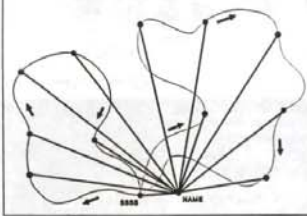


برآورد هزینه نقشه برداری با GPS

مهندس علیرضا آزموده اردلان

Two Rover Kinematic

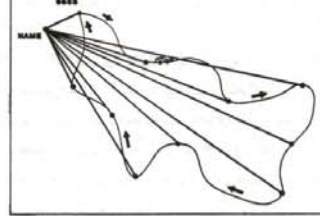


نگاره (۲) با استفاده از دو گیرنده نصب شده بر روی دو وسیله نقلیه می‌توان به روش نیمه جنبشی نگاره (۱) سرعت بیشتری داد.

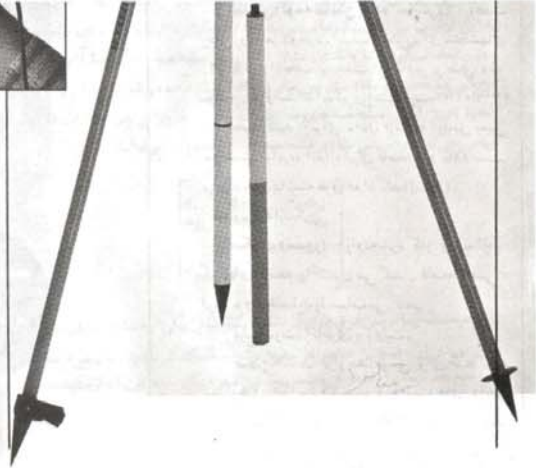


نگاره (۳) گیرنده‌های GPS بسیار سبک بوده و حمل آنها به سهولت صورت می‌گیرد.

One Rover Kinematic



نگاره (۱) با نصب آنتن گیرنده بر روی وسیله نقلیه می‌توان به روش نیمه جنبشی با استفاده از GPS در مدت زمانی اندک مشخصات نقاط بسیاری را، با دقت بیش از روش‌های کلاسیک تعیین کرد.



نگاره (۴) نحوه نصب آنتن GPS بر روی وسیله نقلیه

هدف

منظومه سیستم تعیین موقعیت جهانی (یا به اختصار GPS) در حال حاضر دارای هفت ماهواره فعال بلوک ۲ و شش ماهواره باقیمانده از بلوک ۱ است، و در هر شبانه روز چندین ساعت امکان تعیین موقعیت ژئودزی خوب را فراهم می‌آورند. با دقتی بیش از آنچه که با وسایل نقشه برداری معمول امروزی قابل دستساست. از آنجایی که با GPS نیازی به برقراری دهنه مستقیم بین ایستگاهها وجود ندارد، نقاط کنترل ژئودزی راسی توان با بخشی از هزینه روشهای سنتی ایجاد کرد. بد نیست بدانید که در سال ۱۹۸۶، در آمریکا برندگان بیش از ۲۰۰ میلیون دلار جایزه نقدی برای کسانی که نقشه برداری ماهواره‌ای را اختراع کردند، بدین خاطر تصویب می‌شود داشتن اطلاعاتی در رابطه با هزینه کار با GPS می‌تواند برای کلیه شرکتها و مؤسسات دستاورد کارپروژه‌های نقشه برداری مفید واقع گردد.

پیشگفتار

حال قبل از پرداختن به هزینه‌ها شایسته است به ذکر چند نکته در خصوص نقشه برداری با GPS بپردازیم:

* در حال حاضر GPS دارای هفت ماهواره فعال است^۱، با امکان رؤیت همزمان ۵ ماهواره^۲ به مدت ۴ تا ۶ ساعت در روز.

* در طی این زمان با هر گیرنده می‌توان دو یا سه مشاهده^۳ و دقیقه‌ای انجام داد.

* نقشه برداری با GPS صرفاً به صورت نسبی انجام می‌گیرد، بدین خاطر در هر نوبت مشاهده می‌بایست یک گیرنده روی ایستگاهی با مشخصات معلوم مستقر باشد. به این ترتیب با سه گیرنده در هر نوبت مشاهده می‌توان دو نقطه کنترل جدید به وجود آورد.

* در تعیین موقعیت نسبی لازم است تمام گیرنده‌ها حداقل چهار ماهواره یکسان را همزمان تعقیب کنند.

* GPS نیاز به نیروی انسانی زیادی ندارد. هر اکیپ می‌تواند تنها از یک نفر تشکیل شود.

