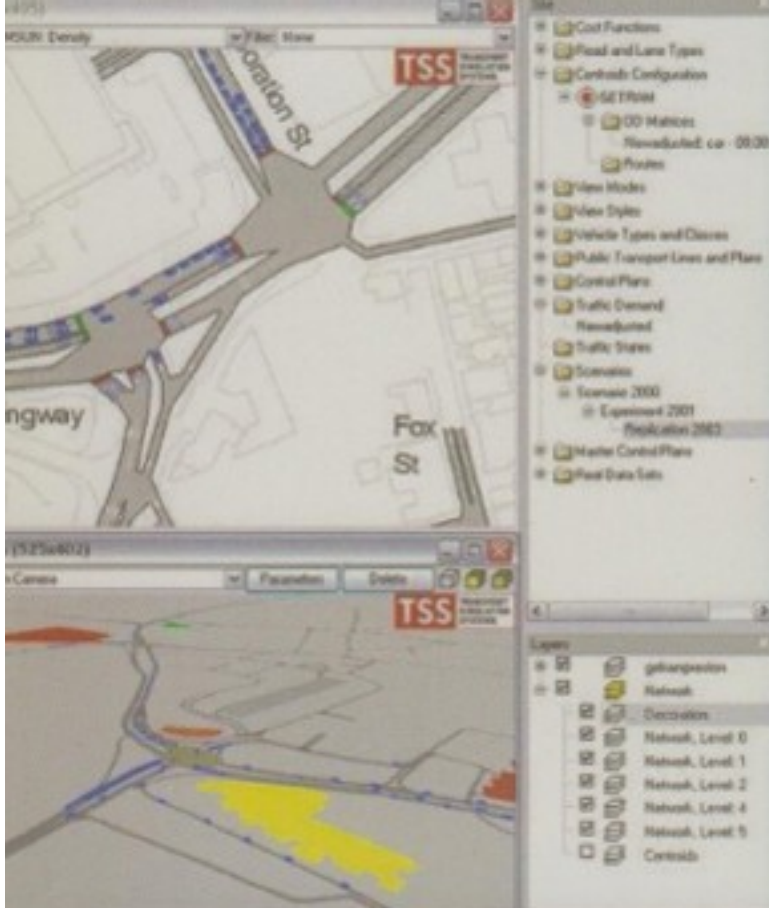
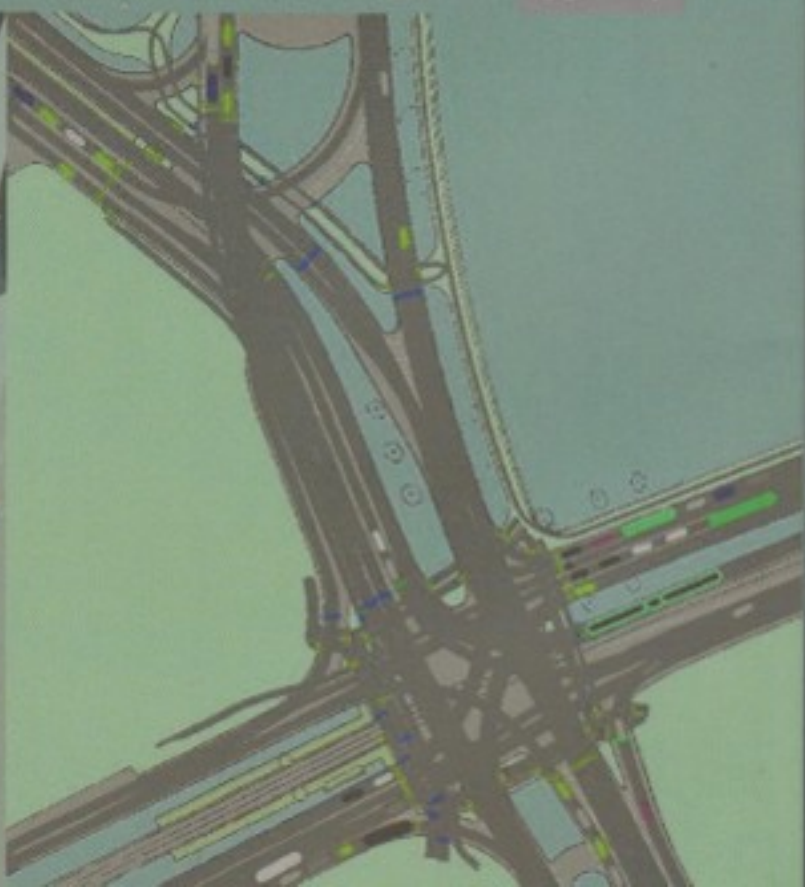




کالیبره نمودن نرم افزارهای مهندسی ترافیک

بر اساس شرایط ترافیکی شهر تهران

جلد اول آشنایی با نرم افزارهای شبیه سازی مهندسی ترافیک



فهرست عناوین

۱	مقدمه
۳	۱- بررسی نقش و کاربرد مدل های شبیه سازی در ارزیابی عملکرد ترافیکی تسهیلات
۶	۲- مقایسه ویژگی های نرم افزارهای ترافیکی مورد استفاده در پروژه های مطالعاتی
۸	۱-۲- نرم افزار Aimsun
۱۰	۲-۲- نرم افزار VISSIM
۱۳	۳-۲- بسته نرم افزاری Synchro و SimTraffic
۱۵	۴-۲- نرم افزار Paramics
۱۷	۵-۲- نرم افزار CORSIM
۲۰	۶-۲- نرم افزار TransModeler
۲۳	۷-۲- نرم افزار Cube Dynasim
۲۵	۸-۲- مقایسه کلی نرم افزارها
۲۹	۳- شناسایی نرم افزارهای موجود در کشور به منظور انجام شبیه سازی ترافیکی
۲۹	۱-۳- شناسایی ارگان های اصلی و مهم در رابطه با شبیه سازی ترافیکی در کشور
۲۹	۱-۱-۳- سازمان های مسئول در زمینه حمل و نقل و ترافیک
۲۹	۲-۱-۳- شرکت های مشاور (بخش های خصوصی در زمینه حمل و نقل و ترافیک)
۳۰	۳-۱-۳- مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی
۳۰	۲-۳- شناسایی نرم افزارها، میزان و موارد استفاده از آنها در کشور
۳۳	۴- شناسایی پارامتر های تاثیر گذار در اولویت بندی نرم افزار ها جهت شبیه سازی
۳۴	۱-۴- قابلیت های عملکردی و دقت
۴۴	۲-۴- راحتی کار و سهولت استفاده
۴۶	۳-۴- کمک به مدیریت دانش کاربران
۴۶	۴-۴- معیار مربوط به کاربران فعلی
۴۷	۵-۴- خصوصیات شرکت فروشنده
۴۸	۵- شناسایی مطالعات مشابه انجام شده به منظور مقایسه نرم افزار های شبیه ساز و بررسی نتایج حاصل از آنها
۴۸	۱-۵- مطالعات داخلی در زمینه مقایسه نرم افزارهای شبیه ساز ترافیکی

۵-۲- مطالعات خارجی در زمینه مقایسه نرم افزارهای شبیه ساز ترافیکی..... ۴۸

۶- جمع بندی..... ۵۷

منابع و مآخذ..... ۵۸

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱- تفاوت مدل‌های برنامه ریزی حمل و نقل، تحلیلی و شبیه سازی..... ۲
- شکل ۲- نمایش محیط نرم افزار Aimsun..... ۱۰
- شکل ۳- نمایش محیط نرم افزار VISSIM..... ۱۲
- شکل ۴- نمایش محیط نرم افزار Synchro و SimTraffic..... ۱۴
- شکل ۵- نمایش محیط نرم افزار Paramics..... ۱۷
- شکل ۶- نمایش محیط نرم افزار CORSIM..... ۲۰
- شکل ۷- نمایش محیط نرم افزار TransModeler..... ۲۲
- شکل ۸- نمایش محیط نرم افزار Cube Dynasim..... ۲۵
- شکل ۹- شبکه اثرات انتخاب گزینه بهینه به روش تصمیم گیری «فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP)»..... ۳۵

فهرست جداول

جدول ۱- مقایسه نرم افزارهای مورد استفاده در مهندسی حمل و نقل از نظر سطح فعالیت	۷
جدول ۲- مقایسه قابلیت های نرم افزارهای شبیه ساز خرد نگر	۲۷
ادامه جدول ۲- مقایسه قابلیت های نرم افزارهای شبیه ساز خرد نگر	۲۸
جدول ۳- زیر معیارهای «قابلیت نرم افزار در مدلسازی طرح هندسی»	۳۶
ادامه جدول ۳- زیر معیارهای «قابلیت نرم افزار در مدلسازی طرح هندسی»	۳۷
ادامه جدول ۳- زیر معیارهای «قابلیت نرم افزار در مدلسازی طرح هندسی»	۳۸
جدول ۴- زیر معیارهای «قابلیت نرم افزار در پوشش گزینه های تقاضا»	۳۹
ادامه جدول ۴- زیر معیارهای «قابلیت نرم افزار در پوشش گزینه های تقاضا»	۴۰
جدول ۵- زیر معیارهای «قابلیت نرم افزار در اعمال کنترل ترافیک»	۴۱
ادامه جدول ۵- زیر معیارهای «قابلیت نرم افزار در اعمال کنترل ترافیک»	۴۲
جدول ۶- زیر معیارهای «قابلیت نرم افزار در مدلسازی حمل و نقل عمومی»	۴۳
جدول ۷- زیر معیارهای «قابلیت نرم افزار در مدلسازی رفتار کاربران»	۴۴
جدول ۸- زیر معیار های هر یک از این معیارهای آیتم «راحتی کار و سهولت استفاده»	۴۵
ادامه جدول ۸- زیر معیار های هر یک از این معیارهای آیتم «راحتی کار و سهولت استفاده»	۴۶
جدول ۹- خلاصه شناسنامه ای از مطالعه پور رضا و همکاران (۱۳۸۸)	۴۸
جدول ۱۰- خلاصه شناسنامه ای از مطالعه شریعت و بابایی (۱۳۸۵)	۴۹
جدول ۱۱- خلاصه شناسنامه ای از مطالعه فنگ و الفتریادو (۲۰۰۵)	۴۹
جدول ۱۲- خلاصه شناسنامه ای از مطالعه راخا و ون آرده (۱۹۹۶)	۵۰
جدول ۱۳- خلاصه شناسنامه ای از مطالعه شیو و همکاران (۲۰۰۵)	۵۱
جدول ۱۴- خلاصه شناسنامه ای از مطالعه بلومبرگ و دیل (۲۰۰۰)	۵۲
جدول ۱۵- خلاصه شناسنامه ای مطالعه تین (۲۰۰۲)	۵۲
جدول ۱۶- خلاصه شناسنامه ای از مطالعه بوکسیل و یو (۲۰۰۰)	۵۳
جدول ۱۷- خلاصه شناسنامه ای مطالعه جونز و همکاران (۲۰۰۴)	۵۴
جدول ۱۸- خلاصه شناسنامه ای مطالعه شآ و نم (۲۰۰۲)	۵۵
جدول ۱۹- خلاصه شناسنامه ای مطالعه میدلتن و کتر (۱۹۹۹)	۵۶
جدول ۲۰- خلاصه شناسنامه ای مطالعه پرودیس و لانگ لای (۲۰۰۰)	۵۶

امروزه، پیشرفت‌های زیاد در علوم کامپیوتر و نرم‌افزار سبب شده تا در رشته‌ها و تخصص‌های مختلف استفاده از نرم‌افزارها رشد روز افزونی داشته باشد. به نحوی که در بسیاری موارد، بدون استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزارهای آن، انجام بسیاری از فعالیت‌ها غیر ممکن است. از جمله انواع نرم‌افزارهای مورد استفاده بخصوص در رشته‌های مهندسی، نرم‌افزارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی هستند. در رشته برنامه‌ریزی حمل و نقل و مهندسی ترافیک نیز نرم‌افزارهای مختلفی با کاربردهای متنوع تولید شده است و در زمینه‌های مختلف می‌توان هر یک از این انواع نرم‌افزار را بکار برد.

