

سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) ^(۱)

از اوایل سال ۱۳۴۰ هـ - ش، تعیین موقعیت بر مبنای سیستم‌های ماهواره‌ای فضایی آغاز گردید. سیستم GPS برای پشتیبانی ناوبری نظامی و نیاز تعیین موقعیت سریع و دقیق در کمترین زمان تکامل پیدا کرد. نیاز گسترده نظامی، پیگیری مستمری را در جهت موقعیت سیستم‌های فضایی به دنبال داشت. یکی از سیستم‌های اولیه و موفق، ماهواره‌های ترانزیت نام دارد. سیستم داپلر ^(۲) متشکل از شش ماهواره است، در ارتفاع قریب ۱۰۰۰ کیلومتری در مسیرهای قطبی به دور زمین گردش می‌نمایند. سیستم‌های Decca، Loran و Sat-Nav از جمله سیستم‌های تعیین موقعیت با کارایی نسبتاً خوب در ناوبری و هدایت در هوا و دریا می‌باشند که قبل از سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS فعالیت داشته‌اند. GPS سیستم کاملی است. طرح اولیه آن در قالب دو پروژه از ۱۹۶۰ میلادی در نیروی هوایی و دریایی آمریکا به تصویب رسیده بود و آغاز فعالیت اساسی آن از سال ۱۹۷۳ توسط وزارت دفاع می‌باشد که با سرعت و توفیق به نتیجه رسید. به طوری که از ۱۹۸۳ میلادی علاوه بر انجام نیازهای نیروهای مسلح برای مصارف غیرنظامی نیز از جمله گسترش شبکه‌های ژئودزی، ناوبری هوایی، فتوگرامتری با کمترین نقاط کنترل زمینی، کاداستر، تغییر شکل پوسته زمین، ناوبری دریایی، هدایت سیستم‌های نقلیه شهری، هدایت ربات (آدم‌واره‌ها) و غیره معرفی گردید.

GPS از سه بخش:

الف) قسمت فضایی (ماهواره)،

ب) ایستگاههای کنترل سیستم و

ج) گیرنده زمینی (کاربران) تشکیل یافته است.

بخش فضایی (ماهواره‌ها)

سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS دارای (۲۱+۳) ۲۴ ماهواره است که در شش مدار هم فاصله دایره‌ای شکل به فاصله بیش از ۲۰۰۰۰ کیلومتر در حرکت هستند که با صفحه استوا زاویه ۵۵° درجه می‌سازند و در هر مدار ۴ ماهواره حرکت می‌کنند. مدت زمان تناوب هر دو ماهواره ۱۲ ساعت است. با این آرایش آسمانی ماهواره‌ها، همواره حداقل ۴ ماهواره از هر جای زمین در یک زمان در دید گیرنده زمینی قرار دارد.

بخش کنترل

این بخش از پنج ایستگاه تشکیل یافته است. وظایف عمده مراکز کنترل عبارت هستند از:

- تعیین موقعیت و هدایت ماهواره‌ای،
- ارسال پیامهای ناوبری به ماهواره،

○ کنترل فعالیت ساعت اتمی هر یک از ماهواره‌ها و

○ کنترل وضعیت صحت ماهواره .

ایستگاهها در سطح زمین پخش شده‌اند: هاوایی، کلرادواسپرینگ^(۳)، جزیره اسنسون^(۴)، دیه‌گوگاریسیا^(۵) و کوآجالین^(۶) در جزیره ماسالی.

از این ایستگاهها سه ایستگاه اسنسون، دیه‌گوگاریسیا و کوآجالین می‌توانند به ماهواره‌ها پیامهایی مخابره کنند و ایستگاههای هاوایی و کلرادواسپرینگ، کنترل ماهواره‌ها را عهده دارند. اجرای ردگیری ماهواره‌ها، محاسبات، انتقال داده‌ها و نظارت بر کنترل روزانه و تعیین موقعیت لحظه‌ای و استفاده از آن جهت برنامه‌ریزی آینده آنها از طریق ایستگاههای کنترل زمینی انجام می‌گیرد.

گیرنده‌ها (کاربران نظامی و غیرنظامی)

دستگاه گیرنده‌ها به طور کلی از سه بخش اصلی آنتن، ساعت اتمی همزمان با ماهواره و پردازنده (مجموعه سخت و نرم‌افزاری) تشکیل یافته است.

اصول GPS

اساس کار در سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS با توجه به وضعیت مشخص هر یک از ماهواره‌ها و سرعت پیامهای ارسالی آنها است موارد ذیل محورهای اصلی سیستم GPS می‌باشد:

- اساس کار GPS بر اساس مثلث‌بندی^(۷) است؛
- برای انجام مثلث‌بندی، بایستی فاصله گیرنده تا ماهواره بر اساس زمان طی شده^(۸) دریافت پیام از ماهواره تعیین شود؛
- جهت اندازه‌گیری زمان طی شده دریافت پیام، نیاز به ساعت‌های دقیق^(۹) همزمان در ماهواره‌ها و گیرنده‌هاست؛
- موقعیت ماهواره‌ها بایستی همواره مشخص باشد و
- تأثیر تأخیر سیگنال‌های GPS در عبور از یونسفر مشخص و در نظر گرفته می‌شود.

اندازه‌گیری با GPS^(۱۰)

ماهواره‌های GPS به صورت اهدافی با موقعیت مشخص در فضا هستند. آنتن گیرنده GPS بر روی نقطه مجهول متمرکز می‌شود. کافی است با اندازه‌گیری فواصل نقطه مجهول تا هر یک از ماهواره‌هایی که در دید گیرنده قرار دارند (حداقل ۳ و یا ۴ ماهواره) به روش تقاطع نقطه مجهول مشخص گردد. به این صورت که نقطه مجهول (محلی که بایستی موقعیت آن مشخص گردد) محل برخورد سه یا چهار کره‌ای است که مرکز هر کدام، یکی از ماهواره‌ها و شعاع هر کره نیز فاصله ماهواره تا آنتن گیرنده است و بر همین

اساس دقت تعیین موقعیت بستگی کامل به دقت تعیین فاصله دارد. با توجه به آنچه اشاره شد مراحل کار عبارت است از:

- استقرار آنتن گیرنده بر روی نقطه مجهول که نیاز به تعیین موقعیت آن است؛
- سیگنالهای رادیویی (پالس های مدوله شده) از هر یک ماهواره دریافت و ضبط می شود و با توجه به سرعت و زمان طی شده دریافت سیگنال، فاصله هر ماهواره تا آنتن گیرنده مشخص می گردد.
- مشاهدات GPS جهت تعیین موقعیت در یک سیستم مختصات کارتیزین که مبدا آن در مرکز زمین است پردازش می شوند و به سیستم مختصات ژئودتیک تبدیل می گردند. □

مهدی مدیری

پاورقی:

- 1) Global Positioning System
- 2) Doppler
- 3) Colorado spring
- 4) Ascension
- 5) Diego Garcia
- 6) Kwayalein

۷) براساس اینکه موقعیت ماهواره ها در فضا معلوم و به عنوان نقاط مرجع در نظر گرفته می شود، پس از مشخص نمودن فاصله هر یک از آنها تا نقطه مجهول بر اساس روش تقاطع موقعیت نقطه مجهول مشخص می شود (ماهواره های GPS در مدارهای خود به دور زمین، هدفیابی در فضا هستند که در محلی معلوم قرار دارد، گیرنده روی زمین قرار می گیرد و آنتن آن روی یک نقطه مجهول متمرکز می شود فاصله این نقطه تا تمام ماهواره های که در دید قرار دارند را تعیین می کند).

۸) تعیین فاصله بر مبنای سرعت پیام و زمان طی شده است، مدت زمانی که طول می کشد تا یک سیگنال رادیویی از ماهواره ای به گیرنده برسد، اندازه گرفته و سپس مسافت از طریق این زمان محاسبه می شود.

۹) نظر به اینکه باید زمانهای خیلی کوتاه اندازه گیری شود لازم است ساعت های همزمان دقیقی در ماهواره و گیرنده منظور شود. چرا که نور دارای سرعت بسیار زیادی است دستگاه اندازه گیری زمان (ساعت دقیق) باید دقت نانو ثانیه (۰/۰۰۰۰۰۰۰۱ ثانیه) اندازه گیری کنند. طراحان سیستم GPS راه کلی که در نظر گرفته اند اینکه ساعت های بسیار دقیق ماهواره ها و گیرنده ها را همزمان نموده اند.

۱۰) شمسی، دکتر حسن: GPS در نقشه برداری (سلسله مقالات)، نشریه علمی فنی سپهر، شماره های ۴، ۵، ۶ و ۷، سالهای ۱۳۷۱-۲.