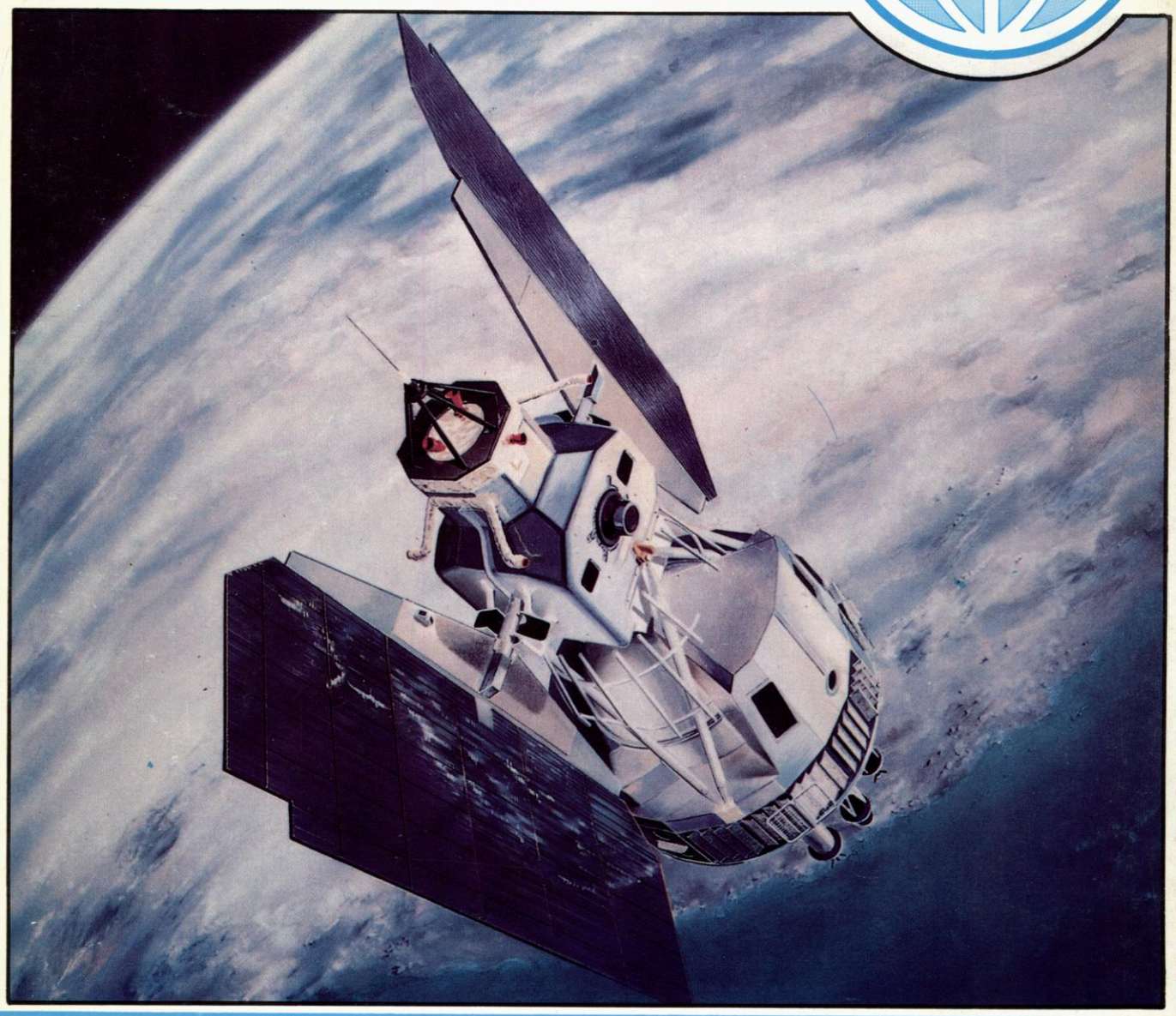
نقشه برداری

نشریه علمی و فنی سازمان نقشه‌برداری کشور



سال سوم، شماره ۱۲، زمستان ۱۳۷۱

نشریه نقشه برداری وابسته به سازمان نقشه برداری کشور

مدیر مسئول : مهندس محمد علی پور نوربخش

هیئت تحریریه : مهندس محمد پورکمال، دکتر حسین زمردیان، دکتر محمود ذوالفقاری، مهندس احمد شفاعت ، مهندس حسن علیمرادی، مهندس محمد علی زراعتی، مهندس علی اکبر امیری، مهندس تیمور عموئی

دبیر فنی و اجرایی : مهدی محی الدین کرمانی

ویراستاران : حشمت ا... نادرشاهی ، احمد منبری

صفحه آرایی : مرضیه نوریان

تایپ : فاطمه وفاجو

لیتوگرافی ، چاپ و صحافی : سازمان نقشه برداری کشور

نقشه برداری نشریه‌ای است علمی و فنی که هر سه ماه یکبار منتشر می‌شود. هدف از انتشار این نشریه ایجاد ارتباط بیشتر میان نقشه برداران و کمك به پیشبرد جنبه های پژوهشی، آموزشی و فرهنگی در زمینه علوم و فنون نقشه برداری، دورسنجی، آبنگاری، فتوگرامتری، ژئودزی، کارتوگرافی و جغرافیا در ایران است .

نشریه از همکاری دانشمندان و صاحبنظران و آگاهان این رشته صمیمانه استقبال می‌نماید و انتظار دارد مطالبی که برای انتشار ارسال می‌دارند دارای ویژگیهای زیر باشد :

- جنبه آموزشی یا پژوهشی داشته باشد.
- تازه ها و پیشرفتهای این فنون را در جهات مختلف ارائه نماید.
- مقاله ارسالی در جای دیگر به چاپ نرسیده باشد.
- ترجمه دقیقا برابر متن اصلی باشد.

هیئت تحریریه در رد یا قبول، حذف و ویرایش مقاله رسیده آزاد است. ویرایش مقاله‌ها حتی المقدور با اطلاع نویسنده یا مترجم صورت خواهد گرفت . در هر صورت مقاله پس داده نمی‌شود.

درخواست از نویسندگان و مترجمان

لطفا مقاله های خود را توسط صندوق پستی ۱۶۸۴-۱۳۱۸۵ ارسال و جهت هرگونه اطلاع با تلفن ۴۰۱۱۸۴۹ تماس حاصل فرمایند.

۱- مطالبی را که برای ترجمه بر می‌گزینند پیش از ترجمه برای مجله بفرستند تا به تایید هیئت تحریریه برسد.

۲- متن اصلی مقاله های ترجمه شده پیوست ترجمه باشد.

۳- نثر مقاله روان و از نظر قواعد نگارش درست باشد و در انتخاب واژه های فنی و معادلهای فارسی واژه های خارجی دقت لازم مبذول گردد.

۴- مقاله بر روی یك طرف کاغذ بصورت یك خط در میان، با خط خوانا نوشته یا ماشین شود.

۵- فهرست منابع مورد استفاده، در صفحه جداگانه‌ای نوشته شود.

۶- محل قرار گرفتن جدولها، نمودارها، شکلها و عکسها با علامتی درحاشیه مقاله، تعیین شود.

۷- فهرست معادلهای فارسی واژه های خارجی بکار رفته در مقاله در صفحه جداگانه‌ای پیوست گردد.

بسم الله الرحمن الرحیم

نقشه‌برداری

نشریه علمی و فنی سازمان نقشه‌برداری کشور

سال سوم، شماره ۱۲، زمستان ۱۳۷۱

فهرست

سرمقاله ۳

سیستم فتوگرامتری GPS ، توسعه و تست آن ۶

آبنگاری در کانادا ۱۹

شاخص ترازیابی دقیق با ضریب حرارتی منفی ۲۵

نقشه چیست ۳۱

ایجاد پایگاه اطلاعاتی نقشه‌های رقومی در چین ۴۰

دورکاوی : گذشته، حال، آینده ۴۵

روشهای تعیین موقعیت ماهواره‌ای ۵۳

خبرها و گزارشها ۶۳

معرفی کتاب ۶۶

سرمقاله

در بهمن ماه سال ۱۳۶۸ بنا به دستور ریاست سازمان نقشه برداری کشور ماموریت یافتم تا در راه تدارک و تهیه و تدوین نشریه‌ای وابسته به سازمان فعالیت نمایم. این مسئولیت بسیار سنگین و دشوار را به جهت علاقه‌ای که به این کار داشتم با جان و دل پذیرفتم تا بدینوسیله توانسته باشم در سالهای آخر خدمتم ضمن انجام وظیفه، دین خود را نیز نسبت به حرفه‌ای که تا این لحظه بدان عشق می‌ورزم ادا نمایم.

با تاسف باید گفت حرفه ما بدلایل خاص، علیرغم بار علمی گسترده‌ای که دارد هنوز هم در بین جوامع علمی و پژوهشی کشور آنچنان که باید و شاید مورد توجه قرار نگرفته و این در حالیست که اکثر بنیانگذاران علم نقشه‌برداری، در قرون گذشته، ایرانی بوده‌اند و اغلب خوانندگان ما از طریق همین نشریه با نام بعضی از آنها آشنایی یافته‌اند.

روی جلد : نمونه‌ای از ماهواره‌های نسل اول (Landsat-1, ERTS-1)

پشت جلد : عکس هوایی رنگی مایل از استادیوم ورزشی مونترال کانادا

دلیل دیگر که ذوق و شوق مرا در پذیرفتن این مهم دو چندان می‌ساخت لزوم دادن پاسخ مثبتی بود به ندای همکاران زحمتکش نقشه‌بردار که در گوشه و کنار این مرز و بوم اسلامی در شرایط بسیار دشوار و طاقت فرسا در امر بازسازی کشور فعالیت دارند و جمع زیادی از آنها قاطعانه در اولین سمینار نقشه‌برداری ۱۳۶۲ خواستار انتشار نشریه‌ای در زمینه علوم نقشه‌برداری شده بودند. اما قضاوت اینکه تاکنون این نشریه تا چه اندازه موفق گردیده رسالتی را که بعهده گرفته به انجام برساند، با شما خوانندگان ارجمند است.

اعتراف می‌نمایم طی سه سالی که افتخار مسئولیت این نشریه را داشتم آنطور که می‌بایست حق مطلب بخوبی ادا نگردید. شاید یکی از دلایل آن صرفا بضاعت اندك علمی حقیر بوده است و گرنه در این راستا هیئت تحریریه و مقاله دهندگان ارجمند، تا آنجا که برایشان مقدور بوده است، از هیچگونه مساعدت و همکاری دریغ ننموده‌اند. بویژه سروران محترم آقایان استاد **مهندس محمد پورکمال** و دکتر **حسین زمردیان** که بحق نهایت سعی و تلاش خود را در تداوم بخشیدن و هرچه پربارتر شدن نشریه مبذول داشته‌اند و بنده بنوبه خود این همکاری صادقانه و صمیمانه را ارج می‌نهم.

مقدمه‌ای که ذکر شد، گویای آن است که بهر تقدیر از شماره‌های آینده، این نشریه با همه نشیب و فرازهایی که در دوازده شماره خود داشته، با انتخاب مسئولیت لایق و کاردان جدید خود راهی نو و تولدی دیگر در پیش دارد. راهی که می‌تواند هرچه سریعتر نشریه نقشه‌برداری را به اعتبار و حیثیت علمی و فرهنگی شایسته‌تری برساند. بدین امید ضمن خداحافظی از همه خوانندگان محترم توفیق بیشتر همه دست اندرکاران را از خداوند متعال خواستارم.

در خاتمه از همکاران عزیزی که در این مدت با من همکاری نموده و در حقیقت متولی اصلی نشریه بوده‌اند و همه خوانندگان با نام اغلب آنها آشنایی دارند سپاسگزارم. دراین مقوله ذکر مجدد نام این همکاران، صرفا می‌تواند بمثابه سند اقرارنامه‌ای باشد براین حقیقت که بی تردید بدون همکاری هر یك از این همکاران، شخصا قادر نبودم جمله‌ای، هرچند کوتاه، در صفحات این نشریه داشته باشم:

همکار و برادر ارجمندم آقای **مهدی محی‌الدین کرمانی** بعنوان دبیر فنی و اجرایی در تمامی مراحل انتشار بدون هیچگونه ادعایی قبول همه زحمات نشریه را بعهده داشته‌اند.

آقایان **حشمت اله نادرشاهی** و **احمد منبری** عهده‌دار ویرایش مقالات نشریه بودند. خانمها **مرضیه نوریان**، **نرگس جلالیان**، **مهری عموسلطانی**، **اکرم عسگری** و **شمسی جلالی**، در دفتر نشریه بذل همکاری می‌نمودند. خانم **فاطمه وفاجو** مسئولیت تایپ مقالات را عهده دار بوده‌اند.

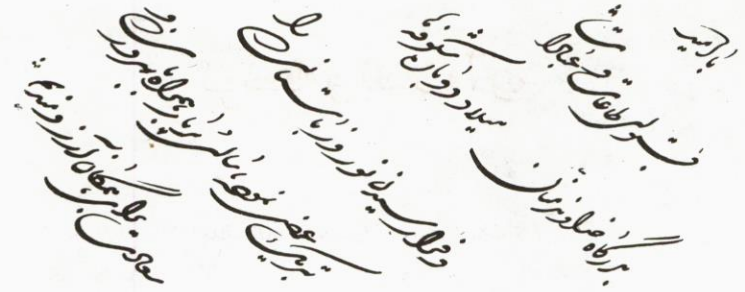
آقایان **فریدون خدابخش**، **حسین شوشتری**، **علیرضا طیار**، **رضا معینی** و **محمود نحوی‌الحسینی** در کارهای عکاسی و لیتوگرافی همکاری صمیمانه داشتند.

آقایان **نقی رشوند**، **ابراهیم رضی‌آبادی**، **اباذر علی‌حسینی**، **علی‌محمد یعقوبی**، **ابوطالب محمدنژاد**، **علی‌اصغر طائب**، **حجت‌اله توده روستا**، **حسین رشوند**، **محمد اسماعیل زاده**، **پرویز قره‌گوزلو** و **محمدحسین علی حسینی** زحمات چاپ و صحافی را تقبل می‌نمودند.

امید است در آینده نیز کلیه دست اندرکاران، با علاقمندی بیشتر همچنان سعی نمایند تا این حرکت علمی و فرهنگی تداوم یابد.

محمدعلی پورنوربخش

کتابخانه سازمان نقشه برداری
شماره ... تاریخ ۷۲/۲/۱۶



به یمن تقارن عید سعید فطر با ایام خجسته نوروزی و در پایخ

به درخواست های مکرر مهندسین مشاور شرکت ها و مؤسسات

نقشه برداری، کارتوگرافی، جغرافیایی و همچنین تهیه و تولیدکنندگان

تکنولوژی و لوازم و ابزار تهیه نقشه و دفاتر نمایندگی آنها در ایران :

نشریهٔ نقشه برداری جهت ارائه خدمات تبلیغاتی
و پرتاژ آگهی اعلام آمادگی مینماید

علاقمندان میتوانند برای کسب اطلاع بیشتر به دفتر نشریه مراجعه یا با تلفن شماره ۶۰۱۱۸۴۹ تماس گرفته و نسبت به درج آگهی های خود اقدام نمایند ؛

سیستم فتوگرامتری GPS

توسعه و تست آن

نویسندگان : Paul Mrstik, P.Eng, O.L.S. Paul Grenier , Ing. Serge Perron, a.g.

از کنسرسیوم شرکتهای : PMS , Geosurvey , Hauts Monts

ترجمه : دکتر بهمن پور ناصح

تاریخچه

مسئله تعیین موقعیت مولفه‌های Z,Y,X هواپیما بوسیله افراد زیادی مطالعه شده است.

موسسه **هومو**[1] از سال ۱۹۷۸ همراه با مجمع **تحقیقات ملی اوتاوا** ارتفاع سنج راداری را برای تهیه نقشه بزرگ مقیاس با دقت ۳ متر توسعه داد و در سال ۱۹۸۰ **هومو** بهمراه سازمان نقشه برداری **ساسکاچوان کانادا** برای تعیین مختصات مرکز تصویر دوربین عکسبرداری در حین پرواز آزمایشهایی با دستگاه تلورومتر[2] مایکروویو انجام داد. نتایج ابتدایی این تست برای انجام تحقیقات بعدی مورد استفاده قرار گرفت و فقط برای Y,X خطای هندسی RMS برابر ۵ متر بدست آمد. در این مرحله Z مورد بررسی قرار نگرفت.

در سال ۱۹۸۳ **هومو** با همکاری وزارت علوم و تکنولوژی کبك اقدام به تهیه اتوماتیك نقشه نمود که در آن از مایکروویو برای تعیین مختصات Y,X و از ارتفاع سنج راداری برای اندازه‌گیری Z استفاده شد. نتیجه تحقیقات و مقایسه نقشه‌های تهیه شده با اندازه‌گیریهای زمینی و نقشه‌های تهیه شده با روشهای مورد تحقیق ثابت کرد که با استفاده از ابزار یاد شده می‌توان نقشه‌های مورد نیاز را با دقت کافی و در شرایط ابری و بر فراز ابر، در شب یا روز و بدون استفاده از عکس هوایی و نقاط کنترل زمینی تهیه نمود.

GPS کینماتیک

در سال ۱۹۸۷ شرکت **هومو** با همکاری وزارت معادن و منابع کبك اقدام به آزمایشی برای تعیین دقت اندازه‌گیری موقعیت مرکز تصویر دوربین هوایی در موقع پرواز بر اساس GPS نمود. نتایج بدست آمده امیدوار کننده بود و لزوم انجام تحقیقات بیشتر به کمك تجهیزات دیگر را تایید نمود.

GPS برای اندازه گیری ارتفاع

از سال ۱۹۸۵ بررسی جدی برای تعیین دقت

---

1. Hauts Monts
2. Microwave

ارتفاعی GPS بر اساس مدلهای ژئوئید و حتی بدون مدل ژئوئید انجام شد. هدف این تحقیقات دسترسی به بهترین راه حل محاسبه ارتفاع بر فراز سطح متوسط دریا بود.

GPS دیفرنشل

در سالهای ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ شرکت Geosurvey از گیرنده‌های تریمبل برای اندازه‌گیری بصورت دیفرانسیل استفاده کرد و محاسبات به کمك نرم افزار تهیه شده انجام گرفت. در سالهای ۱۹۸۸ و ۱۹۸۹ روشهای کینماتیك در شبکه نقاط نزدیك اوتاوا مورد استفاده واقع شد. نتایج بدست آمده با وجود کم بودن تعداد ماهواره‌ها، نبود نرم افزار و مسایل اقتصادی، کارآیی اعجاب آور سیستم را ثابت نمود.

کنسرسیوم

در سال ۱۹۹۰ وجود وسایل مدرن GPS و نرم افزارها و ماهواره‌های جدید باعث شد که تحقیقات جدیدی در زمینه تعیین مختصات مرکز تصویر دوربین هوایی بعمل آمد. کنسرسیومی مرکب از شرکتهای Geosurvey ، هومو و فتوکامپالیشن درست شد.

شرکت هومو ده فروند هواپیمای دو موتوره دارد و یکی از بزرگترین شرکتهای فتوگرامتری کانادا می‌باشد.

شرکت فتوکامپالیشن دارای تجارب استفاده از GPS است و در انجام پروژه‌های بزرگ نقشه‌برداری و تهیه شبکه نقاط کنترل و فتوگرامتری از شرکتهای معتبر به حساب می‌آید. این شرکت دارای تجهیزات اسکنر و امکانات GPS می‌باشد.

شرکت Geosurvey در شش سال گذشته فقط در عملیات GPS مشغول فعالیت بوده و از شرکتهایی است که در زمینه اندازه‌گیری شبکه‌های نقاط کنترل GPS ، آموزش GPS و کاربردهای آن شهرت بین‌المللی دارد. این شرکت با انواع گیرنده‌های GPS از قبیل تریمبل، اشتك، ویلد و کارخانجات دیگر آشنا بوده ، یکی از مراکز تست گیرنده‌های GPS در دنیا است. هر سه شرکت در طول سالیان دراز با هدف استفاده از داده‌های کامپیوتری مشغول بکار می‌باشند.

در فاصله سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۱ تستهای زیادی بوسیله این کنسرسیوم انجام گرفت و امروزه کنسرسیوم، تولید را بر اساس تکنولوژی جدید انجام می‌دهد. اخیرا نیز پروژه جدیدی برای وزارت راه و ترابری اونتاریو در کانادا به اتمام رسانده است.

فتوگرامتری

تهیه نقشه چه بصورت سنتی و چه بصورت رقومی، دارای مراحل زیر می‌باشد :

۱- علامت گذاری و ساختمان نقاط کنترل زمینی
۲- عکسبرداری هوایی
۳- انجام مثلث بندی فتوگرامتری
۴- انجام تبدیل فتوگرامتری و ویرایش کارتوگرافی
۵- تولید و چاپ نقشه

تهیه نقاط کنترل زمینی طولانی ترین و گرانترین قسمت عملیات تهیه را تشکیل می‌دهد و ویرایش اکثر پروژه‌ها ۵۰ تا ۶۰ درصد هزینه‌ها را بخود اختصاص می‌دهد. تا این اواخر برای تبدیل شبکه‌های نقاط مثلث بندی فتوگرامتری از نقاط کنترل زمینی دارای مختصات Z, Y, X استفاده می‌شد. امروزه می‌توان مختصات سه بعدی مراکز تصویر فتوگرامتری را با روشهای کینماتیك GPS تعیین نمود. با استفاده از این مختصات سه بعدی برای هر عکس می‌توان تا حدی بلوکهای فتوگرامتری را بدون استفاده از نقاط کنترل زمینی تبدیل نمود.

برای اینکه بتوان بطور قطعی استفاده از نقاط کنترل زمینی را کنار گذاشت، باید علاوه بر مختصات مرکز تصویر، وضعیت دوربین در لحظه عکسبرداری و مختصات نقطه نادیر عکس نیز مشخص شود. با استفاده از یك سیستم لیزری می‌توان مختصات وضعیت هواپیما در لحظه عکسبرداری و مختصات نقطه نادیر را مشخص نمود و از این نقاط برای کنترل بلوك فتوگرامتری استفاده کرد.

اندازه گیری کینماتیک با GPS

مطالب زیادی در این مورد به رشته تحریر در آمده است و در اینجا از تکرار آنها خودداری می‌شود. به اختصار می‌توان گفت در اندازه‌گیری کینماتیك با GPS مختصات نقاط یك مسیر در حال حرکت نسبت به یك نقطه ثابت اندازه‌گیری می‌شود. موقعیت نسبی دقیق بین دو آنتن که یکی از آنها در روی نقطه معلوم ثابت است و دیگری متحرك می‌باشد به کمك اندازه‌گیریها مشخص می‌شود. بعبارت دیگر با استفاده از اندازه‌گیری و شمارش نوسان امواج دریافت شده از ماهواره‌های مختلف روی دو آنتن در لحظات ثابت، داده‌های لازم به تعداد زیاد برای محاسبات جمع آوری و موقعیت آنتن‌ها با استفاده از داده‌های ایستگاه ثابت محاسبه می‌شود. گرچه استفاده از آنتن متحرك نیز ممکن است ولی استفاده از آنتن‌های گردان در هواپیماهای دارای بال ثابت کار ساده‌ای نیست.

پس از آنکه شمارش نوسان انجام گرفت، می‌توان آنتن گردان گیرنده را حرکت داد. برای انجام اندازه‌گیری درست، لازم است سیستم بطور مستمر حداقل با چهار ماهواره در تماس باشد. هنگام حرکت در مسیر، گیرنده معمولا در فاصله زمانی ۱۵ ثانیه به جمع آوری داده می‌پردازد و موقعیت در هر نقطه محاسبه می‌شود. در صورتیکه بخواهیم مختصات نقاط را در زمین محاسبه نماییم باید یك دقیقه در هر نقطه توقف کنیم. با اینکه هدف، اندازه‌گیری مختصات در روی زمین می‌باشد ولی آنتن در حال حرکت در فواصل زمانی تعیین شده به اندازه‌گیری و جمع آوری داده‌ها ادامه خواهد داد. چنانچه فاصله زمانی اندازه‌گیریها نیم ثانیه یا یك ثانیه انتخاب شود، مقادیر زیادی داده به هنگام حرکت آنتن جمع آوری می‌شود. به این ترتیب می‌توان از GPS برای تعیین موقعیت هواپیما نیز استفاده کرد.

با انتقال ارزشهای اندازه‌گیری نوسان امواج بهمراه وضعیت نقطه ثابت زمینی، دقت نقطه ثابت در مسیر اندازه‌گیری منتقل می‌شود. لذا در پروازهای طولانی می‌توان به دقت چند سانتیمتر رسید. با اینحال خطاهای چندی در اندازه‌گیریها نفوذ می‌نمایند. علاوه بر اختلال گیرنده و خطای موقعیت ماهواره که همیشه در سیستم وجود دارد، خطاهای چند مسیری شدن، افت سیکل نوسان و خطاهای یونسفری و تروپوسفری مدار نیز در عمل وجود دارند.

تحلیل تاثیر این خطاها بسیار مشکل است. البته مسیر حرکت را می‌توان مجددا به نقطه شروع بست و خطای بست را کنترل کرد، ولی در این روش رسیدن به خطای فوق‌العاده کم، ضامن و دلیل دقت اندازه‌گیریها در زمان پرواز نمی‌باشد.

تستهای انجام شده در سالهای ۱۹۹۰و۱۹۹۱ بوسیله شرکت GeoSurvey صورت گرفت که در آنها یك دستگاه تریمبل به هلیکوپتر وصل شده بود و پرواز برای پیمایش کینماتیك روی منطقه شبکهٔ طولهای باز ماهواره‌ای کانادا انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که در موقع اندازه‌گیری به کمك فقط چهار یا پنج ماهواره در هوای بد و با وجود افت سیکل نوسان بین آنتن های ثابت و آنتن متحرك، بدترین دقت مورد انتظار حدود ۲۵ سانتیمتر در فاصله یکصد کیلومتری نقطه ثابت زمینی می‌باشد.

در شرایط هوای خوب و با حداقل پنج ماهواره، تست ها نشان می‌دهند که دقت ۱۰ سانتیمتر برای فواصل بلند قابل حصول می‌باشد. خوشبختانه عکسبرداری هوایی معمولا در هوای خوب انجام می‌گردد.

فتوگرامتری GPS

نقاط ضعف استفاده ازGPS کینماتیك برای تعیین موقعیت دوربین هوایی (یا ثابت دیگر نظیر گرانی سنج یا رادار) بشرح زیر می‌باشد:

۱- درحال حاضر میدان دید بسیار محدود است.

۲- فقط در صورت وجود سیستم کمکی نظیر INS[1] برای تعیین دورانهای طولی وعرضی می‌توان وضعیت توجیه هواپیما را تعیین نمود.

1. Inertial Navigation System

۳- پردازش داده‌های کینماتیك بویژه در صورت وجود خطاهای افت سیکل نوسان[1] و چند مسیری شدن[2] بسیار پیچیده است.

۴- حافظه گیرنده فقط ظرفیت چند ساعت کار را دارد مگر اینکه از حافظه خارجی و یا گیرنده‌های گرانتر با حافظه بیشتر استفاده شود.

۵- روشهای کنترل کیفیت برای تعیین قابل قبول بودن داده‌های جمع‌آوری شده ضروری است چون نتایج بدست آمده از پردازشها تنها شامل اختلاف فازها و اختلاف فواصل می‌باشد.

با این وجود محققین دیگر نشان داده‌اند که در یك پرواز بدقت طراحی شده، می‌توان به دقتی نزدیك ۵ سانتیمتر دست یافت و نیز در یك سیستم کالیبره‌شده دقیق، نتایج بدست آمده از فتوگرامتری GPS، مشابه نتایج بدست آمده بر اساس نقاط کنترل زمینی می‌باشد (Lepine & Lucas, 1990).

شرح سیستم

سیستم فتوگرامتری GPS که بوسیله کنسرسیوم ایجاد شده شامل آنتن میکرواستریپ می‌باشد که بر بالای هواپیما نصب شده است. فاصله بین آنتن و صفحه کانونی دوربین هوایی معلوم است و نیز فاصله آنتن هواپیما از نقطه ثابت روی باند پرواز بهنگام توقف هواپیما مشخص می‌باشد.

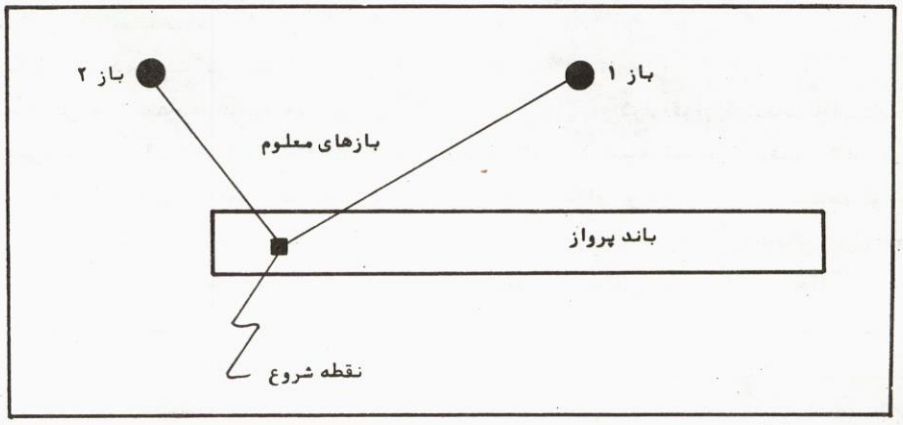
طول باز بین نقطه ثابت روی باند پرواز و پایگاه کنترل طول باز بوسیله GPS با روش استاتیك و با دقت اندازه‌گیری می‌شود. ضمنا چون باز کمتر از یك کیلومتر انتخاب می‌شود تعداد ارقام موجود در اندازه‌گیری هم بررسی می‌گردد.

بعد از معرفی مختصات نقطه شروع به گیرنده، دستگاه GPS در وضعیت اندازه‌گیری کینماتیك قرار داده می‌شود و هواپیما پرواز برای عکسبرداری هوایی را شروع می‌نماید. خلبان کنسرسیوم با ابداع روش خاصی خطاهای افت سیکل نوسان و چند مسیری شدن را بحداقل رسانده بود.

بعد از گرفتن هر عکس هوایی عکاس هوایی شماره عکس را که از طریق دستگاه رابط[3] تعیین لحظه عکسبرداری بدستگاه GPS ارسال شده است، یادداشت می‌نماید. ضمنا برای کنترل کارکرد دستگاه تعیین لحظه عکسبرداری در فاصله بین دو عکس، شماره عکس از شمارنده خود دستگاه تعیین لحظه عکسبرداری نیز ثبت می‌شود. علاوه بر این عکاس شماره نوار عکسبرداری و شماره کنتور فیلم دوربین را نیز یادداشت می‌نماید. بعد از انجام پرواز، هواپیما مجددا در نقطه شروع اولیه روی باند پرواز قرار داده می‌شود و دوباره به مدت ۱ تا ۲ دقیقه اندازه‌گیری استاتیك بمنظور بستن مسیر عملیات اندازه‌گیری روی نقطه اولیه انجام می‌گیرد.

داده‌های گیرنده‌های GPS به کامپیوتر منتقل می‌گردد. سپس این داده‌ها نسبت به نقطه یا نقاط ثابت در دو جهت رفت و برگشت محاسبه شده، نتایج محاسبات

1. Cycle Slip
2. Multipath Effect
3. Interface



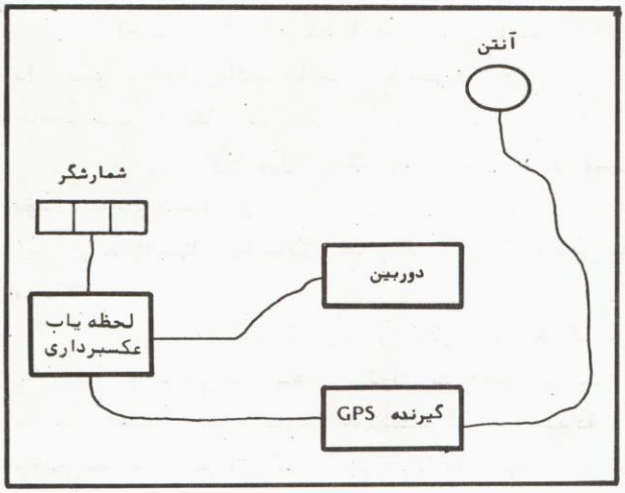
اندازه‌گیریها ابتدا در سیستم محلی و نسبت به ارتفاع سطح متوسط دریا حساب می‌شوند. از مدل ژئوئید برای تبدیل ارتفاعات از بیضوی به سطح متوسط دریا استفاده به عمل می‌آید.

تکامل GPS - سخت افزار

در این تحقیقات GPS ساخت اشتك مورد استفاده قرار گرفت. در زمان انجام پروژه در بهار سال ۱۹۹۰ دستگاه تریمبل قادر به اندازه‌گیری بر اساس امواج حامل نبود و فقط اشتك چنین گیرنده‌ای داشت که آنهم بدلیل محدودیت حافظه قادر به جمع آوری داده‌ها فقط بمدت یکصد دقیقه و در مقاطع زمانی یك ثانیه‌ای بود و حافظه خارجی هم نداشت. امروزه تریمبل دارای گیرنده مناسب برای اندازه‌گیریهای مورد نظر می‌باشد.

داشتن گیرنده و دوربین هوایی برای انجام عملیات کافی نیست، بلکه ارتباط دهنده لازم باید لحظه عکسبرداری را در فهرست اندازه‌گیریهای GPS منعکس کند. در روش پیشنهادی اشتك فرمان عکسبرداری بوسیله گیرنده GPS و همزمان با لحظه ثبت داده‌ها به دوربین هوایی داده شده، موقعیت آن در فهرست داده‌ها علامت گذاری می‌شود. در تحقیقات انجام شده محل لحظه عکسبرداری در ردیف داده‌ها علامتگذاری و زمان آن بر اساس فهرست داده‌ها برون یابی[1] می‌شود.

بر اساس طرز تفکر حاکم بر مجریان تحقیقات، از ابزارهای ساده‌تر در عملیات استفاده گردید و برای خرید دوربین هوایی جدیدتری که مستقیما فرامین GPS را دریافت کند سرمایه‌گذاری نشد. هدف این بود که غیر از گیرنده GPS سیستم مورد استفاده هرچه بیشتر شبیه سیستم سنتی باشد. دوربینهای RC10 ویلد و RMK زایس در حالت عادی امکان انتقال دقیق لحظه عکسبرداری به گیرنده‌های GPS را ندارند. بهمین دلیل کنسرسیوم اقدام به ساختن نوعی ارتباط دهنده الکترونیکی خاص نمود که از آن می‌توان بهمراه بسیاری از دستگاههای GPS در ارتباط با دوربین هوایی استفاده کرد. این دستگاه که در محل ورودی سیگنالها به GPS وصل می‌شود، لحظه عکسبرداری را با تاخیر دو میلیونیم ثانیه در فهرست داده‌های ثبت شده با GPS علامت گذاری می‌کند.



