سیستم تصمیم یار مدیریت حمل و نقل ایمن خودروهای تجاری در ایران بر اساس قوانین استخراج شده از روشهای طبقه‌بندی: مطالعه موردی آرشیو تصادفات

رضا اسدی، گروه علوم کامپیوتر، دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.
مهدی قطعی [*]، پژوهشکده حمل و نقل و سیستمهای هوشمند، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.[1]
زهرا زاغی، گروه علوم کامپیوتر، دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.
شادی آب پیکر، گروه علوم کامپیوتر، دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.
فاطمه روشنی، گروه علوم کامپیوتر، دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.
www.aut.ac.ir/ghatee و ghatee@aut.ac.ir [۱]

چکیده

در ایران با افزایش 25 درصدی حمل و نقل کالاها در محدوده سالهای 1385 تا 1390 و بروز تصادفات خطرناک جاده‌ای، پیش‌گیری از تصادفات مرگ‌بار بیش از پیش ضرورت یافته است. در راستای مدیریت و برنامه‌ریزی کارآمدتر به منظور کاهش هزینه، و افزایش ایمنی، در این مقاله سیستم‌های تصمیم‌یار هوشمند مورد توجه قرار گرفته است که در آن داده‌های تصادفات با توجه به عامل‌های موثر جاده، خودرو، راننده و سیستم‌های کنترلی بر اساس شدت حوادث رانندگی طبقه‌بندی می شوند و قوانین متناظر با بروز تصادف به منظور محاسبه‌ی فراوانی تصادفات و شدت حوادث رانندگی استخراج می گردند. قوانین استخراج شده در این سیستم به منظور کاهش میزان ریسک حمل و نقل در سه فاز به کار می روند: مسیریابی ایمن، زمان بندی ایمن و تخصیص ایمن خودرو به جاده. بدین منظور بر اساس مشخصات جاده، احتمال بروز تصادفات خطرناک پیش‌بینی می‌شود و مسیرهای خطرناک از میان توصیه‌های سیستم حذف می‌شوند. سپس شرایط زمانی سفر ارزیابی و زمان‌بندی ایمن توسط سیستم توصیه می گردد. در فاز آخر با توجه به نوع خودرو و مسیرهای موجود ایمن‌ترین تخصیص خودرو به جاده پیشنهاد می گردد. برای ارزیابی سیستم تصمیم یار پیشنهادی از داده های آرشیو تصادفات بریتانیا استفاده می گردد.

کلید واژه: الگوریتم‌هایی طبقه‌بندی شدت حوادث رانندگی، سیستم تصمیم یار، عملیات خودروهای تجاری، مسیریابی، تخصیص، زمان‌بندی، استخراج قوانین.

[*] نویسنده مکاتبه کننده: دکتر مهدی قطعی، دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، خ حافظ، تهران، ایران.

1. مقدمه

افزایش روز افزون در تکنولوژی‌های ارتباطی و الکترونیکی تاثیر عمیقی بر روی حمل و نقل، سیستم های لجیستیک، و عملیات خودروهای تجاری داشته است. عملیات خودروهای تجاری به عنوان یک زیر سیستم اصلی در معماری سیستم‌های حمل و نقل هوشمند می‌باشند. تکنولوژی‌های مرتبط مانند مکان‌یابی خودکار خودروها، سیستم های ارتباطی موبایل، کامپیوتر های درون خودرویی و نرم‌افزارهای تخصیص و مسیریابی پویا، حمل و نقل تجاری را از نظر تکنولوژی پیچیده‌تر و از نظر عملیاتی انعطاف پذیرتر کرده‌اند. بنابراین، شرکت‌های حمل و نقلی می‌توانند با استفاده از این تکنولوژی‌ها علاوه بر سود اقتصادی، افزایش ایمنی برای خودروها را نیز داشته باشند.

حمل و نقل کالاها باید با در نظر گرفتن میزان هزینه‌ها و احتمال وقوع تصادفات انجام گیرد. مسئله‌ی محاسبه‌ی میزان هزینه‌های اقتصادی و کاهش این هزینه‌ها در حمل‌ونقل گروهی دارای پیچیدگی کمی می‌باشد. با این حال، در نظر گرفتن ریسک خطر به عنوان معیار هدف مسئله و روش‌های افزایش ایمنی پیچیدگی بیشتری را شامل می‌شوند، زیرا ضروری می‌باشد تمامی عوامل تاثیرگذار در احتمال رخداد تصادفات و شدت حوادث رانندگی به همراه میزان تاثیر هر کدام شناسایی شوند. براساس تحلیل‌های آماری و الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توان مهم‌ترین عامل‌های تاثیرگذار در تصادفات را شناخته و روابط بین این عامل‌ها را تشخیص داد [1] و [2] و [3]. نتایج این تحلیل‌ها به شرکت‌های حمل و نقلی کمک خواهد کرد تا خطر احتمال تصادفات را کاهش دهند.

