

نقشه برداری

نشریه علمی و فنی سازمان نقشه برداری کشور

نقشه برداری، سال هفتم، شماره ۳ (پیاپی ۲۷)

صاحب امتیاز: سازمان نقشه برداری کشور

مدیر مسئول: جعفر شاعلی

زیر نظر هیئت تحریریه

همکاران این شماره:

مشاوران:

مهندس احمد شفاعت، دکتر علی اصغر روشن نژاد،
مهندس فرخ توکلی، مهندس عباس رجبی فرد،
مهندس حمیدرضا نانکلی، مهندس بهداد غضنفری.

نویسندگان و مترجمین:

بهنام عیوض زاده، حمیدرضا نانکلی، رامین یوسفی،
سید محسن طاهری، محمد جواد ولدان زوج، پروین
رفاهی، گیتی تجویدی.

ویرایش: جعفر شاعلی، حشمت... نادرشاهی

صفحه آرایی و موتاژ: مرضیه نوریان

گرافیک: مهری عموسلطانی

تایپ: فاطمه وفاجو

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپخانه سازمان
نقشه برداری کشور

نقشه برداری، نشریه ای است علمی و

فنی که هر سه ماه یکبار منتشر می شود. هدف از انتشار
این نشریه ایجاد ارتباط بیشتر میان نقشه برداران و
کمک به پیشبرد جنبه های پژوهشی، آموزشی و
فرهنگی در زمینه علوم و فنون نقشه برداری و تهیه
نقشه، فتوگرامتری، ژئودزی، کارتوگرافی، آبنگاری،
جغرافی، سنجش از دور و سیستم های اطلاعات
جغرافیایی (GIS) در ایران است.

نشریه از همکاری دانشمندان و صاحب نظران و
آگاهان این رشته ها صمیمانه استقبال می نماید و انتظار
دارد مطالبی که برای انتشار ارسال می دارند، دارای
ویژگی های زیر باشد:

جنبه آموزشی، پژوهشی یا کاربردی داشته
باشد.

تازه ها و پیشرفت های این علوم و فنون را در
جهات مختلف ارائه نماید.
مطالب ارسالی در جای دیگر به چاپ نرسیده
باشد.

نشریه نقشه برداری، در رد یا قبول، حذف و
ویرایش مقاله های رسیده آزاد است. ویرایش حتی
المقدور با نظر نویسنده یا مترجم صورت خواهد
گرفت. بهر صورت مقاله پس داده نمی شود. درج
نظرات و دیدگاه های نویسندگان الزاما به معنای تایید
آنها از سوی نشریه نمی باشد.

نشانی:

میدان آزادی، خیابان معراج، سازمان

نقشه برداری کشور

صندوق پستی: ۱۶۸۴-۱۳۱۸۵

تلفن دفتر نشریه: ۶۰۱۱۸۴۹

تلفن دفتر اشتراک: ۶۰۳۴۰۷۳

فاکس: ۶۰۰۱۹۷۱ و ۶۰۰۱۹۷۲

کتابخانه سازمان نقشه برداری

شماره ... تاریخ ۱۴/۱۰/۷۵

درخواست از نویسندگان و مترجمان

۱. لطفا مقاله های خود را توسط صندوق پستی ۱۶۸۴-۱۳۱۸۵ به دفتر نشریه ارسال فرمایید.
۲. مطالبی را که برای ترجمه بر می گزینید پیش از ترجمه برای مجله بفرستید تا به تایید هیئت تحریریه برسد.
۳. متن اصلی مقاله های ترجمه شده پیوست ترجمه باشد.
۴. نثر مقاله روان و از نظر قواعد نگارش درست باشد و در انتخاب واژه های علمی و فنی و معادلهای فارسی واژه های خارجی دقت لازم مبذول گردد.
۵. مطالب بر روی یک طرف کاغذ A4 و بصورت یک خط در میان، با خط خوانا نوشته یا ماشین شود.
۶. فهرست منابع و مأخذ مورد استفاده، در صفحه جداگانه ای نوشته و پیوست گردد.
۷. محل قرارگرفتن جدولها، نمودارها، نگاره ها و عکسها با علامتی در حاشیه مقاله تعیین شود.
۸. معادلهای فارسی واژه های خارجی بکار رفته در صفحه ای جداگانه پیوست گردد.

فهرست

- ۵..... ■ سرمقاله
- ۷..... ■ مصاحبه GIM با آقای پروفسور پیترو دیل، رئیس فدراسیون بین المللی نقشه برداری (FIG)
- ۱۰..... ■ مکانیابی تفاضلی با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)
- ۱۸..... ■ سیستم مثلث بندی هوایی خودکار
- ۲۹..... ■ تعیین موقعیت آنی با GPS در مناطق وسیع
- ۳۵..... ■ مصاحبه با مدیر بخش GIS در ارتباط با چهاردهمین اجلاس دائمی آسیا و اقیانوسیه
- ۳۸..... ■ تشکیل یک سیستم اطلاعات زمینی LIS
- ۴۴..... ■ گزارش خبری
- ۴۹..... ■ اخبار و گزارشات علمی و فنی
- ۵۲..... ■ معرفی کتاب
- ۵۳..... ■ گزیده خلاصه مقالات
- ■ بخش انگلیسی

به نام خداوند جان و خرد

در واپسین سالهای قرن بیستم جهان شاهد تحولات و دگرگونی‌های شگرف و چشم‌افشا در عرصه‌های دانش و فن‌آوری است؛ عرصه‌هایی که به جرات باید گفت در آن هیچ دانشی نمی‌تواند به تنهایی مدعی حل معضلات و مشکلات مبتلا به جوامع باشد. زیرا در هیچ دوره دیگری از تاریخ بشر، دگرگونی‌های وقوع یافته در زمینه علم و فن‌آوری تا بدین پایه بر سایر حوزه‌ها اثر نگذاشته است؛ این اثرگذاری به گونه‌ای است که می‌توان گفت شکاف عمیق و روزافزونی که امروزه بین سطوح زندگی مردم در کشورهای پیشرفته صنعتی از یک سو و مردم کشورهای توسعه نیافته از سوی دیگر وجود دارد اساساً ناشی از فاصله علمی و فنی میان آنهاست.

از این رو انکارناپذیری پیوستگی و وابستگی علوم به یکدیگر در حدی است که احساس و ادعای بی‌نیازی یک رشته از دیگر رشته‌های دور یا نزدیک علمی، نقض فرضی بیش نخواهد بود. به ویژه در عصر حاضر طیف وسیع و روند سریع تبادل اطلاعات، جوامع آگاه را وامی‌دارد که به روز بیاندیشند، به موقع تصمیم بگیرند و بهنگام عمل نمایند تا دچار عقب ماندگی فکری و فنی و تاخیر در روند توسعه و پیشرفت نگردند و تا می‌توانند فاصله خود را با جوامع توسعه یافته کمتر کنند.

در این راستا برخی از صاحب نظران بر این باورند که اگر کشوری تا ده سال آینده خود را به آستانه توسعه یافتگی نرساند فرصت را برای همیشه از دست خواهد داد. حتی اگر این مهلت کمتر از آن چه واقعاً هست تخمین زده شده باشد، این واقعیت را نمی‌توان انکار کرد که به هر حال فرصت باقیمانده چندان نیست که کشوری آن را به غفلت از دست بدهد. پی‌آمد لاجرم چنین تعللی بی‌تردید آنچنان در روحیه و اقتدار ملی جامعه اثرگذار خواهد بود که به استثمار نهن و تعریف نشده منتهی خواهد شد که بازتاب آن در نسل‌های بعدی جز تحمل خسران و انتقاد بر خودخواهی‌ها و غفلت پیشینیان نخواهد بود.

در راه رسیدن بدان مقصود و پرهیز از شرمساری در مقابل نسل‌های آینده، عناد بر باقی ماندن در اسارت‌های فکری منسوخ دوری جستن از تفکرات گروهی، تنگ‌نظری‌ها، یک بعدی اندیشیدن‌ها و یک جانبه عمل کردن‌ها همه و همه به مثابه حصارهای بلندی هستند که در برابر این شتاب دم‌افزون روند توسعه و

پیشرفت قرار دارند و گرچه به ظاهر ناپیدایند به جهت آثار سویی که بر پیکره مدیریتها، سازمانها و نهادهای جامعه می گذارند باید از میان برداشته شوند تا راه توسعه هموارتر گردد.

از جمله موانع موجود که با تاسف باید از آن یاد کرد وجود سازمانها و تشکیلات موازی و همسویی است که وظایف و اهداف یکسان دارند و نه تنها باری سنگین بر بیت المال تحمیل می کنند بلکه با دخالت در وظایف یکدیگر، که غالباً ناشی از تمایل به ارضا خودخواهی های نشأت گرفته از ناآگاهی است، حرکت چرخهای رشد و سازندگی را کند و در بسیاری موارد نقش بازدارنده ایفا می نمایند. تحت این شرایط، پراکندگی و تفرق نیروها و امکانات، تنها موجب کاهش توانایی سازمانهای موازی در انجام وظایف سنگین ملی می شود؛ وظایفی که

اساساً نیاز به همفکری و همیاری دارد. با این پراکندگی ها در نهایت اسباب هدر رفتن سرمایه ها و ناتمام رها شدن کارها فراهم می گردد.

