

بررسی سامانه‌های هوشمند کنترل ترافیک جاده ای در بزرگراه‌ها

محمد عابدینی^۱، سجاد کفاش زاده^۲، محمد مرادیان^۳، محسن یاربی^۳

^۱ عضو هیات علمی، مدیر گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند، ایران

^۲ استاد دانشگاه، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند، ایران

^۳ دانشجوی مقطع کارشناسی مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند، ایران

چکیده

یکی از مهم ترین دلایل تصادفات سرعت زیاد و عدم رعایت سرعت مجاز از سوی رانندگان وسایل نقلیه می باشد استفاده از سامانه ها و تجهیزات الکترونیکی برای کنترل ترافیک با توجه به افزایش روزافزون ترافیک در خیابان ها و جاده ها، بسیار حایز اهمیت است رشد روز افزون ترافیک یک مشکل بسیار بزرگ است که از لحاظ اقتصادی و چه از لحاظ زمانی هزینه‌های زیادی را بر کاربران و مؤسسات تحمیل می کند. در این مقاله سعی شده است جهت بهبود وضع موجود ترافیکی در جاده های ایران به روش های هوشمندسازی سامانه های ترافیک ممکن اشاره شود. در این راستا سعی شده است تا با بهره گیری از روش ها و ابزارهای نوین همچون حسگرها و دیگر سیستم های هوشمند راهکارهایی جهت کنترل ترافیک، کاهش زمان هدر رفته، کاهش جرائم و تلفات رانندگی، مصرف انرژی و بازیابی انرژی های از دست رفته ارائه شود. همچنین سعی شده است تا از انرژی های در دسترس علی الخصوص از انرژی های نو، حداکثر استفاده صورت گیرد بدین منظور ابزارهایی همچون توربین بادی، صفحات خورشیدی و...مورد بهره برداری قرار گرفته است در ادامه نیز به ابزارها و روش هایی برای افزایش ایمنی رانندگان برای بهبود وضعیت های ترافیکی جاده ها و خیابان های ایران اشاره شده است.

واژه های کلیدی: اتوبان هوشمند، RFID، ایمنی، ترافیک، سامانه هوشمند

۱- مقدمه

هوشمند سازی یکی از راه‌های بهینه سازی مصرف انرژی و افزایش امنیت است. یکی از اموری که می‌تواند باعث صرفه جویی در مصرف انرژی، امنیت راه‌ها و در نتیجه کم کردن نقش پلیس در کنترل تردد در جاده‌ها شود هوشمند سازی راه‌ها می‌باشد. این مسأله زمانی جدی‌تر می‌شود که بدانیم به علت افزایش راه‌های زمینی کنترل آنها توسط پلیس روز به روز سخت‌تر می‌شود همچنین نیاز ماشین‌های آینده به استفاده از انرژی‌های غیر فسیلی برای داشتن زمینی پاک نیاز به هوشمند سازی جاده‌ها را روز به روز بیشتر می‌کند. این مقاله به معرفی راه‌هایی برای کنترل راه‌ها، افزایش امنیت، استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و غیره با استفاده از تکنولوژی‌های جدید می‌پردازد.

در زمینه اتوبان‌های هوشمند مطالعات زیادی انجام شده است که از جمله آن می‌توان به سامانه‌های رد یاب، اتومبیل‌های خودکار، سیستم اتوبان خودکار، سیستم کمک کنترل و هشدار دهنده ایمنی، برق رسانی تجدید پذیر در اتوبان‌ها و هم چنین پیاده رو هوشمند (کریستفر^۱ و همکاران، ۱۹۹۶) اشاره کرد.

در این مقاله از سیستم‌های RFID^۲، خطوط شیب (photo-luminising)، توربین‌های اطراف جاده، صفحات خورشیدی، خط شارژ اتومبیل‌های برقی، سرعت گیر از جنس پیزو الکترونیک جهت ایمن سازی، بازیافت و تأمین انرژی استفاده شده است.

