Vol. 3, No. 7, Jul-Sep 2023, (1-21)
Journal of New Achievements in Electrical, Computer and Technology (JNAECT)
مجله دستاوردهای نوین در برق،کامپیوتر و فناوری
دوره ۳، شماره ۷، تابستان ۱۴۰۲ (۲۱-۱)
journal homepage: https://jnaect.ir

استفاده از تکنیکهای اینترنت اشیاء برای مدیریت ترافیک در شهرهای هوشمند

زهره دولتی۱ ، رزیتا جمیلی اسکویی*۲
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهدیشهر، سمنان، ایران
Zdolatiii@yahoo.com [1], rozita2020j@gmail.com[2]

چکیده

همه ساله در کشور عزیزمان ایران شاهد تصادفات مختلف جاده ای، ریلی، هوایی و دریایی هستیم که در جریان آن علاوه بر وارد آمدن خسارات مالی و محیط زیستی فراوان، خسارت جانی جبران ناپذیری هم به مردم وارد می آید.یکی از علل تصادفات، رخدادن حجم بالای ترافیک در مسیرهای مختلف می باشد ."اینترنت اشیاء " در سالهای اخیر، جنبه های مختلف مربوط به توسعه و گسترش اینترنت و وب در قلمرو فیزیکی و دنیای واقعی و مملوس انسانها، دخیل شده است. بدین وسیله ایجاد و گسترش ابزارهای توسعه یافته و هوشمند در فضاهای مختلف با هویت های تعریف شده که قادر به حس کردن هستند و یا توانایی تحریک شدن را داشته باشند، در سالهای اخیر به تدریج به سوی واقعی شدن پیش می روند. هدف اینترنت اشیاء بر این اساس استوار است که در آینده تمام موجودیتهای فیزیکی و دیجیتالی بتوانند باهم ارتباط داشته باشند و اطلاعات مفیدی را با استفاده از تکنولوژیهای ارتباطات و اطلاعات باهم به اشتراک بگذارند و در نهایت نوع جدیدی از کاربردها و سرویسها را به وجود آورند. امروزه اینترنت اشیاء کاربردهای وسیعی در تمامی زمینه های زندگی انسانها دارد. از طرفی شهرهای هوشمند برای راحت کردن زندگی انسانها توسعه یافته اند. یکی از اهداف توسعه این شهرها، کاهش ترافیک و ازدحام درجاده های شهری و بین شهری به منظور کاستن از تعداد تصادفات جاده ای می باشد. از آنجا که یکی از بزرگترین چالشها برای مردم، رانندگان و پلیس راهنمایی و رانندگی ایجاد ازدحام و ترافیک در جاده ها و ایجاد تصادفات ناشی از این ازدحام می باشد لذا اتخاذ تدابیری برای کاستن از این ازدحام و تصادفات ضروری است. تکنیکهای مختلفی برای این منظور پیشنهاد شده است که در این تحقیق ما بر روی استفاده از اینترنت اشیاء برای کاهش حجم ترافیک در شهرهای هوشمند متمرکز خواهیم بود و به بررسی تکنیکهای مختلف پیشنهاد شده توسط محققان متعدد خواهیم پرداخت.

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیاء، ترافیک، شهرهای هوشمند

۱. مقدمه

همه ساله میلیونها نفر در اقصی نقاط جهان در اثر تصادفات رانندگی جان خود را از دست می دهند که این امر باعث وارد آمدن ضررهای اقتصادی کلان به جوامع، آلودگی محیط زیست، به وجود آمدن ترافیک در محل حادثه وصدها مشکل دیگر می شود. در دهه اخیر استفاده از سیستمهای هوشمند حمل و نقل در کشورهای مختلف آمریکایی، اروپایی و برخی کشورهای آسیایی همانند ژاپن، کره جنوبی، مالزی رواج یافته است. یکی از مشخصات این سیستمهای حمل و نقل هوشمند، ایجاد روشهایی برای اطلاع رسانی به رانندگان و مسافران به صورت آنلاین و بلادرنگ در مسیرهای مختلف شهری و بین شهری می باشد. اطلاعات مربوط به وقوع حادثه برای اتومبیل یا اتومبیلهای جلویی، تغییر ناگهانی جهت یا خطوط جابجایی خودرو جلویی، تغییرات آب و هوایی یا وضعیت یخبندان جاده ای از جمله بسته های داده ای هستند که در این سیستمهای حمل و نقل هوشمند انتظار می رود بتوانند بین خودروها مبادله شوند. در سال‌های اخیر سازمان‌های مسئول مدیریت حمل و نقل در کشورهای مختلف جهان توجه زیادی به توسعه و بکارگیری این فناوری ها نشان داده‌اند. دلیل اصلی این امر، کاربردهای متنوع فناوری ارتباطات خودرویی در سه حوزه ارتقای ایمنی، بهبود تحرک پذیری، حفاظت از محیط زیست و مدیریت دارایی‌ها می‌باشد. سامانه‌های ارتباطات هوشمند خودرویی راه حلهایی فنی و اقتصادی برای چالشهای حمل و نقل در قرن بیست و یکم ارائه می‌کنند. این سامانه‌ها باید بخش فزاینده‌ای از جمعیت بشری را قادر به تحرک آزادانه، فارغ از خطر تصادفات و با کمترین مصرف سوخت و آلودگی زیست محیطی بنمایند. لذا ظرف چند سال گذشته با توجه به توسعه فناوری های نوین اطلاعاتی و ارتباطی، کاربردهای متنوعی در افق دید طراحان خودرو و همچنین دست اندرکاران صنعت حمل ونقل قرار گرفته است که می تواند نگاه موجود به خودرو را در آینده کاملاً دگرگون نماید. این نگاه به مدد استفاده از فناوری هایی مانند DSRC یا CVT تصویری متفاوت از یک خودرو به دست می دهد و آن را به یک عامل ارتباطی قابل اتکا در سطح معابر و جاده ها تبدیل نماید [1].

در این تحقیق به بررسی روشهای اتخاذ شده توسط محققان مختلف به منظور مدیریت ترافیک در شهرهای هوشمند خواهیم پرداخت. این تحقیق در پنج بخش تنظیم شده است. در بخش دوم به معرفی اینترنت اشیاء و سیستم های حمل و نقل هوشمند می پردازیم. در بخش سوم، درباره شهرهای هوشمند توضیحاتی ارائه خواهیم کرد. در بخش چهارم، به بررسی تکنیکهای مورد استفاده برای کاهش میزان ترافیک در شهرهای هوشمند خواهیم پرداخت و در نهایت بخش پنجم نتیجه گیری و بیان چالشهای موجود را خواهیم آورد.

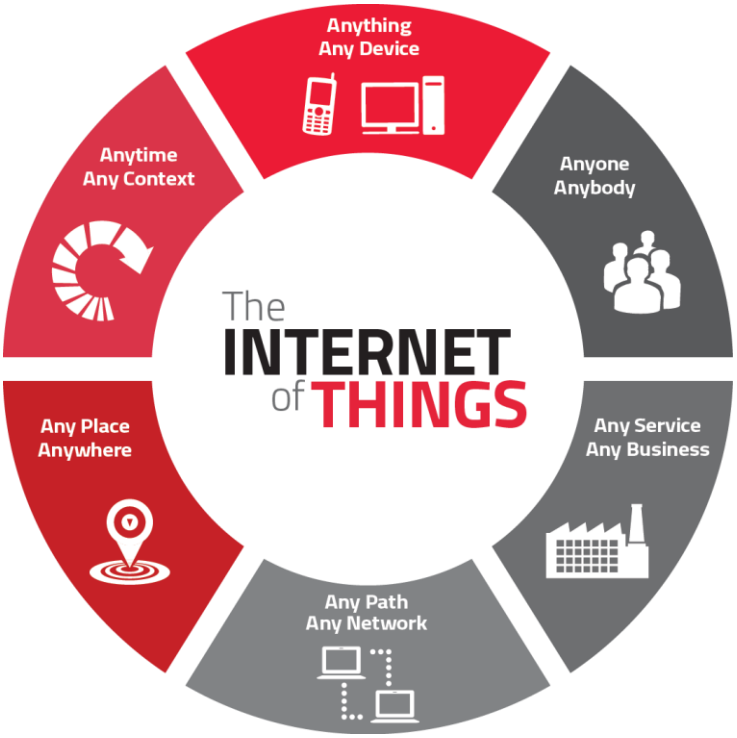
۲. اینترنت اشیاء

محققین معتقدند ۲.۹۴ بیلیون نفر از کل ۷.۳۴۹ بیلیون انسان زنده بر روی کره زمین در حال حاضر به اینترنت وصل هستند. پیش بینی می شود تقریبا ۶.۴ بیلیون ابزار در حال حاضر به اینترنت وصل هستند. محققین انتظار دارند که تا سال ۲۰۲۰ به ازای هر شخصی بر روی کره زمین ۶.۶ ابزار به اینترنت وصل باشند و این ابزارها توانایی ارتباط با همدیگر را دارا باشند وتلفنهای هوشمند جایگزین تمام ارتباطات سنتی امروزی شوند. هدف اتصال ابزار به همدیگر و اینترنت، همان افزایش سرعت ایجاد ارتباط می باشد. این اشیاء و ابزارهای متصل به شبکه ارتباطی با استفاده از تکنولوژی اطلاعات اصطلاحا "اینترنت اشیاء" نامیده می شود.

