|  |
| --- |
|  |
| **سیستم جلوگیری از برخورد اتوماتیک براساس اطلاعات دقیق به دست آماده از اطراف وسیله نقلیه**  [Document subtitle] |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Parham Zilouchian | 2018/7/7 | [Course title] | |

سیستم جلوگیری از برخورد اتوماتیک براساس اطلاعات دقیق به دست آماده از اطراف وسیله نقلیه

# **خلاصه بحث**

در این بررسی یک سیستم جلوگیری از برخورد معرفی میشود ، براساس اطلاعات فراهم شده از سنسور اسکنر لیزری ، که در آن برحسب خطر دو نوع اقدام میتواند انجام شود. اول این که سیستم سعی میکند که وسیله را برای جلوگیری از تصادف متوقف کند. و اگر کاهش سرعت به اندازه کافی موثر نیست ، سیستم کنترلی کنترل فرمان و هدایت وسیله را دردست میگیرد و وسیله را از مسیرش منحرف میکند برای این که وسیله را از موقعیت خطرناک خارج کند. سیستم کنترل کننده ، موقعیت را میسنجد و مناسب ترین عمل را در هر موقعیت با درنظر گرفتن مناطق خالی اطراف وسیله که با استفاده از اطلاعات دقیق نقشه دیجیتالی به دست آمده انتخاب میکند.

این سیستم در یک وسیله پیاده سازی شده است و با عابرین پیاده و وسایل نقلیه ای که در کنار مسیر آزمایش خصوصی در حرکت اند آزمایش شده و نتایج رضایت بخشی به دست آمده.

# معرفی :

اطلاعات تصادفات ترافیکی یک کاهش واضحی در تصادفات را در سال های اخیر نشان داده اند. این کاهش به واسطه معرفی راه حل هایی که همه مناطق حمل و نقل جاده ای را تحت تاثیر قرار میدهد به دست آمده است (زیر ساخت ، وسیله نقلیه و راننده). جایی که این پیشرفت ها بیشتر مشهود است در مناطق مرتبط با وسیله نقلیه که چندین سیستم ایمنی قرار داده شده است. ما میتوانیم تمییز دهیم بین سیستم های ایمنی اصلی که طراحی شده اند تا از تصادفات جلئگیری کنند و سیستم های ایمنی ثانویه که تلاش میکنند که عواقب آن ها را کاهش دهند.

سیستم های اصلی برای وسیله نقلیه سیستم های هوشمندی را فراهم میکنند که میتواند تصادفاتی را پیشبینی و پیشگیری کند که راننده به تنهایی نمیتواند کنترلش کند.

الحاق تکنولوژی های پیشرفته در ماشین ها باعث بهبود امنیت ارائه شده مسافران خودرو و عابرین پیاده شده است و کاهش تصادفات جاده ای در دهه اخیر شده است علارغم افزایش بسیار زیاد در زمینه تعداد ناوگان حمل و نقل و جاده و همچنین افزایش بسیار سفرهای انجام شده.

برای بهبود مدل ایمنی یکپارچه یک مرحله فعل و انفعال بین سیستم اصلی و ثانویه تعریف شده است که سیستم های قبل از برخورد نامیده میشود که با قبلی ها تداخل دارند. همان طور که آن ها از اطلاعاتی که به وسیله سیستم های اصلی فراهم آمده استفاده میکنند برای این که به اهداف هر دوی سیستم های اصلی و ثانویه دست یابند.

این سیستم ها از اطلاعاتی که به وسیله سنسورهای سیستم های اصلی به دست میآید استفاده میکنند و آن ها میتوانند براساس سیستم های کنترلی و حفاظتی (سیستم های ثانویه) عمل کنند به منظور کاهش احتمال و عواقب تصادف شود.

آن ها اجازه میدهند تا اندازه گیری ها را چند ثانیه قبل از وقوع انجام دهیم. بعضی از عمل ها ترمز اتوماتیک ، فرمان مانور اتوماتیک ، فعال شدن پیش تقویت کننده ، آماده سازی کیسه هوا و کارهایی که سازگاری را بین ماشین ها بهبود میدهد یا کم کردن اثرات تصادفات عابرین پیاده.

اولین جنبه ای که توسط سیستم پیش برخورد در نظر گرفته شده است ، تشخیص و تفسیر اطراف وسیله نقلیه هست ، و آنالیز آن ها که آیا آن ها مانع هایی هستند که امکان دارد به موانع بالقوه در راه وسیله نقلیه تبدیل شوند. تشخیص مانع زمینه ای هست که پیشرفت های بسیاری را در زمینه تعامل بین سیستم های ایمنی اصلی و سیستم های ایمنی اصلی-ثانویه کرده است.

