مبحثی در خودکارسازی ترازیابی

ترجمهٔ : مهندس علیرضا آزموده اردلان

چکیده

اساس این روش جدید نیمه خودکارکنندهٔ ترازیابی بر جایگزینی میرهای فعال دارای سیستم اندازه گیری خطی به جای میرهای معمولی است. این میرها دارای تارگت متحرکی بوده که توسط عامل ترازیاب، به کمک یک سیستم کنترل بی سیم در امتداد محور دیدگانی قرار داده می‌شود. محل تارگت را می‌توان با دقت زیادی تنظیم کرده، و توسط سیستم خودکاری موقعیت آن را برروی میر اندازه گیری و ثبت نمود. این اندازه گیریها پس از تصحیح برای پردازش بیشتر به دستگاه ترازیاب مخابره می‌شوند. ویژگیهای این طرح جدید در جمع آوری و ثبت خودکار اطلاعات، تحلیل و نمایش لحظه به لحظهٔ اطلاعات جمع آوری شده، داشتن دقتی در حد ترازیابی درجه یک و بالا بردن سرعت اندازه گیری است.

پیشگفتار

ریز پردازشگرها که امروزه جزئی از وسایل نقشه برداری به شمار می‌روند، باعث به وجود آمدن پیشرفتهایی شگرف در جهت خودکار کردن اندازه گیریها شده اند. مشاهدات نقشه برداری کلاسیک، مانند طولها و زوایا با کیفیتی خیلی بالا توسط دستگاههایی که اصطلاحاً Total Stationنامیده می‌شوند انجام گرفته و مشاهدات جدیدی با ظهور وسائل کاملاً خودکاری چون GPSو سیستمهای اینرشیال بمشاهدات کلاسیک افزوده شده اند. همچنین موفقیتهای عظیمی در خودکار نمودن مراحل مختلف اندازه گیری از جمع آوری و پردازش اطلاعات صحرایی گرفته تا خاتمهٔ کار، توسط ریزپردازشگرها حاصل گردیده است.

تنها ترازیابی که از قدیمی ترین، دقیق ترین، وپرهزینه ترین مراحل اندازه گیری است تاکنون از این پیشرفتها بی‌بهره مانده است. البته تلاشهایی در جهت اقتصادی کردن اندازه گیری ارتفاع با تغییر دستگاهها و معرفی روشها و تکنیکهای جدید صورت گرفته، اما تاکنون موفقیتهای حاصله محدود بوده اند.

شبکه کنترل ارتفاعی ایالات متحده بنابر اظهار آقای KAULA(۱۹۸۷)، شامل ۸۰۰،۰۰۰ کیلومتر ترازیابی مستقیم است، که ٪۱۰ آن از سال ۱۹۶۲ به روش موتوریزه صورت گرفته است. حفظ این شبکهٔ عظیم نیازمند روشهای هر چه اقتصادی تر است.

یکی از روشهایی که برای اندازه گیری ارتفاع در آینده پیشنهاد شده، استفاده از GPS، به همراه تعیین دقیق ژئوئید است، که در فواصل بلند دارای دقت کافی‌است. اما در مناطق شهری، صنعتی و همچنین برای پروژه های بزرگ مهندسی، که نیازمند شبکهٔ کنترل ارتفاعی دقیق و متراکم و یا گرفتن نتایج به صورت مستقیم هستند، و نیز در مطالعهٔ گستردهٔ حرکت پوستهٔ زمین و نشستهای آن و همچنین از نظر جنبه های اقتصادی، GPSتوان رقابت با ترازیابی مستقیم را ندارد.

روشی که می‌تواند درکشورهای کوهستانی مورد استفاده قرارگیرد، ترازیابی مستقیم با استفاده از وسایلTotal Stationاست. برای مطالعهٔ بیشتر در این مورد می‌توانید به CHRZANOWSKI (1983), RUEGER/ BRUNNER (1982)مراجعه کنید.

