



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پروژه کارشناسی  
معماری سیستم‌های کامپیوتری

## طراحی و پیاده‌سازی سامانه ردیابی مبتنی بر اینترنت اشیا

نگارش  
ساره سلطانی نژاد

استاد راهنما  
دکتر بهادر بخشی

استاد داور  
دکتر مهدی راستی

بهار ۹۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# صفحه فرم ارزیابی و تصویب پایان نامه - فرم تأیید اعضاء کمیته دفاع

در این صفحه فرم دفاع یا تأیید و تصویب پایان نامه موسوم به فرم کمیته دفاع - موجود در پرونده آموزشی - را قرار دهید.

## نکات مهم:

- نگارش پایان نامه/رساله باید به **زبان فارسی** و بر اساس آخرین نسخه دستورالعمل و راهنمای تدوین پایان نامه های دانشگاه صنعتی امیرکبیر باشد.(دستورالعمل و راهنمای حاضر)
- رنگ جلد پایان نامه/رساله چاپی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا باید به ترتیب مشکی، طوسی و سفید رنگ باشد.
- چاپ و صحافی پایان نامه/رساله بصورت **پشت و رو(دورو)** بلامانع است و انجام آن توصیه می شود.



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)

به نام خدا

## تعهدنامه اصالت اثر

تاریخ: بهار ۹۸

اینجانب **ساره سلطانی نژاد** متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظارت و راهنمایی اساتید دانشگاه صنعتی امیرکبیر بوده و به دستاوردهای دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است مطابق مقررات و روال متعارف ارجاع و در فهرست منابع و مآخذ ذکر گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نگردیده است. در صورت اثبات تخلف در هر زمان، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از درجه اعتبار ساقط بوده و دانشگاه حق پیگیری قانونی خواهد داشت.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی امیرکبیر می‌باشد. هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی، واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان‌نامه بدون موافقت کتبی دانشگاه صنعتی امیرکبیر ممنوع است. نقل مطالب با ذکر مآخذ بلامانع است.

ساره سلطانی نژاد

امضا

نویسنده پایان نامه، در صورت تمایل میتواند برای پاسخگویی پایان نامه خود را  
به شخص یا اشخاص و یا ارگان خاصی تقدیم نماید.

# سپاس‌گزاری

نویسنده پایان‌نامه می‌تواند مراتب امتنان خود را نسبت به استاد راهنما و استاد مشاور و یا دیگر افرادی که طی انجام پایان‌نامه به نحوی او را یاری و یا با او همکاری نموده‌اند ابراز دارد.

ساره سلطانی نژاد

بهار ۹۸

## چکیده

در علم فناوری اطلاعات، مفهوم اینترنت اشیا به اشیایی با هویت خاص اطلاق می‌شود که دارای شناسه منحصر به فرد بوده و توانایی انتقال داده روی شبکه، بدون نیاز به تعامل و دخالت انسان را دارند. در واقع هدف اصلی آن هوشمند سازی اشیا و فراهم آوردن بستری است که از طریق آن، اشیا قادر به ارسال و دریافت اطلاعات با یکدیگر می‌باشند. در سال‌های اخیر فناوری اینترنت اشیا رشد چشمگیری داشته و در زمینه‌های مختلف توانسته نیازهای متعدد و پیچیده‌ای را برطرف کند. یکی از این زمینه‌ها ردیابی اشخاص و وسایل نقلیه است.

سیستم موقعیت‌یابی و ردیابی امکان ارائه راه‌حل‌هایی مطمئن برای تامین امنیت افراد و وسایل نقلیه را فراهم آورده است و همچنین تاثیر بسزایی در بهینه شدن کیفیت نظارت و مدیریت ناوگان‌های حمل و نقل، حرکت خودروها، افراد (کودکان و سالمندان) و یا هر شی متحرک دیگر دارد. در واقع سامانه ردیابی تکنولوژی است که امکان تعیین موقعیت دقیق و ردیابی افراد، وسایل نقلیه و یا هر جسم متحرک دیگر را با استفاده از متدهای مختلفی مانند سامانه موقعیت‌یابی جهانی فراهم آورده است. همان‌طور که گفتیم اینترنت اشیا یک بستر ارتباطی جدید در جهت برقراری ارتباط بین اشیا هوشمند می‌باشد. معرفی این بستر موجب شده است تا امکانات جدیدی برای حل مسائلی همچون تعیین مکان، ردیابی اشخاص و وسایل نقلیه فراهم گردد. پس یکی از کاربردهایی که می‌توان برای اینترنت اشیا متصور شد، پیاده‌سازی سامانه‌ای است که بتوان توسط آن موقعیت دقیق و مسیر حرکت هر جسم متحرک را در هر زمان تعیین کرد. در این پروژه قصد داریم چنین سامانه‌ای را پیاده‌سازی کنیم.

## واژه‌های کلیدی:

موقعیت‌یابی جهانی، اینترنت اشیا، ردیابی

# فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	.....	۱ مقدمه
۶	.....	۲ مفاهیم
۷	.....	۱-۲ اینترنت اشیا
۸	.....	۲-۲ سیر تکامل
۹	.....	۳-۲ اکوسیستم اینترنت اشیا
۹	.....	۱-۳-۲ اکوسیستم
۹	.....	۴-۲ سیستم ردیابی
۱۲	.....	۵-۲ GPS
۱۳	.....	۱-۵-۲ تاریخچه
۱۴	.....	۲-۵-۲ ساختار جی پی اس
۱۴	.....	۳-۵-۲ بخش فضایی
۱۵	.....	۴-۵-۲ کنترل زمینی
۱۶	.....	۵-۵-۲ دقت اندازه گیری
۱۶	.....	۶-۵-۲ کاربردها
۱۸	.....	۳ اجزای مورد استفاده در سیستم ردیابی
۱۹	.....	۱-۳ مقدمه
۱۹	.....	۲-۳ طراحی و معماری سیستم
۲۱	.....	۳-۳ اجزاء سیستم
۲۱	.....	۱-۳-۳ اجزاء سخت افزاری
۲۲	.....	۲-۳-۳ ماژول آردوینو
۲۳	.....	۳-۳-۳ ماژول SIM 808
۲۴	.....	۴-۳-۳ آنتن GPS
۲۵	.....	۵-۳-۳ آنتن GSM
۲۶	.....	۶-۳-۳ اجزاء نرم افزاری



۲۶	.....	۷-۳-۳ نرم افزار Arduino IDE
۲۷	.....	۸-۳-۳ google map
۲۸	.....	۴ پیاده سازی
۲۹	.....	۵ جمع بندی و نتیجه گیری
۳۰	.....	۱-۵ پیشنهادات
۳۱	.....	منابع و مراجع
۳۳	.....	پیوست
۳۴	.....	واژه نامه ی فارسی به انگلیسی
۳۶	.....	واژه نامه ی انگلیسی به فارسی

## فهرست اشکال

صفحه

شکل

۲۰	۱-۳	بلاک دیاگرام سیستم ردیابی
۲۱	۲-۳	معماری سیستم ردیابی پیشنهادی
۲۲	۳-۳	برد آردوینو UNO R3
۲۴	۴-۳	نمایی از قسمت روبرو تراشه SIM 808
۲۴	۵-۳	نمایی از قسمت پشت تراشه SIM 808
۲۶	۶-۳	آنتن GPS
۲۶	۷-۳	مشخصات آنتن GSM
۲۷	۸-۳	آنتن GSM
۲۷	۹-۳	نمایی از نرم افزار آردوینو

## فهرست جداول

صفحه

جدول

# فهرست نمادها

نماد	مفهوم
$\mathbb{R}^n$	فضای اقلیدسی با بعد $n$
$\mathbb{S}^n$	کره $n$ یکه بعدی
$M^m$	خمینه $m$ -بعدی $M$
$\mathfrak{X}(M)$	جبر میدان‌های برداری هموار روی $M$
$\mathfrak{X}^1(M)$	مجموعه میدان‌های برداری هموار یکه روی $(M, g)$
$\Omega^p(M)$	مجموعه $p$ -فرمی‌های روی خمینه $M$
$Q$	اپراتور ریچی
$\mathcal{R}$	تانسور انحنای ریمان
$ric$	تانسور ریچی
$L$	مشتق لی
$\Phi$	۲-فرم اساسی خمینه تماسی
$\nabla$	التصاق لوی-چویتای
$\Delta$	لاپلاسین ناهموار
$\nabla^*$	عملگر خودالحاق صوری القا شده از التصاق لوی-چویتای
$g_s$	متر ساساکی
$\nabla$	التصاق لوی-چویتای وابسته به متر ساساکی
$\Delta$	عملگر لاپلاس-بلترامی روی $p$ -فرم‌ها

# فصل اول

## مقدمه

مفهوم اینترنت اشیا<sup>۱</sup> به اشیایی با هویت خاص اطلاق می‌شود که دارای شناسه منحصر به فرد بوده و توانایی انتقال داده روی شبکه، بدون نیاز به تعامل و دخالت انسان را دارند. هدف اصلی آن هوشمند سازی اشیا و فراهم آوردن بستری است که از طریق آن اشیا قادر به ارسال و دریافت اطلاعات با یکدیگر می‌باشند. اینترنت اشیا به طور گسترده به توسعه قابلیت محاسبه و ارتباطات شبکه‌ای اشیا، دستگاه‌ها، سنسورها یا هر مورد دیگری که به طور معمول به عنوان کامپیوتر در نظر گرفته نمی‌شود، اشاره دارد. این اشیای هوشمند دارای قابلیت جمع‌آوری داده از راه دور، تحلیل و مدیریت آن‌ها هستند. [۴]

