حل سریع ابهام GPS

با LAMBDA

نویسندگان: Pauldelong and Cjmtiberius
برگردان: رقیه گل‌وری

تعیین موقعیت دقیق و سریع GPS برای ناوبری، نقشه برداری و ژئودزی نیاز به راه حل فاز حامل با تفاضل دوگانه انتگرال دارد. راه حلی را که برای رفع این مشکل درنظر گرفته‌اند روش تعدیل جداسازی همبستگی کمترین مربعات LAMBDA می‌باشد از اینرو LAMBDA را برای حل سریع ابهامات GPS در نظر گرفته‌اند.

در این مقاله نتایج عملی برای تعیین موقعیت و حل ابهام برای چندین ابزار ارائه گردیده است.

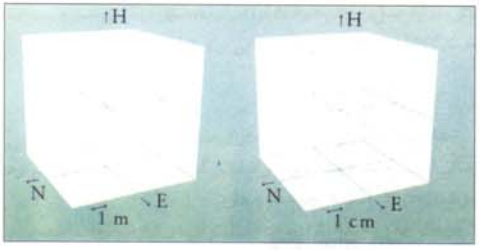
در سال ۱۹۹۳، Peter Teunissen پروفسور ژئودزی ریاضی Delft, LAMBDA را به عنوان راه حل تفاضل دوگانه، معرفی کرد. روش LAMBDA اجرا گردید و شرح و کد آن طبق آدرس اینترنتی:

Internet - site of MGP: http : //
WWW.geo.tudelft.nl/mgp/

قابل دسترسی می‌باشد.

روش LAMBDA، در ۶۰ دانشگاه، مؤسسات و شرکتها استفاده گردید.

نگاره ۱



نگاره ۲ - پراکندگی چپ، حل شناور و پراکندگی راست حل ثابت برای ۱۲/۷Km خط مبنای ۱۵۰۲۸ می‌باشد. یک مبناء در هر ۳۰ دقیقه ارائه می‌گردد. می‌توان با ۵۰ دقیقه، ۱۰۰ آزمایش را انجام داد که از فاز و کد فرکانس دوال ۷ ماهواره استفاده می‌شود.

تعیین دقیق موقعیت نسبی

برای اینکه GPS را برای تعیین موقعیت دقیق استفاده کنیم، حداقل به دو گیرنده نیاز داریم، که یک گیرنده متحرک و یکی دیگر مرجع می‌باشد. موقعیت گیرنده متحرک نسبت به گیرنده مرجع تعیین می‌گردد. با دو گیرنده یک خط مبنا وجود دارد و با گیرنده‌های r شبکه خطوط مبنای (r - 1) وجود دارد.

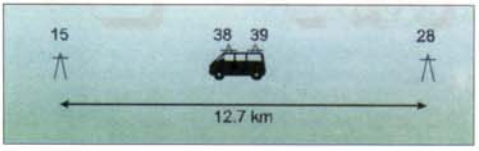
فرض کنیم که پردازش کد GPS (شبه فاصله) و فاز حامل قابل رؤیت بر حسب روشهای تفاضلی، دوگانه انجام می‌گردد. دراین صورت، ساعت گیرنده و ماهواره به‌کار نمی‌رود و فقط سیستم مختصات خطوط مبنا، ابهامات تفاضلی دوگانه و تأخیرات احتمالی تروپوسفریک و یونسفریک را خواهیم داشت که تأخیرات یونسفریک و تروپوسفریک را برای مسافتهای کوتاه (کمتر از ۱۰ km) در نظر نمی‌گیرند.

روش LAMBDA

روش LAMBDA بر اساس حل شناور است، به این صورت که LAMBDA تخمینهای کمترین مربعات انتگرال را برای ابهامات محاسبه می‌نماید. ابتدا، ابهامات تغییر شکل می‌یابند بنابراین همبستگی دو جانبه آنها کاهش می‌یابد، بعد از آن جستجو در ناحیه بیضوی انجام می‌گیرد تا مناسبترین نقطه شبکه را انتخاب نمایند. با محدود کردن ابهامات به مقادیر انتگرال، حل ثابت نهایی برای مختصات مبناکسب می‌شود.

تعیین موقعیت ثابت با GPS

نگاره (۲) موقعیت ۳ بعدی پراکندگیها را برای خط مبنای ثابت km ۱۲/۷ در نگاره (۳) نشان می‌دهد. مختصات بر حسب سیستم ارتفاع، شمال، شرق محل توضیح داده می‌شوند. هر راه حل فقط بر اساس یک مبدأ اطلاعات می‌باشد. (بنابراین تعیین موقعیت آنی می‌باشد). در این مورد، ۱۰۰ آزمایش انجام گردیده است و هر کدام با یک علامت مشخص شده‌اند. نقاط کوچک، تصاویر روی دیوارهای شبکه هستند. پراکندگی سمت چپ، شامل راه حل‌های شناور می‌باشد و پراکندگی سمت راست، شامل راه حلهای ثابت می‌باشد، در حالت اول، ابهامات انتگرالها با استفاده از روش LAMBDA حل می‌شوند. نگاره (۲) به وضوح نشان می‌دهد که با تعیین نمودن ابهامات می‌توان دقت دقیق را کسب نمود. (شبکه سمت چپ مقیاس ۱m و شبکه سمت راست مقیاس ۱cm می‌باشد). مختصات دقیق تقریباً با عامل ۱۰۰ در این مثال اصلاح می‌شود.

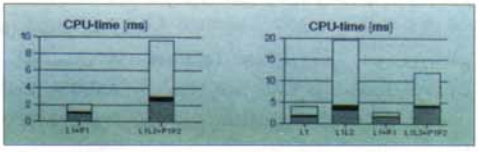


نگاره ۳

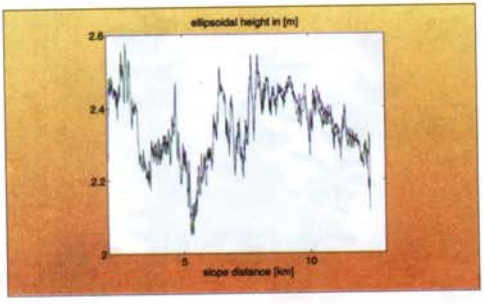
نگاره (۴) زمان محاسبهٔ واحد پردازش مرکزی (cpu) را برای تخمین ابهام انتگرال نشان می‌دهد. زمان بر حسب میلی ثانیه در یک کامپیوتر شخصی مدل pc - ۴۸۶ 66 MHz می‌باشد، نمودار سفید (در نگاره (۴)) زمانی راکه برای تبدیل جداسازی همبستگی لازم است را ارائه می‌نماید، نمودار سیاه جستجوی بهترین نقطه شبکه را انجام می‌دهد و نمودار خاکستری محاسبات باقی مانده را انجام می‌دهد.

در مجموع زمانی که برای محاسبه استفاده می‌شود بسیار کم است. نمودار سمت چپ زمان کمتر از میلی‌ثانیه را برای مشاهدات قابل رؤیت فرکانس تک و زمانی در حدود ۱۰ میلی ثانیه را برای فرکانس دوگانه نشان می‌دهد. (هر دو راه حلهای مبنای تک می‌باشند).

نگاره سمت راست ۴ حالت را نشان می‌دهد (اولی و دومی حالتهای فقط فاز هستند) که از ۲ مبنا با مدت زمانی ۱۰s استفاده می‌کنند. زمان cpu به تعداد ابهامات بستگی دارد، (با فرکانس تک ۱۶ ابهام و با فرکانس دوگانه ۱۲ ابهام وجود دارد).



نگاره ۴ - زمان CPU برحسب میلی‌ثانیه برای تخمین ابهام انتگرال، نگاره چپ حل آنی با کد و فاز، نگاره راست، مدت زمان ۱۰S بدون کد و با کد می‌باشد.



نگاره ۵ - ارتفاع بیضوی وانت در مسیر رفت و برگشت

نقشه برداری کینماتیک با GPS

در روش کینماتیک مخصوصاً در ناوبری، ممکن است که گیرنده دوم متحرک باشد. طبق نگاره ۳ خطوط مبنای کینماتیک از گیرنده ثابت ۱۵ تا گیرنده متحرک ۳۹ در وانت محاسبه می‌گردد، که وانت مسیر رفت و برگشت را بین دو ایستگاه با سرعت ۴km/h طی می‌کند. نقطه برگشت در حدود ۱۲ کیلومتری از مرجع ۱۵ می‌باشد. ارتفاع بیضوی آنتن در وانت با استفاده از مشاهدات قابل رؤیت تک فرکانسه و ۷ ماهواره محاسبه می‌گردد. نگاره (۵)، ارتفاع در مقابله فاصله شیب را نسبت به گیرنده ۱۵ نشان می‌دهد. اگر چه وانت مسیرهای متفاوتی را در دو مسیر رفت و برگشت طی می‌کند، اما به نحو مؤثری سازگاری وجود دارد. تنها بخشهای کمی هستند که با اختلاف سانتی متری کم اتفاق می‌افتند. این مثال نشان می‌دهد که دقت سانتی متری در ارتفاع ممکن می‌باشد.

در آزمایش کینماتیک، که در حدود ۴۰ دقیقه به طول انجامید به علت فقدان کامل قفل، هر دقیقه شبیه سازی شده است. میزان تخمین دقیق ابهامات تفاضلی دوگانه در جدول ۱، ارائه گردیده است.

تعیین موقعیت شبکه با GPS

اطلاعات کل ۴ گیرنده در شبکه ۳ با هم پردازش می‌شوند. از یک خط مبنا به خط مبنای دیگر محاسبه صورت نمی‌گیرد بلکه بیشتر تطبیق شبکه انتگرال انجام می‌گیرد. این مطلب نشان می‌دهد که همهٔ ابهامات باید با استفاده از فاز و کد فرکانس دوگانه انجام می‌گیرند که با این روش ابهامات به طور چشمگیری حل می‌شوند.

نگاره (۶) هیستوگرام اختلافات بین مقادیر ثابت و شناور را برای ابهامات نشان می‌دهد. با تعدیل هیستوگرام سمت راست، همه اختلافات پایین پیم سیکل هستند. بنابراین تخمینهای انتگرال می‌توانند از طریق رند کردن به دست آیند. با وجود این، جستجو را در ناحیه بیضوی انجام دادیم تا راه حل کمترین مربعات انتگرال را به دست آوریم، رند کردن ممکن است بهترین راه حل ارائه شود اما تضمین نمی‌کند (!).

جدول ۱: میزان موفقیت تعیین ابهام با استفاده از اطلاعات فاز و کد

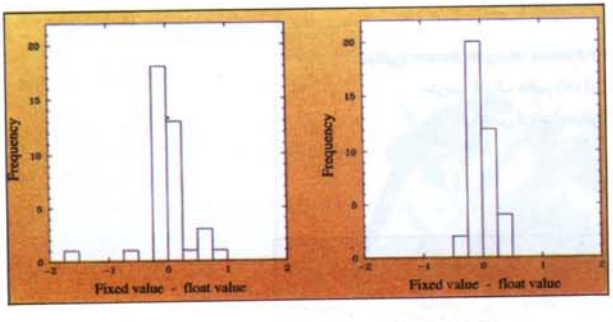
تعداد ماهواره	فرکانس	میزان موفقیت	مدت زمان
۵	L_1	٪۳۸	۳۰s
۷	L_1	٪۷۸	آنی (۵s)
۵	$L_1 5 L_2$	٪۱۰۰	آنی (۵s)

در یک کامپیوتر شخصی مدل ۴۸۶، برای تبدیل و جستجو به طور تقریبی ۰/۲s زمان صرف می‌شود.

هم اکنون ۶ ابهام شناور خارج از فاصله سیکل ۰/۵ - تا ۰/۵ + وجود دارد. زمانی که برای جستجو نیاز است به ترتیب ۲ الی ۳ دقیقه است.

نتیجه

در این مقاله چندین نمونه عملی از تعیین موقعیت دقیق GPS و تفکیک ابهام ارائه گردیده است. تأکید بر حل سریع و کارآمد ابهامات با روش LAMBDA می‌باشد. کارآیی به وسیله تبدیل جداسازی همبستگی به دست می‌آید و از طریق زمان محاسبه بسیار سریع، در کامپیوتر شخصی متوسط ارائه می‌گردد.



نگاره ۶ - هیستوگرام تخمینهای ابهام با کد و فاز فرکانس دوال: مقادیر ثابت منهای شناوری در سیکل محورهای افقی، (هیستوگرام چپ) ابهامات اصلی، هیستوگرام راست، ابهامات تغییر یافته با LAMBDA می‌باشد.

اگر چه زمان محاسبه ممکن است مسئله اصلی برای پردازش خط مبنای تک (معمولاً با ۴ تا ۱۲ ابهام) نباشد. اما همانگونه که در مثال دیدیم زمان محاسبه می‌تواند شبکه کینماتیک محلی را با دهها ابهام و شبکه‌های ناحیه‌ای GPS را با صدها ابهام همزمان تخمین بزند.

انتقال ابهامات ممکن است مزیت دیگری نیز داشته باشد. ابهامات انتقال یافته بیشتر جداسازی همبستگی می‌شوند و با هم تکنیکهای تخمینی مثل رند کردن، اندازه گیریهای احتمالی محسوس را برای هدف اعتبار بخشیدن به ابهام توسعه می‌دهند که در سازمان ما، هم اکنون در زمینه اعتبار بخشیدن به ابهام پیشرفتهایی در جریان است.