دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته برق گرایش الکترونیک سیستم

عنوان:

تشخیص خطوط جاده بر اساس تحلیل تصاویر صحنه‌های رانندگی

نگارش

محمدکاظمی

استاد راهنما

دکتر یاسر بالغی دماوندی

زمان : دوشنبه ۲۷ بهمن ساعت ۱۷- ۱۵/۳۰

کلاس ۲۰۹

اساتید ناظر

دکتر ازوجی - دکتر منتظری

تشکر و قدردانی:

با سپاس و تشکر از استاد گران‌قدر و مهربان، دکتر یاسر بالغی که در مسیر انجام پایان‌نامه از لطف و راهنمایی بی‌دریغشان بهره برده‌ام.

کپی فرم صورت‌جلسه دفاع دانشگاه صنعتی نوشیروانی که مهمور به تحصیلات تکمیلی است

نام دانشکده: برق و کامپیوتر

نام دانشجو: محمدکاظمی

عنوان پایان‌نامه: تشخیص خطوط جاده بر اساس تحلیل تصاویر صحنه‌های رانندگی

تاریخ دفاع:

رشته: برق

گرایش: الکترونیک سیستم

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما	دکتر یاسر بالغی	استادیار	صنعتی نوشیروانی بابل	
۲	استاد راهنما				
۳	استاد مشاور				
۴	استاد مشاور				
۵	استاد مدعو خارجی				
۶	استاد مدعو خارجی				
۷	استاد مدعو داخلی	دکتر ازوجی	استادیار	صنعتی نوشیروانی بابل	
۸	استاد مدعو داخلی	دکتر منتظری	استادیار	صنعتی نوشیروانی بابل	

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج و مالکیت مادی و معنوی

باسمه‌تعالی

اینجانب ... محمد کاظمی ... به شماره دانشجویی ...۹۱۴۲۲۰۰۲۵ ... دانشجوی رشته برق-الکترونیک سیستم مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه ارشد/رساله دکتری تحت عنوان تشخیص خطوط سطح جاده به استاد راهنمایی دکتر یاسر بالغی حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری‌شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسؤولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسؤولیتی در این خصوص نخواهد داشت. در ضمن تمام دستاوردهای مادی و معنوی حاصله از پایان نامه ارشد/ رساله دکتری متعلق به دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل می‌باشد و اینجانب هیچ گونه ادعایی در قبال آن ندارم.

نام و نام خانوادگی: محمد کاظمی

امضا و تاریخ:

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه برای همگان بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد راهنما: دکتر یاسر بالغی دماوندی

تاریخ:

امضا:

تقدیم به:

آنان که به ما آموختند

درست بی اندیشیم

و درست زندگی کنیم.

چکیده

یکی از بزرگ‌ترین حوزه‌های تحقیق و توسعه در صنعت خودرو ایمنی در جاده‌ها است. سیستم تشخیص خطوط جاده ازجمله تجهیزاتی است که برای خودروهای هوشمند در نظر گرفته‌شده و وسیله نقلیه را در بین خطوط جاده راهنمایی می‌کنند، همچنین در جلوگیری از انحراف خودرو و تصادفات، اهمیتی ویژه دارد.

در پروژه‌ی پیش رو، هدف تشخیص و شناسایی جاده و خطوط موازی سطح جاده در تصاویر ویدئویی است. در این پایان‌نامه ابتدا سعی می‌شود ناحیه جاده از بقیه تصویر جداشده و شناسایی خطوط جاده تنها روی این ناحیه انجام گیرد. ازجمله ویژگی‌های اصلی جاده که از آن‌ها برای شناسایی استفاده‌شده است رنگ و لبه جاده‌ها است که با توجه به انواع جاده‌ها از یکی از این دو ویژگی استفاده می‌شود. سپس خطوط موازی کشیده شده روی جاده‌ها نیز با استفاده از ویژگی‌های رنگ، لبه، شکل هندسی و امتدادشان شناسایی می‌شوند.

