کاربرد تکنولوژی GPS برای اندازه گیری جابه‌جایی‌ها

جابه‌جایی سازه‌های بلند در اثر بادهای ضعیف

نویسنده: Peter Breuet
برگردان : رقیه گل‌وری

خلاصه

سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS، به منظوراهداف نظامی مثل تعیین موقعیت تک نقطه‌ای وناوبری توسعه یافته است . اولین کاربردهای غیرنظامی GPS برای اهداف ژئودزی، شامل اندازه گیری خط مبناباستفاده ازروشهای دیفرانسیلی می باشد.

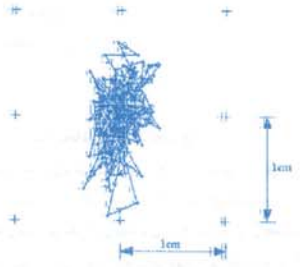
زمانی که سیستم‌های سازه‌ای بلندکنترل می شوند، می توانیم تکنولوژی GPS رابه عنوان یک روش اندازه گیری جابه‌جایی هامعرفی کنیم .

دراین مقاله، ۲ آزمایش به منظورارزیابی دقت اندازه گیریهاباستفاده از GPS ارائه گردیده است . همچنین، ارزیابی توانایی GPS برای اندازه گیری کمترین حرکات برج تلویزیونی Stuttgart ودودکش بلندصنعتی نیروگاه (Opole) دراثربادهای ضعیف ارائه گردیده است .

مقدمه

جابه‌جایی ساختمانهای بلند(برج ها)، دودکش‌های بلندیادکلهای تلویزیونی دراثربادهای ضعیف، زلزله وتغییرات دما ایجادگردیده است . به طورکلی، زمانی که بخواهیم جابه‌جایی‌سریع سازه‌هاراندازه گیری نماییم، اغلب روشهای ژئودزی کلاسیک مناسب نمی باشد.

ازطرف دیگر، روشهای فیزیکی نیزباستفاده ازشتاب منیع، چندین مشکل رابه همراه داردازجمله به پردازش نهایی باضریب مجتمع سازی مضاعف نیازمی باشد. بنابراین، توصیه می گرددکه جابه‌جایی‌های انواع مختلف سازه‌هارابه طورمستقیم تعیین نماییم .

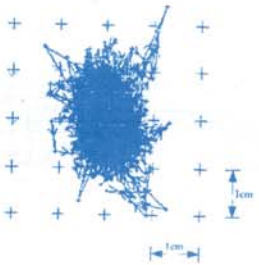


نگاره (۱): نقاط داده‌ای از اندازه گیری‌های min - ۳۰ نقطه دائمی - نسبت‌های نمونه‌های 1Sps

اساساً، تکنولوژی GPS برای نقشه برداری ثابت وکینماتیک وهمچنین برای نقشه برداری توپوگرافی استفاده می شود. درژئودزی ونقشه برداری علاوه بربروشهای مشاهداتی ثابت، ازروشهای مشاهداتی کینماتیک نیزاستفاده می گردد. درروشهای کینماتیک تنهاانتهای یک خط مبنا(ایستگاه مرجع) بایدثابت باشددرحالی که انتهای دیگرخط مبناوایستگاه مرجع مجازبه حرکت می باشد.

روشهای مشاهداتی کینماتیک رامی توان برای تعیین موقعیت‌های وسایط نقلیه، همچنین درمهندسی راه وساختمان برای اندازه گیری

جابه‌جایی‌های سازه‌هابه همراه یک دوره زمانی طولانی استفاده کرد.



