان در آن شهر نشان داده شده است و مشخص است که در هر ورودی، هزینه یک بار گرفته می شود. در شکل 2 آن را می بینیم. یک شبکه با 33 گره و 104 پیوند در آنجا ساخته شده است در شکل 3 این فرایند نشان داده شده است. محدوده قیمت گذاری توسط یک بیضی نقطه نقطه ای برجسته شده است و تمام 12 مرحله توسط خطوط آبی ضخیم نشان داده شده است. نقاط ورود به مجموعه A به صورت زیر دسته بندی می شوند:

لینک های ورودی به صورت پیوسته برای ساخت کروموزوم در DRGA استفاده می شود. محدوده مناسب برای سرعت متوسط وسایل نقلیه در مسیر های شهر ارکارد رود توسط وزارت حمل و نقل سنگاپور [20، 30] کیلومتر / ساعت در نظر گرفته شده است.

بر اساس طراحی عوارض مبتنی بر سرعت در هر نقطه ورودی هزینه برای نگه داشتن سرعت متوسط در مسیر و رسیدن به بیشترین TSB تنیم شده است.

$$\bar{A} = \{24, 25, 27, 29, 34, 47, 79, 82, 84, 86, 88, 90\} \quad (30)$$



شکل 1- فلوچارت الگوریتم ژنتیک

افزایش در روش تنظیم عوارضی (به مرحله 5 در بخش 4.1 مراجعه کنید) در حال هزینه آن حاضر 1.0 دلار سنگاپور (\$ S) است.

فرض بر این است که 12 جفت OD در این شبکه وجود دارد. جدول 1 گره های مبدا و مقصد هر جفت OD را مانند متوسط حد بالا از تقاضای سفر را به ما نشان می دهد. تقاضای سفر واقعی بین جفت OD و EW توسط تابع زیر مورد قبول قرار گرفته است:

$$q_w = \bar{q}_w \times \exp(0.001 \times S_w(\mathbf{v}, \boldsymbol{\tau})), \quad w \in W \quad (31)$$

لینک تابع زمانی نامتقارن $a \in A$ به صورت زیر تعریف شده است:

$$t_a(\mathbf{v}) = t_a^0 \left(1 + 0.15 \times \left(\frac{v_a + 0.5 v_a}{1.5 h_a} \right)^4 \right), \quad a \in A \quad (32)$$

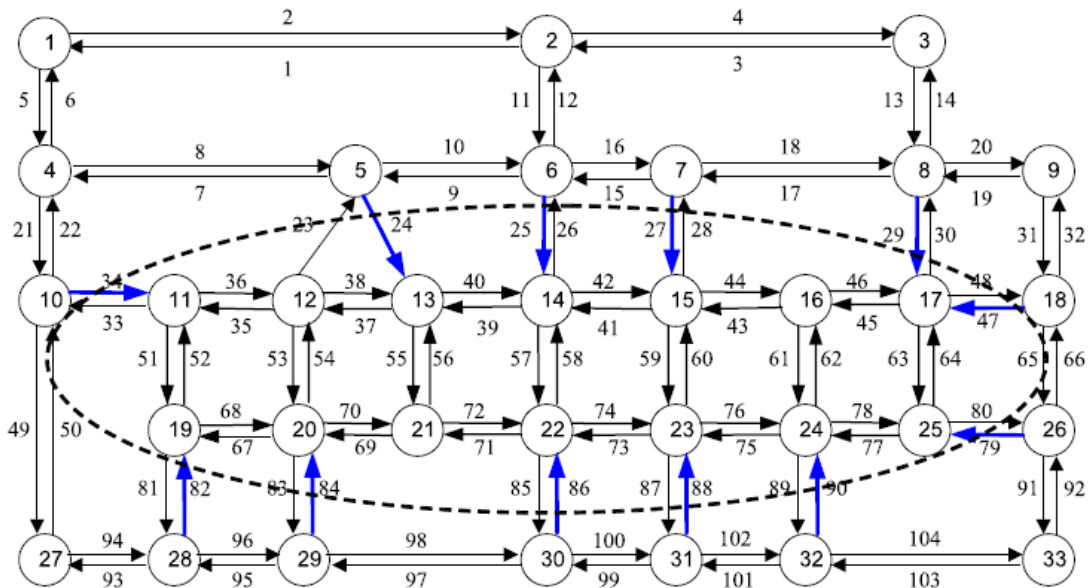
در جایی که h_a ظرفیت جریان پیوند و t_a^0 زمان سفر آزاد جریان است. مقادیر h_a و t_a^0 در هر لینک نشان داده شده است جدول 2. ما می توانیم در شکل 3 ببینیم که بیشتر لینک ها در این شبکه با لینک دیگری که در جهت مقابل آن قرار دارد، همراه است. در اینجا a^{\wedge} نشان دهنده لینک مقابل برای اتصال a ؛ سپس V^{\wedge}_a را در معادله (32) قرار می دهیم. (32) جریان در لینک a^{\wedge} را نشان می دهد. بر این اساس، معادله (32) به این معنی است که زمان سفر در هر لینک تحت تأثیر لینک جریان متقابل و لینک جریان خود که لینک تابع زمان سفر را نامتقارن می کند، قرار می گیرد.

