

پردازش تصویر در امنیت و کنترل خودرویی و انسانی

علی قهرائی

E-mail: ali_ghahraei@yahoo.com

چکیده

در سطح دنیا چهارراه هایی وجود دارد که به دلیل ترافیک زیاد همواره می بایست با توجه به بار ترافیکی خیابانهای منتهی به آن، جهت کنترل آن اقدام نمود و نیز نقاط خطر سازی در جاده ها وجود دارند که به دلیل نداشتن دید کافی همواره مشکل سازند و نیز مکانهایی وجود دارند که جهت محافظت از آنها می بایست همواره تحت کنترل نگهبانها یا اپراتورهای دوربینهای مدار بسته قرار گیرند (سکوهاي دیده بانی و پستهای نگهبانی و...). در این راستا می بایست سیستمی ارائه شود که با استفاده از بینایی ماشین قادر به تشخیص و آنالیز اطلاعات و در نهایت نتیجه گیری دلخواه ما شود و افزایش دقت و صرفه جویی در هزینه ها را به دنبال داشته باشد. بنابراین برای دستیابی به این اهداف در طول مقاله راهکارهایی پیشنهاد و هر کدام از این سناریو ها توسط نرم افزار 3D Max شبیه سازی و عکسهای گرفته شده، توسط نرم افزار Labview پردازش شده است. در پایان یاد آور می شوم که از لحاظ اینجانب بازدهی سیستمهای ارائه شده با توجه به سناریوهای گوناگون و شرایط محیط طبیعی به صورت میانگین ۸۸٪ می باشد.

۱- مقدمه

فاصله دوربین و سیستم پردازش، توپولوژی شبکه انتقال و...

هدف از این مقاله ارائه سیستمی هوشمند و خودکار جهت کنترل و امنیت ترافیک خودرویی و انسانی می باشد.

و مبحث نرم افزار شامل توابع و فرآیندهای پردازش تصویر می باشد که نتیجه دلخواه از فرآیند پردازش را به دنبال دارد.

به عبارت دیگر سیستمی که جایگزینی برای اپراتورهای دوربینهای کنترل ترافیک، نگهبانهای سکوهاي دیده بانی و پستهای نگهبانی باشد و نیز راهکارها و دیدگاههای جدید جهت کنترل انسانی و خودرویی و افزایش امنیت جاده ای را شامل گردد.

مزیت کلی سیستم های ارائه شده عبارتند از:

-کم کردن و یا حذف نقش نیروی انسانی

-افزایش دقت و تصمیم گیری بهینه

-افزایش کنترل خودرویی و کاهش ترافیک و افزایش ایمنی جاده ای

-افزایش کنترل انسانی و افزایش امنیت

هر کدام از این سیستمها شامل دو مبحث کلی سخت افزار و نرم افزار می باشد که در بخشهای بعدی بدان پرداخته شده است. مبحث سخت افزار شامل نوع دوربین دیجیتال (base -Frame rate-transfrer protocol) Color mode -resoulution, نوع سیستم پردازش

می باشد (۵ متر وبالاتر) .

مزایای این سیستم عبارتند از:

- پوشش محدوده زیاد از بزرگراه و یا خیابان برای تشخیص موانع احتمالی برای خودرو های عبوری

- ایمن سازی نقاطی از جاده که به دلیل محدودیت در ساخت و یا خطاهای مهندسی مشکل ساز می باشند.

- بهره وری اقتصادی از طریق کاهش تصادفات و ترافیک های بعدی , بهینه سازی راه ها با کمترین هزینه و..

در زیر یک نمونه از این پلهای خطر ساز حدفاصل اتوبان صفه واتوبان شهید کشوری و واقع در جنوب شهر اصفهان نمایش داده شده است.



شکل ۱- نمایی از یک پل خطر ساز

۱-۲- کنترل انسانی و امنیت محیط:

این بخش در مورد سیستمهای تشخیص انسان و حرکات ابتدایی انسانی (دویدن , تجمع, زدو خورد و...) و در نهایت شناسایی رفتارهای خطر ساز گفتگو می نماید .

در حال حاضر برخی از کاربردهای این مبحث مانند نگهداری های محلی , نگهداری های پستهای دیده بانی و نگهداری های مجهز به دوربینهای مدار بسته, مورد استفاده قرار می گیرد.