در ایران، مطابق با آمار سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای [4] تعداد سفرهای حمل و نقل کالاها در سال 1390 برابر با 26060 است که 25 درصد رشد به نسبت سال 1385 را نشان می دهد. همچنین میزان کالاهای حمل شده در سال 1390 برابر با 355 میلیون تن می‌باشد که به نسبت 5 سال قبل آن 30 درصد رشد داشته است. از طرف دیگر، مطابق با آمار همین مرکز در سال 90 تعداد 117 هزار فقره تصادف مربوط به کلیه خودروها ثبت شده است. بنابراین با توجه به رشد روز افزون حمل و نقل کالاهای تجاری و نیز احتمال بالای وقوع تصادفات، ضروری است که یک سیستم تصمیم یار هوشمند به منظور پیش‌گیری از تصادفات مرگ‌بار ایجاد شود. یک سیستم تصمیم یار تعریف می‌شود "سیستم کامپیوتری محاوره‌ای که تصمیم‌گیرندگان را برای بهره‌برداری از داده‌ها و مدل‌ها برای حل مسائل غیرساختار یافته کمک می‌کند".[5].

در این مقاله تمرکز روی مدیریت هوشمند حمل و نقل خودروهای تجاری است. لذا بدین منظور در سیستم تصمیم‌یار پیشنهاد شده از ابزارهایی استفاده می‌کنیم که توانایی کمک به تصمیم‌گیرنده‌ها و برنامه‌ریزها را به منظور ارزیابی میزان خطر و پیدا کردن یک جواب برای حل هر یک از فازهای مسیریابی ایمن، زمانبندی ایمن و تخصیص ایمن را داشته باشد. بر این اساس از روی نتایج به دست

آمده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی مانند درخت تصمیم، مدل‌هایی را به منظور انتخاب مسیرهای ایمن، زمان‌بندی با کاهش احتمال خطر، و کاهش احتمال تصادفات با توجه به تخصیص مناسب خودرو به جاده در نظر می‌گیریم.

2. بررسی جایگاه و اهمیت مساله

به منظور ارزیابی خطر، مطالعات زیادی برای تحلیل عامل‌های موثر در تصادفات با استفاده از روش‌های آماری انجام گرفته است. هدف از این مطالعات جمع‌آوری، تحلیل، تفسیر داده‌های گزارشات یا پایگاه‌داده‌های تصادفات به منظور ارزیابی خطر در مسائل حمل و نقلی مخصوصا برای حمل مواد خطرناک می‌باشد. زیرا، حمل و نقل مواد خطرناک مهم‌ترین زیر بخش کالاهای تجاری می‌باشد، که بیش‌ترین اهمیت را از نظر میزان خطرات جانبی در حین و پس از تصادفات دارد. مطابق با آمار سالانه‌ی ایران 49,7 درصد از مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات، بعد از حادثه کشته می‌شوند که در آمار جهانی این رقم 15 تا 20 درصد می‌باشد. این قضیه اهمیت حمل و نقل مواد خطرناک را نشان می‌دهد، زیرا بخش اعظمی از تلفات این بخش بعد از وقوع حوادث و با انتشار مواد در محیط اتفاق می‌افتد. تحقیقات زیادی در این زمینه انجام گرفته است که در [6] تصادفات جاده‌ای و ریلی در حمل و نقل موادخطرناک از آغاز قرن بیستم تا سال 2004 مطالعه شده است، و عوامل جاده‌ای مانند آب و هوا و عوامل انسانی مانند اشتباهات اپراتورها به عنوان مهمترین عوامل موثر در تصادفات نتیجه‌گیری شده است. در [7] و [8] به منظور تحلیل عوامل مختلف با بررسی تصادفات حمل و نقل مواد خطرناک، 6 گروه انسان، خودرو، امکانات حمل و نقلی، بسته‌های باری، شرایط جاده، و شرایط محیطی عامل اصلی تصادفات شناخته شده‌اند. اگرچه، روشهای آماری می‌توانند روابط بین یک تصادف و عامل‌های موثر آن را تحلیل کنند، ولی نمی‌توانند اثر متقابل بین عامل‌های مختلف را به روشنی توضیح دهند. با این وجود روش‌های هوشمند طبقه بندی مانند درخت تصمیم می توانند از عهده این وظیفه برآیند [3]. درخت تصمیم یکی از روشهای طبقه بندی قوی است که به هر گره درخت، یک ویژگی و مجموعه‌ای از داده‌ها مرتبط می‌شود. با توجه به آن مجموعه از داده‌ها، زیردرخت این گره ساخته می‌شود. در مسائل طبقه‌بندی برای هر نمونه از داده‌ها، درخت را از ریشه به سمت برگ‌ها پیمایش می‌کنیم و در هر گره با توجه به مقدار یک ویژگی در نمونه بررسی شده مسیر حرکت در درخت مشخص می‌شود.[9] با پیمایش مسیر از ریشه تا برگ‌ها قوانین از درخت استخراج می‌شوند. این الگوریتم‌ها به راحتی در قالب یک سیستم تصمیم یار قابل پیاده سازی می‌باشند.