* به طور متوسط با سه گیرنده GPS در یک نوبت کار ۸ ساعته می‌توان چهار تا شش نقطه کنترل جدید به وجود آورد.

* نقاط کنترل می‌توانند موقعیت دلخواه داشته و وجود دید مستقیم بین آنها الزامی نیست.

* شرایط جوی هیچگونه خللی در انجام کار پدید نمی‌آورد. بنابراین پس از تکمیل ماهواره‌های GPS می‌توان در تمام روزهای سال به طور پیوسته به تعیین موقعیت پرداخته، نقاط ژئودزی جدیدی به وجود آورد.

نرخی که برای کار نقشه برداری در آمریکا در نظر گرفته می‌شود معمولاً بین ۶ تا ۷ دلار در ساعت برای یک اکیپ نقشه برداری چهار نفره است (این قیمت شامل وسایل معمولی کار و هزینه‌های اضافی است، که از مشتریان اخذ می‌گردد) در کالیفرنیا این نرخ برای یک اکیپ دو نفره ۶ تا ۱۲ دلار در ساعت است. در تعیین هزینه کار با GPS در مقایسه با نقشه برداری معمولی می‌بایست سه فرق اساسی زیر را در نظر گرفت:

(۱) قیمت وسایل بیشتر است. قیمت برآوردش اطلاعات نیز جزء هزینه خرید گیرنده محسوب می‌گردد.

(۲) به وسایل نقلیه بیشتری نیاز خواهد بود، برای هر نفر یک وسیله نقلیه، چون اکیپ نقشه برداری با GPS یک نفری است.

(۳) هر چند که یک مریگر را نیز می‌توان برای کار با GPS تعلیم داد، انجام محاسبات آن با افرادی با آموزش و سطح اطلاعات بیشتر نیاز خواهد داشت.

از آنجایی که قیمت گیرنده GPS بیشتر از وسایل معمولی است، زمان مستهلک سازی قیمت آن نیز طبعاً بیشتر خواهد بود. برخی از شرکتها ۳ و برخی ۴ سال را برای این منظور در نظر می‌گیرند.

سال ۱۹۸۷ را شاید بتوان سال تجدیدنظر در مورد نقشه برداری با GPS دانست. آن عده‌ای که عقیده داشتند: «می‌بایست میرگر کرد تا ماهواره‌های GPS کامل شده و قیمت گیرنده‌های آن با این آمده آنگاه اقدام به خرید گیرنده GPS کرد»، معاهد گردیدند آن کسانی که در سالهای ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ اقدام به خرید گیرنده GPS نمودند. نخستین کسانی خواهند بود که پس از تکمیل ماهواره‌های GPS از آن بهره خواهند جست. چرا که آشنایی با همه جنبه‌های نقشه برداری با GPS کمتر از اخذ یک مدرک فوق لیسانس در نقشه برداری نیست.

