Archive of SID

مدلسازی کامپیوتری از روند واژگون شدن خودروها در تصادفات

محمد مهدی حیدری[۱]

[۱] دانشجوی دکترای سازه های آبی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز ؛ mehdiheydari1@yahoo.com

چکیده

آمارهای راهنمایی و رانندگی این گونه نشان می دهند که میزان تخلفات ناشی از سوانح راهنمایی و رانندگی بر حسب محل وقوع حوادث ، تصادفات برون شهری است که در این بین واژگونی خودروها علت اصلی سوانح جاده ای است . آمار تصادفات جاده‌ای در ایران ۲۰ برابر میانگین جهانی است و به عبارتی ۲/۵ درصد تصادفات رخ داده در نقاط مختلف دنیا مربوط به ایران می‌شود. با توجه به این توضیحات لزوم بررسی علل واژگونی خودروها از اهمیت زیادی برخوردار است . در این مقاله با استفاده از قابلیت های برنامه کامپیوتری PC-CRASH ، مدل سازی از حرکت وسایل نقلیه صورت گرفته و روند واژگون شدن خودرو ارائه و مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. عوامل موثر و مهم شامل مشخصات جاده و تقاطع ها ، ارتفاع مرکز ثقل خودرو و پارامتر های دیگر شامل سرعت خودرو و فاصله ها و .... در زمان مدل سازی ارزیابی و لحاظ گردیده است . تاثیر هر یک از این پارامترهای معرفی شده بر نتایج مدل سازی کامپیوتری نیز تعیین و مشخص شده است . استفاده از این برنامه سرعت بررسی تصادفات را بالا می برد. از جمله امکانات این برنامه لحاظ کردن نظرات کارشناس تصادفات رانندگی در مدل سازی است که اعتبار صحت و دقت نتایج مدلسازی را بالا می برد .

کلمات کلیدی: خودرو ، مدل سازی کامپیوتری ، واژگونی ، تصادف رانندگی ، آزمایش ها .

مقدمه

در حال حاضر برنامه های کامپیوتری زیادی برای مدل سازی حرکت وسایل نقلیه ، که معمولا برای تحقیق و بررسی تصادفات ترافیکی استفاده می شود ، در جهان ایجاد شده است. این برنامه ها روز به روز بهبود یافته و پیشرفت می کنند و نیز ارزیابی عوامل متعددی که ممکن است نتایج مدل سازی کامپیوتری را به نتایج آزمایش های واقعی نزدیک تر کند را نیز در نظر می گیرند.

مدل سازی اثر متقابل چرخ با جاده یکی از اجزاء مهم در مدلسازی کامپیوتری است. هدف اصلی این است که مدل سازی تعامل چرخ با جاده را نزدیک به واقعیت موجود برسانیم . در مرحله اول ، بستگی به انتخاب مدل ریاضی دارد. عوامل متعددی در زمان ایجاد برنامه و یا درزمان بهینه کردن مورد ارزیابی قرار می گیرد، نتایج دقیق تری در زمان استفاده از این برنامه بدست خواهد آمد .

در زمان مدل سازی حرکت وسایل نقلیه با کمک برنامه کامپیوتری ، اطلاعات مختلف بسیاری معرفی می شود ، برای مثال ، در زمان مدل سازی فرایند های ترمز ، لازم است که ضریب چسبندگی با اصطکاک (و یا کاهش سرعت) ، ظرفیت بارخودرو ، زمان شروع فرمان سیستم ترمز تا اجرا و عمل آن ، زمان کاهش سرعت ، در صورت لزوم ، زمان عدم ترمزگیری مشخص گردد .

می تواند پارامترهای بیشتری وجود داشته باشد ، در صورتی که حرکت خودرو در امتداد سطوح مختلف و یا وقتی که حرکت چندین خودرو مدل شود ؛ به عنوان مثال ، مکانیسم تصادف ترافیکی و خودروها ، با توجه به شرایط مختلف قابل تغییر است. عدم دقت در وارد کردن هر یک از پارامترهای معرفی شده خطای نتایج مدل سازی را افزایش می دهد. بنابراین ، بسیار مهم است تا آنجا که امکان دارد پارامترها دقیق تر معرفی شوند. [۱-۱۰].

