

معرفی و کاربرد GPS

هاشم داداشی

چکیده:

GPS مخفف «Global Positioning System» به معنی سیستم موقعیت یاب جهانی است و این سیستم تشکیل شده است از یک شبکه ۲۴ ماهواره‌ای در مدار زمین که توسط وزارت دفاع دولت آمریکا پشتیبانی می‌شود. هدف اصلی و اولیه از طراحی GPS، اهداف نظامی بوده اما از سال ۱۹۸۰ به بعد برای استفاده‌های غیر نظامی نیز در دسترس قرار گرفت.

GPS در تمام شرایط به صورت ۲۴ ساعت در شبانه روز و در تمام دنیا قابل استفاده می‌باشد. و هیچ گونه بهایی بابت این خدمات اخذ نمی‌شود و شما هر کجای دنیا باشید حداقل سه تا از این ماهواره‌ها شما را می‌یابند. ماهواره‌های GPS هر روز دوبار در یک مدار دقیق دور زمین می‌گردند و سیگنال‌های حاوی اطلاعات را به زمین می‌فرستند.

GPS براساس مقایسه زمان ارسال و دریافت سیگنال توسط یک ماهواره کار می‌کند. اختلاف زمان مشخص می‌کند که گیرنده GPS چقدر از ماهواره دور است. حال با اندازه‌گیری مسافت از چند ماهواره گیرنده GPS می‌تواند موقعیت کاربر را مشخص نموده حتی روی نقشه الکترونیکی نمایش دهد.

یک گیرنده GPS بایستی حداقل سیگنال‌های ۳ ماهواره را برای تعیین دقیق ۲ موقعیت (طول و عرض جغرافیایی) یک شیء دریافت نماید و سیگنال‌های ۴ ماهواره یا بیشتر می‌تواند ۳ موقعیت (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) را نشان دهد.

هم چنین از GPS می‌توان برای اندازه‌گیری سرعت، جهت‌یابی، جستجو، مسافرت طولانی، کروکی مسافت طی شده، رفتن به مقصد، زمان طلوع و غروب خورشید و غیره نیز استفاده کرد.
کلید واژه‌ها: مایل، ماهواره

۱. واحد مسافت (هر مایل زمینی ۱۸۵۲ متر و هر مایل دریایی ۱۶۲۵ متر)

۲. وسیله سنجش و ارسال لو

کاربردهای GPS چیست؟

۲۴ ماهواره در بخش‌های مختلف فضای زمین در مداری خاص با فاصله حدود ۱۲۰۰۰ مایلی بالای سر ما قرار گرفته‌اند؛ آنها با یک سرعت ثابت در حرکتند و در هر ۲۴ ساعت دوبار دور زمین را با سرعتی معادل ۷۰۰۰ مایل در ساعت می‌گردند.

ماهواره‌های GPS توسط انرژی خورشیدی تغذیه می‌شوند. Yocket booster های کوچک روی هر ماهواره آنها را در مسیر پروازی صحیح نگه‌داری می‌کنند.

* اولین ماهواره GPS در سال ۱۹۷۸ با موفقیت به فضا پرتاب شد.

* در سال ۱۹۹۴ تمامی ۲۴ ماهواره در مدار زمین قرار گرفت.

* هر ماهواره برای ۱۰ سال مأموریت ساخته می‌شود و پس از طی این زمان حتماً بایستی ماهواره دیگر جایگزین گردد.

* وزن یک ماهواره GPS حدود ۲۰۰۰ پوند (معادل ۹۰۷ کیلوگرم) با ۱۷ فوت عرض (۵/۱۸ متر) می‌باشد.

* قدرت انتقال آنها هم ۵۰ وات یا کمتر می‌باشد.

علاوه بر GPS، دو سیستم کمابیش مشابه دیگر نیز وجود دارد: سیستم گلوناس که دولت شوروی ساخته و اکنون به دست کشور روسیه اداره می‌شود و سیستم گالیله که کشورهای اروپایی آن را برای وابسته نبودن به سیستم آمریکایی GPS ساخته‌اند.

هر ماهواره GPS دو موج با دو فرکانس در باند امواج الکترومغناطیسی (L1, L2) ارسال می‌کند موج L1 با فرکانس ۱۵۷۵ MHz و موج L2 با فرکانس ۱۲۲۷ MHz می‌باشد.