سه تکنولوژی که عموما برای تشخیص دامنه وسیع اطراف وسیله نقلیه استفاده میشود : بینایی کامپیوتر ، رادار و اسکنر لیزری.

ادغام سنسورها برای بهبود احتمالات درک و معرفی محیط و نیز کم کردن نقص های هر سنسور استفاده میشود و چندین الگوریتم هم در گذشته معرفی شده است.

جنبه دوم این است که چگونه سیستم جلوگیری از برخورد به راننده هشدار میدهد یا عمل میکند. در شرایطی که سیستم به راننده هشدار میدهد طراحی های رابط ضروری است. یک راه حل پیشرفته تر اقداماتی را در پدال ترمز و فرمان در نظر میگیرند ، که در زمینه ماشین های خودران قرار میگیرد. کنترل هوشمند این ماشین ها یکی از مهمترین چالش های امروزی سیستم های حمل و نقل هوشمند است. استفاده از هوش مصنوعی برای مدیریت اتوماتیک محرک های اتومبیل سیستم های کمک به راننده را قادر میسازد تا به روش های مشابه به رانندگانی انسانی کمک کنند. [14]

چندین ابتکارات سیستم های X-by-Wire استفاده میشود به عنوان یک لایه کنترل سطح پایین برای کنترل ماشین های خودران و یک طیف گسترده ای از سیستم های پیشرفته کمکی راننده وجود دارند که که نیاز دارند به مدیریت اتوماتیک محرک های اتومبیل تا این که به درستی تکلیفشان را انجام دهند. بعضی مثال ها به شرح زیر است، که بعضی از محصولات به عنوان تجهیزات خودرو هم اکنون وجود دارد، توسعه داده شده توسط (سازنده تجهیزات اصلی) OEMs :

* کروز کنترل انطباقی ]17-20[
* کمک کننده پارک ]21-23[
* کمک کننده جلوگیری از برخورد
* مدیریت اتوماتیک تقاطع ها
* تغییر اتوماتیک مسیر و سیستم های نگهداری مسیر

در مورد سیستم های اجتناب از برخورد ، کاری که اتومبیل انجام میدهد فقط در پدال ترمز است. مخصوصا که EuroNCAP منتشر کرده است که سیستم های ترمز اضطراری خودمختار در طرح ارزیابی اتومبیل ها اضافه خواهند شد، براساس اطلاعات فراهم شده به وسیله سنسور اسکنر لیزری که در آن دو اقدام در مواجهه با خطر به جای فقط ترمز کردن میتواند انجام شود.

اول این که سیستم سعی میکند برای جلوگیری از تصادف اتومبیل را متوقف کند. و اگر کاهش سرعت به اندازه کافی موثر نیست ، سیستم کنترلی کنترل فرمان را در دست میگیرد و خورو را از مسیرش منحرف میکند برای این که از موقعیت خطرناک خارجش کند. سیستم کنترلی موقعیت را میسندجد و تصمیم به مناسب ترین اقدام را در هر مورد با در نظر گرفتن مناطق خلوت و آزاد در اطراف خود که با استفاده از اطلاعاتی که از نقشه دیجیتالی با جزئیات به دست می آورد میگیرد. این سیستم به طور واقعی در اتوبیل های گردشی در یک مسیر آزمایشی تست شده اند.

# معماری سیستم

یک سیستم توسعه یافته اساسا از دو سطح تشکیل شده است. اول این که سیستم باید محیط اتومبیل هدف را برای مشخص کردن اینکه آیا خطر برخورد وجود دارد، ضبط و آنالیز کند. علاوه بر این، سطح دوم شامل اخطار و ماژول های عملی موجود در اتومبیل میشود، شامل ترمز کردن و فرمان مانور اتوماتیک میشودو

این سیستم های کمکی میتوانند در مدت زمان کوتاه تری نسبت به راننده واکنش نشان دهند اما نیاز به سیستم های پیچیده ای برای تشخیص محیط دارند تا بتوانند مناسب ترین راه حل اقدامی جایگرین را محاسبه کند.

