چکیده :

اینترنت اشیا (IOT) شبکه ای از اشیاء فیزیکی، دستگاه ها، وسایل نقلیه، ساختمان ها و دیگر مواردی هستند که در سیستمهایی متشکل از الکترونیک، نرم افزار ، سنسورها و اتصال به شبکه، تعبیه شده اند. این سیستمها عمدتا برای جمع آوری و تبادل اطلاعات بین این اشیا طراحی شده اند. یکی از کاربردهای IoT کاهش ترافیک شهری می باشد. ترافیک یک معضل دامنه دار و پرحاشیه است که رفع آن نیازمند استراتژی ها و تاکتیک های علمی و کاربردی است. هدف کلی این پایان نامه هوشمند سازی چراغ های راهنمایی توسط سیستم منطق فازی ، SCATS و پردازش تصویر می باشد . پیشنهاد ما شروع کار با بخش‌ها/حوزه‌های کوچک و متمرکز است که به تدریج می تواند به استانها و کشور به عنوان یک سیستم مرکزی تعمیم یابد. در این پایان نامه قصد داریم به بررسی سیستم SCATS (تخصیص زمان بندی فاز سبز) که به عنوان پیشرفته ترین و پرکاربردترین سیستم کنترل ترافیک هوشمند شهری در دنیا به شمار می آید، بپردازیم و نواقص این سیستم که عدم محاسبه طول صف چراغ قرمز به عنوان یک رکن مهم تصمیم ساز است را مورد بررسی قرار دهیم.

سیستم Scats با توجه به معایبی که دارد ، به تنهایی برای زمان بندی چراغ های راهنمایی کافی نمی باشد . بر همین اساس برای بهبود عملکرد کنترل، از سیستم پردازش تصویر استفاده کرده ایم. درسیستم های مبتنی بر پردازش تصویر می توان طول لحظه ای صف چراغ قرمز را بدست آورد. در این روش با نصب دوربینهای دیجیتال در نقاط ورودی هر تقاطع ، امکان تشخیص خودروها و وسایل نقلیه عبوری فراهم گشته و اطلاعات بدست آمده را می توان در تصمیم گیری لحاظ کرد. از بارزترین مشکلات سیستم پردازش تصویر که میتوان به آن اشاره نمود، عدم امکان تشخیص ابتدای تقاطع و صف ترافیک است، به گونه ای که خودروها بلوکهای ابتدایی را کاملا پر نکرده باشند، که همین امر کنترل دقیق ترافیک را امکانپذیر نخواهد ساخت. به همین دلیل ترکیب مزایای دو روش (Scats و پردازش تصویر) میتواند تا اندازه زیادی به بهبود کنترل هوشمند ترافیک منجر گردد. در روش پیشنهادی، با ترکیب دو روش SCATS و پردازش تصویر دوربینها به کمک سیستم فازی، میتوان تا حد زیادی از مزایای دو روش بهره برد و معایب دو روش را حذف نمود. به این منظور همانند سیستم SCATS در ابتدای هر تقاطع از سنسور های القایی استفاده میگردد و همچنین به منظور تعیین طول صف قرمز با استفاده از نصب دوربین و پردازش تصویر میتوان ابتدا و انتهای مسیر سبز و قرمز را همزمان رصد نمود. در این پایان نامه با استفاده از شبیه سازی در محیط متلب ، به ارزیابی روش پیشنهادی پرداختیم، و نتایج نشان دهنده کارآیی این سیستم می باشند .

واژه های کلیدی :

اینترنت اشیا – کنترل ترافیک – کنترل ترافیک هوشمند

فهرست مطالب

فصل اول: اینترنت اشیا

۱-۱. مقدمه ۲
۱-۲. اینترنت اشیا ۳
۱-۳. تاریخچه ۵
۱-۴. مدل مرجع اینترنت اشیا ۸
۱-۵. امنیت در اینترنت اشیا ۲۰
۱-۶. عملکرد اصلی اینترنت اشیا ۲۱
۱-۷. پارامترهای مهم در اینترنت اشیا ۲۲
۱-۷-۱. قابلیت گسترش ۲۲
۱-۷-۲. حریم شخصی ۲۳
۱-۷-۳. مقرون به صرفه بودن ۲۳
۱-۷-۴. سهولت در گسترش ۲۳
۱-۷-۵. متن آگاهی ۲۴
۱-۷-۶. امنیت ۲۴
۱-۸. کاربردهای اینترنت اشیا ۲۸
۱-۹. ویژگیها و مزایای اینترنت اشیا ۳۹
۱-۱۰. تاثیر IOT بر کسب و کار ۴۱
۱-۱۱. چشم انداز آینده اینترنت اشیا ۴۲
۱-۱۲. نتیجه گیری ۴۴

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. مقدمه ۴۹
۲-۲. معماری اینترنت اشیا ۵۵
۲-۲-۱. معماری سه لایه ۵۷
۲-۲-۲. معماری چهار لایه ۵۸

۲-۲-۳. معماری پنج لایه ۶۵
۲-۲-۴. معماری شش لایه ۶۶
۲-۳. فناوری های مورد استفاده در اینترنت اشیا ۶۷
۲-۴. پیشینه تحقیق و ادبیات مساله ۶۸
۲-۴-۱. فرمت داده های سنسوری ۷۰
۲-۵. ترافیک ۷۲
۲-۵-۱. ترافیک ، جای پارک و نور خیابان ها ۷۵
۲-۶. تعریف شرکت ها از شهرهای هوشمند ۷۷
۲-۷. نتیجه گیری ۸۱

فصل سوم: روش پژوهش

۳-۱. مقدمه ۸۳
۳-۲. شبکه های حسگر بی سیم ۸۴
۳-۲-۱. معرفی شبکه حسگر ۸۴
۳-۲-۲. ساختار کلی شبکه حس / کار بی سیم ۸۶
۳-۲-۳. ویژگی شبکه حسگر / کارانداز ۹۱
۳-۲-۴. کاربرد شبکه های حسگر / کار انداز ۹۱
۳-۲-۵. پشته پروتکلی ۹۲
۳-۳. سامانه حمل و نقل هوشمند ۱۰۱
۳-۳-۱. سامانه حمل و نقل هوشمند ITS ۱۰۱
۳-۳-3. سامانه های پیشرفته مدیریت ترافیک ATMS ۱۰۶
۳-۴. سیستم موقعیت یاب جهانی ۱۰۷
۳-۴-۱. سیستم موقعیت یاب جهانی GPS ۱۰۷
۳-۴-۲. سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS ۱۱۲
۳-۵. کنترل تردد و ترافیک بزرگراهها ۱۱۸
۳-۶. روشی جدید برای کنترل ترافیک ۱۱۹
۳-۷.کنترل ترافیک با استفاده از منطق فازی ۱۲۰
۳-۸. عملکرد کنترل سیستم های هوشمند مرکزی تقاطعات ۱۲۲
۳-۹. مهمترین اقدامات انجام شده در کنترل ترافیک ۱۲۳
۳-۱۰. سیستم SCATS ۱۲۵

۳-۱۰-۱. عملکرد سیستم SCATS ۱۲۷
۳-۱۰-۲. مزایا و معایب کنترل مرکزی تقاطع ۱۲۸
۳-۱۱. نتیجه گیری ۱۲۹

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل کنترل ترافیک

۴-۱. مقدمه ۱۳۲
۴-۲. کنترل چراغ راهنمایی با پردازش تصویر و منطق فازی ۱۳۳
۴-۲-۱. سیستم پردازش تصویر ۱۳۳
۴-۲-۴-۱. بدست آوردن تصویر باینری ۱۳۴
۴-۲-۴-۲. بدست آوردن تصویر زمینه ۱۳۵
۴-۲-۴-۳. بدست آوردن تصویر تفاضل ۱۳۶
۴-۲-۴-۴. آستانه گیری یک مرحله ای ۱۳۷
۴-۲-۴-۵. آستانه گیری دو مرحله ای ۱۳۸
۴-۲-۴-۶. تقسیم بندی تصویر ۱۳۸
۴-2-۴-۷. استفاده همزمان از اطلاعات فاز سبز و قرمز ۱۴۰
۴-۲-۴-۸. بدست آوردن ماشینهای موجود در صف قرمز ۱۴۱
۴-۲-۴-۹. شمارش ماشینهای عبوری از تقاطع در فاز سبز ۱۴۲
۴-۳. عبور وسایل نقلیه عبوری ۱۴۵
۴-۴. مزایا و معایب سیستم پردازش تصویر ۱۴۶
۴-۵. سیستم کنترل هوشمند ترافیک ترکیبی ۱۴۷
۴-۶. سیستم کنترل فازی ۱۴۷
۴-۶-۱. نمودار ورودی و خروجی سیستم فازی ۱۴۹
۴-۶-۲. جدول قوانین فازی ۱۵۰
۴-۶-۳. موتور استنتاج فازی و غیر فازی ساز ۱۵۲
۴-۷. شبیه سازی ۱۵۳
۴-۸. نتیجه گیری ۱۵۵

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱. اینترنت اشیا ۱۵۸
۵-۲. سیستم پیشنهادی ۱۶۵

فهرست مراجع

فهرست مراجع ۱۶۷
چکیده انگلیسی ۱۷۲

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۲. مشابهات شبکه اینترنت با اینترنت اشیا ۵۰
جدول ۲-۲. مقایسه تعداد جمعیت جهان در شبکه.....۵۶
جدول ۴-۱. قوانین فازی..... ۱۵۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱. اینترنت اشیا ۳
شکل ۱-۲. میدان عمل و تاثیرگذاری اینترنت اشیا ۴
شکل ۱-۳. مدل هفت سطحی اینترنت اشیا ۹
شکل ۱-۴. سطح اول مدل مرجع اینترنت اشیا..... ۱۰
شکل ۱-۵. سطح دوم مدل مرجع اینترنت اشیا ۱۱
شکل ۱-۶. سطح سوم مدل مرجع اینترنت اشیا..... ۱۳
شکل ۱-۷. سطح چهارم مدل مرجع اینترنت اشیا ۱۵
شکل ۱-۸. سطح پنجم مدل مرجع اینترنت اشیا ۱۷
شکل ۱-۹. سطح ششم مدل مرجع اینترنت اشیا ۱۸
شکل ۱-۱۰. سطح هفتم مدل مرجع اینترنت اشیا..... ۱۹
شکل ۱-۱۱. امنیت دراینترنت اشیا ۲۰
شکل ۱-۱۲. ارتباط اینترنت اشیا با سایر شبکه ها..... ۲۲
شکل ۱-۱۳. اجزا تشکیل دهنده IOT..... ۲۵
شکل ۱-۱۴. کاربردهای IOT..... ۳۰
شکل ۱-۱۵. خوروهای هوشمند ۳۲
شکل ۱-۱۶. کارخانه هوشمند ۳۳
شکل ۱-۱۷. معماری اینترنت اشیای زیرآب ۳۵
شکل ۱-۱۸. ترنسپورت ۳۷
شکل ۱-۱۹. تله پورت ۳۸
شکل ۱-۲۰. تله پرزنس..... ۳۹
شکل ۱-۲۱. تنوع استفاده از داده حسگرهای اینترنت اشیا..... ۴۲
شکل ۲-۱. ابعاد اینترنت اشیا ۵۰

شکل ۲-۲. اتصال تعداداشیا به اینترنت در سال ۲۰۲۰ ..... ۵۱
شکل ۲-۳. تخمین اشیا متصل به اینترنت ۵۲
شکل ۲-۴. مهمترین عوامل رشد اینترنت اشیا ۵۳
شکل ۲-۵. نمای سازمانی اینترنت اشیا..... ۵۶
شکل ۲-۶. معماری سه لایه اینترنت اشیا..... ۵۷
شکل ۲-۷. معماری چهار لایه اینترنت اشیا..... ۵۸
شکل ۲-۸. نمایش معماری چهار لایه اینترنت اشیا..... ۵۹
شکل ۲-۹.لایه حسگرها در معماری اینترنت اشیا..... ۶۰
شکل ۲-۱۰. لایه شبکه و gateway در معماری اینترنت اشیا..... ۶۱
شکل ۲-۱۱. لایه مدیریت سرویس در معماری اینترنت اشیا..... ۶۲
شکل ۲-۱۲. لایه مدیریت برنامه در معماری اینترنت اشیا..... ۶۴
شکل ۲-۱۳. معماری پنج لایه اینترنت اشیا ۶۵
شکل ۲-۱۴. نمای از معماری شش لایه اینترنت اشیا..... ۶۶
شکل ۲-۱۵. فناوری های حیاتی در اینترنت اشیا..... ۶۷
شکل ۲-۱۶. دسته بندی فناوری های حیاتی در اینترنت اشیا..... ۶۸
شکل ۲-۱۷. بررسی وضعیت عمومی در محیط های مختلف..... ۶۹
شکل ۳-۱. ساختار کلی شبکه حس / کار..... ۸۷
شکل ۳-۲. ساختار خودکار..... ۸۸
شکل ۳-۳. ساختار نیمه خودکار..... ۸۹
شکل ۳-۴. ساختار داخلی گره حسگر / کارانداز..... ۹۰
شکل ۳-۵. پشته پروتکلی ۹۴
شکل ۳-۶. سامانه های پیشرفت مدیریت ترافیک..... ۱۰۳
شکل ۳-۷. سامانه پیشرفته مدیریت ترافیک ATMS..... ۱۰۷
شکل ۳-۸. سیستم موقعیت یاب جهانی GPS ۱۰۹
شکل ۳-۹. سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS..... ۱۱۴
شکل ۳-۱۰. عبور خودرو از روی سنسور..... ۱۲۸

شکل ۳-۱۱. عملکرد کنترل فازی ۱۲۸
شکل ۴-۱. محل نصب دوربین ها ۱۳۳
شکل ۴-۲. تعریف ابعاد انواع وسایل نقلیه عبوری ۱۳۴
شکل ۴-۳. تصویر جاری ۱۳۶
شکل ۴-۴. تصویر زمینه ۱۳۶
شکل ۴-۵. تصویر تفاضل ۱۳۷
شکل ۴-۶. تصویر باینری ۱۳۷
شکل ۴-۷. تصویر باینری با آستانه گیری دو مرحله ۱۳۸
شکل ۴-۸. تصویر بلوک بندی شده ۱۳۹
شکل ۴-۹. تصویر ماشین انتخاب شده ۱۳۹
شکل ۴-۱۰. نمایی از تقاطع شبیه سازی شده ۱۴۰
شکل ۴-۱۱. الگوریتم دو چراغ ۱۴۰
شکل ۴-۱۲. تعیین وضعیت پر و خالی بودن بلوکها ۱۴۱
شکل ۴-۱۳. تصویر جاری ۱۴۲
شکل ۴-۱۴. تعیین وضعیت پرو خالی بودن بلوکها ۱۴۲
شکل ۴-۱۵. مشخص بودن بلوکهای جز صف ۱۴۲
شکل ۴-۱۶. نواحی شناسایی ۱۴۳
شکل ۴-۱۷. الگوریتم شمارش ماشینهای عبوری فاز سبز ۱۴۳
شکل ۴-۱۸. نواحی پر شده تصویر ۱۴۴
شکل ۴-۱۹. تصاویر باینری ۱۴۴
شکل ۴-۲۰. نواحی تخلیه شده تصویر ۱۴۴
شکل ۴-۲۱. تصویر باینری شکل ۲۱ ..... ۱۴۴
شکل ۴-۲۲. استفاده از سنسورهای القایی و دوربین ۱۴۷
شکل ۴-۲۳. ورودی طول صف چراغ قرمز ۱۴۹
شکل ۴-۲۴. ورودی ماشینهای عبوری از تقاطع در فاز سبز ۱۴۹
شکل ۴-۲۵. خروجی سیستم فازی یا زمان تمدید چراغ سبز ۱۵۰

شکل ۴-۲۶. کدهای قوانین ۱۵۱
شکل ۴-۲۷. اجرای کدهای قوانین ۱۵۲
شکل ۴-۲۸. نمایش سه بعدی خروجی ۱۵۲
شکل ۴-۲۹.شبیه سازی در متلب ۱۵۵
شکل ۵-۱. نکات مهم اینترنت اشیا ۱۶۳
شکل ۵-۲. لایه های مختلف الگوهای معماری اینترنت اشیا ۱۶۴
شکل ۵-۳. شاخص های مهم و حجم داده اینترنت اشیا ۱۶۴

فهرست علامت‌ها

علامت‌های لاتین

R	برد ارسال راديويي
N	تعداد گره در ناحيه كاري
A	مساحت ناحيه كاري
T	زمان
W	وزن

علامت‌های یونانی

π	مساحت
λ	طول جغرافیایی
μ	مقیاس پذیری
λk	نرخ خرابی

فصل اول: اینترنت اشیا

۱-۱ – مقدمه

در اواخر قرن بیستم با گسترش فناوری های هوشمند ، توسعه شبکه های ارتباطی و اینترنت، توسعه شبکه های حسگر و سنسورها تلاش ها و مطالعات گسترده ای برای استفاده از این دسته فناوری ها به منظور ارائه راه حل ها برای بهبود زندگی انسان ها شروع شد.[۵،۶] یکی از کاربرد های مهم این فناوری ها ارتباط با اشیا و کسب اطلاعات از طریق این اشیا بود. این پارادایم اولین بار توسط کلوین اشتون در سال ۱۹۹۸ در یک سخنرانی ارائه شد. در واقع راه حل هایی ارائه گردید که با بکارگیری آنها از طریق اینترنت در هر زمان و در هر کجا با هر شی بتوان ارتباط برقرار کرد و شناسایی آنها در شبکه، همچنین دستیابی به اطلاعات محیطی و وضعیت آن شکلهای جدیدی از ارتباط میان افراد و اشیاء و حتی بین خود اشیاء فراهم و باعث معرفی اینترنت اشیاء گردید که علاوه بر افراد و اطلاعات، حاوی اشیاء نیز می شدند[۷] .

تعریف اشیا با توجه به پروژه های تحقیقاتی اروپا بر روی اینترنت اشیا به صورت زیر بیان شده است :

اشیا عبارتند از تمامی شرکت کنندگان فعال در کسب و کار، اطلاعات و فرآیندها که قادر به تعامل و ارتباط در میان خود و با محیط اطراف بوده و به تبادل داده ها و اطلاعات در محیط های احساس می پردازند و همچنین امکان واکنش به حوادث دنیای واقعی، فیزیکی را نیز دارند. اشیا نقش مؤثر بر فرایندهای در حال اجرا را دارا می باشند و همچنین ایجاد اقدامات و خدمات بدون دخالت مستقیم انسان را نیز امکانپذیر می سازند. صنعت نفت و گاز به عنوان یکی از مهمترین صنایع می باشد که لزوم استفاده از فناوری های جدید در جهت افزایش اثرات مطلوب این صنعت با تامین ایمنی همه جانبه

کارکنان و تجهیزات و تاسیسات، به صفر رساندن حوادث و آسیب ها از طریق حذف شرایط ناایمن، ارتقا سلامت افراد و حفاظت از محیط زیست به عنوان سرمایه بشری می باشد.

۱-۲- اینترنت اشیا

اینترنت اشیا (IOT[1]) شبکه ای از اشیا فیزیکی، دستگاه ها، وسایل نقلیه، ساختمان ها و دیگر مواردی هستند که در سیستمهایی متشکل از الکترونیک، نرم افزار، سنسورها و اتصال به شبکه، تعبیه شده اند. این سیستمها عمدتا برای جمع آوری و تبادل اطلاعات بین این اشیا طراحی شده اند.

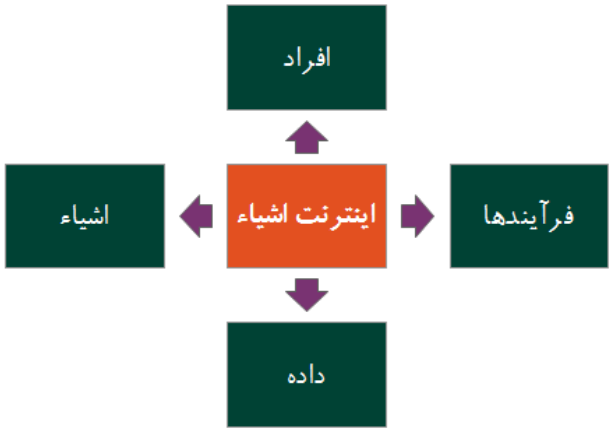
شکل 1-1- اینترنت اشیا

اینترنت اشیا یکی از مجموعه فناوری های نوین است که می تواند در فرآیند های اکتشاف و تولید، پالایشگاه ها، پتروشیمی، خط لوله، حمل و نقل و توزیع استفاده گردد. بررسی این فناوری ها و چگونگی پیدایش اینترنت اشیا به عنوان اولین تحقیقات مشخص شده است. پس از انتشار اینترنت اشیا به عنوان

[1] Internet Of Things

یک راه حل برای ارتباط با اشیا و گرد آوری اطلاعات از آنها معماری هایی برای استقرار و پیاده سازی این راه حل ارائه گردید.

فرآیند ارسال داده‌ها در فناوری اینترنت اشیا بدین ترتیب است که به سوژه‌ی مورد نظر یک شناسه‌ی یکتا و یک پروتکل اینترنتی IP تعلق می‌گیرد که داده‌های لازم را برای پایگاه داده‌ی مربوطه ارسال می‌کند. داده‌هایی که توسط ابزارهای مختلف از قبیل گوشی‌های تلفن همراه، انواع رایانه‌ها و تبلت‌ها قابل مشاهده خواهند بود.



شکل 1-2 : میدان عمل و تاثیرگذاری اینترنت اشیا

روزگاری جورج اورول نوشت آن که گذشته را کنترل می‌کند، آینده را نیز کنترل خواهد کرد. دنیای مدرن و فناوری ارتباطات نشان داده است که در دنیای کسب و کار "آن‌هایی که به داده‌ها و اطلاعات بیشتر و بهتری دسترسی دارند آینده را نیز کنترل خواهند کرد"؛ داشتن اطلاعات در دنیای جدید حکم سقوط سیب در روزگار نیوتون را دارد! اطلاعات به‌روز و مفید آن‌گاه که در زمان مناسب در اختیار اهل فن قرار گیرد، منجر به تولید محصولات و خدماتی می‌شود که زندگی بشر را هر روز بیش از پیش آسان و آسوده می‌کند؛ آسان و آسوده، با همه‌ی پیچیدگی‌ها و مصائب جهان امروز.

3-1- تاریخچه

با اینکه فعالیت در حوزه‌ی فناوری اینترنت اشیا از اوایل دهه ۹۰ میلادی آغاز شد، اما اصطلاح "اینترنت اشیا" را کلوین اشتون در سال ۱۹۹۸ ارائه کرد. جالب است بدانید یکی از توسعه‌دهندگان فناوری اینترنت اشیا محقق و پژوهشگری ایرانی به نام رضا راجی است. آقای راجی یک کارآفرین سریالی، مشاور شرکت‌های نامدار و دانش‌آموخته‌ی مهندسی الکترونیک است و در منطقه‌ی خلیج سان‌فرانسیسکوی ایالات متحده سکونت دارد.

در دهه‌های ۷۰ و ۸۰ میلادی، کامپیوترهای شخصی، نوآوری مهم روز محسوب می‌شدند، سپس به سمت شبکه‌ها حرکت کردیم و بعد دهه ۹۰ میلادی با موج اینترنت همراه بود. اولین دهه هزاره سوم شاهد رشد موبایل بوده است و سپس صحبت‌ها به سمت سرویس‌ها یا رایانش ابری و کلان‌داده گرایش پیدا کرد. با این سیر تکامل، حالا ما در عصر سرویس‌های مبتنی بر تقاضا، (On-Demand) یا آن‌طور که عده‌ای می‌گویند، در دوران Uber به سر می‌بریم؛ دورانی که در آن، Uber (درخواست راننده اختصاصی از طریق تلفن همراه) پای ثابت خیلی از کارها است و اینک در ادامه این مسیر، ما در روزهای آغازین اینترنت اشیا قرار گرفته‌ایم.

این روزها تقریبا غیر ممکن است که هفته‌ای را به سیر در اخبار جهان بگذرانید و با توجه به نوآوری‌های مداوم در صنعت خودروهای بدون راننده درباره اینترنت اشیا (IoT) چیزی نخوانید. اینترنت اشیا همانند بسیاری از نوآوری‌های دیگر طی یک سال گذشته، کلمه پر حاشیه امروزی و شاید آنطور که عده‌ای می‌گویند، مسئله روز فناوری محسوب می‌شود. اشتباه نکنید، ما نمی‌خواهیم از این مفهوم فاصله بگیریم، تاثیری را که اینترنت اشیا بر جهان می‌گذارد کوچک بشمریم یا حداقل ظرفیتی را که در گذر زمان بر دنیای ما به جای خواهد نهاد، نادیده بیانگاریم. نکته مد نظر ما این است که اینترنت اشیا نیز همانند دیگر اصطلاحات پر سر و صدای فناوری در گذشته، تکاملی در جهت چیزی بزرگتر است.

بررسی‌های موسسه گارتنر نشان می دهد که در سال ۲۰۲۰ بیش از ۲۶ میلیارد محصول و کالای مختلف در سراسر جهان به اینترنت متصل خواهند شد و درآمدی که از محل طراحی این نوع محصولات نصیب سازندگان آنها می شود، از مرز ۳۰۰ میلیارد دلار فراتر خواهد رفت. شاید باور کردن چنین تحولاتی در سال ۲۰۱۶ اندکی دشوار باشد، زیرا در شرایط فعلی تنها تلویزیون، گوشی‌های همراه و رایانه‌ها به اینترنت متصل می شوند، اما اگر به این نکته توجه کنیم که شرایط فعلی دنیای فناوری حتی پنج سال پیش از این هم به دشواری قابل تصور بود، ممکن است راحت تر تحولات پرشتاب آینده را بپذیریم. بنابراین، فقط آینده‌ای را تصور کنید که در آن علاوه بر اتصال گوشی‌ها، لپ‌تاپ‌ها، تلویزیون‌ها، سیستم‌های امنیتی و کنسول‌های بازی شما به اینترنت، دوچرخه‌ها، خودروها، لباس‌ها، منازل (درب‌ها، تخت‌خواب‌ها، یخچال، اجاق‌گاز، چراغ‌ها، ماشین لباسشویی، سیستم استریو، قهوه‌سازی و غیره)، دفاتر کاری (درب‌ها، صندلی‌ها، کف‌پوش، سیستم‌های امنیتی، سیستم اینترنتی اشیای پارکینگ و غیره)، چراغ‌های خیابانی، چراغ‌های راهنمایی، باجه‌های عوارض بزرگراه، اتوبوس‌های عمومی، قایق‌ها و کشتی‌ها، بیمارستان‌ها، سازمان‌های دولتی و غیره همگی به اینترنت متصل شده باشند.

مرکز تحقیقات مخابرات ایران، پروژه‌هایی را برای بررسی و پیاده سازی فناوری اینترنت اشیا در ایران انجام داده است. یکی از این پروژه‌ها با عنوان «تدوین کسب و کار اینترنت اشیا در کشور است. در این پروژه بر اساس تجربیات علمی و عملیاتی کشورهای مختلف در حوزه‌های حاکمیت کسب و کار، کاربردها و فناوری‌ها مطالعات اولیه صورت گرفته و نقشه راه ایران با هدف استفاده ایران از فناوری‌های نوین نظیر اینترنت اشیا برای افزایش رفاه اقتصادی، کیفیت زندگی و حفاظت از محیط زیست برای رسیدن به چشم‌انداز اقتصادی ۱۴۰۴ تعیین گردیده است.

اینتل می‌گوید: «اینترنت اشیا، تحول برنامه‌های موبایل، خانگی و درون‌کار است که به اینترنت متصل هستند و قابلیت‌های محاسباتی عالی‌تری را یکپارچه کرده و برای استخراج اطلاعات با معنا از تجزیه و تحلیل داده‌ها سود می‌برند. با این تعریف، به تدریج می‌بینید که تکامل فناوری طی دهه های گذشته چطور به اینترنت اشیا منتهی شده است.

در ایران در بهمن ۱۳۹۴، نخستین سکوی آموزشی و پژوهشی اینترنت اشیا در دانشگاه علم و صنعت به مناسبت دهه فجر راه‌اندازی شد. این دانشگاه با راه‌اندازی این فناوری، نام خود را به عنوان پنجمین دانشگاه دنیا که اینترنت اشیا را تدریس و پژوهش می‌کند، ثبت کرد. در حال حاضر ایران بیستمین کشوری است که از این فناوری پیشرفته و مدرن استفاده کرده و با استفاده از این فناوری تمام اشیا از طریق شبکه‌های اینترانت و اینترنت به هم متصل شده و قابلیت فرمان‌پذیری اشیا از طریق شبکه‌های مخابراتی فراهم شده است. این فناوری پس از بومی‌سازی، اکنون به محصولی ایرانی تبدیل شده است.

اینترنت اشیا در کشورهای پیشرفته دارای استاندارد جهانی است و سعی شده در ایران نیز این استانداردها رعایت گردد. همچنین این سکو با شبکه مخابرات کشور نیزکاملاً مطابقت دارد. برای این که به درک بهتری از مفهوم اینترنت اشیا برسید، فروشگاهی را تصور کنید که دیگر به هیچ وجه نگران تمام شدن محصولاتش نیست، چون سیستم کنترل هوشمند انبار در هر لحظه از موجودی تمام محصولات مطلع است و حتی کار سفارش را نیز خود انجام می دهد. دنیایی را تصور کنید که در آن بتوان یخچال خود را طوری تنظیم کرد که وقتی تعداد تخم مرغ های درون آن به ۲ رسید، به صورت خودکار سفارش خرید تخم مرغ به فروشگاه نزدیک خانه تان ارسال شود، یا اینکه بتوانید روشن یا خاموش بودن اتو یا اجاق گازتان را به وسیله تلفن هوشمندتان از محل کار چک کنید.

استارتاپ های بسیاری تاکنون در این عرصه قدم گذاشته اند. شرکت های نو پای نست و بلاتریکس تنها دو نمونه بسیار کوچک در این میان هستند. این شرکت ها با عرضه محصولاتی نظیر ترموستات هوشمند، سنسور هوشمند تشخیص دود و کلید های برق هوشمند در مسیر تحقق اینترنت اشیا گام برداشته اند. شرکت سیسکو هم یک سیستم شمارنده داینامیک ابداع کرده که به کمک آن می تواند تعداد اشیای متصل را تخمین بزند.

عده زیادی از افراد چنین آینده ای را به کلی انکار می کنند. عده ای هم به این گونه مفاهیم برچسب متافیزیکی زده و آن ها را به آینده ای فرا مادی موکول می نمایند. عده قلیلی هم از دریچه علم و تکنولوژی به این قضایا نگاه کرده و آن ها را تفسیر می کنند.

محققان دانشگاه MIT در حال تجاری سازی مفهومی به نام CityHome هستند که در واقع یک آپارتمان ۲۰۰ فوت مربعی است و می تواند خود را به گونه ای تغییر دهد که متناسب با نیازهای مالکش باشد. برای این کار مالک تنها باید دستش را حرکت دهد. این فناوری برای محیط های کاری هم قابل استفاده است و با به کارگیری آن به راحتی می توان یک اتاق کنفرانس را به اتاقی کوچک مبدل کرد یا حتی دیوارها را حرکت داد تا محیط بیشتری برای حرکت افراد مهیا شود. نتیجه اصلی این تحول استفاده بهینه از محیط خانه و محل کار است، اما فناوری مورد استفاده برای این کار هنوز گران قیمت است.

4-1- مدل مرجع اینترنت اشیا

در ابتدای این فصل ضمن تاکید بر اهمیت اینترنت اشیا و چرایی روند گسترش سریع آن، به ضرورت وجود یک مدل مرجع [8-9] در این حوزه اشاره گردید. در ادامه ، مدل مرجع ارائه شده

توسط شرکت سیسکو با مشارکت شرکت هایی نظیر IBM و Intel معرفی و به کلیات آن اشاره خواهد شد .

شکل 1-3 : مدل هفت سطحی اینترنت اشیا معرفی شده در سال ۲۰۱۴ توسط سیسکو ، Intel و IBM

در ادامه با تمرکز بر روی هر سطح با ماهیت وجودی آن و همچنین ماموریت آن بیشتر آشنا خواهیم شد.

سطح اول: دستگاه های فیزیکی و کنترل کنندگان

مدل مرجع اینترنت اشیا با سطح یک شروع می شود. سطحی که در آن دستگاه های فیزیکی و کنترل کنندگانی قرار می گیرند که ممکن است چندین دستگاه را کنترل نمایند. در سطح فوق، اشیا در اینترنت اشیا قرار دارند که شامل طیف بسیار گسترده ای از دستگاه هایی (Endpoint device) می باشند که قادر به ارسال و یا دریافت اطلاعات هستند. تعداد و تنوع دستگاه هایی که در این لایه قرار می گیرند، بسیار وسیع و گسترده می باشد. برخی دستگاه ها به اندازه یک تراشه سیلیکون می باشند و برخی دیگر به اندازه یک وسیله حمل و نقل IoT می بایست از مجموعه متنوع و گسترده ای از دستگاه ها حمایت نماید. امروزه ده ها تا صدها تولید کننده اقدام به تولید دستگاه های اینترنت

اشیا می نمایند. مدل مرجع، می بایست تسهیلات و امکانات لازم به منظور حمایت و سازگاری بین دستگاه های تولید کنندگان مختلف را ارائه نماید.

شکل 1-4 : سطح اول مدل مرجع اینترنت اشیا

سطح دوم: اتصال

ارتباطات و اتصالات در سطح دوم متمرکز شده اند که مهمترین کارکرد آن انتقال اطلاعات به موقع و مطمئن بین دستگاه ها (سطح یک)، در طول شبکه ها و بین شبکه ها (سطح دوم) است. پردازش اطلاعات سطح پایین در سطح سه اتفاق می افتد. شبکه های مبادله داده سنتی دارای چندین کارکرد می باشند که در مدل مرجع ۷ لایه ای ISO[۲] تشریح شده است. یک سیستم IoT کامل شامل سطوح متعددی علاوه بر شبکه ارتباطات است. یکی از اهداف مدل مرجع IoT ، توان برقراری ارتباط و انجام پردازش های لازم در کنار شبکه های موجود است و نیاز به معرفی و یا ایجاد یک شبکه متفاوت نمی باشد. برخی دستگاه های قدیمی مبتنی بر IP نمی باشند و لازم است دروازه (gateway) ارتباطی معرفی گردد. در برخی دستگاه ها به کنترل کننده های اختصاصی نیاز است

[2] International Organization for Standardization

تا بتوان در عمل، کار ارتباطات را انجام داد. البته این امیدواری وجود دارد که در آینده میزان استاندارد سازی افزایش یابد. به موازات تنوع دستگاه ها در سطح یک مدل مرجع، بدیهی است شاهد تغییر روش های تعامل آنها با تجهیزات ارتباطی موجود در سطح دوم مدل مرجع باشیم. صرف نظر از جزئیات کار، دستگاه های موجود در سطح یک مدل مرجع از طریق تجهیزات ارتباطی موجود در سطح دو مدل مرجع با یک سیستم IoT ارتباط برقرار می نمایند. در شکل 1-5 وظایف و قابلیت های سطح سه نشان داده شده است.

شکل 1-5 : سطح دوم مدل مرجع اینترنت اشیا

سطح سوم: تجزیه و تحلیل عناصر داده ها

وظایف سطح سوم به این ضرورت مهم اشاره دارد که لازم است داده به اطلاعات تبدیل شود تا هم برای ذخیره سازی مناسب باشد و هم بتوان از آن در یک سطح بالاتر (سطح چهارم که وظیفه انباشت داده را برعهده دارد)، استفاده گردد . این بدان معنی است که فعالیت های سطح سوم بر روی تحلیل حجم بالایی از داده و تبدیل متمرکز است. مثلا، یک دستگاه حسگر سطح اول ممکن است چندین نمونه داده را در هر ثانیه تولید کند. ۲۴ ساعت طی روز و ۳۶۵ روز طی یک سال. یکی از

اصول مهم مدل مرجع اینترنت اشیا، قابلیت پردازش در اولین مکان و ترجیحا در بخش لبه(edge) شبکه توسط سیستم های هوشمند است که به آن محاسبات مه (fog computing) نیز گفته می شود. سطح سوم جایی است که این اتفاقات محقق می گردد. داده معمولا توسط دستگاه های تجهیزات شبکه ای سطح دوم (سطح اتصال) در واحدهای کوچک ارسال می گردد. در سطح سوم، پردازش بر روی آنها به صورت packet-by-packet انجام می شود. این پردازش محدود است چراکه صرفا در رابطه با واحدهای داده آگاهی وجود دارد و در خصوص مواردی نظیر sessions و یا تراکنش ها این آگاهی وجود ندارد. در سطح سوم پردازش های متعددی می تواند انجام شود :

- **بررسی** : بررسی داده برای معیارهایی در خصوص ضرورت پردازش در یک سطح بالاتر
- **قالب دهی** : فرمت مجدد داده برای سازگاری پردازش های سطح بالاتر
- **گسترش و رمزگشایی** : پردازش داده رمزی با محتوای اضافی نظیر منشاء آن
- **تقطیر و کاهش** : کاهش و یا خلاصه سازی داده با هدف به حداقل رساندن تاثیر داده و ترافیک بر روی شبکه و سیستم های پردازش سطح بالاتر
- **ارزیابی** : تعیین این که داده یک میزان آستانه و یا هشدار را نشان می دهد . این موضوع می تواند منجر به هدایت داده به مقاصد اضافه گردد.

شکل 1-6 : سطح سوم مدل مرجع اینترنت اشیا

سطح چهارم: انباشت داده (ذخیره سازی)

سیستم های شبکه ای با هدف انتقال مطمئن داده ایجاد شده اند. از این منظر می توان اطلاعات را داده در حال حرکت در نظر گرفت که می بایست با ضریب اطمینان بالا از نقطه ای به نقطه دیگر انتقال یابند. تا قبل از سطح چهارم، داده در طول شبکه و بر اساس اندازه و ساختار تعیین شده توسط دستگاههای تولید کننده داده جابجا می شود. مدل، رویداد محور است. یعنی همزمان با تولید داده، داده منتقل میشود. همانگونه که قبلا اشاره گردید، دستگاه های موجود در سطح اول مدل مرجع اینترنت اشیا دارای قابلیتهای محاسباتی و یا پردازشی نمی باشند. این وضعیت در سطح دوم مدل مرجع تا حدودی تغییر می کند و امکان انجام برخی فعالیت های محاسباتی نظیر ترجمه پروتکل ها یا تدوین و تنظیم قواعد امنیتی شبکه در قالب برخی برنامه ها وجود دارد. همزمان با حرکت به سمت سطوح بالاتر، امکان انجام پردازش های بیشتری فراهم می گردد. به عنوان نمونه با رسیدن به سطح سوم، امکان انجام پردازش هایی نظیر بازرسی بسته فراهم می گردد. اکثر برنامه ها نمی توانند و یا نیاز ندارند که داده را با سرعت شبکه کابلی پردازش نمایند. برنامه ها در مواجه با داده آنها را داده در حال حرکت تلقی نمی کنند. بلکه به منزله داده هایی نگاه

می کنند که در حال استراحت و یا تغییرناپذیر در حافظه و یا بر روی دیسک می باشند. منظور از تغییر ناپذیر این است که امکان تغییر آنها توسط منبع تولید کننده داده وجود ندارد و داده تولید شده با ذخیره بر روی یک رسانه ذخیره سازی در انتظار پردازش توسط برنامه های بالادستی گذر ایام می کند. با این نگرش می توان به این تعریف کلی در خصوص سطح چهارم مدل مرجع اینترنت اشیا اشاره کرد که در این سطح، داده در حال حرکت به داده در استراحت تبدیل می شود. سطح چهارم مسئولیت تعیین تکلیف موارد زیر را برعهده دارد :

- **اگر داده مورد علاقه سطوح بالاتر باشد** : سطح چهارم بگونه ای پیکربندی می گردد تا با انجام پردازش های لازم بتواند نیازهای یک سطح بالاتر را تامین نماید .

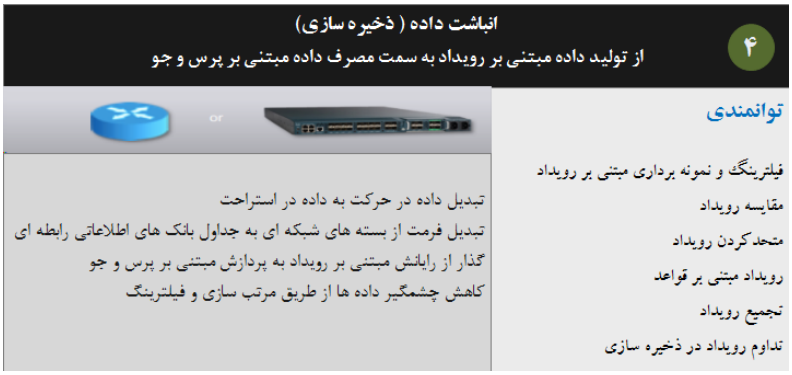
- **اگر نیاز به ذخیره داده باشد** : داده می بایست بر روی دیسک ذخیره گردد و یا برای استفاده کوتاه مدت در حافظه ذخیره شود .

- **نوع فضای ذخیره سازی مورد نیاز** : از چه گزینه ای می بایست جهت ذخیره داده استفاده کرد؟ یک سیستم فایل، سیستم کلان داده و یا بانک اطلاعاتی رابطه ای

- **اگر نیاز به سازماندهی صحیح داده باشد** : آیا داده برای ذخیره بر روی سیستم ذخیره سازی مورد نیاز بطور مناسب سازماندهی شده است؟

- **اگر نیاز به ترکیب مجدد و یا محاسبه مجدد داده باشد**: ممکن است لازم باشد تا داده با اطلاعات ذخیره شده قبلی ترکیب، تجمیع و یا مجددا محاسبه گردد. برخی از این داده ها ممکن است ریشه در منابع غیر از اینترنت اشیا داشته باشند .