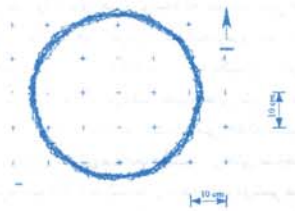
نگاره (۲): نقاط داده‌ای از اندازه‌گیریهای h - ۱۶ یک نقطهٔ ثابت - نسبت‌های نمونه‌گیری ۱Sp/۳۰

درطی چندسال گذشته، مطالعات زیادی دررابطه بااحتمال استفاده از (GPS) برای اندازه‌گیری جابه‌جایی‌های سازه‌های بلندانجام گردیده است. که این مطالعات دررابطه باکاربرد(GPS) برای اندازه‌گیریهای ثابت یادینامیک جابه‌جایی‌های سیستم‌های سازه‌ای درامریکاارائه شده است.

مادراین تحقیقات، ازتکنولوژی (GPS) به منظورارزیابی دقت وصحت اندازه‌گیریهای یک نقطه ثابت واینکه یک نقطه به طورچرخشی یادورانی حرکت کند، استفاده کرده‌ایم. که درنتیجه دقت بالای این اندازه‌گیریها (GPS) رابرای اندازه‌گیری نوسانات محیط اطراف دکلهای تلویزیونی در (Stuttgart) ودودکش‌بلندصنعتی در (Opole) که درنتیجه بادهای ضعیف ایجادگردیده است، استفاده می کنیم.

آزمایشاتی برای ارزیابی دقت اندازه‌گیریهای (GPS)

به منظورتعیین وارزیابی روشهای کینماتیک با(GPS) دوآزمایش انجام گردیده است که یک روش مشاهداتی کینماتیک درپرواز(KOF) است. که دراین روش به مرحله ابهام فازاولیه نیازنیست یعنی اینکه ایستگاه متحرک مجازاست فوراً بعدازوصل شدن حرکت کند. به منظورحل ابهام، ثبت ۱۰۰ تا ۳۰۰ نقطه اطلاعاتی ضروری می باشد، که کلیه آزمایشات انجام شده در خطوط مبناباطولهای متفاوت ۱۰ مترتا۱۰ کیلومتراجراگردیده است. همچنین، نتایج بدست آمده دردقت مستقل ازفاصله بین ایستگاه مرجع ومتحرک بوده وتنهاتعدادماهواره‌های قابل رؤیت وتوزیع هندسی ماهواره‌هابرای کسب تعیین موقعیت دقیق حائزاهمیت می باشد.



نگاره (۳): نقاط داده‌ای از اندازه‌گیریهای 3m یک نقطه که به طور چرخشی با سرعت زاویه‌ای ثابت حرکت می‌کند. نسبت‌های نمونه‌ای 1sps

هدف اصلی ازانجام این آزمایشات تشخیص نویزطبیعی ایستگاههای مرجع می باشد. به این دلیل به دوروش متفاوت بررسی انجام گرفته است. ابتدااایستگاه متحرک رادریک نقطه معلوم ثابت کرده‌اندوسپس ایستگاه متحرک رادراطراف یک دایره ثابت حرکت داده‌اند.

دراولیـــن آزمـــایش، یک نـقطه مشـخص وثـابت رادرزمـین بـه منظوراندازه‌گیری موقعیت ایستگاه مرجع انتخاب می کنندوسپس دستگاه(GPS) راکه ازنوع (Leica 300) می باشدبه این نقطه متصل می نمایند. نگاره‌های (۱و۲)، تصاویراندازه‌گیریهایی است که برای ثبت‌های نمونه‌ای متفاوت ارائه شده است، یعنی یک نمونه دردقیقه(1SPS) ویک نمونه در 30S(1SP/30S) وبرای اندازه‌گیریهای مختلف زمانی، یعنی به ترتیب (3min) و (16h) می باشد.

سیگنالهادرهردونگاره (۱و۲) دارای نـویزهستند، لذادقت و صحت آزمایشات تخمینی می باشد. تعدادنقاط داده‌ای درنگاره (۱) برابر با۱۸۰ ودرنگاره (۲) برابربا۱۹۲۰ است. که این روندمخصوص سیستم (GPS) درعرض جغرافیایی ۴۹۰ وبرای دستگاه ماهواره‌های (NAVSTAR) است. برطبق ردیابی‌ماهواره‌های (NAVSTAR) درزاویه میل ۵۵ هیچ ماهواره‌ای دریک بخش خاص شمالی درزوایت نمی‌باشدوبه همین دلیل است که ژئومتری ماهواره درجهت شمال- جنوب ضعیف‌ترازشرق - غرب است.

نگاره (۴): ایستگاه تلویزیونی اشتوتگارت

در دومـین آزمـایش، دسـتگاه(GPS) رادرلبـه سـتون افقی وصـل مـی‌کنندکه بـه طورچرخشی بایک سرعت زاویه‌ای ثابت حرکت می‌کند. شعاع ستون ۲۴۴cm است وسـرعت زاویـه‌ای(6cyclemin) وسـرعت خطی نقطه در انتهای شعاع (24cm/s) است.

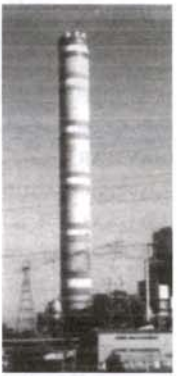
نگـاره(۳) کـلیه نـقاط داده‌ای رادرطـول اندازه گـیریهای (3min) کـه نسـبتهای نـمونه ای(1SPS) می‌باشد را نشـان می‌دهد.

در هر دو آزمایشات، در اندازه گیری (3min) فاصله بین دستگاه (GPS) و متحرک و دستگاه(GPS) مرجع از ۱۰، ۱۰۰،۲۵۰،۱۰۰۰،۵۰۰۰تا ۱۰۰۰۰m تـغییر مـی‌نماید.تـا از ایـن طـریق وابستگی فـاصله طـول خـط مبنای دستگاه(GPS) متحرک و دسـتگاه (GPS) مـرجع رادردقت انـدازه‌گیریها بدست آورند. دو دستگاه سیستم (GPS) بـرای کـلیه فـاصله‌هابه کـارگرفته می‌شود. برای هردوسیستم (GPS) وبرای کلیه فواصل بـه کـارگرفته شـده، انحرافات استاندارداازاطلاعات نـمونه گـیری درجـهت شـعاع چـرخشـی

محاسبه می‌شوند که از ۲ تا ۶ میلی متر متغیر می‌باشد که این اختلاف وابسته به تعداد ماهواره قابل رؤیت (از ۵ تا ۸) است.

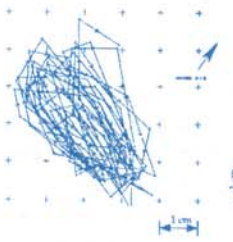
آزمایشات (GPS) ازدکلهای تلویزیونی ودودکش بلندصنعتی در برابر بادهای ضعیف

بعدازآزمایشات اولیه، ازروشهای مشاهداتی (GPS KOF) برای دکلهای تلویزیونی ودودکش صنعتی به کارگرفته شد. دراولین آزمایشات، نوسانات محیط اطراف برجهای تلویزیونی راکه دراثربادهابه وجودآمده است رااندازه‌گیری می‌کنند.



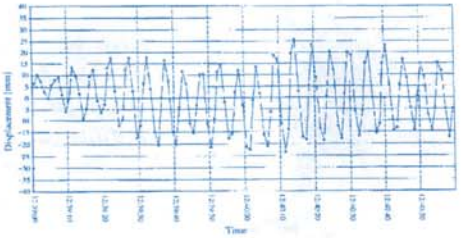
نگاره (۵): دودکش کارخانه‌های نیروگاه Opole

(نگاره(۴))، ودردومین آزمایش، نوسانات محیط اطراف دودکش صنعتی به ارتفاع ۲۵۰ متراکه درنیروگاه (Opole) واقع شده رااندازه‌گیری می‌کنند (نگاره(۵)). که دراین آزمایشات دستگاههای (GPS) رابه یک نقطه بالای سکوی برج تلویزیونی که تقریباً ۱۵۵ متربالای سطح زمین است برای ناظران ودیگری رادربالای دهانه دودکش وصل می‌کنند. همچنین، دستگاه(GPS) مرجع درفاصله ۴۵۰ متراز هرسازه‌ای واقع شده است.



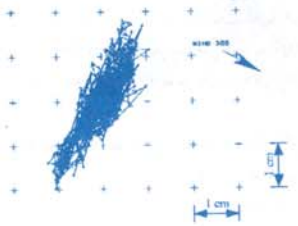
نگاره (۶): نقاط داده‌ای در طول اندازه‌های ۲۰min از حرکات برج تلویزیونی اشتوتگارت (نقطه‌ای در ارتفاع ۱۵۵m بالای سطح زمین است). نسبت‌های نمونه‌ای ۱Sps

نگاره(۶)، نقاط داده‌ای حرکات مرجع تلویزیونی (Stuttgart) رادرطول اندازه‌گیری (20min) (1005801999) باسرعت بالای (7m/s) رانشان می‌دهدکه نسبت نمونه گیری (1SPS) می‌باشد. نگاره(۶) نمونه‌ای ازحرکت بیضوی دکل تلویزیونی رانشان می‌دهدکه جابه‌جایی بادبه صورت مخالف تقریباً به مقدار ۴ سانتیمتر همچنین، جابه‌جایی بادبه صورت مجاوربرابر۲/۵ سانتیمتراست. نگاره(۷) روندزمانی نوسانات رادرجهت بادمخالف نشان می‌دهد. با ۳ یا ۴ نقطه داده‌ای، مابین مثبت ومنفی دامنه‌ها کشیدن این نگاره راامکان پذیر می‌سازدکه بسیارشبیه به یک سینوس موجی بایک فرکانس ثابت (0.2HZ) است که این مقدارازطریق (Leonhard) اندازه‌گیری می‌شود.



نگاره (۷): تاریخچه زمانی نوسان برج تلویزیونی اشتوتگارت در جهت باد مخالف

نگاره(۸) نقاط داده‌ای حرکات دودکش بلندصنعتی رابه مدت زمانی (110min) باسرعت بادی از ۶ تا ۱۰m/s نشان می‌دهدهمچنین حرکت بیضوی یکسان نیزدردودکش بلندصنعتی مشاهده می‌گردد.



نگاره (۸): نقاط داده‌ای اندازه‌گیریهای ۱۱ min از هر دودکش صنعتی (نقطه به ارتفاع ۲۴۵m بالای سطح زمین) نسبت‌های نمونه‌ای ۱sps

نتیجه‌گیری

۱ - ارزیابی توانایی(GPS) برای اندازه‌گیری کمترین حرکات ساختارهای سازه‌ای دراثربادهای ضعیف به اثبات رسیده است که آزمایشات وبررسیهای بیشتردر این زمینه باید در آینده انجام گیرد.

۲ - برای اندازه‌گیریهای کنترل واکنش سیستم‌ساختاری، به یک دوره زمانی طولانی نیاز می‌باشد که چنین داده‌های می‌تواندبه ماکمک نمایدتابتوانیم سیستم هشداردهی وزمان واقعی راتوسعه دهیم تااز این طریق بتوانیم مشخصات اولیه حرکات خطرآفرین راپیدانماییم و شاید بتوانیم ازیک فاجعه عظیم جلوگیری نماییم که امکان استفاده تکنیکی از طریق دوآزمایش انجام شده دردکل تلویزیونی ودودکش بلندصنعتی تأئیدشده است.

۳ - نتایج آزمایشات مادردونوع سازه نشان می‌دهدکه تکنولوژی (GPS) فرصتهای زیادی رابرای مطالعه جابه‌جایی‌های ساختارهای بلندکه براثربادهای قوی ایجادگردیده‌اند، به وجودمی‌آوردوباسرعت‌سنج می‌توان نسبتهای جابه‌جایی نسبی رادرزمان آنی وبادقت کافی اندازه‌گیری کرد.