و برخی دیگر در آینده وجود خواهند داشت مانند سیستمهای خودکار و جامع کنترل شهری که توسط دوربینهایی که در اقصی نقاط شهر وجود دارند, وضعیت مردم , درگیری, زد و خورد, تجمع های غیر مجاز, سرقت

- بهره وری اقتصادی از طریق کاهش ترافیک, کاهش تصادفات, کاهش اپراتورهای دوربینهای مدار بسته و نگهداریها و افزایش امنیت اجتماعی.

این مقاله شامل دو بخش کلی می باشد:

۱-۱- کنترل ترافیک و امنیت خودرویی:

که این بخش نیز شامل دو مبحث کلی می باشد:

الف- کنترل ترافیک و تخلفات چهارراه ها و بزرگراه ها :
این بخش در مورد سیستم تشخیص خورویی و ترافیک در چهار راه ها و بزرگراه ها و نیز تشخیص تخلفات چهارراه صحبت می کند.

این نوع پردازش می تواند توسط دوربینهای چهارراه انجام شود و اهداف زیر را دنبال کرد:

- شناسایی و آنالیز ترافیک در خیابانهای منتهی به چهارراه و گرفتن تصمیم در کنترل چراغها و حتی در مواردی کمک به تخلیه خود چهار راه

- شناسایی تخلفات چهار راهی (ردکردن چراغ قرمز, قرار گرفتن در خط عابر پیاده) و در صورت امکان برداشتن عکس برای طی مراحل شناسایی پلاک

- شناسایی تصادفات احتمالی و اطلاع به مسئولین

- شناسایی ازدهام , تشویش و یا زد و خورد احتمالی

ب- کنترل و امنیت جاده ای : این بخش شامل سیستمهایی می شود که با شناسایی موانع احتمالی بر سر اتوبانها و جاده ها و مکانهایی از جاده که به دلیل دید ناکافی برای راننده ها ناامن می باشند , جهت هشدار به راننده ها اقدام می نماید.

این سیستم جاهایی به کار می رود که آینه های محدب کاربردی ندارند (مانند: پلهای قوس دار , امتداد اتوبانها و...)

این نوع پردازش از دید دوربینهای نصب شده بر روی پایه ها انجام می شود و ارتفاع آن بسته به کاربرد متفاوت

و کلاً نا امنی را به مسئولین گزارش می دهد.

نمی باشد که برای رفع این مشکل و تشخیص و مقایسه ترافیک راه حل جدیدی ارائه شده که در قسمت شبیه سازی همراه با مثال عملی بیان شده است.

۲- کنترل ترافیک و امنیت خودرویی:

۱-۲- کنترل ترافیک و تخلفات چهارراه ها و بزرگراه ها:

نکات نرم افزاری و سخت افزاری:

- برای ایجاد شرایط *Real-time* و کاهش بار ترافیکی مرکز کنترل بهتر است سیستم پردازش در نزدیکی دوربین قرار گیرد و تصویر نهایی پردازش شده و علامت گذاری شده با فرمت *PNG* به مرکز انتقال یابد

- پروتکل بین دوربین و پردازشگر بهتر است از نوع *UDP* (برای سرعت انتقال بیشتر) و پروتکل انتقال به مرکز از نوع *TCP/IP* (برای اطمینان از درستی انتقال) انتخاب شود.

- سخت افزار سیستم پردازش می تواند از یک *Personal Computer* یا *Industrial Computer*

با مشخصات *cpu* دو هسته ای $2 \times 2 \text{ Ghz}$ و *RAM* ۲ *GHz* و ترجیحاً حافظه از نوع *Flash* و *Ethernet* *support* تشکیل شده باشد که با استفاده از سیستم عامل های *Embedded* دستیابی به هدف پردازش *Real-time* امکان پذیر می شود.

در بخش ۴-۱ شبیه سازی یک چهار راه انجام شده است.

۲-۲- کنترل و امنیت جاده ای:

نکات نرم افزاری و سخت افزاری:

نکات این سیستم شبیه قسمت پیشین می باشد با دو تفاوت:

- در این سیستم احتیاجی به ایجاد شرایط *Real-time* نمی باشد و تشخیص نهایی میتواند تا ۲ الی ۴ ثانیه از زمان بوجود آمدن مانع به طول بیانجامد (لازم به ذکر است که در قسمتهایی که سرعت و تعداد خودروها زیاد است برای تشخیص بهتر احتیاج به پردازش سریع می باشد)

- در این سیستم نیازی به ارسال دیتا با حجم و سرعت بالا

- برای فرآیند تشخیص ترافیک نیاز به پردازش سریع و دستیابی به شرایط *Real-time* نمی باشد اما برای شناسایی تخلفات چهارراهی برنامه و سیستم پردازش باید