در نگاره بالا پالس لحظه عکسبرداری به گیرنده منتقل می‌شود، ضمنا برای جلوگیری از تداخل امواج به گیرنده، موقع انتقال پالس از شمارشگر ویژه استفاده می‌شود که به کمك آن پالسهای واقعی مشخص می‌شوند.

دستگاه ارتباط دهنده ابداع شده حسب معمول در اوایل مواجه با اشکال شد. چون تداخل امواج ایجاد شده بوسیله هواپیما و نیز ناهنجاری الکترومکانیکی ایجاد شده در دوربین هوایی پالسهای مزاحم تولید نمود و به گیرنده و دستگاه ارتباط دهنده انتقال داد، برای جلوگیری از اختلاف ایجاد شده و استفاده قابل قبول از قطعه ارتباط دهنده، این قطعه به پوسته محافظ مجهز گردید.

تکامل GPS - نرم افزار

از نرم افزار کینماتیك اشتك بنام Kinsrvy برای پردازش داده‌های اولیه استفاده شد. پردازش اولیه بعلت وجود اشکال در نرم افزار بی نتیجه بود. اشتك اشکال ایجاد شده را بر طرف کرد. ولی یافتن دلیل عدم توفیق محاسبات اولیه و اینکه روش عملیات خالی از اشکال بوده است، مدت زمان زیادی را بخود اختصاص داد.

1. extrapolation

هر مرحله عملیاتی تولید انبوهی داده می‌نماید. با اینکه مصرف کننده فقط از داده‌های مربوط به لحظه‌های عکسبرداری استفاده خواهد کرد، با اینحال برای جلوگیری از اشکالات بعدی باید تمام داده‌ها را بازدید نمود. با انجام عملیات ساده زیر می‌توان داده‌ها را کنترل کرد:

۱- زاویه افق دید ماهواره نباید زیاد بالا باشد. برخلاف اندازه‌گیری به حالت ایستا (استاتیک) زاویه دید متغیر در اندازه‌گیری کینماتیک بهتر ولی زاویه دید بالا برای برداشت بصورت کینماتیک مسئله ساز می‌باشد.

۲- خطاهای باقیمانده اندازه‌گیری اختلافات فاز امواج در مقاطع زمانی اندازه‌گیری باید کوچک باشند.

۳- افت های سیکل امواج باید ثابت باشند و در غیراینصورت باید ماهواره مخل را حذف کرد.

۴- خطای طول باز مورد استفاده برای شروع عملیات نباید بیش از یک طول موج اندازه‌گیری باشد والا در ضمن محاسبات خطاهای بزرگ روی خواهد نمود.

۵- خطای بست روی نقطه شروع قابل بررسی است. در صورتیکه خطای بست بزرگ باشد، داده‌های جمع آوری شده مورد اطمینان نمی‌باشند. ولی خطای بست کم نیز دلیل برداشت خوب نیست.

امتحان سیستم

چون برای این پروژه استفاده از تکنیکهای سنتی حائز اهمیت بود، فقط گیرنده GPS به سیستم اضافه شد و در واقع هدف، مقایسه فتوگرامتری سنتی با فتوگرامتری GPS بود.

پروازهای اصلی بوسیله هواپیمای سسنا ۴۱۴ با کابین فشرده و در ارتفاع ۳۳۰۰۰ پا و با سرعت ۳۰۰ مایل در ساعت انجام گرفت. در مرحله اولیه از دوربین RMK زایس با فاصله کانونی ۱۵ سانتیمتر استفاده شد ولی تستهای بعدی با دوربین RC10 ویلد انجام شد.

منطقه عملیات

برای تست موفقیت آمیز سیستم فتوگرامتری GPS و بعلت اینکه کنسرسیوم به تنهایی و بدون استفاده از منابع مالی خارج عهده دار هزینه‌های تست بود، لذا در انجام هزینه‌ها ملاحظاتی مد نظر بود.

از جمله این ملاحظات، موارد مربوط به انتخاب منطقه تست عبارت بود از:

۱- نزدیک بودن منطقه عملیات به شرکتهای عضو کنسرسیوم.

۲- وجود نقاط کنترل زمینی و فتوگرامتری در منطقه.

۳- وجود گیرنده‌های GPS .

منطقه شهر کبک و اطراف آن حائز شرایط فوق می‌باشد و به فاصله چند دقیقه از فرودگاه قرار گرفته و تعداد زیادی نقطه کنترل در منطقه وجود دارد.

برای انجام طرح لازم بود عکسبرداری هوایی در سه مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ انجام شود. بعد از چهار هفته انتظار برای پرواز ۱:۴۰۰۰۰ از انجام آن صرفنظر شد و عکسبرداری بصورت زیر انجام شد:

منطقه لویس[1] در مقیاس ۱:۱۵۰۰۰

منطقه کبک[2] در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰

نتیجه گیری از سیستم

از مزایای این نوع پروژه‌ها این است که تاریخ قطعی برای تحویل وجود ندارد و مهم آن است که هرچه زودتر نتایج قابل قبولی ارائه شود.

دستگاه رابط تعیین لحظه عکسبرداری

بعد از ساخت سیستمهای الکترونیکی دستگاه

۱- منطقه لویس (Levis) نزدیک شهر کبک است.

2. Quebec

ارتباط دهنده یا جعبه سیاه، این دستگاه به دوربین وصل شد و در خارج از هواپیما تست شد. بجز اشکالات ساده‌ای که وجود داشت و به آسانی برطرف گردید، دستگاه بخوبی کار می‌کرد و لذا طراحی پرواز انجام گرفت.

در هنگام پروازهای اولیه تداخل امواج الکترومغناطیسی در سیستم پیدا شد. تشعشع و برخورد این امواج به کابلهای جعبه سیاه باعث ایجاد پالسهای ناهنجار بوسیله این دستگاه می‌گردید. یکی از منابع تداخل امواج دستگاه فاصله یاب هواپیما و منبع دیگر، رادیو هواپیما و قرار گرفتن آنتن آن در زیر دوربین هوایی بود. هر دو منبع بصورت متناوب امواج الکترومغناطیسی تداخلی با قدرت کم تولید می‌نمودند که بقدر کافی پالسهای ناهنجار در دستگاه ایجاد می‌نمود. کنتاکت از نوع آرك الکتریکی در دوربین زایس موجود یکی دیگر از منابع بد تولید تداخل امواج بود. قدرت زیاد تداخل امواج نوع اخیر بدلیل نزدیکی آن به مجموعه الکترونیکی دوربین بود.

قسمت اعظم مشکلات ناشی از تداخل امواج با ایجاد تغییرات در جعبه سیاه و تجهیز درونی آن به مدارهای ضد حساسیت و نیز عایق بندی بیرونی جعبه برطرف گردید. بطوریکه امواج تولید شده در حین تغذیه فیلم در دوربین خنثی می‌شد. البته در مواقعی که دستگاه فاصله یاب هواپیما و رادیو در هنگام عملکرد دوربین خاموش بود، جعبه سیاه بصورت مطلوب کار کرد.

ارتعاشات ایجاد شده بوسیله دوربین هوایی نیز با قراردادن فیلترهایی خاص در مجاورت کنتاکتهای مزاحم برطرف گردید.

جعبه سیاه بمنظور ایجاد پالس مطمئن در لحظه عکسبرداری و انتقال آن با تاخیر دو میلیونیم ثانیه به کابل ورودی گیرنده GPS می‌باشد که لحظات عکسبرداری را در ردیف داده‌ها مشخص می‌کند. دو میلیونیم ثانیه تاخیر در تشخیص و انتقال سیگنال لحظه عکسبرداری می‌تواند خطایی در حدود یك میلیمتر در سیستم ایجاد نماید. متاسفانه بعلت اشتباه در تغییر یکی از قطعات دستگاه جعبه سیاه، در قسمتی از پرواز تست سال ۱۹۹۰ تاخیری مجاز در سیگنالهای سیستم ایجاد شد که خطایی بمیزان ۱۰ سانتیمتر در سیستم تولید نمود. خطای مذکور فقط بعد از پردازش اطلاعات کشف و تصحیح شد. امروزه با تصحیح سیستم، رابط تعیین لحظه عکسبرداری با دقت پیش بینی شده بمیزان دو میلیونیم ثانیه عمل می‌کند.

سیستم GPS

یك آنتن میکرواستریپ روی بدنه هواپیما و بر فراز مرکز صفحه کانونی دوربین نصب گردید. جابجایی مرکز آنتن و مرکز صفحه کانونی دوربین در محاسبات منظور شد.

در موقع تعیین موقعیت آنتن قبل از پرواز محل آن نسبت به زیر بدنه هواپیما تعیین شد. در بدترین حالت می‌توان هواپیما را بصورت دستی طوری روی نقطه ثابت زمینی قرار داد که شاغول امتداد محل آنتن بر روی نقطه ثابت قرار گیرد. ولی کنسرسیوم موفق به ساختن یك وسیله الکترونیکی شد که به کمك آن می‌توان موقعیت آنتن را بر نقطه ثابت زمینی منطبق نمود.

با اینکه سیستم کامل برای انجام پرواز تحقیقاتی در ماه مه ۱۹۹۰ آماده بود، عکسبرداری انجام نشد و تلاشها بر روی مطالعات جمع آوری داده‌ها به کمك GPS و تکمیل دستگاه رابط تعیین لحظه عکسبرداری، متمرکز بود. بعد از دومین یا سومین پرواز عکسبرداری معلوم شد که خود دوربین نیز در زمان انتقال فیلم، ایجاد تداخل امواج می‌نماید.

بعد از رفع اشکالات ناشی از تداخل امواج، پرواز مجدد از اواخر ماه مه آغاز شد. در جریان تست، اشکالات دیگری نیز در ارتباط با بدی هوا، فیلم و دوربین پیش آمد و معلوم شد که برای انجام پروازی موفق باید قسمتهای مختلف سیستم دارای هماهنگی لازم با یکدیگر باشند.

در جریان عملیات، یکبار با وجود بدی هوا یکسری داده‌های بسیار عالی GPS بدون عکس هوایی بدست آمد و نیز یکبار عکسبرداری بدون جمع آوری داده‌های GPS صورت گرفت. نرم افزار اشتك به هنگام پردازش داده‌های GPS برای مدت پرواز ۱۰ تا ۱۵ دقیقه اعلام خطا می‌نمود و مواجه با اشکال می‌شد یا در تمام مقاطع زمانی اخذ داده‌ها و برای تمام ماهواره‌ها افت سیکل نوسان نشان می‌داد. قبلا تصور بر این بود که اشکال ایجاد شده در پردازش بعلت انحراف از مسیر و تکانهای هواپیما می‌باشد ولی دریافت

داده‌های با کیفیت عالی در هوای منقلب و تکانهای شدید که عکسبرداری هوایی در آن ممکن نبود، خلاف تصور فوق را ثابت کرد و همان پرواز باعث شد که وجود اشکال نرم افزار به ثبوت برسد.

در طول تابستان و بعد از مذاکرات زیاد، اشکال نرم افزار بوسیله تهیه کنندگان اشتك برطرف گردید. گرچه محاسبات مجدد داده‌ها نشان داد که نرم افزار قادر به پردازش داده‌ها می‌باشد، نتیجه پردازش امیدوار کننده نبود. اشکالات موجود در داده‌ها را می‌توان بشرح زیر بیان نمود:

۱- قسمتی از پروازها در زمان تعطیلات طولانی آخر هفته در ایالات متحده آمریکا انجام گرفته بود. تجربه نشان داد که جمع آوری داده‌های GPS در مدت تعطیلات طولانی آخر هفته نتایج خوبی نداشته است، گرچه این امر در سالهای گذشته مسئله جدی ایجاد نکرده بود.

۲- وضعیت سلامت ماهواره، که معمولا در پروازها خوب تلقی می‌شود، در چند روز از پروازهای تست رضایتبخش نبود و نشان می‌داد تعدادی ازماهواره‌ها با قدرت کامل کار نکرده‌اند.

۳- تکانهای بالها و دم هواپیما و انحراف از مسیر در کیفیت اخذ سیگنال موثر بود.

۴- اندازه‌گیری طول باز، که برای معرفی مختصات نقطه شروع، به سیستم بکار می‌رود، احتمالا دارای دقت کافی نبوده است. این مورد با اندازه‌گیری مجدد طول باز در سیستم[1] WGS84 و مقایسه آن با مختصات موجود در سازمان ژئودزی کانادا در سیستم[2] NAD83 به کمك ترانسفورماسیون، مورد تحقیق قرار گرفت و رفع ابهام شد. ولی اختلافات بدست آمده بعد از پردازش داده‌ها کفایت دقت اندازه‌گیریهای اصلی را نشان نداد.

۵- ترکیب و تعداد ماهواره‌ها، در ضمن تست ایده‌آل نبود و با اینکه سعی شد دائما از تعداد ۶ ماهواره در زمان اندازه‌گیری استفاده شود، در پاره‌ای مواقع تعداد ماهواره‌ها به ۵ یاحتی ۴ محدود می‌شد.

۶- شاید اندازه‌گیری با S.A.[3] تولید اشکال می‌نموده است.

خطاهایی در مورد انتقال محل آنتن بر روی باند پرواز بهنگام توقف هواپیما پیش آمده بود که با تصحیح آن ایراد بند ۴ برطرف گردید و نتایج محاسبات بهبود نسبی پیدا کرد ولی خطاهای باقیمانده در اندازه گیری امواج هنوز قابل قبول نبود.

بعلت مناسب بودن فصل، فعالیت تا اواخر سال ادامه داشت و همزمان با این عملیات، تحقیقات برای توسعه نرم افزار لازم برای کنترل کیفیت داده‌های انبوه، که بوسیله نرم افزار اندازه‌گیری کینماتیك پردازش شده بود، بعمل آمد.

در ماه اکتبر ۱۹۹۰ هرچند برنامه پرواز جدید طراحی و نقطه ثابت زمینی کنترل و تایید شد ولی بعلت بدی هوا عکسبرداری انجام نگرفت و فقط عملکرد صحیح رابط تعیین لحظه عکسبرداری و گیرنده GPS ارزیابی شد.

در مرحله بعد و در روز دویست و نود و نهم عملیات عکسبرداری شهر کبك انجام شد و نتیجه پردازش نشان داد داده‌های جمع آوری شده خوب بوده است.

در روز سیصدم عملیات، پرواز بر فراز شهر کبك ناموفق بود ولی بالاجبار عکسبرداری از شهر لویس صورت گرفت و با وجود هوای بد نتیجه عملیات خوب بود. در مرحله بعدی بعلت ادامه هوای بد، اجزای سیستم عکسبرداری پیاده شد و در عوض عملیات ظهور و چاپ فیلمهای هوایی و پردازش داده‌های GPS آغاز گشت.

پردازش و تحلیل داده های GPS

مدارك معرفی مختصات اولیه قبل از شروع پرواز و نیز مختصات نقاط موجود در پایگاه هوایی به انضمام مختصات نقطه اندازه‌گیری شده در روی باند پرواز و نیز ارتفاع آنتن GPS بر فراز نقطه ثابت باند، در شروع هر مرحله اندازه‌گیری، بررسی و آماده می‌شود. داده‌های جمع آوری شده به کمك برنامه پردازش کینماتیك محاسبه می‌گردد. در عملیات ما از برنامه نرم افزار Kinsrvy اشتك و برنامه Semikin نوشته Cannon و همکاران (۱۹۹۰) استفاده گردید.

نرم افزار Kinsrvy از مشاهدات امواج دارای

1. World Geodetic System 1984
2. North American Datum 1983
3. Selective Availability

اختلاف فاز مضاعف، که در نقاطی با ثبات لحظه‌ای دریافت می‌شوند استفاده و به کمك راه حل استاندارد کمترین مربعات عمل می‌کند.

برنامه Semikin با روش تعدیل با کمترین مربعات از مشاهدات امواج دارای اختلاف فاز مضاعف در اندازه‌گیری نقاط ثابت استفاده کرده برای پردازش داده‌های حالت کینماتیك از فیلتر Kalman بهره می‌گیرد.

مقادیر نوسانی امواج و نیز اندازه‌گیریهای علائم زمانی فواصل، همگی بصورت اختلافات مضاعف در محاسبات وارد می‌شوند.

زمان سکون گیرنده متحرك در هر دو برنامه بصورت اطلاعات ورودی مورد نیاز می‌باشد و این زمان در برنامه Kinsrvy بطور اتوماتیك محاسبه می‌شود ولی در برنامهSemikin باید بطور دستی به برنامه معرفی شود.

هر مجموعه داده‌ها بصورت رفت و برگشت محاسبه شده، نتیجه مقابله مختصات نقطه ثابت روی باند در قبل از شروع پرواز و اندازه‌گیری مجدد آن بعد از پایان پرواز ثبت می‌شود. اختلاف این دو سری مختصات نقطه ثابت بیشتر از چند سانتیمتر نمی‌باشد.

تحلیل داده ها

اختلافات اندازه‌گیری بصورت سنجش نوسان و نیز بر اساس زمان سنجی در نرم افزار تولید شده بوسیله کنسرسیوم برای انجام محاسبات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

با بررسی نتایج بدست آمده از این محاسبات در مورد کیفیت و ثبات جمع‌آوری داده‌ها اطلاعات لازم بدست می‌آید.

با استفاده از نرم افزاری دیگر، شماره پرواز و مشخصات آن به مختصات مرکز هر تصویر در لحظه عکسبرداری اضافه می‌شود.

به کمك نرم افزار درون یابی، مختصات بصورت رفت و برگشت محاسبه شده و نتیجه محاسبات شامل شماره مرکز تصویر عکس هوایی، شماره نوار عکسبرداری، مختصات نقاط و کیفیت اندازه‌گیری چاپ می‌شود.

مختصات بدست آمده برای نوارهای عکسبرداری به انضمام مدل خطاها و مختصات نقاط ثابت زمینی به نرم افزار تعدیل سه بعدی با کمترین مربعات بنام Geo Lab3 تحویل می‌شود. از این نرم افزار برای محاسبه همزمان مقادیر زیاد اطلاعات و تعیین میزان ناهماهنگی موجود میان نوارهای رفت و برگشت بر اساس خطاهای محاسبه شده، استفاده می‌شود. ضمنا داده‌های حالت کینماتیك بروشهای مختلف و بطور مثال با استفاده از ترکیبهای مختلف ماهواره‌ای محاسبه می‌شوند.

در مواقعی که افت نوسان امواج پیش می‌آید می‌توان از داده‌های حالت رفت و برگشت برای ترمیم داده‌ها بهره گرفت.

بالاخره تغییرات ژئوئید در WGS84 محاسبه شده و به سیستم محلی برده می‌شود. پس از انجام تصحیحات لازم در سیستم مختصات محلی، محاسبات مختصات نقاط در سیستم محلی انجام می‌گیرد. مختصات نهایی بصورت جغرافیایی و قائم الزاویه به انضمام ارتفاعات از سطح متوسط دریا در قالب دیسکت به کارکنان فتوگرامتری تحویل می‌شود.

فتوگرامتری

برای انجام تست مورد نظر، نقاط کنترل زمینی مورد نیاز بوسیله سازمان نقشه‌برداری وزارت انرژی و منابع کبك ، برای مقایسه با نقاط GPS در اختیار ما قرار گرفت. کنسرسیوم در محلهای لازم نقاط مورد نیاز را به روش سنتی اندازه‌گیری و به آن شبکه اضافه نمود.

نقاط کنترل مورد استفاده دارای وضوح بسیار خوبی برای اندازه‌گیری در مدلهای فتوگرامتری بود و برای نقاط مسطحاتی از گوشه‌های ساختمانها و برای نقاط ارتفاعی از محل تلاقی جاده‌ها استفاده شده است.

تمام نقاط کنترل فتوگرامتری به شبکه اصلی مسطحاتی و ارتفاعی وصل شد.

دقت بدست آمده در این سری عملیات تقریبا ۵ سانتیمتر بود و اندازه‌گیریهای مسطحاتی بوسیله ژئودیمتر ۴۴۰ و اندازه‌گیریهای ارتفاعی بوسیله ترازیاب NA2 ویلد انجام گرفته است.

موقعیت نقاط عکسی قبلا طبق مشخصات لازم برای مثلث بندی بلوکهای کبك و لویس طراحی شده بودند.

مثلث بندی عملا در شرایط کاملا متعارف تولید انجام گرفت. دستگاهها و روشهای مورد استفاده برای مثلث بندی نیز بطور معمول در سراسر کانادا در حال بهره‌برداری می‌باشد از جمله :

- دستگاه PUG ویلد برای انتقال نقاط .
- دستگاه AMU ویلد برای مثلث بندی بصورت مدلهای مستقل.
- سیستم نرم افزار SPACE-M که در حال حاضر برنامه استاندارد محاسبات و تعدیل مثلث بندی فتوگرامتری است.
- تعداد و موقعیت نقاط انتقالی منطبق بر روال کار متعارف می‌باشد.

مراحل و شرایط استفاده از SPACE - M

داده‌های ورودی به برنامه SPACE-M ، برای تشکیل مدل مختصات در آن برنامه باید قبلا از نظر خطای سیستماتیك تصحیح شده باشد.

این برنامه مختصات کارتزین مدل فتوگرامتری در سیستم براست[1] را به مختصات کارتزین زمینی در سیستم براست بر می‌گرداند.

تحت شرایط خاص، هر مدل سه بعدی نسبت به واقعیت زمینی خود دارای تشابه فضایی می‌باشد. این تشابه فضایی با هفت درجه آزادی مشخص می‌شود که شامل سه عنصر انتقالی و سه عنصر دورانی و یك عنصر مقیاس است.

ترانسفورماسیون خطی از مختصات مدل به مختصات زمینی را می‌توان بصورت زیر نوشت :

$$X = ax + by - cz + e$$
$$Y = ay - bx - dz + f$$
$$Z = az + cx + dy + g$$

و ضریب مقیاس برای مسطحاتی را بصورت :

$$K = (a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}}$$

دوران های مورد نیاز Phi و Omega و Kappa می‌باشند که حول محورهای Z,Y,X صورت می‌گیرند. در صورتی که مدل تراز باشد، دوران Kappa را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد :

$$K = \text{arctg}\ (-b/a)$$

در صورتیکه ترتیب ریاضی دورانها را Phi و Omega و Kappa در نظر بگیریم برای هر مدل ۷ پارامتر و برای تعداد n مدل ، ۷×n مجهول وجود خواهد داشت.

در حالت کلی مولفه‌های مختصات نقاط مشترك مدلها دارای وزن ۱ و ۱ و ۱ و نقطه مرکز پرسپکتیو دارای وزن ۲ و ۲ و ۱ است و وزن نقاط کنترل بین ۰,۱ تا ۹,۹ تغییر می‌کند. در دستورالعمل برنامه Space-M جزییات بیشتری در این مورد وجود دارد.

فهرست اطلاعات خروجی برنامه SPACE-M به ترتیب زیر است :

۱- الف : نقاط مشترك بین مدلها و شماره مدلها.

۱- ب : لیست مختصات زمینی تمام نقاط مدل به انضمام خطاهای باقیمانده نقاط مشترك بین مدلها و نیز خطاهای باقیمانده روی نقاط کنترل.

۲- الف : یك جدول آماری که اوزان نقاط کنترل و نقاط چك را نشان می‌دهد.

۲- ب : یك جدول که تعداد نقاط کنترل و نقاط مشترك بین مدلها و نقاط چك و فواصل آنها را با یکدیگر نشان می‌دهد.

۳- یك لیست خروجی و فایل آن بنام TAPE 4 که شامل مختصات تعدیل شده تمام نقاط بلوك فتوگرامتری می‌باشد.

تعدیل مثلث بندی فتوگرامتری

هدف از محاسبات این بود که ثابت شود بدون اندازه‌گیری نقاط کنترل زمینی، از مختصات نقاط مراکز تصویر، که بوسیله GPS اندازه‌گیری می‌شوند، می‌توان نقشه تهیه کرد.

---

1. right handed

جدول آماری در حالت استفاده از نقاط GPS

	X	Y	Z	RMS(X)	RMS(Y)	RMS(XY)	RMS(Z)
Tie Point	213	213	213	.24m	.25m	.34m	.23m
P.C.S	38	38	38	.64m	.36m	.73m	.38m
Control Pts	22	22	22	.45m	.46m	.65m	.41m
Check Pts	31	31	55	.47m	.77m	.90m	.50m
Lake Pts			72				.25m

جدول آماری محاسبات با ۵ نقطه کنترل

	X	Y	Z	RMS(X)	RMS(Y)	RMS(XY)	RMS(Z)
Check Pts.	34	34	34	.52m	.36m	.63m	.43m

برای هر دو منطقه تست، ابتدا بلوک های فتوگرامتری به کمک نقاط کنترل زمینی محاسبه و تعدیل شد. در مرحله بعدی محاسبات تعدیل بلوکها فقط از مختصات مراکز تصویر استفاده شد و نقاط کنترل زمینی بعنوان نقاط چک در محاسبات وارد شدند.

در مرحله دیگری از محاسبات بمنظور ایجاد وجه تشابه بیشتر با حالت معمولی، فقط از ۵ نقطه کنترل زمینی در تعدیل استفاده شد و بقیه نقاط زمینی بعنوان نقاط چک منظور شدند.

منطقه لویس (۱:۱۵۰۰۰)

در این منطقه ۳۳ نقطه مسطحاتی و ۵۵ نقطه ارتفاعی وجود داشت. نتایج بدست آمده از آمار محاسبات نشان داد که فقط در ۳ نقطه خطای مسطحاتی بیش از یک متر و نیز فقط در ۲ نقطه خطای ارتفاعی بیش از یک متر بوده است.

بطور کلی از محاسبات بالا نتیجه می‌شود که تعدیل بلوک به کمک GPS با واقعیت زمینی در مسطحاتی و ارتفاعی مطابقت دارد.

در تعدیل به کمک ۵ نقطه، نقاط دیگر حالت نقطه چک داشته، محاسبات شباهت زیادی به محاسبات عملیاتی دارد که در آن نقاط کنترل بفواصل ۴ یا ۵ مدل قرار گرفته‌اند.

از جدول بالا معلوم می‌شود که دقت بدست آمده روی نقاط چک تقریبا برابر حالت GPS می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که با استفاده از کنترل GPS در هر مرکز تصویر، دقت بدست آمده مشابه حالت سنتی استفاده از نقاط کنترل زمینی در فواصل ۴ یا ۵ مدل می‌باشد.

منطقه کبک (۱:۱۰۰۰۰)

در این منطقه تست، ۴۵ نقطه کنترل مسطحاتی و ۷۵ نقطه کنترل ارتفاعی وجود داشت. نتایج بدست آمده از محاسبات مثلث بندی فتوگرامتری نشان داد که خطای بدست آمده در مسطحاتی تنها در یک نقطه بیش از یک متر و در ارتفاعی فقط در ۳ نقطه بیش از یک متر می‌باشد.

جدول آماری استفاده از نقاط کنترل GPS

	X	Y	Z	RMS(X)	RMS(Y)	RMS(XY)	RMS(Z)
Tie Point	620	620	620	.11m	.13m	.17m	.17m
P.C.S	114	114	114	.37m	.46m	.59m	.22m
Control Pts	63	63	63	.16m	.24m	.29m	.14m
Check Pts	48	48	75	.41m	.50m	.65m	.47m
Lake Pts			24				.17m

از جدول بالا براحتی می‌توان نتیجه گرفت که دقت بلوك فتوگرامتری محاسبه شده به کمك نقاط کنترل GPS حاکی از مطابقت مختصات بدست آمده با اندازه‌های زمینی در مسطحاتی و ارتفاعی می‌باشد.

خلاصه

نتایج بدست آمده از تعداد زیادی از پروازهای تست نشان می‌دهد که براحتی می‌توان دقتی برابر ۲۰ تا ۵۰ سانتیمتر در مولفه‌های Z,Y,X بدست آورد. نرم افزار موجود میزان تقریبی دقت مورد انتظار را نشان می‌دهد. با توجه به تجارب بدست آمده و توسعه و تکمیل سیستم، امروزه جمع آوری داده‌های GPS با چندین برابر دقت زمان انجام تست صورت می‌گیرد و می‌توان اندازه گیریهای لازم را با دقت ۵ تا ۲۵ سانتیمتر انجام داد.

بطوریکه از داده‌های جمع آوری شده مشاهده می‌شود پرواز در منطقه لویس نسبت به پرواز در منطقه کبك در شرایط سخت تر انجام گرفته و نیز بدلیل کنترل تك تك مدلها با داده‌های GPS نتایج محاسبات به واقعیت نزدیکتر است، چرا که در مثلث بندی فتوگرامتری در حالت معمول، نقاط کنترل در فواصل ۴ یا ۵ مدل قرار می‌گیرند.

نمونه تولید در منطقه Parry Sound

کنسرسیوم اخیرا قراردادی برای تهیه نقشه در منطقه Parry Sound اونتاریو با وزارت حمل و نقل ایالات اونتاریو کانادا امضاء نموده است. این منطقه بعلت داشتن موقعیت توریستی اهمیت خاصی دارد.

بعلت وضعیت منطقه، قرار دادن علایم نقاط کنترل در زمین و نیز استفاده از هلیکوپتر مناسب نبود. چون نقاط کنترل موجود فقط در کناره‌های منطقه قرار دارند برای تهیه نقشه به روش سنتی تعداد زیادی نقطه در منطقه مورد نیاز بود و استفاده از هلیکوپتر نیز برای تمام نقاط ضرورت داشت. از طرف دیگر بعلت شروع فصل جوانه زدن درختان عملیات پرواز می‌بایست تا یك هفته بعد از امضای پیمان و با سرعت صورت می‌گرفت. انجام پرواز بعد از علامتگذاری نقاط کنترل در زمین بسیار دیر بود. بنابر این قرار شد کنسرسیوم از سیستم فتوگرامتری GPS استفاده کند و عملیات عکسبرداری و ایجاد نقاط کنترل را بطور همزمان انجام دهد.

از نقاط موجود در منطقه که علامتگذاری شده و دارای مختصات X و Y بودند استفاده شد و ارتفاع آنها به کمك ترازیابی از بنچ مارکهای موجود در منطقه تعیین شد. در عمل فقط از نقاطی که در کناره‌های منطقه قرار داشتند، استفاده شد.

با اینکه داشتن فقط یك نقطه چك در محاسبات کفایت می‌کرد، برای اطمینان بیشتر سه نقطه چك در وسط منطقه از طریق روش استاتیك به کمك GPS اندازه‌گیری شد.

نقاط کنترل موجود در گوشه‌های منطقه، که قبلا علامتگذاری شده بود، برای ایجاد هماهنگی مجددا بوسیله GPS بصورت استاتیك اندازه‌گیری شد واین شبکه کوچك به نقاط چك داخل منطقه نیز متصل گشت. علاوه بر این برای

انجام عملیات اندازه‌گیری GPS بصورت کینماتیک دو نقطه مبناء بوسیله GPS در محوطه فرودگاه، واقع در نزدیکی منطقه، اندازه‌گیری شد.

از دو نقطه محوطه فرودگاه و نقطه سوم، که در روی باند پرواز واقع است و برای شروع مورد استفاده واقع قرار می‌گیرد، مثلثی ایجاد شد که مختصات گوشه‌های آن دو بار اندازه‌گیری گردید.

اندازه گیریهای انجام شده بوسیله GPS با مختصات موجود نقاط شبکه هماهنگی داشت و اختلافات محاسبه شده برابر ۲ سانتیمتر در X و ۱۳ سانتیمتر در Y و ۳ سانتیمتر در Z بود. از مدل ژئوئید برای محاسبه اختلاف ۳۰ سانتیمتر بین دو بنچ مارک استفاده شد.

با استفاده از محاسبات تعدیل شبکه، که در آن نقاط گوشه‌ای ثابت بودند، نقاط واقع در فرودگاه به این شبکه محلی وصل شدند.

پرواز عکسبرداری از منطقه، یک ساعت طول کشید و نتیجه محاسبات اولیه نشان داد که دقت بدست آمده در این سیستم GPS بین ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر بوده است.

نتیجه

در حال حاضر و با در نظر گرفتن آخرین تحقیقات در دست اقدام، نتایج بدست آمده برای تولید نقشه ۱:۵۰۰۰ با شانگر ۹۰ سانتیمتر خطای هندسی در X و Y (R.M.S.) و ۵۰ سانتیمتر خطای هندسی در ارتفاعات می‌باشد. نتایج مذکور از یک پرواز متلاطم بدست آمده است.

در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ نتایج بدست آمده دارای ۶۵ سانتیمتر خطای مسطحاتی و ۴۷ سانتیمتر خطای ارتفاعی می‌باشد.

نتایج اولیه بدست آمده از پروژه‌های جدید دقتهای بهتری ارائه می‌دهد.

برای آینده این باور وجود دارد که با انجام دقیقتر مثلث بندی فتوگرامتری، دقتهای بدست آمده را می‌توان تا دو برابر افزایش داد. از جمله در انجام مثلث بندی باید به موارد زیر توجه بیشتری نمود:

۱- انتقال و علامتگذاری نقاط مشترک بین نوارهای عکسبرداری با روشهای بهتری انجام گیرد.

۲- قرائت مختصات در مثلث بندی فتوگرامتری بوسیله دستگاههای تحلیلی دارای دقت یک میکرون، نتایج بهتری خواهد داشت.

۳- تعدیل با نرم افزاری که اختصاصا برای استفاده از مراکز تصویر در محاسبات تهیه شده، در دقت محاسبات موثر خواهد بود.

کنسرسیوم در حال حاضر مشغول تحقیق برای تهیه و توسعه برنامه تعدیل مثلث بندی فتوگرامتری می‌باشد که با استفاده از مراکز تصویر بعنوان نقاط کنترل به حداکثر دقت محاسباتی برسد. این تحقیقات بزودی با استفاده از داده‌های موجود در مناطق لویس و کبک تکمیل خواهد گردید. ضمنا از تحقیقات دانشگاه لاوال در کبک نیز برای بهبود روشها استفاده خواهد شد.

در زمینه اندازه گیری با GPS نیز در آینده یک سری آنتن بکار گرفته خواهد شد که به یک گیرنده وصل می‌شوند و در محاسبات وضعیت دوربین هوایی مفیدند.