شکل 1 نشان میدهد که طرح معماری سیستم کنترل خودرو را نشان میدهد. یک لایه سطح بالا تهدیدات را به وسیله داده های به دست آورده از اسکنر لیزری را نشان میدهد. به علاوه موقعیت یابی ماهواره ای در نقشه دیجیتالی به عنوان یک سنسور اضافی که مکمل اطلاعاتی است که به وسیله سنسورهای خودرو به دست آمده استفاده میشود. بنابراین این سنسور قادر است تا بین موانعی که تهدیدات بالقوه هستند و آن هایی که نیستند تفاوت قائل شود چون آن ها خارج از زمینه مورد علاقه شان هستند. این منطقه با استفاده از اطلاعات سیستم موقعیت یاب جهانی موقعیت خودرو و اطلاعات نقشه دیجیتالی دقیق که شامل اطلاعات دقیقی از هندسه جاده ای ، تعداد مسیرها ، عرض مسیرها و غیره. همین طور تعیین ناحیه های آزاد موجود برای فراهم کردن مانور اجتناب از برخورد با استفاده از سیستم موقعیت یاب در یک نقشه دیجیتالی دقیق امکان پذیر است.

با اطلاعات فوق سیستم بررسی میکند مناسب ترین ترمزگیری و/یا مانور حرکتی که ضروری هست (یا امکان پذیر است) تا از تصادف جلوگیری کند یا عواقب آن را درصورت اجتناب ناپذیر بودن به حداقل برساند. منطق تصمیم گیری راه حل های ساده را برای جلوگیری از برخورد براساس ترمز جزئی یا کامل ارزیابی میکند. در این موارد که در آن ها این راه حل کافی نیست ، مانورها (حرکت های) فرمان ارزیابی میشوند. در هر دو مورد سیستم کنترل محدودیت های فیزیکی تحمیل شده توسط دینامیک خودرو را در نظر میگیرد، بنابراین فقط مانورهای امن پیشنهاد میشوند.

وقتی که یک تصمیم گرفته میشود، سیستم سطح پایین سیگنال هایی را از سیستم سطح بالا دریافت میکند. و همین طور اطلاعاتی را در مورد موقعیت فرمان و سرعت خودرو برای بستن حلقه های کنترل دریافت میکند.

در نهایت بر روی فرمان و پدال عمل میکند. هر دوی سیستم های سطح بالا و پایین بر روی دو کامپیوتر شخصی با هدف تنظیم پارامترها و ضبط اطلاعات قرار داده شده اند، اما الگوریتم ها بهینه سازی شده اند تا آن ها بتوانند به صورت واقعی در پلتفرم هایی که برای پیاده سازی در وسیله نقلیه مناسب ترند اجرا شوند.

3- تشخیص مانع

اولین قدم سیستم تشخیص مانع هست. سنسورها و الگوریتم ها باید توسعه داده شوند تا هر تصادم قریب الوقوعی را تشخیص دهند، زمانی را که اتفاق روی میدهد برآورد کنند، و در نهایت بفهمند که چه موقع غیرقابل پیشگیری میشود. یک جنبه کلیدی در این سیستم ها تصمیم گیری است که یک برخورد آیا قابل اجتناب هست یا خیر، همانطور نوع اقداماتی را که خودرو باید به طور خودکار در هر شرایط انجام دهد را مشخص میکند (مراحل برگشت پذیر یا غیرقابل بازگشت). برای این منظور ، از بررسی همزمان موقعیت ، سیستم باید زمان تا برخورد را محاسبه کند (TCC – Time To Collision) و آن را با زمان جلوگیری از برخورد مقایسه کند.

سایر اطلاعات مورد علاقه سرعت نسبی برخورد ، احتمال آن ، مکان آن، ویژگی های جرم و سختی مانع و تعیین هوییت آن.

تشخیص موانع شامل مراحل زیر است:

* تقسیم بندی : شناسایی قسمتی از اطلاعات که مربوط به یک مانع هست.
* برآورد Ego-Motion
* طبقه بندی شی
* ردیابی اشیا : تجزیه و تحلیل تکان ها وجنبش های مانع در طول زمان

چندین الگوریتم توسعه یافته اند و به نوع سنسور بستگی دارند.

در این طرح پیشنهادی یک اسکنر لیزری تک لایه ای Sick LRS 1000 مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول 1 مشخصات اصلی آن را نشان میدهد. بعضا مثال های جالبی از الگوریتم ها در زمینه اسکنرهای لیزری را در [38-41] میتوان یافت. هرچند که الگوریتم ها امکان دارد به خطاهای اندازه‌ گیری یا شرایط جاده ای سخت خیلی حساس باشند، که استحکام و دقت الگوریتم ها و نتایج آن ها را کاهش میدهد.