پس از ضبط و قرار دادن داده در وضعیت استراحت توسط سطح چهارم، امکان دستیابی به داده توسط برنامه ها به صورت غیربلادرنگ فراهم می گردد و برنامه ها می توانند در زمان نیاز به داده دستیابی داشته باشند. بطور خلاصه در خصوص وظیفه سطح چهارم می توان گفت که در این سطح داده مبتنی بر رویداد را به پردازش مبتنی بر query تبدیل می گردد. این یک مرحله حیاتی در ایجاد پل بین تفاوت های دنیای شبکه های بلادرنگ و دنیای برنامه های غیر بلادرنگ است .



شکل ۱-۷ : سطح چهارم مدل مرجع اینترنت اشیا

سطح پنجم: چکیدگی داده (تجمیع و دستیابی)

سیستم های اینترنت اشیا می بایست قابلیت بزرگ تر شدن در ابعاد مختلفی را دارا باشند از یک سازمان محلی گرفته تا یک سازمان با کلاس کار جهانی. همچنین لازم است اینگونه سیستم ها قابلیت حمایت از سیستم های ذخیره سازی مختلفی را دارا باشند تا بتوان داده دستگاه های اینترنت اشیا و داده سیستم های قدیمی سازمانی نظیر ERP ، HRMS و CRM را ذخیره کرد. وظایف سطح پنجم مدل مرجع اینترنت اشیا، تمرکز بر روی تفسیر داده و فضای ذخیره سازی آن با هدف تسهیل در پیاده سازی و بهبود عملکرد سیستم ها است. علی رغم این که دستگاه های متعددی

درگیر تولید داده می باشند، ولی به دلایل مختلفی نمی توان داده های تولیدی را در یک فضای ذخیره سازی یکسان ذخیره کرد:

- ممکن است حجم داده به اندازه ای باشد که نتوان آنها را در یک مکان ذخیره کرد.
- انتقال و یا جابجایی داده درون یک بانک اطلاعاتی ممکن است نیازمند توان پردازشی بسیار زیادی باشد. از این رو می بایست فرآیند بازیابی داده از فرآیند تولید داده جدا گردد. امروزه با بکارگیری بانک های اطلاعاتی OLTP[3] و انبار داده این کار محقق می گردد. دستگاه ها ممکن است از لحاظ جغرافیایی جدا از هم باشند و پردازش به صورت محلی بهینه سازی گردد.
- سطوح ۳ و ۴ ممکن است جریان مستمر داده خام را از داده ای که بیانگر یک رویداد می باشد، تفکیک نمایند. در چنین مواردی، برای ذخیره سازی جریانی از داده خام ممکن است از یک سیستم کلان داده نظیر هدوپ استفاده شود و برای ذخیره سازی داده مرتبط با یک رویداد، از یک سیستم مدیریت بانک اطلاعاتی رابطه ای(RDBMS[4])که قادر به اجرای query با سرعت بیش تری است، استفاده گردد.
- ممکن است به نوع های مختلفی از پردازش داده نیاز باشد .

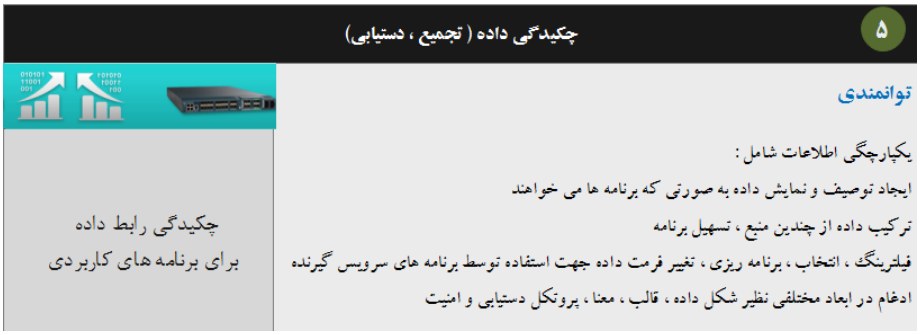
با توجه به دلایل فوق، سطح چکیدگی داده می بایست قادر به پردازش موارد مختلفی باشد:

- تلفیق چندین قالب داده از چندین منبع

[3] online transaction processing

[4] Relational Data Base Management System

- تضمین انسجام معانی داده در بین تمامی منابع
- تایید کامل بودن داده جهت استفاده توسط برنامه های سطوح بالاتر
- تجمیع و ادغام داده در یک مکان (با ETL ، یا ELT و یا تکثیر داده) یا ارائه دستیابی به چندین مکان ذخیره سازی از طریق بصری سازی داده
- حفاظت داده با احراز هویت و مجوزهای مناسب
- [5]عادی سازی یا غیر عادی ساز[6] و ایندکسینگ داده برای دستیابی سریع به داده



شکل 1-8 : سطح پنجم مدل مرجع اینترنت اشیا

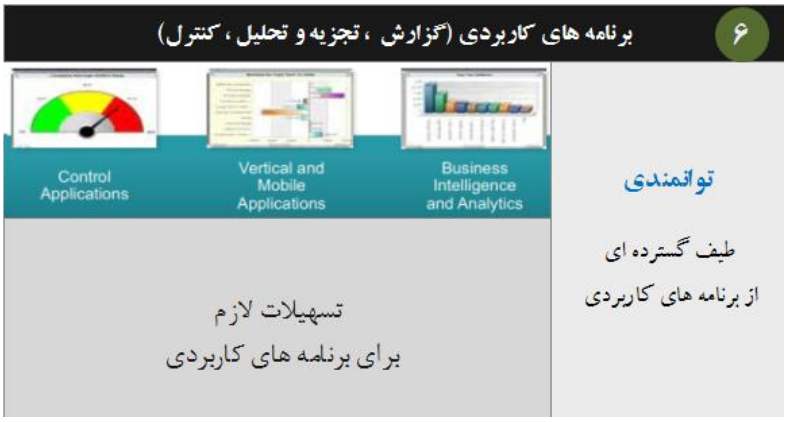
سطح ششم: برنامه ها (گزارش، تجزیه و تحلیل، کنترل)

سطح ششم ، سطح برنامه است. جایی که تفسیر اطلاعات انجام می شود. نرم افزار در این سطح با سطح ۵ و data at rest تعامل برقرار می کند، بنابراین به سرعتی در حد سرعت شبکه نیاز نخواهد بود.

[5] normalizing

[6] denormalizing

مدل مرجع اینترنت اشیا در خصوص ماهیت یک برنامه سکوت می کند و خود را درگیر این موضوع نکرده است. چرا که برنامه ها می توانند طیف بسیار گسترده ای را شامل شوند که به عوامل مختلفی نظیر وضعیت بازار، ماهیت داده دستگاه ها و نیازهای کسب و کار بستگی دارد. مثلا برخی برنامه ها بر روی مانیتورینگ داده دستگاه ها تمرکز می نمایند، برخی دیگر بر روی کنترل دستگاه ها تمرکز دارند و برخی دیگر داده دستگاه ها و داده غیر دستگاه ها را ترکیب خواهند کرد. پیاده سازی برنامه های کنترل و مانیتورینگ، مستلزم بکارگیری معماری و الگوهای مختلف برنامه نویسی است که اشاره به آنها خارج از بحث مدل مرجع اینترنت اشیا است .



شکل 1-9 : سطح ششم مدل مرجع اینترنت اشیا

سطح هفتم: فرآیندها و تعامل (شامل افراد و فرآیندهای کسب و کار)

در اینترنت اشیا، افراد و فرآیندها نیز درگیر کار می شوند. در سطح ۷ مظهر این درگیری و تعامل را می توان مشاهده کرد. اطلاعات تولید شده توسط سیستم ها می بایست منجر به یک اقدام و یا

واکنش مناسب گردند در غیر این صورت دارای ارزش اندکی خواهند بود. برای اقدام و واکنش مناسب، نیازمند افراد و فرآیندها می باشیم. برنامه ها با اجرای منطق کسب و کار، قدرت را به انسان هدیه می کنند و افراد با توجه به نیازهای مختص به خود از برنامه ها و داده های مرتبط استفاده می نمایند. اغلب، چندین فرد از برنامه مشابهی برای محدوده ای از اهداف مختلف استفاده می نمایند. بنابراین، هدف برنامه نیست، هدف تقویت و قدرتمند کردن افراد برای انجام کارهایشان است. برنامه های سطح ششم به کاربران کسب و کار داده صحیح را در زمان مناسب ارائه می نمایند تا آنها بتوانند اقدامات درستی را انجام دهند. اکثر اقدامات در یک حوزه کاری نیازمند بکارگیری چندین فرد است، بنابراین می بایست افراد قادر به ارتباط و تعامل با یکدیگر باشند. تعامل و همکاری نیازمند دنبال نمودن مراحل مختلفی است و معمولا فراتر از چندین برنامه است. به همین دلیل است که سطح هفتم، در یک سطح بالاتر نسبت به برنامه نشان داده می شود .

شکل 1-10 : سطح هفتم مدل مرجع اینترنت اشیا

پس از آشنایی با کلیات هفت سطح مدل مرجع اینترنت اشیا بد نیست اشاره ای هر چند اندک به معقوله بسیار مهم امنیت در اینترنت اشیا نیز داشته باشیم.

۱-۵ - امنیت در اینترنت اشیا

امنیت اینترنت اشیا و تمرکز بر روی هر یک از سطوح هفت گانه و همچنین مبادله داده بین سطوح، مستلزم صرف زمان بسیار زیادی است. در این مطلب صرفا به این نکته مهم اشاره می گردد که سنجش امنیت می بایست:

- ایمن سازی هر دستگاه و یا سیستم را انجام دهد.
- امنیت را برای تمامی فرآیندها در هر یک از سطوح ارائه نماید.
- ایمن سازی انتقال داده و تعامل بین هر سطح را تامین نماید.

شکل 1-11 : امنیت در اینترنت اشیا

در طی سه مطلب سعی گردید ضمن معرفی مدل مرجع اینترنت اشیا با کلیات وظایف هر یک از سطوح هفت گانه آن آشنا شویم. مدل مرجع IoT اولین قدم تعیین کننده به سمت استاندارد سازی مفهوم و واژگان پیرامون اینترنت اشیا است. از دستگاه های فیزیکی و کنترل کنندگان در سطح یک

گرفته تا تعامل و فرآیندها در سطح هفتم. مدل مرجع IoT مجموعه ای از قابلیت های مورد نیاز و همچنین نگرانی هایی که می بایست قبل از بکارگیری دستاوردهای آن در حوزه کسب و کار به آنها توجه شود را مشخص کرده است.

۱-۶- عملکرد اصلی اینترنت اشیا

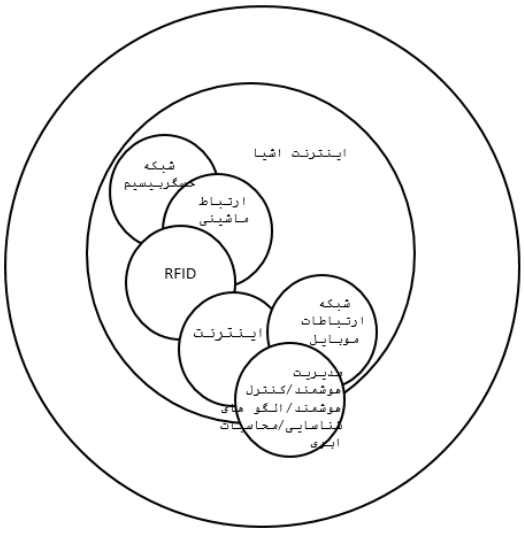
اینترنت اشیا دارای سه عملکرد مهم است :

۱- **جمع آوری جامع:** با استفاده از حسگرها،کد و بارکد های دو بعد و... مبادرت به جمع آوری اطلاعات از اشیا در هر زمان، هر مکان صورت می گیرد.

۲- **انتقال قابل اطمینان:** ارائه اطلاعات مربوط به اشیا را از طریق انواع شبکه های ارتباط امین واز راه دور و اینترنت به صورت بلادرنگ.

۳- **پردازش هوشمند:** با استفاده از محاسباتی هوشمند مانند محاسبات ابری و فازی میتوان به شناسایی، تجزیه و تحلیل و پردازش مقادیر زیادی از داده ها و اطلاعات، به منظوراجرای کنترل هوشمند اشیا پرداخت.

به عبارت دیگر اینترنت اشیا را می توان یک شکل جدید از شبکه بر اساس اینترنت دانست که بسیار بزرگتر دیده می شود. شبکه ای که از دستگاه ها و شبکه های کامپیوتری با فناوری های پیشرفته شکل گرفته است.



شکل ۱-۱۲ : ارتباط اینترنت اشیا با سایر شبکه های موجود [15]

7-1- پارامترهای مهم در طراحی اینترنت اشیا

در طراحی اینترنت اشیا توجه به ۶ جنبه حائز اهمیت است:

۱. قابلیت گسترش Scalability
۲. حریم شخصی Privacy
۳. مقرون به صرفه بودن Affordability
۴. سهولت در گسترش (آدرس دهی)
۵. متن آگاهی Context-Awareness
۶. امنیت Security

1-7-1- قابلیت گسترش Scalability

اینترنت اشیا ماهیتی جز کارگذاری سنسور بر روی اشیا فیزیکی برای مانیتور و کنترل کردن آنها

ندارد. بر اساس پیش بینی سیسکو تا سال ۲۰۲۰ بین ۴۰ تا ۵۰ بیلیون دستگاه گوناگون IoT به اینترنت متصل خواهند شد. بنابراین بسیار مهم است که زیر ساختار شبکه IoT قابلیت پشتیبانی از این تعداد نجومی دستگاه ها را داشته باشد.

2-7-1- حریم شخصی Privacy

یکی از مهمترین جنبه های هر شبکه، مبحث امنیت حریم و اطلاعات شخصی افراد می باشد، که IoT نیز از این مهم مستثنی نیست. اما در IoT بدلیل ارتباط زیاد بین دستگاه ها، سنسورها و عملگرها، اهمیت این مهم دو چندان می شود.

3-7-1- مقرون به صرفه بودن Affordability

در ابتدا بازگشت سرمایه عامل مهمی در سرمایه گذاری های حوزه IoT بود، اما امروزه با توجه به گسترش سریع و روزافزون این سیستمها قابلیت پیاده سازی با هزینه معقول (اگرچه بالا اما قابل امکان) از اهمیت بیشتری برخورداراست. از این رو استفاده از گوشی ها و تبلت ها با توجه به تنوع و قدرت سنسورهای آنان از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است.

4-7-1- سهولت در گسترش (آدرس دهی) Ease of Development: Address Complexity

آنچنان که ذکر شد، در آینده ای نه چندان دور تعداد دستگاه های IoT بسیار زیاد خواهد بود. از این رو ایجاد یک پلتفرم نه تنها کارا و موثر، بلکه دارای قابلیت گسترش سریع و آسان بر اساس نیاز مهم خواهد بود.

5-7-1- متن آگاهی Context-Awareness

ارزش واقعی یک سیستم IoT زمانی آشکار می شود که بتوان زمینه های فیزیکی همچون چه اتفاقی ؟ چگونه؟ کی؟ کجا؟ و چرا اتفاق افتاد؟ را از داده های عددی سنسورها استخراج کرد. از این رو متن آگاهی یکی از جنبه های مهم طراحی هر سیستم اینترنت اشیا می باشد.

6-7-1- امنیت Security

در واقع امنیت در بحث IoT چیزی بیش از امنیت سیستمهای IT نیست. اما از آنجا که هرگونه اختلال در امنیت سیستمهای مجازی میتواند بطور مستقیم دنیای فیزیکی واقعی را تحت تاثیر قرار دهد، امنیت در IoT دارای حساسیت و اهمیت دو چندان می شود. برقراری امنیت شاید بزرگترین چالش در IoT باشد. چنان‌چه هکرها کنترل شبکه را به عهده بگیرند رویدادهای ناگواری به وقوع خواهد پیوست. برای مثال با ایجاد خرابکاری در سیستم چراغ‌های راهنمایی، می‌توان یک شهر را به هم ریخت! البته امنیت در اینترنت فعلی هم یک چالش بزرگ به شمار می‌آید، اما در اینترنت اشیا این مسئله ابعاد بزرگتری پیدا می‌کند. توزیع‌شدگیِ بیشتر شبکه و به تبع آن نقاط ورود بیشتر به سیستم، یکی از دلایل این موضوع است. همچنین اشیایی که قرار است به اینترنت متصل شوند، معمولاً ساختار و معماری ساده‌تری نسبت به کامپیوترها دارند و این پیاده‌سازی ابزارهای امنیتی را در آن‌ها دشوار می‌سازد. آخرین دلیل و به عقیده نگارنده مهم‌ترین دلیل، این است که اینترنت اشیا خیلی بیشتر از اینترنت فعلی به زندگی واقعی نزدیک شده است. در واقع نفوذ به چنین شبکه‌ای معادل با نفوذ به زندگی روزمره‌ی کاربران خواهد بود!

مفهوم حریم شخصی همواره همراه با امنیت به کار برده شده است، اما در این بحث مناسب است که توجه جداگانه‌ای به آن بشود؛ چرا که در اینترنت اشیا اطلاعات خصوصی بیشتری نسبت به وضعیت

کنونی بر روی شبکه قرار می‌گیرد. یکی از این اطلاعات خصوصی، سبک زندگی افراد است؛ این که چه ساعاتی را در خانه به سر می‌بریم، چه فیلم‌هایی تماشا می‌کنیم و حتی این که چه غذایی می‌خوریم! امروزه تنها ۱۰ درصد از ترافیک اینترنت، رمزنگاری شده است، اما در آینده افزایش این رقم ضروری به نظر می‌رسد.

افزایش تقاضا برای خرید تجهیزاتِ با قابلیت اتصال به شبکه، افزایش رقابت را در این حوزه به دنبال خواهد داشت. البته برعکس آن نیز دور از ذهن نیست، یعنی با تبلیغات بیشتر برای سودآوریِ هرچه بیشتر صاحبان صنایع، تقاضای بیشتری از سوی مصرف‌کنندگان ایجاد شود! در هر صورت، تولیدکنندگان و خدمات‌دهندگان در سراسر دنیا، پروتکل‌ها، پلت‌فرم‌ها و فناوری‌های خودشان را عرضه خواهند نمود و در نتیجه ممکن است سازگاری بین تجهیزات مختلف دچار مشکل شود. از آن جایی که هنوز ساختار IoT در حال تکامل است، ورود نهادهای استانداردسازی (از جمله IEEE) نیز ممکن است پیشرفت را محدود سازد.

شکل 1-13 : اجزاء تشکیل دهنده IoT

این حلقه بازخورد به شما اجازه می دهد تا بتوانید مانیتورینگ و کنترل اشیا را از راه دور و از طریق اینترنت انجام دهید(نظیر بهبود عملیات مستمر). تصمیم گیری در یک فضای تاریک در خصوص رویدادهای واقعی، جای خود را به تصمیم گیری بر اساس داده صحیح، به روز و بلادرنگ می دهد و فرد یا نهاد تصمیم گیرنده دارای هوشمندی لازم جهت اتخاذ بهترین تصمیم و واکنش سریع در قبال مسائل خواهد بود. بدیهی است با نگاهی این چنین به مسائل و روش برخورد با آنها، رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده در حد یک آرزو باقی نخواهد ماند .

در بالا به مفهوم کلی امنیت در اینترنت اشیا اشاره گردید و بطور کلی باید گفت، اینترنت اشیا مانند هر چیز دیگر نیمه تاریکی نیز دارد. امنیت مهم‌ترین مساله‌ای است که اکثریت مصاحبه شوندگان به آن اشاره کرده‌اند. اکثر وسایل برقی که قرار است به این شیوه به اینترنت متصل شوند آسیب پذیر و قابل نفوذ بوده و توسط هکرها، سارقان اینترنتی، دولت‌ها و نهادهای اطلاعاتی قابل سوء استفاده خواهند بود، بر همین اساس یک جاسوس دولتی یا یک هکر می‌تواند، کنترل تمامی ابزار و وسایل مورد استفاده فرد در منزل، محل کار و دیگر محیط‌ها را به دست بگیرد و اطلاعات مفصل و دست اولی در مورد عادات زندگی خصوصی و حرفه‌ای مردم جمع‌آوری کند.

پیش از این، این نوع سوء استفاده‌ها محدود به هک کردن دوربین‌های امنیتی و مداربسته یا وب‌کم‌ها بود، اما اگر قرار باشد یخچال، اتومبیل، لامپ، شیر آب منزل و... هم به اینترنت متصل باشند، پیامدهای حملات هکری به آنها فاجعه بار بوده و می‌تواند به بهای جان انسان‌ها تمام شود. بحث دیگر افزایش پیچیدگی زندگی در جهان پس از همه‌گیر شدن اینترنت اشیا است. در شرایطی که اشتباهات و نقص‌های فنی کوچک رایانه‌ها و گوشی کاربران را کلافه می‌کند و پیشبرد امور شخصی و حرفه‌ای مالکانشان را برای مدتی کوتاه یا طولانی مختل می‌کند، تصور از کار افتادن یا نقص فنی وسایل خانگی متصل به اینترنت بسیار نگران کننده خواهد بود. ممکن است به همین علت در آینده شاهد از کار

افتادن بسیاری از وسایل ضروری زندگی باشیم و یافتن راه‌حلی برای مشکلات به وجود آمده بسیار دشوار یا غیرممکن باشد.

پیچیدگی جهان مبتنی بر اینترنت اشیا و تبعات امنیتی آن ممکن است بسیاری از افراد یا کشورها را به عدم استفاده از دستاوردهای این پدیده ترغیب کند. کاربرد فناوری‌های یاد شده به نفع بسیاری از کشورهای در حال توسعه است، اما ممکن است این کشورها به دلایل دیگری از جمله هزینه‌های سنگین قادر به استفاده از آن نباشند. بنابراین از راه رسیدن اینترنت اشیا به جای کاهش شکاف دیجیتال، ممکن است حتی آن را تعمیق کند. بسیاری از افراد ممکن است نتوانند یا نخواهند از این سبک زندگی نوین استقبال کنند و آن را به دلایل اقتصادی، سیاسی، مالی، امنیتی و فرهنگی در تعارض با آنچه مطلوب می‌پندارند، بدانند. حال اگر بنگاه‌های بزرگ اقتصادی و دولت‌ها تصمیم بگیرند به سمت استفاده از اینترنت اشیا حرکت کنند و عده‌ای از شهروندان تمایلی به این امر نداشته باشند، شکاف‌ها و اختلافات اجتماعی تشدید خواهد شد. چون با نصب دستگاه‌ها و سیستم‌های جدید فناوری مبتنی بر اینترنت اشیا به عقاید و دیدگاه‌های این افراد بی‌توجهی خواهد شد. مجبور کردن مردم به خرید لوازم خانگی قابل اتصال به اینترنت و طراحی آنها به گونه‌ای که عدم استفاده از چنین قابلیت‌هایی مشکلاتی ایجاد کند نیز از جمله دغدغه‌های دیگر مصاحبه شوندگان بوده است.

باید توجه داشت که امروزه هم با قطع اتصال رایانه و گوشی به اینترنت نمی‌توان از حفظ امنیت و حریم شخصی مطمئن بود و همین نگرانی در سطوحی بالاتر در مورد دیگر وسایل قابل اتصال به اینترنت وجود خواهد داشت. البته آنهایی هم که به استفاده از اینترنت اشیا علاقه دارند، ممکن است کاربرد آن را به‌خصوص در محیط‌های کاری غیرانسانی بدانند. امروزه از وسایل الکترونیک پوشیدنی برای کنترل کارمندان در محیط‌های کاری استفاده می‌شود. در آینده انجام این کار با پیشرفت فناوری به مراتب آسان‌تر بوده و موجب نقض حریم شخصی افراد و تبدیل آنها از نظر کارفرمایان به اعداد خواهد شد.

بنابراین ممکن است تا سال ۲۰۲۵ یعنی زمان همه‌گیر شدن اینترنت اشیا دیگر اثری از حریم شخصی باقی نماند و انسان‌ها روح خود را از دست بدهند.

برخی مصاحبه شوندگان معتقدند باید در برابر این روند ایستادگی کرد و لزومی ندارد انسان‌ها برای آسایش بیشتر و بهره‌مندی از مزایای فناوری حریم شخصی خود را قربانی کنند. لزومی ندارد همه چیز به اینترنت متصل باشد و همچنین می‌توان وسایل متصل به اینترنت را به گونه‌ای تنظیم کرد تا برقراری ارتباط میان آنها و سرورها به صورت رمزگذاری شده صورت گیرد تا جلوی سوء استفاده شرکت‌های بزرگ از داده‌های شخصی افراد گرفته شود. همچنین می‌توان از شبکه‌های خصوصی و فناوری کلود برای خصوصی‌سازی و شخصی‌سازی اطلاعات به اشتراک‌گذاری شده، استفاده کرد. تعریف دقیق مفاد موافقت نامه‌های کاربری میان کاربران، شرکت‌ها و دولت‌ها هم می‌تواند به افراد در جهت دفاع از حقوقشان کمک کند و تا حدی جلوی سوء استفاده دولت‌ها و شرکت‌ها را بگیرد. همچنین می‌توان پلت‌فرم‌های متن باز و ایمنی را بر همین اساس طراحی کرد. با این حال هیچ یک از این راه‌حل‌ها قطعی و یقین‌آور نیست و هیچ فردی در زمان استفاده از اینترنت اشیا نمی‌تواند از حفظ حریم شخصی و امنیتش مطمئن باشد.

8-1- کاربردهای اینترنت اشیا

ابزارهای اینترنت اشیا هر چیزی را در بر می‌گیرند، از اپ‌های تلفن هوشمند که دمای اتاق شما را کنترل می‌کنند تا تجهیزات روشنایی، کنترل تلویزیون و سایر کالاهای الکترونیکی صوتی و تصویری، سیستم‌های الکترونیکی که ازدحام‌های ترافیکی را اداره کرده یا جاهای پارک را در شهرها مدیریت می‌کنند و بسیاری موارد دیگر. کاربردهای عملی اینترنت اشیا تنها به خانه‌ها و صنایع محدود نمی‌شود، بلکه حوزه‌های متنوع دیگری مانند مدیریت و کسب‌وکار، کشاورزی، بهداشت و سلامت، انرژی، حمل

و نقل، دفاع، تحقیق و توسعه و بسیاری از کاربردهای بی‌درنگ دیگر را نیز در بر می گیرد. در زندگی روزمره ما، مثال‌های فراوانی از اینترنت اشیا وجود ندارند که می‌توانیم به آن‌ها اشاره کنیم. بعضی از این موارد عبارتند از:

- ❖ خودرویی با حس‌گرهای توکار برای نظارت بر شرایط آن.
- ❖ حیوانی با یک زیست‌تراشه فرستنده و گیرنده منحصر به فرد برای شناسایی حیوانات اهلی.
- ❖ شخصی با یک ابزار نظارت قلب کاشته شده برای نظارت بر شرایط و عملکرد قلب.
- ❖ یک هواپیما با حس‌گرهای اینترنت اشیا برای شناسایی میزان استهلاک .
- ❖ تحلیل‌گر هوشمند بدن که به شما کمک می‌کنند سالم و متناسب بمانید.
- ❖ گجت‌های پوشیدنی متصل به اینترنت مانند حلقه‌ها و ساعت‌ها که با داده‌های بی‌درنگ تلفن هوشمند شما ارتباط برقرار می‌کنند، بدون آن‌که عملا آن را بررسی نمایید.
- ❖ سیستم‌های هوشمند مدیریت انرژی با حس‌گرهای نور و دما که بر مصرف برق نظارت داشته، پنکه‌ها و سیستم تهویه هوا را کنترل کرده و به‌طور خودکار چراغ‌ها را خاموش می‌کنند.
- ❖ گذشته از مواردی که در بالا به آن‌ها اشاره کردیم، کاربردها و پیشرفت‌های بسیار بیشتری در رابطه با ابزارهای اینترنت اشیا وجود دارند. این اشیای فیزیکی به اینترنت متصل شده و یک آدرس IP را دریافت می‌کنند، سپس انتقال و تبادل داده‌ها روی شبکه و بین ابزارهای متصل انجام می‌شود.

نوع کاربرد IoT را می توان بر اساس بزرگی و پیشرفته بودن لایه های معماری سرویس محور این سیستم مشخص کرد. در کل می توان این کاربردها را به گروه های اصلی زیر تقسیم بندی کرد:

۱) رسانه

۲) مانیتورینگ محل

۳) مدیریت زیر ساختارهای بنیادی

۴) مدیریت خط تولید

۵) مدیریت انرژی

۶) سیستمهای پزشکی

۷) اتوماسیون ساختمان

۸) حمل و نقل

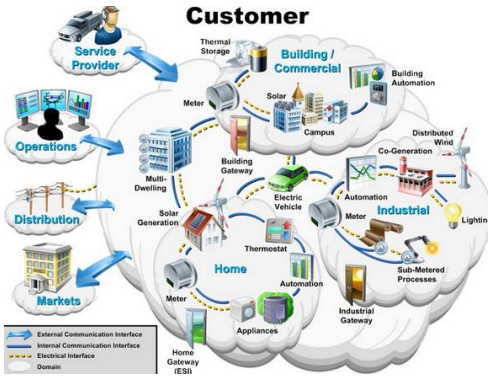
کاربردهای ذکر شده را می توان به چهار گروه اصلی زیر طبقه بندی کرد:

۱) مصارف شخصی

۲) حمل و نقل

۳) مصارف صنعتی و بازرگانی

۴) خدمات ملی و اجتماعی



شکل ۱-14 : کاربردهای IOT [13]

کاربردهای IoT – مصارف شخصی

در این کاربرد اطلاعات جمع شده از سنسورها صرفا فقط توسط افرادی که صاحب شبکه هستند، استفاده می شود مانند شبکه بی سیم(WiFi[7]) ها. از جمله مصرف شخصی می توان به سیستم محافظ سلامت همه جا حاضر (Ubiquitous Helathcare) برای افراد بیمار در منزل اشاره کرد. در این سیستمها می توان از تلفنهای هوشمند جهت گرفتن اطلاعات و سپس از IoT برای ایجاد پلتفرم مانیتورینگ و حتی انجام فوریتهای پزشکی از راه دور استفاده کرد. از دیگر مصارف شخصی می توان به اتوماسیون ساختمان اشاره کرد که در آن می توان تجهیزاتی از قبیل تهویه هوا، یخچال، قهوه جوش و غیره را بطور هوشمند کنترل کرد.

کاربردهای IoT – حمل و نقل

امروزه ترافیک شهری سهم بسزایی در تولید آلودگی صوتی و همچنین کیفیت هوای شهری دارد. ازدحام ترافیک بطور مستقیم هزینه های سنگینی را بر دوش اقتصاد و فعالیت های اجتماعی در اکثر شهرها می گذارد. سیستم اطلاعات ترافیکی پویا می تواند به برنامه ریزی بهتر ترافیک شهری کمک شایانی کند. IoT در حمل و نقل می تواند با کمک شبکه های سنسوری بی سیم در مقیاس بزرگ برای مانیتورینگ لحظه به لحظه زمان مسافرت ها، طول صف اتومبیل ها و اندازه گیری آلاینده های صوتی و هوا بکار رود.

کاربردهای IoT – کاربرد های صنعتی و بازرگانی

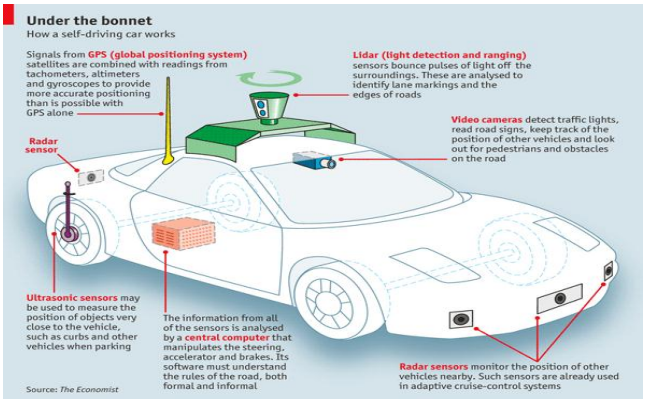
سنسور برای تامین امنیت، اتوماسیون، کنترل آب و هوا و غیره همواره بخش جدایی ناپذیر از راه اندازی کارخانه بوده است. سیستمهای سنسوری به تدریج با سیستمهای بی سیم برای داشتن انعطاف

[7] Wireless Fidelity

بیشتر در ایجاد تغییرات سیستمی جایگزین خواهند شد. این مهم در واقع چیزی جز یک زیر شبکه IoT جهت نگهداری کارخانه نیست. یکی از مهمترین کاربردهای صنعتی IoT که توجه بسیاری را به خود جلب کرده است، محیط هوشمند[۸] IoT است. این محیط هوشمند شامل زیر سیستمهایی است که در جدول زیر قابل مشاهده اند. یک نمونه موفق از کابردهای IoT در صنعت، ارتباط ماشین با ماشین (M2M) می باشد که در ادامه چند مورد از کاربردهای این پروژه بیان می شود.

خودرو های هوشمند

در این پروژه به هر وسیله نقلیه تعدادی سنسور از جمله اولتراسونیک، دروبین فیلمبرداری، سنسور و GPS[۹] متصل می شود و همگی آنها توسط یک کامپیوتر مرکزی کنترل می شوند. سپس خودروها میتواند از طریق سیستمهای IoT با یکدیگر در تماس باشند که این مهم می تواند از بسیاری از تصادفات جلوگیری کرده و همچنین از ترافیک شهری بکاهد.



شکل ۱-۱۵ : خودروهای هوشمند

[8] Smart Environment IoT

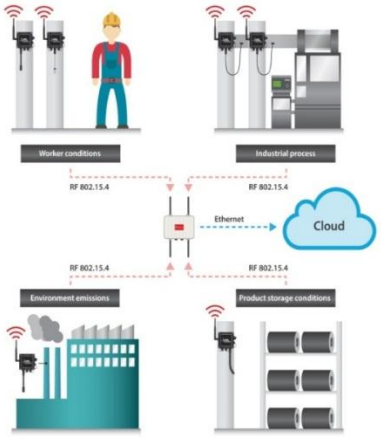
[9] Global Positioning System

مدیریت خط تولید

در این پروژه می توان در انواع رباتهای موجود در خط تولید (به عنوان مثال خط تولید خودرو) سنسورهایی تعبیه کرد که در صورت معیوب بودن یکی از رباتها و یا عدم تحویل خروجی مناسب خط تولید متوقف شده وعیب یابی سریع نیز انجام شود.

کارخانه هوشمند Polibol

از آنجاکه Polibol یک شرکت بزرگ بسته بندی مواد غذایی است، لازم است در عین حفظ کیفیت، از سودآوری شرکت و سالم بودن دستگاه ها اطمینان حاصل نمود. بدین منظور شرکت Libelium سیستم IoT با استفاده از WSN طراحی و پیاده سازی کرده است که در آن فرآیند های حساس تولید، متغیرهای محیطی کارخانه از جمله دما و آلودگی، پارامترهای دخیل در کیفیت تولید و شرایط کار را بررسی کرده و براساس استانداردهای موجود تصمیمات لازم را اتخاذ می کند.



شکل ۱-۱۶ : کارخانه هوشمند

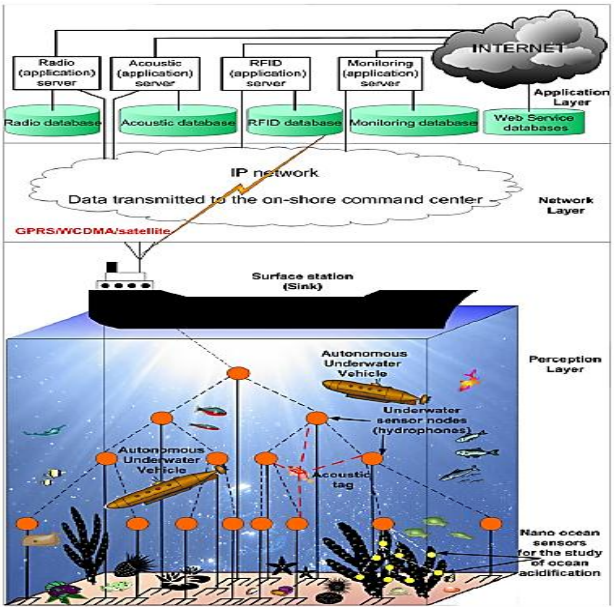
کاربردهای IoT – خدمات ملی و اجتماعی

اطلاعات بدست آمده از شبکه ها در این حوزه کاربردی معمولا برای بهینه سازی سرویس ها استفاده می شود تا استفاده مصرف کننده. در برخی از کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان IoT توسط شرکتهای خدماتی بزرگ همچون شرکت برق برای مانیتورینگ میزان مصرف و مدیریت منابع استفاده می شود. شبکه پایه مورد استفاده در این زمینه می تواند اینترنت گوشی ها، WiFi و ارتباط ماهواره ای باشد.

اینترنت اشیای زیر آب (IOUT)[10]

اینترنت اشیای زیر آب با عث انقلابی دیگر در محاسبات و ارتباطات گردید. آن را به عنوان شبکه بین اشیا زیر آب سراسر جهان که به یک نهاد دیجیتال هوشمند متصل هستند، تعریف کرده اند.[۱۴] به دلیل ترکیبی از اینترنت، فناوری ردیابی قدرتمند و سنسور های تعبیه شده امکان تفسیر و واکنش به محیط زیست را فراهم می کند. همچنین اتصال اشیای زیر آب با همه اشیای روی زمین را ممکن می سازد (به عنوان مثال تلفن های هوشمند). هر جسم فیزیکی زیر آب حاوی اطلاعات غنی شامل اطلاعت تاریخی، وضعیت کنونی، خاستگاه و زمینه های محیطی می باشد که با استفاده از این اطلاعات و ایجاد ارتباطات (انسان با اشیا-H2T-،اشیا با اشیا-T2T) می توان به طور چشمگیری به حفظ و مدیریت زیستگاه ها و منابع پرداخت. تقریبا ۷۱٪ درصد سطح زمین توسط آب، پوشش داده شده است . این آبها به چند دسته تقسیم می شوند: اقیانوس ها، دریاها و دریاچه ها.

[10] Internet of Underwater Things



شکل1-17 : معماری ۳ لایه اینترنت اشیای زیرآب[۱۴]

کنترل ترافیک هوایی پهپادها با اینترنت اشیا

در تازه ترین نوآوری در دنیای فناوری پهپادها، بحث اینترنت این فناوری مطرح شده است. کنترل ترافیک هوایی پهپادها همزمان با افزایش شمار آنها در آسمان شهرهای مختلف جهان به تدریج به یک نگرانی فزاینده تبدیل می شود و اکنون دانشمندان امیدوارند تا با استفاده از مفهوم «اینترنت اشیا» بر این چالش غلبه کنند. در این راستا گروهی از دانشمندان دانشگاه واترلو در کانادا موفق به ارائه چهارچوب مفهومی برای اینترنت پهپادها شده اند. در این نوآوری که به نظر می رسد جهش بزرگی در توسعه همه جانبه استفاده بی خطر از پهپادها به شمار می آید از مؤلفه هایی نظیر سیستم کنترل ترافیک هوایی، شبکه های سلولی و اینترنت استفاده می شود. در این چهارچوب کلی آسمان شهرهای مختلف جهان به «مناطق» مختلفی تقسیم بندی می شود که هر بخش توسط یک ارائه کننده خدمات منطقه ای یا همان ZSP اداره می شود. نکته مهم استفاده از اپراتورهای نرم افزاری به جای نیروهای

انسانی در کنترل این بخشهاست. در این نوآوری پهپادها و ارائه دهندگان خدمات منطقه ای از طریق یک شبکه ابری با یکدیگر در تماس هستند تا همواره این اطمینان خاطر حاصل شود که آسمان هر یک از این بخشها برای فرود، نشستن و پرواز پهپادها ایمن هستند .

شبکه هوشمند (Smart grid) و اندازه گیری هوشمند (Smart metering)

از دیگر کاربردهای IoT شبکه هوشمند و اندازه گیری هوشمند است که امروزه در بسیاری از کشورهای جهان استفاده شده است. در این سیستمها مصرف انرژی بهینه با مانیتورینگ پیوسته انرژی در مصرف کننده ها و سپس استفاده از این اطلاعات برای تغییر روش های مصرف انرژی بدست می آید.

یکی از ساده‌ترین و قابل درک‌ترین مثالی که می‌توان زد ترموستات نست است. شما با استفاده از این ترموستات می‌توانید با موبایل خود دمای منزل خود را کنترل کنید و یکی از جالبترین نکات این است که این ترموستات می‌تواند زمان خواب شما را یاد بگیرد و زمانی که شما خواب هستید دما را با توجه به دمایی که شما دوست دارید تنظیم کند، پس دیگر نیازی به نگرانی نیست که نصف شب هوای خانه شما گرم یا سرد شود. این ترموستات تمام شب‌ها بیدار است.

شرکت اسمارت تینگز که توسط سامسونگ خریداری شده نیز حسگرهای مختلفی را برای ایجاد خانه هوشمند در اختیار شما قرار می‌دهد. با استفاده از این سنسورها می‌توانید متوجه شوید چه شخصی وارد منزل شما شده و یا از آن خارج می‌شود و حتی در صورت چکه‌کردن آب نیز گزارشی مربوط به نشتی سیستم آب دریافت کنید.

