



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

# ارزیابی برخورد های ترافیکی مربوط به حرکات خارج از لاین موتور سیکلت ها

## در شرایط ترافیک سنگین

### چکیده

برخورد های ترافیکی در شرایط ترافیک سنگین یکی از موضوعات اصلی ایمنی ترافیک موتور سیکلت در کشور های توسعه یافته است. موتور سیکلت ها بر خلاف اتومبیل ها، حرکات خارج از لاین نظیر انحراف از دنبال کردن وسیله نقلیه جلویی در زمانی که ترافیک فشرده و سنگین می شود، از خود نشان می دهند. بنابراین در این مقاله مدل یکپارچه ای جهت ارزیابی برخورد های ترافیکی موتورسیکلت ها تحت شرایط ترافیک سنگین ارائه می شود. مدل مطرح شده شامل مفهوم فضای امن برای تشریح حرکات خارج از لاین مخصوص موتورسیکلت ها، ویژگی های جدید ارائه شده برای ارزیابی برخورد های ترافیکی نظیر پارامتر های افزایش و کاهش سرعت و شرایط انتخاب وسیله نقلیه جلو می شود. داده های درجه بندی از ویدئو کلیپ های گرفته شده در دو بخش خیابان در شهر Ho Chi Minh استخراج شده اند. شبیه سازی ای بر اساس این مدل جهت رسیدگی و تایید حرکات خارج از لاین دینامیک موتور سیکلت ها ارائه شده است. سپس ارزیابی برخورد های ترافیکی با محاسبه احتمال ترمز ناگهانی در هر فضای زمانی طبق تغییر تراکم جریان موتورسیکلت تایید می شود. یافته های ما بر این حقیقت تاکید دارند که تراکم جریان بالا منجر به برخورد های مرتبط با احتمال بیشتر ترمز ناگهانی می شود. سه نوع برخورد های ترافیکی موتور سیکلت تایید شده و قضیه های هر نوع محاسبه و تشریح شده اند.

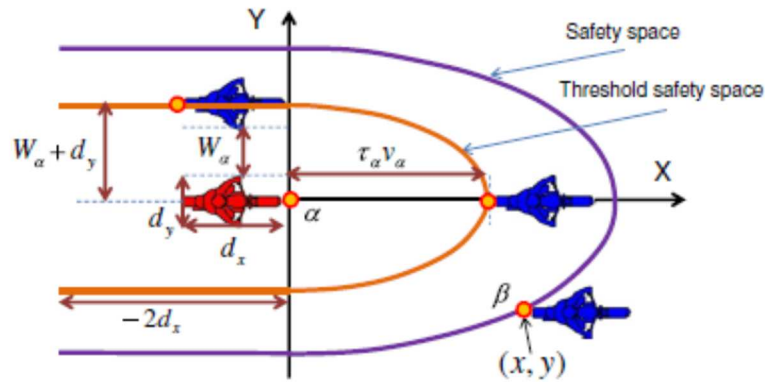
کلمات کلیدی: موتورسیکلت، حرکت خارج از لاین، برخورد های ترافیکی، شبیه سازی

### 1. مقدمه

موتورسیکلت ها حالت اصلی حمل و نقل در چند کشور آسیایی توسعه یافته هستند. اختلاف اصلی حرکت اتومبیل و حرکت موتورسیکلت مربوط به حرکات به ترتیب خطی و خارج از لاین بودن می باشد. اتومبیل در یک لاین و خط حرکت می کند و به ندرت تغییر خط می دهد. اگرچه، موتور سیکلت مخصوصا تحت شرایط ترافیک سنگین و تراکم اغلب تغییر مسیر میدهد. وقتی که خیابان لاین موتورسیکلت نداشته باشد، نیازی نیست تا موتورسیکلت از اصول لاین و خط پیروی کند. برای مثال، موتورسیکلت ممکن است همراه با وسیله های نقلیه دیگر در یک لاین

حرکت کند یا وسیله نقلیه جلو را بطور کج و انحرافی دنبال کند. این حرکات خارج از لاین موتورسیکلت ها انحصاری هستند و بر احتمال تصادفات ترافیکی تاثیر می گذارند. از این رو، در این مقاله بر تاثیرات حرکات خارج از لاین بر برخورد های ترافیکی تحت شرایط ترافیک سنگین تمرکز شده است.

محققین زیادی سعی کرده اند تا حرکات خارج از لاین را با تقسیم به حرکات طولی و عرضی ارایه دهند. از آنجا که حرکت طولی مشابه دنبال کردن اتومبیل است، از مدل قدیمی تعقیب و دنبال کردن اتومبیل برای تشریح این حرکت استفاده شده است. اما وقتی که حرکت عرضی مدل گذاری می شود، مدل های مختلف زیادی بر اساس فرضیات متفاوت مربوط به رابطه بین حرکات عرضی و طولی ارائه شده اند. Cho and Wu بیان کردند که موقعیت طولی موتورسیکلت با میانگین موقعیت عرضی وسایل نقلیه جانبی که با موقعیت های طولی خود وزن می شوند، تعیین می شود. Minh و همکارانش اینگونه بیان کردند که موتورسیکلت در یک "لاین دینامیک" حرکت می کند تا وسیله نقلیه جلو را در همان لاین دینامیک دنبال کند یا لاین ها را برای سبقت گرفتن از وسیله جلویی خود تغییر می دهد. عرض لاین دینامیک با استفاده از رابطه خطی بین فضای جدا کننده دو وسیله نقلیه کنار هم و میانگین سرعت محاسبه می شود. Lan and Chang یک مدل اتوماسیون سلولی برای شبیه سازی حرکات دو بعدی موتور سیکلت ارایه کرده اند. آنها اندازه واحد سلولی را تا  $1.25 \times 1.25$  تنظیم کردند تا موتورسیکلت را به عنوان واحد های سلول  $1 \times 2$  ارائه کنند. سپس موتورسیکلت می تواند بر اساس قوانین حرکتی ساده موتورسیکلت ها از یک سلول به سلول دیگر حرکت کند، نظیر تعقیب اتومبیل، تغییر لاین یا سبقت گرفتن. علاوه بر این در بیشتر مدل ها عوامل ایمنی مثل مدت زمان واکنش، فضای امن یا اختلاف سرعت مربوط به توصیف رفتار پیشگیری از برخورد و تصادف در نظر گرفته نشده اند. Nguyen و همکارانش مفهوم فضای امن را مطرح کرده اند که در آن حرکات طولی و عرضی را می توان یکی کرد. این مدل بالقوه ارزیابی مباحث ایمنی حرکات خارج از لاین موتورسیکلت را دارد.



شکل 1. فضای امن و فضای امن آستانه

سطح ایمنی وسیله نقلیه با تعداد یا میزان تصادفات وسیله نقلیه مشخص می شود. دو رویکرد معروف برای برآورد سطح ایمنی وسیله نقلیه وجود دارد: (1) توسعه توابع عملکرد ایمنی که با استفاده از تحلیل رگرسیون، تعداد یا میزان تصادفات را به متغیرهای توضیحی ربط می دهد، و (2) توسعه مدل های شبیه سازی برای محاسبه سطح ایمنی از طریق اندازه گیری های مربوط به ارزیابی ایمنی ترافیک. در مورد اول، روابط میان متغیرها با تجزیه و تحلیل پراکندگی بدست می آیند و با فرمول های رگرسیون اشتقاقی تقریب زده می شوند. Neuman and Glennon روابط میان محیط خیابان طرح خیابانی، فرا ساختار و دلایل تصادف را بدست آورده اند. Wardhawsy-Livne و Shinar روابط بین مدت زمان واکنش به چراغ ترمز و جنسیت، سن راننده، سطح انتظار برای چراغ قرمز به علاوه تعداد دفعاتی که کار انجام شده است را ارزیابی کرده اند. با این حال، این رویکرد نیاز به داده های انطباقی در مورد تصادفات ترافیکی دارد که جمع آوری آنها در بیشتر کشورهای توسعه یافته بسیار دشوار است. در واقعیت احتمال تصادف بسیار پایین است و در طول روز، روزهای هفته، مکان و رویدادها فرق می کند. رویکرد دوم بالقوه ی به کار بردن کمبود داده های مشاهده و بررسی فوق الذکر را دارد. مدل های شبیه سازی بر اساس مدل گذاری و طراحی رفتاری وسایل نقلیه ارائه می شوند. اگر چه این مدل ها نمی توانند تعداد تصادفات را برآورد کنند، اما می توان از آنها برای ارزیابی سطح میزان تصادفات بیش از حد متوسط استفاده کرد. مدل های شبیه سازی می توانند داده های تحلیلی بیشتری نسبت به داده های مشاهده با ذخایر زمان ایجاد کنند. علاوه بر این، این مدل ها می توانند زمینه های زیادی مثل طول شب، آخر هفته و مکان های مخصوص را تحت پوشش قرار دهند که مشاهده کننده ها در جمع آوری داده برای آنها با مشکل مواجه می شوند.