به این دلیل ، الگوریتمی که به وسیله سیستم اجتناب از برخورد استفاده میشود ایده‌های معرفی شده در [37] را به کار میگیرد و چندین نوآوری مرتبط را در مقایسه با سایر راه حل‌ها ارائه میکند :

* الگوریتم تقسیم بندی ایده‌آل برای جلوگیری از گروه‌ بندی اشتباه یا تقسیم موانع در سناریوهای محیطی پیچیده.
* الگوریتمی که محور اصلی مانع را شناسایی میکند و محاسبه سرعت دقیق جابه‌جایی مانع را فراهم میکند.
* الگوریتم دقیقی برای محاسبه TTC.

3.1 تمییز موانع

اول از همه نقطه های شناسایی شده به وسیله اسکنر باید به منظور شناسایی این که کدام یکی به یک مانع تعلق دارند گروه بندی شوند. معیار معمول فرض میکند که دو نقطه متوالی اگر به وسیله یک فاصله بیشتر از یک مقدار از پیش تعیین شده بیشتر نشود به یک مانع تعلق دارند. که بستگی دارد به فاصلهr بین اسکنر لیزری و مانع تشخیص داده شده. یک پارامتر ثابت هست که برای کاهش نویز استفاده میشود، و یک حد پایین برای میتواند توسط سیبسیبسب محاسبه شود که وضوح زاویه اسکنر لیزری میباشد [40]. بقیه فرمولاسیون‌های پیشرفته سرعت خودرو را هم در نظر میگیرند [36].

مشکل این روش در حقیقت این است که فاصله بین دو نقطه متوالی یک مانع تشخیص داده شده میتواند بسیار متغیر باشد همین طور میتواند به جهت آن نیز بستگی داشته باشد. شکل2 را در نظر بگیرید و با توجه به این که موانع پیش‌بینی شده در محیط جاده معمولا یک اساس مستطیل شکل دارند (خودروها) یا از لحاظ نظری معادل عابرپیاده هستند [36, 39] ، فاصله بین نقاط تشخیص داده شده متوالی به وسیله عبارت‌های معرفی شده در [37] (see (1) and (2)) بببببببببببب

بنابراین یک مقدار تحمل میتواند گاهی اوقات نتایج رضایت بخشی را فراهم کند، اما نه همیشه. این نیاز دارد به یک روند تکرار تا تشخیص برخورد را انجام دهد بنایراین اصلاح شده است با توجه به جهت گیری تشخیص داده شده مانع هست، یک پارامتری که در قدم‌هایی به دست میآیند که باید پس از فرآیند تقسیم‌بندی آدرس دهی شود.

هنگامی که موانع تشخیص داده شد، ضروری هست که سینماتیک (سرعت و جهت) آن‌ها را بدانیم. راحت ترین روش ها براساس ردیابی نقاط centroid مشخص شده اند که به یک مانع در فریم ها مختلف تعلق دارند که به وسیله اسکنر لیزری فراهم شده است. این روش نتایج خوبی را در مورد موانع کوچک مانند عابرین پیاده فراهم میکند. هرچند که خطاهای قابل توجهی در مورد سایر مانع‌ها مانند خودروها میتواند روی دهد. در این موارد الگوریتم دقیق تری پیشنهاد شده است. موانع بزرگتر به شکل مستطیل به نظر میرسند. در این موارد 1 یا 2 طرف میتوانند شناسایی شوند، بنابراین ضروری هست که نقاط مربوط به هر طرف را تشخیص دهیم. روش‌های مختلفی وجود دارند که سعی میکنند این عملیات را انجام دهند [38, 41] . هرچند ، روش بالا نقص‌هایی را معرفی میکند که میتوانند تاثیرات منفی بر نتایج دارد، مانند :

* *دقت در اندازه‌گیری نقاط تشخیص داده شده برای شناسایی درست دوطرف بسیار مهم است، در صورتی که یکی از این نقاط انتظار میرود که گوشه ای باشد.*
* *روش‌ها عموما روی راه‌حل هایی حساب میکنند که تا حدودی انجام آن ها به روش معمولی سخت است.*

*سیستم بازدارنده روش معرفی شده در* [37] *را استفاده میکند که سعی میکند محدودیت های سایر روش‌ها را رفع کند و در هر لحظه از متعامد بودن هر دو طرف مطمئن میشود.*

*این روش فرض میکند که عموما حداقل سه نقطه تشخیص داده میشوند و میتوانند به وسیله دو خط راست ببر هم عمود شوند*

*ببببببببببببببببب*

*یک فرآیند درجه دوم کاهش خطای فرآیند انجام میشود ( با دادن وزن برابر به خطای هر طرف) به منظور پیدا کردن محورها تعداد نقاط متعلق به هر خط راست*  *و تغییر داده میشوند ( و به ترتیب و با ).*

