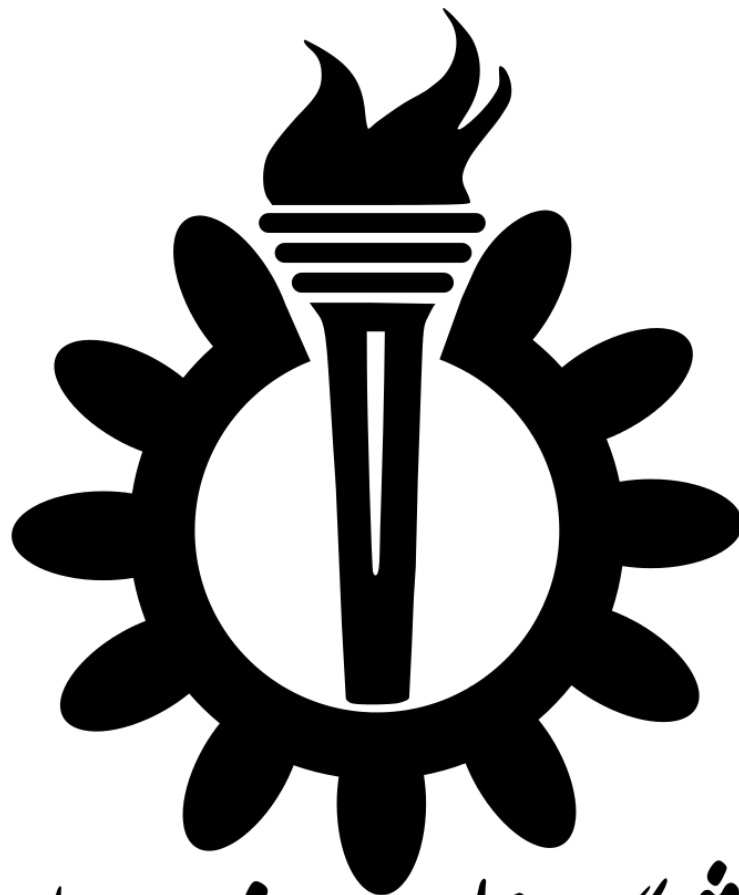


به نام خدا



دانشگاه علم و صنعت ایران

تمرین تئوری اول درس سیستم های نهفته و بیدرنگ

پارسا آقاعلی ۴۰۰۵۲۱۰۷۲

یک سیستم چراغ راهنمایی هوشمند برای بهینه‌سازی جریان ترافیک و افزایش ایمنی در تقاطع‌های شلوغ با تنظیم زمان‌بندی سیگنال بر اساس شرایط ترافیکی بیدرنگ طراحی شده است. در زیر تجزیه و تحلیل دقیق اجزاء، هزینه‌ها، ویژگی‌های سیستم، ملاحظات طراحی و مراحل توسعه برای چنین سیستمی ارائه شده است.

اجزای سیستم

سیستم چراغ راهنمایی هوشمند از اجزای مختلفی تشکیل شده است که هر کدام به دو دسته آنالوگ یا دیجیتال تقسیم بندی می‌شوند:

سیگنال‌های چراغ راهنمایی: دیجیتال (چراغ‌های LED قرمز، زرد، سبز)

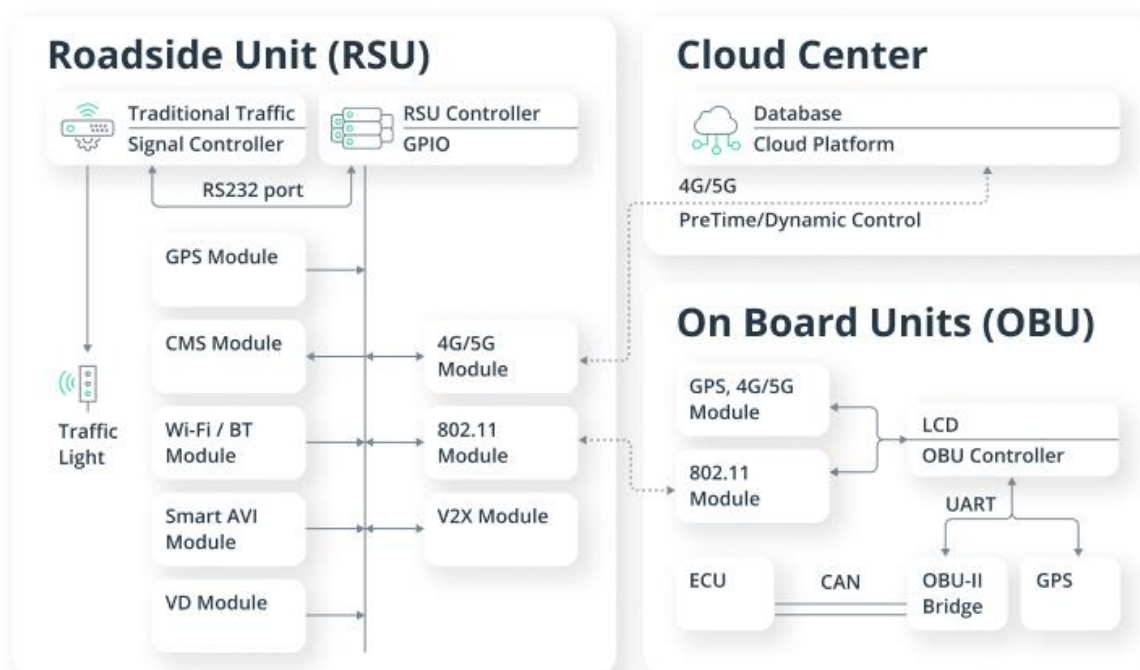
سنسورهای ترافیک: دیجیتال (به عنوان مثال، سنسورهای مادون قرمز، سنسورهای رادار برای تشخیص وسیله نقلیه)