۲- RFID

سیستم RFID وظیفه تشخیص جرائم رانندگی را دارد که با کمک آن می‌توان لحظه به لحظه فعالیت رانندگان را زیر نظر گرفت و در صورت بروز تخلف در کسری از ثانیه مراجع ذی ربط را مطلع کرد. همچنین در هنگام بروز تصادف این سیستم می‌تواند به سرعت نیروهای امدادی را مطلع کند (حاجب^۳ و همکاران، ۲۰۱۲).

این سیستم از یک سری برچسب شناسایی^۲ که بر روی خودروها و تعدادی خواننده^۳ که بر روی تیرهای چراغ برق نصب می‌شود تشکیل می‌شود. هر کدام از تگ‌ها دارای ID منحصر به فردی است که نشان دهنده خودروی است که بر روی آن نصب شده است. هنگام عبور تگ‌ها از جلوی راننده، تگ توسط خواننده خوانده می‌شود و خواننده اطلاعات را به رایانه اصلی منتقل می‌کند. این اطلاعات شامل میزان سرعت، محل حضور اتومبیل، فاصله اتومبیل مورد نظر از اتومبیل جلو و اطلاعات مربوط به صاحب خودرو است. برچسب‌های شناسایی معمولاً بر روی شیشه جلوی اتومبیل نصب می‌شوند. البته در صورت دو بانده بودن مسیر می‌توان خواننده‌ها را روی گارد ریل و برچسب‌های شناسایی را درون چرخ و یا روی در خودروها نصب کرد (پرز^۴ و همکاران، ۲۰۱۰).

جرائم قابل تشخیص توسط سیستم RFID عبارتند از: (۱) سرعت غیر مجاز (۲) حرکت ماریج (۳) حرکت در خلاف جهت اتوبان (۴) حرکت بین خطوط (۵) نزدیک شدن بیش از حد به اتومبیل جلویی با توجه به میزان سرعت (۶) دنده عقب رفتن در اتوبان (۷) پارک اتومبیل در محل نامناسب (۸) سرعت کمتر از حد مجاز (حاجب و همکاران، ۲۰۱۲).

- با انتخاب دو تیر چراغ برق به صورت تصادفی و اندازه گیری زمان عبور اتومبیل از این دو، با توجه به داشتن فاصله این دو تیر می‌توان سرعت متوسط این اتومبیل را محاسبه کرد. در صورت خارج از بازه بودن سرعت این تخلف گزارش می‌شود.

- با تعریف تغییر مسیر زیاد در مدت کوتاه برای سیستم می‌توان این جرم را توسط سیستم شناسایی کرد و به راننده هشدار داد تا در صورت تکرار سیگنالی برای پلیس فرستاده شود.

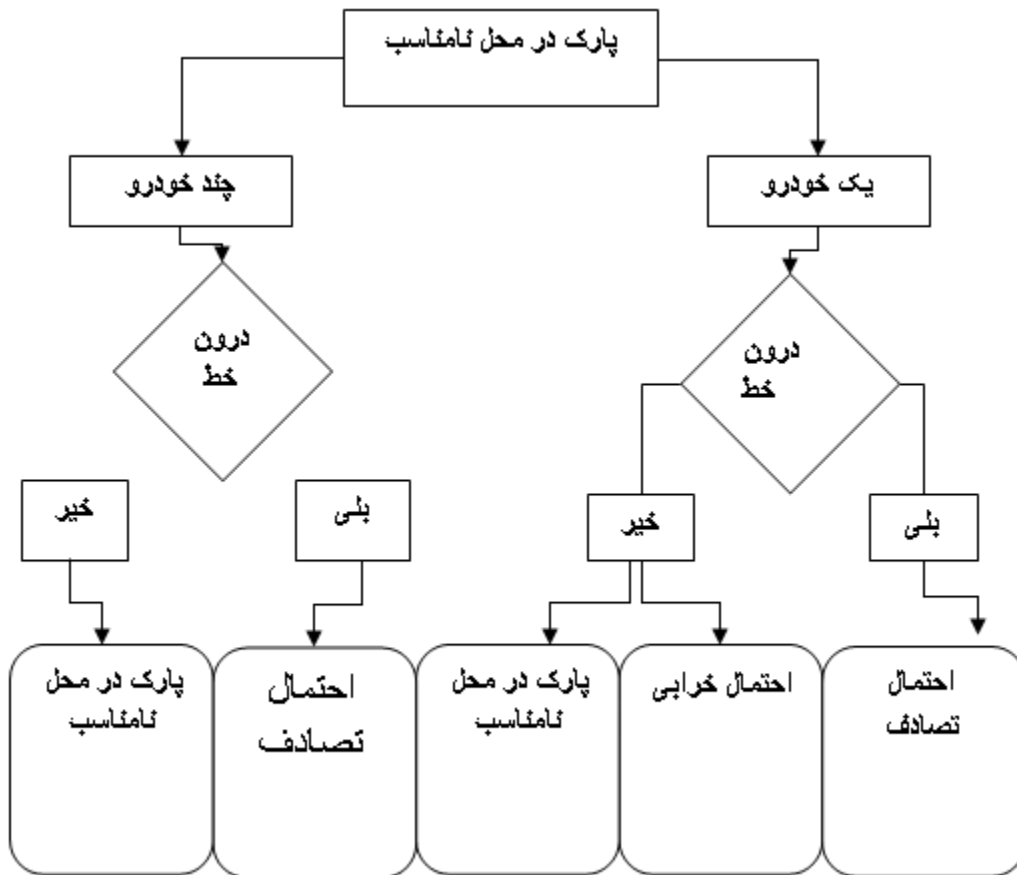
¹ Christopher

² Radio Frequency Identification

³ Hageb

⁴ Pérez

- هر تیر چراغ برق شماره مخصوصی دارد که در صورت کاهشی و نه افزایشی خوانده شدن برچسب‌های شناسایی، سیستم متوجه حرکت معکوس در اتوبان می‌شود.
- خواننده‌ها به نحوی طراحی شده‌اند که برچسب‌های شناسایی را در مسیر بین خطوط بخوانند، در صورتی که این برچسب‌های شناسایی در مسیری بین این خطوط خوانده شوند سیستم متوجه حرکت بین خطوط می‌شود و به راننده هشدار می‌دهد تا در صورت تکرار، پلیس مطلع شود.
- با تعیین فرمولی برای رعایت فاصله ایمنی با خودرو جلویی با توجه به سرعت اتومبیل این موضوع قابل تشخیص است و در صورت تخطی از آن به راننده هشدار داده می‌شود.



شکل شماره ۱. الگوریتم نحوه تشخیص شرایط اتومبیل در حالت ایستا (حاجب و همکاران، ۲۰۱۲؛ پرویزی و پرویزی، ۲۰۱۲)

با استفاده از سیستم RFID می‌توان تیرهای چراغ برق را به گونه‌ای تنظیم کرد که با نزدیک شدن اتومبیل به چراغ‌ها، آن‌ها روشن شوند و با عبور اتومبیل از آن‌ها خاموش شوند. بدین ترتیب در مواقعی که اتوبان کم تردد است از مصرف بی‌رویه برق جلوگیری خواهد شد.

در صورت بروز تصادف با استفاده از سیستم RFID می‌توان به رانندگان پشت سر هشدار داد تا نسبت کم کردن سرعت خود اقدام کنند. همچنین می‌توان پلیس و نیروهای امتداد را نیز به سرعت مطلع نمود.



شکل شماره ۲. نحوه ی آگاهی از شرایط محل

۲-۱- خطوط شب تاب

از این خطوط به جای خط کشی حریم جاده و مشخص کردن خطوط با رنگ استفاده می‌شود. این خطوط، نور خورشید را در طول روز گرفته و در حدود ده ساعت در هنگام شب متصاعد می‌کنند. با وجود این خطوط، رانندگان به جای دیدن و تشخیص دادن چند متر از مسیر جاده می‌توانند از مسیر جاده در ده‌ها متر جلوتر آگاه شوند. با وجود این خطوط احتمال غافل گیر شدن رانندگان از تغییر مسیر ناگهانی جاده در شب و منحرف شدن از مسیر به شدت کاهش می‌آید. بین خطوط بریده شب تاب لامپ‌های نئون قرار می‌گیرد تا در مواقع بروز تصادف و در صورتی که سبقت گرفتن خطرناک باشد لامپ‌های نئون روشن شده و این خطوط بریده به شکل خط ممتد در آیند تا به رانندگان هشدار دهند که سبقت ممنوع است و در صورت تخطی رانندگان، این تخلف توسط RFID تشخیص داده شده و ضبط خواهد شد.



شکل شماره ۳. خطوط راهنمای شب تاب

۲-۲- شارژ اتومبیل‌های برقی

با توجه به گسترش روز افزون اتومبیل‌های برقی به نظر می‌رسد در آینده، این اتومبیل‌ها جای اتومبیل‌ها با موتور احتراق داخلی را بگیرند، همزمان با افزایش این گونه اتومبیل‌ها نیاز برای تأمین انرژی باتری آن‌ها نیز بیشتر می‌شود؛ اما نقطه ضعفی که این اتومبیل‌ها دارند آن است که شارژ باتری آنها بسیار زمان بر است بنابراین در صورتی که بتوان تدبیری اندیشید که اتومبیل‌ها در هنگام حرکت شارژ شوند این نقطه ضعف نیز برطرف خواهد شد. برای این منظور خطوطی برای شارژ باتری اتومبیل‌های برقی به صورت بدون سیم طراحی شده است. مباحث فنی این خطوط در (لوکیک و پانتیک^۱، ۲۰۱۳؛ شین^۲ و همکاران، ۲۰۱۴؛ میلر^۳ و همکاران، ۲۰۱۴) شرح داده شده است. هنگامی که یک اتومبیل برقی بر روی این خط شارژ قرار می‌گیرد باتری اتومبیل بدون هیچ اتصالی شروع به شارژ شدن خواهد کرد. در یک اتوبان هوشمند نیاز به این خطوط کاملاً احساس می‌شود.



شکل شماره ۴. محل شارژ اتومبیل برقی

۳-۲- صفحات خورشیدی

امروزه استفاده از صفحات خورشیدی بسیار رواج دارد زیرا این نوع انرژی پاک به صرفه است و وجود آن در اتوبان هوشمند نیز لازم است؛ بنابراین در اتوبان هوشمند به دو صورت از آن استفاده می‌شود:
اول به صورت صفحات نسبتاً کوچک بالای تیرهای چراغ برق جهت تأمین برق روشنایی تیرهای چراغ برق و RFID. دوم به صورت صفحات بزرگ اطراف جاده‌ها به خصوص جاده‌های کویری که بخش زیادی از راه‌های کشور ایران را هم تشکیل می‌دهند. می‌توان انرژی حاصل از این صفحات بزرگ را ذخیره کرد و در موارد مورد نیاز مصرف نمود. همچنین می‌توان یک موتور برای چرخش این صفحات استفاده کرد تا صفحات همواره رو به روی خورشید بوده و بیشترین میزان نور را دریافت کنند.

¹ Lukic & Pantic

² Shin

³ Miller



شکل شماره ۵. صفحات خورشیدی

۲-۴- لامپ‌های LED

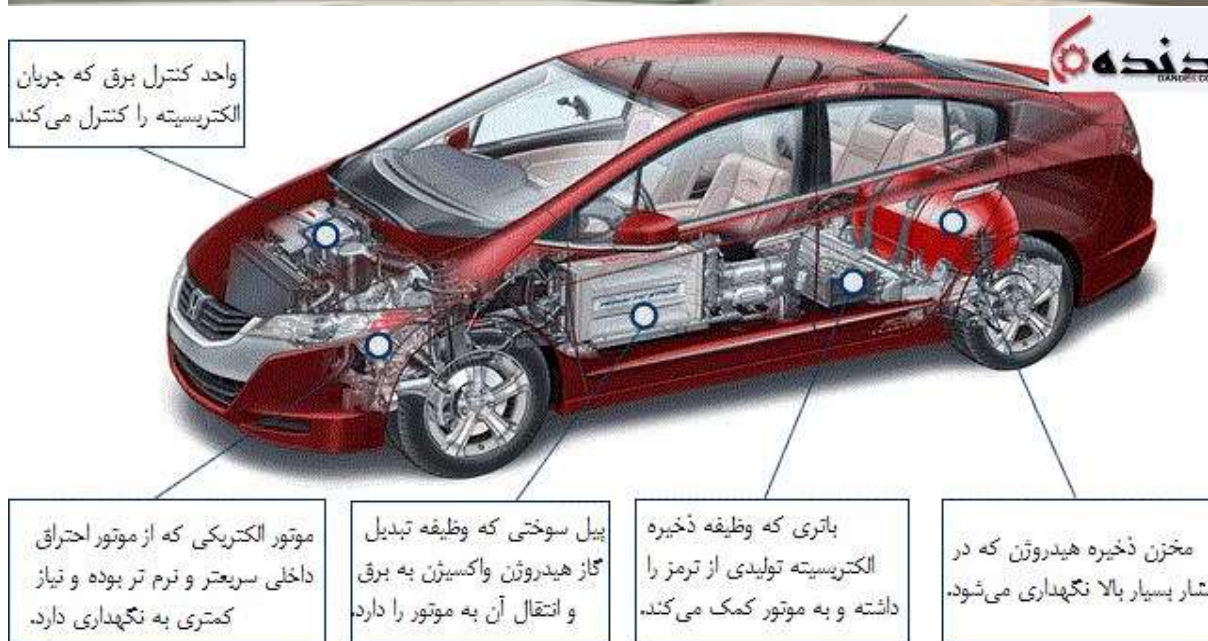
لامپ‌های گازی که برای روشنایی جاده‌ها استفاده می‌شود پر مصرف هستند؛ اما لامپ‌های LED اگرچه هزینه اولیه بیشتری دارند ولی علاوه بر کم مصرف بودن، طول عمر بیشتر و روشنایی بیشتری نیز دارند؛ بنابراین بهتر است که به جای لامپ‌های گازی از لامپ‌های LED استفاده شود.



شکل شماره ۶. لامپ LED در سطح جاده

۲-۵- پمپ‌های هیدروژنی

در یک اتوبان هوشمند با توجه به گسترش اتومبیل‌های هیبریدی علاوه بر پمپ‌های بنزین و گاز طبیعی به پمپ‌های هیدروژن نیز نیاز است؛ بنابراین وجود پمپ‌های هیدروژن در فواصل مورد نیاز می‌تواند اهداف یک اتوبان هوشمند را هر چه بیشتر تأمین کند.



شکل شماره ۷. وجود پمپ هیدروژنی در اتوبان هوشمند

۲-۶- تعیین محل سوخت گیری

برای اتومبیل‌ها می‌توان الگوریتمی طراحی کرد که با توجه به میزان مصرف سوخت متوسط اتومبیل و میزان ذخیره سوخت در خودرو، رایانه خودرو میزان مسافت قابل طی کردن با این مقدار از سوخت را تخمین بزند و آخرین جایگاه سوختی که با این میزان ذخیره می‌توان به آن رسید را شناسایی کرده و به راننده هشدار دهد که در صورت عدم سوخت گیری در این جایگاه ممکن است با این میزان ذخیره سوخت به جایگاه بعدی نرسد.

به دلیل این که موقعیت لحظه‌ای خودرو توسط RFID ها قابل تشخیص است و همچنین محل جایگاه‌های سوخت گیری برای رایانه مرکزی اتوبان تعریف شده است، برای تعیین محل سوخت گیری نیازی به سیستم^۱ GPS نیست.

^۱ Global Positioning System

۷-۲- سرعت گیرهای پیزوالکتریک

در بین جاده‌ها میان دو شهر بزرگ، همواره شهرهای کوچکی وجود دارند که برای حفاظت از جان اهالی آن محل در مسیر جاده سرعت گیرهایی جهت کاهش سرعت اتومبیل‌ها قرار داده می‌شود و یا در نزدیکی باجه‌های عوارض شهرداری نیز چنین سرعت گیرهایی را قرار می‌دهند. در یک جاده هوشمند جهت بازیابی هر چه بیشتر انرژی‌های تلف شده باید این سرعت گیرها را با جنس پیزوالکتریک نصب کرد. این سرعت گیرها انواع مختلفی دارند اعم از لرزه‌ای یا ویبره و سرعت گیرهای کفگیر.



شکل شماره ۸. سرعت گیر های پیزو الکتریک

استفاده از سرعت گیرهای پیزو الکتریک دو مزیت دارد:

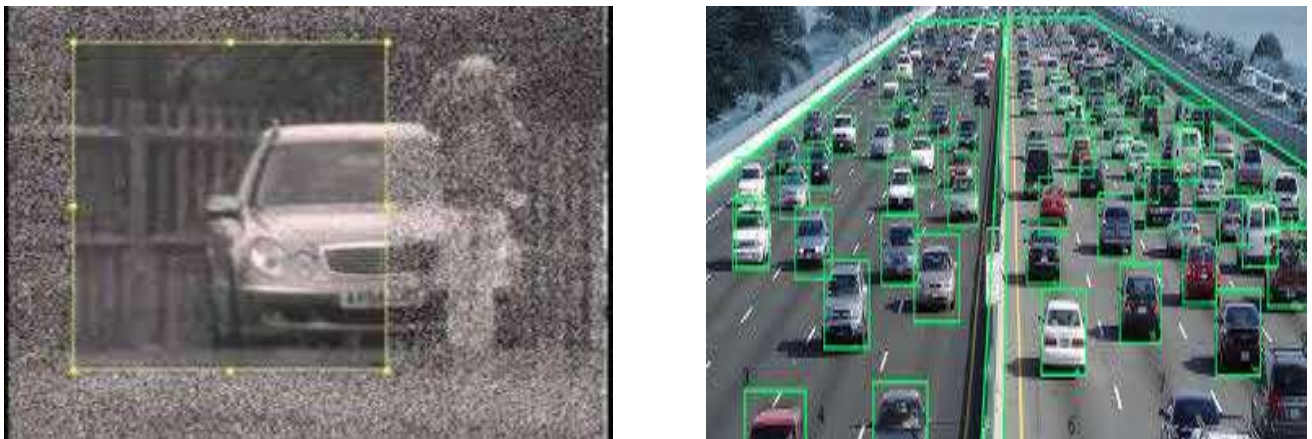
اول این که می‌توان بخشی از انرژی خودروها را بازیابی کرد. دوم آن که سرعت گیرهای پیزو الکتریک حالت ارتجاعی دارند بنابراین می‌توانند انرژی بیشتری از اتومبیل‌ها را تلف کنند؛ به عبارت دیگر هنگامی که اتومبیل‌ها از روی آن‌ها عبور می‌کنند از سرعتشان بیشتر کاسته می‌شود نسبت به این که از سرعت گیرهای عادی عبور کنند.

۸-۲- سنسورگذاری (استفاده از میکروکنترلرها)

استفاده از میکروکنترلرها برای کنترل ترافیک یک روش مقرون به صرفه می‌باشد و به عنوان یک کامپیوتر کوچک به صورت خودکار عمل می‌کند، همچنین می‌توان از میکروکنترلرها برای انتقال اطلاعات به کامپیوتر جهت پردازش استفاده کرد که برای تحلیل جریان ترافیک از تئوری گرافیکی می‌توان بهره گرفت همچنین در موارد پیچیده‌تر می‌توان تئوری گرافیکی را با کنترل فازی ترکیب نمود. با کارگذاشتن میکروسوئیچ‌ها در فواصل مختلف و مناسب در طول اتوبان می‌توان تعداد وسایل را محاسبه نمود و با توجه به حجم وسایل سرعت متناسب در طول اتوبان نمایش داده شود. به عنوان مثال یک سرعت اولیه (۱۱۰) در نظر گرفته می‌شود و با توجه به افزایش حجم و یا کاهش حجم تردد وسایل از سرعت اولیه کاسته شده و یا بر آن افزوده می‌شود.

۲-۹- پردازش تصویر

پردازش تصویر یکی از روش‌های مرسوم جهت کنترل ترافیک می‌باشد. در این روش از پهنای جاده تصویربرداری می‌شود و وسایل نقلیه شمارش شده سپس حجم ترافیک مشخص می‌گردد و به دنبال آن عملکرد مناسب تخصیص داده خواهد شد. از این روش نیز می‌توان جهت کاهش انرژی مورد استفاده چراغها جهت روشنایی اتوبان بهره گرفت. بدین صورت که با کارگذاشتن دوربین در فواصل مناسب در طول اتوبان، در شب با تشخیص تردد وسایل نقلیه چراغ‌های اتوبان روشن شده و پس از عبور وسیله نقلیه دوباره خاموش شود. هرچند برای استفاده از تصویربرداری به کارهای عمرانی نیاز چندانی نیست اما به دلیل عدم توانایی استفاده از آن در شرایط آب و هوایی نامناسب و همچنین هزینه بالا مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.



شکل شماره ۹. پردازش تصویر اتومبیل در اتوبان هوشمند

نتیجه گیری

- رشد روز افزون ترافیک یک مشکل بسیار بزرگ است که چه از لحاظ اقتصادی چه از لحاظ زمانی هزینه زیادی برای کابران یا موسسات تحمیل میکند. برای هوشمندسازی از میکروکنترلر ها استفاده کردیم تا داده هایی را که از طرسق سنسور دریافت می کند را بصورت بلادرنگ پردازش کند.
- در تمام حالات مقایسه دیده شد که چراغ راهنمایی هوشمند عملکرد بسیار بهتری داشته است که این بهبود برای خیابان باریک براساس تعداد دور ۱۸.۵۵ براساس تعداد وسیله نقلیه ۴۹.۹۱ براساس تعداد وسایل نقلیه بشت چراغ قرمز به ترتیب ۱۸.۴۷ و ۶.۳۸ بود. به همین صورت برای خیابان های عریض براساس تکرار تعویض رنگ چراغ ۳۴.۵۷ براساس حداکثر تعداد وسایل نقلیه ۵۴.۶۹ و براساس متوسط مقدار وسایل نقلیه بشت چراغ قرمز بترتیب ۳۶.۹۹ و ۱۳.۱۳ بدست آمد که با توجه به مقادیر بالا کارکرد الگوریتم ارائه شده اثبات می شود.
- با توجه به این نکات در این مقاله مشخصا شاهد کاهش شدید تخلفات خسارات و همچنین ایمنی و راحتی رانندگان و مسافران این اتوبان ها خواهیم بود. به نحوی میتوان گفت اتوبان های هوشمند بخش قابل توجهی از وظایف پلیس و رانندگان را بر عهده خواهد گرفت.

منابع

1. Bai-gen, C., Wei, S., Jian, W., & Rui, C. (2009, October). The research and realization of vehicle detection system based on wireless magneto-resistive sensor. In *Intelligent Computation Technology and Automation, 2009. ICICTA'09. Second International Conference on* (Vol. 2, pp. 476-479). IEEE.