برنامه مدل سازی کامپیوتری PC CRASH

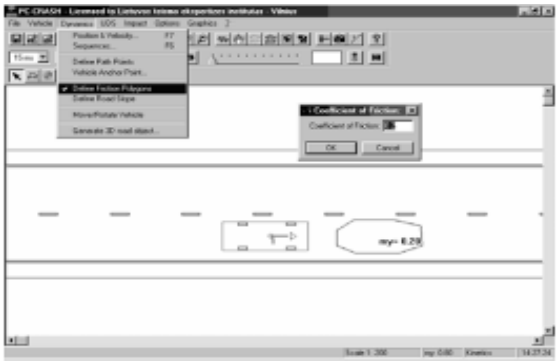
برنامه کامپیوتری PC CRASH یکی از برنامه های کامپیوتری است ، که برای مدل سازی حرکت وسایل نقلیه طراحی شده است[۱۱ ، ۱۲ است]. نسخه های جدید این برنامه را در حال ساخت و ایجاد شدن است .

ویرایش ۵/۰ برنامه کامپیوتری PC CRASH در این تحقیق بیشتر مورد بررسی قرار گرفته است .

ضریب اصطکاک و چسبندگی برای کل سطح تنظیم شده است ، پس از آن ضریب اصطکاک و چسبندگی دیگر را می توان برای بخش های مختلف بصورت جداگانه ای ئر نظر گرفت (شکل ۱).

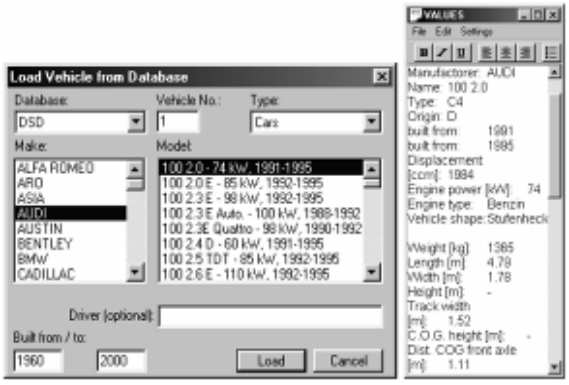
www.SID.ir

Archive of SID



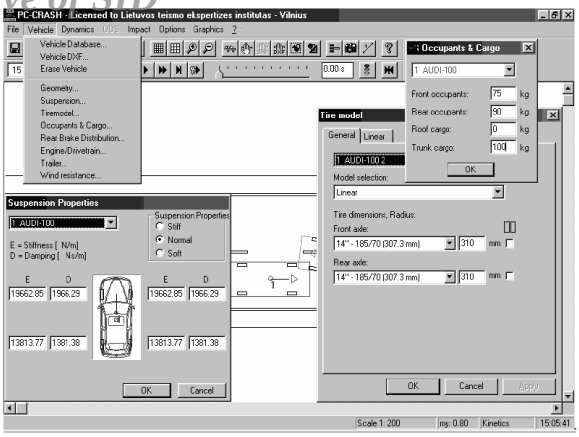
شکل ۱ : معرفی های ضریب اصطکاک مختلف برای یک بخش جداگانه ای از جاده

در زمان مدل سازی به کمک برنامه کامپیوتری PC CRASH ، در مرحله اول مدل خودرو تعریف می شود ، حرکت آن همراه با انتخاب خصوصیات مناسب از بانک اطلاعاتی برنامه مدل می شود (شکل ۲) .