غایت سخن اینکه اگر بخواهیم خود و جامعه خود را با شتاب و حرکت عصر وزمانه خویش در امر توسعه آینده منطبق سازیم، چاره ای نیست جز تقویت بنیانهای فکری خود و برپایی ساختارهایی که بتواند با برطرف کردن موانع، راه را برای ایجاد و مبادله سریع دانش و اطلاعات باز کند تا با بهره گیری از نیروهای انسانی کارآمد جامعه، چرخهای عمران و آبادانی کشور با سرعت بیشتر به حرکت درآید.

باید بدین باور برسیم که در دنیایی که نبرد بر سر دانایی و دستیابی به ابزار توسعه، بقا یا نابودی را به دنبال خواهد داشت پیروی از افکار تک ساختی و بال و پر دادن به خودخواهی های علمی و فنی و مدیریتی باید فدای ایجاد روح تعاون، همدلی و وفاق اجتماعی گردد. این تفکر زیبنده جامعه ای متحول و آرمانی است.

والسلام
مدیر مسئول

.... امروزه تقریباً هر فردی می‌تواند با فشار دادن کلیدهایی اطلاعات نقشه برداری تولید کند.

امروزه مهارت به معنای تفسیر داده‌ها و مدیریت آنهاست بنحوی که نیاز مشتریان را تامین نماید.

پروفسور دیل، ضمن اشاره به نقاط ضعف نقشه برداری می‌گوید:.... در بیشتر کشورها نقشه برداران بجای واکنش پیشاپیش حالت انفعالی به خود گرفته‌اند و تلاش چندانی برای تأثیر گذاشتن بر سیاستهای ملی که می‌تواند در زندگی حرفه‌ای آنها موثر باشد نکرده‌اند. با توجه به اینکه فرصتهای بوجودآمده برای این حرفه بسیار بیشتر از گذشته است آینده این حرفه نیز متفاوت از گذشته خواهد بود.

هدف نقشه برداری ایجاد دنیایی بهتر برای زندگی است، مبارزه‌ای که روز بروز بر وسعت آن افزوده می‌شود.

GIM - به عنوان رئیس فدراسیون بین‌المللی نقشه‌برداران، وظیفه اصلی خود را چه می‌دانید؟

پروفسور دیل، فکر می‌کنم که وظائفم به عنوان رئیس FIG ایجاب می‌کند که این حرفه را در صحنه بین‌المللی به پیش برانم. بخصوص از طریق فعالیتهای FIG به عنوان یک سازمان بین‌المللی غیردولتی که از طرف ملل متحد نیز به رسمیت شناخته شده و اینکه از اعضای این انجمن به ویژه کشورهای در حال توسعه و کشورهایی که در مرحله تحول اقتصادی قرار دارند حمایت کنم.

GIM - تکنولوژی سریعاً در حال متحول ساختن حرفه نقشه‌برداری است. شما آینده این حرفه را چگونه می‌بینید؟

پروفسور دیل، یکی از چالشهای اصلی که این حرفه با آن

1- International Federation of Surveying (FIG)

۲ کشورهای مشترک‌المنافع مجموعه‌ای است متشکل از کشورهای استرالیا، اوگاندا، پاکستان، تانزانیکا، ترینیداد، توباگو، جامائیکا، ساموای غربی، سیلان، سیرالئون، غنا، قبرس، کانادا، مالزی، نیجریه، نیو: بلند، هند، بریتانیا و ضمائم آن - مترجم

رویارویی با آینده‌های متفاوت

مصاحبه GIM با آقای پروفسور پیتر دیل (Peter Dale)، رئیس فدراسیون بین‌المللی نقشه‌برداران (FIG)^۱

زندگی‌نامه

- فارغ التحصیل از دانشگاه کمبریج در سال ۱۹۶۰
- اخذ درجه دکترا از شورای ملی جوایز آکادمیک در سال ۱۹۷۶
- عضو موسسه سلطنتی نقشه‌برداران مجاز
- عضو موسسه نقشه‌برداران مهندسی شهری
- پروفسور متخصص مدیریت اطلاعات زمینی در دانشگاه لندن
- مشاور متخصص سازمان خدمات زمین
- رئیس فدراسیون بین‌المللی نقشه برداران (FIG)

پروفسور دیل، نقشه‌بردار دوره دیده زمینی است و پیش از آنکه با خانواده خود در سال ۱۹۶۸ به انگلستان مراجعت نماید و در دانشگاه کمبریج به تدریس فتوگرامتری، نقشه‌برداری و کارتوگرافی بپردازد ۷ سال در زمینه‌های مرتبط در اوگاندا کار کرده بود. وی در سال ۱۹۷۲ این کشور را به منظور تحقیق در زمینه نقشه برداری کاداستر در کشورهای مشترک‌المنافع^۲ که از سوی اداره توسعه ماوراء بحار به وی سپرده شده بود ترک نمود. پس از اتمام کار به دانشگاه پلی تکنیک لندن که بعدها عنوان دانشگاه لندن شرقی را گرفت، پیوست و ریاست گروه آموزشی نقشه برداری زمینی به وی محول گردید. وی در سال ۱۹۹۳ دانشگاه را ترک نمود و اکنون اوقات کاری خود را بین سه سمت پروفسور متخصص، مشاور متخصص و رئیس FIG تقسیم کرده است.

یکی از چالش‌های اصلی حرفه نقشه‌برداری اتخاذ واکنش‌های مناسب در قبال پیشرفت‌های فنی است که مهارت‌های لازم برای اندازه‌گیری و پردازش داده‌ها را غیرضروری می‌سازند.

روبروست اتخاذ واکنشهای مناسب در برابر پیشرفتهای فنی نوینی است که مهارت های لازم را برای اندازه گیری و پردازش داده ها را غیرضروری می سازند. امروزه تقریباً هر فردی می تواند با فشار دادن کلیدهایی دست به تولید اطلاعات نقشه برداری بزند. مهارت امروز در این است که بتوان داده ها را بنحوی مدیریت و پردازش نمود که نیاز مشتریان را تامین کند. هرچند همیشه نیاز به چند تکنولوژی خواهد بود تا مرزهای مدیریت و اندازه گیری داده ها را توسعه دهد. ولی آینده برای اکثریت اندیشمندان نقشه برداری و هیدروگرافی به مفهوم حصول اطمینان از این است که داده ها برای اهدافی که به کار برده می شوند مناسب باشند.

GIM - پیشرفت های نقشه برداری در قیاس قاره ای

(کشورها) چه تفاوتی دارند؟

پروفیسور دیل، اگرچه پیشرفت های تکنولوژیکی پر تمامی ما تاثیر می گذارند ولی تفاوت در اولویت هایی است که باید هریک از این نقشه برداران در کشورهای مختلف با آن روبرو شوند. در کشورهای به اصطلاح در حال رشد مشکل اصلی مسئله مدیریت شهرهای سریع الرشد و پاسخگویی به چالشهای مطرح شده به واسطه لایحه طرح اقدام جهانی است که در کنفرانس اخیر HABITAT تصویب گردید. مشکل دیگر این کشورها در ارتباط با تثبیت زمین و توسعه بازارهای املاک و زمین است. مسائل مطرح برای غرب نیز مسائل زیست محیطی است.

GIM- اصطلاح ژئوماتیک در حال پردازش در سطح جهانی

است. نظر GIS در این مورد چیست؟ آیا حامی پذیرش این واژه هستند یا مخالف آن؟ لطفاً شرح دهید.

پروفیسور دیل، اصطلاح ژئوماتیک بطور عمده در تامین نیاز مللی ساخته شد که دو زبانه هستند و امر ترجمه از انگلیسی به فرانسه (یا بالعکس) برایشان مشکل آفرین است. متأسفانه این واژه برای افراد مختلف معانی مختلفی پیدا کرده. ژئوماتیک به امر نقشه برداری و تهیه نقشه مربوط می شود. لیکن این دو نیز طبق تعریف FIG فقط زیرمجموعه ای از فعالیتهای نقشه برداری محسوب می شود. کارهایی مانند مدیریت اراضی، برنامه ریزی فضایی، ارزشیابی اراضی و املاک و نقشه برداری کمی، اقتصاد

ساختاری بنظر بسیاری از افراد جز ژئوماتیک نیست بلکه بخشی از وظایف FIG است.

GIM - آیا با این گفته موافقتی که بزرگترین مبارزه ای که

نقشه برداران با آن مواجه اند کسب جایگاهی برای خود در جامعه اطلاعاتی است؟ لطفاً توضیح دهید.

پروفیسور دیل، من موافق این نظر نیستم. مسئله نقشه برداری تکنولوژی نیست، بلکه ارائه خدمت به جامعه است. بنحوی که پیشرفت مداوم را تضمین کند. البته همگی ما خواهان شان و منزلتی اجتماعی هستیم ولی دستیابی به آن بواسطه تامین نیازهای جامعه خواهد بود نه از طریق پیچیده تر کردن کامپیوترها و تکنولوژی که با آن سروکار داریم.