اینترنت اشیا مجموعه وسیعی از سنسورها و عملگرهایی است که شرایط مختلف محیط را اندازه‌گیری و پردازش می‌کنند. در سال‌های اخیر فناوری اینترنت اشیا رشد چشمگیری داشته و توانسته در زمینه‌های مختلف، نیازهای متعدد و پیچیده‌ای را برطرف کند. به علت گسترش فناوری‌های جدید، تولید سنسورهای هوشمند، رشد تکنولوژی‌های ارتباطی و پیچیده شدن نیازها، اینترنت اشیا قدرت زیادی پیدا کرده و در زمینه‌های مختلف از آن استفاده می‌شود و باعث گسترش سیستم‌های هوشمند در محیط شده است. [۷]

این سیستم‌ها برای اینکه بتوانند اثر مثبتی بر محیط بگذارند باید با یکدیگر در تعامل باشند. فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیا نیازمندی‌های متفاوتی در مقایسه با سایر فناوری‌ها دارند. به طور معمول این سیستم‌ها حافظه، توان مصرفی و پهنای باند کمتری نسبت به سایر سیستم‌ها دارند. اکثر سیستم‌های هوشمند مبتنی بر باتری هستند و در مکانی دوردست قرار دارند به گونه‌ای که نمیتوان به صورت مداوم آن‌ها را شارژ کرد. در نتیجه توان مصرفی و محدوده قابل پوشش برای این سیستم‌ها به ویژه آن‌هایی که در سطح کلان اجرا می‌شوند مانند کشاورزی هوشمند، شهر و خانه هوشمند و مسائل ردیابی، مسئله بسیار مهمی است. پروتکل‌های ارتباطی بی‌سیم متعددی وجود دارد که هر کدام ویژگی منحصر به فرد خود را دارند.

یکی از کاربردهای مهم اینترنت اشیا، سامانه‌های ردیابی است که در فناوری‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم‌های ردیابی برای اولین بار برای صنعت حمل و نقل به وجود آمدند. از نیازهای اساسی صاحبان این صنعت، بررسی موقعیت وسایل نقلیه است. ابتدایی‌ترین سیستم‌های ساخته شده برای یافتن موقعیت، سیستم‌های غیر فعال بودند که اطلاعات را در حافظه‌ای ذخیره می‌کردند و دسترسی به آن‌ها تنها زمانی ممکن بود که وسیله نقلیه در دسترس باشد. این نوع سیستم‌ها برای کاربردهای بلندمدت مناسب نیستند چون در این کاربردها نیاز است اطلاعات بلافاصله در اختیار کاربر قرار بگیرد. برای برطرف کردن این نیاز، سیستم‌های فعال به وجود آمدند که با استفاده از یک سخت‌افزار تعبیه شده در وسیله نقلیه و سرور ردیابی از راه دور این امکان را فراهم می‌کنند.

<sup>۱</sup>Internet of Things (IoT)

امروزه امنیت افراد و وسایل نقلیه تبدیل به یک نگرانی همگانی شده است. سیستم موقعیت‌یابی و ردیابی امکان ارائه راه‌حل‌هایی مطمئن برای تامین امنیت افراد و وسایل نقلیه را فراهم آورده است و همچنین تاثیر بسزایی در بهینه شدن کیفیت نظارت و مدیریت ناوگان‌های حمل و نقل، حرکت خودروها، افراد (کودکان و سالمندان) و یا هر شی متحرک دیگر دارد. در واقع سامانه ردیابی تکنولوژی است که امکان تعیین موقعیت دقیق و ردیابی افراد، وسایل نقلیه و یا هر جسم متحرک دیگر را با استفاده از متدهای مختلفی مانند سامانه موقعیت‌یاب جهانی<sup>۲</sup> میسر می‌سازد، البته شایان ذکر است که گاهی همین مشخص بودن موقعیت افراد و وسایل نقلیه در کنار تمام مزیت‌هایی که دارد، خطرات امنیتی را برای آن‌ها ایجاد می‌کند. [۶]

امنیت در سیستم حمل و نقل تنها به حمل و نقل عمومی منتهی نمی‌شود. بلکه از مهم‌ترین نگرانی‌های صاحبان وسایل نقلیه شخصی، اطمینان از امنیت وسیله نقلیه آن‌ها است. سیستم‌های ردیابی در پیشگیری از سرقت یا یافتن وسیله سرقت شده می‌توانند کمک کنند. پلیس نیز با استفاده از اطلاعاتی که سیستم ردیابی تعبیه شده در وسیله نقلیه ارسال می‌کند می‌تواند موقعیت را تشخیص بدهد. علاوه بر وسایل نقلیه، سیستم‌های ردیابی در کاربردهای نظارت از راه دور و نظارت بر محیط زیست نیز نقش مهمی دارند. به عنوان مثال ردیابی حیوانات، انسان‌ها و موقعیت‌یابی اشیاء از کاربردهای این سیستم می‌باشد. در مثال نظارت بر انسان‌ها، این سیستم برای افراد سالمند که دارای بیماری‌های خاص چون آلزایمر هستند و احتمال گم کردن مسیر برای آنها بالا است، یا برای امنیت کودکان می‌تواند بسیار مفید باشد. خانواده‌ها می‌توانند از این سیستم برای یافتن موقعیت سالمند یا کودک خود استفاده کنند. سیستمی که در این پروژه پیاده‌سازی کرده‌ایم می‌تواند در موارد مختلف مورد استفاده قرار بگیرد.

اینترنت اشیاء یک بستر ارتباطی جدید در جهت برقراری ارتباط بین اشیاء هوشمند می‌باشد. معرفی این بستر موجب شده است تا امکانات جدیدی برای حل مسائلی همچون تعیین مکان و ردیابی اشیاء متحرک از جمله وسایل نقلیه در سطح یک شهر، منطقه یا کشور فراهم گردد. اینترنت اشیاء یک بستر ارتباطی جدید است که به سرعت در حال بدست آوردن راهکارهایی در رابطه با سناریوی ارتباط از راه دور می‌باشد و انتظار می‌رود که مبادله اطلاعات در رابطه با هر شی در شبکه‌های زنجیره‌ای منابع جهانی را آسان کند، شفافیت را افزایش دهد و کارایی‌شان را بالا ببرد. به طور گسترده اینترنت اشیاء می‌تواند به عنوان ستون اصلی سیستم‌های فراگیر و فعال‌سازی محیط‌های هوشمند برای سادگی در تشخیص و شناسایی اشیاء و بازیابی اطلاعات از اینترنت در هر زمان و در هر مکان به کار برده شود.

از یک دیدگاه مفهومی، اینترنت اشیاء متکی بر سه اصل مرتبط با توانایی اشیاء هوشمند است: ۱-

<sup>۲</sup>Global Positioning System (GPS)

قابلیت شناسایی (هر چیزی خود را شناسایی کند) ۲- قابلیت انتقال (هر چیزی دست به انتقال می‌زند) ۳- قابلیت تعامل (هر چیزی دست به تعامل می‌زند) یا در میان خودشان و یا با کاربران نهایی یا سایر نهادهای فعال در شبکه. اشیا معمولاً یا به صورت منحصر به فرد یا به عنوان عضوی از یک رده شناسایی می‌شوند.

یکی از مسائل مطرح امروزی، ردیابی بی‌درنگ اشیا متحرک می‌باشد که به ردیابی بی‌درنگ موقعیت فعلی یک شی متحرک معین اشاره دارد. سیستم ردیابی اشیا متحرک یک راه‌حل برای بسیاری از مشکلات از جمله مسایل امنیتی است. تکنولوژی است که برای مشخص کردن موقعیت شی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همانطور که گفتیم اینترنت اشیا یک بستر ارتباطی جدید در جهت برقراری ارتباط بین اشیا هوشمند می‌باشد. معرفی این بستر موجب شده است تا امکانات جدیدی برای حل مسائلی همچون تعیین مکان، ردیابی اشخاص و وسایل نقلیه فراهم گردد. پس یکی از کاربردهایی که می‌توان برای اینترنت اشیا متصور شد، پیاده‌سازی سامانه‌ای است که بتوان توسط آن موقعیت دقیق و مسیر حرکت هر جسم متحرک را در هر زمان تعیین کرد. در این پروژه قصد داریم چنین سامانه‌ای را پیاده‌سازی کنیم.

در این پروژه قصد داریم به ساخت یک سیستم ردیابی پردازیم که قادر است موقعیت دقیق و مسیر حرکت یک شی متحرک را مشخص کند. در انجام این پروژه ارتباط ما به صورت یک طرفه خواهد بود به این صورت که به طور پیوسته مختصات مکانی شی متحرک توسط مازول جی پی اس<sup>۳</sup> اندازه گرفته و به یک سرور فرستاده می‌شود. این مازول به طور پیوسته با ماهواره برای گرفتن مختصات مکانی در ارتباط است. داده‌های GPS به آردوینو فرستاده می‌شود. در نهایت مودم جی اس ام<sup>۴</sup> این اطلاعات را برای سرورهای نرم‌افزاری ارسال می‌کند. در این پروژه سرورهای نرم‌افزاری پس از دریافت اطلاعات، آن‌ها را تحلیل می‌کنند و درخواستی از سمت سرور نخواهیم داشت و ارتباط ما به صورت یک طرفه خواهد بود. در این قسمت پروژه یک نرم‌افزار تحت وب توسعه داده خواهد شد تا بتواند اطلاعات ارسالی را پردازش و ذخیره کند و در انتها اطلاعات ذخیره شده را به صورت قابل نمایش برای کاربران تبدیل کند. در واقع برنامه کاربردی نوشته شده با استفاده از داده‌های ذخیره شده، موقعیت را در نقشه نمایش می‌دهد. از این طریق میتوان موقعی کنونی شی یا شخص مورد نظر را پیدا کرد. برای نمایش موقعیت نیز از نقشه ... استفاده شده است.