اینترنت اشیاء (IoT) با تمام اشیاء فیزیکی که به طور منحصر به فرد با استفاده از حسگرهای RFID شناسایی می شوند، در هر کجا و در هر زمان گسترش یافته است. اصطلاح اینترنت اشیاء در ابتدا توسط مرکز MIT Auto-ID در سال ۱۹۹۹

تأسیس شد [2]. شناسایی خودکار (Auto-ID) برای شناسایی خودکار داده ها از طریق بارکدخوان ها، شناسایی فرکانس رادیویی (RFID)، خوانندگان مغناطیسی و کارت های حافظه نوری استفاده می شود. این فناوری ها برای خودکارسازی هر شبکه، کاهش خطاها و افزایش کارایی استفاده می شوند [۲]. بنابراین، چشم‌انداز اولیه فناوری اینترنت اشیا از برچسب‌های RFID برای شناسایی و ردیابی منحصربه‌فرد اشیاء متصل فیزیکی استفاده می‌کرد. امروزه، مفهوم اینترنت اشیا برای ارائه بینشی به منظور تحقق یک زیرساخت جهانی از اتصال بین اشیاء فیزیکی و مجازی تکامل یافته است. پیشرفت‌های جدید در این فناوری‌ها، چشم‌انداز اینترنت اشیاء را با دربرگرفتن سایر شبکه‌های حسگر گسترش داده است.

اینترنت اشیاء در واقع جریان تبدیل تلفنهای موجود به تلفنهای هوشمند، ساختار شهرهای موجود سنتی به شهرهای هوشمند و در نهایت تبدیل دنیای کنونی به دنیای هوشمند با ابزارهایی که با استفاده از شبکه به هم وصل هستند و قادر به تبادل واحدهایی از داده ها که از حسگرها می آید، می باشد. به عبارت دیگر، اینترنت اشیاء یک شبکه جهانی از ابزارهای فیزیکی و مجازی را با استفاده از شبکه اینترنت ایجاد می کند که دارای ساختارهای داده و الگوریتمهای تحلیلی برای بارگذاری، بازیافتن و ذخیره داده های ایجاد شده در نتیجه فعل و انفعالات کاربران می باشند. شکل ۱ عملکرد کلی اینترنت اشیاء را نشان می دهد.

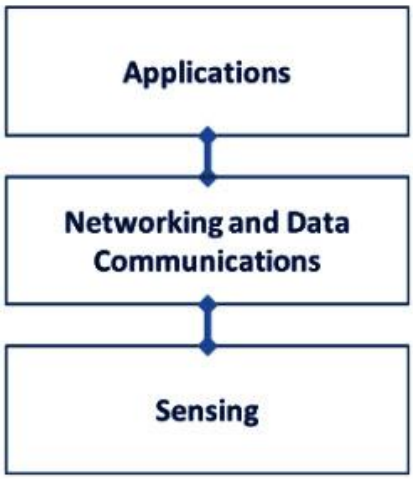


شکل ۱–عملکرد کلی اینترنت اشیاء [2]

با توجه به شکل ۱ می توان گفت اینترنت اشیاء برای هر کسی، با هر ابزاری، در هر زمانی، در هر کجای کره زمین، از طریق هر شبکه ارتباطی که وصل شده باشد، هر سرویسی که بخواهد، می تواند مهیا می سازد.

۲-۱-معماری اینترنت اشیاء

معماری پیشنهاد شده برای اینترنت اشیاء مبتنی بر تکنولوژی ارتباطات و تبادل اطلاعات، دارای سه سطح می باشد که در شکل 2 قابل مشاهده می باشد.



شکل ۲- ساختار معماری اینترنت اشیاء [۲]

همانطور که در شکل 2 مشاهده می شود ساختار کلی معماری اینترنت اشیاء دارای سه لایه می باشد که عبارتند از:

- حسگرها : اولین و مهمترین مورد در ایجاد اینترنت اشیاء بعد از تعیین هدف، انتخاب یا تولید حسگرهای مرتبط به هدف جهت جمع آوری داده های مورد نیاز از محیط اطراف می باشد. عمده ترین وظیفه حسگرها همانا ارتباط با دنیای پیرامون و جمع آوری داده ها و یا انجام واکنشهایی به رخدادهای خارجی می باشد.
- ارتباطات داده ها و شبکه: ایجاد ارتباط بین اشیایی که قرار است در دنیای اینترنت اشیاء باهم مرتبط باشند از طریق استفاده از تکنولوژیهای مختلف ارتباطی همانند شبکه های AD Hoc می تواند صورت گیرد.
- کاربردها (موارد استفاده): کاربردهای مختلفی بر حسب درخواست مشتری یا نیاز جامعه می توان برای اینترنت اشیاء تعریف نمود به عنوان مثال کاربردهای تجاری، کشاورزی، نظامی، آموزشی و...

۲-۲-سیستم های حمل و نقل هوشمند

یکی از کاربردهای اینترنت اشیاء، سیستم های حمل و نقل هوشمند می باشد. سیستم حمل‌ونقل هوشمند (ITS[1]) به معنی بکارگیری مجموعه‌ای از ابزارها ، امکانات و تخصص‌ها از قبیل مفاهیم مهندسی ترافیک ، فناوری های نرم‌افزاری ، سخت‌افزاری و مخابراتی به صورت هماهنگ و یکپارچه برای بهبود کارآیی و امنیت در سیستمهای حمل‌ونقل می باشد. سیستمهای حمل و نقل هوشمند برای شیوه های مختلف حمل و نقل نیز قابل تعمیم است که در آنها با استفاده از ابزارهای خودکار و برنامه ریزی های مربوطه ، انواع مختلفی از عملیات دریافت و پردازش اطلاعات و نیز مدیریت و کنترل ترافیک و حمل و نقل انجام می

[1] Intelligent Transportation System (ITS)

پذیرد. در این سیستم با محدود کردن نقش عوامل انسانی در پردازش اطلاعات یا فرایند های کنترل و مدیریت باعث بهبود کیفیت در فرایندهای تصمیم گیری و مدیریت می شویم.

مبداء کنترل آمد وشد به پیشینه اتومبیل یا به دهه ۱۸۶۰ در لندن باز می گردد زمانی که یک چراغ راهنمائی برا ی ایمنی اعضاء پارلمان در یک تقاطع نزدیک پارلمان نصب شد ، اولین چراغ راهنمائی به شکل امروزی در سال ۱۹۲۰ در دیترویت و میشیگان مورد استفاده قرار گرفت. پس از این شروع ساده و ابتدائی، سیستم های کنترل تقاطع ها ، تابلو های متغیر ، سیستم های کنترل سرعت و غیره به وجود آمدند. به مرور زمان چراغ های کنترل ترافیک از شکل ابتدائی خود با زمان بندی ثابت به شکل امروزی خود یعنی کنترل تقاطع بر اساس شمارش ترافیک موجود ارتقاء یافت . در سال ۱۹۲۰در ۵ نقطه ایالات متحده سیستم هایی نصب شده بودند که با استفاده از رایانه های آن زمان IBM) ۱۸۰۰ (برنامه ریزی شده بودند [3].

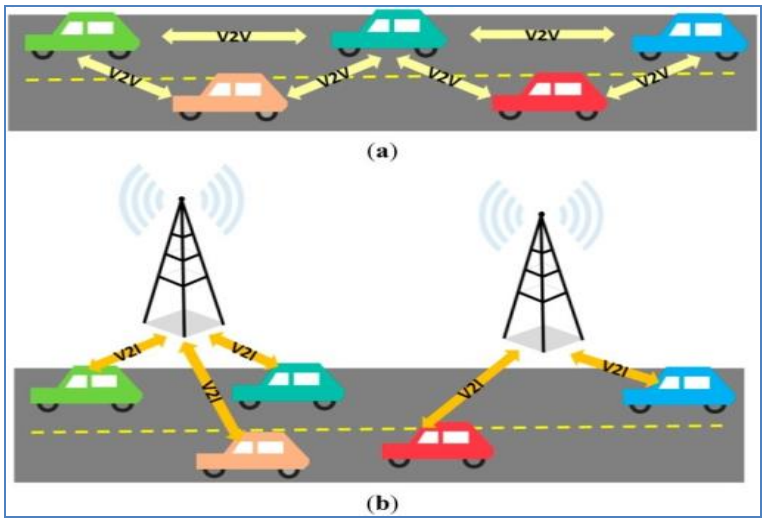
در سیستم های حمل و نقل هوشمند (ITS) ، تعریف زیرساخت های حمل و نقل بعلاوه تکنولوژی های اطلاعاتی و ارتباطی منجر به تحقق اهدافی نظیر بهبود ایمنی مسافر ، کاهش زمان حمل و نقل ، کاهش مصرف سوخت و ساییدگی یا پارگی لاستیک خودرو می شود. از جمله کاربردهای ITS می توان به مدیریت حوادث ، مدیریت اخذ الکترونیکی عوارض ، مدیریت حمل و نقل عمومی و مدیریت ارتباطات مسافران با همدیگر و مدیریت جریان ترافیک اشاره کرد.

میلیون ها اتومبیل در سرتاسر دنیا وجود دارد که سالانه هزاران تصادف و برخورد بین آنها صورت می گیرد. به منظور ریشه یابی عوامل موثر در تصادفات، تحقیقات زیادی در کشورهای مختلف انجام شده است. نتایج همگی این تحقیقات از خطا در اطلاع رسانی به عنوان مهمترین علت تصادفات جاده ای یاد کرده اند . به بیان دیگر راننده به علت اینکه اطلاعات ضروری را دریافت نکرده و یا دیر دریافت می کند، نمی تواند عکس العمل مناسبی را برای جلوگیری از تصادف اتخاذ کند.