در اصل خصوصیات SUE، فرض بر این است که مسافران VOT دارای خطای ادراک با توزیع نرمال هستند که این مورد در لینک زمانی که توسط معادله (19) بدست می آید.

در این مثال مقادیر واریانس β در معادله 19 0.1 در نظر گرفته شده است. از آنجایی که در بالاتر اشاره شد مسافران VOT دارای خطای ادراک با توزیع نرمال هستند. ما رنج VOT را بین 18 تا 72 دلار در هر ساعت در نظر گرفته ایم.



شکل 2- منطقه سیستم ERP در شهر اورکارد رود در سنگاپور



شکل 3- ساختار توپولوژیک شبکه اورکارد رود

5.1 روش شبیه سازی برای سرعت متوسط سفر در هر عوارضی

در روش طراحی عوارض مبتنی بر سرعت، هزینه های عوارض در هر نقطه ورود متراکم I باید بر اساس میانگین سرعت سفر تمام وسایل نقلیه در این عوارضی در طول دوره تصمیم گیری تنظیم شوند. در اینجا، دوره تصمیم گیری به مقدار 1 ساعت در پیک زمانی صبح تعریف می شود. در واقع، پس از اجرای هر الگوی پرداخت عوارض

جدید، میانگین سرعت سفر وسایل نقلیه در عوارضی می تواند توسط بررسی یک سیله کاوشگر بدست می آید. در این مثال عددی، میانگین سرعت مربوطه i در مناطق متراکم i توسط یک مدل مسیر سرعت منطقه گسترده که اولوسکی و همکاران در سال 1995 برای مناطق پایین شهر سنگاپور آن را ارائه داده اند، بدست می آید.

Table 1
Parameters involved in the travel demand function for each OD pair.

OD pair w	Upper bound of travel demand q_w (vehicles/h)
1 → 33	5000
9 → 1	4000
3 → 27	5000
27 → 9	5000
2 → 29	6000
18 → 28	6000
4 → 24	3000
32 → 14	5000
33 → 3	5000
25 → 4	5000
28 → 6	8000
7 → 23	8000

$$Q_i = 80.645\gamma_i(44.9 - 12.0 \ln \gamma_i)^{1.563} - 2121.8, \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (33)$$

در اینجا Q_i نشانگر شاخص کل مقدار داخل محدودیت به علاوه مقدار خارج محدودیت

که برابر با مجموع تمام جریان های ورودی و خروجی است. با هرگونه الگوی دریافت عوارض $\tau = (\tau_{a_1}, a \in \bar{A})^T$,