آبنگاری در کانادا

گزارشی از : مؤسسه شیلات و اقیانوسهای کانادا

ترجمه : مهندس عبدالحسین معزی نجف آبادی

پیشگفتار

نام کانادا احتمالا از کلمه بومی **کاناتا** بمعنای جامعه ماخوذ شده است. حکومت این کشور مشروطه بوده و عضو کشورهای مشترك المنافع انگلیس می‌باشد. کانادا دارای دو مجلس قانونگذاری موسوم به عوام و سنا است که به ترتیب دارای ۲۶۵ و ۱۰۲ نفر نماینده هستند. در حال حاضر کشور کانادا متشکل از فدراسیون ۱۰ ایالت و دو سرزمین بقرار زیر می‌باشد :

فدراسیونهای آلبرتا، اونتاریو، نیوبرانزویك، پرنس ادوارد آیلند، سسکچوان، کبك، بریتیش کلمبیا، مانیتوبا، نووا اسکوشیا، نیوماندلند و سرزمینهای شمال غرب و یوگون .

کانادا کشوری است در کنار اقیانوس با طولانی ترین خط ساحلی و نیز طویلترین آبراههای داخلی که دارای بزرگترین مجمع الجزایر نیز می‌باشد. همچنین دارای بخشی از وسیع‌ترین سیستم آب شیرین جهان بوده و بعضی از غنی ترین منابع ماهیگیری و برخی از بزرگترین منابع استخراج نشده نفت و گاز طبیعی را نیز در اختیار دارد.

ما باید شناختی کامل از اقیانوسهای اطراف خود، آبراههای داخلی و منابع آبی خود داشته باشیم و این امر نیاز به یك کار عملی شایسته دارد که در وهله اول بعهده دولت فدرال کانادا می‌باشد. موسسه شیلات و اقیانوسها (DFO)[1] موسسه‌ای دولتی است و مسئولیت این تلاشهای تحقیقاتی را به عهده دارد.

سرویس آبنگاری کانادا (CHS)[2] در سال ۱۸۸۳ تاسیس گردید و وابسته به موسسه شیلات و اقیانوسها می‌باشد. تعداد کارشناسان آبنگاری روی کشتی‌ها ۸۵ نفر است و رقم تکنیسین های به ۲۲۱ نفر می‌رسد.

یکپارچه بودن مسائل مربوط به شیلات و اقیانوسها و امور وابسته به دریا، کشتیرانی و منابع آبهای شیرین، تخصصهای علمی موسسه شیلات و اقیانوسها را در سازمانی بنام موسسه Science Sector گرد هم آورده است. این سازمان سه بخش عمده علوم را زیر پوشش خود قرار می‌دهد. علوم زیست شناسی، علوم فیزیك، شیمی و آبنگاری. این مقاله صرفا مروری بر بخش آبنگاری می‌باشد.

نمایی از آینده

توانایی دریانوردی در آبهای کانادا، بطور قطع، امری حیاتی در نگاه مردم کانادا بشمار می‌رود. تجارت از طریق آب بمنزله خونی است که به مردم کانادا زندگی می‌بخشد. کشتی‌های تجاری بیش از ۳۵۰ میلیون تن کالا را هر ساله از بنادر کانادا صادر یا به آنها وارد می‌کنند. تعداد کشتی‌ها و مقدار کالاهایی که در طی یکسال از آبراه سنت لورنس می‌گذرد. بیش از مجموع کشتی‌ها و

---

1. Department of Fisheries and Oceans
2. They Canadian ; Hydrographic Service

کالاهائیست که از کانال سوئز و پاناما عبور می‌کند. کانادا دارای طولانی‌ترین خط ساحلی در جهان بوده و Great Lakes یکی از بزرگترین سیستمهای آب شیرین دنیا می‌باشد.

مساحت فلات قاره در کانادا تقریبا ۷۴۰۰۰۰ مایل دریایی (ناشی از گسترش بستر دریا) می‌باشد. این فلات قاره شامل ذخایر غنی نفت و گاز است و آبهای آن سرشار از منابع ماهیگیری می‌باشد.

بدون وجود چارتهای دریایی، دریانوردی کند و خطرناك است و بدون نقشه‌های مغناطیسی، گرانی سنجی و سایر نقشه‌های تخصصی، توسعه منابع دریایی امکان پذیر نمی‌باشد.

سرویس آبنگاری کانادا

مأموریتی در سراسر جهان

همانطور که قبلا ذکر گردید، دولت فدرال کانادا مسئول بیشترین تلاشهای علمی است که جهت شناخت اقیانوسها و منابع آب شیرین بکار می‌رود. قسمتی از این تلاشها مربوط به تهیه چارت از آبهای کانادا می‌باشد. این کوششهای علمی و تحقیقاتی بوسیله موسسه شیلات و اقیانوسها انجام می‌شود.

کارهای آبنگاری واگذار شده به Science Sector توسط سرویس آبنگاری کانادا انجام می‌شود. برنامه‌های سرویس آبنگاری کانادا شامل عملیات عمق یابی، سنجش جزر و مد، و جریان سنجی و تهیه و توزیع چارتهای ناوبری، جداول، جزر و مد و جریانهای آبی، راهنمای دریانوردی و انتشارات وابسته می‌باشد. این فعالیتها جهت رفع نیازهای جامعه دریانوردی و بمنظور ارتقاء حمل و نقل دریایی ایمن و کارآمد در کانادا و آبهای بین المللی مجاور طراحی شده است.

مقر اصلی عملیات بخش آبنگاری در اتاوا است و عملیات نقشه‌برداری و کارتوگرافی در چهار مرکز اصلی انجام می‌شود. انستیتو اقیانوس شناسی در دارتموث ایالت نووا اسکوشیا، انستیتوی تازه تاسیس شده موریس لامونتاگن در مونت ژولی ایالت کبك، انستیتو بی فیلد در برلینگتن ایالت انتاریو و انستیتوی علوم اقیانوسی در سیدنی ایالت بریتیش کلمبیا. یك واحد آبنگاری نیز در سنت جان، نیوفاندلند در مرکز شیلات در ساحل شمال غرب اقیانوس اطلس نیز مستقر می‌باشد.

روش شناسی

آبنگاری علمی است که در مورد اندازه‌گیری و توصیف آبهای سطح زمین بحث می‌کند. یکی از بازوهای این علم، نقشه‌برداری می‌باشد که در حقیقت شامل جمع آوری و مقایسه اطلاعات عمق یابی است که از آنها برای تهیه چارت و مرتفع ساختن سایر نیازهای دریانوردان استفاده می‌شود.

یکی از اساسی ترین عملیات آبنگاری، عمق یابی یا اندازه‌گیری ژرفای آب است. یکی از راههای قدیمی اندازه‌گیری عمق آب، اتصال وزنه‌ای سربی به قطعه ریسمانی و فرستادن آن به ژرفای دریا بوده است. در حالیکه دقت اجرای این روش در آبهای کم عمق، کافی بنظر می‌رسید، سرعت انجام عملیات کند بود و اندازه‌گیری و عمق نقاط بستر دریا بصورت ممتد و بدون هیچگونه فاصله‌ای امکان پذیر نمی‌بود. امروزه عمق یابی با وزنه سربی جای خود را به عمق یابی بوسیله اکوساندر داده است که اعماق بوسیله ارسال امواج صوتی به بستر دریا اندازه‌گیری می‌شود. هیدروگرافها با اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موج صوتی فرستاده شده و سرعت آن در آب، فاصله تا کف دریا را محاسبه می‌کنند. عمق یابی توسط اکوساندر بوسیله طراحی خطوطی که شناور باید روی آنها حرکت کند انجام می‌شود. فاصله خطوط عمق یابی بستگی به پیچیدگی توپوگرافی بستر دریا دارد. در آبهای خطرناك، پوشش کامل کف دریا توسط خطوط عمق یابی مورد نیاز است. برای مشخص کردن محل نقاط عمق یابی شده روی چارت، باید هیدروگرافها موقعیت دقیق شناور را در زمان عمق یابی ثبت نمایند. در گذشته وسیله اصلی برای تعیین موقعیت شناور سکستانت بود، چنانکه امروزه نیز گاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر تجهیزات اصلی برای تعیین موقعیت، سیستمهای الکترونیکی می‌باشد. جزر و مد و سایر تغییرات سطح آب نیز باید بوسیله هیدروگرافها اندازه‌گیری شود. سرویس آبنگاری کانادا بمنظور جمع آوری اطلاعات جزر و

مدی در طول ساحل کانادا و راههای عمده آبی داخلی، جزر و مد سنج های دائمی نصب کرده است. دو دستگاه جزر و مد سنج سرویس آبنگاری کانادا در سواحل غربی، قسمتی از سیستم اخطار بین المللی می‌باشند که برای مشخص کردن تغییرات سطح آب ناشی از زلزله، آتشفشان یا انفجارات نصب شده‌اند. برای تهیه چارتهای دقیق، هیدروگراف به اطلاعات جریان سنجی نیز نیازمند می‌باشد. اطلاعاتی نظیر سرعت و جهت جریان در اعمال مختلف معمولا بوسیله دستگاههای شناور در آب جمع آوری و روی نوارهای مغناطیسی ضبط می‌گردند. هیدروگراف همچنین باید موقعیت تمام گویه‌ها[1] چراغهای دریایی و سایر علائم کمك ناوبری ثابت و شناور و نیز عوارض زمینی طبیعی و ساخته شده را که می‌تواند بعنوان نقاط مرجع برای دریانورد مورد استفاده قرار گیرد تعیین نماید.

سرویس آبنگاری کانادا جهت توسعه در زمینه‌های نفت و گاز و سایر منابع دور از ساحل، با موسسه تحقیقات زمین شناسی کانادا وابسته به بخش انرژی در ادارات نیرو، معادن و منابع در عملیات ویژه نقشه‌برداری همکاری نزدیك دارد. وقتی عملیات نقشه‌برداری دریایی تکمیل گردید، کارتوگرافهای دریایی داده‌ها و اندازه گیریهای بدست آمده را با خط ساحلی و سایر اطلاعات توپوگرافی آن منطقه ترکیب و از طریق عکاسی به مقیاس مورد نظر برای چارت دریایی تبدیل می‌نماید.

از اسناد و مدارکی که به طریق فوق بدست می‌آید، اطلاعاتی انتخاب می‌گردد که برای ناوبری ایمن، حیاتی باشد. جداول مربوط به جزر و مد و جریانهای دریایی همراه با تذکرات، اخطارها و اسامی جغرافیایی نیز به اطلاعات فوق در چارت اضافه می‌شود. افزون بر این، اطلاعات شبکه‌های الکترونیکی (سیستمهای رادیویی مربوط به خطوط تعیین موقعیت) محاسبه و روی چارت آورده می‌شود.

بالاخره تمام این منابع و اطلاعات بوسیله کامپیوتر ترسیم می‌شود و نسخه منفی آن برای تهیه نتیجه نهایی یعنی یك چارت مدرن به چاپخانه ارسال می‌گردد.

هیدروگرافها در حال برداشتن گام تازه‌ای به جلو هستند. این قدم مهم استفاده از اطلاعات جمع آوری و ذخیره شده جهت تالیف چارتها می‌باشد.

آبنگاری و کارتوگرافی، پرسنل و آموزش

آبنگاری و کارتوگرافی دریایی به خاطر پیشینه و آموزشهای مقدماتی لازم، حرفه‌های بدون مشابه و یکتایی هستند. بعضی از کارمندان جدیدالاستخدام که بعنوان نقشه بردار به سرویس آبنگاری کانادا ملحق می‌شوند، تحصیلکرده در انستیتوهای فنی هستند و تعدادی نیز فارغ التحصیل دانشگاه در رشته‌های مهندسی نقشه‌برداری و ریاضی می‌باشند. کارتوگرافها هم معمولا فارغ التحصیلان انستیتوهای فنی هستند که در آنها دوره‌های کارتوگرافی آموزش داده می‌شود. اگرچه بعضی نیز فارغ التحصیلان دانشگاه در رشته کارتوگرافی، جغرافیا یا علوم کامپیوتر می‌باشند.

نظر به اینکه در زمینه کارتوگرافی دریایی، آموزشهای دانشگاهی بسیار کمی در زمینه کارتوگرافی دریایی، چه برای هیدروگرافها و چه برای کارتوگرافها، وجود دارد، سرویس آبنگاری کانادا برنامه‌های آموزشی خود را در این زمینه بطور کامل اجرا می‌کند. دوره‌های مقدماتی و پیشرفته که برگزار می‌شود توسط موسسات معتبر بین المللی به رسمیت شناخته شده است. برنامه‌های آموزشی سرویس آبنگاری کانادا، هم دانشجویان خارجی و هم افرادی را از شرکتهای خصوصی نقشه‌برداری به خود جذب می‌نماید.

شناورهای نقشه برداری دریایی

گرچه نقش هواپیما و ماهواره در انجام کارهای آبنگاری افزایش روزافزون یافته، اما کشتی و قایق هنوز نقش اصلی را بعهده دارند. قسمت اعظم ناوگان موسسه شیلات و اقیانوسها یعنی حدود ۱۸۰ فروند، برای عملیات آبنگاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. شناورهای این ناوگان که برای انجام امور آبنگاری موسسات پنجگانه ایالتی، که ذکر آنها رفت، بکار گرفته می‌شوند، هم شامل کشتی‌های بزرگ و متوسط ویژه عملیات ساحلی دور از ساحل است و هم شناورهای کوچك که برای انجام کارهای آبنگاری نزدیك

1. Buoys

ساحل و نیز آبهای داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرند پوشش عملیات آبنگاری واگذار شده به سرویس آبنگاری کانادا شامل آبهای اقیانوس کبیر و اقیانوس اطلس و آبهای قطب شمال می‌باشد وGreat Lakes و رودخانه سنت لارنس را نیز در بر می‌گیرد. سرویس آبنگاری کانادا همچنین در پروژه‌های همکاری بین سایر کشورها و انجام ماموریتهای نقشه‌برداری برای کشورهای درحال توسعه مشارکت دارد. کشتی‌های آبنگاری به تجهیزات ویژه‌ای نظیر سیستمهای تعیین موقعیت، عمق یاب، نمونه‌بردار از بستر دریا و ابزارهای ژئوفیزیکی برای عملیات نقشه برداری از دریا مجهز می‌باشند. بزرگترین کشتی سرویس آبنگاری کانادا یك شناور ۳۴۰۰ تنی موسوم به Baffin می‌باشد که متعلق به انستیتوی اقیانوس شناسی بدفورد در(دارتموث) ایالت نووااسکوشیا است و در آبهای این منطقه مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. این کشتی برای عملیات در آبهای قطب شمال طراحی شده است و مجهز به محل فرود و آشیانه دو فروند هلی کوپتر نیز می‌باشد. تجهیزات این کشتی شامل عمق یابها، سیستمهای تعیین موقعیت با بردهای کوتاه و متوسط، سیستم ناوبری ماهواره‌ای، شش فروند قایق آبنگاری و سایر تجهیزات کمك ناوبری و ارتباطی می‌باشد.

بهنگام کردن چارتها برای دنیایی که همواره در حال تغییر است

کار نقشه برداران دریایی هرگز انجامی ندارد، زیرا هنگامیکه کشتی‌های با آبخور بیشتر به آبهایی که فعلا از آنها عبور نشده است وارد شوند، باید چارتهای گذرگاه آنها با جزئیات بیشتر تهیه شود. ضمنا تغییرات بستر و ساحل دریا، جابجایی نقاط کم عمق[1] و صخره‌های زیرآبی، لایروبی، وجود کشتی‌های به گل نشسته جدید و سایر موانع، آبنگاری را به عملیاتی تبدیل کرده است که هرگز پایانی ندارد.

حفظ کانادا در خط مقدم پیشرفت

به رسمیت شناخته شدن سرویس آبنگاری کانادا از طرف مجامع بین‌المللی بعنوان یکی از پیشرفته‌ترین سازمانهای آبنگاری دنیا، موسسه شیلات و اقیانوسها را در جهت پیشرفت و تکامل در تکنیك و ابزارها رهنمون شده است، از این پیشرفت و تکامل دو منظور حاصل می‌شود.

اول - بهبود کارآیی دستگاههایی که موسسه کارهایش را با آن انجام می‌دهد.

دوم - رشد صنعت کانادا بویژه در زمینه آبنگاری از طریق انتقال تکنولوژی به بخش خصوصی.

موفقیتهای چشمگیر موسسه شیلات و اقیانوسها در این زمینه عبارتست از: بهبود بخشیدن به تکنولوژی نقشه‌برداری از طریق هوا، مانند لیزر در سیستمی موسوم به LIDAR، بکارگیری شناورهای با قابلیت کنترل از راه دور و نیمه غوطه‌ور مانند دولفین و نیز استفاده از سیستمهای پیشرفته نظیر GPS-Navstar.

دنیای جدید و چارتهای الکترونیکی

یکی از جلوه‌های جالب در این فن، چارت الکترونیکی می‌باشد. سیستمی که دریانورد را قادر می‌سازد از طریق ترکیب یك چارت عددی روی صفحه نمایش ویدیویی و رادار مخصوص کشتیرانی و استفاده از تجهیزات کمك ناوبری، خط ساحلی و سایر عوارض، شناور خود را هدایت

نمونه ای از چارت الکترونیکی

1. Shifts in Schoals

کند. تا سال ۲۰۰۰، احتمالا کشتی‌ها مجهز به دستگاههایی خواهند شد که اطلاعات آبنگاری و سایر داده‌ها را با سرعت خیلی زیاد از ایستگاههای زمینی دریافت کنند. استفاده از چارتهای الکترونیکی یك امر عادی خواهد شد و دریانوردان قادر خواهند بود تا چارتها را بهنگام نموده اعلامیه‌های دریایی را بررسی کنند و اطلاعات عددی خودشان را، با آنچه در ادارات منطقه نگاهداری می‌شود کنترل نمایند. موسسه شیلات و اقیانوسها در سطح جهانی و در زمینه توسعه پایگاههای اطلاعاتی عددی که تهیه چارت الکترونیکی را ممکن خواهد نمود، یکی از پیشگامان می‌باشد.

دولفین دستگاه نقشه‌برداری کنترل شونده بوسیله امواج رادیویی است، این دستگاه بوسیله سرویس آبنگاری کانادا، با همکاری صنایع کانادایی تکامل یافت. دولفین شناوری است نیمه غوطه‌ور که بوسیله امواج رادیویی کنترل می‌شود و برای عملیات آبنگاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استفاده از تکنیک پیشرفته شناورهای با دو بدنه

طریقه معمول تهیه نقشه‌های دریایی از آبهای کم عمق، عبارتست از عمق یابی در طول خطوط مجزا که شناور هر دفعه فقط یکبار از روی این خط می‌گذرد. شناور با دوبدنه یکی از آخرین شناورهایی است که به ناوگان آبنگاری کانادا ملحق شده است و به روند کار سرعت می‌بخشد. این شناور که بوسیله سرویس آبنگاری کانادا ساخته شده، به تجهیزات نقشه‌برداری الکترونیکی مجهز است و تنها با یك بار عبور از خطوط طراحی شده برای عمق یابی، منطقه‌ای به عرض سی متر را پوشش می‌دهد و نسبت به روش سابق این حسن را دارد که در اندازه‌گیری عمق، فاصله ایجاد نمی‌شود.

سیستم لیزری لارنس لیدار:

مناسب برای آبنگاری در آبهای یخزده قطبی

عملیات آبنگاری در نواحی قطبی، در حقیقت نبردی در مقابل یخبندان زمستان می‌باشد. سرویس آبنگاری کانادا برای استفاده بهینه از تابستان کوتاه قطب، یك هواپیما را جهت اندازه‌گیری عمق آبهای ساحلی به سیستم لیزری مجهز کرده که کار با آن از نظر زمان پنج برابر سریعتر از روشهای معمولی است و از لحاظ مخارج یکدهم آنها هزینه در بردارد.

نیازهای کابین ناخدا

موسسه شیلات و اقیانوسها در جهت برآوردن نیازهای مربوط به هدایت و فرماندهی در امور دریانوردی در حدود ۱۱۰۰۰ برگ چارتهای دریایی تهیه کرده و نگهداری می‌کند. هر ساله توسط نمایندگیهای فروش مجاز در کانادا، آمریکا و کشورهای ماوراء بحار، نیم میلیون نسخه چارت توزیع می‌شود. این چارتها مرتبا بر اساس اعلامیه‌های دریایی بهنگام می‌شوند. اعلامیه‌های دریایی بصورت هفتگی بوسیله سرویس آبنگاری کانادا و گارد ساحلی کانادا منتشر می‌شود. اطلاعات بهنگام، در مورد وضعیت گویه‌ها، چراغهای دریایی و علایم رادیویی است و یا عوارض گزارش شده خطرناك برای دریانوردی را شامل می‌گردد. راهنماهای کشتی‌های کوچك و مسیرهای دریایی کتابهایی مکمل چارتها بوده، حاوی اطلاعاتی است مانند وضعیت سواحل، موقعیت و شرایط توده‌های یخ، امکانات بندری و نظایر اینها که برای دریانوردان مفید می‌باشد.

معمولا اینگونه اطلاعات را نمی‌توان روی چارتها نشان داد. جداول جزرومد و جریانهای دریایی بصورت سالیانه بوسیله موسسه شیلات و اقیانوسها برای آبهای کانادا منتشر می‌شود. دریانوردان با استفاده از جداول سالانه همراه چارتها، زمان و ارتفاع پیش بینی شده آب را در حالت جزر یا مد مشخص می‌کنند و می‌توانند ارتفاع آب را برای هر ساعتی از روز و در هر ماه که بخواهند محاسبه نمایند. جداول جریانهای دریایی برای مناطق مشخص حداقل یا حداکثر سرعت جریان آب را در هر ساعت برای هر روز از سال نشان می‌دهد.

تهیه نقشه اقیانوسها

نتیجه کار با تحقیقات زمین شناسی کانادا وابسته به اداره انرژی، معدن و منابع کانادا، تهیه نقشه‌های تخصصی از منابع طبیعی بوسیله موسسه شیلات و اقیانوسها بوده است که مشخص کننده عوارض بستر

اقیانوس دور از سواحل کانادا می‌باشد. این نقشه‌ها بوسیله دانشمندان علوم زمینی و مسئولین توسعه معادن و مناطق نفتی دور از ساحل جهت تشخیص مناطقی که چشم انداز آتی آنها روشن است، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سرویس آبنگاری کانادا همچنین چارتهایی را که نشان دهنده شکل کلی بستر اقیانوسها[1] هستند را در سطح جهان با همکاری مشترك سازمان بین المللی آبنگاری و کمیسیون بین الدول اقیانوس شناسی وابسته به یونسکو تهیه می‌نماید.

اختیارات قانونی

هدف جامعه علوم اقیانوسی و ماهیگیری، این است که اطمینان پیدا کند که اطلاعات علمی در بالاترین حد استاندارد بین المللی در دسترس دولت کانادا، جهت استفاده در سیاستهای توسعه، وضع مقررات و قوانین مربوط به اقیانوسها و زندگی آبزیان، خواهد بود و نیز در اختیار دیگر ارگانهای دولتی در بخش عمومی و خصوصی به منظور استفاده در طراحی و اجرای برنامه‌های مربوط به آب قرار می‌گیرد. اهداف برنامه‌های علمی بخش آبنگاری عبارتست از :

- جمع آوری، چاپ و توزیع اطلاعات آبنگاری بصورت چارتهای ناوبری، نقشه اقیانوسها، اطلاعات مورد نیاز دریانوردان، جداول جزر و مد و جریانهای دریایی و دیگر نشریات مربوط به آبهای ساحلی، دور از ساحل و داخلی برای تسهیل در ناوبری ایمن در عبور و مرور دریایی، آسان کردن فعالیتهای ماهیگیری و کمك کردن به توسعه و پیشرفت مناطق ساحلی و دور از ساحل و سایر فعالیتهای مورد نیاز.

فعالیتهای ویژه از قبیل : هدایت عملیات آبنگاری در جهت نشان دادن دقیق شکل و طبیعت کف دریا و ارتباط جغرافیایی آن با خشکی‌های مجاور.

- جمع آوری اطلاعات جزر و مدی ،سطوح آب و جریانهای دریایی جهت تصویب ویژگیهای دینامیکی آبهای کانادا که برای ناوبری مهم است.

- همکاری در چاپ سری نقشه‌های مربوط به علوم طبیعی زمین با همکاری اداره انرژی، معادن و منابع که نشانگر عمق ها، ضخامت رسوب گذاری‌ها، زمین شناسی بستر دریا و نیز میدانهای مغناطیسی و ثقل سنجی مناطق دور از ساحل کانادا می‌باشد.

- انجام مشاوره‌های فنی و حرفه‌ای و خدمات.

- توسعه و بهبود روشها و تکنولوژی مورد نیاز برای انجام برنامه‌های آبنگاری.

چشم انداز آینده

کانادا کشوری در کنار دریا است و تجارت آن از طریق آب انجام می‌شود. بنابراین ما کانادایی‌ها نیازمندیم که در مورد آب و آبراههای داخلی خود و سه اقیانوس مجاور اطلاعات بیشتری کسب کنیم. همچنین باید بدانیم که چگونه آبها را به شکلی درست مورد استفاده قرار دهیم و به چه نحو از آلودگی آنها جلوگیری نماییم و به چه صورت در سطح آنها دریانوردی کنیم و روش عاقلانه بهره برداری از منابعشان را بکار گیریم. با ازدیاد جمعیت جهان و هرچه بیشتر صنعتی شدن جوامع، نیاز به تامین غذا از طریق دریا رو به افزایش است. موسسه شیلات و اقیانوسها پیشقدم تمام تلاشهای علمی بمنظور شناخت آبها و آبهای شیرین کانادا می‌باشد. این موسسه، با عملیات آبنگاری و تهیه چارت از آبهای کانادا و توسعه و تکمیل تکنولوژی جدید برای کمك به انجام این وظایف در جبهه مقدم تلاش جهت نیل به آینده است.

---

1. General Bathymetric Chart of the Ocans

شاخص ترازیابی دقیق با ضریب حرارتی منفی

نویسندگان :

T. Seto از شرکت سوکیشا، ژاپن

S. Sawaya - از انستیتو تحقیقات مواد مغناطیسی و الکترونیکی ، ژاپن

M. Tanaka - از دانشگاه کوگوشیما ، ژاپن

ترجمه : پروین رفاهی

در ایام برگزاری کنفرانس بین المللی نقشه‌برداری، فرصتی دست داد تا نشریه نقشه‌برداری را به بعضی از کارشناسان خارجی نیز معرفی نماییم و خواستار همکاری آنها شویم.

در این رابطه آقای کنزو تاکاهاشی، مدیر شعبه سنگاپور کارخانه سوکیا، پس از بازگشت به موطنشان، مقاله زیر را ارسال داشته‌اند که در واقع پاسخی است به درخواست ما.

آنچه در زیر به نظر خوانندگان عزیز می‌رسد، ترجمه این مقاله است که ما ضمن سپاس از ایشان، امید داریم مورد توجه و استفاده کارشناسان نقشه‌برداری قرار گیرد.

پیشگفتار

اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع با استفاده از ترازیاب و شاخصهای تراز یکی از دقیق ترین روشهای گردآوری اطلاعات توپوگرافی از موجگانی ارتفاع و یا آشکارسازی جابجایی قائم سطح زمین، ناشی از فعالیتهای تکتونیک است و تصور می‌شود که به سبب پیشرفتهای حاصله در وسایل و روشهای مشاهده و کنترل، طی بیش از صد سال گذشته، دقت آن به حد نهایی مطلوب نزدیک می‌گردد.

منشاء خطاهای حاصل در اندازه‌گیریهای ترازیابی را می‌توان ابتدا به دو گروه اصلی :

۱- خطاهای دستگاهی،

۲- خطاهای محیطی،

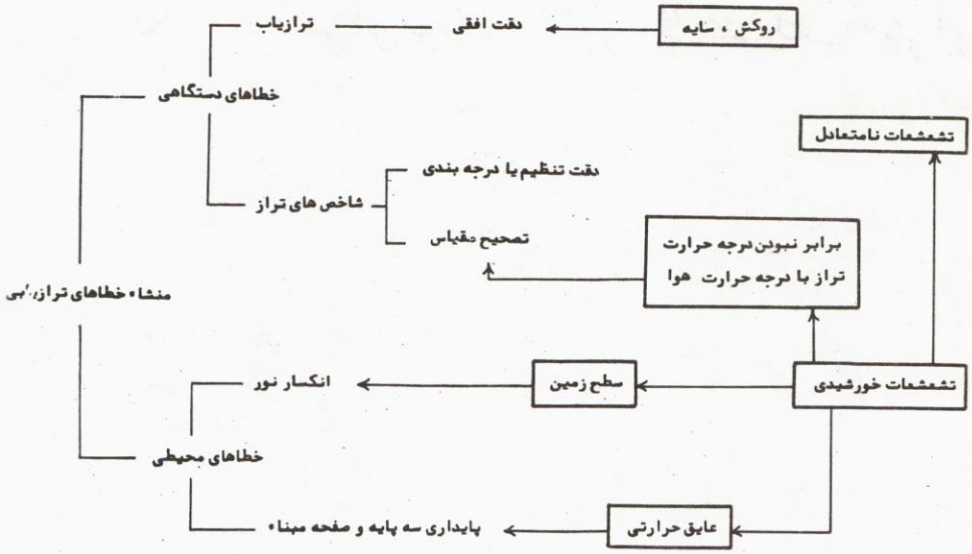
و سپس به زیرگروه خطاهای ناشی از دوربین ترازیاب، شاخص، تغییرات و درجه حرارت محیط، میزان پایداری سه پایه یا صفحه بیس[1] و انکسار نور طبقه بندی

---

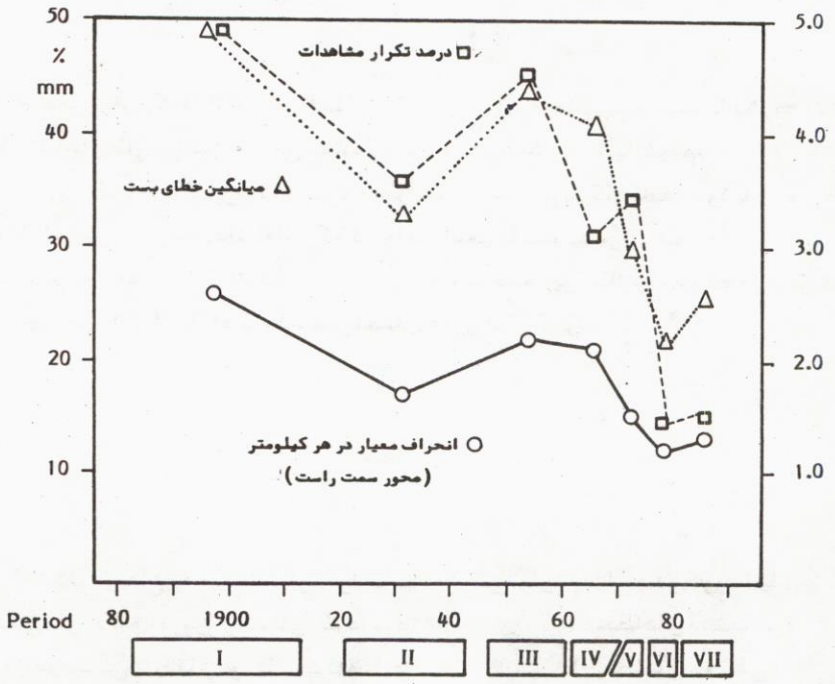
۱. Base Plate

نمود (نگاره ۱).

در جهت حذف یا محدود نمودن این خطاها تاکنون دستگاه Carl Bamberg (y-type) wild N3
روشهای مشاهده و دستگاههای بسیاری ابداع گردیده است . دستگاه Carl Bamberg (wood) wild (inv)



نگاره ۱- منشاء خطاهای ترازیابی



نگاره ۲- نمودار سابقه تاریخی
دقت عملیات ترازیابی در ژاپن

طول کل مسیرهای ترازیابی درجه یک حدود ۲۰۰۰۰ کیلومتر و شبکه‌ها شامل ۶۰ حلقه بسته به طول تقریبی ۴۰۰ کیلومتر می‌باشد. از سال ۱۸۸۰ به بعد مشاهدات ۷ بار تکرار شده است. محور افقی، برای نمایش سال طی دوره‌های زمانی است و دوربینهای مورد استفاده در هر سال را نشان می‌دهد، مقیاس سمت چپ به میلیمتر است و درصدها را نشان می‌دهد. بدین ترتیب خط های □ درصد تکرار مشاهداتی است که از حد خطای مجاز یعنی $2\sqrt{S}$ (میلیمتر) یا $2.5\sqrt{S}$ (میلیمتر) تجاوز می‌نماید. خط های △ نشاندهنده میانگین خطاهای مطلق بست در هر دوره زمانی می‌باشد. مقیاس سمت راست به میلیمتر است. خطوط ○ انحراف معیارها را در هر یک کیلومتر نشان می‌دهد. (از بولتن شماره ۷۱، ۱۹۹۰ موسسه جغرافیایی ژاپن).

نمودار خطاهای بست و خطاهای استاندارد در هر کیلومتر از شبکه‌های اندازه‌گیری ترازیابی درجه یك، که در طول یکصد سال اخیر توسط انستیتو نقشه‌برداری و جغرافیایی ژاپن انجام شده است، به عنوان نتیجه‌ای از تلاشهای اجرایی جهت حذف خطاها، نشان می‌دهد که خطاها رو به کاهش هستند(نگاره ۲). این مقادیر در پایان مشاهدات هر شبکه کامل محاسبه شده‌اند، لیکن حرکات پوسته‌ای در طی دوره اندازه‌گیری نقشه‌برداری در نظر گرفته نشده است. آنچه در این میان دریافت شده اینست که با کوتاهتر شدن زمان انجام عملیات، برای کامل کردن مشاهدات شبکه، نتایج نیز بهتر می‌شوند.

دامنه خطای حلقه‌های منفرد بسیار بیشتر از میانگین خطای هر ۶۰ حلقه است، بدین معنا که ممکن است هنوز خطاهای سیستماتیك در حلقه‌های منفرد وجود داشته باشد. فرض کلی اینست که دلیل اصلی این خطای سیستماتیك تغییر شکل شاخص تراز، ناشی از تغییرات درجه حرارت و تاثیر تابش خورشید، می‌باشد.

اگر ضریب اسمی دما[1] (مقادیر خطای ناشی از تغییرات دما) که از طرف شرکت سازنده ارائه می‌شود و معمولا در حدود خطای استاندارد است دقیق نباشد، موجب بروز خطاهای سیستماتیك در مناطقی خواهد گردید که دارای اختلاف ارتفاع زیاد هستند.