یکی از چالش های اصلی حرفه نقشه برداری اتخاذ واکنشهای مناسب در قبال پیشرفت های فنی است که مهارت های لازم برای اندازه گیری و پردازش داده ها را غیرضروری می سازند.

GIM - در سطح جهان حرکت هایی جهت بهم زدن قاعده

موجود در زمینه نقشه برداری کاداستر مشاهده می شود. بنظر شما پیامد این حرکتها بر حرفه نقشه برداری چیست؟ آیا فکر می کنید که سایر حرفه ها رقیبی برای ورود به این عرصه خواهند شد؟

پروفیسور دیل، قاعده زدایی اکنون در مورد صنایع بشماري در حال اجراست از جمله در نقشه برداری کاداستر در برخی کشورها. البته هیچ مدرکی دال بر این وجود ندارد که نقشه برداری توپوگرافی استانداردهای سطح پایینی داشته باشد هرچند بخشی از حرفه ما هنوز قانونمند نیست. کنترل کیفیت نقشه برداری کاداستر نیز از طریق مدیریت جامع کیفیت بهتر حاصل میشود. اگر قرار باشد افراد غیرمتخصص کارها را به خوبی متخصصان انجام دهند پس متخصصین در شغل نادرستی قرار گرفته اند. برای FIG مهم این است که نقش انجمن های عضو را تقویت کند و به نوبه خود وظیفه قانونمند کردن استانداردها و هدایت اعضای خود را برعهده داشته باشد.

است و بر این اساس وقاداری نقشه برداران به حرفه خود در روزهای سخت به داد این حرفه خواهد رسید و با توجه به فرصتهای بسیاری که بیش از گذشته در دسترس است بسیار متفاوت از گذشته خواهد بود. نقشه‌برداری به موضوع مدیریت منابع به خصوص منبع زمینی تا حد بستر دریا و مدیریت منابع اطلاعات زمینی مربوط می‌گردد و هدف آن ایجاد دنیای بهتر برای زندگی است و مبارزه‌ای که روز بروز بر وسعت آن افزوده می‌شود.

پروفسور دیل، ضمن اشاره به نقاط ضعف نقشه‌برداری می‌گوید: در بیشتر کشورها نقشه‌برداران بجای واکنش پیشاپیش حالت انفعالی به خود گرفته‌اند و تلاش چندانی برای تاثیر گذاشتن بر سیاستهای ملی که می‌تواند در زندگی حرفه‌ای آنها موثر باشد نکرده‌اند.

GIM - موضوع کنگره ۱۹۹۸ توسعه حرفه نقشه برداری در جهان در حال توسعه است لطفاً علت انتخاب این عنوان را بیان کنید.

پروفسور دیل، موضوع کنگره ۱۹۹۸ (FIG) توسعه حرفه نقشه‌برداری در جهان در حال توسعه است. هیچکس نمی‌تواند این موضوع را انکار کند که جهان در حال تغییر است، بنابراین تلاش اصلی باید متضمن این امر باشد که حرفه مربوطه پاسخگوی نیازهای جوامعی باشد که به آنها خدمت می‌کند. اگر نقشه برداران خواهان شأن و منزلت اجتماعی هستند باید ضرورت وجودشان در ارتباط با تامین نیازهای مشتریان خود و کل جامعه قابل درک باشد. به نظر من کنگره سال ۱۹۹۸، مرتبط با حرفه‌ای مهم و مفرح خواهد بود. من به عنوان رئیس FIG انتظار دیدن بیشترین تعداد ممکن نقشه‌برداران و یا اگر این عنوان را بهتر می‌پسندیدند ژئوماتیسین‌ها را در این کنگره دارم. این کنگره به استحکام دوستی‌ای که تا این اندازه برای آینده ما مهم است کمک شایانی خواهد بود.



GIM - به عقیده شما دانشگاهها چگونه باید دانشجویان خود را با توجه به این پیشرفت‌ها و فن آوریهای جدید فرصت‌های شغلی حاصل از آنها آموزش دهند؟

پروفسور دیل، دانشگاهها باید نقشه‌برداری متناسب با تحولات آینده تعلیم دهند. لازم است که دانشجویان از فعالیت‌های حرفه‌ای و شغلی، همچنین از فن آوری‌های جدید و اصولی که بنیان آنها را پی ریزی می‌کنند آگاه شوند. البته نباید نگرش خود را نسبت به اصول گذشته و یا کارهایی که از بته آزمایش زمان موفق و مقاوم بیرون آمده‌اند نادیده بگیرند.

GIM- از نظر جهانی نقاط ضعف نقشه برداری چیست و این حرفه با چه تهدیدهایی روبروست؟

پروفسور دیل، تمام حرفه‌ها بدلیل پیشرفت تکنولوژی با تهدیدهایی روبرو هستند و در بیشتر موارد این تکنولوژی است که به جای خادم بودن حاکم می‌شود. مهمترین کمکی که در این زمینه می‌تواند بکند این است که از پیشرفت مداوم این حرفه حمایت کند تا نقشه‌برداران تحولاتی را که در حال رخدادن هستند درک نمایند. تعداد زیادی از نقشه برداران تنها به آنچه که در همسایگی آنها می‌گذرد توجه دارند و به جای اینکه در قبال رویدادهایی که در اطراف آنها می‌گذرد حالت واکنشی بگیرند حالت انفعالی می‌گیرند.

در بیشتر کشورها نقشه‌برداران سعی نکرده‌اند که بر سیاستهای ملی که در زندگی حرفه‌ای آنها می‌تواند موثر واقع شود اثرگذار باشند. اگر ما تلاشی برای تاثیر گذاشتن در سرنوشت خود نکنیم مانند کشتی خواهیم بود که سکان نداشته باشد.

GIM - نقاط قوت این حرفه چیست و فرصتهای آتی آن در چه حوزه‌هایی است؟

پروفسور دیل، این حرفه نقاط قوت زیادی دارد به عنوان نمونه انسجام و نظم فکری و تاحدی غریزه هدایتگری زمین‌به عنوان رئیس فدراسیون بین المللی نقشه‌برداران (FIG) می‌دانم که این موسسه از نعمت پربهای احساس دوستی و همدلی برخوردار

مکانیابی تفاضلی با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS

تهیه و تنظیم: مهندس بهنام عبوض زاده

مهندس حمیدرضا نانکلی

مقدمه

معلوم باشد ماهواره‌های کمتری مورد نیاز است.

در اواخر دهه ۱۹۷۰ و حتی تنها با پرتاب چهار عدد از ماهواره‌های آزمایشی بلوک I ارزش نظامی GPS برای تعیین موقعیت دقیق، سرعت و زمان به سرعت آشکار شد. قابلیت عملکرد بسیار بالای آن در طیف گسترده‌ای از مانورهای عملیات جنگی متفاوت از قبیل بمباران دقیق اهداف نظامی، صرفه‌جویی در سوخت، و هشپاری بیشتر در میدان نبرد تنها شمه‌ای از مزایای استراتژیکی و تاکتیکی است که این سیستم در اختیار ارتش قرار می‌دهد. معذالک این اطلاعات دقیق منتشره GPS می‌توانست در اختیار دوست و دشمن قرار گیرد. لذا روشهایی برای عدم دسترسی دشمن به دقت‌های بالای نظامی و کد دقیق ارسالی از ماهواره ابداع شد. بنابراین از نقطه نظر دقت قابل دسترس با استفاده از سیستم GPS دو نوع دقت PPS با ± 16 متر (SEP) برای ارتش آمریکا و متحدین آن و SPS با ± 500 متر (2drms) در مولفه افقی برای استفاده کنندگان غیرنظامی تعریف گردید. لیکن کمیته تحقیقاتی تشکیل شده در سال ۱۹۸۲ به همین منظور با تعداد ۶ ماهواره در مدار توصیه نمود که دقت SPS را می‌توان ± 100 متر 2drms در مولفه افقی در نظر گرفت.

البته این امکان وجود داشت که این دقت را در مواقعی که لازم بود باز هم می‌شد کاهش داد. همچنین این کمیته به استفاده کنندگان غیرنظامی نیز اجازه داد تحت شرایط خاصی اجازه دسترسی به دقت PPS را داشته باشند. اما در ۲۸ ژوئن ۱۹۸۳ ارتش آمریکا دوباره رویه جدیدی را ارائه نموده و بیشترین مقدار خطا در مولفه افقی را برای SPS در حد ± 100

در اواخر دهه ۱۹۶۰ میلادی و به دنبال بکارگیری سیستم ماهواره‌ای ناوبری Transit مطالعه و بررسی تکنولوژی خدمات بهبود سیستم زمان و ناوبری بطور جداگانه در نیروی دریایی و هوایی آمریکا آغاز شد. تلاشهای متخصصین نیروی دریایی تحت برنامه TIMATION منجر به توسعه نوسان سازهای بسیار پایدار ارسال زمان و ناوبری دوبعدی شد و مطالعات نیروی هوایی نیز به یک سیستم ناوبری سه بعدی و پیشرفته‌ای به نام سیستم 621B منتهی گردید.