*ببببببببببببببببببببب*

*این روش که خطای درجه دوم را به حداقل میرساند منجر به عبارت زیر میشود که از آن گرادیان خط مستقیم میتواند کاهش یابد (10 و 11 را ببینید) برای هر مقدار ممکن m ما b و c را در حالت*

*اگر*

*3.3 محاسبه TTC*

*در [42] یک فرایند برای محاسبه TCC بین دو خودرو معرفی شد، فرض کنید که خودروها دو نقطه ایدآل هستند. داده‌هایی که درنظر گرفته میشوند موقعیت‌های اولیه خودروها مانند سرعت‌ها و جهت‌های آن‌ها هست. هنگامی که نقطه تقاطع پیدا شد، یک فرآیند ایجاد میشود تا زمان برخورد را محاسبه کند. که تشکیل شده است از محاسبه زمانی که که طول میکشد تا دو خودرو به نقطه تقاطع برسند. وقتی که این دو زمان با یکدیگر مصادف شوند به آن TTC میگویند. برای در نظرگرفتن یک حاشیه ایمنی که ساده سازی انجام شده را جبران کند یک فاکتور δ در نظر گرفته میشود بنابراین فرض میشود که برخورد زمانی اتفاق می‌افتد که تفاوت بین زمان محاسبه شده کمتر از پارامتر باشد. توجه داشته باشید که مقادیر بیشتر δ یک الگوریتم محافظه‌کارانه است.*

*این روش ساده است و در رویدادی که مانع آن عابر پیاده باشد به خوبی کار میکند، اما نتایج امکان دارد که بستگی زیادی به پارامتر δ داشته باشد وقتی که با خودرو ها مواجه باشیم. بنابراین استفاده از روش قبلی باعث میشود که الگوریتم پیاده سازی شده در سیستم اجتناب فرض کند که شکل خودرو مستطیل شکل است. وقتی دو خودرو تصادف میکنند دیده میشود که گوشه یکی از آن‌ها اولین جایی است که برخورد کرده است. دو وضعیت اولیه ممکن است باتوجه به آن مشخص شود زاویه β بین بردارهای حرکت هر دو خودرو :*

*و فقط پیکربندی 10 تصادف امکان پذیر است. شکل‌های 4 و 5 آن‌ها را نشان میدهد. شامل شرایط زمانی که باید رعایت شوند و همین طور چه پیکربندی باید صورت گیرد در صورتی که شرایط زمانی رعایت نشود. نشانه گذاری* TXYZ برای نشان دادن زمانی که طول میکشد تا نقطه *XY به نقطه Z برسد.* که *X تعداد* گوشه های خودرو و *Y* شماره خودرو و *Z* شماره نقطه تقاطع است. برای محاسبات *TTC* دو مورد باید مشخص شود *(i*) گوشه خودرو برخورد میکند به کنار خودرو دیگر و (ii) گوشه خودرو به جلو یا عقب خودرو دیگر برخورد میکند. در موقعیت اول (موارد A, D, G and J) نقطه تصادف در یکی از تقاطع‌های خطوط طولانی .... در مورد دوم باید بررسی شود که چگونه گوشه خودرو در کنار قسمتی که برخورد روی داده است حرکت میکرده است و چگونه خودرو دیگر به آن بخش وارد میشود ( به طور خاص چگونه آخرین نقطه منطقه ای که در آن تصادف روی میدهد تکامل می‌آبد.) در این رابطه دو موقعیت شخص میشود:

* وقتی که *­*  هر دوی گوشه و آخرین نقطه خودرو دیگر که وارد بخش میشود در یک جهت حرکت میکند. به علاوه ترتیب چهار پارامتر زمانی درگیر به وضوح در شزایط زمانی مشخص شده است.
* وقتی نقطه در جهت مخالف حرکت میکند. در این حالت ترتیب چهار پارامتر زمانی درگیر کاملا در شرایط زمانی مشخص نشده است، زیرا بعضی از روابط بستگی به مورد خاص‌اش دارد.

