بسم الله الرحمن الرحيم

١٠٨٥٥٢

۸۷/۱۰۹/۸۱۸
۸۷-۱۲-۲۸

دانشگاه تهران

۶۰۱ ۴۳۵

پردیس دانشکده های فنی

بررسی مسیریابی پویا در سیستم های امدادرسانی شهری با استفاده از سیستم های اطلاعات مکانی

نگارش:

سمیه پناهی سلطان احمدی

اساتید راهنما:

دکتر محمودرضا دلاور

دکتر میر ابوالفضل مصطفوی

دکتر غلامرضا شیران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- نقشه برداری،

گرایش سیستم های اطلاعات مکانی

مهر ۱۳۸۷

۱۳۸۷/۱۲/۲۱

۱۰۸۵۵۲

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی

بررسی مسیریابی پویا در سیستم های امدادرسانی شهری با استفاده از سیستم های اطلاعات مکانی

نگارش:

سمیه پناهی سلطان احمدی

اساتید راهنما:

دکتر محمودرضا دلاور

دکتر میر ابوالفضل مصطفوی

دکتر غلامرضا شیران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- نقشه برداری،

گرایش سیستم های اطلاعات مکانی

مهر ۱۳۸۷

بنام خدا

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی نقشه‌برداری

گواهی دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد

هیات داوران پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خانم **سمیه پناهی سلطان‌احمدی** در رشته **مهندسی نقشه‌برداری** گرایش **GIS** با عنـــوان " **بررسی مسیریابی پویا در سیستم امدادرسانی با استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS)**" را در تاریخ **۱۳۸۷/۰۷/۱۴**

به حروف	به عدد	
بیست	۲۰	با نمره نهایی

و درجه کارشناسی‌ارشد | عالی | ارزیابی نمود.

ردیف	مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما	دکتر محمودرضا دلاور	استادیار	دانشکده فنی	
۲	استاد راهنمای دوم	دکتر غلامرضا شیران	استادیار	دانشگاه اصفهان	
۳	استاد مشاور	دکتر میرابوالفضل مصطفوی	استادیار	دانشگاه لاوال کانادا	
۴	استاد مدعو	دکتر علی‌اصغر آل‌شیخ	دانشیار	دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیر	
۵	استاد مدعو	دکتر بهزاد مشیری	استاد	دانشکده فنی	
۶	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی	دکتر فرشاد حکیم‌پور	استادیار	دانشکده فنی	

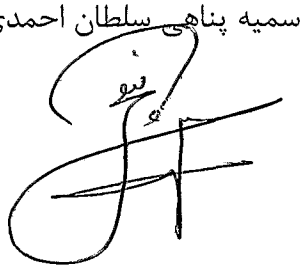
پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران
گروه مهندسی نقشه‌برداری

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب **سمیه پناهی سلطان احمدی** تائید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشگاه تهران می باشد.

سمیه پناهی سلطان احمدی



تقدیم به:

مادر عزیزم فرشته مهربان زندگیم آنکه محبتش در وصف نگنجد و زبان در فداکاری و ایثارش قاصر است و همین بس که هر چه دارم از اوست.

تقدیم به:

پدر بزرگوارم که ذره ذره وجودم ستایشگر صبر، گذشت و محبت‌های بی‌دریغش است.

تقدیم به:

همسر عزیزم که دلش دریایی از صادقانه‌ترین محبت ها است و در لحظه لحظه زندگی همراه و یاور من است.

چکیده

یکی از مشکلات بزرگ سیستم حمل‌ونقل در جوامع مدرن، تراکم ترافیک است که باعث اتلاف زمان زیادی در معابر می‌شود. تراکم ترافیک، زمان سفر و زمان پاسخ را در سیستم‌های امدادرسانی افزایش می‌دهد. هدف از این تحقیق ارائه سیستم مسیریابی پویا در خودروهای امدادی است. این سیستم، خودروهای امدادی را در مسیری هدایت می‌کند که تراکم ترافیک کمتری داشته و سریعتر به مقصد برسند. در نتیجه زمان امدادرسانی کاهش یافته و کیفیت سیستم‌های امدادرسانی افزایش می‌یابد.

منظور از مسیریابی پویا استفاده از اطلاعات لحظه‌ای ترافیک برای محاسبه و بروزرسانی کوتاهترین مسیر است. در اغلب تحقیقات صورت گرفته، کوتاهترین مسیر بر اساس داده‌های تاریخی و متوسط تعیین می‌شود و تغییر شرایط لحظه‌ای ترافیک در نظر گرفته نمی‌شود. در این تحقیق از تراکم لحظه‌ای ترافیک که در نتیجه حوادث پیش‌بینی نشده است برای بروزرسانی مسیر خودروهای امداد استفاده شده است.