در حمل و نقل بسته به نوع مطالعه و اهداف انجام آن، از انواع متفاوتی از مدل‌ها استفاده می‌شود. برای نمونه مطالعات پیش روی برنامه‌ریزان و مهندسان ترافیک از نظر دیدگاه و سطوح جزئیات متفاوت هستند؛ تمرکز برنامه‌ریزان حمل و نقل بر روی ویژگی‌های کل شبکه، تحلیل عرضه و تقاضا در برهمکنش جریان و ظرفیت شبکه، تاثیر کاربری زمین و غیره است. در حالی که مهندسان ترافیک نیاز دارند بدانند که تغییرات ایجاد شده در طراحی مسیرها، تسهیلات و تجهیزات چه اثراتی بر پارامترهایی مانند ظرفیت، تاخیرها، مشخصات صف و دیگر متغیرهای ارزیابی دارند. در دیدگاه کلاسیک، ظرفیت برای برنامه‌ریزان حمل و نقل یکی از ورودی‌ها و برای مهندسين ترافیک یکی از خروجی‌ها است. شکل (۱) تفاوت مدل‌های برنامه‌ریزی حمل و نقل^۱، تحلیلی^۲ و شبیه‌سازی^۳، محدوده مطالعاتی آنها را نشان می‌دهد.

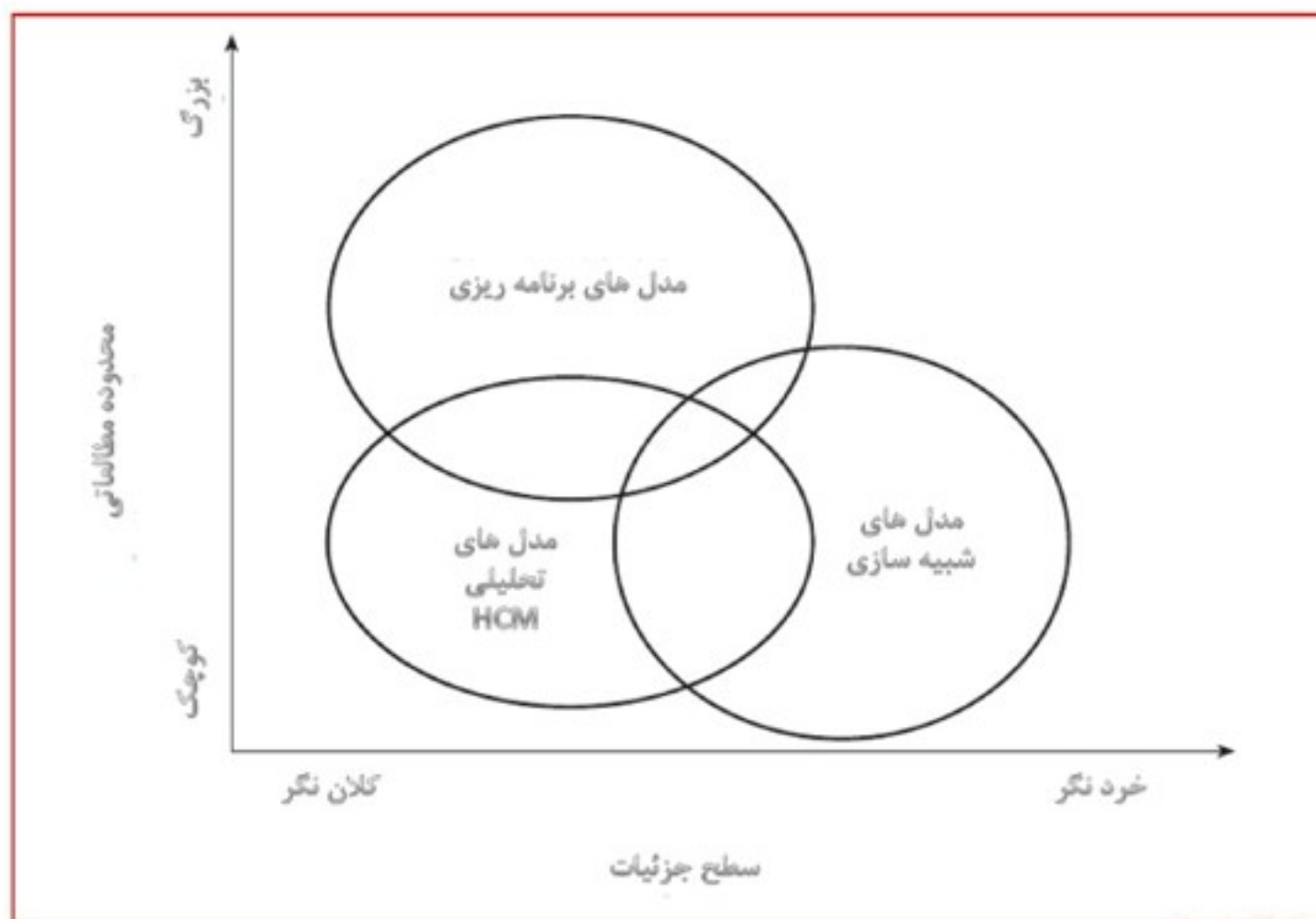
محدوده مطالعاتی مدل‌های برنامه‌ریزی حمل و نقل، محدوده‌های بزرگ جغرافیایی (شبکه بزرگ شامل صدها گره و کمان) است. اهداف این مدل‌ها در جهت بهبود پارامترهای شبکه بر مبنای الگوی ترافیک در آینده و سیاست‌های توسعه، ارتقا و افزایش ظرفیت شبکه است. این مدل‌ها که بیانگر ترافیک در مقیاس کلان است مبتنی بر ارتباط بین جریان و ظرفیت هستند. روش‌های تحلیلی نظیر روش HCM بر روی اجزا و تسهیلات شبکه تمرکز دارد. خروجی اصلی این روش‌ها تعیین سطح سرویس ارائه شده به واسطه ترکیب و ساختار تسهیلات مورد نظر برای جریان ترافیک مشخص است. محدوده مطالعاتی در مدل‌های تحلیلی از یک نقطه معین تا منطقه‌ای کوچک (شبکه کوچک) است. مدل‌های تحلیلی آنهایی هستند که برای ارزیابی وضعیت سیستم مستقیماً از محاسبات ریاضی استفاده می‌کنند در حالی که مدل‌های شبیه‌سازی با قواعدی (عمدتاً به صورت معادلات ریاضی) خودروها را یا به

^۱.Transportation Planning Model

^۲.Analytical Model

^۳.Simulation Model

تنهایی و یا به شکل گروهی در سیستم حرکت می دهند و با در نظر گرفتن جزئیات سیستم به بررسی آن می پردازند. محدوده مطالعاتی در مدل های شبیه سازی مانند مدل های تحلیلی از یک نقطه معین تا منطقه ای کوچک (شبکه کوچک) است، با این تفاوت که در این مدل ها بیشتر به جزئیات پرداخته می شود.



شکل ۱ - تفاوت مدل های برنامه ریزی حمل و نقل، تحلیلی و شبیه سازی [۱]

در ادامه مدل های شبیه سازی و اهمیت این مدل ها تشریح می شود؛ سپس نرم افزارهای شبیه سازی پرکاربرد معرفی و قابلیت های آن بیان می شود و در نهایت قابلیت های آن مقایسه می شود.

۱- بررسی نقش و کاربرد مدل های شبیه سازی در ارزیابی عملکرد ترافیکی تسهیلات

مدل های شبیه سازی ترافیک با استفاده از روش های عددی و به کمک رایانه، چگونگی رفتار ترافیک را در یک دوره زمانی و برای سیستم یا تسهیلات حمل و نقلی معین تشریح می کنند. در مقایسه با مدل های تجربی^۱ و تحلیلی^۲، مدل های شبیه سازی عملکرد سیستم را طی گام های زمانی، برای کل دوره زمانی و با ثبت وقایع و وضعیت سیستم پیش بینی می کند. در حالی که در مدل های تجربی پیش بینی عملکرد سیستم بر مبنای تجزیه و تحلیل داده ها است و روش های تحلیلی بر پایه روابط تئوری بین اجزای سیستم بنا شده اند. برای مدل های شبیه سازی جریان ترافیک می توان نقاط قوت و ضعف متعددی برشمرد. در کتاب HCM موارد زیر به عنوان نقاط قوت مدل های شبیه ساز بیان شده است [۱].

- ۱) برخی از مطالعات را که نمی توان با استفاده از روش های تحلیلی انجام داد، به کمک روش های شبیه سازی قابل انجام است.
- ۲) به جای استفاده از روش های سعی و خطا، مدل های شبیه سازی می توانند بدون پیاده سازی در محیط واقعی، وضعیت محدوده مطالعاتی را پس از اجرای یک طرح مورد آزمایش و ارزیابی قرار دهند.
- ۳) شرایط و وضعیت های جدیدی را که در واقعیت موجود نیستند را می توانند ارزیابی نمایند.
- ۴) درک بهتر و روشن تر از نقش پارامترهای مختلف و نحوه برهمکنش آنها ایجاد می کنند.
- ۵) می توانند از اطلاعات زمانی و مکانی و نتایج آنها، تحلیل های آماری نظیر میانگین و انحراف معیار ارائه دهند.
- ۶) می توانند بازه های زمانی شبیه سازی را بطور واقعی، فشرده شده و یا بسط داده شده مطالعه نمایند.
- ۷) رفتارهای خطرناک را بدون ایجاد هر گونه ریسک برای کاربران سیستم می توانند آزمایش کنند.
- ۸) از آنجا که نرم افزارهای شبیه سازی قابلیت تکرار دارند، می توانند وضعیت های مختلف را برای مقایسه و ارزیابی گزینه های مختلف چندین بار آزمایش کنند.
- ۹) می توانند تأثیر تغییرات صورت گرفته را در عملکرد سیستم بررسی نمایند.
- ۱۰) می توانند فرآیند ایجاد صف را در نظر بگیرند.
- ۱۱) صفوفی که در یک بازه زمانی خدمت دریافت نمودند را به بازه زمانی بعدی منتقل می نمایند.
- ۱۲) در طول زمان می توانند از تقاضای متغیر استفاده نمایند.