4- اتوماسیون خودرو

در بین سیستم‌های جلوگیری از برخورد، الگوریتم تشخیص مانع به عنوان یک لایه بالایی عمل میکند که دستورات را برای لایه پایینی که برروی کنترل وسیله نقلیه عمل میکند تولید میکند. معماری کنترلی خودرو توسعه داده شده بر روی یک خودرو Citroen C3 Pluriel که دارای یک گیربکس اتوماتیک است پیاده سازی و نصب شده است که محرک های آن (شتاب دهنده، ترمز و فرمان آن) هم خودکار شده است. وقتی که سیستم یک خطر برخورد را تشخیص میدهد، ارزیابی میکند و بهترین عمل را انجام میدهد، اما راننده کنترل خودرو را همچنان در اختیار دارد بنابراین کنترل از حالت دستی به حالت اشتراکی تغییر میکند و راننده از این موضوع خبردار میشود. سپس راننده میتواند هر لحظه کنترل خودرو را در دست بگیرد و هر اقدام سیستم اتومات را اصلاح کند. به‌علاوه خودرو خودران این امکان را فراهم میکند که به صورت خارجی و از طریق یک ریموت کنترل در هر زمانی خودرو را کنترل کنیم. شکل 6 یک طرحی از لایه کنترلی را نشان میدهد. بخش های پیش رو قسمت‌های مختلف معماری کنترلی را نشان میدهد.

4.1 کنترل سرعت

Citroen C3 Pluriel یک درچه فعال برقی دارد. واحد مرکزی موتور سوخت ورودی را با در نظر گرفتن سیگنال ولتاژ دریافتی که بستگی به موقعیت شتاب‌دهنده دارد تنظیم میکند. راه حلی که برای تحلیل سیگنال دریافت شده از پدال استفاده میشود استفاده از یک کارت Advantech USB-4711A است. برای سوپیچ میان حالت اتومات و دستی از یک رله استفاده شده است.

ترمز خودرو بدون کمک نیروی برق است. راه‌حلی که برای اتومات کردن این سیستم درنظرگرفته شده است عمل مستقیم بر روی پدال ترمز به‌وسیله یک محرک خارجی هست. ماژول ترمز از یک موتور DC به نام Maxon RE35 و یک انکدر ENC HEDL 5540 تشکیل شده است، که به وسیله یک کنترل کننده موقعیت به نام Maxon EPOS 24/5 که هدف را از سیستم کنترلی سطح پایین دریافت میکند کنترل میشود. موتور براساس یک چرخ‌دنده که پدال را حرکت میدهد عمل میکند. این راه حل به راننده این امکان را میدهد که همواره کنترل ترمز را در دست داشته باشد. چرخه کنترل سرعت به وسیله اندازه‌گیرهای سرعت در باس CAN خودرو محدود میشوند.

4.2 کنترل فرمان

Citroen C3 Pluriel دارای یک سیستم الکتریکی کمک کننده فرمان است. این سیستم از یک موتور الکتریکی DC تشکیل شده است که به وسیله یک چرخ دنده به دنده‌های فرمان متصل شده است. این موتور نیرویش را از طریق فرمانی که متناسب با نیرویی است که توسط راننده به فرمان اعمال میشود، به‌وسیله سنسور گشتاور قرار داده شده روی نوار فرمان اندازه‌گیری میشود. این سیگنال به وسیله کنترلری که سیگنال پالس مدوله ارسال میکند تا به حرکت فرمان کمک کند بنابراین تلاش کمی توسط راننده مورد نیاز است. این سیستم برای اتومات کردن سیستم فرمان خودرو استفاده میشود. بنابراین کارت شارژی یک سیگنال تولید میکند و آن را به Maxon ADS 50/10 4-Q-DC Servoamplifier ارسال میکند که وظیفه کنترل موتور فرمان خودرو را بر عهده دارد. حلقه کنترل بازخورد به‌وسیله سیگنالی که توسط سنسور چرخش فرمان تولید میشود، کار میکند. تغییر بین حالت دستی و کنترل اتومات به وسیله دورزدن واحد کنترل فرمان و جایگزین کردن آن با سیگنالی که از طرف آمپلی‌فایر و از طریق جعبه رله قدرت میآید.

4.3 سیستم کنترل سطح پایین

سیستم کنترل کننده سطح پایین، محرک‌های خودرو را برای این که با دستورات فرستاده شده توسط کنترل‌کننده‌های سطح بالا مطابقت داده شوند مدیریت میکند. معماری انتخاب شده قابلیت همکاری را با هر سیستم کمکی سطح بالای راننده به وسیله روشن کردن مدیریت فعال کننده‌ها تضمین میکند.

دو سیستم کنترل کننده سطح پایین طراحی شده‌اند : کنترل‌کننده فرمان و کنترل‌کننده سرعت. کنترل کننده فرمان باید دستورات مربوط به زاویه فرمان را دریافت کند و آن‌ها را به وسیله یک سیگنال منسجم به محرک‌ها ارسال کند تا دستورات را اجرا کنند.