در آوریل ۱۹۷۳ میلادی و به منظور توسعه یک سیستم ماهواره‌ای ناوبری دفاعی این دو برنامه با هم ادغام شده و نیروی هوایی عهده‌دار اجرای برنامه مشترک جدید گردید. سیستم جدید به نام Navstar GPS یا Navstar Global Positioning System نام نهاده شد.

سیستم ناوبری GPS بر اساس فاصله‌یابی یکطرفه از ماهواره‌های GPS می‌باشد که موقعیت خود را نیز ارسال می‌کنند. فواصل نسبت به حداقل چهار ماهواره قابل مشاهده به طور همزمان اندازه‌گیری می‌شود. این کار با تطبیق سیگنال دریافتی از ماهواره و سیگنال مشابه آن که در گیرنده زمینی ساخته می‌شود و با اندازه‌گیری فاز دریافت شده در برابر ساعت کریستال (گیرنده زمینی) انجام می‌گردد. بدینگونه استفاده کنندگان از این سیستم می‌توانند عرض و طول جغرافیایی و ارتفاع و تصحیح نسبت به ساعت گیرنده خود را تعیین کنند. در صورتیکه ارتفاع یا زمان

می‌کنیم. در پایان نیز نمونه‌هایی از سیستم‌های موجود DGPS در دنیا ارائه خواهد شد.

مفهوم DGPS

قبل از هر چیز لازم به ذکر است وقتی بخواهیم راجع به مفهوم DGPS صحبت کنیم اغلب فرض بر این است که ایستگاه‌های مرجع و remote زیاد دور از هم نیستند، بعبارت دیگر هر دو از مجموعه ماهواره‌های یکسانی استفاده می‌کنند و یا اینکه هر دو از IOD (Issue of Data) های یکسانی استفاده می‌کنند. حال می‌توان بیان داشت که گیرنده مرجع که بر روی ایستگاه با مختصات معلوم قرار دارد می‌تواند خطاهای موجود در مشاهده GPS خود را تعیین نماید فرض بر این است که این خطا برای تمام استفاده‌کنندگان در منطقه و در همان لحظه مشاهده یکسان است. بنابراین اگر ایستگاه مرجع بدون درنگ با استفاده کنندگان remote در منطقه ارتباط برقرار کند و مقدار تصحیح موقعیت آنها را تحت یک فرمت قابل قبول ارائه نماید، استفاده کننده remote موقعیت خود را تصحیح خواهد کرد. امروزه دقت‌های تعیین موقعیت در حد متر و حتی دسیمتر برای گیرنده‌های ارزان قیمت دستی که فقط از مشاهده کد C/A استفاده می‌کنند با استفاده از سیستم DGPS قابل حصول است. در مورد ضرورت نیاز به این سیستم بایستی به این نکته توجه نمود که تعیین موقعیت غیردیفرانسیلی GPS حتی در صورت خاموش بودن SA بهتر از ± 10 متر نخواهد بود که این حتی برای برخی از کاربردهای ناوبری هم کافی نیست.

گیرنده‌ای که تصحیحات دیفرانسیلی را فراهم می‌نماید گیرنده مرجع نامیده می‌شود. اگر تصحیحات ایجاد شده براساس خطای موقعیت خود نقطه باشد آن را روش راه حل فضایی The Solution Space Method و در صورتی که براساس خطاهای مشاهداتی نسبت به هر کدام از ماهواره‌ها باشد آن را روش مشاهده فضایی the measurement space method خواهیم خواند.

نکته مهمی که لازم است توجه شود این است که در عمل همه شرایط و ملزومات بطور ایده آل در دسترس نیست و این امر

متر اعلام نمود. همچنین دسترسی به دقت PPS را مجدداً محدود به ارتش آمریکا و متحدین آن دانست و افراد غیر نظامی خاصی را تنها به دلیل امنیت ملی مجاز به استفاده از این دقت نمود. بالاخره در مارس ۱۹۹۰ و با فعال نمودن پدیده SA دقت تعیین موقعیت SPS در اختیار استفاده‌کنندگان غیر نظامی قرار داده شد. البته پدیده SA زیاد در عملیات نقشه‌برداری تاثیر نداشت زیرا نقشه‌بردار برای کار ژئودزی با صرف مدت زمانی نه چندان طولانی (بخصوص در مقایسه با سیستم ماهواره‌ای قبلی Doppler) و بطور همزمان بر روی حداقل دو ایستگاه می‌توانست مختصات مورد نیاز خود را محاسبه نماید (کاری که تاکنون در ایران و توسط سازمان نقشه‌برداری کشور برای شبکه‌های ژئودزی ملی انجام شده است). اما کاهش دقت افره مرز منتشره real-time به دلیل ارسال پیغام ناوبری تقریبی، عملیات ناوبری را شدیداً تحت تاثیر قرار می‌داد. از طرف دیگر نقشه‌بردار زمینی نیز در صورت نیاز سریع به مختصات نقاط مجبور به پذیرش خطاهای معرفی شده با افره مرز کم دقت بود. بنابراین تعیین موقعیت در real-time و آنهم با یک گیرنده ممکن به نظر نمی‌رسید. اما از آنجایی که سیستم GPS در واقع مجموعه‌ای از بهترین‌ها از سیستم‌های قبلی (نظامی) می‌باشد در اینجا بود که استفاده کنندگان غیر نظامی به فکر استفاده از سیستم ارسال تصحیحات دیفرانسیلی که قبلاً در سیستم Omega به کار رفته بودند افتادند. لذا سیستم DGPS ابداع شد. این سیستم بر اساس پایه ریزی شده است که بیشتر خطاها در یک مشاهده شبه فاصله برای همه استفاده‌کنندگان در یک منطقه نسبتاً گسترده یکسان می‌باشد. یک ایستگاه مرجع میتواند اطلاعاتی را به استفاده‌کننده (remote) در منطقه ارسال کند. بطوریکه وی بتواند بیشتر خطاهای موجود در تعیین موقعیت غیر دیفرانسیلی را خنثی نماید. DGPS برای اولین بار در یوما^۱ آریزونا^۲ آمریکا و در اواخر سال ۱۹۷۸ میلادی در حالیکه تنها چهار ماهواره و آنهم برای مدت زمانی در دسترس بودند بکار گرفته شد و از آن به بعد نیز به تدریج در آمریکای شمالی، اروپا و دیگر مناطق دنیا مورد استفاده واقع شد. اما آیا در استفاده از این روش محدودیتی وجود دارد؟ اطلاعات خاصی لازم است تهیه شود؟ با چه سرعتی لازم است این اطلاعات ارسال گردد؟ سولاتی است که در اینجا مطرح می‌شود. در این مقاله ما آنچه را که لازم است برای کار با یک سیستم DGPS real-time مورد توجه قرارگیرد بطور خلاصه مورد بررسی قرار می‌دهیم و سپس وسایل و تجهیزات لازم برای ایجاد این سیستم را توضیح داده و روشهای مخابراتی گوناگون مورد استفاده در DGPS را بیان

1- Yuma

2- Arizona

در تعیین دقت حاصله با DGPS تاثیر می‌گذارد. بنابراین لازم است که احتیاجات DGPS را فهرست‌وار بیان کرده و هرکدام را بطور خلاصه بررسی نماییم. موارد نیاز برای تهیه تصحیحات دیفرانسیلی مناسب عبارتند از:

- زیاد دور از هم نباشند.
- بر روی نقطه‌ای با مختصات معلوم قرار گرفته باشد.
- از مجموعه ماهواره‌ای یکسان استفاده نمایند.
- بدون درنگ با گیرنده remote ارتباط برقرار کنند.
- از Issue of Data (IOD) های یکسانی استفاده نمایند.
- تحت یک فرمت قابل قبول باشد.

اول بحث را بر روی روش راه حل فضایی آغاز می‌کنیم. زیاد دور از هم نباشند - برقراری یک سیستم دیفرانسیلی GPS در منطقه بسیار گسترده (صدها و یا هزاران کیلومتر) نیاز به سیستم WADGPS دارد. بنابراین در این مقاله فرض ما براین است که ایستگاه مرجع و گیرنده remote زیاد دور از هم نباشد.

بر روی نقطه‌ای با مختصات معلوم قرار گرفته باشد - هرگونه خطا در موقعیت ایستگاه مرجع به خطای موقعیت گیرنده remote اضافه می‌گردد.