در ادامه‌ی این پایان‌نامه، در فصل دوم درباره مفاهیم مورد استفاده در این پروژه صحبت می‌کنیم

<sup>۳</sup>GPS

<sup>۴</sup>Global system for mobile communication



و در فصل سوم معماری کلی سیستم ردیابی و اجزا تشکیل دهنده آن و سپس در فصل چهارم شیوه پیاده‌سازی این سیستم با استفاده از اجزا معرفی شده در فصل سوم را بیان می‌کنیم. در پایان نیز درباره نتایج پیاده‌سازی سیستم و کارهایی که در آینده مبتنی بر این پروژه میتوان انجام داد صحبت می‌کنیم.

## فصل دوم

### مفاهیم

## ۱-۲ اینترنت اشیا

اینترنت اشیا که از آن به عنوان "انقلاب صنعتی جدید" یاد می‌شود، به دلیل تغییری که در شیوه زندگی، کار، سرگرمی و مسافرت مردم و ... ایجاد کرده، تعاملات بین دولت‌ها و دنیای پیرامون‌شان را با دنیای مجازی و تکنولوژی نیز دگرگون ساخته است. ورود دستگاه اتومبیل با مجموعه‌ای از نرم‌افزارهای کاربردی جهت ایجاد تعامل بین کاربر، خانه‌ها و ساختمان‌های هوشمند، امکان پخش موسیقی تنها با ادای چند کلمه و هزاران کاربرد دیگر در مدیریت هوشمند شهر، حمل و نقل، کشاورزی، صنایع دفاعی، صنعت بیمه، صنایع مربوط به نفت، گاز و معدن، مدیریت انرژی، پایش و امنیت اماکن عمومی و خصوصی، خرده فروشی، بانک‌ها، بهداشت و درمان، هتل‌داری، مهر تاییدی بر اهمیت اینترنت اشیا است.

اینترنت اشیا، برای نخستین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون مورد استفاده قرار گرفت و جهانی را توصیف کرد که در آن هر چیزی، از جمله اشیا بی‌جان، برای خود هویت دیجیتالی داشته باشند و به کامپیوترها اجازه دهند تا آن‌ها را سازماندهی و مدیریت کنند.

در سال‌های بعد، تعاریف دیگری از اینترنت اشیا توسط افراد و شرکت‌های مختلف ارائه گردید. اینترنت اشیا مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات است که به طور خلاصه می‌توان گفت، اینترنت اشیا 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 می‌گردد. در این فناوری، اشیا پیرامون ما قادرند از محیط اطراف خود داده‌های مفیدی را از طریق حسگرهای مختلف جمع‌آوری کرده و آن‌ها را برای پردازش و اتخاذ تصمیمات لازم به یک سیستم مرکزی منتقل کنند. در واقع ایده کلی فناوری اینترنت اشیا دریافت، ذخیره‌سازی و ارسال اطلاعات از محیط به منظور تحلیل آن‌ها و در نهایت ارائه خدمات بهتر و هوشمندتر به کاربر نهایی است. به عبارتی اینترنت اشیا را می‌توان به عنوان تکامل بعدی اینترنت دانست که جهش بزرگی در توانایی جمع‌آوری، تحلیل و توزیع داده دارد.

اینترنت اشیا یک شبکه داخلی متشکل از دستگاه‌های فیزیکی، وسایل نقلیه، ساختمان‌ها، سایر موارد الکترونیکی، نرم‌افزارها، حسگرها، محرک‌ها و یک اتصال به شبکه که اشیا را به جمع‌آوری و تبادل داده‌ها قادر می‌سازد، می‌باشد. در سال ۲۰۱۳ میلادی استانداردهای جهانی، برای اینترنت اشیا تعریف "زیرساخت‌های جامعه اطلاعاتی" را مطرح کردند. اینترنت اشیا امکان حس و کنترل شدن اشیا از راه دور را با استفاده از زیرساخت شبکه فراهم می‌سازد، فرصت ادغام مستقیم دنیای فیزیکی با سیستم‌های کامپیوتری را بالا می‌برد و در نتیجه بهبود بهره‌وری، دقت و سود اقتصادی را علاوه بر کاهش دخالت انسان به همراه دارد.

## ۲-۲ سیر تکامل

تغییراتی که در تعامل و ارتباطات بین موجودیت‌های (اشیای) موجود در جهان، در طول زمان (قبل از ظهور اینترنت، بعد از ظهور آن تا مطرح شدن ایده اینترنت اشیا) بوجود آمده، در شکل ۱-۲ به تصویر کشیده شده است:

تکامل در ارتباطات شامل مراحل زیر است:

۱. قبل از اینترنت: ارتباط انسان با انسان

۲. اینترنت محتوا: وب نسل ۱ بر روی بستر شبکه‌های IP

۳. اینترنت سرویس: وب نسل ۲ و امکان تولید محتوا توسط کاربران

۴. اینترنت افراد: شبکه‌ها و رسانه‌های اجتماعی

۵. اینترنت اشیا: اتصالات ماشین به ماشین

ارتباطات ماشین به ماشین<sup>۱</sup> اصطلاحی است که برای توصیف هر فناوری که دستگاه‌های شبکه را قادر به تبادل اطلاعات و انجام برخی عملیات بدون دخالت انسان می‌کند، به کار گرفته می‌شود. در واقع به عنوان بخشی از اینترنت اشیا در نظر گرفته می‌شود. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تعداد اتصالات اینترنت اشیا در سال‌های آینده رشد قابل توجهی خواهد داشت.

مفاهیم مرتبط به اینترنت اشیا سال‌ها قبل توسط مارک ویسر در شرکت زیراکس مطرح شده بود و در قالب حوزه پردازش فراگیر در حال رشد بود. هدف حوزه پردازش فراگیر شکل‌گیری جهانی است که در آن اشیا اطراف ما (که به طور روزمره با آن‌ها سر و کار داریم) دارای قدرت پردازش بوده و به صورت بی‌سیم یا کابلی با شبکه جهانی در ارتباط باشند. دورنمای دیدگاه اولیه مارک ویسر دستیابی به سیستم‌های شبکه‌ای در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات است که نهفته در محیط پیرامون، پنهان از دید کاربر و خودکار هستند. چنین سیستم‌هایی کاربر و فعالیت‌هایش را دنبال کرده و به نیازمندی‌های آن پاسخ می‌دهد. لذا به عبارتی کاربر را قادر می‌سازد با محیط فیزیکی اطرافش سازگار شود و سرویس هوشمندتری را دریافت کند.

## ۳-۲ اکوسیستم اینترنت اشیا

### ۱-۳-۲ اکوسیستم

با توجه به تعاملی که اینترنت اشیا بین عناصر و اشیا متنوع ایجاد کرده و با در نظر گرفتن این موضوع که فناوری‌های اینترنت اشیا مختص یک صنعت و یا زنجیره تامین خاصی نیستند، این مسئله باعث ایجاد روابط پیچیده‌ای می‌شود که شامل تعداد زیادی از بازیگران خواهد بود. در این صورت بایستی با استفاده از مفهوم اکوسیستم، به این شرایط پیچیده سامان بخشید. به عنوان مثال، اکوسیستم پیشنهادی شرکت IDC برای اینترنت اشیا در شکل ۲-۲ قرار داده شده است:

هدف اینترنت اشیا قابلیت بخشی به اشیا برای ارتباط با هم در همه جا، هر زمان و با هر وسیله، راه و شبکه ارتباطی است. با این وجود اینترنت اشیا، تعامل چند دنیا است که دارای اجزای مختلفی است که خود حاصل تعامل سه دنیا است و گاهی از این سه دنیا تحت عنوان اجزای اینترنت اشیا نیز یاد می‌شود که عبارتند از:

۱. دنیای دیجیتال

۲. دنیای سایبری

۳. دنیای فیزیکی واقعی

## ۴-۲ سیستم ردیابی

همانطور که گفتیم اینترنت اشیا چهارچوبی است که در آن هر شی دارای قابلیت اتصال به اینترنت است. این اتصال به اینترنت دستگاه‌های محاسباتی تعبیه شده در هر شی، آن را قادر به ارسال و دریافت اطلاعات می‌کند. اینترنت اشیا به طور گسترده به گسترش ارتباط شبکه‌ای و قابلیت محاسبه اشیا، دستگاه‌ها، حسگرها و هر چیزی که به طور عادی کامپیوتر حساب نمی‌شود، اشاره دارد. کوین اشتون، پدر اینترنت اشیا، اشاره می‌کند که "اطلاعات و داده‌ها راه عالی برای کاهش هدرروی و افزایش بهره‌وری می‌باشد و این دقیقاً آن چیزی است که اینترنت اشیا فراهم می‌کند." این اشیا هوشمند دارای حداقل نیاز انسان برای تولید، مبادله و محاسبه داده می‌باشند. زمینه‌های کاربرد تکنولوژی اینترنت اشیا روز به روز در حال افزایش است. یکی از کاربردهای اینترنت اشیا در ردیابی وسایل نقلیه است. [۳، ۴]

ref<sup>۲</sup>

انتظار می‌رود تعداد کل وسایل نقلیه روز به روز افزایش یابد با توجه به اینکه مالکیت آن‌ها برای افراد با توجه به اقتصاد رو به رشد کشورهای مثل چین و هند، مقرون به صرفه می‌باشد. اما با این وجود کمبود سیستم ردیابی هم‌چنان حس می‌شود. چنین سیستمی در زمینه‌های مختلفی از جمله امنیت خودرو شخصی، وسایل نقلیه عمومی، مدیریت ناوگان و ... کاربرد دارد. [۵] امروزه سیستم‌های ردیابی مختلفی در بازار وجود دارد اما آن‌ها دارای کاربرد مشخص، ناحیه کاری مشخص و عمدتاً هم بسیار هزینه‌بر می‌باشند. [۲] بنابراین سیستم ردیابی طراحی شده برای امنیت خودرو برای مدیریت ناوگان مناسب نمی‌باشد. [۸] پس باید سیستمی را پیاده‌سازی کنیم که به راحتی برای کاربردهای مختلف قابل استفاده و مقرون به صرفه باشد.