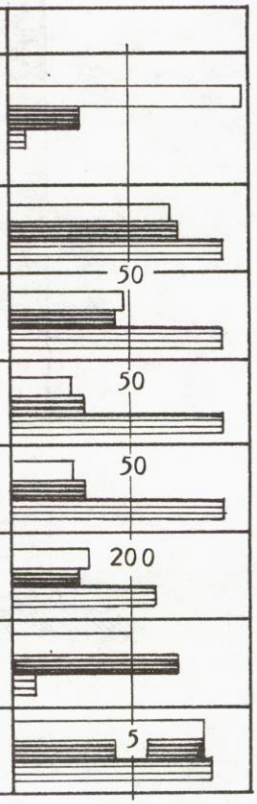
گاهی اوقات درجه حرارت رویه شاخص تراز در دو قسمت، که یکی در آفتاب و دیگری در سایه است یا بین قسمتهای بالایی و پایینی آن فرق می‌کند، خصوصا هنگامی که ترازیابی روی جاده‌های آسفالته یا سطوح سیمانی (بتون) انجام می‌گیرد. محفظه آلومینیومی بدلیل هدایت خوب درجه حرارت بهتر از نوع چوبی، به کاهش این امر کمك می‌کند. بهرصورت اختلاف درجه حرارت موجود در هوا هنوز به عنوان یك مشکل باقی است.

جنس نوارهای جدید

برای از میان بردن مشکل فوق الذکر به شاخص ترازی نیاز داریم که ضریب درجه حرارت آن پایین باشد.

1. Nominal Temperature Coefficient

	I.	S. I.	N. S. I.	Unit
Thermal Expansion Confficient	1 ≃ 2	0.5	-0.1	10^{-5}/C
Young's Modulus	13. 5	13. 9	17. 4	10 Kg /Cm^2
Tensile Strength	49. 3	48. 1	89. 0	Kg /mm^2
Yield Point	29. 4	33. 7	88. 0	Kg /mm^2
Elastic Limit	28. 0	33. 0	87. 0	Kg / mm^2
Vickers Hardness	137	128	245	—
Elongation	25	34	3	%
Density	8. 1	8. 1	8. 3	g / Cm^3



نگاره ۳- خصوصیات فیزیکی فلزهای انوار

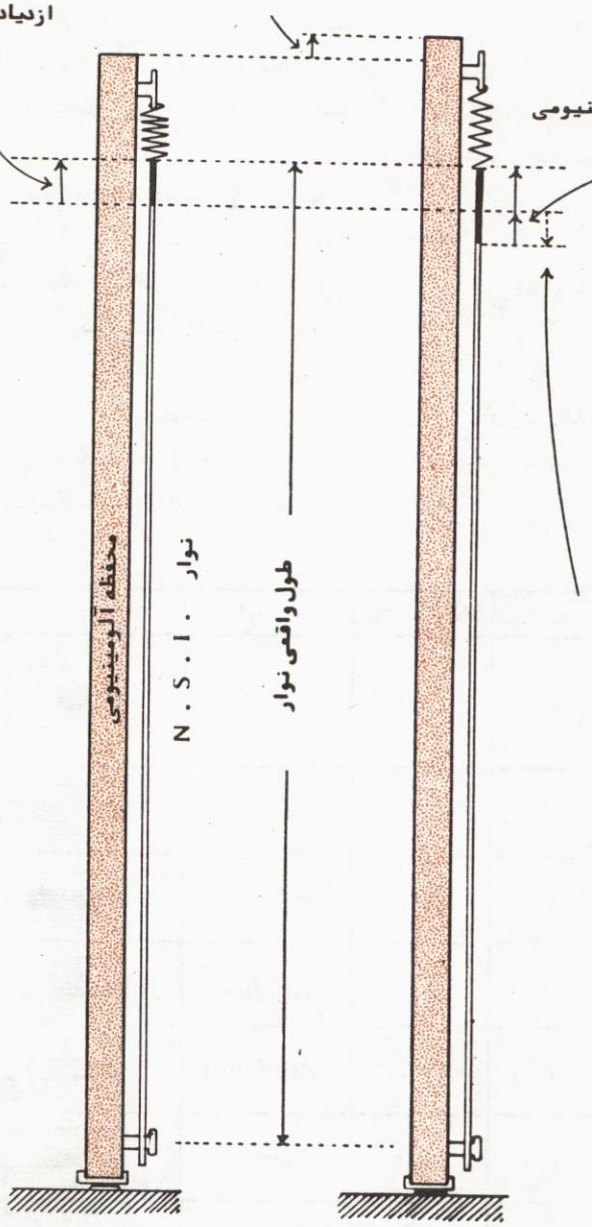
حرارت بالاتر از ۲۰ درجه سانتیگراد

تغییر طول محفظه آلومینیومی

L = 3.05 x 22.2 x 10 x tp = 67.7 m/c

ازدیاد طول نوار در اثر کشش

34.5 m/3Kg



تغییر کشش ناشی از تغییر طول محفظه آلومینیومی

Ten = 0.255 x L

= 0.0173 Kg/C

تغییر طول نوار ناشی از تغییر کشش فنر

l = Ten x L / T

= 0.0179 x 11.5

= 0.2 m/c

CANCEL

تغییر طول نوار بدلیل تغییر درجه حرارت

l = 3.05 x (-0.1)x 10

= -0. 3 m/C

ازدیاد طول بواسطه کشش استاندارد فنر

L = L/A+E = 11.5 m/Kg

ازدیاد طول بواسطه کشش

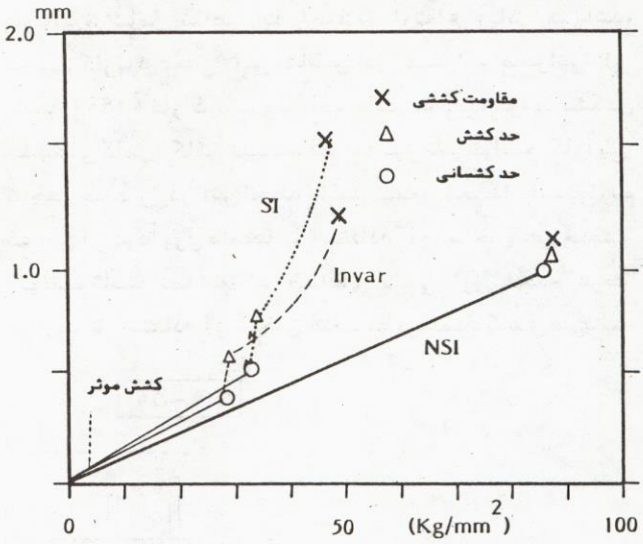
L = 8.05m

A = 0.6x25mm

E = 17.4 x 10/cm

نگاره ۵ - نمودار تصویری شاخص جدید

خوشبختانه یکی از همکاران نگارنده، ماده‌ای کشف نموده که ویژگیهایی عالی برای کاربرد در میرهای ترازیابی دارد (نگاره ۳). بطور کلی ممکن است در هنگام بررسی ویژگیهای خاص یك ماده جدید، بعضی مزایای مواد قبلی از دست برود. اما این فلز جدید که سوپر انوار جدید نامیده می‌شود، کلیه خصوصیات مواد مورد استفاده فعلی مانند انوار یا سوپر انوار را داراست (نگاره ۴).



نگاره ۴- ویژگیهای کششی فلزهای انوار

مونتاژ سیستم کامل شاخص ترازیابی و درجه بندی آن با استفاده از سیستم علامتگذاری لیزری توسط شرکت آلمانی NEDO اجرا می‌شود.

خصوصیات طراحی

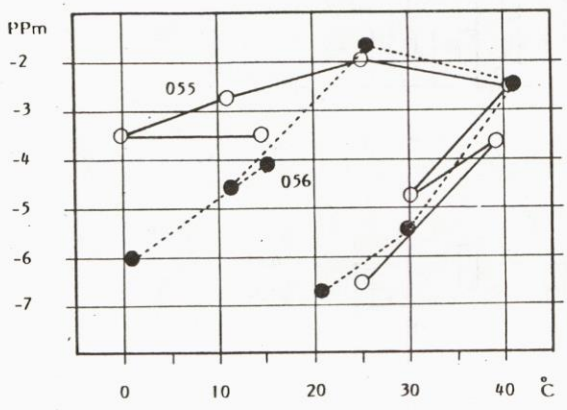
ویژگی منحصر بفرد شاخص جدید در این است که نوار درجه بندی شده آن، ضریب دمای منفی دارد. از آنجا که ضریب دمای محفظه آلومینیومی مثبت است، تغییر درجه حرارت موجب حرکت نوار و محفظه درجهت های مخالف می‌شود. لذا با متصل نمودن نوار به محفظه، توسط یك فنر، تقریبا می‌توان تغییرات حاصل در طول نوار را با کشش فنر بطور کامل از میان برد.

ضریب ثابت فنر طوری انتخاب شده است که تغییر طول نوار، در اثر درجه حرارت، و تغییر میزان انبساط ناشی از حرکات محفظه را خنثی خواهد نمود (نگاره ۵). مسئله دیگری که حائز اهمیت است رفع هر گونه اصطکاك میان نوار و محفظه است که علاوه بر انبساط، نیروی مازادی نیز از طریق فنر وارد خواهد نمود که ممکن است حرکت آزاد نوار را مختل سازد. چنین حالتی در وضعیت عمودی براحتی قابل حصول است لیکن در شرایط آزمایش افقی باید دقت خاصی مبذول گردد تا اصطکاك به حداقل خود کاهش یابد.

پیچیدگی و خمیدگی محفظه یا تیزی لبه نوار نیز باعث افزایش اصطکاك خواهد بود. تاکنون آزمایشهای گوناگونی در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی انجام گرفته است.

نتایج آزمایشگاهی

آزمایشهای طولانی درباره تعیین صحت کار، در مراحل اولیه پیشرفت، ما را به تردید انداخت که آیا می‌توانیم این نوار جدید را برای شاخص تراز بکار ببریم یا خیر. چرا که این آزمایشها شدیدا تحت تاثیر اصطکاك حاصل میان محل اتصال فنر با محفظه طراحی شده اصلی بودند. پس از بررسی، سیستمهای فنر بهبود یافت و نتایج آزمایشها معقولانه‌تر شد. نگاره ۶ نتیجه آزمایش ضریب



نگاره ۶- نتایج آزمایش تغییر درجه حرارت که توسط موسسه مطالعات ژئودزی دانشگاه فنی مونیخ انجام شده است. تغییرات دما بدین ترتیب بوده است: ۱۵←۰←۱۰←۲۵←۴۰←۳۰←۴۰←۲۰ درجه سانتیگراد، محور عمودی ضریب مقیاس نسبی را که با سیستم تداخل سنج لیزری درجه بندی شده نشان می‌دهد.

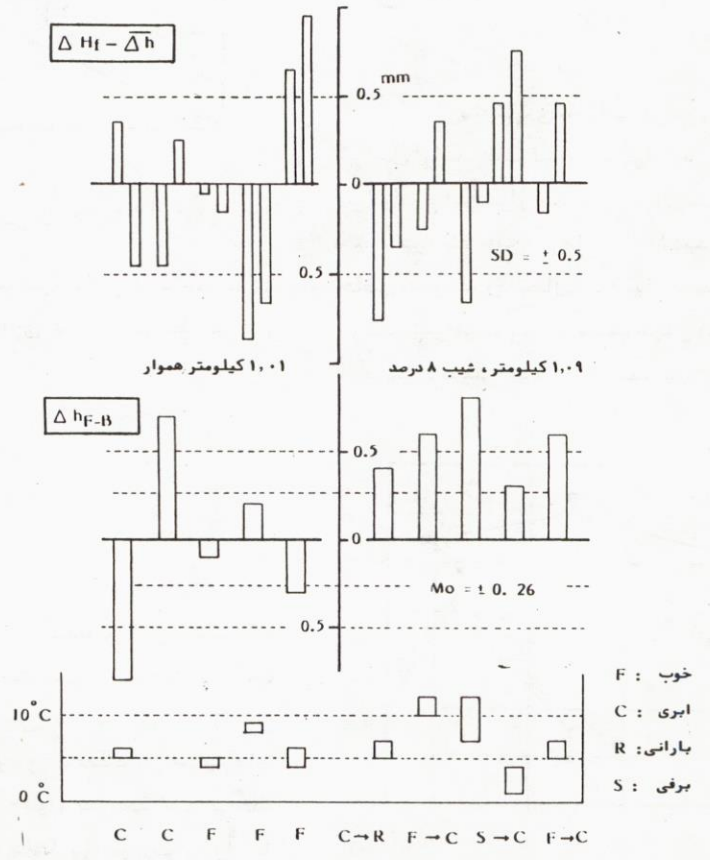
دما را که توسط موسسه مطالعات ژئودزی دانشگاه فنی مونیخ انجام شده نشان می‌دهد. این آزمایش با قرار داشتن شاخص در وضعیت افقی انجام گردیده و از این رو مقداری از اصطکاك باقیمانده ممکن است موجب تاثیر روی عوامل دیگر شده باشد. اما می‌توان برآورد نمود که در محدوده صفر تا ۴۰ درجه سانتیگراد اثر درجه حرارت تنها ±3ppm بدون تصحیح است و در وضعیت قائم نتیجه بهتری انتظار می‌رود.

نتایج آزمایشهای صحرایی

نگاره ۷ بخشی از نتایج آزمایش رسمی با شاخص جدید را نشان می‌دهد که توسط مرکز فنی اتحادیه نقشه‌برداران ژاپنی انجام گردیده است.

در این نمودار ۵ مرحله آزمایش مکرر در زمینی مسطح و شیب ۸ درصد با استفاده از ترازیاب دقیق PL1 شرکت سوکیشا نشان داده شده است. خطای بست در هر کیلومتر حدود ۰,۲۵ میلیمتر تا ۰,۲۷ میلیمتر محاسبه گردیده است و انحراف معیار هر مشاهده خاص، کمتر از ۰,۵ میلیمتر در کیلومتر است.

موثرترین کاربرد این شاخص در حلقه‌های ترازیابی طولانی، شامل نقاطی با اختلاف ارتفاع زیاد می‌باشد. هرچند کاربرد عملی این شاخص در عملیات صحرایی از پاییز ۱۹۹۰ آغاز گردید ولی اطلاعات موجود برای تشکیل حلقه‌های کامل، کافی نیست. لذا ما نیز نمی‌توانیم کارآیی شاخص جدید را در این لحظه تائید کنیم. معهذا امیدواریم که پس از گردآوری داده‌ها با استفاده از شاخص‌های جدید، بتوانیم ثابت نمائیم که خطاهای ناشی از تصحیح درجه حرارت با استفاده از شاخص جدید بطور عمده کاهش می‌یابد.



نگاره ۷- نتایج آزمایش صحرایی بدست آمده از آزمایشی که توسط مرکز فنی اتحادیه نقشه‌برداران ژاپن اجرا گردیده است. این آزمایش در فواصل یك کیلومتری در زمین هموار و ۱/۱ کیلومتر در زمین شیب دار تکرار شده است. بخشی فوقانی نمودار پراکندگی مشاهدات منفرد (Δhi) ازمقادیر میانگین (Δ h) نشان می‌دهد. بخش میانی، نشاندهنده اختلاف مشاهدات رفت و برگشت (Δh_{F-B}) خطوط نقطه چین نیز خطای استاندارد در واحد فاصله، (MO) را که $\sqrt{\Sigma (\Delta hi/Li)/4/N}$ محاسبه کرده‌ایم نشان می‌دهد. قسمت پایین نیز درجه حرارت و شرایط آب و هوایی زمان مشاهده را نشان می‌دهد.

نقشه چیست؟

نویسندگان : I. Vasiliev , S. Freundschuh , D. M. Mark , G. D. Theisen , & J. McAvoy.

ترجمه : مهندس علی اکبر رضیئی - عضو هیئت علمی دانشگاه بوعلی سینا

مقاله‌ای که ترجمه‌اش از نظر می‌گذرد حاصل کار پنج تن از پژوهندگان برجسته علوم جغرافیا و کارتوگرافی دانشگاههای آمریکا و کانادا می‌باشد. نخستین انگیزه اقدام به ترجمه این مقاله دلبستگی مترجم به مباحث جغرافیا و کارتوگرافی بود. اما روش تحقیق و الگوی ارزشمند ارائه شده در مقاله، انگیزه نخستین را هرچه بیشتر تقویت کرد، تا نمونه‌ای از شیوه تحقیق علمی، ژرف اندیشانه و همه سو نگر در اختیار فارسی زبانان اهل فن قرار گیرد.

از آنجا که تجهیز جامعه علمی به روشهای تحقیق بدیع، یکی از اساسی ترین اقدامات در عرصه پژوهش به شمار می‌رود، این مقاله نمونه کوچکی از این روشها را ارائه می‌دهد و علاوه بر یاری گرفتن از آزمونهای تجربی، نشان می‌دهد که تحقیق دست کم در برخی از زمینه‌ها، ناگزیر از رویکردهای فلسفی، تاریخی، زبان شناختی و ... است.

پیشگفتار

غالبا کارتوگرافی را رشته‌ای دانسته‌اند که موضوعش تهیه و ترسیم نقشه است . با پذیرفتن این تعریف از آنجا که **نقشه** عامل تعیین کننده قلمرو کارتوگرافی می‌شود، یافتن پاسخی برای سوال **نقشه چیست؟** اهمیتی خطیر می‌یابد. بر این اهمیت آنگاه افزوده می‌شود که بدانیم در نتیجه تحولات تکنولوژیك اخیر، سیستمهای

کامپیوتری توانسته‌اند در موارد بسیار، یك سلسله نقشه، اشکال شبه نقشه یا جای گزینان نقشه را پدید آورند.

به نظر می‌رسد که انگلیسی زبانها در نقشه بودن دسته‌ای از پدیده‌ها بطور عمده توافق داشته باشند که نقشه استاندارد راهها، نقشه تقسیمات سیاسی جهان در سیستم تصویر مرکاتور و نقشه توپوگرافی با منحنی‌های تراز از آن جمله است.

اما عکسهای هوایی را که از برخی موارد کاربرد نقشه هم برخوردارند چه می‌توان گفت؟ آنها را هم می‌توان نقشه شمرد؟ اگر توجه داشته باشیم که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، دست کم مستلزم برخی دستکاریهای انسانی است، می‌بینیم که پاسخ به پرسش فوق باز هم دشوارتر می‌شود. در مورد مختصات یك سیستم اطلاعات جغرافیایی یا مختصات یك فایل معمولی اطلاعاتی چه باید گفت؟ آیا دستورالعملهای شفاهی کشتیرانی را هم می‌توان نقشه به شمار آورد؟

سؤال

شاید پرسش نقشه چیست. نوعی لفاظی[1] به نظر آید، چرا که پاسخ آن چندان ساده و بدیهی می‌نماید که حتی مطرح ساختن چنین سوالی هم نشان سبك مغزی به نظر می‌رسد. اما تعریف نقشه با توجه به طبیعت و پیشرفتهای فنی (فن آورانه) در کارتوگرافی می‌تواند دگرگون شود و لذا دانستن معنای دقیق اصطلاحات مورد استفاده از اهمیتی خاص برخوردار است.

پس آیا عکسهای هوایی را، به صرف استفاده‌ای که از آنها به عنوان نقشه می‌شود، می‌توان نقشه تلقی کرد یا باید این قبیل عکسها را فقط ابزار تهیه نقشه دانست؟ درباره تصاویر ماهواره‌ای چه می‌توان گفت؟ که پیش از رویت شدن باید مراحلی از دخل و تصرف انسانی را پشت سر گذارند. آیا تصاویر غیر ملموس CRT[2] را با وجودیکه با فشار یك دکمه محو می‌شوند اما دارای همان کیفیت نقشه‌های سنتی یعنی محصولات کارتوگرافی چاپ شده بر کاغذ می‌باشند، می‌توان در زمره نقشه به شمار آورد؟ یا اینکه همه این موارد را باید **اشیا شبه نقشه** یا **جانشین نقشه** به شمار آورد؟ Moellering می‌کوشد ما را متقاعد کند که بین نقشه پدیده‌های پایدار (یا به تعبیر خود او نقشه‌های حقیقی) و نقشه پدیده‌هایی که حالت موقت دارند (یا به تعبیر خود او نقشه‌های مجازی) تفاوت بگذاریم. اما بحث در انواع مختلف نقشه نیست بلکه در آنست که آنچه **نقشه** نامیده می‌شود چیست؟

George Lakoff، در کتابی که منتشر کرده آنچه را که درباره ذهن، از مقولات می‌توان دریافت، مورد بحث قرار داده است. نامبرده رویکرد استاندارد و نظری مجموعه‌ها را، به عنوان اساس فلسفه‌های عینی گرا[3] به شدت مورد حمله قرار می‌دهد. در الگوی عینی گرایی، مقولات از اشیاء و پدیده هایی تشکیل می‌شوند که در برخی از خصوصیات عام مشترکند. برخورداری از این خصوصیات، شرط لازم و کافی عضویت در مجموعه بشمار می‌آید و همه اعضای مجموعه به یك میزان می‌توانند نمونه‌ای تام از خود مجموعه باشند. Lakoff متذکر می‌شود که بسیاری از آنچه در حیطه مقولات گنجانیده شده‌اند، چنین نیستند در عوض مقوله دارای برخی اعضای مرکزی یا الگو است که سایر اشیاء و پدیده‌ها از طریق ساختاری شعاعی به این الگو یا الگوها مربوط می‌شوند. رئالیسم تجربی Lakoff از نظریه پدیده‌های بنیادین Eleanor Rosch's[4] بعنوان یکی از محکم ترین دلایل موجود له خویش استفاده می‌کند. در نظریه یاد شده پدیده‌های بنیادین برحسب کاربرد انسانی شان تعریف می‌شوند.

در این جستار فرض را بر آن گذاشته‌ایم که **نقشه** نمونه خوبی از یك مقوله شعاعی است. چنانکه نقشه راههای ارتباطی، نقشه توپوگرافی و نقشه دیواری

۱- rhetorical question که می‌توان آنرا معادل سوال بدیهی دانست. معادل دقیقتر آن تجاهل العارف است که در این جا به تناسب متن و معنی لفاظی ترجمه شده است.

2. Catode Tube

3. objectivist

۴- مبحث فوق، مبحثی وسیع و معرفتی است که در فلسفه معاصر بطور عمده با کانت شروع شده و در این اواخر فلاسفه مبتنی بر زبانشناسی و نشانه شناسی و معنی شناسی آنرا دنبال کرده‌اند. علاقمندان می‌توانند به منابع مختلف در این زمینه‌ها مراجعه نمایند.

جغرافیای سیاسی، دراین مقوله، همه از نوع مرکزی یا الگو می‌باشند. حال آنکه تصاویر CRT تصاویر ماهواره‌ای نقشه‌های راهنما، مدلهای برجسته سه بعدی و نوار داده‌های کارتوگرافیك رقومی همه اعضای پیرامونی **مقوله نقشه‌اند** و به طرق مختلف به مرکز یا الگو وصل می‌شوند. بحث در مرتبه این اعضای پیرامونی یکی از زمینه‌های عدم توافق بین کارتوگرافهای حرفه‌ای و همچنین شعبه‌های مختلف علوم انسانی است.

> تعیین مرز میان نقشه بودن و نقشه نبودن و تشخیص خصوصیاتی که شئی یا پدیده را بیشتر نقشه سان می کند، از اهمیتی بسزا برخوردار است.

در اینجا به پیروی از Rosch (۱۹۷۸) می‌توان پرسید که نقشه چه نوع شئ یا پدیده‌ایست؟ بیشتر انواع پدیده‌ها را دست کم می‌توان در یکی از سه مرتبه **بنیادین**[1]، **فرازین**[2] و **وابسته**[3] قرار داد. پدیده بنیادین در فراگیرترین مرتبه طبقه بندی قرار می‌گیرد که در آن طبقه اشیاء و پدیده‌ها از چند صفت مشترك برخوردارند (Rosch ۱۹۷۸). این پدیده چنانست که برای دانستن چیستی و عمل آن می‌توان از مثالهایی چند بهره گرفت و از طریق آشنایی قبلی هرکس می‌تواند آنرا بازشناسد. مثلا **صندلی** و **درخت** پدیده‌های بنیادین‌اند. در تعریف یك پدیده بنیادین باید از پدیده فرازین مربوط به آن نیز استفاده شود تا حدود و ثغور مقوله‌ای که پدیده بنیادین در آن قرار می‌گیرد، کاملا روشن گردد. در تعریف لازمست چنان اصطلاحاتی بکار رود که چیستی یا عمل پدیده را هرچه بیشتر و به نحو خاص مشخص کند. با این شیوه خواننده احتمالا به مقوله و نوع شئ یا پدیده‌ای می‌رسد که از طریق آن، می‌تواند پدیده بنیادین مورد نظر را درك کند.

نقشه را بطرق مختلف زیر تعریف کرده‌اند:

- نمایش قراردادی پدیده‌های فضایی در یك سطح هموار (Levey,Harris ۱۹۷۵).
- نمایش سطح زمین یا قسمتی از آن، معمولا بر روی یك سطح هموار (Oxford ۱۹۸۰).
- تصویر جغرافیایی که در آن خشکیها و دریاها برحسب طول و عرض جغرافیایی ترسیم شده باشند (Cobb ۱۸۳۵).
- نمایش گرافیکی عوارض طبیعی و مصنوعی موجود بر سطح زمین یا در درون آن، بر روی یك سطح هموار و بر اساس یك مقیاس مشخص (وزارت دفاع ۱۹۷۳).

هر یك از تعاریف یاد شده مبتنی بر یك پدیده فرازین بصورت تصویر یا نمایش بوده، با تعدادی شرط محدود کننده همراه است. شرط های نامبرده نیز به نوبه خود می‌تواند پدیده‌ای بنیادین یا فرازین باشند، اما قطعا پدیده وابسته نیستند. نقش شرط های محدوده کننده آنست که به پدیده‌های بنیادین چهره‌ای دهند خاص‌تر از آنچه از تعریف آنها بوسیله پدیده‌های فرازین حاصل می‌شود.

اگرچه تصویر ممکن است شامل نقشه هم باشد اما این دو لغت را نمی‌توان معادل تام یکدیگر دانست. نقشه نوعی تصویر است. اما تصویر لزوما نقشه نیست. لکن سوال آنست که **آنچه تصویر نیست آیا می تواند نقشه باشد؟** در این موضوع اختلاف است. بعضی از کارتوگرافها معتقدند که **تصویری بودن** جزء عمده تعریف نقشه است. اما برخی دیگر بر این گمان نیستند.

در تعریف پدیده وابسته‌ای مانند چارت، مجبوریم نقشه را هم به نوبه خود به عنوان ابزار تعریف بکار گیریم. مثلا به تعاریف زیر درباره چارت توجه کنید.

- نقشه طراحی شده برای هوانوردی یا دریانوردی (Oxford ۱۹۸۰).
- نقشه‌ای با اهداف ویژه که عمدتا برای دریانوردی یا سایر مقاصد خاص طراحی می‌شود که به نحوی که در آن اطلاعات اصلی نقشه با داده‌های مختلف دیگر ضروری از نظر هدف تهیه چارت ترکیب شده باشد (وزارت دفاع ۱۹۷۳)

از طرف دیگر پلان می‌تواند هم پدیده‌ای بنیادین و هم پدیده‌ای وابسته باشد.

پلان وقتی وابسته است که بعنوان نقشه منطقه یا ناحیه‌ای نسبتا کوچك از قبیل شهر و غیره بکار گرفته شود.

---

1. basic level
2. superordinate level
3. subordiate level

در این پلان مقیاس نسبتا بزرگ بوده و جزئیات قابل توجه هم رسم می‌شود. (Oxford ۱۹۷۱) . و زمانی بنیادین است که بعنوان **طرح**، **شکل** و **الگو** مورد استفاده قرار گیرد. (Cobb ۱۸۳۵).

تعریف پدیده بنیادین غالبا بر اساس، عملکرد- کاربرد یا خصوصیات توصیفی پدیده (یا ترکیبی از این دو) صورت می‌پذیرد تا فهم چیستی پدیده بنیادین مورد نظر ممکن شود. گاهی در تعریف پدیده بنیادین از شیوه **خُلف** استفاده کرده، می‌کوشند پدیده بنیادین را با آنچه که پدیده بنیادین نیست تعریف کنند: برخلاف عکسهای هوایی، نقشه انتخابی بوده می‌توان آنرا چنان تهیه کرد که وجوه گوناگون کمی و کیفی از قبیل: مرزها، عوارض طبیعی، الگوها و پراکندگیها را نشان دهد. هر نقطه روی نقشه بر حسب مقیاس و سیستم تصویری معین به یك موقعیت جغرافیای دلالت دارد(Harris ۱۹۷۵).

پس نقشه را می‌توان در مقوله پدیده‌های بنیادین جای داد. زیرا قائم به خود بوده، در تعریف پدیده‌های فرازین (بعنوان شکلی از نمایش) و پدیده‌های وابسته (چارت که خود نوعی نقشه است) مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقشه چنان پدیده‌ای است که چون کسی با آن سر و کار داشته باشد، باز شناختنش معمولا آسان است. حال آنکه از راه تعاریف به همین آسانی آنرا نمی توان شناخت. اهل فن می‌دانند که نقشه چیست، اما تعریف آن گمراه کننده است، هر کس در می‌یابد که نقشه خود تعریف خویش است.

رویکردهای دیگر در پاسخ به این پرسش

تعریف طبقه‌ای از اشیا یا پدیده‌ها را می‌توان بر اساس وجود یا فقدان خصوصیاتی معین (شکل)، یا بر اساس کاربردی که برای آن اشیاء یا پدیده‌ها متصور است (کارکرد)، یا همچنین بر اساس قصد بوجود آورنده شی یا پدیده (هدف) ارائه نمود. همچنین برای کشف خصوصیات برجسته و کارکردهای شئ یا پدیده و نیز اهداف عمده ایجاد آن و اهمیت نسبی هر یك از این عناصر راههای متعدد وجود دارد. خصوصیات تعین کننده در هریك از این تعاریف را می‌توان از راه بررسی متون دانشگاهی، از راه مطالعه فرهنگ لغات، از راه مقایسه کاربرد اصطلاحات مربوط به نقشه در زبانهای دیگر یا از راه آزمونهایی بدست آورد که در آن اشیایی بعنوان محرك ارائه می‌شوند و از آزمون شونده می‌خواهند نقشه بودن یا نبودن آن اشیا را تایید کند. این جستار با ارائه اساس این رویکردها، شرح دقیقتری از رویکردهای زبان شناختی و تجربی یاد شده نیز بدست می‌دهد.

رویکرد زبان شناختی به موضوع

از روشهای ممکن پاسخ به این پرسش که **نقشه چیست؟** یکی هم کاوش متون به قصد جستجوی تعاریف پذیرفته شده، مقایسه معنا و محتوای آن تعاریف و نیز تعیین این مطلب است که از این راه آیا می‌توان به نوعی تعریف عام رسید یا نه. در این راه، تحقیقی بر اساس سه نوع منبع انجام گرفت: فرهنگ لغات استاندارد انگلیسی و آمریکایی و لغت نامه‌های اختصاصی، متون درسی جغرافیا و کارتوگرافی و آندسته از مقالات نشریات که به نقشه خوانی، ارتباطات، تفسیر و تهیه نقشه می‌پردازند. پس از تعیین منابع در هر یك از این گروهها، تعاریف را به اجزای لغوی مختلف خود تجزیه کرده سپس آن لغات را برشمردیم و برحسب بالاترین فراوانی، آنها را معین و دسته بندی کردیم که نتیجه کار سه تعریف کلی بود.

برخی نتایج

در ۲۴ تعریفی که از فرهنگ لغات و لغت نامه‌های تخصصی استخراج شد، ۳۷ اصطلاح مختلف با ترکیبات متنوع برای تعریف نقشه به کار رفته بود. ۲۵ اصطلاح در ۱۷ تعریف در متون درسی و ۳۶ اصطلاح در ۲۶ تعریف در مقالات نشریات آمده بود(جدول ۱).

با قراردادن این اصطلاحات در جملات سه تعریف زیر حاصل می‌شود:

از فرهنگ لغات:

- نمایش عوارض جغرافیایی سطح زمین یا بخشی از آن بر سطحی صاف و هموار در مقیاس و سیستم تصویر معین.

1. Linguistic Approach

جدول ۱ - مقایسه تکرار اصطلاحات عام در منابع مختلف

اصطلاحات عام	فرهنگ لغات	متون درسی	مقالات
سطح زمین	۱۲ بار	۴ بار	۸ بار
قسمتی از	۱۰	۴	۲
عارضه شکل	۱۴	۱	۳
جغرافیایی	۶	۲	۸
گرافیك	۲	۳	۲
اطلاعات	۰	۰	۶
سطح هموار	۷	۱	۰
سیستم تصویر	۴	۰	۱
نمایش	۱۸	۵	۸
مقیاس	۸	۱	۳
مجموع منابع	۲۴	۱۷	۲۶

از مقالات :

- نمایش پدیده‌های جغرافیایی (فضایی) یا اطلاعات مربوط به سطح زمین.

از کتب درسی :

- نمایش گرافیکی سطح زمین یا بخشی از آن .

این سه تعریف را می توان بصورت عام زیر در آورد :

- نمایش سطح جغرافیایی زمین

مقایسه با زبانهای دیگر

لغات خاص نقشه و پدیده‌های مربوط به آن در زبانهای اروپایی از ریشه لاتینی سه لغت زیر مشتق شده است:

Mappa به معنی رومیزی یا سفره .

Carta (یا Charta)، به معنی کاغذ یا برگ کاغذ (بعدها این لغت در زبان لاتین هم به معنی کارت، چارت یا نقشه بکار رفته‌است)، و بالاخره Planus به معنای محض سطح هموار. زبانهای انگلیسی و اسپانیایی لغت اولیه نقشه را از لغت لاتینی mappa اقتباس کرده‌اند. در حالیکه سایر زبانهای اروپایی اکثر لغت لاتینی Carta را پایه اصطلاح یاد شده قرار داده‌اند.

ریشه لاتینی Carta یا Charta در زبان انگلیسی به Chart (چارت) تبدیل شد که تقریبا به معنای انحصاری نقشه‌ای است که لازمه ناوبری در میدانهای نسبتا همگن از قبیل میدانهای آبی یا هوایی است. چارت در دو قرن پیش تقریبا مترادف نقشه به شمار می‌آمد. اما هرچه به زمان حال نزدیکتر شده معنای محدودتری یافته است. چنانکه نخست به نقشه میدانهای آبی و خصوصیات مربوط به ناوبری در آن میدانها منحصر شد اما بعدها و در همین اواخر به حوزه ناوبری هوایی هم گسترش داده شد. در زبان اسپانیایی لغت Carta گاهی به کار رفته و عمدتا به معنای نقشه‌های توپوگرافی تهیه شده از سوی دولت است. در سایر زبانهای اروپایی که لغات مشتق از Carta را به معنای نقشه اولیه[1] بکار می‌برند، پیشوندها و یا صفاتی را به لغات یاد شده اضافه می‌کنند تا دلالت بر همان مفهوم Chart (چارت) در زبان انگلیسی کند. Seekarte (آلمانی)، Carte Marine (فرانسوی و غیره) .