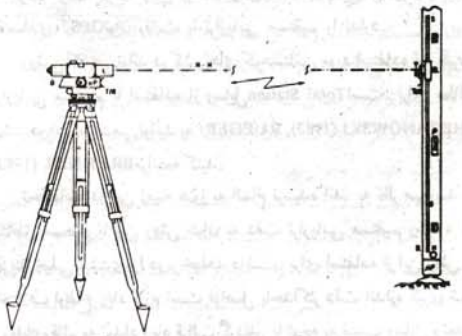
تحقیقات در این زمینه هنوز به اتمام نرسیده اند. به نظر می‌رسد در مناطق مسطح با این روش بتوان به دقت ترازیابی مستقیم رسید، اما هزینهٔ خیلی بیشتری را دربر خواهد داشت. برای استفاده از این روش در اختلاف ارتفاع زیاد لازم است فواصل باحداکثر دقت اندازه گیری شده وزوایای قائم به تعداد زیاد قرائت گردند. با توجه به قیمت وسایل و تعداد مشاهداتی که در هر ایستگاه می‌بایست صورت گیرد بعید به نظر می‌رسد که این روش برترازیابی مستقیم ارجحیتی داشته باشد، البته جز در مناطقی که برای این روش مناسب اند ویا مواقعی که به دقت بالا نیاز نیست.

استفادهٔ از ترازیابی لیزری جهت تعیین ارتفاع در بناهای صنعتی تاکنون بسیار موفقیّت آمیز بوده است. این گونه وسایل از یک شعاع لیزری یا منشور دوار تشکیل شده اند که صفحهٔ افق را ایجاد کرده، و دارای تارگت یا میری خاص بوده که موقعیت شعاع لیزری را تعین، و در پیچیده ترین نوع آن، به صورت عددی (دیجیتالی) نمایش می‌دهد. این روش را می‌توان بیشتراز اینها خودکار کرد، اما متأسفانه، بنابگفتهٔHUSSAIN/ HEMMAN (1985)دقت این روش خیلی کمتر از ترازیابی درجه ۳ است.

روشن است که هیچیک از این روشها تاکنون نتوانسته اند میانبری در کار پدید آورده و چنین به نظر می‌رسد که ترازیابی مستقیم، بیشتر به خاطر دقت، حداقل بخشی از جایگاه فعلی خود را در آینده نیز حفظ کند. بنابراین، ایدهٔ خودکارکردن ترازیابی بدون ایجاد تغییری در اساس روش، ارزنده است.

ترازیابی با میرهای فعال[1]

در ترازیابی سنتی میر یک وسیلهٔ غیر فعال است. و تمام فعالیتها، از قبیل: قراول روی، انطباق خط نشانه با درجات، قرائت میکرومتر و ثبت آن در قسمت ترازیاب صورت می‌گیرد. از طریق تجربه های بسیار روشهای اندازه گیری استانداردی بر حسب وضعیت توپوگرافی و دقت مورد نیاز به وجود آمده اند. که شامل ترکیب خاص قرائتهای عقب و جلو، فاصلهٔ ایستگاهها و تعداد تکرار لازم تا توافق مشاهدات متوالی‌اند. فکر اصلی روش مورد بحث این مقاله در آزاد ساختن عامل از تمام کارهایی است که می‌توان آنها را خودکار ساخت، بدون آنکه تغییری اساسی در روند اندازه گیری پدید آید. این هدف با سیستمی که در شکل ۱ نشان داده شده عملی گردیده است.



نگارهٔ ۱ طرح سیستم ترازیابی نیمه خودکار کنترل شونده توسط ریزپردازشگر (μp)

عامل در ایستگاه مرکزی، ترازیاب را به طرف میر گرفته، با چرخاندن پیچ کنترل، انطباق را ایجاد کرده، دکمهٔ اندازه گیری را فشار می‌دهد. میر فعال دراین سیستم ایستگاه ریموت راتشکیل می‌دهد. برروی این میر یک دستگاه اندازه گیری خطی قرار گرفته که دائماًموقعیت قسمت لغزنده را اندازه می‌گیرد.

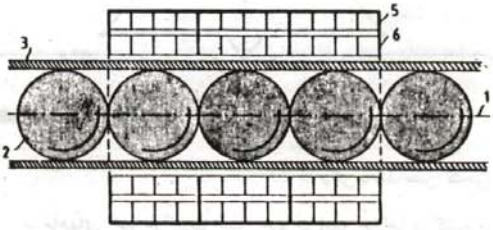
لغزنده متصل به تارگتی است، که توسط یک موتور بر روی میر بالا و پایین برده می‌شود. به جای پیچ میکرومتر، بر روی دوربین پیچی قرار گرفته که چرخاندن آن موجب تولید سیگنالهای کنترل ریزپردازشگر (μP)می‌گردد. سیگنالهای تولید شده به میر مخابره گردیده، و با به حرکت در آوردن موتور، موجب انطباق تارگت بامسیر دیدگانی (خط نشانه) می‌گردند. عامل با فشار دکمهٔ اندازه گیری، دستور قرائت محل تارگت را به سیستم اندازه گیری میر داده، به این ترتیب موقعیت تارگت تعیین، به دوربین مخابره گردیده، نمایش داده شده، و به صورت خودکار ثبت می‌گردد. همزمان با تعیین موقعیت تارگت بر روی میر، دو مؤلفهٔ انحراف میر از حالت قائم، و دما نیز اندازه گیری و ثبت می‌گردند. این اندازه گیریها برای تصحیح قرائتهای سیستم اندازه گیری خطی به کار می‌روند.