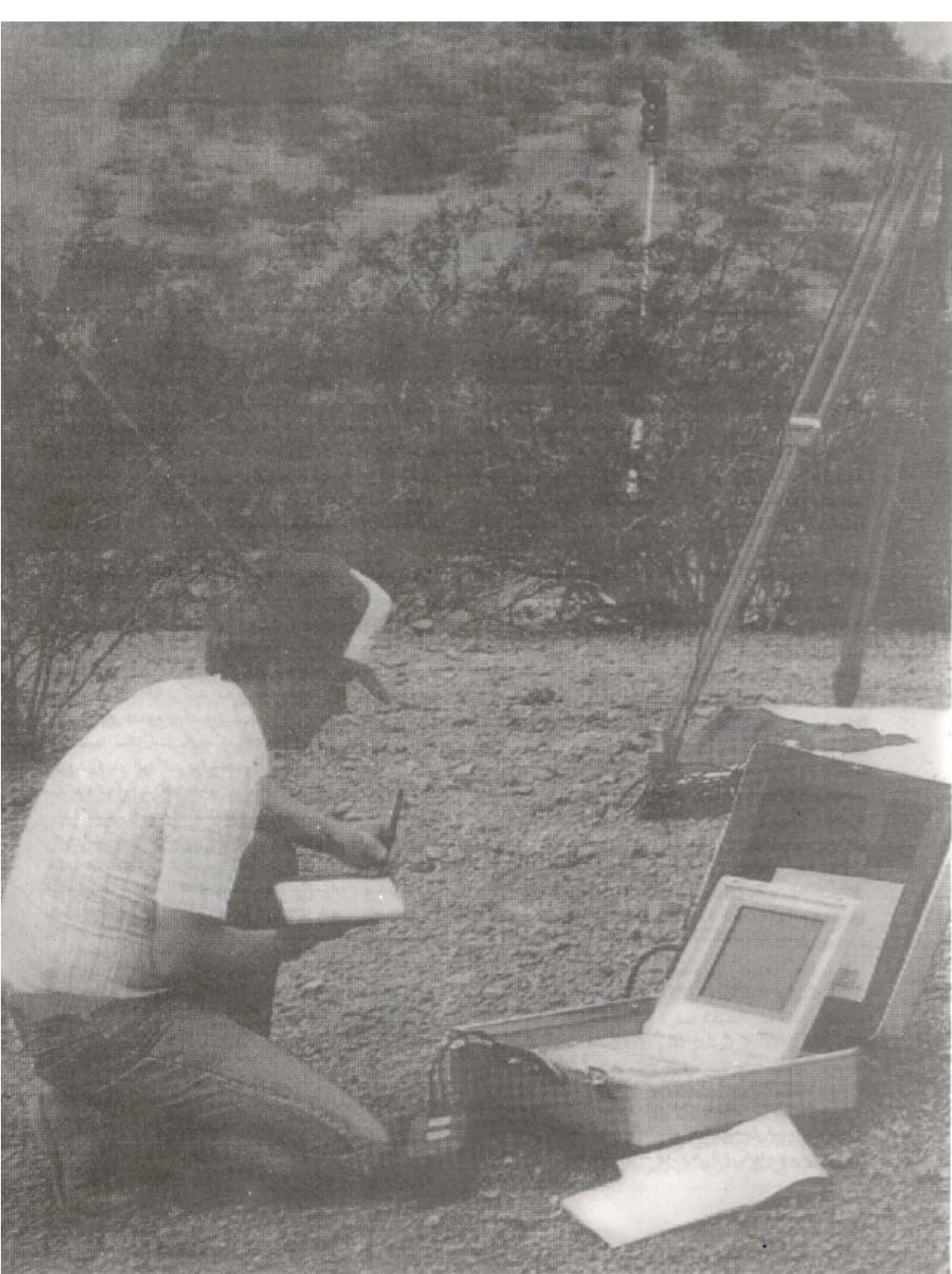
یک شرکت نقشه برداری که دارای تودولیت و طولیاب متصل شونده به آن است، با اندکی آموزش اضافی می‌تواند با دستگاه‌های «توتال استیشن» کار کند. اما اگر چه می‌توان یک مریگر خوب را طی ۶ روز کار با GPS تعلیم داد، یک شرکت نقشه برداری متوسط نمی‌تواند در کمتر از ۶ ماه به جنبه‌های عملی مختلف کار با GPS و سرچشمی شبکه با آن تسلط یابد. به طوری که یکی از استفاده کنندگان GPS می‌گوید: «در خرید به موقع گیرنده GPS راه همگامی وی را با پیشرفتهای نقشه برداری گشوده است.»

خوبیها ممکن است بگویند که GPS وسیله‌ای برای ایجاد نقاط کنترل است و شرکت‌های آنها کمتر درگیر نقشه برداری کنترل می‌باشند، این در حالی است که اکثر این شرکتها دارای سیستمهای «فیلد تولیفیش»^۴ می‌باشند، که با برنامه کامپیوتری مختصات نقاط مشاهده را تعیین می‌کنند. این درست همان کاری است که GPS انجام می‌دهد. به جرات می‌توان گفت که GPS جز در نقشه برداری توپوگرافی، می‌تواند با کلیه روشهای معمول نقشه برداری از لحاظ هزینه و زمان اجرای عملیات به رقابت برخیزد. مطالب گردآوری شده در این مقاله می‌تواند راهنمایی جهت تعیین هزینه کار با GPS باشد.

نقشه برداری با GPS

در ایالات متحده آمریکا اکیپ نقشه برداری معمولاً شامل چهار نفر است^۵ و وسایلی که به کار برده می‌شوند دارای طیف وسیعی است که از ترانزیت مهندسی و زنجیرهای مساحی شروع شده و به دستگاه‌های الکترونیکی توتال استیشن کامل با حافظه ذخیره اطلاعات گسترش می‌یابد. به عنوان دو روش نقشه برداری برای ایجاد نقاط با همی توان از یکمایش و تعیین موقعیت شعاعی (تریف و تقاطع) نام برد، که هر دوی آنها در قلمرو دید مستقیم اند.

