

صورتحلّسه شورای پژوهشی دانشگاه

با نام و یاد خدای متعال جلسه شورای پژوهشی ۱۳۹۷/۶ در تاریخ ۹۷/۴/۲۴ ساعت ۱۰:۳۰ صبح در محل اتاق شورای سازمان مرکزی برگزار و موارد ذیل بررسی و نتایج به شرح ذیل اتخاذ گردید:

۱-۶ طرح پژوهشی جناب آقای دکتر مصطفی منعمی زاده با عنوان "سیستم شناسایی و تشخیص هوشمند علائم راهنمایی و رانندگی به کمک بینایی ماشین و یادگیری عمیق" مصوب شورای پژوهشی دانشکده علوم پایه و مهندسی به شماره ۵۰۵/۹۷/س با برون داد مقاله مجموعاً به مبلغ ۹ میلیون تومان مورد تصویب قرار گرفت.

۲-۶ طرح پژوهشی جناب آقای دکتر حسن باصفا با عنوان "سومین فصل کاوش باستان شناسی در محوطه سه تپه نیشابور" مصوب شورای پژوهشی دانشکده ادبیات و علوم انسانی به شماره ۵۴۳۷/۹۷/س با برون داد مقاله مجموعاً به مبلغ ۸۰ میلیون تومان مورد تصویب قرار گرفت.

غایبین:

سرکار خانم دکتر افخمی، ریاست دانشکده علوم پایه و مهندسی

دکتر احسان صابریان
مدیر دفتر نظارت، ارزیابی و
تضمین کیفیت

دکتر مهدیه قاسمی

مدیر امور پژوهشی

بهزاد حقیقی

معاون آموزشی و پژوهشی

دکتر حسن نامی
رئیس دانشکده ادبیات و علوم انسانی
دکتر سیده هاشم حسینی
رئیس دانشکده هنرهای علمی گروه آموزشی باستان شناسی
دکتر حسن باصفا

دکتر علیرضا روحانی منش
عضو هیات علمی گروه آموزشی مهندسی برق



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه نیشابور

باسمه تعالی

پیشنهاد طرح پژوهشی

فرم شماره ۳- الف

مشخصات کلی طرح

۱- عنوان طرح: سیستم شناسایی و تشخیص هوشمند علائم راهنمایی و رانندگی به کمک بینایی ماشین و یادگیری عمیق

۲- نوع طرح: ☐ بنیادی ☒ کاربردی ☒ توسعه ای

۳- گروه علمی طرح: ☐ علوم پزشکی ☐ علوم انسانی ☐ علوم پایه
☒ فنی و مهندسی ☒ کشاورزی و دامپزشکی ☐ هنر و معماری

۴- شاخه تخصصی طرح: مهندسی برق (مخابرات) - مهندسی کامپیوتر

۵- بودجه پیشنهادی (برونداد طرح): با در نظر گرفتن سقف حق تحقیق طرح های پژوهشی، ۹۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال (نود میلیون ریال) می باشد. البته، مبلغ حق تحقیق مطابق جدول حق تحقیق طرح های پژوهشی دارای مقاله، با توجه به خروجی طرح و نوع مقاله، درصدی از ۴۰,۰۰۰,۰۰۰ (چهل میلیون ریال) خواهد بود.

۶- پیش بینی مدت زمان اجرای طرح (به ماه): ۹ ماه

۷- محل اجرای طرح: دانشگاه نیشابور - گروه مهندسی برق - آزمایشگاه پردازش سیگنال

۸- برونداد طرح: خروجی این طرح یک مقاله ژورنالی می باشد که با توجه به نتایج تحقیق ممکنست ISI، ISC یا علمی پژوهشی باشد.

مشخصات مجری و همکاران طرح

۱- نام و نام خانوادگی پیشنهاد دهنده (مجری طرح): دکتر مصطفی منعمی زاده

۲- رشته و آخرین مدرک تحصیلی (مرتبط با موضوع طرح): دکترای مهندسی برق - مخابرات

۳- سال و محل اخذ مدرک: ۱۳۹۳ - دانشگاه فردوسی مشهد

۴- عنوان پایان نامه کارشناسی ارشد: واترمارکینگ تصاویر خاکستری و متون باینری

۵- عنوان پایان نامه دکتری: آنالیز تئوری اطلاعاتی کانال تداخل با منابع وابسته و در حضور اطلاعات جانبی