در این پروژه در روش نخست بعد از تشخیص جاده از ویژگی لبه برای تشخیص خطوط جاده استفاده‌شده و تبدیل هاف نیز در انتها برای علامت‌گذاری این خطوط بکار رفته است. در راه‌حلی دیگر که مربوط به جاده‌های پیچ‌درپیچ با خطوط انحنادار می‌شود ابتدا هیستوگرام و کنتراست تصویر تنظیم‌شده و بهبود می‌یابد به‌طوری‌که نیاز به تشخیص جاده هم نباشد و سپس از دو ویژگی رنگ و شکل هندسی خطوط برای تشخیص آن‌ها استفاده می‌شود. پیاده‌سازی این دو روش روی پایگاه‌های داده‌ی متفاوتی صورت گرفته و نتایجی مطلوبی در برداشته و سیستمی دقیق و پرسرعت برای تشخیص خطوط جاده را فراهم می‌کند.

کلیدواژه:

تشخیص جاده، تشخیص خطوط، لبه‌ها، تبدیل هاف.

فهرست عناوین

صفحه

۱ مقدمه ۱

۱.۱ مقدمه ۲

۲.۱ کلیات ۲

۱.۲.۱ خطوط جاده ۲

۲.۲.۱ تشخیص خطوط جاده ۳

۳.۱ چالش های تشخیص خطوط جاده ۴

۴.۱ پایگا های داده تشخیص خطوط جاده ۴

۵.۱ اهداف پایان نامه ۶

۶.۱ ساختار پایان نامه ۷

۷.۱ جمع بندی ۷

۲ مروری بر پیشینه ی تحقیق ۸

۱.۲ مقدمه ۹

۲.۲ ویژگی های خطوط سطح جاده ۹

۳.۲ استخراج ویژگی های جاده ۱۰

۴.۲ بررسی الگوریتم های تشخیص خطوط جاده ۱۱

۵.۲ استخراج ویژگی های خط ۱۱

۱.۵.۲ فیلتر کَنی ۱۱

۲.۵.۲ فیلتر هدایت شونده ۱۵

۳.۵.۲ فیلتر سوبل ۱۶

۴.۵.۲ تصویر دید از بالا (IPM) ۱۸

۶.۲ حذف قسمت های اضافی یا آستانه گذاری ۲۰

۱.۶.۲ عملیات شکل شناسی ۲۰

۲.۶.۲ حذف نواحی ناخواسته براساس آستانه گذاری اُتسو ۲۰

۳.۶.۲ تبدیل هاف ۲۲

۴.۶.۲ الگوریتم RANSAC ، پیوسته نشان دادن خطوط شکسته ۲۴

۷.۲ ردیابی خطوط : فیلتر کالمن ۲۷
۸.۲ استخراج ویژگی های جاده ۲۸
۱.۸.۲ استخراج ویژگی های جاده براساس الگوریتم Flood Fill ۲۸
۲.۸.۲ تخمین ناحیه جاده با در نظر گرفتن ناحیه ROI ۳۰
۹.۲ مقایسه پژوهش های ارائه شده در این فصل ۳۲
۱۰.۲ جمع بندی ۳۴