^۱. Empirical Model

^۲. Analytical Model

۱۳) می توانند از الگوهای ورود و خدمت دهی غیر متعارف که در روش های ریاضی سنتی وجود ندارد استفاده نموده و ارزیابی نمایند.

نقاط ضعف مدل های شبیه سازی، که در کتاب HCM بیان شده اند عبارتند از [۱]:

- ۱) ممکن است روش های ساده تری برای حل مسئله وجود داشته باشد.
- ۲) مدل های شبیه سازی به حجم قابل توجهی از اطلاعات و مشخصات ورودی نیاز دارند که تهیه و تامین این اطلاعات ممکن است مشکل و یا غیر ممکن باشد.
- ۳) مدل های شبیه سازی باید بررسی، کالیبره و اعتبار سنجی شوند که بی توجهی به این امر ممکن است مدل را غیر قابل اعتماد و غیر قابل استفاده نماید.
- ۴) توسعه روش های شبیه سازی نیازمند شناخت نظام های مختلف شامل؛ نظریه جریان ترافیک، استفاده و برنامه نویسی کامپیوتر، آمار و احتمال، تصمیم گیری و تحلیل آماری می باشد.
- ۵) برخی از کاربران ممکن است مدل های شبیه سازی را بکار گیرند، بدون آنکه بدانند چه اطلاعاتی و با چه دقتی ارائه می کنند.
- ۶) برخی از کاربران ممکن است مدل های شبیه سازی را بکار گیرند بدون آنکه با محدودیت ها و فرم های مدل آشنا باشند.
- ۷) ممکن است در هر بار اجرا، نتایج مدل اندکی تغییر کند. (البته در برخی مواقع با در نظر گرفتن واقعیت عملکرد احتمالی شبکه های حمل و نقل، این مورد می تواند به عنوان یک نقطه قوت تلقی گردد).

مدل های شبیه سازی بر پویایی جریان ترافیک تمرکز دارند. این مدل ها می توانند از یک نوع تسهیلات تا یک شبکه کامل را شبیه سازی کنند. یک مسئله فرضی ساده شامل وابستگی بین اجزای ترافیکی (مانند: سرفاصله وسایل نقلیه، الگوی جریان مبدأ - مقصد)، قابلیت های فیزیکی اجزا (مانند جریان اشباع، ظرفیت) و فرآیندهای منطقی (مانند زمان بندی چراغ) می شود. لذا در فرآیند شبیه سازی جریان ترافیک، می توان اجزا و پارامترهای مختلف ترافیک را بطور همزمان در نظر گرفت و برهمکنش آنها را مطالعه نمود در حالی که در روش های دیگر مانند روش های تحلیلی بدلیل پیچیدگی روابط اجزا و پارامترها تنها می توان تعداد محدودی از آنها را در نظر گرفت. همچنین با توجه به اینکه روابط مورد استفاده در این روش ها برای شرایط کلی تعیین شده است، در بسیاری از مطالعات با توجه به شرایط و ملزومات خاص خود، یا استفاده از این روش ها امکان پذیر نیست و یا خطای بسیار بالایی دارد.

از دیگر ویژگی های شبیه سازی جریان ترافیک، وارد شدن پارامتر زمان در محاسبات است. این امر به بررسی تغییرات پارامترها در بازه های مختلف زمانی کمک می کند در حالی که در روش های تحلیلی نمی توان روند تغییرات

به دلیل قابلیت‌های نرم‌افزارهای شبیه‌ساز که سبب برتری آن‌ها در مقابل دیگر روش‌ها می‌شود، استفاده از این نرم‌افزارها رو به افزایش است و به سرعت جایگزین روش‌های دیگر شده‌اند. امروزه از شبیه‌سازهای جریان ترافیک در بیشتر مطالعات ترافیکی استفاده می‌شود، چه مطالعاتی که فقط با شبیه‌سازی قابل انجام است و چه مطالعاتی که به روش‌های دیگر نیز قابل انجام است. به همین دلیل تولید و طراحی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز جریان ترافیک رشد قابل توجهی داشته است. عرضه این نرم‌افزارها که از دهه ۸۰ میلادی آغاز شده، امروزه افزایش یافته است و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی متنوعی عرضه شده‌اند که برخی از آن‌ها دارای کاربرد عمومی و برخی دیگر برای اهداف خاصی طراحی شده‌اند. در قسمت بعدی تعدادی از مهمترین و پرکاربردترین نرم‌افزارها معرفی می‌شود.

۲ - مقایسه ویژگی‌های نرم افزارهای ترافیکی مورد استفاده در پروژه‌های مطالعاتی

نرم افزارهای مورد استفاده در حمل و نقل و ترافیک بسته به مدل‌هایی که استفاده می‌کنند (تحلیلی یا شبیه سازی) و نیز مقیاس عملکرد آنها (خردنگر^۱، میان‌نگر^۲ یا کلان‌نگر^۳) متنوع بوده و کارایی متفاوت دارند. لازم به ذکر است که مدل‌ها و نرم افزارهای زیادی در زمینه ترافیک و حمل و نقل طراحی شده است که بسیاری از آنها ماهیت تجاری ندارند و تنها برای اهداف خاصی مانند فعالیت‌های پژوهشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در جدول (۱) تعدادی از پرکاربردترین نرم افزارهای مورد استفاده در حمل و نقل و ترافیک آورده شده است.

^۱.Microscopic

^۲.Mesoscopic

^۳.Macroscopic

جدول ۱ - مقایسه نرم افزارهای مورد استفاده در مهندسی حمل و نقل از نظر سطح فعالیت

تحلیلی	شبیه سازی			نرم افزار
	کلان نگر	میان نگر	خرد نگر	
	√	√	√	Aimsun
		√		Contram
			√	CORSIM
	√		√	Cube
	√			EMME/۲ & EMME/۳
√				HCS ۲۰۰۰
√				HiCAP ۲۰۰۰
	√			OMNITRANS
√				OSCADY
			√	Paramics
√				PASSER
√				Sidra
			√	Synchro/ SimTraffic
	√			TransCAD
			√	TransModeler
√				TRANSYT
			√	VISSIM
	√			Visum

از میان نرم افزارهای جدول (۱)، نرم افزارهای Aimsun، VISSIM، Synchro، Paramics، Corsim، TransModeler و Cube Dynasim که به عنوان شبیه ساز خردنگر جریان ترافیک مطرح هستند در ادامه معرفی شده و قابلیت های اصلی آنها بیان می گردد. لازم به ذکر است که توضیح ویژگی های نرم افزارهای مورد بررسی به صورت اجمالی، و در دو قسمت تاریخچه نرم افزار و قابلیت های کلی هر نرم افزار ارائه شده است.

ارزیابی کلی و مقایسه ویژگی‌های نرم‌افزارهای معرفی شده با توجه به تمام معیارهای موثر در مقایسه، در انتهای این بخش و در جدول (۲) انجام شده است. ویژگی‌های مشخص شده در جدول مذکور نشان دهنده نقاط قوت و ضعف در عملکرد نرم‌افزارهای مورد مقایسه است. این مقایسه و بیان ویژگی‌های مثبت و منفی نرم‌افزارهای شبیه‌ساز به تفکیک در زمینه قابلیت‌های شبیه‌سازی شبکه، قابلیت‌های شبیه‌سازی کنترل گره، قابلیت‌های شبیه‌سازی اجزای شبکه ترافیک مانند پارکینگ و حمل و نقل همگانی، و سایر قابلیت‌های شبیه‌سازی مانند خروجی انیمیشنی انجام شده است.

۲-۱- نرم افزار Aimsun

الف) تاریخچه نرم افزار

این نرم افزار محصول شرکت TSS اسپانیا است. پیشینه این نرم افزار و شرکت TSS به سال ۱۹۸۶ برمی گردد که با اجرای پروژه ای تحقیقاتی توسط گروهی پژوهشی از دانشگاه صنعتی کاتالونیا^۱ (UPC)، موسوم به LIOS آغاز شد [۲].

پس از آن، بواسطه تعدادی پروژه تحقیقاتی در اسپانیا و اتحادیه اروپا، شبیه ساز خردنگر Aimsun در پوسته و قالبی با نام GETRAM تحت محیط UNIX شکل گرفت. گروه DHV از دانشگاه UPC تصمیم گرفتند، TSS را در سال ۱۹۹۷ تاسیس کنند [۱].

این شرکت منحصراً بر روی توسعه و بازاریابی نرم افزارهای مدل‌سازی حمل و نقل برای مهندسی ترافیک، مدیریت و بهره برداری ترافیک تمرکز دارد. شرکت TSS با رشد روز افزون خود در سال ۲۰۱۰ نسخه ۶.۱ نرم‌افزار Aimsun را عرضه کرده است که به بیش از ۱۶۵۰ کاربر در ۶۰ کشور خدمات ارائه می‌کند [۲].

ب) قابلیت های کلی نرم افزار

نرم‌افزار Aimsun دارای قابلیت‌های زیادی است که آن را قادر می سازد تا در یک محیط از روش‌های استاتیک و دینامیک استفاده نماید. از ویژگی‌های این نرم‌افزار می‌توان به محیط گرافیکی بسیار کامل، قابلیت کار با بیشتر مدل‌های تقاضای سفر رایج، توانایی ارتباط با ابزار و نرم‌افزارهای کنترل و بهینه سازی چراغ اشاره نمود. علاوه بر این در کاربردهای خاص نظیر اهداف تحقیقاتی و یا فعالیت‌های همزمان، می توان برای برنامه نویسی از script Python و C++ در این نرم‌افزار بهره گرفت.

^۱ Technical University of Catalonia

از جمله مطالعاتی که Aimsun می‌تواند در بررسی آن‌ها مفید باشند، می‌توان به مواردی مانند سیستم‌های پشتیبان برای مدیریت حمل و نقل عمومی، ارزیابی سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS)، تحلیل ایمنی، و عوارض و قیمت گذاری جاده‌ها اشاره کرد [۲].

ساخت مدل در Aimsun با توجه به قابلیت‌های گرافیکی آن به سادگی امکان پذیر است. ابزاری مانند نمایش جداول، فیلتر و جستجو، ویرایش گروهی و امکاناتی مانند Copy/Paste، Undo/Redo و Hyperlinks که بصورت استاندارد در بسیاری از نرم‌افزارها وجود دارند، در این نرم‌افزار نیز وجود دارد. برخی از اهم ابزارها و امکاناتی که Aimsun در ارتباط با پروژه‌های شبیه‌سازی ترافیکی ارائه می‌دهد عبارتند از [۲]:

- مدلسازی چراغ‌های راهنمایی هوشمند.
- تامین اولویت عبور برای حمل و نقل عمومی.
- تعریف استراتژی‌های پیچیده ترافیکی.
- مدیریت سناریوها در اجرای شبیه‌سازی و تکرار آن‌ها.
- تولید فایل‌های خروجی با فرمت تصویر، فیلم و جدول.