در زمینه‌ی طراحی سیستم‌های تصمیم‌یار برای مسئله‌ی کمینه‌سازی ریسک در تصادفات نیز تحقیقات زیادی انجام گرفته است. در [10] مدلی به منظور نمایش تاثیر یک حادثه بر محیط اطراف

آن با هدف کمینه‌سازی احتمال وقوع تصادف و هزینه‌های اجرایی ارائه شده است. در [11] یک مدل چند هدفه به منظور کمینه‌سازی اهدافی از قبیل جمعیت در معرض خطر، خسارات مالی، هزینه‌های عملیاتی خودروها و احتمال وقوع تصادفات ارائه شده است. در [12] و [13] مدل‌های مسیریابی برای افزایش ایمنی جمعیت اطراف یک حادثه ارائه شده‌اند. در [14] یک سیستم تصمیم‌یار برای انتخاب مسیر بهینه پیشنهاد شده است. در این سیستم مجموعه‌ای از محدودیت‌ها شامل مسافت سفر، احتمال تصادف در مسیر و جمعیت در معرض خطر در نظر گرفته شده‌اند. در [15] مدلی با هدف دست‌یابی به پایین‌ترین سطح هزینه‌های عملیاتی و بالاترین سطح امنیت در حمل و نقل مواد خطرناک توسعه داده شده است، که مسئله‌ی بهینه‌سازی مسیریابی و زمانبندی در نظر گرفته شده است.

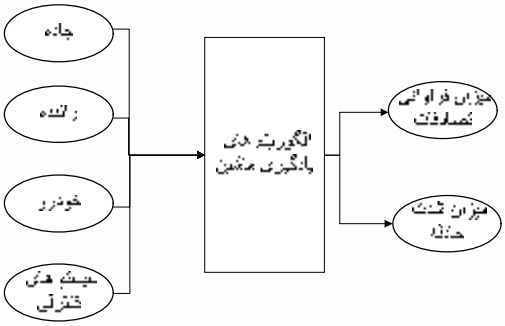
3. اهمیت بررسی خطر در مسائل حمل و نقل خودروهای تجاری و چارچوب طرح

با توجه به آمار بالای حمل و نقل خودروهای تجاری در ایران و همچنین وقوع تصادفات روزانه‌ی زیادی که در سطح کشور رخ می‌دهد، کاهش میزان خطرات تصادفات رانندگی خودروهای تجاری می‌تواند منجر به جلوگیری از تلفات جانی و کاهش هزینه‌های مواد از دست رفته و خسارت وارده به خودروها شود. سیستم تصمیم یار هوشمند که بتواند دانش لازم را از داده‌های گذشته تصادفات استخراج کند و پیشنهادات مناسب را برای مسئولان این بخش فراهم سازد، می‌تواند در زمینه‌ی افزایش ایمنی تاثیر بسزایی داشته باشد.

به منظور شناخت احتمال تصادف از داده‌های گذشته‌ی تصادفات می‌توان با کمک ابزارهای داده‌کاوی نقش هر عامل را با توجه به پارامترهای هدف به عنوان خطر احتمالی در نظر گرفت. در این تحقیق همان‌گونه که در شکل (1) نشان داده شده است، دو پارامتر زیر را در نظر گرفته‌ایم:

1. میزان فراوانی حوادث رانندگی: این مقدار می‌تواند به عنوان تعداد تصادفات در واحد سطح جاده محاسبه شود. در این تحقیق، فراوانی تصادفات را با توجه به مشخصات هر یک از عامل‌های راننده، خودرو و جاده در قالب قوانین منطقی بیان کرده‌ایم. در تحقیقات گذشته در این زمینه، در [16] و [17] با کمک روش‌های داده‌کاوی، میزان فراوانی تصادفات را از روی داده‌های قبلی تصادفات تخمین زده‌اند. در [18] یک راهکار برای تخمین فراوانی تصادفات با در نظرگرفتن پارامترهای وابسته به جاده و غیر وابسته به جاده در نظر گرفته شده است.
2. شدت حوادث رانندگی: در صورتی که شدت حوادث رانندگی در تصادفات ثبت شده باشد، می‌توان با توجه به عامل‌های تاثیرگذار راننده، خودرو، و جاده با کمک الگوریتم‌های داده‌کاوی با توجه به شدت حوادث قوانینی که معرفی کننده میزان ریسک تصادفات می‌باشند، را استخراج نمود. در این مقاله، با کمک الگوریتم پارت [19] از نرم‌افزار داده‌کاوی وکا قوانین را استخراج

نموده‌ایم. طبقه‌بندی بر روی شدت حوادث رانندگی با کمک الگوریتم درخت تصمیم C4.5 انجام گرفته است. در کارهای گذشته الگوریتم‌های خوشه بندی، درخت تصمیم و شبکه‌های عصبی به منظور طبقه‌بندی داده‌های تصادفات استفاده شده‌اند [16][20][21]. دیگر کاربردهای داده‌کاوی در استخراج قوانین در [22] اشاره شده است.