۳ روش پیشنهادی و جزئیات پروژه ۳۵

۱.۳ مقدمه ۳۶
۲.۳ فرض های پژوهش و مروری بر روش پیشنهادی ۳۶
۳.۳ بررسی روش پیشنهادی نخست با استخراج (ROI) برای جاده و تشخیص لبه برای خطوط ۳۹
۱.۳.۳ تخمین ناحیه ROI جاده بصورت دستی ۳۹
۲.۳.۳ تشخیص و استخراج ناحیه جاده با استفاده از رنگ آن در فضای رنگی Lab ۴۱
۳.۳.۳ باینری کردن ، آستانه گذاری و عملیات ریخت شناسی برای تفکیک دقیق جاده ۴۵
۴.۳.۳ بدست آوردن ناحیه بزرگتر ۴۶
۵.۳.۳ بهبود کنتراست تصویر با استفاده از فیلتر Top-Hat ۴۷
۶.۳.۳ لبه یابی ۴۹
۷.۳.۳ عملیات ریخت شناسی برای خطوط روی جاده ۵۱
۸.۳.۳ آنالیز تصویر با تبدیل هاف ۵۲
۴.۳ الگوریتم پیشنهادی دوم، تشخیص خطوط انحنا دار با اعمال مناسب ترین کنتراست و ویژگی رنگ و شکل هندسی خطوط ۵۳
۱.۴.۳ اعمال مناسب ترین کنتراست ۵۴
۲.۴.۳ باینری کردن و آستانه گذاری ۵۵
۳.۴.۳ اطلاعات هندسی خطوط (شکل و امتداد) ۵۶
۱.۳.۴.۳ بدست آوردن شکل هندسی با استفاده از عناصر ساختاری مناسب ۵۶
۵.۳ ردیابی ۵۸
۵.۳ جمع بندی ۵۹

۴ آزمایش ها و ارزیابی ۶۰

۱.۴ مقدمه ۶۱

۲.۴ شرایط انجام آزمایش ۶۱

۳.۴ بررسی و مقایسه سرعت الگوریتم ها ۶۷

۴.۴ مقایسه نقاط ضعف دو الگوریتم ارائه شده ۶۹

۵.۴ جمع بندی ۷۱

۵ جمع بندی و پیشنهادها ۷۲

۱.۵ مقدمه ۷۳

۲.۵ نوآوری ها و دستاورد های پایان نامه ۷۳

۳.۵ پیشنهادها ۷۴

منابع و مراجع ۷۵

پیوست ها ۷۷

صفحه

فهرست شکل‌ها

شکل ۱.۱ انواع مختلف خط کشی در خیابان..... ۳
شکل ۲.۱ شرایط مختلف جاده و تأثیر آن روی تغییر رنگ جاده..... ۴
شکل ۳.۱ چند نمونه از پایگاه داده Aly's Method [۵]..... ۵
شکل ۴.۱ چند نمونه از پایگاه داده DRIVSCO Database [۶]..... ۵
شکل ۵.۱ چند نمونه از پایگاه داده iROADS Database [۷]..... ۶
شکل ۶.۱ چند نمونه از پایگاه داده Roma Database [۸]..... ۶
شکل ۱.۲ قرارگیری جاده در قسمت پایین تصویر [۸]..... ۱۰
شکل ۲.۲ ماسک‌های مربعی مخصوص عملگر سوبل..... ۱۲
شکل ۳.۲ مراحل کامل اجرای فیلتر کنی روی یک تصویر- (الف) تصویر سطح خاکستری،(ب) تصویر هموارسازی شده ،(ج) گرادیان تصویر هموار،(ج)باریک سازی گرادیان تصویر،(د) اعمال دو مقدار آستانه و نتیجه فیلتر کنی رو تصویر..... ۱۴
شکل ۴.۲ حالت‌های ممکن چرخش خط روی تصویر در فیلتر هدایت‌شونده که معمولاً ۸ حالت است[۲۴]..... ۱۶
شکل ۵.۲ نمونه ای از لبه یابی سوبل، (الف) تصویر اصلی، (ب) نتیجه اعمال فیلتر سوبل در جهت عمودی، (ج) نتیجه اعمال فیلتر سوبل در جهت عمودی..... ۱۷
شکل ۶.۲ ماسک‌های سوبل در ۸ جهت مختلف..... ۱۷
شکل ۷.۲ مقایسه عملکرد عملگر سوبل با چند عملگر متداول، (الف) تصویر اصلی، (ب) نتیجه عملگر پرویت، (ج) نتیجه عملگر صفر متقابل، (د) نتیجه عملگر لاپلاسین گوسی، (ه) نتیجه عملگر رابرتز، (و) نتیجه عملگر کنی، (ز) نتیجه عملگر سوبل در ۸ جهت و ادغام این ۸ تصویر..... ۱۸
شکل ۸.۲ نمونه‌ای از فرم انتقال از فضای اصلی تصویر به فضایی که به دید از بالا منجر می‌شود [۲۲، ۲۳]..... ۱۹
شکل ۹.۲ نمونه‌ای از تصاویری که تبدیل IPM روی آن‌ها انجام‌شده است [۱۲]..... ۲۰
شکل ۱۰.۲ مقایسه روش آستانه گذاری اُتسو و روش آستانه گذاری معمولی، (الف) تصویر اصلی، (ب) آستانه گذاری معمولی، (ج) آستانه گذاری با روش اُتسو [۱۱]..... ۲۲
شکل ۱۱.۲ عملکرد تبدیل هاف از فضای تصویر به فضای پارامتر- (الف) فضای xy و دو نقطه از یک خط که مشخص شده اند، (ب) تبدیل هرکدام از آن دو نقطه به یک خط در فضای پارامتر ab و متقاطع شدن این دو خط[۹]..... ۲۳
شکل ۱۲.۲ (الف) تصویر اصلی (ب) تصویر لبه یابی شده (ج) اجرای الگوریتم RANSAC روی تصویر[۱۲]... ۲۴