۶- مرتبه علمی: ☐ مربی ☒ استادیار ☐ دانشیار ☐ استاد

۷- نوع همکاری با مرکز: ☒ تمام وقت ☐ نیمه وقت



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
واحد نیشابور

باسمه تعالی

پیشنهاد طرح پژوهشی

فرم شماره ۳- الف

۸- سوابق تحقیقاتی (عناوین طرح های پژوهشی انجام شده، مقالات و تالیفات):

۴ مقاله مجله و ۱۲ مقاله کنفرانس

امضای پیشنهاد دهنده:

نشانی و شماره تلفن محل سکونت: خراسان رضوی - نیشابور - بلوار معلم - معلم ۲۷ - پلاک ۲۱

تلفن: ۰۹۱۵۶۱۲۲۶۱۵ تاریخ:

۹- همکاران (لازم است ترتیب مندرج در جدول صفحه ۱ در این قسمت رعایت گردد)

ردیف	نام و نام خانوادگی	رشته و آخرین مدرک تحصیلی	مرتبه علمی	نوع مسئولیت در طرح
۱	آقای احمد رضا هروی	کارشناس ارشد مهندسی برق مخابرات	دانشجوی دکترا و استاد مدعو	مسئول فنی و راهنمای طرح در زمینه AI
۲	آقای احمد هاشمی	دانشجوی کارشناسی مهندسی برق	دانشجوی کارشناسی	بخش پردازش تصویر و یادگیری عمیق
۳	آقای امیرحسین زبرجدیان	دانشجوی کارشناسی مهندسی برق	دانشجوی کارشناسی	همکار بخش پردازش تصویر

مشخصات موضوعی طرح

۱- عنوان به فارسی: سیستم شناسایی و تشخیص هوشمند علائم راهنمایی و رانندگی به کمک بینایی ماشین و یادگیری عمیق

۲- عنوان به انگلیسی: Automatic Road Traffic Sign Detection and Recognition by using Computer Vision and Deep Learning

۳- واژه های کلیدی (فارسی و انگلیسی): شناسایی خودکار علائم - تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی - پردازش تصویر - یادگیری عمیق - هوش مصنوعی

Automatic sign detection- Road traffic sign recognition – Image processing – Deep learning – Artificial intelligence.



۴- بیان مسأله (توضیح در مورد ابعاد مختلف موضوع):

با توجه به رشد فزاینده دانش هوش مصنوعی و یادگیری عمیق در چند سال اخیر، استفاده از سیستم های هوشمند در حوزه هایی که قبلاً دست نیافتنی بود، بسیار محتمل تر و عملی تر گردیده است. امروزه به کمک یادگیری عمیق شاهد سیستم های هوشمندی هستیم که در زمینه های تشخیص اشیاء در برخی از موارد بهتر از انسان عمل می کنند. دستاوردهای مهم یادگیری عمیق که صرفاً در سه چهار سال اخیر محقق شده اند به یکی از موضوعات روز و پراهمیت دانش بشری تبدیل گردیده است و روزانه شاهد ارائه راهکارهای جدید و شگفت انگیز در این حوزه هستیم. از جمله می توان به تحقیق بر روی موضوع راننده خودکار اتومبیل که زمانی امر دشواری بود، اشاره کرد. اجرای این موضوع پیچیده به کمک یادگیری عمیق بسیار به واقعیت نزدیک شده است. یکی از زیر بخش های مهم این سیستم بحث مربوط به تشخیص خودکار علائم راهنمایی و رانندگی به کمک بینایی ماشین و هوش مصنوعی و رهیافت یادگیری عمیق است. در این پژوهش قرار است بر روی این موضوع که تاکنون در ایران برای شرایط واقعی و عملیاتی مورد بررسی قرار نگرفته است تحقیق شود.