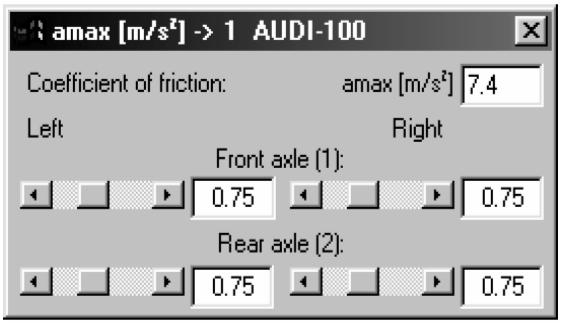
شکل ۲: انتخاب مدل خودرو از بانک اطلاعاتی برنامه

رژیم های مختلف حرکت (ترمز ، شتاب) خودروها ، پارامترهای کاهش سرعت و شتاب حرکت را می توان تنظیم کرد .
امکان انتخاب در زمان مدل سازی و ارزیابی پارامترهای مربوط به خودرو به عنوان پارامترهای وابسته وجود دارد ، میزان ظرفیت و بار خودرو ، نوع تایر و لاستیک ، توزیع نیروی ترمز و غیره را نیز شامل می شود (شکل ۳) .



شکل ۳: نمای کلی محیط برنامه PC CRASH در زمان مدل سازی (پارامترهای خودرو ، که ممکن است انتخاب شود ، دیده می شود)

پس از انتخاب ضریب چسبندگی ، این برنامه به صورت خودکار حداکثر میزان کاهش سرعت خودرو ممکن را انتخاب می کند. این امکان وجود دارد ، بر عکس ، با مشخص شدن مقدار کاهش سرعت پس از آن این ضریب دوباره محاسبه گردد (شکل ۴) .



شکل ۴: معرفی ضریب اصطکاک و کاهش سرعت وابسته به سرعت حرکت خودرو

علاوه بر این ، امکان مشخص شدن کاهش سرعت به عنوان تابعی از سرعت نیز وجود دارد . در این حالت ، کاهش سرعت به عنوان تابع هذلولی مدل می شود ، پارامترهایی که توسط مقادیر کاهش سرعت محاسبه شده اند ، با در نظر گرفتن فرض سرعت حرکت خودرو برابر با ۲۰ و ۸۰ کیلومتر بر ساعت بوده است . این مدل بیشتر برای ترمز در بخش مرطوب و بارانی جاده ، زمای که سرعت بالاست ، مناسب است. با این حال ، برای مدل سازی حرکت خودرو بعد از تصادف ، زمانی که کاهش سرعت کاملاً ماهیتی متفاوت داشته باشد مناسب نیست .

مدل سازی واژگون شدن خودرو

در صورت واژگون شدن خودرو بر روی سقف ، سرعت حرکت آن را قبل از واژگون شدن می توان بر اساس فرمول زیر محاسبه نمود :

www.SID.ir

Archive of SID

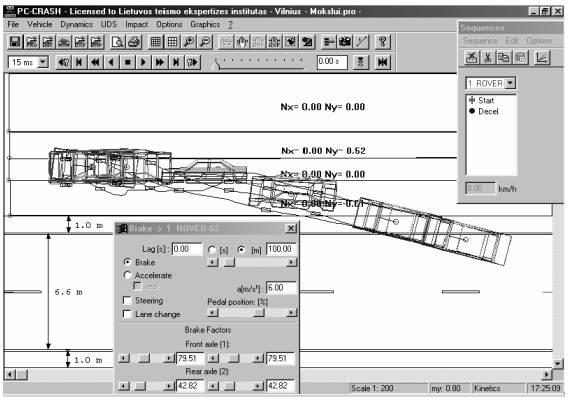
$$V=\sqrt{2g\left[\left(\sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2+h^2}-h\right)+\left(\sqrt{\left(\frac{A}{2}\right)^2+\left(\frac{P}{2}\right)^2}-\frac{P}{2}\right)\right]} \qquad (1)$$

که در آن g شتاب گرانش (۹/۸۱ متر بر مجذور ثانیه) است ؛ B (متر) عرض بین دو چرخ خودرو ، h (متر) ارتفاع مرکز گرانش کل خودرو ، A (متر) ارتفاع خودرو و P (متر) عرض خودرو است .

اگر ، قبل از واژگون شدن و یا پس از واژگون شدن بر روی سقف ، خودرو کشیده و لغزیده شده باشد و سپس واژگون شده باشد را می توان با استفاده از فرمول مورد بررسی و ارزیابی قرار داد . علاوه بر این ، مقادیر انرژی جنبشی خودرو برای ایجاد تغییر شکل خودرو را می توان مورد ارزیابی قرار داد.

با این حال ، در زمان مدل سازی به کمک برنامه PC CRASH ، این امکان وجود دارد که نه تنها به ارزیابی سرعت خودرو قبل از واژگون شدن بپردازیم ، بلکه حرکت خودرو در زمان واژگون شدن را نیز می توان مورد بازسازی قرار داد .

امکان مدل کردن فضایی حرکت خودرو (یعنی حرکت سه بعدی) ، با در نظر گرفتن پارامترهای از قبیل مشخصات جاده و نیمرخ جاده، از جمله مشخصات متقاطع جاده ، محل مرکز گرانش خودرو ، یکی از مزایای استفاده از برنامه PC CRASH است. بسیار مهم است ، زیرا بدون این امکان و قابلیت (به عنوان مثال ، در زمان مدل سازی سسطحی) ، باز گرداندن چنین حرکت پیچیده ای از خودرو به عنوان فرآیند واژگون شدن خودرو غیر ممکن می شود . شکل های ۵ تا ۷ مدل شده واژگونی خودرویی را در زمانی که به سمت پایین شیب جاده حرکت می کند نشان داده است .



شکل ۵: نمای واژگون شدن خودرو از بالا

اطلاعات و داده های زیر برای برنامه معرفی شد :

خودرو : ROVER-620

طول خودرو : ۴/۶۵ متر

عرض خودرو : ۱/۷۲ متر

ارتفاع خودرو : ۱/۳۸ متر

ارتفاع مرکز ثقل خودرو از سطح زمین : ۰/۵۰ متر

فاصله بین محور جلو و محور عقب خودرو : ۲/۷۲ متر

عرض بین دو چرخ جلو : ۱/۴۸ متر

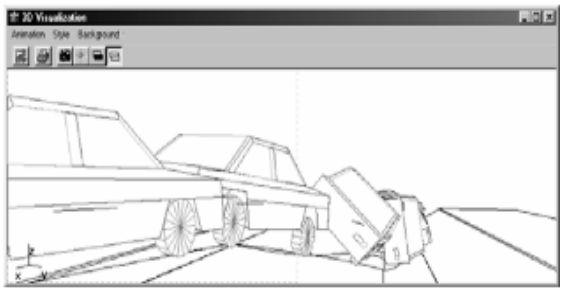
عرض بین دو چرخ عقب : ۱/۴۸ متر

جرم خودرو (خالی) : ۱۲۵۵ کیلوگرم

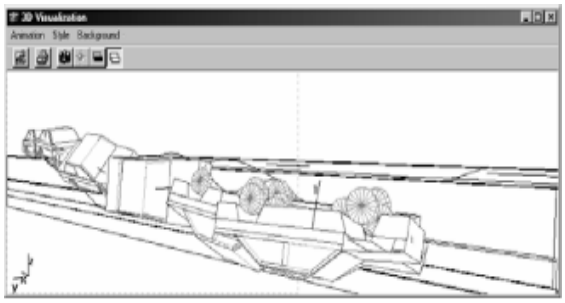
سرعت خودرو : ۵۰ کیلومتر در ساعت

میانگین شتاب ترمز : ۶ متر بر مجذور ثانیه

علاوه بر این ، برنامه PC CRASH امکان مشاهده فضایی را نیز فراهم می سازد (شکل های ۶ و ۷).

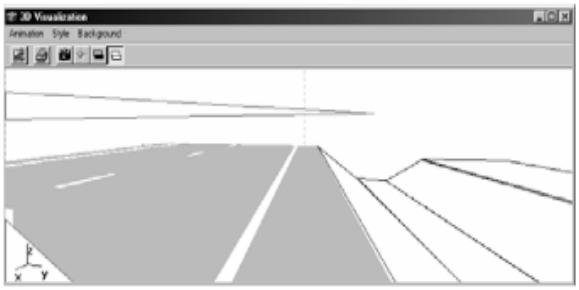


شکل ۶: نمای فضایی و سه بعدی واژگون شدن خودرو از پشت



شکل ۷: نمای فضایی و سه بعدی واژگون شدن خودرو از جلو

در این مورد ، در زمان مدل سازی حرکت خودرو با توجه به اطلاعات موجود فوق ، پروفیل سطح مقطع جاده نیز (شکل ۸) معرفی می شود . بدون در نظر گرفتن پروفیل جاده ، خودرو به حرکت بیشتر و بدون واژگون شدن ادامه خواهد داد .



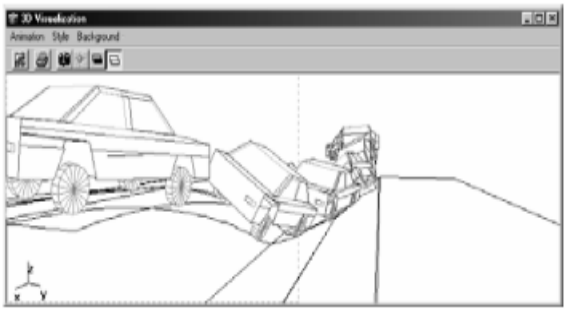
شکل ۸: پروفیل مقطع جاده

همین وابستگی مشابه با پروفیل جاده در مورد ارتفاع مرکز ثقل خودرو نیز وجود دارد . به عنوان مثال ، بدون معرفی مقداری برای ارتفاع مرکز ثقل ، حتی در صورتیکه مسیر حرکت تعیین شده و نیز شیب سطح مقطع جاده برای خودرو تنظیم شده باشد ، خودرو

www.SID.ir

Archive of SID

واژگون و چپه نخواهد شد . بعد از انجام مدلسازی و با پـذیرفتن و در نظر گرفتن ارتفاع مرکز ثقل خودرو برابر با "صفر" ، نتیجه به دسـت آمده باید مطابق با شکل ۹ گردد .



شکل ۹: حرکت خودرو در شیب کنار جاده، زمانیکه ارتفاع مرکز ثقل صفر در نظر گرفته می شود

واضح است که در این مورد واژگونی خودرو رخ نخواهـد داد . در ایـن حالت ، تمام داده های یکسان ، معرفی شده اند فقط ارتفاع مرکز ثقل به میزان "صفر" در نظر گرفته شد .

مدل سازی کامپیوتری از واژگون شدن از خـودرو ، کـه انجـام شـد ، نشان می دهد که نتایج مدل سازی ، بسیار زیاد به معرفـی و صـحت پارامترها بستگی دارد. در این مورد ، در نظر نگـرفتن پروفیـل سـطح مقطع جاده ، ارتفاع مرکـز ثقـل خـودرو و سـایر پارامترهـای دیگـر، ممکن است نتایج کاملا متفاوت و مختلفی را ارائه دهد .

بنابراین ، برای اطمینان از نتایج مدل سازی البته در مـورد تـصادفات رانندگی و ترافیکی ، بسیار مهم است که از یک متخصص بـا تجربـه ، با داشتن صلاحیت مناسب و کافی در زمینه معرفی پارامترهای اصلی ولازم و نیز با داشتن مهارت کافی در مورد کار بـا برنامـه کـامپیوتری مدل سازی و مدل کردن آن استفاده شود . فقط در این مـورد اسـت که نتایج مدل سازی قابل اعتماد و اطمینان خواهد بود و مـی تـوان در ارزیابی کارشناسانه تصادفات مورد استفاده قرار داد .

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

۱.چنین برنامه های مدل سازی کامپیوتری حرکت وسایل نقلیه مثـل برنامـه PC CRASH ، باعـث سـاده تـر و سـریعتر شـدن بررسـی تصادفات توسط کارشناسان تصادفات ، بـه ویـژه بـا در نظـر گـرفتن چندین پارامترو امکانات مختلف می شود. برنامه های قابلیت ارزیـابی پارامترهای مختلف ، از جمله پارامترهای سـطح جـاده (پارامترهـای چسبندگی و اصطکاک) ، پارامترهای وسیله نقلیه (پارامترهای توقف ، میزان بار و ظرفیت خودرو ، نوع لاسـتیک ، توزیـع نیـروی ترمـز و غیره) را فراهم می کنـد و امکـان مـدل مـسیرهای مختلـف حرکـت خودرو و از جمله فرآیندهای پیچیده مانند واژگـون شـدن خـودرو را نیز دارا می باشد .

۲. مدل سازی کامپیوتری واژگون شدن خودرو ، که انجام شد ، نشان داد که نتایج مدل سازی ، بسیار زیاد بـه معرفـی و صـحت پارامترهـا بستگی دارد. در این مورد ، در نظر نگرفتن پروفیل سطح مقطع جاده ، ارتفاع مرکز ثقل خودرو و سایر پارامترهای دیگر، ممکن است نتایج کاملا متفاوت و مختلفی را ارائه دهد .

۳. برای رسیدن بـه نتـایج قابـل اطمینـان از مـدل سـازی تـصادفات رانندگی، بسیار مهم و حائز اهمیت است کـه توسـط یـک متخـصص واجد شرایط که دارای صلاحیت مناسب اسـت مـدل سـازی صـورت گیرد، و او را قادر می سازد تا پارامترهـای لازم و مهـم را وارد کنـد و کسی که مهارت کافی کار با برنامه مدل سازی کـامپیوتری را داشـته باشد . تنها با این شرایط نتایج مدل می تواند قابل اعتماد باشد و می توان در بررسی کارشناسان از تصادفات مورد استفاده قرار گیـرد چـرا که نتایج مدل سازی بسیار به پارامترهای داده شده بستگی دارد.

مراجع

[1].AHLGRIMM, J.; GRANDEL, J. Evaluation of traffic accident to cars with Antilock Brake System (ABS). Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, 1997, No 3, p. 67–74 (in German).

[2].BOGDEVIČIUS, M.; PRENTKOVSKIS, O.; VLADIMIROV,O. Engineering solutions of traffic safety problems of road transport. Transport, 2004, Vol XIX, No 1,p. 43–50.

[3].BOROVSKIJ, B. E. Traffic safety of automobile transport.Leningrad, 1984. 304 p. (in Russian).

[4].DANNER, M.; HALM, J. Technical analysis of road accidents (Technische Analyse von Verkehrsunfällen). Eurotax (International) AG CH-8808 pfäffikon, 1994. 570 p. (in German).E. Sokolovskij / TRANSPORT – 2007, Vol XXII, No1, 19–23 23

[5].ILARIONOV, V. A. Examination of road traffic accidents. Moscow: Transport, 1989. 254 p. (in Russian).

[6].LANZENDOERFER, J.; SZCZEPANIAK, C.;SZOSLAND, A. Theory of automobile move. Łódź: Wydawnictwo politechniki łódzkiej, 1988. 340 p. (in Polish).

[7].LUKOŠEVIČIENĖ, O. The accident analysis and simulation.Vilnius: Technika, 2001. 244 p. (in Lithuanian).

[8].PANKIEWICZ, B.; LABA, K. Research of parameters having influence on traffic safety for some selected types of road vehicles. In Proceedings of the 5-th Symposium “Problems of reconstruction of road accidents”, held in Zakopane on 24–26 October, 1996, p. 33–51 (in Polish).

[9].PRENTKOVSKIS, O. Interaction between the vehicle and obstacles. Doctoral Dissertation. Vilnius: VGTU,2000. 117 p. (in Lithuanian).

[10].SOKOLOVSKIJ, E. Investigation of interaction of the wheel with the road and its elements in the context of examination of traffic accidents. Doctoral Dissertation. Vilnius: VGTU, 2004. 147 p. (in Lithuanian).

[11].PC-CRASH. A Simulation program for vehicle accidents. Dr. Steffan Datentechnik, 1996. 202 p.

[12].WACH, W. PC CRASH: A Simulation program for vehicle accidents. Cracow: Wydawnictwo IES, 2001. 353 p. (in Polish).

www.SID.ir