

GEONET

شبکه ایستگاههای دائم GPS ژاپن

مؤلف:

Tetsuro Imakiere⁽¹⁾

مترجم: مهندس لطفاله عمادعلی

کارشناس ارشد ژئودزی (اداره نقشه برداری خوزستان)

I-emadali@ahvaz.ncc.ir

مقدمه

GEONET (شبکه مشاهدات زمینی GPS) شبکه ملی GPS ژاپن و شامل ۱۲۰۰ ایستگاه دائم GPS بوده که در حال حاضر بزرگترین شبکه GPS در جهان می باشد.

این شبکه توسط سازمان جغرافیایی ژاپن و به منظور تعیین تغییر شکل های پوسته ای و کنترل ژئودتیک ایجاد شده است. اخیراً به منظور تسریع در فرآیند مربوط به مونیتورینگ تغییر شکل پوسته ای و نیز افزودن این وظیفه به عنوان یک زیرساخت اجتماعی برای سرویس های تعیین موقعیت آبی و کاربردهای دیگر، قابلیت تعیین موقعیت آبی نیز به این شبکه اضافه شده است.

در این مقاله، بطور خلاصه به بررسی تاریخچه، سیستم شبکه، کاربردها و دورنمای شبکه در آینده می پردازیم.

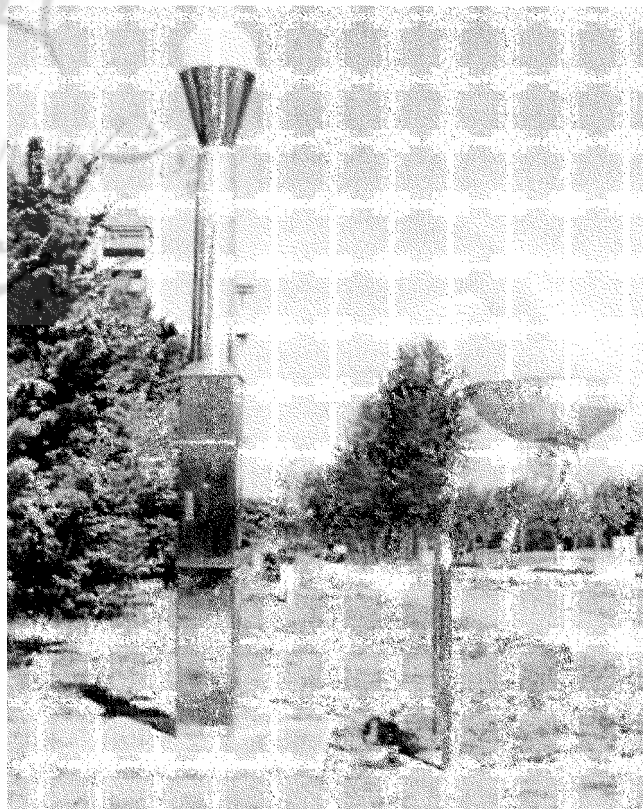
تاریخچه تکاملی شبکه

شبکه دائم GPS ژاپن توسط موسسه GSI از سال ۱۹۹۳ و با ۱۱۰ ایستگاه در منطقه Tokai و South Kanto ایجاد گردید. این شبکه صرفاً به منظور تعیین تغییر شکل های پوسته ای در این منطقه ایجاد گردید. از سوی دیگر، شبکه GPS ملی ژاپن شامل ۱۰۰ ایستگاه در سال ۱۹۹۴ ایجاد و در اول اکتبر همان سال راه اندازی شد.

سه سال بعد، در چهارم اکتبر سال ۱۹۹۴ زمین لرزه ای در منطقه East off Hokkaido با بزرگی ۸/۱ ریشتر به وقوع پیوست و فقط دو روز طول کشید تا جابجایی های ناشی از زمین لرزه که به ۴۰ سانتی متر می رسید با استفاده از مشاهدات این شبکه GPS اندازه گیری و برآورد گردد. این روش در مقایسه با روشهای نقشه برداری کلاسیک بسیار سریع، دقیق و کارا می باشد. از آنجایی که کارایی این شبکه در آشکار سازی جابجایی های ناشی از حوادث لرزه ای / آتشفشانی بعدی از جمله زمین لرزه ۱۹۹۵ کوبه به اثبات رسید،

چکیده

GEONET (شبکه مشاهدات زمینی GPS) که شامل ۱۲۰۰ ایستگاه دائم می باشد، بزرگترین شبکه GPS در جهان است. این مقاله بطور خلاصه به بررسی تاریخچه، سیستم، کاربردها و چشم انداز آینده شبکه می پردازد.



GSI تصمیم به یکی کردن دو شبکه موجود گرفته و به منظور آشکار سازی جزئیات بیشتری از تغییر شکل های پوسته ای به تدریج ایستگاههایی را به این شبکه اضافه نمود.

GEONET

GEONET شامل ۱۲۰۰ ایستگاه مشاهده دائم GPS بوده و ایستگاه مرکزی آن در GSI واقع در Tsukuba می باشد.

فاصله متوسط بین ایستگاههای مشاهداتی در حدود ۲۰ کیلومتر می باشد. هر ایستگاه بصورت پیلاری با بلندی ۵ متر با فونداسیونی به عمق ۲ متر بوده که از جنس فولاد ضد زنگ (استیل) ساخته شده و در بالای آن یک آنتن GPS در محفظه مخصوصی نصب شده است.

نوع آنتن استفاده شده در بیشتر ایستگاهها Chock ring می باشد. سایر تجهیزات شامل یک گیرنده GPS دو فرکانسه، دستگاههای ارتباطی، باتری ذخیره (UPS)، تیلت متر و غیره همگی در بدنه پیلار قرار گرفته اند.

در مناطقی که خط Broadband موجود می باشد، بیشتر ایستگاهها از طریق پروتکل اینترنتی VPN (شبکه مجازی خصوصی) دارای یک IP-Connection بوده و سیگنالهای دو فرکانس فاز حامل و گد ماهواره های GPS با فرکانس 1HZ بصورت آنی به ایستگاه مرکزی ارسال می گردد. اطلاعات همچنین با نرخ نمونه برداری ۳۰ ثانیه و برای چند روز در حافظه گیرنده ذخیره می شوند تا چنانچه بنا به هر دلیل ارسال آنی اطلاعات با مشکل مواجه شد، از اطلاعات ذخیره شده استفاده گردد.

در ایستگاههایی که امکانات خط Broadband موجود نمی باشد، اطلاعات با نرخ ۳۰ ثانیه جمع آوری شده و هر ۳ ساعت از طریق خط تلفن یا ارتباطات ماهواره ای ارسال می گردند.

ایستگاه مرکزی وظیفه کنترل عملکرد ایستگاهها، ارتباطات و ارسال اطلاعات، مدیریت و بایگانی اطلاعات، آنالیز و غیره را بر عهده دارد. اطلاعات بانرخ برداشت یک ثانیه می توانند با نرم افزاری از نوع RTK پردازش شوند. این اطلاعات برای مدت دو هفته در حافظه کامپیوتر ذخیره شده و سپس پاک می شوند.

اطلاعات یک ثانیه ای ذخیره شده بلافاصله به اطلاعاتی با نرخ ۳۰ ثانیه تبدیل شده و پس از تبدیل شدن به یک فرمت مشترک، در بانک اطلاعاتی بایگانی می گردند. اطلاعات ۳۰ ثانیه ای بایگانی شده در آنالیزهای معمول مورد استفاده قرار می گیرند. سه نوع آنالیز معمول بر روی اطلاعات صورت می پذیرد: آنالیز فوری (quick)، آنالیز سریع (rapid)، و آنالیز نهایی (final)، آنالیز فوری تقریباً بصورت آنی (real-time) هر سه ساعت و با استفاده از اطلاعات شش ساعته انجام می گیرد.

آنالیزهای سریع و نهایی از اطلاعات ۲۴ ساعته برای پردازش استفاده کرده و لذا از آنالیز فوری دقیق تر می باشند.

در پردازش های فوری و سریع از محصولات Ultrarapid (اولیه) ایستگاههای IGS استفاده می شود که شامل اطلاعات مداری محاسبه و پیش بینی شده ماهواره های GPS با استفاده از شبکه جهانی ایستگاههای IGS

بوده و از اطلاعات مداری منتشر شده بسیار دقیق تر می باشند. آنالیز نهایی اطلاعات دو هفته بعد و با استفاده از محصولات نهایی IGS که دقیق ترین اطلاعات افمریز موجود برای مطالعات GPS می باشند، انجام می گیرد.

جوابهای هر سه روش آنالیز در بانک اطلاعاتی ذخیره می گردند. جوابهای آنالیزها را می توان به چندین روش بر روی صفحه مونیتر نمایش داده و یا پرینت نمود.

بعنوان مثال، می توان بردارهای جابجایی مسطحاتی / ارتفاعی نقاط و یا نمودار سریهای زمانی مؤلفه های بیس لاین ها را با انتخاب ایستگاهها، بیس لاین ها و دوره زمانی چاپ نمود. نتایج همچنین در سایت اینترنتی با آدرس <http://mekira.gsi.go.jp/ENGLISH/index.html> موجود می باشند.

کنترل تغییر شکلهای پوسته ای

GEONET نقش عمده ای را در فعالیتهای ژئوفیزیک ایفا کرده است. بویژه با توجه به تعدد و تراکم ایستگاهها، دقت بالا و پیوستگی مشاهدات انقلابی را در فعالیتهای مونیترینگ تغییر شکل های پوسته ای مجمع الجزایر ژاپن بر پا کرده و دانش جدیدی را در شاخه تکتونیک و مکانیزم رویدادهای لرزه ای و آتشفشانی ایجاد نموده است.

با استفاده از نتایج تغییر شکل های پوسته ای که از اندازه گیریهای شبکه GEONET بدست آمده اند، مدل های اولیه و ناقص زمین لرزه ها تعیین شده اند. یکی از نمونه های اخیر مربوط به زمین لرزه سال ۲۰۰۳ در Off-Tokachi با بزرگی ۸ ریشتر می باشد که در تاریخ ۲۶ سپتامبر ۲۰۰۳ در جنوب شرقی جزیره Hokkaido واقع در شمال ژاپن به وقوع پیوست. تغییر شکل پوسته ای ناشی از این حادثه در کل منطقه Hokkaido در حد چندین سانتیمتر بود. در نزدیکترین ایستگاه به مرکز زمین لرزه تغییر شکلی در حدود ۹۰cm مشاهده شد که ناشی از تغییر شکلهای حاصل از پس لرزه ها و در حدود ۱۵cm برای ۶ ماه بوده است. مدل اولیه لغزش های حاصل از پس لرزه ها از نتایج GEONET به دست آمده و تصویری از وقایع زیرزمینی آنی را ارائه می دهد.

انفجار آتشفشان Usu واقع در Hokkaido یکی از نمونه هایی است که کارایی شبکه GEONET در کاهش خطرات را نشان می دهد. لرزشهای متعدد به وقوع پیوسته در زیر آتشفشان در مارس ۲۰۰۰ بعنوان نشانه ای از انفجار در نظر گرفته شد.

چند روز قبل از انفجار مارس ۲۰۰۰، انبساط جزئی آتشفشان توسط شبکه GEONET آشکار شد. این افزایش حجم سپس تبدیل به کاهش حجم شدیدی شد و یک روز بعد انفجار آتش فشان بوقوع پیوست. به محض اینکه جریان ماگما (گدازه های آتشفشانی) به نزدیکی سطح زمین برسد، انحرافات در اندازه گیریها ملاحظه می شود.

این نتیجه مشاهدات یکی از مهمترین دلایلی بود که دولت را متقاعد به هشدار و اعلام خطر برای انتقال اهالی از مناطق اطراف آتشفشان به پناهگاه نمود. بخاطر همین اعلام قبلی بود که در جریان این انفجار هیچکس زخمی

یا کشته نشد.

سطح وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نمونه‌ای دیگر در این خصوص، فعالیت‌های لرزه‌ای / آتشفشانی جزیره Miyake و منطقه اطراف آن در تابستان سال ۲۰۰۰ می‌باشد. شبکه GEONET بوضوح تغییر شکل پوسته‌ای مرتبط با انفجار آتشفشان Oyama در جزیره Miyake واقع در ۲۰۰ کیلومتری جنوب توکیو و پس لرزه‌هایی که در شمال جزیره بوقوع پیوست، را آشکار ساخت. طی این انفجارهای آتشفشانی و زمین لرزه‌ها تغییر شکل‌های پوسته‌ای قابل ملاحظه‌ای مشاهده شده است: جزیره Miyake نزدیک به یک متر نشست کرد؛ از سوی دیگر فاصله جزایر Kozu و Niijima بیش از یک متر افزایش یافته است.

GEONET مکانیزم جابجایی پوسته‌ای را نه تنها در مواقع زلزله و انفجار آتشفشانی نمایان ساخته است، بلکه تغییر شکل ثابت جزایر ژاپن را نیز آشکار ساخته است، نتایج مشاهدات سالیانه بخوبی حرکت صفحه تکتونیکی پیرامون ژاپن را نشان می‌دهد. یکی دیگر از موارد جالبی که توسط GEONET کشف شده است، زمین لرزه‌های آرام می‌باشد که شامل شکستگی‌های خیلی آرام و بدون ارتعاشات لرزه‌ای همراه با تغییر شکل پوسته‌ای می‌باشد. با روشهای نقشه برداری کلاسیک و لرزه نگاری نمی‌توان چنین جابجایی‌هایی را آشکار نمود. در سال ۱۹۹۶ برای اولین بار در Boso Peninsula شبکه GEONET رویداد یک جابجایی کند را آشکار نمود. از آن تاریخ به بعد چندین نمونه از چنین رویدادهای کندی توسط GEONET آشکار شده‌اند. یکی از مهمترین این رویدادها در پائیز سال ۲۰۰۰ در منطقه Tokai به وقوع پیوست. از آنجایی که منطقه وقوع این حادثه در مجاورت محدوده فرضی گسل مرتبط با زمین لرزه Tokai می‌باشد و احتمال وقوع زمین لرزه در آینده وجود دارد، لذا این رویداد توسط GSI بدقت مورد ارزیابی قرار گرفت.

پس از بررسی دقیقی که بر روی اطلاعات GEONET صورت گرفت، می‌توان برآورد نمود که محدوده لغزش تدریجی در زیر زمین و نیز افزایش تدریجی این محدوده - که از نتایج شبکه GEONET تعیین شده است تا محدوده فرضی گسل امتداد نداشته و این مسئله در درک مکانیزم زمین لرزه‌های بزرگ بسیار مهم می‌باشد.

سیستم مرجع ژئودتیک و کنترل ژئودتیک

با استفاده از تکنیک‌های فضائی، چارچوب مرجع ژئودتیکی جدیدی به نام مبنای ژئودتیک ژاپن ۲۰۰۰ (JGD2000) توسط GSI ایجاد شد. به کمک این مبنای، سیستم ژئوستریک با اتصال به چارچوب مرجع جهانی و از طریق نقاط مشاهداتی VLBI (Very Long Baseline Inter Ferometry) تحقق پیدا می‌کند. در واقع GEONET نقش شبکه پشتیبان اصلی JGD 2000 را ایفا نموده و موقعیت نقاط ژئودتیک قدیمی از قبیل نقاط مثلث بندی را تحکیم می‌کند. بمنظور انتخاب و تصویب چارچوب ژئودتیکی جدید به عنوان سیستم مرجع ملی، لایحه نقشه‌برداری و دیگر قوانین دولتی مربوطه بازنگری شدند و هم اکنون ایستگاههای GEONET به عنوان علائم نقشه برداری بنیادی در تمامی فعالیت‌های نقشه برداری و تعیین موقعیت در

سرویس اطلاعات

GSI مشاهدات شبکه GEONET را به منظور ارائه به کاربران در نقشه برداری‌های ژئودتیک و ناوبری آماده نموده است. اطلاعات مربوط به یک ساله اخیر از طریق سایت اینترنتی GSI قابل دسترسی می‌باشند. اطلاعات قدیمی‌تر نیز بصورت CD در آرشیو موجود بوده و در صورت تقاضا از طریق E-Mail یا نامه و پرداخت مبلغ مورد نظر به جامعه نقشه برداران ژاپن (JAS) ارائه خواهند شد.

اطلاعات آنی ارسالی از بیش از ۹۰۰ ایستگاه GEONET امکان تعیین موقعیت‌های آنی را فراهم می‌آورد. GSI به کمک JAS سرویس جدید تعیین موقعیت RTK را با استفاده از اطلاعات real-time شبکه GEONET ایجاد نموده است.

ایجاد کنندگان این سیستم تعیین موقعیت آنی می‌توانند با انعقاد قرار داد با JAS تصحیحات مربوط به تعیین موقعیت آنی با GPS را به کاربران نهایی از قبیل شرکت‌های نقشه برداری یا ساختمانی و از طریق تلفن همراه ارائه نمایند. تراکم بالای نقاط شبکه GEONET امکان محاسبه تصحیحات یونیسفریک و دیگر تصحیحات خطاها را در شبکه‌های تعیین موقعیت RTK فراهم نموده و کاربران را قادر می‌سازد در تعیین موقعیت با یک گیرنده به دقت‌های در حد سانتی متر دسترسی پیدا کنند.

ملاحظات نهایی

GSI در حال حاضر تصمیم به گسترش و تکمیل این شبکه دارد. ایستگاههای جدید در مناطقی که نیاز به جزئیات بیشتری در مونیورینگ داشته باشند و در مناطق خاص ایجاد خواهند شد. کنترل و مونیورینگ آنی هدف بعدی در بهره‌وری از شبکه GEONET بوده که به منظور کاهش خطرات مد نظر می‌باشد.

در حال حاضر اطلاعات GEONET در کارهای نقشه برداری و تعیین موقعیت توسط کاربران مورد استفاده قرار می‌گیرد و در آینده نزدیک شاهد به کارگیری این اطلاعات در زمینه‌های گوناگون به ویژه در کاربردهای real-time خواهیم بود.

پی‌نوشت

1 - GIS @ development, March 2004, volume 8, Issue 3.