جالبترین نکته در اینجا تفاوت ناشی از مقیاس است که در معانی اصطلاحات مختلف و بخصوص اصطلاح پلان دیده می‌شود. در انگلیسی آمریکایی پلان را از قرار معلوم فقط برای طبقات داخلی ساختمان بکار می‌برند و برای محدوده‌های فراتر از طبقات داخلی هم لغت نقشه را مناسب می‌دانند. در زبانهای اروپایی، از جمله انگلیسی بریتانیا

1. prototypical map

پلان را به شهرها شبکه‌های ارتباطی آنها و الگوی خیابانها هم تعمیم می‌دهند و در مورد خارج از محدوده شهرها اصطلاح بکار رفته معادل نقشه در انگلیسی آمریکایی است. اصطلاح پلان در فرانسه، آلمانی و روسی و نیز در انگلیسی بریتانیا، به نقشه‌های کوچك مقیاس تری از مصداق همین لغت در انگلیسی آمریکایی دلالت دارد. برای مثال نقشه‌های شهری غالبا پلان نامیده می‌شوند. پلان مترو (Plan du Metro)، پلان شهر (Stadt Plan) و غیره. به صراحت نمی‌توان گفت که بطور مثال در زبان اسپانیایی آیا تمایز بین plano و mappa فقط از تفاوت مقیاس ناشی می‌شود، یا اینکه Plano بیشتر اصطلاحی برای ترسیم محیطهای ساخته شده (با فن و مهارت) است.

ما قصد نداشتیم که فراتر از محدوده زبانهای اروپایی یاد شده در مورد اصطلاح نقشه تحقیق کنیم. لکن بد نیست یادآور شویم که در زبان چینی اصطلاح معادل نقشه از دو تصویر رمزی[1] عکس و زمین ترکیب می‌شود. همچنانکه در زبان مالزیایی لغت محلی Peta به معنی نقشه است. اما لغت پلان به همان معنای انگلیسی و بصورت Plan اقتباس شده، بکار می‌رود.

کوشش برای تعریف خصوصیات نقشه

نخست دیدیم که ریشه‌های لاتینی لغات Plan,Carte,Map همگی به شکل کلی شئ مورد بحث یا واسطه آن دلالت دارند. بنابراین جای تعجب نیست اگر واسطه یا شکل در نقشه بودن چیزی، سهمی عمده داشته باشد.

دیگر، آنکه تاثیر دقیق کاربرد در نقشه بودن این یا آن شی مبهم است. ممکن است کاربرد (یا حداقل کاربرد بالقوه و یا کاربرد مورد نظر) برای تعیین نقشه بودن یا نبودن یك شئ خصوصیتی قطعی شمرده شود. معهذا، ما گمان می‌بریم که کاربرد در این میان نقش خاصی ایفا می‌کند. از اینقرار که: با تصور لزوم کاربرد برای نقشه، توجه شنونده (ادراك کننده) به خصوصیاتی از شئ جلب می‌شود که خود آن خصوصیات به نوبه خود مبنای نقشه بودن یا نبودن شی در نظر شنونده قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر یك محرك تا زمانی که کاربردی برای آن تصور نشود (یا عملا حاصل نشود) نقشه بودنش قطعی نخواهد بود. پس نتیجه می‌گیریم که نقشه بودن یا نبودن یك شئ به خود کاربرد آن مربوط نبوده بلکه به خصوصیاتی مربوط می‌شود که کاربرد آن شی را ممکن یا ناممکن سازد. فقط در مورد مدل جانشین می‌توان گفت که کاربرد تنها ملاك تشخیص قرار می‌گیرد. از شکل و سایر خصوصیات عینی کمك می‌گیریم تا دریابیم که آیا شی را **بعنوان نقشه** می‌توان بکار برد یا نه، در صورت مثبت بودن نتیجه کار، آنگاه می‌توان گفت که شئ مورد بحث، نقشه بوده است. بدین ترتیب می‌بینیم که حتی نظریه‌ای بینابینی حاکی از آن که کاربرد فقط یکی از چند خصوصیت **نقشه بودن** شئ می‌تواند باشد، چندان از صحت و استواری برخوردار نیست.

> *به سبب تحولات تکنولوژیک،*
>
> *هر چیزی که به نحوی با نقشه ارتباط دارد،*
>
> *از طراحی گرفته تا تولید،*
>
> *حتی تفسیر نقشه و اصطلاحات مربوطه نیز*
>
> *متحول گردیده است.*

دیده می‌شود که زبانها (ومعرفت بشری) فضا را به دو بعد بنیادی تقسیم می‌کنند: افقی و عمودی (نگاه کنید به ملاحظات David Zubin، در Mark ۱۹۸۸، صفحات ۹ تا ۱۰). بعد افقی از نظر هندسی خود پدیده‌ای دو بعدی است اما از نظر معرفتی به شیوه‌ای بنیادی تقسیم نشده مگر نسبت به دستگاه مختصات مرجعی که مرکز آن شخص مشاهده‌گر باشد. مدلی که برای نقشه بودن پیشنهاد می‌کنیم، باید بر دو فرض مسلم مبتنی باشد:

الف: مدل حقیقی باشد.

ب: وابستگان به طبقه Plan و Carte و Map بطور ذاتی فقط به مولفه افقی متصل باشند.

در حقیقت، گاهی لغات را فقط به منظور بیان حقایق مسلم و امور بدیهی بکار می‌بریم. از جمله برای بیان این امر مسلم که سطح مصور تصویر حتما به بعد افقی مربوط می‌شود. فراموش نکنیم که دید قائم از یك شئ را پلان

---

1. idiogram

(**دید مسطح**) و درست برخلاف آن، دید جانبی را **ارتفاع** می‌خوانند.

با توجه به موارد ذکر شده پیشنهاد می‌کنیم یکی از خصوصیات اصلی موثر در تعیین نقشه بودن یا نبودن یك شئ می‌تواند میزان تناسبی باشد که بین روابط فضایی موقعیتهای مختلف در آن یا بر آن شئ با روابط فضایی همان موقعیتها در سطح افقی جغرافیایی موجود است.

بطور دقیقتر، حتی می‌توان گفت ادراك کننده قادر است تناسب مشهود بین طرحهای موجود در سطح زمین را با طرحهای موجود روی یك نقشه اولیه مانند نقشه مخروطی متشابه لامبر از سراسر ایالات متحده، یا نقشه چهارگوش توپوگرافی مربوط به سازمان زمین شناسی ایالت متحده برای جغرافیدانان آمریکا را عینا بکار گیرد.

با رقومی کردن موقعیت نقاطی که هم در شی مورد مطالعه و هم در نقشه تصحیح شده مسطحاتی قابل تشخیص‌اند شاید بتوان این وجه خاص از نقشه بودن را به صورت کمی در آورد. در این صورت با یك تغییر شکل چهار پارامتری روبرو خواهیم بود: دوران، انتقال (دو بعد) و مقیاس گذاری که باید جذر مجذورات انحراف از میانگین‌ها (RMSD) را بین دو مجموعه مختصات به حداقل رساند. هرچه تفاوت RMSD[1] اندك باشد احتمال نقشه بودن شئ مورد نظر بیشتر می‌شود.

رویکرد تجربی به پاسخ این پرسش

رویکردی تجربی برای یافتن پاسخ به پرسش **نقشه چیست ؟** عبارت از نشان دادن اشیا محرکهای قابل دید به آزمون شونده یا گروهی از آزمون شوندگان با قصد قراردادن شئ (محرك) یاد شده در طبقه نقشه بودن یا نقشه نبودن است. در توسل به این رویکرد به سه نکته باید توجه داشت:

الف : اشیا (محرکها) چیست؟

ب : آزمون شوندگان چه کسانی‌اند؟

پ : چه شیوه روش شناختی باید بکار گرفته شود؟

این سه نکته نه مستقل از یکدیگر، بلکه چنان به هم وابسته‌اند که پاسخ به یك نکته یا یك وجه از نکات به یافتن پاسخ برای دو نکته دیگر منجر خواهد شد. مثلا با انتخاب یك شیوه روش شناختی معین بدون شك نوع اشیاء(محرکهای) قابل استفاده تعیین شده و کسانی هم که می‌توانند در زمره آزمون شوندگان قرار گیرند، محدود می‌شوند.

محرك ها

محرکهای بکار رفته در این آزمون شامل سه گروه از اشیاء و پدیده‌هایی می‌شد که برخی قطعا نقشه بودند، بعضی قطعا نقشه نبودند و بسیاری هم حالتی بینابینی داشتند. این محرکها به دو دلیل انتخاب شدند. دلیل نخست آنکه تعیین مرز میان نقشه بودن و نقشه نبودن و نیز تشخیص خصوصیاتی که شئ یا پدیده را بیشتر نقشه‌سان می‌کند، از اهمیت بسزا برخوردار بود و دلیل دیگر آنکه می‌خواستیم محرکهای ما گستره وسیعی از اشیاء و پدیده‌هایی از قبیل تصاویر CRT، داده‌های رقومی کارتوگرافیکی، تصاویر ماهواره‌ای و دیگر مواردی را در بر گیرد که کارکردی شبیه نقشه داشته باشند، اما در نقشه بودن همه آنها اتفاق نظر نباشد. در این رابطه ۵۱ محرك انتخاب شد که برای هرکدام وجود یا فقدان ۳۳ خصوصیت یا عنصر نقشه بودن، در نظر گرفته شد. هدف از توجه به وجود یا فقدان این عناصر کوشش برای تعیین عنصر یا گروهی از عناصری بود که شی را بیشتر به نقشه شبیه می‌کردند. این خصوصیات نقشه شامل وجوهی از قبیل راهنمای نقشه، مقیاس، انتخاب علائم، پرسپکتیو یا زاویه دید و روش تهیه نقشه بود.

آزمون شوندگان

آزمون شوندگانی که در این آزمایش شرکت داشتند، مجموعه‌ای ۲۶ نفره از دانشجویان دانشگاه و دانشکده بود که در مرتبه اول کارتوگرافها و سپس جغرافیدانان و تحصیل کردگان دیگر در همین زمینه‌ها، آن را تشکیل می‌دادند. دلیل انتخاب نمونه‌ای شامل آزمون شوندگانی با میزانهای

---

1. root-mean-square doviation یا انحراف معیار

مختلف در زمینه کارتوگرافی این بود که دریابیم عامل زمینه تحصیلی تاچه میزان بر تعریف نقشه از جانب شخص تاثیر می‌گذارد. Downs (۱۹۸۷) دریافت که هرقدر آزمون شونده در جغرافیا و کارتوگرافی تجربه بیشتر داشته باشد، برای پذیرش اشیاء و پدیده‌های متنوع تر به عنوان نقشه آمادگی بیشتر خواهد داشت. بدلیل ماهیت مقدماتی این آزمایش، تعداد نمونه‌ها، نسبتا محدود بود. بنابراین نتایج بدست آمده از آزمایش جنبه تجربی دارد و می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای طرحهای تحقیقاتی بعدی قرار گیرد.

روش کار

روش آزمایش چنان بود که ۵۱ شی یادشده را روی میزهای کلاس در معرض نمایش قرار دادیم و از گروهی از آزمون شوندگان خواستیم تا محرکها را تماشا کرده برحسب معیار زیر درجه بندی کنند:

۱- قطعا نقشه است.
۲- احتمالا نقشه است.
۳- نمی‌توان گفت نقشه است (محرك مبهم).
۴- احتمالا نقشه نیست.
۵- قطعا نقشه نیست.

اگرچه در هر بار چند تن از آزمون شوندگان در آن واحد در اطاق بودند، اما هر آزمون شونده به تنهایی و بدون تبادل نظر با دیگران، شخصا محرکها را تماشا می‌کرد.

یافته ها

در جریان این آزمایش، به ۵ دسته از عناصر یا خصوصیات نقشه دست یافتیم که سبب می‌شوند چیزی به نقشه بودن نزدیکتر شود:

۱- اولین دسته مربوط به **موقعیتهای فضایی جغرافیایی**[1] بوده و چند خصوصیت نقشه را در بر می‌گیرد:

الف: اولین خصوصیت، پرسپکتیو یا توجه به جهت دید تصویر است. بسادگی می توان گفت، در دید پرسپکتیو قائم بیشتر از دید مورب و دید مورب بیشتر از

آیا دستور العمل های شفاهی کشتیرانی را هم می توان نقشه دانست ؟

دید افقی به نقشه شبیه است. علت این امر شاید ان باشد که هرچه تصویر مایلتر شود، روابط فضایی موجود بین عناصر آن، تغییر شکل بیشتری می یابد بطوریکه شباهتش را به نقشه هرچه کمتر می‌کند.

ب: موضوع تصویر دومین عنصر یا خصوصیت نقشه بودن است. مناظری از سطح زمین و نیز از سیارات دیگر، به نقشه بودن نزدیکترند تا مناظری از سایر اشیاء همچنانکه آشنابودن یا شناختنی بودن ناحیه خاص نشان داده شده یا شناختنی بودن الگو یا عارضه فضایی بر درجه نقشه بودن تصویر می‌افزاید.

پ: سومین خصوصیت، تطابق با واقعیت جغرافیایی است. وقتی که تماشاگر تشخیص می داد تصویر شامل عوارضی است که پراکندگی شان عینا با نظم جغرافیایی همان عوارض بر سطح زمین تطابق دارد، به آن تصویر از نظر نقشه بودن امتیاز بیشتری می‌داد.

ت: چهارمین خصوصیت مسطح بودن شئ یا پدیده است. اشیاء مسطح یا دو بعدی نسبت به مدلها یا اشیاء سه بعدی امتیاز بیشتری در نقشه بودن کسب می‌کردند. علت این امر می‌تواند ناشی از مشکل بیشتری باشد که تجسم تطابق واقعیت مسطحاتی با یك مدل سه بعدی بوجود می‌آورد. این خصوصیت در ریشه لغت پلان صراحتا و در ریشه لغات نقشه و Carte تلویحا منعکس شده است.

ث: آخرین خصوصیت در این دسته مقیاس است. دیده شد که تصاویری با **مقیاس جغرافیایی** نسبت به تصاویری با مقیاسهای بزرگتر نظیر پلان، بیشتر نقشه به حساب می‌آیند.

۲- دومین دسته از خصوصیات نقشه **ماهیت گرافیکی** آن است که اشیاء تصویری نسبت به چیزهایی (داده‌هایی) که این تصاویر براساس آنها ساخته شده بودند، امتیاز بیشتری در نقشه بودن کسب کردند. مثال چنان داده‌هایی، تصاویر CRT و فایلهای مختصاتی است که برای ساختن آن تصاویر مورد استفاده قرار گرفتند و نیز

1. Geographic Space

کروکی‌های تعیین مسیر و مسیرهای نوشته شده ضمیمه نقشه است. احتمال نقشه قلمداد شدن اشیاء و پدیده‌هایی که می‌توانستند مبنای ساخت تصاویر قرار گیرند بسیار اندك بود.

۳- سومین دسته از خصوصیات نقشه **انتخاب علائم[1]، بکارگیری فنون کارتوگرافی و ژنرالیزاسیون کنترل شده** است. تصویرهایی که به طور عمده از انتخاب علائم و فنون کارتوگرافی و ژنرالیزه خوبی برخوردار بودند، نسبت به سایر تصاویر امتیاز بیشتری در نقشه بودن کسب کردند.

۴- چهارمین دسته از خصوصیات نقشه تاثیر الگوی اولیه است. میزان **نقشه بودن** یك تصویر در اثر تطابق با یك **نقشه اولیه** نظیر نقشه جهان نمای مرکاتور یا نقشه تا شده جاده‌ها به نحوی فزاینده بالا می‌رود. همچنین وجود اجزای نقشه نمونه از قبیل نام مکانها، مقیاس خطی، جهت نمای شمال، راهنمای نقشه و خط کادر نقشه به مطابق نمونه بودن یك شئ کمك بسیار می‌کند و بدین ترتیب در نقشه بودن آن شئ امتیاز بیشتری می‌گیرد.

۵- آخرین دسته بر خلاف دسته‌های قبل شامل هیچیك از خصوصیات نقشه نیست. این گروه آخر **کاربرد یا کارکرد** نقشه نامیده می‌شود. نقش کاربرد یا کارکرد حداقل از نظر قرار دادنش در یك طبقه مشخص و نیز ارزیابی تاثیر ویژه آن در **نقشه بودن** یك شی چندان روشن نیست. علیرغم آنکه کاربرد بالقوه و بالفعل یك شئ اهمیت دارد ولی به تنهایی شرط کافی برای قلمداد نمودن چیزی بنام نقشه نمی‌تواند باشد. در عین حال، کاربرد یا کارکرد نیز در تصمیم آزمون شونده مبنی بر اینکه چیزی را نقشه تلقی کند، بی تاثیر نبود. همچنانکه در این آزمون ملاحظه شد، با اینکه یك تصویر در بعضی موارد بسیاری از خصوصیات نقشه را دارا بود، معهذا در نقشه بودن امتیاز کمتری بدست آورد. زیرا آزمون شونده نمی‌توانست کاربرد یا منظور مشخصی را به آن نسبت دهد. بعلاوه توضیحات شفاهی مسیرهای دریانوردی اگرچه می‌تواند به جای نقشه‌های دریانوردی کاربرد داشته باشد لکن بعنوان نقشه امتیاز بسیار کمتری دریافت کرد.

نتیجه گیری

این بررسی از آن نظر اهمیت دارد که ما کارتوگرافها بدانیم، در هنگام صحبت از نقشه منظورمان چیست ؟ وقتی اصطلاحات بطور دقیق و مشخص تعریف نشده باشد، ممکن است سوء تفاهم ایجاد نماید. یقینا در عصر حاضر، به سبب تحولاتی که در تکنولوژی ایجاد شده، هر چیزی که به نحوی با نقشه ارتباط دارد، از طراحی نقشه گرفته تا تولید و تفسیر آن، حتی اصطلاحات مربوط به آن نیز متحول گردیده است. این مورد، لازم است به خوبی درك شود. در اینصورت آیا یك تعریف کلی از نقشه می‌تواند مفید باشد؟ تعریفی که ما در اینجا بصورت ترکیبی ارائه دادیم (نمایش سطح جغرافیایی زمین) بسیار شبیه چیزی است که ما از نقشه می‌دانیم. معهذا تفسیر این تعریف می‌تواند در برگیرنده عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، صفحات CRT با تصاویر شبه نقشه برآنها، و فایلهای رقومی داده‌های مختصاتی نیز باشد.

لغاتی از قبیل map و karte و plano اصطلاحات فنی به شمار نمی‌روند که جمع کارتوگرافها بخواهند آنها را به معنای مورد نظر خود منتسب کنند، زیرا این لغات به ترتیب به اهالی بومی انگلیس، آلمان و اسپانیاتعلق دارند. بنابراین به جای کوشش در راه توسعه تعریف عادی این اصطلاحات، بهتر است آنها را به همین شکل بپذیریم و تعریف خود را از نقشه در محدوده رشته مربوط به آن چنان گسترش دهیم که اشیاء و پدیده‌ها، تولیدات و تصاویر وابسته را نیز در بر گیرد.

---

1. Symbolisation

ایجاد پایگاه اطلاعاتی نقشه‌های رقومی در چین

نویسنده : پروفسور Fei Lifan

ترجمه : علیرضا اوسطی

با توجه به اهمیت سیستمهای اطلاعات زمینی (LIS) ، دفتر ملی نقشه‌برداری و تهیه نقشه چین، انجام طرح ایجاد پایگاه داده‌های نقشه‌های رقومی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ در ایالت Hainan این کشور را بعهده گرفته است.

این مقاله مروری است اجمالی بر رئوس طرح مزبور، نوع تقسیم کار بین سه سازمانی که در این امر مشارکت دارند، روشهای بهره‌گیری از کامپیوتر، تکنیکهایی که در تحقیق و به انجام رساندن این طرح بکار گرفته شده است و بالاخره وضعیت فعلی پیشرفت طرح.

پیشگفتار

در سال ۱۹۸۸ دفتر ملی نقشه‌برداری و تهیه نقشه چین به منظور بهبود شرایط اقتصادی ایالت Hainan در راه ایجاد سیستمهای اطلاعات زمینی (LIS) در سطح این ایالت گامی مهم برداشت و طرحی را تحت عنوان **تاسیس پایگاه داده‌های نقشه‌های رقومی ۱:۵۰۰۰۰ در ایالت Hainan** آغاز نمود. اجرای این طرح مشترکا بعهده دانشکده فنی نقشه‌برداری و تهیه نقشه Hainan، اداره ثبت املاک ایالت Guangdong و دفتر نقشه‌برداری و تهیه نقشه ایالت Sichuan گذاشته شد.

در کشور چین ایجاد پایگاه داده‌های نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، در حد طرحی بی سابقه است که فتح الباب تهیه و بهنگام کردن نقشه‌های توپوگرافی با بهره‌گیری از تکنولوژی کارتوگرافی کامپیوتری خواهد بود و نقش عمده‌ای در گذر از روشهای سنتی تهیه نقشه به متدهای رقومی خواهد داشت.

این طرح نه تنها اطلاعات بنیادی و مورد لزوم ایجاد LIS در ایالت Hainan را فراهم خواهد ساخت، بلکه این امکان را نیز برای سایر ایالتها، شهرداریها، و نواحی بوجود خواهد آورد تا از تحقیقات نظری، تجارب عملی و حمایتهای فنی در جهت تاسیس پایگاه‌های اطلاعاتی نقشه‌های توپوگرافی هوایی بزرگ مقیاس، بهره گیرند.

بعد از انجام عملیات مقدماتی در طول سال ۱۹۸۹، طرح فوق عملا از اوایل سال ۱۹۹۰ آغاز گردید و وظایف هر یک از سه موسسه مسئول به ترتیب زیر مشخص شد:

- بهنگام کردن نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی موجود از ایالت Hainan بعهده اداره ثبت املاک Guangdong گذاشته شد.

- دانشکده فنی Wuhan مسئولیت تحقیق و تهیه نرم افزارهای مورد نیاز طرح را بعهده گرفت.

- وظیفه رقومی کردن ۹۳ برگ از نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی موجود به دفتر نقشه‌برداری و تهیه نقشه ایالت Sichuan سپرده شد.

اداره ثبت املاک ایالت Guangdong هر یك از نقشه‌های توپوگرافی موجود را در سه برگ مجزا بهنگام کرده است :

برگ مربوط به عوارض مسطحاتی، برگ مرتبط با شبکه‌های آبی و برگ عوارض ارتفاعی.

در بهنگام نمودن نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ که در سال ۱۹۷۸ بعنوان نقشه‌های مبنایی تهیه شده بودند، از داده‌های اصلی و نیز نقشه‌های ارتوفتو (در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰) همراه با نتایج آخرین بررسیهایی استفاده گردید که در مورد اسامی جغرافیایی و مرز بندیهای ایالتی در سالهای ۱۹۸۷ تا ۱۹۸۸ انجام شده بود.

شایان ذکر است که تلاشهای اصلی روی بهنگام کردن برگهای مربوط به عوارض مسطحاتی متمرکز شده بود. مهمترین بحث بین کارشناسان سازمانهای ذیربط در بهنگام نمودن و رقومی کردن نقشه‌ها برای اینکه دقتهای لازم حفظ شود و کارهای انجام شده به حداقل برد، انتخاب مقیاس مناسب برای آنها بود. سرانجام بعد از مباحثات طولانی و با توجه به آنالیز دقتها و بر اساس اصول علمی، مقیاسهای ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ به ترتیب انتخاب شدند.

نرم افزار مورد نیاز که تهیه‌اش بعهده دانشکده فنی نقشه‌برداری و تهیه نقشه Wuhan گذاشته شده است، شامل سیستمهای زیر می‌باشد :

۱- سیستم رقومی کننده نقشه‌های توپوگرافی (DSTM).

۲- سیستم ویرایش گرافیکی.

۳- نرم افزار، اتصال و ترکیب نقشه‌ها.

۴- سیستم خروجی گرافیکی برای نقشه‌های توپوگرافی.

سیستم رقومی کننده نقشه های توپوگرافی

سیستم فوق از دو قسمت اصلی یعنی سیستم مدیریت پایگاه داده‌های کارتوگرافی و یك مجموعه دیجیتایزر (دستگاه رقومی کننده) تشکیل شده است.

در سیستم مدیریت داده‌های کارتوگرافی، پایگاه داده‌های اصلی شامل ۳۲ پایگاه داده‌های فرعی[1] می‌باشد که هریك قادر به ذخیره ۱۰۲۴ عامل[2] است و به هر کدام از آنها مستقلا می‌توان دست یافت. هنگام کار با سیستم هر زمان تعداد عوامل ورودی به ۱۰۲۴ برسد خود بخود یك پایگاه داده‌های فرعی ایجاد می‌گردد. از این رو پایگاه داده‌های اصلی می‌تواند شامل ۳۲۷۶۸ (۳۲×۱۰۲۴) عامل باشد.

سیستم نرم افزاری پایگاه داده‌ها را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد :

۱- سطح کنترل اصلی[3]

۲- سطح ویراستاری[4]

۳- سطح بازیافتی[5]

سطح کنترل اصلی شامل هشت واحد عملکرد اصلی[6] می‌باشد که عملکردشان عبارتست از : ایجاد یك پایگاه داده‌ای جدید، ارتباط با یك پایگاه قبلی نقشه و لیست تعیین موقعیتها، آماده کردن پایگاه داده‌ها بوسیله رقومی کردن، ویرایش یك پایگاه داده قبلی، بستن یك پایگاه داده جدید، وارد کردن کلی داده‌ها و بالاخره خروج از سطح کنترل اصلی.

سطح ویراستاری نیز شامل ۲۶ عملکرد می‌باشد. علاوه بر ایجاد و بستن هریك از عوامل، از این سطح می‌توان برای خواندن، نوشتن، حذف کردن و نمایش دادن عناوین اصلی، مختصات و نام هریك از عوامل استفاده کرد. همچنین ویرایش گرافیکی، شناسایی عوامل، حذف بعضی از فرمانها

---

1. Sub data base
2. edge یا object
3. General Control Level
4. Editing Level
5. Retrieval Level
6. Fanctional Modules

و پاك کردن صفحه نمایش از دیگر قابلیتهای این سطح می‌باشد. بمنظور سرعت بخشیدن به نمایش عوامل رقومی شده، در سطح ویراستاری دو عملکرد دیگر نیز وجود دارد که یکی برای ذخیره و نگهداری موضوعات روی صفحه نمایش بوسیله فرمت راستر و دیگری خواندن و نمایش داده‌هایی که با فرمت راستر نگهداری شده‌اند.

سطح بازیافت، استفاده کننده را مجاز می‌سازد تا بر اساس نیاز خود، عوامل را از پایگاه داده‌ها احضار کند. سه روش برای این عمل و ترکیب منطقی هریك از آنها برای استفاده کننده قابل اجراست.

۱- بوسیله رئوس مطالب یا عناوین.
۲- بوسیله پنجره[1].
۳- توسط صفحه کلید که در نتیجه روشی قابل انعطاف و ساده‌است .

نرم افزار مجموعه رقومی کننده دارای رابط[2] بسیار ساده‌ای می‌باشد. لیست روشها و تکنیکها برای هر دو حالت گرافیکی و رقومی کننده[3] یکی است. دستورات به هر دو زبان انگلیسی و چینی نمایش داده می‌شود. سرعت نمایش روی یك PC.386 بسیار بالاست. زیرا نرم افزار با ترکیبی از زبانهای فرترن و اسمبلی نوشته شده است.

برای رفع نیازهای عملی، این نرم افزار سه عملکرد اضافی نیز دارد:

۱- تعویض موقعیت نقشه یا لیست دستورات .
۲- رقومی کردن گروهی و یکباره عواملی که از یکنوع می‌باشند. این عمل به مقدار بسیار زیادی حجم عملیات را کاهش می‌دهد.
۳- پشتیبانی[4] و تجدید توابع به منظور حفاظت از داده‌ها.

سیستم ویرایش گرافیکی

تقریبا می‌توان گفت عمل رقومی کردن نمی‌تواند عاری از خطا باشد. بنابراین علاوه بر ویرایش همزمان[5]، سیستم ویرایش گرافیکی ویژه‌ای نیز برای تصحیح اشتباهات در آخر کار نیز وجود دارد.

ابزارهای اصلی برای ویرایش گرافیکی عبارتند از صفحه نمایش، صفحه کلید و دیجیتایزر، و موس[6] هم می‌تواند بعنوان یکی از وسایل ویرایش بکار رود.

سیستم ویرایش گرافیکی می‌تواند از طریق رابط نرم افزار هر موضوعی را در پایگاه داده‌های کارتوگرافی ویرایش نماید. عملکرد اصلی ویرایش شامل عملیات خواندن، نوشتن و حذف کردن است. به منظور حصول اطمینان از نتایج عملیات، توابع کمکی دیگری را نیز می‌توان بکار گرفت، از جمله : تمرکز روی ترسیمات در چندین حالت[7]، نمایش گروهی از عوارض خاص، شناسایی عوامل و دوران صفحه نمایش.

ویرایش را در سه سطح یا با سه روش می‌توان انجام داد: ویرایش موضوع، ویرایش خطوط تشکیل دهنده آن و ویرایش رئوس هر یك از این خطوط. در تمامی این سه سطح موضوع مورد ویرایش شونده را می‌توان جدا کرد : ترکیب نمود، یا چیزی به آن اضافه یا از آن حذف نمود، چیز دیگری جایگزین آن کرد، آن را کپی نمود، انتقال داد و یا آن را دوران داد و تمام این کارها را می‌توان بوسیله لیست عملکردها[8] از روی صفحه نمایش انتخاب کرد.

ادغام و ترکیب نقشه های توپوگرافی

ادغام و ترکیب نقشه‌های توپوگرافی برای سیستمی که نتیجه‌اش تهیه نقشه‌های رقومی است، از اجزای مهم بشمار می‌رود.

برای شناخت آن باید مراحل زیر را بررسی نمود:

1. Window
2. Interface
3. digitizer
4. Back up
5. Real time
6. mouse
7. multi level graphic zooming
8. Menu

۱- نوارهای باریکی از نقشه[1] که بایستی ادغام و ترکیب شوند ابتدا، بطور موقت در پایگاه داده‌های اصلی ذخیره می‌شوند و آنگاه در یك پایگاه داده موقتی بزرگتر قرار می‌گیرند. در طول این مرحله عواملی که شامل چندین خط می‌باشند، به عاملهای یك خطی تقسیم می‌شوند، بنحوی که ابتدا و انتهای هرخط در مرحله ادغام و ترکیب بشکل مورد نظر باشند.

۲- آنگاه سیستم، این نوارها را بطور کامل کنترل و چك می‌کند تا انتهای عاملهایی را که احتمالا لبه‌هایشان با یکدیگر قابلیت تطابق دارند، از لبه‌هایی که مناسبتی با یکدیگر ندارند شناسایی کند.

۳- یك سیستم دیگر کنترل دقیقتری اعمال می‌کند تا لبه‌هایی که مورد نیاز نیستند و در کنترل مرحله قبل از نظر پنهان مانده‌اند، حذف نماید و به جای آنها لبه‌های مورد نیازی را که حذف شده‌اند، اضافه نماید. با کمك عملکردهای ویرایش گرافیکی این سیستم می‌توانیم اطمینان حاصل نمائیم که یك تناظر یك به یك بین لبه انتهایی عوامل کنار هم وجود دارد و هر نوار با نوار کناری خود مطابقت کامل دارد.

۴- انتهای لبه‌ها که در مراحل ۲ و ۳ با یکدیگر تطابق می‌یابند، بر اساس مختصات مرتب می‌شوند. آنگاه سیستم لبه‌های کناری مرتب شده را بوسیله یك خط نشان داده و مقدار میانگین هر دو لبه کنار هم را محاسبه می‌کند. این کار گامی در جهت تطابق حاشیه و لبه نوارهای نقشه است. برای این لبه‌ها که انتهایشان در یك نوار، مختصات دو گانه دارد، عوارض اضافی مانند کد عارضه، نوع خط و از این قبیل معرفی می‌شود تا از تطابق عوامل مختلف با یکدیگر جلوگیری بعمل آید. مثلا به جای اینکه انتهای دو منحنی میزان هم ارتفاع به یکدیگر وصل شوند، یك منحنی میزان با خطی که نشان دهنده جاده است، تطابق یابند.

۵- اگر تطابق حاشیه‌ها، صرفا بمنظور ادغام نقشه‌ها باشد، عواملی که در پایگاه داده‌ای موقتی نگهداری شده‌اند، مجددا در پایگاه اصلی ذخیره می‌شوند. در این مرحله عواملی که در مراحل قبل به خطوط مجزا تقسیم شده بودند، مجددا به یك عامل چند خطی تبدیل خواهند شد و مرحله تطابق حاشیه‌ها پایان می‌پذیرد.

۶- در حالت ترکیب نقشه‌ها، دو عامل که یك انتهای مشترك دارند در جریان تطابق حاشیه‌ها به یك عامل تبدیل می‌شوند و این عامل در پایگاه داده‌های اصلی نگهداری می‌گردد. برای مثال خطوطی که نشانگر نهرها یا رودخانه‌ها می‌باشند، در پایگاه داده‌های اصلی یك خط طولانی‌تر که مبین یك نهر یا رودخانه است تشکیل می‌دهند و بعنوان فقط یك عامل نگهداری می‌گردند.

۷- بعد از ترکیب عاملها، عواملی که به خطوط تبدیل شده اما در ترکیب نقشه نقشی نداشته‌اند مجددا به شکل اصلی خود باز می‌گردند. در همین حال عواملی که از پایگاه داده‌های اصلی خارج نشده‌اند (محل آنها خارج از نوارهای نقشه بوده است) در پایگاه موقتی ذخیره می‌شوند. اکنون محل نقشه ترکیب شده موجود در پایگاه موقتی داده‌ها می‌باشد.

سیستم خروجی گرافیکی

سیستم خروجی گرافیکی برای نقشه‌های توپوگرافی طوری طراحی شده است که داده‌های پردازش شده توپوگرافی بر اساس نشانه‌های استاندارد یك سیستم تهیه نقشه مشخص، بوسیله پلاتر رقومی ترسیم شود.

محتویات اصلی سیستم خروجی گرافیکی. یك پایگاه داده‌های نشانه‌ها برای نقشه‌های توپوگرافی است که شامل نشانه‌هایی برای بلوکها، نقاط و نشانه‌های خطی و سطحی است، که تمام این نشانه‌ها در کنار هم وظیفه نشانه گذاری عوارض توپوگرافی را بعهده دارد.

این سیستم همچنین شامل یك پایگاه داده‌های حروف و عبارات چینی و نرم افزار خاص حاشیه نویسی نقشه‌های توپوگرافی است. پایگاه داده‌های حروف و عبارات چینی شامل انواع و اقسام نگارش خط چینی می‌باشد. بالاخره با نرم افزار ویژه و با توجه به اندازه، شکل، نوع خط و موقعیت اسامی جغرافیایی که بوسیله پایگاه داده‌های نقشه جغرافیایی پیشنهاد می‌شود کار به انجام می‌رسد.