از مجموعه ماهواره‌های یکسان استفاده نمایند - از تاریخ هشتم دسامبر ۱۹۹۴ که آرایش کامل ماهواره‌های GPS اعلام شد (۲۴ ماهواره در مدار) می‌توان با داشتن هشت ماهواره در بالای افق محل به ۷۰ ترکیب محتمل از چهار ماهواره مورد نیاز برای تعیین موقعیت نقطه زمینی رسید. بسیاری از این ترکیبات ممکن است دارای هندسه (DOP) ضعیف بوده و اصلاً مناسب برای تعیین موقعیت نباشند. اما نیاز به ارسال تصحیح بدون درنگ نیز نبایستی فراموش شود. بعنوان مثال فرض کنیم هفت ماهواره در بالای افق بوده و ۲۰ حالت از ۳۵ حالت ممکن دارای هندسه خوبی باشند. بنابراین ایستگاه مرجع نه تنها بایستی ۶۰ عدد (۲۰ مجموعه تصحیحات عرض، طول و ارتفاع) را محاسبه کند بلکه بایستی قادر به محاسبه حل فضایی برای هرکدام از ۲۰ حالت پذیرفته شده نیز باشد. اگر برای هر کدام از این حالات یک ثانیه نیز صرف شود ۲۰ ثانیه طول می‌کشد تا به جواب برسیم.

بدون درنگ با گیرنده remote ارتباط برقرار کند اکنون که اطلاعات در ایستگاه مرجع فراهم شده است به منظور کسب

بهترین دقت ممکن بایستی بلا درنگ به remote ارسال گردد. طبق بررسیهای آماری که دپارتمان حمل و نقل آمریکا در این مورد انجام داده است مشخص شده که برای رسیدن به دقت ۵+ متر بایستی اطلاعات در کمتر از ۲۰ ثانیه به remote ارسال گردند.

از Issue of Data (IOD) های یکسانی استفاده نماید. این نکته مهم است که بدانیم دو IOD متفاوت (حتی از یک ماهواره!) در واقع به معنی دو ماهواره متفاوت است. بنابراین هفت ماهواره مورد اشاره در بالا چهارده تا خواهد بود و لذا ۱۰۰ ترکیب به جای ۲۵ ترکیب محتمل خواهیم داشت.

تحت یک فرمت قابل قبول باشد - اگر وسیله ارتباطی الکترونیکی باشد فرستنده مرجع و گیرنده remote بایستی با هم سازگار باشند. امروزه استاندارد پذیرفته جهانی برای ارسال و دریافت تصحیحات دیفرانسیلی استاندارد RTCM SC-104 V2.1 می‌باشد که از سوی کمیته مخصوص کمیسیون خدمات رادیویی برای امور دریایی ارائه شده است. مقرر کمیسیون RTCM در واشنگتن می‌باشد و اعضای آن از سوی انجمن‌های دریایی و نمایندگان کشورهای مختلف در امور دریایی، صنایع حمل و نقل، ماهیگیری، موسسات آموزشی، تحقیقاتی و کارخانجات سازنده دستگاههای ناوبری انتخاب می‌شوند.

بحث بالا در مورد تصحیحات دیفرانسیلی با استفاده از روش حل فضایی تا اندازه‌ای تردید را در بکار گرفتن این روش بیان می‌دارد. استاندارد RTCM SC104-v2.1^۲ نیاز به تصحیحات نسبت به مشاهدات خود ماهواره‌ها را (و نه تعیین موقعیت حاصله را) دارد. بنابراین ارتباط داده‌ها فقط هفت عدد برای هفت ماهواره (یا ۱۴ عدد با در نظر گرفتن دو IOD محتمل) را لازم دارد. این تکنیک را همانگونه که ذکر شده روش مشاهده فضایی می‌نامیم. حال موارد نیاز برای تهیه تصحیحات دیفرانسیلی مناسب با استفاده از این روش را ملاحظه می‌کنیم:

زیاد دور از هم نباشند - مشابه آنچه که در مورد روش حل فضایی بیان شد.
بر روی نقطه‌ای با مختصات معلوم قرار گرفته باشد - باز هم مشابه آنچه که در مورد روش حل فضایی بیان شد.

وسایل و تجهیزات لازم در یک سیستم DGPS

آنچه در بالا راجع به ملزومات یک سیستم DGPS دیدیم بیانگر آن است که وسایل و تجهیزات لازم در یک سیستم DGPS عبارت از یک گیرنده GPS با توانایی تعیین موقعیت بسیار دقیق تصحیح شده دیفرانسیلی (real-time) در ایستگاه مرجع می باشد. از طرف دیگر این گیرنده بایستی بتواند همه ماهواره های قابل دید را مشاهده کند. همچنین این گیرنده و گیرنده های دیگر remote لازم است که مجهز به وسایل ارتباطی از قبیل رادیو، مودم و غیره برای ارسال و دریافت تصحیحات دیفرانسیلی تحت فرمت RTCM SC-104 V2.1 باشند. به منظور محاسبه و فراهم کردن تصحیحات فوق نیز لازم است در ایستگاه مرجع نرم افزار مناسب آن (که معمولاً بر روی PC اجرا می شوند) را داشته باشیم.

ارتباط در GPS

همانطوریکه بیان شد موضوع مهم در برقراری یک سیستم ارتباطی در DGPS فرمت اطلاعاتی است که بایستی ارسال گردد. کمیسیون فنون رادیویی برای خدمات دریایی RTCM^۳ فرمت استاندارد برای خدمات DGPS را از سوی کمیته خاصی برای این منظور از سال ۱۹۸۵ معرفی و توصیه نموده است. تصحیحات شبه فواصل و تغییرات آنها، مشاهدات فاز، آرایش آسمانی ماهواره های GPS، سالم بودن ماهواره ها و پارامترهای ارتباط داده ها در این فرمت اطلاعات قرار دارند. اصولاً برای ایجاد ارتباط داده های DGPS هر بخشی از طیف الکترومغناطیس می تواند مورد استفاده واقع شود. اما به هر حال مسائلی از قبیل عرض باند سیگنال، فنون مدولاسیون، حداکثر برد فرستنده و... بایستی در انتخاب طیف مورد نظر مدنظر قرار گیرد. در اینجا مشخصات چندتا از سیستم های مخابراتی را که بخشهای مختلف طیف رادیویی را بکار می برند بطور خلاصه بررسی می کنیم.

بخش LF/MF^۳ طیف فرکانس پایین LF و فرکانس متوسط

- 1- Intervisibility
- 2- Radio Technical Comission for Matitime
- 3- Low Frequency / Medium Frequency

از مجموعه ماهواره های یکسان استفاده نمایند - این مورد کاملاً با آنچه که در روش حل فضایی دیدیم تفاوت دارد. در اینجا گیرنده مرجع همه ماهواره هایی را که در منطقه و توسط گیرنده های remote مورد مشاهده واقع می شوند مشاهده می کند. ایستگاه مرجع هیچ مجموعه ماهواره مشخصی را برای تعیین موقعیت استفاده نمی کند و در واقع ایستگاه مرجع اصلاً تعیین موقعیت نمی کند. بنابراین آنچه مورد نیاز است مرئی بودن^۴ ماهواره ها است. اگر فاصله دو ایستگاه مرجع و remote به اندازه ۸۰۰ کیلومتر باشد اختلاف بین زوایای ارتفاعی از این دو ایستگاه نسبت به ماهواره در حدود دو درجه خواهد بود. لذا ایستگاه مرجع زوایای ارتفاعی کمی پایین تر از زاویه ارتفاعی ماسک استفاده کنندگان را نیز مشاهده می نماید.

بدون درنگ باگیرنده remote ارتباط برقرارکننده مشابه آنچه که در مورد روش حل فضایی بیان شد. ۲۰ ثانیه برای مشاهدات براساس آنچه از بررسی های دپارتمان حمل و نقل آمریکابه دست آمده است پیشنهاد می گردد.

از (IOD) Issue of Data های یکسانی استفاده نماید - برای هر IOD بایستی یک مقدار تصحیح متفاوت در نظر گرفت. البته این امر در ارتباط بدون درنگ با استفاده کنندگان در منطقه اثر نامطلوبی ایجاد می کند.

تحت یک فرمت قابل قبول باشد - مشابه آنچه که در مورد روش حل فضایی بیان شد. استاندارد RTCM SC-104 V2.1 بر اساس روش مشاهده فضایی می باشد.