شکل1: *استخراج دانش از پایگاه‌داده‌ی تصادفات*

4. استخراج قوانین از داده‌ها با کمک روش‌های طبقه‌بندی

به منظور ارزیابی خطر در تصادفات رانندگی، نیاز به پایگاه‌داده‌ای داریم که بتوان با در نظر گرفتن عوامل جاده، خودرو، راننده و سیستم‌های کنترلی تعداد تصادفات رخداده شده، و شدت حوادث ثبت شده را استخراج نمود. برای این منظور، از داده‌های آرشیو تصادفات بریتانیا [23] استفاده شده است. با اجرای الگوریتم پارت از نرم افزار وکا، قوانین با توجه به میزان شدت حادثه از درخت تصمیم C4.5 استخراج شده‌اند. در داده‌های مورد مطالعه، ویژگی‌های راننده از قبیل سن و جنیست، ویژگی‌های جاده از قبیل شرایط نور، شرایط آب و هوایی، لغزندگی سطح جاده، محدوده‌ی سرعت مجاز و نوع جاده، ویژگی‌های خودرو از قبیل نوع خودرو شخصی یا باری و سال ساخت خودرو، ویژگی‌های سیستم‌های کنترلی موجود از قبیل کنترل‌های تقاطع، تجهیزات هوشمند فراهم شده‌ی عبور از تقاطعات در نظر گرفته شده است. در داده‌های آزمایشی فراوانی تصادفات مرگ‌بار، شدید، و سطحی به ترتیب برابر با 3221، 3972 و 4869 داده می‌باشد. در ابتدا 70% داده‌ها را برای آموزش استفاده کرده، و سپس 30% مابقی داده‌ها را به عنوان داده‌های تست انتخاب شده‌اند. با انجام آزمایش بر روی داده‌ها به کمک نرم‌افزار وکا، نتایج زیر حاصل شده است:

جدول1: *نتایج آزمایش اجرا شده الگوریتم پارت با کمک نرم‌افزار وکا بر روی داده‌ها*

تعداد قوانین استخراج شده	665
زمان ساخت مدل	3,44
دقت پیش‌بینی طبقه‌بندی داده‌ها	%64
تعداد داده‌های تست	3619

هدف شناسایی قوانین مهم‌تر از بین 665 قانون استخراج شده می‌باشد. برای هر قانون دو معیار در نظر گرفته شده است. اولا، تعداد نمونه‌های تست که از این قانون استفاده کرده‌اند. ثانیا، تعداد نمونه‌هایی که با کمک این قانون نادرست طبقه‌بندی شده‌اند. برای مثال، قانون زیر با استخراج از درخت تصمیم بدست آمده است:

IF “Urban or Rural Area = 2” & “Speed limit = 70” & “Light Conditions = 1”
THEN “accident severity= 1” with “frequency= (80.0/3.0)”

این قانون نشان‌دهنده‌ی این موضوع می‌باشد که در داده‌های مورد استفاده، در شرایطی که جاده روستایی، محدوده‌ی سرعت مجاز برابر با 70 مایل در ساعت و شرایط نور کم باشد، در پایگاه داده 80 مورد تصادف مرگ‌بار رخ داده‌است، که درخت تصمیم ساخته شده نیز در 3 مورد نادرست آن نمونه را طبقه‌بندی کرده است.

5. ارائه‌ی سیستم تصمیم‌یار برای مدیریت هوشمند خودروهای تجاری با به کارگیری قوانین استخراج شده روش‌های طبقه‌بندی

مفهوم سیستم تصمیم یار بسیار وسیع می‌باشد و تعریف آن وابستگی زیادی به دیدگاه طراح سیستم تصمیم‌یار دارد، که می‌تواند به فرم‌ها و روش‌های مختلفی ارائه گردد.[25] در این تحقیق، سیستم تصمیم‌یار با کمک داده‌های تصادفات گذشته و اطلاعات موجود در شبکه‌ی حمل و نقلی به منظور مدیریت هوشمند حمل و نقل خودروهای تجاری برای کاهش میزان خطر ارائه شده است. ماژول‌ها و مدل‌های اصلی سیستم تصمیم یار پیشنهادی شامل مدیریت داده‌ها، ارزیابی خطر، مدل‌های مسیریابی، زمان‌بندی و تخصیص و رابط کاربر می‌باشد.

5-1- مدیریت داده

داده‌های سیستم تصمیم یار در دو بخش اصلی در نظر گرفته می‌شوند.