مطالعات قراردادی بر روی تکنیک های در حال توسعه ی مربوط به اندازه گیری برخورد های ترافیکی تمرکز داشته اند تا سطح ایمنی وسیله نقلیه را مورد ارزیابی قرار دهند. برخورد های ترافیکی به عنوان رویدادی تعریف می شود که شامل دو یا چند کاربر خیابانی یا راننده می شود که در آن عمل یک راننده موجب عمل دیگری می شود تا یک مانور گریز جهت جلوگیری از برخورد را ارایه کند. Gettman and Head اندازه گیری های اولیه برای تعیین برخورد های با استفاده از شبیه سازی میکروسکوپی را خلاصه کرده اند نظیر زمان -به -برخورد (TTC)، زمان بعد از تخطی (PET)، حداکثر سرعت های دو وسیله نقلیه موجود در رویداد برخورد (MaxS)، حداکثر سرعت های نسبی دو وسیله نقلیه موجود در برخورد ها (DeltaS) و میزان کاهش سرعت (DR). این مقادیر در خروجی مدل شبیه سازی در هر مرحله زمان در دسترس می باشد. به همین دلیل در اینجا از DR به عنوان اندازه کارآمد جهت ارزیابی برخورد های ترافیکی موتورسیکلت ها در بخشی از خیابان استفاده شده است.

در این مقاله مدلی جهت ارزیابی برخورد های ترافیکی موتورسیکلت ها ارائه می شود. این مدل شامل مفهوم فضای امن برای تعریف حرکات خارج از لاین می شود که مخصوص موتورسیکلت ها در شرایط ترافیک سنگین است. ویژگی های جدیدی نیز برای ارزیابی برخورد های ترافیکی در شرایط ترافیک سنگین نیز ارایه شده است، نظیر پارامتر های افزایش و کاهش سرعت به علاوه پیروی از شرایط مربوط به انتخاب وسیله نقلیه جلو: (1) زاویه دنبال کردن و (2) پهنای مسیر دنبال کردن. درجه بندی مربوط به برآورد پارامتر با استفاده از داده های خط سیر حرکت موتورسیکلت ها توضیح داده می شود که از تصاویر ویدئویی در دو بخش مختلف خیابان در شهر Ho Chi Minh مشاهده شده اند. یک شبیه سازی جهت تایید حرکات خارج از لاین دینامیک موتورسیکلت ها ارایه شده است: منحرف شدن و کج دنبال کردن. ارزیابی برخورد های ترافیکی ایجاد شده با این حرکات با محاسبه DR در هر فضای زمانی طبق تغییر تراکم جریان موتورسیکلت تایید و تصدیق می شود.

## 2. توسعه مدل

### 2.1 مفهوم فضای امن برای طراحی و ارایه حرکات خارج از لاین موتورسیکلت

مفهوم فضای و فضای ایمنی ارایه شده از سوی Nguyen و همکارانش برای تشریح رفتار های افزایش یا کاهش سرعت برای حرکات خارج از لاین موتورسیکلت ها به کار می رود، که شامل سه فرضیه زیر می شود:

**فرض 1.** فضای امن فضای اطراف یک موتورسیکلت در حال حرکت در طول خیابان می باشد. فرض می شود مرز فضا، که با تاثیر وسایل نقلیه دیگر بر رفتار های رانندگی وسیله نقلیه مورد آزمایش تعیین می شود، خط هم نیرو یا هم ظرفیت باشد: یعنی تمام وسایل نقلیه در یک لاین سطح ایمنی یکسانی دارند. در این مقاله فرض می شود فضای امن برای موتورسیکلت مورد آزمایش با ترکیب مرز نیمه بیضی شکل و دو خط موازی همانند شکل 1 مشخص شود. مرز بیضی شکل فضای را در زمانی که موتورسیکلت جلویی در جلوی موتورسیکلت مورد آزمایش حرکت می کند را نشان می دهد. دو خط موازی وضوح هر دو طرف موتورسیکلت مورد آزمایش را در زمانی که دو وسیله نقلیه کنار هم حرکت می کنند را تشکیل می دهند.

فضای امن آستانه برای تعریف حداقل سطح ایمنی تعریف می شود که موتورسیکلت برای رانندگی و پیشگیری از تصادف ممکن در نظر می گیرد. همان طور که در شکل 1 نشان داده شده است، فرض می شود فضای امن وسیله نقلیه مورد آزمایش  $a$  به شکل بیضی باشد، با وسیله نقلیه قرار گرفته در مرکز و مسیر سرعت آن  $V_a$  مسیر محور مبدا مشخص می کند. طول محور شبه مبدا که فضای امن روی محور  $x$  اندازه گیری شده از جلوی موتور سوار به عقب دیگری است با  $a v a$  بیان می شود، که  $a$  زمان استراحت برای  $a$  است. زمان استراحت به عنوان زمان مورد نیاز جهت تکمیل یک سری عملیات تعریف می شود تا از برخورد و تصادف جلوگیری شود: اینکه وسیله نقلیه جلو ناگهان ترمز میکنند، به چپ یا راست منحرف می شود، و برای کاهش سرعت ترمز می گیرد را متوجه شوید. طول محور شبه فرعی فضای امن روی محور  $y$  است که با  $w a + d y$  مشخص می شود، که  $w a$  در آن روی محور  $y$  فضای جانبی و افقی بین موتور سیکلت مورد آزمایش و وسیله نقلیه دیگر است. اندازه فیزیکی موتورسیکلت روی هر محور با  $dx, dy$  مشخص می شود.

**فرض 2.** وقتی که وسیله نقلیه دیگری نزدیک به وسیله نقلیه مورد آزمایش یا دورتر از آن حرکت می کند، فضای امن به ترتیب کوچک تر یا بزرگ تر می شود: در نتیجه سطح ایمنی کاهش یا افزایش می یابد. فرض می شود یک موتور سوار در واکنش به تغییرات سطح ایمنی سرعت خود را برای رسیدن به سطح ایمنی بالاتر کاهش یا افزایش دهد.

فرض کنید که موتورسیکلت مورد آزمایش  $a$  با سرعت  $v a$  در زمان  $t_d$  در حال حرکت است. اگر موتورسیکلت  $B$  سرعت خود را تا  $v B$  در زمان  $t$  افزایش یا کاهش دهد، سپس  $a$  افزایش سرعت  $a a$  خود را با زمان  $lag T$  تنظیم

می کند تا با میزان تغییر سطح امن  $V_B$  مربوط به موقعیت اخیر  $B$  در مسیر بردار نسبی  $\vec{v}_{\alpha\beta} = \vec{v}_\beta - \vec{v}_\alpha$  برابر باشد. اگر  $V_B$  تابع توضیحی فضای امن با مرز نیمه بیضی شکل متصل به دو خط موازی باشد، که طول های آن با دو برابر طول وسیله نقلیه مورد آزمایش برابر است، سپس افزایش سرعت  $a$  اینگونه ارایه می شود:

$$a_\alpha(t+T) = -\nabla_{\vec{v}_{\alpha\beta}} V_\beta = \begin{cases} -\nabla_{\vec{v}_{\alpha\beta}} \left( A \exp \left( - \left( \frac{x^2}{(\tau_\alpha v_\alpha)^2} + \frac{y^2}{(W_\alpha + d_y)^2} \right) / B \right) \right) & \text{if } x \geq 0 \\ -\nabla_{\vec{v}_{\alpha\beta}} \left( A \exp \left( - \left( \frac{y^2}{(W_\alpha + d_y)^2} \right) / B \right) \right) & \text{if } -2d_x \leq x \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

که  $\nabla_{\vec{v}_{\alpha\beta}}$  در آن مشتق هدایتی سطح ایمنی  $V_B$  در مسیر بردار نسبی سرعت  $\vec{v}_{\alpha\beta}$  است.  $A$  و  $B$  پارامتر هایی هستند که بزرگی سطح ایمنی را نشان می دهند.  $X$  و  $Y$  فواصل بین وسایل نقلیه  $a$  و  $B$  هستند که روی محور های  $X$  و  $Y$  اندازه گرفته شده اند. فرض می شود که مسیر بردار افزایش سرعت  $\vec{a}_\alpha$  (یعنی مسیر حرکت) مسیر گرادیان سطح ایمنی باشد. این فرض این گونه ارایه می شود:

$$\frac{\vec{a}_\alpha}{a_\alpha} = \begin{cases} \frac{\nabla V_\beta}{\|\nabla V_\beta\|} & \text{if } a_\alpha \leq 0 \\ -\frac{\nabla V_\beta}{\|\nabla V_\beta\|} & \text{if } a_\alpha > 0 \end{cases} \quad (2)$$

که  $\nabla V_\beta$  و  $\nabla V_\beta$  در آن بردار گرادیان  $V_B$  و بزرگی آن را نشان می دهند. رابطه (2) یک فرض ساده را نشان می دهد. وقتی که  $B$  نزدیک تر حرکت می کند،  $a$  کاهش سرعت می دهد و دور تر از  $B$  در مسیر گرادیان حرکت می کند تا از برخورد جلوگیری شود. وقتی که  $B$  دور تر حرکت می کند،  $a$  افزایش سرعت می دهد تا  $B$  را در مسیر گرادیان معکوس دنبال کند.