لینک تعادل در همه ورودی و خروجی ها جریان دارد برای نقاط i می تواند با حل یک SUE کلی، همانطور که

در بخش 3 بحث شده است، بدست آید و در نتیجه

حجم کل ورودی و خروجی تحت پوشش $i = 1, 2, \dots, I$ ، برابر با جریان در تمام نقاط ورود و خروجی در

عوارضی ها می باشد. در معادله $i = 1, 2, \dots, 33$ $Q_i(s)$ میانگین سرعت تخمین زده می شود و این در امر تعیین

عوارض در هر نقطه متراکم i استفاده می شود.

2.5 پلت فرم محاسبات و اندازه گیری عملکرد

قبل از اینکه ما در مورد نتایج محاسباتی استفاده از DRGA برای حل مشکل طراحی عوارض مبتنی بر سرعت، صحبت کنیم استفاده از پلت فرم محاسبات و اندازه گیری عملکرد روش محاسبات توزیع شده به طور خلاصه در اینجا توصیف می شود.

پلت فرم محاسباتی مورد استفاده در این مطالعه یک سیستم محاسبات با کارایی بالا (HPC) بخش مهندسی محیط زیست در دانشگاه ملی سنگاپور است. این سیستم دارای 60 گره کامپیوتر با حافظه توزیع شده است؛ و هر گره از یک پردازنده دارای Core i7 940 (Quad) این هسته با سرعت 2.93 گیگاهرتز، 256 کیلوبایت حافظه L2 در هر هسته استفاده می کند؛ و 8 مگابایت حافظه L3 و 12 گیگابایت رم DDR3 1333 مگاهرتز است. این گره ها از طریق یک شبکه محلی اترنت به هم متصل می شوند. از فن آوری G Myrinet10 و محصولات مربوطه که به سرعت 10 گیگابیت / ثانیه در آن ارسال داده می شود در آن استفاده شده است. با توجه به نرم افزار HPC Cluster Manager مبتنی بر x64 در هر گره برای پیکربندی، استقرار و مدیریت خوشه نصب شده است و ارتباطات داده ها و همچنین وظیفه شغلی با استفاده از لینک انتقال پیام (MPI) انجام می شود (وپ و همکاران 1999.1) پروتکل MPI می تواند از هر ارتباط نقطه به نقطه و جمعی پشتیبانی کند. تمام برنامه های مورد استفاده برای این مقاله در FORTRAN 90 کد گذاری شده اند که در آن MPI به عنوان یک تابع کتابخانه عمل می کند.

DRGA تحت سناریوهای با استفاده از پردازنده های مختلف در سیستم رایانه توزیع شده مورد استفاده قرار می گیرند. زمان اجرا و همچنین اندازه گیری شناخته شده عملکرد، به نام Speed-Up 1 توسط لیو و منگ، 2011 برای ارزیابی عملکرد در هر سناریو استفاده می شود. ارزش Speed-Up می تواند به صورت زیر محاسبه می شود:

$$S(m) = \frac{T_1}{T_m} \quad (34)$$

T_1 در اینجا نشانگر زمان اجرا استفاده از یک پردازنده است و T_m بیانگر زمان اجرا در زمانی که پردازشگر m

استفاده می شود می باشد

3.5 نتایج محاسباتی الگوریتم ژنتیک اصلاح شده توزیع

برای DRGA، مقادیر برای جمعیت و نسل به مقدار 50 در نظر گرفته می شوند. محاسبات پس از پایان 50 نسل خاتمه می یابد که به عنوان یک معیار توقف در نظر گرفته می شود. نرخ جهش و متقاطع به ترتیب 0.01 و 0.25 است.

روش ارزیابی هماهنگ شده یک SUE کلی را برای هر کروموزوم تازه تولید شده با استفاده از روش CA اندازه نمونه در هر مرحله شبیه سازی مونت کارلو را حل میکند، همانطور که در بخش 2.3 بحث شده است، برای مرحله 1 مقدار 100 و مقدار 1000 برای مرحله 2 در نظر گرفته شده است، بر اساس برخی از آزمایش های تجربی. علاوه بر این پارامتر جریمه در معادله (28) باید $1*10^6$ در نظر گرفته شود.