همانطور که اشاره کردیم سیستم ردیابی راه‌حلی برای مدیریت ناوگان و امنیت اشیا متحرک از جمله افراد، وسایل نقلیه و ... می‌باشد. این تکنولوژی برای مشخص کردن مکان شی متحرک در هر زمان از متدهای مختلفی مثل سیستم موقعیت‌یاب جهانی<sup>۲</sup> که به ماهواره‌های اطراف پایگاه زمین متصل می‌باشد، استفاده می‌کند. سیستم‌های ردیابی مدرن از تکنولوژی GPS برای مانیتور و موقعیت‌یابی وسایل نقلیه در هر کجای زمین استفاده می‌کنند. این سیستم ردیابی در داخل خودرو یا هر شی متحرکی که می‌خواهیم آن را ردیابی کنیم، قرار می‌گیرد و امکان موقعیت‌یابی در هر لحظه را فراهم می‌آورد و اطلاعات لازم برای ردیابی را در اختیار افراد می‌گذارد. این سیستم یک دستگاه ضروری برای ردیابی اشیا متحرک مخصوصاً وسایل نقلیه است که صاحبان آن‌ها بتوانند هر زمان وسیله نقلیه خود را ردیابی کنند. هم‌چنین از این سیستم می‌توان برای ردیابی و پیدا کردن وسایل دزدیده شده استفاده نمود. داده جمع‌آوری شده از طریق این سیستم را می‌توان بر روی نقشه الکترونیکی از طریق اینترنت یا نرم‌افزارهای کاربردی مشاهده نمود.

سیستم ردیابی متشکل از اجزای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری است که با کمک آن‌ها می‌توان شی مورد نظر را ردیابی کرد. این سیستم از سه بخش اصلی تشکیل شده است: شی متحرک، بخش سخت‌افزاری و بخش نرم‌افزاری. بخش سخت‌افزاری متشکل از برد آردوینو، GPS و GSM Modem در داخل شی که قراره ردیابی شود، قرار می‌گیرد. این بخش سیگنال حاوی مختصات مکانی و زمانی است را به کمک آنتن GPS از ماهواره دریافت می‌کند. مودم GSM این اطلاعات را به سرور می‌فرستد که پس از دریافت و تحلیل بر روی نقشه می‌توان مسیر حرکت را مشاهده نمود.

یکی از نگرانی‌های اصلی صاحبان وسیله نقلیه، امنیت آن‌ها می‌باشد. از این رو همواره به دنبال سیستم امنیتی جدید و کارآمد هستند. با پیشرفت تکنولوژی امروزه قادر خواهیم بود در هر زمان وسیله

نقلیه را ردیابی و موقعیت آن را در هر لحظه مشاهده کنیم. سیستم ردیابی با استفاده از ردیابی کردن فعالیت‌های وسیله نقلیه در بازه‌های زمانی مشخص کمک بسزایی در تامین امنیت آن‌ها کرده است. این سیستم از GPS برای پیدا کردن اطلاعات مربوط به مکان هر شی استفاده می‌کند و سپس این اطلاعات برای نمایش مسیر حرکت به سرور فرستاده می‌شوند.

بخش سخت‌افزاری سیستم ردیابی در داخل وسیله نقلیه به نحوی قرار می‌گیرد که از بیرون آن قابل مشاهده نباشد. درواقع به عنوان یه بخش پنهان شده عمل می‌کند که به طور مداوم مختصات مکانی شی را به سرور می‌فرستد. در سمت سرور برنامه کاربردی تحت وب توسعه داده می‌شود که این امکان را فراهم می‌کند مسیر حرکت شی را بر روی نقشه مشاهده کرد.

سیستم ردیابی بزرگترین پیشرفت تکنولوژی در زمینه تامین امنیت می‌باشد. این سیستم صاحبان وسال نقلیه را قادر می‌سازد بتوانند از راه دور در هر زمانی وسیله نقلیه خویش را ردیابی کنند.

سیستم ردیابی هم‌چنین به عنوان دستگاه پیشگیری از سرقت و بازیابی وسیله نقلیه در میان مردم مشهور شده است. وقتی وسیله نقلیه دزدیده می‌شود، اطلاعات ارسال شده توسط سیستم ردیابی را می‌توان در اختیار پلیس گذاشت تا آن‌ها به راحتی با دنبال کردن سیگنال‌های دریافتی موقعیت علی وسیله نقلیه موردنظر را پیدا کنند.

سیستم ردیابی زمانی که به عنوان یک سیستم امنیتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند حایگترین مناسبی برای سیستم‌های هشدار دهنده سنتی خودروها باشد. برخی از سیستم‌های ردیابی قادر هستند از راه دور وسیله نقلیه را کنترل کنند که این کنترل شامل قفل کردن در خودرو و خاموش کردن موتور آن در موارد اضطراری می‌باشد. با توجه به پیشرفت روزافزون تکنولوژی، سیستم ردیابی قادر هستند که حرکت غیر عادی وسیله نقلیه را تشخیص داده و به صاحب آن هشدار دهند.

سیستم ردیابی در داخل شی که قرار است آن را ردیابی کنیم، قرار می‌گیرد. این شی از طریق یک تلفن همراه که به کاربر امکان ارتباط از راه دور با سیستم تعبیه شده را فراهم می‌کند. سیستم ردیابی از یک سیم‌کارت برای ارسال و دریافت پیام کوتاه استفاده می‌کند. کاربر می‌تواند با استفاده از تلفن همراه خویش یک پیام کوتاه به سیم‌کارت تعبیه شده در سیستم ردیابی بفرستد و از طریق بتواند وسیله نقلیه خود را ردیابی کند.

به طور کلی عملکرد سیستم ردیابی را میتوان دو بخش کرد:

۱. ردیابی وسیله نقلیه

۲. تامین امنیت وسیله نقلیه

این سیستم از یک آنتن GPS تشکیل شده است که ردیابی واقعی شی را ممکن می‌سازد. مودم GSM که مستقیماً به میکروکنترلر متصل است امکان ارسال و دریافت پیام کوتاه و فرستادن داده به سرور را فراهم می‌کند. این مودم اطلاعات را دریافت می‌کند و آن را به تلفن همراه کاربر که با آن تقاضا دریافت موقعیت مکانی را کرده بود، می‌فرستد. این اطلاعات شامل طول جغرافیایی<sup>۴</sup>، عرض جغرافیایی<sup>۵</sup> به همراه یک لینک می‌باشد که با کلیک کردن بر روی آن می‌توان موقعیت شی را بر روی نقشه مشاهده کرد.

## ۵-۲ GPS

سیستم موقعیت‌یاب جهانی توسط دولت و ارتش ایالت متحده آمریکا طراحی شد که از آن برای اهداف نظارتی استفاده می‌کردند. GPS توسط وزارت دفاع ایالات متحده آمریکا و دکتر ایوان<sup>۶</sup> به عنوان سیستم ناوبری ماهواره‌ای اختراع شد.

سیستم موقعیت‌یاب جهانی منظومه‌ای متشکل از ۲۴ ماهواره است که زمین را دور می‌زند و در هر مدار ۴ ماهواره قرار دارد. راکت‌های کوچکی نیز ماهواره‌ها را در مسیر صحیح نگاه می‌دارد. به این ماهواره‌ها نوستار نسر گفته می‌شود. شناسایی موقعیت جغرافیایی بین ۱۰ تا ۱۰۰ متر را مکان‌پذیر می‌سازد. این ماهواره‌ها از محاسبات ریاضی ساده‌ای برای پخش اطلاعات استفاده می‌کنند که به عنوان طول و عرض و ارتفاع جغرافیایی، توسط گیرنده‌های زمین ترجمه شده‌اند.

سیستم جی‌پی‌اس بدون وابستگی به گیرنده‌های تلفن یا اینترنت عمل می‌کند، اگر چه با این فناوری‌ها می‌توان اطلاعات دریافتی از این سیستم موقعیت‌یابی را مناسب تر و کاربردی تر کرد. سیستم جی‌پی‌اس می‌تواند توانایی‌های حیاتی در زمینه موقعیت‌یابی برای کاربران نظامی، مدنی یا کاربران عادی در سراسر جهان فراهم کند.

پروژه جی‌پی‌اس در سال ۱۹۷۳ و توسط ایالات متحده، برای غلبه بر محدودیت‌های سیستم‌های موقعیت‌یابی پیشین شروع شد. وزارت دفاع آمریکا سیستمی را توسعه داد که به شکل پیش‌فرض ۲۴ ماهواره را به کار می‌برد. طراحی و توسعه و پشتیبانی این سیستم بر عهده وزارت دفاع ایالات متحده است.

جی‌پی‌اس در تمام شرایط به‌صورت ۲۴ ساعت در شبانه‌روز و در تمام دنیا قابل استفاده است و

<sup>۴</sup> Longitude

<sup>۵</sup> Latitude

<sup>۶</sup> Ivan



هیچ گونه بهایی بابت این خدمات اخذ نمی شود. ماهواره های جی پی اس، هر روز دو بار در یک مدار دقیق دور زمین می گردند و سیگنال های حاوی اطلاعات را به زمین می فرستند.

سیستم های مشابهی نیز وجود دارند که در حال استفاده یا طراحی هستند. سیستم روسی گلوناس مهم ترین آن ها است که تقریباً هم زمان با جی پی اس تکامل یافته اما از سال ۲۰۰۸ به بهره برداری کامل رسیده است. اتحادیه اروپا، هند و چین نیز هر یک سیستم های مشابهی را در دست توسعه دارند.

## ۱-۵-۲ تاریخچه

از اوایل دهه ۶۰ میلادی، نیروی هوایی و نیروی دریایی آمریکا همواره در حال مطالعه یا اقدام جهت دستیابی به یک سیستم ناوبری ماهواره ای بوده اند. نیروی دریایی دو طرح عمده Transit و Timation را در دست اقدام داشته است. Transit توسط آزمایشگاه های فیزیک کاربردی جان هاپکینز طراحی و در سال ۱۹۶۴ به حالت عملیاتی درآمد. این سیستم اکنون اطلاعات ناوبری سطح را به صورت دو بعدی (طول و عرض جغرافیایی) و بر مبنای اصول شیفیت داپلر برای کاربران دریانوردی فراهم می آورد. سیستم Timation طرحی تحقیقاتی با فناوری پیشرفته از آزمایشگاه تحقیقات نیروی دریایی آمریکا بود که یک سیستم ناوبری دو بعدی (طول و عرض جغرافیایی) را بر مبنای زمان سنجی دقیق ارائه می کرد. در همین دوره زمانی، نیروی هوایی نیز تحقیقات پژوهشی را برای ارائه یک سیستم ناوبری سه بعدی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع) انجام می داد. این سیستم بر مبنای فاصله یابی ماهواره ای به کمک «دنباله های دیجیتالی قابل تکرار» و «نویز شبه تصادفی» پایه ریزی شده بود.

اولین ماهواره جی پی اس در سال ۱۹۷۸ با موفقیت به فضا پرتاب شد. هدف اصلی و اولیه از طراحی جی پی اس، اهداف نظامی بوده اما از سال ۱۹۸۰ به بعد برای استفاده های غیرنظامی نیز در دسترس قرار گرفت. این سیستم در سال ۱۹۹۵ و با تکمیل تعداد ماهواره ها به توان پیش بینی شده نهایی خود دست یافت. افتخار اختراع این سیستم به راجر ال استون، ایوان ای گتینگ و برادفورد پارکینسون از آزمایشگاه فیزیک پیشرفته ایالات متحده تعلق دارد.

پیشرفتهای تکنولوژیکی و نیازهای جدید باعث تمایل زیادی برای ارتقا و مدرنیزه کردن سیستم موجود و توسعه نسل جدید ماهواره ها با عنوان جی پی اس بلوک ۳ آ و نسل جدید سیستم های کنترل عملیاتی شده اند. این تغییرات از سال ۱۹۹۸ با دستور کاخ سفید شروع شدند و در سال ۲۰۰۰ با تصویب کنگره آمریکا شروع به عملیاتی شدن کردند و در نهایت به جی پی اس نسل سوم خواهند انجامید.

## ۲-۵-۲ ساختار جی پی اس

جی پی اس فعلی از سه بخش اساسی تشکیل شده است. این سه بخش اصلی عبارتند از: بخش فضایی، بخش کنترل و بخش کاربر. قسمت های کنترل و فضایی توسط نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا پایه گذاری شده و توسعه یافته اند و اکنون نیز به کار خود ادامه می دهند. امواج منتشر شده از فضا توسط ماهواره های جی پی اس، توسط گیرنده های جی پی اس دریافت می شوند؛ این گیرنده ها به وفور در اختیار انواع کاربران قرار دارند و برای محاسبه کردن موقعیت سه بعدی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع) محل مورد نظر و زمان به کار می روند.

- بخش فضایی: از ۲۴ تا ۳۲ ماهواره تشکیل شده است که در مدار میانی زمین قرار گرفته اند و همچنین شامل تأسیساتی هم می شود که برای آماده سازی و پرتاب آنها به کار می روند.
- بخش کنترل: از یک ایستگاه اصلی کنترل زمینی، یک ایستگاه اصلی کنترل زمینی دیگر به عنوان پشتیبان، یک میزبان آنتن های اختصاصی و اشتراکی برای سیستم و ایستگاه های پایش تشکیل شده است.
- بخش کاربری: از صدها هزار کاربر نظامی آمریکایی و متحدان آن که از جی پی اس کد گذاری شده برای تعیین موقعیت دقیق استفاده می کنند و صدها میلیون کاربر مدنی، عمومی یا علمی تشکیل شده است که از امکانات موقعیت یابی استاندارد استفاده می کنند.

## ۲-۵-۳ بخش فضایی

بخش فضایی از ماهواره های مستقر در مدار زمین تشکیل شده است که به اختصار ماشین های فضایی نیز نامیده می شوند. در طراحی اولیه جی پی اس بیست و چهار ماشین فضایی مورد نیاز بود که در هشت مدار دایره ای و در هر مدار حداکثر سه ماهواره قرار می گرفتند. بعدها این طرح تبدیل به شش مدار شد و در هر مدار حداکثر چهار ماشین فضایی در نظر گرفته شد.

نقشه شش مداری حداکثر ۵۵ درجه انحراف مداری دارد که هر مدار ۶۰ درجه فاصله از گره نزولی دارد. زمان مداری نصف یک روز نجومی است؛ معنی آن این است که روزانه حدود ۱۱ ساعت و ۵۸ دقیقه طول می کشد تا ماهواره از روی مکان قبلی یا تقریباً نزدیک آن عبور کند.

مدارها به شکلی تنظیم شده اند که در تمام ساعات شبانه روز و تقریباً از تمام نقاط سطح زمین، حداقل ۶ ماهواره در خط دید باشند. برای تحقق این موضوع فاصله یکسانی برای ماهواره های موجود در

مدار مشترک در نظر گرفته نشده است. اگر ساده‌تر در نظر بگیریم فاصله زاویه‌ای بین بین ماهواره‌ها به این شکل است:  $30^\circ$ ،  $105^\circ$ ،  $120^\circ$ ،  $105^\circ$  درجه که در مجموع  $360^\circ$  درجه می‌شود.

ارتفاع مداری حداکثر حدود  $20200$  کیلومتر است، یعنی شعاع مداری حداکثر  $26600$  کیلومتر است. هر ماشین فضایی، در هر روز نجومی دو بار و همان مسیر قبلی را نسبت به زمین می‌پیماید. این مسئله مخصوصاً هنگام ارتقا و تکمیل سیستم خیلی کمک کننده بود چرا که حتی فقط با ۴ ماهواره و جاگیری صحیح، هر چهار ماهواره در طی چند ساعت، از یک نقطه خاص قابل رویت بودند. برای عملیات‌های نظامی، تکرار گذرهای زمینی از یک منطقه می‌تواند منجر به اطمینان از پوشش خوب منطقه نبرد باشد. در فوریه  $2016$ ، ۳۲ ماهواره در سیستم جی‌پی‌اس حضور داشتند که ۳۱ عدد از آن‌ها فعال بودند. ماهواره‌های اضافی دقت محاسبات گیرنده‌های جی‌پی‌اس برای اندازه‌گیری‌های دقیق را افزایش می‌دهند. با افزایش تعداد ماهواره‌ها چینش آن‌ها در مدارها به شکل ناهمسانی تغییر کرد. مزیت این شکل از چینش نسبت به فرم استاندارد این است که در صورت از دست رفتن یکی از ماشینها فضایی (عدم کارکرد صحیح)، در دسترس بودن سیستم کاهش نمی‌یابد و هنوز مورد اعتماد باقی می‌ماند. با وضعیت فعلی از هر نقطه زمین و در هر زمانی در حدود ۹ ماهواره به شکل هم‌زمان در خط دید قرار دارند. این امر باعث افزایش قابل توجه اعتماد به دقت، نسبت به حضور حداقل ۴ ماهواره، برای تعیین مکان می‌شود.

## ۲-۵-۴ کنترل زمینی

بخش کنترل این بخش شامل ایستگاه‌های کنترل زمینی است که دارای مختصات معلوم هستند و موقعیت آن‌ها از طریق روش‌های کلاسیک تعیین موقعیت نظیر روش تعیین فواصل بلند توسط کوازارها و روش فاصله سنجی ماهواره‌ای با امواج لیزر بدست آمده است. این ایستگاه‌ها وظیفه تعقیب چندجمله‌ای ریاضی به طریق کمترین مربعات، پارامترهای مداری و موقعیت ماهواره‌ها را نسبت به یک سیستم مختصات ژئودتیک ژئوسنتریک (مبدأ سیستم مختصات تقریباً در مرکز زمین قرار دارد) محاسبه می‌نماید.

تعداد این ایستگاه‌های زمینی ۵ عدد است که ایستگاه اصلی با نام کلرادو اسپرینگ در آمریکا قرار دارد و ۴ ایستگاه فرعی دیگر در نقاط دیگر کره زمین مستقر هستند. آخرین بخش از سیستم جی‌پی‌اس، قسمت کاربران سیستم است که خود شامل دو بخش است:

۱. آنتن دریافت کننده اطلاعات ارسالی از ماهواره‌ها

۲. گیرنده (پردازش کننده اطلاعات دریافتی و تعیین کننده موقعیت محل آنتن)

نرم افزار و ریزپردازنده داخل گیرنده فاصله بین آنتن زمینی تا ماهواره های مرتبط با گیرنده را تعیین می کند سپس با استفاده از حداقل ۴ ماهواره موقعیت طول، عرض و ارتفاع محل استقرار آنتن یا همان گیرنده تعیین می شود. نکته مهمی که می بایست مورد توجه قرار گیرد این است که ارتفاعی که جی پی اس به ما می دهد با ارتفاع موجود در نقشه ها و اطلس ها فرق می کند. ارتفاع جی پی اس نسبت به سطح مبنایی به نام بیضوی است در حالی که ارتفاع موجود در نقشه ها ارتفاع اورتومتريک است که از سطح دریاهای آزاد محاسبه می گردد. مقدار این اختلاف در بیشترین حالت در حدود ۱۰۰ متر است.

## ۵-۵-۲ دقت اندازه گیری

دستگاه های جی پی اس انواع گوناگونی دارند و در وسایل مختلفی استفاده می شوند؛ ولی یکی از جاهایی که بیشتر در آن استفاده می شود گوشی های موبایل است که دقت آن در شرایط مختلف متفاوت است. به عنوان مثال:

- فضای باز: ۳ تا ۷ متر
- داخل ماشین: ۵ تا ۱۰ متر
- داخل خانه دو طبقه: ۲۰ تا ۵۰ متر
- داخل آپارتمان: ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و در شرایطی قطع
- در جنگل: ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر
- داخل هواپیما: ۵۰ متر
- داخل تونل: قطع کامل
- بر پشت بام آپارتمان: ۲ تا ۴ متر
- زیر پل ها: قطع کامل

## ۶-۵-۲ کاربردها

اساس کار دستگاه موقعیت یاب تعیین موقعیت است و این کار با دریافت امواج ماهواره های موقعیت یاب که در مدارهایی به دور کره زمین در چرخش هستند، انجام می شود. برای تعیین موقعیت، گیرنده

موقعیت یاب زمان‌های دریافت شده را با زمان خود مقایسه می‌کند. تفاوت این دو مشخص‌کننده فاصله گیرنده موقعیت یاب از ماهواره مزبور می‌باشد. این عملی است که دقیقاً یک گیرنده موقعیت یاب انجام می‌دهد. با استفاده از حداقل سه ماهواره یا بیشتر، موقعیت یاب می‌تواند طول و عرض جغرافیایی مکان خود را تعیین نماید. (که آن را تعیین دو بعدی می‌نامند) و با تبادل با چهار (و یا بیشتر) ماهواره یک موقعیت یاب می‌تواند موقعیت سه بعدی مکان خود را تعیین نماید که شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع می‌باشد. با انجام پشت سر هم این محاسبات، موقعیت یاب می‌تواند سرعت و جهت حرکت خود را نیز به دقت مشخص نماید امروزه در بعضی مکان‌های ایران قادر به دریافت اطلاعات تا ۱۰ ماهواره می‌باشیم و حداقل به ۴ تا ۵ ماهواره در هر زمان از شبانه روز و در هر مکان دسترسی داریم. هر قدر تعداد ماهواره‌های قابل مشاهده بیشتر شود معادلات اساسی تعیین موقعیت بیشتر خواهند شد و بنابراین زمان لازم برای تعیین موقعیت یک نقطه کاهش یافته و دقت تعیین موقعیت نیز افزایش خواهد یافت. نکته مهمی که می‌بایست مورد توجه قرار گیرد این است که ارتفاعی که موقعیت یاب به ما می‌دهد با ارتفاع موجود در نقشه‌ها و اطلس‌ها فرق می‌کند. ارتفاع موقعیت یاب ارتفاع ژئودتیک است که نسبت به سطح مبنایی به نام بیضوی مقایسه اندازه‌گیری می‌شود، در حالی که ارتفاع موجود در نقشه‌ها ارتفاع اورتومتريک یا ارتفاع از سطح ژئوئید می‌باشد که از سطح دریاهای آزاد محاسبه می‌گردد. مقدار اختلاف این دو مقیاس در بیشترین حالت حدود ۱۰۰ متر است. موقعیت یاب اطلاعات موقعیتی را توسط اعداد و در یک سیستم مختصاتی بیان می‌کند.

دستگاه جی‌پی‌اس یک رایانه کوچک است که جهت انجام امور خاصی برنامه‌ریزی شده است؛ بنابراین این رایانه با داشتن مختصات شما می‌تواند کارهای دیگری هم انجام بدهد. مثلاً می‌تواند زمان طلوع و غروب خورشید را در موقعیت شما بگوید. همچنین زمان طلوع و غروب ماه. شاید خیلی جالب باشد ولی جی‌پی‌اس می‌تواند زمان باقی‌مانده برای رسیدن به مقصد مورد نظر را با توجه به سرعت شما محاسبه کند. همچنین میانگین سرعت شما، بیشترین سرعت، میانگین سربالایی و سرازیری مسیر، سرعت عمودی، موقعیت منطقه از نظر شکار و ماهیگیری و شکار در هر نقطه جهان، محاسبه مساحت یک نقطه ناشناخته و برگرداندن شما از مسیر آمده را نیز می‌تواند انجام دهد.

## فصل سوم

### اجزای مورد استفاده در سیستم ردیابی

## ۱-۳ مقدمه

هدف اصلی پروژه ما طراحی و پیاده‌سازی سامانه‌ای است که بتوان توسط آن موقعیت دقیق و مسیر حرکت هر جسم متحرک را در هر زمان تعیین کرد. سامانه ذکر شده باید علاوه بر عملکرد مناسب، از لحاظ هزینه هم به صرفه باشد.

برای این که بتوانیم چنین سامانه‌ای را طراحی کنیم اول باید نیازمندی‌های سامانه را تشخیص دهیم، معماری کلی سامانه موردنظر خود را به دست آوریم و سپس با استفاده از این معماری و نیازسنجی انجام شده برای پیاده‌سازی از ماژول‌های مناسب استفاده کنیم. در این فصل در قسمت ۲-۳ ابتدا طرح کلی سامانه ردیابی را توضیح می‌دهیم و سپس در بخش ۳-۳ اجزاء مورد استفاده در این طرح را معرفی می‌کنیم.

## ۲-۳ طراحی و معماری سیستم

در این قسمت به طراحی سیستم خود می‌پردازیم. با توجه به نیازمندی‌های پروژه باید ماژول‌های فرستنده و گیرنده، پروتکل ارتباطی و برنامه کاربردی برای نمایش اطلاعات را مشخص کنیم. هدف اصلی یک سیستم ردیابی این است یک شی خاص را ردیابی کرده و مسیر حرکت آن را در هر زمانی بدست آوریم. در واقع سیستم ردیابی اطلاعاتی درباره مکان فعلی و سرعت شی مورد نظر را در اختیار ما می‌گذارد. در انجام انی پروژه ارتباط ما به صورت یک‌طرفه بوده است، به این صورت که به طور پیوسته مختصات مکانی شی متحرک اندازه گرفته می‌شود و به یک سرور فرستاده می‌شود و سپس پردازش‌های لازم در سمت سرور بر روی این اطلاعات صورت می‌گیرد. با توجه به توضیحات گفته شده می‌توان به سه قسمت اصلی در این سیستم اشاره کنیم: (Design and Implementation of Vehicle Tracking System Using GPS/GSM/GPRS Technology and Smartphone Application)

- بدست آوردن موقعیت مکانی شی متحرک با استفاده از ماژول جی پی اس
  - ارسال اطلاعات مکانی به سرورهای نرم‌افزاری توسط مودم جی اس ام
  - ذخیره اطلاعات مکانی در سمت سرور و پیاده‌سازی برنامه کاربردی برای نمایش مسیر حرکت شی بر روی نقشه
- همانطور که دیدیم معماری سیستم ما دارای چهار بخش اصلی است. بخش اول مربوط به گرفتن موقعیت

مکانی شی از ماهواره با استفاده از ماژول جی پی اس است. بخش دوم مربوط به ارسال اطلاعات دریافتی به سرور با استفاده از مودم جی اسم ام است و بخش سوم هم توسعه برنامه کاربردی است که با استفاده از اطلاعات دریافت شده موقعیت شی مورد نظر نمایش داده می‌شود. [۱]

Design and Implementation of Vehicle Tracking System Using GPS/GSM/GPRS Tech-)

(nology and Smartphone Application



شکل ۳-۱: بلاک دیاگرام سیستم ردیابی

شکل ۳-۱ نمای کلی از معماری سیستم طراحی شده و ارتباط بین بخش‌های آن را نشان می‌دهد. برای انتخاب ماژول‌ها لازم است وظیفه هر بخش را دقیق بدانیم و ماژول مورد نظر برای آن را انتخاب کنیم.

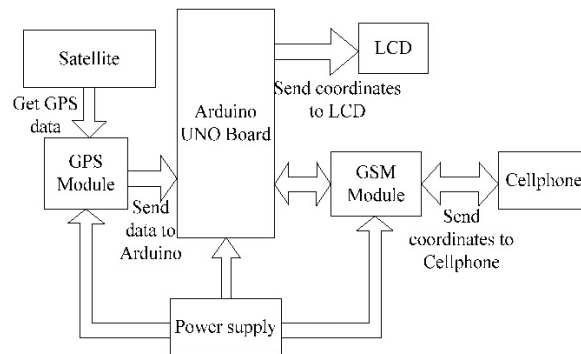
- در بخش اول لازم است ما موقعیت مکانی شی مورد نظر را به طور پیوسته اندازه بگیریم. در واقع به محض حرکت کردن شی، ماژول جی پی اس به طور پیوسته اطلاعات مکانی و زمانی شی مورد نظر را از ماهواره دریافت می‌کند. سیگنال دریافتی از ماهواره ضعیف می‌باشد و لذا باید از یک آنتن برای تقویت سیگنال مورد نظر استفاده کنیم و در انتها سیگنال تقویت شده که حاوی اطلاعات مکانی و زمانی شی متحرک می‌باشد را به برد آردوینو می‌فرستد.

- در بخش دوم اطلاعات ارسالی توسط جی پی اس توسط مودم جی اسم ام به سمت سرور فرستاده می‌شود.

- سرورهای نرم‌افزاری پس از دریافت اطلاعات آن‌ها را تحلیل می‌کنند. ارتباط ما در این پروژه به صورت یک‌طرفه می‌باشد و درخواستی از سمت سرورهای نرم‌افزاری نخواهیم داشت. در این



قسمت پروژه یک نرم افزار تحت وب توسعه داده خواهد شد تا بتواند اطلاعات ارسالی را پردازش و ذخیره کند. در قسمت آخر هم این اطلاعات ذخیره شده در صفحه وب طراحی شده نمایش داده می شود.



شکل ۳-۲: معماری سیستم ردیابی پیشنهادی

### ۳-۳ اجزاء سیستم

در قسمت قبل معماری سیستم را مشخص کردیم. حال اجزاء این معماری را به طور دقیق بیان و معرفی می کنیم.

#### ۱-۳-۳ اجزاء سخت افزاری

اجزای سخت افزاری که برای پیاده سازی این سامانه استفاده شده است عبارتند از:

- ماژول آردوینو
- ماژول سیم ۸۰۸<sup>۱</sup>
- آنتن جی پی اس<sup>۲</sup>
- آنتن جی اس ام<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> SIM 808

<sup>۲</sup> GPS Antenna

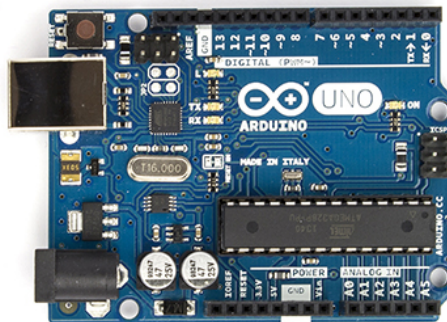
<sup>۳</sup> GSM Antenna

### ۳-۲-۳ ماژول آردوینو

آردوینو یک ریزپردازنده متن‌باز است که برای نوشتن برنامه‌هایی که با محیط و اشیاء بیرون در تعامل هستند مناسب است. این برد مناسب نمونه‌سازی می‌باشد و نرم افزار و طرح سخت‌افزار آن به صورت آزاد در اختیار تمام افراد قرار گرفته است و هر فرد علاقه‌مند حتی با دانش و تجربه اندک در حوزه الکترونیک می‌تواند از آردوینو برای انجام پروژه‌های خود استفاده نماید.

آردوینو محیط ساده‌ای برای برنامه‌نویسی دارد که هر شخصی با اندکی آشنایی با زبان C و C++ می‌تواند در این محیط برنامه‌نویسی کند و برنامه نوشته شده را در آردوینو اجرا نماید. به میکروکنترلر آردوینو میتوان حسگرهای مختلف متصل و آنها را کنترل کرد. ریزپردازنده به کار رفته بر روی برد آردوینو بر اساس زبان برنامه‌نویسی آردوینو بر پایه Wiring و محیط ویژه کدنویسی آن بر پایه Processing برنامه‌ریزی شده است و برای کدنویسی به نرم‌افزار یا کامپایلر جانبی نیازی ندارد.

آردوینو انواع مختلفی دارد که ما از آردوینو Uno R3 در این پروژه استفاده کرده‌ایم. R3 سومین و آخرین نسخه آردوینو Uno می‌باشد. برد آردوینو Uno یک میکروکنترلر بر پایه ATmega328 می‌باشد. ولتاژ کاری آن ۵ ولت می‌باشد. ولتاژ ورودی این برد می‌تواند در بازه ۷ تا ۲۰ ولت باشد. این برد دارای ۶ پین ورودی آنالوگ، ۱۴ پین ورودی و خروجی دیجیتال، یک پورت یو اس <sup>۴</sup>، یک ورودی منبع تغذیه و یک دکمه بازنشانی <sup>۵</sup> است که اجازه اتصال بردهای توسعه مختلفی را فراهم می‌آورد. در شکل ۳-۱ برد آردوینو Uno را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۳: برد آردوینو Uno R3

USB Port<sup>۴</sup>  
Reset<sup>۵</sup>

### ۳-۳-۳ ماژول SIM 808

ماژول SIM 808 یک ماژول ترکیبی از GSM/GPRS و ماژول GPS با قابلیت پشتیبانی از چهار باند فرکانسی ۱۹۰۰/۱۸۰۰/۹۰۰/۸۵۰ مگاهرتز<sup>۶</sup> برای ارسال داده، پیام کوتاه<sup>۷</sup> و برقراری تماس صوتی می‌باشد. این ماژول دارای یک سوکت سیم‌کارت می‌باشد که سیم‌کارت در داخل آن قرار می‌گیرد. این ماژول بر پایه آخرین ماژول GSM/GPRS از شرکت SIMCOM می‌باشد که از شبکه چهار باند GSM|GPRS پشتیبانی و برای ردیابی ماهواره‌ای از فناوری GPS استفاده می‌کند. در واقع با استفاده از مودم GSM/GPRS و ماژول سیم ۸۰۸ می‌توان به تبادل داده روی شبکه GSM از طریق واسط USB پرداخت و از طریق به اطلاعات دستگاه‌های مستقر در مکان‌های دور دسترسی یافت.

طراحی فشرده این تراشه که دو سیستم مخابراتی و موقعیت‌یاب را در یک بسته ادغام می‌کند موجب کاهش هزینه و زمان برای انجام پروژه‌های مبتنی بر GPS شده است. این ماژول با تکنولوژی ذخیره انرژی Power Saving طراحی شده است و مصرف انرژی آن در حالت خواب بسیار کم در حدود یک میلی آمپر می‌باشد.

این ماژول دارای ۶۸ پین SMT، سوکت یو اس بی، سیم‌کارت، بلوتوث می‌باشد. دارای حساسیت بالای دریافت موقعیت جهانی با ۲۲ کانال ردیابی و ۶۶ کانال گیرنده می‌باشد. علاوه بر این از A-GPS پشتیبانی می‌کند که برای موقعیت‌یابی داخل ساختمان استفاده می‌شود. این ماژول از طریق واسط UART توسط فرمان AT کنترل می‌شود و از سطح منطقی ۳.۳ تا ۵ ولت پشتیبانی می‌کند. از جمله ویژگی‌های این تراشه می‌توان موارد زیر را نام برد:

- پشتیبانی از سیم‌کارت تمامی آپراتورها

- دارای رابط SPI/USBSerial و صدای آنالوگ

- دارای مدار کنترل شارژ

- پشتیبانی از فرکانس ساعت

- کم‌مصرف (۱ میلی آمپر در حالت خواب)

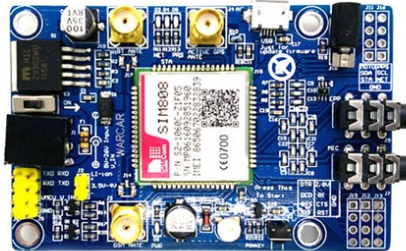
- ولتاژ ورودی ۴.۳ تا ۴.۴ ولت

MHZ<sup>۶</sup>

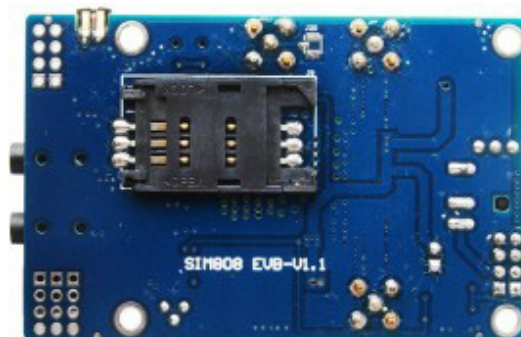
□□□<sup>۷</sup>

• قابلیت نصب ۳ آنتن GPS, GSM, Bluetooth

در شکل ۳-۲ و ۳-۳ این تراشه را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳-۴: نمایی از قسمت روبرو تراشه SIM 808



شکل ۳-۵: نمایی از قسمت پشت تراشه SIM 808

### ۴-۳-۳ آنتن GPS

بهتر است قبل از معرفی آنتن GPS، شیوه موقعیت‌یابی توسط سیستم موقعیت‌یاب جهانی<sup>۸</sup> را به طور مختصر توضیح بدهیم. سیستم GPS در واقع شامل ۲۷ ماهواره است که در اطراف زمین در حال گردش

<sup>۸</sup>GPS

هستند که از این ۲۷ ماهواره ۳ تای آنها به صورت رزرو شده می‌باشند. هر ماهواره سیگنال‌های منحصر به فرد و پارامترهای مداری را ارسال می‌کند و هر گیرنده‌ای که این سیگنال را دریافت کند، با رمزیشایی اطلاعات دریافتی می‌تواند موقعیت دقیق ماهواره را پیدا کند. با اتصال سیستم موقعیت‌یاب به سه ماهواره می‌توان موقعیت دوبعدی یعنی طول و عرض جغرافیایی و با اتصال به چهار ماهواره می‌توان موقعیت سه بعدی را به دست آورد. جی پی اس با دریافت سیگنال‌های ماهواره، موقعیت و مکان شی را مشخص می‌کند. برای دریافت درست سیگنال باید از آنتن استفاده شود. سیگنال‌های ماهواره‌ای جی پی اس در خطوط L1 و L2 به ترتیب دارای فرکانس‌های ۱۵۷۵.۴۲ و ۱۲۲۸ مگاهرتز می‌باشند اما قدرت سیگنال دریافتی معمولاً ضعیف بوده و در حدود ۱۶۶ دسی‌بل<sup>۹</sup> می‌باشد که این موضوع لزوم وجود آنتن و تقویت کننده سیگنال جی پی اس را نشان می‌دهد. این آنتن سیگنال را به اندازه ۲۸ دسی‌بل تقویت می‌کند و جریان حدود ۱۰ میلی آمپر می‌کشد و دارای کابلی به طول ۵ متر می‌باشد که این موجب می‌شود به راحتی به هر جایی که لازم است دسترسی پیدا کند. این آنتن مغناطیسی است و می‌تواند به بالای ماشین یا هر ساختار فلزی دیگر بچسبد. دارای فرکانس کاری ۱۵۷۲.۴۲ مگاهرتز و محدوده ولتاژ ۲.۵ تا ۵.۵ ولت می‌باشد.

همانطور که گفتیم سیگنال GPS بسیار ضعیف هستند و برای تقویت آنها به آنتن نیاز داریم. از این رو انتخاب آنتن مناسب نقش مهمی در عملکرد GPS دارد. یک واحد GPS به یک دید واضح و بدون مانع با آسمان نیاز دارد تا بتواند بهترین سیگنال‌هایی که موجب می‌شود با ماهواره ارتباط برقرار کند را دریافت کند. GPS برای کابل‌های طویل از مبدل بالا/پایین استفاده می‌کند. به این صورت که آنتن سیگنال GPS را دریافت می‌کند، آن را به یک فرکانس پایین‌تر تبدیل می‌کند و سپس از طریق کابل آن را می‌فرستد. در سمت گیرنده GPS هم یک مبدل بالا وجود دارد که فرکانس آن را به فرکانس سیگنال اصلی برمی‌گرداند و آن را به گیرنده GPS می‌فرستد. در شکل ۳-۴ این آنتن را مشاهده می‌کنید.

### ۳-۳-۵ آنتن GSM

ارتباطات سیستم موقعیت‌یابی جهانی وابسته به آنتن می‌باشد. آنتن به سیگنال‌های ارتباطی اجازه می‌دهد، ارسال و دریافت شوند. آنتن مورد استفاده در این پروژه در چهار باند فرکانسی با بهره ۲ دسی‌بل کار می‌کند. (۱۰) در واقع فرکانس کاری آن ۸۹۰، ۹۶۰، ۱۷۱۰، ۱۸۸۰ مگاهرتز می‌باشد. (۱۱)

<sup>۹</sup>dB



شکل ۳-۶: آنتن GPS

شکل ۳-۵ برخی از مشخصات آنتن را نشان می‌دهد. (مقاله ۲۰۱۶) و در شکل ۳-۶ این آنتن را مشاهده می‌کنید.

Item	Value
Frequency	850 MHz-900 MHz-2.1 GHz-1800 MHz-1900 MHz
Impedance	50 Ohms
Mounting	on glass
Polarization	horizontal
Gain	2.14dBi
VSWR	< 2:1
Power handling	25W
Connector	RPSMA Male
Size	117mm x12,5mm x 4mm
Operating temperature	-40°C to +85°C

شکل ۳-۷: مشخصات آنتن GSM

### ۳-۳-۶ اجزاء نرم‌افزاری

### ۳-۳-۷ نرم‌افزار Arduino IDE

نرم‌افزار مورد استفاده برای برنامه‌ریزی آردوینو، نرم‌افزار Arduino IDE می‌باشد که در شکل ۳-۷ نمای کلی از ظاهر این برنامه را مشاهده می‌کنید. با استفاده از زبانی شبه C میتوان برنامه مورد نیاز را نوشت



شکل ۳-۸: آنتن GSM

و بعد از کامپایل، کد هگز تولید شده بر روی آردوینو باز می‌شود. کتابخانه‌های مختلف و متناسب با ماژول‌های مختلف وجود دارد که کدنویسی را راحت‌تر می‌کند. برای دریافت داده از ماهواره و ارسال آن به تلفن همراه، برنامه با استفاده از آن نرم‌افزار نوشته می‌شود. (Real Time Google Map and Arduino Based Vehicle Tracking System)



شکل ۳-۹: نمایی از نرم‌افزار آردوینو

۳-۳-۸ google map

# فصل چهارم

## پیاده‌سازی



## فصل پنجم

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در پایان گزارش‌های علمی و فنی لازم است که جمع‌بندی یا نتیجه‌گیری نهایی ارائه شود. در این موارد می‌توان آخرین فصل پایان نامه که پیش از مراجع قرار می‌گیرد را به این امر اختصاص داد.

## ۱-۵ پیشنهادات

در این بخش پیشنهاداتی که محقق جهت ادامه تحقیقات دارد ارائه می‌گردد. دقت شود که پیشنهادات باید از تحقیق انجام شده و نتایج آن حاصل شده باشد و از ذکر جملات کلی باید پرهیز کرد.

## منابع و مراجع

- [1] Bidabad, Behroz and Tayebi, Akbar. Design and implementation of vehicle tracking system using gps/gsm/gprs technology and smartphone application. *arXiv preprint arXiv:0710.2816*, 2014.
- [2] Cui, Youjing and Ge, Shuzhi Sam. Autonomous vehicle positioning with gps in urban canyon environments. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 19(1):15–25, February 2003.
- [3] Mangla, Neha, Sivananda, G, Kashyap, Aishwarya, and Vinutha. A GPS-GSM predicated vehicle tracking system, monitored in a mobile app based on google maps. in *2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*. IEEE, August 2017.
- [4] Mukhtar, Mashood. GPS based advanced vehicle tracking and vehicle control system. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 7(3):1–12, February 2015.
- [5] Pham, Hoang Dat, Driberg, Micheal, and Nguyen, Chi Cuong. Development of vehicle tracking system using GPS and GSM modem. in *2013 IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*. IEEE, December 2013.
- [6] Rahman, Md. Marufi, Mou, Jannatul Robaiat, Tara, Kusum, and Sarkar, Md. Ismail. Real time google map and arduino based vehicle tracking system. in *2016 2nd International Conference on Electrical, Computer & Telecommunication Engineering (ICECTE)*. IEEE, December 2016.

- [7] Shah, Sajjad Hussain and Yaqoob, Ilyas. A survey: Internet of things (IOT) technologies, applications and challenges. in *2016 IEEE Smart Energy Grid Engineering (SEGE)*. IEEE, August 2016.
- [8] Song, H., Zhu, S., and Cao, G. SVATS: A sensor-network-based vehicle anti-theft system. in *IEEE INFOCOM 2008 - The 27th Conference on Computer Communications*. IEEE, April 2008.

## پیوست

موضوعات مرتبط با متن گزارش پایان نامه که در یکی از گروه‌های زیر قرار می‌گیرد، در بخش پیوست‌ها آورده شوند:

۱. اثبات‌های ریاضی یا عملیات ریاضی طولانی.
۲. داده و اطلاعات نمونه (های) مورد مطالعه (Case Study) چنانچه طولانی باشد.
۳. نتایج کارهای دیگران چنانچه نیاز به تفصیل باشد.
۴. مجموعه تعاریف متغیرها و پارامترها، چنانچه طولانی بوده و در متن به انجام نرسیده باشد.

## کد میپل

```
with(DifferentialGeometry):  
with(Tensor):  
DGsetup([x, y, z], M)  
frame name: M  
a := evalDG(D_x)  
D_x  
b := evalDG(-2 y z D_x+2 x D_y/z^3-D_z/z^2)
```

# واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی

آ	Cartesian product . . . . حاصل ضرب دکارتی
اسکالر . . . . . Scalar	خ
ب	Automorphism . . . . . خودریختی
بالابر . . . . . Lift	د
پ	Degree . . . . . درجه
پایا . . . . . Invariant	ر
ت	microprocessor . . . . . ریزپردازنده
تناظر . . . . . Correspondence	ز
ث	Submodule . . . . . زیرمدول
ثابت‌ساز . . . . . Stabilizer	س
ج	Character . . . . . سرشت
جایگشت . . . . . Permutation	ص
چ	Faithful . . . . . صادقانه
چند جمله‌ای . . . . . Polynomial	ض
ح	

Connected . . . . .	همبند	Inner product . . . . .	ضرب داخلی
	ی		ط
Edge . . . . .	یال	Loop . . . . .	طوقه
			ظ
		Valency . . . . .	ظرفیت
			ع
		Nonadjacency . . . . .	عدم مجاورت
			ف
		Vector space . . . . .	فضای برداری
			ک
		Complete reducibility . . .	کاملاً تحویل پذیر
			گ
		Graph . . . . .	گراف
			م
		Permutation matrix . . .	ماتریس جایگشتی
			ن
		Disconnected . . . . .	ناهمبند
			و
		Invertible . . . . .	وارون پذیر
			ه

# واژه‌نامه‌ی انگلیسی به فارسی

<b>A</b>	Homomorphism . . . . . همریختی
Automorphism . . . . . خودریختی	<b>I</b>
<b>B</b>	Invariant . . . . . پایا
Bijection . . . . . دوسویی	<b>L</b>
<b>C</b>	Lift . . . . . بالابر
Cycle group . . . . . گروه دوری	<b>M</b>
<b>D</b>	Module . . . . . مدول
Degree . . . . . درجه	<b>N</b>
<b>E</b>	Natural map . . . . . نگاشت طبیعی
Edge . . . . . یال	<b>O</b>
<b>F</b>	One to One . . . . . یک به یک
Function . . . . . تابع	<b>P</b>
<b>G</b>	Permutation group . . . . . گروه جایگشتی
Group . . . . . گروه	<b>Q</b>
<b>H</b>	



Quotient graph . . . . .	گراف خارج‌قسمتی	Trivial character . . . . .	سرشت بدیهی
<b>R</b>		<b>U</b>	
Reducible . . . . .	تحویل پذیر	Unique . . . . .	منحصربفرد
<b>S</b>		<b>V</b>	
Sequence . . . . .	دنباله	Vector space . . . . .	فضای برداری
<b>T</b>			

# **Abstract**

This page is accurate translation from Persian abstract into English.

## **Key Words:**

Write a 3 to 5 KeyWords is essential. Example: AUT, M.Sc., Ph. D, ..