**فرضیه 3.** تحت شرایط ترافیک سنگین، موتورسیکلت به بیشتر موتورسیکلت ها در یک زمان مشخص واکنش نشان می دهد. می توان فرض کرد که موتورسیکلت تاثیر گذار ترین انتخاب می شود اگر وسیله نقلیه مورد آزمایش با حداکثر افزایش سرعت به آن واکنش نشان می دهد. این فرض معقول می باشد زیرا موتور سیکلت مورد آزمایش ممکن است قادر به واکنش به بسیاری از موتور سیکلت ها بطور همزمان مخصوصا تحت شرایط ترافیک سنگین نباشد. که بر روی کاهش سرعت تمرکز دارد تا از برخورد با تاثیر گذار تر ها جلوگیری کند در حالی که کمتر به بقیه توجه می کند. هم چنین سرعت خود را برای تعقیب و دنبال کردن تاثیر گذار ترین موتور سیکلت افزایش می دهد و به بالاترین افزایش سرعت می رسد.

مدل مطرح شده که در این بخش بدان اشاره شد بر اساس مدل Nguyen و همکارانش است. در بخش بعد دو نکته جدید برای افزایش دقت نتایج برآورد شده از سوی مدل پیشنهادی معرفی خواهد شد: (1) تشخیص پارامترهای مربوط به افزایش کو کاهش سرعت، و (2) تعریف شرایط مربوط به انتخاب تأثیرگذارترین موتورسیکلت توسط زاویه و عرض مسی.

## 2.2 پارامترهای مربوط به کاهش و افزایش سرعت

طبق پروپوزال های قبلی Ahmed و Toledo و همکارانش، وقتی که موتورسیکلت به تغییرات سرعت جلویی واکنش نشان می دهد، دو انگیزه طبیعی مختلف برای افزایش و کاهش سرعت برانگیخته می شوند. در حالی که افزایش سرعت محتمل به دست آوردن سرعت دلخواه می باشد، بکار بردن ترمزها محتمل جلوگیری از برخورد و تصادف است. از این رو دو مجموعه پارامتر مختلف برای ارائه اختلاف در مقادیر عددی بین افزایش و کاهش سرعت معرفی شده اند. رابطه (1) بعد از مشتق گرفتن همانند زیر بازنویسی شده است:

$$a_{\alpha} = \begin{cases} A \exp\left(-\left(\frac{x^2}{(\tau_{\alpha} v_{\alpha})^2} + \frac{y^2}{(W_{\alpha} + d_y)^2}\right) / B\right) (v_{\alpha\beta})^{-1} \left(\frac{xv_x}{(\tau_{\alpha} v_{\alpha})^2} + \frac{yv_y}{(W_{\alpha} + d_y)^2}\right) & \text{if } x \geq 0 \\ A \exp\left(-\left(\frac{y^2}{(W_{\alpha} + d_y)^2}\right) / B\right) (v_{\alpha\beta})^{-1} \left(\frac{yv_y}{(W_{\alpha} + d_y)^2}\right) & \text{if } -2d_x \leq x < 0 \end{cases} \quad (3)$$

که  $V_x$  و  $V_y$  سرعت های نسبی بین موتورسیکلت مورد آزمایش و موتور سیکلت تاثیر گذار در مسیرهای محور  $y$  و محور  $x$  می باشند. اختلاف در مقادیر عددی بین افزایش و کاهش سرعت با جایگزینی مجموعه پارامتر اصلی  $(A, B)$  در رابطه (3) با دو مجموعه پارامتر جدید  $(A_{acc}, B_{acc})$  and  $(A_{dec}, B_{dec})$  ارائه می شود. وقتی که افزایش سرعت مثبت

باشد

$$\frac{xv_x}{(\tau_{\alpha} v_{\alpha})^2} + \frac{yv_y}{(W_{\alpha} + d_y)^2} \geq 0,$$

سپس

$$a_{\alpha} = \begin{cases} A_{acc} \exp\left(-\left(\frac{x^2}{(\tau_{\alpha} v_{\alpha})^2} + \frac{y^2}{(W_{\alpha} + d_y)^2}\right) / B_{acc}\right) (v_{\alpha\beta})^{-1} \left(\frac{xv_x}{(\tau_{\alpha} v_{\alpha})^2} + \frac{yv_y}{(W_{\alpha} + d_y)^2}\right) & \text{if } x \geq 0 \\ A_{dec} \exp\left(-\left(\frac{y^2}{(W_{\alpha} + d_y)^2}\right) / B_{dec}\right) (v_{\alpha\beta})^{-1} \left(\frac{yv_y}{(W_{\alpha} + d_y)^2}\right) & \text{if } -2d_x \leq x < 0 \end{cases} \quad (4a)$$

وقتی که افزایش سرعت منفی باشد



$$\frac{xv_x}{(\tau_a v_a)^2} + \frac{yv_y}{(W_a + d_y)^2} < 0,$$

سپس

$$a_z = \begin{cases} A_{dec} \exp\left(-\left(\frac{x^2}{(\tau_a v_a)^2} + \frac{y^2}{(W_a + d_y)^2}\right) / B_{dec}\right) (v_{ap})^{-1} \left(\frac{xv_x}{(\tau_a v_a)^2} + \frac{yv_y}{(W_a + d_y)^2}\right) & \text{if } x \geq 0 \\ A_{dec} \exp\left(-\left(\frac{y^2}{(W_a + d_y)^2}\right) / B_{dec}\right) (v_{ap})^{-1} \left(\frac{yv_y}{(W_a + d_y)^2}\right) & \text{if } -2d_x \leq x < 0 \end{cases} \quad (4b)$$

در رابطه (a4) نشان داده شده است که وسیله نقلیه مورد آزمایش در زمانی که وسیله نقلیه تاثیر گذار در جلوی آن و خارج از فضای امنی حرکت می کند افزایش سرعت خواهد داشت. کاهش سرعت که با رابطه (b4) مشخص می شود در زمانی که موتورسیکلت تاثیر گذار در فضای امنی حرکت می کند افزایش خواهد یافت، و سپس تا زمانی که فضای بین دو موتورسیکلت صفر است کم تا صفر کاهش می یابد. این فرض معقول می باشد زیرا وسیله نقلیه مورد آزمایش برای جلوگیری از تصادف در زمانی که به موتورسیکلت جلویی نزدیک می شود ترمز می گیرد و سپس به چپ و راست منحرف می شود و وقتی که کنار وسیله جلویی می رود ترمز را رها می کند.

### 2.3 شرایط مربوط به انتخاب تاثیر گذار ترین وسیله برای افزایش سرعت

همانطور که در فرض 3 ذکر شد، شرایط مربوط به انتخاب تاثیر گذار ترین موتورسیکلت با در نظر گرفتن دو شرط فیزیکی تعریف شده اند.

#### 2.3.1 زاویه دنبال کردن $\theta$

موتور سوار در زمانی که جلویی جلو در زاویه  $\theta$  دنبال می کند برای افزایش سرعت احساس راحتی و امنی می کند، که کوچکتر از زاویه  $\alpha$  است (شکل 2). زاویه  $\theta$  به زاویه انحراف مربوط است و باید محدوده بالاتری داشته باشد. زمانی که وسیله نقلیه به چپ و راست حرکت می کند تا جلویی خود را دنبال کند زاویه RW حداکثر زاویه انحراف بر می گردد. نادیده گرفتن این شرط منجر به موقعیتی می شود که در آن موتورسیکلت برای دنبال کردن جلویی خود که کنار آن حرکت می کند با افزایش سرعت در مسیر حرکت افقی سرعت خود را بالا می برد. عملاً، موتورسیکلت ها ترجیح می دهند تا جلویی را در مسیر تقریباً مستقیمی دنبال کند.

#### 2.3.2 دنبال کردن عرض مسیر RW 0

موتور سیکلت سرعت خود را بالا می برد و وسیله نقلیه روبرو را در صورتی که هیچ وسیله نقلیه دیگری در مسیر جلو نباشد دنبال می کند. با در نظر گرفتن موتور سیکلت شماره 4 در شکل 3، وسیله نقلیه مورد آزمایش نمی تواند آن را دنبال کند زیرا وسیله نقلیه شماره 2 و موتور سیکلت شماره 3 در مسیر روبرو می باشند. عرض RW 0 مسیر روبرو جهت تعیین اینکه آیا موانعی در مسیر روبرو وجود دارد یا نه معرفی شده است. شرایط بعد از هر مرحله زمانی شبیه سازی 0.5s با استفاده از داده های مسیر بدست آمده از تصاویر ویدیویی بررسی شده اند در زمانی که پارامترها درجه بندی می شوند. طبق فرض 3، موتور سیکلت مورد آزمایش ترجیح می دهد تا جلویی را دنبال کنند، به عبارتی دیگر تاثیر گذارترین موتور سیکلت که گاهی اوقات دورترین وسیله نقلیه است. با این حال نمی توان در زمانی که موتور سیکلت های زیاد دیگری بین آن و جلویی وجود دارد این کار را انجام داد.

### 3. درجه بندی مدل

برای درجه بندی مدل پیشنهادی، داده های مسیر و خط سیرهای وسیله نقلیه در طول زمان مورد نیاز می باشند. بنابراین داده های خط سیر زمانی برای هر وسیله نقلیه با استفاده از دوربین فیلمبرداری ضبط شده است. از آنجا که این مقاله فقط موقعیت های ترافیک سنگین موتور سیکلت را تحت پوشش قرار می دهد، بررسی ها و مشاهدات موقعیت های غیر متراکم و موقعیت هایی که در آن اتومبیل ها و دوچرخه ها هستند در ویدیو کلیپ ها نمی باشند و استثنا هستند.