نقشه برداری با GPS را می‌توان با دو دستگاه گیرنده و دو نفر انجام داد. توجه داشته باشید که استفاده از تعداد گیرنده‌های بیشتر راندمان کار را بالایی برد.



دقت مورد نیاز کار نقشه برداری را مشخص کنید. اگر در حد نقشه برداری درجه دو است، و ۴ دقیقه تا یک ساعت مشاهده در هر ایستگاه مورد نیاز خواهد بود. برای نقشه برداری درجه یک این زمان حداقل ۱/۰ ساعت است. بر اساس طول و عرض جغرافیایی منطقه نموداری از ماهواره های قابل رؤیت در ۲ ساعت شبانه روز بر حسب ارتفاع و آزیموتشان رسم کنید. این نمودار شما را در انتخاب زمانی که ماهواره در بهترین وضعیت هندسی است پاری خواهد کرد. با انتخاب چنین زمانهایی برای مشاهده می توان در حداقل زمان ممکن به بیشترین دقت دست یافت.

طوری عملیات را برنامه ریزی کنید که مشخصترین ایستگاه از نظر دستیابی، در چندین مشاهده ثابت باقی بماند. یعنی گیرنده پس از استقرار بر روی این ایستگاه در چندین نوبت مشاهده نسبی تغییر داده نشود. مشخص کنید که در یک روز حداکثر می توان چند نوبت مشاهده انجام داد. تعداد نقاط کنترل جدیدی که در یک روز می توان ایجاد کرد به صورت زیر قابل محاسبه است.

تعداد نوبت مشاهدات ممکن \times (تعداد ایستگاه های انجام مشاهدات نهایی یک) هزینه هر گیرنده در روز را با استفاده از یک زمان مستهلک سازی قیمت معقولانه و فاکتور کاربرد انتصابی خودتان محاسبه کنید. هزینه هر وسیله نقلیه در روز را حساب کنید. مزد کار یک شخص در روز را محاسبه کنید. مجموع هزینه های مربوط به گیرنده، وسیله نقلیه، و عامل را در تعداد گیرنده های مورد استفاده ضرب کرده و درصدی را بعنوان هزینه های پیش بینی نشده و منفعت به آن اضافه کنید. حاصل تقسیم این عدد بر تعداد نقاط کنترلی که در روز ایجاد می گردند، برآوردی از میزان هزینه بر ایستگاه است. نیازی به در نظر گرفتن فاکتور هوا نیست، چرا که GPS سیستمی مستقل از شرایط جوی است.

برای اینکه مقایسه ای بین هزینه GPS و روشهای معمول نقشه برداری داشته باشید مشخص کنید که هر ایکب نقشه برداری در روز می تواند چه میزان پیمایش انجام دهد. نکته جالب توجه در اینجا آن است که با GPS هزینه ایجاد نقاط در فواصل ۱ تا ۳ کیلومتری یکسان است، در حالی که با روشهای سنتی هزینه ایجاد نقاط با فواصل ۳ کیلومتری دو برابر هزینه ایجاد نقاط به فواصل ۱ کیلومتر است. بعلاوه با GPS می توان مختصات ارتفاعی را همزمان با مختصات سطحی بدست آورد. در مورد دقت مختصات ارتفاعی حاصل از GPS این نکته شایان توجه است که اگر مثلاً دقت مختصات سطحی در حد شبکه های درجه یک باشد، دقت مختصات ارتفاعی در حد شبکه های درجه دو بوده و موارد دیگر نیز به همین ترتیب قابل ارزیابی می باشند.

در آمریکا هزینه ای که شرکت های معتبر برای GPS در نظر می گیرند بر حسب دقت مورد نیاز، بین ۰.۵ تا ۸۰ دلار بر نقطه است. شما نیز با استفاده از راهتیبهای فوق هزینه بر نقطه کار با GPS را برای شرکت خود محاسبه کنید و با هزینه آخرین پنج نقطه کنترلی که با روشهای معمول انجام داده اید مقایسه کنید و ببینید آیا استفاده از GPS برای شرکت شما باعث کاهش هزینه های می گردد یا خیر؟

اگر بخواهیم فرمولی را برای منفعت کار با GPS در نظر بگیریم، می توان چنین گفت که اگر یک مجموعه ۱۰۰ دلار^۱ از گیرنده های GPS در ۱ درصد اوقات یا بیشتر برای یک شرکت کارسرد داشته باشد، آن شرکت می بایست سریعاً نسبت به استفاده از GPS در پروژه های خود اقدام کند. البته

در این مورد نظرات متفاوت است به عنوان مثال برخی برای گیرنده های ۰.۰ / . . . دلاری (که حداقل دو گیرنده از این نوع مورد نیاز خواهد بود) استهلاك قیمت سه ساله، با ۱۲٪ کاربرد را سودزایی دانند. برای مقایسه نقشه برداری سنتی با GPS سه کار نقشه برداری ذیل را در نظر می گیریم.

کار ۱: ایجاد ۲ نقطه کنترل در فواصل حدود ۳ کیلومتر؛
 کار ۲: ایجاد ۲ نقطه ارتفاعی و سطحی، جهت تهیه نقشه توپوگرافی از طریق فتوگرامتری در منطقه ای به وسعت ۱ تا ۵ کیلومتر مربع؛
 کار ۳: ایجاد نقاط کنترل در چهار گوشه کلیه املاک افراد یک کشور.
 کار ۴: با استفاده از سه گیرنده GPS در یک هفته انجام پذیر است، با دقت ارتفاعی در حد ۳ سانتیمتر.
 کار ۵: سه گیرنده ۴ روز وقت می برد، در حالی که با روشهای معمولی نیازمند ۵/۰ هفته کار است.
 کار ۶: مسووریتی است که تنها با استفاده از GPS امکان پذیر است.

معمولی ترین استفاده ای که برای GPS می توان در نظر گرفت، بست پیمایش است. پیمایشهای بازی را که با وسایل نقشه برداری معمولی صورت می گیرند، می توان با قرار دادن دو گیرنده در ابتدا و انتهای پیمایش، به پیمایش بسته تبدیل ساخت. نتایج بسیار رضایت بخشی از این روش بدست آمده است، به عنوان مثال در این مورد تجربه یک شرکت آمریکایی در استفاده از این روش به منظور پیاده کردن مسیر یک فیبر نوری به طول ۰.۰ کیلومتر ذکر می گردد. این شرکت در اجرای پروژه محوله نقاط کنترلی را با GPS در فواصل حدود ۴ کیلومتر ایجاد کرده و بین آنها را با توتال استیشن پیمایش نموده است. بنا بر اظهار این شرکت نتایج حاصله بسیار مطلوب بوده اند.

سوال بجایی که معمولاً مطرح می شود آن است که GPS دارای چه دقتی است؟ به طور کلی برای بالا بردن دقت نقشه برداری با GPS کافی است که زمان مشاهده را افزایش دهند. به عنوان مثال اگر در طی یک ساعت مشاهده بتوان به دقت 10PPM رسید، با افزایش زمان میزان مشاهده به ۲ یا ۴ ساعت، دقت را می توان به 4PPM یا بیشتر افزایش داد. فرمولی قطعی برای محاسبه هزینه نقشه برداری با GPS وجود ندارد، اما راهتیبهای بالایی می توانند در این رابطه مفید واقع شوند.

1) Global Positioning System (GPS)

- ۱) این اطلاعات مربوط به زبان نگارش مقاله، اول آوریل سال ۱۹۹۰ است.
- 2) تئودولیت الکرونیکی مجهز به طولیاب که همزمان می تواند زاویه و طول را اندازه گیری کند.
- 3) Fielc to Finish: شما مشاهده می توان مختصات ایستگاههای نقشه برداری را تعیین کرد.
- ۴) جزود کالیفرنیا که از آنجا کپیهای نقشه برداری و دفتر استفاده می شود.
- ۵) منظور هفت ماهواره فعال بلوک ۲ در زمان نگارش مقاله، اول آوریل ۱۹۹۰ است.
- ۶) برای تعیین موقعیت سه بعدی لازم است حداقل ۴ ماهواره به صورت همزمان رؤیت شوند.
- ۷) منظور از نوبت مشاهده ۱ تا ۵ دقیقه مشاهده پیوسته در یک ایستگاه در وضعیت ساکن است.
- ۸) مجموعه شامل سه گیرنده

منابع

Chong, Dr. Albert, 1987. "The Steps to GPS". The professional Surveyor, Volume 7, # 6, pp. 24 - 27, Falls Church, VA 22046
 Collins, Dr. James, 1987, "Global Positioning System 2 The Economics", P. O. B. Seminars, 87, P. O. B. Publishing Company, Wayne, KI 48 184