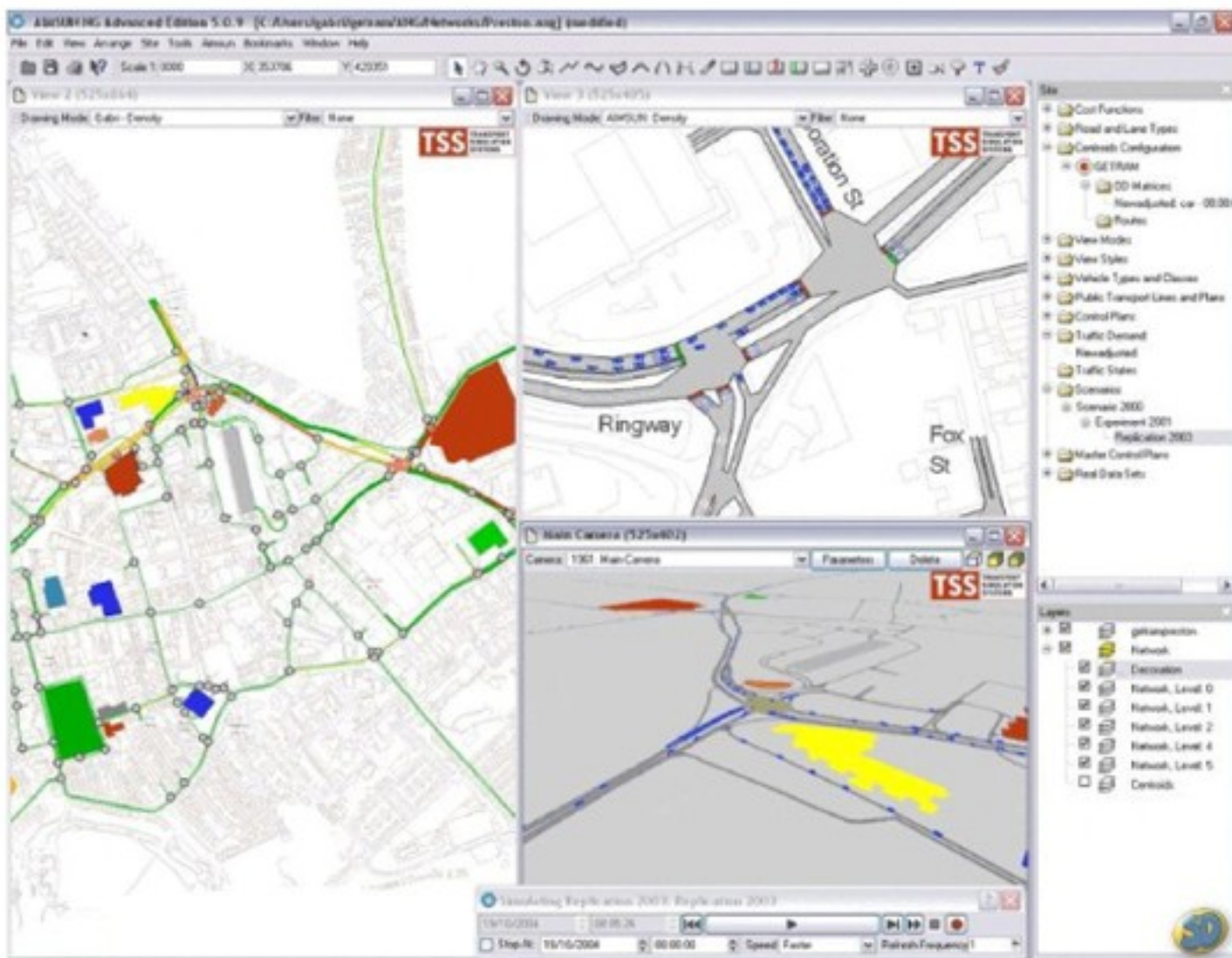
از دیگر قابلیت‌های محیط Aimsun توانایی ارتباط آن با نرم‌افزارهایی همچون CAD، GIS، سایر نرم‌افزارهای مدلسازی، نرم‌افزارهای بهینه‌سازی چراغ و نرم‌افزارهای (ابزارهای) کنترل ترافیک است.

این نرم‌افزار برای مدل‌های شبیه ساز خردنگر از مدل‌های پیروی خودرو^۱ و تغییر خط^۲ و قبول فرصت^۳ استفاده می‌کند. مدل‌های Aimsun مانند دیگر مدل‌های شبیه‌سازی نیازمند کالیبراسیون است. تمامی پارامترهایی که نیازمند کالیبراسیون هستند، در دنیای واقعی دارای مفهوم هستند. به اعتقاد تولید کنندگان، نرم‌افزار Aimsun پارامترهای کافی برای کالیبراسیون را در اختیار می‌گذارد تا بتوان مدل را با واقعیت منطبق کرد. با توجه به اینکه در فرآیند کالیبراسیون، مدیریت داده‌ها پیچیده و مشکل است، این نرم‌افزار برای این هدف، ابزارهایی جهت کمک به کالیبراسیون و کنترل کننده شبکه را در اختیار می‌گذارد. محیط نرم‌افزار Aimsun در شکل (۲) آورده شده است.

^۱.Car-Following

^۲.Lane-Changing

^۳.Gap Acceptance



شکل ۲ - نمایش محیط نرم افزار Aimsun

۲-۲- نرم افزار VISSIM

الف) تاریخچه نرم افزار

این نرم افزار محصول شرکت PTV می باشد، که از سال ۱۹۷۹ در کشور آلمان تاسیس شد. این شرکت در زمینه توسعه، بازاریابی و فروش نرم افزارهای ترافیکی و حمل و نقلی فعالیت دارد. در سال ۲۰۱۰ بیش از ۱۴۵۰ کاربر در نقاط مختلف دنیا از محصولات این شرکت استفاده می کنند.

این شرکت بسته نرم‌افزاری PTV Vision را برای حل مسائل برنامه‌ریزی حمل و نقل، مدلسازی و شبیه‌سازی ترافیک، پیش‌بینی ترافیک، ایمنی جاده‌ای، مهندسی ترافیک و غیره عرضه نموده است. این بسته نرم‌افزاری یک مجموعه کامل شامل مدل‌های برنامه‌ریزی تقاضای سفر و شبیه‌سازی ترافیک برای تمامی مدهای حمل و نقل می‌شود. PTV Vision سطوح مختلف شبیه‌سازی (خرد، میانی و کلان) را بصورت پویا گرد هم آورده است. Visum و VISSIM دو نرم‌افزار اصلی این بسته نرم‌افزاری هستند. Visum نرم‌افزاری برای برنامه‌ریزی حمل و نقل و VISSIM نرم‌افزاری برای شبیه‌سازی خردنگر ترافیک است. آخرین نسخه ارائه شده نرم‌افزار VISSIM نسخه ۵.۳۰ است که در سال ۲۰۱۰ ارائه شده است و در ادامه قابلیت‌های کلی آن بیان می‌شود.

ب) قابلیت های کلی نرم افزار

نرم‌افزار VISSIM، نرم‌افزار شبیه‌سازی جریان ترافیک بصورت چندمدی^۱ است که شامل مدل‌های جریان ترافیک به صورتی که حرکت و مسیر هر وسیله نقلیه را بررسی می‌کند و مدل‌های کنترل چراغ راهنمایی می‌شود. از این نرم‌افزار در پروژه‌های مختلف ترافیک و حمل و نقل می‌توان استفاده کرد. برخی از این پروژه‌ها عبارتند از مطالعات ترافیکی معابر شریانی و آزادراهی، بررسی استراتژی‌های مدیریت آزادراه، مطالعات حمل و نقل همگانی مانند خطوط LRT و BRT، مدل‌سازی عابرین پیاده در محیط‌های مختلف و شبیه‌سازی پارکینگ و پارک حاشیه‌ای.

محیط گرافیکی نرم‌افزار امکانات زیر را در اختیار کاربران قرار می‌دهد[۳]:

- ویرایشگر گرافیکی شبکه برای ورود اطلاعات شبکه معابر، خطوط حمل و نقل همگانی، مسیرها، احجام، شناسگرها، چراغ‌های راهنمایی و غیره.
- تعریف انواع وسایل نقلیه شامل خودروهای شخصی، خودروهای پر سرنشین HOV، کامیون‌ها، اتوبوس‌ها، ترن‌ها، راه‌آهن سبک (LRT^۲)، دوچرخه، عابر پیاده و غیره.
- تعریف رفتار خاص رانندگان بجای مقادیر پیش‌فرض.
- نمایش دوبعدی و سه بعدی از وضعیت ترافیک.
- ارائه خروجی‌هایی نظیر میزان تاخیر، طول صف، زمان سفر، میانگین سرعت و غیره در قالب فایل متنی (txt).

این نرم‌افزار از مدل‌های پیروی خودرو و تغییر خط و قبول فرصت استفاده می‌کند. همچنین، مدل جریان