دامنه های بالا و پایین T برای هزینه های مثبت عوارض در هر نقطه ورودی بین 0 تا 10 دلار در نظر گرفته شده است. سپس نسل ابتدایی DRGA توسط انتخاب یکسری عدد های تصادفی با رنج 0 تا 10 در هر ژن کروموزوم ایجاد شده است.

Link no.	Start node	End node	Flow-Band level time t_{ij} (s)	Capacity h_{ij} (vehicles/h)
1	2	1	60	5400
2	1	2	60	5400
3	3	2	100	5400
4	2	3	100	5400
5	1	4	40	5400
6	4	1	40	5400
7	5	4	30	3600
8	4	5	30	3600
9	6	5	42	3600
10	5	6	42	3600
11	2	6	30	7200
12	6	2	30	7200
13	3	8	72	3600
14	8	3	72	3600
15	7	6	180	1800
16	6	7	180	1800
17	8	7	120	1800
18	7	8	120	1800
19	9	8	60	3600
20	8	9	60	3600
21	4	10	30	5400
22	10	4	30	5400
23	12	5	55	3600
24	5	13	55	3600
25	6	14	30	7200
26	14	6	30	7200
27	7	15	120	1800
28	15	7	120	1800
29	8	17	60	3600
30	17	8	60	3600
31	9	18	30	3600
32	18	9	30	3600
33	11	10	16	5400
34	10	11	16	5400
35	12	11	40	5400
36	11	12	40	5400
37	13	12	24	5400
38	12	13	24	5400
39	14	13	40	5400
40	13	14	40	5400
41	14	15	40	5400
42	15	14	40	5400
43	16	15	12	5400
44	15	16	12	5400
45	17	16	60	5400
46	16	17	60	5400
47	18	17	60	5400
48	17	18	60	5400
49	10	27	30	5400
50	27	10	30	5400
51	11	19	24	1800
52	19	11	24	1800
53	12	20	20	5400
54	20	12	20	5400
55	13	21	30	3600
56	21	13	30	3600
57	14	22	12	7200
58	22	14	12	7200
59	23	15	12	3600
60	15	23	12	3600
61	16	24	12	3600
62	24	16	12	3600
63	17	25	14	3600
64	25	17	14	3600
65	18	26	20	5400
66	26	18	20	5400
67	20	19	30	1800
68	19	20	30	1800

