

عنوان و نام پدید آورنده: ارائه دستورالعمل نحوه شبیه سازی، کالیبراسیون و اعتبارسنجی نرم افزار AIMSUN/ تدوین معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران معاونت مطالعات و برنامه ریزی، با همکاری مرتضی خشایی پور و دیگران
 مشخصات نشر: تهران: آوای فهیم، ۱۳۹۱.
 مشخصات ظاهری: هـ، ۵۴ ص.
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۱۰-۱۲-۶
 وضعیت فهرست نویسی: فیا
 یادداشت: با همکاری مرتضی خشایی پور، افشین شریعت مهیمنی، حمید یزدان پناه، نوید کلانتری، مهدی عابدینی، محمدعلی آرمان، زینب عبادی شیویاری.
 یادداشت: کتابنامه: ص. ۵۱
 موضوع: سیستم های حمل و نقل هوشمند -- شبیه سازی کامپیوتری
 موضوع: ترافیک -- مهندسی -- شبیه سازی کامپیوتری
 شناسه افزوده: خشایی پور، مرتضی. ۱۳۶۰
 شناسه افزوده: سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران. معاونت مطالعات و برنامه ریزی
 رده بندی کنگره: TE ۲۲۸/۳ الف ۳۷۱۳۹۱
 رده بندی دیویی: ۳۸۸/۳۱۲
 شماره کتابشناسی ملی: ۳۰۵۲۸۲۲

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۸۱۰-۱۲-۶

نام اثر: ارائه دستورالعمل نحوه شبیه سازی، کالیبراسیون و اعتبارسنجی نرم افزار Aimsun

مؤلفین: مرتضی خشایی پور، حمید یزدان پناه، مهدی عابدینی، زینب عبادی شیویاری، افشین شریعت مهیمنی، نوید کلانتری، محمدعلی آرمان



ناشر: آوای فهیم، خیابان توحید - خلیبان فرصت شیرازی - پلاک ۸۳ واحد ۱۰

مشاور: دفتر همکاری های علمی، صنعتی و فناوری دانشگاه علم و صنعت ایران

ویراستار: مهدی عابدینی

صفحه آرای: شرکت سیسترا پردا

لینوگرافی: لینوگرافی نگار

نوبت چاپ: اول - زمستان ۱۳۹۱

چاپ: چاپ نگار

صحافی: رامک

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

قیمت کتاب: ۱۴۰،۰۰۰ ریال

ناظر چاپ: علی مددی



کلیه حقوق اثر متعلق به معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران می باشد و هر گونه برداشت از اثر به صورت خلاصه یا کلی فقط با اجازه کتبی تدوینگر مجاز می باشد.

ارائه دستورالعمل نحوه شبیه سازی، کالبراسیون و اعتبارسنجی نرم افزار Aimsun

تدوین:

معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران

معاونت مطالعات و برنامه ریزی

با همکاری:

مرتضی خشایی پور

معاون مطالعات و برنامه ریزی سازمان حمل و نقل و ترافیک

حمید یزدان پناه

مدیر اداره مهندسی ترافیک معاونت مطالعات و برنامه ریزی

مهدی عابدینی

کارشناس ارشد اداره مهندسی ترافیک معاونت مطالعات و برنامه ریزی

زینب عبادی شیویاری

کارشناس ارشد اداره مهندسی ترافیک معاونت مطالعات و برنامه ریزی

افشین شریعت مهمی

مدیر آزمایشگاه ترافیک دانشگاه علم و صنعت ایران

نوید کلاتری

مدیر فنی آزمایشگاه ترافیک دانشگاه علم و صنعت ایران

محمد علی آرمان

کارشناس ارشد آزمایشگاه ترافیک دانشگاه علم و صنعت ایران

به نام خالق هستی

پیشگفتار

پیشرفت‌های قابل توجه در علوم کامپیوتر و نرم‌افزار در سالیان اخیر موجب گردیده است در رشته‌ها و تخصص‌های مختلف، استفاده از نرم‌افزارها دارای رشد روز افزونی بوده، به نحوی که در بسیاری موارد، بدون استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزارهای تخصصی مربوط به رشته‌های مختلف، انجام بسیاری از مطالعات و پژوهش‌ها عملاً غیر ممکن خواهد بود. از جمله انواع نرم‌افزارهای مورد استفاده بخصوص در رشته‌های فنی و مهندسی، نرم‌افزارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی است. در رشته مهندسی برنامه‌ریزی حمل و نقل نیز نرم‌افزارهای متنوع و مختلفی با طیف وسیعی از کاربردها در دسترس بوده و در زمینه‌های مختلف با توجه به نوع نیاز و تخصص لازم، می‌توان هر یک از این نرم‌افزارها را بکار گرفته و از خروجی‌های آنها نیز متناسب با موضوع تحقیق و پژوهش بهره‌گیری نمود. بدون تردید انجام شبیه‌سازی ترافیکی در سناریوهای مختلف قبل از اجرای پروژه‌ها و تعیین عوارض و اثرات اجرای آن در وضعیت حمل و نقل، نقش موثری در شناسایی مشکلات و کاستی‌های احتمالی پروژه‌ها داشته و می‌تواند در اصلاح و انتخاب سناریو برتر، تأثیرگذار باشد.

از آنجا که نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مهندسی ترافیک بر مبنای آیین‌نامه‌ها و شرایط کشورهای اروپایی و آمریکایی طراحی و ارائه گردیده است، لذا در اکثر مواقع پیش‌فرض‌ها، پارامترها و مدل‌های بکار رفته در این نرم‌افزارها با شرایط کشور ایران و شهر تهران منطبق و سازگار نبوده و در صورتی که حصول نتایج و خروجی‌های واقعی مورد نظر باشد، می‌بایست متناسب با وضعیت ترافیکی و فرهنگی شهر تهران کالیبره (ایرانیزه) گردند.

از اینرو، معاونت و سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران به عنوان متولی امور حمل و نقل در شهر تهران، با علم به این موضوع، انجام پروژه مطالعاتی "کالیبره نمودن نرم‌افزارهای مهندسی ترافیک بر اساس شرایط ترافیکی شهر تهران" را در سال ۱۳۸۹ در دستور کار خود قرار داد که نتایج مطالعه مذکور در کتابچه‌هایی با موضوعات تخصصی هر یک از فصول مطالعات مربوطه، ارائه گردیده است. در کتابچه سوم با عنوان "ارائه دستورالعمل نحوه شبیه‌سازی، کالیبراسیون و اعتبارسنجی نرم‌افزار Aimsun"، فرآیند انجام کار و دستورالعمل‌های مربوطه در خصوص شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار Aimsun ارائه شده است. شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار Aimsun دارای چهار گام اصلی شامل: ساخت شبکه، کنترل خطاهای احتمالی در مرحله ساخت شبکه، کالیبراسیون و اعتبارسنجی بوده که در این کتابچه پس از معرفی هر یک از گام‌های اصلی، پیشنهادهایی در مورد هر یک از مراحل مذکور ارائه شده است.

مسئلاً گروهی که عهده دار زحمت تهیه این کتابچه‌ها بوده‌اند پذیرای نظرات اصلاحی شما عزیزان برای ویرایش نسخه‌های بعدی آن خواهند بود.

سید جعفر تشکری هاشمی

معاون شهردار و رئیس سازمان حمل و نقل و ترافیک

فهرست عناوین

۱.....	مقدمه.....
۲.....	۱- ساخت شبکه (مدل اولیه).....
۳.....	۱-۱- ساخت شبکه پایه.....
۶.....	۲-۱- وارد کردن تقاضا.....
۹.....	۳-۱- تعیین نحوه کنترل.....
۱۲.....	۴-۱- حمل و نقل همگانی.....
۱۳.....	۵-۱- تعیین سناریوها.....
۱۴.....	۲- کنترل خطاهای مدل.....
۱۵.....	۱-۲- بازیابی داده های ورودی.....
۱۷.....	۲-۲- کنترل با استفاده از خروجی های گرافیکی.....
۱۸.....	۳- کالیبراسیون.....
۱۹.....	۱-۳- تعیین هدف کالیبراسیون.....
۲۰.....	۲-۳- انتخاب متغیرهای کالیبراسیون.....
۲۱.....	۳-۳- انتخاب شاخص نکویی برازش.....
۲۳.....	۴-۳- تعیین تعداد اجراهای نرم افزار.....
۲۳.....	۵-۳- استراتژی انجام کالیبراسیون.....
۳۰.....	۳-۵-۱- گام اول: پیش کالیبراسیون.....
۳۰.....	۳-۵-۲- گام دوم: کالیبراسیون ظرفیت.....
۳۰.....	۳-۵-۲-۱- جمع آوری داده های میدانی ظرفیت.....
۳۱.....	۳-۵-۲-۲- بدست آوردن تخمین مدل شبیه ساز از ظرفیت.....
۳۲.....	۳-۵-۲-۳- انتخاب پارامترهای کالیبراسیون.....
۳۳.....	۳-۵-۲-۴- تابع هدف کالیبراسیون.....
۳۵.....	۳-۵-۳- گام سوم: کالیبراسیون انتخاب مسیر (تخصیص تقاضا).....
۳۵.....	۳-۵-۴- گام چهارم: کالیبراسیون عملکرد.....
۳۸.....	۳-۶- حدود قابل قبول شاخص های نکویی برازش.....
۳۹.....	۳-۷- اعتبارسنجی.....

- ۴- ورود پارامترهای کالیبره شده به نرم افزار AIMSUN ۴۲
- ۴-۱- وارد کردن پارامترهای خودروی معادل به نرم افزار ۴۲
- ۴-۲- وارد کردن پارامتر فاصله بین وسایل نقلیه به نرم افزار ۴۳
- ۴-۳- وارد کردن پارامترهای مدل قبول فرصت به نرم افزار ۴۴
- ۴-۴- وارد کردن پارامترهای مدل تغییر خط به نرم افزار ۴۶
- ۴-۵- وارد کردن پارامترهای مدل پیروی خودرو به نرم افزار ۴۷
- مراجع ۵۱

فهرست شکل ها

- شکل ۱- ساختار دستورالعمل حاضر ۱
- شکل ۲- مراحل اصلی ساخت مدل اولیه ۳
- شکل ۳- وارد کردن پس زمینه ها در نرم افزار AIMSUN ۴
- شکل ۴- منوی اصلاح ویژگی های کمان ها در نرم افزار AIMSUN ۶
- شکل ۵- منوی وارد کردن داده های تقاضا و مسیر دسترسی به آن در نرم افزار AIMSUN ۷
- شکل ۶- منوی وارد کردن داده های انواع وسایل نقلیه و مسیر دسترسی به آن در نرم افزار AIMSUN ۹
- شکل ۷- منوی اصلاح ویژگی های گره ها در نرم افزار AIMSUN ۱۰
- شکل ۸- منوی وارد کردن داده های کنترل تقاطع و مسیر دسترسی به آن در نرم افزار AIMSUN ۱۱
- شکل ۹- منوی اصلاح ویژگی های کنترل تقاطع چراغ دار در نرم افزار AIMSUN ۱۲
- شکل ۱۰- نحوه ایجاد مسیر خط حمل و نقل مکانی و منوی وارد کردن داده های مربوط به آن در نرم افزار AIMSUN ۱۳
- شکل ۱۱- کنترل صحت مدل ۱۴
- شکل ۱۲- روند تنظیم پارامترها و کالیبره کردن مدل ۱۹
- شکل ۱۳- گام های لازم جهت کالیبراسیون مدل های شبیه ساز خردنگر ۲۴
- شکل ۱۴- مراحل کالیبراسیون در حالت کلی ۲۶
- شکل ۱۵- بعضی از پارامترهای مورد توجه در هر یک از مراحل کالیبراسیون ۲۷
- شکل ۱۶- مراحل کالیبراسیون برای حالت خاص (بدون نیاز به کالیبره کردن تخصیص تقاضا) ۲۹
- شکل ۱۷- تعدادی از پارامترهای اصلی جهت کالیبراسیون ظرفیت آزادراه ها ۳۲
- شکل ۱۸- تعدادی از پارامترهای اصلی جهت کالیبراسیون ظرفیت تقاطعات چراغدار ۳۳
- شکل ۱۹- نحوه کار با منوی خصوصیات وسایل نقلیه در نرم افزار AIMSUN ۴۲
- شکل ۲۰- منوی خصوصیات وسایل نقلیه در نرم افزار AIMSUN جهت ورود مقادیر پارامترهای خودروی معادل ۴۳
- شکل ۲۱- منوی خصوصیات وسایل نقلیه در نرم افزار AIMSUN جهت ورود مقادیر پارامتر فاصله بین وسایل نقلیه ۴۴
- شکل ۲۲- منوی خصوصیات وسایل نقلیه در نرم افزار AIMSUN جهت ورود پارامترهای مدل قبول فرصت ۴۵

شکل ۲۳- منوی خصوصیات کمان‌ها در نرم افزار AIMSUN جهت ورود پارامترهای مدل تغییر خط ۴۶

شکل ۲۴ منوی خصوصیات وسایل نقلیه در نرم افزار AIMSUN جهت ورود مقادیر پارامتر زمان عکس‌العمل ۴۷.

www.ketab.ir

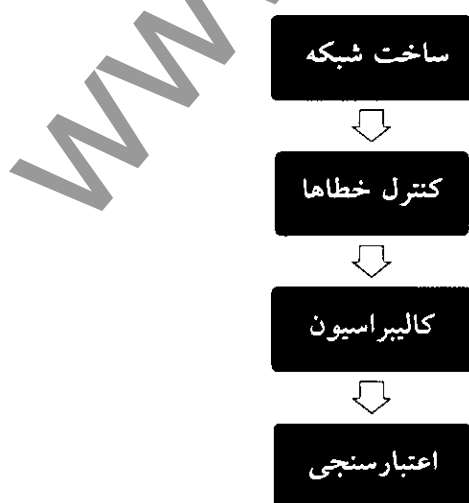
فهرست جداول

جدول ۱ - مشخصات فنی و فیزیکی وسایل نقلیه سواری تولید داخل	۸۰
جدول ۲ - بعضی از مشهورترین شاخص های نکویی برازش	۲۲
جدول ۳ - شاخص های عملکردی مورد توجه در کالیبراسیون عملکرد	۳۶
جدول ۴ - پارامترهای تأثیرگذار برای کالیبره کردن تقاطعات چراغدار در نرم افزار AIMSUN	۳۷
جدول ۵ - پارامترهای تأثیرگذار به منظور کالیبره کردن تقاطعات بدون چراغ در نرم افزار AIMSUN	۳۷
جدول ۶ - پارامترهای تأثیرگذار به منظور کالیبره کردن معابر آزادراهی و شریانی های درجه ۱ در نرم افزار AIMSUN	۳۷
جدول ۷ - پارامترهای تأثیرگذار به منظور کالیبره کردن معابر شریانی درجه ۲ در نرم افزار AIMSUN	۳۸
جدول ۸ - پارامترهای تأثیرگذار به منظور کالیبره کردن نواحی تغییر خط در نرم افزار AIMSUN	۳۸
جدول ۹ - معیارهای پذیرش موفقیت عملیات کالیبراسیون در شبیه سازی	۴۰
جدول ۱۰ - پارامترهای ترافیکی محاسبه شده در تقاطعات شهر تهران	۴۸
جدول ۱۱ - مقادیر توصیه شده برای پارامتر زمان راه دادن در نرم افزار AIMSUN	۴۸
جدول ۱۲ - مشخصات خودروی سواری معادل	۴۸
جدول ۱۳ - مشخصات خودروی تاکسی معادل	۴۹
جدول ۱۴ - مشخصات مرتبط با موتورسیکلت معادل	۴۹
جدول ۱۵ - مشخصات فنی و فیزیکی اتوبوس معادل در شهر تهران	۴۹
جدول ۱۶ - مشخصات وسایل نقلیه سنگین	۵۰
جدول ۱۷ - مقادیر زمان های ناحیه مسافتی	۵۰

مقدمه

در این مبحث، راهنمایی‌های کلی لازم برای استفاده از نرم‌افزار شبیه‌ساز Aimsun ارائه شده است. در ابتدا تذکر این نکته ضروری است که تمامی پیشنهاد‌های این بخش فقط جنبه راهنمایی دارند و مسئول فرآیند تحلیل یک مسئله ترافیکی (از انتخاب روش تحلیل تا ارائه راهکار مناسب)، مهندسی است که دارای دانش و تجربه کافی در زمینه ترافیک باشد. دستورالعمل فعلی حاصل تطبیق و مقایسه مطالعات، مقاله‌های علمی و دستورالعمل‌های بعضی از کشورهای خارجی با وضعیت موجود در تهران است. این دستورالعمل گرچه وامدار تجربیات پیشین است، اما هر جا که لازم بوده با توجه به مقتضیات شهر تهران رویکرد مستقل و متفاوتی را اتخاذ نموده است.