### 3.1 جمع آوری داده

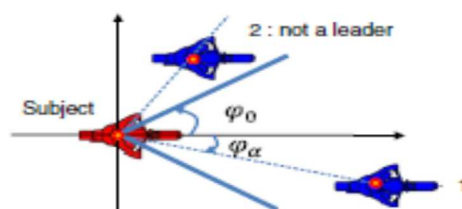
شهر Ho Chi Minh که دارای موتور سیکلت های زیادی است، مکان خوبی برای انجام تحقیق می باشد. دو بخش خیابان در خیابان Phan Dang Luu و Cong Hoa برای جمع آوری داده انتخاب شده اند. اولین بخش خیابان نزدیک یک چهار راه و با عرض 8.4 است. این بخش در مسیر مشاهده شده فقط یک لاین دارد و موتور سیکلت ها با سرعت میانگین 20 کیلومتر بر ساعت حرکت می کنند. دومین بخش خیابان در هر مسیر سه لاین دارد، و هر لاین 3.65 متر عرض دارد. این بخش حدود 100 متر تا نزدیکترین چهار راه فضای دارد. موتور سیکلت ها با سرعت 30 کیلومتر بر ساعت حرکت می کنند و مجاز به استفاده از هر لاین موجود می باشند.

داده های خط سیر زمانی برای هر وسیله نقلیه با استفاده از دوربین فیلمبرداری ضبط شده اند. دوربین روی ساختمان بلندی نزدیک محل مطالعه نصب شده است. فایل های ویدیویی تصویر با رزولوشن 720×1280 پیکسل

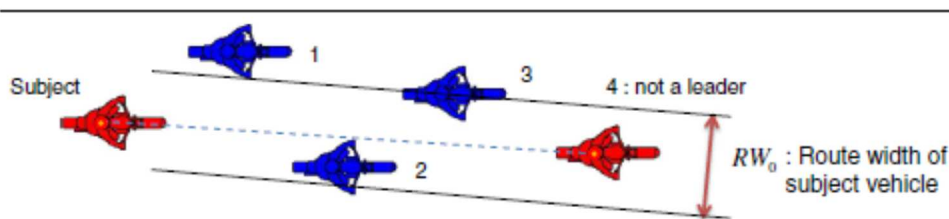
برای دنبال کردن مسیر های وسیله نقلیه ایجاد شده اند. رزولوشن های تصویر ویدیویی مربوط به اندازه های واقعی رو مکان تحقیق از 30 تا 100mm/pixel می باشند. تحت موقعیت ایده آل، فرض می شود دنبال کردن خطای داده ها ترتیبی از یک پیکسل باشد. بنابراین روش دنبال کردن داده ها در این مقاله می تواند مجموعه داده هایی با دقت بالا ارائه کند. حرکات وسایل نقلیه دو بخش خیابان 40 متری در مسیر مورد مطالعه در 30 قاب دوربین فیلم برداری گرفته شده است. تحقیق در دوره 30-31 دسامبر سال 2010 از ساعت 6:00 تا 8:00 صبح و 3:30 تا 5:30 بعد از ظهر انجام شد تا حرکات موتورسیکلت در طول ساعات اوج ثبت شوند. سرانجام دو ویدیو کلیپ که در مجموع 4 ساعت را تحت پوشش قرار می دهند از دو بخش خیابان بدست آمده اند.

Minh و همکارانش برآورد سرعت از نرم افزار داده های ویدیویی (SEV) را ارائه کردند که از ان برای دنبال کردن مسیر وسیله نقلیه مورد آزمایش و وسایل اطراف آن استفاده می شود. عکس موقعیت های موتورسیکلت مورد آزمایش و موتور سیکلت های تاثیر گذار دیگر در یک زمان معین به عنوان یک مشاهده و بررسی شناسایی شده است. مشاهده بعدی وسیله نقلیه مورد آزمایش مشابه بعد از 0.5 ثانیه جمع آوری شده است. در این مقاله 7 تا 10 مشاهده برای هر وسیله نقلیه مورد آزمایش جمع آوری شده است. مشاهدات در طول شرایط غیر متراکم و مشاهدات با دوچرخه، اتوبوس و کامیون ها از نمونه داده ها بی بهره اند و استثنا می باشند. در نتیجه 828 مشاهده 144 موتورسیکلت در خیابان Phan Dang Luu و 579 مشاهده 152 موتورسیکلت در خیابان Cong Hoa برای برآورد پارامتر های مدل ارائه شده به کار رفته اند. اگرچه موتور سیکلت های بیشتری را می توان در نظر گرفت، نمونه بزرگتر اختلاف نتایج کمتری را ایجاد می کنند که مشاهدات زیادی انجام می شوند.

شکل 2. دنبال کردن زاویه موتورسیکلت



شکل 3. دنبال کردن مسیر برای موتورسیکلت جهت تعقیب جلویی



### 3.2 درجه بندی پارامتر

مدل پیشنهادی با تجزیه و تحلیل رگرسیون درجه بندی می شود. این مدل در روابط (4a) و (4b) نشان داده شده است. سرعت و افزایش سرعت طبق داده های مسیر محاسبه می شوند. این مقادیر و مختصات X-Y خط سیر و مسیر به عنوان متغیر های قابل بررسی در رابطه رگرسیون در نظر گرفته می شود. شرایط مربوط به انتخاب موتور سیکلت های جلویی اینگونه در نظر گرفته می شوند که جلویی های نا مناسب را محروم می کند. برای ساده کردن محاسبه تابع خارج از لاین، فرض می شود تمام رانندگان زمان واکنش یکسان داشته باشند و چند پارامتر ثابت باشند (جدول 1). زمان واکنش موتور سیکلت برابر با میانگین توزیع زمان واکنش است، یعنی 0.5s. مسافت جانبی فضای امنی آستانه طبق میدان که باید 1.8m بطور میانگین برای دو وسیله نقلیه که کنار هم حرکت می کنند باشد اندازه گیری می شود. از میانگین اندازه موتور سیکلت های واقعی در میدان، برای مقادیر پارامتر سایز وسیله نقلیه استفاده می شود. دنبال کردن زاویه تا 30° و عرض مسیر تا 2.0 متر تنظیم می شود تا به خطاهای کوچک نتیجه برآورد از طریق آزمون و خطا برسیم.

از نرم افزار SPSS برای مشتق گرفتن تمام پارامتر های دیگر با حل کردن مساله رگرسیون خارج از لاین استفاده می شود (جدول 2). تمام پارامتر ها از لحاظ آماری در سطح 0.01 مشخص می شوند، به جز برای پارامتر های B در Cong Hoa که مقدار t برای آن 1.85 است. علایم پارامتر های A, B و مثبت هستند زیرا بزرگی فضای امن باید مقادیر مثبت باشد. زمان استراحت در دو مکان مختلف 0.498 ثانیه و 0.496 ثانیه برآورد شده است. مقادیر پارامتر های B acc و B acc تقریباً در دو مکان یکسان می باشند. اختلاف مقادیر پارامتر های A acc و A dec نشان می دهد که میزان افزایش سرعت برای رانندگان خیابان Cong Hoa بیشتر از آن میزان برای رانندگان خیابان Phan Dang Luu می باشد. خیابان Cong Hoa سه لاین دارد که وسایل نقلیه با میانگین سرعت 30 km/h در حال حرکت می باشند، که بیشتر از 20 km/h در خیابان Phan Dang Luu می باشد. بنابراین میانگین سرعت بالاتر بر میزان بیشتر افزایش سرعت دلالت دارد.

## 4. یافته های شبیه سازی ارزیابی برخورد های ترافیکی

### 4.1. شبیه ساز

در این مقاله شبیه ساز میکروسکوپی بر اساس مدل مطرح شده ارائه شده است تا برخورد های ترافیکی جریان عبور و مرور موتورسیکلت در بخش خیابان ارزیابی شود. این شبیه ساز از نرم افزار منبع باز استفاده می کند که Helbing و Molnar به دلیل انعطاف پذیری و ویژگی های مشابه طراحی آن برای مدل گذاری حرکات خارج از لاین برای شبیه سازی پیاده رو ها معرفی کردند. برنامه شبیه سازی به زبان C نوشته شده است و در سیستم اجرایی لینوکس انجام می شود. در این بخش طرح کلی شبیه ساز ارائه شده است. سپس اجزای هر مرحله ی فرایند طراحی تعریف شده اند.