GPS انواع مختلفی دارد، از نمونه‌هایی که به رایانه نیاز دارند و نمونه‌های دستی گرفته تا نمونه‌های حرفه‌ای که دارای یک صفحه نمایش بزرگ هستند و اطلاعات نقشه اکثر شهرها و روستاهای جهان را دارند، که طبق تحقیقات صورت گرفته مارک گارمین (Garmin) بهترین مارک دنیاست.

سخت افزار و نرم افزار GPS

سخت افزار GPS در حقیقت مجموعه‌ای از IC ها و تراشه‌ها جهت انجام محاسبات خاصی است که انجام آن برای شخص بسیار سخت می‌باشد.

نرم افزار: نرم افزار این دستگاه شامل برنامه‌ای است که دستگاه با آن کار می‌کند و در حقیقت این هم مانند یکی از برنامه‌های رایانه‌ای عادی است که البته به زبان C نوشته شده است. نسخه‌های جدید این برنامه‌ها در اینترنت و در سایت شرکت‌ها موجود می‌باشد همان‌طور که گفتیم دستگاه GPS 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 GPS 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 و...

در ضمن نکته‌ای که در مورد GPS حایز اهمیت می‌باشد این است که شرایط آب و هوایی هیچ تأثیر بر روی کارکرد این وسیله ندارد.

روش تعیین موقعیت توسط GPS

اگر فاصله ما از ماهواره ۱ در حدود ۱۰ کیلومتر باشد، بنابراین مکان ما در فضا بر محیط محاسبه نموده و به مرکزیت ماهواره ۱ و شعاع ۱۰ کیلومتر منطبق می‌باشد، حال

ماهواره‌های GPS هر روز
دوبار در یک مدار دقیق دور
زمین می‌گردند و سیگنال‌های
حاوی اطلاعات را به زمین
می‌فرستند.

فرض می‌کنیم فاصله ما از ماهواره ۲ در حدود ۱۱ کیلومتر باشد در این حالت نیز مکان ما در فضا بر روی محیط کره‌ای به مرکز ماهواره ۲ و شعاع ۱۱ کیلومتر واقع است فصل مشترک این دو کره می‌تواند یک دایره باشد که مکان ما به طور قطع بر روی محیط این دایره قرار دارد.

حال اگر ماهواره سوم را نیز در نظر بگیریم که فاصله‌اش با ما ۱۲ کیلومتر باشد در این صورت فصل مشترک گروه مربوط به ماهواره ۳ با فصل مشترک کره‌های ماهواره‌ای ۱ و ۲ حداکثر دو نقطه می‌باشد که قطعاً یکی از این دو، مبین مکان واقعی ما خواهد بود. اما به طور قطعی یکی از این دو نقطه نامعقول می‌باشد.

به عنوان مثال دارای ارتفاع بیشتری از سطح زمین است. بنابراین رایانه‌های داخل گیرنده‌های GPS با استفاده از تاکتیک‌های گوناگون قادر به تشخیص نقطه غلط می‌باشد. از نظر تئوری با استفاده از ۳ ماهواره می‌توانیم مکان خود را به دست آوریم ولی به دلیل فنی اگر چنانچه ماهواره چهارم را همانند ماهواره‌های ۱ و ۲ انتخاب کنیم به طور قطع فصل مشترک این چهار کره یک نقطه خواهد بود و این نقطه مختصات مکانی ما را نشان می‌دهد، استفاده کنندگانی که در ارتفاعی مشخص قرار دارند (مانند کشتی‌هایی که در سطح دریا واقع باشند) به سهولت می‌توانند با استفاده از دو ماهواره مکان خود را تعیین نمایند. در این حالت کره زمین را می‌توان جایگزین ماهواره سوم کرد و از یک مرحله محاسبه مسافت صرف‌نظر نمود، بدین ترتیب این فرصت جهت انجام سایر محاسبات قابل بهره‌برداری بوده و عملاً مکان‌یابی افزایش می‌یابد. بنابراین مبنای کار GPS استفاده از ماهواره به عنوان مرجعی جهت یافتن موقعیت در هر نقطه زمین می‌باشد سایر مسایل این سیستم صرفاً جزئیات تکنیکی هستند که به سرعت و دقت و سهولت عمل موقعیت‌یابی کمک می‌کند.

روش محاسبه مسافت از ماهواره

مهم ترین مسأله اساسی در سیستم موقعیت یاب جهانی GPS داشتن میزان مسافت از ماهواره است. بنابراین استفاده از تکنیک های پیشرفته به منظور محاسبه مسافت امری اجتناب ناپذیر است ایده اصلی این موضوع براساس همان معادله سرعت نور در مدت زمان تاخیر استوار است. سیستم GPS بدین صورت کار می کند که گیرنده کاربر مدت زمانی طول می کشد تا امواج رادیویی از ماهواره به او برسد و آن را اندازه گیری می کند. همان طور که می دانید امواج رادیویی با سرعت نور حرکت می کند و بدین ترتیب با حاصل ضرب اندازه گیری شده در سرعت نور مسافت خود را تا ماهواره به دست می آورد و این کار حداقل بایستی برای ۳ ماهواره مشخص، صورت گیرد. بنابراین برای اندازه گیری زمان رسیدن به سیگنال باید از ساعت های خیلی کوتاه باشند، زیرا امواج با داشتن سرعت نور خیلی سریع حرکت می کنند. مثلاً اگر ماهواره ای دقیقاً در بالای سر ما باشد حدود ۶۰ میلی ثانیه طول می کشد تا امواج رادیویی آن به ما برسد دقت ساعت گیرنده های GPS حدود نانو ثانیه می باشد. یک

مبنای کار GPS استفاده از
ماهواره به عنوان مرجعی
جهت یافتن موقعیت در هر
نقطه زمین می باشد.

اختلاف زمانی بین کپی کد GPS ایجاد شده در بر گیرنده با اصل کد رسیده از ماهواره وجود دارد که با ضرب کردن آن در سرعت نور شبه فاصله به دست می آید، این روش با هر دو کد A/C, P امکان پذیر هستند.

کدهای تولید شده در بر گیرنده از ساعت خود گیرنده متح می شوند و کدهای ارسالی ماهواره نیز توسط ماهواره ایجاد می شود.

خطای زمانی در هر دو ساعت گیرنده و ماهواره باعث می شود که فاصله اندازه گیری شده با فاصله هندسی بین ماهواره و گیرنده فرق داشته باشد این ساعت ها بسیار دقیق و گران قیمت می باشند و ماهواره ها جهت قابلیت اطمینان بیشتر دارای ۴ ساعت اتمی هستند ولی در گیرنده ها به دلیل گران قیمت بودن این ساعت ها نمی توان از آنها استفاده نمود،

بنابراین از ساعت‌های ارزانتری استفاده می‌شود که در عمل ایجاد اختلاف جزئی در اندازه‌گیری زمان می‌نمایند. البته با استفاده از راه حل‌هایی تصحیح صورت می‌گیرد.

«WAAS چیست؟ (۱)»

سامانه افزایش وسعت محدوده برای گیرنده‌های GPS ترکیبی است از زمین، فضا و تجهیزات ایستگاهی جهت افزایش حدود استاندارد وضعیت‌یابی «GPS» ها. اداره هوانوردی فدرال، و وزارت حمل و نقل، آمریکا مجری تحقیق و توسعه سامانه افزایش فضای پوشی GPS ها است. این سامانه که جهت افزایش دقت در محاسبه مکان توسط دستگاه‌های موقعیت‌یاب ماهواره‌ای ایجاد شده قادر است، سیگنال‌های خطای ناشی از لایه یونسفر، خطاهای زمانی و خطاهای مدارهای ماهواره‌ای را تا حد زیادی کاهش دهد.

سامانه پادشده مرکب از تعداد ۲۵ ایستگاه مرجع زمینی و تعدادی مراکز کنترل ماهواره است. این ایستگاه‌ها می‌بایست خطاهای ناشی از مدارهای ماهواره‌ای و لایه یونسفر و انمفر فضا را تصحیح نمایند. اغلب ایستگاه‌های تصحیح خطا در آمریکا شمالی واقع شده‌اند، ولی کاربران حتی در آمریکای جنوبی نیز قادر به دریافت سیگنال‌های تصحیح شده خواهد بود، اما این سیگنال‌ها در محدوده خط استوا دور زمین به سختی قابل دریافت گیرنده‌های GPS کاربران خواهد بود زیرا وجود درختان و کوه‌ها در خط افق می‌تواند موجب اختلال در مسیر دریافت شود.

«AVL چیست؟ (۲)»

مدیریت واحدهای سیار مکان‌نمای خودکار وسایل نقلیه می‌باشد. با رشد و گسترش روز افزون شهرها، مدیران شهری درصدد برآمدند تا از راه‌های جدیدی جهت نظارت و ساماندهی قوانین مربوط به حمل و نقل در این بخش‌ها استفاده نمایند، یکی از این ابزارها که به نازگی رواج زیادی یافته، سامانه مکان‌نمای خودکار وسایل نقلیه است.

هر واحد دارای یک دستگاه گیرنده تعیین موقعیت ماهواره‌ای GPS است که پس از شناسایی مکان، آن را به وسیله شبکه ارتباطی رادیویی برای ایستگاه مرکزی ارسال می‌نماید. اساس کار این سامانه بر سه جزء اصلی استوار است که عبارت‌اند از:

- توانایی تعیین موقعیت مکانی وسیله نقلیه.
- توانایی ارتباط میان وسیله نقلیه و مرکز کنترل (ایستگاه مبدا).
- توانایی ارسال موقعیت وسیله نقلیه به مرکز کنترل.

اجزای تشکیل دهنده یک سامانه (AVL):

۱- تجهیزات تعیین موقعیت:

(۱-۱) به وسیله دستگاه موقعیت‌یاب ماهواره‌ای (GPS):

«GPS» ها معمول‌ترین نوع مکان‌یاب‌های مورد استفاده در وسایل نقلیه هستند. این گیرنده‌ها جهت برآورد دقیق مکان می‌بایست حداقل سیگنال‌های ارسالی از ۳ ماهواره را دریافت نمایند. اساس سامانه محاسبه تعیین موقعیت در این دستگاه‌ها بر مبنای تخمین فاصله دستگاه گیرنده زمینی تا فرستنده ماهواره‌ای است. ۲۴ ماهواره GPS در فضا وجود دارند که در هر ساعت از شبانه روز و در هر شرایط آب و هوایی اطلاعات مربوط به مکان و زمان را برای گیرنده‌های زمینی ارسال می‌نمایند.

گیرنده واحد سیار GPS؛ در هر سامانه ارسال موقعیت مکانی نیاز به یک گیرنده GPS برای ارتباط با ماهواره‌ها و محاسبه دقیق موقعیت خود دارند. این وسیله توانایی سنجش مکان، زمان، جهت، مسیر و سرعت حرکت وسیله نقلیه را دارا است. البته این کار در GPS های دقیق می‌بایست با خطای ۱ الی ۲ درصد انجام پذیرد.

(۱-۲) به وسیله سامانه (Loran) (۳):

روش دیگر تعیین مکان و وضعیت جابجایی وسایل نقلیه، استفاده از سامانه (Loran) است. این سامانه یک شبکه پرفدورت از فرستنده‌های زمینی تحت نظر گارد ساحلی ایالات متحده آمریکا است. سامانه پادشده بیشتر جهت مکان‌یابی کشتی‌ها و شناورهای

دریایی مورد استفاده واقع می‌شود. گفتنی است سامانه مذکور که از محدوده رادیو - بسامدی پایین استفاده می‌کند قادر است بیش از ۷۵ درصد فضای زمینی و دریایی کشور آمریکا را تحت پوشش قرار دهد.

- امنیت راننده و سرنشینان: در وقایع، حوادث و فوریت‌های پزشکی یا هر وضعیت اضطراری دیگری، راننده تنها با فشار کلید شرایط اضطراری، پیغام هشدار و موقعیت خود را به ایستگاه مرکزی ارسال و اعلام می‌نماید.

- امنیت در مقابل سرقت: در حوادث سرقت سامانه (AVL) کمک شایانی به مکان‌یابی و یافتن وسیله نقلیه مسروقه می‌نماید.

- راهنمایی و هدایت: راهنمایی و هدایت رانندگان برای عبور از مسیرهای نزدیک‌تر، مطمئن‌تر، افزایش سرعت و امنیت ناوگان حمل و نقل و...

پایانه اطلاعات سیار (LORAN)(۴)

نوعی سامانه انتقال اطلاعات بین واحدهای سیار و ایستگاه ثابت است که معمولاً به همراه سامانه مکان‌یابی خودکار وسایل نقلیه (AVL) مورد استفاده قرار می‌گیرد. تبادل داده‌ها در این سامانه نیز از طریق امواج رادیویی انجام می‌پذیرد. به کمک این سامانه‌ها ایستگاه‌های کنترل قادر به ارسال پیام متنی علاوه بر ارتباط صوتی رادیویی برای یک یا گروهی از واحدهای سیار خواهند بود.

اکثر این ایستگاه‌ها دارای یک صفحه نمایش گر بزرگ کریستال مایع (LCD) با قابلیت نمایش کاراکترهای حرفی، عددی تا چندین سطر و همچنین چند کلید جهت کارکرد ساده وجود دارد. معمولاً می‌توان تا چندین پیام کوتاه از پیش تعیین شده را به حافظه دستگاه وارد نمود و در مواقع لزوم فقط با فشار چند کلید متن پیام را به مرکز ارسال کرد.

این دستگاه‌ها معمولاً جهت ارسال پیام‌هایی همچون، اطلاعات مسیر، وضعیت آب و هوای منطقه‌ای، ابلاغ مأموریت و نشانی مورد نظر از طرف مرکز کنترل به کار می‌روند. گیرنده‌های Loran توانایی سنجش از فواصل بسیار دور از ایستگاه فرستنده سیگنال را دارند و نیز آن‌ها نسبت به حوزه‌های الکترومغناطیسی قوی، خطوط انتقال نیرو، خطوط راه آهن و مشابه این‌ها حساس بوده و می‌توانند تحت تأثیر مخرب آن‌ها قرار گیرند و دچار خطا شوند.

۲- تجهیزات ارسال موقعیت:

دومین جزء از سامانه مکان‌یابی خودکار وسایل نقلیه ارسال موقعیت تعیین شده به ایستگاه مرکزی است. جهت ارسال موقعیت و دیگر موارد به ایستگاه پایه نیازمند وجود یک شبکه ارتباطی رادیویی هستیم. اغلب از شبکه‌های سلولی و یا موج کوتاه جهت این ارتباطات استفاده می‌شود. اطلاعات مکانی وسیله نقلیه می‌تواند به طور خودکار برای مرکز کنترل ارسال شود و یا به واسطه سامانه (پایانه اطلاعات متحرک) MDT (۴) برای مرکز ارسال گردد.

۳- تجهیزات ایستگاه مرکزی:

ایستگاه مرکزی نیاز به یک سامانه رایانه‌ای، نرم افزارهای مخصوص به همراه نقشه محلی و یک فرستنده گیرنده رادیویی جهت کارهای زیر دارد:

- مدیریت ارتباطات در شبکه ارتباطی؛
- گزارش وضعیت از تمامی واحدهای سیار؛
- نمایش واحدهای سیار بر روی یک نقشه رایانه‌ای در هر لحظه؛
- ذخیره اطلاعات دریافتی جهت تجزیه و تحلیل در مراحل بعدی.

• موارد کاربرد سامانه‌های (AVL)

مزایای سیستم GPS

- دقت بسیار زیاد در موقعیت‌یابی؛

- داشتن پوشش جهانی؛
 - دارا بودن زمان بندی دقیق؛
 - نداشتن هیچ گونه هزینه برای استفاده کنندگان؛
 - تعیین سرعت در سه محور مختصات؛
 - قابلیت دسترسی همیشگی؛
 - قابلیت کاربردی در هر شرایط آب و هوایی.
- عدم محدودیت در به کارگیری همگانی دقت نسبی IPPM برای طول های کوتاه از ۱ تا ۱۰۰ کیلومتر
- تعیین سرعت در سه محور، زمان، تعیین فاصله سمت و گرای نقطه مبدأ (مقصود توانایی دید همزمان با یک گیرنده)
- ماهواره ابتدا اطلاعات و داده های ناوبری را به پنج ایستگاه کنترل که در مناطق کلرادواسپرینگ، کوآجالین، دبه گوگاریا، آشنش و هاوایی قرار دارند ارسال می کند که در واقع این سیگنال ها ماهواره ها را ردیابی می کنند.
- پس این دستگاه ها اطلاعات خود را به ایستگاه کنترل ماهواره (ایستگاه اصلی که همان کلرادواسپرینگ می باشد) ارسال می کنند که وظایف آن پردازش داده ها ارسال به ماهواره و نظارت بر کنترل روزانه ماهواره است، پس این داده ها به سه آنتن زمینی دیگر ارسال می شود که توسط این آنتن ها اطلاعات کنترل به ماهواره جهت تصحیح ساعت ماهواره، فرامین و دستورات تله متری ارسال می شود به این کار اصطلاحاً ATAUPLOAD شدن ماهواره گفته می شود.

نمونه‌هایی از GPS های دستی

کد کالا	مدل	مشخصات	قیمت (ریال)	تصویر
۵۷۰۱	Etrex	۱۲ کاناله دارای ۵ صفحه ناوبری قابلیت ثبت ۵۰۰ نقطه منبع تغذیه: ۲ عدد د باتری سایر AAA همراه با کیف حمل و نرم افزار دارای یکسال گارانتی تجهیزات جاتی: کابل اتصال به رایانه، شارژر برقی نگهدارنده خودرونی، آنتن خارجی <u>More Information</u>	۱/۵۰۰/۰۰۰	
۵۷۰۲	Etrex Summit	دارای کمپاس (قطب نمای) دیجیتال مجهز به ارتفاع سنج و فشارسنج مجزا ۱۲ کاناله با قابلیت کارکرد در حالت DGPS با فرمت RTCM دارای اطلاعات جغرافیایی شهرهای ایران و جهان دارای سیستم نمایش طلوع و غروب محلی خورشید و ماه قابلیت رسم نمودار تغییر ارتفاع و فشار بر مبنای زمان منبع تغذیه: ۲ عدد باتری همراه با کیف حمل و نرم افزار و دفترچه راهنمای فارسی دارای یکسال گارانتی <u>More Information</u>	۲/۴۰۰/۰۰۰	

کد کالا	مدل	مشخصات	قیمت (ریال)	تصویر
۵۷۰۳	Vista Etrex (عمومی ترین GPS دنیا)	دارای کمپاس (قطب نمای) دیجیتال مجهز به ارتفاع سنج و فشارسنج مجزا ۱۲ کاناله با قابلیت کارکرد در حالت DGPS با فرمت RTCM دارای نقشه کل ایران و جهان دارای ۲۴ مگابایت حافظه جهت انتقال نقشه دلخواه به آن از طریق سی دی Map Source قابلیت کارکرد با آنتن مغناطیسی اکسترنال از نوع بازتابی دارای سیستم نمایش طلوع و غروب محلی خورشید و ماه نشان دهنده پارامترهای Jumpmaster (جدید) دارای دقتی بین ۳ تا ۵ متر همراه با کیف حمل و نرم افزار و دفترچه راهنمای فارسی و کابل اتصال به کامپیوتر دارای یکسال گارانتی <u>More Information</u>	۳/۴۰۰/۰۰۰	
۵۷۰۴	Geko 101 (سبک ترین بی اس دنیا)	۱۲ کاناله دارای ۴ صفحه ناوبری قابلیت ثبت ۲۵۰ نقطه منبع تغذیه: ۲ عدد باتری سایز AAA همراه با کیف حمل دارای یکسال گارانتی تجهیزات جانبی: شارژر برقی، نگهدارنده خودرویی، آنتن خارجی <u>More Information</u>	۱/۵۰۰/۰۰۰	



منابع

۱- داداشی هاشم، ۱۳۸۰، جزوه درسی GPS، دانشگاه امام حسین (ع).

۲- دانشنامه، WWW.AKTARNAMA.COM

- 3- Wide Area Augmentation (WAAS)
- 4- Automatic vehicle Location (AVL)
- 5- Long Range Navigation (Loran)
- 6- Mobile Data Terminals (MDT)