برای استفاده از نرم‌افزار خردنگر شبیه‌ساز Aimsun، در عمل ابتدا شبکه پایه ساخته می‌شود و پس از آن خطاهای احتمالی در مرحله ساخت شبکه اصلاح می‌شود. پس از اطمینان از صحت اطلاعات ورودی، فرآیند تنظیم پارامترهای مدل آغاز می‌شود که فرآیندی رفت و برگشتی است. از این فرآیند در متون فنی به کالیبراسیون یاد می‌شود. با پایان کالیبراسیون، نرم‌افزار توانایی بازتولید مشاهدات میدانی را دارا خواهد بود. برای اینکه مدل ساخته شده برای حالات گوناگون قابل استفاده باشد لازم است که با داده‌هایی مستقل کنترل شود؛ به این فرآیند در متون فنی اعتبارسنجی گفته می‌شود. در این بخش پیشنهاد‌هایی در چهار بخش برای استفاده از نرم‌افزارهای خردنگر شبیه‌ساز ارائه شده است. این چهار بخش عبارتند از: ساخت شبکه اولیه، کنترل خطاها، کالیبراسیون و اعتبارسنجی (شکل ۱).



شکل ۱ - ساختار دستورالعمل حاضر

۱- ساخت شبکه (مدل اولیه)

در این بخش، روند ساخت مدل اولیه در نرم افزار خردنگر شبیه ساز Aimsun توضیح داده خواهد شد. روند توضیح داده شده برای همه نرم افزارهای خردنگر شبیه ساز قابل استفاده است و در مواردی که نکته های اشاره شده مختص به نرم افزار Aimsun هستند، به این موضوع صراحتاً در متن اشاره شده است. در این بخش، هدف در واقع ارائه یک سری کنترل ها برای فرآیند ساخت شبکه است.

ساخت شبکه پس از مرحله طرح ریزی و در نظر گرفتن تمام جنبه های طرح (از جمله هدف مطالعه، محدودیت های مالی و زمانی، تعیین داده های مورد نیاز و موارد دیگر) شروع می شود. با توجه به اینکه اصلاح خطاهای موجود در مرحله ساخت شبکه در مراحل بعدی بسیار وقت گیر و پرهزینه خواهد بود، مراحل ساخت شبکه باید با دقت بالا انجام شود.

برای ساخت مدل لازم است که اولاً داده های مورد نیاز برداشت شوند و ثانیاً کسی که مدل سازی را بر عهده دارد شخصاً از محل بازدید کند. بدیهی است که هم برداشت اطلاعات و هم بازدید میدانی باید در زمان هایی انجام گیرد که ساخت مدل برای آن زمان ها مورد نظر است. تعیین اینکه چه داده هایی مورد نیاز هستند به اهداف پروژه بستگی دارد.

در آغاز شبیه سازی، شبکه به صورت غیر واقعی، خالی و در نتیجه رفتارها به صورت رفتار در جریان آزاد است. در نتیجه زمان آماده سازی^۱ برای شروع بارگذاری شبکه و رساندن آن به وضعیت واقعی، پیش از آغاز زمان اصلی شبیه سازی، استفاده می شود. این زمان به طور کمینه، به اندازه ای بیش از پیمایش کل شبکه توسط وسایل ورودی است. در واقع باید گفت چنانچه مدت زمان شبیه سازی مورد نظر دوره یک ساعته باشد، در صورت اجرای شبیه سازی، در ابتدای این یک ساعت شبکه شبیه سازی شده در محیط نرم افزار خالی از هر وسیله نقلیه است که این، با واقعیت حاکم هماهنگی ندارد. برای اصلاح این ایراد، مهندس شبیه ساز لازم است متوسط زمان سفر در شبکه را تعیین نموده و زمان آماده سازی را تقریباً به میزان همین متوسط تعیین نماید.

زمان تخلیه، زمانی بدون بار ترافیک ورودی است که پس از پایان زمان اصلی شبیه سازی اضافه می شود. این زمان به خودروهایی که در پایان زمان اصلی شبیه سازی در میان راه هستند، فرصت می دهد تا به مقصد برسند و در نتایج شبیه سازی ثبت شوند. برای نمونه در نرم افزار شبیه ساز Aimsun، زمان سفر موقعی ثبت می شود که خودرو به مقصد رسیده باشد و اگر تعدادی از خودروها به مقصد نرسند، طول سفر (بر حسب وسیله نقلیه - کیلومتر) ثبت

^۱ Warm up