#### 4.1.1 طرح کلی

طرح کلی شامل داده های ورودی و فرایند اتمام حلقه (loop-over process) محاسبات افزایش سرعت و خروجی های شبیه سازی در هر مرحله زمانی شبیه سازی می شود (شکل 4). شبیه ساز می تواند داده های اطلاعات شبکه مثل طول و عرض بخش خیابان، نقاط مقصد- مبدا، مقادیر پارامتر های فضای امنی و سرعت آزاد موتورسیکلت ها را وارد کند. سپس وسایل نقلیه در نقاط مبدا در زمانی که زمان های میزان ترافیک بخش خیابان به عنوان ورودی وارد می شود، ایجاد می شود. فرایند محاسبه دو مدل مختلف را ترکیب می کند: (1) مدل افزایش سرعت آزاد برای تشریح رفتار افزایش سرعت جهت دستیابی به سرعت آزاد وقتی که هیچ موتور سیکلت تاثیر گذاری جلوی موتورسیکلت مورد نظر وجود ندارد و (2) مدل مطرح شده برای تشریح افزایش یا کاهش سرعت در زمانی که موتور سیکلت تاثیر گذار وجود دارد. بعد از محاسبه افزایش سرعت، سیستم سرعت ها را بروز آوری و حرکات بعدی وسیله نقلیه را مشخص می کند. وسایل نقلیه زمانی که به مقصد می رسند از بخش خیابان برداشته می شوند. خروجی برنامه می تواند مقادیر مختصات  $X, Y$ ، سرعت، افزایش سرعت تمام وسایل نقلیه در خیابان، حجم ترافیک و تراکم جریان ترافیک را نشان دهد. شبیه ساز روند محاسبه و خروجی را در فضای زمانی 0.01 ثانیه در طول شرایط ممنوع بروز آوری می کند نظیر حداکثر زمان شبیه سازی، حداکثر تعداد تکرار ها، یا حداکثر تعداد وسایل نقلیه .

**Table 1**  
Given parameters when distinguishing acceleration and deceleration.

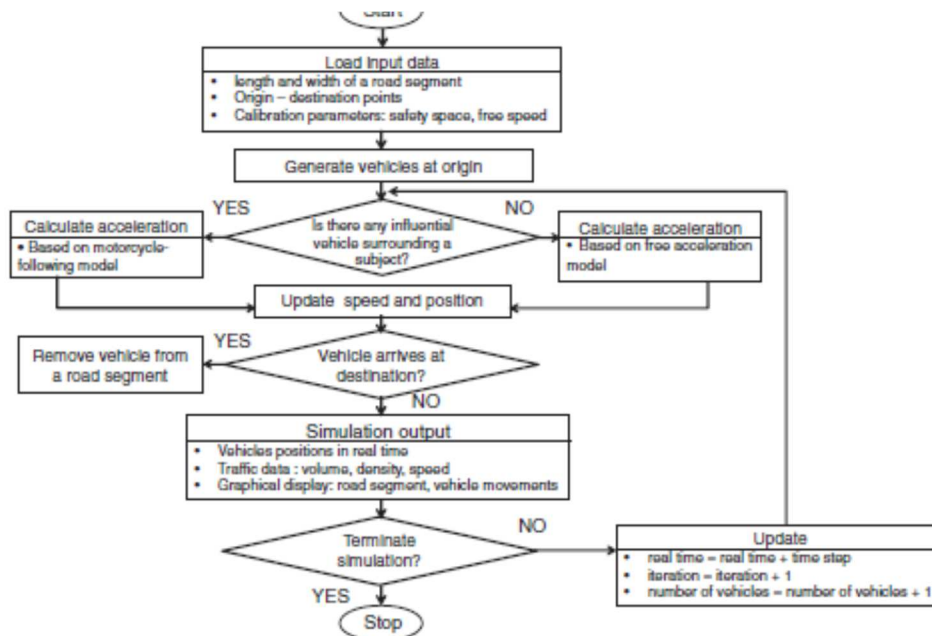
Parameter	Value
Reaction time $T$ (s)	0.5
Lateral distance $W$ (m)	1.8
Vehicle size $d_x$ (m), $d_y$ (m)	length = 1.9, width = 0.8
Following angle ( $^\circ$ )	30
Following route width (m)	2.0

جدول 1. پارامترهای معین در زمان تشخیص افزایش و کاهش سرعت.

Estimated parameters when distinguishing acceleration and deceleration.

Parameter	Phan Dang Luu Street			Cong Hoa Street		
	Estimate	Std. Error	t-Value	Estimate	Std. Error	t-Value
$A_{acc}$	2.535	0.396	6.40	4.480	0.708	6.33
$B_{acc}$	5.269	1.219	4.32	5.285	2.862	1.85
$A_{dec}$	13.542	3.628	3.73	20.156	5.924	3.40
$B_{dec}$	0.132	0.081	4.27	0.151	0.034	3.85
$T$ (s)	0.498	0.087	13.31	0.496	0.038	12.93

جدول 2. پارامترهای برآورد شده در زمان تشخیص افزایش و کاهش سرعت.



شکل 4. فلو چارت مدل شبیه سازی ترافیک.

## 1.2. 4 شبکه

یک بخش خیابان مستقیم و راست با 200 متر طول و عرض یکنواخت 5.4 متر در نظر گرفته شده است. 3 جفت نقطه مقصد-مبدا در دو سر خیابان وجود دارد. وسایل نقلیه در نقاط مبدا وارد می شوند، در خیابان حرکت می کنند و در نقاط مقصد برداشته می شوند. وقتی که وسایل نقلیه با افزایش سرعت آزاد حرکت می کنند، در جهت خیابان افزایش سرعت دارند. وقتی که وسیله نقلیه لبه وسیله نقلیه دیگری می رسد، سرعت خود را کم می کند و

به چپ یا راست منحرف می شود. با این حال نمی تواند از طرفین جاده خارج شود زیرا وقتی که به اطراف جاده می رسد، نیروهای فشاری عمود بر مسیر فعال خواهند شد.

Table 3  
Parameters for simulation.

Road size (length, width, in m)	(200.0, 5.4)
Traffic flow (veh/h)	From 0 to 5000
Free speed $v_{free}$ (km/h)	28.8
$A_{acc}$	13.542
$B_{acc}$	0.132
$A_{dec}$	2.535
$B_{dec}$	5.269
Relaxation time $\tau$ (s)	0.498
Reaction time $T$ (s)	0.5
Lateral distance $W$ (m)	1.8
Vehicle size (meter length $d_x$ , meter width $d_y$ )	(1.9, 0.8)
Safety space for free acceleration (meter length $L_{free}$ , meter width $W_{free}$ )	$(v_x + 3.8, 2.6)$
Time required to change from the current speed to the maximum speed $T_{max}$ (s)	1.5
Threshold distances in the emergency regime (meter length $L_{emergency}$ , meter width $W_{emergency}$ )	$(0.5v_x + 1.9, 1.0)$
Lower bound of stopping distance before traffic signal $L_{signal}$ (m)	20

### جدول 3. پارامترهای شبیه سازی

#### 4.1.3 تولید وسیله نقلیه

وسایل نقلیه به طور رندوم در نقاط مبدا تولید می شوند. این رندوم بودن موقعیت های نسبی اولیه بین وسایل نقلیه را واقعی تر می سازد و طرح های پراکنده داده های خروجی ترافیک را ایجاد می کند. علاوه بر این وسایل نقلیه در شروع شبیه سازی، 800 ثانیه، بطور فزاینده تولید شده اند که در نتیجه آن به حداکثر میزان ترافیک دست پیدا می کنند. سپس میزان ترافیک از توزیع نرمال رسم می شود که در آن میانگین همراه با زمان شبیه سازی کاهش می یابد (رابطه 5). وقتی که صف وسایل نقلیه در حال انتظار به عقب حرکت کند و به نقاط مبدا برسد، تولید وسیله نقلیه بطور موقت متوقف می شود. این مکانیسم تغییر در ترافیک را از جریان آزاد تا جریان متراکم و سنگین شبیه سازی می کند. شبیه سازی بطوری تنظیم می شود که تا 4 ساعت حرکت کند.

$$\text{Traffic rate (veh/s)} = \begin{cases} \frac{\text{Time}}{1600} & \text{if Time} \leq 800 \text{ s} \\ \text{Normal}\left(\frac{800}{\text{Time} + 800}, 0.25^2\right) & \text{if Time} > 800 \text{ s} \end{cases} \quad (5)$$

#### 4.1.4 خصوصیات مدل

در این شبیه ساز، دو مدل مختلف ترکیب شده اند: مدل افزایش سرعت آزاد و موتورسیکلت مطرح شده. قوانین مربوط به انتخاب مورد استفاده مدل به شرح زیر می باشند:

1) مدل افزایش سرعت آزاد

هر وسیله نقلیه مورد آزمایش منطقه را با فضای امن از پیش تعیین شده اسکن می کند تا اینکه آیا وسیله نقلیه در فضای امن وجود دارد یا نه را بررسی کند. فرض می شود مرز فضای امن از پیش تعیین شده آنقدر برای موتورسیکلت مورد آزمایش دور باشد تا بفهمد که تحت تاثیر موتور تاثیر گذار نمی باشد؛ یعنی برای افزایش سرعت آزاد باشد. در اینجا، مرز مستطیلی با طول و عرض مشخص شده با L-free و W-free مشخص می شود که در رابطه 6 نشان داده شده است.

$$\text{Pre-determined safety space} = \text{Length } L_{free}(m) \times \text{Width } W_{free}(m). \quad (6)$$

وقتی که هیچ موتورسیکلت تاثیر گذار یا فقط یک موتور سیکلت جلویی در چپ یا راست در فضای امن از پیش تعیین شده باشد، موتور سیکلت مورد آزمایش می تواند آزادانه حرکت کند یا آزادانه از موتورسیکلت جلویی با میزان افزایش سرعت زیر سبقت بگیرد:

$$\begin{aligned} a_{x_{motor}}^x &= \frac{v_{max} - v_{a}^x}{T_{free}} \\ a_{x_{motor}}^y &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

که  $a_{x_{motor}}^x$  افزایش سرعت آزاد راننده  $a$  در طول محور  $x$  و محور  $y$  خیابان می باشند، و  $\alpha$  سرعت در طول محور  $x$  است.  $v_{max}$  سرعت آزاد است که  $a$  در آن سرعت میخواهد حرکت کند و جهت آن موازی با محور  $x$  خیابان است.  $T_{free}$  زمان مورد نیاز برای تغییر از سرعت رایج به سرعت آزاد است.