۵- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق : (توجیه اجرای طرح و فواید ناشی از آن به طوری که ضرورت آن احساس و اهمیت آن آشکار گردد) :

با توجه به رشد فزاینده هوش مصنوعی سیستم های دستیار راننده و یا راننده خودکار اتومبیل امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. امروزه شاهد سیستم هایی هوشمندی هستیم که در اتومبیل قرار می گیرد و با رصد وضعیت جاده علائم هشدار دهنده لازم را برای کمک به راننده اعلام می کند. همه این سیستم ها در سیستم های راننده خودکار به کمال خود خواهند رسید. با توجه تحقیق و توسعه شرکت های بزرگ هوش مصنوعی بر روی این مساله بسیار لازم است که در ایران نیز با توجه به مختصات بومی آن بر روی این مدل مسائل تحقیق شود. با توجه به خاص بودن برخی از علائم راهنمایی و رانندگی در ایران و نیز زبان فارسی برخی از اطلاعات راه ها و مسیر، در این تحقیق ما برای نخستین بار به دنبال طراحی یک سیستم هوشمند هستیم که به کمک یک دوربین و یک پردازنده قوی محاسباتی تعبیه شده در اتومبیل علائم راهنمایی و رانندگی را به صورت خودکار شناسایی و تشخیص می دهد.

۶- اهداف تحقیق (کلی و ویژه) :

- طراحی یک سیستم هوشمند تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی به کمک یادگیری عمیق به صورت آفلاین
- مقایسه دقت تشخیص این سیستم با نمونه های خارجی در علائم مشترک بین المللی
- بررسی روش ارتقای سرعت آن جهت رسیدن به کاربرد بلادرنگ در سطح راه ها
- استخراج حداقل یک مقاله از این تحقیق



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه تهران

باسمه تعالی

پیشنهاد طرح پژوهشی

فرم شماره ۳- الف

۷- ادبیات پیشینه تحقیق: (بیان تحقیقات و کارهایی که تاکنون در زمینه موضوع مورد مطالعه انجام شده و نتایج آن به صورت مستند منتشر شده است، به طوری که نتایج حاصل از این مطالعات در توجیه اهداف طرح بکار گرفته شود):

در قسمت مراجع و منابع ذکر شده است.

مشخصات اجرایی طرح

۱- نوع مطالعه، روش و نحوه اجرای تحقیق:

مطالعه با مرور مقالات و تکنیک‌های جدید حوزه هوش مصنوعی آغاز می‌گردد. سپس با توجه به روند رایج در حوزه دیپ لرنینگ که نیاز به یک دیتاست با تعداد تصاویر بالا از برخی تابلوهای منتخب راهنمایی و رانندگی می‌باشد به جمع‌آوری تصاویر از تابلوهای راهنمایی و رانندگی در شرایط واقعی پرداخته می‌شود. در ادامه، روش‌های مختلف دیپ لرنینگ و فایتیونینگ‌های لازم بر روی این دیتاست اعمال می‌شود تا به دقت بالای ۹۰ درصد در تشخیص علائم دست یابیم. در نهایت، مقایسه روش ارائه شده با روش‌های خارجی صرفاً بر روی علائم مشترک بین‌المللی موجود انجام می‌گیرد.

۲- ابزار گردآوری داده‌ها:

تصاویر علائم شهری

اینترنت، مقالات و کتب مرجع

۳- جامعه آماری، حجم نمونه، روش نمونه‌گیری و شیوه تجزیه و تحلیل داده‌ها: (به ترتیب با ذکر چگونگی انتخاب، نحوه محاسبه، تکنیک‌های مورد نظر و منابع مورد استفاده)

۴- محدودیت‌های تحقیق:

محدودیت سیستم‌های پردازشی که در صورت مساعدت دانشگاه در تهیه یک سیستم قوی مجهز به GPU برطرف خواهد شد.

۵- ملاحظات اخلاقی:



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه شیراز

باسمه تعالی

پیشنهاد طرح پژوهشی

فرم شماره ۳- الف

۶- برنامه زمانی، برآورد ساعات کار هزینه های پرسنلی به تفکیک مراحل انجام طرح:

ردیف	شرح فعالیت هر مرحله	مدت زمان (به ماه)	زمان شروع پس از انعقاد قرارداد (به ماه)	کارمورد نیاز (نفر ساعت)				میزان حق تحقیق				جمع حق التحقیق (ریال)
				کاردان	کارشناس ارشد	کارشناس	دکتر	کاردان	کارشناس ارشد	کارشناس	دکتر	
۱	جستجو و تهیه مقالات مرتبط با موضوع	دو هفته	بلافاصله		۵	۱۵	۱۵		۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۴,۰۰۰,۰۰۰
۲	مطالعه مقالات و شبیه سازی آن ها	۱/۵ ماه	دو هفته		۴۰	۲۰	۲۰		۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۷,۰۰۰,۰۰۰
۳	جمع آوری تصاویر از تابلوهای راهنمایی و رانندگی و تهیه دیتاست	۱/۵ ماه	۲ ماه		۴۵	۲۵	۲۵		۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸,۵۰۰,۰۰۰
۴	پیاده سازی الگوریتم مربوطه و گرفتن نتایج	۲/۵ ماه	۳/۵ ماه		۴۵	۲۵	۲۵		۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸,۵۰۰,۰۰۰
۵	بررسی و تجزیه و تحلیل یافته ها و تدوین مقاله پژوهشی و ارسال آن به مجلات معتبر	۱ ماه	۶ ماه		۳۰	۲۰	۳۰		۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۸,۰۰۰,۰۰۰
۶	پذیرش مقالات و تهیه گزارش اتمام طرح	۳ ماه	۷ ماه		۵	۱۵	۱۵		۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۴,۰۰۰,۰۰۰
									جمع کل حق تحقیق: ۴۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال (متناسب با مقاله)			



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه شیراز

باسمه تعالی

پیشنهاد طرح پژوهشی

فرم شماره ۳- الف

۱ ستون دوم مربوط به شرح فعالیت هر مرحله به ترتیب مراحل انجام طرح است (از قبیل گردآوری داده ها، تدوین مبانی نظری، مطالعات تجربی ...، تجزیه و تحلیل نتایج و تدوین گزارش پایانی)

۲ ستون سوم مدت زمان پیش بینی شده برای هر مرحله بر حسب ماه می باشد.

۳ در ستون چهارم به منظور امکان ترسیم منحنی گانت باید مشخص گردد که فعالیت هر مرحله از طرح چه مدت پس از انعقاد قرارداد آغاز می شود.

۴ ستون پنجم مربوط به کار مورد نیاز بر حسب نفر ساعت و به تفکیک سطوح تخصصی در هر مرحله می باشد. (به عنوان مثال در مرحله اول طرح نیاز به دو کارشناس بوده و برای هر کدام ۲۰ ساعت کار در نظر گرفته شده

است ، بنابراین میزان نفر ساعت کارشناس در این مرحله ۴۰ ساعت خواهد بود). در پایان این ستون لازم است جمع نفر ساعت هریک از سطوح تخصصی درج گردد.

۵ ستون ششم میزان حق الزحمه هر مرحله از طرح به تفکیک سطوح تخصصی می باشد.

۶ ستون آخر مربوط به جمع حق الزحمه های پرسنلی در هر مرحله از طرح می باشد (جمع ستون ششم) در پایین این ستون لازم است جمع کل حق التحقیق (مجری و همکاران) مشخص گردد.



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه تهران

باسمه تعالی

پیشنهاد طرح پژوهشی

فرم شماره ۳- الف

۷- هزینه مواد و وسایل مصرفی:

ردیف	نام ماده یا کالا	مقدار	قیمت واحد	جمع (ریال)
۱	چاپ و تایپ و تکثیر و صحافی	دو نسخه گزارش		۱,۰۰۰,۰۰۰ ریال
جمع کل هزینه های مصرفی ۱,۰۰۰,۰۰۰ ریال				

۸- هزینه وسایل و تجهیزات غیرمصرفی: (وسایلی که پس از اجرای طرح در واحد باقی خواهد ماند از جمله تجهیزات آزمایشگاهی و یا کتاب)

ردیف	نام و مشخصات کالا	مقدار	قیمت واحد	جمع (ریال)
۱	کارت گرافیک ام اس آی مدل GeForce GTX 1080 GAMING X 8G	یک عدد جهت نصب در سیستم کامپیوتری آزمایشگاه پردازش سیگنال تصویر	۴۹,۰۰۰,۰۰۰	۴۹,۰۰۰,۰۰۰
جمع کل هزینه های غیرمصرفی ۴۹,۰۰۰,۰۰۰ ریال				

۹- هزینه مسافرت ها :

ردیف	هدف از سفر	مبدأ و مقصد	وسیله نقلیه	هزینه سفر	دفعات سفر	تعداد نفرات	جمع هزینه (ریال)
جمع کل هزینه مسافرت ها:							



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه تهران

باسمه تعالی

پیشنهاد طرح پژوهشی

فرم شماره ۳- الف

۱۰- هزینه های متفرقه:

عنوان	نوع سرویس یا خدمات	هزینه
خدمات عمومی (شامل خدمات کامپیوتری، چاپ و تکثیر، خدمات کارگری، کرایه زمین، کرایه اتومبیل و ...)		
خدمات تخصصی (شامل سرویس های آزمایشگاهی، ترجمه و ...)		
خدمات مشاوره ای		
موارد پیش بینی نشده	خرید بعضی از مقالات از مجلات	
جمع کل هزینه های متفرقه: ریال		

جمع کل بودجه طرح: ۹۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال (نود میلیون ریال)

آیا از مشارکت سازمان یا مؤسسات دیگر (اعم از دولتی و غیر دولتی) در ارتباط با تأمین تجهیزات مورد نیاز، نیروی انسانی و یا تأمین اعتبار طرح استفاده خواهد شد؟
در صورت مثبت بودن پاسخ، جزئیات را مشخص نمایید.
خیر

منابع و مراجع:

کتاب مرجع در زمینه دیپ لرنینگ و پردازش تصویر:

Nikhil Buduma (2016), *Fundamentals of Deep Learning Designing Next Generation Artificial Intelligence*
Santanu Pattanayak (2017), *Pro Deep Learning with TensorFlow A Mathematical Approach to Advanced Artificial Intelligence in Pytho*
Li Deng (2014). *Deep Learning: Methods and Applications*
Francious Chollet (2018), *Deep Learningb with Python*
Rafael C. Gonzalez (2017), *Digital Image Processing (4th Edition)*



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه مستاجر

باسمه تعالی

پیشنهاد طرح پژوهشی

فرم شماره ۳- الف

وب سایت های معتبر علمی از جمله:

<http://www.imageprocessingplace.com/>

<https://openai.com/>

<http://deeplearning.net/>

<https://www.technologyreview.com/s/513696/deep-learning/>

<http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>

<http://deeplearning.ir/>

<https://github.com/>

مقالات:

- [1] A. Bouti, M. A. Mahraz, J. Riffi, H. Tairi, "Road sign recognition with Convolutional Neural Network", *2018 IEEE International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV)*, 2018.
- [2] M. Swathi, K. V. Suresh, "Automatic traffic sign detection and recognition: A review", *2017 IEEE International Conference on Algorithms, Methodology, Models and Applications in Emerging Technologies (ICAMMAET)*, 2017.
- [3] H. S. Lee and K. Kim, "Simultaneous traffic sign detection and boundary estimation using convolutional neural network", *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 19, no. 5, pp. 1652-1663, June. 2018.
- [4] T. Chen, Z. Chen, Q. Shi, X. Huang, "Road marking detection and classification using machine learning algorithms", *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, pp. 617-621, Jun. 2015.
- [5] Y. Wu, Y. Liu, J. Li, H. Liu, X. Hu, "Traffic sign detection based on convolutional neural networks", *International Joint Conference on Neural Networks*, pp. 1-7, Aug. 2013.
- [6] Z. Malik, I. Siddiqi, "Detection and recognition of traffic signs from road scene images", *2014 12th International Conference on Frontiers of Information Technology*, pp. 330-335, 2004.
- [7] A. Broggi, P. Cerri, P. Medici, P. P. Porta, G. Ghisio, "Real time road signs recognition", *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, pp. 981-986, 2007.
- [8] A. D. L. Escalera, L. E. Moreno, M. A. Salichs, J. M. Armingol, "Road traffic sign detection and classification", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 44, no. 6, pp. 848-859.
- [9] F. Qin, B. Fang, H. Zhao, "Traffic sign segmentation and recognition in scene images", *2010 Chinese Conference on Pattern Recognition (CCPR)*, pp. 1-5, 2010.
- [10] Y. Nguwi, A. Kouzani, "Automatic road sign recognition using neural networks", *The 2006 IEEE International Joint Conference on Neural Network Proceedings*, pp. 3955-3962, 2006.
- [11] N. B. Romdhane, H. Mliki, M. Hammami, "An improved traffic signs recognition and tracking method for driver assistance system", *2016 IEEE/ACIS 15th International Conference on Computer and Information Science*, 2016.
- [12] Z. Zheng, H. Zhang, B. Wang, Z. Gao, "Robust traffic sign recognition and tracking for Advanced Driver Assistance Systems", *2012 15th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, 2012.
- [13] J. Greenhalgh, M. Mirmehdi, "Real-time detection and recognition of road traffic signs", *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 13, no. 4, pp. 1498-1506, 2012.