شکل ۱۳.۲ فرض کردن نقاط موجود در فضا و نقاطی که در یک راستا اند و احتمال تشکیل خط در تصویر را دارند[۲۵] ۲۵
شکل ۱۴.۲ انتخاب ۲ یا چند نقطه در فضا در بین تمام نقاط[۲۵] ۲۵
شکل ۱۵.۲ انتخاب مدل برای نقاط انتخابی در بین تمام نقاط تصویر[۲۵] ۲۵
شکل ۱۶.۲ محاسبه تابع خطا برای مدل نقاط انتخابی[۲۵] ۲۶
شکل ۱۷.۲ انتخاب نقاط همسان با نقاط مدل[۲۵] ۲۶
شکل ۱۸.۲ یافتن بهترین مدل که در آن نقاطی تشکیل خط می‌دهند در بین تمام مدل‌ها، (الف) (ب) (ج) مدل‌های مختلف فرض شده موجود، (د) بهترین مدلی که ساختار هم جهت با خطوط اصلی را نشان می‌دهد(اتصال خطوط دورافتاده)[۲۵] ۲۷
شکل ۱۹.۲ همسایگی ۸ تایی برای هر پیکسل ۲۹
شکل ۲۰.۲ مراحل اجرای الگوریتم flood-fill روی یک تصویر- (الف) تصویر اصلی، (ب) اجرای الگوریتم flood-fill روی تصویر اصلی و مشخص کردن فضای شناسایی شده جاده ، (ج) حذف قسمت های غیر جاده،(د) شناسایی جاده و حذف نهایی باقی قسمت های اضافی [۱۴] ۳۰
شکل ۲۱.۲ تخمینی از ناحیه ROI برای استخراج ناحیه جاده (الف) تصویر اصلی، (ب) ناحیه تخمینی ۳۱
شکل ۲۲.۲ تخمین دقیق ناحیه جاده- (الف و ب و ج) ۳ فریم دلخواه هستند که محل قرارگیری خطوط جاده روی آن‌ها مشخص شده است، (د) تخمین دقیق ناحیه جاده ۳۱
شکل ۱.۳ فلوچارت الگوریتم پیشنهادی اول ۳۸
شکل ۲.۳ تخمین ناحیه جاده (الف) تخمین براساس شکل جاده (ب) تخمین براساس قرار داشتن جاده در قسمت پایین تصاویر ۳۹
شکل ۳.۳ نتیجه اعمال دو ناحیه تخمینی ROI روی چند فریم جاده ای ۴۰
شکل ۴.۳ جاده های بدون ساختار ۴۱
شکل ۵.۳ نمایش ۶ رنگ پایه در فضای رنگی Lab و تغییرات آن‌ها روی نمودار [۱۸]،[۱۹] ۴۲
شکل ۶.۳ نمایش کم رنگ و پرنگ شدن رنگ ها در فضای Lab با توجه به تغییر مقدار L . [۱۸]،[۱۹] ۴۳
شکل ۷.۳ در نظر گرفتن ۶ باند بر اساس ۶ رنگ پایه در فضای Lab [۱۸]،[۱۹] ۴۴
شکل ۸.۳ (الف) تصویر اصلی ، (ب) ناحیه استخراج شده جاده از بقیه تصویر ۴۵
شکل ۹.۳ استخراج ناحیه جاده از بقیه تصویر و باینری کردن- (الف) باینری کردن تصویر جاده ، (ب) حذف قسمت های اضافه و پر کردن نواحی خالی جاده با عملیات ریخت شناسی، (ج) و (د) مکان دقیق جاده ۴۶
شکل ۱۰.۳ مراحل به دست آمدن جاده در تصویری با چند سطح همرنگ جاده، (الف) تصویر اصلی، (ب) استخراج ناحیه جاده بر اساس پیکسل های رنگ جاده و قسمتی از نواحی هم رنگ دیگر تصویر، (ج) تصویر