## 2) مدل موتورسیکلت

اگر دو وسیله نقلیه یا بیشتر در فضای امن از پیش تعیین شده باشند، میزان افزایش سرعت وسیله نقلیه مورد آزمایش مشابه تأثیر گذارترین وسیله نقلیه با رابطه های 4a و 4b مشخص می شود.

## 3) روش اورژانسی

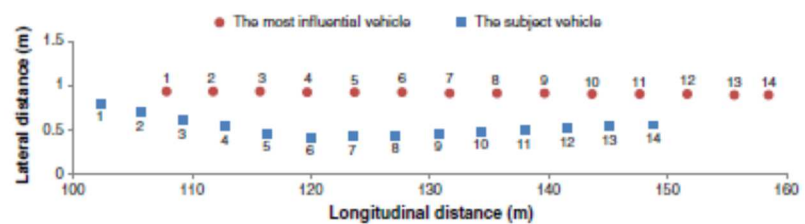
از این روش زمانی استفاده می شود که وسیله نقلیه جلویی ترمز اضطراری می گیرد تا از برخورد با وسیله جلویی جلوگیری کند. در این مقاله از روش قراردادی مطرح شده از سوی Yang and Koutsopoulos استفاده شده است. اگر وسیله نقلیه جلویی در فضای کوچک تر از فضای از پیش تعیین شده با  $L_{emergency}$  و  $w_{emergency}$  به عنوان طول محور های شبه اصلی و شبه فرعی حرکت کند، سپس وسیله نقلیه بعدی از ترمز های کاهش سرعت برای جلوگیری از برخورد و تصادف استفاده می کند.



#### 4) روش توقف قبل از چراغ جلویی

چراغ جلویی در نقطه 180متری در بخش خیابان 200متری نصب می شود. این چراغ در ثانیه 801 از شروع شبیه سازی فعال می شود. چرخه سیگنال 60ثانیه ای سه نوع نمایش دارد: قرمز، زرد(2ثانیه) و سبز. طول چراغ قرمز با 1ثانیه بعد از هر 240ثانیه پیشرفت شبیه سازی افزایش می یابد. از این رو در شبیه سازی نیاز به 4ساعت گرفتن تمام تغییرات چراغ قرمز است که بر تراکم ترافیک تاثیر می گذارند. داده های خروجی درمورد جریان ترافیک در امتداد 100متری خیابان پشت چراغ جلویی جمع آوری شده اند.

وقتی که موتورسیکلت جلویی چراغ جلویی را از مسافت توقف کمتر از مرز *signal* پایین تر از پیش تعیین شده را می بیند، تصمیم می گیرد تا به حرکت ادامه دهد یا سرعت خود را کم کند تا درست قبل از چراغ متوقف شود. در حالی که چراغ سبز یا زرد است، راننده چراغ را رد می کند در صورتی که زمان حرکت به طرف چراغ کمتر از زمان چراغ زرد باقی مانده باشد. در غیر اینصورت راننده ترمز می گیرد تا سرعت خود را کاهش دهد و قبل از خط ایست توقف کند. وقتی که چراغ جلویی سبز می شود، وسایل نقلیه جلویی آزادانه از خط ایست طبق رابطه 7 سرعت خود را افزایش می دهند. صف وسایل نقلیه تاثیر گذارترین جلویی را طبق رابطه 4a و 4b دنبال می کند.



شکل 5. مسیر های فضا-زمان انحرافی

#### 4.2 بازبینی و تحقیق

در این بخش، بازبینی شبیه ساز شرح داده شده است. شبیه ساز حرکات خارج از لاین را ارایه می کند از جمله انحراف و تعقیب کج و انحرافی. سپس نمودار های اصلی در مورد حرکات خارج از لاین طبق شبیه سازی بازبینی شده اند.

یک شبیه سازی جهت آزمایش حرکات اصلی موتورسیکلت ها اجرا شده است. حرکات انحرافی در موقعیت ترافیک سنگین ارائه شده است. شرایط شبیه سازی شامل بخش خیابان 200 متر طول و 5.4 متر عرض می شود. جریان ترافیک که از توزیع نرمال همانند رابطه 5 کشیده می شود، از 0 تا بیش از 5000 وسیله نقلیه در هر ساعت تغییر می کند. سرعت آزاد تا 28.8 کیلومتر بر ساعت تنظیم شده است. فرض می شود تمام موتورسیکلت ها اندازه ی یکسان با رفتار های همگون و یک شکل دارند. پارامتر های برآورد شده مدل مربوط به مورد خیابان Phan Dang LUU همراه با پارامتر های بکار رفته برای شبیه سازی در جدول 3 ارائه شده است.

حرکات انحرافی طبق خط مسیر ها تایید شده اند.

### 4. 2. 1 تعقیب انحرافی

یک موتور سوار ترجیح می دهد تا وسیله نقلیه دیگری را در یک زاویه انحراف دنبال کند تا به فضای امن بزرگتر مربوط به وسیله نقلیه تاثیر گذار در جلو دست پیدا کند. این رفتار تعقیب انحرافی موتورسیکلت در مسیر های فضا-زمان شکل 5 نشان داده شده است. هر نقطه در شکل موقعیت تأثیرگذارترین موتور سیکلت یا موتور سیکلت مورد آزمایش 0.5 ثانیه بعد از نقطه قبل را نشان می دهد. مشاهده شده است که بسیاری از موتور سوار ها در حالی که وسیله دیگری را در طول بخش خیابان دنبال می کنند پیشرفت کوچکی دارند.

### 4. 2. 2 حرکت انحرافی

این رفتار یک انحراف ناگهانی را در واکنش به تغییرات سرعت وسیله نقلیه جلویی را نشان می دهد. یافته های شبیه سازی شده نشان دادند که انحراف در زمانی که موتور سیکلت به چراغ جلویی نی رسد مشاهده شده است. وقتی اولین موتورسیکلت که به چراغ قرمز رسیده است سرعت خود را کاهش می دهد تا توقف کند، موتورسیکلت های بعدی سرعت را کم می کنند و برای جلوگیری از برخورد و تصادف با جلویی ها به چپ یا راست منحرف می شود. در این فرایند، امواج شوک و ترس در جریان ترافیک موتور سیکلت را نشان می دهند. مسیر موتورسیکلت منحرف در شکل 6 نشان داده شده است.

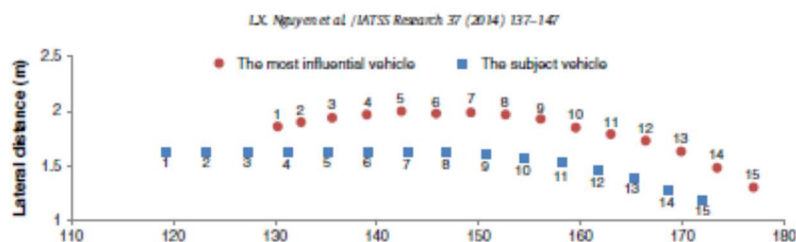
### 4. 2. 3 نمودار های اصلی

شبیه سازی نمودار اصلی جریان ترافیک و عبور و مرور موتور سیکلت در بخش خیابان را برآورد می کند. یافته ها در شکل 7 نشان داده شده اند. از آنجا که سرعت آزاد و رمان واکنش برای تمام موتورسیکلت ها یکسان هستند،

پراکندگی داده های خروجی کوچک می باشد. موتورسیکلت ها با سرعت آزادی حدود 28.8 کیلومتر بر ساعت در موقعیت غیر متراکم حرکت می کند و سپس سرعت را تا 1.0 کیلوپتر بر ساعت در واکنش به تراکم کم می کند.

### 4.3 تاثیرات تراکم جریان بر برخورد های ترافیکی

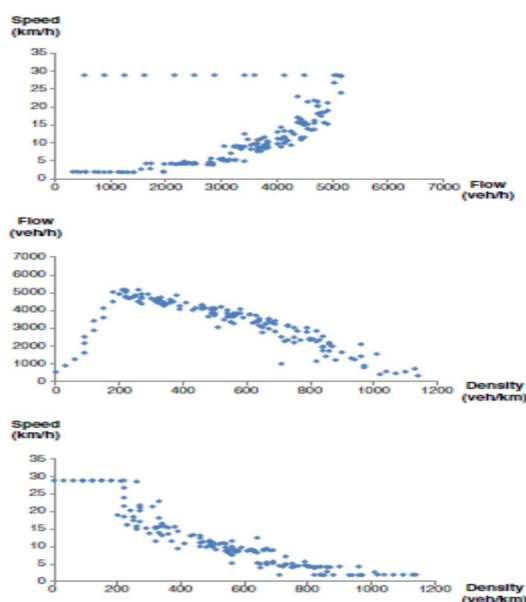
در این بخش شبیه سازی هایی برای بازبینی تاثیرات تراکم جریان بر برخورد های ترافیکی در بخش خیابان اجرا شده اند.