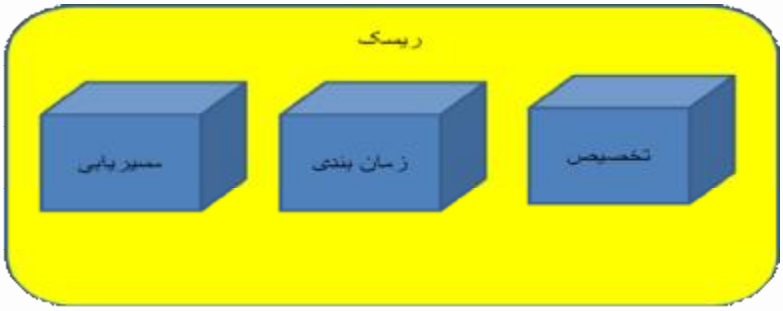
- داده‌هایی که در تصادفات گذشته ثبت شده‌اند و می‌خواهیم با کمک طبقه‌بندی داده‌ها و استخراج قوانین، دانش مورد نیاز جهت استفاده در مدل‌های دیگر را بدست آوریم.
- داده‌هایی که به صورت اطلاعات راننده، خودرو، و جاده در اختیار داریم، و می‌خواهیم با کمک سیستم تصمیم یار، تصمیم گیری لازم را برای شبکه‌ی حمل و نقلی موجود انجام دهیم.

5-2- ارزیابی خطر

این بخش با کمک الگوریتم‌های داده‌کاوی داده‌های تصادفات را طبقه بندی کرده، و قوانین مورد نیاز را استخراج کرده، و بر اساس معیارهای داده شده مرتب‌سازی می‌نماید، که در بخش 3 و4 توضیح داده شده است.

5 - 3 - مدل‌های مسیریابی، زمان‌بندی و تخصیص

با محاسبه‌ی میزان احتمال خطر تصادفات مرگ‌بار با توجه به عوامل راننده، خودرو، جاده، وسیستم‌های کنترلی می‌توانیم با ارائه‌ی یک سیستم تصمیم‌یار مناسب (مشابه شکل (2)) در هر یک از زیرمسائل مسیریابی، زمان‌بندی و تخصیص ریسک حمل و نقل را کاهش دهیم.



شکل2: *بررسی ریسک در زیر مسائل مختلف*

5-3-1- کاربرد قوانین استخراج شده در مسئله‌ی مسیریابی

سیستم تصمیم‌یار طراحی شده قصد دارد با اعمال محدودیت‌هایی در قالب قوانین از وقوع تصادفات مرگ‌بار جلوگیری کند. در مسئله‌ی مسیریابی زمانی یک مسیر از شبکه کنار گذاشته می‌شود که با کنار هم قرار گرفتن خودرو، راننده، جاده و سیستم‌های کنترلی در پایگاه داده، تصادفات مرگ‌بار زیادی رخ داده باشد. برای مثال، از قوانین استخراج شده که دارای اهمیت زیادی می‌باشند، می‌توان به قانون زیر اشاره کرد:

IF "1st Road Class = 3" & "Speed limit = 70" & "Road Type = 7" & "Vehicle Type = 9" & "Sex of Driver = 1"
THEN "accident severity= 1" with "frequency= (29.0/1.0)"

این قانون بیانگر این موضوع می‌باشد، که اگر کلاس جاده از نوع یک‌طرفه، محدوده سرعت برابر با 70 مایل در ساعت، نوع جاده شیب‌دار، نوع خودرو شخصی و جنسیت راننده مرد باشد، آنگاه تصادف مرگبار پیش‌بینی می شود. این قانون توسط 29 داده در بانک اطلاعاتی مورد نظر پشتیبانی شده و در یک حالت نتیجه پیش‌بینی شده این قانون درست نبوده است. همچنین در قانون زیر نیز داریم:

IF "1st Road Class = 1" AND "Speed limit = 30" AND "Vehicle Type = 9" AND "Sex of Driver = 1"
THEN "accident severity= 3" with "frequency= (12.0)"

در این قانون مشخصات راننده و خودرو تغییر نکرده است، در حالی که مشخصات جاده متفاوت می‌باشد. این قانون توسط 12 داده در بانک اطلاعاتی مورد نظر پشتیبانی شده و همه‌ی حالات نتیجه پیش‌بینی شده این قانون درست بوده است.

به این ترتیب، با ایجاد این قانون، با توجه به مشخصات راننده، خودرو و جاده در مدل مسیریابی، مسیر مرتبط با این قانون از شبکه را حذف می‌کنیم، زیرا در قانون اول و دوم با تغییر در مشخصات جاده شدت تصادفات رخداده از مرگ‌بار به سطحی و تعداد تصادفات از 28 به 12 مورد کاهش پیدا کرده است. با تغییر در مسیریابی سیستم‌تصمیم‌یار میزان خطر احتمالی تصادف را برای حمل و نقل کاهش می‌دهد. این مساله نشان می دهد که با استفاده از تکنولوژی‌های حمل و نقل هوشمند و اطلاع‌رسانی به موقع به راننده می‌توان از بروز بسیاری از مشکلات جلوگیری نمود.