دوربین‌های مدار بسته: دیجیتال (برای نظارت بر جریان ترافیک و تشخیص تخلفات)

میکروکنترلر/پردازنده: دیجیتال (برای پردازش داده‌ها و کنترل سیگنال‌ها)

ماژول‌های ارتباطی: دیجیتال (Wi-Fi، 4G/5G برای انتقال داده و ...)

مرکز کنترل ابری: دیجیتال (برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و مدیریت از راه دور)



تصویر (۱)

هزینه های بازار قطعات

هزینه های تقریبی بازار برای هر جزء از یک سیستم چراغ راهنمایی هوشمند به شرح زیر است (می توان ماژول های مورد نظر در تصویر ۱ را جدا جدا تهیه نمود و نهایتاً همه آن ها را روی برد سوار کرد):

LED traffic light: قیمت.

CCTV Cameras: قیمت های متنوعی دارد برای مثال.

Cloud Service Subscription: متفاوت است. معمولاً ۱۰۰ دلار در ماه یا بیشتر بسته به استفاده و ویژگی ها.

rsu controller: قیمت.

gps module: قیمت.

CMS module: قیمت.

Smart AVI module: قیمت.

BT module: قیمت.

Wifi module: قیمت.

4G/5G module: قیمت.

module ۸۰۲.۱۱: قیمت.

قطعات آهنی لازم برای سر پا کردن چراغ های راهنمایی.

ویژگی های سیستم

سیستم چراغ راهنمایی هوشمند را می توان بر اساس ویژگی های عملیاتی آن طبقه بندی کرد:

سیستم بلادرنگ: این سیستم با نظارت مداوم بر شرایط ترافیکی و تنظیم سیگنال ها بر اساس آن در زمان واقعی کار می کند.

سیستم نهفته: این سیستم همچنین می تواند ویژگی های نهفته را در زمانی که داده های تاریخی را برای پیش بینی الگوهای ترافیک آینده پردازش می کند، نشان دهد، هرچند که عمدتاً در زمان واقعی کار می کند.

سیستم ترکیبی: با استفاده از الگوریتم های پیش بینی بر اساس داده های جمع آوری شده در طول زمان، هم تنظیمات بیدرنگ و هم قابلیت های پردازش نهفته را ترکیب می کند.

ملاحظات طراحی برای سیستم های نهفته

هنگام طراحی یک سیستم چراغ راهنمایی هوشمند نهفته، چندین ویژگی باید در نظر گرفته شود: قابلیت اطمینان: سیستم باید به طور مداوم تحت شرایط مختلف عمل کند تا از ایمنی و کارایی اطمینان حاصل شود. مقیاس پذیری: باید بتواند توسعه یا ارتقاء آینده را بدون طراحی مجدد قابل توجه انجام دهد. امنیت داده ها: حفاظت از داده های حساس جمع آوری شده از وسایل نقلیه و کاربران بسیار مهم است. رابط کاربری: یک رابط روشن برای اپراتورها برای نظارت و کنترل موثر سیستم. ادغام با خدمات اضطراری: توانایی اولویت بندی وسایل نقلیه اضطراری برای ایمنی عمومی ضروری است.

مراحل طراحی و ساخت سیستم

توسعه یک سیستم چراغ راهنمایی هوشمند شامل چندین مرحله است:

تجزیه و تحلیل نیازمندی ها:

نیازهای کاربر، الگوهای ترافیک و ویژگی ها را شناسایی شوند.

طراحی سیستم:

طرح های معماری را که شامل مشخصات سخت افزاری، نیازمندی های نرم افزاری و پروتکل های ارتباطی باشد را ایجاد می کنیم.

انتخاب اجزای مورد نظر:

حسگرها، کنترل کننده ها، دوربین ها و ماژول های ارتباطی مناسب را بر اساس طراحی سیستم مورد نظر انتخاب می کنیم.

نمونه سازی اولیه:

یک نمونه اولیه برای آزمایش عملکرد در محیط های کنترل شده ایجاد می کنیم تا نسبت به سیستم نهایی دیدی داشته باشیم و از تکرار اشتباهات ر آینده جلوگیری کنیم.

پیاده سازی:

سیستم را در تقاطع های تعیین شده با تنظیمات زیرساخت لازم نصب می کنیم.

تست و کالیبراسیون:

برای اطمینان از عملکرد هماهنگ همه اجزا و کالیبره کردن تنظیمات بر اساس داده های دنیای واقعی، آزمایش های گسترده ای در دنیای واقعی می بایستی که انجام شود.

استقرار:

به طور کامل سیستم را با قابلیت های نظارت، مستقر می کنیم.

تعمیر و نگهداری و به روز رسانی:

سیستم را به طور منظم نگهداری می شود و نرم افزار را در صورت نیاز به روز رسانی می شود تا با الگوهای ترافیکی در حال تغییر یا فناوری جدید سازگار شود.

توضیحات اضافه در رابطه با نحوه کارکرد کلی سیستم چراغ راهنمایی هوشمند:

در یک سناریوی واقعی، یک سیستم چراغ راهنمایی هوشمند در یک تقاطع شلوغ به صورت پویا عملیات خود را بر اساس داده های ترافیکی لحظه ای، حضور عابران پیاده و موقعیت های اضطراری تنظیم می کند. در اینجا خلاصه ای از نحوه عملکرد هر بخش از سیستم به صورت عملی آورده شده است:

۱. تشخیص و تجزیه و تحلیل ترافیک

تشخیص وسیله نقلیه:

این سیستم از حسگرهای حلقه القایی، رادار یا دوربین های مبتنی بر بینایی رایانه ای استفاده می کند که در جاده تعبیه شده یا در تقاطع نصب شده اند. این حسگرها به طور مداوم حضور و شمارش وسایل نقلیه را در هر خط تشخیص می دهند، حجم ترافیک را اندازه گیری می کنند و زمان انتظار خودرو را تخمین می زنند. به عنوان مثال، اگر یک خط به شدت شلوغ باشد، سیستم به این نکته توجه می کند تا مدت زمان چراغ سبز را برای آن جهت افزایش دهد و به خودروهای بیشتری اجازه عبور دهد.

تنظیم جریان ترافیک:

بر اساس داده های ترافیکی بی درنگ از سنسورها، سیستم زمان بندی سیگنال را تنظیم می کند. به عنوان مثال، در ساعات اوج مصرف، زمانی که خطوط خاصی دارای ترافیک سنگین هستند، سیستم می تواند این خطوط را اولویت بندی کند و با افزایش زمان چراغ سبز، جریان ترافیک را متعادل کند. در ساعات کم مصرف، زمانی که ترافیک کمتر است، سیستم ممکن است مدت زمان چراغ سبز را کاهش دهد تا از عملکرد کارآمد و صرفه جویی در مصرف انرژی اطمینان حاصل کند.

۲. تشخیص عابر پیاده و ایمنی

سنسورهای عابر پیاده:

سنسورهای عابر پیاده، مانند سنسورهای مادون قرمز یا مبتنی بر فشار، زمانی را تشخیص می دهند که فردی منتظر عبور از خیابان است. از طرف دیگر، دوربین های مبتنی بر هوش مصنوعی حضور عابران پیاده را در مناطق عابر پیاده تشخیص می دهند.

زمان چراغ سبز تطبیقی برای عابران پیاده:

پس از شناسایی عابر پیاده، سیستم مدت زمان چراغ سبز را برای ایمنی عابر پیاده تنظیم می کند. به عنوان مثال، اگر یک شهروند سالخورده در حال عبور است و ممکن است زمان بیشتری را صرف کند، برخی از سیستم ها می توانند زمان عبور ایمن تر را افزایش دهند. چراغ های گذرگاه عابر پیاده با سیگنال های خودرو هماهنگ می شود تا جریان ایمن و کارآمد را هم برای عابران پیاده و هم برای وسایل نقلیه تضمین کند.

۳. تشخیص و اولویت خودرو اضطراری

شناخت وسایل نقلیه اضطراری:

این سیستم از دوربین های تخصصی یا فرستنده های بی سیم برای شناسایی وسایل نقلیه اضطراری (مانند آمبولانس ها، ماشین های آتش نشانی) که به تقاطع نزدیک می شوند، استفاده می کند. با تنظیم زمان سیگنال، مسیر آنها را اولویت بندی می کند.

پاکسازی یک خط:

به محض شناسایی یک وسیله نقلیه اضطراری، سیستم سیگنال ها را تغییر می دهد تا مسیری روشن ایجاد کند، چراغ های سبز مسیر خودروی اضطراری را روشن می کند و سایر سیگنال ها را قرمز نگه می دارد تا ترافیک متقابل را متوقف کند. این به وسایل نقلیه اضطراری کمک می کند تا در تقاطع های شلوغ سریع تر و ایمن تر حرکت کنند.

۴. تشخیص تخلف و اجرا

تشخیص رد کردن چراغ قرمز:

دوربین های نصب شده در چهارراه، خودروهایی را که از خط عبور می کنند در طول یک سیگنال قرمز نظارت می کنند. اگر خودرویی از چراغ قرمز عبور کند، سیستم تصویر آن را می گیرد و پلاک و جزئیات خودرو را شناسایی می کند.

صدور جریمه خودکار:

این سیستم به طور خودکار تخلفات را ثبت می کند و آنها را به پایگاه های اطلاعاتی ثبت خودرو پیوند می دهد و مستقیماً برای مالک ثبت شده جریمه صادر می کند. این سیستم می تواند بین تخلفات واقعی و وسایل نقلیه اضطراری تمایز قائل شود و اطمینان حاصل کند که جریمه ها به اشتباه صادر نمی شوند.

۵. تشخیص خودکار وسایل نقلیه سرقتی و دزدی

تشخیص پلاک خودرو (LPR):

این سیستم از دوربین های مجهز به هوش مصنوعی با تشخیص پلاک برای اسکن پلاک ها استفاده می کند. هنگامی که یک وسیله نقلیه به سرقت رفته یا با پرچم شناسایی می شود، سیستم به مقامات هشدار می دهد و در صورت ادامه حرکت از طریق دیگر تقاطع های هوشمند، می تواند حرکات خودرو را ردیابی کند.

ارتباط با نیروی انتظامی:

اگر خودروی پرچمدار شناسایی شود، سیستم به واحدهای پلیس مجاور اطلاع می‌دهد و به‌روزرسانی‌ها و تصاویر مکان واقعی را برای کمک به تلاش‌های رهگیری ارائه می‌کند.

۶. سیستم تنظیم ترافیک زوج-فرد

شناسایی وسایل نقلیه در مناطق ممنوعه:

در مناطقی که روزهای ترافیکی زوج و فرد را اعمال می‌کنند (بر اساس شماره پلاک)، دوربین‌ها وسایل نقلیه را کنترل می‌کنند و پلاک‌های آن‌ها را با زمان‌بندی مجاز مطابقت می‌دهند. خودروهایی که این محدودیت‌ها را نقض می‌کنند متخلف هستند.

اعلان جریمه خودکار:

خودروهای متخلف به صورت خودکار جریمه و اعلان ارسال می‌شوند. معافیت‌ها در سیستم مدیریت می‌شوند و به اتوبوس‌ها، تاکسی‌ها و وسایل نقلیه اضطراری اجازه عبور بدون محدودیت را می‌دهند.

۷. پردازش داده و ادغام یادگیری ماشین

جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل مستمر داده‌ها:

داده‌های دوربین‌ها، حسگرها و سایر دستگاه‌ها در هر تقاطع به‌طور مداوم جمع‌آوری و پردازش می‌شوند و به مهندسان ترافیک بینش دقیقی در مورد الگوها، زمان‌های اوج مصرف و تراکم معمول ارائه می‌دهند.

منابع:

<https://www.symmetryelectronics.com/blog/what-is-a-smart-traffic-management-system/>

<https://github.com/salamzantout/Smart-Traffic-Light>

https://www.researchgate.net/publication/277847445_Intelligent_Traffic_Signal_Control_System_Using_Embedded_System

<https://iosrjournals.org/iosr-jce/papers/Vol10-issue1/E01013033.pdf>

<https://intellias.com/smart-traffic-signals/>

<https://cmte.ieee.org/futuredirections/tech-policy-ethics/2018articles/smart-town-traffic-management-system-using-lora-and-machine-learning-mechanism/>

[https://www.webology.org/data-cms/articles/20220912110108pmwebology%2016%20\(1\)%20-%201.pdf](https://www.webology.org/data-cms/articles/20220912110108pmwebology%2016%20(1)%20-%201.pdf)

<https://ieeexplore.ieee.org/document/5395443>