اما آنچه از مقایسه این دو روش بر می آید این است که در حالتی که تعداد ماهواره ها کم، دید ماهواره ای برای هر دو ایستگاه مرجع و remote خوب و نزدیکی آنها نسبت به هم و الگوریتم انتخاب ماهواره های مشترک برقرار باشد روش حل فضایی روش مناسبی است. به همین جهت این روش در گذشته کارایی خوبی را نشان داده است (در واقع تصحیحات ارائه شده در اولین سیستم DGPS در یومای آریزونا بر اساس روش حل فضایی بوده است). اما امروزه با وجود آرایش کامل ماهواره های GPS و نیاز به خدمات رسانی به استفاده کنندگان، بیشتر روش مشاهده فضایی روش مناسبتری به نظر می رسد. البته بایستی در نظر داشت که در این روش پردازش مورد نیاز برای محاسبه تصحیحات بر روی شبه فواصل به مراتب بیشتر از روش حل فضایی می باشد

MF در محدوده‌های 30-300 KHz و 300-3000KHz از طیف رادیویی قرار دارند. ایستگاههای رادیویی AM، موسسه‌های خبررسانی راه دور اروپا، و دکل‌های راهنمای هوانوردی و دریانوردی از این بخش طیف فرکانس رادیویی استفاده می‌کند. دکل‌های هوانوردی در محدوده فرکانس 190-415KHz و 510-535KHz دکل‌های دریانوردی در محدوده 275-335KHz کار می‌کنند. گارد ساحلی آمریکا تعدادی دکل‌های دریایی (شش ایستگاه در امتداد سواحل شرقی، دو ایستگاه در ساحل خلیج، و یک ایستگاه در Great Lakes) را که تصحیحات شبه فواصل را با استفاده از فرمت (با سرعت ۵۰ و ۱۰۰ بیت در ثانیه) ارسال می‌کند برپا ساخته است. مدولاسیون مورد استفاده MSK^۱ می‌باشد که یک تکنیک مخابراتی دیجیتال و بسیار خوبی برای پوشش مطمئن بخصوص در مواقعی مزاحمت جوی زیاد است می‌باشد. بُرد این دکل‌های رادیویی در محدوده امواج زمینی ground wave و به نسبت signal-to-noise سیگنال دریافتی بستگی دارد. بطور کلی فواصل بیش از ۱۵۰ کیلومتر بر روی آب و ۲۰ تا ۱۰۰ کیلومتر بر روی خشکی قابل حصول است. گارد ساحلی کانادا نیز در حال بررسی ارتباطات DGPS با استفاده از دو دکل رادیویی در بریتیش کلمبیا می‌باشد. همچنین تعداد زیادی از دکل‌های رادیویی در اروپا مورد استفاده قرار دارند. دکل‌های رادیویی MSK هیچ ممنوعیتی ندارند و سیگنال‌های DGPS آن مخفی نیستند. لیکن اینگونه سیستم‌ها صرفاً به منظور تست بوده و هیچگونه علام هشدار و ایمنی ندارند. اما طیف مورد استفاده از سوی شرکتهای تجاری برای ارتباط DGPS محدوده فوقانی باند MF و در همسایگی 2MHz می‌باشد. این سیستم‌ها از تک سایه باند فرستنده‌های با مدولاسیون FSK^۲ در دو (tone) تن استفاده می‌کنند و برای نخستین بار در کاربردهای دریایی بکار گرفته شده‌اند. تکنیک FSK با استفاده از تن‌های صوتی در مودم‌های با سرعت کم استفاده شده است. تصحیحات شبه فواصل و داده‌های کمکی ممکن است تحت فرمت TRCM و یا هر فرمت خاصی باشند. برای جلوگیری از خطاها ممکن است از دو یا چند فرکانس مختلف، از ارسال کد تصحیح کننده خطا همراه با داده‌ها یا از ارسال داده‌ها در بسته‌های دارای قابلیت بررسی خطاها استفاده شود. یک پروتکل بسته‌های متداول در این مورد AX.25 می‌باشد. بُرد متوسط این سیستم‌های MF با استفاده از امواج زمینی^۳ در حدود ۴۰۰ کیلومتر بر روی دریا و حدود ۵۰ کیلومتر بر روی خشکی می‌باشد. البته با استفاده از امواج آسمانی^۴ بُرد این سیستم‌ها به مراتب زیاد می‌شود. در ساعات روز مولفه‌های امواج

آسمانی سیگنال MF توسط ناحیه D لایه یونسفر جذب می‌شود. اما در ساعات شب تراکم الکترون‌ها در ناحیه D بشدت کاهش می‌یابد و لذا سیگنال‌های MF پس از گذشتن از آن از لایه E منعکس می‌شوند. بُرد این سیگنال‌ها در این حال به بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر هم می‌رسد. متأسفانه سیگنال‌های آسمانی بیشتر از زمینی میرا می‌شوند و لذا بیشتر در معرض خطاهای ارسال داده‌ها می‌باشند.

امواج HF^۵ - که معمولاً موج کوتاه نامیده می‌شوند از محدوده طیف فرکانس 3-30 مگاهرتز گسترده می‌باشد. ارسال امواج در این باند عمدتاً بر اساس انعکاس سیگنال‌ها از نواحی E و F لایه یونسفر می‌باشد. همین امر سبب می‌شود امواج تا فواصل هزاران کیلومتری ارسال شوند. یک ارتباط HF DGPS بایستی در مقابل تغییرات نامنظم یونسفر مقاوم بوده و لذا در مقابل میرایی و تداخل مقاومت نشان دهد. همچنین استفاده از چندین فرکانس و تصحیح خطاها یک مزیت عمده به شمار می‌آید. ارتباطات رادیویی HF DGPS تجارتی در بعضی از مناطق دنیا وجود دارند.

امواج VHF/UHF^۶ - محدوده طیف 30-300 مگاهرتز و 300-3000 مگاهرتز را می‌پوشانند. مخابره مطمئن در این باند محدود به برقراری خط دید بین آنتن فرستنده و گیرنده می‌باشد. فاصله تا افق (که کمی بیشتر از افق معمولی می‌باشد) از رابطه $D(Km) = 4.1 + \sqrt{h_t(m)}$ به دست می‌آید.

که در آن h_t ارتفاع آنتن فرستنده و h_r ارتفاع آنتن گیرنده می‌باشد. بعنوان مثال اگر ارتفاع آنتن فرستنده ۳۰ متر و ارتفاع آنتن گیرنده ۱۰ متر باشد حداکثر بُرد ۳۵ کیلومتر به دست خواهد آمد. البته این فاصله بر روی دریا بیشتر از این مقدار و بر روی خشکی و بخصوص در زمانی که دره‌ها، تپه‌ها و ساختمانها مانع رسیدن سیگنال می‌شوند کمتر از این مقدار خواهد بود. ضمناً تداخل multipath نیز این فاصله را کمتر می‌نماید. برای ازدیاد یک ارتباط رادیویی DGPS در باندهای VHF و UHF می‌توان از

- 1- Minimum shift keying
- 2- Frequency shift keying
- 3- Ground-wave
- 4- Sky-wave
- 5- High Frequency
- 6- Very High Frequency/Ultra High Frequency

شبکه‌ای از ایستگاههای تکرار کننده استفاده نمود.

امروزه نواحی مختلفی از باندهای VHF و UHF برای ارتباطات (بخصوص در حرکت) تخصیص داده شده است. تکنیک متداول نیز ارسال بسته‌های Ax.25 با استفاده از مدولاسیون FSK در سرعت‌های ۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ و یا ۹۶۰۰ بیت در ثانیه می‌باشد.

یک سیستم برد کوتاه DGPS می‌تواند با استفاده از امکان امواج گسترده ایجاد شده برای شبکه‌های بی سیم کامپیوتری محلی برقرار شود. استفاده از سیگنال‌های امواج گسترده به استفاده کنندگان مختلف اجازه می‌دهد از یک فرکانس مشترک استفاده کنند. همچنین حساسیت در مقابل تداخل از قبیل اثر multi-path در اینجا کمتر است. یک مزیت عمده ارتباط امواج گسترده این است که داده‌ها با نرخ بالا و پروتکل‌های اتوماتیک که سبب حذف خطاها می‌شوند فراهم می‌گردند. شرکت‌های مختلفی رادیوهای امواج گسترده چندکاناله plug & play را که می‌تواند برای ارتباط DGPS استفاده شود معرفی نموده‌اند.

همچنین می‌توان به جای ایجاد یک ارتباط DGPS با استفاده از امکاناتی که لازم است به آن اختصاص داده شود از شبکه‌های مخابراتی موجود استفاده کنیم. بعنوان مثال شبکه ایستگاههای خبررسانی FM را به این منظور نیز بکارگیریم. امروزه بیشتر ایستگاههای FM برنامه‌های اضافی و خدمات رسانی بر روی امواج فرعی خود دارند. دریافت این برنامه‌ها تنها از طریق گیرنده‌های خاصی که آنها را می‌تواند کشف رمز کند امکانپذیر است. شبکه مخابراتی موجود دیگر که می‌تواند در این مورد در نظر گرفته شود شبکه‌های تلفنی موبایل می‌باشد. البته هزینه اضافه نمودن این خدمات، ترافیک انبوه خطوط تلفنی، و پوشش محدود آنها در مناطق غیر شهری را بایستی در این مورد در نظر گرفت. برای رفع نیازهای مخابراتی در مناطق غیر شهری که شبکه تلفنی موبایل بکار گرفته نشده است سیستم‌های مختلفی که از ماهواره‌های زمین گرد یا از مجموعه‌ای از ماهواره‌های در مدار پایین LEO استفاده می‌کنند می‌توانند بکار گرفته شوند. MSAT استفاده شده در کانادا و American Mobile Satellite Corp در آمریکا نمونه‌ای از این نوع سیستم‌ها می‌باشد. سیستم‌های LEO که قرار است (با ۶۶ ماهواره) همه جای دنیا را پوشش دهند ارتباط کم هزینه و دوطرفه را با استفاده از ترمینالهای جیبی فراهم می‌نمایند. همچنین انواع خدمات داده‌ها شامل

مدارات پایه غیر همزمان ۲۴۰۰ بیت بر ثانیه‌ای (البته بدون بررسی خطاها در ارسال بسته داده‌ها با سرعت بالا) با این سیستم‌ها قابل دسترس می‌باشد. به منظور حمایت بیشتر از این سیستم‌ها انجمن بین‌المللی مخابرات طیف‌های رادیویی با فرکانس‌های 1626.5-1613.8، 2200-2120، 2520-2483.5، 137-138، 401-400.15، 890-856، 1544 - 1492، 1559-1555 مگاهرتز را برای ارتباط از بالا به پایین و علاوه طیف‌های دیگری را برای ارتباط از پایین به بالا با این سیستم‌ها اختصاص داده است. این طیف‌های تخصیص یافته سیستم مخابره در حرکت را بطور اعم و خدمات DGPS از طریق ماهواره بطور اخص را بسیار تقویت نموده است.