به طور مشابه کنترل کننده سرعت باید دستورات مربوط به سرعت خواسته شده را دریافت کند و دستورات ضروری را به شتاب‌دهنده و پدال‌های ترمز ارسال کند تا به این سرعت برسند.

هر دوی کنترلرها در  *Hz*100 کار میکنند زیرا این سرعت فرکانسی است و اطلاعات فرمان میتواند از گذرگاه ارتباط درونی خودرو خوانده شود که یک پاسخ سریع را از سیستم کنترل حلقه بسته فعال میکند.

یک ویژگی مهم هر دو سیستم ها رفتار غیر خطی آن ها هست. فرمان و سرعت از بسیاری از فاکتورهای داخلی و محیطی تاثیر میپذیرند که باعث افزایش پیچیدگی دینامیکی میشود که سخت است که به وسیله یک روش کلاسیک آن‌ها را مدل سازی کرد.

راه‌حلی که برای مدیریت این المان‌ها به کار گرفته میشود برنامه منطق فازی هست. این برنامه قادر است تا با مدل‌های نامشخصی مانند مدل رفتار انسانی هنگامی که در حال توسعه یک وظیفه پیچیده مانند رانندگی هستیم کنار بیاید.

*Soft Computing* با نادرستی، عدم‌اطمینان، حقیقت‌های جزئی و تقریبی برای رسیدن به عقلانیت و همین‌طور قدرت و راه‌حل های ارزان برای سیستم‌های پیچیده سروکار دارد *[43]*. دو کنترل کننده فازی طراحی شده اند :

* کنترل کننده فرمان شامل دو متغیر ورودی و یک متغیر خروجی میشود. متغیرهای فازی ورودی شامل خطای موقعیت (تفاوت بین موقعیت هدف قرارگیری فرمان و موقعیت کنونی آن) و موقعیت قرار گیری فرمان میشود. متغیر فازی خروجی این کنترلر نیرویی است که باید توسط servoamplifier () فرمان تولید شود تا خطای موقعیت را صفر کند.
* کنترل کننده سرعت توانایی کنترل دو محرک را دارد ، شتاب‌دهنده و پدال ترمز. در نتیجه این یک کنترل چند ورودی ، چند خروجی است که متغیرهای فازی ورودی آن خطای سرعت (تفاوت بین سرعت هدف و سرعت واقعی) و شتاب هستند، در حالی که متغیرهای فازی خروجی آن مکان قرارگیری دو محرک است تا به سرعت خواسته شده برسند. کنترل کننده سرعت هر دو پدال را برای دنبال کردن دستورات مربوط به سرعت در نظر میگیرد بنابراین در هر لحظه تصمیم میگیرد که کدام یک برای استفاده مناسب‌تر هستند.

به خاطر ارتباطی که بین کنترل کننده‌ها و اقدام‌ها وجود دارد تجزیه و تحلیل پایداری مورد نیاز است. در تئوری کنترل کلاسیک یک ابزار مشترک تحلیل کننده پایداری تقریبی Lyapunov است. هر چند که در کنترل هوشمند اعمال کردن آن به صورت مستقیم امکان‌پذیر نیست [44]. راه دیگر برای ثابت کردن پایداری کنترل کننده هوشمند انجام یک آزمایش اعتبارسنجی با درنظر گرفتن پاسخ‌های کنترلی و باتوجه به طیف گسترده‌ای از متغیرهای ورودی برای نشان دادن این است که خروجی همواره در یک محدوده‌ای باقی‌میماند و اطمینان از نبود اشتباه را تضمین میکند.

در این مورد ، ما سطوح کنترل را برای سه کنترل‌کننده محاسبه کرده‌ایم (شکل 7). و این نشان میدهد که سطوح پایدار هستند ، بدون بی‌ثباتی در محدوده عملیات متغیرهای ورودی ، ارائه خروجی مورد انتظار و اطمینان از رفتار ایمن کنترل‌کننده‌های فازی در هر شرایط ممکن.

توضیحات بیشتر در مورد منطق فازی را در [45] میتوانید بیابید.

5- آزمون‌های عملکرد سیستم

برای آزمون عملکرد صحیح سیستم ، یک سری آزمون در آموزشگاه مربوط به تحقیقات خودرو دانشگاه مورد بحث مقاله انجام شده است. آزمایش‌ها رو در این‌‌جا معرفی میکنیم برای این که قدرت و امکان پیاده سازی چنین سیستمی را در عمل نشان بدهیم.