اجزای سخت افزار سیستم

دقت این سیستم اساساً بستگی به دقت ایجاد شعاع دیدافقی، کیفیت سیستم اندازه گیری خطی میر، وکنترل کنندهٔ محل لغزنده بر روی میر دارد. برای ایجاد خط دید افقی از هر ترازیاب اتوماتیک یا غیر اتوماتیک می‌توان استفاده کرد. مشکل اصلی یافتن سیستم اندازه گیری خطی‌عددی (دیجیتالی) وموتور حرکت دهندهٔ با مشخصات زیر است:

- دقت (انحراف معیار یک قرائت بایستی کمتر از ۰/۰۱ میلیمتر باشد)؛
- برد در حدود ۳ متر؛
- سرعت اندازه گیری ۶۰۰ تا ۰/۱ میلیمتر در ثانیه؛
- توان کردن در شرایط جوی سخت؛
- وزن کم؛
- مصرف باتری کم؛
- سیستم قرائت عددی.

دربین تمام سیستمهایی که مورد برسی قرارگرفتند، تنها سیستم Spherosyn - (تولید شده توسط(Newall Electronics Ltd' Peterborrough (UK)دارای تمام خصوصیات ذکر شده بود. به کمک نگارهٔ ۲ می‌توان اساس کاراین سیستم را به طور خلاصه شرح داد:



نگارهٔ ۲ شمای سیستم اندازه گیری خطی

گویهای فلزی مشابه و فرومغناطیسی(۱)، که داخل یک ظرف لوله مانند(۳)، به دنبال هم در امتداد یک خط مستقیم قرار گرفته اند، محور (۱) و مقیاس سیستم اندازه گیری را تشکیل می‌دهند. یک ترنسدوسر(۴) هم محور با محور گویها (خط ۱)، دور لوله قرار دارد. این ترنسدوسر از یک سیم پیچ فرستنده (۵) و یک سیم پیچ جمع کننده (۶) تشکیل شده است. سیم پیچ فرستنده خود از چندین جزء سیم پیچ که به صورت سری به هم متصل شده اند تشکیل گردیده (در شکل مقطع این سیم پیچها به صورت مربعهای کنار هم نشان داده شده اند).

در نگارهٔ ۲ فاصلهٔ مراکز این سیم پیچها ازهم d/4 است، d قطر یک گوی و تقریباً برابر ۱۳ میلیمتر است . به هر جزء از سیم پیچ فرستنده یک جزء سیم پیچ گیرنده وصل گردیده. برای بالا بردن دقت، سه یا چند ترنسدوسر در یک سیلندر به هم متصل می‌شوند. این ترنسدوسرها می‌توانند در امتداد لوله حرکت کنند.

به سیم پیچ فرستنده، سیگنال تناوبی موجی شکلی (سینوسی) داده می‌شود که باعث تولید میدان مغناطیسی موازی با محور (۱) می‌گردد. بر اثر حرکت نسبی سیلندر و گویها (حرکت یا لغزش تنها در امتداد محور صورت می‌گیرد)، میدان مغناطیسی تغییر کرده و در نتیجه میدان الکتریکی القا شده در سیم پیچ جمع کننده نیز تغییر می‌کند. بر روی سیگنال القایی که متناسب با جابه جایی نسبی گویها و ترنسدوسر تغییر می‌کند، اندازه گیری فاز صورت می‌گیرد. این سیگنالها از طریقICهایی بعد از جمع آوری و تصحیح، به اعداد و ارقام تبدیل می‌شوند. در کنترل سیستمی از این نوع به طول ۲/۵ متر با انترفرومتر لیزریHPانحراف معیار تعیین موقعیت سیلندر ۰/۰۱ میلیمتر بر آورد گردید.

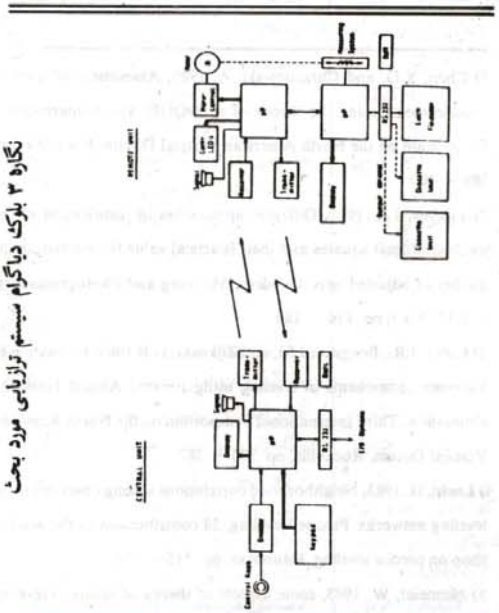
برای کنترل موقعیت سیلندر از یک موتور پنج دور استفاده شده که دقت کنترل حرکت آن ۱/۵۰۰ دور است. به کمک یک چرخ دنده، برای حرکت سیلندر می‌توان دور کند و تند ایجاد کرده، و با جلوگیری ازلغزش آن به سمت پایین، آن را با دقت ۰/۰۱میلیمتر جا به جا کرد. دو حالت (مد) کنترل کنندهٔ سرعت و موقعیت برای عامل، قرائتهای خیلی سریعتر را (نسبت به حالت استفاده از دوربین معمولی و تنظیم میکرومتر و تیغه متوازی السطوح) ممکن می‌سازد.

مراحل اندازه گیری تحت کنترل μP

تصور نیمه خودکارکردن سیستم ترازیابی از امکان استفادهٔ گسترده از ابزارهای میکروالکترونیکی جدید سرچشمه گرفته است.

به کمک نرم افزاری که تحت کنترل μp است، می‌توان در سیستم، بدون نیاز به تغییر سخت افزار، تغییرات عمده پدید آورد. به این ترتیب به سیستمی خواهیم رسید، که می‌تواند با μp دارای اطلاعات، در کار سهولت ایجاد کرده، و در عین حال خطاها را نیز کنترل کند. کم مصرفی وسایل میکروالکترونیکی مدل CMOSموجب می‌شود که بتوان به مدت ۱۰ساعت بدون وقفه با باتریهای قابل شارژ کوچک کار کرد.

نگارهٔ ۳ شمایی از سیستم الکترونیکی اضافه شونده به میرو ترازیاب را نشان می‌دهد. ایستگاه مرکزی و ایستگاههای ریموت (می‌توان تا ۸ ایستگاه ریموت داشت)، دارای μp هایی هستند که مراحل اندازه گیری را کنترل می‌کنند. این μp ها از طریق کنترل عددی (دیجیتالی) با هم، و از طریق صفحهٔ نمایش و صفحهٔ کلیدها، با عامل در ارتباط اند. تمام دستورات و سیگنالهای اندازه گیری قبل از مخابره به فرم عددی تبدیل می‌شوند. مبادلهٔ اطلاعات بین ایستگاه مرکزی و ایستگاههای ریموت از طریق امواج مادون قرمز با برد ۱۰۰ متر صورت می‌گیرد.



نگارهٔ ۳ بلوک دیاگرام سیستم ترازیابی مورد بحث

پردازش لحظه به لحظهٔ اطلاعاتی که با سرعت زیاد توسط سیستم اندازه گیری خطی تولید می‌شوند و همزمان با آن،کنترل حرکت موتور نیازمند سیستم µp دوگانه در ایستگاه ریموت است.

ایستگاه مرکزی و میر به مبدل استاندارد RS 232 مجهز شده اند. عامل می‌تواند اطلاعات مورد نظر خود را ثبت نموده، یا به کمک کامپیوتری که از طریق مبدل به سیستم متصل می‌شود، در صحرا مورد پردازش بیشتر قرار دهد. ساخت نمونه ای از ایستگاه مرکزی و ریموت این سیستم در ژانویهٔ ۱۹۸۸ انجام گرفت و مورد آزمایشهای سخت آزمایشگاهی و صحرایی، واقع گردید. نتایج مقدماتی نشان می‌دهند که با این سیستم به سادگی می‌توان به دقت ترازیابی درجهٔ یک رسید. صرفهٔ اقتصادی این روش چشمگیر است، چون انجام مشاهدات به زمان کمتری نیاز داشته، و یادداشت اطلاعات لزومی ندارد.

با تکمیل این سیستم در آینده انواع الکترونیکی خیلی کوچک آن به بازار عرضه خواهند شد، که قابل نصب برروی دوربینها و میرهای موجود خواهند بود.

1) Active

2) Transducer (فرستنده ـ گیرنده)

3) Hewlett packard

منابع :

1) Chen, Y.G. and Chrzanowski, A. 1985, Assessment of leveling measurements using the theory of MINQUE: Third International Symposium on the North American Vertical Datum, Rockville, pp. 389 – 400

2) Liseyev, I.A. 1975, Different approaches to justification of the method of least squares and their practical value for estimating the quality of adjusted nets: Geodesy, Mapping and Photogrammetry, vol. 17, No.3, pp. 176 – 180

3) Lucas, J.R., Bengston J.M. and Zilkoski, D.B.1985, Estimation of Variance components in leveling using Iterated Almost Unbiased Estimation: Third International Symposium on the North American Vertical Datum, Rockville, pp. 375 – 387

4) Lucht, H. 1983, Neighborhood correlations among observations in leveling networks: Precise Leveling, 38 contributions to the workshop on precise leveling, Hannover, pp. 315 – 326.

5) Niemeier, W. 1983, some aspects of theory of errors in leveling networls: ibid.pp. 295 – 314

معرفی کتاب

دکتر محمدحسن گنجی

در ماههای اخیر دو کتاب بسیار مهم در زمینه جغرافیا در کشور ما منتشر شده است که به نظر این نویسنده داشتن آنها برای هر جغرافیدان لازم است و اطلاع بر وجود آنها لازمتر. نویسنده هر دو کتاب یکی از استادان سرشناس جغرافیا در فرانسه و مترجمان آنها دو نفر از استادان گرانقدر جغرافیا دردانشگاههای ایران اند.

نویسنده اصلی این کتابها **ماکس دریو** استاد جغرافیا در دانشگاه کلرمون فران از مراکز بسیار معتبر آموزش جغرافیا درکشور فرانسه است که بعد از سالها تدریس و تعلیم جغرافیا و تربیت صدها جغرافیدانان فرانسوی وغیر فرانسوی اخیراً بازنشسته شده است. او در طی بیشتر از سی سال تدریس جغرافیا کتابهای چندی در زمینه های مختلف جغرافیا تدوین کرده که تمام آنها به عنوان متون اصلی جغرافیا در دانشگاههای فرانسه متداول است و بسیاری از آنها مانند کتاب موضوع بحث ما به وسیله شاگردان او به زبانهای مختلف ترجمه شده است . من یقین دارم در میان جغرافیدانان دانشگاهی ایران کسی نیست که با کتاب مبانی ژئومورفولوژی ـ اشکال ناهمواریهای‌زمین ـ ترجمه دکتر مقصود خیام آشنایی نداشته باشد زیرا این کتاب قبل از انتشار دو جلد ژئومورفولوژی تألیف استاد ارجمند دکترفرج الله محمودی (انتشارات دانشگاه تهران) تقریباً تنها متن تدریس در دانشگاهها بوده واکنون هم همان مقام را دارا می باشد . از آنجایی که این نویسنده درکتاب خود به نام «جغرافیا درایران از دارالفنون تا انقلاب » (مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، خردادماه ۱۳۶۷) به اندازه کافی درباره مبانی ژئومورفولوژی بحث کرده است در این جا خود را از اشاره مجدد به آن بی‌نیاز می داند، امّا کتاب دیگری که از دانشمند فرانسوی اخیراً به وسیله آقای دکتر مقصود خیّام ترجمه شده کتاب «ژئومورفولوژی اقلیمی و دینامیک خارجی» است که توسّط انتشارات نیاور تبریز منتشر شده است. این کتاب به گفته آقای دکتر خیام بخش اول از متن ژئومورفولوژی عمومی ماکس دریو است که چون حجم تمام آن کتاب از استاندارد متداول کتابهای درسی بیشترمی‌شده توسط مترجم محترم به دو بخش تقسیم گردیده و نوید داده شده است که بخش دوم آن زیر عنوان ژئومورفولوژی ساختمانی بزودی منتشر خواهد شد.

ادامه مقاله در صفحه ۵۸