به نحوی باشند که شرایط پردازش *Real-time* ایجاد شود (به طور تقریبی پردازش ۴ یا ۵ فرم در ثانیه) بدین منظور پردازش را روی تصویرهایی با رزولوشن متوسط (به طور مثال 640×480) و در صورت امکان *color mode* سفید خاکستری (*Gray scale*) انجام می دهیم و قسمت انتخابی برای پردازش *ROI (Region Of Interest)* بسته به هدف پردازش محدود به وسط چهارراه و یا خیابان می شود و پس از شناسایی ابتدایی تخلف اقدام به تهیه تصویر با رزولوشن بالا از محدوده خودرو تشخیص داده شده جهت ارجاع به فرآیند های تشخیص پلاک، می نماییم.

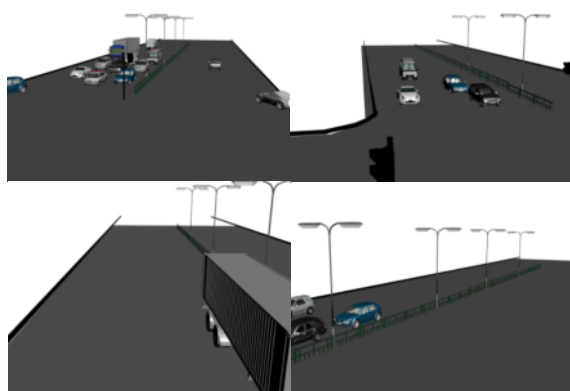
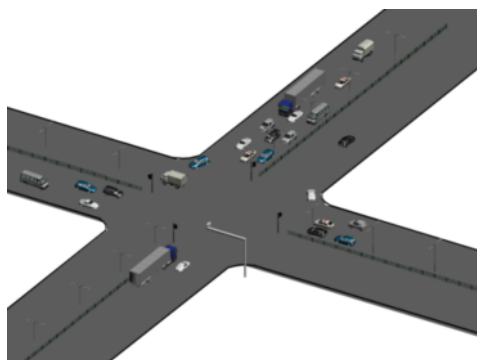
- موضوع پرسپکتیو برای ما مسئله ساز است که در نمای دید وسط چهارراه می توان ابتدا تصویر را کالیبره کرد و سپس فرآیند پردازش را انجام نمود. (منظور از کالیبره کردن تصویر، فرآیندی است که در طی آن تصویر نا مسطح، مسطح به نظر می رسد) و البته راه حل دیگر این است که ابتدا تشخیص کلی *object* خودرو و سپس تشخیص جهت حرکت انجام شده و پاسخ به این سوال ابتدایی که از کدام طرف آمده و تشخیص خلاف یا درست بودن حرکت، انجام گردد.

البته برای موضوع تشخیص ترافیک، با توجه به نمای دوربین و پرسپکتیو دیده شده دیگر فرآیند کالیبراسین کارآمد

افزار *Labview 8.2* و *NI Vision Toolbox* انجام شده است.

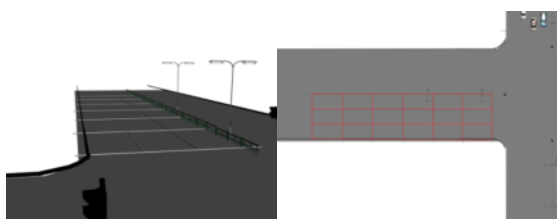
۴-۱- سناریو چهارراه

یک چهار راه مانند شکل ۲ را در نظر بگیرید.



شکل ۲- نماهایی از یک چهار راه

در شکل ۲ نمایی هایی از تمام خیابانهای یک چهار راه مشاهده می شود. الگوریتم نرم افزار ارائه شده را بر روی یکی از این نماها اجرا می کنیم (شکل ۳)



شکل ۳- قرار دادن تور فرضی بر قسمتی از چهارراه

بدین جهت ابتدا تصویر را از تصویر پایه چهارراه *absolute different* و پس از گذر از یک سری فیلتر آن را *threshold* نموده و پس از حذف تکه های کوچک و

به مرکز نمی باشد و تنها گزارش مانع همراه با عکس کفایت می کند .

-تکمیل کننده این سیستم ,اجزای هشدار دهنده می باشند مانند تابلوهای روان که قبل از آن قسمت نصب می شوند وحتی با استفاده از این سیستم نیز می توان با حداکثر خطای ۵متر ,فاصله مانع بوجود آمده تا دوربین را تخمین زد و از آن جهت هشدار به راننده های در حال حرکت استفاده نمود.