شکل 6. مسیر های فضا-زمان حرکت انحرافی

### 4.3.1 موقعیت های مناقشه در بخش خیابانی

در موقعیت هایی که برخورد های زیادی دارند احتمال تصادف بالاتر است. در این تحقیق، موقعیت های مناقشه تحت شرایط متراکم را به سه نوع اصلی دسته بندی شده اند.



شکل 7. نمودار های اصلی

نوع 1: وسیله نقلیه جلویی ناگهان سرعت را تغییر می دهد و وسیله نقلیه بعدی ترمز می گیرد و منحرف می شود. اگر سرعت نسبی بین دو وسیله نقلیه در جهت  $\gamma$  خیابان کوچکتر از مقدار مشخص 0.25 m/s باشد و ترمز گرفتن

برای جلوگیری از برخورد و تصادف کافی نباشد، فرض می شود وسیله بعدی به عقب وسیله حلویی برخورد کند. این برخورد می تواند منجر به تصادف جلو به عقب شود.

نوع 2: وسیله نقلیه جلویی ناگهان ترمز می کند و وسیله بعدی با ترمز گرفتن و انحراف به اطراف واکنش نشان می دهد. اگر سرعت نسبی در مسیر  $\gamma$  خیابان بیشتر از مقدار معین 0.25 متر بر ثانیه باشد و ترمز گرفتن برای جلوگیری از برخورد کافی نباشد، فرض می شود که عقب یا جلوی وسیله نقلیه دیگری به اطراف یک وسیله نقلیه بزند. این برخورد می تواند منجر به تصادف جانبی T-bone شود.

نوع 3: دو وسیله نقلیه کنار هم از طرف چپ یا راست به هم نزدیک می شوند. اگر ترمز گرفتن یا انحراف برای جلوگیری از برخورد کافی نباشد، فرض می شود که وسیله نقلیه دیگر از طرفین به یک وسیله دیگر بزند. این برخورد می تواند منجر به برخورد ضربه جانبی شود.

بر اساس دسته بندی بالا، فرض می شود هر نوع برخورد تا به یک نوع برخورد مربوط باشد. با این حال، قضاوت صحیح درباره نوع برخورد یک چالش است. عملاً وقتی که دو وسیله نقلیه تصادف می کنند، تصادف نوع واقعی با موقعیت قسمت های آسیب دیده روی بدنه ی وسیله نقلیه تایید خواهد شد.

### 2.3.4 شاخص برخورد: میزان کاهش سرعت

از چندین شاخص برخورد برای اندازه گیری فرکانس و شدت برخورد ها نظیر وقفه زمانی، TTC و DR استفاده شده است. در اینجا، DR به عنوان شاخص برخورد مربوط به موتورسیکلت ها اتخاذ شده است. DR مقدار کاهش سرعت برای موتورسیکلت است در زمانی که برای جلوگیری از تصادف احتمالی با وسایل نقلیه دیگر ترمز می گیرد. اگر DR فراتر از مقدار بحرانی معین  $0.8 \text{ m/s}$  برود، گفته می شود که ترمز ناگهانی روی می دهد. این یک مقدار میانگین است که طبق داده های نظر سنجی اندازه گیری می شود. در این تحقیق احتمال ترمز ناگهانی برای ارزیابی برخورد محاسبه شده است. این احتمال به عنوان درصد مشاهداتی تعریف می شود که در آن موتورسیکلت مورد آزمایش ترمز میگیرد تا سرعت خود را کاهش دهد که فراتر از مقدار بحرانی در کل زمان شبیه سازی می رود. از آنجا که DR در مشاهده برای هر مرحله زمانی 0.01 ثانیه اندازه گیری می شود، احتمال ترمز ناگهانی را می توان به آسانی طبق یافته های شبیه سازی شده محاسبه کرد.

### 3.3.4 تاثیرات تراکم جریان روی برخورد های ترافیکی

رابطه بین احتمال ترمز ناگهانی و تراکم با استفاده از داده های نظر سنجی و داده های شبیه سازی بررسی شده است. داده های نظر سنجی بر اساس مشاهدات ویدیو کلیپ ها می باشند. از آنجا که یک مشاهده در یک زمان مشخص شامل تنها یک موتورسیکلت مورد آزمایش و موتورسیکلت های اطراف آن می شود، از نمودار Voronoi برای محاسبه تراکم در موقعیت موتور سیکلت مورد آزمایش استفاده شده است. با این حال، این روش برای ذخیره زمان در به دست آوردن تراکم از داده های شبیه سازی به کار نمی رود. در عوض، از تراکم میانگین در خیابان 100 متری در هر مرحله زمانی شبیه سازی استفاده شده است.

نمودار های Voronoi اجازه اندازه گیری تراکم در مقیاس فضایی بسیار کوچک را با تعیین فضا و فضای تا موتور سیکلت مورد آزمایش را می دهد. برای هر موتور سیکلت مورد آزمایش، تراکم جریان هر 0.5 ثانیه محاسبه می شود. فضا یا سلول Voronoi به عنوان ناحیه ای تعریف می شود که در آن تمام نقاط به موتور سیکلت مورد آزمایش نسبت به سایر موتورسیکلت ها نزدیکتر می باشند (شکل 8). Steffen and Seyfried از نمودار های Voronoi برای تعیین تراکم ترافیک و عبور و مرور پیاده ها استفاده کرده اند. مزایای این روش عبارتند از: (1) تراکم آنی در یک نقطه زمانی مشخص را برآورد می کند، و (2) مساله پراکندگی تراکم را در زمانی که اندازه موتورسیکلت قابل مقایسه با اندازه ناحیه اندازه گیری باشد را مورد خطاب قرار می دهد. در اینجا سلول Voronoi برای هر موتورسیکلت مورد آزمایش از طریق نمودار Vironoi تعیین شده است. در یک زمان مشخص مربوط به مشاهده معین، تراکم  $p_i$  که با موتور سیکلت ایجاد شده است، که در موقعیتی قرار گرفته که با موتورسیکلت های تاثیرگذار ارتباط دارد، با سلول Voronoi تعیین می شود، این گونه می شود:

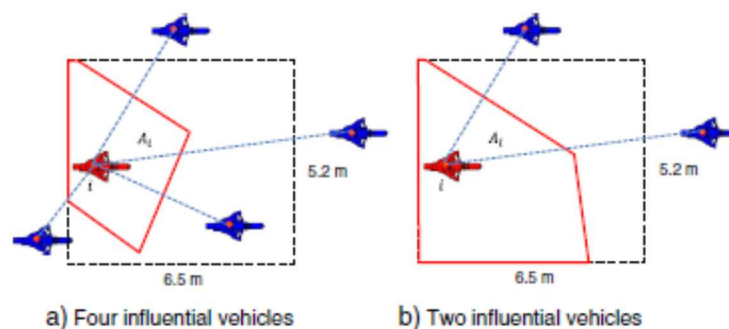
$$p_i = \frac{1}{A_i} \quad (8)$$

طبق داده های نظر سنجی، موتور سیکلت های تاثیرگذار اطراف موتور سیکلت مورد آزمایش از 1 تا 5 وسیله نقلیه متغیر می باشند. مساله بکار بردن رابطه 8 در زمانی روی می دهد که تعداد نسبتا کوچک است (حدود 1 تا 2 وسیله نقلیه، همانند شکل 8b). در نتیجه سلول Voronoi تا ابدیت (infinity) گسترش می یابد. برای کار با این مساله، اندازه سلول Voronoi را به مستطیلی با طول 6.5 متر و عرض 5.2 متر محدود کرده ایم. این مقادیر از اندازه میانگین دو شبه محور فضای امن آستانه بیضی شکل به دست آمده اند.

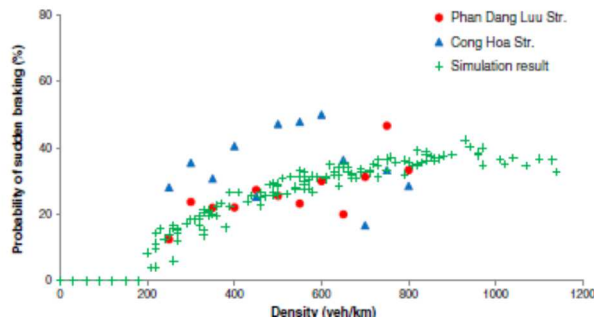
رابطه بین احتمال ترمز ناگهانی و تراکم مشتق گرفته شده از داده های نظر سنجی که در دو بخش خیابان مختلف جمع آوری شده اند در شکل 9 نشان داده شده است. تراکم جریان موتورسیکلت از 200 تا 800 veh/km در هر دو مکان می باشد. از آن جا که تعداد مشاهدات کم می باشد، همان طور که تراکم تا 50 veh/km افزایش می یابد احتمال ترمز ناگهانی محاسبه می شود. در شکل 9 نشان داده شده است که تراکم جریان بالاتر موجب افزایش بیشتر احتمال ترمز ناگهانی می شود. از این رو از آن جا که موتور سوار ها وقتی که به یکدیگر نزدیک تر می شوند، میفهمند که فضای امن کوچکتر می شود؛ از این رو بیشتر پدال ترمز را فشار می دهند.