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه مستعار

باسمه تعالی

پیشنهاد طرح پژوهشی

فرم شماره ۳- الف

- [14] R. Qian, B. Zhang, Y. Yue, Z. Wang, F. Coenen, "Robust Chinese traffic sign detection and recognition with deep convolutional neural network", *2015 11th International Conference on Natural Computation (ICNC)*, pp. 791-796, 2015.
- [15] M. S. Hossain, M. M. Hasan, M. A. Ali, M. H. Kabir, A. B. Ali, "Automatic detection and recognition of traffic signs", *2010 IEEE Conference on Robotics Automation and Mechatronics*, pp. 286-291, 2010.
- [16] H. Zhang, B. Wang, Z. Zheng, Y. Dai, "A novel detection and recognition system for Chinese traffic signs", *2013 32nd Chinese Control Conference (CCC)*, pp. 8102-8107, 2013.
- [17] S. M. Bascón, S. L. Arroyo, P. G. Jimenez, H. G. Moreno, F. L. Ferreras, "Road-sign detection and recognition based on support vector machines", *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 8, no. 2, pp. 264-278, Jun. 2007.
- [18] F. Zaklouta, B. Stanculescu, "Real-time traffic-sign recognition using tree classifiers", *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 13, no. 4, pp. 1507-1514, Dec. 2012.
- [19] S. Houben, J. Stallkamp, J. Salmen, M. Schlipsing, C. Igel, "Detection of traffic signs in real-world images: The German traffic sign detection benchmark", *Proc. IJCNN*, pp. 1-8.
- [20] X. Chen, J. Yang, J. Zhang, A. Waibel, "Automatic detection and recognition of signs from natural scenes", *Trans. Image Process.*, vol. 13, no. 1, pp. 87-99, Jan. 2004.
- [21] A. Møgelmoose, M. M. Trivedi, T. B. Moeslund, "Vision-based traffic sign detection and analysis for intelligent driver assistance systems: Perspectives and survey", *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 13, no. 4, pp. 1484-1497, Dec. 2012.
- [22] J. Greenhalgh, M. Mirmehdi, "Recognizing Text-Based Traffic Signs", *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 16, no. 3, pp. 1360-1369, June 2015.
- [23] S. Stallkamp, M. Schlipsing, J. Salmen, C. Igel, "Man vs. computer: Benchmarking machine learning algorithms for traffic sign recognition", *Neural networks*, pp. 323-332, 2012.
- [24] H. Zhu, K.V. Yuen, L. Mihaylova, H. Leung, "Overview of environment perception for intelligent vehicles", *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 18, no. 10, pp. 2584-2601, Oct. 2017.
- [25] C. Y. Fang, S. W. Chen, C. S. Fuh, "Road-sign detection and tracking", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 52, no. 5, pp. 1329-1341, Sept. 2003.
- [26] P. Dhar, M. Z. Abedin, T. Biswas, A. Datta, "Traffic sign detection — A new approach and recognition using convolution neural network", *2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, 2017.
- [27] S. Stallkamp, M. Schlipsing, J. Salmen, C. Igel, "The German traffic sign recognition benchmark: A multi-class classification competition", *The 2011 International Joint Conference on Neural Networks*, 2011.
- [28] Y. Yang, H. Luo, H. Xu, F. Wu, "Towards real-time traffic sign detection and classification", *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 17, no. 7, pp. 2022-2031, July 2016.
- [29] Y. L. Pierre Sermanet, "Traffic sign recognition with multiscale convolutional networks", *Neural Networks (IJCNN) The 2011 International Joint Conference on*, pp. 2809-2813, 2011.
- [30] F. Lin, Y. Lai, L. Lin, Y. Yuan, "A traffic sign recognition method based on deep visual feature", *2016 IEEE Progress in Electromagnetic Research Symposium (PIERS)*, 2016.
- [31] X. Liang, J. Zhang, Q. Tian, J. Li, L. Zhuo, "A saliency guided shallow convolutional neural network for traffic signs retrieval", *2018 IEEE Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (MIPR)*, 2018.
- [32] R. Qian, Q. Liu, Y. Yue, F. Coenen, B. Zhang, "Road surface traffic sign detection with hybrid region proposal and fast R-CNN", *2016 IEEE 12th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD)*, 2016.