نتیجه

در این مقاله مفهوم DGPS و ضرورت نیاز به آن در کاربردهای مختلف نقشه‌برداری و ناوبری تشریح شده ملاحظه گردید که حتی در صورت خاموش بودن SA این ضرورت کماکان وجود خواهد داشت. همچنین روشهای تهیه داده‌های دیفرانسیلی موارد نیاز آنها و فرمت استاندارد برای این منظور، وسایل و تجهیزات لازم، و سیستم‌های DGPS موجود که از بخش‌های مختلف طیف رادیویی استفاده می‌کنند مورد بحث و بررسی قرار گرفت. آنچه می‌توان نتیجه گرفت این است که خدمات یک سیستم DGPS می‌تواند همگانی و یا خصوصی باشد. اما در مورد دوم لازم است توجه شود که اخذ مجوز برای فرکانس فرستنده‌های رادیویی مورد نیاز است البته این امر معمولاً در مورد استفاده از گیرنده‌های مربوط به آنها صدق نمی‌کند.

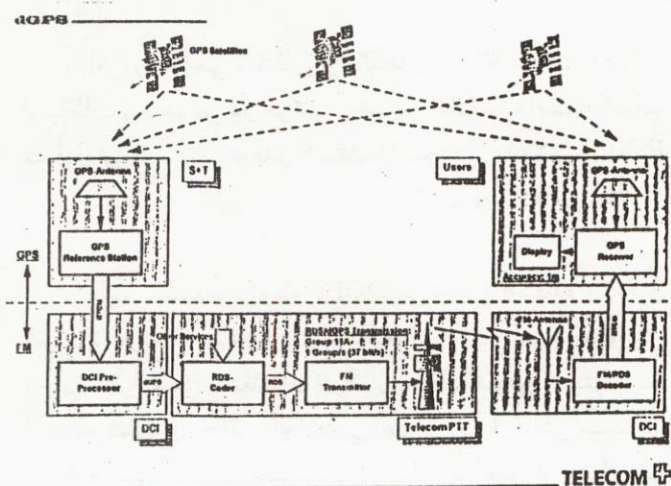
نمونه‌هایی از سیستم‌های DGPS در دنیا

DGPS در سوئیس

اداره توپوگرافی فدرال سوئیس S+T مسئولیت تهیه

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1- Rate | 4- Low Earth Orbit |
| 2-Subcarries | 5- downlink |
| 3- Geostationary | 6- Uplink |

و مشاهدات خام فاز را برای ناوبری و ژئودزی فراهم نماید.



نگاره ۱- خدمات DGPS در سوییس

DGPS در زلاندنو

د. دپارتمان نقشه برداری دانشگاه اتاگو در فوریه ۱۹۹۵ میلادی ایستگاه دائم GPS را به منظور دستیابی به تعیین موقعیت دقیق تر در کارهای عملی و تحقیقاتی دریایی و اقیانوس‌نگاری کشور و همچنین برای پروژه‌های عملی هیدروگرافی دپارتمان فوق ایجاد نمود. از آن به بعد کاربردهای مختلف GPS در عملیات زمینی، دریایی، GIS و... و تعداد استفاده کنندگان آن بخصوص در real time و با استفاده از گیرنده‌های ارزان قیمت بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. امروزه استفاده کنندگان GPS در منطقه جنوبی زلاندو می‌توانند اطلاعات DGPS و RTK را در طول ۲۴ ساعت در شبانه روز دریافت نمایند. سیستم ارتباطی شبکه تلفنی سلولار Cellnet شرکت مخابرات Limited Telecom New Zealand تصحیحات دیفرانسیلی را در فرمت RTCM در اختیار استفاده کنندگان قرار می‌دهد. نمونه‌ای از کاربردهای DGPS در زلاندو عبارتند از:

- نقشه برداری تعیین محدوده ها در جنگل

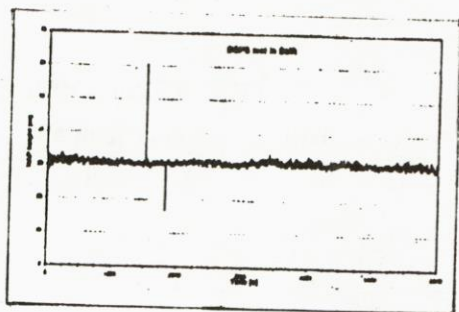
- 1- European Reference Systems
- 2- Differential Corrections Inc.
- 3- High Speed Data Subcarriers
- 4- Digital Audio Broadcasting
- 5- Real Time Kinematic

نقشه‌های ملی کشور سوئیس را به عهده دارد. S+T در سالهای اخیر شبکه درجه یک GPS سوئیس را با استفاده از ۱۰۴ نقطه احداث نموده است. این شبکه با استفاده از پنج نقطه به سیستم زمینی مرجع اروپا EUREF اتصال داده شده است. شبکه جدید ساخته شده که در آینده برای کاربردهای نقشه‌برداری و ناوبری GPS مورد استفاده قرار خواهد گرفت CHTR S95 نامیده می‌شود. در ژانویه ۱۹۹۶ میلادی پروژه آزمایشی برای ارائه خدمات DGPS با همکاری S+T و مرکز مخابرات Telecom PTT به مدت دو سال آغاز شد که بتواند تصحیحات دیفرانسیلی را با شش فرستنده رادیویی و تحت فرمت RTCM به تمام نقاط کشور سوئیس ارسال نماید. موسسه DCI^{TM2} مسئولیت فراهم نمودن تصحیحات دیفرانسیلی را به عهده دارد. نگاره ۱ بطور شماتیک خدمات در سوئیس را نشان می‌دهد. در DCI preprocessor تصحیحات دیفرانسیلی به صورت مخفی در می‌آیند. بطوریکه فقط با RDS decoder مربوط به DCI دریافت می‌شوند. بدینگونه تنها استفاده کنندگان مجاز که برای مدت شش ماه تا یکسال آبونه هستند می‌توانند از این خدمات استفاده کنند. خدمات DGPS در دو سطح دقت متفاوت خدمات پایه با دقت ۵ تا ۱۰ متر و خدمات فوق العاده با دقت ۱ تا ۲ متر ارائه می‌شوند. DCI در کشورهای دیگر اروپایی مانند سوئد، فنلاند، بلژیک، هلند، لوگزامبورگ و انگلستان نیز ارائه می‌گردد. خدمات پایه با اخذ مجوز در تمامی این کشورها امکان پذیراست در حالیکه خدمات فوق العاده فقط مربوط به کشور خاصی است که داده‌ها برای آن فراهم می‌گردد. DGPS امروز در کشور سوئیس در کاربردهای مختلفی از قبیل:

- جمع آوری داده‌های برای GIS
- کشاورزی و زراعت
- ناوبری
- نقشه‌برداری و کارتوگرافی

- هدایت ناوگانها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در راستای تداوم این پروژه که قرار است تا پایان سال ۱۹۹۸ میلادی به اتمام برسد امکان استفاده از خدمات DGPS برای رسیدن به دقت‌های بالاتر (در حد دسی متر و سانتی متر) با روشهای ارتباطی از قبیل FM/HSDS^۳ و DAB^۴ و GSM تحت مطالعه و بررسی است. روشهای دقیقتر به دلیل نیاز به حل ابهام فاز برای طول بازها به تعداد ایستگاههای مرجع بیشتری نیاز دارد. لذا S+T درصد برقراری شبکه‌ای از ایستگاههای دائم GPS است که تصحیحات

ایستگاه مرجع، وسایل و تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، و فاصله از ایستگاه مرجع دارد. مع الوصف در فاصله ۴۵ کیلومتری از ایستگاه مرجع و تحت شرایط خوب انحراف معیار از یک متر برای موقعیت یک نقطه و در real time به دست می‌آید. نگاره ۲ نتایج تست انجام شده توسط دانشکده مهندسی ژئودتیک در Delft هلند را نشان می‌دهد.