به نظر می رسد اگر بتوان سطح اطلاع رسانی به راننده را گسترش داد، تحول شگرفی در ایمنی حمل و نقل به وجود می آید، برای این منظور سازنده های خودرو و دولتها، دانشگاهها و محققان، کارآفرینان خلاق در حال کار روی سیستمی هستند که به وسایل نقلیه اجازه می دهد که با همدیگر و محیط اطراف ارتباط برقرار کنند و همدیگر را از مخاطرات و موانع و اطلاعات مهم آگاه سازند تا از تصادفات و برخوردها جلوگیری شود. اطلاعاتی در مورد وضعیت ترافیک در تقاطع ها، علائم اخطار و هشدار دهنده و اطلاع رسانی به موقع در مورد تصادفات می تواند در این شبکه ارتباطی بین وسایل نقلیه مبادله شود [4].
V2V[2] مکالمه و ارتباط یک وسیله نقلیه با وسیله نقلیه دیگر (شکل ۳ قسمت a) و V2I[3] ارتباط وسایل نقلیه با زیرساخت شبکه ارتباطی محلی (شکل ۳ قسمت b)، ملی یا بین المللی از طریق ایستگاههای کنار جاده ای می باشد که دارای سه وظیفه اصلی می باشند [4] :

[2] V2V: Vehicle to Vehicle

[3] V2I: Vehicle to Infrastructure



شکل ۳-ارتباطات V2V& V2I [4]

- شناسایی اطلاعاتی که لازم است بین خودروها و ایستگاهها مبادله شود.
- ارسال و دریافت اطلاعات بین خودروها و همچنین بین خودروها و شبکه ارتباطی در صورت لزوم
- ایجاد امنیت با هدف مبادله داده های صحیح

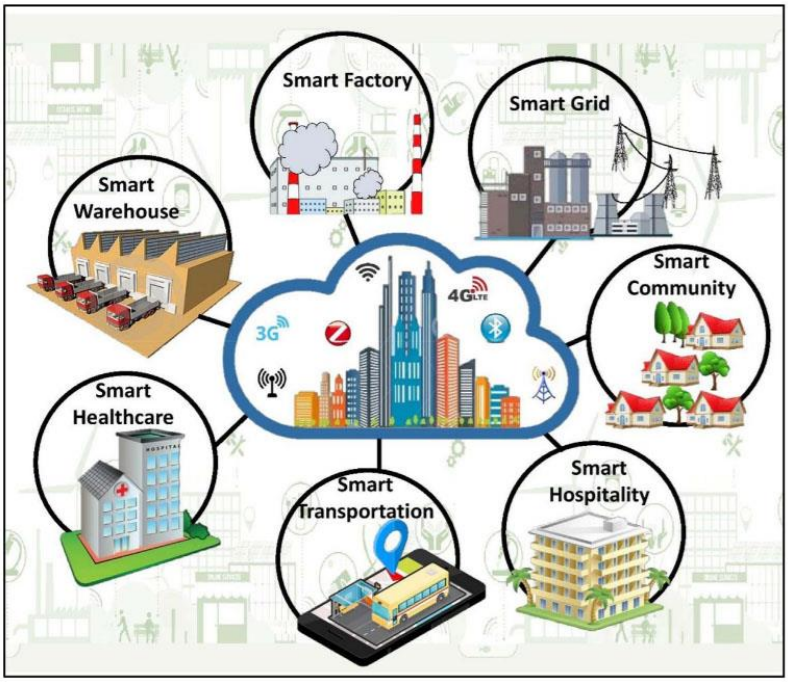
۳. شهرهای هوشمند

شهرهای هوشمند از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (ICT) برای فعال کردن اتوماسیون و ارتقای کیفیت استانداردهای زندگی شهری استفاده می‌کنند. شهرهای هوشمند از راه‌حل‌های هوشمند یکپارچه برای بهینه‌سازی زیرساخت‌های شهر استفاده می‌کنند و حکمرانی پاسخگو را برای مشارکت ساکنان شهر در مدیریت محیط شهری خود ارائه می‌دهند [۵].

تغییرات اقلیمی، گسترش جمعیت و محدودیت‌های دسترسی به منابع طبیعی از جمله عواملی هستند که نیاز به شهرهای هوشمند را بیش از هر زمان دیگری حیاتی می‌کنند. از سوی دیگر، ممکن است با استفاده از فناوری های نوظهور، این مشکلات به طور موثرتری برطرف شود. در شهرهای هوشمند، تعداد خودروها در جاده‌ها در طول سال‌ها به شدت افزایش یافته است که منجر به مشکلات شدیدی از جمله گرفتگی، تصادفات و بسیاری از مسائل دیگر شده است. افزایش قابلیت اطمینان زمان سفر، کاهش ازدحام، توزیع عادلانه‌تر زمان فاز سبز، پاسخ سریع‌تر به شرایط ترافیکی، کمک و پشتیبانی به‌موقع، و پیش‌بینی دقیق حجم ترافیک، از جمله تنظیم زمان برای سیگنال‌های ترافیکی؛ اینها برخی از مزایایی است که می توان به آنها دست یافت. این امکان وجود دارد که سیستم مدیریت ترافیک فعلی و مرسوم برای مقابله با افزایش تراکم ترافیک و تخلفات ترافیکی مناسب نباشد. پردازش تصویر پایه و اساس سیستم مدیریت ترافیک پیچیده است که در حال حاضر وجود دارد.

۱-۳-خدمات ارائه شده شهر هوشمند با استفاده از اینترنت اشیاء

برخی از خدمات ارائه شده در شهرهای هوشمند در این قسمت به طور اجمالی توضیح داده می شوند (شکل ۴).

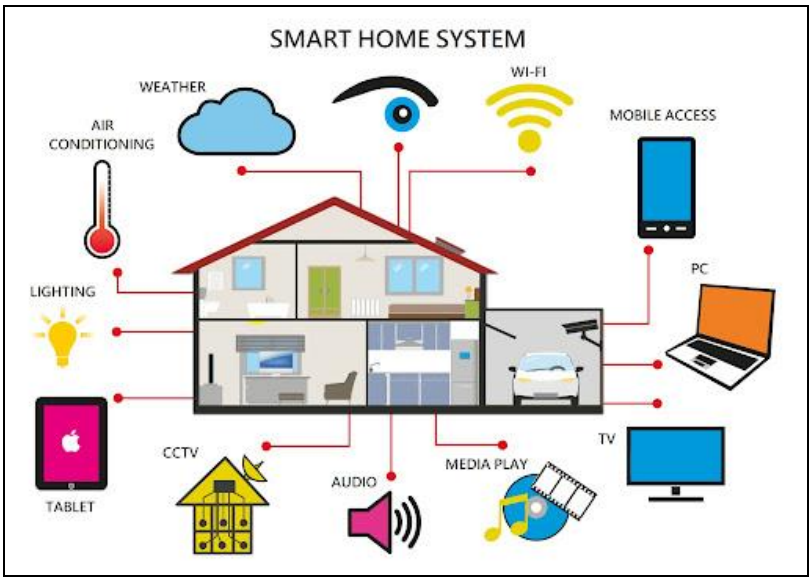


شکل ۴-خدمات ارائه شده در شهر هوشمند [۵]

- **خانه های هوشمند**

همانطور که اینترنت اشیا انقلابی در شیوه زندگی و کار ما ایجاد کرد، خانه‌های هوشمند مملو از دستگاه‌های متصل هستند تا زندگی را راحت‌تر و آسان‌تر کنند. در سال های اخیر تحقیقات زیادی در مورد سیستم های اتوماسیون خانگی انجام شده است. نمونه ای از خانه های هوشمند در شکل ۱-۹ نشان داده شده است [۶].

در یک سیستم اتوماسیون خانگی برای کنترل تمام لوازم خانگی و سایر وسایل الکترونیکی از طریق سیستم اندازه گیری و یک وب سایت متصل به آن پیشنهاد می شود [۷]. صورتحساب و نمایندگی نیز از طریق وب سایت کنترل کننده هستند. AtHome سیستمی است که شارژرهای بی سیم ثابت را کنترل می کند. ابتدا مقدار انرژی مورد نیاز برای دستگاه IoT را محاسبه می کند و سپس انرژی را در زمان نیاز به صورت خودکار تامین می کند [۸]. یک پیاده سازی ساده خانه هوشمند در [۹] پیشنهاد شده است تا با استفاده از آن به صورت پویا، مقرون به صرفه باشد. به عنوان مثال، اگر یک دوربین امنیتی plug and play جدید با دیگران تعبیه شده باشد، همه دوربین های دیگر به طور خودکار تصویر امنیتی را با آن به اشتراک خواهند گذاشت. این مطالعه [۱۰] بر اساس نظرسنجی در مورد افرادی که برای IoT فکر می کنند، انجام شد.



شکل ۱-۹-نمونه ای از امکانات در خانه های هوشمند [10]

پارامتر اصلی مورد استفاده در این مطالعه لذت، سازگاری و ارتباط، کنترل سهولت استفاده، سودمندی، نگرش و هزینه است. نتایج نشان می‌دهد که مردم از استفاده از محصولات IOT واقعاً احساس خوبی دارند، اما عدم پذیرش کمی با توجه به هزینه این محصولات نشان داده شده است. طراحی سنسور سیل بی سیم برای تشخیص نشت آب در طبقات خانه در [۱۱] پیشنهاد شده است که در آن از یک شبکه حسگر بی سیم با گره های حسگر برای جمع آوری داده ها و یک مرکز کنترل و گره محرک آژیر برای پردازش داده ها و برای هشدار استفاده می شود. رفتار کاربران در مورد سطح آب در [12] پذیرش و انتشار خانه هوشمند با کاربران مختلف با رفتارهای مختلف زندگی تجزیه و تحلیل شده اند. برای تحلیل پذیرش از یک مدل پذیرش فناوری توسعه یافته و برای تحلیل گسترش خانه های هوشمند از مدل پروبیت چند متغیره (MVP[4]) استفاده شد. پس از تجزیه و تحلیل، این مطالعه برخی از استراتژی های بازاریابی لازم را برای نرخ بالاتر بازار خانه هوشمند پیشنهاد می کند.

- **مدیریت هوشمند زباله**

سیستم هوشمند مدیریت مواد زائد برای بهداشت شهروندان ضروری است. یک سیستم جمع‌آوری زباله توسط Choudhary و همکارش [13] پیشنهاد شده است که در آن از حسگرها در سطل زباله استفاده می‌شود که به سیستم GSM متصل است و زمانی که سطل زباله به حداکثر مقدار خود می‌رسد، پیامی را به جمع‌کننده‌های زباله ارائه می‌دهد. باعث کاهش زمان و هزینه و افزایش فضای سبز می شود. در مقاله دیگری یک سیستم جمع آوری و مدیریت زباله هوشمند بر روی داده های زمان واقعی با استفاده از نمونه سازی IOT با حسگرها پیشنهاد شده است. الگوریتم کوتاهترین مسیر نزدیکترین همسایه برای بررسی نزدیکترین مسیرهای بهینه شده و الگوریتم درخت پوشاننده کوتاهترین مسیر برای یافتن فاصله سطل زباله و محل کار استفاده می شود. سپس از الگوریتم ضایعات در سنجش برای بررسی سطح سطل‌های زباله استفاده شده و تجزیه و تحلیل هوشمند برای پیش‌بینی بار سطل‌های زباله در آینده انجام می‌شود (مدیریت هوشمند زباله با استفاده از اینترنت اشیا (IoT).