---

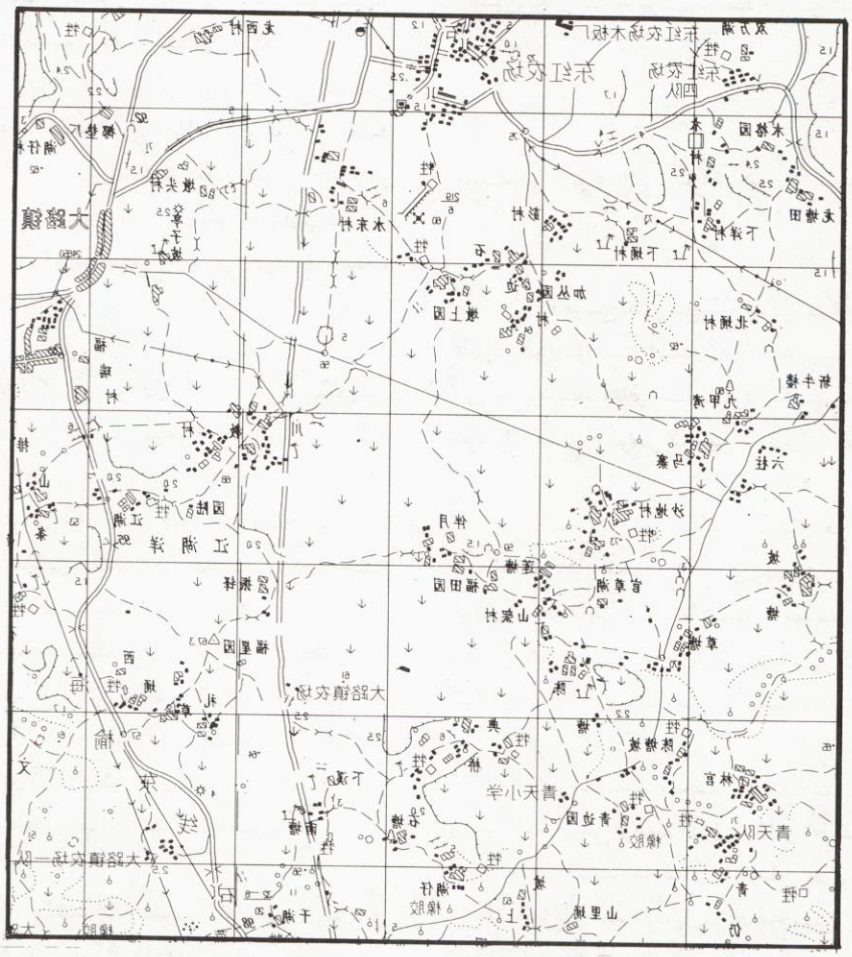
1. Strips

نتیجه

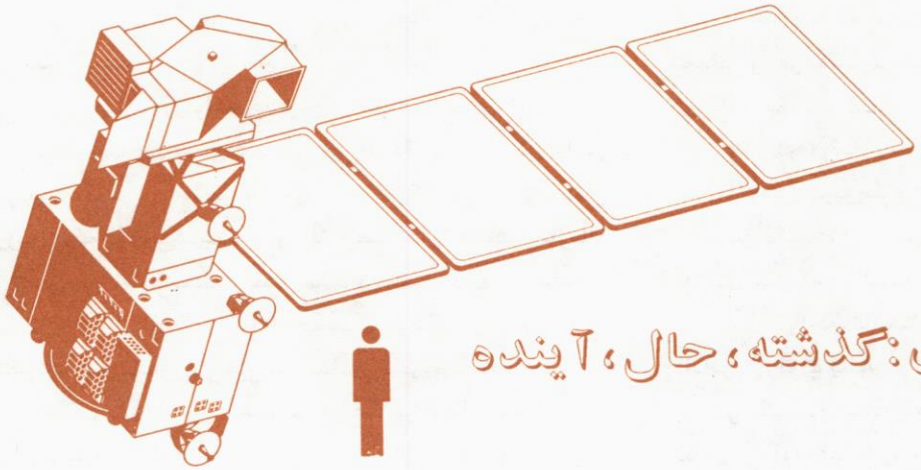
تاسیس پایگاه داده‌های نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ رقومی ایالت Hainan کاریست مشتمل بر تحقیقات علمی وتولید. ما در این راه با انواع مشکلاتی که پیش بینی آنها تقریبا غیرممکن است مواجه شده‌ایم. بعنوان مثال نقشه‌های موجود که اکنون برای بهنگام کردن و رقومی کردن بکار می‌رود با استانداردهای سابق تهیه شده است. در حالیکه نقشه‌هایی که در این طرح تهیه می‌شوند باید بر اساس استانداردهای جدید باشند که بزودی رسما اعلام خواهند شد. مثال دیگر اینکه اگرچه حروف چینی اینك به روش داده‌های برداری از روی مجموعه داده‌های ماتریسی نقطه‌ای موجود، تبدیل می‌شوند، در بعضی از اسامی جغرافیایی به حروف و کاراکترهای عجیبی برخورد می‌کنیم که در هیچیك از مجموعه‌های کاراکترهای استاندارد ملی چین وجود ندارد.

بنابراین بنظر می‌رسد لازم است برنامه‌هایی طراحی شود که کمکی برای ساختن کاراکتر جدید باشد و پایگاه داده‌های کارآکترهای قدیمی را نیز گسترش دهد.

نگاره ۱- پنجره‌ای از یك خروجی اولیه را نشان می‌دهد. اگر بر دقت کار و کیفیت نشانه‌ها در این مرحله از تولید منصفانه داوری کنیم، باید اذعان داشت که دورنمای این طرح رضایتبخش است.



نمونه نقشه ۱:۵۰۰۰۰ برگرفته از برگ سیاه اسکرایب



دورکاوی: گذشته، حال، آینده

از : پروفسور دکتر خرم

ترجمه : اکرم السادات میرفتاح

نقل از : مجموعه مقالات اولین کنفرانس نقشه برداری در ایران جلد دوم

پیشگفتار

عبارت دورکاوی یا سنجش از دور در معانی مختلف بکار رفته است که عمده ترین آنها در معنی جمع آوری و یا تفسیر یا پردازش اطلاعات مربوط به اشیا یا پدیده‌ها بدون هیچگونه تماس فیزیکی با آنها می‌باشد. بهرحال، از عبارت دورکاوی معمولا در جمع آوری و پردازش اطلاعات مربوط به شرایط محیطی زمین و منابع طبیعی از طریق بکارگیری عکسهای هوایی و اطلاعات رقومی حاصله از هواپیما یا ماهواره استفاده می‌گردد. به گمان بسیاری از دانشمندان و مهندسین جهان، دورکاوی ابزاری با قدرت است. بررسیهای متعدد نشان داده است که دورکاوی قادر است خیلی سریع و با قیمتی ارزان از مناطق جغرافیایی در سطحی وسیع و گسترده داده‌های فضایی و زمانی معتبر در مقیاسهای مختلف فراهم آورد. در این راستا، ابتدا من تاریخچه‌ای از دورکاوی، سپس وضع کنونی این رشته را شرح خواهم داد و در نهایت به بحثی در مورد دیدگاهایم راجع به آینده تکنولوژی دورکاوی که با سیستمهای اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سیستمهای تعیین موقعیت جهانی (GPS) ترکیب شده خواهم پرداخت.

دورکاوی : گذشته

انسان اولیه که به غارنشین نیز معروف است، در عمل نوعی دورکاوی (به معنی کلی کلمه) انجام می‌داده است. بدین ترتیب که در صورت احساس خطر، چماق بدست، از غارش بیرون می‌آمده و چند لحظه بعد به یك درخت آویزان می‌شده یا روی یك بلندی می‌ایستاده و با استفاده از حواس بینایی، شنوایی و بویایی برای درك و دریافت حضور یك

حیوان که ممکن بود برایش منبع غذا باشد یا در بسیاری مواقع خودش یك طعمه برای او گردد، استفاده می‌کرده است. بهرحال از آنزمان دورکاوی امری جالب و جدی بشمار می‌رفته است.

در قرون اولیه چند تن از فلاسفه قدیم، از جمله ارسطو به اصول دوربین عکاسی پی برده بودند. کار این دوربین عکاسی بدینصورت بوده است که نور از میان روزنه‌ای کوچك می‌گذشته و وارد جعبه یا اطاقکی تاریك می‌شده و در آنجا تشکیل عکس می‌داده است. در قرن هفدهم میلادی Atanins Kircher چگونگی تشکیل تصویر یك منظره یا دورنما را در دوربین عکاسی تشریح نمود.

از پرداختن بیشتر به فن عکاسی و تاریخچه آن و مراحل تکامل عکسبرداری که بگذریم (رجوع شود به شماره۳ همین نشریه) شاید بیشترین و قابل توجه ترین تاثیر را جنگ جهانی دوم در تاریخ توسعه آنچه امروز دورکاوی می‌نامیم نهاده است. همچنین تاثیر افرادی که از حرفه‌های گوناگون غیرنظامی بسوی دورکاوی جذب شدند و بعد از جنگ به زندگی شخصی خود بازگشتند نیز در پیشرفت دورکاوی در ایالات متحده، طی دوران بعد از جنگ، مهم و قابل توجه بوده است.

در بسیاری از کشورها طی این دوران حداقل چهار عامل مهم دیگر نیز در پیشرفت دورکاوی نقش داشته که عبارتند از :

۱- افزایش سریع ایجاد دوره‌های دانشگاهی در ارتباط با تفسیر عکس و فتوگرامتری طی دوران بعد از جنگ.

۲- رشد سریع تعداد و کیفیت کتب درسی و دیگر منابع و مراجع مربوط به تفسیر عکس هوایی و فتوگرامتری.

۳- افزایش سریع تعداد، کیفیت و نوع تجهیزات مربوط به تفسیر عکس و فعالیتهای فتوگرامتری.

۴- چگونگی رشد تفسیر عکس در انجمنهای مختلف حرفه‌ای. نمونه‌ای از آن بعدا مورد بحث قرار خواهد گرفت.

یك عامل مهم در توسعه و رشد دورکاوی ایجاد یك کمیسیون خاص تفسیر عکس (کمیسیون VII) در سال ۱۹۵۲ در انجمن بین المللی فتوگرامتری (ISP) بود و دیگری نیز تبدیل نام **انجمن آمریکایی فتوگرامتری** به **انجمن آمریکایی فتوگرامتری و دورکاوی آمریکا**

قسمتی از افزایش مستمر توجه به دورکاوی که طی سه دهه گذشته صورت گرفته در نتیجه رشد فزاینده تعداد و در دسترس بودن عکس و انواع دیگر داده‌های دورکاوی بوده است.

در اوایل دهه ۱۹۵۰ عکس هوایی سفید و سیاه سهل الوصول ترین نوع تصویر دورکاوی بود که در اختیار مفسرین عکس قرار داشت. بطور کلی، این نوع عکسها در ده سال پیش احتمالا تحت این شرایط گرفته می‌شدند :

اواسط تابستان، آسمان صاف و تابش خورشید در بالاترین زاویه بالا با آنکه مزایای بالقوه و عمده تهیه و تفسیر عکسهای چند طیفی، چند زمانه و چند مرحله‌ای تشخیص داده شده بود، بنظر مفسرین عکس، دستیابی به چنین شیوه عکسبرداری غیرممکن می‌آمد.

دورکاوی : زمان حال

قبل از اینکه سطح زمین از فضا عکسبرداری شود، بیشتر متخصصین ارزش یك دید Synoptic را، که در هر عکس آن (درصورتیکه از ارتفاع صد مایلی یا بیشتر گرفته شده باشد) سطحی قرارداشت معادل هزار برابر آنچه متخصصین بدان عادت داشتند، کم تلقی می‌کردند و در ضمن پیش از عصر فضا، امکان پیش بینی تحولات عظیمی که بعدها در دوربینها و سایر سنجنده‌ها به وقوع پیوست، وجود نداشت.

در طول جنگ جهانی دوم، ایالات متحده، بریتانیا و آلمان موفق به ساخت وسایل سنجش مادون قرمز شدند، ولی کشف عناصر آشکار کننده حساس با عکس العمل سریع زمانی بعد از جنگ طول کشید. وجود این آشکار کننده‌ها بود که توسعه جاروب کننده‌های الکتریکی - اپتیکی مکانیك مدرن هوایی، رادیومترها، طیف سنج ها و اسپکترو رادیومترها را امکانپذیر ساخت.

طی سالهای ۱۹۵۰ سیستمهای دورکاوی بیشتری از سیستمهای فراهم آمده در جنگ جهانی دوم، بوجود آمد و تکمیل شد. آنگاه معلوم گردید که عکسبرداری رنگی مادون قرمز(CIR) که در اصل بعنوان یك وسیله شناسایی نظامی کشف شده بود، برای علوم گیاه شناسی موارد استفاده زیادی

دارد. در اواخر دهه ۱۹۵۰ یك پردازش كننده موفق اپتیكی، كه از تركیب لنزهای كروی - استوانه‌ای و مخروطی برای انجام پردازشهای مورد نیاز علائم برگشتی استفاده می‌نمود، جهت كاربردهای SAR[1] به نمایش گذارده شد. این امر باعث توسعه SAR گردید كه یك آنتن بلند تركیبی داشت و دارای قدرت تفكیك بالا با طول موجهای بلند و نیروی كم بود.

در حال حاضر، چهار نوع ابزار دوركاوی عمده (بعلاوه دوربینهای هوا - فضایی) كه در دوركاوی از هوا - فضا بكار می‌رود، وجود دارد:

۱- جاروب كننده مكانیكی - اپتیكی یا جاروب كننده خطی كه اصول آن در سیستمهای سنجنده MSS و TM لندست و ابزار دوركاوی مادون قرمز حرارتی بكار رفته است.

۲- آرایش دهنده خطی یا تصویر دهنده Pushbroom كه در سیستم تصویری SPOT بكار رفته است.

۳- اسكنرهای كاوری.

۴- وسایل رادار فضایی و هوایی.

همچنین برخی پیشرفتهای شگفت انگیز در سالهای اخیر در دیگر انواع مختلف سیستمهای سنجنده صورت گرفته است كه شامل دوربینهای پانورامیك، دوربینهای نوار پیوسته[2]، اسكنرهای اپتیكی - مكانیكی، سیستمهای راداری هوایی و فضایی و اسكنرهای الكترونیكی، اسكنرهای لیزری و غیره است.

هر یك از این سیستمها، زمانی كه در یك فضاپیما بكار روند قادر به فراهم آوردن اطلاعاتی هستند كه از هیچكدام از سیستمهای دیگر نمی‌توان بدست آورد.

در طول دو دهه گذشته پیشرفتهای زیادی در جهت افزایش توانایی تجزیه و تحلیل داده‌های دوركاوی توسط ماشینها صورت گرفته است. در نتیجه، امروزه یك شاخه گسترده و با ارزش در زمینه تفسیر تصویر بوجود آمده است (یا بطور جامعتر گفته شود **تجزیه و تحلیل داده‌های دوركاوی به كمك كامپیوتر**) كه تا سه دهه قبل كاملا ناشناخته بوده است. برای مثال: تقریبا هیچ ذكری از این توانایی شایان در كتابچه راهنمای تفسیر عكس (مربوط به انجمن آمریكایی فتوگرامتری سال ۱۹۶۰) به میان نیامده است، در صورتیكه تقریبا یك ربع قرن بعد این موضوع قسمت اعظمی از مطالب مشتمل در كتابچه راهنمای دوركاوی (از انجمن آمریكایی فتوگرامتری سال ۱۹۸۳) را تشكیل داده است.

اولین عكس فضایی از زمین توسط Explorer-6 در اوت ۱۹۶۰ به زمین مخابره شد. اولین عكس مداری نیز در همین سال (۱۹۶۰) در دسترس قرار گرفت. یكسری چند صدتایی عكسهای رنگی ۷۰ میلیمتری، توسط یك دوربین اتوماتیك نصب شده در فضاپیمای بدون سرنشین MA-4[3] گرفته شد. گرچه منظور عكسهای گرفته شده اولیه كنترل و نظارت ارتفاع فضاپیما بود ولی، در مقایسه با عكسبرداری هوایی از ارتفاع بالا، تصاویر آفریقای شمالی ارزش عكسبرداری مداری سطح زمین را نشان داد.

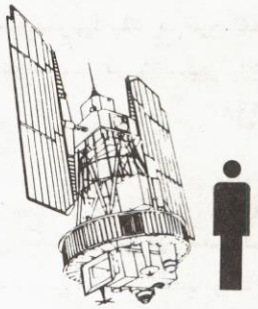
E.A.White II و J.A.Madivitt اولین آزمایش رسمی را در زمینه عكسبرداری زمین شناسی طی ماموریت Gt-4[4]، مورخ سوم تا هفتم ژوئن ۱۹۶۵ انجام دادند. طی چهار روز ماموریت، یكسری ۳۹ تایی عكسهای پوشش دار تقریبا قائم از جنوبغربی ایالات متحده و شمال مكزیك تهیه گردید. سپس در ادامه ماموریتهای Gemini درخواست شد كه نمونه عكسهایی از طرحهای انعكاسی اقیانوس و انواع عوارض زمین تهیه گردد. درپایان برنامه Gemini، ۱۱۰۰ عكس رنگی، علاوه بر عكسهای گرفته شده توسط سفینه‌های فضایی دیگر و فضانوردان در خارج سفینه بدست آمد.

این عكسهای اولیه فضایی USGS[5] را به تنظیم و انتشار یك رشته مشخصات كار و طرح كلی برای بررسیهای مكرر هدایت نمود. كوششهای انجام شده توسط USGS بمنظور ایجاد یك برنامه ماهواره مشاهدات منابع زمین، پایه و اساس برنامه جاری سیستمهای مشاهدات منابع زمین را تشكیل می‌داد. این برنامه به توسعه و تكمیل ماهواره تكنولوژی منابع زمین سازمان فضایی آمریكا (NASA) كه

---

1. Synthetic Aperture Radar
2. Continuous Strip
3. Mercury-Atlas
4. Gemini-Titan
5. U.S Geological Survey

بعدها بنام لندست ۱ شناخته شد، کمك نمود.



نمونه ای از ماهواره های نسل اول

Skylab که بهمراه خود EREP[1] را حمل می‌کرد در ۱۴ ماه مه ۱۹۷۳ به فضا پرتاب شد.

در Skylab که ابتدا بدون سرنشین بود، به ترتیب از ۲۵ ماه مه ۱۹۷۳ تا ۱۶ نوامبر ۱۹۷۳ سه نفر مستقر شدند. در پایان چهارمین ماموریت به فعالیت آن پایان داده شد و در ۱۹۷۹ به اتمسفر زمین بازگشت و روی استرالیا متلاشی گردید. سیستم سنجنده EREP شامل دو دستگاه عکسبرداری و چهار دستگاه سنجنده الکترونیکی بود. سیستم دوربینهای عکسبرداری چند طیفی (S190-A) شامل ۶ دوربین یکجور با ترکیبات فیلم فیلتر مختلف بمنظور مشاهده یك منطقه از زمین بطور همزمان در طول موجهای ۰,۴ تا ۰,۹ میکرومتر بود.

دومین سیستم عکسبرداری (S190 B) نیز که حمل شد تنها شامل یك دوربین با فاصله کانونی ۱۲۷ میلیمتر بود که طول موجهای ۰,۴۰ تا ۰,۸۸ میکرومتر را در بر می‌گرفت. سیستم سنجنده الکترونیکی شامل یك طیف سنج مادون قرمز S.101 بود. ثبت رقمی تابشهای ورودی به دو قسمت مجزای طول موج کوتاه (از ۰,۴ تا ۲,۵ میکرومتر) و طول موج بلند (از ۶,۶ تا ۱۶,۰ میکرومتر) تقسیم می‌شد. اسکنر چند طیفی EREP (S192) شامل اسکنر سیزده کاناله اپتیکی ـ مکانیکی بود که در دوازده باند از طول موج مرئی تا مادون قرمز متوسط (۵,۴۱ تا ۲,۳۵ میکرومتر) و یك باند مادون قرمز حرارتی از (۱۰,۲ تا ۱۲,۵ میکرومتر) عمل می‌کرد. سنجنده دیگر ERE سیستم Radscat (S193) بود که در باند Ke (۲,۲ سانتیمتر) بعنوان یك رادیومتر مایکروویو غیر فعال، اسکاترومتر فعال و ارتفاع سنج راداری عمل می‌نمود.

ماهواره تکنولوژی منابع زمین (ERTS-1) اولین ماهواره از سری ماهواره‌های طرح ریزی شده مخصوص جمع آوری اطلاعات از سطح زمین و منابع آن بود که در ۲۳ ژوئیه ۱۹۷۲ به فضا پرتاب شد و بهمراه خود اسکنر چند طیفی ۴ کاناله MSS، سنجنده سه دوربینه RBV یك سیستم گردآوری اطلاعات و دو ثبات نواری ویدیوئی را حمل می‌نمود.

MSS در طول موجهای زیر عمل می‌کرد:

باند ۴ (از ۰,۵ تا ۰,۶ میکرومتر).
باند ۵ (از ۰,۶ تا ۰,۷ میکرومتر).
باند ۷ (از ۰,۸ تا ۱,۱ میکرومتر).

سه دوربین مستقل RBV سه باند طیفی، آبی-سبز (از ۰,۴۷ تا ۰,۵۷ میکرومتر) زرد- قرمز (از ۰,۵۸ تا ۰,۶۸ میکرومتر) و مادون قرمز نزدیك (از ۰,۶۹ تا ۰,۸۳ میکرومتر) را پوشش می دادند. هر دوی این سیستمها صحنه‌ای از زمین تقریبا بوسعت ۱۸۵ کیلومتر در ۱۸۵ کیلومتر را با قدرت تفکیك زمینی حدود ۸۰ متر مشاهده می‌کردند.

با پرتاب لندست ۲ در ۲۲ ژانویه ۱۹۷۵، نام سری ماهواره‌ها از ERTS به لندست تغییر نمود. این ماهواره یك محموله مشابه با آنچه که لندست ۱ حمل می‌کرد حمل می‌نمود. در ۵ مارس ۱۹۷۸ لندست ۳ به فضا پرتاب شد که نسبت به سنجنده MSS در لندستهای ۱ و ۲، پنجمین باند مادون قرمز حرارتی (از ۱۰,۴ تا ۱۲,۶ میکرومتر) را اضافه داشت. در سیستم دوربین RBV نیز تغییرات عمده داده شده بود: در آن دو دوربین یکسان در باند طیفی ۰,۵۳ تا ۰,۷۵ میکرون نصب گردیده بود. این دوربینها طوری تعبیه شده بود که می‌توانست بطور همزمان بخشهایی از زمین مجاور هم به شکل مربع ۸۴ کیلومتری را نشان دهد تا با هم مسیری به عرض حدود ۱۸۵ کیلومتر را پوشش دهند.

محدودیتهایی که غالبا برای لندستهای ۱ تا ۳ ذکر شده عبارتست از :

۱- قدرت تفکیك فضایی نسبتا کم.
۲- عدم قرار گرفتن کانالهای طیفی بطور دقیق و درست در امتداد باندهای شناخته شده .

1. Earth Resources Experiment Package

۳- تاخیر زمانی غیر عادی در دستیابی استفاده کننده به داده‌ها.

لندست ۴ بمنظور حل این مسایل و مسایل دیگر طرح ریزی گردید. لندست ۴ از همان ۴ باند MSS لندست ۳ استفاده می‌کرد، منتهی یك اسکنر پیشرفته موسوم به TM[1] به آن افزوده شد. TM هفت باند طیفی دارد که ۴ حوزه طیفی الکترومغناطیسی را در بر می‌گیرد: باندهای ۱ تا ۳ با طول موج مرئی (از ۰,۲۵ تا ۰,۶۹ میکرومتر) باندهای ۴ و ۵ و ۷ مادون قرمز منعکس شده (از ۰,۷۶ تا ۲,۳۵ میکرومتر) و باند ۶ مادون قرمز حرارتی (از ۱۰,۴ تا ۱۲,۵ میکرومتر). قدرت تفکیك باندهای ۱ تا ۵ و ۷ تقریبا ۳۰ متر می‌باشد و قدرت تفکیك باند شش ۱۲۰ متر است.

بهبود عمده‌ای در جمع آوری داده‌ها بوسیله استفاده از یکسری ماهواره‌های ارتباطی موسوم به DOMSAT حاصل شد. ماهواره‌های TDRSS[2] نیاز به سیستمهای ضبط نواری نصب شده در ماهواره‌های قبلی لندست را مرتفع ساخت.

لندست ۵ حاوی همان وسایلی که در لندست ۴ وجود داشت، در اول مارس ۱۹۸۴ به فضا پرتاب شد، و بزودی اساسی ترین منبع فعال جمع آوری اطلاعات گردید. از آن زمان تاکنون تنها یك نقیصه در کار سیستم رخ داده است ولی در حال حاضر دستگاه با ظرفیت کامل مشغول به کار است.

بین سالهای ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۲ مسئولیت عملیات لندست بتدریج به NOAA[3] در Dept. of Commerce انتقال یافت. ابتدا تنها مسئولیت عملیات MSS به NOAA واگذار شد، سپس NOAA مسئولیت TM را هم که تا سال ۱۹۸۴ بطور آزمایشی کار می‌کرد عهده دار گردید. مسئولیت اخذ داده‌های لندست که به عهده مرکز داده‌های EROS در Sioux Falls در جنوب داکوتا بود نیز به این سازمان داده شد. به NOAA دستور داده شد تا کلیه هزینه‌های اجرایی رااز فروش داده‌ها مستهلك نماید که هیچگاه اجرا نشد. گرچه NOAA قیمت داده‌های MSS را تا سه برابر افزایش داد ولی فروش نیز به همین نسبت تقلیل پیدا کرد. بنابراین در آمد باقیمانده تقریبا همانی بود که قبلا بود. بهرحال NOAA بطور فعال درصدد اخذ امتیاز ایستگاههای خارجی بود و امتیاز تمام ده ایستگاه زیر را اخذ نمود: آرژانتین، استرالیا، برزیل، کانادا، آژانس فضایی اروپایی (۲ ایستگاه) هند، ژاپن، آفریقای جنوبی و تایلند.

تجاری نمودن برنامه لندست در ۲۷ سپتامبر ۱۹۸۵ با توافق مقامات دولت آمریکا به تصویب رسید. این قرارداد به شرکت EOSAT[4] که از مشارکت کمپانی هواپیمایی Hughes و شرکت RCV تشکیل شده بود واگذار شد. بنابر قرارداد اول دولت آمریکا کمك مالی به میزان ۲۹۵ میلیون دلار به منظور ساخت و پرتاب دو ماهواره جدید (لندست ۶ و ۷) فراهم ساخت و طبق قرارداد دوم EOSAT مسئول عملیات دو ماهواره لندست حاضر در مدار شد و علاوه بر آن مدیریت تجهیزات کنترل زمینی و فروش داده‌ها به مشتریان را نیز بعهده گرفت.

SPOT[5] پروژه‌ای از دولت فرانسه است که از مرکز ملی مطالعات فضایی آن NES اداره می‌شود. SPOT-1 اولین نوع از سری ماهواره‌های این پروژه، با موفقیت در سال ۱۹۸۶ از French Guiana به فضا پرتاب شد.

در مقایسه با لندست، SPOT سه مورد جدید به جامعه مصرف کننده دورکاوی ارائه نمود: داده هایی با قدرت تفکیك فضایی بالاتر، دید استروسکوپی و زمان تکرار پوشش سریعتر.

داده‌های حاصله از SPOT دارای قدرت تفکیك ۲۰ متر در روش چند طیفی است و قدرت تفکیك ۱۰ متر در روش پانکروماتیك.

ماهواره Seasat-1 که در ۲۶ ژوئن ۱۹۷۸ به فضا پرتاب شد اولین ماهواره از سری ماهواره‌های پیشنهادی تحقیقاتی در اقیانوس نگاری بود. این ماهواره در مداری نزدیك قطب در فاصله ۸۰۰ کیلومتری زمین قرار گرفت و طی روزها و شبهای متناوب (هر ۳۶ ساعت یکبار) پوششی به میزان ۹۵ درصد از اقیانوسهای زمین را فراهم آورد.

پنج سنجنده نصب شده در Seasat-1 عبارتست از:

۱- یك ارتفاع سنج راداری Compressed-Pulse بمنظور فراهم آوردن ارتفاع دقیق جهت مطالعات ژئوئید دریایی و توپوگرافی سطح دریا.

---

1. Thematic Mapper
2. Tracking and Data Relay Systems
3. National Oceanographic and Atmospheric Administration
4. Earth Observation Satellite Corporation
5. Systeme Probatoive d'Observation de Le Terre

۲- یك اسکاترومتر مایکروویو برای اندازه گرفتن سرعت و جهات بادهای کره زمین.

۳- رادیومتر جاروب کننده[1] دوکاناله که درطول موج مرئی از ۰,۲۵ تا ۰,۷۳ میکرومتر و مادون قرمز از ۱۰,۵ تا ۱۲,۵ میکرومتر عمل می‌کند و رنگ و درجه حرارت اقیانوسها را کنترل می‌نماید.

۴- یك رادیومتر جاروب کننده مایکروویو چند کانسه که دارای ۵ باند تصویربرداری بین ۰,۸ تا ۶,۶ سانتیمتر است.

طی یك عملیات ۹۸ روزه سنجنده SAR ماهواره Seasat تصاویر پوششی مساحتی در حدود ۱۰۰ میلیون مایل مربع را فراهم آورد.

اولین شاتل فضایی در آوریل ۱۹۸۱ به فضا پرتاب شد. این رویداد آغاز فصلی تازه در تاریخ پرواز فضاپیمای سرنشین‌دار بود.

بر خلاف سایر سفینه‌های فضایی این شاتل بدفعات مکرر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم جدید حمل و نقل فضایی می‌تواند حداکثر ۷ سرنشین را حمل نماید، شامل: فرمانده، خلبان و متخصصین پرواز که فضانوردان ناسا

اصلاحات آتی در امکانات سنجنده ها و طرحهای طبقه بندی منابع با نیازها و تصمیمات سیاسی و اهداف مدیریت منابع هماهنگی بیشتر پیدا خواهد کرد.

۵- یك رادار SAR دارای باند L که (۲۵ سانتیمتر) بمنظور فراهم آوردن شکل و فرم موج و یخ دریا در مناطق انتخاب شده بکار می‌رود. سنجنده SAR روی Seasat-1 اولین تصاویر راداری Synoptic را با قدرت تفکیك بالا از سطح زمین فراهم آورده است. نظر به سرعت بالای جمع آوری داده‌های حاصله، داده‌های SAR در ماهواره ثبت نمی‌شود، بلکه به زمین منتقل و توسط ایستگاه گیرنده در روی زمین به ثبت می‌رسد.

تنها پنج ایستگاه گیرنده زیر قادر است داده‌های SAR را دریافت نماید:

- Golstone در کالیفرنیا،
- Fairbanks در آلاسکا،
- Merritt Island در فلوریدا،
- New Foundland, Shoe Cove در کانادا، و
- Oakhanger در بریتانیا.

بهمین دلیل پوشش اقیانوسها به شمال آتلانتیك تا خلیج مکزیك، Caribbean مدیترانه، دریای شمال، دریای نروژ، شرق پاسفیك شمالی و خلیج کالیفرنیا و دریای بوفورت محدود می‌شود.

هستند و چهار نفر متخصص دیگر که آزمایشهایی را انجام می‌دهند و ممکن است از فضانوردان ناسا یا جای دیگر باشند. شاتل بعنوان یك آزمایشگاه مداری بمنظور انجام آزمایشهای بسیار ویژه و تحت شرایط بی وزنی و خلاء و جهت بازیابی و قرار دادن ماهواره‌ها در موقعیتهای استراتژیك بکار گرفته می‌شود.

آزمایشهای انجام شده بسیار، استعداد شاتل را برای تحقیقات درباره منابع زمین نشان داده است. در این آزمایشها به تحقیق در مورد زمین شناسی قاره‌ای، شیمی اتمسفری، هواشناسی، زیست شناسی دریایی و فیزیولوژی نباتی پرداخته می‌شود و مجموعه آنها به OSTA-1[2] معروف است، زیرا دفتر فضایی و کاربردهای زمینی مسئول انجام آنها است.

سیستمهای سنجنده شاتل شامل SIR-A[3] و

1. Scanning radiometer
2. Office of Sapce and Aerrestrial application
3. Schuttle Imaging Radar

SMIRR[1] و MAPS[2] و NOSL[3] و OCE[4] و FILE[5] و HELFEX[6] و HBT[7] می‌باشد. تجربه SIR-A بمنظور ارزیابی توان رادار مداری برای تهیه نقشه‌های زمین شناسی بکار گرفته خواهد شد و کاملتر از سیستم راداری باند L ماهواره Seasat است.

آژانس ملی فضایی ژاپن (NASDA) نیز دست به توسعه یکسری ماهواره‌های مشاهدات زمینی زده است. اولین ماهواره از این سری MOS-1[8] است که در سال ۱۹۸۴ به فضا پرتاب شد. MOS-1 محموله‌ای مشتمل بر سه دستگاه را حمل می‌نمود: یك رادیومتر الکترونیکی چند طیفی جاروب کننده خودکار (MESSR)، یك رادیومتر مادون قرمز حرارتی و طیف مرئی (VTIR) و یك رادیومتر جاروب کننده مایکروویو دو فرکانسه (MSR).

MESSR دارای چهار باند طیفی بین ۰,۵۱ تا ۱,۱۰ میکرومتر است که تصاویری با عرض ۱۰۰ کیلومتر تولید می‌نماید.

VTIR با عرض ۵۰۰ کیلومتر و یك باند در طیف مرئی با IFOV ۰,۹ کیلومتری و سه باند دیگر در مادون قرمز بین ۶,۰ تا ۱۲,۵ میکرومتر با IFOV ۲,۶ کیلومتری عمل می‌نمایند.

آژانس فضایی اروپا (ESA) اولین ماهواره خود را موسوم به ERS-1[9] به فضا پرتاب کرده است. سنجنده‌های آن ۵ نوع است:

۱- رادار SAR با قدرت تفکیك ۳۰ متر و عرض دید ۱۰۰ کیلومتر.

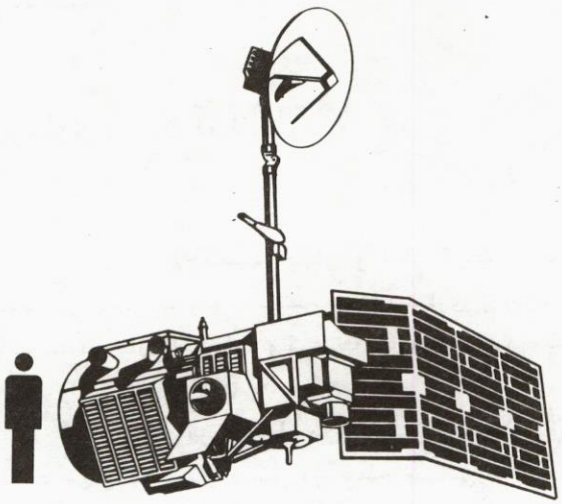
۲- یك کنترل کننده رنگ اقیانوس[10] (OCM) با ۱۰ باند طیفی بین ۰,۴ تا ۱۱,۵ میکرومتر.

۳- یك رادیومتر مایکروویو تصویری (IMR) که در شش فرکانس عمل می‌کند.

۴- یك پراکنده سنج دو فرکانسه برای تعیین جهت و سرعت باد.

۵- یك ارتفاع سنج راداری برای تعیین وضعیت دریا.

طرح یك ماهواره پیشرفته منابع موسوم به AERS نیز پیشنهاد شده است. این ماهواره اصولا جهت مشاهدات زمینی بکار گرفته خواهد شد و به توسط وسیله نقلیه SPOT پرتاب خواهد گردید که محموله آن شامل SAR از ERS-1 و دستگاه تصویر اپتیکی[11] خواهد بود. OII دارای ۶ باند طیفی از ۰,۵۲ تا ۲,۳۵ میکرومتر با IFOV ۳۰ متری و یك باند پانکروماتیك با IFOV ۱۵ متری و عرض ۱۷۵ کیلومتر خواهد بود.



پرتاب ماهواره کانادایی Radarsat توسط آژانس فضایی کانادا (CSA) برای سال ۱۹۹۲ برنامه ریزی شده است. این ماهواره شامل یك سکوی سه محوره مستحکم است که برای حمل رادار دارای باند L یا باند C (SAR) از ظرفیت وزنی و نیروی کافی برخوردار است و بمنظور فراهم آوردن اطلاعاتی راجع به اقیانوسهای منجمد و وسیع و نیز تهیه داده‌های دورکاوی جهت استفاده در جنگلداری، زمین شناسی، آب شناسی و بررسی مسایل کشاورزی طرح ریزی شده است.

---

1. Shuttle Multispectral Infrared Radiometer
2. The Measurement of Air Pollution from Satellite
3. The Night Day Optical Survey of Lightning File
4. The Ocean Color Experiment
5. The Featore Identification and Location Experiment
6. Helianthus Annuus Flight Experiment
7. He Lianthus Bioengineering Test
8. Marine Observation Satellite-1
9. European Remote Sensing Satellite
10. Ocean Colour Monitor
11. Optical Imaging Instrument

انتخاب فرکانس و نحوه پردازش داده‌ها تحت بررسی قرار دارد. فرکانسهای منتخب اخیر عبارتنداز باند Lبا طول موج ۲۳,۵ سانتیمتر و یا باند Cبا طول موج ۵,۷ سانتیمتر .

دورکاوی : زمان آینده

رشد سریع جمعیت جهان و نیاز فردی به منابع طبیعی در زمانی به وقوع می‌پیوندد که بسیاری از این منابع به سرعت در حال کاهش اند و کیفیت منابع دیگر نیز بشدت رو به زوال است.

ترکیب این عوامل موجب بروز نیاز فوری به عاقلانه ترین مدیریت ممکن در سطح جهانی در جهت استفاده از اینگونه منابع شده است. اولین مرحله مهم در رسیدن به چنین مدیریتی آن است که صورتی کلی و جامع از منابع جهانی فراهم آید. این مرحله می‌تواند با قدرت تفکیک بالا و مناسب و فواصل زمانی معین از داده‌های حاصله از ماهواره‌های دورکاوی که در مدار زمین قرار دارند مثل لندست، اسپات، ERS - 1 وMOS و غیره به بهترین وجه انجام شود.

اصلاحات در مجموعه‌های دورکاوی، همانطورکه تاکنون برای نسلهای آینده این سفاین طراحی شده است، آنها را برای بدست آوردن فهرستهای منابع جهانی از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های دورکاوی حاصله از ماهواره‌ها عملی‌تر می‌سازد.

پیشرفتی بزرگ در زمینه Compression داده‌های دورکاوی انجام خواهد گرفت . با قضاوت از روی طرحهایی که حتی هم اکنون در NASA و ESA ، CSA و NASDA و سایر آژانسهای فضایی بزرگ سراسر دنیا در دست تکمیل است، دورکاوی از فضاپیما در آینده مستلزم قدرت تفکیک فضایی بالاتر ، باندهای طیفی بیشتر و دفعات پوشش بیشتر خواهد بود.

کامپیوترهای نصب شده روی فضاپیما می‌توانند بسیاری از عملیات تجزیه و تحلیل را که قبلا روی زمین صورت می‌گرفته انجام دهند. در اینصورت لازمست که تنها نتایج تجزیه و تحلیل‌ها بجای داده‌های اولیه دورکاوی به زمین منتقل شود که بدین ترتیب شکل ضروری Data Compression حاصل خواهد شد.

اصلاحات آتی در امکانات سنجنده‌ها و طرحهای طبقه بندی منابع با نیازها و تصمیمات سیاسی و اهداف مدیریت منابع هماهنگی بیشتر پیدا خواهد کرد.

بطور خلاصه تمایل یا جهت کلی در آینده ، بطرف پرتاب سنجنده‌های ماهواره‌ای و هوایی با قدرتهای تفکیک طیفی و فضایی بالاتر ، پوششهای مکرر و بدفعات بیشتر و زمان بسیار کوتاهتر برای تحصیل و جمع آوری اطلاعات و پردازش آنها خواهد بود.

بدیهی است برنامه‌هایی از قبیل سیستم مشاهدات زمینی (EOS) ناسا و مطالعات تغییر بین المللی کره زمین نشانه‌ای از این پیشرفتها است. از طریق استفاده از سیستمهای تعیین موقعیت جهانی GPS موقعیت جغرافیایی مکانهای مورد مطالعه بسیار دقیقتر مشخص می‌شود و GPS پیش از پیش مورد استفاده قرار خواهد گرفت. استفاده از تکنولوژی GIS بطور فزاینده متداول گشته و ترکیب دورکاوی، GIS و GPS پایگاههای داده‌ای فوق‌العاده‌ای جهت استفاده‌های متنوع و گوناگون بوجود خواهد آورد که کاربردهای آن فراتر از کاربردهای امروزی خواهد بود.

در حقیقت، سخت افزارهای الکترونیکی بطور پیوسته کوچکتر ، سریعتر و ارزانتر می‌شوند که این امر پردازش داده‌های دورکاوی شده را تسریع می‌نماید و سیستمهای لازم برای پردازش داده‌های دورکاوی را در دسترس قرار می‌دهد. تکامل سیستمهای خبره و باهوش مصنوعی به سودمندی و کاربری تکنولوژی دورکاوی خواهد افزود. پذیرش این تکنولوژی، انتقال تکنولوژی در این زمینه را تقویت خواهد نمود.

بهرحال، مواردی که در این مقاله آمده کامل نیستند و قصد من از ارائه این مقاله اشاره به بعضی از جنبه‌های تکنولوژی دورکاوی بوده است. این موارد شامل نظرات تجربی چند تن از کارشناسان دورکاوی چون Dave Simonett و Bob Colwell می‌باشد.

روشهای تعیین موقعیت ماهواره‌ای

ترجمه و تنظیم : مهندس حمیدرضا نانکلی

با توجه به پیشرفت تکنولوژی GPS و استفاده از این ابزار مهم در دنیا، آگاهی از روشهای مختلف تعیین موقعیت توسط این سیستم امری ضروری بنظر می‌رسد. دقت بالای این سیستم و جهانی بودن آن، دلیلی بر استفاده این سیستم در کلیه کارهای نقشه‌برداری، ژئودزی، هیدروگرافی، کارهای عکسی و غیره می‌باشد. در این نوشته، هدف معرفی روشهای مختلف تعیین موقعیت توسط این سیستم می‌باشد.

به عنوان مقدمه ، ابتدا مروری خواهیم داشت بر سیستم GPS . گرچه کم نیستند کسانی که با این سیستم آشنایی دارند ولی این مرور می‌تواند به عنوان یادآوری، دریافت مطالب را تسریع نماید.

پیشگفتار

تعیین موقعیت بر مبنای فضا در سال ۱۹۶۰ توسط ایالات متحده و ناسا آغاز شد. یکی از این سیستمهای مورد استفاده، ترانزیت نام داشت که در اهداف ژئودزی و نقشه‌برداری مورد استفاده قرار گرفت، اما وقت گیر و کم دقت بود. در سال ۱۹۷۴ وزارت دفاع آمریکا (DOD) برای مقاصد و احتیاجات نظامی خود اعلام کرد که نیاز به یك سیتم کامل و جامع تعیین موقعیت دارد. از اینجا سیستم GPS بوجود آمد و در سال ۱۹۸۳ با پرتاب اولین ماهواره GPS گامی موثر در تاریخ نقشه برداری برداشته شد.

با روی کار آمدن سیستم GPS تمامی سیستمهای تعیین موقعیت دیگر از قبیل دوربینهای بالستیك، داپلر، OMEGA و LORAN-C و SECOR به تدریج از دور خارج شدند. GPS یك سیستم نظامی قابل دسترس برای ناوبری و تعیین موقعیت ژئودتیك می‌باشد. این سیستم در حال دگرگون کردن تکنولوژی نقشه‌برداری است. همانند پیشتازان این روش (داپلر)، GPS منظره کارهای نقشه‌برداری را از اندازه گیریهای زمین به زمین به اندازه‌گیریهای زمین به فضا با موارد زیر تغییر داده است:

۱- عملیات در انواع شرایط آب و هوایی امکان پذیر است و می‌تواند در شب یا روز انجام شود.

۲- برقراری دید بین ایستگاههای مجاور، دیگر معیاری برای تعیین محل آنها نیست .

۳- توانایی دید همزمان چند ماهواره.
۴- امکان حذف خطاهای موثر (از قبیل خطاهای یونسفر، تروپسفر و مسیر).
۵- دقت نسبی 1ppm برای طولهای کوتاه از ۱ تا ۱۰۰ کیلومتر.

با توجه به موارد بالا ملاحظه می‌شود که GPS برای فواصل کوتاه با روشهای زمینی رقابت می‌کند و می‌تواند نتایجی با دقت بالاتر و زمان کمتر از مشاهدات ترانزیت روی فواصل بلندتر داشته باشد.

از کاربردهای این سیستم می‌توان موارد زیر را نام برد:

۱- نقشه برداری کاداستر.
۲- متراکم سازی شبکه‌ها.
۳- هیدروگرافی.
۴- فتوگرامتری.
۵- کنترل حرکات تکتونیکی.
۶- ناوبری در خشکی و دریا و هوا.
۷- نشستهای موضعی زمین.
۸- استفاده‌های شهری.

دسته بندیهای ماهواره ها

سریهای ماهواره GPS عبارتند از:

بلوک I : شامل یک تا یازده ماهواره بوده که پرتاب آنها بین فوریه ۱۹۷۸ و اکتبر ۱۹۸۵ صورت گرفته است.

بلوک II : شامل ماهواره‌های دوازده تا بیست و یک بوده، پرتاب آنها بین فوریه ۱۹۸۹ تا اکتبر ۱۹۹۰ پیش بینی شده بوده است.

بلوک IIA : شامل ماهواره‌های بیست و دو تا چهل بوده، طبق برنامه، پرتاب آنها در خلال سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۴ صورت می‌گیرد.

بلوک IIB : شامل ماهواره‌های چهل و یک تا شصت می‌باشد و پرتاب آنها از سال ۱۹۹۵ شروع خواهد شد.

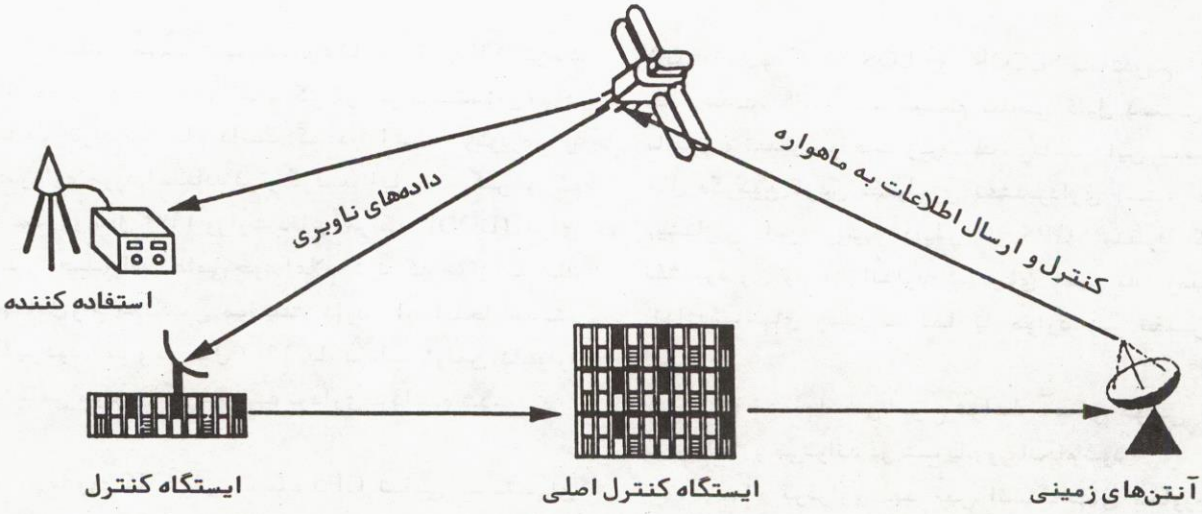
بلوک III : شامل ماهواره‌های بعد از شصت و یک خواهد بود و پرتاب آنها برای قرن آینده در نظر گرفته شده است.

در حال حاضر بیست و یک ماهواره قابل استفاده در مدار وجود دارد که با توجه به سریهای بالا جزو بلوک II می‌باشد، اما بنا به دلایلی زمان پرتاب آنها تاخیر داشته است. آرایش آسمانی ماهواره‌های GPS تا پایان سال ۱۹۹۳ کامل خواهد شد. یعنی تعداد ماهواره‌ها به ۲۴ خواهد رسید و تعیین موقعیت بصورت ۲۴ ساعته امکان پذیر خواهد گشت.

برای تعیین موقعیت هر نقطه، در هر محل لازم است ارتباط با ۴ ماهواره برقرار باشد.

طریقه وصول اطلاعات ماهواره به گیرنده و استفاده کننده

ماهواره ابتدا، اطلاعات و داده‌های ناوبری را به پنج ایستگاه کنترل، که در Colorado Springs و



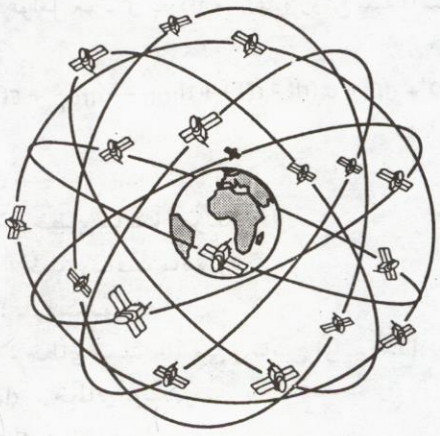
نگاره ۱- نمایش وضعیت ماهواره‌ها، ایستگاههای زمینی و استفاده کننده

Kwajalein و Diego Garcia و Ascension و Hawaii قرار دارند، ارسال می‌کنند(در واقع این ایستگاهها سیگنالهای ماهواره را ردیابی می‌کنند). سپس این اطلاعات به ایستگاه کنترل مادر ارسال می‌شوند. این ایستگاه در نزدیکی شهر کولورادو قرار دارد و وظایف آن عبارت است از پردازش داده‌ها، ردگیری ماهواره‌ها، آماده کردن اطلاعات برای ارسال به ماهواره و نظارت بر کنترل روزانه ماهواره‌ها.

سپس این داده‌ها به سه آنتن زمینی ارسال می‌شود که این آنتن‌ها در شهرهای Kwajalein و Diego Garcia و Ascension قرار دارد. توسط این آنتن ها اطلاعات کنترل شده به ماهواره ارسال می‌شود که به آن Data Upload می‌گویند. پس از ارسال اطلاعات به ماهواره، استفاده کننده سیگنالهای ماهواره را دریافت می‌کند و بدین ترتیب اطلاعات به استفاده کننده می‌رسد.

سیستم GPS

در حال حاضر سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) متشکل از ۲۱ ماهواره به انضمام ۳ ماهواره کمکی با ارتفاع ۲۰۱۰۰۰ کیلومتر از سطح زمین می‌باشد که در ۶ مسیر با زاویه میل ۵۵ درجه و پریود ۱۲ ساعته در گردشند.

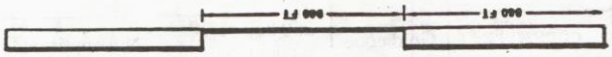


نگاره ۲ - آرایش آسمانی ماهواره‌های GPS

هر ماهواره GPS، دو موج با دو فرکانس در باند L (L1 و L2) ارسال می‌کند. موج L1 با فرکانس ۱۵۷۵،۴۲ مگاهرتز و موج L2 با فرکانس ۱۲۲۷،۶۰ مگاهرتز. طول موجها به ترتیب ۱۹ سانتیمتر و ۲۴ سانتیمتر می‌باشد. امواج ماهواره متشکل است از : امواج حامل باند L مدوله شده با یك استاندارد (کد C/A[1]) و یك کد دقیق (P)[2] و یك پیام دریانوردی و مختصات ماهواره بصورت توابع زمانی و پارامترهای ارسالی ماهواره.

ماهواره‌های GPS، به سبب ارتفاع زیادشان، از بخش بزرگی از زمین دیده می‌شوند. البته ماهواره ها موقعی قابل رویت‌اند که زاویه ارتفاعی آنها ۱۰ تا ۱۵ درجه باشد. این زاویه را زاویه ماسك می‌گویند. دلیل وجود زاویه ماسك[3] وجود خطای انکسار یونسفر مولتی پت در روی سیگنال ماهواره است.

در GPS دو نوع کد مورد استفاده می‌باشد: کد C/A وکدP. کد C/A به معنی اکتساب غیردقیق می‌باشد که برروی سیگنال L1 مدوله شده، در حقیقت امواج L1 با فرکانس ۱،۰۲۳ مگاهرتز مدولاسیون فاز می‌شوند که به آن C/A می‌گویند.



نگاره ۳ - نمایش کد C/A

کد P به معنی کد دقیق می‌باشد. که بر روی سیگنال L2 و L1 مدوله شده و در حقیقت امواج L1 با فرکانس ۱۰،۲۳ مگاهرتز مدولاسیون فاز می‌شوند که به آن کد P می‌گویند. استفاده از کد P فقط در امور نظامی و کارهایی که در سطح کشور مورد توجه دولت آمریکا و متحدانش می‌باشد، مجاز است.

این کدها بوسیله یك الگوریتم ریاضی در مبنای دو ایجاد شده در حالت فیزیکی[4] PRN خوانده می‌شود.

نگاره ۴ - نمایش کد P

1. Coarse Acquisition
2. Precise
3. Elevation musk angle
4. Pseudo Random Noise

موج حامل L1 با هر دو کد P و C/A مدوله می‌شود. ولی موج حامل L2 فقط با کد P مدوله می‌شود. بدین ترتیب با استفاده از یک گیرنده دو فرکانسه می‌توان اثر لایه یونسفر را بر روی امواج ارسالی محاسبه نمود.

تعیین مختصات با کد P به دلیل بالاتر بودن فرکانس آن خیلی دقیقتر از کد C/A می‌باشد. برای انتقال از کد P به کد C/A می‌توان از How [1] استفاده کرد. کاربردهای اولیه این دو کد در تعیین زمان ارسال موج از ماهواره تا گیرنده است که با ضرب شدن در سرعت نور فاصله را به دست می‌دهد.

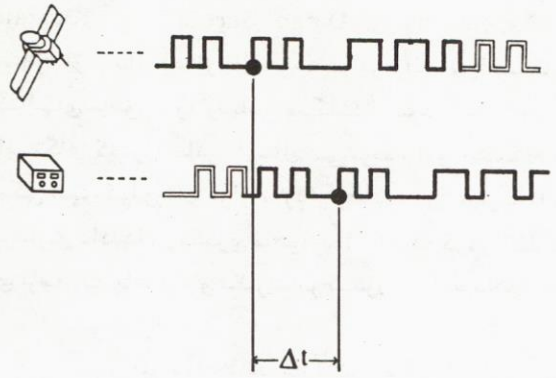
جدول شماره ۱ مقایسه دو کد P و C/A را نشان می‌دهد.

Parameter	C/A Code	P Code	Data
CHIPPING RATE	1.023 X 10^6 bits/sec	10.23 X 10^6 bits/sec	50 bits/sec
SPATIAL LENGTH (PER BIT)	960 ft	96 ft	3720 miles
REPETITION INTERVAL	0.001 sec	7 days	Not applicable
CODE TYPE	Gold code	280 day pseudo random code	Not applicable
TOTAL NO. OF CODES	37 unique Gold codes	37 seven-day sections	Not applicable
SPECIAL PROPERTIES	Easy to acquire	Slightly more accurate nav Resistent to jamming and spoofing. Rejection of multipath.	Provides handover from C/A to P code. Ephemeris data & clock correction. Rejection of multipath.

جدول ۱ - مقایشه ویژگی کدهای P و C/A

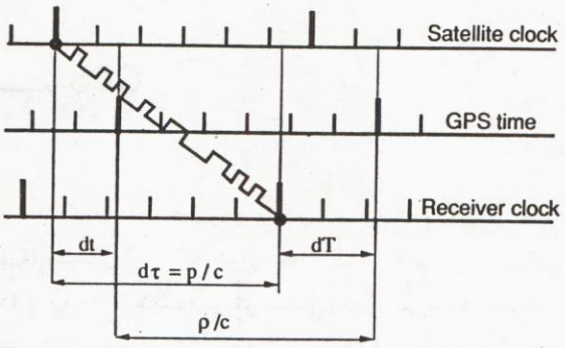
دو نوع اندازه‌گیری پایه که بوسیله سیگنال GPS انجام می‌شود عبارت هستنداز :

۱ - شبه فاصله سنجی[2] : در این روش یک اختلاف زمانی بین کپی کد GPS ایجاد شده در گیرنده با اصل کد رسیده از ماهواره وجود دارد که با ضرب کردن آن در سرعت نور، شبه فاصله بدست می‌آید. این روش با هر دو کد P و C/A امکان‌پذیر است. کدهای تولید شده در گیرنده از ساعت خود گیرنده نتیجه می‌شوند و کدهای ارسالی ماهواره نیز توسط ساعت ماهواره ایجاد می‌شوند. خطای زمانی در هر دو ساعت گیرنده و ماهواره باعث می‌شود که فاصله اندازه‌گیری شده با فاصله هندسی بین ماهواره و گیرنده فرق داشته باشد.



نگاره ۵ مقایسه شکل کدهای تولید شده در ساعت گیرنده و ساعت ماهواره

معادله مشاهده روش شبه فاصله سنجی و نمایش هریک از عوامل دخیل در این معادله عبارتست از :



نگاره ۶ - عوامل موثر و معادله مشاهده روش شبه فاصله سنجی

$$p = \rho + d\rho + c\,(dt - dT) + dion + dtrop + \varepsilon(p)$$

که در آن :

dt : خطای ساعت گیرنده

dT : خطای ساعت ماهواره

C : سرعت نور

dρ : خطای مسیر (اسمی و ناشی از S.A.)

dion : خطای یونسفر

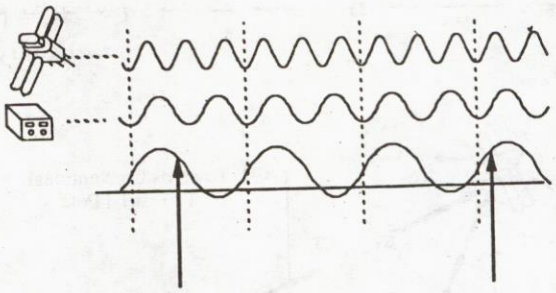
dtrop : خطای تروپسفر

ε(p) : شامل نویز گیرنده و مولتی پت

ρ : فاصله بین ماهواره و گیرنده می‌باشد.

1. Hand Over Word
2. Pseudo Range Measurement

۲- روش Carrier Beat Phase : یکی دیگر از روشهای اندازه‌گیری GPS روش تفاضلی فاز حامل می‌باشد که بر اساس یك اختلاف فاز بین موج حامل رسیده از ماهواره و موج حامل بازسازی شده توسط نوسان ساز با فرکانس اسمی گیرنده می‌باشد. اندازه‌گیری با این روش شبیه یك شبه فاصله سنجی دقیق می‌باشد اما با تعدادی دورهای ابهام خطا که **ابهام دوره صحیح** خوانده می‌شود.



نگاره ۷ - نمایش مشاهده فاز حامل

معادله مشاهده این روش عبارت است از :

$$\Phi = \rho + d\rho + c(dt-dT) + \lambda N - d_{ion} + d_{trop} + \varepsilon(\Phi)$$

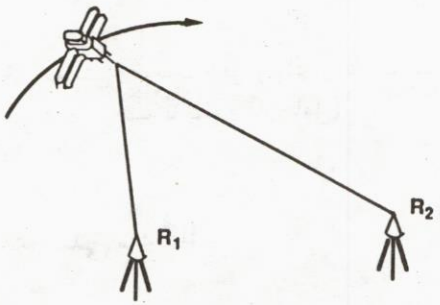
که در آن λ، طول موج و N ابهام فاز می‌باشد.

روشهای تفاضلی

منبع مهم خطا در اندازه‌گیریهای GPS بین ماهواره‌ها و گیرنده‌ها رفتار پیش بینی نشده زمان و فرکانسهای استاندارد بکار گرفته شده به عنوان مرجع برای ماهواره و گیرنده می‌باشد. حتی اگر ماهواره‌های GPS حامل فرکانسهای استاندارد اتمی (اتمهای سزیم و روبیدیم) باشند، ناپایداری اینها هنوز دقت تعیین موقعیت را تا چندین متر محدود می‌کند و هنوز امکان حذف این اثرات وجود ندارد. در روشهای تفاضلی اختلافات ممکن است بین ماهواره‌ها، بین گیرنده‌ها، یا بین مبداهای مختلف زمان باشد. اگرچه تعداد ترکیبات زیادی امکان‌پذیر می‌باشد اما آنچه مورد توجه ما است سه روش تفاضلی یگانه، دوگانه، سه گانه می‌باشد. با استفاده از روشهای تفاضلی، می‌توان خطاهای مسیر، ساعت، یونسفر و تروپسفر را کاهش داد یا حذف نمود.

روش تفاضلی یگانه

اختلاف شبه فاصله یا فازهای امواج حامل دریافت شده در هر دو ایستگاه زمینی بطور همزمان انجام می‌شود و خطای ساعت ماهواره حذف می‌شود و خطای یونسفر و تروپسفر کاهش می‌یابد. اگر دو ماهواره و یك گیرنده داشته باشیم خطای ساعت گیرنده حذف می‌شود.



$$\Delta = (\bullet)_{r2} - (\bullet)_{r1}$$
$$\Delta\rho = \Delta\rho + \Delta d\rho - c\Delta dT + \Delta d_{ion} + \Delta d_{trop} + \Delta\varepsilon(p)$$
$$\Delta\Phi = \Delta\rho + \Delta d\rho - c\Delta dT + \lambda\Delta N - \Delta d_{ion} + \Delta d_{trop} + \Delta\varepsilon(\Phi)$$

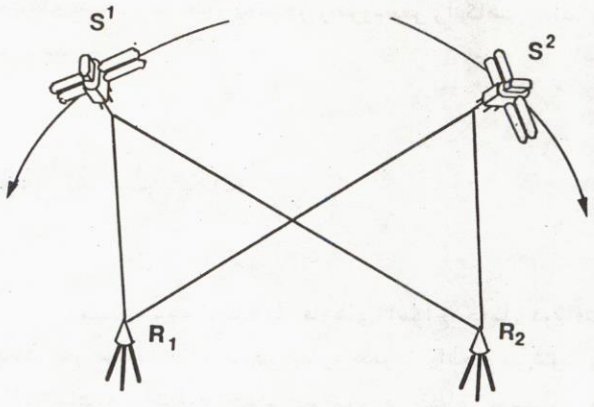
نگاره ۸ - نمایش وضعیت و فرمولهای روش تفاضلی یگانه

روش تفاضلی دوگانه

در این روش اندازه‌گیری بین ماهواره‌ها و ایستگاهها باعث حذف خطای ساعت های گیرنده و ماهواره می‌شود. این روش در غالب اندازه گیریهای GPS بکار برده می‌شود. در این روش همچنین خطای مسیر و اتمسفریك نیز کاهش می‌یابد.

---

1. Differential
2. Single Difference
3. Double Difference
4. Triple Difference



$$\Delta\nabla = \{(\bullet)_{sat_2} - (\bullet)_{sat_1}\}_{rx_2} - \{(\bullet)_{sat_2} - (\bullet)_{sat_1}\}_{rx_1}$$

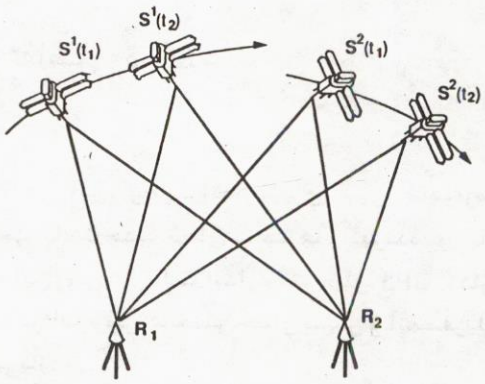
$$\Delta\nabla p = \Delta\nabla\rho + \Delta\nabla d\rho + \Delta\nabla d_{ion} + \Delta\nabla d_{trop} + \Delta\nabla\varepsilon(p)$$

$$\Delta\nabla\Phi = \Delta\nabla\rho + \Delta\nabla d\rho + \lambda\Delta\nabla N - \Delta\nabla d_{ion} + \Delta\nabla d_{trop} + \Delta\nabla\varepsilon(\Phi)$$

نگاره ۹ - نمایش وضعیت و فرمولهای روش تفاضلی دو گانه
(شبه فاصله و فازحامل)

روش تفاضلی سه گانه

این روش عبارتست از اختلافات دوتایی (دوبل) بین ماهواره‌ها و ایستگاههای مشابه در دو مبداء زمان متوالی. در این روش ابهام دوره کامل فاز حذف می‌گردد. همچنین خطاهای ساعت گیرنده و ماهواره نیز حذف می‌شوند و خِطای مسیر و اتمسفریک نیز کاهش می‌یابند.



$$\delta\Delta\nabla = [\{(\bullet)_{sat_2} - (\bullet)_{sat_1}\}_{rx_2} - \{(\bullet)_{sat_2} - (\bullet)_{sat_1}\}_{rx_1}]_{t_2} - [\{(\bullet)_{sat_2} - (\bullet)_{sat_1}\}_{rx_2} - \{(\bullet)_{sat_2} - (\bullet)_{sat_1}\}_{rx_1}]_{t_1}$$

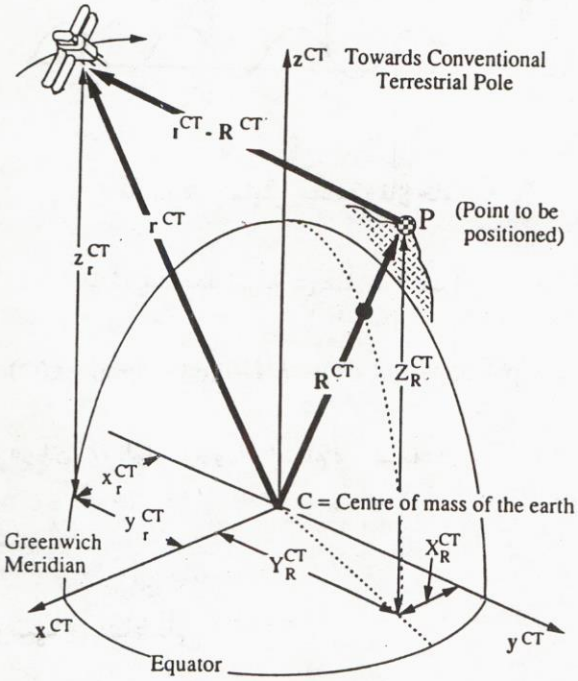
$$\delta\Delta\nabla p = \delta\Delta\nabla\rho + \delta\Delta\nabla d\rho + \delta\Delta\nabla d_{ion} + \delta\Delta\nabla d_{trop} + \delta\Delta\nabla\varepsilon(p)$$

$$\delta\Delta\nabla\Phi = \delta\Delta\nabla\rho + \delta\Delta\nabla d\rho - \delta\Delta\nabla d_{ion} + \delta\Delta\nabla d_{trop} + \delta\Delta\nabla\varepsilon(\Phi)$$

نگاره ۱۰ - نمایش وضعیت و فرمولهای روش تفاضلی سه گانه

سیستم مختصات GPS

سیستم مختصات مورد استفاده در GPS ، سیستم ژئودتیك جهانی WGS84[1] می‌باشد که مبداء آن مرکز ثقل زمین است، محورz آن بطرف CTP[2] و محور x آن فصل مشترك محل برخورد استوا و گرینویچ می‌باشد. محور y نیز طوری است که سیستم دست راستی[3] (براست) می‌باشد. لازم به توضیح است که سیستم فوق یك سیستم زمینی قراردادی است.



نگاره ۱۱ - سیستم مختصات قراردادی GPS (WGS 84)

تعیین موقعیت با GPS

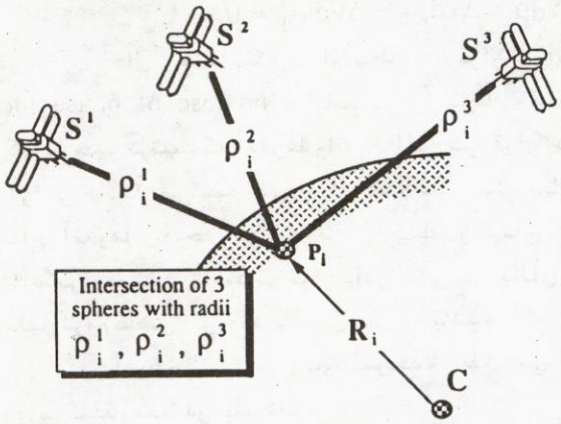
ماهواره‌های GPS در مدارشان به دور زمین هدفهایی هستند در آسمان و در محلهای معلوم ولی فقط فاصله یك گیرنده را تا ماهواره‌های قابل دید می‌توان تعیین

1. World Geodtic System
2. Conventional Terrestrial Pole
3. Right handed

کرد. با استفاده از فاصله‌های معلوم یک گیرنده تا ۳ یا ۴ ماهواره می‌توان موضع آنتن گیرنده را با روش تقاطع تعیین کرد. این موضع محل برخورد سطوح سه کره می‌باشد که مرکز هریک، یکی از ماهواره‌هاست و شعاع هر کدام فاصله بین ماهواره و گیرنده می‌باشد.