5-3-2- کاربرد قوانین استخراج شده در مسئله‌ی زمان‌بندی

سیستم‌تصمیم‌یار در این بخش، در مسئله‌ی زمان‌بندی حرکتی خودروها قوانینی را به منظور افزایش ایمنی در حمل و نقل به کاربران ارائه می‌دهد. قوانینی که بتوانند با توجه به زمان تصادفات گذشته میزان خطر احتمالی تصادفات مرگ‌بار را کاهش دهند، در این بخش از سیستم‌تصمیم‌یار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

IF “Weather Conditions = 1” AND “Road Type = 6” AND “Vehicle Type = 9” AND “Time (HH:MM) = 5”
THEN “accident severity= 1” with “frequency= (82.36/16.56)”

این قانون بیانگر این موضوع می‌باشد، که اگر شرایط آب و هوایی آفتابی، جاده از نوع دوطرفه، نوع جاده شیب‌دار، نوع خودرو شخصی و ساعت حرکتی بین 17 تا 20 باشد، آنگاه تصادف مرگ‌بار پیش‌بینی می‌شوند. در حالی که در قانون زیر داریم:

IF “Weather Conditions = 1” AND “Road Type = 6” AND “Vehicle Type = 9” AND “Time (HH:MM) = 3”
THEN “accident severity= 3” with “frequency= (6.0)”

قانون بالا در شرایط مشابه با قانون قبل می‌باشد، با این تفاوت که ساعت حرکتی بین 9 صبح تا 12 ظهر می‌باشد، آنگاه تصادفات سطحی پیش‌بینی شده‌اند. با تغییر در زمان حرکت نوع تصادفات از مرگ‌بار به سطحی تغییر کرده، و تعداد تصادفات نیز از 66 به 6 کاهش پیدا کرده است. این مسئله نشان می‌دهد سیستم تصمیم‌یار ارائه شده با ایجاد قوانین مرتبط به زمان‌بندی برای کاربران، می‌تواند منجر به کاهش خطر احتمالی تصادفات شود. زیرا بررسی نقش زمان حرکتی در تصادفات گذشته در کنار عوامل دیگر محدودیت‌هایی را برای چگونگی زمان‌بندی حرکتی خودروها ایجاد می‌کند، که منجر به کاهش تعداد تصادفات مرگ‌بار می‌شود.

5-3-3- کاربرد قوانین استخراج شده در مسئله‌ی تخصیص

سیستم تصمیم‌یار به منظور ارائه‌ی یک راهکار برای کاهش ریسک در شبکه‌ی حمل و نقلی در مسئله‌ی تخصیص، نیاز به قوانینی دارد که تفاوت در نوع خودروی باری منجر به تفاوت در میزان ریسک حمل و نقلی شود. برای مثال، در قانون زیر داریم:

IF “Speed limit = 30” AND “1st Road Class = 3” AND “Road Type = 6” AND “Light Conditions = 1” AND “Towing and Articulation = 1”
THEN “accident severity= 1” with “frequency= (16.0)”

این قانون بیانگر این موضوع می‌باشد، که اگر محدوده سرعت برابر با 30 مایل در ساعت، جاده از نوع دوطرفه، نوع جاده شیب‌دار، شرایط هوا آفتابی و نوع خودروی باری چند بخشی باشد، آنگاه تصادف مرگ‌بار پش‌بینی می‌شود. در حالی که، در قانون زیر داریم:

IF “Speed limit = 30” AND “1st Road Class = 3” AND “Road Type = 6” AND “Light Conditions = 1” AND “Towing and Articulation = 2”
THEN “accident severity= 3” with “frequency= (7.0/3.0)”

قانون بالا در شرایط مشابه با قانون قبل می‌باشد، با این تفاوت که نوع خودروی باری به جای چندبخشی، دو بخشی می‌باشد، آنگاه تصادفات از نوع سطحی پیش‌بینی شده‌اند. به عنوان نتیجه، با تغییر در نوع خودرو شدت حوادث رانندگی از مرگ‌بار به سطحی و تعداد تصادفات نیز از 16 به 4 مورد کاهش پیدا کرده است. به این ترتیب سیستم‌تصمیم‌یار با ارائه‌ی این قوانین میزان خطر تصادفات را در شبکه کاهش می‌دهد.

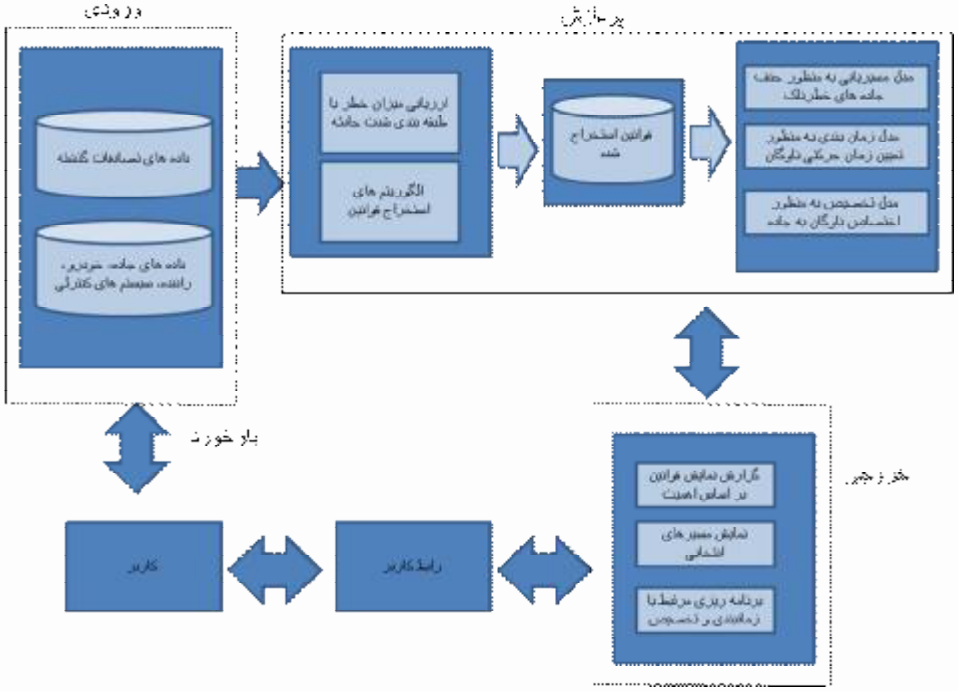
5 - 4 - رابط کاربر سیستم تصمیم یار پیشنهادی

رابط کاربر یکی از اجزای فراهم شده برای ارتباط بین کاربر و سیستم تصمیم یار می‌باشد. طراحی مناسب این عنصر بسیار مهم می‌باشد، به این دلیل که تنها بخشی است که کاربر واقعا با آن کار می‌کند.[7] رابط کاربر پیشنهادی در این تحقیق شامل سه بخش اصلی می‌باشد:

- در بخش اول، می‌بایست قوانین تولید شده را با شکلی مناسب به کاربران نمایش دهد. برای این منظور قوانین بر اساس آنچه در بخش 3 گفته شده است مرتب‌سازی شده‌اند. و سپس برای کاربران سیستم قابل نمایش می‌باشند.
- در بخش دوم، با گرفتن ماتریس مبدا و مقصد و نقشه‌ی مسیرهای موجود راه‌حل ارائه شده در قالب مسیر بهینه از نظر میزان کمینه ریسک را نمایش دهد.
- در بخش سوم، گزارشی در قالب جداول زمان‌بندی ارائه شده، و حل مسئله‌ی تخصیص نیز در قالب جداول ارائه شود.

5 - 5 - معماری سیستم تصمیم‌یار ارائه شده

سیستم‌تصمیم یار پیشنهادی با توجه به بخش‌های گفته شده در این تحقیق دارای ماژول‌های شکل (3) می‌باشد:



شکل3: *ارتباط زیربخش‌های سیستم تصمیم‌یار ارائه شده*

6 - جهت‌گیری و کارهای آینده

با توجه به رشد استفاده از حمل و نقل کالاهای تجاری در داخل کشور، و تصادفات مرگ‌باری که علاوه بر صدمات جانی، خسارت‌های مالی بسیاری را به علت از دست دادن کالاها در پی دارد، وجود یک سیستم‌تصمیم‌یار که بر اساس استخراج دانش از تصادفات گذشته بتواند منجر به کاهش خطر تصادفات شود ضروری می‌باشد. برای این منظور در این مقاله، با مطالعه‌ی داده‌های آرشیو تصادفات بریتانیا و اجرای الگوریتم طبقه‌بندی پارت بر روی داده‌ها، قوانین مناسب استخراج شده است. هدف استفاده از این قوانین به نحوی می‌باشد تا بتوان در مسائل مسیریابی، زمان‌بندی و تخصیص میزان خطر احتمالی تصادفات مرگ‌بار کمینه شود.

علیرغم تحقیقات زیادی که در این زمینه در کشورهای پیشرو در سیستم‌های هوشمند حمل و نقل انجام گرفته است، هدف از این تحقیق بومی سازی در زمینه‌ی طراحی سیستم‌های هوشمند در بخش مدیریت خطر می‌باشد. در کارهای آینده، با گسترش سیستم‌تصمیم‌یار برای مسائل چند هدفه از قبیل کاهش ریسک، هزینه سفر و زمان سفر و همچنین بهره‌برداری از تکنولوژی‌های در دسترس از قبیل GPS و تجهیزات درون خودرویی هوشمند می‌توان سامانه‌ی گسترش داده شده را برای حمل و نقل خودروهای تجاری در داخل کشور مورد استفاده قرار داد.

7 - مراجع

1- *Sohn, S. and S. Hyungwon (2001). "Pattern recognition for a road traffic accident severity in Korea." Ergonomics 44(1): 101-117.*
2- *Ossenbruggen, P. J., J. Pendharkar, et al. (2001). "Roadway safety in rural and small urbanized areas." Accidents Analysis and Prevention 33(4): 485-498.*
3- *Chong, M., A. A., et al. (2005). "Traffic Accident Analysis Using Machine learning Paradigms." Informatica 29(1).*

4- سایت اطلاع رسانی سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای،
/http://www.rmto.ir/NewTO/DynaStat/DynaStat.