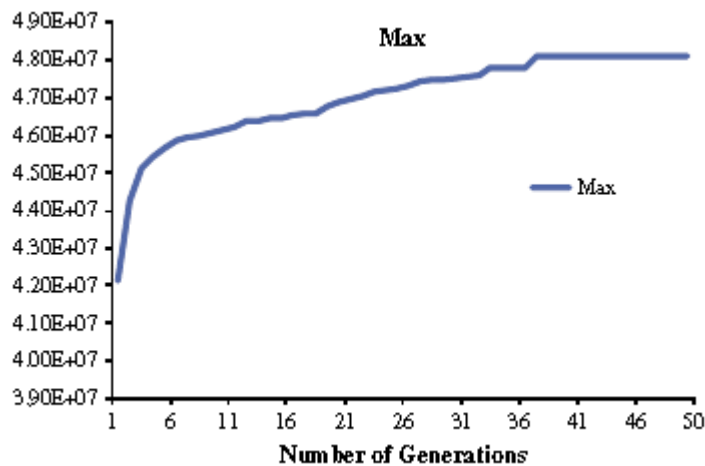
جدول 2

جدول 3

Link ID	Start node	End node	Free flow travel time t_0^f (s)	Capacity h_0 (vehicles/h)
69	20	21	20	5400
70	21	20	20	5400
71	22	21	48	5400
72	21	22	48	5400
73	23	22	20	5400
74	22	23	20	5400
75	24	23	28	5400
76	23	24	28	5400
77	25	24	60	5400
78	24	25	60	5400
79	26	25	60	5400
80	25	26	60	5400
81	19	28	24	1800
82	28	19	24	1800
83	20	29	12	5400
84	29	20	12	5400
85	22	30	18	7200
86	30	22	18	7200
87	23	31	16	3600
88	31	23	16	3600
89	24	32	18	5400
90	32	24	18	5400
91	26	33	60	5400
92	33	26	60	5400
93	28	27	20	5400
94	27	28	20	5400
95	29	28	40	5400
96	28	29	40	5400
97	30	29	90	3600
98	29	30	90	3600
99	31	30	30	3600
100	30	31	30	3600
101	32	31	60	3600
102	31	32	60	3600
103	33	32	96	5400
104	32	33	96	5400

لازم به ذکر است که با توجه به روند تعیین عوارض (به مرحله 5 در بخش 4.1 مراجعه کنید) هزینه های عوارض ممکن است در محدوده $S [10.0, 0.0]$ اتفاق بیفتد.

شکل 4 روند همگرایی DRGA را نشان می دهد و حداکثر مقدار توابع هدف را در میان همه کروموزوم ها در هر نسل فراهم می کند. در جدول 3 هزینه های به دست آمده بهینه در هر نقطه ورود به مسیر های شهر اورکارد رود توسط τ نشان داده شده است. TSB مربوطه با توجه به معادله (28) و میانگین سرعت سفر در مسیر هر عوارضی در شهر اورکارد رود به ترتیب 107 4.81 و 23.3 کیلومتر در ساعت است. می بینیم که $i\tau$ در محدوده هدف [20, 30] کیلومتر / در ساعت است که این مقادیر توسط وزارت حمل و نقل سنگاپور انتخاب شده اند. برای دیدن تاثیر کامل هزینه های عوارض در شرایط شبکه، دو مورد اضافی برای عوارض خالی (هزینه های تلفنی برابر صفر) و حداکثر عوارض (حداکثر عوارض جانبی $S 10.0$ در هر نقطه ورود) اجرا می شود.



شکل 4-DRGA همگرا

Table 3
Resultant toll charges on each entry.

Entry no.	24	25	27	29	34	47
Optimal toll charge (\$)	1.6	0.9	2.4	3.9	4.0	1.1
Entry no.	79	82	84	86	88	90
Optimal toll charge (\$)	5.3	3.9	1.3	4.0	5.6	2.1

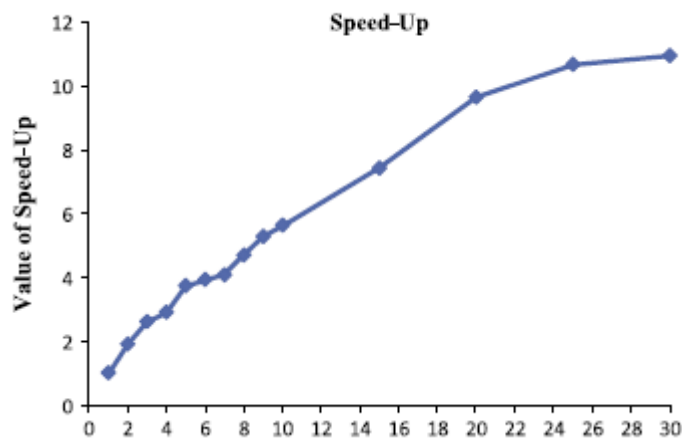
Table 4
Execution time and speed-up with different number of processors.