آزمایش‌ها از تشخیص مانع و جلوگیری از برخورد در سناریوهای مختلفی تشکیل شده‌اند. باید اشاره کنیم که سناریوهای کنترلی هم معرفی شده‌اند به این دلیل که الگوریتم‌های تشخیص موانع در گذشته در موقعیت‌‌های پیچیده‌تری انجام شده‌اند [37] و نتایج با سایر روش‌های مطرح شده در گذشته مقایسه شده‌اند [38, 41] ، بنابراین به این شکل عملکرد دقیق ‌، درست و قدرتمند آن‌ها مشخص میشود. جدول 2 شامل پیکربندی‌های آزمون و نتایج اصلی آن‌ها است. نتیجه این است که سیستم در تمامی موقعیت‌های آزمون شده به درستی کار میکند، تصمیم‌گیری‌های سیستم مناسب هستند و مانورهای اتوماتیک آن به همان شکلی که میخواهیم عمل میکنند. شکل 8-10 سه سناریوی مرتبط تر را نشان میدهد و چندین فریم از مانورها را به علاوه داده مربوط به خودرو هدف را که مجهز به سیستم جلوگیری از برخورد (خودرو سبز رنگ در شکل‌‌‌‌‌‌‌‌‌‌‌‌‌‌‌‌‌‌ها) مانند مسیر ، سرعت و عمل اقدام بر روی فرمان را نشان میدهد.

در شکل 8 ، عابر پیاده وارد لاین‌ای میشود که مربوط به خودرو دارای سیستم است که در آن در حال حرکت است و سیستم حرکت عابر پیاده را با پیش‌بینی خوبی تشخیص میدهد و سیستم خودرو را به صورت اتومات برای جلوگیری از برخورد نگه میدارد به این دلیل که تعویض لاین به خاطر وجود خودرو دیگری امکان پذیر نیست (خودرو خاکستری).

در شکل 9 ، خودرو هدف دارای سیستم جلوگیری از برخورد است و سیستم تشخیص میدهد که یک خودرو مزاحم (خودرو خاکستری) در حال وارد شدن به جاده است بدون این که ترمز کند و یک برخورد امکان دارد که روی دهد اگر هیچ گونه اقدامی انجام نشود. در این شرایط ، سیستم تصمیم میگیرد که ضروری نیست که به طور کامل خودرو را متوقف کند بلکه کافی است سرعت آن را کاهش دهد. بنابراین نیرویی بر پدال ترمز وارد میشود تا کاهش سرعت صورت گیرد و به سرعت مطمئنه مورد نظر برسد.

در نهایت در شکل 10 ، عابرپیاده وارد لاین مانند حالت اول مورد بحث میشود، اما فاصله بین خودرو و عابر پیاده به اندازه‌ای نیست که از حادثه فقط با ترمز کردن جلوگیری شود، بنابراین سیستم اقدام به دستور دادن به فرمان خودرو هدف میکند. در این حالت ، سیستم براساس اطلاعات موجود در نقشه دیجیتالی میداند که یک لاین دیگیری در سمت چپ وجود دارد و اسکنر لیزری بررسی میکند که لاین مورد نظر عاری از مانع باشد ، بنابراین تعویض لاین یک مانور مناسب و امن میباشد. به عنوان نتیجه ، سیستم کنترل فرمان و ترمز را بدست میگیرد و بر روی آن ها اقدام مناسب را انجام میدهد، سرعت را کاهش میدهد و همچنین به سمت چپ تغییر جهت میدهد با یک زاویه‌ای تا از مانع با فاصله‌ی امنی عبور کند.

# حملات سایبری

خودران‌سازی خودروها یکی از اصلی ترین زمینه‌های سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS : Intelligent Transportation Systems) و عمدتا به عنوان یک مفهومی از آینده از این موضوع یاد میشود و موردی نیست که به این زودی‌ها پیاده‌سازی آن را ببینیم. هر چند در توسعه‌های جدید ماشین های خودران به وسیله شرکت‌های تولید کننده نشان میدهد که آن‌ها تا سال 2020 قصد دارند این موضوع را به واقعیت تبدیل کنند. صنعت ITS تاکنون تمرکز زیادی روی مفاهیم "خودروهای متصل" (در ایالات متحده) یا "ITS مشارکتی" (در اروپا) کرده است. این مفهوم‌ها بر اساس ارتباطات داده‌ای بین خودروها (V2V) یا/و بین خودرو و یک زیرساخت یا سازمان (V2I/I2V) میباشد تا اطلاعاتی را که برای پیاده‌سازی ITS مورد نیاز است را فراهم کند. خطرات جداگانه خودروهای خودران و ITS مشارکتی هنوز در واقع به یک دیگر پیوند پیدا نکرده‌اند، اما این یک قدم ضروری در