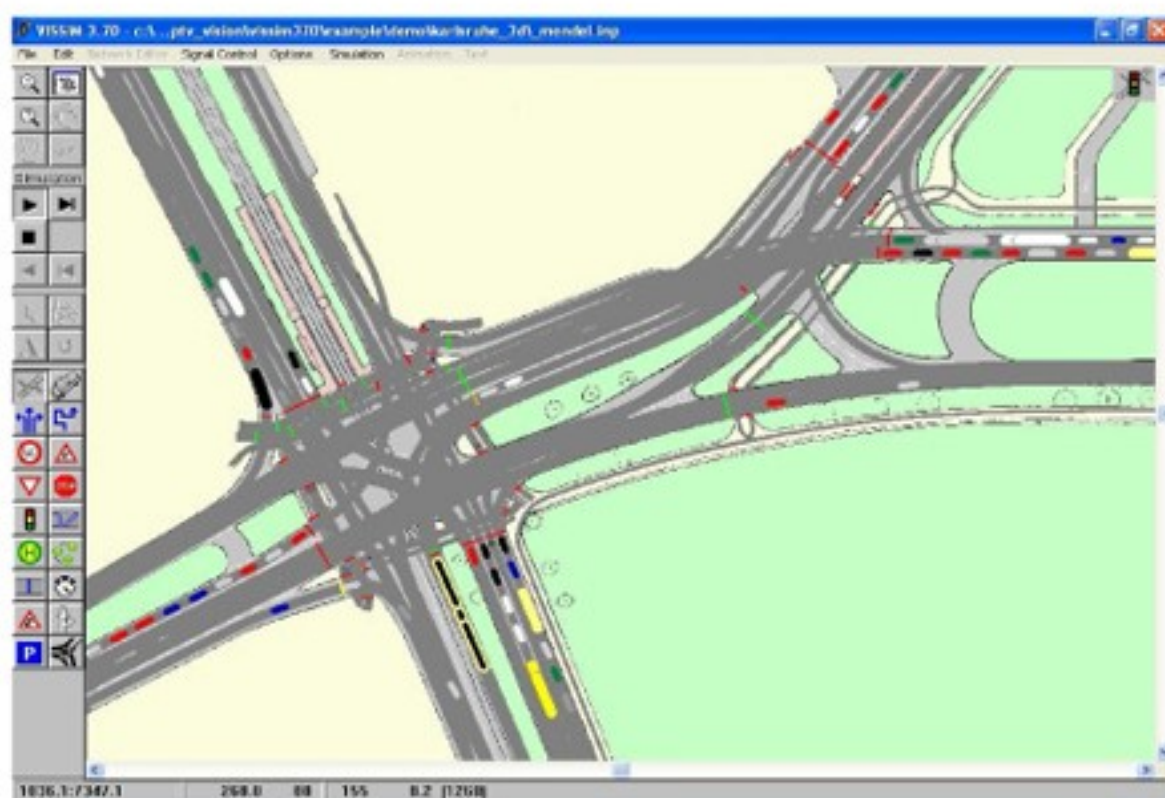
^۱ Multi-Modal

^۲ Light Rail Transit

موازی وسایل نقلیه که امکان حرکت خودرو و موتورسیکلت در یک خط و سبقت خودروها در خطوط عریض را ممکن می‌سازد بر قابلیت‌های این نرم افزار افزوده است. VISSIM از قواعد اولویت دهی برای مدل‌سازی تقاطع بدون چراغ و حرکت‌های تداخلی استفاده می‌کند. در این نرم افزار، تقاطع چراغ دار می‌تواند دارای زمان بندی ثابت یا هوشمند باشد و با اطلاعات ابزار کنترل ترافیک مانند SCATS، SCOOT و غیره منطبق گردد.

نرم افزار VISSIM قادر به ارائه حجم زیادی از اطلاعات تحلیلی برای هر یک از اجزای مدل می‌باشد، برخی از این اجزا و پارامترهای خروجی آن‌ها عبارتند از: تاخیر شبکه، زمان سفر شبکه، چگالی، حجم، سرعت، میانگین طول چرخه و میانگین زمان سبز چراغ راهنمایی [۳].

از قابلیت‌های ویژه این نرم افزار امکان ارتباط با نرم افزار Visum است، با توجه به اینکه این دو نرم افزار توسط یک شرکت ارائه شده است، با یکدیگر بخوبی سازگار بوده و می‌توانند از اطلاعات و خروجی‌های یکدیگر استفاده نمایند. همچنین VISSIM می‌تواند فایل‌های GIS و Synchro را فراخوانی نماید. در این نرم افزار می‌توان برای انجام فعالیت‌های خاص از برنامه نویسی به زبان‌های VB^۱، C++ و Python استفاده نمود. محیط نرم افزار VISSIM در شکل (۳) آورده شده است.



شکل ۳ - نمایش محیط نرم افزار VISSIM

^۱ Visual Basic

الف) تاریخچه نرم افزار

شرکت Trafficware در سال ۱۹۹۴ با هدف توسعه و بازاریابی نرم‌افزار برای مهندسين حمل و نقل تاسيس شد. نرم‌افزارهای Synchro و SimTraffic دو محصول این شرکت هستند که در زمینه بهینه‌سازی زمان‌بندی چراغ و مدلسازی جریان ترافیک از آن‌ها استفاده می‌شود. در ادامه، قابلیت‌های کلی نسخه ۷ نرم‌افزار که آخرین نسخه ارائه شده در سال ۲۰۰۶ است، بیان می‌شود.

ب) قابلیت‌های کلی نرم افزار

نرم‌افزار Synchro از مطرح‌ترین نرم‌افزارها در زمینه طراحی چراغ در تقاطع است. قابلیت اصلی این نرم‌افزار بهینه‌سازی زمان‌بندی چراغ و نیز هماهنگ‌سازی چراغ‌ها با هم است. در بسته نرم‌افزاری شرکت Trafficware علاوه بر Synchro، دو نرم‌افزار SimTraffic و ۳DViewer نیز وجود دارد. یک نرم‌افزار شبیه‌ساز خردنگر است. ۳Dviewer نرم‌افزاری برای نمایش سه بعدی مدل‌ها است. بنابراین این بسته نرم‌افزاری (SynchroStudio) قادر است در دامنه قابل توجهی از پروژه‌ها و مطالعات حمل و نقل و ترافیک بکار گرفته شود.

SimTraffic به منظور کار با نرم‌افزار بهینه‌سازی چراغ Synchro طراحی شد و بعنوان یک نرم‌افزار شبیه‌سازی کاربرپسند با قابلیت‌های بصری تولید گردید. اگرچه در ابتدا، تنها نقطه قوت Synchro در مدلسازی تقاطع چراغدار بود اما با توسعه آن و اضافه شدن SimTraffic؛ نرم‌افزاری مناسب برای استفاده در شبیه‌سازی آزادراه‌ها و شبکه‌های بزرگ نیز تبدیل شد. به دلیل اینکه Trafficware در این نرم‌افزار برای مشخصات عملکرد راننده و وسیله‌نقلیه از مشخصات عملکرد راننده و وسیله‌نقلیه^۱ FHWA استفاده کرده است.

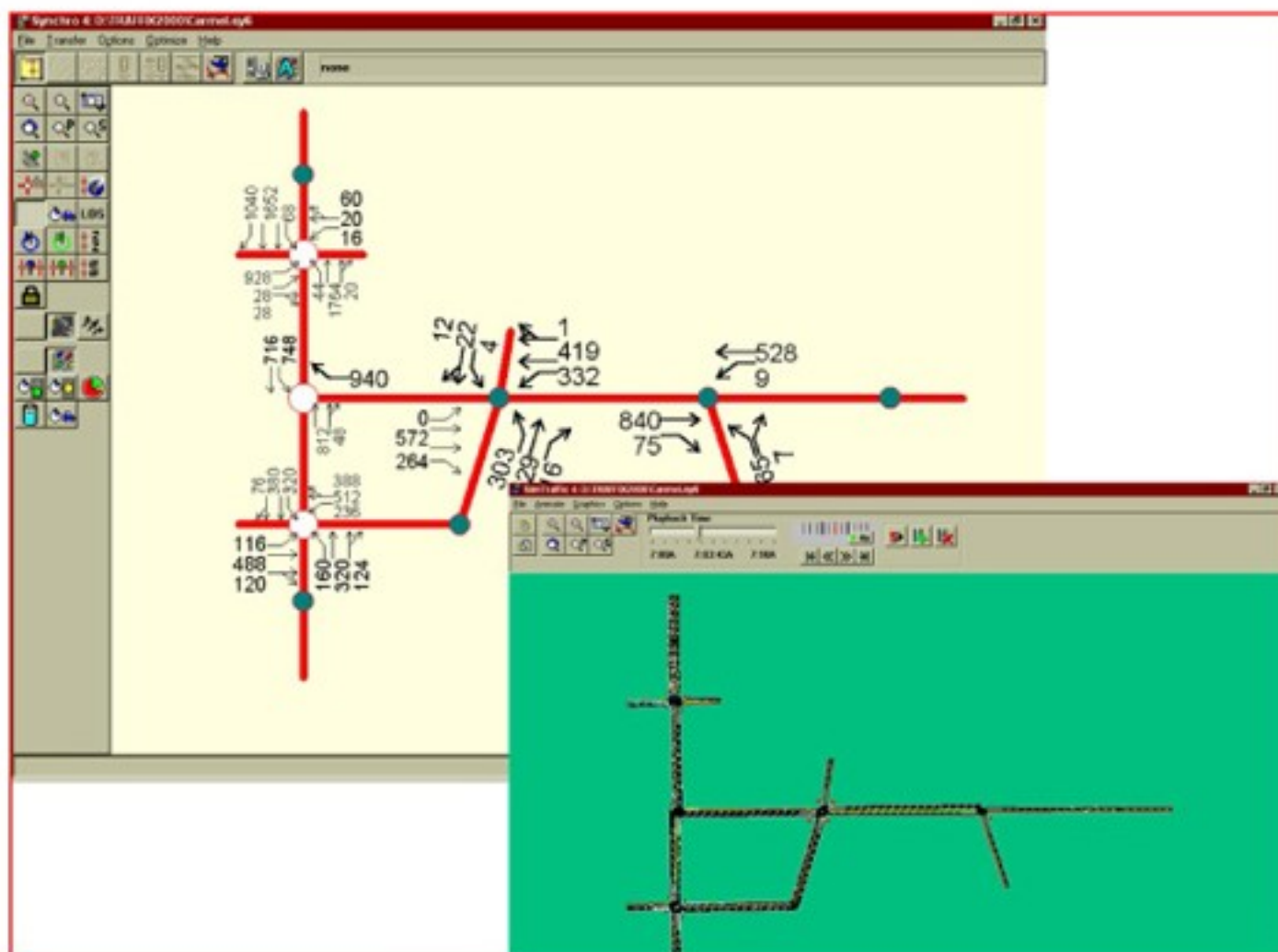
برخی از قابلیت‌های این نرم‌افزار شامل موارد زیر است:

- شبیه‌سازی ۲ و ۳ بعدی جریان ترافیک
- شبیه‌سازی و بهینه‌سازی فازبندی و زمان‌بندی چراغ کنترل تقاطع‌ها
- استفاده از استانداردها و روابط HCM در Synchro
- استفاده از مشخصات راننده و وسیله‌نقلیه بر اساس ضوابط FHWA در SimTraffic
- تولید فایل‌های خروجی با فرمت تصویر، فیلم و جدول.

^۱ Federal highway administration

از این نرم‌افزار نمی‌توان برای شبیه‌سازی حمل و نقل همگانی، کنترل رمپ^۱، پارک حاشیه‌ای و خطوط HOV استفاده نمود. همچنین این نرم‌افزار برای مدل‌سازی میادین نیز ضعیف است. نرم‌افزار Synchro قابلیت محاسبه تأثیر عابر پیاده بر جریان عبوری از تقاطع را دارد. اما نمایش شبیه‌سازی عابر پیاده در SimTraffic ممکن نیست.

محیط نرم‌افزار Synchro و SimTraffic در شکل (۴) آورده شده است.



شکل ۴ - نمایش محیط نرم‌افزار Synchro و SimTraffic

^۱. Ramp Metering

الف) تاریخچه نرم افزار

نرم افزار Paramics ابتدا به عنوان یک پروژه پژوهشی توسط ۲ دانشجو (یک دانشجوی برنامه نویسی و یک دانشجوی رشته ریاضی) در سال ۱۹۹۰ در دانشگاه ادینبورگ بریتانیا تولید شد. در اواسط سال ۱۹۹۰ اعضای این گروه شرکت Quadstone را تشکیل دادند و سپس Quadstone و SIAS با هم شریک شدند ولی این شراکت در سال ۱۹۹۸ منحل شد. در سال ۲۰۰۵، PortraitSoftware شرکت ساخت نرم افزارهای تخصصی در لندن Quadstone را خریداری نمود. امروزه QuadstoneParamics با ارائه نسخه ۶ این نرم افزار، بعنوان یک زیر مجموعه مستقل به کار خود ادامه می دهد [۴].

بسته نرم افزاری Paramics مشتمل بر هشت نرم افزار است که هر یک از هشت نرم افزار این مجموعه به صورت مستقل عمل کرده و در عین حال با هم هماهنگی و تبادل اطلاعات می کنند. به عبارت دیگر، با وجود اینکه هر یک از آن ها به تنهایی یک نرم افزار کامل محسوب می شوند، در کنار یکدیگر مجموعه کاملی را نیز تشکیل می دهند. نرم افزار ParamicsModeler یکی از نرم افزارهای این بسته نرم افزاری است.

ب) قابلیت های کلی نرم افزار

مدل ها در Paramics از گره ها، لینک ها و اجزای مرتبط با آن ها تشکیل شده اند. پارامترهای فیزیکی و دینامیکی هر وسیله نقلیه در حین سفر آن از نواحی مبدأ^۱ به نواحی مقصد^۲ محاسبه می شود. مدل هایی که در این نرم افزار استفاده می شوند مدل های پیروی خودرو و تغییر خط و قبول فرصت هستند [۴]. از جمله مواردی که می توان در آنها از Paramics استفاده نمود عبارتند از:

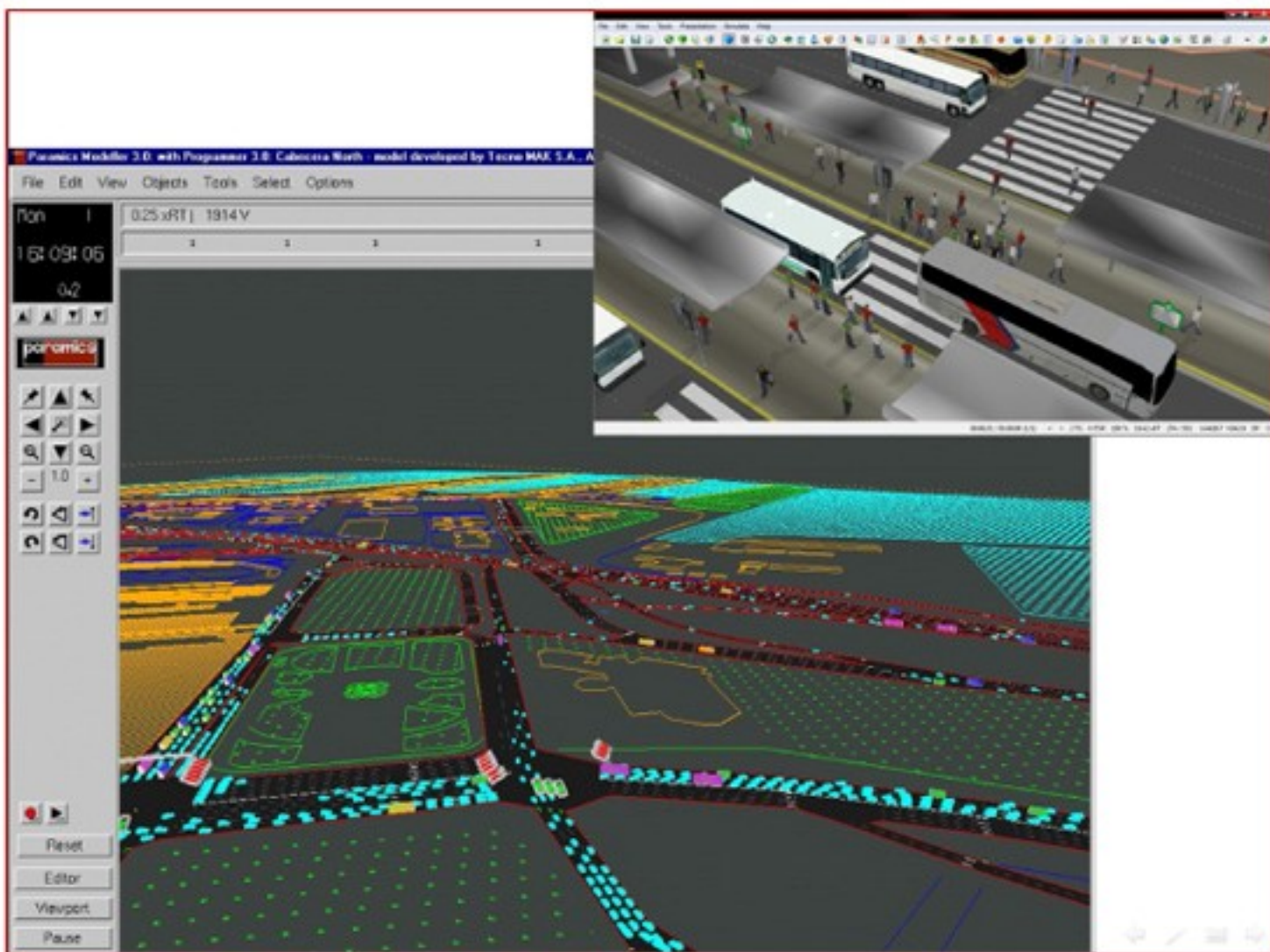
- ارزیابی و طراحی معابر و آزادراه ها.
- پروژه های مهندسی ترافیک.
- ارزیابی و طراحی میادین و تقاطع ها.
- ارزیابی ایستگاه های اخذ عوارض.
- مطالعات سیستم های هوشمند حمل و نقل (ITS).
- مطالعات حمل و نقل همگانی.

^۱.Origin zone

^۲.Destination zone

در این نرم افزار می توان تقاطع های بدون چراغ، چراغ دار با زمان بندی ثابت، زمان بندی هوشمند و تقاطع های هماهنگ شده را شبیه سازی نمود؛ همچنین شبیه سازی میدین، کنترل رمپ و اولویت دهی چراغ نیز در این نرم افزار امکان پذیر است. از دیگر قابلیت های نرم افزار Paramics شبیه سازی عابر پیاده، پارک حاشیه ای و جستجوی فضای پارکینگ است.

در نرم افزار Paramics تقاضای سفر باید بصورت ماتریس مبدا - مقصد برای نرم افزار تعریف شود. اگرچه معمولاً مهندسان ترافیک اطلاعات حجم تقاطع را با برداشت حرکت های گردش بدست می آورند اما برای ورود اطلاعات در مدل باید آن را به ماتریس مبدا - مقصد تبدیل کنند که در بسیاری از مطالعات به سادگی میسر نیست. بجز وسایل نقلیه با مسیر ثابت مانند اتوبوس و یا خطوط ریلی، برای سایر انواع وسایل نقلیه در این نرم افزار، تخصیص ترافیکی صورت می گیرد. هزینه سفر برای تخصیص در هر بازه زمانی بصورت پویا و دینامیک محاسبه و اعمال می شود. محیط نرم افزار Paramics در شکل (۱-۵) آورده شده است.



شکل ۵- نمایش محیط نرم افزار Paramics

۲-۵- نرم افزار CORSIM

الف) تاریخچه نرم افزار

با توجه به اهمیت و نقش مدلسازی و شبیه سازی در رشته برنامه ریزی حمل و نقل و ترافیک، اداره راه های آمریکا (FHWA) از سال ۱۹۷۰ برخی از پروژه های مطالعاتی و تحقیقاتی را به تولید یک نرم افزار شبیه ساز ترافیک

تخصیص داد که نتیجه آن طراحی و توسعه نرم افزار CORSIM بوده است [۵].

نرم افزار CORSIM از دو دسته مدل شبیه ساز خردنگر تشکیل شده است. NETSIM برای شبیه سازی ترافیک در خیابان های شهری و FRESIM برای شبیه سازی جریان ترافیک در آزادراه ها طراحی شده است. برای ساخت مدلی که شامل خیابان های شهری و آزادراه می شود، دو زیر شبکه تعریف می شود که یکی شامل خیابان های شهری بوده و با NETSIM مدل می شود و دیگری شبکه آزادراه ها می باشد که برای شبیه سازی آن از FRESIM استفاده می شود. آخرین نسخه ارائه شده نرم افزار CORSIM نسخه ۶ و در سال ۲۰۰۶ است که در ادامه قابلیت ها و توانایی های کلی آن بیان می شود.

ب) قابلیت های کلی نرم افزار

نرم افزار CORSIM نرم افزاری است که برای مهندسان ترافیک این امکان را فراهم می سازد تا با شبیه سازی و تحلیل معابر شهری و آزادراه ها، کل اجزای یک شبکه ترافیک (شبکه معابر) را شبیه سازی و تحلیل نمایند. این نرم افزار با استفاده از توابع توزیع احتمالی که برگرفته از آمار برداری های وسیع در این رابطه است، مشخصات خاص هر خودرو (طول خودرو، نرخ شتاب)، حداقل فرصت قابل قبول، حداکثر سرعت آزادراه و غیره را تعیین کرده و بر اساس آن شبیه سازی می کند. در نرم افزار CORSIM نیز از مدل های پیروی خودرو و تغییر خط و قبول فرصت استفاده می شود. اگرچه این مدل ها برای شبیه سازی رفتار اتومبیل ها هستند اما می توانند برای شبیه سازی اتوبوس و کامیون نیز مورد استفاده قرار گیرند. در نرم افزار CORSIM تقاطع چراغدار را می توان بصورت چراغ با زمان بندی ثابت و یا چراغ های هوشمند تعریف نمود.