No. of processors	Execution time (s)	Speed-up
1	107580	1
2	56,736	1.896151
3	41,330	2.602952
4	37,116	2.89848
5	28,836	3.730753
6	27,427	3.922412
7	26,458	4.066067
8	22,950	4.687582
9	20,399	5.273788
10	19,106	5.630692
15	14,501	7.418799
20	11,156	9.643241
25	10,080	10.67262
30	9826	10.9485

نتایج نان می دهد که برای این مورد بدون عوارض، مقدار TSB 107 5.17 است و متوسط سرعت در عوارضی 10.1 کیلومتر بر ساعت است؛ برای موارد دارای حداکثر عوارض، مقدار TSB برابر 107 2.56 و سرعت متوسط 34.2 کیلومتر بر ساعت است. نتایج محاسباتی برای این دو مورد مهم تاثیر عوارض مبتنی بر نقاط متراکم را بر روی طبیعت انتخاب مسیر کاربران شبکه را بیان می کند بنابراین می تواند به کاهش تراکم ترافیک در ناحیه عوارضی بیانجامد. برای این مورد غیر قابل مشاهده، سرعت متوسط در شرایط جاده یکباره از 1 به 10 می رسد که خیلی بدتر از انتظار مقامات شبکه است. در مورد حداکثر هزینه عوارض، a سرعت متوسط سرعت متوسط 34.2 کیلومتر

در ساعت را نشان می دهد که تعداد بسیار کمی از وسایل نقلیه در این منطقه سفر می کنند، منابع جاده ای مقدار TSB برای پرونده غیرقابل قبول به دلیل هزینه های بالای پرداختن به سرعت متوسط یک سفر منفی است. عملکرد DRGA تحت تاثیر تعداد پردازنده های م استفاده شده است. از این رو، یک آزمون تست حساسیت برای تعیین تأثیر بر روی زمان کل اجرا و همچنین تعیین مقدار Speed-Up در اینجا انجام می شود. نتایج در جدول 4 نشان داده شده است. در زمانی که تنها یک پردازنده برای محاسبه T_1 استفاده شده، زمان اجرا 107.580 ثانیه است، یعنی تقریباً 30 ساعت فراتر از سطح قابل قبول می باشد. با این وجود زمان اجرای پردازنده هنگامی که پردازنده بیشتر می شود به شدت کاهش می یابد. هنگامی که از 30 پردازنده استفاده می شود، محاسبات تقریباً به 11 برابر سرعت می گیرد و زمان اجرای آن در حدود 7.2 می شود.

برای بهتر دیدن روند آزمون حساسیت، مقدار Speed-Up برای تعداد مختلف پردازنده در شکل 5 نشان داده شده است. یک پدیده مطرح شده جالب توجه در شکل 5 این است که وقتی تعداد پردازنده های استفاده شده کمتر از 10 باشد، مقدار Speed-Up به صورت خطی افزایش می یابد، اما افزایش هر پردازنده اضافی هنگامی که بیش از 10 پردازنده مورد استفاده قرار می گیرد، کاهش می یابد.



تعداد پردازنده

شکل 5- مقادیر Speed-Up با تعداد پردازنده های متفاوت

این پدیده را می توان به دو دلیل تقسیم کرد: (الف) هنگامی که یک پردازنده جدید اضافه می شود، باید همکاری میان تلاش محاسبات حاشیه ای و هزینه های حاشیه ای که از ارتباطات داده های بار اضافی حاصل می شود وجود داشته باشد. با این حال، به لطف تکنولوژی پیشرفته G Myrinet10 که در سیستم رایانه ای توزیع شده است، ارتباطات داده ها زمان کاملاً بی اهمیت است، بنابراین هر پردازنده اضافی می تواند به طور کامل به سرعت بخشیدن به محاسبات کمک کند و این نتایج را در افزایش Speed-Up تقریباً خطی افزایش می دهد. (ب) در هر نسل از DRGA، تعداد

کروموزوم های تازه تولید شده از 10 تا 40 متغیر است. اگر این تعداد کمتر از تعداد پردازنده های مورد استفاده باشد، پردازنده های انحصاری بیکار می مانند، بنابراین آنها نمی توانند به سرعت بخشیدن محاسبات کمک کنند؛ بنابراین، هنگامی که تعداد پردازنده ها بزرگتر از 10 است، زمان بیکاری کل به طور چشمگیری افزایش خواهد یافت و عملکرد محاسبات توزیع از بین خواهد رفت.