باینری، (د) عملیات سایش و پر کردن نواحی خالی، (ه) حذف ناحیه نامرتبط با جاده ، (و) استخراج ناحیه جاده ۴۷
شکل ۱۱.۳ Top-Hat Transform ۴۸
شکل ۱۲.۳ (الف) تصویر اصلی (ب) تصویر با کنتراست بهبود یافته بعد از اعمال Top-Hat Filter ۴۹
شکل ۱۳.۳ (الف) هیستوگرام تصویر اصلی (ب) هیستوگرام تصویر با کنتراست بهبود یافته ۴۹
شکل ۱۴.۳ ماسک مورد نظر برای اعمال سوبل در جهت عمودی ۵۱
شکل ۱۵.۳ تصویر بعد از اعمال عملگر سوبل ۵۱
شکل ۱۶.۳ (الف) تشخیص خط سمت راست ، (ب) تشخیص خط سمت چپ ، (ج) جمع دو تصویر(د) اسکلت‌بندی خطوط ۵۲
شکل ۱۷.۳ خطوط تشخیص داده شده در تصویر با استفاده از تبدیل هاف ۵۲
شکل ۱۸.۳ نمونه ای از تصاویر جاده ای متفاوت با پیچ های تند و ملایم ۵۳
شکل ۱۹.۳ بلوک دیاگرام الگوریتم تشخیص با ویژگی رنگ و شکل هندسی ۵۴
شکل ۲۰.۳ نتیجه اعمال مناسب‌ترین کنتراست روی تصاویر مختلف، (الف) ستون تصاویر اصلی، (ب) ستون تصاویر بهبود یافته ۵۵
شکل ۲۱.۳ تصویر باینری شده ۵۶
شکل ۲۲.۳ تشخیص خطوط جاده در تصویر ۵۷
شکل ۲۳.۳ فریم های علامت گذاری شده ۵۸
شکل ۲۴.۳ ردیابی فریم های پشت سر هم ۵۹
شکل ۱.۴ چند نمونه از پایگاه داده Aly's Method [۵] ۶۲
شکل ۲.۴ نتایج به دست آمده از الگوریتم پیشنهادی اول روی چند فریم از پایگاه داده Aly's Method [۵] ۶۳
شکل ۳.۴ نتایج به دست آمده از الگوریتم پیشنهادی اول روی چند فریم از پایگاه داده Aly's Method [۵]، (الف) تشخیص اضافی تیر چراغ برق، (ب) عدم تشخیص خط سمت راست به علت وجود سایه، (ج ، د) تشخیص اضافی لبه های خودروی مجاور ۶۳
شکل ۴.۴ چند نمونه از پایگاه داده DRIVSCO Database [۶] ۶۴
شکل ۵.۴ نتایج تشخیص خطوط روی چند نمونه از پایگاه داده DRIVSCO Database [۶] ۶۵
شکل ۶.۴ نتیجه اعمال الگوریتم بر روی چند نمونه از پایگاه داده DRIVSCO Database [۶] ۶۶
شکل ۷.۴ مقایسه ای عملکرد دو الگوریتم روی فریم های با شرایط خاص ۷۰