با گسترش و ارتقای ابزارهای موجود در این اکوسیستم، به عنوان مثال دستبند هوشمند مخصوص فعالیت‌های بدنی شما می‌تواند به محض خوابیدن شما، تلویزیون و چراغ‌ها را خاموش کند و یا حتی پیش از سوارشدن بر خودرو در زمانی مشخص، بهترین مسیر برای رسیدن شما به مقصد توسط خودرو انتخاب و در صورت دیررسیدن به محل قرار، پیامکی به شخص مقابل ارسال شود. در مقیاس کلان از این سیستم می‌توان در جهت بهبود فعالیت‌های شهری مانند شمارش تعداد فضاهای خالی موجود در پارکینگ‌ها و یا بررسی کیفیت آب و هوای شهرها و وضعیت ترافیکی نیز بهره برد.

❖ ترنسپورت

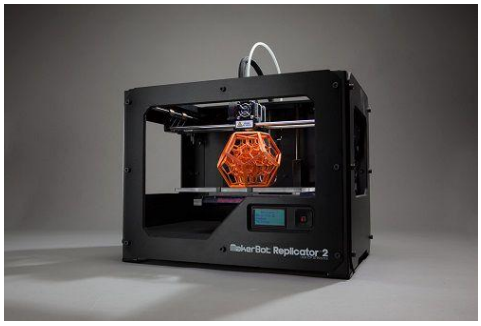
ترنسپورت، یا حمل و نقل، به انتقال اشیا از راه دور گفته می شود. شاید بهترین مثال برای این زمینه، خرید اینترنتی باشد. در گذشته برای دسترسی به اشیا و اجناس، ما می بایست به سراغ آن ها می رفتیم. مثلاً برای خرید غذا حضوراً به رستوران می رفتیم یا برای خرید کالاها به فروشگاه ها مراجعه می کردیم.

شکل 1-18: ترنسپورت [18]

در حالی که اکنون به راحتی می توانیم غذا و کالای مورد نظرمان را به سمت خودمان جذب کنیم. ربات های پرنده آمازون برای تحویل سفارشات این شرکت شاید نشانگر رشد این کارکرد مهم اینترنت اشیا باشد.

❖ تِله پورت

تِله پورت، به دریافت فوری نسخه هایی (کپی هایی) از یک چیز اطلاق می شود. در این فرایند اشیا ابتدا به بیت های داده ها و سپس دوباره به اشیا تبدیل می شوند. قضیه تله پورت به پیش از دوران اینترنت بر می گردد. شاید ارسال و دریافت فکس مثال مناسبی برای تله پورت باشد. حالا هم شاهد گونه های جدیدی از تله پورت هستیم.



شکل ۱-۱۹: تله پورت [18]

تصور کنید توسط مِیکرِبات دیجیتالایزر یک جسم سه بعدی را اسکن کرد و آن را بیت های اطلاعاتی تبدیل کرد. سپس توسط مِیکرِبات رپلیکاتور این بیت های اطلاعاتی را در فضایی دیگر، به طور مثال کشوری دیگر، چاپ سه بعدی کرد. در آینده ای نزدیک انتقال اشیا از طریق اینترنت به سادگی انتقال یک صفحه وب خواهد بود.

❖ تِله پِرِزِنس

تله پِرِزِنس، یا حضور مجازی، به تعامل از راه دور با افراد و اشیا گفته می شود. مثال های زیادی در مورد تحقق این رویا می توان آورد. قفل هوشمند دوچرخه را در نظر بگیرید. وسیله ای که

می توانید به کمک آن قفل دوچرخه خود را از راه دور باز کرده و دوچرخه خود را در اختیار دوستانتان قرار دهید. مهم نیست که در خانه تان باشید یا در شهری دیگر، چنین گجت هایی به شما امکان می دهند در بستر اینترنت همه جا حضور داشته باشید .

شکل 1-۲۰: تِله پرِزِنس [18]

رابط های کاربری مدرن هم نشانه های دیگری از ظهور تله پرِزِنس در دنیای ما به حساب می آیند. شاید رابط کاربری مبتنی بر کینکت یکی از جدیدترین مثال ها در این مورد باشد. این ابداع به شما امکان می دهد در یک لحظه در دو مکان مختلف حضور داشته باشید. کنفرانس از راه دور و ارتباطات تصویری گسترده در سال های اخیر، پیشرفت های گسترده در زمینه نمایشگرهای هولوگرافیک سه بعدی، همه و همه از پر رنگ شدن پدیده حضور مجازی می گویند.

9-1- ویژگیها و مزایای اینترنت اشیا

فایده اصلی این کار دریافت اطلاعات شخصی کاربران با استفاده از حسگرها و مصرف سنج‌های نصب شده بر روی این وسایل است. از این طریق می‌توان از عادات زندگی مردم در محیط کار و خانه مطلع شد و ابزارآلات خانگی را به‌طور خودکار به شیوه‌ای تنظیم کرد که در اوقات مختلف شبانه روز وظایف برنامه‌ریزی شده را بدون نیاز به دخالت انسان انجام دهند. به گزارش فارس به‌عنوان مثال یک

خودرو در نزدیکی خانه راننده‌اش با استفاده از حسگرهای نصب شده چراغ‌های منزل را روشن کرده و قفل در را باز می‌کند. تهویه مطبوع را روشن می‌کند و کتری را برای به جوش آمدن آب و تهیه چایی یا قهوه به‌کار می‌اندازد. تصور چنین دنیایی بسیار هیجان انگیز است. اما بسیاری از چهره‌های بسیار مشهور دنیای فناوری معتقدند که این تحول بر امنیت، حریم شخصی و شرافت انسانی تاثیرات منفی داشته و حتی منجر به تشدید نابرابری‌های اجتماعی می‌شود.

تحقیقات تازه موسسه Pew Research Center که یکسال وقت صرف تکمیل آن شده و در جریان تهیه آن با هزاران نفر از متخصصان و صاحب نظران دنیای فناوری اطلاعات مصاحبه شده نشان می‌دهد آینده اینترنت لزوما بی‌مشکل هم نیست. از جمله افرادی که برای تهیه این گزارش با آنها مصاحبه شده می‌توان به وینت سرف مشهور به پدر اینترنت و مدیران دهها شرکت بزرگ آی‌تی اشاره کرد.

انجام مصاحبه‌های مفصل با بزرگان فناوری رویه‌ای است که طی ۱۰ سال گذشته از سوی موسسه Pew Research Center پیگیری شده است، اما امسال برخی افراد مصاحبه شونده در مورد آینده اینترنت اظهار بدبینی کرده‌اند و این نشان می‌دهد که نگاه دقیق‌تری به آینده اینترنت، مزیت‌ها و معایب آن معطوف شده است. علاوه بر این دولت ها و شرکت های خصوصی نیز می توانند حجم زیادی از اطلاعات را از همین طریق در مورد عادات تک تک مردم و سبک زندگی آنها جمع آوری کنند.

Pew Internet Projec بر این باوراست که علیرغم همه این نگرانی‌ها اینترنت در آینده هر چه بیشتر به جزئی تفکیک ناپذیر از زندگی مردم مبدل می شود و شبکه‌های نامرئی جهانی با استفاده از حسگرهای هوشمند نصب شده بر روی محصولات مختلف، دوربین ها، نرم افزارها، دیتابیس ها و دیتاسنترهای بزرگ کنترل زندگی میلیاردها نفر را در اختیار خود می گیرند. کارشناسان اگر چه این تحولات را بسیار هیجان انگیز تلقی می‌کنند، اما در مورد اینکه ثمره تغییرات مذکور تا چه حد به نفع بشریت باشد تردیدهای جدی وجود دارد.

از میان ۱۶۰۶ مصاحبه شونده‌ای که در جریان تحقیق با آنها گفت‌وگو شده، اکثرا تردیدی در مورد مزایای اینترنت اشیا نداشته‌اند. به عنوان مثال از جمله دیگر مزایای اینترنت اشیا امکان صدور فرامین صوتی و همین‌طور استفاده از حرکات دست و سر برای انتقال پیام‌های مورد نظر به وسایل مختلف است. استفاده از ابزارهای برقی و خانگی با این روش بسیار ساده‌تر از گذشته خواهد بود. به‌عنوان مثال می‌توان با این روش انقلابی در نحوه استفاده از وسایل پزشکی و درمانی به وجود آورد یا از ابتلا به بیماری‌های مختلف که به خاطر تماس دست آلوده منتقل می‌شوند، جلوگیری کرد. همچنین می‌توان به همین شیوه حسگرهای زیست محیطی را به‌طور شبکه‌ای متصل کرد و موارد آلودگی زیست محیطی را شناسایی و با آن مقابله کرد. صرفه‌جویی در مصرف آب و برق و گاز از طریق هوشمندتر کردن خانه‌ها ازجمله دیگر مزایای استفاده از چنین سیستم‌هایی است.

10-1 - تاثیر IoT بر کسب و کار

تاثیر اینترنت اشیا بر روی کسب و کار شما چیست؟ چه فرصت های جدیدی ایجاد خواهد شد؟ رقبای شما چگونه از این فناوری استفاده می کنند تا بتوانند نوآوری را درخدمت فرآیندهای کسب و کار قرار داده و سرعت یادگیری و حرکت خود را افزایش داده تا خالق ارزش های جدیدتری برای مشتریان خود باشند؟ در حال حاضر ، سازمان های داده محور از داده تولید شده توسط IoT به منظور بهبود خدمات به مشتریان ، تولید درآمد بیشتر از محصولات و سرویس های جدید ، بهینه سازی عملیات و تغذیه خوراک داده بیشتر درون زیرساخت های تحلیلی خود استفاده می کنند. همچنین از فناوری فوق در موارد ذیل نیز استفاده می گردد.

- حرکت از فروش محصولات به سمت فروش خدمات E2E

- ایجاد محصولات نوآورانه و جدید
- کاهش زمان خرابی سیستم ، شناسایی و حل نقاط مشکل زاء شبکه
- بهبود تجربه مشتری
- تصمیم گیری هوشمندانه تر در مورد سرمایه گذاری در زیر ساخت های آینده
- پیش بینی و بهبود متوسط زمان بروز اشکال برای ماشین آلات و سایر دارایی های سرمایه

شکل ۳-۲۱ : تنوع استفاده از داده حسگرهای اینترنت اشیا

11-1- چشم‌انداز آینده اینترنت اشیا

در آینده ما می‌توانیم انتظار کشف و پیاده‌سازی کاربردها و پروژه‌های بسیار بیشتری را در حوزه اینترنت اشیا داشته باشیم. تعدادی از این موارد عبارتند از:

- وقتی پرواز/قطار خود را از دست می‌دهید، خود سیستم وضعیت را تشخیص داده و به‌طور خودکار مجددا بلیت تهیه می‌کند.

- ❖ اتومبیل شما که به شبکه حمل و نقل هوشمند متصل است می‌تواند مسیر را یافته، فضای پارک را در مقصد شما بررسی کرده و جای مناسب را رزرو کند.
- ❖ کلید دیجیتال برای دسترسی به اتاق‌ها و متعلقات هتل.
- ❖ حسگرهای اثر انگشت برای دسترسی به تمام تعامل‌های مالی با استفاده از کارت اعتباری.
- ❖ ردیابی چمدان‌های شما در طول سفر با استفاده از یک حسگر ساده که در چمدان قرار داده‌اید.
- ❖ هشدارهای بی‌درنگ رسیدن و عزیمت از فرودگاه/راه‌آهن بر روی تلفن هوشمند شما، پس از آن‌که بلیت یک سفر را رزرو می‌کنید.
- ❖ یخچال متصل به اینترنتی که به شما کمک می‌کند تا از دسترس پذیری اقلام خوراکی در یخچال خود مطلع شده و خرید بعضی از آن‌ها را به شما یادآوری می‌نماید.
- ❖ در آینده ای نزدیک ارتباطات وای-فای یا تکنولوژی های مشابه، همه جا حاضر خواهند بود. تمامی انسان ها و اشیا از طریق سنسورهای مختلف در بستر اینترنت و از طریق ترنسپورت، تله پورت و تله پِرزِنس به هم متصل می شوند. آن موقع است که دنیاهای فلسفه و فیزیک به پاسخ سوالات مهم خود می رسند. به کمک هزاران میلیارد کرم-چاله، شما به هر نقطه ای از کره زمین دسترسی پیدا کرده و دوستان و خانواده خود را در آغوش میگیرید.
- ❖ در آینده ای ورای اینترنت اشیا، حواس پنج گانه شما به کرم-چاله های اینترنت متصل می شوند. از زمانی صحبت می کنیم که دیگر موقعیت فیزیکی بدن شما اهمیتی ندارد. زمانی می رسد که مسئله فضا و زمان دیگر برای محصولات، دستگاه ها و انسان ها مطرح نباشد. چنین آینده ای برای شما قابل تصور است؟

❖ اینترنت اشیا، بازارهای مصرف را به کلی تغییر خواهد داد. در مورد پدیده ای جدید صحبت می کنیم که در آن وسایل پیرامون ما مانند سیستم تهویه منزل یا چراغ های اتاق پذیرایی به شبکه متصل شده (حال به صورت وای-فای یا از طریق اینترنت جهانی) و توسط اپلیکیشن های اختصاصی تلفن های هوشمند و یا از طریق وب مدیریت و در صورت لزوم داده های شان در سیستم های ابری ذخیره سازی یا پردازش شوند.

12-1– نتیجه گیری

با توجه به ویژگی های اینترنت اشیا ، دسته بندی از خدمات اینترنت اشیا ارائه شده است:

۱- خدمات شبکه: شناسایی کالا، ارتباطات و موقعیت آنها

۲- خدمات اطلاعاتی: جمع آوری اطلاعات، ذخیره سازی و پرس و جو

۳-خدمات عملیات: پیکربندی از راه دور، نظارت، عملیات و کنترل

۴-خدمات امنیتی: مدیریت کاربر، کنترل دسترسی،زنگ رویداد، تشخیص نفوذ، جلوگیری از حمله

۵-خدمات مدیریت: تشخیص عیب، عملکردبهینه سازی، ارتقاء سیستم، مدیریت صورت حساب خدمات.

چالش ها

۱ – استانداردها

برای استقرار اینترنت اشیا در سطح جهان نیاز به استانداردها در تمام حوزه های مربوط به اینترنت اشیا است که با پذیرش تمام مردم به اجرا گذاشته شده باشد.

۲ – حریم شخصی

یکی از چالش های عمده در پذیرش جهانی این تکنولوژی حفظ حریم خصوصی تریلیون از اشیایی است که در اینترنت اشیا حضور دارد .

۳ – شناسایی و تصدیق هویت

اشیا زیادی در اینترنت اشیا حضور دارند. شناسایی و ردیابی، محافظت کردن شبکه از عناصر غیر مجاز، کنترل کافی بر حفظ حریم خصوصی و اطلاعات شخصی یکی دیگر از چالش های اینترنت اشیا است.

۴ – اعتماد

اطلاعات زیادی با استفاده از اینترنت اشیا بدست می آید، اعتماد از صحت و یکپارچگی برقراری ارتباط یکی دیگر از چالش ها می باشد. [۱۳]

۵ – ترکیب و ادغام

در سناریوی فعلی، دنیای اینترنت و دنیای فیزیکی دو جهان متفاوت است.چالش اصلی اینترنت اشیا ادغام این دو دنیا به طور موثراست. عواملی از قبیل هزینه، دوام،سرعت ارتباطات، ظرفیت اطلاعات و امنیت وجود دارد که برای ارتباط آنها نیاز به لینک دستگاه ها و شبکه های مستقل و ناهمگون می باشد.

۶ – امنیت

ارتباط بین اشیا نیاز به امنیت در برقراری دارد تهدیدات امنیتی بسیاری وجود دارد که قبل از پیاده سازی باید انها شناسایی شده و اقدامات مناسب برای آن اتخاذ شود.

۷ – هماهنگی

هنگامی که ما اشیا در سطح جهان را به هم متصل و قصد داریم اشتراک گذاری داده ها را تسهیل سازیم، باید یک هماهنگی گسترده بین مردم، برنامه ها، فرآیند ها، سرویس ها و تمامی آنچه در اینترنت اشیا وجود دارد برقرار سازیم و این نیز یک چالش در اینترنت اشیا محسوب می شود.[14]

۸ – مقررات

مقررات را می توان در سه دسته مختلف تعریف نمود. مقررات دولتی، موافقت نامه ها بین المللی و مقررات فردی.

- ❖ مقررات دولتی، مقرراتی ست که محدود به مرزهای سرزمینی و دولتها آنها را انجام می دهد که برای ساختار جهانی اینترنت اشیا مناسب نیست.
- ❖ مقررات فردی، مقرراتی است که خود فرد برای هزینه موثر و افزایش کارایی و انگیزه برای خود تعیین کرده است.
- ❖ موافقت نامه های بین المللی،که توسط چند نهاد قابل اعتماد بین المللی وضع می شود که این دسته از مقررات زمینه مناسب تری برای اینترنت اشیا دارند[15].

فرصت ها

۱ – قابلیت دسترسی

اینترنت اشیا به عنوان اتصال دهنده جهان فیزیکی با دنیای دیجیتال می باشد، هر چیز در اطراف ما با داشتن یک شناسایی منحصر به فرد شناسایی می شود، با اختصاص IPV6 رسیدگی به هر عنصر اینترنت اشیا ممکن خواهد بود.

۲ – بهره وری

با در دسترس بودن فناوری های اینترنت اشیا، می توان با به اشتراک گذاری برخی از منابع، برنامه ها و اشیا، هزینه زیرساخت های معمول مانند مرکز داده ها، سوئیچ و غیره را کاهش داد برای مثال، در مدیریت زنجیره تامین، می توان حمل و نقل مواد و به طور کلی ارائه تدارکات، انبارداری و ردیابی محصول، مدیریت داده، کاهش تولیدات و هزینه های حمل و نقل را مورد بررسی قرار داد و با دسترسی هوشمند اشیایی دنیای فیزیکی باعث افزایش بهره وری شد.

۳ – اثربخشی هزینه

در اینترنت اشیا ، ارتباط اشیا با استفاده از فناوری هوشمند برقرار می شود و این ارتباط و به اشتراک گذاری اطلاعات باعث کاهش هزینه می شود .

۴ – اتصال AAA

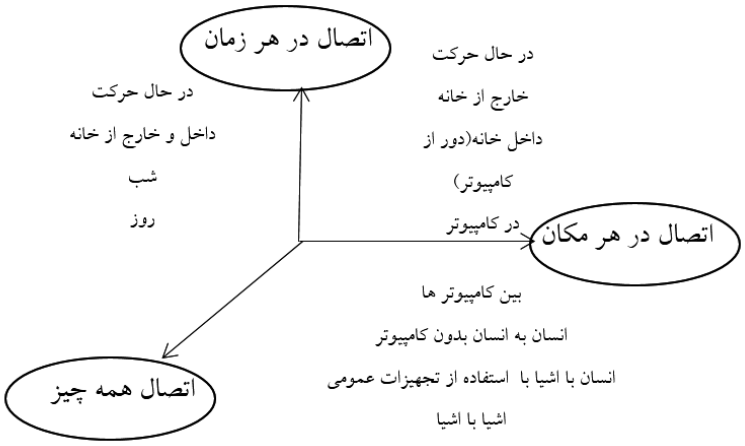
یکی از مهمترین فرصت ها و اهداف اینترنت اشیا ،دستیابی به هر چیز درهرمکان و هر زمان می باشد. شاید هنوز این قضیه برای بسیاری از ما ملموس نباشد، ولی باید بدانید که استارتاپ های بسیاری وارد این عرصه شده اند و شرکت های آسیایی و غول های بزرگ "دره سیلیکون" هم برای یک رقابت جانانه در حالت آماده باش قرار گرفته اند و خود را برای بازار جدیدی به نام "زندگی متصل" مهیا کرده اند. در فصل بعد به بررسی ادبیات موضوعی و پاره ای از کارهای صورت پذیرفته در حوزه پژوهش و معماری اینترنت اشیا خواهیم پرداخت.

فصل دوم : مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- مقدمه

با توجه به مطالب بیان شده در فصل اول، در این فصل برآنیم تا به بررسی ادبیات موضوعی و بررسی پاره ای از کارهای صورت پذیرفته در حوزه پژوهش بپردازیم. بدین منظور ابتدا مروری اجمالی خواهیم داشت به بررسی وتعریف اشیا، اینترنت اشیا و فناوری و تکنولوژی های مورد نیاز آن، سپس برای برقرار سازی و بکار گیری این فناوری نیازمند معماری متناسب با این فناوری هستیم که به تشریح معماری های پیشنهاد شده پرداخته و سپس نیازمندی های امنیت اینترنت اشیا به منطور طراحی، وضعیت امن را مورد کاوش قرار می دهیم.

بطور کلی میتوان گفت: طبق انقلاب اینترنتی که در گذشته انجام شده، امکان ارتباط افراد و اطلاعات در هر کجا و در هر زمان فراهم شده است. افراد برای اتصال به شبکه جهانی علاوه بر نشستن جلوی رایانه شخصی خود، می توانند از تلفن های همراه و رایانه های همراه نیز استفاده نمایند. مرحله بعدی این انقلاب تکنولوژیکی به طور منطقی، اتصال اشیاء به شبکه ارتباطات است و همچنین با تعبیه کردن فرستنده، گیرنده های سیار دراقلام و اشیاء معمولی، شکلهای جدیدی از ارتباط میان افراد و اشیاء و حتی بین خود اشیاء نیز فراهم می شود. بنابراین در دنیای فناوری های ارتباطات و اطلاعات، از برقراری ارتباط در هر زمان و هر مکان برای هر کس و هر چیز پیش می رویم (شکل۲-۲)



شکل۲- ۱: ابعاد اینترنت اشیا[۱۶]

در جدول۱-۲ زیر مشابهات شبکه اینترنت و اینترنت اشیا نمایش داده شده است:

Internet Of Things	World Wide Web
Epc	IP Number
ONS	DNS
EPC Information Services	Web Sites
EPC Discovery Services	Search Engines
EPC Security Services	SSL

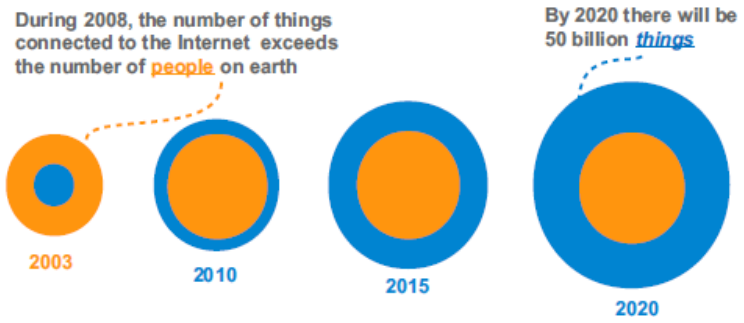
هرچند آنالیستها، اینترنت اشیا را برحسب اتصال اشیا روزمره تعریف می کنند، ولی بنیان گذاران مفهوم اینترنت اشیا مدل ساده تری را پیشنهاد نموده اند .آنالیستها عموما دوحالت مختلف برای ارتباطات اشیا تعریف می کنند: شی به انسان وشی به شی

۱- ارتباطات شی به انسان و (انسان به شی): به وسیله تکنولوژیها و برنامه های کاربردی به وجود آمده اند که مردم بوسیله آنها با اشیا ارتباط برقرار میکنند و بالعکس.

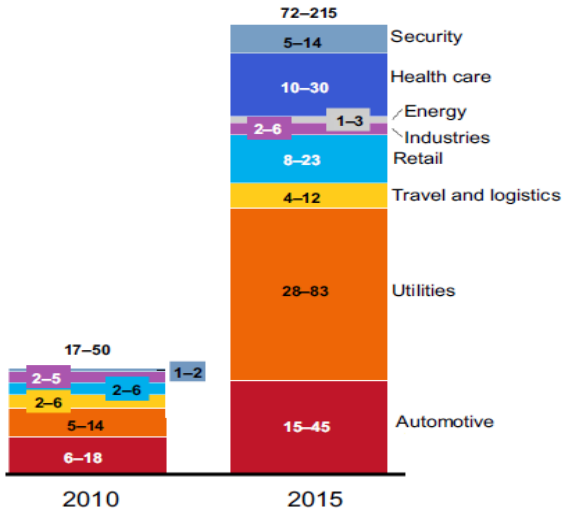
این ارتباط کنترل از راه دور اشیا توسط انسان وارسال گزارشات اشیا به انسان نظیر وضعیت ،موقعیت واطلاعات سنسورها را شامل می شود.

ارتباطات شی به شی: شامل تعدادی تکنولوژی و نرم افزار می شود که اشیا روزمره بدون دخالت انسان با دیگر اشیا ارتباط برقرار می کنند. این اشیا می توانند اشیا دیگر و وضعیت موجود را مانیتور نمایند و اعمالی به منظور اصلاح وضعیت انجام دهند و درصورت نیاز پیامهایی را به انسان صادر کنند. ارتباطات ماشین به ماشین یک زیر مجموعه از ارتباطات شی به شی است که همراه سیستمهای مقیاس بزرگ فنآوری اطلاعات به کار می رود و اما اشیا روزمره را در بر نمی گیرد.

اینترنت اشیا شامل اشیا روزمره ای است که حداقل دارای یک شناسه الکترونیکی باشند. تخمین زده شده است که هر فرد توسط ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ اشیا احاطه شده است. اگر همه اشیا شناسه داشته باشند. اینترنت اشیا فراگیر ممکن است ۵۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ بیلیون عضو داشته باشد.[۱۸-۱۷]



شکل۲-۲ : تعداد فزاینده ای از اشیایی که تا سال ۲۰۲۰ به اینترنت متصل می شوند



شکل۲-۳ : تخمین اشیا (بخش های مختلف) متصل به اینترنت[۱۹]

روشهای مختلف شماره گذاری برای مقابله با این چالش وجود دارد. پروتکل قدیمی و پر استفاده اینترنت نسخه ۴ با ۳۲ بیت تنها امکان آدرس دهی ۴ بیلیون آدرس را دارد که قابل استفاده بدین منظور نیست. پروتکل جدید اینترنت نسخه ۶ با ۱۲۸ بیت امکان آدرس دهی $3.4 * 10^{38}$ شناسه را فراهم می کند. اینترنت اشیا را می توان مجموعه ای از وب سرویسها، سنسورهای مادون قرمز، سیستم های تعیین موقعیت جهانی، اسکنرهای بارکد، شبکه اینترنت و ... دانست که با استفاده از پروتکل متعارف، به تبادل اطلاعات وبرقراری ارتباط، به منظور دستیابی و شناسایی، پیگیری، نظارت و مدیریت هوشمند اشیا ازآنها استفاده می شود.[۱۴]

اشیا عبارتند از تمامی شرکت کنندگان فعال در کسب و کار، اطلاعات وفرآیندها که قادر به تعامل و ارتباط در میان خود و با محیط اطراف بوده و به تبادل داده ها و اطلاعات در محیط های احساس می پردازند، همچنین امکان واکنش به حوادث دنیای واقعی، فیزیکی را دارند. اشیا نقش مؤثر

بر فرایندهای در حال را اجرا دارند و همچنین امکان ایجاد اقدامات و خدمات بدون دخالت مستقیم انسان را نیز دارا می باشند.[۲۱]

پروفسورهای دانشگاه MIT دنیایی را تشریح کرده بودند که اشیا (دستگاه ها یا حسگرها) متصل شده به یکدیگر قادر به اشتراک گذاری داده باشند و با تولید و ارسال داده توسط اشیا، بینش لازم برای کسب و کار فراهم گردد. تصور تحقق عملی این وضعیت در گذشته دور از انتظار بود. با تجزیه و تحلیل داده دستگاه های متصل شده به هم، می توان به یک سطح مناسب از بینش و ادراک ارزشمند دست یافت. امروزه اینترنت اشیا در یک نقطه عطف قرار دارد. با این که متخصصین فناوری برای یک دهه است که دنیایی از میلیاردها دستگاه متصل شده به یکدیگر را پیش بینی کرده بودند، ولی همگرایی عوامل متعددی باعث شده است که استفاده از اینترنت اشیا روندی کاملا صعودی و امیدوارکننده را در سالیان اخیر داشته باشد. مهمترین عوامل روند رشد اینترنت اشیا در شکل 2-5 نشان داده شده است.

.

شکل ۲-4: مهمترین عوامل رشد اینترنت اشیا

مارکوس لوفلر: اینترنت اشیا در حال حاضر ایده انقلاب صنعتی چهارم را به واقعیت نزدیک کرده است؛ موج جدید تغییرات فناوری که کنترل تولید را از حالت مرکزی خارج و یک تغییر اساسی در پارادایم تولید ایجاد می‌کنند. سوال من این است که به نظر شما این تغییر پارادایمی چطور بر فرآیند کلاسیک تولید و زنجیره ارزش تولید تاثیر خواهد گذاشت؟

زیگفرید دایس : با توجه به شرایط کنونی و چشم‌اندازی که اینترنت اشیا ارائه کرده ظهور صنعت بسیار محتمل است زیرا به نظر می‌رسد در آینده جهان تولید بیش از پیش شبکه‌ای خواهد شد تا جایی که همه چیز به همه چیز متصل خواهد شد و مقوله پشتیبانی در راس این تغییرات قرار دارد. برای توسعه باید دو قابلیت را در کنار یکدیگر پیش برد. اول باید بپذیریم اگر بتوانیم به آن چیزی که در فناوری واقعا «نو» است دست یابیم، می‌توانیم امکان تغییر، درآمدزایی و کاهش هزینه‌ها را برای خود به ارمغان بیاوریم. برای مثال، سیستم‌های سایبری فیزیکی را در نظر بگیرید. منطق این سیستم‌ها این است که در هر زمان به ما می‌گویند هر واحد کجا قرار دارد. عوامل پشتیبانی اغلب از این سیستم‌ها استفاده می‌کنند اما با یک ذهنیت قدیمی که اجازه نمی‌دهد این سیستم‌ها پیشرفت کنند. بنابراین اولین شرط توسعه این است که عوامل عملیات پشتیبانی واقعا از فناوری‌های جدید استفاده کنند. دومین قابلیت جذب افرادی است که بتوانند الگوریتم‌هایی قوی طراحی کنند: کسانی که بتوانند امکان کار با سیستم‌ها را تسهیل کنند، طوری که کسانی که از آنها به صورت روزمره استفاده می کنند، بتوانند بلافاصله مشکلات را شناسایی کنند و بدانند چطور بدون اینکه در دام زنجیره‌ای از وابستگی‌های متقابل بیفتند، مشکلات را حل کنند.

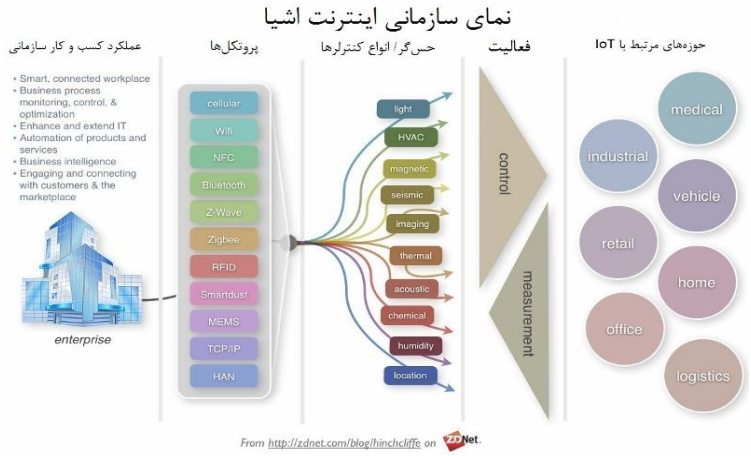
آندرس تسچیسنر: موافقم. این امر باعث خواهد شد پشتیبانی و گسترش شبکه عرضه‌کنندگان تا حد زیادی پیچیده‌تر شود. با توجه به اینکه روند ضعیف تولید می‌تواند قطعا باعث کاهش موجودی

کالاها شود، ناگزیر تولیدکنندگان نیازمند هماهنگی بیشتر با عرضه‌کنندگان مختلف هستند؛ اغلب در سطح جهانی و با صرف زمان بیشتر، هزینه حمل و نقل بیشتر، مراحل تولیدی بیشتر و طرفین کاری بسیار بیشتر. اما در چنین شرایطی ما چطور می‌توانیم سیستم‌های پشتیبانی موجود خود را ارزیابی کنیم و شکاف‌ها را تشخیص دهیم؟ مثلا پشتیبانی خریدهای دریایی را در نظر بگیرید؛ حوزه‌ای که در چند سال آینده به پیشرفت‌هایی دست خواهد یافت که امروز در مقابل آن نوعی عصر حجر به حساب می‌آید.

2-2- معماری اینترنت اشیا

برای بهره برداری از پتانسیل های اینترنت اشیا به مجموعه ای از فناوری ها نیاز است. شناخت دقیق و صحیح هر فناوری و نقش آن در اکو سیستم اینترنت اشیا بدون وجود یک نگرش مبتنی بر معماری مشکل و گاها" غیرممکن است. بنابراین لازم است با یک رویکرد مبتنی بر معماری نگاهی داشته باشیم به اینترنت اشیا و با لایه های مختلف آن آشنا شویم. تمامی سازمان هایی که قصد استفاده از پتانسیل اینترنت اشیا را دارند، در اولین مرحله می بایست نسبت به تدوین یک استراتژی مدون در این حوزه اقدام نمایند. تدوین استراتژی با تمرکز بر معماری اینترنت اشیا می تواند درصد موفقیت اجرای استراتژی را به میزان قابل توجهی افزایش دهد. همچنین، توجه به معماری اینترنت اشیا برای شرکت هایی که قصد ورود به این بازار وسوسه انگیز را دارند می تواند بسیار جذاب و تامل برانگیز باشد. چراکه تنها با آشنایی دقیق با معماری اینترنت اشیا و شناخت ظرفیت های موجود است که می توان ضمن شناسایی فرصت ها در این حوزه، یک مدل کسب و کار منطقی را تعریف کرد.

در تمام زمینه‌ها، از معماری گرفته تا دستگاه‌ها، محدوده گسترده‌ای از فناوری‌های رایج با عنوان «اینترنت اشیا» نام‌گذاری می‌شوند. با توجه به معماری‌ها، چند پروژه دولتی (به ویژه توسط اتحادیه اروپا) اقدام به تعیین معماری‌ها یا مدل‌های مرجع مشترک کرده‌اند. پروژه اتحادیه اروپا با نام IoT-A محصولی قابل تحویل به عموم را ایجاد کرد که در آن توسعه کلی اینترنت اشیا با جزئیات برجسته‌ای نشان داده شده است. به طور کلی، منظور از «معماری اینترنت اشیا» یکپارچگی نامتجانسی از شبکه‌های محرک و حسگر بی‌سیم WS & AN در چهارچوبی مشترک با مقیاس جهانی و قابل استفاده در خدمات و برنامه‌های کاربردی از طریق رابط‌های خدمات جهانی است.



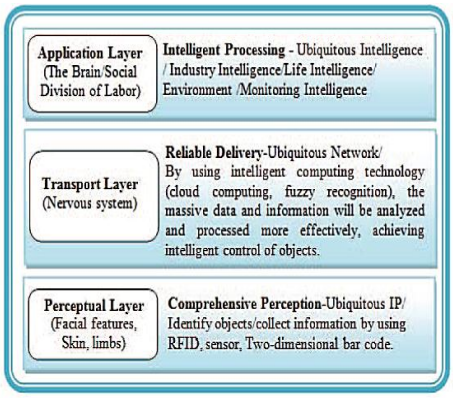
شکل ۲-۵: نمای سازمانی اینترنت اشیا

جدول ۲-۲ : مقایسه جمعیت جهان با تعداد دستگاه های متصل شده به شبکه در گذشته ، حال و آینده

سال	۲۰۰۳	۲۰۱۰	۲۰۱۵	۲۰۲۰
جمعیت جهان (میلیارد)	۶ / ۳	۶ / ۸	۷ / ۲	۷ / ۶
تعداد دستگاه های متصل شده	۵۰۰ میلیون	۱۲ / ۵ میلیارد	۲۵ میلیارد	۵۰ میلیارد
نسبت دستگاه های متصل شده به ازای هر نفر	۰،۰۸	۱ / ۸۴	۳ / ۴۷	۶ / ۵۸

۲-2-1 : معماری سه لایه

اولین معماری ، معماری سه لایه بود که در سه لایه تعریف شد:۱-لایه ادراک (اطلاعات) ۲-لایه شبکه ۳-لایه کاربردی. این معماری پایه و اساس معرفی معماری های دیگر در اینترنت اشیا است که در این پایان نامه به طور مفصل به بررسی این معماری و معماری های دیگر اینترنت اشیا که براساس معماری سه لایه ارائه شده اند، می پردازیم. اینترنت اشیا را می توان به ۳ لایه تقسیم کرد (شکل۲-7): لایه ادراک[۱۱] ، لایه شبکه[۱۲]، و لایه برنامه[۱۳][۲۲]



شکل۲-6 : معماری سه لایه اینترنت اشیا[۲۹]

❖ لایه ادراک:

لایه ادراک متشکل از برچسب های دو بعدی، کد خوان و خواننده آن، دوربین،GPS، انواع حسگرها، شبکه های حسگرو سنسورها می باشد. وظیفه اصلی لایه ادراک درک و شناسایی اشیا، و جمع آوری اطلاعات در مورد آن هاست.

---

[۱۱] perception

[۱۲] network

[۱۳] application

❖ لایه شبکه:

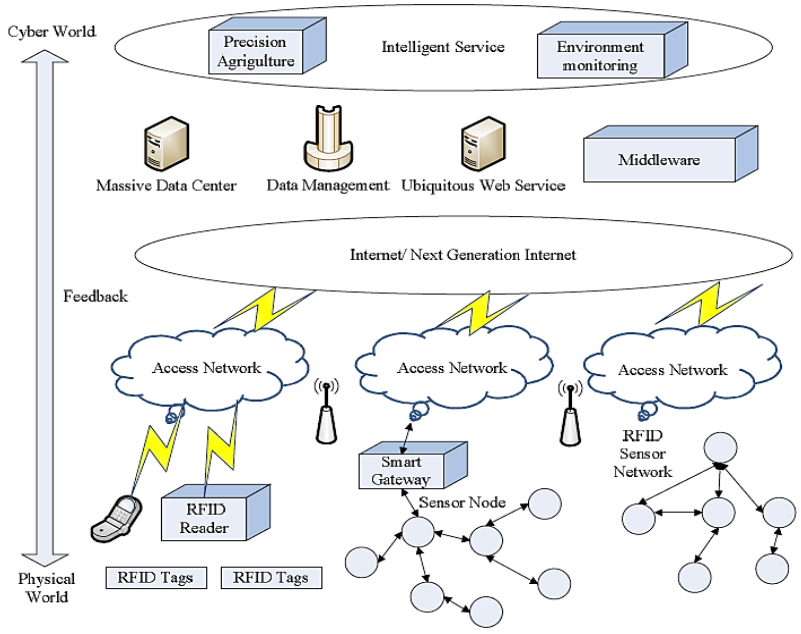
لایه شبکه عبارتند از شبکه همگرا که تشکیل شده از همه نوع شبکه های ارتباطی و اینترنت. گسترده شدن و فراگیر شدن اطلاعات مربوط به اشیا از وظایف این لایه می باشد. همچنین وظیفه مدیریت، بهبود توانایی عملیات انتقال در این لایه صورت می گیرد. این لایه همچنین زیرساخت های مورد نیاز برای جهانی شدن سرویس های اینترنت اشیا را فراهم می سازد.

❖ لایه کاربرد:

در لایه کاربرد اینترنت اشیا با تکنولوژی درصنعت ترکیب می شود تا ما به یک مجموعه گسترده ای از راه حل های نرم افزار هوشمند دست پیدا کنیم. از طریق لایه کاربردی، اینترنت اشیا می تواند به یکپارچه سازی اطلاعات در صنعت دست یابد که اثرات بزرگی بر توسعه اقتصادی و اجتماعی خواهد گذاشت. عملکرد اصلی لایه کاربردی ، اشتراک گذاری امنیت اطلاعات است.

2-2-2- معماری چهار لایه

شکل ۲-7: معماری چهار لایه ای اینترنت اشیا



شکل ۲-8 : نمایش معماری ۴ لایه اینترنت اشیا[۳۰]

❖ لایه حسگرها

در پایین ترین سطح دارای یک شبکه حسگر هستیم که شامل حسگرها ، فعال کننده ها و تگ ها (به عنوان نمونه بارکد می باشد و در روی آن، حسگرها و فعال کننده ها قرار دارند. در بالای حسگرها امکانات لازم شبکه ای پیش بینی شده است که می تواند به صورت شبکه های محلی (به صورت کابلی و یا بی سیم) و یا شبکه های شخصی با ابعاد کوچک (به صورت کابلی و یا بی سیم نظیر UMB ، ZigBee و ...) باشد. این لایه شامل حسگرها و دستگاه های هوشمند است. اطلاعات به صورت بلادرنگ جمع آوری و پردازش می گردند. توان مصرفی حسگرها و نرخ انتقال داده پایین است و به همین دلیل ما نیاز به یک شبکه حسگر بی سیم یا(WSN[۱۴]) که بتواند پس از جمع آوری اطلاعات آنها را جهت پردازش در اختیار مقصد مورد نظر قرار دهد. حسگرها بر اساس کاربرد و نوع های داده

[14] Wireless sensor network

گروه بندی می شوند (نظیر حسگرهای محیطی ، حسگرهای نظامی ، حسگرهای بدن ، حسگرهای منزل و...). حسگرهای تجمیع کننده ، به منزله واحدهای gateway می باشند که امکان ارتباط آنها با شبکه وجود دارد . حسگرهایی که نیاز به اتصال gateway ندارند ، می توانند مستیما و از طریق یک اینترفی WAN به اینترنت متصل شوند. بطور کلی، این لایه شامل سخت افزارهای از جمله سنسورها، عملگرها و غیره می باشد که برای داده گیری و همچنین کنترل محیط خارج فیزیکی مورد استفاده قرار می گیرد.

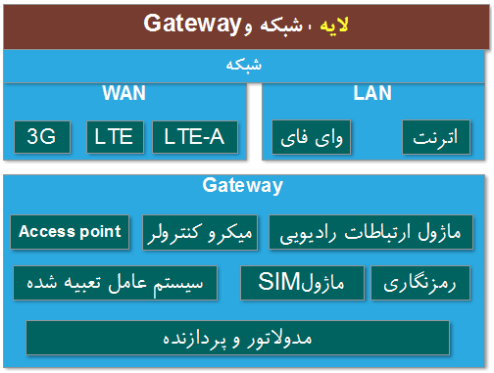
شکل 2-9 :لایه حسگرها در معماری اینترنت اشیا

❖ لایه شبکه

این لایه پشتیبانی پایه شبکه برای انتقال داده ها از طریق انواع سیستمهای بیسیم و یا با سیم را فراهم می کند. در لایه شبکه و gateway ، با یک شبکه WAN ، یک شبکه ارتباطی موبایل، یک وای فای، اترنت و موارد دیگر نظیر کنترل gateway مواجه هستیم .

❖ لایه شبکه وgateway

این لایه امکانات شبکه ای مورد نیاز را فراهم می نماید و فناوری های متعددی را به خدمت می گیرد. شکل 2-11 ، امکانات این لایه را نشان می دهد.



شکل 2-10 : لایه شبکه و gateway در معماری اینترنت اشیا

امکانات تعبیه شده در این لایه می بایست از حجم بالای داده اینترنت اشیا تولید شده توسط حسگرهای بی سیم و دستگاه های هوشمند حمایت کند. عملکرد این لایه می بایست صرف نظر از ماهیت شبکه (خصوصی ، عمومی و یا ترکیبی) مطمئن و مستحکم باشد. ماژول های شبکه با هدف تامین نیازهای کیفیت سرویس (QoS[15]) برای تاخیر، احتمالات خطاء، مقیاس پذیری، پهنای باند و امنیت با در نظر گرفتن استفاده بهینه از انرژی طراحی شده اند (مصرف پایین انرژی).خیلی مهم است که بتوان انواع مختلف شبکه را درون یک پلت فرم اینترنت اشیا یکپارچه کرد. حسگرهای اینترنت اشیا به کمک فناوری های مختلف قادر به حمایت از پروتکل های مختلف و شبکه های ناهمگون می باشند. انواع پروتکل ها به همراه شبکه های ناهمگون با استفاده از فناوری های مختلف، تجمیع می گردند. شبکه های اینترنت اشیا می بایست مقیاس پذیر باشند تا بتوانند از مجموعه ای گسترده از سرویس ها و

[15] Quality Of Service

برنامه ها بر روی شبکه های بسیار بزرگ به طرز موثری حمایت نمایند. برخی از این شبکه ها دارای پروتکل ها و نیاز های امنیتی مختص به خود می باشند.

❖ لایه مدیریت سرویس

این لایه جهت تولید و مدیریت سرویسهای مورداستفاده کاربر استفاده می شود. در لایه مدیریت، با مواردی همچون مدیریت جریان داده و کنترل امنیت مواجه خواهیم بود. در این لایه امکانات متعددی به منظور مدیریت سرویس ارائه شده است. توجه به امکانات این لایه خصوصا از منظر معماری سرویس محور بسیار حائز اهمیت است. چراکه بسیاری از برنامه ها در لایه برنامه مستقیما تحت تاثیر این معماری قرار خواهند گرفت. شکل ۲-۱۲، امکانات پیش بینی شده در این لایه از معماری اینترنت اشیا را نشان می دهد.

شکل ۲-11 :لایه مدیریت سرویس در معماری اینترنت اشیا

این لایه مسئولیت تجزیه و تحلیل اطلاعات، کنترل امنیت، مدلسازی فرآیندها و مدیریت دستگاه را برعهده دارد. داده ارسالی از سمت حسگرها می تواند به صورت متناوب و یا نامتناوب باشد. داده حسگر اینترنت اشیا که بطور متناوب ارسال می گردد، نیازمند فیلترینگ می باشند. چرا که حجم داده ارسالی

بسیار زیاد است و لازم است با توجه به نوع خواسته، فرآیند فیلترینگ بر روی آنها اعمال شود. داده های نامتناوب ممکن است نیازمند تحویل فوری (ارسال سریع) و پاسخ مناسب باشند. چرا که این نوع داده ها ممکن است در ارتباط با یک رویداد خاص باشند. مثلا داده حسگر مربوط به بیماران اورژانسی (ضربان قلب) می بایست با اولویت بالا سریعا ارسال گردد.

مدیریت جریان اطلاعات، دستیابی اطلاعات، یکپارچه سازی و مکانیزم های دستیابی به اطلاعات از دیگر وظایف مهم لایه سرویس معماری اینترنت اشیا می باشد. با توجه به حجم بالای داده، نیاز به فرآیند استخراج اطلاعات وجود خواهد داشت تا بتوان بر اساس پردازش انجام شده به یک دید مناسب از داده های کلان دست یافت. سرویس های اینترنت اشیا می بایست امنیت، حریم خصوصی، محرمانگی و یکپارچگی را تضمین نمایند. (تایید هویت و مجوز اشیا به اشیا، تایید هویت و مجوز کاربر به کاربر، کنترل دستیابی شی به شی و ...)

❖ لایه برنامه

در نهایت به لایه برنامه می رسیم که شاهد حضور تعداد بسیار زیادی از انواع برنامه ها در حوزه های محتلفی می باشیم.

این لایه به روشهای گوناگون ارتباط متقابل کاربرها و کاربردها را فراهم می سازد. بطور کلی، در این لایه شاهد حضور خانواده ای بزرگ از برنامه های کاربردی می باشیم که ممکن است مختص یک صنعت بخصوص (Vertical market) و یا چندین صنعت (Horizontal market) طراحی و پیاده سازی شده باشند. شکل 2-13، نمونه هایی از برنامه های کاربردی را نشان می دهد.

شکل 2-12:لایه برنامه در معماری اینترنت اشیا

صنایع مختلف می توانند با استفاده از برنامه های متنوع از اینترنت اشیا برای بهبود خدمات خود استفاده نمایند. برنامه ها را می توان بر اساس نوع شبکه دردسترس، همگرایی، اندازه ، مدل کسب و کار، نیازهای بلادرنگ و ... گروه بندی کرد. برخی از برنامه های اینترنت اشیا مختص استفاده فردی و یا بکارگیری در منازل طراحی و پیاده سازی می گردند. ابعاد این نوع برنامه ها کوچک است و صرفا قادر به تامین خواسته تعداد اندک و محدودی از کاربران می باشند. (برنامه های شخصی و خانگی)

برخی از برنامه های اینترنت اشیا در ابعاد بسیار بزرگی طراحی و پیاده سازی می شوند و می توان آنها را در سطح یک سازمان به خدمت گرفت. (برنامه های سازمانی)

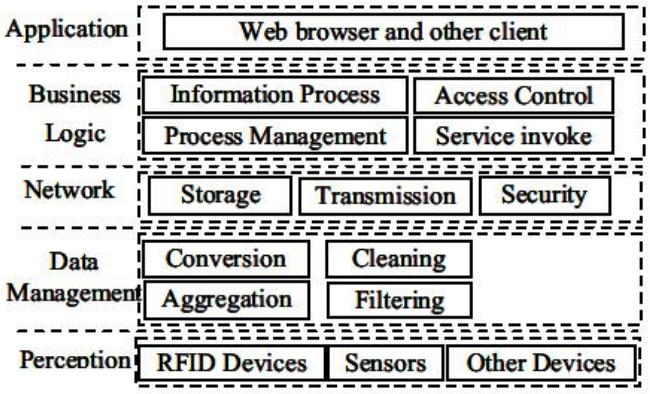
تلفن های هوشمند به دلیل ویژگی های برجسته، دارای جایگاه ویژه و تعیین کننده ای در برنامه های اینترنت اشیا می باشند. ابعاد شبکه، پهنای باند مورد نیاز و نوع اتصال به شبکه در برنامه های اینترنت اشیا متفاوت است و هریک ملزومات مختص به خود را دارا خواهند بود. آشنایی با نیازهای هر برنامه در ایجاد زیرساخت لازم و بکارگیری فناوری مناسب در هر لایه بسیار ضروری است .

3-2-2- معماری ۵ لایه

در معماری دیگر علاوه بر سه لایه اصلی دو لایه دیگر نیز مطرح می شود.[۲۴]

دو لایه عبارتند از:

- لایه مدیریت داده [۱۶]- لایه منطق تجاری[۱۷]



شکل ۲-۱۳: معماری ۵ لایه اینترنت اشیا[۲۴]

- **لایه مدیریت داده:**

این لایه بین لایه ادراک و شبکه قرار می گیرد. این لایه مسئول فیلتر،تمیز کردن، پردازش داده ها و تبدیل داده ها را برعهده دارد. اشیا در دنیای واقعی همیشه در حال تغییر است، دستگاه ها که در لایه ادراک هستند. تنها می توانند داده های خام از جسم را از طریق برخی از فناوری ها بدست آورند و لازم به ذکر است که نمی تواند آنها را پردازش، فیلتر و یا منتقل نماید. همچنین ممکن است مقدار داده ها و اطلاعات در یک دوره زمانی بسیار زیاد باشد و دارای افزونگی شود. در این صورت مدیریت این داده ها واطلاعات نیاز حیاتی است که این لایه به انجام این وظیفه می پردازد.

[16] DataManagement

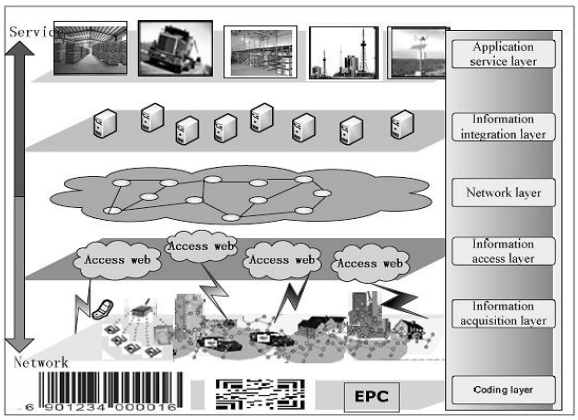
[17] BusinessLogic

❖ **لایه منطق تجاری:**

این لایه دربین لایه شبکه و لایه کاربردی تعریف می شود لایه منطق کسب و کار مسئولیت پردازش و به دست گرفتن اطلاعات ارائه شده توسط لایه شبکه و ارائه خدمات به لایه کاربرد، همچنین دسترسی و کنترل و مدیریت فرآیند نیز از وظایف این لایه به شمار می رود.

4-2-2- معماری ۶ لایه

بر پایه معماری ۳ و ۵ لایه مطرح شده معماری ۶ لایه دیگر به صورت زیر تعریف شده است (شکل2-14):



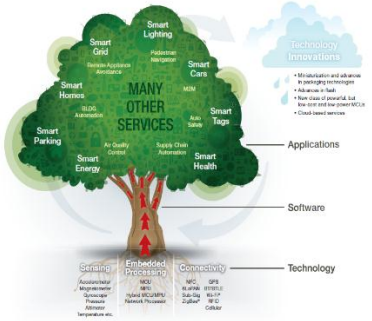
شکل ۲- 14 : نمای از معماری ۶ لایه ای اینترنت اشیا

از شش لایه تشکیل شده :لایه کد ،لایه کسب اطلاعات ، لایه دسترسی به اطلاعات، لایه شبکه، لایه یکپارچه سازی اطلاعات و لایه ارائه سرویس.

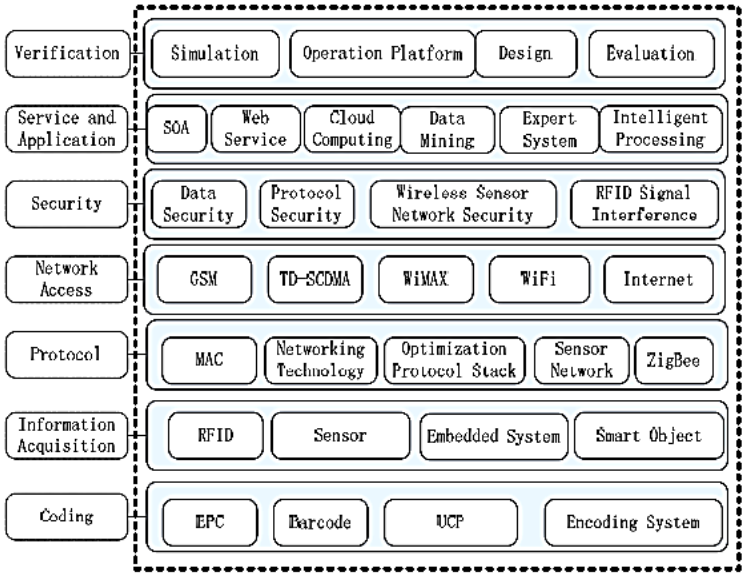
❖ **لایه کد:** این لایه پایه اینترنت اشیا است .کد ها در واقع شماره شناسه برای هریک از اشیا هستند که با کمک آن اشیا را می توان در چرخه اینترنت اشیا به رسمیت شناخت.

- **لایه کسب اطلاعات:** وظیفه این لایه به جمع آوری و شناسایی داده های اشیا از طریق سنسورهای مختلف، کد های دو بعدی، دوربین، GPS وعاملان هوشمند می باشند. (این لایه منبع اینترنت اشیا است).
- **لایه دسترسی به اطلاعات :** این لایه به انتقال اطلاعات به دست آمده از لایه کسب اطلاعات به لایه شبکه مبادرت میکند. انتقال اطلاعات می تواند با استفاده از ارتباطات تلفن همراه از قبیل (GSM، TD-SCDMA)، WiMax، تجهیزات ارتباطات WiFi و یا سایر ابزارهای ارتباطی باشد.
- **لایه شبکه:** این لایه بستر های شبکه (IPV6 ویا IPV4) است که می توان آنرا به شکل یک شبکه هوشمند بزرگ تبدیل کرد که قادر به استفاده از تمام منابع در شبکه باشد.
- **لایه یکپارچه سازی اطلاعات :** مدیریت و کنترل داده های گسترده و نامشخص درشبکه، تجدید داده ها، فیلتر و یکپارچه کردن و تبدیل آنها برای ارائه یک سرویس مناسب به لایه کاربرد از جمله وظایف این لایه می باشد.
- **لایه ارائه سرویس:** این لایه به ادغام سرویس های قابل دسترس و سرویس های کاربردی، به منظور ارائه سرویس مناسب به صنایع و کاربران مختلف مبادرت می کند .

2-3 - فناوری های مورد استفاده در اینترنت اشیا



شکل۲-۱۵- فناوری های حیاتی دراینترنت اشیا [۲۵]



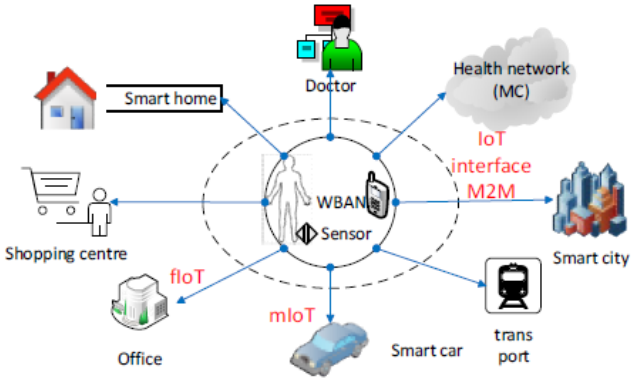
شکل۲-۱۶ : دسته بندی فناوری های حیاتی دراینترنت اشیا[۲۵]

4-2- پیشینه تحقیق و ادبیات مساله

همانطور که در ابتدای این فصل بدان اشاره شد، چهار مدل داده کاوی برای اینترنت اشیا می توان در نظر گرفت، مدل داده کاوی چند لایه، مدل داده کاوی توزیع شده، مدل داده کاوی شبکه ای و مدل داده کاوی از چند تکنولوژی. در میان آنها، مدل چند لایه خود شامل چهار لایه: ۱) لایه جمع آوری داده ها، ۲) لایه مدیریت اطلاعات ، ۳) لایه پردازش رویداد ۴) لایه سرویس داده کاوی. اینترنت اشیا اشاره به نسل بعدی اینترنت که شامل تریلیون ها سنسور کوچک متصل به اینترنت است .آی تی ادغام فناوری های جدید می باشد . اینترنت اشیا هسته سیاره هوشمند است که پیشنهاد شده است. اینترنت اشیا حجم زیادی از اطلاعات را تولید می کند.

اطلاعات اینترنت اشیا می تواند از سیل عظیمی از اطلاعات از منابع مختلف باشد. تکنیک های داده کاوی و استخراج اطلاعات با ارزش از میان داده ها یکی از زمینه های علاقه پژوهشگران شده است. هدف داده کاوی در IOT استخراج اطلاعات با ارزش از داده های خام می باشد و اینکه چگونه

اطلاعات معنادار و دانش از اطلاعات بدست آمده از IOT استخراج شود. در ابتدا ارتباط بین پایگاه داده های بزرگ ، داده کاوی و همچنین اطلاعات خام اولیه شرح داده می شود. خوشه بندی و برچسب گذاری بر روی داده های حاصل از IOT می تواند کمک زیادی به استخراج اطلاعات معنادار از پایگاه داده های بزرگ داشته باشد. الگوریتم KMEANS یکی از ابزارهای مناسب در این زمینه به می باشد. از کاربردهای خوشه بندی در اینترنت اشیا به رخداد زمین خوردن افراد سالمند اشاره شده است که در خانه های هوشمند، قابلیت تشخیص این رخداد وجود دارد. از ابزارهای مفیدی که در زمینه اینترنت اشیا معرفی شده است به زنجیره مارکوف نیز اشاره شده است که قابلیت مدل سازی فرآیند های احتمالی را دارد. برای الگوریتم های دسته بندی نیز دو حیطه محیط های بیرونی و محیط های درونی در نظر گرفته شده است. برای محیط های بیرونی مثال کنترل ترافیک زده شده است که با استفاده از سنسورهای PIR دوربین و حتی SMS موقعیت خودروها تخمین زده می شود. در حیطه دسته بندی داده های حاصله از سنسورهای داخلی نیز حیطه سلامت مثال زده شده است. مورد بعدی که از داده کاوی در اینترنت اشیا در این پایان نامه مورد بررسی قرار گرفته است بحث تشخیص الگو است که به عنوان یکی دیگر از شاخه های داده کاوی مورد بررسی قرار گرفته است در این حیطه به دنبال تشخیص الگو بین داده ها می باشیم [15].



شکل ۲-۱۷ : بررسی وضعیت حال عمومی در محیط های مختلف

1-4-2- فرمت داده های سنسوری

فرمت داده های سنسوری از قسمت های زیر تشکیل شده است:

داده های مربوط به سلامت	MAC-شناسایی ID-باتری	یوزر ID

داده های مربوط به سلامت می تواند داده های مربوط به ضربان قلب و همچنین تنفس و گردش خون فرد باشد که نیاز است عملیات ترکیب اطلاعات در بازه های زمانی مختلف بر روی آن انجام شود. با استفاده از داده های مربوط به سلامت در نهایت دسته بندی و تشخیص سلامت فرد انجام می شود. یک روش داده کاوی بر روی پایگاه داده توزیع شده براساس مدل بازیگر پیشنهاد شده است. روش پیشنهادی بر روی پایگاه داده های توزیع شده گسترش یافته و براساس مدل بازیگر و اینترنت اشیا اجرا شده است. روش پیشنهادی پایگاه داده را به چند پایگاه داده کوچکتر می شکند و همزمان داده کاوی در مراکز داده و همچنین کل پایگاه داده انجام می شود.

حالا که تلاش کردیم قاعده کلی اینترنت اشیا را در زمینه های مختلف توضیح دهیم، چطور می‌توانیم این موضوع را به سطح خانه‌های هوشمند و شهرهای هوشمندی که دائما درباره آن‌ها می‌خوانیم و می‌شنویم بسط دهیم؟ اساسا ارزش راستینی که ما از انقلاب اینترنت اشیا به دست می‌آوریم، «هوشمندی» است که با امکان استخراج اطلاعات بی‌درنگ معنادار از داده‌هایی که امروزه در اطراف ما قابل دسترسی هستند، فراهم می‌شود.

وقتی به گستره «دریای چیزهایی» که می‌توانند به اینترنت متصل شوند فکر می‌کنید، واقعا ترکیب نفس گیری به‌نظر می‌رسد؛ به‌ویژه وقتی شهری مانند لاگوس (در نیجریه) را در نظر بگیرید. به هر حال، جهان به سمتی در حال حرکت است .که خود را به حسگرهایی مجهز کرده است که تقریبا

همه چیز را به هم متصل می‌کنند. امروزه با محصولاتی مانند فیت بیت، اپل‌واچ و دیگر ساعت‌های هوشمند، شما می‌توانید ضربان قلب، تعداد گام‌هایی که برداشته‌اید، الگوی خواب خود و بسیاری از موارد دیگر را پیگیری کنید.

مهم‌تر این که اگر نیجریه را در چارچوب ذهنیمان در نظر بگیریم، از چه نقطه‌ای باید حرکت را آغاز کنیم تا به چنین جایگاهی برسیم؟ در ادامه تلاش خواهیم کرد تا این موضوعات را با استفاده از یکی از بزرگ‌ترین مشکلات در لاگوس یعنی ترافیک توضیح دهیم.

شهرهای هوشمند و اینترنت اشیا به‌عنوان یک کل، دنباله‌رو مفهوم «سیستم‌های شبکه‌سازی شده» هستند که از سیستم‌های جداگانه متصل برای تشکیل شبکه‌ها و زیرشبکه‌هایی تشکیل شده‌اند و برای رسیدن به یک هدف مشترک با یکدیگر کار می‌کنند. تصور کنید که در آینده‌ای نه چندان دور، لاگوس به شهر هوشمندی تبدیل شود.

حالا با سناریویی که در آن لاگوس عملا یک شهر هوشمند است، وقتی عملیات جاده‌ای به تاخیر افتاده، باعث ایجاد ازدحام ترافیکی می‌شود، داده‌های ترافیکی به‌صورت خودکار به سیستم مدیریت ترافیک لاگوس فرستاده می‌شود که به نوبه خود این اطلاعات را به سیستم مدیریت شهر هوشمند لاگوس می‌فرستد. سیستم مدیریت شهر هوشمند لاگوس از شبکه‌های مختلف این شهر مانند مدیریت ترافیک، امنیت، آب، آموزش، شبکه برق و غیره و همچنین خانه‌های هوشمند جداگانه‌ای که باید به اطلاعات داخل این سیستم دسترسی داشته باشند، تشکیل شده است. با در دسترس قرار گرفتن این اطلاعات روی سیستم مدیریت شهر هوشمند لاگوس، سیستم خانه هوشمند شما داده‌های ترافیکی را شناسایی کرده و تا زودتر از خانه خارج شوید تا با توجه به راه‌بندان جاده‌ای وقت کافی برای رسیدن به محل کارتان از جاده در حال تعمیر داشته باشید یا کاملا از این جاده اجتناب کرده و یک مسیر طولانی‌تر جایگزین نمایید.

بیایید فرض کنیم که در یک آینده تخیلی اما نه چندان دور، باید عملیات تعمیراتی شبانه‌ای روی جاده Gbagada-Oshodi انجام می شده که به تعویق افتاده است و باعث شده تا تمام مسیر تا Oworonshoki با ازدحام ترافیکی مواجه شود. در این سناریو، اگر لاگوس یک شهر هوشمند نبود، شما در این ترافیک گیر می‌افتادید. حالا با سناریویی که در آن لاگوس عملا یک شهر هوشمند است، وقتی عملیات جاده‌ای به تاخیر افتاده، باعث ایجاد ازدحام ترافیکی می‌شود، داده‌های ترافیکی به‌صورت خودکار به سیستم مدیریت ترافیک لاگوس فرستاده می‌شود که به نوبه خود این اطلاعات را به سیستم مدیریت شهر هوشمند لاگوس می‌فرستد. اما نیجریه ساخت شهرهای هوشمند را باید از کجا شروع کند؟ آیا در این راستا معایب مهمی وجود خواهند داشت؟ دستیابی به این هدف چه هزینه‌هایی دارد؟ تخمین زده می‌شود که به‌طور متوسط ساکنان لاگوس روزانه ۳ تا ۶ ساعت از وقت خود را در مسیر رفت و برگشت از محل کارشان تلف می‌کنند. شروع کار با ترافیک در عین حال به حوزه‌های دیگری مانند سرویس‌های پزشکی، آتش‌نشانی و امنیتی نیز کمک خواهد کرد.

5-2 - ترافیک

ترافیک پدیده ای ناخوشایند است که زاییده ی رشد فزاینده ماشینی شدن و افزایش شهرنشینی است. از زمانی که اقتصاد صنعتی جایگزین اقتصاد کشاورزی گردید، به دلیل سرمایه گذاری بیشتر در شهرها و در نتیجه وجود امکانات بیشتر و همچنین استعداد طبیعی و بالقوه شهرها برای توسعه به عنوان مثال داشتن آب کافی و موقعیت جغرافیایی موجب گردید، انسان ها از جمعیت و بافت روستایی پراکنده، و شهرها با تراکم جمعیتی بالا به شهرک های جدید الاحداث تبدیل گردند. از طرفی رشد روز افزون تولیدات خودرویی و عدم دوربینی لازم در ایجاد خیابان ها و معابر مناسب باعث شد که نتایجی از جمله ایجاد تراکم ترافیکی، کاهش بازده ی حمل و نقل، افزایش زمان

مسافرت، آلودگی و مصرف بیش از حد انواع سوخت های فصیلی را به همراه داشته باشد و پس از بروز اختلال در رفت و آمدهای شهری؛ مسئولین تازه به این نتیجه رسیدند که باید فکری به حال معضل جدید جوامع شهری که همان ترافیک و پیامدهای آن بود، نمایند.

هدف اصلی این کاهش و کنترل ترافیک روان سازی ترافیک، حفاظت از محیط زیست، کاهش زمان سفر، مدیریت و کاهش حوادث جاده ای و به طور کلی کاهش دادن اثرات منفی روحی و روانی، جسمی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از تراکم پیش بینی نشده بر جامعه می باشد. شهرداری ها و دولت ها در تمامی کشورهای دنیا مسئول حل مشکل ترافیک اند. هرچند اکثر شهروندان مسئولیت خود را در ایجاد ترافیک فراموش می کنند. اما در نهایت این دستگا ه های اجرایی اند که باید فکری به حال رفت و آمد مردم بکنند.

ترافیک یک معضل دامنه دار و پرحاشیه است که رفع آن نیازمند استراتژی ها و تاکتیک های علمی و کاربردی است و برطرف کردن آن، نیاز به زیرساخت های اساسی دارد. شهرداری ها می توانند با کمک پلیس و با افزایش ناوگان خدمت رسان حمل و نقل عمومی کمی از بار ترافیک در مواقع بحرانی کم کنند، اما برای حل مشکل ترافیک باید از مدت ها قبل به فکر بود.

امروزه فناوری اطلاعات درگستره خود روش های مدیریت ترافیک را نیز تحت الشعاع خود قرار داده است. بطوریکه درحال حاضر روش های مدیریت ترافیک با بکارگیری فناوری اطلاعات بگونه شایسته ای از تکنولوژی های مدرن برای توسعه ترافیک و برآوردن نیازها و خواسته های کاربران بهره می گیرد. استفاده از فناوری اطلاعات راههای متفاوتی برای کنترل و کاهش ترافیک به ما می دهد . از جمله اینکه می توان با ایجاد شهر الکترونیک بسیاری از رفت و آمدهای شهری را بکاهیم، همچنین استفاده همزمان از سامانه های موقعیت یاب جهانی و شبکه ی اینترنت، استفاده از سامانه

های حمل و نقل هوشمند، گسترش تجارت الکترونیک و . . . که همگی بر پایه ی کامپیوتر و فناوری اطاعات بنا شده اند.

استفاده از تکنولوژی جدید چندی است که در خدمت کنترل ترافیک درکلان شهرهای در آمده است.

استفاده از این تکنولوژی ها اغلب به دو صورت به کاهش ترافیک کمک میکند :

- ❖ استفاده از طریق طراحی سامانه کنترل هوشمند ترافیک.
- ❖ از طریق ایجاد دولت الکترونیک (شهرهای اکترونیکی

معقوله شهر الکترونیک مبحث داغ تئوریسین های مدیریت مدرن شهری و یکی از بروزترین اتفاقات دنیای توسعه شهری است. بطوریکه بسیاری از کشورهای نه چندان توسعه یافته نیز به آن وارد شده و جهت گیری و سمت و سوی حرکت توسعه خود را بدان سو بنیان نهاده اند.

بطور کلی میتوان «شهر الکترونیکی» را شهری بدانیم که در آن اکثر فرآیندهای ارتباطی بین شهروندان با یکدیگر و بین شهروندان، دولت و به طبع آن حکومت محلی (شهرداری و سایر ادارات شهر) با استفاده از ابزارهای ارتباطی مدرن مانند اینترنت ، تلفن ، SMS ، GPS و .... انجام شده و شهروندان برای انجام فرآیندهای شهروندی و زندگی روزمره خود از یکسو و دولت برای اعمال حاکمیت و ارائه خدمات به مردم، از سوی دیگر، نیازی به مراجعه فیزیکی به یکدیگر را نداشته و مسائل مورد نیاز خود را با سرعت، سهولت و کیفیت زیاد و هزینه کم بتوانند به انجام برسانند، در این صورت خواهیم دید دنیای عظیمی از امکانات و توانایی های شگرف در افق دید ما ایجاد می شود که طبیعتا دستیابی به همه آنها نیاز به صرف زمان، مدیریت صحیح و دقیق، وجود زیر ساختها و عوامل زیادی دارد که به تفصیل به آنها خواهیم پرداخت.

در ایران نیز فرهنگ شهرهای الکترونیکی و اینترنتی در حال گسترش است و کم کم باور مسئولین در درک نیاز حرکت به سمت و سوی شهرهای الکترونیکی در حال شکل گیری است .

برای اولین بار که بحث شهرهای الکترونیکی مطرح و متعاقب آن همایش جهانی شهرهای الکترونیکی و اینترنتی با حضور بیش از 3122 نفر از مسئولین و متخصصین ارشد کشور در حوزه های مختلف برگزار شد، موضوع برای کشورمان باور نکردنی بود و یا حداقل باور نداشتیم که فقط ۵ سال بعد باید راهکار برون رفت از چالشهای شهر بزرگی مانند تهران را در ایجاد شهر الکترونیک جستجو کنیم. باید در هزاره سوم و شروع قرن ۲۱ تسلیم پدیده های حاصل تغییرات فناوریی جدید باشیم و شهر الکترونیک را به عنوان یک نیاز و ضرورت هزاره سوم بپذیریم.

شهر الکترونیک[1] یک اختراع و یا یک پیشنهاد نوآورانه نیست، بلکه واقعیتی است که بر اساس نیاز جای خود را باز میکند. اگر امروز چشم خود را بر نیاز ببندیم فردا باید با پرداخت هزینه بیشتر قدم در اجرای آن بگذاریم.

1-5-2 - ترافیک، جای پارک و نور خیابان‌ها

شاید یکی از جالب‌ترین جنبه‌های شهرهای هوشمند، به‌کارگیری فناوری برای کاهش ترافیک و دسترسی آسان به جای پارک باشد. حسگرهای نصب‌شده در خیابان‌ها این توانایی را دارند تا اگر یک جای خالی برای پارک در خیابانی پیدا شد، آن را شناسایی کرده و به هر کاربری که از طریق برنامه کاربردی نصب شده روی اسمارت فون خود به دنبال جای پارک می‌گردد، اطلاع دهند. در سان‌فرانسیسکو این گزینه اکنون در اختیار پارکینگ های این شهر قرارگرفته است، نیشانت پاتیل عضو هیئت مدیره و معاون ارشد شرکت Built.io و عضو مشاوران طرح شهری سان فرانسیسکو، امیدوار

است این فرآیند با نظارت بر خیابان‌های بیشتری گسترش یابد. کمک کردن به رانندگان برای پیدا کردن جای پارک به طرز قابل‌توجهی بر روند کاهش ترافیک تأثیرگذار خواهد بود . در بارسلونای اسپانیا، حسگرهایی در خیابان‌های شهر قرارگرفته‌اند که به کاربران هشدار می‌دهند در کجا می‌توانند یک جای خالی پارک پیدا کنند و به این شیوه باعث کاهش ترافیک می‌شوند، به دلیل این‌که در این حالت تعداد کمتری از رانندگان در یک مسیر دایره وار به دنبال جای خالی پارک خواهند بود.

تحقیقات و آمارهای به‌دست‌آمده نشان می‌دهند نزدیک به سی درصد تراکم ترافیک شهرها به دلیل وجود ماشین‌هایی است که به دنبال جای پارک هستند. در حال حاضر حسگرهایی در جاده‌ها وجود دارد که بدون نگرانی از بابت پرداخت هزینه جای پارک، به شما کمک می‌کنند، به دلیل این‌که حسگرها تشخیص می‌دهند شما چه مدت زمانی است در یک مکان پارک کرده‌اید.

این هوشمند سازی به مقدار بسیار زیادی در ارتباط با دسترسی به داده‌ها و استفاده از داده‌هایی است که از اسمارت فون‌ها به دست می‌آید. ما اکنون در یک قدمی دسترسی به این داده‌ها هستیم». شرکت Silver Spring Networks با شهر سان آنتونیو روی طراحی و ساخت یک شبکه هوشمند و یک پروژه زیرساختی هوشمند همکاری می‌کند. در این همکاری نه تنها کنتورهای برق، بلکه چراغ‌های خیابان‌ها، کنتورهای گاز و آب نیز به دنیای هوشمند سلام خواهند گفت. هوگو مایلر مدیر ارشد اطلاعات و فناوری، در ارتباط با شهر سان آنتونیو این‌گونه گفته است: «ترافیک یکی از چالش‌های اصلی سان آنتونیو به شمار می‌رود، برای حل این مشکل، چراغ‌های راهنمایی و رانندگی در شهر سان آنتونیو به یکدیگر متصل شدند تا یک سیستم مدیریت ترافیک مؤثر را پایه‌ریزی کنند، به‌طوری‌که سالیانه صدها میلیون دلار در مصرف انرژی و از دست رفت زمان صرفه‌جویی کنند.» ویژگی‌های شهر هوشمند تنها در ارتباط با خدمات عادی شهروندی خلاصه نمی‌شوند. این ویژگی‌ها توانایی قدرتمندی

در زمان بارندگی از خود نشان می‌دهند. مایلر در ادامه صحبت‌های خود می‌افزاید: «نخستین باران سان آنتونیو بعد از گذراندن یک‌فصل خشک باعث افزایش تصادفات ماشین‌ها می‌شود، به دلیل این‌که باران روغن و دیگر ترکیبات شیمیایی را روی سطح جاده‌ها پخش می‌کند. برای حل این مشکل ماژول‌های ارتباطی درون چراغ‌های LED نصب‌شده که در زمان بروز یک رگبار شدید روشن می‌شوند. این کار باعث می‌شود تا میدان دید رانندگان به لحاظ نورِ بیشتر، افزایش پیداکرده و درنتیجه تصادفات رانندگی به حداقل برسد.

۲-6- تعریف شرکت‌ها از شهرهای هوشمند

شرکت‌هایی همچون سیسکو، آی بی ام، اینتل، Spring Network، Build.io، GE Lighting و زیمنس راه‌حل‌های خود را درزمینه شهرهای هوشمند ارائه کرده‌اند. آستین آش مدیر محیط هوشمند شهری در شرکت GE Light در این زمینه گفته است: «هر شخصی تعریف خاص خودش را از شهر هوشمند دارد. برای ما یک شهر هوشمند، شهری است که توانایی جمع‌آوری مؤثر داده‌ها و ارائه آن‌ها را به شکلی معنادار در اختیار داشته باشد. این مفهومی است که می‌تواند درنهایت منجر به افزایش سطح درآمدها شده و خدمات جدیدتری را که تصور آن‌ها نمی‌رفت به وجود آورد. آنیل منون معاون عملیاتی شرکت سیسکو در این باره گفته است: «یک شهر هوشمند، شهری است که از فناوری‌های دیجیتالی یا اطلاعاتی و فناوری‌های ارتباطی متصل به شبکه از طریق یک شبکه هوشمند برای آدرس‌دهی چالش‌های جوامع شهری و همچنین در صنایع عمودی استفاده می‌کند. این چالش‌ها ممکن است شامل پارکینگ، ترافیک، حمل و نقل، نور خیابان‌ها، منابع آبی، سیستم تهویه، امنیت و ایمنی، مدیریت آموزش و پرورش و حتی بهداشت و درمان باشد.

درحالی‌که تعاریف متفاوت از یکدیگر هستند، یک واقعیت سازگار در ارتباط با فناوری‌های مورد استفاده در شهرهای هوشمند وجود دارد، فناوری‌ها بسته به کاربردی که در یک شهر هوشمند دارند ممکن است متفاوت از یکدیگر بوده و درنتیجه بودجه خاصی برای آن‌ها در نظر گرفته شود. به‌طور مثال در سان‌فرانسیسکو، چراغ‌های روشنایی خیابان‌ها به‌گونه‌ای طراحی‌شده‌اند که متناسب با آب و هوای طوفانی نور خود را افزایش داده تا قدرت دید رانندگان بهبود پیدا کرده و مانع از تصادفات شدید شوند. در شیکاگو، از سیستم کنترلی ویژه جوندگان موذی استفاده می‌شود. این سیستم با تجزیه و تحلیل‌هایی که انجام می‌دهد پیش‌بینی می‌کند، چه سطل‌های زباله‌ای مستعد جذب موش‌ها هستند. در سان‌فرانسیسکو یک برنامه کاربردی نصب شده روی اسمارت فون کاربران، به آن‌ها این توانایی را می‌دهد تا نقاط پارک ویژه وسایل نقلیه را که ممکن است در اقصی نقاط شهر در دسترس قرار داشته باشند را پیدا کنند. شهر هامبورگ در آلمان، رؤیاهای جاه طلبانه‌ای در این زمینه دارد، آن‌ها در نظر دارد تا سال ۲۰۳۴ تردد خودروهایی را که در سطح شهر تردد می‌کنند، محدود کنند. کپنهاگ در نظر دارد اولین پایتخت جهان باشد که تا سال ۲۰۲۰ از کربن خنثی (carbon-neutral) استفاده می‌کند. منظور از carbon-neutral یا خنثی بودن، کربنی است که روند استفاده از آن در صنایع به‌گونه‌ای باشد که تبعاتی برای محیط‌زیست (در قالب انتشار کربن به جو) به وجود نیاورد.

تصویر یک روز زندگی در شهر الکترونیک

عصر یک روز تابستان است و شما در حال عزیمت از منزل به محل کارتان هستید. حدود یک ساعت است که از منزل خارج شده اید ولی خیابانهای شلوغ شهر، مسیر خانه تا محل کار را چند برابر کرده است. با صرف یک ساعت برای انجام عملیات بانکی، دو ساعت معطل شدن در ترافیک، یک ساعت جستجو برای خرید کفش دلخواه تان و مقداری معطلی برای پرداخت قبض های آب و برق روز، پر مشغله ای را پیش روی خواهید داشت. با یک محاسبه سرانگشتی خواهید دید که بخش

عظیمی از اوقات روزانه خود را صرف کارهای تکراری، غیرضروری می کنید. با این اوصاف این سوال پیش می آید که آیا واقعا برای زندگی در یک شهر بزرگ حتماً باید بخش زیادی از وقت خود را صرف کارهای تکراری کنید؟ بخش دیگری از آن را در صفوف اماکن عمومی و یا خیابان های شهر تلف کنید؟ آیا راه بهتری برای استفاده بهینه از زمان وجود ندارد؟ آیا نمیتوان در شهرهای بزرگ بدون دغدغه روزمره به راحتی زندگی کرد؟ بد نیست قبل از این که به سوالات پاسخ دهید سری به شهر الکترونیک بزنیم، شهری که به ظاهر با شهرهای سنتی ما متفاوت است. شاید پاسخ سوالات خود را در آنجا بیابیم.

می توانید تصور کنید اگر فردا صبح که ازخواب بیدار می شوید چند سال گذشته باشد، نمی دانم چند سال!

شاید ده یا پانزده سال بعد. زمانی که از خواب بر می خیزید، گزارش کاملی را از وضعیت سیستم های امنیتی، تسهیلات و وسایل منزل تان از منشی الکترونیکی منزل تان دریافت خواهید کرد. هنگام ترک منزل بد نیست که به سیستم خرید خانه سری بزنید. البته این سیستم به طور خودکار موجودی مایحتاج یخچال را کنترل می کند و در مواقع کمبود سفارش های لازم را ارسال می کند. پس از خرید ملزومات، قیمت آن ها به طور خودکار از کارت اعتباری شما کسر خواهد شد. وقتی اتومبیل تان را روشن می کنید بطور اتوماتیک آخرین وضعیت رفت و آمد در خیابان ها و ترافیک شهر را دریافت می کنید و بهترین مسیر برای رسیدن به محل کار برای شما برنامه ریزی میشود. هنگام رانندگی منشی الکترونیک شما، پیغامها، قرارهای ملاقات و کارهای روزمره تان را بررسی کرده و فعالیت های شما را برنامه ریزی می کند.

وقتی در شهر الکترونیک رانندگی می کنید به ندرت به ترافیک های سنگین برمی خورید. یک سیستم هوشمند کنترل ترافیک، رفت و آمدهای شهری را طوری تنظیم می کند که شما کمترین زمانهای انتظار را پشت چراغ قرمز داشته باشید.

اتومبیل ها نیز به یک سیستم کنترل هوشمند مجهز هستند به طوری که حداقل تخلفات شهری را شاهد خواهید بود. تصادفات در شهر الکترونیک حداقل خواهد بود. زمانی که در یک شهر الکترونیک تصادفی رخ می دهد اتومبیل بطور هوشمند یک پیغام به مرکز اتفاقات شهری ارسال می کند. یک سیستم موقعیت یاب جغرافیایی تصویر دقیق و مشخصات محل تصادف را مشخص می کند. مشخصات تصادف به همراه تصاویر محل تصادفات به اداره پلیس و اورژانس ارسال می شود و فوراً اقدامات لازم برای رسیدگی به تصادف و ارسال مجروحین به بیمارستان صورت می گیرد. وقتی که آمبولانس در حال عزیمت به محل تصادف است، به طور خودکار پیغام هایی را به چرا غهای راهنمای مسیر ارسال می کند تا با تنظیم آنها کمترین توقفات ممکن را در طول مسیر حرکت به سمت بیمارستان نیز وضعیت بیمار به بیمارستان مخابره می شود تا امکانات و تجهیزات لازم برای مداوای او قبل از رسیدن به بیمارستان فراهم شود. وقتی که به منزل می رسید، همه چیز مرتب است. سیستم های تهویه هوشمند هوای خانه را به نحو مطلوبی تنظیم کرده اند. تسهیلات و وسایل منزل همه طبق برنامه کار می کنند. شما یک روز پرکار را در شهر الکترونیک پشت سر گذارده اید. کارهای مختلفی انجام داده اید ولی به ندرت درگیر کارهای تکراری شده اید .

7-2- نتیجه گیری

اکنون زمان آن رسیده است که خود را آماده ورود به شهرهای هوشمند کنیم. البته طیف گسترده‌ای از شهرهای جهان، هوشمند نیستند. به‌روزرسانی فناوری‌های امروزی برای حرکت به سمت

هوشمندی روندی است که معمولاً زمان‌بر است؛ اما درعین‌حال، افراد و سازمان‌ها می‌توانند در این زمینه مشارکت داشته باشند. افراد و سازمان‌ها با راه اندازی گروه‌های مدنی که برای بررسی یکسری موضوعات ایجاد شده‌اند، می‌توانند داده‌هایی را جمع‌آوری کرده و این داده‌ها را در اختیار توسعه‌دهندگان قرار دهند تا برنامه‌ریزی‌های لازم را برای تحقق یک شهر هوشمند انجام دهند. مهم نیست برنامه پیاده‌سازی شده چقدر جذاب باشد، مهم این است که در نظر داشته باشید شهروندان چه می‌خواهند. منون در ارتباط با شهرهای هوشمند گفته است: شهرهای هوشمند در حال تکامل هستند و هوشمندی نسبی بخشی از نیازهای یک شهر هوشمند به شمار می‌رود. برای هوشمند سازی یک شهر همواره باید درک مناسبی از تغییرات داشته باشیم. لازم است، درزمینه هوشمند سازی از بهترین ابزارها استفاده کنیم که از مردم و فرهنگ آن‌ها حمایت کرده و این حرکت را پر جنب و جوش باقی نگه می‌دارد.

فصل سوم : روش پژوهش

۳-۱ - مقدمه

امروزه افزایش وسایل نقلیه و جوابگو نبودن سیستمهای کنترل سنتی، باعث ایجاد سیستم های کنترل ترافیک به صورت هوشمند شده است که این عامل، سبب کنترل و مدیریت بهتر شهری و افزایش ضریب اطمینان جاده ها و بزرگراه ها میشود. هدف کلی این پایان نامه هوشمند سازی چراغ های راهنمایی می باشد . پیشنهاد ما شروع کار با بخش‌ها/حوزه‌های کوچک و متمرکز است که برای جامعه محلی، ایالت‌ها و کشور به عنوان یک کل، اهمیت دارند. این رویکرد ارزش بیشتری را برای توده مردم فراهم خواهد کرد. برای مثال، مشکل ترافیک را که برای افراد زیادی به یک مصیبت تبدیل شده است، حل خواهد کرد. نخستین بار در جریان برگزاری نمایشگاه CES 2017 در لاس وگاس آمریکا بود که با ایده جاه طلبانه شرکت AT&T به‌نام "شهرهای هوشمند (Smart Cities) " آشنا شدیم؛ اما تازه مشخص شده که این ایده و مفهوم قرار است به چه شکلی پیاده‌سازی و اجرا شود.

شرکت تلکام AT&T با GE قرارداد همکاری به امضاء رسانده تا بتواند سنسورهای Current CityIQ را در چراغ‌های روشنایی خیابان‌های چندین شهر مختلف آمریکا نصب کند. قرار است این برنامه از شهر سن‌دیگو آغاز شود. اما هدف از اجرای این برنامه تنها فراهم کردن سیستم روشنایی هوشمند نیست. بلکه از آن‌ها برای مانیتور کردن جریان ترافیک؛ فضاهای پارک خودرو؛ کیفیت هوا؛ شرایط جوی اضطراری و حتی تیراندازی در خیابان‌ها استفاده می‌شود.

شرکت GE پلتفرم Current را به‌عنوان بخشی از برنامه ۳۰ میلیون دلاری ارتقاء سیستم روشنایی شهر سن‌دیگو نصب می‌کند. با نصب ۱۴ هزار LED هزینه‌های انرژی در این شهر تا حدود ۲,۴ میلیون دلار کاهش پیدا می‌کند. علاوه بر این، نصب 3200 سنسور CityIQ به‌همراه دوربین‌ها؛ میکروفون‌ها و سایر سنسورهایی از این دست به ارتباطات اینترنت اشیاء اضافه می‌کند. شرکت AT&T نقش

حمل‌کننده دیتا را ایفا می‌کند و یک ارتباط بسیار ایمن را برای سیستم شهری سن‌دیگو فراهم می‌کند. شاید برخی ایراد بگیرند که دوربین‌هایی که در این سیستم استفاده می‌شود به حریم آنها تجاوز می‌کند. اما جای نگرانی نیست چون تصاویر ثبت شده توسط این دوربین‌ها به اندازه دوربین‌های امنیتی واضح و دقیق نیست. یکی از سخن‌گویان شهردار سن‌دیگو به خبرگزاری رویترز گفت: "دیتایی که از این طریق به‌دست می‌آید کاملا ناشناس است و اصلا نمی‌توان افراد را از روی آن‌ها شناسایی کرد".

شهرها با استفاده از پلتفرم‌های باز M2X و Flow Designer متعلق به شرکت AT&T قادر به مانیتور ترافیک، بهینه‌سازی فضای پارک خودرو، تشخیص تیراندازی، تعیین کیفیت هوا، هشدارهای آب‌وهوایی و بسیاری موارد دیگر خواهند بود. همچنین، در صورت تمایل می‌توانند این پلتفرم را در اختیار شهروندان، توسعه‌دهندگان؛ کارآفرینان و دانشگاه‌ها قرار دهند تا امکان تولید روش‌های جدید کسب درآمد، کمک به توسعه اقتصادی و همچنین تبدیل شهرها به مکان‌هایی مناسب برای زندگی؛ کار و بازی فراهم شود. اما فقط این دو شرکت نیستند که با چالش‌های بازار روشنایی خیابان‌های شهرها دست و پنجه نرم می‌کنند. شرکت EnGoPlanet پیش از این پنل‌های خورشیدی و سنسورهای خود را در سیستم روشنایی لاس وگاس نصب کرده است. ولی بدون شک؛ AT&T و GE بازار گسترده‌تر و منابع بیشتری در اختیار دارند که می‌تواند به آنها کمک کند تا پلتفرم خود را در شهرهای دیگر نیز پیاده‌سازی کنند.

2-3 - شبکه های حسگر بی سیم

۳-2-1- معرفی شبکه حسگر

شبکه حسگر/کارانداز (حس/کار): شبکه ای است متشکل از تعداد زیادی گره کوچک. در هر گره تعدادی حسگر و یا کارانداز وجود دارد. شبکه حس/کار بشدت با محیط فیزیکی تعامل دارد. از طریق

حسگرها اطلاعات محیط را گرفته و از طریق کار انداز ها واکنش نشان می دهد. ارتباط بین گره ها بصورت بی سیم است. هرگره بطور مستقل و بدون دخالت انسان کار میکند و نوعا از لحاظ فیزیکی بسیار کوچک است و دارای محدودیت هایی در قدرت پردازش، ظرفیت حافظه، منبع تغذیه و ... میباشد. این محدودیت ها مشکلاتی را بوجود می آورد که منشأ بسیاری از مباحث پژوهشی مطرح در این زمینه است.

این شبکه از پشته پروتکلی شبکه های سنتی پیروی می کند ولی بخاطر محدودیت ها و تفاوتهای وابسته به کاربرد، پروتکل ها باید باز نویسی شوند. پیشرفتهای اخیر در فناوری ساخت مدارات مجتمع در اندازه های کوچک از یک سو و توسعه فناوری ارتباطات بی سیم از سوی دیگر، زمینه ساز طراحی شبکه های حس/کار بی سیم شده است. تفاوت اساسی این شبکه ها ارتباط آن با محیط و پدیده های فیزیکی است. شبکه های سنتی ارتباط بین انسانها و پایگاه های اطلاعاتی را فراهم میکند، در حالی که شبکه ی حس/کار مستقیما با جهان فیزیکی در ارتباط است . با استفاده از حسگرها محیط فیزیکی را مشاهده کرده و بر اساس مشاهدات خود تصمیم گیری نموده و عملیات مناسب را انجام می دهند. نام شبکه حس/کار بی سیم یک نام عمومی است برای انواع مختلف که به منظورهای خاص طراحی می شود. برخلاف شبکه های سنتی که همه چند منظوره هستند، شبکه های حس/کار نوعا تک منظوره هستند. در صورتی که گره ها توانایی حرکت داشته باشند، شبکه می تواند بعنوان گروهی از رباتهای کوچک در نظر گرفته شود که با هم بصورت تیمی کار می کنند و جهت مقصد خاصی مثلا بازی فوتبال یا مبارزه با دشمن طراحی شده است. از دیدگاه دیگر اگر در شبکه تلفن همراه ایستگاههای پایه را حذف نماییم و هر گوشی را یک گره فرض کنیم، ارتباط بین گره ها باید بطور مستقیم یا از طریق یک یا چند گره میانی برقرار شود. این خود، نوعی شبکه حس/کار بی سیم می باشد. اگرچه به نقلی تاریخچه شبکه های حس/کار به دوران جنگ سرد و ایده اولیه آن به طراحان نظامی صنایع دفاع آمریکا

برمیگردد. ولی این ایده می توانسته در ذهن طراحان رباتهای متحرک مستقل یا حتی طراحان شبکه های بی سیم موبایل نیز شکل گرفته باشد. به هر حال از آنجا که این فن نقطه تلاقی دیدگاه های مختلف است تحقق آن می تواند بستر پیاده سازی بسیاری از کاربردهای آینده باشد. کاربرد فراوان این نوع شبکه و ارتباط آن با مباحث مختلف مطرح در کامپیوتر و الکترونیک از جمله امنیت شبکه، ارتباط بلادرنگ، پردازش صوت و تصویر، داده کاوی، رباتیک، طراحی خودکار سیستم های جاسازی شده[۱۸]دیجیتال و ... میدان وسیعی برای پژوهش محققان با علاقمندی های مختلف فراهم نموده است.

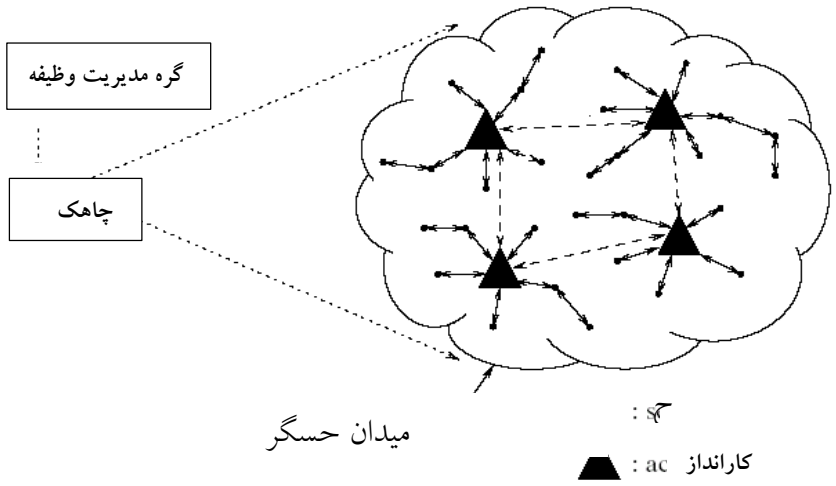
۳-2-۲- ساختار کلی شبکه حس/کار بی سیم

شبکه حس/کار: شبکه ای متشکل از گره های حسگر و کار انداز یا حسگر/کارانداز است که حالت کلی شبکه های مورد بحث می باشد. به عبارت دیگر شبکه حس/کار شبکه ای است با تعداد زیادی گره که هر گره می تواند در حالت کلی دارای تعدادی حسگر و تعدادی کارانداز باشد. در حالت خاص یک گره ممکن است فقط حسگر یا فقط کارانداز باشد. گره ها در ناحیه ای که میدان حس/کار نامیده می شود، با چگالی زیاد پراکنده می شوند. یک چاهک پایش[۱۹] کل شبکه را بر عهده دارد. اطلاعات بوسیله چاهک جمع آوری می شود و فرامین از طریق چاهک منتشر می شود. شکل۳-۱. مدیریت وظایف میتواند متمرکز یا توزیع شده باشد. بسته به اینکه تصمیم گیری برای انجام واکنش در چه سطحی انجام شود. دو ساختار مختلف خودکار و نیمه خودکار وجود دارد، که ترکیب آن نیز قابل استفاده است.

---

[۱۸] Embeded System

[۱۹] Monitoring



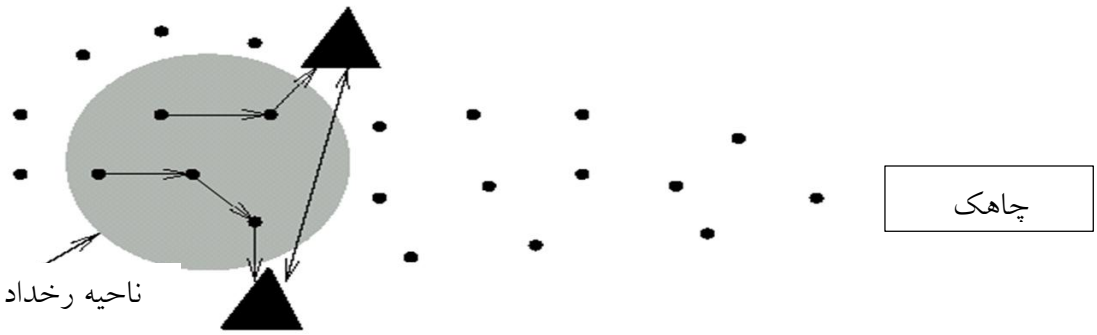
شکل۳-۱ : ساختار کلی شبکه حس/کار

- حسگر : وسیله ای که وجود شئ رخداد یک وضعیت یا مقدار یک کمیت فیزیکی را تشخیص داده و به سیگنال الکتریکی تبدیل می کند. حسگر انواع مختلف دارد مانند حسگرهای دما، فشار، رطوبت، نور، شتاب سنج، مغناطیس سنج و...
- کارانداز : با تحریک الکتریکی یک عمل خاصی مانند باز و بسته کردن یک شیر یا قطع و وصل یک کلید را انجام می دهد.
- گره حسگر: به گره ای گفته می شود که فقط شامل یک یا چند حسگر باشد.
- گره کارانداز: به گره ای گفته می شود که فقط شامل یک یا چند کارانداز باشد.
- گره حسگر/کارانداز: به گره ای گفته می شود که مجهز به حسگر و کار انداز باشد.
- شبکه حسگر : شبکه ای که فقط شامل گره های حسگر باشد. این شبکه نوع خاصی از شبکه حس/کاراست. در کاربردهایی که هدف جمع آوری اطلاعات و تحقیق در مورد یک پدیده می باشد کاربرد دارد. مثل مطالعه روی گرد بادها.

- ❖ میدان حسگر/کارانداز : ناحیه کاری که گره های شبکه حس/کار در آن توزیع میشوند.
- ❖ چاهک[۲۰]: گرهی که جمع آوری داده ها را به عهده دارد و ارتباط بین گره های حس/کار و گره مدیر وظیفه[۲۱] را برقرار می کند.
- ❖ گره مدیر وظیفه: گرهی که یک شخصی بعنوان کاربر یا مدیر شبکه از طریق آن با شبکه ارتباط برقرار میکند. فرامین کنترلی و پرس و جو ها از این گره به شبکه ارسال شده و داده های جمع آوری شده به آن بر میگردد.

- ❖ **ساختار خودکار :**

حسگرهایی که یک رخداد یا پدیده را تشخیص می دهند، داده های دریافتی را به گره های کارانداز جهت پردازش و انجام واکنش مناسب ارسال می کنند. گره های کارانداز مجاور با هماهنگی با یکدیگر تصمیم گیری کرده و عمل می نمایند. در واقع هیچ کنترل متمرکزی وجود ندارد و تصمیم گیری ها بصورت محلی انجام میشود. شکل۳-۲.



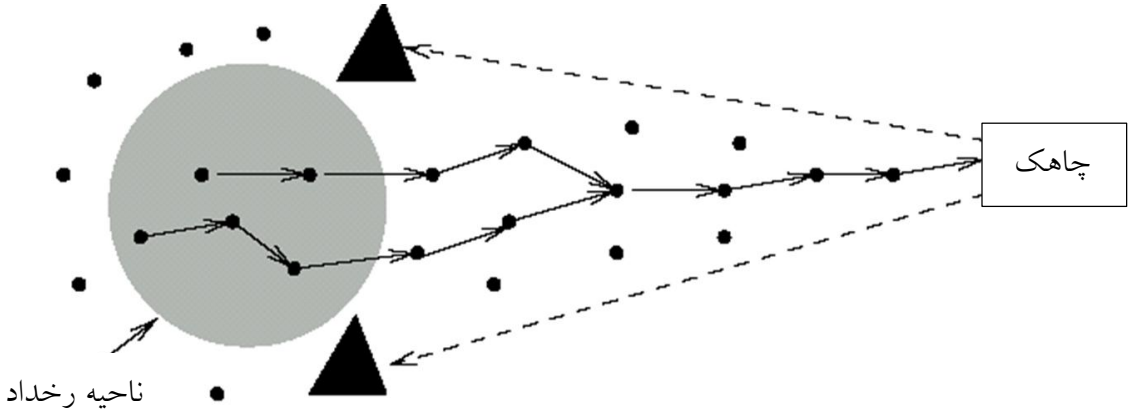
شکل۳-۲ : ساختار خودکار

- ❖ **ساختار نیمه خودکار:**

[20] Sink

[۲۱] Task Manager Node

در این ساختار داده ها توسط گره ها به سمت چاهک هدایت شده و فرمان از طریق چاهک به گره های کار انداز صادر شود شکل۳-۳ را مشاهده کنید.



شکل۳-۳ : ساختار نیمه خودکار

از طرف دیگر در کاربردهای خاصی ممکن است از ساختار بخش بندی شده یا سلولی استفاده شود که درکلاستر[۲۲] وجود دارد که داده های گره های دستهٔ خود را به چاهک ارسال می کند. در واقع هر سردسته مانند یک مدخل[۲۳] عمل میکند.

❖ ساختمان گره :

شکل۳-۴ ساختمان داخلی گره حس/کار را نشان می دهد. هر گره شامل واحد حسگر/ کارانداز، واحد پردازش داده ها، فرستنده/گیرنده بی سیم و منبع تغذیه می باشد. بخشهای اضافی واحد متحرک ساز، سیستم مکان یاب و تولید توان نیز ممکن است بسته به کاربرد در گره ها وجود داشته باشد. واحد پردازش داده شامل یک پردازندهٔ کوچک و یک حافظه با ظرفیت محدود است. داده ها را از حسگرها گرفته و بسته به کاربرد، پردازش محدودی روی آنها انجام داده و از طریق فرستنده ارسال می کند.

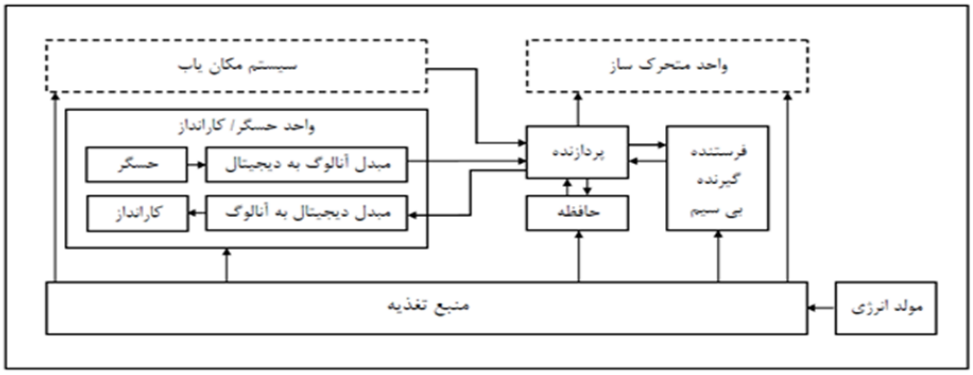
---

[۲۲] Cluster_Head

[۲۳] Gateway

واحد پردازش مدیریت هماهنگی و مشارکت با سایر گره ها در شبکه را انجام می دهد. واحد فرستنده /گیرنده ارتباط گره با شبکه را برقرار می کند. واحد حسگر شامل یک سری حسگر و مبدل آنالوگ به دیجیتال است که اطلاعات آنالوگ را از حسگرگرفته و بصورت دیجیتال به پردازنده تحویل می دهد. واحد کارانداز شامل کارانداز و مبدل دیجیتال به آنالوگ است که فرامین دیجیتال را از پردازنده گرفته و به کارانداز تحویل می دهد.

واحد تامین انرژی، توان مصرفی تمام بخشها را تامین می کند که اغلب یک باطری با انرژی محدود است. محدودیت منبع انرژی یکی از تنگناهای اساسی است که در طراحی شبکه های حس/کار همه چیز را تحت تاثیر قرار می دهد. در کنار این بخش ممکن است واحدی برای تولید انرژی مثل سلول های خورشیدی وجود داشته باشد. در گره های متحرک واحدی برای متحرک سازی وجود دارد. مکان یاب موقعیت فیزیکی گره را تشخیص می دهد. تکنیکهای مسیردهی و وظایف حسگری به اطلاعات مکان با دقت بالا نیاز دارند. یکی از مهمترین مزایای شبکه های حس/کار توانایی مدیریت ارتباط بین گره های در حال حرکت می باشد.



شکل ۳-۴: ساختمان داخلی گره حسگر/کارانداز

۳-۲-۳ - ویژگی های شبکه حسگر/ کارانداز

وجود برخی ویژگی ها در شبکه حسگر/ کارانداز، آن را از سایر شبکه های سنتی و بی سیم متمایز می کند. از آن جمله عبارتند از: تنگناهای سخت افزاری که شامل محدودیتهای فیزیکی، منبع انرژی، قدرت پردازش، ظرفیت حافظه

- ❖ تعداد بسیار زیاد گره ها
- ❖ چگالی بالا در توزیع گره ها در ناحیه عملیاتی
- ❖ وجود استعداد خرابی در گره ها
- ❖ تغییرات توپولوژی بصورت پویا و احیانا متناوب
- ❖ استفاده از روش پخش همگانی[۲۴] در ارتباط بین گره ها در مقابل ارتباط نقطه به نقطه
- ❖ داده محور بودن شبکه به این معنی که گره ها کد شناسایی ندارند .

۳-۲-۴ - کاربرد شبکه های حسگر/ کارانداز

کاربردها به سه دسته نظامی، تجاری و پزشکی تقسیم می شوند. سیستم های ارتباطی، فرماندهی، شناسایی، دیده بانی ومیدان مین هوشمند، سیستم های هوشمند دفاعی از کاربردهای نظامی می باشد. در کاربردهای مراقبت پزشکی سیستم های مراقبت از بیماران ناتوان که مراقبی ندارند. محیطهای هوشمند برای افراد سالخورده و شبکه ارتباطی بین مجموعه پزشکان با یکدیگر و پرسنل بیمارستان و نظارت بر بیماران از جمله کاربرد های آن است.کاربردهای تجاری طیف وسیعی از کاربردها را شامل می شود. مانند سیستم های امنیتی تشخیص و مقابله با سرقت، آتش سوزی (درجنگل)، تشخیص

[۲۴] Broadcast

آلودگی های زیست محیطی از قبیل آلودگی های شیمیایی، میکروبی، هسته ای، سیستم های ردگیری، نظارت وکنترل وسایل نقلیه و ترافیک، کنترل کیفیت تولیدات صنعتی، مطالعه در مورد پدیده های طبیعی مثل گرد باد، زلزله، سیل، تحقیق در مورد زندگی گونه های خاص از گیاهان و جانوران و .. در برخی از کاربردها نیز شبکه حس/کار بعنوان گروهی از رباتهای کوچک که با همکاری هم فعالیت خاصی را انجام می دهند استفاده میشود.

۳-۲-۵ - پشته پروتکلی

مطابق شکل ۳-۵ پشته پروتکلی از یک طرف دارای پنج لایه افقی شامل لایه های فیزیکی، پیوند داده، شبکه، انتقال و کاربرد و از طرفی دارای سه لایه عمودی مدیریت توان، مدیریت جابجایی و مدیریت وظیفه است. لایه فیزیکی وظیفه اش عملیات مدولاسیون، ارسال و دریافت در سطح پایین می باشد. لایه کنترل دسترسی رسانه باید قادر باشد با حداقل تصادم به روش پخش همگانی با هر گره همسایه ارتباط برقرار کند. لایه شبکه وظیفه مسیردهی داده هایی که از لایه انتقال می آید را بر عهده دارد. لایه انتقال وظیفهٔ مدیریت جریان انتقال بسته ها را در صورت نیاز کاربرد، بر عهده دارد. بسته به کاری که شبکه برای آن طراحی شده انواع مختلف نرم افزارهای کاربردی می تواند روی لایه کاربرد استفاده شود و خدمات مختلفی را ارائه نماید. یک زبان پردازه نویسی بنام زبان وظیفه و پرسشگری حسگر[۲۵] پیشنهاد شده که پرس و جوها و فرمانهای آن مبتنی بر ویژگی داده محوری شبکه حس/کاراست. بعنوان مثال "چه تعداد لانه پرنده خالی در محدوده شمال شرقی جنگل وجود دارد"یا "اگر تا یک ساعت بعد تعداد لانه های خالی بیشتر از یک حد معینی شد اعلام شود"لایه عمودی مدیریت توان با دخالت در کلیه لایه های افقی چگونگی مصرف توان برای گره را تعیین می کند. در

[۲۵] Sensor Query and Tasking Language (SQTL)

واقع برای کاهش مصرف انرژی به الگوریتم ها و پروتکل های توان آگاه[۲۶] نیازمندیم. مثلا اینکه یک گره پس از دریافت یک پیغام از یکی از همسایه ها، دریافت کننده اش را خاموش کند و بدین گونه باعث جلوگیری از دریافت دوباره پیغام و در نتیجه کاهش مصرف انرژی می گردد. ایده دیگری که می تواند همزمان استفاده شود، این است گره ای که به سطح پایین انرژی رسیده به همسایه هایش اعلام همگانی می کند که انرژی اش در حال اتمام است و نمی تواند در مسیردهی پیغامها شرکت داشته باشد. گره های همسایه پس از آن پیغام ها را از طریق گره های دیگر مسیردهی خواهند کرد. لایه عمودی مدیریت حرکت، به بکار گیری روشهای مکان آگاه[۲۷] بر می گردد جابجایی گره را تشخیص داده و ثبت می کند. بنابراین یک مسیر برگشت تا کاربر همیشه مدیریت می شود و رد گره متحرک دنبال می شود. مدیریت وظیفه، وظایف گره ها را زمانبندی کرده و متعادل می سازد. مثلا اگر وظیفهٔ حس به یک ناحیهٔ معین محول شد همهٔ گره های حسگر آن ناحیه لازم نیست عملیات حس را بطور همزمان انجام دهند . بلکه این وظیفه می تواند بسته به کاربرد به برخی گره ها مثلا به گره هایی قابلیت اطمینان بیشتر یا ترافیک کمتر یا انرژی بیشتر دارند، محول شود. برای تضمین این نکته باید از الگوریتم های کارآگاه[۲۸] استفاده نمود. با وجود موارد فوق گره ها در شبکه حس/کار می توانند با روشهای توان کارا[۲۹] باهم کار کرده و داده ها را در یک شبکه متحرک حس/کار مسیر دهی کنند و منابع را بین گره ها به اشتراک گذارند.

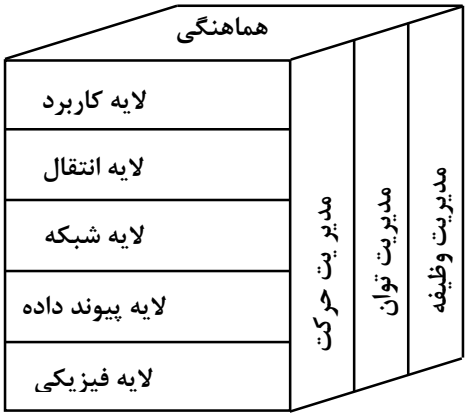
---

[۲۶] Power-Aware

[۲۷] Location Aware

[۲۸] Application Aware

[۲۹] Power Efficient



شکل۳-۵ : پشته پروتکلی

موضوعات مطرح شده درتوسعه شبکه های حسگر/ کارانداز

۱- تنگناهای سخت افزاری : هرگره ضمن اینکه باید کل اجزاء لازم را داشته باشد، باید به حد کافی کوچک، سبک و کم حجم نیز باشد. بعنوان مثال در برخی کاربردها گره باید به کوچکی یک قوطی کبریت باشد و حتی گاهی حجم گره محدود به یک سانتیمتر مکعب است و از نظر وزن آنقدر باید سبک باشد که بتواند همراه باد در هوا معلق شود. در عین حال هر گره باید توان مصرفی بسیار کم، قیمت تمام شده پایین داشته و با شرایط محیطی سازگار باشد. اینها همه محدودیتهایی است که کار طراحی و ساخت گره های حس/کار را با چالش مواجه میکند. ارائه طرح های سخت افزاری سبک و کم حجم در مورد هر یک از اجزای گره بخصوص قسمت ارتباط بی سیم و حسگرها از جمله موضوعات تحقیقاتی است که جای کار بسیار دارد. پیشرفت فناوری ساخت مدارات مجتمع با فشردگی بالا و مصرف پایین، نقش بسزایی در کاهش تنگناهای سخت افزاری خواهد داشت.

۲- توپولوژی : توپولوژی ذاتی شبکه حس/کار، توپولوژی گراف است. بدلیل اینکه ارتباط گره ها بی سیم و بصورت پخش همگانی است و هر گره با چند گره دیگر که در محدوده برد آن قرار دارد، ارتباط دارد. الگوریتم های کارا در جمع آوری داده و کاربردهای ردگیری اشیا شبکه را درخت پوشا

در نظر می گیرند. چون ترافیک اصولا به فرمی است که داده ها از چند گره به سمت یک گره حرکت می کند. مدیریت توپولوژی باید با دقت انجام شود. یک مرحله اساسی، مدیریت توپولوژی راه اندازی اولیه شبکه است گره هایی که قبلا هیچ ارتباط اولیه ای نداشته اند در هنگام جای گیری و شروع بکار اولیه باید بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. الگوریتم های مدیریت توپولوژی در راه اندازی اولیه باید امکان عضویت گره های جدید و حذف گره هایی که به دلایلی از کار می افتند را فراهم کنند. پویایی توپولوژی از خصوصیات شبکه های حس/کار است که امنیت آن را به چالش می کشد. ارائه روشهای مدیریت توپولوژی پویا بطوری که موارد امنیتی را هم پوشش دهد از موضوعاتی است که جای کار زیادی دارد.

۳- قابلیت اطمینان: هر گره ممکن است خراب شود یا در اثر رویدادهای محیطی مثل تصادف یا انفجار به کلی نابود شود یا در اثر تمام شدن منبع انرژی از کار بیفتد. منظور از تحمل پذیری یا قابلیت اطمینان این است که خرابی گره ها نباید عملکرد کلی شبکه را تحت تاثیر قرار دهد. در واقع
می خواهیم با استفاده از اجزای غیر قابل اطمینان یک شبکه قابل اطمینان بسازیم. برای گره k با نرخ خرابی λk قابلیت اطمینان با فرمول (۱) مدل می شود. که در واقع احتمال عدم خرابی است در زمان t بشرط اینکه گره در بازۀ زمانی t(0) خرابی نداشته باشد. به این ترتیب هرچه زمان می گذرد، احتمال خرابی گره بیشتر می شود.

$$R_k(t) = e^{-\lambda_k t} \qquad (۱-۳)$$

۴- مقیاس پذیری : شبکه باید هم از نظر تعداد گره و هم از نظر میزان پراکندگی گره ها، مقیاس پذیر باشد. به عبارت دیگر شبکه حس/کار از طرفی باید بتواند با تعداد صدها، هزارها و حتی میلیون ها گره کار کند و از طرف دیگر، چگالی توزیع متفاوت گره ها را نیز پشتیبانی کند.

چگالی طبق فرمول (۲) محاسبه می شود که بیانگر تعداد متوسط گره هایی است که در برد یک نوع گره (مثلادایره ای با قطر ۱۰ متر) قرار می گیرد. A: مساحت ناحیه کاری N: تعداد گره در ناحیه کاری و R: برد ارسال رادیویی است. در بسیاری کاربردها توزیع گره ها اتفاقی صورت می گیرد و امکان توزیع با چگالی مشخص و یکنواخت وجود ندارد و یا گره ها در اثر عوامل محیطی جابجا می شوند. بنابراین چگالی باید بتواند از چند عدد تا چند صد گره تغییر کند. موضوع مقیاس پذیری به روشها نیز مربوط می شود برخی روشها ممکن است مقیاس پذیر نباشد . یعنی در یک چگالی یا تعداد محدود از گره کار کند. در مقابل برخی روشها مقیاس پذیر هستند .

$$\mu(R) = (N \cdot \pi R^2) / A \qquad (۲-۳)$$

۵- قیمت تمام شده : چون تعداد گره ها زیاد است کاهش قیمت هر تک گره اهمیت زیادی دارد. تعداد گره ها گاهی تا میلیونها میرسد. در این صورت کاهش قیمت گره حتی به مقدار کم تاثیر قابل توجهی در قیمت کل شبکه خواهد داشت.

۶- شرایط محیطی : طیف وسیعی از کاربرد های شبکه های حس/کار مربوط به محیط هایی می شود که انسان نمی تواند در آن حضور داشته باشد. مانند محیط های آلوده از نظر شیمیایی، میکروبی، هسته ای و یا مطالعات در کف اقیانوس ها، فضا و یا محیط های نظامی به علت حضور دشمن و یا در جنگل و زیستگاه جانوران که حضور انسان باعث فرار آنها می شود. در هر مورد، شرایط محیطی باید

در طراحی گره ها در نظر گرفته شود. مثلا در دریا و محیط های مرطوب، گره حسگر در محفظه ای که رطوبت را منتقل نکند قرار می گیرد.

۷- رسانه ارتباطی: در شبکه های حس/کار ارتباط گره ها بصورت بی سیم و از طریق رسانه رادیویی، مادون قرمز و یا رسانه های نوری دیگر صورت می گیرد. اکثرا از ارتباط رادیویی استفاده می شود. البته ارتباط مادون قرمز ارزانتر و ساختنش آسانتر است ، ولی فقط در خط مستقیم عمل می کند.

۸- توان مصرفی گره ها: گره های شبکه حس/کار باید توان مصرفی کم داشته باشند. گاهی منبع تغذیه یک باتری ۱/۲ ولت با انرژی ۵/. آمپر ساعت است که باید توان لازم برای مدت طولانی مثلا ۹ ماه را تامین کند. در بسیاری از کاربردها باتری قابل تعویض نیست. بر همین اساس عمر باتری عملا عمر گره را مشخص می کند. به علت اینکه یک گره علاوه بر گرفتن اطلاعات (توسط حسگر) یا اجرای یک فرمان(توسط کارانداز) بعنوان رهیاب[۳۰] نیز عمل می کند. بد عمل کردن گره باعث حذف آن از توپولوژی شده و سازماندهی مجدد شبکه و مسیردهی مجدد بسته عبوری را در پی خواهد داشت. در طراحی سخت افزار گره ها استفاده از طرح ها و قطعاتی که مصرف پایینی دارند و فراهم کردن امکان حالت خواب[۳۱] برای کل گره یا برای هر بخش بطور مجزا مهم است.

۹- افزایش طول عمر شبکه: یک مشکل این است که عمر شبکه های حس/کار نوعاً کوتاه است. چون طول عمر گره ها به علت محدودیت انرژی منبع تغذیه کوتاه است. علاوه بر آن گاهی موقعیت ویژهٔ یک گره در شبکه مشکل را تشدید می کند. مثلاً در گره ای که در حد فاصل یک قدمی چاهک

---

[۳۰] Router

[۳۱] Sleep

قرار دارد از یک طرف بخاطر بار کاری زیاد خیلی زود انرژی خود را از دست می دهد و از طرفی از کار افتادن آن باعث قطع ارتباط چاهک با کل شبکه و از کار افتادن شبکه می شود. برخی راه حل ها به ساختار بر می گردد. مثلا در مورد مشکل فوق استفاده از ساختار خودکار راهکار مؤثری است. به علت اینکه در ساختار خودکار بیشتر تصمیم گیری ها بطوری محلی انجام می شود. ترافیک انتقال از طریق گره بحرانی کم شده، طول عمر آن و در نتیجه طول عمر شبکه افزایش می یابد. مشکل تخلیه زود هنگام انرژی در مورد گره های نواحی کم تراکم در توزیع غیر یکنواخت گره ها نیز صدق می کند. در اینگونه موارد داشتن یک مدیریت توان در داخل گره ها و ارائه راه حل های توان آگاه بطوری که از گره های بحرانی کمترین استفاده را بکند، مناسب خواهد بود. این نوعی به اشتراک گذاری منابع محسوب می شود، در صورت داشتن مدیریت وظیفه و مدیریت توان مناسب، توزیع با چگالی زیاد گره ها در میدان حسگر/ کارانداز طول عمر شبکه را افزایش میدهد. ارائه الگو های ساختاری مناسب و ارائه روشهای مدیریتی و الگوریتم های توان آگاه با هدف افزایش طول عمر شبکه حس/کار از مباحث مهم تحقیقاتی است.

۱۰- ارتباط بلادرنگ[۳۲] و هماهنگی[۳۳] : در برخی کاربردها مانند سیستم تشخیص و جلوگیری از گسترش آتش سوزی یا سیستم پیشگیری از سرقت، سرعت پاسخگویی شبکه اهمیت زیادی دارد. در نمایش بلادرنگ فشار بر روی مانیتور بسته های ارسالی باید بطور لحظه ای باشند. برای تحقق بلادرنگ یک روش این است که برای بسته های ارسالی یک ضرب العجل تعیین شود و در لایه کنترل دسترسی رسانه[۳۴] بسته های ضرب العجل کوتاهتر، زودتر ارسال شوند. مدت ضرب العجل به کاربرد بستگی دارد.

---

[۳۲] Real-time

[۳۳] Coordination

[۳۴] MAC (Medium Access Control)

مسئلهٔ مهم دیگر تحویل گزارش رخدادها به چاهک یا کارانداز ناحیه، به ترتیب وقوع آنهاست در غیر اینصورت ممکن است شبکه واکنش درستی انجام ندهد. نکته دیگر هماهنگی کلی شبکه در ارتباط با گزارشهایی است که در مورد یک رخداد از حسگرهای مختلف به کاراندازهای ناحیه مربوطه داده می شود. بعنوان مثال در یک کاربرد نظامی فرض کنید حسگرهایی جهت تشخیص حضور یگان های پیاده دشمن و کاراندازهایی جهت نابودی آن در نظر گرفته شده چند حسگر حضور دشمن را به کار اندازها اطلاع می دهند شبکه باید در کل منطقه،عملیات را به یکباره شروع کند. در غیر این صورت با واکنش اولین کارانداز، سربازان دشمن متفرق شده و عملیات با شکست مواجه می شود. به هرحال موضوع بلادرنگ و هماهنگی در شبکه های حس/کار بخصوص در مقیاس بزرگ و شرایط نامطمئن از مباحث تحقیقاتی است.

۱۱- امنیت[۳۵] و مداخلات[۳۶] : موضوع امنیت در برخی کاربردها بخصوص در کاربرد های نظامی یک موضوع بحرانی است و بخاطر برخی ویژگی ها شبکه های حس/کار در مقابل مداخلات آسیب پذیر ترند. یک مورد بی سیم بودن ارتباط شبکه است که کار دشمن را برای فعالیت های ضد امنیتی و مداخلات آسانتر می کند. مورد دیگر استفاده از یک فرکانس واحد ارتباطی برای کل شبکه است که شبکه را در مقابل استراق سمع آسیب پذیر می کند. مورد بعدی ویژگی پویایی توپولوژی است که زمینه را برای پذیرش گره های دشمن فراهم می کند. اینکه پروتکل های مربوط به مسیردهی، کنترل ترافیک و لایه کنترل دسترسی شبکه سعی دارند با هزینه و سربار[۳۷] کمتری کار کنند ، مشکلات امنیتی بوجود می آورد. مثلا برای شبکه های حسگر در مقیاس بزرگ برای کاهش تأخیر بسته هایی

---

[۳۵] Security

[۳۶] Interferences

[۳۷] Overhead

که در مسیر طولانی در طول شبکه حرکت می کنند ، یک راه حل خوب این است که اولویت مسیردهی به بسته های عبوری داده شود. همین روش باعث می شود حمله های سیلی[۳۸] مؤثرتر باشد. یکی از نقاط ضعف شبکه حس/کارکمبود منبع انرژی است و دشمن می تواند با قرار دادن یک گره مزاحم که مرتب پیغام های بیدار باش ، بصورت پخش همگانی با انرژی زیاد تولید می کند، باعث شود بدون دلیل گره های همسایه از حالت خواب[۳۹] خارج شوند. ادامهٔ این روند باعث به هدر رفتن انرژی گره ها شده و عمر آنها را کوتاه می کند. با توجه به محدودیت ها باید دنبال راه حل های ساده و کارا مبتنی بر طبیعت شبکه حس/کار بود. مثلا اینکه گره ها با چگالی بالا می توانند توزیع شوند و هر گره دارای اطلاعات کمی است یا اینکه داده ها در یک مدت کوتاه معتبرند. از این ویژگی ها می توان بعنوان یک نقطه قوت در رفع مشکلات امنیتی استفاده کرد. اساسا چالشهای زیادی در مقابل امنیت شبکه حس/کاروجود دارد. و مباحث تحقیقاتی مطرح در این زمینه گسترده و پیچیده است.

۱۲- عوامل پیش بینی نشده: یک شبکه حسگر /کارانداز تابع تعداد زیادی از عدم قطعیت هاست. عوامل طبیعی غیر قابل پیش بینی مثل سیل ، زلزله، مشکلات ناشی از ارتباط بی سیم و اختلالات رادیویی، امکان خرابی هر گره، کالیبره نبودن حسگرها، پویایی ساختار و مسیردهی شبکه، اضافه شدن گره های جدید و حذف گره های قدیمی، جابجایی گره ها بطور کنترل شده یا در اثر عوامل طبیعی و غیره. سؤالی که مطرح است این است که در این شرایط چگونه میتوان چشم اندازی فراهم کرد که از دیدگاه لایه کاربرد شبکه یک موجودیت قابل اطمینان در مقیاس بزرگ دارای کارایی عملیاتی مشخص و قابل اعتماد باشد. با توجه به اینکه شبکه های حسگر /کارانداز تا حدود زیادی بصورت مرکزی غیر قابل کنترل هستند و بصورت خودکار یا حداقل نیمه خودکار عمل میکنند، باید بتوانند با مدیریت

---

[۳۸] Flooding Attack

[۳۹] Sleep

مستقل بر مشکلات غلبه کنند. از این رو باید ویژگی های خود بهینه سازی[۴۰] خود سازماندهی[۴۱] و خود درمانی[۴۲] را داشته باشند. اینها از جمله مواردی هستند که بحث در مورد آنها آسان ولی تحقق آن بسیار پیچیده است.

3-3- سامانه حمل و نقل هوشمند

۳-۳-۱- سامانه حمل و نقل هوشمند ITS

سامانه‌های هوشمند حمل ونقل و ترافیک (ITS[۴۳]) ؛ اساسی‌ترین زیرساخت‌های لازم برای توسعه صنایع و افزایش سطح رفاه اجتماعی هر کشور، وجود حمل و نقل روان و ایمن در آن کشور است. امروزه مشکلات ناشی از حمل و نقل، نظیر تراکم، تصادف، آلودگی‌های زیست محیطی باعث شده تا تأمین حمل و نقل ایمن و کارا یکی از مهم‌ترین مسائل پیش روی اغلب کشورهای توسعه یافته و درحال‌توسعه باشد. در کشور ایران نیز مانند سایر کشورها مشکل ترافیک به خصوص در ابعاد تراکم و تصادفات، نگران‌کننده است. تاکنون در برنامه‌های مختلف ارگان‌های درگیر با حمل و نقل، طرح‌های مختلفی که به نوعی جزء زیر پروژه های حمل و نقل هوشمند هستند برای رفع مشکلات این حوزه به اجرا درآمده است.

---

۴۰ Self Optimizing

۴۱ Self Organizing

۴۲ Self Healing

43 Intelligent Transportation System

تشکل ITS یا سیستم حمل و نقل هوشمند با حضور جمعی از متخصصین و نمایندگان دستگاه‌ها و سازمان‌ها نظیر وزارت کشور، شهرداری، وزارت راه و شهرسازی، شرکت راه‌آهن، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، شرکت کنترل ترافیک تهران، جهاد دانشگاهی، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، اتاق فکر ریلی و نمایندگی از بخش خصوصی از تابستان ۱۳۹۲ شروع به فعالیت کرده است. از اهداف این تشکل می‌توان به مواردی نظیر گسترش و به‌کارگیری ITS در کشور، ارتقای سطح علمی، توجه بیشتر به ابعاد علمی و آکادمیکIT ، توسعه یکپارچه نظام بهره‌برداری ازITS ، اشاعه ITS انسان‌محور، ITS حمل و نقل همگانی و ایجاد بانک اطلاعات منابع ITS کشور اشاره کرد.

بحث تأمین نیازمندی‌های مخابراتی ITS از پرچالش‌ترین مباحث ITS و در حال حاضر از موانع اساسی توسعه ITS در ایران است. بار مضاعف مالی در راه اندازی بسیاری از پروژه‌های ITS ، معلول فقدان بستر مخابراتی موردنیاز است. به همین دلیل شرکت کنترل ترافیک شهرداری بخش قابل‌توجهی از بودجه خود را صرف ایجاد بستر مخابراتی اختصاصی مبتنی بر فیبر نوری کرده است. اگرچه از دیدگاه صاحبان پروژه امری اجتناب ناپذیر است، اما در مقیاس ملی و کلان، ایجاد زیرساخت های اختصاصی به مفهوم اتلاف و یا حداقل عدم استفاده بهینه از منابع بوده و نشان‌دهنده گوشه‌ای از زیان‌های پنهان انحصار بخش دولتی و عدم توانایی در ارائه خدمات به موقع و موردنیاز به متقاضیان است.

در سا لهای اخیر و در جوامع پیشرفته، مهندسین حمل و نقل همراه با متخصصین رشته های مخابرات و ارتباطات، الکترونیک، کامپیوتر و ... با بهره جویی از امکاناتی که امروزه بعنوان ره اوردهای IT شناخته می شوند ، سیستم های هوشمند حمل و نقل یا ITS را بوجود آورده اند که زیر ساختی مطلوب و مناسب جهت تحقق و دستیابی به اهداف تعبیر شده را فراهم آورده است.

روشن است که هر یک از موارد مذکور بدون بهره جویی از ره آوردهای IT قابل دستیابی و انجام نبوده است. بطور مثال کنترل و برنامه ریزی چراغ های راهنمایی در داخل شهرها بعنوان یک مسئله مهم از معقوله مدیریت، روانسازی و بهینه سازی جریان ترافیک همواره مطرح می باشد که بصورت خلاصه نحوه عملکرد این سیستم را می توان بدین گونه توصیف نمود که حجم و میزان تراکم خودروها توسط حسگرهای گوناگونی که در زیر سطح جاده و یا در حواشی آن نصب شده اند، سنجیده شده و جهت پردازش و اخذ تصمیم، توسط ابزارهای ارتباطی همچون فیبر نوری یا بصورت بی سیم[۴۴] به مراکز کنترل مرکزی ارسال می گردد و در آنجا بر اساس اصول مدیریت ترافیک و محاسبات فازبندی چراغ ها توسط نرم افزارهای مربوطه و با در نظر گرفتن شرایط متفاوت، زمان بهینه توقف پشت چراغ و حرکت در شبکه معابر منطقه در وضعیت سبز، پردازش و دستورات لازم به دستگاه های کنترل کننده چراغ ها ارسال میگردد.

شکل ۳-۶ : سامانه های پیشرفته مدیریت ترافیک

از محاسن این سیستم می توان به کاستن از تاخیرهای بی مورد، کاهش زمان سفر و جلب آرامش و رضایت مسافر، کاهش تصادفات و . . . را اشاره نمود. ایجاد چنین سیستمی همراه با اتصال آن به یک شبکه اطلاعاتی یا سایت اطلاع رسانی، به سادگی می تواند قبل از شروع سفر، مسافر را در انتخاب

[44] Wireless

مسیرکمک کند. بدیهی است در صورت ایجاد چنین سیستمی حتی گوشی های تلفن همراه نیز که امروزه توانایی برقراری اتصال با شبکه های اطلاع رسانی را دارا هستند، قابلیت دریافت اطلاعات و اخبار مربوط به ترافیک را خواهند داشت. روشن است، بدین ترتیب پیشنهاد یک مسیر مطمئن و به دور از تراک های ناخواسته توسط سیستم های اطلاعاتی و هوشمند و انتخاب آن توسط مسافر در روان سازی جریان ترافیک تاثیر مطلوب و شایانی خواهد داشت. ضمن اینکه کاستن از مصرف سوخت خودرو، کاهش آلودگی هوا، کاهش زمان سفر و بالا بردن ضریب اطمینان در رانندگی و آرامش در مسافر از نتایج مطلوب و دائمی آن بوده و از آثار سیستم های ناوبری پیشرفته به شمار می آید.

خدماتی که به کاربر توسط ITS ارائه می شود.

۱ .سامانه پیشرفته مدیریت ترافیک (ATMS [۴۵])

۲ .سامانه پیشرفته اطلاعات مسافر (ATIS)

۳ .سامانه های کنترل پیشرفته وسیله نقلیه (AVC)

۴ .عملکرد وسایل نقلیه تجاری (CVO[۴۶])

۵ .سامانه های پیشرفته حمل و نقل عمومی (APTS[۴۷])

۶ .سامانه پرداخت الکترونیکی (EPS[۴۸])

[45] Advanced Traffic Management System

[46] Commercial Vehicle Operations

[47] Advanced Public Transportation System

[48] Earnings Per Share

۷ .سامانه های ایمنی و امنیتی (SSS)

درون خودرویی ATIS

ساده ترین انواع ATIS در ارتباط با گزارش های ترافیکی است که از طریق رادیوی ترافیک و اطلاع رسانی شبکه های عمومی رادیو یا سایت های اینترنتی مختص اطلاعات ترافیکی در مورد ازدحام و حوادث و شبکه های رادیویی، پیام ترافیکی HAR[۴۹] و رادیوهای محلی در مورد محل های شناخته شده ازدحام ترافیکی، مخابره می شوند.

ابزار درون خودرویی

پیشرفت های اخیر عبارت از سیستم ها RDS/TMC2 در اروپا، که ترکیبی از کانال پیام ترافیک[۵۰] در یک سیستم رادیویی داده های[۵۱] است که روی موج FM رادیو قابل دسترسی است. برای بهبود بیشتر در این سیستم، شرکت های اروپایی مانند it is و Traffic master از بریتانیا و Media mobile از فرانسه خدمات اطلاعاتی زمان سفر و تجارت بر ازدحام ترافیکی را که به دستگاه های درون وسیله نقلیه ارسال می شود، توسعه داده اند. یکی از پیشرفته ترین سیستم ها، سیستم مخابراتی و اطلاعاتی وسیله نقلیه ژاپن است. امروز بسیاری از کشورها در مراکز کنترل ترافیک و اطلاعات ترافیک (که مرکز و قلب ITS است) سرمایه گذاری می کنند.

زیر ساخت های مبنایATIS

[49] Highway Advisory Radio

[50] Traffic Message Cannel

[51] Radio Data Systems incorporating

تابلوهای پیام متغیر VSM[۵۲] می توانند به صورت خودکار هشدارهایی در مورد وضعیت ترافیک، راهها و وقوع حوادث در نزدیکی خود را نمایش دهند و موجب افزایش امنیت شبکه جاده ای گشته و به رانندگان فرصت اجتناب از مواجهه با مشکلات و یا حداقل، کم کردن سرعت را بدهند. یافتن خودکار حوادث و صفوف ترافیکی به همراه تنظیم خودکار VSM موجب کاهش زیاد تصادفات ثانویه در بزرگراههای مجهز به این سامانه گشته است . همچنین VMS می تواند اطلاعاتی را که از مدل های پیش بینی در مراکز کنترل ترافیک TCCS[۵۳] دریافت کرده، نمایش دهد. باجه های اطلاعاتی الکترونیکی که در محل ارائه خدمات عمومی یا تقاطع ها قرار گرفته اند، از دیگر رسانه های زیر ساختی به حساب می آیند.

۳-۳-3- سامانه های پیشرفته مدیریت ترافیک ATMS

ATMS برای تامین حداکثر ایمنی و استفاده موثر از ظرفیت شبکه راههای شهری و بین شهری طراحی شده است.

کاربردهایATMS

۱- کنترل ترافیک شهری

۲- هماهنگی چراغ های ترافیکی برای به حداقل رساندن تاخیرها و کنترل صفوف ترافیکی

۳- مدیریت ترافیک برای حوادث ویژه

۴- مدیریت تقاضا و جریان وسایل نقلیه

۵- راهنمای مسیر جایگزین

[52] Value stream mapping

[53] Traffic Control Center System Traffic Control Center System

۶- تشخیص حادثه واکنش (واکنش نسبت به تصادفات و از کار افتادگی وسایل نقلیه)

۷- اعمال قانون

۸- سامانه های هشدار دهنده جوی

شکل ۳-۷ : سامانه های پیشرفته مدیریت ترافیک ATMS

مطالعه اساسی در کنترل هوشمند ترافیک به دهه ۷۰ میلادی باز می گردد. ابزارهایی که در آن زمان برای تعیین موقعیت بکار برده می شد، عبارت بود از سیستم های اینرشیال (INS) و سیستم های ترکیبی کیلومتر شمار، سرعت سنج و ژیروسکوب. امروزه کنترل هوشمند ترافیک با آمدن گیرنده های ماهواره ای GPS رشد قابل ملاحظه ای نموده و سیستم های مختلفی به بازار آمده اند. دو سیستم GPS و GIS نقش اساسی در تعیین موقعیت اطلاع رسانی، مدیریت حمل و نقل و کنترل ترافیک داشته و همچنین ابزارهای تکمیلی مشکلات زیادی را در امور حمل و نقل حل می نمایند.

۳-۴ - سیستم موقعیت یاب جهانی

۳-۴-1- سیستم موقعیت یاب جهانی GPS

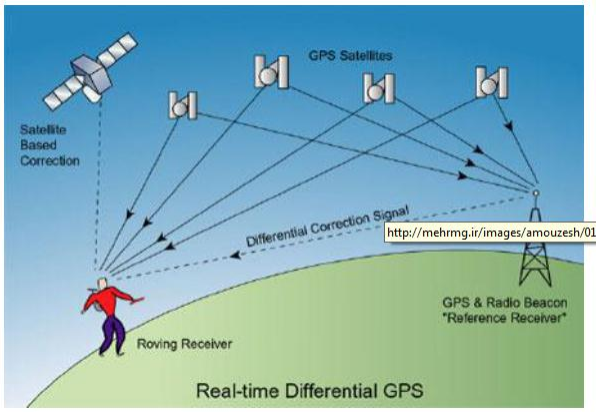
سیستم موقعیت یاب جهانی، یک سیستم راهبری و مسیریابی ماهواره ای است که از شبکه ای با ۲۴ ماهواره تشکیل شده است. این ماهواره ها به سفارش وزارت دفاع ایالات متحده ساخته و در

مدارها قرار داده شده اند. این سیستم در ابتدا برای مصارف نظامی تهیه شد ولی از سال ۱۹۸۰ استفاده عمومی آن آزاد و آغاز شد. خدمات این مجموعه در هر شرایط آب و هوایی و در هر نقطه از کره زمین در تمام ساعت شبانه روز در دسترس است. پدید آورندگان این سیستم، هیچ حق اشتراکی برای کاربران در نظر نگرفته اند و استفاده از آن رایگان است. ماهواره های GPS ، بیست و چهار ساعته در مداری به طول ۱۱۰۰۰ مایل دریایی بالای زمین در حرکت بوده و پیوسته بوسیله ایستگاههای زمینی در سراسر جهان نظارت میشوند. ماهواره ها سیگنال هایی می فرستند که برای هر کس با یک گیرنده GPS قابل شناسایی می باشد. با به کارگیری گیرنده GPS می توان موقعیت خود را با دقت بالا تعیین نمود.

❖ GPS چگونه عمل می کند

ماهواره های این سیستم، روزی ۲ بار در مداراتی دقیق بدور زمین می گردند و اطلاعاتی را به زمین مخابره می کنند. گیرنده های GPS این اطلاعات را دریافت و با انجام محاسبات هندسی، محل دقیق گیرنده را نسبت به زمین محاسبه می کنند. در واقع گیرنده زمان ارسال سیگنال توسط ماهواره را با زمان دریافت آن مقایسه می کند. از اختلاف این دو زمان، فاصله گیرنده از ماهواره تعیین می گردد. سپس این عمل را با داده های دریافتی از چند ماهواره دیگر تکرار می کند و بدین ترتیب محل دقیق گیرنده را با اختلافی ناچیز، معین می کند. گیرنده به دریافت اطلاعات همزمان از حداقل ۳ ماهواره برای محاسبه ۲ بعدی و یافتن طول و عرض جغرافیایی و همچنین دریافت اطلاعات حداقل ۴ ماهواره برای یافتن مختصات سه بعدی (ارتفاع) نیازمند است. با ادامه دریافت اطلاعات از ماهواره ها گیرنده اقدام به محاسبه سرعت، جهت (قطب نما)، مسیر پیموده

شده، فواصل طی شده، فاصله باقی مانده تا مقصد، زمان طلوع و غروب خورشید و بسیاری اطلاعات مفید دیگر می نماید.



شکل ۳-۸ : سیستم موقعیت یاب جهانی GPS

به نظر می رسد با استفاده از ابزارهای پیشرفته ای همچون GPS می توان در کنترل مصرف سوخت، حل معضل ترافیک ، سنجیدن سرعت خودروها، ساعات کار رانندگان، زمان شروع و حرکت خودروها، نقاط توقف آنها و ... گامی موثر برداشت. همچنین این دستگاه می تواند بعنوان جعبه سیاه خودرو مورد استفاده قرار گیرد. دستگاههای GPS که روی اتومبیل نصب می شوند، موقعیت مکانی کاربران را مشخص کرده و مسیری را که برای رسیدن به مکان مورد نظر باید طی شود را بصورت صوتی و برداری مشخص می کنند .

بعضی از کاربران اصلی GPS عبارتند از:

- ✓سرویس های اورژانس، مانند آتش نشانی، آمبولانس در تعیین موقعیت افراد آسیب دیده.
- ✓پیگیری وسایل نقلیه، مانند نگهداری و پیگیری کامیونها، قطارها، اتوبوسها و ....
- ✓هوانوردی، خلبانان از آن برای راهبری هواپیماها استفاده می کنند.
- ✓کشاورزی، کشاورزان از GPS برای کنترل بهتر محصولاتشان استفاده می کنند.

✓جمع آوری داده های GPS شهرها برای موقعیت سرویس هایشان مانند خطوط نیرو و لوله کشی آبها در خیابانها از آن استفاده می کنند.

✓در هدایت وسایل نقلیه با استفاده از GPS برای رسیدن به مقصد، بدون نیاز به نقشه.

✓گردشگران و کوهنوردان از آن استفاده می کنند تا میسر خود را پیدا کنند.

وجود یک سیستم ردیابی مستقل، به مرکز دریافت پیام ها اجازه می دهد که موقعیت هر خودرو را ارزیابی نموده و از امنیت رانندگان نیز اطلاع حاصل نماید. با استفاده از اطلاعات ارسالی از GPS را می توان سرعت آتی و زمان تردد خودروها را پیش بینی نمود و در نتیجه وضعیت واقعی ترافیک را کاملا تحت کنترل داشت. در حال حاضر وضعیت ترافیک با استفاده از حسگرهای موجود در خیابانها، رادارها و دوربین های کنارجاده ها کنترل می گردد. یکی از مشکلات این روش، بالا بودن هزینه نصب و نگهداری سیستم ها و تجهیزات مربوطه است که سبب محدودیت مناطق تحت پوشش آنها گردیده است. بنا به اظهارات یکی از مدیران پروژه مذکور، دسترسی به شبکه گسترده از تلفن های همراه در مسیر جاده ها، بدون شک منجر به کاهش هزینه های آژانس های حمل و نقل جهت دستیابی به اطلاعات ترافیکی خواهد شد. به علاوه این روش به رانندگان اجازه می دهد که به آسانی با استفاده از تلفن های همراه بتوانند مسیر خود را با اطمینان کامل انتخاب نمایند.

سامانه GPS انقلاب عظیمی در تعیین موقعیت عوارض طبیعی و مصنوعی ایجاد کرده و با توجه به کارایی و دقت آن، روز به روز شاهد گسترش کاربردهای آن در امور مختلف زندگی خود هستیم. کاربردهای آن در نقشه برداری، ژئودوزی، تعیین جابجایی و تغییر شکل پوسته زمین، وسایل نقلیه هوایی ، دریایی و ... است. در این سیستم امواج ارسالی از ماهواره توسط گیرنده ها دریافت و پس از پردازش های لازم مختصات نقاط عوارض تعیین می گردد. به علت وجود خطاهای SA دقت اندازه

گیری با یک گیرنده برای بعضی کاربردها مفید نخواهد بود . مثلا اگر بخواهیم موقعیت یک چهارراه یا یک چراغ راهنمایی را مشخص کنیم و یا بخواهیم در مناطق شهری یک اتومبیل را با GPS مکان یابی کنیم، ممکن است روی نقشه اتومبیل را در خیابان دیگری نمایش دهد که در این صورت با مشکل مواجه خواهیم شد. برای حل این مشکل تعیین موقعیت تفاضلی مناسب خواهد بود. در این تکنیک موقعیت یک عارضه نسبت به ایستگاههایی که مختصاتشان معلوم است، تعیین می گردد. سازمان نقشه برداری کشور، شبکه ژئودوزی را در کشور ایجاد کرده که بعنوان ایستگاههای مختلف معلوم قابل استفاده می باشد .

تعیین موقعیت به ۲ صورت انجام می شود :

۱- تعیین موقعیت تفاضلی با پردازش بعدی : دو گیرنده روی نقطه معلوم و نقطه مجهول مستقر شده و از ماهواره اطلاعات جمع آوری می گردد. این اطلاعات در کامپیوتر پردازش شده و مختصات نقطه مجهول بدست می آید. ایرادی که این روش دارد ، آن است که مختصات دقیقی بصورت آنی بدست نمی آید. مثلا اتومبیلی که در حال حرکت است، هر لحظه دقتی حدود متر را نیازمند است و نمی تواند منتظر پردازش بعدی باشد .

۲- تعیین موقعیت تفاضل آنی DGPS [۵۴] : لازم به داشتن دو یا چند گیرنده GPS است که گیرنده ها باید بطور همزمان اطلاعات ۴ ماهواره را دریافت نمایند. با داشتن نقطه ثابت می توان میزان تصیحات مختصات و یا اندازه گیری طول در گیرنده دیگر را محاسبه نمود و سپس به یک سیستم مخابراتی به گیرنده های دیگر ارسال و موقعیت دقیق را بدست آورد. سیستم های مخابراتی که برای ارسال

[54] Differential Global Positioning System

تصیحات DGPS بکار گرفته می شود، عبارتند از: سیستم های رادیویی در باندهای HF[55]، UHF[56]، VHF[57] ، سیستم پچینگ ، سیستم رادیویی FM و سیستم مخابراتی سلولی .

2-4-3 – سیستم اطلاعاتی جغرافیایی GIS

GIS1[58] یک سیستم اطلاعاتی است که پردازش آن بر روی اطلاعات مکان مرجع یا اطلاعات جغرافیایی است و به کسب اطلاعات در رابطه با پدیده هایی می پردازد که به نحوی با موقعیت مکانی در ارتباط هستند. به کارگیری این ابزار با امکان استفاده در شبکه های اطلاع رسانی جهانی، یکی از زمینه های مناسب و مساعد در جهت معرفی توان ها و استعدادهای کشور در سطح جهانی است.گسترش روزافزون شبکه کاربران این سیستم ها از جمله نکات اساسی است که می تواند به قابلیت ها و توانایی های این سیستم بیفزاید. در حال حاضر از این سیستم ها بسته به نیازهای هر منطقه یا کشور در بخش های مختلف (مانند مطالعات زیست محیطی، برنامه ریزی شهری و شهرداری، خدمات ایمنی شهری، مدیریت حمل و نقل و ترافیک شهری، تهیه نقشه های پایه، مدیریت کاربری اراضی، خدمات بانکی، خدمات پستی، مطالعات جمعیتی و مدیریت تأسیسات شهری مثل برق، آب،گاز و ...) استفاده می شود و با گذشت زمان و توسعه سیستم ها، کاربرد GIS به کلیه بخش های مرتبط با زمین گسترش یافته است.

---

[55] High Frequency

[56] Ultra High Frequency

[57] Very High Frequency

[58] Geographic Information System

عناصراصلی تشکیل دهنده GIS

GIS بر روی هرمی با چهار طبقه زیربنایی ساخته شده است:

۱- سخت افزار

با توجه به مرحله ای که مطالعات در آن قرار دارد، کاربران می توانند از سخت افزارهای موجود در دسته بندی زیر استفاده نمایند:

- ❖سخت افزارهای مرتبط با ورود اطلاعات (صفحه کلید، رقومی کننده، اسکنر و ...)
- ❖سخت افزارهای مرتبط با مدیریت اطلاعات (سخت افزارهای جانبی رایانه ها مانند ماوس و ...)
- ❖سخت افزارهای مرتبط با خروج نتایج (چاپگرها، رسام ها و ...)

۲- نرم افزار

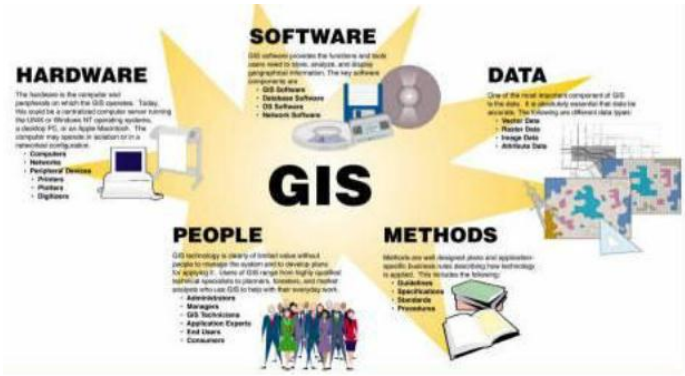
برای راه اندازی GIS برنامه رایانه ای لازم است. از معروف ترین آنها می توان به آرک اینفو، آرک ویو، اسپانز، مپ اینفو اشاره نمود که دارای توابع عملیاتی متعدد در جهت تجزیه و تحلیل مسائل و محاسبات آماری هستند و عمدتاً توسط شرکت های بزرگ رایانه ای تولید می گردند. هر یک از این نرم افزارها برای مطالعات خاصی برنامه ریزی شده و دارای محدودیت ها و محاسن خاص خود می باشند.

۳- اطلاعات

بدون اطلاعات نه هدفی وجود دارد و نه پیشنهادی. در واقع اکثر فعالیت ها برای اطلاعات انجام می شود، زیرا اطلاعات قلب GIS را تشکیل می دهد. کیفیت اطلاعات یکی از مهم ترین موضوعات قابل توجه و اساسی می باشد. کیفیت اطلاعات در ارتباط مستقیم با دقت، صراحت، مبانی علمی، ترکیب اطلاعات و تحلیل و مدلسازی است.

۴- سازمان و نیروی انسانی

مهمترین بخش تشکیل دهنده GIS می باشد، زیرا سازمان و نیروی انسانی است که عملیات GIS را کنترل می کند. سخت افزارها و نرم افزارهای بسیار قوی GIS بدون پشتیبانی کادر متبحر به کارآیی مناسب نخواهند رسید. برای اجرای موفق سیستم، سازماندهی نیروهای متخصص و کارآمد که در جهت اجرا، بهینه نمودن و نهایتاً راهبری سیستم ها نقش های گوناگونی را ایفا می نمایند، الزامی است.



شکل ۳-۹ : سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS

کاربردها و توانایی های سیستم های اطلاعات جغرافیایی

✓قابلیت جمع آوری، ذخیره، بازیابی و تجزیه و تحلیل اطلاعات با حجم زیاد

✓ قابلیت برقراری ارتباط بین اطلاعات جغرافیایی(نقشه) و اطلاعات غیرجغرافیایی(جداول اطلاعاتی) و ایجاد امکانات تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی با استفاده از اطلاعات غیرجغرافیایی و بالعکس.

✓توانایی انجام طیف وسیعی از تحلیل ها مانند :روی هم قراردادن لایه ها، پیداکردن اشیای مختلف با استفاده از خاصیت نزدیکی آن ها به یک شی ء خاص، شبیه سازی، محاسبه تعداد دفعات وقوع یک حادثه در فاصله مشخص از نقطه یا نقاط معین و ...

✓داشتن دقت، کارآیی، سرعت عمل زیاد و سهولت در بهنگام سازی داده ها

✓توانایی انجام محاسبات آماری مانند محاسبه مساحت و محیط پدیده های مشخص شده

✓قابلیت ردیابی و بررسی تغییرات مکان های جغرافیایی در طول زمان

✓قابلیت استفاده برای مکان یابی پروژه های مختلف

کاربرد GIS در مدیریت ترافیک

ترافیک علاوه بر اتلاف وقت، باعث بر هم خوردن وضعیت محیط زیست شهرها، ایجاد انواع آلودگیها در سطح شهر و به طور کلی پایین آمدن کیفیت زندگی شهروندان می شود. در این میان ایجاد شهر الکترونیک می تواند نقش مهمی در کاهش سفرهای غیر ضروری و در نتیجه کاهش ترافیک شهری ایفا کند. استفاده از تکنولوژی GIS در مدیریت شهری در قالب شهر الکترونیک مطرح می شود. هدف از ایجاد سامانه اطلاعات مکانی GIS برای سامانه حمل و نقل شهری و ترافیک نیز تشکیل یک پایگاه اطلاعاتی مرتبط میان اطلاعات حمل و نقل(حجم ترافیک، محدودیت سرعت راهها، محل وقوع تصادفات ، ویژگی های هندسی راه، موقعیت تقاطع های چراغ دار و ...) سامانه اطلاعات مکانی است.

GIS اطلاعات مختلف را به صورت یک لایه روی لایه های دیگر سوار می کند و یک تصویر با اطلاعات مختلف را به صورت تفکیک شده، ارائه می دهد که این اطلاعات در زمینه های مختلف کاربردهای گسترده ای دارند. مهم ترین بخش این اطلاعات بررسی مسیرهای خیابان ها و

بزرگراههای شلوغ در شهرهای پرجمعیت و حتی بررسی خطوط مترو و شناسایی ایستگاه های شلوغ آن و به طور کلی شناسایی تمام مسیرهای پررفت و آمد و نیز مسیرهای خلوت برای ساماندهی وضعیت حمل و نقل و ترافیک است.

سیستم GIS زمان رسیدن اتوبوس ها را از طریق مانیتورهای نصب شده در ایستگاه ها به اطلاع مسافران می رساند. همچنین قادر است به طور اتوماتیک چراغ های راهنما را تنظیم کند و هنگامی که اتوبوس به چهارراه می رسد، چراغ را برایش سبز نگه دارد تا در صورت تأخیر بتواند وقت از دست رفته را جبران کند.

با استفاده از نقشه متوسط حجم تردد روزانه در معابر شهر، می توان وضعیت عبور و مرور وسائل نقلیه را مشخص کرد و با تحلیل این داده ها و اطلاعات می توان موقعیت مناسبی برای نصب سامانه های هوشمند کنترل ترافیک مانند دوربین های کنترل ترافیک و تابلوهای پیام پذیر را به منظور کاهش تراکم و مدیریت ترافیک در معابر ایجاد کرد. بطور کلی ، نیاز اصلی مدیریت هوشمند ترافیک گردآوری داده هایی با دقت و کیفیت مناسب و در شرایط ترافیکی گوناگون برای تولید اطلاعات ترافیکی آنی است، GIS می تواند امکان جمع آوری، تحلیل و ارائه داده های مکانی توزیع یافته مرتبط با مدیریت هوشمند ترافیک را برای کاربران فراهم کند. همچنین با استفاده از GIS می توان تعداد و محل دوربین های کنترل ترافیک و تابلوهای پیام پذیر را با تحلیل داده های حجم تردد، مشخص نمود.

با ایجاد ارتباط همزمان میان سیستم های هوشمند، شمارش وسایل نقلیه در تقاطع ها با پایگاه اطلاعات GIS که ارائه دهنده اطلاعات وضعیت هندسی راهها مانند فاصله تقاطع ها و عرض راهها است، می توان زمان بندی همزمان چراغ های راهنمایی تقاطع ها را به بهترین وجه انجام داد.

محاسبه زمان تاخیر در تقاطع های چراغ دار که خود از مهمترین ارکان سامانه حمل و نقل و ترافیک شهری محسوب می شود. از آنجا که بر میزان وقت افراد، هزینه مصرف سوخت، آلودگی هوا و در کل، بر هزینه استفاده از شبکه موثر می باشد و در مطالعات ترافیک از جایگاه خاصی برخوردار است. بنابراین با استفاده از قابلیت های GIS می توان به محاسبه زمان تاخیر در تقاطع های چراغ دار و کاهش حجم ترافیک پرداخت.

3- 5- کنترل تردد و ترافیک بزرگراهها

بعضی از بزرگراهها و خیابان ها مسیرهای اصلی رفت و آمد در شهرهای پرجمعیت می باشند. شلوغی آنها کار کنترل ترافیک را برای نیروی انتظامی بسیار مشکل می کند. به همین دلیل راه حلی که به نیروی انتظامی کمک شایانی در امر کنترل ترافیک می کند، استفاده از برچسب های هوشمند می باشد. با نصب پایانه های برچسب خوان در ابتدا و انتهای بزرگراهها می توان تعداد اتومبیل موجود درآنها را محاسبه نمود و با عبور هر اتومبیل از زیر پایانه ورودی و دریافت سیگنال از برچسب اتومبیل اطلاعات به مرکز فرستاده می شود و در نرم افزار به کار رفته در سرور مرکز، یک عدد به تعداد اتومبیل ها اضافه می گردد و با خروج اتومبیل از بزرگراه و ارسال سیگنال به پایانه ای که در انتهای بزرگراه است، یک عدد از تعداد اتومبیل ها کاسته می شود . اگر این عدد از تعداد ظرفیت بزرگراه بیشتر باشد ، بطور اتوماتیک راه بند اتوبان بسته می شود . تا زمانی که تعداد ماشین ها به حد نساب برسند و این اطلاعات برای رانندگان توسط تابلوهای پیغام پویا که در نقاطی از بزرگراه و سطح شهر قرار دارد و برای ارائه اطلاعات جدید ترافیک نصب شده اند ، ارسال می شود. بدین وسیله با نمایش خیابان های پر ترافیک ، رانندگان می توانند از قبل مسیر خود را تعیین کنند و اگر اتومبیلی

در زمان تعیین شده از Reader خروجی عبور نکند، احتمال اینکه آن ماشین دچار مشکل شده ، داده می شود و میتوان به کمک آن شتافت.

استفاده از سنسورها برای کنترل ترافیک ایده جدیدی نیست، اما توزیع انبوه این سنسورها و جمع آوری و تحلیل دادگان بلادرنگ آن از جمله راه کارهایی است که اخیرا در سیستم های یکپارچه مدیریت شهری (شهر هوشمند) به خدمت گرفته شده است. در کلان شهرهای ایران نیز می توان از این راهکار برای معضل ترافیک استفاده کرد، IOT CUP فرصتی است که در آن ایده های خود را با رویکرد جهانی بسازید.

در این پایان نامه به هر وسیله نقلیه تعدادی سنسور از جمله اولتراسونیک، دروبین فیلمبرداری، سنسور GPS متصل می شود و همگی آنها توسط یک کامپیوتر مرکزی کنترل می شوند. سپس خودروها میتوانند از طریق سیستمهای IoT با یکدیگر در تماس باشند که این مهم می تواند از بسیاری از تصادفات جلوگیری کرده و همچنین از ترافیک شهری بکاهد.

میتوان در بزرگراهها سنسورهای وایرلسی را روی زمین قرار داد تا اطلاعات و مقصد نهایی تمامی وسایل نقلیه را پیدا و به پایگاه ارسال نماید. پایگاه توسط این سنسورها تمامی اطلاعات مانند سرعت هر وسیله نقلیه را پردازش میکنند و سنسورها موقعیت ترافیک های سنگین را می یابند و مسیرهای ترافیکی و میزان ترافیک را مشخص کرده و به رانندگان ارسال میکنند تا در صورت اطلاع از حجم ترافیک بهترین مسیر را انتخاب نمایند. به عبارت دیگر وقتی خودروها به ابر شبکه متصل شوند، این امکان وجود دارد که به صورت لحظه ای لاگ فعالیت آن ها ثبت شده و این دیتا به صورت لحظه ای به سایر خودروها و سیستم کنترل ترافیک شهری مخابره شود. در نتیجه سایر رانندگان میتوانند مبتنی بر گزارشات لحظه ای دریافتی به طور بهینه مسیریابی کرده و از وقوع تصادفات احتمالی و یا ترافیک های سنگین پیشگیری نمایند.

6-3 - روشی جدید برای کنترل ترافیک

استفاده از شبکه های بی سیم برای کاهش حجم ترافیک جاده ای و تصادفات راهکار جدیدی است که به زودی در کشورهای اروپایی بکار گرفته می شود. آیا ممکن است فناوری استفاده شده در به اشتراک گذاری آنلاین فایلها، انقلابی در کاهش ترافیک جاده ای و تصادفات ناشی از آن ایجاد کند؟ پاسخ مثبت است.

محققان دانشگاه ایالتی اروین کالیفرنیا در مقاله ای که در مجله بین المللی اطلاعات وسایل نقلیه و سیستم های اطلاعاتی منتشر شده، نشان داده اند که یکی از علل اصلی عدم موفقیت سیستم های جدید حمل و نقل، ناکارآمدی روش گردآوری اطلاعات کاربردی ترافیکی و انتشار آنهاست .

مطابق این پژوهش که در امریکا صورت گرفته، کمتر از یک سوم تقاطع های اصلی که شاهراه ها را بهم متصل می کنند، مجهز به ابزارهای الکترونیکی نظارتی هستند. به عبارت دیگر، بیش از ۷۰ درصد چراغ های راهنمایی به هیچ ابزار الکترونیکی برای تخمین تراکم ترافیکی منطقه مجهز نیستند. خبر بد این است که اگر روزی تمام بزرگراه ها بصورت کامل و دقیق هم نظارت شوند، رانندگانی که برای رسیدن به مقصد از راههای فرعی نزدیک آنها استفاده می کنند، به اطلاعات و اتفاقات بزرگراه ها هیچ گونه دسترسی نخواهند داشت. با این حال ، تحقیقاتی در دست انجام است تا با استفاده از فناوری بی سیم محلی، این اطلاعات در اختیار رانندگان قرار گیرد. این فناوری به وسایل نقلیه اجازه می دهد، با استفاده از یک شبکه بی سیم اختصاصی، اطلاعات ترافیکی که شامل میزان شلوغی جاده ها، وقایع احتمالی و تصادفات را رد و بدل کنند. این گروه تحقیقاتی در تلاش است تا سیستم راننده محوری با تجهیزات پایه ای اندک طراحی کنند و گروه نام این سیستم را Autonet نامیده است. این شبکه میتواند اطلاعات را توسط فناوری P2P به اشتراک بگذارد ، همان روشی که کاربران فایل های موسیقی و ویدئو را با سایر کاربران شبکه رد و بدل می کنند.

پژوهشگران دانشگاه اروین در حال حاضر موفق شده اند کارایی این سیتم را به اثبات برسانند . در مدل پیش فرض از فناوری های بی سیم موجود استفاده شده است . کامپیوتر داخلی وسیله نقلیه که به یک رابط گرافیکی کاربر متصل شده ، لحظه به لحظه سایر میزبان های نزدیک شبکه بی سیم را کنترل می کند و اطلاعات جاده های محلی را با آنها رد و بدل می کند. این سیستم می تواند همزمان ۳۵۰۰ آیتم ترافیکی را در ۲ وسیله نقلیه که در بزرگراه با سرعت در حرکت هستند ، اندازه گیری کند . لازم نیست تمام میزبان های این شبکه خودروهای در حال حرکت باشند ، این امکان وجود دارد که پست های کنترل جاده ای را هم به این شبکه اضافه کرد.

7-3-کنترل هوشمند ترافیک با استفاده از منطق فازی (چراغ های راهنمایی)

در این بخش به بررسی و مقایسه روش های استخراج پارامترهای ترافیکی در تقاطع های چراغ دار در دو سیتم SCATS[۵۹] و سیستم پردازش تصویر پرداخته می شود . سپس روش ترکیبی جدیدی پیشنهاد میگردد که مزایای هردوروش مذکور را داراست. درادامه نیز سیستمهای کنترل هوشمند مبتنی بر عاملها معرفی می شود که با دریافت پارامترهای ترافیکی اقدام به زمان بندی عبور وسایل نقلیه میکنند. در فصل بعدی یک چهار راه دو فازه مشترک در محیط نرم افزار متلب طراحی شده که اطلاعات ورودی آن میتواند بر اساس سنسورهای القایی کف خیابان و یا دوربینهای پردازش تصویر به کنترلر فازی داده شود.

بطور کلی میتوان گفت، امروزه یکی از بزرگترین مشکلات زندگی در شهرهای بزرگ، افزایش روزافزون ترافیک در خیابان ها و بزرگراه هاست. ترافیک سالانه صدها ساعت از وقت رانندگان را تلف

[59] Sydney coordinated adaptive traffic System

می کند و به همین دلیل استفاده از فناوری و تجهیزات الکترونیکی برای کنترل و روان کردن ترافیک بسیار حائز اهمیت است. کنترل ترافیک بزرگراه ها و خیابان های شلوغ در شهرها به وسیله دستگاه هایی همچون حسگرهای حلقوی، دوربین های ویدئویی و تابلوهای الکترونیکی صورت می گیرد. این سیستم ها با گرفتن اطلاعات لحظه ای از وضعیت ترافیکی فاز های مختلف تقاطع، اقدام به زمان بندی چراغ راهنمایی می کنند. یکی از متداول ترین روشهای اندازه گیری پارامترهای ترافیکی مربوط به تقاطع، استفاده از سیستم های scats است. در این سیستم حسگرهای حلقوی القایی در کف خیابان ها جاگذاری می شوند و از کوچک ترین تغییرات در ولتاژ الکتریکی ایجاد شده به وسیله خودروی عبوری با خبر می شوند. اطلاعات مربوط به میزان و سرعت ترافیک به یک کامپیوتر مرکزی ارسال می شود. در این سیستم که در حال حاضر در تقاطع های چراغ دار زیادی در سطح دنیا اقدام به کنترل هوشمند چراغ راهنمایی می کنند، استفاده شده است. از سنسورهای القایی فقط در جلوی تقاطع استفاده می شود و اشکال آن عدم محاسبه مستقیم و دقیق طول صف چراغ قرمز است.

درسیستم های مبتنی بر پردازش تصویر می توان طول لحظه ای صف چراغ قرمز را بدست آورد و حتی حالت های مختلفی برای طول صف تعریف کرد، بطور مثال اگر طول صف یک تقاطع به حد تعیین شده یا به محدوده تقاطع ما قبل خود برسد، چراغ راهنمایی بلافاصله تغییر وضعیت دهد. در این پایان نامه به بررسی این روشها پرداخته و سپس با در نظر گرفتن نقاط ضعف و قوت هر روش ، برای بهترین و دقیق ترین حالت کنترل ترافیک هوشمند با ترکیب دو روش اصلی، یعنی استفاده از مزایای scats و پردازش تصویر روش جدیدی پیشنهاد میگردد .

در ادامه براساس پارامترهای ترافیکی یاد شده یک سیستم کنترل فازی برای یک تقاطع دو فازه مشترک طراحی می شود که با در نظر گرفتن اطلاعات همزمان از سنسور های القایی و دوربینهای پردازش تصویر در فاز سبز و قرمز برای زمان بندی چراغ راهنمایی تصمیم گیری می کند.

یک سیستم مدیریت ترافیک هوشمند در شهر، زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی را کنترل کرده و همچنین از طریق نمایشگرهای موجود در خودروها، مسیرهای مناسب را به رانندگان پیشنهاد می‌دهد. برای ایجاد چنین سیستمی لازم است که چراغ‌های راهنمایی، خودروها و حسگرهای ترافیکی در شهر، به یک شبکه یکپارچه متصل شده باشند.

8-3- عملکرد سیستم های کنترل هوشمند مرکزی تقاطعات

تقاطع ها مهمترین گلوگاه های ترافیکی در سطح معابر شهری بوده و حل معضلات و گره های ترافیکی آنها با رویکردی مسنجم و یکپارچه گامی حیاتی و اساسی در ساماندهی ترافیک شبکه معابر سطح شهر است. در کلان شهرهای دنیا با توجه به حجم بالای وسایل نقلیه و وجود تقاطعات پرترافیک متعدد، دیگر استفاده از روشهای سنتی جهت اعمال زمانبندی به تقاطعات جوابگو نمی باشد، چرا که اختصاص زمانهای ثابت به محورهای مختلف در تمامی طول ساعات شبانه روز و بدون توجه به رفتار ترافیکی شهروندان در ساعات مختلف، مانند حرکتهای صبحگاهی به سمت مرکز شهر و یا حرکتهای عصرگاهی خروج از مرکز شهر و نیز بدون در نظر گرفتن تغییرات ترافیک در فصول مختلف سال و همچنین اختصاص زمان به مسیرهای مختلف بدون در نظر گرفتن حجم خودروهای عبوری باعث بالا رفتن تاخیر، بالا رفتن مصرف سوخت و نیز بالا رفتن میزان آلاینده های منتشر شده در هوا می گردد و در بحث کلان باعث به هدر رفتن منابع مادی بسیار و هزاران ساعت از وقت همشهریان می گردد. در عصر تکنولوژی و در دنیای امروز، اختصاص زمان سبز به

محورها بر اساس حجم ترافیک عبوری در هر لحظه و ایجاد هماهنگی در شبکه حمل و نقل شهری، تنها توسط سیستمهای هوشمند کنترل مرکزی چراغ ها راهنمایی تقاطعات انجام می پذیرد.

3-9- مهمترین اقدامات انجام شده در کنترل ترافیک

✓طراحی، نصب و راه اندازی چراغ های راهنمایی و رانندگی، مجهز به سیستم کنترل هوشمند و متمرکز (SCATS) ، با استفاده از شناسه گرهای حلقه ای مغناطیسی و با استفاده از شناسه گرهای مغناطیسی بی سیم (Wireless)

✓نصب و راه اندازی تقاطع های هوشمند و زماندار به صورت بی سیم

✓تبدیل سیستم کنترل چراغ های راهنمایی از چشمک زن به زماندار بر اساس نتایج مطالعات ترافیکی تقاطعات

✓تبدیل فانوس چراغ ها راهنمایی و رانندگی به LED با قابلیت دید بیشتر، طول عمر بالاتر و مصرف برق بسیار پایین تر از لامپ های معمولی

✓نصب و راه اندازی چراغ ها راهنمایی و رانندگی چشمک زن LED مجهز به منبع تغذیه خورشیدی (سولار) با قابلیت نصب سریع و بدون نیاز به برق

✓ تجهیز تقاطعات زماندار سطح شهر به شمارنده معکوس زمان باقی مانده

✓نصب تابلوهای جهت نما و علائم ترافیکی

✓طراحی و نصب سیستم برق اضطراری در کلیه تقاطعات هوشمند به منظور تضمین عملکرد یکنواخت و مستمر چراغ های راهنمایی

✓نصب و راه اندازی دکمه های فشاری صوتی لمسی ، جهت عبور و مرور ایمن نابینایان از تقاطعات

✓تجهیز تقاطعات شهر به سیستم تخصیص اولویت به خودروهای امدادی

✓ارتقاء سامانه چراغ ها راهنمایی و رانندگی هوشمند با استفاده از طرح ابتکاری به کارگیری لوپ بعد از تقاطع در میادین و تقاطع های بزرگی که با احتمال پس زدگی ترافیک رو به رو هستند.

عبور وسایل نقلیه اضطراری با کنترل هوشمند ترافیک

یکی از پژوهشگران ایرانی درباره عبور وسایل نقلیه اضطراری با کنترل هوشمند ترافیک گفت: این سیستم یک گیرنده و فرستنده مادون قرمز دارد. سیستم گیرنده آن متصل به چراغ راهنمایی است و قبل از رسیدن وسایل نقلیه اضطراری مانند آمبولانس و آتش نشانی به تقاطع خیابان‌ها، سیگنال ارسالی این وسایل را دریافت و با تغییر رنگ چراغ راهنمایی و رانندگی، امکان عبور این ماشین ها را فراهم میکنند. وی افزود: همچنین این سیستم به یک ساطع کننده مجهز است و نور مرئی یا سیگنال مادون قرمز گیرنده ای را که نزدیک تقاطع نصب شده است را پخش می‌کند.

این پژوهشگر عنوان کرد: گیرنده این سیستم به یک کارت خوان درون جعبه کنترل ترافیک متصل است. وقتی کارت مدار تعیین کند که سیگنال معتبر است، یک خروجی فعال می‌شود تا نور سبز از کنترل ترافیک برای نزدیک شدن وسیله نقلیه اضطراری درخواست کند. پس از تایید، کنترل ترافیک نیز نور تایید را فعال خواهد کرد. امروزه با شلوغی روز افزون خیابان ها، اغلب رانندگان واحدهای آتش نشانی و وسایل نقلیه اورژانسی برای حضور در صحنه حادثه با مشکلاتی مانند ترافیک و محیط های پرتنش مواجه اند. بنابراین مدیریت بهتر کنترل و سازماندهی ترافیک خیابان ها برای وسایل نقلیه اورژانس مانند آمبولانس و خودروهای آتش نشانی بیش از همیشه احساس می شود تا این وسایل در کمترین زمان ممکن بتوانند به مقصد خود برسند. این سیستم یک راه حل اساسی برای کاهش زمان و حفظ ایمنی خودروهای اورژانس و آتش نشانی است.

10-3- سیستم SCATS

زادگاه این سیستم درحقیقت کشور استرالیا است و در حال حاضر در بیشتر کشورهای دنیا از این سیستم و مزایای آن بهره برده می برند. در این سیستم از رشته سیم هایی که به صورت حلقه های مربع شکل با عملکرد الکترو مغناطیسی استفاده می شود که این حلقه ها به عنوان چشم های سیستم معروف هستند. طرز کار این حلقه ها یا لوپ ها بدین صورت است که دراطراف خود میدان های الکترو مغناطیسی تشکیل می دهند و با عبور اتومبیل از روی حلقه ، شدت این میدان تغییر یافته و به این ترتیب عبور وسایل نقلیه از روی آن تشخیص داده می شود . اطلاعات مربوط به عبور اتومبیل در تقاطع جمع شده و به صورت داده های میدانی توسط یک زیر ساخت اطلاعاتی مثل فیبر نوری به مرکز کنترل ترافیک انتقال می یابد.

در این مرکز، نرم افزار مرکزی سیستم هوشمند کنترل تقاطع ها که در واقع قلب سیستم است ، این اطلاعات را تحلیل کرده و زمان سبز مناسب را به تقاطع اختصاص می دهد. سپس اطلاعات مربوط به این زمان سبز که به عبارتی خروجی های سیستم هستند، توسط همین بستر مخابراتی به سر تقاطع می رسد و به صورت عوض شدن رنگ چراغ راهنمایی مشخص می شود. همان گونه که میتوانید حدس بزنید، تمام این کارها در زمان بسیار کوتاه و به صورت آنلاین انجام می شود. این سیستم در حال حاضر توانایی های زیادی علاوه بر اختصاص زمان سبز مناسب برای رویکرد های تقاطع ها دارد و می تواند به گونه ای تنظیم شود که رسیدن و یا عبور وسایل حمل ونقل عمومی را تشخیص داده و برای عبور آنها اولویت بیشتری اختصاص دهد و یا اینکه در مناسبتهای خاص یا شرایط اورژانس مانند عبور خودروهای آتش نشانی وآمبولانس ها، می توان از مرکزکنترل ترافیک، مسیر خاصی را برای عبور خودروها باز نگهداشت.

از دیگر کاربردهای این سیستم هوشمند، جمع آوری و نگهداری این اطلاعات به صورت دراز مدت و برای انجام تحلیل های ترافیکی و انجام برنامه ریزی های بلند مدت در حوزه حمل ونقل و ترافیک شهر است.

در مجموع می توان مزایا زیر را برای کنترل مرکزی هوشمند ترافیک برشمرد :

- ❖ کاهش تاخیر در تقاطع ها
- ❖ بهره مندی از حداکثر ظرفیت محورهای تقاطع
- ❖ کاهش میزان توقف وسایل نقلیه
- ❖ کاهش زمان سفر
- ❖ هماهنگی بین چراغ ها با ایجاد موج سبز
- ❖ کاهش مصرف سوخت
- ❖ کاهش آلودگی هوا
- ❖ کاهش آلودگی های صوتی
- ❖ کاهش آسیب های روانی

در کنار عملکرد مناسب سیستم در تخصیص زمان بندی صحیح و سازگار با شرایط scats در تخصیص زمان بندی صحیح و سازگار با شرایط لحظه ای ترافیک، یک اشکال به آن وارد است و آن عدم محاسبه مستقیم و دقیق طول صف چراغ قرمز است. در سیستم های مبتنی بر پردازش تصویر می توان طول صف لحظه ای چراغ قرمز را بدست آورد و آنرا در تصمیم گیری لحاظ کرد. حتی حالت های بحرانی برای طول صف تعریف کرد، بطور مثال اگر طول صف یک تقاطع به تقاطع مجاورخود برسد چراغ راهنمایی بلافاصله تغییر وضعیت دهد .در زمینه استخراج پارامترهای ترافیکی

مانند حجم (volume) ، تعداد ماشین های عبوری، طول صف[۶۰] و فلوی ترافیکی[۶۱] ، به کمک پردازش تصویر در سالهای اخیر مقالات و کارهای زیادی صورت گرفته است. مثلا در [28] با استفاده از ایجاد حلقه های مجازی[۶۲] ، روشی برای شمارش ،حلقه های مجازی ماشین های عبوری از بزرگراه ارائه شده است.

منظور از فلو تعداد ماشین های عبوری از یک مقطع در مدت یک ساعت است. همین طور با توسعه یک مفهوم جدید و استفاده همزمان از دو روش پردازش ناحیه مطلوب و تبدیل پرسپکتیو، تصاویری با عنوان spatio –temporal images ساخته می شود و از روی این تصاویر پارامترهای مختلف مانند: سرعت، فاصله بین وسایل نقلیه و فلو بدست می آیند .

❖ **اطلاعات مورد نیاز:**

سه عامل برای کنترل چراغها باید تعیین گردد:

- ✓ طول سیکل: مدت زمانی که طول میکشد تا یک محور مجددا سبز گردد.
- ✓ طول فاز: مقدار طول سیکل که به هر محور داده میشود.
- ✓ فواصل زمانی بین تقاطع ها: مدت زمانی که یک خودرو از یک تقاطع به تقاطع بعد میرسد.

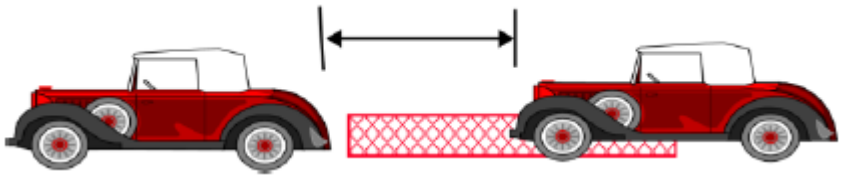
1-10-3 -عمکرد سیستم SCATS

- عملکرد سنسورها: سنسورهای نصب شده در ابتدای هر صف با تشخیص فاصله بین خودروها ، سنگین بودن یا سبک بودن ترافیک را تشخیص میدهد.(شکل ۱۰)

[60] queue length

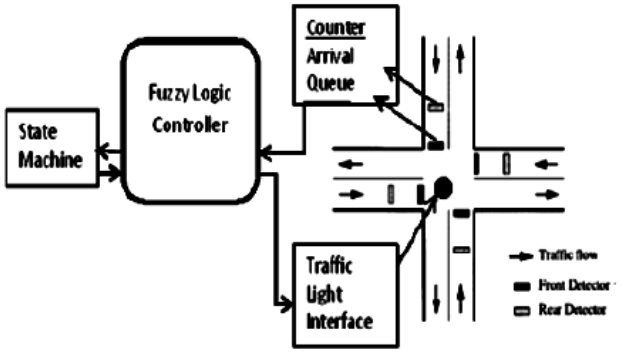
[61] traffic flow

[62] virtual loops



شکل ۳-۱۰: عبور خودرو از روی سنسور

- عملکرد کنترلر :کنترلر با استفاده از اطلاعات سنسورها میزان عبور هر محور را تعیین و به چراغ راهنما اعلام میکند. منطق فازی کنترلر این امکان را فراهم میسازد که شدت نسبی ترافیک را در هر حالت تعیین کند و مفاهیم ترافیک سبک ، متوسط و سنگین معنا پیدا میکند.



شکل3-11 : عملکرد کنترل فازی

3-10-2- مزایا و معایب کنترل مرکزی تقاطع

در این روش اطلاعات تقاطع ها به مرکز کنترل انتقال می یابد و نرم افزار کنترل مرکزی(SCATS) وظیفه زمانبندی و ایجاد هماهنگی بین تقاطع ها را انجام می دهد.

- ✓ **مزایا**
- ❖ ارسال اطلاعات هر تقاطع به تقاطع مجاور یا مرکز

- ارسال خطاها و خرابی های هر تقاطع به مرکز
- تغییرات سریع فازبندی و زمانبندی بر اساس اطلاعات رسیده به مرکز
- ایجاد هماهنگی بین تقاطع های یک محور با ایجاد موج سبز
- امکان مشاهده وضعیت ترافیکی شهر و تقاطعات به صورت گرافیکی روی ترمینال اپراتورها

✓ **معایب**

- عدم تشخیص طول صف ترافیک در فاز قرمز
- بروز خطا درخودروهای عبوری از کنار سنسورها
- عدم تشخیص دقیق شدت ترافیک به علت فقدان اطلاعات ورودی از دنباله صف خودروها

11-30 – نتیجه گیری

همانطور که تا اینجا اشاره شد، بنظر میرسد سیستم SCATS حتی با استفاده از سیستم کنترل فازی به تنهایی امکان کنترل بهینه ترافیک تقاطعها را ندارد. با توجه به نقاط ضعف و قوت این سیستم در فصل بعد به سیستم هوشمند کنترل ترافیک با استفاده از پردازش تصویر میپردازیم.

بطور کلی کنترل زماندار چراغ های راهنمایی در سطح شهر ، به دو صورت انجام می پذیرد، اول چراغ های زمان ثابت و دوم چراغ های کنترل هوشمند. نصب شمارشگر بر روی چراغ های نوع اول در برگیرنده هیچ نوع ایراد ظاهری از قبیل پرش اعداد و یا ثابت ماندن بر روی یک عدد خاص نمی باشد. زیرا به دلیل نوع کنترل زمان ثابت در تمامی ساعات روز و شب میزان زمان اختصاص داده شده به محور های مختلف به یک میزان می باشد و شمارشگر می داند در هر دوره باید از چه

عددی شمارش معکوس را آغاز کرده و دقیقا پس از طی چه زمانی به مقدار عددی صفر برسد. مشکلاتی نظیر ثابت ماندن بر روی عددی خاص و یا پرش اعداد به عددی خاص در شمارشگرهای نصب شده بر روی تقاطعاتی که توسط سیستم هوشمند کنترل می شوند، مشاهده می گردد. دلیل این مشکلات به دلیل عملکرد هوشمند سیستم می باشد.

در سیستم های هوشمند به دلیل زماندهی در لحظه به تقاطع برحسب جریان ترافیک عبوری امکان آن نمی باشد که میزان دقیق زمان سبز هر محور از پیش دانسته شود. هدف از تجهیز تقاطع ها به این سیستم، اختصاص زمان سبز بهینه به محورهای تقاطع های تحت کنترل سیستم در هر لحظه می باشد. به زبان ساده تر میزان زمان سبز اختصاص داده شده به هر محور، رابطه مستقیمی با حجم خودروی عبوری در همان لحظه از محور را دارد. این بدان معناست که در هر لحظه از شبانه روز سیستم، زمان سبز متفاوتی را برای هر محور در نظر می گیرد. همچنین در صورت عدم عبور وسیله نقلیه از روی شناسه گرهای هر محور، سیستم، زمان سبز مربوط به آن محور را زودتر قطع می کند یا در صورت تشخیص ترافیک بالا در هر محور، زمان مربوط به آن را نسبت به سیکل قبلی، افزایش میدهد.

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل کنترل ترافیک

1-4 – مقدمه

اهمیت زیرساخت های ترافیکی و از جمله بزرگراهها در هر کشور، با توجه به تأثیر به سزای این زیرساخت ها بر منابع مالی و انسانی بر هیچ کس پوشیده نیست. به همین دلیل با توجه به پیچیدگی سیستم ترافیک در سالهای اخیر مدلسازی و کنترل جریان های ترافیکی در بزرگراهها مورد توجه ویژه محافل کنترل بوده است. رفتار پیچیده و غیرخطی سیستم ترافیک، لزوم استفاده از ابزارهای توانمند مدلسازی را تشدید می نماید. در این راستا روش های مدلسازی متنوعی پیشنهاد شده است.

آسیبهای ناشی از وسایل نقلیه جاده ای یکی از بزرگترین مشکلات بهداشتی می باشد که در بین سایر مسائل بهداشتی مورد غفلت واقع شده است و پیشگیری از آن نیازمند اقدامات موثر و پایدار می باشد.

در این پایان نامه الگوریتمی برای تشخیص وسایل نقلیه با استفاده از حسگرها و چراغ های راهنمایی برای سیستم نظارت ترافیک پیشنهاد کرده ایم که توانایی انجام کارهای نظارتی را دارد. این اطلاعات در مدل مبتنی بر تشخیص و ردیابی خودرو مورد استفاده قرار می گیرد که باعث بدست آوردن پارامتر های ترافیکی می گردد و می تواند عامل کاهش تصادفات جاده ای گردد. در این فصل دو عامل، تعداد وسایل نقلیه و سرعت آن ها مورد بررسی قرار گرفته است .بعد از بدست آوردن پارامتر های ترافیک به پیش بینی جریان ترافیک پرداخته می شود و بهینه ترین حالت ممکن را جهت کنترل ترافیک با استفاده از الگوریتم مناسب مورد مطالعه قرار می گیرد. ابتدا میانگین تعداد وسایل نقلیه و سرعت آن ها برای هر ساعت در نظر گرفته می شود. عواملی نظیر معیوب بودن دستگاه ثبت سرعت و ... می تواند موجب شود تا اطلاعات مربوطه به طور کامل در اختیار قرار نگیرد، با استفاده از

کد نویسی انجام شده در نرم افزار متلب این اطلاعات بدست آمده ، همچنین بهینه ترین عدد برای پارامترهای کنترل ترافیک با استفاده روش های شبیه سازی ارائه می شود.

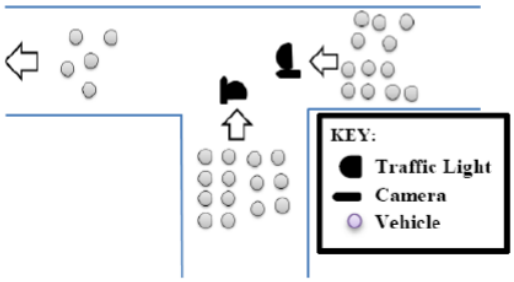
۴-۲- کنترل هوشمند چراغ راهنمایی به کمک پردازش تصویر و منطق فازی

1-2-4 – سیستم پردازش تصویر

یکی دیگر از روشهای کنترل هوشمند ترافیک، استفاده از چراغ های هوشمند در تقاطع ها می باشد . قدم اول استفاده از دوربینهای هوشمند جهت پردازش تصویر و تشخیص خودروهای عبوری از تقاطع ها میباشد. در این روش با نصب دوربینهای دیجیتال در نقاط ورودی هر تقاطع ، امکان تشخیص خودروها و وسایل نقلیه عبوری فراهم میگردد. البته ابتدا بایستی ابعاد استاندارد مختلفی برای وسایل نقلیه موجود در سیستم تعریف گردد تا سیستم بتواند از روی تصویر، آنها را تشخیص دهد. این روش نیز مزایا و معایبی دارد که در ادامه به آن می پردازیم.

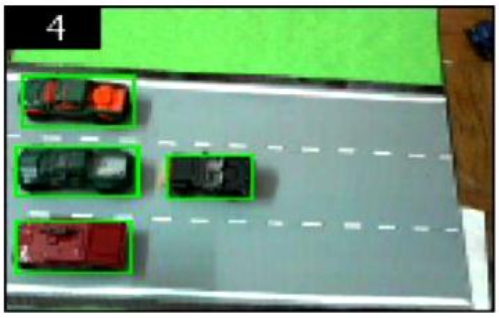
عملکرد سیستم

دراین روش دوربینهای دیجیتال در نقاط تعیین شده تقاطع نصب می شوند. [31]



شکل4-1: محل نصب دوربین ها

ابتدا از انواع خودروهای عبوری تصویر رنگی ضبط میگردد تا ابعاد وسایل نقلیه مختلف برای سیستم تعریف گردد.[31]



شکل ۴-2: تعریف ابعاد انواع وسایل نقلیه عبوری

تصویر رنگی ورودی جهت پردازش به یک تصویرسیاه و سفید تبدیل می شود. علت این تبدیل، امکان تعیین طیف سطوح خاکستری، سیاه مطلق و سفید مطلق است. محدوده سیاه را پایین ترین سطح روشنایی و سفید را بالاترین سطح روشنایی و بین آنها به سایر سطوح روشنایی، بر اساس شدت خاکستری بودن تقسیم می شود . برای تولید تصویر باینری باید تصویر زمینه تقاطع یا مسیرها (بدون وسایل نقلیه) با تصاویر جاری مقایسه گردد تا امکان تشخیص خودرو ها و وسایل نقلیه فراهم آید .

۳-۳-۴-1- بدست آوردن تصویر باینری

منظور از تصویر باینری شامل دو سطح روشنایی سفید مطلق و سیاه مطلق می باشد. تصویری که در آن وسایل نقلیه متحرک سفید مطلق و زمینه سیاه مطلق باشد، تصویرمطلوبی خواهد بود. به این کار ، بخش بندی[۶۳] گفته می شود . روش به کار گرفته شده برای این منظور، روش تفاضل زمینه[۶۴]می باشد .

[63] segmentation

[64] background subtraction

شیوه کلی کار به این صورت است که ابتدا تصویر زمینه از روی تصویر جاری استخراج می شود و سپس تصویر جاری از تصویر زمینه کم می شود تا تصویر تفاضل[۶۵] ایجاد شود . در نهایت با اعمال یک مقدار آستانه[۶۶] بر روی تصویر تفاضل، تصویر باینری ایجاد می شود . مزیت این روش برای بخش بندی بر سایر روش ها مانند edging ، رسیدن به سطح بسیار بالای بخش بندی و استخراج بخش زیادی از اطلاعات مربوط به وسایل نقلیه می باشد .

۳-۳-۴-2- بدست آوردن تصویر زمینه

الگوریتم به کار گرفته شده برای استخراج تصویر زمینه ، الگوریتم median می باشد. این الگوریتم به این صورت است که در فاز سبز اقدام به گرفتن میانه از فریم های متوالی تصویر می کند . اگر فاز مربوطه فریم زیاد شلوغ نباشد به طوری که پیکسل های تصویرجاری در بیش از نیمی از فریم ها جزء زمینه تصویر باشند، تصویر میانه مطلوبی ایجاد می شود. شکل ۴-5 تصویر جاری و شکل ۴-۶ تصویر زمینه بدست آمده در پایان زمان روشن بودن چراغ سبز با الگوریتم میانه را نشان می دهد .همان طور که ملاحظه می شود تصویر زمینه کاملا مطلوب و قابل اعتمادی بدست آمده است. البته تصویر زمینه باید به طور مرتب با تغییر شرایط نوری محیط به روز آپدیت شود .

[65] Difference Image

[66] threshold

شکل ۴- ۳: تصویر جاری

شکل ۴-۴: تصویر زمینه

۳-۳-۴-3 - بدست آوردن تصویر تفاضل

با تفاضل گیری از تصویرجاری و زمینه و محاسبه قدر مطلق آن، تصویر تفاضل حاصل می شود. علت استفاده از قدر مطلق حفظ مقادیر منفی است که ممکن است در اثر تفاضل تصویر زمینه از تصویر جاری ایجاد شود.

شکل4-5: تصویر تفاضل

۳-۳-۴-4- آستانه گیری یک مرحله ای

برای انتخاب آستانه مناسب نیاز به یک روش آستانه گیری خودکار وجود دارد . به این منظور در این پایان نامه ، روش آستانه گیری otsu به کار گرفته می شود . اساس کار otsu در انتخاب مقدار آستانه ، کم کردن واریانس گروهی[۶۷] دو دسته از پیکسل ها است که توسط مقدار آستانه از هم جدا می شوند.[34] این دو دسته همان زمینه[۶۸] و رونما [۶۹] می باشند . شکل 4-8 تصویر باینری مربوط به شکل 4-7 ، با این روش را نشان می دهد .

شکل4-6: تصویر باینری مربوط به شکل ۴-6

[67] automatic thresholding Within-group variance

[68] Background

[69] Foreground

همان طور که ملاحظه می شود پس از یک مرحله آستانه گیری، اطلاعات قسمت هایی از ماشین ها که سطح روشنایی آنها به زمینه نزدیک است ظاهر نشده است. برای این منظور در ادامه روش آستانه گیری otsu توسعه داده می شود و و روش جدید و کارآمدی معرفی می شود .

۳-۳-۴-5- آستانه گیری دو مرحله ای

ابتدا با یک مرحله آستانه گیری خودکار به روش otsu مانند مرحله قبل آن قسمت از اطلاعات ماشین ها که با زمینه تفاوت زیادی دارند ظاهر می شوند. سپس این قسمت ها از تصویر تفاضل حذف می شوند .به این صورت که در تصویر تفاضل به رنگ سیاه تبدیل می شوند. حال اگر با توجه به این منحنی از تصویر تفاضل ایجاد شده آستانه گیری صورت گیرد مقدار آستانه از حالت قبل کوچکتر شده و آن قسمت هایی از ماشین ها که دارای سطح روشنایی نزدیک زمینه هستند ، از زمینه متمایز شده و ظاهر می شوند. حال با ترکیب این قسمت ها و قسمت هایی که در مرحله اول آستانه گیری به دست آمدند، اطلاعات کل ماشین ها در شکل4-8 بدست می آید.

شکل 4-7 :تصویر باینری با آستانه گیری دو مرحله ای

۳-۳-۴-6 - تقسیم بندی تصویر

تقسیم بندی تصویر به منظور تعیین محدوده فیزیکی ترافیک و محاسبه طول صف چراغ قرمز انجام میشود. به این منظور تصویر را به بلوکهای مساوی با محاسبه پرسپکتیو و عمق تصویر تقسیم بندی

میکنیم. وقتی که یک خودرو استاندارد در تمام طول محور مورد نظر حرکت کند و از یک بلوک تصویر به بلوک بعد منتقل شود قسمت قبلی خالی و قسمت بعد پر میشود. حال اگر خودرو دیگری به صف اضافه شود در بلوک انتهایی جای میگیرد و به همین ترتیب با حرکت به سمت تقاطع باعث افزایش طول صف ترافیک میگردد.

شکل4-8: تصویر بلوک بندی شده

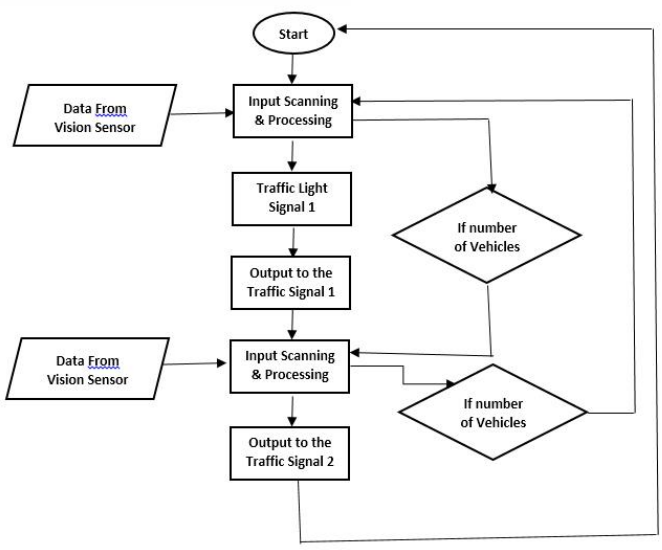
به بیان دیگر ، برای انجام بلوک بندی باید یک ماشین مناسب که در تمام طول مسیر حرکت خود به صورت مجزا از سایر ماشین ها حرکت کند، انتخاب شود. هر موقع که ماشین مورد نظر در تصویر یک واحد جابجا شد، موقعیت سطر بالایی ماشین ثبت می شود. در واقع این روش تصویر را بر اساس طول وسیله نقلیه استاندارد در هر قسمت از تصویر بلوک بندی می کند.

شکل4-9 : تصویر ماشین انتخاب شده

۳-۳-۴-7- استفاده همزمان از اطلاعات فاز سبز و قرمز

به منظور کنترل بهینه ترافیک و طول صف در مسیرهای قرمز و سبز میتوان همزمان از اطلاعات هردو چراغ در سیستم کنترل استفاده نمود. بر این اساس میتوان مدت زمان قرمز بودن چراغ قرمز را براساس شدت عبور خودروهای مسیر سبز و برعکس تنظیم کرد و همزمان افزایش طول صف قرمز را نیز رصد نمود. درشکل 4-22 نمای شبیه سازی شده چهارراه و در شکل 4-13 الگوریتم ارتباط دو چراغ نشان داده شده است .

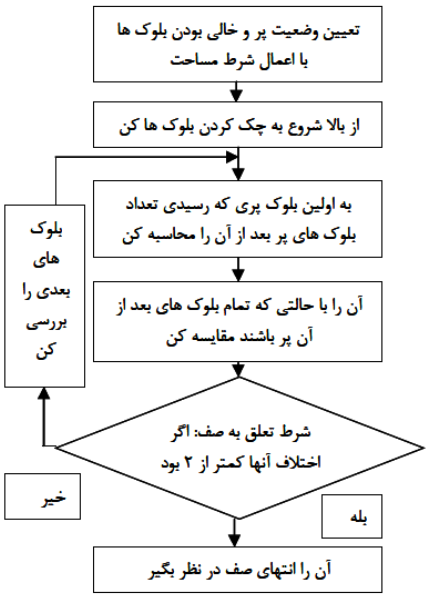
شکل4-10 : نمایی از تقاطع شبیه سازی شده



شکل4-11: الگوریتم دو چراغ

۳-۳-۴-8 - بدست آوردن ماشین های موجود در صف چراغ قرمز

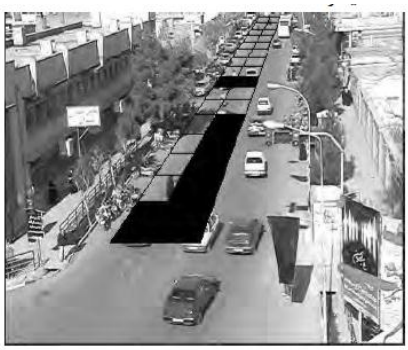
مزیت این روش این است که با این روش دیگر نیازی به استفاده از یک دوربین کالیبره [۷۰] برای تصویربرداری و به کارگیری روابط پیچیده تبدیل پرسپکتیو ، برای ارتباط بین اندازه طول صف در تصویر و طول واقعی آن در محیط خارج برحسب متر، وجود ندارد .تبدیل پرسپکتیو نیاز به آگاهی دقیق از موقعیت دوربین مثل ارتفاع ، زاویه و فاصله آن تا جلوی تقاطع دارد. در حقیقت تعداد بلوک های پرشده در صف چراغ قرمز با یک تقریب به علت زاویه دوربین و همپوشانی نسبی ماشین ها برابر با تعداد ماشین های موجود در صف می باشد.



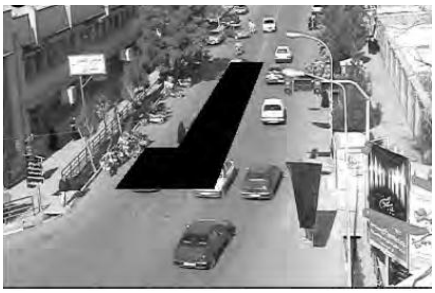
شکل ۴-۱۲ : تعیین وضعیت پر و خالی بودن بلوکها

[70] caliborate camera

شکل 4-13 :تصویر جاری



شکل4-14 : تعیین وضعیت پر وخالی بودن بلوک ها



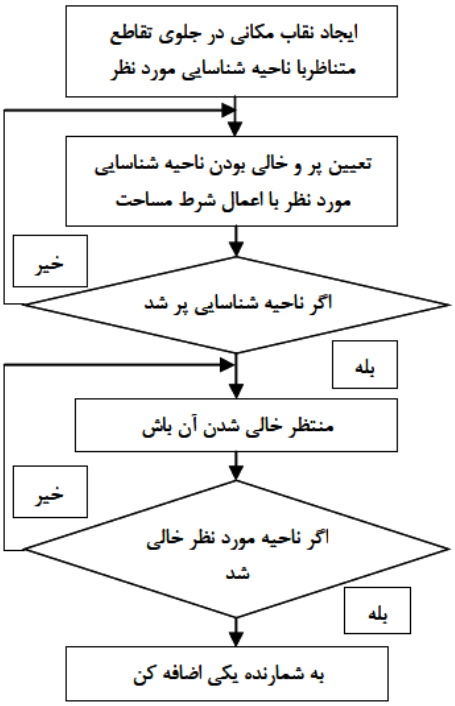
شکل ۴-15 : مشخص کردن بلوک های جزء صف

۳-۳-۴-9- شمارش ماشین های عبوری از تقاطع در فاز سبز

روش کلی مطرح شده در این بخش بر پایه روش پردازش ناحیه مطلوب می باشد . اما شیوه ای که در این قسمت مطرح می شود یک شیوه ابتکاری و جدید است که با روش هایی که قبلا مطرح شده متفاوت می باشد.

شکل ۴-16 : نواحی شناسایی

مشابه این نواحی در مورد سنسورهای القایی هم وجود دارد .در واقع در الگوریتم ارائه شده در این قسمت، کاری مشابه سنسورهای القایی اما با یک تعریف متفاوت از حضور و عدم حضور وسیله نقلیه، صورت می گیرد. شکل ۴-18 الگوریتم کلی را نشان می دهد. البته الگوریتم ارائه شده برای یک ناحیه است و برای ناحیه های دیگر هم مشابه این الگوریتم همزمان اجرا می شود و در نهایت 3 شمارنده مربوط به 3 ناحیه با هم جمع می شوند .



شکل ۴-17: الگوریتم شمارش ماشینهای عبوری فاز سبزدر روش ترکیبی

شکل ۴-18 : تصویری که در آن ناحیه شناسایی پر شده است

شکل ۴-19 : تصویر باینری شکل ۴-۱۹ ، حاوی اطلاعات ناحیه شناسایی

شکل ۴-20 : تصویری که در ان ناحیه شناسایی تخلیه شده است

شکل ۴-21 : تصویر باینری شکل ۴-۲۱ ، حاوی اطلاعات ناحیه شناسایی

۳-۴ - عبور وسایل نقلیه اضطراری

میتوان اولویتی برای عبور خودروهای امدادی قرار داد . سیستم اولویت دهی به خودروهای امدادی یا EVP[۷۱] از ۳ قسمت سخت افزاری تشکیل می شود : تجهیزات نصب شده روی دکل چراغ راهنمایی به عنوان گیرنده ، تجهیزات نصب شده داخل کنترلر هوشمند چراغ های راهنمایی به عنوان پردازشگر سیستم و تجهیزات نصب شده داخل خودرو به عنوان فرستنده . به محض فعال شدن تجهیزات داخل خودروی امدادی ، گیرنده مربوطه تقاضای عبور را دریافت می کند و چراغ سبز می شود .[35]

بطور کلی ، برای داشتن یک ترافیک روان و ایجاد موج سبز در چهارراههای مجاور تنها سیستم های کنترل مرکزی قادر به ترویج عملکرد چهارراهها هستند. در سیستم کنترل هماهنگ یک چهارراه به عنوان مستر انتخاب و چهارراههای مجاور به عنوان اسلیو هستند. در خیابان های یک طرفه بر اساس بار ترافیکی و در خیابان های دو طرفه بر اساس جهت جریان غالب هماهنگ سازی انجام می شود. در این حالت به چهارراههای بالادستی و یا پایین دستی یک زمان آفست مثبت و یا منفی داده می شود. این آفست باعث می شود که سیکل یک چهار راه چند ثانیه زودتر و یا دیرتر نسبت به چهارراه مستر آغاز شود. بدین ترتیب امکان ایجاد موج سبز برای خودروها فراهم می شود. در سیستم کنترل هماهنگ عملکرد یک چهارراه را بر اساس حجم ترافیک یک چهارراه دیگر، می توان تعیین کرد و در واقع رفتار یک چهارراه را به یک چهارراه دیگر گره زد

در اکثر تقاطع‌ها، چراغ‌ها به صورت دوزمانه عمل می‌کنند؛ یعنی خیابان‌های موازی، با هم سبز و با هم قرمز می‌شوند. اما اگر در تقاطعی به‌عنوان مثال، خودروهای ورودی از ضلع شمالی و ضلع جنوبی نسبت به دیگر اضلاع، زیاد باشند، ممکن است با وجود چراغ راهنمایی هوشمند دوزمانه، باز هم شاهد ترافیک

[71] Emergency Vehicle Priority System

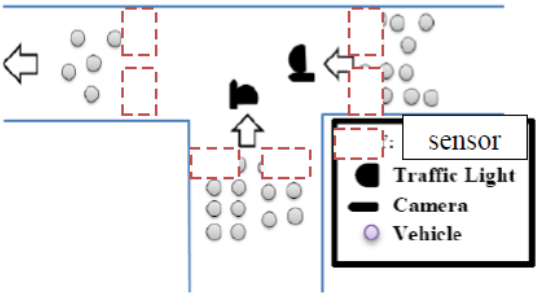
باشیم مخصوصا اگر مقصد اکثر خودروها نیز یک خیابان خاص مثلا ضلع شرقی باشد . این شرایط را باید به گونه‌ای دیگر مدیریت کرد. مثلا چراغ‌ها را به‌صورت سه‌زمانه روشن و خاموش کرد؛ به این صورت که ابتدا فقط چراغ ضلع شمالی سبز شود، سپس چراغ ضلع جنوبی و در آخر نیز چراغ محور شرقی-غربی.

4-4 - مزایا و معایب سیستم پردازش تصویر

- ✓ **مزایا**
  - ❖ امکان تعیین ابتدا و انتهای صف مسیر قرمز با روش بلوک بندی تصویر
  - ❖ امکان تشخیص خودروهای متوقف شده در کنار هر مسیر
  - ❖ امکان محاسبه شدت فلوی ترافیک و جریان عبوری خودروها از فاز سبز
- ✓ **معایب**
  - ❖ عدم دقت تصاویر و اطلاعات ورودی در تاریکی و روزهای ابری و بارانی با تغییر شدت نور محیط
  - ❖ عدم شناسایی و یا بروز خطا در شناسایی وسایل عبوری با ابعاد مختلف و خارج از استانداردهای تعریف شده
  - ❖ عدم امکان تشخیص ابتدای تقاطع و صف ترافیک درصورتی که خودروها بلوکهای ابتدایی را کاملا پر نکرده باشند. همانطور که گفته شد روش پردازش تصویر نیز دارای محاسن و معایبی میباشد که امکان کنترل دقیق ترافیک را در همه شرایط برقرار نمیکند. لذا ترکیب مزایای دو روش میتواند تا اندازه زیادی به بهبود کنترل هوشمند ترافیک منجر گردد.

5-4- سیستم کنترل هوشمند ترافیک ترکیبی

در روش پیشنهادی با ترکیب دو روش SCATS و استفاده از دوربینهای پردازش تصویر میتوان تا حد زیادی از مزایای دو روش بهره برد و معایب دو روش را حذف نمود . به این منظور همانند سیستم SCATS در ابتدای هر تقاطع از سنسور های القایی استفاده میگردد و همچنین به منظور تعیین طول صف قرمز با استفاده از نصب دوربین و پردازش تصویر میتوان ابتدا و انتهای مسیر سبز و قرمز را همزمان رصد نمود.



شکل 4-22 : استفاده از سنسورهای القایی و دوربین

الگوریتم سیستم ترکیبی مشابه حالت قبل است با این تفاوت که ناحیه شناسایی در حالت قبل توسط بلوک بندی تصویرتعیین میگردید. ولی در روش ترکیبی ابتدای تقاطع یا همان ناحیه شناسایی توسط سنسورهای القایی و به دقت تعیین میشود و توقف یا حرکت هرنوع وسیله نقلیه با هر اندازه توسط این سنسورها شناسایی میگردد و به عنوان ابتدای صف درنظر گرفته میشود.

6-4- سیستم کنترل فازی

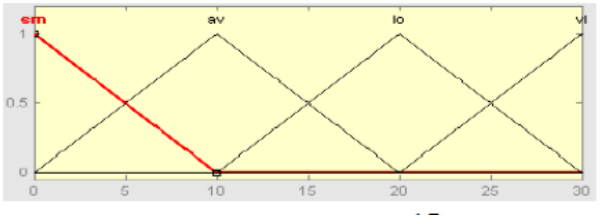
اساس یک سیستم کنترل فازی بر قوانین انسانی و گزاره های غیر قطعی و نسبی ساخته میشود.[50]

عملکرد یک سیستم کنترل فازی درکنترل ترافیک تقاطع شبیه کاری است که یک مامور راهنمایی و رانندگی با توجه به دریافت های خود از وضعیت ترافیکی تقاطع انجام می دهد و با نسبت دادن حالت هایی مثل مقدار شلوغی و خلوتی ترافیک به هر فاز اقدام به کنترل زمان بندی چراغ راهنمایی و یا ایجاد موج سبز می کند. در این قسمت با استفاده از مقادیرطول صف چراغ قرمز و تعداد خودروهای عبوری از تقاطع در فاز سبز که در روش ترکیبی توسط اطلاعات حاصل از سنسورهای القایی و پردازش تصویر بدست آمدند، یک سیستم کنترل فازی ، برای کنترل زمان بندی چراغ راهنمایی در یک تقاطع ارائه میگردد. به بیان دیگر در سیستم های SCATS که به آنها اشاره شده ، به طور کلی از پارامتر حجم برای تخصیص زمان بندی چراغ راهنمایی استفاده می شود. سیستم SCATS این پارامتر را برای هر فاز تقاطع در موقع سبز بودن چراغ راهنمایی برای آن فاز، محاسبه می کند. این سیستم در موقع سبز بودن هر فاز با استفاده از سنسورهای القایی اقدام به شمارش ماشین هایی که در آن فاز از تقاطع عبور می کنند، می نماید. این کار برای همه فازها در طول یک سیکل چراغ بطور جداگانه انجام می شود و اعداد بدست آمده به عنوان حجم آن فاز منظور میشود. البته سیستم SCATS این کار را برای سه سیکل چراغ راهنمایی تکرار می کند و در پایان سه سیکل با توجه به اطلاعات بدست آمده ، اقدام به تخصیص زمان بندی می کند که شامل درصد زمان سبز هر فاز و همچنین طول کل سیکل سبز چراغ راهنمایی می باشد. با توجه به آنچه گفته شد. سیستم SCATS فقط در فاز سبز اقدام به جمع آوری اطلاعات از وضعیت ترافیکی تقاطع می کند و عملا در فاز قرمز کاری انجام نمی دهد. به همین خاطر این سیستم قادر به اندازه گیری دقیق طول صف چراغ قرمز نمی باشد و آن را در تصمیم گیری لحاظ نمی کند . این سیستم طول صف چراغ قرمز را نمی تواند اندازه گیری کند و قادر به تصمیم گیری در یک سیکل نمی باشد . برای اطمینان از تغییر وضعیت ترافیکی فازهای مختلف مجبور است سه سیکل را بررسی کند. در

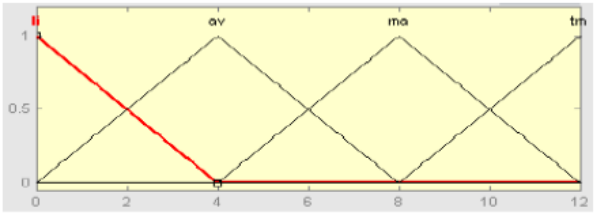
سیستم جدیدی که در ادامه این پایان نامه بر پایه منطق فازی معرفی می شود، ترافیک عبوری از فاز سبز و طول صف چراغ قرمز به طور همزمان در اختیار سیستم قرار می گیرد و سیستم قادر است در یک سیکل هم اقدام به تخصیص زمان بندی کند ، که از این جنبه بر سیستم SCATS برتری دارد . همچنین این سیستم به دلیل استفاده از قوانین انسانی به مراتب ساده تر از سیستم SCATS می باشد .[37]

1-6-4 - نمودار ورودی و خروجی سیستم فازی

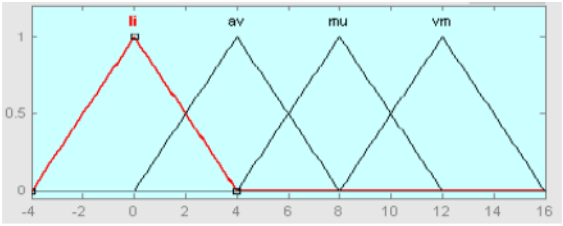
درشکل های ۴-۳۵ و ۴-۳۶ نمودارهای ورودی طول صف قرمز با متغیرهای زبانی کوتاه ، متوسط ، بلند و خیلی بلند تعیین شده و برای تعداد خودروهای عبوری در n ثانیه آخر فاز سبز نیز مفاهیم کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تعیین گردیده است. تغییر n می تواند شدت ترافیک و طول صف قرمز را تغییر دهد. بطور مثال اگر n را ۵ ثانیه در نظر بگیریم ، ورودی فازی شکل ۴-۳۶ نشان دهنده تعداد ماشینهای عبوری از تقاطع در 5 ثانیه اخر فاز سبز میباشد. همچنین در خروجی نیز مفاهیم فازی کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد برای مدت تمدید چراغ سبز درنظر گرفته شده است .



شکل4-23 : ورودی طول صف چراغ قرمز



شکل ۴-24: ورودی تعداد ماشینهای عبوری از تقاطع در فاز سبز



شکل ۴-25 : خروجی سیستم فازی یا زمان تمدید چراغ سبز

محور افقی در این حالت نشان دهنده زمان و بر حسب ثانیه می باشد. شکل موجها مثلثی و میزان هم پوشانی زیرمجموعه های فازی 25 درصد در نظر گرفته شده است. تغییر این موارد باعث تغییر سطح پیوستگی در خروجی و عملکرد سیستم فازی می شود . [39]

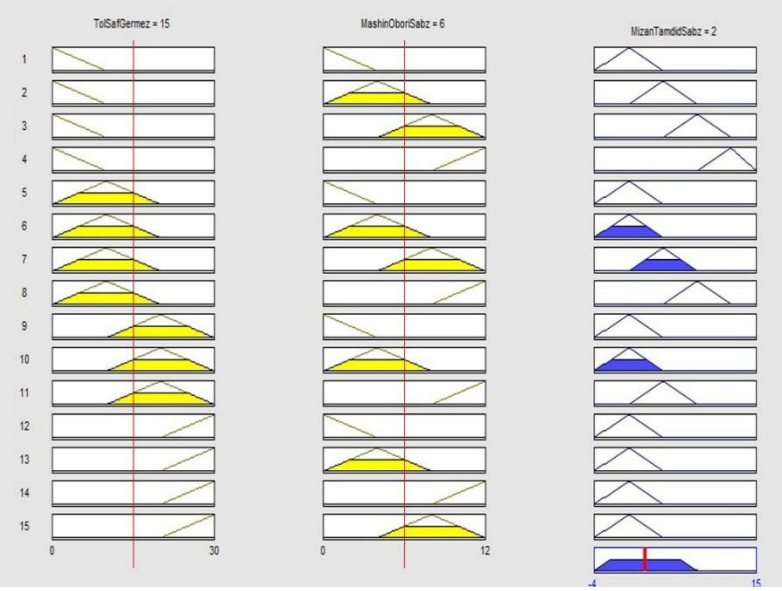
2-6-4 - جدول قوانین فازی

برای ساخت جدول قوانین فازی با توجه به تعداد حالات ورودی و خروجی میتوان حداکثر 16 قانون تعریف نمود. این قوانین منطبق بر قوانین انسانی است که برای کنترل زمان بندی تقاطع استفاده میشود. به عنوان نمونه یکی از این قانون ها می تواند به این صورت باشد: اگر تعداد خودروهای عبوری از فاز شرق- غرب در اواخر زمان سبز بودن این فاز کم باشد و همزمان طول صف فاز شمال-جنوب که قرمز است خیلی بلند باشد آنگاه میزان تمدید فاز سبز در محورشرق- غرب، خیلی کم خواهد بود[40]. همچنین موتور استنتاج فازی به کار گرفته شده از استلزام مینیمم ممدانی، استفاده شده است که مزیت این موتور سادگی محاسبات آن می باشد.

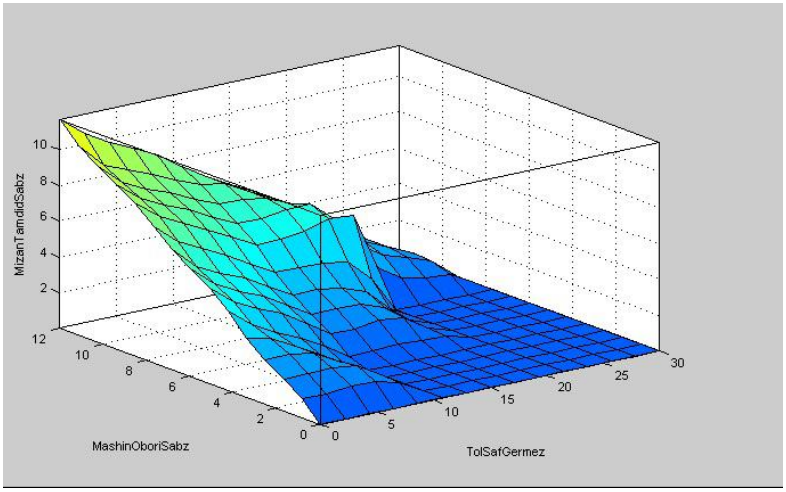
جدول 4-1: قوانین فازی

طول صف چراغ قرمز	تعداد ماشین های عبوری در فاز سبز			
	li	av	ma	tm
sm	li	av	mu	vm
av	li	li	av	mu
lo	li	li	li	av
vl	li	li	li	li

شکل ۴- 26: کدهای قوانین



شکل ۴- 27: اجرای کدهای قوانین



شکل ۴- 28: نمایش سه بعدی خروجی براساس توابع عضویت مربوط به دو ورودی و یک خروجی

3-6-4- موتور استنتاج فازی و غیر فازی ساز

در این بخش موتور استنجاج مینیمم به کار گرفته شده است. در موتور استنتاج مینیمم از استنتاج مبتنی بر قواعد جداگانه با ترکیب اجتماع، استلزام مینیمم ممدانی، عملگر مینیمم برای اشتراک فازی و عملگر ماکزیمم برای اجتماع فازی استفاده می شود. مهمترین مزیت این موتور در

سادگی محاسبات آن می باشد. غیرفازی ساز به کار گرفته شده نیز غیر فازی مرکز ثقل[۷۲] می باشد که مزیت آن در توجیه پذیری و پیوستگی مطلوب آن می باشد . در زیر مجموعه های فازی کم (li) و خیلی زیاد (vm) مقدار عضویت در قبل از صفر و بعد از 12 کاهش می یابد. این کار به این خاطر است که زمانی که دو ورودی، مقدار عضویت کامل دارند و با توجه به مجموعه قوانین فازی تعریف شده، در بین زیر مجموعه های فازی خروجی فقط یکی از زیر مجموعه های کم یا خیلی زیاد Fire فعال می شود . انتظار می رود خروجی نیز مقدار عضویت کامل داشته باشد و مقادیر صفر و دوازده به ترتیب توسط غیرفازی ساز مرکز ثقل خارج شود. با توجه به مفهوم مرکز ثقل، با تقارن ایجاد شده این امر محقق می شود.

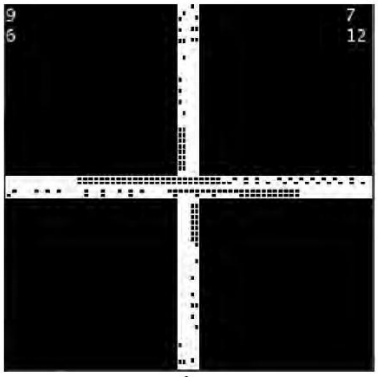
۴- 7- شبیه سازی

به منظور ارزیابی سیستم کنترل فازی طراحی شده، در محیط نرم افزار MATLAB یک چهار راه شبیه سازی شده، این چهار راه ، یک چهارراه دو فازه شامل فاز شمالی- جنوبی و فاز شرقی-غربی است که قادر به شبیه سازی حالت های مختلف ترافیکی برای این تقاطع می باشد. یک شمارنده اصلی و یک شمارنده تمدید فاز سبز در نظر گرفته شده که شمارنده اصلی چهارراه برای هر دو فاز با طول زمانی 35 ثانیه عمل می کند و در اواخر شمارنده اصلی چهارراه برای تمدید چراغ سبز تصمیم گیری می شود. این مقدار تمدید می تواند یک مقدار صحیح و پیوسته از 1 تا 12 ثانیه باشد. در مدتی که شمارنده تمدید فعال است، شمارنده اصلی چهارراه غیرقابل تغییر می شود. پس از پایان شمارنده تمدید، شمارنده اصلی دوباره فعال شده و با ادامه کار وضعیت چراغ راهنمایی را تغییر می دهد و چراغ سبز برای فاز دیگر با مقدار ثابت 35 ثانیه شروع می شود.

[72] Center of Gravity Defuzzifier

تصویر زیر تصویری از محیط شبیه سازی را نشان می دهد. نقاط سیاه همان خودروهای عبوری یا متوقف در صف هستند. شمارنده اصلی روی 6 قفل شده و شمارنده فرعی از مقدار 9 کار خود را آغاز می کند. اعداد سمت راست هم به ترتیب از بالا به پایین طول صف فاز قرمز و تعداد ماشین های عبوری از فاز سبز در یک بازه زمانی 6 ثانیه ای قبل از این زمان می باشد. برای شمارش ماشین های عبوری از فاز سبز فقط ماشین هایی که از سمت شرق از تقاطع می گذرند، شمارش می شوند، چون با توجه به شبیه سازی صورت گرفته ترافیک سمت غرب تقریبا مشابه سمت شرق تقاطع می باشد. به علت مشابه برای فاز شمال- جنوب هم که قرمز است طول صف سمت شمال در نظر گرفته

می شود . در شبیه سازی صورت گرفته فاز شرق-غرب شلوغ تر در نظر گرفته شده است. نکته مهم این است که بخش زیادی از کارایی این سیستم به تعریف مناسب تعداد زیرمجموعه های فازی ورودی و خروجی و تعیین مناسب محدوده هر زیرمجموعه و مراکز زیرمجموعه ها بستگی دارد. این کار باید با تکیه بر کار آماری صورت گرفته بر روی یک تقاطع مفروض و تنوع بارهای ترافیکی که این تقاطع در طول روز و هفته با آن مواجه است، صورت گیرد. این اطلاعات آماری می تواند از گزارشاتی که سیستم SCATS از اطلاعات حجم فازهای مختلف تقاطع در طول روز و هفته و حتی ماهیانه تهیه می کند، به دست آید.



شکل ۴-29 : محیط تقاطع در متلب

8-4- نتیجه گیری

همان طور که نشان داده شد، این پایان نامه برای کنترل ازدحام ترافیک از هوشمند سازی چراغ های راهنمایی استفاده کرده است . خصوصیات جریان ترافیک در یک راه (آزادراه، بزرگراه یا حتی یک خیابان اصلی) از مهمترین عوامل تصمیم گیری و سیاست گذاری ترافیک در یک منطقه است. طراحی یک راه مستلزم پیش بینی حجم ترافیک در مقاطع مختلف زمانی است و توصیف و بررسی کلان وضعیت ترافیک در یک راه، با استفاده از متغیرهای چگالی، نرخ جریان و سرعت متوسط جریان (مکانی یا زمانی) انجام می گیرد، که البته نحوه رفتار رانندگی نیز در پارامترهای یاد شده تأثیرگذار است. پیش بینی مشخصات جریان ترافیک و ارتباط میان پارامترهای کلان جریان ترافیک، همواره و از گذشته مورد بحث بسیاری بوده است. اهمیت این پیش بینی ها در مواردی همچون تغییر رده عملکردی یک معبر، مطالعه اثربخشی تغییرات جریان بر زمان سفر، تصادفات، مصرف انرژی و آلودگی هوا بسیار زیاد است. مدلهای تئوری جریان ترافیک کمک می کنند تا ارتباط بین پارامترهای جریان نرخ تردد، سرعت و چگالی (در شرایط مختلف تعیین شده و با مشخص بودن برخی پارامترها) بتوان سایر پارامترهای مورد نیاز را تعیین نمود.

ترکیب دو سیستم SCATS و استفاده از دوربینهای پردازش باعث بهبود در تعیین طول صف قرمز و خنثی کردن اثر تغییرات شدید نور محیط گردید . همچنین برای شمارش خودروهای عبوری هم با استفاده همزمان از سنسورهای القایی و بلوک بندی مسیر، روشی بهینه ارائه داده شد. با توسعه روش آستانه گیری otsu روش آستانه گیری دو مرحله ای مطرح گردید که باعث بهبود شگرفی در بخش بندی صورت گرفته، شد. همچنین با استفاده از روش بلوک بندی، یک روش جدید و کارآمد و مستقل از تبدیل پرسپکتیو، برای محاسبه طول صف چراغ قرمز ارائه شد .در مورد شمارش ماشین های عبوری هم با استفاده از مفهوم نواحی شناسایی، مشابه سنسورهای القایی روشی توسعه داده شد. در بخش سوم یک سیستم کنترل فازی طراحی شد که بر اساس پارامترهای ترافیکی بدست آمده در بخش پردازش تصویر قادر به کنترل زمان بندی چراغ راهنمایی می باشد.

موفقیت دو بخش قبلی هم در شبیه سازی صورت گرفته که بر اساس ایده تمدید فاز سبز چراغ راهنمایی شکل گرفته بود، مورد تایید قرار گرفت و در پایان ، برای هوشمند کردن چهارراهها باید به ۴ روش زیر اقدام نمود :

۱- نصب سنسور برای تشخیص خودکار ماشین ها

۲- نصب حوضچه برای سنسورها

۳- لوله گذاری برای عبور کابل سنسورها

۴- نصب کنترلر هوشمند

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱- اینترنت اشیا

اینترنت در حال حاضر همه مردم را به هم متصل می‌کند ولی با اینترنت اشیا تمام اشیا به هم متصل می شوند. مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات بوده و به طور خلاصه فناوری مدرنی است که در آن برای هر موجودی (انسان، حیوان و یا اشیا) قابلیت ارسال داده از طریق شبکه‌های ارتباطی، اعم از اینترنت یا اینترانت، فراهم می‌شود. بستر اینترنت اشیا بر امواج رادیویی بی‌سیمی قرارداده شده که به دستگاه‌های مختلف این امکان را می‌دهند تا از طریق اینترنت با یک‌دیگر به برقراری ارتباط بپردازند. وقتی بحث اشیا مطرح می شود، می توان گفت که ما هنوز تحت سلطه زمان و مکان زندگی می کنیم.

اینترنت اشیا، مفهوم سیستم‌های فیزیکی سایبری را در برمی‌گیرد که شامل فناوری‌های هوشمندتری مانند خانه‌های هوشمند، دفاتر کار هوشمند، شبکه برق و حمل و نقل هوشمند هستند و هوشمندتر کردن شهرها را تسهیل می‌کنند. اینترنت هوشمند برای شهرهای هوشمند، یک عنوان همیشه چالش برانگیز است که در عین حال امید برای رسیدن به دنیایی بهتر و هوشمندتر را نیز ایجاد می‌کند.

پیش‌بینی می‌شود که اینترنت اشیا تا سال ۲۰۲۰ حدود ۵۰ میلیارد ابزار را زیر چتر خود گرد آورد. گرایش کلی این است که کاربردهای اینترنت اشیا به‌تدریج در حال افزایش بوده و محبوبیت بیشتری پیدا می‌کنند. این فناوری با هم‌گرایی مناسب رایانش ابری، کلان‌داده و موبایل امکان‌پذیر شده است. به‌طور بدیهی برآورد می‌شود که نزدیک به ۹۰ درصد از ابزارهای مصرفی متصل به اینترنت، به مقداری فضای ذخیره‌سازی ابری شخصی دسترسی دارند. این ارتباطات شبکه‌ای و کامپیوتری با دخالت کمتری از سوی انسان صورت می‌پذیرند و در نتیجه، مزایای اقتصادی، بهره‌وری و دقت بهتری

فراهم می‌کنند. این گستره از اشیای خودکار متصل به اینترنت، به‌سادگی دنیای فناوری را متحول کرده است.

اگر حسگرها یا ارتباطات در یک برنامه کاربردی اینترنت اشیا خوب عمل نکند و آسیب انسانی و یا دارایی رخ دهد چه کسی پاسخگو خواهد بود؟ به عنوان نمونه یک حسگر دود ممکن است خوب اطلاعات را منتقل نکند و خانه‌ای در آتش بسوزد .یا یکی از ابزارهای پزشکی باعث صدمه جدی به فرد شود. زمانی که چندین تأمین کننده برای یک قطعه وجود دارد کدام یک باید پاسخگو باشند؟ تولیدکننده حسگر، تولیدکننده واسط برنامه کاربردی، انتقال دهنده مخابراتی، جمع‌آوری کننده داده از راه دور. از کدام موجودیت یا سازمان باید مسئولیت پذیری مالی درخواست شود؟ این روزها بحث ورود فناوری‌های جدید به کشور خیلی داغ است. در صدر این فناوری‌ها اینترنت اشیا قرار دارد که حوزه بسیار جذاب در حوزه فناوری‌های جدید اطلاعاتی و ارتباطاتی و موضوعی است که از طریق آن امکان کنترل وسائل منزل از راه دور فراهم می شود.

مصطفی پورعلی، کارشناس حوزه فناوری اطلاعات با بیان این موضوع، قبل از این که به فکر ورود فناوری‌های جدید به کشور باشیم، باید به فکر فرهنگ سازی مناسب برای آن باشیم، گفت: برای استفاده درست از تکنولوژی‌های نوین باید به کاربران از قبل آموزش‌های عمومی داده شود تا با آسیب‌های کمتری در این حوزه مواجه شویم. به گزارش اقتصاد آنلاین به نقل از ایسنا، وی با اشاره به تکنولوژی نوین اینترنت اشیا در دنیا، درباره این فناوری اظهار کرد: اینترنت اشیا در ساختمان‌ها و مجتمع‌های بزرگ برای استفاده درست و تنظیم مصرف انرژی می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. این فناوری همچنین در کنترل سیستم‌های هوشمند یا سلامت و بهداشت، ترافیک، کشاورزی، حمل و نقل و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این کارشناس حوزه آی تی ادامه داد: پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۰۳۰ حدود ۳۰ میلیارد دستگاه به سیستم اینترنت اشیا مجهز باشند. این وسایل می‌توانند وسایل منزل، سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، برق منزل و همچنین دستگاه‌های پزشکی برای کنترل بیماری‌ها و سیستم‌های کنترل ترافیک شهری برای کنترل ترافیک و آلودگی و ... باشند. بطور کلی میتوان گفت، اینترنت اشیا (IoT)، شبکه ای از اشیا فیزیکی یا چیزهای تعبیه شده با قطعات الکترونیکی، نرم افزار، سنسورها و اتصالات است که آن‌ها می توانند توسط تبادل اطلاعات با تولید کننده، اپراتور و یا دستگاه‌های دیگر قادر به ارائه ارزش و خدمات بیشتر باشند. هر چیز به تنهایی توسط سیستم تعبیه شده قادر به شناسایی است و همچنین می تواند با زیر ساخت اینترنت موجود نیز تعامل داشته باشد. اینترنت اشیا مفهومی محاسباتی است، برای توصیف آینده‌ای که در آن اشیای فیزیکی یکی پس از دیگری به اینترنت وصل می‌شوند و با اشیای دیگر ارتباط برقرار می کنند. مفهوم اینترنت اشیا، به نظر شبیه داستان‌هایی علمی تخیلی است که در آن یخچال‌ها حرف می‌زنند و خودروها به طور خودکار استارت می‌خورند. اما ارتباط با بستر اینترنت در وسایلی که دائم به یکدیگر متصل هستند، بسیار بیشتر از یک خانه یا خودرو هوشمند بر زندگی ما اثر خواهد گذاشت . دنیای امروزی دنیایی است که در آن، داده و اطلاعات حرف اول را می زنند و به نوعی می‌توان به آن‌ها مفهوم طلای مجازی را اطلاق کرد. اینترنت اشیا نیز با دانستن این مهم، بر پایه داده، شکل گرفته و آن را به تمامی اشیای پیرامون محیط زندگیمان بسط داده است.

اینترنت اشیا و آینده روشن آن به یکی از موضوعات داغ و مهم این روزهای دنیای فناوری تبدیل شده است . موسسه تحقیقاتی گارتنر در یکی از جدیدترین پیش بینی های خود ضمن معرفی ده فناوری مطرح اینترنت اشیا برای سال های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ به این موضوع مهم اشاره کرده است که وضعیت این فناوری ها می بایست در طی دو سال آینده در رادار هر سازمان رصد و مانیتور گردد .

سازمان ها و شرکت هایی که قصد ورود به این حوزه را دارند ، می بایست ضمن آشنایی با این فناوری ها و مانتیورینگ مستمر وضعیت آنها ، با تدوین یک استراتژی مشخص خود را آماده ورود به این حوزه کاری جدید نمایند . عدم بلوغ فناوری ها ، سرویس ها و همچنین ارائه دهندگان ، یکی از نگرانی های جدی در این حوزه است که می تواند چالش های مهمی را برای سازمان ها در زمان بهره برداری از اینترنت اشیا ایجاد نماید . مدیریت ریسک به دلیل عدم بلوغ موارد اشاره شده و همچنین فقدان مهارت های لازم از دیگر چالش های جدی در این حوزه است .

امنیت اشیا در مقایسه با وضعیت امنیتی سیستم های موجود، شرایط به مراتب پیچیده تری را پیدا می کنند. همچنین ، با توجه به کمبود جدی کارشناسان حرفه ای امنیت اطلاعات در حوزه اینترنت اشیا و راه حل های جزیره ای و وابسته به تولید کنندگان ، حساسیت و اهمیت کار دوچندان می شود . هکرها تا سال ۲۰۲۱ ، از روش های جدیدی برای حملات علیه پروتکل ها و دستگاه های اینترنت اشیا استفاده خواهند کرد و بدیهی است با تهدیدات جدیدی مواجه خواهیم شد که می بایست برای آنها چاره اندیشید . بدیهی است به موازات افزایش حجم داده تا سال ۲۰۲۱ ، اینترنت اشیا باعث فاصله گرفتن از روش های تجزیه و تحلیل سنتی شده و می بایست خود را آماده مواجهه با رویکردهای جدیدی در حوزه تحلیل داده کنیم . تا سال ۲۰۲۵ شبکه های برد کوتاه و کم مصرف ارتباطات بی سیم اینترنت اشیا ، متداول خواهند شد . انتخاب یک شبکه با لحاظ کردن توام پارامترهای تاثیرگذار فنی و مالی نمی تواند یک برنده قطعی داشته باشد و می بایست تعداد زیادی از راه حل ها را در کنار یکدیگر به خدمت گرفت .

پردازنده ها و معماری استفاده شده در دستگاه های اینترنت اشیا بیانگر بسیاری از قابلیت های آنها می باشد . به عنوان نمونه ، آیا قادر به استفاده از رمزنگاری مناسب و امنیت قوی و مستحکم

می باشند ؟ وضعیت مصرف انرژی آنها چگونه است ؟ آیا به اندازه ای مستحکم هستند که از یک سیستم عامل حمایت نمایند ؟ آیا سیستم عامل آنها قابل ارتقاء می باشد؟ وضعیت آژانس های مدیریتی درون دستگاه ها به چه صورت است ؟ بدیهی است به موازات طراحی سخت افزار ، برای انتخاب یک دستگاه اینترنت اشیا گزینه های متعددی پیش روی ما قرار خواهد گرفت . گزینه هایی که معیار ارزیابی آنها ویژگی ارائه شده ، قیمت سخت افزار ، قیمت نرم افزار ، قابلیت ارتقاء نرم افزار و مواردی از این نوع خواهد بود . انتخاب دقیق و صحیح پردازنده ها ، نیازمند مهارت های عمیق فنی است .

بر اساس پیش بینی های انجام شده بازار سیستمهای هوشمند حمل و نقل در سالهای آینده رشد قابل توجهی کرده و بر اساس تخمین ها این بازار در دنیا تا پایان سال 2115 به حدود 421 میلیارد دلار خواهد رسید. باتوجه به رشد روز افزون تعداد وسایل نقلیه و جمعیت کلانشهرها سسیتمهای کنونی قادر به پاسخگویی نیازهای بشر نبوده و حرکت جوامع به سوی سیستمهای کنترل هوشمند ترافیک چند عاملی که براساس قوانین هوش توزیع شده و رفتار جمعی عاملها بنیان گذاری شده اند، میباشد. همانطور که میدانیم مهمترین خاصیت سیستمهای چند عامله، انعطاف پذیری و خودگردانی یا استقلال است. ین خواص در کنترل ترافیک نقش بسیار مهمی را بازی مینمایند. در این نوع سیستم ها هر عامل بصورت مستقل با سیستم کنترل هوشمند ترافیک مسیر خود در ارتباط بوده و همزمان با ارتباط با سایر عاملها میتواند مسیرهای بهینه ای را جهت کاهش ترافیک انتخاب نماید. همچنین با درنظر گرفتن خاصیت یادگیری هرعامل از تکرار اشتباه خود یا سایر عوامل خودداری کرده و همواره در جهت بهبود مسیر حرکت خود و ارضای هدف که همان کاهش ترافیک مسیر است گام بردارد.

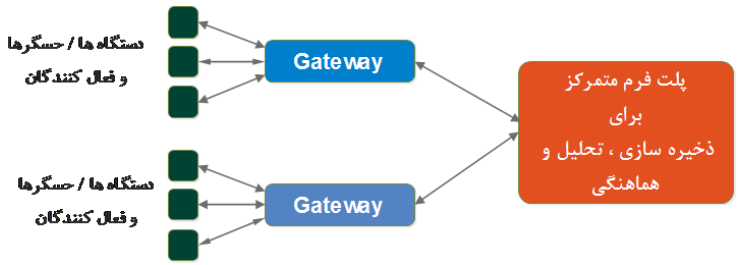
تغییرات بزرگ با تغییرات کوچک ایجاد می گردند و اینترنت اشیا می تواند در طی چندین سال آینده منشاء میلیون ها تغییرات در حوزه های مختلفی باشد . نگاه به اینترنت اشیا به عنوان یکی از منابع تولید داده و میزان تاثیرگذاری آن بر روی زیرساخت های فناوری اطلاعات و بهره گیری از روش های پیشرفته در تحلیل داده ، از جمله فرصت های استثنایی و مهم در این رابطه است .

چند نکته کلیدی در رابطه با اینترنت اشیاء				
اینترنت اشیاء ؟	شبکه ای از افراد و دستگاه های متصل شده به هم			
عوامل رشد ؟	کاهش هزینه های فناوری ، حسگرها ، ارتباطات ، برنامه نویسی و ...			
کاربرد ؟	لوازم شخصی ، لوازم خانگی ، اتومبیل ها ، سیستم های امنیتی منازل ، تجهیزات پزشکی و ...			
روش های برقراری ارتباط ؟	انسان با انسان ، انسان با دستگاه ، دستگاه با دستگاه			
صنایع متاثر ؟	در عمل تمامی صنایع نظیر تولید ، خرده فروشی ، حمل و نقل ، لجستیک ، سلامت و درمان ، انرژی ، کشاورزی، مالی و ...			
تعداد دستگاه متصل شده تا سال ۲۰۲۰ ؟	گارتنر ۲۶ میلیارد	سیسکو ۵۰ میلیارد	اینتل ۲۰۰ میلیارد	IDC ۲۱۲ میلیارد
اندازه بازار ؟	سیسکو ۸ / ۹ تریلیون دلار	IDC ۱۴ / ۴ تریلیون دلار	گارتنر ۱۱ / ۲ تریلیون دلار	
تاثیر بر مصرف کنندگان ؟	راحتی ، بهینه سازی زندگی ، جمع آوری اطلاعات شخصی ، بهره وری			
چالش ها ؟	حفظ حریم خصوصی و حقوق مالکیت مشتری ، مدیریت حجم بالایی از داده ، تامین نیاز و انتظارات مشتریان ، اتکای بیش از حد به فناوری			
فرصت ها ؟	بهبود سرویس دهی به مشتریان و شخصی سازی مشتری ، بهبودو سرعت در بهینه سازی فرآیندها ، پیش بینی موثر بیش تر ، پاسخ گویی سریع و بلادرنگ به نیاز ها ، تهدیدات و فرصت ها			

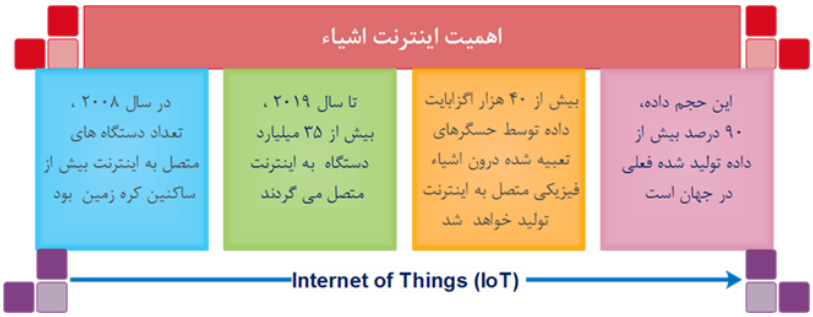
شکل ۵-1 : برخی نکات مهم اینترنت اشیا

هزینه عناصر اینترنت اشیا نظیر میکرو چیپ ها ، سنسورهای GPS و شتاب سنج ها به موازات افزایش حجم تولید، کاهش پیدا کرده است و این تنها یک کاهش قیمت ساده نیست . بر اساس پیش بینی موسسه مکنزی اینترنت اشیا تا سال ۲۰۲۵ ، حجم بازاری معادل ۱۱.۱ تریلیون دلار را طی سال ایجاد می نماید . همانگونه که مشاهده می شود ، دنیای اینترنت اشیا هم اینک در بسیاری از صنایع

شکل واقعی به خود گرفته و دامنه حضور آن روز به روز افزایش می یابد. در حال حاضر نمی توان با قاطعیت این ادعا را داشت که برای راه حل های مبتنی بر اینترنت اشیا یک بسته کامل فناوری وجود دارد. علی رغم موارد فوق، می توان نشانه هایی مستدل از وجود الگوهای مختلف معماری را مشاهده نمود. یک راه حل اینترنت اشیا شامل سه لایه مختلف است . شکل ۳ ، لایه های مختلف الگوهای معماری اینترنت اشیا را نشان می دهد .



شکل ۵-2 : لایه های مختلف الگوهای معماری اینترنت اشیا



شکل ۵-3: شاخص های مهم اینترنت و حجم داده

امروزه اکثر کارشناسان و صاحب نظران در بخش ترافیک؛ رفع معضل ترافیک را در استفاده از فناوری اطلاعات و تجربیات جدید الکترونیکی می دانند و اصلی ترین راه حل را فرهنگ سازی فناوری اطلاعات می دانند. در واقع باید شرایطی را به وجود بیاوریم که مردم بتوانند از طریق

اینترنت و شبکه های پرسرعت داخلی کارهای روزمره خود را درون منزل انجام دهند .همین امر باعث کاهش محسوس سفرهای شهری و بین شهری خواهد شد .کارهایی از جمله انجام کلیه امور بانکی، انجام کارهایی که شهروندان را به ادارات دولتی می کشاند، خریدهای روزمره(خرید لباس، مواد غذایی، خرید لوازم منزل، گل، عطر، تهیه بلیط های مختلف، آموزش، گردش و. . .

اما همیشه نمی توان شهروندان را درون منازل خود نگه داشت؛ پس باید بستر مناسبی برای تردد آنها ایجاد نمود تا بتوانند در محیطی امن و عاری از ترافیک به سفر خود بپردازند و این امر واقع نمی شود مگر اینکه بستری فراهم شود تا بتوان از پتانسیل های فناوری اطلاعات برای معضل ترافیک استفاده شود. در این راستا می توان از فناوری هایی مانند سیستم موقعیت یاب جهانی، شناسایی خودکار امواج رادیویی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستم حمل ونقل هوشمند و . . . استفاده کرد .لازم به توضیح است که هیچکدام از این فناوری ها به تنهایی برای معضل ترافیک کارایی ندارند. بلکه باید از این فناوری های در کنار هم برای پیشبرد هدف کاهش و کنترل ترافیک استفاده کرد. دولت نیز نقش مهمی در ایجاد چنین بستری ایفا می کند علاوه بر دولت، شهروندان نیز نقش مهمی برای کاهش ترافیک دارند .شهروندان باید فرهنگ رانندگی خود را افزایش داده و علاوه بر آن بتوانند خود را به یک شهروند الکترونیک تبدیل کنند.

2-5 – سیستم پیشنهادی

در این پایان نامه جهت رفع مشکلات ذکر شده در سیستم کنترل ترافیک هوشمند Scats در زمینه جمع آوری داده های ترافیکی که به صورت استفاده شناسگرهای مغناطیسی در زیر سطح روسازی خط عبور اتومبیل ها از تکنولوژی حلقه القایی با استفاده از نصب صورت می گیرد، استفاده

از تکنولوژی RFID پیشنهاد می گردد. این طرح فقط جهت استفاده در بخش شناسگر سیستم Scats جهت رفع نقص و تطبیق سیستم Scats می باشد. به این ترتیب که پس از نصب تجهیزات بر روی اتومبیل ها و معابر داده های ترافیکی به صورت آنی جمع آوری و بررسی و به صورت اتوماتیک با استفاده از نرم افزار سیستم حل شده و بدون هیچ وقفه ای در محل مورد نظر اجرا می شوند.

شایان ذکر است با پیشنهاد جدیدی که در نوع جمع آوری داده های سیستم Scats ایجاد کرده ایم نیازمند تغییرات جزیی در نرم افزار سیستم و تطبیق پذیر کردن آن با نوع داده های جدید داریم. در این سیستم tag هایی که حاوی اطلاعات مختلفی جهت شناسایی خودرو و راننده آن می باشند بر روی شیشه جلویی خودرو نصب می شوند و جهت جلوگیری از مخدوش شدن یا معیوب شدن این tag ها می توان از بازدید های دوره ای بهره جست یا از انواع مختلف reader های دستی توسط پلیس جهت چک tag ها استفاده کرد. آنتن و تعداد مناسبی reader جهت جلوگیری از عدم خوانده شدن tag ها در بالای سر ماشین های عبوری از چهار خیابان منتهی به چراغ راهنمایی، نرخ عبور ماشینها را بدست آورده و پس از ارسال آن به مرکز مدیریت Scats زمان بهینه محاسبه می شود و به صورت آنی به چراغ راهنما انتقال داده می شود.بنابراین چراغ راهنمایی به صورت بهینه عمل می نماید و هیچ کدام از مشکلا ت شناسگرهای مغناطیسی نیز دیگر وجود ندارد.