لازم به ذکر است که علاوه بر قیمت گذاری مبتنی بر عوارض، سیستم ERP در سنگاپور دارای لینک عوارض در برخی از جاده های شریانی و بزرگراه ها، که همان قوانین برای تنظیم عوارض در آن اتخاذ شده است، هم می باشد. روش پیشنهادی در این مقاله این است که اگر ما جاده های شریانی (بزرگراه ها) را به عنوان گزینه خاص عوارضی در نظر بگیریم این نوع سیستم برای عوارض مبتنی بر لینک قابل استفاده است، منطقه متراکم که تنها شامل بخش پرداخت هزینه جاده شریانی با تنها یک لینک، می باشد. ر اینجا محل پرداخت هزینه لینک ورودی نمی باشد بلکه یک لینک مربوط به جاده شریانی می باشد.

6. نتیجه گیری

این مقاله مسائل مربوط به طراحی عوارض مبتنی بر سرعت برای طراحی عوارض مناطق عوارضی را با در نظر گرفتن بهبود وضعیت ترافیک در منطقه عوارضی را به عنوان یک هدف بررسی می کند. میانگین سرعت سفر به عنوان شاخصی برای

شرایط ترافیک و حفظ سرعت در محدوده مورد نظر، به حساب می آید. هر الگوی پرداخت عوارض که میانگین سرعت سفر را در این محدوده نگه می دارد، قابل قبول است. مدل MPEC برای تعیین مطلوب الگوی پرداخت

عوارض، در میان موارد قابل قبول که به تولید TSB حداکثر می پردازند، استفاده شده است. مدل MPEC یک مدل نقطه ثابت است که به عنوان یک متغیر برای مشکل انتخاب مسیر مسافران فرموله شده است. این مشکل انتخاب مسیر، طبیعتاً، مبتنی بر انحراف معیار است. مورد SUE با VOT توزیع پیوسته، تقاضای الاستیک و لینک توابع زمان سفر نامتقارن همراه است. سپس DRGA برای حل این مشکل طراحی مبتنی بر سرعت، بر اساس یک سیستم محاسباتی توزیع در اینجا ارائه می شود. این نتایج نشان می دهد که DRGA می تواند با موفقیت یک الگوی پرداخت عوارضی را پیدا کند که محدوده میانگین سرعت سفر درون هدف را در حالی که TSB حداکثر است، حفظ می کند. مثال عددی بیشتر نشان می دهد که محاسبات را می توان با استفاده از پردازنده بیشتر بیش از 10 برابر سرعت بخشید.

این تحقیق نشان دهنده گام اولیه برای در نظر گرفتن شرایط ترافیکی در منطقه CBD و طراحی عوارض مبتنی بر سرعت در مناطق پر تراکم برداشته شده است. در اینجا موضوع پژوهشی امیدوار کننده می تواند این باشد که بررسی ها با عمق و کارکرد بیشتری بر روی اثرات الگوی عوارض داده شده بر روی متوسط سرعت در نواحی عوارضی ارتباط بیشتر توابع متوسط سرعت، صورت بگیرد.

علاوه بر این، لازم است که تحقیق فعلی را به موارد ترافیک پویا، انواع وسایل نقلیه چند منظوره و بهبود طراحی عوارض و غیره تعمیم دهیم. تلاش های بیشتری برای بررسی اثرات توزیع های مختلف VOT بر روی الگوهای عوارض مطلوب مورد نیاز است. توزیع VOT کالیبراسیون بر اساس داده های نظری عملی اهمیت قابل توجهی در طراحی این تحقیق دارد.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی