به‌کارگیری شبکه حس‌گر بی‌سیم در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند

جواد شاکری
کارشناس ارشد مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی (MIS)، دانشگاه تهران.

میثم دیرین*
کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه آزاد تهران جنوب.
پست الکترونیک:
meisam_dirin@yahoo.com

در این مقاله ابتدا فرمت کلی شبکه‌های حس‌گر و اجزاء تشکیل دهنده آن‌ها و چهارچوب ساختاری سیستم جمع آوری اطلاعات ترافیکی براساس شبکه سنسوری مطرح می شود و در مورد مشکلات بالقوه در اجرا و استراتژی‌های تحلیلی مربوطه بحث می‌گردد. سپس انواع مختلف حس‌گرهای قابل استفاده در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (حلقه القایی، مگنتومتر، حس‌گرهای مغناطیسی، رادارهای مایکروویو، اینفرارد فعال و اینفرارد غیرفعال) معرفی می‌شود و از نظر قابلیت‌ها، نقاط قوت، نقاط ضعف، شرایط مساعد و نامساعد کارگذاری، نحوه تشخیص مشخصات خودروها و نحوه کارگذاری آن‌ها مورد بحث و تحلیل قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: شبکه حس‌گر، بی‌سیم، سیستم حمل و نقل هوشمند، الفاگر، پردازش اطلاعات ترافیکی.

۱- مقدمه

واقعیت این است که وضعیت جابه جایی مردم در دنیای امروز نامطلوب است و بدون انجام اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه بدون شک در آینده نزدیک تبدیل به یک بحران خواهد شد .عدم وجود یک سیستم حمل و نقل کارا و قابل اعتماد، مشکلات زیادی از قبیل تراکم زیاد، اتلاف وقت شهروندان، آلودگی هوا و به تبع آنها خستگی، جرح، مرگ، و خسارات ناشی از تصادفات ترافیکی را در پی داشته است و علاوه بر آنکه کیفیت زندگی مردم را به سطوح پایینی تنزل داده، موجب نارضایتی آنان نیز شده است. بنابراین جامعه امروز نیازمند یک سیستم حمل ونقل مناسب هستند و چنین سیستمی نیازمند فعالیتهایی بیش از کنترل ترافیک، ساخت و ساز پلها، عریض کردن جاده ها و ایجاد سیستمهای حمل ونقل سریع است. بررسیها نشان میدهند هیچ راه حل منحصر به فردی برای حل مشکلات پیچیده حمل ونقل وجود ندارد و رفع چنین مشکلاتی نیازمند ساز و کارهای جامع و به کارگیری همه راه حل های ممکن و فناوریهای موجود است .بنابراین مدیریت حمل و نقل جاده ای برای رسیدن به یک سیستم حمل ونقل مناسب و پایدار باید به دنبال افزایش کارایی جا به جایی افراد، کالاها و خدمات با حداقل مشکلات دسترسی نیز باشد که این مهم بدون سازماندهی مجدد استراتژیها، سیاست‌ها، برنامه ها و استفاده از همه ی راه حل‌ها و فناوری‌های جدید قابل دستیابی نخواهد بود. یکی از راه حل های موثر و مفید برای حل معضل ترافیک و مسائل ناشی از آن که مورد تایید. صاحب نظران می باشد استفاده از داده های ترافیکی است . جمع آوری اطلاعات ترافیکی یکی از بخش‌های حیاتی و اساسی سیستم ترافیکی هوشمند[1] (ITS) است، و همچنین برای طراحی جاده، مدیریت و کنترل ترافیک، طراحی ترافیک و اجرای سیستم ترافیکی هوشمند (ITS) و تحقیقات نظری جریان ترافیک اساسی مفید است. بررسی و تحلیل ترافیک می تواند در شناخت وضعیت ترافیکی و ماهیت مشکلات ترافیکی کمک کند، و می تواند راه حلهایی را مطرح کند. بر پایه بررسی کلی و سیستمی در مورد شبکه ترافیکی، مقررات تغییر ترافیکی را می توان تجزیه و تحلیل نمود، و اینگونه مطالب را برای مدل تئوری جریان

* نویسنده مسئول

[1] Intelligent Traffic Systems

ترافیکی و مدل پیش بینی ترافیکی فراهم کرد، و اساسی را برای اجرای خدمات اطلاعاتی سیستم ITS ارائه نمود.

۲- تعریف کلی مساله

فناوری ITS با سرعت زیادی در حال پیشرفت است و از اهمیت بالای آن در کنترل ترافیک نمی توان چشم پوشی کرد. با توجه به اینکه این فناوری خود را با شرایط مختلف سازگار ساخته، و دارای کاربردهای وسیع است، آنچه در به کاربرن این فناوری اهمیت میابد شناخت کاربردها و شبکه‌های مختلف آن است. بنابرین در این تحقیق به معرفی انواع مختلف حس‌گرهای مورد استفاده در کنترل ترافبک پرداخته و نقاط ضعف و قوت آنها را بررسی می‌کنیم.

۲-۱- نیاز به مطالعه در مورد مسئله

به حداکثر رساندن کارایی و ظرفیت شبکه‌های حمل و نقل موجود بخاطر افزایش پیوسته در حجم ترافیک و محدودیت ساخت تاسیسات اتوبانی جدید در نواحی شهری، روستایی، و بین شهرها از اهمیت حیاتی برخوردار است. در ایالات متحده برای مثال، سفرهای اتوبانی تا ۳۳ درصد افزایش داشته در حالیکه طول جاده‌های عمومی برحسب مایل کمتر از ۲٪ از ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۷ افزایش داشته است. شکل ۱ رشد طرح ریزی شده در تقاضا برای اتوبان آمریکا را تا سال ۲۰۱۰ برحسب مایل سفر اتوبانی به ازای هر سال نشان می‌دهد. افزایش در تقاضا، نسبت به محدودیت ساخت جاده‌های جدید، موجب تراکم در ایالات متحده و سرتاسر جهان صنعتی بعلاوه در ملل در حال توسعه شده است.

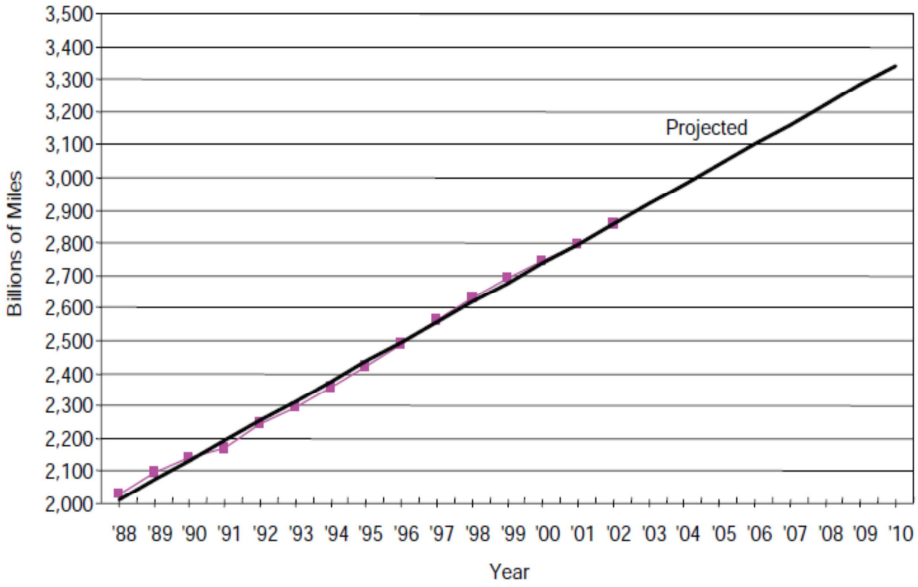
شکل ۱ رشد در تقاضای بزرگراهی ایالات متحده را از ۲ تریلیون مایل (مایل) (۳,۲ تریلیون کیلومتر (کیلومتر)) در سال ۱۹۸۸، به ۲,۶۰۰ تریلیون مایل (۴,۱تریلیون کیلومتر) در سال ۱۹۹۸، با پیش بینی بیش از ۳,۳ تریلیون مایل (۵,۳ تریلیون کیلومتر) ۲۰۱۰ برحسب مایل سفر بزرگراهی در هر سال نشان می‌دهد. (۳،۲) افزایش در تقاضا نسبت به ظرفیت باعث تراکم دوره ای در محدوده زمانی معین شده است. رشد سالانه تقریبا خطی است .

شکل ۱ رشد در مایل سفر بزرگراهی در ایالات متحده. روند ۲۰۰۳-۲۰۱۰ براساس در برون یابی خطی از داده‌های سال گذشته است.

حتی زمانی که امکانات اضافی جهت کاهش تراکم و ترویج استفاده از وسایل نقلیه عمومی ساخته می‌شوند، هزینه اغلب بسیار بالا است. به عنوان مثال، ساختار بای پس خودروی ظرفیت بالای بزرگراه به بزرگراه (HOV)، در شکل ۱، با هزینه حدود ۱۵۰ میلیون دلار (US) جهت ساخت نشان داده شده است. هزینه ساخت و لاین بندی خطوط بزرگراه HOV در لس آنجلس بین۴۰۰،۰۰۰ تا ۷۵۰،۰۰۰ دلار (ایالات متحده) در هر مایل لاین (۶۴۰،۰۰۰ تا۱،۲۰۰،۰۰۰ دلار در هر کیلومتر خط)، بسته به پیکربندی بزرگراه است.لاین بندی تنها هزینه ای بالغ بر ۱۰۰،۰۰۰ دلار (ایالات متحده) به ازای هر مایل[1] لاین (۱۶۰،۰۰۰ دلار به ازای هر کیلومتر لاین) در بر دارد. تخمین‌های اخیر هزینه‌های مرتبط با تامین ایمنی برای کارگران راه سازی و ساخت بسترهای جاده‌ای موقت برای حفظ جریان ترافیک در خلال عملیات ساخت و ساز را شامل می‌شوند.

شکل ۲ یک ساختار رمپ لاین بای پس خودروی عمومی آزادراه به آزادراه (HOV) را تحت ساخت و ساز در تقاطع بزرگراه‌های CA-57 و CA-91 در Anaheim، CA نشان می‌دهد. خطوط بای پس HOV یک راه تشویق به استفاده از وسایط حمل و نقل عمومی برای کاهش ازدحام به شمار می‌رود [5].

[1] Miles



شکل ۱- رشد در مایل سفر بزرگراهی در ایالات متحده

شکل ۲- ساختار رمپ لاین بای پس خودروی عمومی

۴- اهداف و فرضیات

جای‌گزین مناسب برای ساخت و ساز گران قیمت بزرگراه جدید، پیاده سازی راهبردهایی است که استفاده کارآمد تر از تسهیلات حمل و نقل کنونی جاده ای، راه آهنی، هوایی، و آبی را ترویج می‌کنند. این راهبردها در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS) گنجانده شده‌اند که در میان اهداف خود کاهش زمان سفر، کاهش تاخیر و ازدحام، بهبود ایمنی و کاهش انتشار آلاینده را نیز لحاظ کرده‌اند. ITS که حاوی نظارت ، ارتباطات، و تجزیه و تحلیل ترافیک و فناوری‌های کنترل الکترونیکی بوده، مزایایی را برای کاربران و مدیران سیستم حمل و نقل را فراهم ساخته است. کاربران از اطلاعات و راهنمایی‌های ارائه شده توسط آن نیز سود می‌برند. مدیران و سازمان‌های حمل و نقل از بهبود توانایی پایش، مسیریابی، و کنترل جریان ترافیک و انتشار اطلاعات بهره مند می‌شوند. در واقع هدف از این تحقیق ارائه دادن انواع مخالف حس‌گرها و نهایتا مقایسه آن ها در قالب یک جدول است به گونه ای که بتوان بهترین گزینه را از میان گزینه های موجود جهت استفاده در موقعیت مورد نظر استفاده نمود.

۵- دامنه اثر مسئله در جامعه علمی و اجتماع

مطالعات صورت گرفته پیرامون سیستم های حمل و نقل هوشمند(ITS) همواره دو فیلد دانشگاهی و علمی مدیریت حمل و نقل و برق مخابرات را به یکدیگر مرتبط ساخته است و چنین به نظر میرسد که این دو گرایش علمی در این زمینه غیر قابل تفکیک خواهند بود. این امر باعث میشود پیشرفت صورت گرفته در زمینه ITS نتیجه پیشرفت همزمان این دوگرایش باشد. مسئله تبدیل شبکه حس‌گر های سیمی به شبکه حس‌گرهای بی سیم مدت هاست مجامع علمی و دانشگاهی را تحت شعاع قرار داده است. موضوع اقتصادی ناشی از تغییر شبکه های حس‌گر سنتی به مدرن و در عین حال مقرون به صرفه بودن آن از جمله مسائل مورد بحث در این تحقیق خواهد بود.

از آنجایی که علاوه بر جمع آوری اطلاعات ترافیکی، ایمنی و نظم بیشتر ترافیکی موضوعات مورد بحث ITS است به نظر میرسد تاثیر قابل توجهی بر رفتار ترافیکی افراد ایجاد شود. از آنجایی که استفاده از حس‌گرها در کنترل رعایت قوانین از طرف رانندگان، جایگاه ویژه ای دارد با تجهیز جاده ها به حس‌گرهایی با قابلیت های زیاد، نصب راحت‌تر و کم هزینه تر و با دقت بالاتر میتوان ایمنی جاده ها را تضمین نمود. همچنین استفاده از حس‌گر های درون خودرویی و هشدار به رانندگان در نقاط حادثه خیز توسط این فناوری میتواند آمار تصادفات را به شدت کاهش دهد.

کاربردهایی همچون استفاده از سنسورها در عوارضی ها و آگاه ساختن رانندگان از محل پارک مناسب از دیگر مواردیست که تاثیر قابل توجهی بر راحتی رانندگان، مصرف سوخت و مسائل تجاری دارد.

۶- محدودیت ها و چهارچوب مقاله

از آنجایی که استفاده از سنسورها در مبحث ترافیک دامنه وسیعی را به خود اختصاص میدهد پرداختن به کلیه کاربردها و ویژگی آنها نیازمند صرف هزینه و زمان بالاست که عملا از توان این مقاله خارج است. بنابرین مقاله پیش رو به گونه ای تنظیم شده است که بتواند اطلاعات اولیه مرتبط با حس‌گر های مختلف از جمله معرفی، نحوه تشخیص، نحوه نصب، نقاط قوت و نقاط ضعف را در اختیار مخاطب قرار دهد به گونه ای که پس از مطالعه، راه قضاوت در انتخاب نوع حس‌گر با توجه به محدودیت ها و انتظارات مد نظر برای وی هموار گردد. همچنین دو فناوری مدرن با استفاده از شیکه حس‌گر بیسیم و آلگوریتم های برنامه نویسیشان ارائه شده اند که بخوبی تفاوت میان کارایی حس‌گرهای بی سیم و با سیم را نشان میدهد.

۷- حس‌گرهای فرا صوتی

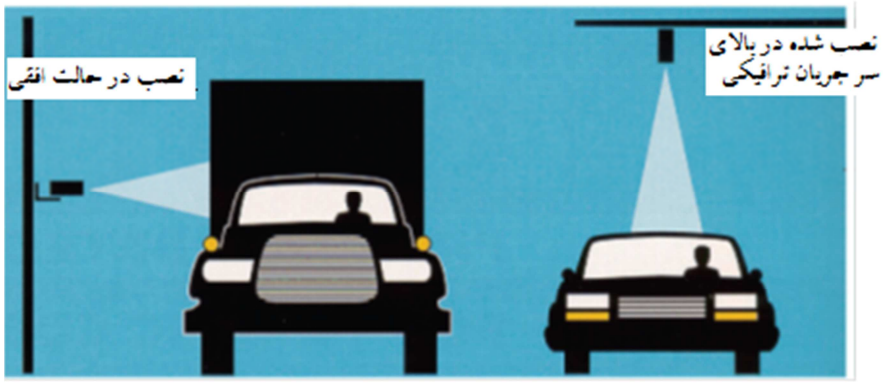
حس‌گرهای فرا صوتی[1]، موج‌های فشار انرژی صدا را در فرکانسی بین ۲۵ تا ۵۰ هرتس منتقل می کند، که بالاتر از دامنه ی شنوایی انسان است. اکثر حس‌گرهای صوتی، مانند مدل نشان داده شده در شکل ۳، به شکل موج پالسی عمل کرده، و اطلاعات شمارش وسایل نقلیه، حضور و اشغال را ارائه می نماید. شکل موج پالسی، فاصله با سطح جاده و سطح خودرو را از طریق شناسایی بخشی از انرژی انتقالی منعکس شده به طرف حس‌گر از سطحی که برای عرض پرتو منتقل کننده تعریف شده، اندازه گیری می کند. در زمانیکه فاصله‌ای متفاوت از سطح جاده اندازه گیری می شود، حس‌گر بیان میکند که اندازه گیری نشان دهنده‌ی وجود یک وسیله نقلیه است. انرژی فراصوتی دریافت شده به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. سپس این انرژی از طریق الکترونیکهای پردازش گر علامت تجزیه و تحلیل می شود و به وسیله یک مبدّل جمع آوری می‌گردد یا در یک کنترل کننده کنار جاده قرار داده می شود.

انرژی پالسی منتقل شده در دو زاویه‌ی فضای نزدیک بهم وبا فاصله معین، این امکان را به سرعت اتومبیل رو میدهد تا از طریق ثبت کردن فاصله زمانی عبور خودرو از پرتوهای پیاپی، محاسبه شود. چون پرتوها یک فاصله معین از یکدیگر هستند، سرعت از طریق تقسیم فاصله معین پرتوها به مدت زمان طی این مسافت توسط خودرو قابل محاسبه است. روش نصب ترجیحی برای اندازه گیری کردن دامنه، در فراز جاده و دید کناری، همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده، است.

حس‌گرهای فراصوتی تواتری ثابت که سرعت را با بکارگیری اصل داپلر (Doppler) اندازه گیری میکنند، نیز ساخته شده‌اند. با اینحال، آنها گرانتر از مدلهای پالسی هستند. حس‌گر فراصوتی داپلر اندازه گیری کننده‌ی سرعت جهت ایجاد زیرساخت های ارتباطی در بزرگراه های ژاپن طراحی شد. این حس‌گر، در بالاسر در مقابل ترافیک در حال رسیدن با زاویه تلاقی ۴۵ درجه سوار

[1] Ultrasonic sensor

گردیده است. همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده است این حس‌گردارای دو مبدّل می باشد، اولی برای انتقال دادن و دیگری برای دریافت کردن. حس‌گر فراصوتی داپلر، عبور یک وسیله نقلیه از طریق یک محور در تواتر علامت دریافت شده را جستجو میکند. سرعت وسیله نقلیه از پهنای پالس یک سیگنال داخلی ایجاد شده توسط الکترونیک حس‌گر بوده، که متناسب با سرعت وسیله نقلیه تحت شناسایی است.



شکل ۳- سوارکردن حس‌گرهای اندازه گیری کننده دامنه فراصوتی

حس‌گر فراصوتی داپلر RDU-101 اندازه گیری کننده ی سرعت (ساخته شده توسط شرکت سومیتومو الکتریک، ژاپن) با مبدّل‌های انتقال دهنده و دریافت کننده، همان‌گونه که در بخش چپ شکل نشان داده شده است. اتاقک در سمت راست حاوی سیستم‌های الکترونیکی بوده و می بایستی برق وعلائم کنترل را به مبدّلها تامین کرده، دادههای اطلاعاتی را دریافت کرده و با زیرساختار شاهراه تلاقی پیدا میکند.

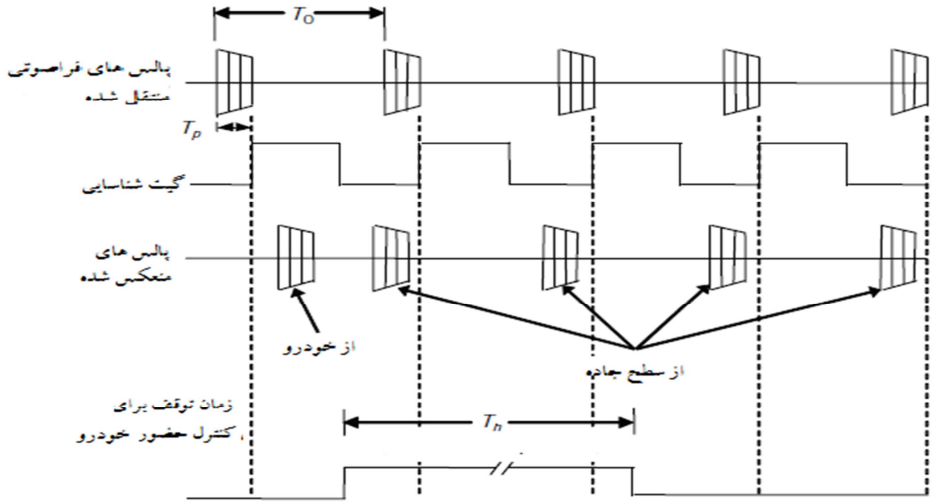
حس‌گر فراصوتی اندازه گیر دامنه ، یکسری پالسها با پهنای T_P (مقادیر نوعی بین 0.02 و 2.5 ms است) و دوره‌ی تکرار T_0 (زمان بین ازبین رفتنهای پالسهاست)، بطور معمول ۳۳ تا ۱۷۰ ms است را دریافت میکند، که در شکل ۴ شرح داده شده است. حس‌گر زمان رسیدن پالس جهت رسیدن به وسیله نقلیه و برگشت به انتقال دهنده را اندازه گیری می نماید. دریافت کننده با فاصله‌ی قابل تنظیم کاربر باز و بسته شده که بین پالسهای بازتاب شده از سطح جاده و آنهایی که از وسایل نقلیه منعکس شده‌اند فرق می نماید. دروازه‌های جستجوی مدل‌های متفاوت جهت جستجو کردن اشیاء در فواصل زیادتر از تقریباً ۰/۵ تا ۹/. متر بالای سطح جاده تنظیم می شوند. این مورد از طریق بستن دروازه‌ی جستجو در عرض چند میلی ثانیه پیش از آنکه علامت منعکس شده از سطح جاده به حس‌گر برسد، بدست می‌آید.

کنترل تواتر تکرار پالس خودکار تاثیرات بازتاب‌های چندگانه را کاهش داده و جستجوی وسایل نقلیه با سرعت بالا را اصلاح میکند. این کنترل، دوره‌ی تکرار پالس، تا آن حدّ ممکنه از طریق انتقال دادن پالس بعدی بلافاصله بعد از اینکه علامت بازتاب شده از جاده دریافت شد، کوتاه می‌نماید. زمان توقف T_0 (مقادیر ترکیبی از سازندگان در بین دامنه های از ۱۱۵ میلی ثانیه تا ۱۰ ثانیه قرار می‌گیرد) در داخل حس‌گرها برای افزایش دادن قدرت جستجوی حضور خودرو ها تعریف می شود.

حس‌گرهای فراصوتی بطور گسترده در ژاپن برای حفظ سیاست دولت بکار برده می شوند به گونه ای که از طریق آن از ایجاد برش بر روی سطح روسازی در بزرگ راه ها جلوگیری میکند. در توکیو، حس‌گرهای فراصوتی مولفه‌ی اصلی سیستم کنترل ترافیک هستند. یک رایانه‌ی مرکزی علائم ترافیکی و حرکت وسایل نقلیه را نظارت می کند، الگوهای زمانبندی را مجددا تنظیم می کند، نمایش اطلاعات موتورسوار را فعّال میکند، و اطلاعات زمان واقعی

را بین موتورسوار و پلیس بازپخش می نماید. حس‌گر مافوق صوت از نوع اندازه گیری کننده دامنه، گسترده تر از نوع داپلر آن بکار برده می شود. به نظر میرسد این حس‌گر از نوع ژاپنی آن بیشترین کاربرد حس‌گرهای فراصوتی را داشته باشد.تغییرات دما و آشفتگیهای شدید هوای ممکن است روی کارکرد حس‌گرهای فراصوتی تاثیر بگذارند. ضعف آنها در مقابل درجه حرارت در بعضی انواع حس‌گرهای فراصوتی برطرف شده است.

دوره‌های طولانی تکرارا پالس ممکن است اندازه گیری اشغال لاین را بر روی آزاد راهها، برای خودرو هایی که با سرعتهای متوسط تا بالا سفر میکنند مختل کند زیرا تعداد پالسهای ناکافی از خودرو در زمانیکه در منطقه جستجو حس‌گرند منعکس می شود [1].



شکل ۴- کارکرد حس‌گر فراصوتی اندازه گیر دامنه

۸- تحلیل اطلاعات

مقایسه کلیه حس‌گر های سیمی در دو جدول به شرح زیر صورت گرفته است:

جدول ۵- ۱مقایسه نقاط قوت و ضعف فناوری‌های حس‌گر موجود را با توجه به نصب و راه اندازی، پارامترهای اندازه گیری شده، و عملکرد در آب و هوای نامساعد، نور متغیر و تغییر جریان ترافیک را ارائه می‌کند. اکثر حس‌گرهای فراز جاده ای جمع و جور بوده و در بالا و یا یک طرف جاده سوار میشوند که این امر عملیات نصب و نگهداری آنها را نسبتا ساده می‌سازد. در برخی از عملیات نصب و راه اندازی و تعمیر و نگهداری حس‌گرها لازم است جهت حفظ ایمنی رانندگان و نصاب ها از تردد در محل جلوگیری به عمل آید. همه حس‌گرهای ذکر شده تحت شرایط روز و شب کار می‌کنند.

جدول ۵-۲ فهرستی از انواع داده‌های قابل دسترس از حس‌گرها با فناوری های متفاوت، منطقه تحت پوشش، الزامات ارتباطات پهنای باند، و هزینه‌های خرید را ارائه می‌کند.

فناوری‌های متعددی در خطوط چندگانه و مناطق چندگانه با یک یا تعداد محدودی واحد، قابل استفاده هستند. این دستگاه ممکن زمانی مقرون به صرفه باشند که تعداد بیشتری از مناطق آشکارسازی برای پیاده سازی استراتژی مدیریت ترافیک نیاز اند.

جدول ۱- خلاصه نقاط قوت و ضعف حس‌گرهای حلقه القایی، مگنتومتر، رادار مایکروویو ، مادون قرمز غیر فعال ، مادون قرمز، اولتراسونیک، صوتی، و پردازشگر تصویر ویدئو.

فناوری	نقاط قوت	نقاط ضعف
حلقه القایی	طراحی انعطاف پذیر جهت سازگاری با عملکرد های مختلف	نیاز به ایجاد برش بر روی روسازی جهت نصب
	حساسیت بالا و توسعه یافته	کاهش عمر روسازی در فرایند نامناسب نصب
	وجود تجربه بالا در بکارگیری	نیاز به بسته شدن جریان ترافیکی در حین نصب، تعمیر و نگهداری
	ارائه نمودن پارامترهای اساسی ترافیکی(مانند: حجم، حضور، تراکم، سرعت، پیشرفت در روانی ترافیک و فضای خالی)	قرار گرفتن سیم حلقه ها در معرض دما و فشار
	عدم حساسیت به شرایط نامناسب آب و هوایی مانند باران، مه و برف	حلقه های چندگانه همیشه نیازمند کنترل یک محل هستند
	ارائه بالاترین دقت در جمع آوری داده ها به نسبت دیگر فناوری ها	امکان کاهش در دقت در مواقعی که رنج زیادی از خودرو ها تحت مطالعه قرارگیرند
	دارا بودن استاندارد مناسب جهت جمع آوری اطلاعات تراکم با دقت بالا	
	با ارائه مدل های القایی با فرکانس بالا دسته بندی های بیشتری را ارائه میدهد	
مگنتومتر(مگنتومتر fluxgate دو محور)	حساسیت کمتر به تنش ناشی از ترافیک نسبت به حلقه های اتکایی	نیاز به ایجاد برش بر روی روسازی جهت نصب
	عدم حساسیت به شرایط نامناسب آب و هوایی مانند باران، مه و برف	کاهش عمر روسازی در فرایند نامناسب نصب
	در برخی مدل ها انتقال داده ها به صورت فرکانس رادیویی بی سیم صورت میگیرد	نیاز به بسته شدن جریان ترافیکی در حین نصب، تعمیر و نگهداری
		مدل ها با زون ردیابی کوچک نیازمند واحد های چندگانه جهت پوشش دادن یک لاین کامل هستند
مغناطیسی	قابل استفاده در محل هایی که استفاده از حلقه های القایی میسر نیست(مانند پل ها و ....)	نیاز به ایجاد برش بر روی روسازی جهت نصب
	بعضی از مدل ها بدون نیاز به برش روی روسازی راه در زیر سطح جاده نصب میشوند.	عدم قابلیت تشخیص خودرو های متوقف مگر در مواردی که از حس گر های خاص و نرم افزار های پردازنده خاص استفاده شود.
	عدم حساسیت به شرایط نامناسب آب و هوایی مانند باران، مه و برف	
رادار های مایکروویو	عدم حساسیت به شرایط نامناسب آب و هوایی در اغلب موارد	عدم توانایی موج های پیوسته دوپلر در تشخیص خودرو های متوقف
	دارا بودن قابلیت عملکرد چند لاینی	
اینفرارد فعال(رادار لیزری)	انتقال پرتو های چندگانه جهت اندازه گیری دقیق محل خودرو ها، سرعت و رتبه بندی	عملیات ممکن است تحت تاثیر مه زمانی که قابلیت دید کمتر از ۶ فوت قرارگیرد.
	دارا بودن قابلیت عملکرد چند لاینی	نصب و نگهداری نیازمند تمیز نمودن دوره ای لنزها و بستن جریان ترافیکی است.
اینفرارد غیر فعال	حس گر های غیر فعال چند موقعیتی جهت اندازه گیری سرعت	حس گر غیر فعال ممکن است تحت شرایط باران و یا برف شدید یا مه غلیظ دچار کاهش حساسیت شوند
		بعضی از مدل ها برای تشخیص حضور خودرو ها توصیه نمیشوند.

۹- نتیجه گیری

به نظر میرسد با وجود تنوع نسبتا زیاد در به کارگیری شبکه های حس‌گر و با توجه به کارآیی متفاوت آنها و عدم سازگاری آن‌ها با تمامی شرایط جوی، برای انتخاب شیکه حس‌گر مناسب گزینه های زیادی در دست نباشد. با بررسی همه جانبه حس‌گر ها چنین برداشت میشود که بهترین گزینه با توجه به نوع داده ها ترافیکی، راحتی در نصب و راه اندازی، راحتی در تعمبر، کم هزینه بودن و... بکارگیری حلقه القایی است.در مورد شبکه های حس‌گر بی سیم نیز میتوان یاد آور شد با توجه به این که در آن ها حساسیتی نسبت به شرایط جوی وجود ندارد و

نصب آنها مشکلی برای روسازی راه ایجاد نمی کند و تعمیر آنها جریان ترافیکی را مختل نمیکند میتوانند جایگزین مناسبی برای کلیه حس‌گرها باشند. البته باید شرایط اقتصادی نیز لحاظ گردد. با توجه به این که جهت به راه اندازی شبکه های حس‌گر بی سیم نیاز یه انجام فعالیت های زیر بنایی دارد و به این ترتیب نیازمند صرف هزینه بالاست لازم است توجیه اقتصادی در این زمینه صورت گیرد. بنابرین پیشنهاد می شود توجیه اقتصادی استفاده‌ازشبکه‌حس‌گر بی‌سیم درکشورمان صورت پذیرد.

جدول ۲- مقایسه داده‌های خروجی ترافیکی (معمولی)، پهنای باند ارتباطات، و هزینه حس‌گر تجاری در دسترس

فناوری	شمارش	کنترل حضور	سرعت	خروجی داده ها	دسته بندی	چند لاینی، تشخیص چند موقعیتی	ارتباط عرضی باند	هزینه خرید و راه اندازی به دلار در سال ۱۹۹۹
حلقه القایی	√	√	√	√	√		کم تا متوسط	500-800
مگنتومتر(مگنتومتر fluxgate دو محور)	√	√	√	√			کم	900-6300
مغناطیسی	√	√	√	√			کم	385-2000
رادار های مایکروویو	√	√	√	√	√	√	متوسط	700-2000
اینفرارد فعال(رادار لیزری)	√	√	√	√	√	√	کم تا متوسط	6500-3300
اینفرارد غیر فعال	√	√	√	√			کم تا متوسط	700-1200
التراسونیک	√	√	√	√			کم	600-1900
آکوستیک	√	√	√	√		√	کم تا متوسط	3100-8100
پردازنده ویدیویی تصاویر	√	√	√	√	√	√	کم تا زیاد	5000-26000

مراجع

[1] A.Klein, L. (2002). sensor technologies for ITS.

[2] Courage, K. (1985). Inductive loop detector configuration study final report. florida: Transportation research center.

[3] DavidTacconi, D. M. (2010). Using wireless sensor networks to support intelligent transportation systems. 462-473.

[4] Gibson, L. A. (2006). Traffic detector hanbook (Third ed., Vol. 2). U.S Department of transportation.

[5] Gibson, L. A. (2006). Traffic detectore handbook (Third ed., Vol. 1). U.S.Transportation department.

[6] Lutz, M. (2004). handbook of transportation engineering. New York.

[7] NEMA standards publication traffic control systems . (1989). washington: National electrical manufacturers Assosiation.

[8] wiliam R.McShane, E. S. (2010). Traffic Engineering. newyork.

[9] Xiaquan Chen, J. Z. (2012). Applied research on traffic information collection based on wireless sensore networks. Energy procedia, 602-606.

[10] YahiaTachwali, H. H. (2009). system prototype for vehicle collision avoidance using wireless sensors embeded at intersections. 488-499.

[11] www.scincedirect.com

[12] www.civilica.com

[13] www.electronicdesign.com
[۱۴] عارف, م. (۲۰۱۲). استفاده از شبکه های حس‌گر بی‌سیم (WSN) در ناوگان حمل و نقل همگانی درونشهری.
[۱۵] لهونیان, ع. ج. (۲۰۱۲). ارائه یک روش هوشمند فازی برای جلوگیری از بر خورد وسیله نقلیه با مانع.

Using the Wireless Sensor Network in Intelligent Transportation Systems

J. Shakeri

Master of Management Information Systems, University of Tehran.

M. Dirin *

Master of Civil Engineering, Islamic Azad University of South Tehran Branch.

e-mail: meisam_dirin@yahoo.com

In this paper, the general format sensor networks and components and structural framework of collecting traffic information systems based on sensor networks is discussed and the potential difficulties in implementation and strategies for the Analytical discussed. The different types of sensors can be used in intelligent transportation systems (induction loop, magnetometer, magnetic sensors, radars, microwave, infrared, active and passive Aytfrard) is introduced and the capabilities, strengths, weaknesses, and unfavorable planting conditions, how to assess the characteristics of cars and their placement is discussed and analyzed.

Keywords: *Sensor Network, Wireless, Intelligent Transportation Systems, Alfagr, Processing Traffic Information.*

* Corresponding author