همانطور که بیان شد نرم افزار CORSIM برای شبیه سازی جریان ترافیک معابر درون شهری از مدل شبیه سازی NETSIM استفاده می کند. در این مدل با استفاده از پارامترهای زیر وضعیت ترافیک توصیف می گردد [۵]:

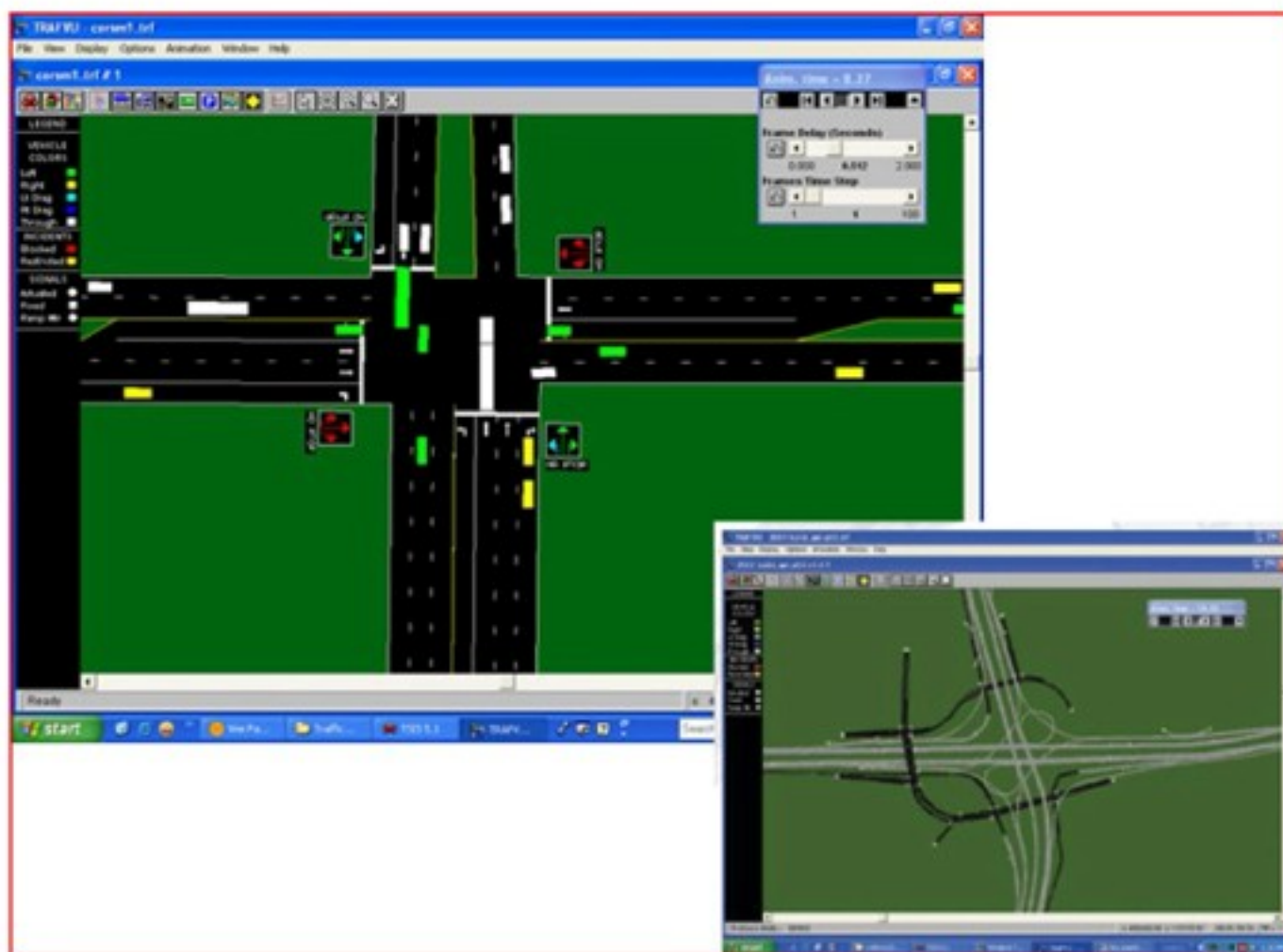
- اجزای ناوگان (اتوبوس ها، اتومبیل ها، کامیون ها و ...)
- ضریب بار (تعداد مسافر در هر وسیله نقلیه)
- حرکت های گردشی
- عملکرد خطوط اتوبوس (مسیرها، حجم جابجا شده، ایستگاه ها، زمان تاخیر و ...)
- خطوط HOV (اتوبوس، تاکسی و ...)
- نحوه ورود به تقاطع

- چراغ‌های با زمان‌بندی ثابت^۱
- چراغ‌های هماهنگ شده^۲
- تعداد خطوط دسترسی به تقاطع
- وقایع و حوادث زودگذر^۳
- مدل شبیه‌سازی FRESIM در برنامه CORSIM برای شبیه‌سازی جریان ترافیک در بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها استفاده می‌شود. ویژگی‌های FRESIM عبارتند از [۴]:
- استفاده از یک مدل جامع تغییر خط
- سیستم کنترل رمپ بر مبنای زمان و میزان ترافیک
- حرکت وسایل نقلیه سنگین که به خطوط مشخصی محدود شده‌اند.
- اختلاف در رفتار رانندگان که شامل ۱۰ نوع راننده از افراد محتاط تا افراد بی‌احتیاط می‌شود.
- محیط نرم‌افزار CORSIM در شکل (۶) آورده شده است.

^۱ Pretimed Signal Control (fix signal control)

^۲ Coordinated signal control

^۳ incidents



شکل ۶ - نمایش محیط نرم افزار CORSIM

۲-۶- نرم افزار TransModeler

نرم افزار TransModeler یکی از نرم افزارهای شبیه سازی جریان ترافیک و محصول شرکت Caliper است. این شرکت در سال ۱۹۸۳ میلادی در آمریکا تاسیس شد و امروزه بعنوان یکی از بزرگترین شرکت های خصوصی در زمینه توسعه نرم افزارهای برنامه ریزی و شبیه سازی حمل و نقل و ترافیک به فعالیت می پردازد. این شرکت که

محصولات خود را بر مبنای GIS عرضه می‌کند، تا سال ۲۰۱۰ بیش از ده هزار کاربر در حدود ۷۰ کشور دارد [۶]. در ادامه قابلیت‌های کلی نسخه ۲.۶ این نرم‌افزار که آخرین نسخه ارائه شده در سال ۲۰۱۰ است، بیان می‌شود.

○ قابلیت‌های کلی نرم‌افزار

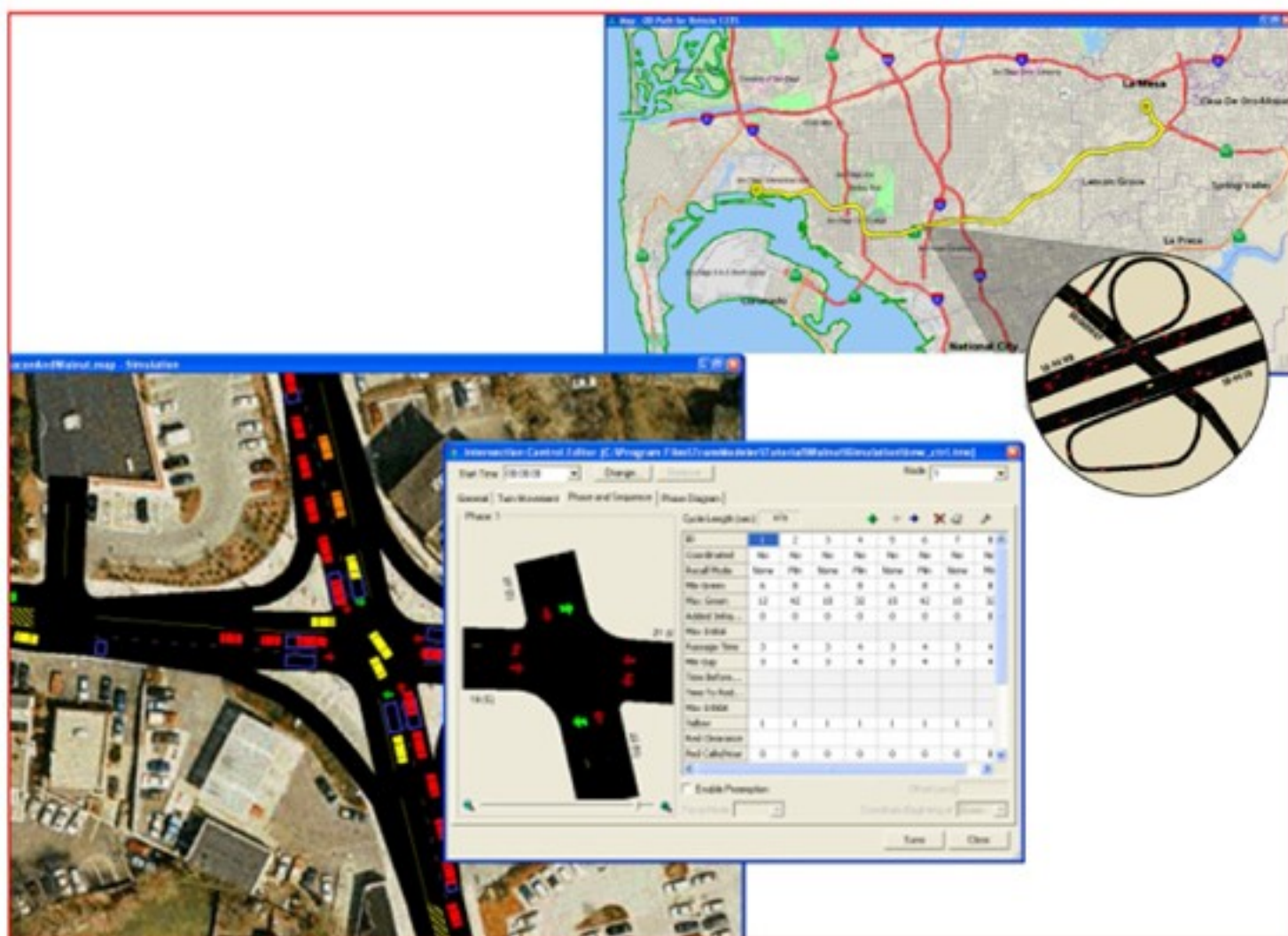
نرم‌افزار TransModeler یکی از پر کاربردترین نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ترافیک است که توانایی شبیه‌سازی انواع معابر از آزادراهی تا معابر درون شهری را داراست. با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان ترافیک را در محیط دو بعدی یا سه بعدی GIS جهت نمایش جریان ترافیک، عملکرد چراغ راهنمایی و دیگر ویژگی‌های شبکه مدل نمود.

در نرم‌افزار TransModeler این قابلیت منحصر به فرد ایجاد شده که با تجمیع مدل‌های شبیه‌سازی جریان ترافیک و سیستم اطلاعات جغرافیایی جهانی (GIS)، ذخیره‌سازی، نگهداری و تحلیل داده‌های ترافیکی تسهیل شود. در این نرم‌افزار (با توجه به GIS مبنا بودن) خواص شبکه در جداول مرتبط به نقشه ذخیره می‌شود تا بر این اساس ورود داده‌ها، کار با داده‌ها، نمایش آن‌ها و نیز کنترل خطاها، بسادگی قابل انجام گردد. مقادیر پارامترهای پویا مانند سرعت، چگالی، جریان و غیره که طی شبیه‌سازی تغییر می‌کنند نیز در جداول مربوطه در نرم‌افزار مرتباً تجدید می‌شوند [۶]. از جمله مواردی که می‌توان در این نرم‌افزار مدل نمود عبارتند از:

- معابر شهری و آزاد راه‌ها را می‌توان در یک شبکه مدل نمود.
- هر میدان در نرم‌افزار TransModeler یک تقاطع واحد است، که با در نظر گرفتن برهمکنش وسایل نقلیه ورودی و وسایل نقلیه داخل میدان مدل می‌شود.
- خطوط HOV، اتوبوس و ایستگاه‌های اخذ عوارض را می‌توان در نرم‌افزار مدل نمود و تاثیرات آن‌ها را بر ترافیک بصورت پویا مطالعه نمود.
- می‌توان برنامه‌ها و سناریوهای تخلیه را در مواقع بحرانی و بلایای طبیعی مدل نمود.
- برای مدیریت ترافیک طی انجام پروژه‌های ساخت و نگهداری معابر می‌توان نواحی فعالیت عمرانی را مدلسازی کرد.
- ابزار اخذ عوارض در این نرم‌افزار این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان انواع مختلف روش‌های اخذ عوارض را چه در نوع پرداخت و چه در سیاست قیمت گذاری متغیر، مدل نموده و نتایج آن را در اختیار تصمیم‌گیران قرار داد.
- در این نرم‌افزار امکان مدلسازی پارک حاشیه‌ای فراهم شده است که می‌توان در آن جستجوی پارک حاشیه‌ای و زوایای مختلف پارک را شبیه‌سازی نمود. امکان مدلسازی انواع چراغ‌راهنمایی مانند زمان بندی ثابت، هوشمند، هماهنگ شده، اولویت دهی و غیره در این نرم‌افزار فراهم شده است.

نرم افزار TransModeler یک نرم افزار شبیه سازی چند مدی است که می توان در آن سیستم حمل و نقل عمومی ریلی و اتوبوسرانی را با تمامی اجزا مدل نمود.

- کار ترکیبی با نرم‌افزار TransCad این امکان را برای TransModeler فراهم کرده است تا بتواند مدل‌های تقاضا و ترافیک را تجمیع نماید. بنابراین نتایج پیش‌بینی تقاضای سفر می‌تواند در TransModeler با جزئیات بیشتری مورد ارزیابی قرار گیرد و نتایج تخصیص سفر در بازه‌های زمانی برای تعیین گلوگاه‌ها، طول صف، ظرفیت اشباع و غیره استفاده شود.
- محیط نرم‌افزار TransModeler در شکل (۷) آورده شده است.



شکل ۷- نمایش محیط نرم افزار TransModeler

الف) تاریخچه نرم افزار

نرم افزار CubeDynasim محصول شرکت Citilabs و یکی از ۸ محصول مجموعه Cube است. نسخه ۵ مجموعه Cube، از ۸ نرم افزار CubeAnalyst، Cube Avenue، Cube Base، Cube Cargo، Land Cube، Cluster Cube، Cube Dynasim و Cube Voyager تشکیل شده است که هر یک فعالیت خاصی انجام می دهند. نرم افزار CubeDynasim یک شبیه ساز خرد نگر جریان ترافیک است. Citilabs شرکتی آمریکایی است، این شرکت تا سال ۲۰۱۰ به بیش از ۲۵۰۰ کاربر در بیش از ۷۰ کشور دنیا خدمات داده است [۷].

ب) قابلیت های کلی نرم افزار

نرم افزار CubeDynasim نرم افزار شبیه ساز خردنگر جریان ترافیک است که به مهندسان و برنامه ریزان حمل و نقل و ترافیک اجازه می دهد، بتوانند تاثیرات هندسی و پارامترهای عملکردی را بر جریان ترافیک شبیه سازی، مشاهده و ارزیابی نمایند. این نرم افزار کاربر را قادر می سازد تقریباً هر سیستم حمل و نقل را با هروضعیت هندسی شبکه، نوع وسیله نقلیه، و یا رفتار راننده شبیه سازی نماید. در این نرم افزار می توان هر یک از موارد زیر را مدل نمود [۷]:

- میدین
- پارکینگ حاشیه ای و مانورهای آن
- مراکز حمل و نقل چند مدی
- ایستگاه ها و ترمینال های اتوبوسرانی و تاکسی
- پارکینگ
- اولویت حمل و نقل عمومی، راه آهن و عابر پیاده
- خطوط دوچرخه
- تسهیلات آزادراهی
- مقاطع تداخلی آزادراه ها
- خطوط HOV
- تسهیلات و ایستگاه های اخذ عوارض
- کنترل رمپ
- تقاطع غیر همسطح

- تقاطع‌های بدون چراغ و چراغ‌دار
- شبکه‌های بزرگ منطقه‌ای
- خطوط گردش به چپ دو طرفه
- فناوری‌های ITS
- وقایع خاص ترافیک
- دور برگردان
- برنامه‌ریزی تخلیه^۱ نواحی شهری در شرایط اضطراری و سوانح غیرمنتظره
- پایانه‌ها و انبارهای کامیون

نرم‌افزار CubeDynasim کاملاً با ساختار Cube هماهنگ بوده و به راحتی با دیگر نرم‌افزارهای مجموعه ارتباط برقرار می‌کند. با توجه به اینکه Cube بر مبنای GIS است می‌توان داده‌های ورودی مانند شبکه را از هر نرم‌افزار دیگر که خروجی GIS می‌دهد، دریافت نمود. بدین ترتیب، بسادگی می‌توان داده‌ها را از نرم‌افزارهای برآورد تقاضای سفر به این نرم‌افزار وارد کرده و تحلیل‌های جزئی‌تری بر روی آن انجام داد. از دیگر ویژگی‌های منحصر به فرد این نرم‌افزار، قابلیت‌های تعریف سناریو در آن است، به این ترتیب که بجای ساخت فایل‌های جدید برای هر گزینه می‌توان گزینه‌های مطرح را در داخل یک فایل و در قالب سناریوهای مختلف تعریف نمود. محیط نرم‌افزار CubeDynasim در شکل (۸) نشان داده شده است.

^۱. Evacuation plans



شکل ۸ - نمایش محیط نرم افزار Cube Dynasim

۲-۸ - مقایسه کلی نرم افزارها

امروزه در مطالعات ترافیکی بطور فراگیر از نرم افزارهای شبیه سازی استفاده می شود و در این راستا نرم افزارهای مختلفی طراحی و به بازار عرضه شده است که می توان با توجه به ماهیت مطالعات مورد نظر و نیز قابلیت ها و مشخصات هر نرم افزار از آن استفاده کرد. در بخش قبل، نرم افزارهای Synchro، VISSIM، Aimsun

CubeDynasim و TransModeler ، CORSIM، Paramics، می باشند، معرفی و برخی از ویژگی‌ها و قابلیت‌های آن‌ها بیان شد. در این بخش به مقایسه این نرم‌افزارها پرداخته می‌شود.

جهت مقایسه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز جریان ترافیک، قابلیت‌ها و امکانات شبیه‌سازی به چهار گروه کلی تقسیم شده‌اند که عبارتند از:

الف) قابلیت های شبیه سازی شبکه:

در این گروه از شاخص‌ها توانایی شبیه سازی اجزای شبکه شامل معابر شهری، آزادراه، خطوط HOV و خطوط گردش به چپ دو طرفه^۱ ملاک مقایسه است.

ب) قابلیت های شبیه سازی کنترل گره:

شاخص‌های نحوه کنترل انواع گره‌ها که می‌تواند توسط نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مدل شود، در این گروه قرار می‌گیرد. این شاخص‌ها عبارتند از، تقاطع بدون چراغ، تقاطع هوشمند، چراغ هماهنگ شده، ابزار کنترل چراغ (توانایی ارتباط با ابزارهای کنترل چراغ راهنمایی مانند SCATS، UTOPIA)، میدان، کنترل رمپ و اولویت دمی چراغ.

ج) قابلیت های شبیه سازی دیگر اجزای ترافیک:

این شاخص‌ها شامل اجزا و مواردی می‌باشد که در جریان ترافیک دارای عملکرد و فعالیتی خاص هستند. حمل و نقل همگانی، عابر پیاده، پارکینگ، جستجوی فضای پارکینگ، خودروی پارک شده و اخذ عوارض در این گروه قرار دارند.

د) سایر قابلیت های شبیه سازی:

دیگر اجزای مدل نیز شامل موارد مختلفی مانند حوادث، تقاضای متغیر، تخصیص OD، تخصیص دینامیکی، تابلوهای پیام متغیر، شناسگرها، انیمیشن ۲ بعدی، انیمیشن ۳ بعدی، بهینه‌سازی چراغ و وضعیت آب و هوایی می‌شود.

قابلیت های نرم افزارهای معرفی شده بخش قبل در جدول شماره (۱-۲) جهت مقایسه این نرم افزارها آورده شده است. همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود قابلیت های این نرم افزارها بسیار به هم نزدیک است.

^۱. Two-Way Left Turn Lanes (TWLTL)

جدول ۲ - مقایسه قابلیت های نرم افزارهای شبیه ساز خرد نگر

TransModeler	Cube Dynasim	CORSIM	Paramics	Synchro/ SimTraffic	VISSIM	Aimsun	نرم افزار نوع تسهیلات	انواع قابلیت ها
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	معابر شهری	قابلیت های شبیه سازی شبکه
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	آزادراه	
✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	خطوط HOV	
X	✓	X	X	X	✓	X	خطوط گردش به چپ دوطرفه	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	تقاطع بدون چراغ	قابلیت های شبیه سازی کنترل ترافیک
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	تقاطع هوشمند	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	چراغ هماهنگ شده	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	میدان	
✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	کنترل ریمپ	
✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	اولویت دهی چراغ	
✓	✓	X	✓	X	✓	✓	حمل و نقل همگانی	قابلیت های شبیه سازی دیگر اجزای شبکه ترافیکی
✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	عابر پیاده	
✓	✓	✓	X	X	✓	✓	پارکینگ	
✓	✓	✓	✓	X	✓	X	جستجوی فضای پارکینگ	
✓	✓	✓	✓	X	✓	X	پارک ساحلیه ای	
✓	✓	X	✓	X	X	✓	اخذ عوارض	

ادامه جدول ۲- مقایسه قابلیت های نرم افزارهای شبیه ساز خرد نگر

TransModeler	Cube Dynasim	CORSIM	Paramics	Synchro/ SimTraffic	VISSIM	Aimsun	نرم افزار	انواع قابلیت ها
							نوع تسهیلات	
√	√	√	√	√	√	√	حوادث	سایر قابلیت های شبیه سازی
√	√	√	√	X	√	√	تقاضای متغیر	
√	√	X	√	X	√	√	تخصیص OD	
√	X	X	√	X	√	√	تخصیص دینامیکی	
√	√	X	√	X	√	√	تابلو پیام متغیر	
√	√	√	√	X	√	√	شناسگر	
√	√	√	√	√	√	√	اتیمیشن ۲ بعدی	
√	√	X	√	√	√	√	اتیمیشن ۳ بعدی	
X	X	X	X	√	X	X	بهینه سازی چراغ	
X	X	X	√	X	X	X	شرایط جوی	

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.