فهرست جدول‌ها

صفحه

جدول ۱.۲ مقایسه پژوهش های ارائه شده در این فصل..... ۳۲
جدول ۱.۳ رنگ های مشخص شده برای انواع جاده در تمام دیتا بیس های موجود[۲۱]..... ۴۴
جدول ۱.۴ مقایسه عملکرد الگوریتم ارائه شده و Aly's Method [۱۲] روی ۴ دیتا بیس معرفی شده.....۶۴
جدول ۲.۴ درصد تشخیص و زمان اجرای هر فریم روی پایگاه داده DRIVSCO با استفاده از الگوریتم پیشنهادی جهت تشخیص خطوط انحنادار.....۶۶
جدول ۳.۴ زمان بدست آمده برای محاسبات مربوط در فریم اول و فریم های بعدی برای تصویری با ابعاد ۶۰۰×۸۰۰ در روش پیشنهادی اول روی پایگاه داده Aly's Method-Cordova1.....۶۸
جدول ۴.۴ زمان بدست آمده برای محاسبات مربوط در فریم اول برای تصویری با ابعاد ۱۰۲۴ ×۱۲۸۰ در روش پیشنهادی دوم روی پایگاه داده DRIVSCO Database - SuburbanBridge-left [۶].....۶۸

فهرست کلمه های اختصاری

Drivsco	Driving School scenario
Roma	Road Marking
IPM	Inverse Perspective Mapping
RANSAC	Random Sample Consensus
ROI	Region of Interest

۱

فصل اول

مقدمه

۱.۱ مقدمه

در چند سال اخیر موضوع ایمنی خودروها اهمیت ویژه‌ای پیداکرده و به‌تازگی تحقیقات زیادی بر روی آن‌ها انجام‌گرفته است. سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند[1] ازجمله مواردی است که در ایمنی خودروها موردتوجه قرارگرفته، به‌طوری‌که این سیستم‌ها با تشخیص هوشمند شرایط حادثه ساز، سعی در کمک و هشدار دادن به راننده را دارند. با استفاده ازاین‌گونه سیستم‌های هوشمند می توان حوادث و تصادفات رانندگی را به‌طور قابل ملاحظه ای کاهش داد. مهم‌ترین تجهیزاتی که برای خودروهای هوشمند در نظر گرفته شده شامل سیستم های اضطراری کمک ترمز، هشدار تصادف از جلو، تشخیص نقاط کور راننده و تشخیص خطوط جاده است که از بین این موارد سیستم تشخیص خطوط جاده، در جلوگیری از انحراف خودرو و تصادفات، اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. تشخیص خطوط جاده یک پژوهش شناخته‌شده در زمینه سیستم های هوشمند ایمنی خودرو بوده و کاربردهای فراوانی هم در خودرو های بدون سرنشین دارد [۱]. بنابراین خودروهای هوشمند اطلاعات به‌دست‌آمده از خطوط جاده را جمع‌آوری کرده و وسیله نقلیه را در بین این خطوط راهنمایی می‌کنند [۲]. البته از طرفی شرایط مختلف جاده‌ای می‌تواند درروند تشخیص خطوط مشکل ایجاد کند. این شرایط مختلف می‌تواند شامل تغییرات نور سطح جاده‌ها به دلیل وجود آفتاب، هوای ابری یا تاریکی شب یا نور تونل‌ها یا نور مستقیم خودروهایی که از مقابل در حال حرکت‌اند در طول شب و یا حتی کم‌رنگ شدن خطوط باشد [۳]. بنابراین همان‌طور که مسئله بسیار مهمی است از طرفی از مسائل مشکل هم محسوب می‌شود.