[4] Multivariate Probit Model (MVP)

Suryawanshi و همکارانش [14] مدیریت زباله را با استفاده از ایده استفاده از حداقل سطل زباله به صورت هوشمند با سنسورهای اولتراسونیک با بوق هشدار و از تکنیک RFID برای تایید پس از تخلیه زباله استفاده کردند. برای نظارت از راه دور یک سیستم اندرویدی نیز با یک وب سرور برای دریافت اعلان ها متصل شده است. مشکل انباشت کاغذ و دفع مواد زائد با کمک سنسورهای اولتراسونیک که وضعیت ظروف زباله را پر، نیمه یا خالی می‌گوید حل می‌شود و از پروتکل TCP/IP برای ارسال داده‌های حس شده بر روی صفحه وب استفاده می‌شود و نقشه‌های گوگل برای شناسایی محل ظروف استفاده می شود.

شکل ۱-۱۰-مدیریت زباله ها با استفاده از اینترنت اشیاء [14]

- **مدیریت هوشمند ترافیک و پارکینگ**

در حالی که صحبت از خدمات در شهر هوشمند می شود، نمی توان از اهمیت ترافیک هوشمند و سیستم پارکینگ هوشمند غافل شد. Ghazal, و همکارانش [15] تأثیر تصادفات بر جریان ترافیک با استفاده از منابع مختلف داده بررسی کردند و سیستمی برای ذخیره و پردازش داده های ترافیکی با استفاده از فناوری اینترنت اشیا و ابر در ترکیب پیشنهاد نمودند. پیاده سازی فقط با استفاده از داده های ترافیک ادمونتون، آلبرتا کانادا انجام شد. در مطالعه دیگری، یک سیستم مدیریت چراغ راهنمایی هوشمند پیشنهاد شده است که از یک میکرو کامپیوتر با یک فرستنده گیرنده متصل به سرور مبتنی بر اینترنت اشیا استفاده می کند. یک شبکه بی سیم نیز برای اتصال کامپیوترهای خودرو برای ارسال اطلاعات تقاطع در جاده استفاده می شود. حداکثر مشتق بولی برای کنترل ترافیک در جاده ها استفاده می شود [16].

- **مدیریت هوشمند آب**

در بین تمامی خدمات و کاربردهای شهر هوشمند، سیستم هوشمند آب و مدیریت توزیع آب در مناطق شهری و روستایی بسیار حائز اهمیت است. مطالعات متعددی در مورد سیستم مدیریت هوشمند آب برای شرب و همچنین برای کشاورزی انجام شده است. در [17] اهمیت و نیاز سیستم توزیع آب هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا ارائه شده و به تفصیل مورد بحث قرار

گرفته است. پارامترهای کیفیت یعنی پارامترهای کیفیت، کمیت، فناوری و توپولوژیک برای آب مورد بحث قرار گرفته و کاربرد اینترنت اشیا در سیستم آب هوشمند، باغبانی هوشمند و آبیاری هوشمند نیز توضیح داده شده است.

در مطالعه دیگری [18] سیستم های توزیع و نظارت آب مبتنی بر اینترنت اشیا هوشمند برای مناطق شهری و روستایی پاکستان پیشنهاد شده است. برای نظارت از سنسورهای کیفیت آب با کنترلر استفاده می شود. توزیع آب با شیرهای هوشمند IoT کنترل می شود. در مناطق روستایی، سیستم محرک برای نظارت و تامین آب در جریان مناسب پیشنهاد شده است. در این مقاله مدیریت هوشمند آب برای بهبود کیفیت آبیاری در کشاورزی. معماری SWAMP بر اساس زیرساخت IoT در این تحقیق ارائه شده است. یک بستر آزمایشی اینترنت اشیا برای پیاده سازی پلتفرم FIWARE توسط Kamienski و همکارانش [19] طراحی شده است. برای کشاورزی هوشمند در این مقاله سیستم کشاورزی هوشمند مبتنی بر فناوری IOT با منبع خورشیدی پیشنهاد شده است. DHT برای سنجش رطوبت و دمای مزارع استفاده می شود. سنسور رطوبت، آب و باران برای بررسی وضعیت محصولات و سنسور PIR برای تشخیص حرکت هر فرد یا چیزی در مزرعه استفاده می شود. برای جمع آوری داده ها از پلتفرم آردوینو استفاده می شود. A۹۰۰GSM sim برای ارتباط سیار با کشاورزان استفاده می شود [20].

- **شبکه های هوشمند**

دورنمای پیاده سازی شهر هوشمند همچنین به مسائل مستمر تولید و مصرف انرژی در محیطهای شهری می پردازد. زیرساخت انرژی در یک شهر مهمترین ویژگی است زیرا تمام ویژگی های دیگر شهر برای عملکرد صحیح به انرژی نیاز دارند. شبکه های هوشمند [21] سیستم قدرت سنتی را از طریق طراحی های خودنگهداری، اتوماسیون، نظارت از راه دور و ایجاد ریزشبکه مدرن مدرن کردند. زیرساخت شبکه هوشمند مصرف کننده و هزینه انرژی را به اطلاع مصرف کنندگان می رساند و زیرساخت ایمن و قابل اعتماد با منابع انرژی توزیع شده را فراهم می کند. شهرهای هوشمند برای اطمینان از تامین انرژی انعطاف پذیر برای سایر عملکردها در شهرهای هوشمند به شبکه های هوشمند وابسته هستند.

- **حمل و نقل هوشمند**

حمل و نقل از آغاز تمدن برای بشر یک ضرورت بوده است. تکامل فن آوری این نیاز را به حمل و نقل جاده ای، حمل و نقل آبی، حمل و نقل قطار و حمل و نقل هوایی گسترش داده است. وسایل حمل و نقل متعارف دنیا به هم متصل بوده یا نبودند. با این حال، مفهوم اتصال اشیاء روزمره، سیستم های حمل و نقل معمولی را به سیستم های حمل و نقل مدرن متصل به هم متحول کرده است. در نتیجه، رسانه های حمل و نقل مدرن با سیستم های ارتباطی و سیستم های ناوبری مختلف تعبیه شده اند. بنابراین، هر ذره از یک نوع انتقال خاص با یکدیگر مرتبط است. با گسترش ارتباطات در یک رسانه، رسانه های حمل و نقل متفاوت با یکدیگر به هم متصل می شوند تا سیستم حمل و نقل جهانی را ارائه دهند. شبکه های ad hoc وسایل نقلیه (VANET) با مفهوم سیستم های حمل و نقل هوشمند (ITS) توجه زیادی را به خود جلب کردند [22]. اخیراً، VANET ها به طور گسترده ای برای مدیریت تراکم ترافیک در حومه شهر با استفاده از ارتباط وسیله نقلیه به وسیله نقلیه (V2V[5]) و

[5] Vehicle to Vehicle (V2V)

قابلیت ارتباط وسیله نقلیه به زیرساخت (V2I[6]) استفاده می شوند. با توجه به قابلیت های ارتباطی بلادرنگ، سیستم های حمل و نقل قادر به عمل موثر بر اساس داده های زمان واقعی شدند. علاوه بر این، سیستم‌های حمل و نقل هوشمند اطلاعات مربوط به میزان تراکم خیابان‌ها، مسیرهای جایگزین، وسایل حمل‌ونقل جایگزین و غیره را به مسافران منتقل می‌کنند. علاوه بر این، اقدامات ایمنی و امنیتی برای مسافران و عابران پیاده در سیستم های حمل و نقل هوشمند همراه با بهبود عملکرد اعمال می شود. بر این اساس، سیستم‌های مدرن، هاب‌های راه هوایی جهانی، شبکه‌های جاده‌ای هوشمند، شبکه‌های قطار بین شهری، شبکه‌های قطار مترو و مترو، حمل‌ونقل عمومی تعبیه‌شده ایمنی، مسیرهای دوچرخه‌سواری حفاظت‌شده، و مسیرهای عابر پیاده محافظت‌شده را ارائه می‌کنند. به طور خلاصه، ادغام سیستم های حمل و نقل هوشمند در شهرهای هوشمند، کارایی عملیاتی شهرها را بهبود می بخشد، در حالی که زمان، هزینه، قابلیت اطمینان و ایمنی حمل و نقل شهری را بهینه می کند.

- **مراقبت های بهداشتی هوشمند**

نرخ رشد تصاعدی جمعیت، چالش های متعددی را در زمینه مراقبت های بهداشتی در دنیای مدرن ایجاد می کند. در نتیجه، اقدامات پزشکی مرسوم برای رسیدگی به نیازهای مراقبت های بهداشتی جمعیت جهان ناکافی است، بنابراین منسوخ و نامعتبر می شود. این وضعیت بدتر می شود، زیرا تعداد پزشکان در حوزه مراقبت های بهداشتی متناسب با جمعیت رشد نمی کند. متعاقبا، خطر تجویز داروهای اشتباه، خطر تشخیص نامناسب و خطر تفسیر نادرست بیماری های عفونی و همه گیر را افزایش می دهد. شکاف بین انتظار و واقعیت مراقبت های بهداشتی با کمبود منابع و تقاضای اضافی بیشتر می شود. به عنوان یک راه حل، سیستم های مراقبت های بهداشتی هوشمند برای پر کردن این شکاف بین تقاضا و عرضه مراقبت های بهداشتی و در عین حال حفظ کارایی، دقت و پایداری معرفی شدند. همگرایی بین اقدامات پزشکی مرسوم با رویکردهای مداخله پزشکی پیچیده مانند تجهیزات پزشکی، حسگرها، دستگاه‌های پوشیدنی، خدمات اورژانس و فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان مراقبت‌های بهداشتی هوشمند شناخته می‌شود. به منظور پاسخگویی به تقاضاها و بهبود کیفیت خدمات، خدمات بهداشتی و درمانی هوشمند مدرن از شبکه حسگر، ICT، محاسبات ابری، محاسبات مه، برنامه‌های کاربردی تلفن هوشمند و مکانیسم‌های پردازش داده قدرتمند استفاده می‌کنند [23]. خدمات مراقبت بهداشتی هوشمند داده‌های حساس بیمار را از طریق شبکه سیستم بیمارستانی امن در اختیار کاربران مجاز مانند پزشکان، پرستاران و تکنسین‌های آزمایشگاهی قرار می‌دهند تا تصمیم‌گیری در زمان واقعی در مورد وضعیت بیماران تسهیل شود. علاوه بر این، سوابق الکترونیکی سلامت با مدیریت مرکزی (EHR[7]) تصمیم گیری در زمان واقعی را بر اساس آخرین اطلاعات توانمند می کند.

[6] Vehicle to Infrastructure (V2I)

[7] Electronic Health Records (EHR)

- **انرژی هوشمند**

انرژی یک عنصر ضروری برای انجام هر نوع عملیات است. منابع انرژی بسیار متنوع می توانند تجدید پذیر یا غیر قابل تجدید باشند. بر خلاف منابع تجدید ناپذیر به عنوان مثال(سوخت های فسیلی)، منابع تجدیدپذیر (مانند خورشید، باد و ژئوترمال) به دلیل ماهیت بازسازی شونده با مصرف کاهش نمی یابند.

هدف نهایی انرژی پایدار حفظ منابع انرژی تجدیدناپذیر برای مصرف نسل فعلی و نسل های آینده است. مفهوم انرژی هوشمند بسیار مورد علاقه محققان است زیرا رویکردی جامع را ترویج می‌کند که انرژی سبز، انرژی پایدار و انرژی‌های تجدیدپذیر را یکپارچه می‌کند. به عبارت دیگر، انرژی هوشمند با هدف تامین نیازهای انرژی با ترکیب منابع انرژی تجدیدپذیر برای حفظ پایداری منابع انرژی تجدیدناپذیر، در حالی که اثرات نامطلوب بر محیط زیست را به حداقل می‌رساند، معنا و مفهوم می یابد [24].

۴. استفاده از اینترنت اشیاء برای کاهش ترافیک در شهرهای هوشمند

مدیریت ترافیک شهری (UTM) تا مدتهای زیاد توسط مهندسین و طراحان عمران و شهرسازی انجام می شد. امروزه ایجاد و توسعه تکنولوژیهای ارتباطی همانند سیستمهای موقعیت یاب ماهواره ای و سیستمهای ارتباط بین خودرویی باعث شده اند تا روشهای فائق آمدن بر ترافیک به طور چشمگیری تحت تاثیر این تکنولوژیها واقع شوند. اینترنت اشیاء در سالهای اخیر در بسیاری از زمینه های زندگی انسانها رخنه کرده است. در سیستمهای حمل و نقل هوشمند هم سعی می شود از اینترنت اشیاء برای منظورهای مختلفی منجمله، کنترل ترافیک برای کاهش تراکم و ازدحامها استفاده شود.

تحقیقات زیادی در مورد استفاده از اینترنت اشیاء جهت مانیتورینگ و کنترل ترافیک انجام شده است که به برخی از آنها در ادامه اشاره می کنیم.

Pang و همکارانش [25] مکانیسم پیش بینی جریان ترافیک مبتنی بر مدل شبکه های عصبی و فازی و تکنیکهای سری های زمانی پیشنهاد کردند. Bhadra و همکارانش [26] تکنولوژی منطق فازی مبتنی بر عاملهای هوشمند را برای کنترل شرایط ترافیک از روشهای مختلف در جابجایی های وسایل نقلیه پیشنهاد کردند.Patrik و همکارانش [27] یک معماری سرویس گرا (SOA[8]) برای ارائه سرویسهای تجاری موثر با استفاده از اینترنت اشیاء پیشنهاد کردند. Widyantara و همکارانش [28] یک مدل معماری شبکه برای کاهش ترافیک با استفاده از اینترنت اشیاء پیشنهاد دادند که در معماری پیشنهادی [28] یک مرکز مدیریت ترافیک دارای قابلیتهای زیر می باشد:

- پردازش داده های ترافیکی دریافت شده از ابزار رصد کننده GPS به سیستم اطلاعات ترافیکی بلادرنگ مبتنی بر برنامه کاربردی نقشه گوگل
- آماده سازی سرویسهای اطلاعات ترافیکی GIS و سرویسهای مبتنی بر وب

در جمع آوری داده ها، داده های مربوط به ترافیک به شکل سازماندهی شده و با سرعت از رصد کننده های GPS جمع آوری می شوند. فرمت داده ها به حالت استاندارد تبدیل شده و تجمیع داده ها را برای ایجاد اطلاعات ترافیکی بر روی برنامه

[8] Service-Oriented Architecture (SOA)

کاربردی نقشه فضایی گوگل ایجاد می کند. اطلاعات بلادرنگ ترافیکی، با استفاده از جمع آوری داده های پیوسته حمایت می شوند. بنابراین، جمع آوری داده ها با قرار دادن ابزارهای GPS بر روی وسایل نقلیه یا اتوبوسها انجام شده و ارسال داده های جمع آوری شده توسط تکنولوژیهایی همانند GPRS و ارتباطات بی سیم به کاربران دیگر و مراکز کنترلی فرستاده می شوند و کاربردهای مبتنی بر سرور-کاربر را پشتیبانی می کند. Al-Sakran یک معماری مجتمع یافته از اینترنت اشیاء و تکنولوژی عاملهای هوشمند برای سیستم های اطلاعاتی هوشمند ترافیک جاده ها پیشنهاد کرد [29]. که دارای قدرت بالایی در کار با داده های توزیع شده، ابزارهای توزیع شده اینترنت اشیاء و ارتباطات موثر و اینترفیس های مناسب بود. این معماری، از RFID، تکنولوژیهای حسگر بی سیم، شبکه های ad-hoc و سیستمهای اطلاعات مبتنی بر اینترنت که می توانند اشیای ترافیکی را به طور اتوماتیک نمایش داده، ردیابی نموده و سوالات یا داده های آنها را بر روی شبکه منتشر کنند. این تحقیق یک دیدگاه کلی از یک چارچوب مدلسازی و شبیه سازی ترافیک در داخل NetLogo ارائه می دهد یک محیط مبتنی بر عاملها برای سیستم مانیتورینگ ترافیک برای اینترنت اشیاء با استفاده از تکنولوژی عاملهای موبایلی می باشد. Khanna و همکارش [30] یک سیستم پارکینگ هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا با یکپارچه سازی ابری ارائه کردند. سنسورهای مادون قرمز و فراصوت غیرفعال به عنوان حسگر پارکینگ و واحد پردازش Raspberry pi بین ابر و سنسورها استفاده می شود. پروتکل پیام MQTT برای ارسال پیام استفاده می شود و یک برنامه تلفن همراه در Apache Cordova و فریمورک Angular js نوشته شده در جاوا اسکریپت توسعه داده شده است. در مطالعه مشابه دیگری، یک سیستم پارکینگ هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا برای صرفه جویی در زمان افرادی که در جستجوی جایگاه های پارک هستند، پیشنهاد شده است. یک کنترلر تعبیه شده برای احراز هویت کاربر در هنگام ورود به پارکینگ استفاده می شود. پارکومتر با سنسورهای اولتراسونیک برای بررسی وضعیت پارک و یک آشکارساز LED برای نشان دادن وضعیت آزاد یا رزرو استفاده می شود. یک ماژول آی سی آلارم و دوربین برای بررسی پارکینگ مناسب استفاده می شود. یک اپلیکیشن موبایل توسط کاربران برای برقراری ارتباط با کل سیستم استفاده می شود. Apache Cordova و Angular js برای توسعه برنامه های کاربردی با جاوا اسکریپت برای کاربران اندروید و IOS استفاده می شوند. Ji و همکارانش [31] سیستم پارکینگ خودرو مبتنی بر ابر پیشنهاد کردند که می تواند در شهرهای هوشمند در پارادایم اینترنت اشیا مورد استفاده قرار گیرد. برای این منظور از معماری سه لایه ۱. لایه سنسور ۲. لایه ارتباطی ۳. لایه کاربردی استفاده شد که همه اینها به هم متصل بودند.

اخیراً تکنیک های مختلفی برای شناسایی، پیش بینی و کاهش تراکم ترافیک به منظور بهبود کیفیت خدمات سیستم حمل و نقل به کار گرفته شده است. یادگیری عمیق (DL) به طور فزاینده ای برای حل انتقادات ارزشمند می شود. کاربردهای DL در حمل و نقل در چندین نظرسنجی اخیراً منتشر شده در چند سال گذشته جمع آوری شده است. تحقیقات موجود، محیط ابری را مورد بحث قرار داده است، که پیش‌بینی ترافیک به‌موقع را ارائه نمی‌کند، که علت حوادث ترافیکی مکرر است. بنابراین، درک کاملی از مشکلات در پیش‌بینی ازدحام لازم است، زیرا سیستم حمل‌ونقل بین حالت‌های غیر متراکم و پر ازدحام بسیار متفاوت است. Abdullah و همکارانش [32] یک شبکه عصبی بازگشتی دو طرفه (BRNN) را با استفاده از واحدهای جریان مجدد دروازه‌ای (GRUs) برای استخراج و طبقه‌بندی ترافیک به متراکم و غیر متراکم توسعه می‌دهد. این تحقیق از یک شبکه عصبی بازگشتی دو طرفه برای شبیه سازی و پیش بینی تراکم ترافیک در شهرهای هوشمند (BRNN) استفاده می کند. مناطق شهری در سراسر جهان با ازدحام ترافیک دست و پنجه نرم می کنند و تکنیک های کنترل ترافیک مرسوم به شدت شکست خورده اند. این تحقیق یک رویکرد مبتنی بر داده را پیشنهاد می‌کند که از BRNN برای مدیریت ترافیک در

شهرهای هوشمند استفاده می‌کند، که از داده‌های بی‌درنگ از حسگرها و دستگاه‌های مرتبط برای کنترل ترافیک کارآمدتر استفاده می‌کند. اقدامات اولیه شامل پیش‌بینی معیارهای ترافیکی مانند سرعت، آب و هوا، جریان و احتمال تصادف است. عملکرد پیش بینی تراکم نیز با استخراج ویژگی های بیشتر مانند ترافیک، جاده و شرایط آب و هوایی بهبود یافته است. مدل پیشنهادی به اقدامات بهتری نسبت به روش‌های پیشرفته موجود دست یافت. این تحقیق همچنین یک مرور کلی و تجزیه و تحلیل چند ابتکار اولیه را که نتایج امیدوارکننده ای را نشان داده اند، بررسی می کند. علاوه بر این، دو رویکرد بالقوه تحقیقات آینده را برای افزایش دقت و کارایی پیش‌بینی حرکت در مقیاس بزرگ بررسی می‌کند.

در شهرهای هوشمند، افزایش سریع خودروها باعث ازدحام، آلودگی و اختلال در حمل و نقل کالاها شده است. هر ساله تعداد تلفات و موارد آسیب دائمی ناشی از تصادفات جاده ای بیشتر می شود. برای کنترل تراکم ترافیک، انتقال امن داده‌ها را نیز برای شناسایی تصادفات از سیستم مدیریت ترافیک مبتنی بر اینترنت اشیا استفاده می‌کند. برای شناسایی، جمع‌آوری و ارسال داده‌ها، خودروهای خودران و ابزارهای هوشمند مجهز به سیستم ITM مبتنی بر اینترنت اشیا با گروهی از حسگرها هستند. سیستم حمل و نقل از طریق یادگیری ماشینی در حال بهبود است. Balasubramanian و همکارانش [33] از یک سیستم مدیریت ترافیک تطبیقی (ATM[9]) با سیستم صوتی هشدار تصادف (AALS[10]) برای مدیریت تراکم ترافیک و تشخیص تصادف استفاده کردند. برای انتقال امن داده های ترافیکی، از تشخیص رویدادهای مرتبط با ترافیک اولیه (SEE-TREND[11]) استفاده می شود. این طراحی از چندین سناریو برای رفع هر مشکل احتمالی در سیستم حمل و نقل استفاده می کند. مدل ATM پیشنهادی به طور مداوم زمان‌بندی سیگنال‌های ترافیکی را بر اساس حجم ترافیک و حرکات پیش‌بینی‌شده از تقاطع‌های همسایه تغییر می‌دهد. با اجازه دادن تدریجی به خودروها برای عبور از چراغ سبز، زمان سفر را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد. همچنین با ایجاد یک انتقال بدون درز، ازدحام ترافیک را کاهش می دهد. نتایج آزمایش نشان می دهد که سیستم خودپرداز پیشنهادی به طور قابل توجهی بهتر از روش سنتی مدیریت ترافیک عمل می کند و پیشرو در برنامه ریزی حمل و نقل برای سیستم های حمل و نقل مبتنی بر شهر هوشمند خواهد بود. راه حل پیشنهادی ATM-ALTREND انتقال امن داده های ترافیکی را فراهم می کند که ترافیک و زمان انتظار خودرو را کاهش می دهد، نرخ تصادف را کاهش می دهد و کل تجربه سفر را بهبود می بخشد.

ترافیک یک مسئله مهم در تمام کلان شهرها، به ویژه در مناطق شهری است .با استفاده از فناوری‌های هوشمند، شهرها ممکن است خارق‌العاده باشند و می‌توانند به «شهرهای هوشمند» تبدیل شوند .اینترنت اشیا (IoT) پارادایم جدیدی در محاسبات است که به نظر می رسد ظرفیت افزایش تاثیر در پیاده سازی شهر هوشمند را دارد .برای شهرهای هوشمند، اینترنت اشیا و فناوری های ترافیک جاده ای مبتنی بر ابر توسط Rout و همکارانش [34] پیشنهاد شده است. هدف کلی این تحقیق، استفاده از رایانش ابری برای حل برخی از مشکلات و محدودیت های فعلی اینترنت اشیا برای ایجاد راه حل های ارتقا یافته برای شهرهای هوشمندتر است. با ترکیب اینترنت اشیا و رایانش ابری، شهرهای هوشمند قادر خواهند بود با استفاده از مقادیر زیادی از داده‌های ذخیره‌شده در ابر و تجزیه و تحلیل آن‌ها در زمان واقعی، امکانات جدید و پیشرفته‌ای ایجاد کنند .این مطالعه روشی را برای کنترل ترافیک بلادرنگ پیشنهاد می‌کند که ترکیبی از اینترنت اشیا (IoT) و تجزیه و تحلیل داده‌ها

[9] Adaptive Traffic Management system (ATM)
[10] Accident Alert Sound System (AALS)
[11] Secure Early Traffic-Related EveNt Detection (SEE-TREND)

است .پس از تجزیه و تحلیل داده‌های حسگر، کنترل‌کننده دستگاه از یک الگوریتم مدیریت ترافیک برای تنظیم ماژول Wi-Fiبرای جمع‌آوری داده‌ها از سیگنال‌های ترافیکی و انتقال آن به سرور ابری استفاده می‌کند. سیستم پیشنهادی احتمال وجود ترافیک زیادی را در تقاطع پیش بینی می کند. اگر وسیله نقلیه اضطراری در دسترس نباشد یا شناسایی شود، تقاطع با طول سیگنال بیشتر در اولویت است.

رشد سریع وسایل نقلیه مشکلات مختلفی را برای ادارات مدیریت ترافیک از نظر تراکم ترافیک، چاله‌ها، آلودگی هوا، تصادفات و تشکیل شیارها ایجاد کرده است. این به دلیل گسترش اندازه شهرها و افزایش تحرک جمعیت است. Bhatt و همکارانش [۳۵] اقدام به توسعه یک سیستم مدیریت ترافیک هوشمند پایدار و اقتصادی نمودند که با استفاده از فناوری، توسعه اجتماعی و پایدار را برای ارائه راه حل اقتصادی فراهم می کند. سرعت ترافیک را می توان با توجه به وضعیت روسازی جاده با استفاده از شبیه سازی پیش بینی کرد. این مطالعه رویه ای پایدار و اقتصادی برای سیستم مدیریت ترافیک در شهرهای هوشمند در اختیار ما قرار می دهد. ما این کار تحقیقاتی را با استفاده از مخلوط کن برای شبیه‌سازی و مدل‌سازی انجام داده‌ایم که در آن از حسگر lidar و ۴raspberry pi برای دریافت داده‌ها استفاده کرده و با استفاده از یک سرور SQL به لپ‌تاپ منتقل کرده‌ایم. این سیستم به فناوری ساده، عملی و با قیمت مناسب کمک می‌کند تا میزان نیروی انسانی مورد نیاز برای یافتن چاله‌ها را کاهش دهد، که باعث کاهش تصادفات ناشی از شرایط ترافیک می‌شود.

فرض اصلی پروژه های شهر هوشمند، استفاده از فناوری برای مدیریت بهتر دارایی ها و منابع است. زیرساخت های حمل و نقل شهری معمولاً یک نگرانی برجسته است. نسل آینده سیستم‌های ترافیکی در دنیایی متصل، چارچوب اطلاعات ترافیکی کاملی را برای پشتیبانی از تمام شیوه‌های حمل‌ونقل، از جمله خودروها، حمل‌ونقل عمومی، آمبولانس‌ها، کانتینرها، کامیون‌ها، دوچرخه‌ها و عابران پیاده ارائه خواهند کرد. سیستم های تشخیص موجود اطلاعات اساسی مانند تعداد خودرو، اشغال و داده های حمل و نقل را ارائه می دهند. سیستم‌های مدیریت کنترل ترافیک معاصر به شما این امکان را می‌دهند که مراقب عملیات سیگنال باشند، کنترل‌ها و برنامه‌های سیگنال را بر اساس زمان روز یا حجم ترافیک به‌روزرسانی کنند، و حتی زمان‌بندی سیگنال تطبیقی را ارائه دهند که پارامترهای زمان‌بندی سیگنال را بر اساس داده‌های آشکارساز سنتی خودرو تغییر می‌دهد. SenthilPrabha و همکارانش [۳۶] بهینه‌سازی سیستم جامعی را برای فعال کردن اولویت حمل و نقل و سیگنال، پیش‌گیری وسایل نقلیه اضطراری و حرکات عابر پیاده ارائه کردند که این سیستم، عملکرد کلی شبکه را بهبود می‌بخشد. با رویکرد سیستم های حمل و نقل هوشمند، فناوری های وسایل نقلیه متصل و وسایل نقلیه خودران، تقاضا برای حداکثر پهنای باند شبکه و ارتباطات با دسترسی بالا وجود دارد. برای تخمین صحیح فاز یک سیگنال خاص، اطلاعات مربوط به حضور خودرو، تعداد خودرو و زمان تاخیر جمع آوری می شود. مدت زمانی که یک وسیله نقلیه باید قبل از حرکت پس از حمله منتظر بماند، می تواند برای سنجش اهمیت آن استفاده شود. این مدل از داده های SUMO در مورد حضور خودرو استفاده می کند تا تصمیم بگیرد کدام فاز سیگنال را به عنوان خروجی ارسال کند تا تاخیر زمانی تجمعی برای خودروها را در هر لحظه کاهش دهد. الگوریتم تقویت تصمیم می گیرد که آیا خروجی وضعیت مطلوبی ایجاد کرده است یا خیر و پاداش های دلخواه را به عنوان خروجی ارائه می دهد. الگوریتم یادگیری پیش بینی می کند که به کدام مرحله انتقال یابد. زمان تأخیر تجمعی وسیله نقلیه، که زمان لازم برای رسیدن به یک مقصد معین و طول صف خودرو است، پس از استفاده از الگوریتم DQN به جای رویکرد دورگرد کاهش یافته است.

برای دهه‌ها، بهینه‌سازی مشکل تراکم ترافیک، موضوع مهمی را برای حوزه حمل‌ونقل مطرح کرده است. افزایش مداوم تعداد وسایل نقلیه و عدم امکان ساخت زیرساخت‌های جاده‌ای پرظرفیت جدید در شهرهای بزرگ، پرجمعیت و محدودیت فضا، کاهش این خطر را به چالشی برای جامعه علمی پژوهشی تبدیل می‌کند. از محققان حمل و نقل خواسته می شود تا با پیچیدگی های تضمین مدیریت موثر تقاطع ها که در واقع گره های تراکم ترافیک جاده ها هستند، مقابله کنند. اما مشکلات تصمیم‌گیری در دنیای واقعی همیشه شامل عدم قطعیت و عدم قطعیت است که در برخی سناریوها منجر به فلج شدن سیستم کنترل چراغ راهنمایی می‌شود. پلیس با تکیه بر دانش خود به طور مستقیم به ترافیک و به روشی کارآمد رسیدگی می کند. این انگیزه محققان را به استفاده از Reinforcement Learning برای ایجاد سیستم‌های مدیریت چراغ راهنمایی هوشمند تقاطع‌ها برانگیخت که می‌توانند در طول زمان نحوه مدیریت جریان ترافیک تقاطع را بر اساس شرایط ترافیکی زمان واقعی بیاموزند. Ait Ouallane و همکارانش [۳۷] مروری کوتاه بر سه منبع داده ترافیکی پرکاربرد یک سیستم مدیریت ترافیک و جدیدترین تکنیک‌های یادگیری تقویتی برای رسیدگی به مشکل کنترل چراغ راهنمایی ارائه کردند. در نهایت، پارامترهای تجربی مختلفی که می‌توانند بر ارزیابی روش‌های مدیریت علائم ترافیکی تأثیر بگذارند، مورد بحث قرار دادند.

نسل بعدی شهرهای هوشمند به دلیل افزایش پیچیدگی و پویایی ترافیک ناشی از شهرنشینی مداوم و رشد جمعیت، بر سیستم های حمل و نقل هوشمند (ITS) تکیه خواهند کرد. تکنیک‌های سنتی برای مقابله با این چالش‌ها پرهزینه هستند و تأثیر زیادی بر زندگی مردم دارند و در این سناریو، ارائه راه‌حل‌های محاسباتی و فناوری ضروری است. به منظور به حداقل رساندن مشکلات ناشی از ازدحام در مراکز شهری، Gomides و همکارانش [38] Let Me Know را ارائه دادند که، یک سیستم مدیریت ترافیک با الهام از ارتباطات بین وسایل نقلیه که امکان درخواست و در دسترس بودن اطلاعات مربوط به ترافیک وسایل نقلیه را فراهم می کند. وسایل نقلیه برای به روز رسانی پایگاه داده توزیع شده حاوی تجزیه و تحلیل لحظه ای ترافیک جاده ها اطلاعاتی را درخواست می کنند. از طریق تجزیه و تحلیل عملکرد گسترده، ما توانایی سیستم خود را برای کاهش تراکم ترافیک با تأثیر کم بر شبکه نشان می دهیم.

ایجاد یک سیستم یکپارچه در سراسر جهان مبتنی بر یکپارچه سازی و پیوند خودروها با فن آوری های VANET، IoT و AI را مورد بحث قرار می دهد که تأثیر قابل توجهی بر سیستم حمل و نقل هوشمند و ایمن خواهد داشت. Alhaj و همکارانش [39] با هدف اعمال یک پروژه پیشنهادی در یک منطقه خاص در اردن به منظور بررسی قابلیت اجرای پروژه و تاثیر آن بر کاهش نرخ تصادف با کنترل ترافیک با قوانین ترافیکی خاص در منطقه مورد مطالعه با استفاده از یک پایگاه داده ابری که تمام اطلاعات خصوصی را برای هر یک ذخیره می‌کند، انجام دادند. ماشین و در حین حرکت اطلاعاتی در مورد سرعت ماشین دریافت می کند. زمانی که راننده از سرعت تعیین شده توسط اداره راهنمایی و رانندگی تجاوز کند، پیغام های هشداری دریافت می کند که به او اطلاع می دهد سرعت بیش از حد مجاز است و در صورت عدم پاسخگویی به پیام های هشدار، جریمه می شود. این تحقیق بر روی بهینه سازی استفاده از خدمات شبکه VANET تمرکز دارد که برای افزایش کاربردهای ایمنی عمومی شامل تبادل داده بین خودروها و RSU ها بسیار مهم است. شبیه سازی با استفاده از OMNeT++ نسخه ۵.۷ در سیستم عامل های Debian۱۱، Linux۵ و GNOME۳ انجام شد. به عنوان یک شبیه ساز شبکه، یک منبع باز تایید شده علمی نیز هست.

مأموریت شهر هوشمند مفهومی است که با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) رشد اقتصادی و کیفیت زندگی مردم را بهبود می بخشد. شهرهای هوشمند داده‌ها را از حسگرهای مختلف اینترنت اشیا (IoT) جمع‌آوری می‌کنند و منابع را

مدیریت می‌کنند و به عموم خدمات ارائه می‌دهند. اولویت/پیشگیری وسایل نقلیه اضطراری (EVP) یکی از اجزای اصلی اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند است که با دادن سیگنال سبز حق تقدم به وسایل نقلیه اضطراری (EVs) مانند آمبولانس ها و ماشین های آتش نشانی جان بسیاری را نجات می دهد. سیستم EVP موجود بلافاصله با متوقف کردن حرکات متضاد سیگنال سبز به EV ها می دهد. توقف ناگهانی ترافیک عادی و همچنین تغییر توالی باعث سردرگمی کاربران و رانندگان جاده می شود. این به یک استراتژی کنترل بهینه نیاز دارد که سیگنال سبز به خودروهای برقی بدهد و همچنین نباید بر جریان ترافیک عادی تأثیر بگذارد. Rosayyan و همکارانش [40] یک استراتژی کنترل بهینه برای EVP با استفاده از محاسبات لبه و حسگر IoT برای شهرهای هوشمند پیشنهاد کرند. این آزمایش با استفاده از یک حسگر اینترنت اشیا مبتنی بر GPS انجام شد که به ارسال اطلاعات مکان (LI) به سرور لبه ادامه می‌دهد. سرور لبه زمان بندی بهینه را بر اساس الگوریتم استراتژی کنترل پیشنهادی محاسبه می کند و وسایل نقلیه اضطراری را پاک می کند. زمان انتظار سایر وسایل نقلیه جاده ای قبل و بعد از اجرای سیستم در یک تقاطع ترافیکی در Thiruvananthapuram، هند مورد مطالعه قرار گرفته است. نتیجه مقایسه نشان می دهد که میانگین زمان انتظار وسایل نقلیه در جاده دیگر در مقایسه با سیستم موجود، ۷۳.۲۳٪ در سیستم پیشنهادی کاهش می یابد. از آنجایی که محاسبات لبه به کار گرفته شده است، تأخیر در ارتباطات کمتر از ۱۰۰ میلی ثانیه کاهش یافته است. بنابراین راه حل پیشنهادی زمان انتظار سایر وسایل نقلیه جاده ای را کاهش می دهد و تاخیر در ارتباطات را به طور همزمان کاهش می دهد.

در حال حاضر، اکثر شهرهای هوشمند هر روز با مشکلات ترافیکی گسترده ای روبرو هستند. چالش مهم شهرهای هوشمند سیستم کنترل ترافیک است که در آن برخی مکان‌ها خودکار و مقرون به صرفه هستند. Liu و همکارانش [41] سیستم حمل و نقل هوشمند اینترنت اشیا (CIoT-ITS) را به کمک ابر برای غلبه بر چالش های مدیریت ترافیک پیشنهاد کردند. در اینجا، دوربین یکپارچه حسگر اینترنت اشیا در هر گوشه سیگنال ترافیکی برای نظارت بر جریان خودرو نصب شده است. علاوه بر این، داده های جریان خودرو بهینه شده به فرآیندهای ابری ارسال می شود. داده های گوشه های سیگنال مختلف الگوریتمی را برای تشخیص جهت ترافیک اجرا می کند و چراغ های سیگنال را کنترل می کند. اعلان هشدار در هنگام ازدحام ترافیک با استفاده از حسگرهای IoT به نزدیکترین اتاق کنترل ترافیک ارسال می شود. تجزیه و تحلیل شبیه‌سازی ثابت کرد که CIoT-ITS پیشنهادی می‌تواند جریان خودرو را با موفقیت و خودکار کنترل و مدیریت کند. سیستم پیشنهادی بر اساس پارامتر بهینه‌سازی، که از روش‌های مرسوم بهتر عمل می‌کند، اعتبارسنجی شده است.

۵. نتیجه گیری و چالشهای موجود

روشهای متعددی برای هوشمندسازی حمل و نقل پیشنهاد شده است که تنها چند مورد از آنها تا کنون به مرحله پیاده سازی و استفاده عمومی رسیده است. چند مورد از این طرحها عبارتند از: پرداخت الکترونیکی عوارض که در آمریکا و چندین کشور اروپا و آسیا پیاده سازی شده است، اطلاع رسانی به مسافران در مورد زمان رسیدن اتوبوس در ایستگاهها، شمارش تعداد مسافران در داخل اتوبوسها و...همچنین در حال حاضر، تنها در یکی از شهرهای ژاپن طرح آزمایشی استفاده از ساختارهای هوشمند در کنار جاده ها RSU ها برای ساماندهی پیامهای ضروری و ارسال آنها به رانندگان، مراکز کنترلی در اداره راه و ترابری و همچنین اطلاع رسانی تصادفات به وقوع پیوسته به مراکز اورژانس و هلال احمر و.... به مورد اجرا در آمده است.

از آنجا که تصادفات جاده ای در ایران سالیانه باعث ایجاد خسارات جانی و مالی بسیاری برای مردم می شود لذا در این تحقیق، بعد از معرفی اجمالی اینترنت اشیاء و شهرهای هوشمند، به بررسی روشهای مختلفی که برای کاهش حجم ترافیک در مسیرهای جاده ای می پردازد و با مدیریت بهینه ترافیک باعث کاهش آمار تصادفات و مرگ و میرها می شود، پرداختیم.

منابع

[1] Aslam, S. and H.S. Ullah, A Comprehensive Review of Smart Cities Components, Applications, and Technologies Based on Internet of Things. arXiv preprint arXiv:2002.01716, 2020.
[2] Li, S., L. Da Xu, and S. Zhao, The internet of things: a survey. Information Systems Frontiers, 2015. 17(2): p. 243-259.
[3] Guerrero-Ibáñez, Juan, Sherali Zeadally, and Juan Contreras-Castillo. "Sensor technologies for intelligent transportation systems." Sensors 18.4 (2018): 1212.
[4] Neirotti, P., et al., Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. Cities, 2014. 38: p. 25-36.
[5] Tripathy, A.K., et al., iTour: The future of smart tourism: An IoT framework for the independent mobility of tourists in smart cities. IEEE consumer electronics magazine, 2018. 7(3): p. 32-37.
[6] Gaur, A., et al., Smart city architecture and its applications based on IoT. Procedia computer science, 2015. 52: p. 1089-1094.
[7] Benlian, A., J. Klumpe, and O. Hinz, Mitigating the intrusive effects of smart home assistants by using anthropomorphic design features: A multimethod investigation. Information Systems Journal, 2020. 30(6): p. 1010-1042.
[8] Mahmud, S., S. Ahmed, and K. Shikder. A smart home automation and metering system using internet of things (IoT). in 2019 International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST). 2019. IEEE.
[9] Dong, Z., et al. ATHOME: Automatic Tunable Wireless Charging for Smart Home. in Proceedings of the Second International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation. 2017.
[10] Barsocchi, P., et al., Boosting a low-cost smart home environment with usage and access control rules. Sensors, 2018. 18(6): p. 1886.
[11] Park, E., et al., Comprehensive approaches to user acceptance of Internet of Things in a smart home environment. IEEE Internet of Things Journal, 2017. 4(6): p. 2342-2350.
[12] Teixidó, P., et al., Low-power low-cost wireless flood sensor for smart home systems. Sensors, 2018. 18(11): p. 3817.
[13] Choudhary, S., et al., Smart Garbage Bin. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, 2018. 6(4): p. 25-27.
[14] Suryawanshi, S., et al., Waste management system based on IoT. Waste Management, 2018. 5(03): p. 1-3.
[15] Ghazal, B., et al. Smart traffic light control system. in 2016 third international conference on electrical, electronics, computer engineering and their applications (EECEA). 2016. IEEE.
[16] Miz, V. and V. Hahanov. Smart traffic light in terms of the cognitive road traffic management system (CTMS) based on the Internet of Things. in Proceedings of IEEE east-west design & test symposium (EWDTS 2014). 2014. IEEE.
[17] Radhakrishnan, V. and W. Wu. IoT technology for smart water system. in 2018 IEEE 20th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE

16th International Conference on Smart City; IEEE 4th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS). 2018. IEEE.
[18] Safdar, S., et al. Leveraging the internet of things for smart waters: Motivation, enabling technologies and deployment strategies for Pakistan. in 2018 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCom/IOP/SCI). 2018. IEEE.
[19] Kamienski, C., et al., Smart water management platform: IoT-based precision irrigation for agriculture. Sensors, 2019. 19(2): p. 276.
[20] Masera, M., et al., Smart (electricity) grids for smart cities: Assessing roles and societal impacts. Proceedings of the IEEE, 2018. 106(4): p. 613-625.
[21] Sudarshan, K., et al., Smart agriculture monitoring and protection system using IOT. Perspectives in Communication, Embedded-systems and Signal-processing-PiCES, 2019. 2(12): p. 308-310.
[22] Naumov, V., R. Baumann, and T. Gross. An evaluation of inter-vehicle ad hoc networks based on realistic vehicular traces. in Proceedings of the 7th ACM international symposium on Mobile ad hoc networking and computing. 2006.
[23] Perera, C., et al., Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things. Transactions on emerging telecommunications technologies, 2014. 25(1): p. 81-93.
[24] Rydin, Y., Governing for sustainable urban development. 2012: Earthscan.
[25] M.Pang and X. Zhao, (2008), “Traffic Flow Prediction of Chaos Time Series by Using Subtractive Clustering for Fuzzy Neural Network Modelling”, Proceedings 2nd International Symposium Information Technology Application,Washington –DC, pp. 23-27.
[26] S.Bhadra, A. K.K.Guha, (2014), “An Agent based Efficient Traffic Framework using Fuzzy”, Fourth International Conference on Advanced Computing & Communication Technologies.
[27] P. Spiess, S. Karnouskos, D. Guinard, D. Savio, O. Baecker, L. Souza, (2009), “SOA-based integration of the internet of things in enterprise services”, In: Proceedings of IEEE ICWS 2009, Los Angeles, pp. 1–8.
[28] M. O. Widyantara, N. P. Sastra, (2015), “Internet of Things for Intelligent Traffic Monitoring System: A Case Study in Denpasar“, International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT) – Vol. 30, No. 3, pp. 169-173.
[29] H. O. Al-Sakran, (2015), “Intelligent Traffic Information System Based on Integration of Internet of Things and Agent Technology”, (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 6, No. 2, pp. 37-43.
[30] Khanna, A. and R. Anand. IoT based smart parking system. in 2016 International Conference on Internet of Things and Applications (IOTA). 2016. IEEE.
[31] Ji, Z., et al., A cloud-based car parking middleware for IoT-based smart cities: Design and implementation. Sensors, 2014. 14(12): p. 22372-22393.
[32] Abdullah, Sura Mahmood, et al. "Optimizing Traffic Flow in Smart Cities: Soft GRU-Based Recurrent Neural Networks for Enhanced Congestion Prediction Using Deep Learning." Sustainability 15.7 (2023): 5949.
[33] Balasubramanian, Saravana Balaji, et al. "Machine learning based IoT system for secure traffic management and accident detection in smart cities." PeerJ Computer Science 9 (2023): e1259.
[34] Rout, Saroja Kumar, et al. "IoT and an Intelligent Cloud-Based Framework to Build a Smart City Traffic Management System." Enabling Technologies for Effective Planning and

Management in Sustainable Smart Cities. Cham: Springer International Publishing, 2023. 283-302.
[35] Bhatt, Arpit Kumar, Deepanshu Goyal, and Susham Biswas. "A Sustainable Traffic Management System for Smart Cities." International Conference on Applications of Machine Intelligence and Data Analytics (ICAMIDA 2022). Atlantis Press, 2023.
[36] SenthilPrabha, R., et al. "Smart traffic management system through optimized Network Architecture for the smart city paradigm shift." 2023 International Conference on Intelligent Systems for Communication, IoT and Security (ICISCoIS). IEEE, 2023.
[37] Ait Ouallane, Asma, et al. "Toward a Smart City: Reinforcement Learning for Traffic Light Control." Innovations in Smart Cities Applications Volume 6: The Proceedings of the 7th International Conference on Smart City Applications. Cham: Springer International Publishing, 2023.
[38] Gomides, Thiago S., et al. "An Urban Traffic Management System based on Vehicle Cooperation." IEEE Latin America Transactions 21.3 (2023): 441-449.
[39] Alhaj, A. A., et al. "Improving the Smart Cities Traffic Management Systems using VANETs and IoT Features." (2023).
[40] Rosayyan, Prakash, et al. "An optimal control strategy for emergency vehicle priority system in smart cities using edge computing and IOT sensors." Measurement: Sensors 26 (2023): 100697.
[41] Liu, Chenchen, and Li Ke. "Cloud assisted Internet of things intelligent transportation system and the traffic control system in the smart city." Journal of Control and Decision (2022): 1-14.

Using Internet of Things techniques to manage traffic in smart cities

Zahra Dolati - Faculty of Computer Engineering and Information Technology, Islamic Azad University, Mahdishahr Branch, Semnan, Iran (Zdolatiii@yahoo.com)
Rozita Jamili Oskouei* - Faculty of Computer Engineering and Information Technology, Islamic Azad University, Mahdishahr Branch, Semnan, Iran (rozita2020j@gmail.com)

Abstract—Every year in our beloved country of Iran, we witness various road, rail, air and sea accidents, during which, in addition to financial and environmental damage, irreparable loss of life is also caused to people. One of the causes of accidents is the occurrence of The high volume of traffic is in different directions. "Internet of Things" In recent years, various aspects related to the development and expansion of the Internet and the Web have been involved in the physical realm and the real world of human beings. In this way, the creation and spread of developed and intelligent tools in different spaces with defined identities that are able to sense or have the ability to be stimulated are gradually moving towards becoming a reality in recent years. The goal of the Internet of Things is based on the fact that in the future all physical and digital entities can communicate with each other and share useful information using communication and information technologies and finally create a new type of applications and services. Today, the Internet of Things has wide applications in all areas of human life. On the other hand, smart cities have been developed to make people's lives easier. One of the goals of the development of these cities is to reduce traffic and congestion in urban and interurban areas in order to reduce the number of road accidents. Since one of the biggest challenges for people, drivers and traffic police is creating congestion and traffic on the roads and causing accidents due to this congestion, it is necessary to take measures to reduce this congestion and accidents. Various techniques have been proposed for this purpose. In this research, we will focus on using the Internet of Things to reduce traffic volume in smart cities, and we will examine the various techniques proposed by many researchers.

Keywords: Internet of Things, traffic, smart cities