۳- کنترل انسانی وامنیت محیط:

نکات نرم افزاری و سخت افزاری:

-الگوریتم بکار رفته در این قسمت تا حدودی شبیه به دو قسمت قبل می باشد .

-عملیات پردازش می بایست *Real time* انجام شود تا بتوان مسیر حرکت *object* ها را تشخیص داد وبه طور کلی ارتباط دو تصویر را پیدا نمود.

-بسته به هدف می توان وارد شدن *object* انسان, حرکت سریع *object* انسان, تجمع *object* ها و... را تشخیص داده و در مرحله ی بعدی تصویر واضح از آن ها تهیه نمود.

۴-شبیه سازی

در این قسمت سه سناریو جهت شبیه سازی مورد بررسی قرار گرفته است :

-سناریو چهار راه

-سناریو تشخیص مانع

-سناریو تشخیص انسانی

به خاطر محدودیت در گرفتن تصاویر واقعی در ارتفاع هرکدام از این سناریوها در محیط *3DMax* شبیه سازی و پس از گرفتن تصاویر مورد نظر, فرآیند پردازش توسط نرم

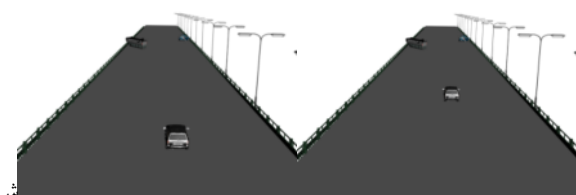
پرمودن سوراخها اقدام به آنالیز اطلاعات می نماییم.

کمتر می شود .

در شب می توان از میزان نور در خیابان به عنوان عاملی جهت تقریب ترافیک استفاده نمود.

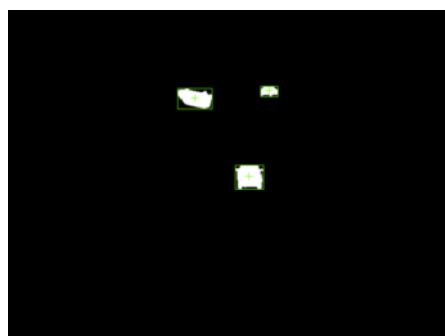
۴-۲- سناریو تشخیص مانع

در شکل ۵ قسمتی از یک بزرگراه را مشاهده می کنید که شکل سمت راست شکل اول و شکل سمت چپ پس از طی زمان t ثانیه (۱ تا ۳) از شکل اول گرفته شده است.



کل ۵- نماهایی از یک جاده در دو زمان

مراحل پردازش تقریباً شبیه قسمت قبل می باشد با تفاوت در فیلتر های اعمالی . در آخرین مرحله نیز با استفاده از توابع *shape detecting* اقدام به تشخیص خودروها می نماییم که تصاویر به صورت شکل ۶ تبدیل میشوند.



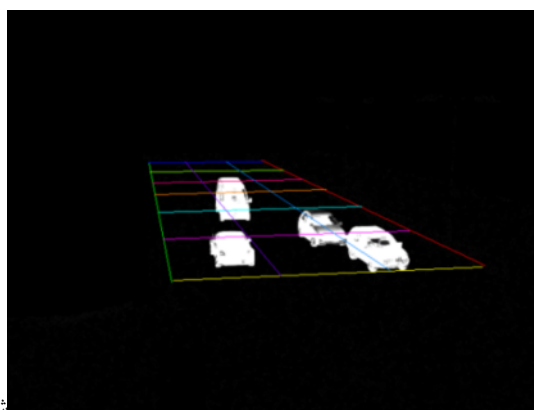
شکل ۶- تصاویر نهایی از فرآیند پردازش و آنالیز تصاویر شکل ۵

مشاهده می شود که دو خودرویی که به علت سانحه

فرآیند آنالیز به این گونه است که ابتدا خیابان را به مستطیل های فرضی تقسیم می کنیم (شکل راست) که پرسپکتیو دیده شده مانند سمت چپ می باشد. سپس با استفاده از شکل دیده شده اقدام به ایجاد یک شبکه تور فرضی میکنیم و فرآیند آنالیز را با استفاده از این شبکه توری انجام می دهیم که در شکل ۳ روی قسمتی از خیابان اجرا شده است.

آنالیز به این گونه است که ما برای هر دوزنقه ضریب α تعریف میکنیم که α برابر است با تعداد پیکسل های سفید به کل پیکسل های دوزنقه.

حال با جمع کردن α ها و تقسیم به کل خانه های دیده شده در خیابان مقداری نسبی از میزان ترافیک بدست می آید.