در این پایان نامه برای هدایت خودروهای امدادرسان، سیستم مسیریابی پویا پیشنهاد شده که از سه بخش سیستم مسیریابی، سیستم موقعیت‌یابی و سیستم ارتباطاتی تشکیل شده است. سیستم مسیریابی در محیط GIS پیاده سازی شده و داده‌های ترافیکی را با داده‌های مکانی تلفیق نموده و به طور لحظه‌ای کوتاهترین (سریعترین) مسیر را برای آمبولانس تعیین می‌نماید. سیستم موقعیت‌یابی، موقعیت آمبولانس را مشخص می‌نماید. سیستم ارتباطاتی برای انتقال اطلاعات ترافیکی به مرکز اورژانس و ارتباط بین آمبولانس و مرکز اورژانس استفاده می‌شود.

روش پیشنهادی این تحقیق، از الگوریتم دیکسترا با ساختار داده d-heap (d=2) استفاده می کند. داده‌های تاریخی حجم ترافیک برای محاسبه زمان سفر و کوتاهترین مسیر اولیه مورد استفاده قرار گرفت. جهت وارد نمودن اطلاعات لحظه‌ای به سیستم، یک واسط گرافیکی کاربر طراحی شد که مطابق با فرمت داده‌های تراکم لحظه‌ای ترافیک است. از اهم مشارکتهای مؤلف بروزرسانی مسیر طراحی شده بر اساس پردازش‌هایی است که از الگوریتم‌های کوتاهترین مسیر دینامیک الهام گرفته است.

سیستم پیشنهادی روی قسمتی از شبکه معابر تهران در مقیاس ۱:۲۰۰۰در نرم افزار ArcGIS 9.2 پیاده‌سازی شد. ماژولهای مورد نیاز جهت طراحی رابط کاربر، پردازش داده‌های لحظه‌ای و بروزرسانی کوتاهترین مسیر برنامه‌نویسی شد. نتایج حاصل از پیاده‌سازی نشان می‌دهد که با استفاده از سیستم مسیریابی پویا، زمان سفر خودروهای امداد به طور متوسط حدود ۲۰٪ کاهش می‌یابد. تحلیل نتایج بیانگر آن است که این مقدار به پارامترهای زیادی از قبیل اختلاف تراکم تاریخی و لحظه‌ای ترافیک، طول مسیر، زمان سفر و نوع معابر بستگی دارد. از پیشنهادات تحقیق این است که سیستم مسیریابی پویا برای کلیه خودروهای شخصی در نظر گرفته شود که نیازمند تخصیص ترافیک دینامیک است. پیشنهاد دیگر تلفیق داده‌های حجم ترافیک لحظه‌ای حاصل از سیستم کنترل ترافیک هوشمند (مانند سیستم SCATS که در مرکز کنترل ترافیک تهران به کار گرفته شده است) با داده‌های تاریخی حجم ترافیک است که دقت تخمین زمان سفر را افزایش می‌دهد.

تقدیر و تشکر

انجام این پایان نامه مرهون لطف بسیاری از عزیزان است که در مراحل مختلف پایان‌نامه از همکاری‌ها و راهنمائی‌های آنان بهره‌مند بودم. جا دارد مراتب سپاس و قدردانی خود را از جناب آقای دکتر دلاور، جناب آقای دکتر شیران و جناب آقای دکتر مصطفوی که هدایت این پایان نامه را بر عهده داشتند، اعلام نمایم.

از مدیریت شرکت کنترل ترافیک، مرکز نظارت و کنترل ترافیک، شرکت مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک و مرکز اورژانس تهران به خاطر در اختیار قرار دادن داده‌های مورد نیاز و نظرات کارشناسی کمال تشکر را دارم.

در نهایت از خانواده عزیزم که در به انجام رسیدن این تحقیق از حمایت و پشتیبانی من لحظه‌ای دریغ نکرده اند، سپاسگذارم.

فهرست مطالب

چکیده ..... أ
تقدیر و تشکر ..... ج
فهرست مطالب ..... د
فهرست جدول ها ..... و
فهرست شکل ها ..... ز
فهرست اختصارات ..... ح
فصل اول: مقدمه ۱
۱-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق ۱
۱-۲- هدف از تحقیق ۳
۱-۳- فرضیات و محدوده تحقیق ۵
۱-۴- پیشینه تحقیق ۶
۱-۵- ساختار پایان نامه ۹
فصل دوم : مروری بر تحقیقات گذشته ۱۰
۲-۱- مقدمه ۱۰
۲-۲- کوتاهترین مسیر استاتیک ۱۰
۲-۲-۱- طبقه بندی مسئله کوتاهترین مسیر استاتیک ۱۰
۲-۲-۲- الگوریتم های کوتاهترین مسیر استاتیک ۱۳
۲-۲-۲-۱- الگوریتم دیکسترا ۱۳
۲-۲-۲-۲- الگوریتم بلمن – فورد ۱۵
۲-۲-۲-۳- الگوریتم فلوید- وارشال ۱۶
۲-۲-۲-۴- الگوریتم A* ۱۶
۲-۲-۲-۵- الگوریتم LPA* ۱۷
۲-۳- کوتاهترین مسیر پویا ۱۸
۲-۳-۱- تقسیم بندی شبکه های دینامیک ۱۸
۲-۳-۲- الگوریتم های کوتاهترین مسیر دینامیک ۱۹
۲-۳-۲-۱- الگوریتم های کوتاهترین مسیر کاملاً دینامیک ۲۱
۲-۳-۲-۲- الگوریتم های کوتاهترین مسیر نیمه دینامیک ۲۴
۲-۳-۳- مسئله کوتاهترین مسیر زمان مبنا ۲۴
۲-۳-۳-۱- طبقه بندی مسئله کوتاهترین مسیر زمان مبنا ۲۴
۲-۳-۳-۱-۱- مدل قطعی و مستقل از زمان ۲۶
۲-۳-۳-۱-۲- مدل قطعی زمان مبنا ۲۷
۲-۳-۳-۱-۳- مدل تصادفی و مستقل از زمان ۲۸
۲-۳-۳-۱-۴- مدل تصادفی و زمان مبنا ۲۸
۲-۳-۳-۲- الگوریتم های کوتاهترین مسیر زمان مبنا ۲۹
۲-۴- انتخاب بهترین الگوریتم مسیریابی ۳۴

فصل سوم: روش پیشنهادی تحقیق ۳۶
۳-۱- مقدمه ۳۶
۳-۲- روش انتخابی برای مسیریابی پویا ۳۶
۳-۳- مدل سازی تراکم ترافیک ۴۱
۳-۳-۱- سطح سرویس ۴۲
۳-۳-۲- مدلسازی زمان سفر ۴۶
۳-۳-۲-۱- تاخیر در تقاطعات چراغدار ۴۹
۳-۳-۲-۲- تاخیر در تقاطعات بدون چراغ ۵۰
۳-۳-۳- کنترل ترافیک تهران ۵۲
۳-۳-۳-۱- شرکت کنترل ترافیک تهران ۵۳
۳-۳-۳-۲- شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران ۵۵
۳-۳-۳-۳- تلفیق و همگون سازی داده ها ۵۶
۳-۴- معماری سیستم پیشنهادی ۵۹
۳-۴-۱- سیستم اطلاعات مکانی ۶۰
۳-۴-۲- سیستم موقعیت یابی ۶۲
۳-۴-۳- سیستم ارتباطاتی ۶۳
۳-۵- روند اجرایی سیستم مسیریابی پویا ۶۳
فصل چهارم : پیاده سازی سیستم مسیریابی پویا ۶۷
۴-۱- مقدمه ۶۷
۴-۲- منطقه مورد مطالعه ۶۸
۴-۳- داده های مورد استفاده ۶۹
۴-۴- آماده سازی داده ها ۶۹
۴-۴-۱- محاسبه زمان سفر بر اساس داده های تاریخی ۷۰
۴-۴-۲- محاسبه زمان سفر بر اساس داده های لحظه ای ۷۱
۴-۴-۳- تحلیل داده های لحظه ای ترافیک ۷۱
۴-۵- پیاده سازی سیستم مسیریابی پویا ۷۴
۴-۵-۱- محاسبه کوتاهترین مسیر اولیه (استاتیک) ۷۶
۴-۵-۲- محاسبه کوتاهترین مسیر پویا ۷۸
۴-۵-۲-۱- داده های لحظه ای تراکم ترافیک ۷۸
۴-۵-۲-۲- پردازش داده های لحظه ای ۷۹
۴-۶- اعتبار سنجی سیستم مسیر یابی پویا ۸۱
فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۹
۵-۱- نتیجه گیری ۸۹
۵-۲- مشارکت مؤلف ۹۰
۵-۳- پیشنهادات ۹۱
مراجع ۹۲

فهرست جدول ها

شماره **عنوان** **صفحه**

۱-۲: پیچیدگی الگوریتم دیکسترا در ساختار داده های مختلف ۱۵
۱-۳: طبقه بندی سطوح سرویس بر اساس سرعت و نسبت حجم به ظرفیت ۴۵
۲-۳: نسبت حجم به ظرفیت در سطوح مختلف سرویس برای بزرگراههای چند بانده ۴۵
۳-۳: ضرایب پیشنهادی همسنگ سواری ۴۷
۴-۳: زمان سفر آزاد در رده های مختلف از راههای شبکه ۴۷
۵-۳: مدلهای زمان سفر- حجم در رده های مختلف از راههای شبکه معابر ۴۸
۶-۳: مقادیر مختلف a بر حسب نوع حرکت در یک تقاطع ۵۰
۷-۳: معیار سطح سرویس در تقاطعات چراغدار ۵۰
۸-۳: مقادیر مختلف d_f با توجه به وضعیت خیابان ورودی ۵۲
۹-۳: معیار سطح سرویس در تقاطعات بدون چراغ ۵۲
۱۰-۳: ضریب تغییر زمان سفر در کلاس های مختلف تراکم ترافیک ۵۸
۱-۴: طبقه بندی پیشنهادی حوادث ثبت شده در سیستم ثبت وقایع شرکت کنترل ترافیک ۷۱
۲-۴: اولویت حوادث در پاییز سال ۱۳۸۵ ..... ۷۳
۳-۴: بخشی از جدول اعتبارسنجی سیستم مسیریابی پویا ۸۵

فهرست شکل ها

شماره	عنوان	صفحه

۱-۱: زمان پاسخ در سیستم های امدادرسانی ۳
۲-۱: جستجوی Breath-First ۱۱
۲-۲: جستجوی Depth-First ۱۲
۲-۳: یک نمونه از گراف با سیکل منفی در سمت راست و سیکل مثبت در سمت چپ ۱۵
۲-۴: طبقه بندی الگوریتم های کوتاهترین مسیر دینامیک ۲۱
۲-۵: طبقه بندی مسئله کوتاهترین مسیر زمان مبنا ۲۶
۲-۶: طبقه بندی شبکه های حمل و نقل ۲۶
۲-۷: الگوریتم DOT ۳۱
۲-۸: الگوریتم TDLTP ۳۲
۲-۹: الگوریتم Chrono-SPT ۳۳
۳-۱: سیاست های مختلف مسیریابی ۳۸
۳-۲: روش پیشنهادی برای مدلسازی تراکم ترافیک ۴۲
۳-۳: نمایش شماتیک سطوح سرویس در معابر ۴۴
۳-۴: نمایش شماتیک سطوح سرویس در تقاطعات ۴۴
۳-۵: نمونه ای از اطلاعات لحظه ای حوادث و تراکم ترافیک اخذ شده از شرکت کنترل ترافیک تهران ۵۴
۳-۶: طبقه بندی تراکم ترافیک به صورت کیفی بر اساس داده های اخذ شده ۵۵
۳-۷: نسبت زمان سفر به زمان آزاد در سطوح مختلف تراکم ترافیک بر اساس داده های اخذ شده ۵۶
۳-۸: تعیین رابطه بین دو طبقه بندی مختلف تراکم ترافیک ۵۷
۳-۹: ساختار سیستم طراحی شده برای مسیریابی پویا در خودروهای امدادرسانی ۶۰
۳-۱۰: مدلهای مختلف تلفیق GIS با کاربردهای حمل و نقل ۶۱
۳-۱۱: نمایش معابر یک طرفه و دوطرفه ۶۲
۳-۱۲: مدل مفهومی سیستم مسیریابی پویا در خودروهای امدادرسانی ۶۴
۳-۱۳: فلوچارت اجرایی و تبادل داده در سیستم مسیریابی پویا ۶۶
۴-۱: قسمتی از شبکه معابر شهر تهران مورد مطالعه در این تحقیق ۶۸
۴-۲: طبقه بندی داده های لحظه ای ترافیک در پاییز سال ۱۳۸۵ ..... ۷۲
۴-۳: طبقه بندی میانگین داده های لحظه ای ترافیک در پاییز سال ۱۳۸۵ ..... ۷۳
۴-۴: فلوچارت اجرائی سیستم مسیریابی پیاده سازی شده ۷۵
۴-۵: نمای نرم افزار ویژه سازی شده ArcGIS همراه با ابزار ایجاد شده برای مسیریابی پویا ۷۶
۴-۶: رابط گرافیکی کاربر جهت اخذ اطلاعات ترافیکی ۷۸
۴-۷: پراکندگی نقاط کنترل ۸۲
۴-۱۰: رابطه بین زمان سفر و بهبود زمان سفر در نتیجه استفاده از سیستم مسیریابی پویا ۸۶
۴-۱۱: رابطه بین زمان سفر استاتیک و درصد بهبود زمان سفر ۸۷
۴-۱۲: مقایسه زمان سفر در حالت مسیریابی استاتیک و پویا ۸۸

فهرست اختصارات

مخفف	معادل انگلیسی
ATIS	*Advanced Traveler Information System*
EVP	*Emergency Vehicle Priority*
DOT	*Decreasing Order of Time*
DSP	*Dynamic Shortest Path*
DTI	*Deterministic and Time-Invariant*
DTV	*Deterministic Time-Variant*
FIFO	*First In First Out*
GIS	*Geospatial Information System*
GIS-T	*GIS for Transportation*
GPRS	*General Packet Radio Service*
GPS	*Global Positioning System*
GSM	*Global System for Mobile*
IP	*Internet Protocol*
ITS	*Intelligent Transportation System*
LPA*	*Lifelong Planning A**
PVM	*Parallel Virtual Machine*
STV	*Stochastic Time-Varying*
TDLTP	*Time-Dependent Least-Time Path*
TDSP	*Time-Dependent Shortest Path*

فصل اول: مقدمه

۱-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق

سیستم حمل و نقل یکی از موضوعات مهم جامعه است که تاثیر مهمی در اقتصاد، محیط زیست و زندگی اجتماعی انسان می‌گذارد. یکی از مشکلات بزرگ این سیستم در جوامع مدرن، تراکم ترافیک است که باعث اتلاف زمان زیادی در معابر می‌شود. ترافیک سالانه خسارت بسیاری را به شهروندان تحمیل کرده که از آن جمله می‌توان به افزایش مصرف سوخت، آلودگی هوا، فشارهای عصبی، تهدید سلامتی و همچنین هدر رفتن زمان شهروندان اشاره کرد. شهر تهران یکی از شهرهایی است که دارای معضل ترافیکی بسیار زیادی می‌باشد. مطابق آمارهای ارائه شده، سالیانه دو میلیارد ساعت وقت مردم تهران در ترافیک تلف می‌شود (عالیوند و همکاران، ۱۳۸۶).

تراکم ترافیک یک پدیده پویا است که در مکان های خاصی اتفاق می افتد و در طول زمان در شبکه انتشار می یابد بطوریکه شرایط تراکم از یک یال به یال های همسایه اش گسترش می یابد (Chen, 1998). الگوهای تراکم ترافیک از نظر مکانی و زمانی پیچیده هستند. از آنجائیکه تقاضا در برخی از شبکه های حمل ونقل شهری نزدیک به ظرفیت است در نتیجه در اثر وقوع یک حادثه پیش بینی نشده مثل تصادف یا خرابی زیرساختارها (مثل پل) به شدت آسیب دیده و دچار تراکم شدیدی می شود.

افزایش پیچیدگی تراکم ترافیک به همراه تاثیرات منفی آن نیاز به ابزارهای جدید جهت تحلیل و پیش بینی الگوهای تراکم را لازم می سازد. از میان رهیافت‌های مختلف ارائه شده برای حل این مسئله، بکارگیری سیستم های پویا از اهمیت زیادی برخوردار است که مسئله مسیریابی پویا مهمترین نقش را در آن دارد.

اغلب الگوریتم‌های کوتاهترین مسیر فقط شرایط فیزیکی راهها را در محاسبه زمان لازم برای تردد در نظر می‌گیرند. اما در واقعیت زمان لازم برای گذر از معابر نه تنها به شرایط فیزیکی معابر بستگی دارد بلکه به سطح تراکم ترافیک موجود نیز بستگی دارد. کوتاهترین مسیر بین مبدا و مقصد تابعی از زمان است زیرا تراکم ترافیک در ساعات مختلف روز متفاوت می باشد. در کوتاهترین مسیر استاتیک فقط فاصله و سرعت متوسط

برای محاسبه زمان سفر در نظر گرفته می شود اما در حالت پویا مسئله تراکم ترافیک لحظه ای شبکه نیز در نظر گرفته می شود.

زمان سفر در محیطهای شهری با توجه به عوامل زیادی مثل شرایط ترافیک، تصادفات و شرایط جوی تغییر می کند. اطلاعات زمان سفر به دو دسته تقسیم می شود. دسته اول پیش بینی های تغییرات زمان سفر در طول روز با توجه به خیابان های پر ترافیک در ساعت اوج ترافیک است. این داده ها به طور قابل ملاحظه ای پویا نیستند چون از قبل برای کل روز مشخص هستند. دسته دوم اطلاعات بلادرنگی است که موجب تغییر در زمان سفر می شود. این تغییر بواسطه حوادث پیش بینی نشده مثل تصادفات است. این اطلاعات موجب بروزرسانی پیش بینی زمان سفر می شود. در یک شبکه ترافیکی با وجود حوادث رانندگی، اگر راننده مسیرش را با سناریوی حادثه تطبیق ندهد ممکن است در یال حادثه دیده گرفتار شود. اما اگر اطلاعات بلادرنگ کافی در مورد حادثه در دسترس باشد راننده می تواند مسیر دیگری را انتخاب کرده و در مقایسه با حالت استاتیک در زمان صرفه جویی کند. در نتیجه مسیریابی پویا باعث کاهش زمان سفر شده و قابلیت اطمینان زمان سفر افزایش می‌یابد.

با توجه به حجم و تنوع داده ها در سیستم های حمل و نقل و از همه مهمتر وابستگی آنها به مکان، خصوصاً در زمینه یافتن مسیر بهینه، بکارگیری یک سیستم اطلاعات مکانی (GIS)[1] مناسب جهت مدیریت و تحلیل های مکان مرجع در شبکه گسترده حمل و نقل ضروری است. سیستم های اطلاعات مکانی به عنوان راهکاری مناسب جهت مدیریت همزمان داده‌های مکانی و توصیفی و مدلسازی توابع هدف جهت کمک به تصمیم‌گیری مناسب کاربران و ارائه راه حل های مناسب مطرح هستند (پهلوانی، ۱۳۸۴).

بکارگیری GIS در سیستم‌های حمل و نقل اخیراً توسعه فراوانی یافته است به نحوی که عنوان اختصاری GIS-T[2] به صورتی کاملاً متداول در این زمینه مطرح شده است(Waters, 1999). GIS با استفاده از قابلیت مدیریت، تحلیل و مدلسازیهای مکان‌مرجع (از جمله مسیریابی زمان‌مبنا)، رابط گرافیکی کاربر و مجسم‌سازی کارتوگرافی الگوهای تراکم زمانی و مکانی پیچیده، به صورت کارآیی از تصمیم‌گیری‌ها پشتیبانی می کند.

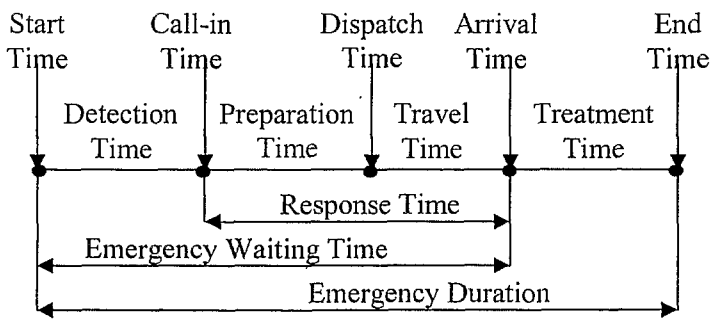
---

[1] Geospatial Information System
[2] GIS for Transportation

۲-۱- هدف از تحقیق

با پیشرفت رایانه، ارتباطات و فناوری‌های پردازش داده، هدف اصلی سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS)[1]، بهبود کارایی کلی سیستم حمل و نقل بدون ساخت راههای جدید است. برنامه های اصلی ITS شامل کنترل ترافیک، سیستم امدادرسانی، سیستم مدیریت ترانزیت، سیستم مدیریت حوادث و سیستم اطلاعات پیشرفته مسافر است. سیستم اطلاعات پیشرفته مسافر (ATIS)[2] مسافرین را در طراحی، درک، تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری جهت تسهیل و ارتقاء امنیت و کارآیی مسافرت یاری می‌دهد. برای اینکه این برنامه‌ها با موفقیت انجام شود لازم است که مدل‌های طراحی در سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند/ سیستم‌های اطلاعات مکانی شرایط جهان واقعی را شبیه سازی کرده و واقعیت را انعکاس دهد. برای همین منظور الگوریتم ادغام شده در هر مدل سیستم مسیریابی بلادرنگ، باید در مقابل درخواست کاربران از نظر زمان پاسخ و صحت اطلاعات به درستی عمل کند (Chabini, 1997).

بهبود کیفیت سیستم های امدادرسانی که متکی بر سطح سیستم حمل و نقل است یکی از اهداف مهم تحقیقات سیستم‌های حمل و نقل هوشمند است. امدادرسانی به موقع یکی از عوامل مهم در کیفیت سیستم های امدادرسانی است. زمان عملیات امدادرسانی می تواند به چهار فاز زمان کشف، زمان آماده سازی، زمان سفر و زمان عمل مطابق شکل ۱-۱ تقسیم شود. فاصله زمانی بین دریافت تماس تلفنی مبنی بر درخواست امداد تا زمان رسیدن خودروی امداد به محل درخواست، زمان پاسخ[3] نامیده می شود که مجموع زمان آماده سازی و زمان سفر است (Yang, 2006).



شکل ۱-۱: زمان پاسخ در سیستم های امدادرسانی (Yang, 2006)

[1] Intelligent Transportation System
[2] Advanced Traveler Information System
[3] Response time

تراکم ترافیک به شدت زمان سفر را تحت تاثیر قرار می‌دهد و در برخی مواقع منجر می‌شود خودروهای امدادرسان زمان زیادی را در تراکم ترافیک سپری کنند. ایجاد یک استراتژی امدادرسانی کارآ نیازمند یک روش کوتاهترین مسیر معتبر است که بتواند از عهده اطلاعات ترافیکی پویا برآید. استفاده از اطلاعات لحظه‌ای ترافیک در هدایت خودروهای امدادرسان به مسیرهایی که تراکم کمتری دارند ممکن است زمان سفر و در نتیجه خسارت مالی و جانی را کاهش دهد(Panahi et al., 2008c). لذا هدف از این تحقیق این است که یک سیستم مسیریابی پویا ارائه دهد که خودروی امدادرسان را با استفاده از اطلاعات ترافیکی بلادرنگ در طول مسیر به صورت لحظه‌ای هدایت نماید تا با شرایط پویای ترافیک تطابق یابد.

در این پایان نامه مسئله کوتاهترین مسیر پویا مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. با مرور ادبیات مختلف مربوط به این مسئله، در این تحقیق یک طبقه بندی جامع برای آن ارائه شده است. طبقه بندی پیشنهادی، بر اساس نوع نگرش به پویا بودن شبکه مطرح شده است که تحت عنوان مسئله "کوتاهترین مسیر دینامیک" و مسئله "کوتاهترین مسیر زمان مبنا" نام گذاری شده است. تحقیقات و الگوریتم های مربوط به این دو طبقه به صورت مجزا بیان شده است. یکی از مشارکت های مؤلف این است که مسئله کوتاهترین مسیر پویا را که در ادبیات مختلف به صورت پراکنده بیان شده است به طور واضح بر مبنای مجموعه مسئله های کوتاهترین مسیر دینامیک و کوتاهترین مسیر زمان مبنا دسته بندی نموده و تحقیقات و الگوریتم های هر یک را به تفکیک بیان کرده است.

سناریوی این تحقیق به این صورت است که یک سیستم مسیریابی در مرکز اورژانس مستقر می باشد. با دریافت یک تماس تلفنی جهت ارسال آمبولانس، سیستم مسیریابی، بر اساس اطلاعات تاریخی ترافیک شبکه، کوتاهترین مسیر را محاسبه کرده و در اختیار راننده آمبولانس قرار می‌دهد. سیستم مذکور اطلاعات لحظه ای ترافیک را از مرکز کنترل دریافت می کند تا در صورت نیاز، مسیر پیشنهادی را بروزرسانی نماید. این عملیات تا زمانیکه آمبولانس به مقصد نرسیده است ادامه می یابد و می تواند برای انتقال بیمار به بیمارستان نیز استفاده شود.

این سیستم از سه بخش "سیستم مسیریابی"، "سیستم موقعیت یابی" و "سیستم ارتباطاتی" تشکیل شده است. سیستم مسیریابی در محیط GIS پیاده سازی می شود و داده های ترافیکی را با داده های مکانی تلفیق

نموده و به طور لحظه ای کوتاهترین مسیر را برای آمبولانس تعیین می نماید. سیستم موقعیت یابی، موقعیت آمبولانس را مشخص می نماید. سیستم ارتباطاتی برای انتقال اطلاعات ترافیکی به مرکز اورژانس و اعلام کوتاهترین مسیر به آمبولانس (به طور کلی ارتباط بین آمبولانس و مرکز آورژانس) استفاده می شود.

این پایان نامه در بخش مسیریابی متمرکز شده است و زمینه را برای یک کاربرد عملی از مسیریابی پویا فراهم می نماید. بررسی الگوریتم های موجود برای مسئله مسیریابی پویا و پیشنهاد راهکاری مناسب جهت استفاده از مزایای الگوریتم های پویا از اهداف مهم این تحقیق است. هدف دیگر این است که اطلاعات لحظه ای تراکم ترافیک که به صورت کیفی از مرکز کنترل ترافیک اخذ می شود به صورت کمی تبدیل نموده و جهت بروزرسانی داده های زمان سفر استفاده نماید.