فرمول مربوط را می‌توان به این صورت نوشت :

$$\| r^j - R_i \| = \rho_i^j \qquad j = 1,2,3$$



نگاره ۱۲ -نمایش تعیین موقعیت به روش تقاطع

در نگاره ۱۲ و فرمول مربوطه ρ_i^1 و ρ_i^2 و ρ_i^3 شعاع‌های سه کره (همان فاصله تعیین‌شده) است و S^1 و S^2 و S^3 موقعیت معلوم ماهواره‌ها و r^1 و r^2 و r^3 موقعیت ماهواره‌ها از مرکز ثقل زمین و R_i موقعیت مجهول (یعنی مختصات R).

ضریب تعدیل دقت DOP[1]

DOP عبارتست از نسبت بین دقت تعیین موقعیت و دقت اندازه‌گیری که بصورت زیر نمایش داده می‌شود :

$$\sigma = DOP \cdot \sigma_0$$

ترمهای استاندارد عبارتند از :

Horizontal Positioning: **HDOP**

$$HDOP = [\sigma'^2_\phi + \sigma'^2_\lambda]^{1/2} = [1/\sigma_0]\ DRMS$$

3-D Positioning: **PDOP**

$$PDOP = [\sigma'^2_x + \sigma'^2_y + \sigma'^2_z]^{1/2} = [\sigma'^2_\phi + \sigma'^2_\lambda + \sigma'^2_h]^{1/2} = [1/\sigma_0]\ MRSE$$

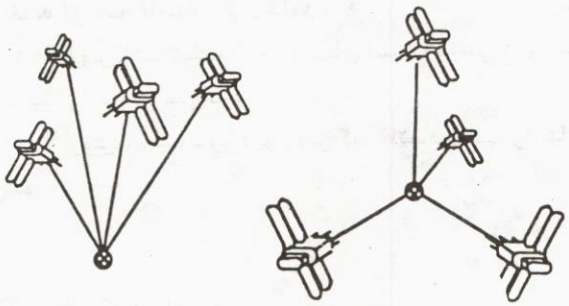
4-D Positioning: **GDOP** (Used with GPS)

$$GDOP = [\sigma'^2_x + \sigma'^2_y + \sigma'^2_z + \sigma'^2_t]^{1/2}$$

1-D (Vertical) Positioning: **VDOP** $= \sigma'_h$

Absolute Positioning Accuracy: **DOP x UERE**

بهترین حالت برای تعیین موقعیت، زمانی است که یک ماهواره در بالای سر واقع‌باشد و ۳ ماهواره دیگر در افق، بطوریکه امتدادهای بین آنها و محل گیرنده، با یکدیگر زاویه ۱۲۰ درجه بسازند. در نگاره ۱۳ بهترین حالت برای تعیین موقعیت نشان داده شده و با بدترین حالت مقایسه گردیده است .



بهترین حالت　　بدترین حالت

نگاره ۱۳

با توجه به توضیحات بالا ملاحظه می‌شود که هرچه حجم هرم متشکل از ماهواره‌ها بیشتر باشد، DOP کمترین مقدار خود را دارد و دقت بهتری بدست می‌آید و برعکس هرچه حجم هرم کمتر باشد DOP بیشتر است یعنی دقت نامطلوبتری حاصل خواهد شد.

برای تعیین DOP پس از نوشتن معادلات مشاهدات و تشکیل مدل ریاضی و خطی کردن آنها و حل این معادلات به منظور بدست آوردن مجهولات از طریق کمترین مربعات ماتریس واریانس - کوواریانس (CX) را بدست می‌آوریم . جذر عناصر روی قطر اصلی DOP را بدست می‌دهد.

$$C_x = \sigma_0^2 [A^T P A]^{-1} = \sigma_0^2 \begin{vmatrix} \sigma'^2_{11} & \sigma'_{12} & \sigma'_{13} & \dots & \sigma'_{1n} \\ \sigma'_{21} & \sigma'^2_{22} & \sigma'_{23} & \dots & \sigma'_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma'_{n1} & \sigma'_{n2} & \sigma'_{n3} & \dots & \sigma'^2_{nn} \end{vmatrix}$$

$$DOP = [\sigma'^2_{11} + \sigma'^2_{22} + \sigma'^2_{33} + \dots + \sigma'^2_{nn}]^{1/2}$$

1. Dilution of Precision

معرفی روشهای تعیین موقعیت فضایی

بطور کلی سه روش تعیین موقعیت ماهواره‌ای وجود دارد:

۱- کینماتیک[1]

۲- استاتیک[2]

۳- ایست - رو[3]

روش کینماتیک شامل شبه کینماتیک و کینماتیک پیوسته است و روش کینماتیک پیوسته خود به دو صورت انجام می‌شود:

یکی فقط با استفاده از فاز حامل و دیگری با استفاده از شبه فاصله و فاز حامل.

روش استاتیک نیز، روشهای استاتیک سریع و شبه استاتیک را در بر می‌گیرد.

روش ایست - رو نیز روش کینماتیک اصلی را شامل می‌شود.

۱- روش کینماتیک

در این روش قبل از شروع عملیات، ابتدا باید مسئله ابهام اولیه فاز را حل نمود که به آن Initial Phase Ambiguity Resolution می‌گویند.

برای این منظور از سه روش زیر استفاده می‌شود:

اول: جابجایی آنتنها (Antenna Swap).

دوم: مشاهدات روی یک باز معلوم (نیم ساعت)، دو نقطه معلوم.

سوم: روش استاتیک (کلاسیک) روی باز نامعلوم، یک نقطه معلوم و یکی نامعلوم.

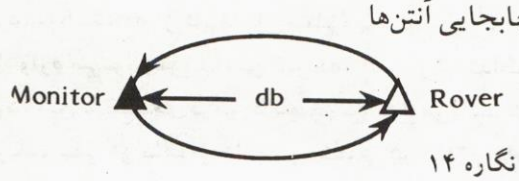
البته برای شروع این روش باید نکات زیر را رعایت کرد:

الف: برای رفع ابهام فاز (N) حداقل با ۴ ماهواره ارتباط برقرار باشد.

ب: بین مبداهای اندازه گیری حفظ ارتباط با ۴ ماهواره برقرار باشد.

ج: اگر بنا به دلایلی یا بخاطر محدودیتهایی، ادامه کار میسر نباشد باید کار را دوباره تکرار کرد(از اول شروع کرد).

اول: جابجایی آنتن‌ها



نگاره ۱۴

در لحظه t دو گیرنده، اطلاعاتی جمع آوری می‌کنند (برای مدت چند ثانیه).

$$\Delta\nabla\Phi(t) = \Delta\nabla\rho + \lambda\Delta\nabla N$$

برای طولهای کوتاه

$$\Delta\nabla d\rho \approx \Delta\nabla d_{ion} \approx \Delta\nabla d_{trop} \approx 0$$

حال هنگامیکه ارتباط برقرار است (no lose of phase lock) جابجایی آنتن‌ها صورت می‌گیرد. بدین ترتیب که آنتن‌ها را در بالای سر قرار داده به آرامی جابجا می‌کنیم طوری که قطع فاز پیش نیاید. ارتفاع آنتن‌ها، درجه حرارت تر و خشک و فشار نیز اندازه‌گیری می‌شود. تاکید بر قرار دادن آنتن در بالای سر به دلیل لزوم کاهش اثر چند مسیری شدن می‌باشد.

در این لحظه (t +1) دو گیرنده، اطلاعاتی جمع آوری می‌کنند. مثلا در چند ثانیه.

$$\Delta\nabla\Phi(t+1) = -\Delta\nabla\rho + \lambda\Delta\nabla N$$

با جمع دو معادله:

$$\Delta\nabla N = [\Delta\nabla\Phi(t) + \Delta\nabla\Phi(t+1)]/2\lambda$$

دوم: مشاهدات روی یک باز معلوم

در این روش گردآوری اطلاعات بمدت ۱۰ تا ۳۰ دقیقه صورت می‌گیرد. در حالتی که دو گیرنده روی دو نقطه مستقر شده باشند، برای طولهای کوتاه داریم:

$$\Delta\nabla d\rho \approx \Delta\nabla d_{ion} \approx \Delta\nabla d_{trop} \approx 0$$

$$\Delta\nabla\Phi(t) = \Delta\nabla\rho + \lambda\Delta\nabla N$$

سه اختلاف مختصات نیز جزء مجهولات می‌باشد.

سوم: روش استاتیک (کلاسیک) روی باز نامعلوم

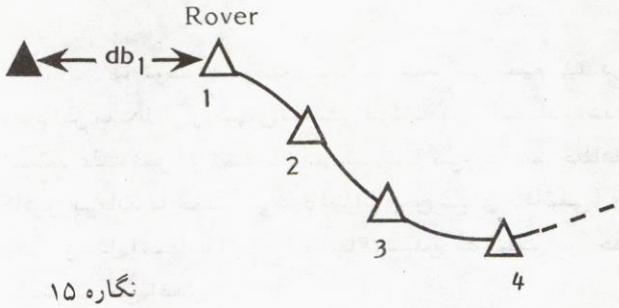
روش سوم مثل روش دوم می‌باشد اما در این روش مولفه‌های طول مبنا معلوم است، زمان مشاهدات چند دقیقه و تعداد مجهولات فقط(n-1) تا N می‌باشد.

---

1. Kinematic
2. Static
3. Stop-Go

حال به تشریح خود روش می‌پردازیم :

پس از رفع ابهام، گیرنده‌ای که روی نقطه ثابت قرار دارد باقی می‌ماند و گیرنده دوم (Rover) شروع به حرکت می‌کند. البته باید توجه داشت که قطع فاز پیش نیاید. گیرنده روی نقطه اول مستقر شده اطلاعات را جمع آوری می‌کند، سپس روی نقطه دیگر استقرار می‌یابد و به همین ترتیب برای نقطه‌های دیگر. زمان مشاهده روی هر نقطه ۲ یا ۳ دقیقه می‌باشد.



نگاره ۱۵

استفاده از روش تفاضلی دوگانه فاز حامل برای رسیدن به دقت سانتیمتر و حذف و یا کاهش خطاهای (مسیر، ساعت، یونسفر، ترپسفر و چند مسیری شدن[1] و... لازم می‌باشد.

از مزایای این روش، سرعت بالا و دقت در حد سانتیمتر است و درجاهایی که مانع وجود نداشته باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. از دیگر مزیتها می‌توان مقرون به صرفه بودن و صرفه جویی در زمان را ذکر کرد.

کینماتیک پیوسته[2]

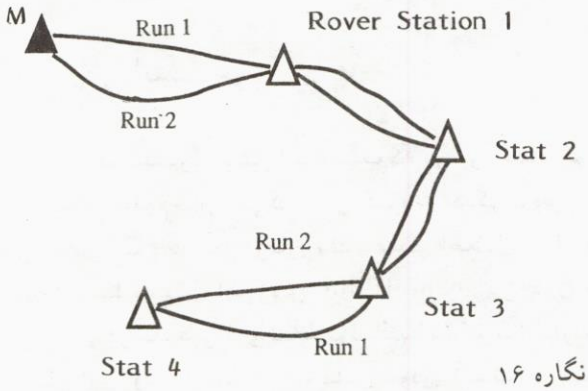
در این روش گیرنده متحرک (Rover) حرکت پیوسته دارد و ممکن است در هواپیما یا ماشین و یا قطار مستقر شده باشد.

بعنوان مثال یکی از این کاربردها در هواپیما می‌باشد برای تعیین موقعیت مرکز تصویر و همچنین تعیین وضعیت هواپیما (κ, Φ , Ω). درست در لحظه عکسبرداری مختصات مرکز تصویر توسط گیرنده اندازه‌گیری می‌شود. یعنی در هرلحظه مختصات مرکز تصویر را داریم.

از این نوع گیرنده‌ها می‌توان GP-R1/R1D ساخت Top Con و 3 DF ساخت اشتك را نام برد.

شبه کینماتیک[3]

در این روش یك گیرنده بطور ثابت در روی نقطه معلوم مستقر می‌شود و گیرنده دیگر روی نقاط دیگر شروع به حرکت می‌کند. روی هر ایستگاه، پنج تا ده دقیقه مشاهده انجام می‌شود. یك ساعت بعد دوباره همان ایستگاهها به مدت پنج تا ده دقیقه مورد مشاهده واقع می‌شوند. یعنی هر ایستگاه حداقل دو بار در فاصله زمانی یك ساعت مشاهده می‌شود. نکته مهم این است که گیرنده در هنگام حرکت بین دو ایستگاه خاموش می‌باشد. از این روش می‌توان در جاهایی که موانع وجود دارد و سرعت کار استاتیك مورد نظر است، استفاده کرد.



نگاره ۱۶

تعداد مجهولات در این روش سه اختلاف مختصات است و(n-۱)۲ ابهام داریم که در آن n تعداد ماهواره‌ها می‌باشد.

۲ - روش استاتیک

در این روش یك گیرنده روی نقطه معلوم و گیرنده دیگر روی نقطه دوم قرار می‌گیرد. هر دو گیرنده مشاهدات یکسانی را (همزمان با ماهواره‌ها) بدست می‌دهند. مدت زمان مشاهده در این روش ۴۵ تا ۶۰ دقیقه می‌باشد. این روش برای طولهای بلند(بیش از ۲۰ کیلومتر) و دقتهای بالا بکار می‌رود. از دیگر کاربردهای این روش می‌توان کنترل حرکات تکتونیکی شبکه‌های کشوری و قاره‌ای را نام برد.

---

1. Multi Path Effect
2. Continous Kinematic
3. Pesudo Kinematic

از مزایای این روش اقتصادی بودن، صرفه جویی در زمان و دقت بالا قابل ذکر است. در این روش احتیاجی به حل ابهام فاز نداریم چون همراه با مختصات بدست می‌آید.

استاتیک سریع[1]

در این روش که تا فواصل ۱۵ کیلومتر بکار برده می‌شود، یك گیرنده روی نقطه ثابت است و گیرنده دوم روی نقاط دیگر حرکت می‌کند و در مدتی کوتاه اطلاعات جمع آوری می‌نماید. این روش راحت و کارآمد است و جایگزین پیمایش محلی می‌باشد.

۳ - روش ایست-رو

ایست - رو روشی است سریع که در آن، یك گیرنده روی نقطه معلوم قرار می‌گیرد و گیرنده دیگر روی نقاط حرکت می‌کند و به مدت زمان یك دقیقه اطلاعات را جمع آوری می‌نماید. دقت این روش 1Cm+1PPm در طول باز می‌باشد و در نقشه‌برداری نقاط نزدیك به هم کاربرد دارد. از مزایای این روش سرعت و اقتصادی بودن آنست و اینکه ارتباط آن با چهار ماهواره تا آخر باقی می‌ماند.

در این نوع تعیین موقعیت از روش تفاضلی دوگانه فازحامل استفاده می‌شود.

$$\Delta\nabla\Phi = \Delta\nabla\rho + \Delta\nabla d\rho + \lambda\Delta\nabla N - \Delta\nabla d_{ion} + \Delta\nabla d_{trop} + \varepsilon(\Delta\nabla\Phi)$$

برای طول کوتاه

$$\Delta\nabla\Phi = \Delta\nabla\rho + \lambda\Delta\nabla N + \varepsilon(\Delta\nabla\Phi) \qquad \{\varepsilon(\Delta\nabla\Phi) \le 1\ cm\}$$

$$\Delta\nabla p = \Delta\nabla\rho + \varepsilon(\Delta\nabla p)$$

$$\{\varepsilon(\Delta\nabla p) \approx 2 - 6\ m \quad C/A\ code\}$$

$$\{\varepsilon(\Delta\nabla p) \approx 30\text{-}80\ cm \quad P\ code\}$$

این روش را می‌توان با شبه فاصله سنجی تفاضلی دوگانه نیز انجام داد گرچه دقت پایین تری دارد اما در آن، مسئله ابهام فاز وجود ندارد.

با توجه به توضیحات داده شده می‌بینیم که در تمام این متدها از روشهای تفاضلی دوگانه فاز استفاده شده است. علت نیز آن است که هم دقت بالا می‌رود هم خطاها کاهش می‌یابد یا حذف می‌شود (مزایای روشهای تفاضلی) و یکی از علل استفاده از این روشها رسیدن به دقت در حد سانتیمتر می‌باشد.

نکته قابل تاکید این است که قبل از شروع هریك از این روشها ابتدا باید مسئله وجود ابهام فاز (N) حل شود. البته این مسئله یا بطور دستی حل می‌شود یا بطور اتوماتیك در نرم افزار مورد استفاده حل می‌شود.

دقت روشهای فوق بستگی به نوع گیرنده مورد استفاده دارد و عموما این دقتها در محدوده 5cm+1ppm و 5cm+2ppm و 10cm+1ppm و 10cm +2ppm در طول باز می‌باشد.

1. Rapid Static

* * *

Reference :

1. Guide to GPS by Dr. Wells (Canada).
2. Application of GPS in Photogrammetery by ICC Holland.
3. Kinematic Positioning in Surveying by Dr. Remondi Ashtech INC; sunnyvale. Kifer Road.
4. Global Positioning System by Dr. Lachapelle University of Calgary.
5. 3 DF System measurement by Ashtech INC.
6. A Review of Kinematic and Static GPS Surveying Procedures by Alfred Kleusberg (Canada).
7. Proceedings, second Internationl Symposium on GPS, Ottawa, Canada, 1990.

دهه فجر و انتخاب پیش کسوت نقشه برداری

دهه فجر امسال مقارن بود با خجسته میلاد امام منتظر، مهدی موعود (عج).

همزمان با این دو عید بزرگ جشن فارغ التحصیلی دانشجویان آموزشکده نقشه‌برداری هم برگزار شد. در این ایام فرخنده فرصتی دست داد تا از زبان ریاست محترم سازمان نقشه‌برداری از فعالیتهای رو به رشد و پیشرفت سازمان و آغاز همگامی با روند تکنولوژی جدید نقشه‌برداری و تهیه نقشه اطلاع حاصل گردد. همچنین گزارش مشروحی از عملکرد فرهنگی آموزشی آموزشکده نقشه‌برداری، توسط ریاست محترم آن ارائه گردید. در این بین باید نوید تاسیس دانشگاه ژئوماتیك را برای نسل جوان دانش پژوه کشور در رشته نقشه‌برداری و علوم وابسته و همجوار امیدبخش دانست.

یکی از کارهای پسندیده فرهنگی و اخلاقی که همه ساله در این مراسم شاهد آن هستیم، قدردانی از زحمات عملی و فکری پیش کسوتان نقشه‌برداری کشور است که سالها در راه آموزش و استحکام بنیان این دانش کوشیده‌اند و امروز نیز با وجود کبر سن بدان می‌اندیشند و از صمیم قلب از عشق و علاقه خود به نقشه‌برداری سخن می‌گویند و خالصانه آرزوی اعتلای این رشته از علوم را دارند.

بی تردید باید گفت تجلیل از چنین عزیزانی تجلیل از مقام والای استادان و اندیشمندان دلسوز و نشانه ارزش و اعتبار علم و دانش در این سرزمین است.

استاد مهندس علی نوری منتخب امسال این مراسم بودند که نامشان به مقام شامخ پیش کسوتی نقشه برداری مزین گشت. نشریه نقشه‌برداری این انتخاب شایسته را به ایشان تبریك عرض نموده و از خداوند متعال آرزوی توفیق و سلامتی برایشان می‌نماید. امیدواریم در شماره آینده شمه‌ای از فعالیتها و زحمات این استاد گرانقدر را معرفی نماییم و در این حسن انتخاب سهیم گردیم.

انتشار اطلس کشاورزی ایران

بخش جغرافیایی سازمان نقشه‌برداری در ادامه تلاشهای ارزنده خود **اطلس کشاورزی ایران** را که فصلی از طرح اطلس ملی ایران است بصورتی بسیار پرمحتوا تهیه کرده است. این اطلس حاوی ۱۵ شیت نقشه از مهمترین مولفه‌های نظام کشت یعنی سطح زیر کشت و بازدهی در واحد سطح محصولات عمده زراعی کشور است.

انواع محصولاتی که در این اطلس مد نظر قرار گرفته یازده نوع محصول استراتژیك و حیاتی است که نبود یا کمبود هر یك، کشور را با مشکلات عدیده‌ای در زمینه مسایل اقتصادی و غذایی روبرو خواهد ساخت. با نگاهی به این اطلس به روشنی از چگونگی سطح زیر کشت این محصولات در محدوده شهرستانهای کشور و نیز مقدار تولید محصول در واحد هکتار اطلاع می‌یابیم. علاوه بر این، اطلاعات و آمارهای ضمیمه‌ای نیز به همراه نقشه‌ها در این اطلس آورده شده که توضیحات لازم را درباره هر نوع محصول به استفاده کننده ارائه می‌نماید.

اطلس کشاورزی ایران منتشرشده و هم اینك در دسترس علاقمندان قرار دارد.

امید است این مجموعه به بهترین صورت در امر تحقیقات و برنامه ریزیهای کشاورزی میهن اسلامی مفید واقع گردد.

دستگاههای جدید GPS

اخیرا سازمان نقشه برداری کشور موفق به دریافت چند دستگاه گیرنده جدید GPS دو فرکانسه با نام System-200 شده است. این گیرنده قادر است مشاهدات فاز حامل و شبه فاصله را روی موج L1 ، کد C/A و موج L2 کد P انجام دهد.

امید است ورود این گیرنده‌ها توان عملیاتی سازمان را افزایش داده و بتواند تحولی در ژئودزی ماهواره‌ای کشور ایجاد نماید.

نقش زنان در امور کارتوگرافی

انجمن بین المللی کارتوگرافی (ICA) اقدام به آمارگیری اززنان شاغل در کارتوگرافی نموده است. ICA بدین منظور پرسشنامه کاملی حاوی پرسشهایی از انگیزه‌های حرفه‌ای و شخصی را همراه با میزان دانش و آگاهی آنان از حرفه خود بین دو تا سه هزار زن کارتوگراف، در بیش از ۶۰ کشور عضو ICA، پخش نموده است. انتظار می‌رود نتایج این آمارگیری میزان فعالیت و نقش بانوان در امر تهیه نقشه در کشورهای جهان را مشخص سازد. هزینه و سرمایه این پروژه توسط مرکز نقشه کشی انرژی و معادن و منابع کانادا تامین گردیده است. نتیجه این آمارسنجی قرار بود در کنگره بین المللی ICA سپتامبر ۱۹۹۱ در انگلستان، مطرح شود که ظاهرا تا به امروز نتایج آن اعلام نگردیده است.

نصب پرده‌های آفتابی

طرح نصب پرده‌های آفتاب در مدار زمین،که پیش از این توسط یك شرکت تحقیقاتی فضایی فرانسوی مطرح شده بود، تا پیش از پایان قرن حاضر میلادی توسط روسیه اجرا خواهد شد.

پرده‌های مزبور به وسعت صدها مترمربع، از الیاف بی نهایت سبك ساخته شده، که در مداری دور کره زمین به گردش درخواهد آمد. این پرده‌ها قادر خواهد بود با انعکاس اشعه خورشید به میزان دهها برابر بیشتر از روشنایی قرص کامل ماه، به مناطقی همچون سرزمینهای یخبندان و سرد قطب شمال، شبهای طولانی این مناطق را روشن نماید و قسمتهایی از زمین را در صورت لزوم، مثلا به هنگام بروز یك فاجعه در شب روشن نماید.

مبتکرین این طرح از کاربردهای تبلیغاتی این پرده‌ها نیز غافل نبوده‌اند و از آن جهت مقاصد تجاری در منعکس کردن آرم شرکتهای بزرگ به صورت اشعه نوری بر روی تمامی کره زمین بهره برداری خواهند کرد.

مشکلات ناشی از تغییر مرزها

تغییرات پیاپی در مرزهای کشورهای جهان و اعلام موجودیت چندین کشور جدید طی چند سال اخیر، مشکلات و دردسرهای فراوانی برای **انجمن ملی جغرافیای آمریکا**، که یکی از معتبرترین انجمن های جغرافیایی جهان می‌باشد به وجود آورده است. این سازمان تا اول سال ۱۹۹۳ میلادی شش بار نقشه‌های جهان نمای خود را اصلاح کرد و به چاپ رساند و هنوز هم نگران تغییرات احتمالی مرزهای کشورهای جهان می‌باشد.

برگزاری کنفرانس GIS

پانزدهمین کنفرانس بین المللی GIS در روز ۲۱-۲۵ مارس ۱۹۹۳ برابر با اول تا پنجم فروردین ماه ۱۳۷۲در کانادا برگزار خواهد شد. هدف از برگزاری این کنفرانس آگاهی از آخرین دستاوردهای GIS عنوان شده است .

برگزاری شانزدهمین کنفرانس جهانی کارتوگرافی

شانزدهمین کنفرانس ICA تحت عنوان **نقشه در خدمت دانش، عمل و توسعه** از سوم تا نهم می ۱۹۹۳ میلادی برابر با ۱۳ تا ۱۹ اردیبهشت ماه سال ۱۳۷۲ در شهر کلن آلمان برگزار می‌گردد.

موضوعات مورد بررسی در این کنفرانس :

۱- نمایش دانستنیها

۲- اجراء و توسعه

۳- توسعه و برنامه ریزی، انتخاب شده است.

سیستم ناوبری هوایی GPS

(تریمبل TNL 1000)

از : مهندس فرخ توکلی

در سفر اخیر هیئت کارشناسی سازمان نقشه‌برداری به کشور کانادا، یکدستگاه گیرنده GPS ناوبری هوایی از نوع تریمبل TNL1000 خریداری شده است. این گیرنده یك کیلوگرمی در محفظه‌ای به ابعاد ۵×۲۷×۱۶ سانتیمتر جای دارد و با ۶ کانال همزمان و بطور پیوسته توانایی دریافت اطلاعات ۹ ماهواره را حتی در سرعتهای بالا مثلا ۸۰۰ گره (Knot)، دارد. دقت آن حدود ۱۵ متر است و در صورتیکه پدیده SA (که وزارت دفاع آمریکا روی اطلاعات ماهواره‌ای می‌اندازد) حذف شده باشد، در هر نقطه از جهان قابل دستیابی است. این گیرنده، در هر لحظه موقعیت نقاط را محاسبه می‌کند و در هر شرایط جوی سرعت را تا دهم گره اندازه‌گیری می‌کند. تمام اشکال و مشخصه‌های ناوبری در این گیرنده کوچك در نظر گرفته و طراحی شده است و پس از دریافت موج ماهواره توسط گیرنده، موقعیت هر نقطه بطور اتوماتیك تعیین می‌شود. اطلاعات ناوبری بصورت پیوسته محاسبه و در یك صفحه LCD با درجه روشنایی بالا نمایش داده می‌شود. هر مقصدی را می‌توان از پایگاه داده‌های Jappesen که در آن کار گذاشته شده گرفت. همچنین می‌توان در هر لحظه اطلاعات کلیه فرودگاهها Vor ها و NDBهای دنیا را دریافت داشت، یا با استفاده از نقاط مسیری که به دستگاه معرفی شده، راه و مسیر را انتخاب کرد و هواپیما را در جهت آن هدایت نمود.

پایگاه داده‌ها Jappesen قبلا در دستگاهی ایجاد شده و اطلاعات بهنگام شده نیز بطور مستمر و ماهانه از طرف شرکت به خریداران ارائه می شود. علاوه بر این، دستگاه توانایی پذیرش ۲۵۰ نقطه مسیری را دارد. یعنی مختصات ۲۵۰ نقطه با اسم آنها به دستگاه معرفی می‌شود و می‌توان در طرحهای پرواز (Flight Point) از آن استفاده نمود.

ناوبری با این سیستم بقدری راحت است که با انتخاب مقصد و تنها با فشار دادن یك کلید (کلید Direct-To)، گیرنده GPS اطلاعات لازم را به CDL به خلبان نشان می‌دهد. این اطلاعات مشتمل است بر : فاصله، مدت زمان طی مسافت، لحظه ورود به مقصد خطای موجود در ناوبری و جهت حرکت.

در این سیستم می‌توان زنجیره‌ای از ۲۰ طرح پرواز ایجاد کرد که شامل نقاط مسیری، VOR و NDB باشد. این طرحهای پرواز براحتی تصحیح می‌شود تا طرح مطلوب ایجاد گردد. در این سیستم پس از دریافت موج ماهواره می‌توان مشخصات ۲۰ فرودگاه نزدیك را گرفت و بطرف هریك از آنها پرواز کرد.

سیستم دارای یك حالت (MODE) محاسباتی است که مقدار مصرف سوخت، تصحیح جهت باد، ارتفاع بارومتریك و ... را محاسبه می‌کند. از این سیستم می‌توان زمان دقیق جهانی یا محلی و مشخصات ماهواره‌های موجود در افق دید را نیز بدست آورد.

امروزه از این سیستمهای ناوبری بطور وسیع استفاده می‌شود و محققین روی اتصال آن به سیستم Auto Pilot کار می‌کنند ودر بعضی موارد نیز موفق بوده‌اند.

سازمان نقشه برداری کشور نیز در جهت نیل به تکنولوژی پیشرفته در نظردارد بصورت فعال از این سیستم در عکسبرداری هوایی استفاده کند. به این صورت که با توجه به پوشش طولی و عرضی عکسهای هوایی و مقیاس عکس، طرح پروازی، روی نقشه‌های کوچك مقیاس ریخته می‌شود و سپس خلبان با سیستم ناوبری GPS هواپیما را روی خط پرواز هدایت می‌کند. از مزایای مهمی که استفاده از این سیستم در بر دارد، یکی این است که دیگر مشکلات سیستمهای کلاسیك پیش نمی‌آید و چنانچه بدلیل وجود بعضی مشکلات نتوان قسمتهایی از منطقه را عکسبرداری کرد، در زمانها و پروازهای بعدی می‌توان دقیقا فقط از همان مناطق عکسبرداری نمود.

۱- VOR و NDB ایستگاههای رادیویی هستند که امواج رادیویی ارسال می‌کنند و در فرودگاهها و شهرهای بین فرودگاهها نصب شده است و خلبان با دریافت این امواج می‌توانند هواپیما را در جهت فرودگاه مورد نظر هدایت و یا در باند فرودگاه مورد نظر فرود آیند.

۲- Jappesen یك شرکت آمریکایی است که اطلاعات هوانوردی و مشخصات فرودگاهها، VOR,NDB های سراسر دنیا را جمع‌آوری ومنتشر می‌کند

معرفی کتاب

نام کتاب : فرهنگ اصطلاحات جغرافیای طبیعی

نویسنده : سیاوش شایان

جغرافیا با گوناگونی ناحیه‌ها و ارتباط بین همه چیزهای سطح زمین از سنگها و بارندگی‌ها گرفته تا مردم و مکانها سر و کار دارد. بنا بر این علمی ترکیبی است که مطالب متفاوت را با بهره‌گیری از سایرعلوم درهم می‌آمیزد تا وضع‌کنونی را توضیح دهد و تا سرحد امکان آینده را پیش بینی کند. بدین‌طریق انسان را در بهره‌برداری بهتر از محیط زیست طبیعی خویش یاری می‌بخشد. در مسیر این اندیشه زمینه اساس مطالعات جغرافیایی تاکید روی مکان است و زمان تا اندازه‌ای مطرح است که در بیان چگونگی وضع امروز و در پیش بینی فردا نقشی داشته باشد.

جغرافیا بیشتر اطلاعات اولیه و مواد مورد نیاز خود را از علوم طبیعی، اجتماعی و انسانی کسب می‌کند و در این میان جغرافیای طبیعی وظیفه حساس کسب اطلاعات زیربنایی از محیط طبیعی زیست انسانی را برعهده دارد و بطور نسبتا دقیقی کوشش می‌نماید خصوصیات ریاضی زمین، اجرام آسمانی، اشکال سطح زمین، آتمسفر مجاور آن و روابط پیدا و ناپیدای موجود بین این پدیده‌ها را آشکار ساخته و مورد مطالعه قرار دهد. به همین علت موضوعاتی را مطالعه می‌کند که شامل جغرافیای ریاضی، اقلیم، آب در تمامی اشکال آن، چهره ناهمواریها، خاکها و رویشهای گیاهی می‌باشد. از ذکر نکته فوق چنین بر می‌آید که جغرافیای طبیعی پیوندهای قوی با علومی چون هیئت و نجوم، هواشناسی، آب شناسی، زمین شناسی، خاك شناسی و گیاه شناسی دارد. از آنجائیکه نمی‌توان بین علوم مختلف مرزهای قاطع‌ترسیم کرد، اگر جغرافیدان به وظیفه خاص جغرافیا عنایت نداشته و حدود و ثغوری برای مطالعات خویش مشخص نکرده باشد به قلمرو علوم مذکور وارد می‌شود و این علوم گاه چنان قوی عمل می‌کنند که نقش اصلی جغرافیای طبیعی را ممکن است کاملا محو نمایند. وظیفه مهم و اصلی جغرافیای طبیعی بی تردید توجه و تاکید بر روابط متقابل بین اجزای متشکله محیط زیست طبیعی و اثرات آنها براشکال متفاوت سطح زمین و نشان دادن جایگاه انسان و وظیفه او در برابر محیط است .

بهره گیری از دانش سنجش از دور یا GIS این امکان‌را برای جغرافیا فراهم ساخته تا جغرافیدانان در برنامه ریزیهای ملی و منطقه‌ای دخالت نموده و نقشی فعالانه‌ای را در طرحهای مبنایی جامعه ایفا نمایند.

دسترسی به فرهنگنامه‌ای از لغات و اصطلاحات رایج در جغرافیای طبیعی بی شبه کمکی به تبین مفاهیم خاص این علم در ایجاد ارتباط بین سایر علوم وابسته و همجوار خواهد کرد.

کتاب فرهنگ اصطلاحات جغرافیای طبیعی مجموعه‌ای است با ارزش از گزیده و اصطلاحات و مفاهیم جغرافیای طبیعی که با استفاده از منابع و مآخذ گوناگون فارسی و انگلیسی توسط آقای سیاوش شایان تدوین گردیده که گویای علاقمندی نویسنده به دانش جغرافیا و مرزهای نامحدود علوم زمینی است .

این کتاب توسط **انتشارات مدرسه** وابسته به سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش به چاپ رسیده است.

N. C. C.

Surveying Journal

Naghshebardari

Vol. 3, No. 12

Winter 1993

Naghshebardari is a persian language journal which is published by National Cartographic Center quarterly in a year. All correspondence should be sent to the following address:

P. O. Box: 13185-1684

Phone: 4011849

Telex: 212701 N.C.C. TEHRAN-IRAN

Post-Code: 11365-5167

CABLE: CENCA

بها : ۵۰ تومان