شکل

ل ۴- شکل نهایی برای مرحله آنالیز ترافیک

البته نوع تقسیم بندی با توجه به موقعیت دوربین حتی میتواند نامنظم باشد.

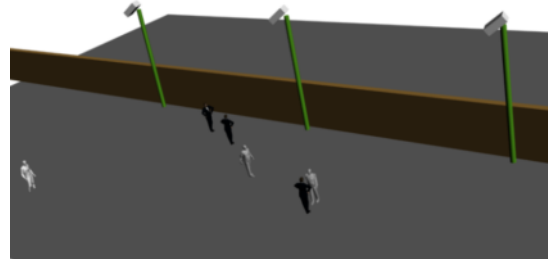
طبق برآورد های انجام شده درستی این روش در تشخیص ترافیک به طور تقریبی ۸۵٪ می باشد اما از آن جهت که در کنترل چراغها این میزان خطا برای سبز یا قرمز کردن چراغ اهمیت ندارد می توان به این الگوریتم اعتماد کرد و البته باید توجه کرد که اپراتور همان نما را می بیند که سیستم می بیند.

نمای دیده شده از ارتفاع تقریبی ۶ متر می باشد و واضح است که هر چه ارتفاع دوربین بالاتر رود میزان خطای ما

ساکنند در هر دو شکل مکانهای یکسانی دارند که این خود معیاری برای تشخیص موانع به وجود آمده می باشد.

۴-۳- سناریو تشخیص انسان

در زیر نمایی از دوربینهای کنترل حرکت انسانی را مشاهده می کنید



شکل ۷- نمایی شبیه سازی شده از یک محیط به همراه انسان و دوربین

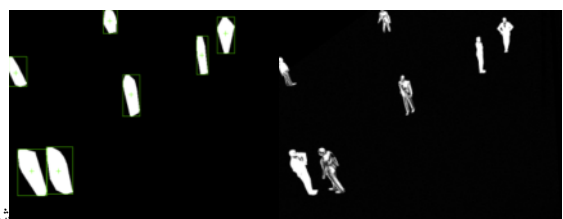
ارتفاع تیرهای دیده بانی ۶ متر در نظر گرفته شده است. در شکل ۸ نمایی از دوربینهای سمت راست و وسط را مشاهده می کنید.



شکل ۸- دو نما از دو دوربین در یک لحظه

مکان پایه ها و دوربینها به گونه ایست که منطقه ی مورد نظر ما را پوشش دهند. واضح است که با افزایش ارتفاع دوربینها وسعت دید افزایش می یابد.

عمل پردازش و آنالیز را روی نمای دوربین راست اعمال می کنیم.



کل ۹- سمت راست: تصویر آنالیز شده-سمت چپ: قسمتی از پردازش

مشاهده می شود که در مرحله نهایی (شکل راست) سیستم

بینای ما قادر به تشخیص *Object* ها شد.

۴-۴- یک نمونه واقعی

در شکل ۴ یک نمونه واقعی از فرآیند تشخیص خودرو را مشاهده می نمایید .

تشخیص *object* موتور بستگی به تنظیمات نرم افزار دارد.



شکل ۴- یک نمونه واقعی

۵- نتیجه گیری و پیشنهاد برای ادامه کار

میزان موفقیت سیستم و الگوریتم پیشنهادی جهت تشخیص میزان ترافیک در چهار راه ها و بزرگراهها ۸۵٪، تخلفات خودرویی ۸۰٪، ایمنی جاده ای ۹۸٪ و سیستم کنترل انسانی و امنیتی بسته به مکان کاربرد (محیط بسته، محیط باز و...) و هدف از تشخیص بین ۸۰٪ تا ۱۰۰٪ متفاوت می باشد برای بهبود روش و ادامه کار موارد زیر پیشنهاد می گردد :

-بهبود تصاویر پایه (نماهای خالی) با استفاده از الگوریتم های پیچیده تر.

-کارگیری الگوریتمهایی نظیر شبکه های عصبی و یا الگوریتم های *Edge detecting* و... برای تشخیص مطمئن تر و دقیقتر موانع، خودروها و انسان ها در قسمتهایی از تصویر که مبهم می باشد و افزایش میزان موفقیت و ضریب اطمینان.

سپاسگزاری

در پایان از زحمات و راهنمایی های شایان و بی دریغ دکتر شاه میرزایی استاد محترم گروه برق دانشگاه آزاد نجف آباد و کارشناس ارشد طراحی گروه اتوماسیون شرکت فولاد تکنیک اصفهان کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.