انتظار می رود که با پیاده سازی این سیستم در خودروهای امدادرسان، زمان رسیدن خودروهای امداد به محل حادثه کمتر شود و امنیت جان و مال مردم افزایش یابد. در نهایت بیان این مسئله و پیاده سازی مناسب آن کارآیی و قابلیت های GIS را نه تنها در سیستم مدیریت ترافیک بلکه در بیشتر مسائل روزمره آشکارتر و مهمتر خواهد نمود.

۳-۱- فرضیات و محدوده تحقیق

عبارت کوتاهترین مسیر می‌تواند به معنی مسیری که کمترین فاصله هندسی بین دو نقطه را داشته باشد بکار رود اما می توان آن را به طور کلی برای مسیری که کمترین وزن را بین دو نقطه داشته باشد استفاده نمود. در حوزه این تحقیق، کوتاهترین مسیر به معنی مسیری است که کمترین زمان سفر را داشته باشد و معادل سریعترین مسیر است.

در این تحقیق منظور از عبارت "مسیریابی پویا"، تعیین کوتاهترین مسیر به صورت بلادرنگ و بر اساس شرایط لحظه‌ای تراکم ترافیک است. اما عبارت "کوتاهترین مسیر دینامیک" برای پیدا کردن کوتاهترین مسیر در شبکه هایی که تغییرات آنها در طول زمان از قبل مشخص نیست به کار می رود.

این تحقیق مسیریابی پویا را برای خودروهای امدادرسان مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد. تراکم ترافیک که باعث افزایش زمان امدادرسانی می‌شود دارای طبیعت تکراری و غیرتکراری است. در این تحقیق تراکم تکراری

که مربوط به ساعات اوج ترافیک است با داده‌های تاریخی مدل سازی می شود. تراکم غیرتکراری نتیجه حوادث و رویدادهای پیش بینی نشده در معابر شهری است. طبق گزارش ارائه شده (Claramunt et al., 2000) ۶۰٪-۵۰٪ تراکم های ایجاد شده در محیط شهری به علت حوادث ترافیکی است. نادیده گرفتن این حوادث در هنگام طراحی مسیر برای خودروهای امدادرسان ممکن است منجر به هدایت خودروها به مسیرهای متراکم شده و زمان سفر آنها را به طور چشمگیری افزایش دهد. در نتیجه، این تحقیق از داده‌های بلادرنگ تراکم ترافیک که نتیجه حوادث پیش بینی نشده ترافیکی است برای بروزرسانی مسیر طراحی شده استفاده می نماید.

فرضیه دیگر این تحقیق این است که زیرساختارهای لازم برای پیاده سازی سیستم مسیریابی پیشنهاد شده فراهم باشد. یکی از زیرساختارهای لازم، سیستم ارتباطاتی بین خودرو و مرکز اعزام خودروهای امدادرسان و مرکز کنترل ترافیک است. فرض بر این است که ارتباط بین آمبولانس و مرکز اورژانس از طریق بیسیم و یا سایر ابزارهای ارتباطی فراهم باشد و اطلاعات لحظه‌ای تراکم ترافیک از مرکز کنترل ترافیک بوسیله اینترنت در اختیار سیستم مسیریابی مستقر در اورژانس قرار گیرد. سیستم موقعیت یاب همانند سیستم جهانی تعیین موقعیت (GPS)[1]، از دیگر ملزومات سیستم مسیریابی پویا می‌باشد که با استفاده از موقعیت لحظه‌ای خودروی امدادرسان جهت بروزسانی مسیر از آن استفاده می‌شود. به علت عدم دسترسی به GPS، در پیاده سازی سیستم مذکور از تابع تصادفی جهت تعیین موقعیت آمبولانس استفاده شده است. با وجود فرضیات بیان شده، این تحقیق به دنبال انتخاب الگوریتم مناسب، استفاده از اطلاعات لحظه‌ای تراکم ترافیک به منظور بروزرسانی مسیر و برنامه نویسی جهت ایجاد ماژولهای لازم مسیریابی است.

۴-۱- پیشینه تحقیق

این تحقیق از چهار حوزه کوتاهترین مسیر پویا، سیستم های امدادرسانی، شبکه حمل و نقل و ترافیک شهری و GIS تشکیل شده است. در هر یک از این حوزه ها تحقیقات متنوعی انجام شده است اما مطالعه ای که هر چهار مسئله را در نظر بگیرد کمتر گزارش شده است.

---

[1] Global Positioning System