2. Cai, Y., Lv, Z., Chen, J., & Wu, L. (2011, July). An intelligent control for crossroads traffic light. In *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2011 Eighth International Conference on* (Vol. 1, pp. 494-498). IEEE.
3. Christopher E. Smith, Charles A. Richards, Scott A. (1996). Brandt and Nicholas Papanikolopoulos, "Visual Tracking for Intelligent Vehicle-Highway Systems," *IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY*, VOL. 45, NO. 4, NOVEMBER.
4. Hajeb, Sahar, Javadi, Mehrdad, Hashemi, Seyyed Mohsen, Parvizi, Peyman, (2012, December). "Traffic Violation Detection System Based on RFID," *International Journal of Science and Engineering Investigations*, vol. 1, issue 11.
5. Hu, C., & Wang, Y. (2010, November). A novel intelligent traffic light control scheme. In *Grid and Cooperative Computing (GCC), 2010 9th International Conference on* (pp. 372-376). IEEE.
6. Lukic, S., & Pantic, Z. (2013). Cutting the cord: Static and dynamic inductive wireless charging of electric vehicles. *IEEE Electrification Magazine*, 1(1), 57-64.
7. Lv, Z., Cai, Y., Chen, J., & Wu, L. (2011, July). Intelligent control over the crossing traffic lights by graph theory. In *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2011 Eighth International Conference on* (Vol. 3, pp. 1377-1380). IEEE.
8. Mainali, M. K., Hirasawa, K., & Mabu, S. (2010, October). Evolutionary approach for the traffic volume estimation of road sections. In *Systems Man and Cybernetics (SMC), 2010 IEEE International Conference on* (pp. 100-105). IEEE.
9. Miller, J. M., Onar, O. C., White, C., Campbell, S., Coomer, C., Seiber, L., ... & Steyerl, A. (2014). Demonstrating dynamic wireless charging of an electric vehicle: The benefit of electrochemical capacitor smoothing. *IEEE Power Electronics Magazine*, 1(1), 12-24.
10. Odeh, S. M. (2015, August). Hybrid algorithm: fuzzy logic-genetic algorithm on traffic light intelligent system. In *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2015 IEEE International Conference on* (pp. 1-7). IEEE.
11. Pang, J. (2015, October). Review of microcontroller based intelligent traffic light control. In *Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT), 2015 12th International Conference & Expo on* (pp. 1-5). IEEE.
12. Parvizi, P., & Parvizi, P. (2012). Tehran-Tabriz Intelligent Highway. *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 1(1), 58-61.
13. Pérez, J., Seco, F., Milanés, V., Jiménez, A., Díaz, J. C., & De Pedro, T. (2010). An RFID-based intelligent vehicle speed controller using active traffic signals. *Sensors*, 10(6), 5872-5887.
14. Shin, J., Shin, S., Kim, Y., Ahn, S., Lee, S., Jung, G., & Cho, D. H. (2014). Design and implementation of shaped magnetic-resonance-based wireless power transfer system for roadway-powered moving electric vehicles. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61(3), 1179-1192.
15. Toral, S. L., Barrero, F., & Vargas, M. (2008, October). Development of an embedded vision based vehicle detection system using an ARM video processor. In *Intelligent Transportation Systems, 2008. ITSC 2008. 11th International IEEE Conference on* (pp. 292-297). IEEE.

Examination of smart traffic control systems in highways

Mohammad Abedini¹, Sajjad Kafashzadeh², Mohammad Moradian³, Mohsen Yarrabi³

1- Faculty member, Director of Civil Engineering, Islamic Azad University, Birjand Branch, Iran

2- Professor of University, civil engineering of Islamic Azad University of Birjand, Iran

3- Student of civil engineering at the Bachelor degree Islamic Azad University of Birjand, Iran

Abstract

Increasing growth of Traffic is a huge problem, that poses much costs on users and institutions economically and timely. In this paper has been tried to point out possible intelligent method to improve existing status. In this regard has been tried to provide approach for controlling traffic, reduction of wasted time, reduction of offences and casualties of driving, energy consumption and retrieval of lost energies by utilizing of methods and new tools. Like sensors and other smart systems Also, it has been tried to use maximally of available energies, especially of new energies, this it has been used of tools like windy turbines, solar panels and has been pointed to tools and methods for increasing safety of drivers in the following.

Keywords: Smart highways, RFID, safety traffic, smart system