5- *Hättenschwiler Gachet 2002, "Decision Support Systems", Wintersemester / semestre d'hiver,.*
6- *Oggero, A., Darbra, R.M., Muoz, M., Planas, E., Casal, J., 2006. A survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail. Journal. of Hazardous Materials A133, 1–7*
7- *Wang, Y.H., Tong, S.J., Chen, B.Z., 2005. Risk analysis on road transport system of dangerous chemicals. China Safety Science Journal 15 (2), 8–12 (in Chinese).*
8- *Zhao, L.J., Wu, P., Xu, K., 2009. Statistic analysis and countermeasures on dangerous chemical accidents in China. China Safety Science Journal 19 (7), 165–170 (in Chinese).*
9- *Ross Quinlan (1993). C4.5: Programs for Machine Learning, Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA.*
10- *Saccomanno F. and A. Chan, (1985). Economic Evaluation of routing strategies for hazardous road shipments, Transportation Research Record 1020, 12-18.*
11- *Zografos K. G. and C. F. Davis, (1989). Multi-Objective Programming Approach For Routing Hazardous Materials. Journal of Transportation engineering 115(6): 661-673.*
12- *Leonelli P., S. Bonvicini and G. Spadoni, (2000). Hazardous materials transportation: a risk-analysis based routing methodology, Journal of Hazardous Materials 71(1-3): 283-300.*
13- *Karkazis J. and T. B. Boffey, (1995). Optimal location of routes for vehicles transporting hazardous materials, European Journal of Operational Research 86(2): 201-215.*
14- *Frank W. C., J. C. Thill and R. Batta, (2000). Spatial decision support system for hazardous material truck routing. Transportation Research Part C: Emerging Technologies 8(1-6): 337-359.*
15- *Zografos K. G. and K. N. Androutsopoulos, (2004). A heuristic algorithm for solving hazardous materials distribution problems. European Journal of Operational Research 152(2): 507-519.*
16- *Chang, L. and W. Chen (2005). "Data mining of tree-based models to analyze freeway accident frequency." Journal of Safety Research 36: 365-375.*

17- *Chang, L.Y., 2005. Analysis of freeway accident frequencies: negative binomial regression versus artificial neural network. Safety Science, 43 (8), 541-557.*
18- *Qiao, Y., Keren, N., & Mannan, M. S. (2009). Utilization of incident databases and fuzzy sets to estimate frequency of HazMat transport incidents. Journal of Hazardous Materials. doi:10.1016/j.jhazmat.2009.01.097.*
19- *Eibe Frank and Ian H. Witten (1998). Generating Accurate Rule Sets Without Global Optimization. In Shavlik, J., ed., Machine Learning: Proceedings of the Fifteenth International Conference, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA.*
20- *Abdel-Aty, M. and J. Keller (2005). Exploring the overall and specific crash severity levels at signalized intersections. Accident Analysis and Prevention, 37 (3), 417-425.*
21- *Chang, L.Y., Wang, H.W., 2006. Analysis of traffic injury severity: an application of non-parametric classification tree techniques. Accident Analysis and Prevention 38, 1019–1027.*
22- *Kashani, A., Mohaymany, A., Ranjbari, A., 2011. A data mining approach to iden-tify key factors of traffic injury severity. Promet-Traffic & Transportation 23 (1), 11–17.*
23- *Road Safety Data downloadable from: http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence*
24- *Stanciu Cristina Ofelia 2007, "Dicision Support Systems-Present and Perspective", Tibiscus University of Timisoara, Faculty of Economics.*
25- *D. J. Power, Aug 2009, "A Brief History of Decision Support System", DSSResorces.COM, version 4.1,28.*

A decision support system for commercial vehicle operation (CVO) using rule extraction methods

Reza Asadi, Department of Computer Science, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran
Mehdi Ghatee, Intelligent Transportation Research Institute, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran
Zahra Zaghi, Department of Computer Science, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran
Shadi Abpeykar, Department of Computer Science, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran
Fateme roshani Department of Computer Science, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

Commercial vehicle transportation increased 25 percent between 2006 and 2011 in Iran, and daily dangerous accidents that are happened demonstrate the crucial role of fatal accident prevention. In order to improve performance of management and planning to reduce operational costs and increase safety, in this paper we proposed intelligent decision support system that classify severity of accident data by considering effective factors, such as roads, drivers, vehicles, and technologies. Then, rules that explain risk of accident by considering influential factors are extracted to calculate accident frequency and severity. Three phases are defined to decrease high risk of accident: safety routing, safety scheduling, and safety assignment of vehicle. Therefore, proposed DSS predicts risk of fatal accidents based on each road, and eliminates dangerous routes from system's advices. Then, DSS proposes safety scheduling by evaluating time of accident in database. In final phase, given type of vehicles and existing routes, appropriate assignments of vehicles to roads are produced. In order to evaluate proposed decision support system, national archives data used in this paper.