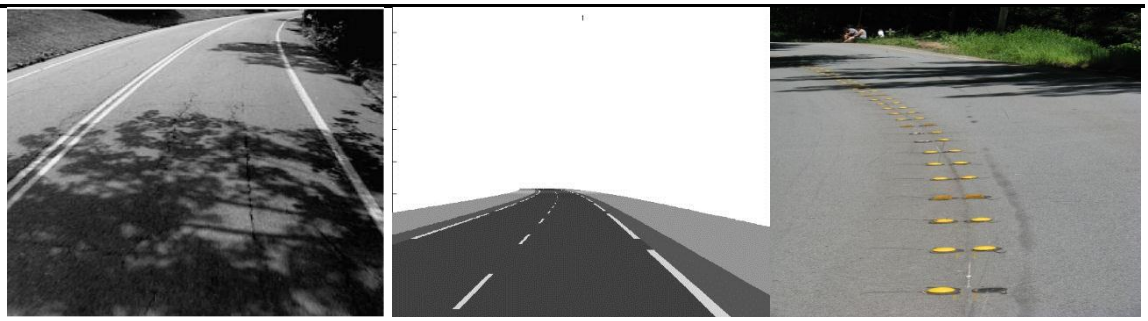
۲.۱ کلیات

۱.۲.۱ خطوط جاده[2]

خطوط موازی طول جاده‌ها که مسیر حرکت خودروها را تعیین می‌کنند خطوط جاده می نامند. این خطوط می‌توانند به‌صورت خطوط ممتد یا بریده‌بریده باشند یا به‌صورت میخک‌هایی زردرنگ که در اصطلاح (Bots Dots) نام دارند باشند و رنگ این خطوط سفید یا بعضاً زرد است [۳].

[1] Intelligent transportation systems

[2] Lane



شکل ۱-۱: انواع مختلف خط‌کشی در خیابان.

۲.۲.۱ تشخیص خطوط جاده[1]

تشخیص خطوط جاده یعنی مکان‌یابی مرزهای خطوط در یک تصویر از جاده بدون اینکه قبلاً در مورد مکان خطوط آن جاده اطلاعاتی داشته باشیم. سیستم تشخیص خط برای واکنش سریع در شرایط جوی و ترافیکی خاص طراحی‌شده که باعث کنترل بهتر خودرو در جاده و تنظیم سرعت می‌گردد. با افزایش تعداد وسایل نقلیه تعداد قربانیان این تصادفات افزایش پیداکرده و اکثر تصادفات براثر آگاهی نداشتن از شرایط رانندگی یا بی‌توجهی رانندگان است. سیستم‌های تشخیص خط به‌عنوان یک تکنولوژی مهم برای کاهش تصادفات و رانندگی مطمئن پیشنهاد شده اند و این سیستم مجهز به حسگر نوری است که در پشت آیینه داخل نصب گردیده و وظیفه دارد با انتخاب خطوط مسیر و تعیین موقعیت مناسب توسط پردازشگر سیستم از انحراف اتومبیل به سمت چپ و راست پیشگیری کند [۴].