یک شبیه سازی با پارامتر های خیابان Phan Dang Luu اجرا شده است (جدول 3). این رابطه بطور مناسب و به اندازه کافی ارائه شده است (شکل 9). نقاط داده زیادی از داده های نظر سنجی خیابان Phan Dang Luu با داده های شبیه سازی تقریب زده شده اند. یافته های مشابهی بدست آمده است، به عبارتی دیگر احتمال ترمز ناگهانی با افزایش تراکم افزایش می یابد. علاوه بر این شبیه سازی می تواند از تغییرات زیادی در تراکم ترافیک از جریان آزاد (0 veh/km) تا جریان بسیار متراکم (1200 veh/km) تقلید کند. تحت شرایط بسیار متراکم (از 1000 تا 1200 veh/km)، احتمال ترمز ناگهانی افزایش نمی یابد. این امر منطقی می باشد زیرا در چنین موقعیت هایی با تراکم بالا، موتورسیکلت ها فضای امن کمتری برای انحراف به چپ یا راست دارند. بنابراین، به آهستگی وسیله جلویی را دنبال می کنند.

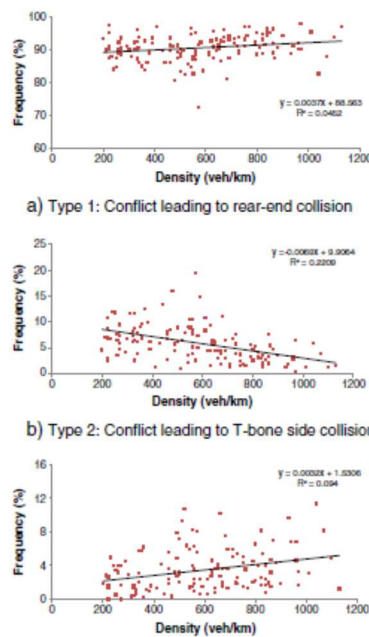
هر چند احتمال ترمز ناگهانی را نمی توان برای برآورد تعداد تصادفات به کار برد، افزایش احتمال ترمز ناگهانی در سطوح بالای تراکم جریان در افزایش احتمال میزان تصادفات منعکس می شود. تحقیقات بیشتر جهت بررسی رابطه بین ترمز ناگهانی و تعداد تصادفات ترافیکی را باید در نظر گرفت.



شکل 8. سلول Voronoi برای موتور سیکلت ها: (a) چهار وسیله نقلیه تاثیر گذار. (b) دو وسیله نقلیه تاثیر گذار



شکل 9. تاثیرات تراکم جریان بر احتمال ترمز ناگهانی



شکل 10. نسبت مربوط به انواع برخورد که بر حسب تراکم جریان منجر به تصادف و برخورد می شود.

#### 4.3.4 رابطه بین تراکم جریان و انواع برخورد های ترافیکی

سه نوع برخورد از طریق شبیه سازی تایید شده اند. مشاهدات و بررسی های ترمز ناگهانی از داده های خروجی شبیه سازی شده شمرده شده اند و به سه نوع برخورد دسته بندی شده اند. درصد مشاهدات در هر نوع برخورد میان کل مشاهدات شمرده شده محاسبه شده است. در نتیجه تگنسبت های هر نوع برخورد در مقابل تراکم جریان طراحی شده است (شکل 10). از تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی برای برآورد روابط بین این متغیر ها استفاده شده است. تقریباً تمام پارامتر ها در روابط رگرسیون در سطح 0.01 قابل ملاحظه و مهم می باشند، به جز اولین پارامتر رابطه رگرسیون مربوط به نوع برخوردی که موجب برخورد های عقب می شود. بنابراین درصد میانگین این نوع برخورد که در حدود 89٪ ثابت می باشد به تغییر تراکم ارتباطی ندارد. برخورد هایی که موجب برخورد های

طرف T-bone می شوند با افزایش تراکم یک گرایش رو به کاهشی از 8٪ تا 2٪ بطور میانگین نشان می دهند. نسبت برخوردیهایی که منجر به تصادفات جانبی می شود همان طور که جریان ترافیک متراکم تر می شود از 2٪ به 6٪ افزایش می یابد. از این رو، برخورد های جانبی و T-bone یک رابطه پایا پای را ارائه نمی کنند. در موقعیت های تراکم بالا، موتورسیکلت فضای کمتری برای انحراف به چپ یا راست دارد؛ از این رو احتمال روی دادن برخورد T-bone وجود ندارد. در مقابل، نسبت موتورسیکلت هایی که کنار هم حرکت می کنند بیشتر است؛ که این موجب احتمال بیشتر تصادفات جانبی می شود.

این یافته ها تعریف و با داده های آماری دیگر مقایسه شدند. HSU و همکارانش بر اساس داده های مرگ و میر موتورسیکلتی در تایوان در سال 1997 بیان کردند که برخورد ها و تصادفات عقب و جانبی 49٪ و 8٪ کل مرگ و میر ها را تشکیل می دهند. داده های این گزارش در چهار راهها و بخش های خیابان جمع آوری شده است. چرخش به چپ یا راست در چهار راه ها با تعداد و فرکانس بالاتر تصادفات جانبی در ارتباط است. با این حال، برخورد ها و تصادفات در چهار راه ها فراتر از دید این مقاله می باشد. Padmanaban و Eyges انواع تصادفات مرگبار موتورسیکلت را با استفاده از داده های FARS که در طول سالهای 1990 تا 2007 جمع آوری شده بود را شناسایی کردند. آنها دریافتند که بطور میانگین، تصادفات جلو شامل برخورد با اتومبیل ها یا کامیون ها می شوند. به مطالعات بیشتری جهت ارایه تحلیل های برخورد در چهار راه ها به علاوه برخورد های موتورسیکلت با انواع مختلف وسایل نقلیه نیاز خواهد بود.

## 5. نتیجه گیری

در این مقاله، یک مدل جهت ارزیابی برخورد های ترافیکی و عبور و مرور موتورسیکلت ها مطرح شد. از مفهوم فضای امن برای تعریف رفتار های افزایش و کاهش سرعت استفاده شده است. ویژگی های جدید برای ارزیابی برخورد ترافیکی ارایه شده اند. ابتدا، اختلاف در مقادیر عددی بین کاهش و افزایش سرعت با معرفی دو مجموعه پارامتر جدید برای کاهش و افزایش سرعت مطرح شده است. دوم، شرایط انتخاب جلویی جهت افزایش سرعت شرح داده شده است، نظیر زاویه دنبال کردن و عرض مسیر دنبال کردن. پارامتر های کاهش سرعت، افزایش سرعت و زمان استراحت با استفاده از داده های خط سیر جمع آوری شده در دو بخش خیابان مختلف در شهر



Ho Chi Minh برآورد شده اند. تقریباً تمام پارامترها از لحاظ آماری در سطح 0.01 مهم می باشند و برای مکان های مختلف فرق نمی کنند.

موقعیت های برخورد و شاخص برخورد میزان کاهش سرعت معرفی شده است. مدل شبیه سازی جهت ارزیابی برخورد ترافیکی با محاسبه میزان کاهش سرعت در هر مرحله زمانی در زمانی که تراکم جریان موتورسیکلت تغییر می کند ارایه شده است. ارزیابی برخورد ترافیکی با محاسبه احتمال ترمز ناگهانی بر حسب تراکم جریان موتورسیکلت تایید می شود. این یافته ها تاکید بر این حقیقت دارند که تراکم جریان بالاتر منجر به افزایش بیشتر احتمال ترمز ناگهانی مرتبط با ریسک بالای تصادفات ترافیکی می شود. یافته های شبیه سازی سه نوع برخورد را تایید کرده اند. نسبت برخورد هایی که منجر به تصادف عقب می شود حدود 89٪ ثابت می باشد. برخورد هایی که منجر به تصادف جانبی T-bone می شوند گرایش به کاهش سرعت دارند در حالی که برخورد هایی که منجر به تصادف جانبی می شوند در زمانی که ترافیک متراکم می شود اندکی افزایش می یابند.

از مدل مطرح شده می توان برای ارایه حرکات خارج از لاین موتور سیکلت ها در مواقعی که وسایل نقلیه تاثیر گذار به اندازه کافی دور هستند که موتورسیکلت مورد آزمایش بتواند ان را به وضوح تشخیص دهد و بر اساس فرض 3 به ان واکنش نشان دهد. بنابراین، یک مورد آزمایش به فقط یک وسیله نقلیه در یک زمان واکنش نشان می دهد. در حالی که وسیله نقلیه مورد آزمایش به دو وسیله نقلیه اطراف یا بیشتر به طور همزمان، مخصوصاً تحت شرایط ترافیک خیلی سنگین واکنش نشان می دهد. در واقع موتورسیکلت ها زمانی که در فواصل امنی کوچک حرکت می کنند که اندکی عریض تر از عرض موتورسیکلت است بین دو موتور سیکلت دیگر حرکات بسیار هموار و هوشمندانه ای از خود نشان می دهد. نمی توان در این مدل این حرکات را تکرار کرد. در عوض موتور سیکلت مورد آزمایش وقتی که سرعت خود را کم می کند تا به تاثیر گذارترین وسیله نقلیه در سمت چپ و سپس وسیله سمت راست به ترتیب واکنش نشان دهد، حرکات نوسان دار را در مدت زمان کمی انجام می دهد. در آینده، مدل مطرح شده برای بررسی و در نظر گرفتن توسعه فرض 3 بهبود خواهد یافت.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی