

ردیابی ماهواره‌های ساکن به وسیله ماهواره‌های GPS

مترجم: مهندس حسین شکری کسمرای

اشاره

ماهواره‌ها که با تکنولوژی پیشرفته، انقلابی در زمینه انتقال اطلاعات در سراسر کره خاکی برپا کرده‌اند متأسفانه از دیدگاه کسانی که با پیچیدگی تکنولوژیهای تازه غریبه هستند، فقط به معنای تصویر تلویزیونی، فیلمهای سینمایی و حداکثر گزارشهای تصویری به آنها توجه دارند، در حالی که ماهواره‌ها می‌توانند اعماق زمین را بکاوند، از دل اقیانوسها خبرهای بکر و ناشنیده بیرون بکشند و حرکتهای ریزترین موجودات کره خاکی را به روشنی ببینند. آنچه در این مقاله می‌خوانید نگاهی علمی و همه جانبه به تکنولوژی ماهواره‌هاست که خود می‌تواند یکی از مؤثرترین ابزار تجاری نیز باشد. ابزاری که دانش به وسیله آن می‌خورشد و عرصه‌های تازه تری از جهان پیرامون را در برابر دیدگان دانشمندان و اهل تحقیق می‌گستراند. منظور از ماهواره‌های ساکن در این مقاله، ماهواره‌های مخابراتی، جاسوسی، هواشناسی و ماهواره‌هایی هستند که برای اهدافی خاص طراحی شده‌اند و در مدار مورد نظر (۳۶ هزار کیلومتری از زمین) قرار داده می‌شوند. شرکتها و یا مؤسسه‌هایی که چنین ماهواره‌هایی را در مدار فوق قرار می‌دهند با استفاده از یک سری از گیرنده‌های زمینی که همان آنتن‌های بشقابی عظیم هستند (با قطری تا حدود ۳۶ متر و با بهره زیاد) برنامه را به سوی ماهواره ارسال می‌کنند. این عمل Uplink خوانده می‌شود و در فرکانسهای ۶ GHZ و یا ۱۵ GHZ انجام می‌شود. ماهواره حامل چندین گیرنده - فرستنده است که به آنها Transponder می‌گویند و وظیفه آنها دریافت سیگنال زمینی، تقویت، تغییر فرکانس و ارسال مجدد آن به سوی زمین است که به طور خودکار انجام می‌شود. به ارسال سیگنال از ماهواره به زمین Down link گویند. Down link به منظور پخش سیگنال تلویزیونی در دو باند فرکانس مایکروویو که به آنها باند C و ku گفته می‌شود انجام می‌گیرد.

باید توجه داشت که برنامه شرکتها از تهیه این نوع ماهواره‌ها این نیست که افراد خصوصی بتوانند از این موقعیت استفاده کنند بلکه همانگونه که می‌دانیم هدف حذف خطوط مایکروویو زمینی و کم کردن مخراب و به دست آوردن پوشش بیشتر است. این شرکتها در هر نقطه‌ای که مقرون به صرفه است اقدام به نصب آنتن بشقابی و سایر لوازم کرده و از آنجا برنامه‌ها را از طریق کابل به مشترکین منتقل یا بعضاً با استفاده از ایستگاههای عادی، برنامه‌هایشان را پخش می‌کنند.

پیشگفتار

تکنیکهای رایج برای تعیین موقعیت نمودن مدار یک ماهواره ساکن، معمولاً با استفاده از اندازه‌گیریهای انجام گرفته از یک یا چند ایستگاه زمینی به‌طور مجزای در زمانهای متفاوت انجام می‌گیرد. پارامترهای اندازه‌گیری شده برای این منظور یکی فاصله ایستگاه زمینی تا ماهواره^۱ و زوایای ارتفاعی و آزیموت (Azimuth) مورد احتیاج گیرنده زمینی از ماهواره ثابت می‌باشند. از آنجاییکه موقعیت ماهواره ثابت نسبت به ایستگاه زمینی به آرامی تغییر می‌کند (یعنی حرکت و جابجایی ماهواره ثابت در روی زمین بسیار ضعیف به‌نظر می‌آید) اندازه و فاصله این مقدار حرکت را نمی‌توان به وسیله روشهای فاصله‌سنجی^۲ و یا روش داپلر (Doppler) تعیین نمود. با تکنیکهای رایج و با استفاده از یک مجموعه اندازه‌گیریهای انجام شده از یک ایستگاه زمینی در یک زمان ثابت، می‌توان موقعیت یک فضا پیمای^۳ را در فضا تا دقت بالای ده متر تجزیه و تحلیل نمود اما به علت قدرت تفکیک پایین و محدودیت در قرائت زاویه، در بعضی مواقع دقت تعیین موقعیت طول و عرض به چندین کیلومتر می‌رسد. از آنجاییکه در یک ایستگاه زمینی ماهواره ساکن همیشه در یک جهت به نظر می‌رسد، دقت بالایی در تعیین موقعیت ماهواره به وسیله اندازه‌گیریهای اضافی نمی‌توان به دست آورد مگر اینکه از ایستگاههای متفاوت زمینی استفاده نماییم و اندازه‌گیریهای انجام شده باید به نحو احسن از هم جداسازی شوند. از اینرو روش فوق قابل ملاحظه است

باند C 4.2 - 3.4 GHZ و 4.7 - 4.4 GHZ
باند ku 14.5 - 10.15 GHZ

GPS عملی است و دور از انتظار نمی‌باشد. دو روش برای حل موضوع فوق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

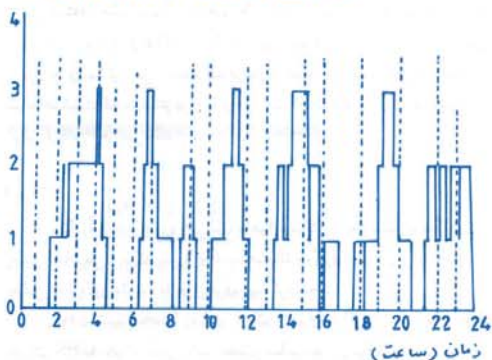
روش اول در این روش فرض بر این است که ماهواره‌های ساکن در یک مدار مشخص می‌باشند و در همان مدار مشخص حرکت می‌کنند و دارای یک سیستم گیرنده - فرستنده امواج و یک سیستم تجزیه و تحلیل گر می‌باشند. به هر حال تکنولوژی فوق هنوز کامل نبوده و احتیاج به مطالعه و آزمایشات بیشتری دارد. از این روش نیز می‌توان برای تعیین موقعیت فضاپیماها یعنی فاصله آنها و موقعیت مدارشان استفاده نمود. در این صورت از انجام کارهای اضافی زمینی کاسته خواهد شد. (منظور از کارهای اضافه زمینی، همان کارهایی که معمولاً در مفرهای پرتاب فضاپیماها برای ردیابی آنها انجام می‌دهند). در این روش، مطالعه اولیه شامل یک ایستگاه زمینی است و فقط برای اهداف فاصله سنجی و فرستادن دستورات^۷ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش دوم در روش دوم با قرار دادن یک فرستنده سیگنال در ماهواره ساکن و دریافت سیگنالهای فرستاده شده از ماهواره‌های ساکن توسط گیرنده‌های GPS^۸ و سپس ارسال آن اطلاعات به ایستگاههای زمینی و با انجام تجزیه و تحلیل^۹ بر روی آن اطلاعات در ایستگاههای زمینی، موقعیت ماهواره ساکن مشخص می‌شود.

تجزیه و تحلیل قابلیت رؤیت^{۱۰}

همانطور که اشاره شد، وقتی ماهواره‌های GPS و ماهواره‌های ساکن تقریباً روی روی یکدیگر و طوری قرار بگیرند که زمین بین آنها قرار گرفته باشد، این حالت هندسی به وجود آمده باعث می‌شود که، در زمانهای مختلف محدودیت دسترسی به تعدادی از ماهواره‌های GPS داشته باشیم (به نگاره ۲ رجوع شود).

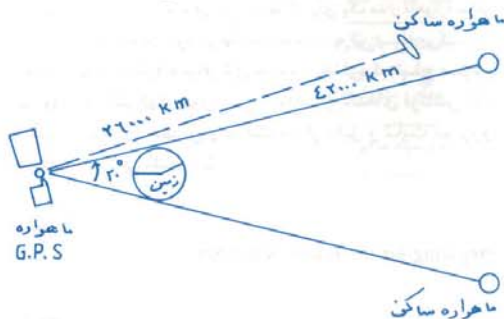
تعداد ماهواره‌ها که G.P.S قابل دسترسی



نگاره (۲): رؤیت ماهواره‌های GPS از مدار ماهواره‌های ساکن

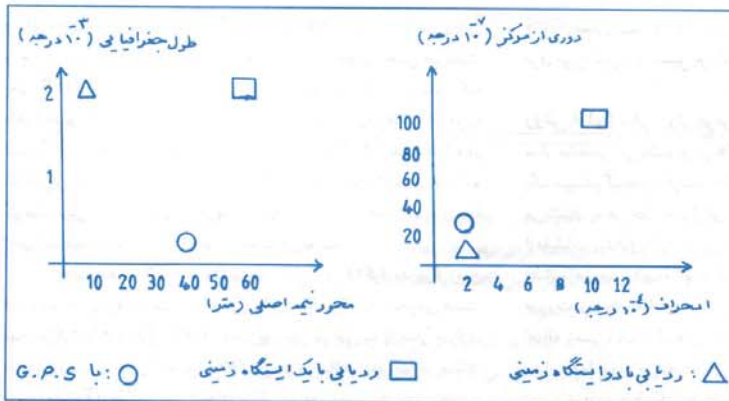
و برای مطالعه و بهبود در دقت ردگیری ماهواره‌های ثابت چه از نظر زمانی و چه از نظر پایین بودن قیمت، استفاده از سیستم جهانی تعیین موقعیت یعنی GPS مناسب می‌باشد. این یک امر شناخته شده می‌باشد که ماهواره‌های GPS سیگنالهای فرستاده شده از یک صورت فلکی (ماهواره ثابت) را که در فاصله دوری از زمین قرار دارد به وسیله ۲۴ عدد ماهواره در کوتاه‌ترین زمان ممکن از تمام نقاط دنیا دریافت نموده و به وسیله تعداد کم گیرنده زمینی آن دریافتها را به تقریب درآورده و با انجام محاسبات به وسیله تجهیزات مجهز خود، آنها را تعیین موقعیت می‌نمایند.

ماهواره‌های GPS در مداری در ارتفاع ۲۶۰۰۰ کیلومتری از زمین قرار دارند که پروید حرکت آنها به دور زمین نصف یک روز نجومی است. مدار حرکت ماهواره‌های GPS نسبت به زمین در مقایسه با مدار حرکت ماهواره‌های ساکن که ۳۶۰۰۰ کیلومتر می‌باشد نزدیکتر می‌باشد. پروید (Priod) حرکت ماهواره‌های ساکن به دور زمین یک روز نجومی است. در ماهواره‌های GPS نقطه فرستنده موج سیستم گیرنده - فرستنده امواج^۴ به طرف زمین است و طوری طراحی شده که در موقعیتهای نزدیک زمین و در زمانی که ماهواره در نزدیکترین حالت به زمین قرار دارد موج می‌فرستد^۵. بنابراین یک ماهواره ساکن می‌تواند فقط سیگنالهای داده شده از یک ماهواره GPS را موقعی دریافت نماید که درست در بالا یا پایین زمین قرار بگیرد (یعنی طوری قرار بگیرد که امواج GPS به آن برسد). اگر فرض شود که یکی از این ماهواره‌های ساکن طوری قرار بگیرد که سیگنالهای فرستاده شده به وسیله ماهواره‌های GPS تحت زاویه ۲۰ درجه ۸ دسی‌بل (Db) باشد برای تعیین موقعیت آن ماهواره ساکن در هیچ زمانی به بیشتر از سه سیگنال نیاز نداریم (به نگاره ۱ رجوع شود).



نگاره (۱) ردیابی یک ماهواره ساکن با ماهواره‌های GPS

با وجود اینکه هندسه حرکت (موقعیت) ماهواره‌های GPS و ماهواره‌های ساکن قویاً با گذشت زمان به طور جدی تغییر می‌کند ولی حرکت نسبی آنها طوری هست که این اجازه را به ما می‌دهد که برای تعیین موقعیت ماهواره‌های ساکن، از تکرار اندازه‌گیری، به روش داپلر استفاده کنیم. با این فرض، ردیابی کردن یک ماهواره ساکن به وسیله ماهواره‌های



نگاره (۳) : مقایسه خطاهای تعیین مدار ماهواره ساکن با GPS در دو حالت؛ ۱) با یک ایستگاه زمینی؛ ۲) با دو ایستگاه زمینی.

ماهواره ساکن دارای یک مانور ارتفاعی شود برای پیدانمودن آن در نمودار ردیابی، احتیاج به ۶ ساعت زمان می باشد تا بتوانیم بعد از تقارب خطوط به دست آمده، موقعیت اصلی ماهواره را روی نمودار نشان بدهیم.

نتیجه

نتایج مطالعات نشان می دهد که ردیابی ماهواره های ساکن به صورت عملی و با استفاده از ماهواره های GPS و همچنین با استفاده از ایستگاههای زمینی با دقتهای مناسب عملی است. چنین سیستمی این اجازه را به ما می دهد که با قیمت کمتری نسبت به سیستم های دیگر بتوانیم با ایستگاههای زمینی موجود کار ردیابی ماهواره های ساکن را انجام بدهیم. کیفیت نتایج به دست آمده در این مطالعه که برای یک مدار ماهواره ساکن آزمایش شده توصیه می شود. توجه شمارامعطوف به این مسئله می کنیم که: **تکنولوژیهای پیشرفته برای نیل به چنین هدفی، احتیاج مبرم و ضروری به تکنیکهای فوق یعنی استفاده از باندهای فرکانس C و ku و گیرنده های حساس و ساعت بسیار دقیق و ثابت بر روی ماهواره ثابت می باشد.** □

منبع

Preparing for the future; Vol.5, No.1.

پاورقی:

- | | |
|------------------|-------------------------|
| 1) Range | 2) Range - rate |
| 3) Space craft | 4) Transponder |
| 5) Illuminate | 6) Processor |
| 7) Telecommand | 8) Receiver |
| 9) Processing | 10) Visibiling analysis |
| 11) Fix | 12) Pin point |
| 13) Correlations | 14) Performance |

اجرا ۱۲

نگاره ۳، اجرای ردیابی یک ماهواره ساکن را به وسیله ایستگاههای زمینی نشان می دهد که پس از صد ساعت اندازه گیری و پردازش و تجزیه و تحلیل اندازه گیریها، نمودارهای فوق تهیه گردیده اند. دقت تعیین فاصله (دوری) یک ماهواره ساکن تا زمین به وسیله سیستم GPS حدود ۵ م می باشد. خطای مطلق تعیین موقعیت ماهواره های ساکن به وسیله ماهواره های GPS حدود ۱۰۰ متر می باشد. چنانچه یک