تقریباً تمام الگوریتم‌های تشخیص خطوط جاده از ۳ مرحله کلی استفاده می‌کنند:

۱. استخراج ویژگی‌های خط یا جاده[2]

۲. حذف قسمت‌های اضافه[3]

۳. ردیابی خطوط[4]

[1] Lane detection

[2] Lane or Road Feature Extraction

[3] Outlier Removal

[4] Tracking

۳.۱ چالش‌های تشخیص خطوط جاده

چالش های مهم هنگام تشخیص خطوط جاده عبارتند از:

- روبرو شدن با شرایط مختلف جاده‌ای مانند:

تغییرات نور سطح جاده‌ها، می‌تواند به دلیل وجود آفتاب یا هوای ابری یا تاریکی شب یا نور تونل‌ها یا نور مستقیم خودروهایی که در طول شب از مقابل در حال حرکت‌اند باشد که باعث ایجاد تشخیص‌های اشتباه در پردازش‌ها می‌شود و از سختی‌های کار بشمار می‌رود.

- کم‌رنگ شدن خطوط:

کم‌رنگ شدن خطوط جاده هم مسئله‌ای است که اگر با آن روبرو شویم مجبور خواهیم بود با روش‌هایی نظیر تشخیص کناره‌های جاده و تشخیص وسط جاده مسیر حرکت خودرو را مشخص کنیم.

شکل ۱-۲: شرایط مختلف جاده و تأثیر آن روی تغییر رنگ جاده.

۴.۱ پایگاه‌های داده تشخیص خطوط جاده

۱. *Aly's Method Database* [۵]: شامل ۴ مجموعه پایگاه داده با نام های Cordova1، Cordova 2، Washington 1 و Washington 2 است که هرکدام حدود ۳۰۰ رشته تصویر دارد و مجموعاً شامل ۱۲۰۰ رشته تصویر از جاده در فضای شهری است. این پایگاه در بسیاری از مطالعات انجام‌شده مورداستفاده قرارگرفته و از جامعیت خوبی برخوردار است. همچنین تصاویر این پایگاه داده دارای

ساختمان‌ها و درختان و وسایل نقلیه متعددی بوده و علاوه بر خطوط موردنظر برای شناسایی، خطوط متفرقه بسیاری دارد. در شکل ۱-۳ چند نمونه از فریم‌های این پایگاه داده قرار داده‌شده است.

شکل ۱-۳: چند نمونه از پایگاه داده Aly's Method [۵].

۲. *DRIVSCO Database* [۶]: این پایگاه داده نیز شامل ۳ مجموعه پایگاه داده بوده با نام‌های SuburbanBridge-left با ۸۵۰ رشته تصویر، TrailerFollow1-right با ۷۸۰ رشته تصویر و WASD با ۱۸۰ رشته تصویر که مجموعاً شامل ۱۸۰۰ رشته تصویر است. از ویژگی‌های این پایگاه داده می‌توان به بالا بودن کیفیت هر فریم (در اندازه ۱۰۲۴*۱۲۸۰ پیکسل)، خطوط واضح و ممتد و پیچ‌های تند در کنار خطوط انحنادار اشاره کرد. در شکل ۱-۴ چند نمونه از تصاویر این پایگاه داده قرارگرفته شده است.

شکل ۱-۴: چند نمونه از پایگاه داده DRIVSCO Database [۶].

۳. *iROADS Dataset* [۷]: این پایگاه شامل ۷ مجموعه پایگاه داده بوده که مجموعاً دارای ۴۷۰۰ رشته تصویر است. ازجمله نکات مثبت این پایگاه داده به کامل و جامع بودن آن می‌توان اشاره کرد به‌طوری‌که تقریباً تمام شرایط ممکن در جاده‌ها شامل روشنایی روز، تاریکی شب، بارندگی در شب و روز، نور بیش از اندازه خورشید و درون تونل‌ها و جاده‌های برفی را در بردارد. کیفیت هر فریم در این پایگاه داده ۳۶۰*۶۴۰ است. نمونه هایی از فریم های این پایگاه داده در شکل ۱-۵ قابل‌مشاهده است.