نگاره ۲- تست DGPS در دلفت (Delft)

- تعیین موقعیت navigation bouys با هلی کوپتر
- عملیات لایروبی اسکله‌ها
- عملیات اکتشاف معدنی در معادن طلا
- پیاده کردن ستونهای معدن
- تعیین موقعیت لانه های نوعی مرغابی بزرگ (albatross)

DGPS در هلند

خدمات DGPS در هلند توسط شرکت Dutch company Geo-METIUS و با همکاری DCI در فرمت RTCM و با فواصل زمانی ۱/۸ و تا ۲/۴ ثانیه ارسال می‌گردد. بنا به دلایل ساده بودن، مطمئن بودن و هزینه کم آن، تصحیحات دیفرانسیلی بر روی فرستنده‌های رادیویی FM موجود و با سیستم RDS ارسال می‌گردند. عوامل عمده در دقت تعیین موقعیت نقاط به موقعیت

منابع

- 1- Ackroyd N., Lorimer R., 1900 : "Global Navigation, A GPS User's Guide " LLOYD's of London press LTD.
- 2- Blackwell E. G, 1985: "Overview of Differential GPS methods"- Navigation, Vol.32,no.2. The Institute of Navigation, Washington, D.C. Summer 1985
- 3- Chong A.K., Michael Dewhirst, 1996 : "Calling GPS Long -range positions via cellular technology" GPS World July, 1986.
- 4- Euler h.J., Craig D. H., Muller U., 1996 : "GPS Sys-300: Real-time precise GPS for railroad mapping" plans'96 Symposium, Atlanta, GA, USA
- 5- Hatch R.R., 1990."Instantaneous ambiguity resolution" Procecdings : Kinematic systems in geodesy, surveying and remote sensing, 299-308 AG symposium no 107 springer, New York
- 6- Husti. I.G., 1996 "Levelling the world's flattest marathon. DGPS/RDS in urban areas"-GIM-Sep 1996
- 7- Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Collins J. 1995": Global Positioning System : Theory and Practice "spring Verlag, Wien/New-York
- 8- Kruczynski L.R., 1990 : " Differential GPS : a review of the concept and how to make it work" Trimble navigation, Technical report, 1990
- 9- Kruczynski L.R., 1985 : "Global Positioning System Differential navigation tests at the Yuma Proving Ground" Navigation, vol 32, no.2., The Institute of Navigation, Washington, D.C.,Summer 1985
- 10- Langley R.B., 1993 : "Communication links for the DGPS "GPS world, May 1993
- 11- Langley. R.B, 1994 : " RTCM SC-104 DGPS standards"GPS World, May 1994.
- 12- Leick A., 1995: "GPS satellite surveying" John Wiley & Sons, Inc. New York 1995.
- 13- Wells D., 1986 : "Guide to GPS positioning" Canadian GPS Associates.
- 14- Teasley S.P., Hoover W. P., Jonshon C.R., 1981:"Differential GPS Navigation " Texas Instruments Inc. Technical report, 1981.
- 15- Wild U., 1996 : " RDS-DGPS in Switzerland" GIM, Sep 1996
- 16- Wysocki J., 1991:"GPS and Selective Availibility- the military perspective" GPS World, July /August 1991.

سیستم مثلث بندی هوایی خودکار (مفهوم، پیاده سازی و نتایج)

برگرفته از: PE & RS June 1996

نویسندگان: Charles K. Toth & Amonon Krupnik

ترجمه: پروین رفاهی

چکیده

طی دو دهه اخیر مثلث بندی هوایی موفقیت بزرگی در برداشته است. برنامه‌های سرشکنی بلوک و دستگاههای تبدیل تحلیلی بیشترین سهم را در افزایش دقت و قابلیت اطمینان روشها و روالهای مثلث بندی داشته‌اند. ایستگاههای کاری Soft copy و فتوگرامتری رقومی ابعادی جدید به مثلث بندی هوایی بخشیده است و اکنون می‌توان برخی از کارهای دستی قبل را بطور خودکار اجرا نمود. مقاله حاضر به توضیح سیستم مثلث بندی هوایی خودکار مبتنی بر سافت کپی می‌پردازد که قادر است کار پیکربندی بلوک را اجراء نماید، نقاط بلوک (نقاط گرهی) را انتخاب کند و آنها را با دقتی در حد اجزاء پیکسل به یکدیگر منطبق سازد. عنصر کلیدی در این کار سیستم بلوک سه بعدی است که اطلاعات مربوط به پوشش عکسها را در بردارد.

پیشگفتار

فتوگرامتری رقومی در حال رشدی سریع از محیط تفوق مطالعات و تحقیقات به سوی راه یابی به بازار است. آشکارترین نشانه این رشد، افزایش استفاده از ایستگاههای کاری soft copy است که جایگزین شدن دستگاههای تبدیل آنالوگ و تحلیلی را نشان می‌دهد. از سایر محصولات فتوگرامتری رقومی که در حال حاضر بطور موفقیت آمیز مورد استفاده اند می‌توان به مدلهای رقومی ارتفاعی (DEM) و عکس نقشه‌های رقومی اشاره نمود.

یکی از مزایای فتوگرامتری رقومی توانمندی آن در خودکار کردن عملیات فتوگرامتری است که به نحوی اساسی نسبت بین قیمت و عملکرد سیستم را بهبود می‌بخشد. مثالی خوب در این مورد مثلث بندی هوایی است. هرچند این عمل امروزه بطور کامل انجام می‌شود ولی می‌توان عملکرد آن را به میزان قابل توجهی بهبود بخشید.

مثلث بندی هوایی به روش سنتی و معمول، با آماده سازی و حاشیه نویسی^۱ عکسها آغاز می‌شود و به موجب آن تعداد مناسبی از نقاط طوری با دقت و توزیع مناسب انتخاب می‌شوند که حتی الامکان روی بیشترین تعداد عکسها وجود داشته باشند. پس از کامل شدن مرحله آماده سازی باید این نقاط به روی همه عکسها منتقل شود. مرحله اخیر، به ویژه انتقال نقاط گرهی^۲ نوار بسیار حساس و حائز اهمیت است. در واقع موفقیت پروژه مثلث بندی هوایی را می‌توان تا حدی زیاد وابسته به کیفیت انتقال نقاط دانست. تنها پس از انتقال نقاط یا شناسایی کامل آنهاست که می‌توان کار اندازه گیری را آغاز نمود.

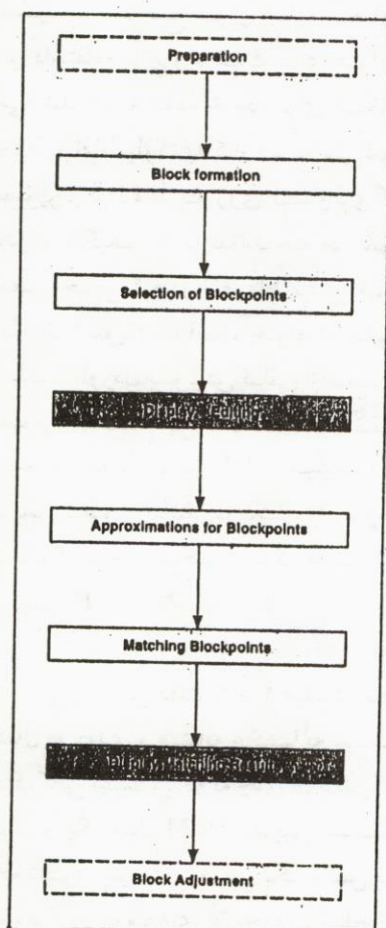
ما یک سیستم خودکار مثلث بندی هوایی (AATS)^۳ را طراحی کرده‌ایم که هم اکنون در دست تکمیل است تا در ایستگاه کاری Soft Copy اینترگراف به کار رود. در این مقاله ضمن توصیف ماهیت طراحی

- 1- Annotating
- 2- Strip tie points
- 3- Automatic Aero Triangulation System

مرحله خروجی قابل نمایش است و می‌توان نقاط بلوک را در آن اصلاح نمود. کارهای مراحل اول تا سوم، مراحل آماده‌سازی را تشکیل می‌دهند.

این روش فرق نمایانی با روشهای سنتی دارد که در آن همپوشانی اسمی پیکربندی^۵ درحکم برآورد اولیه از محل قرارگیری نقاط بلوک می‌باشد [برای مثال رجوع شود به Tsingas(1991), Helava(1998)].

اندازه‌گیری و انتقال نقاط در دو مرحله انجام می‌شود: ابتدا باید تقریب‌های بهتر



نگاره ۱- نمودار شماتیک سیستم مثلث‌بندی هوایی خودکار (AATS)

AATS، به پیاده‌سازی و نتایجی که تاکنون از این سیستم به دست آمده اشاره خواهد شد. این سیستم مستقل از شرایط خاص طراحی شده و برای نامیدن این روش غیروابسته به سیستم (از بالا به پایین) واژه **مفهوم** به کار رفته است. در بخش پیاده‌سازی نیز توضیح خواهیم داد که چه عناصری از مفهوم فوق‌الذکر شناسایی شده‌اند و عملکرد متقابل آنها با شرایط سیستم به چه نحوی است. در پایان نتایج تجربی سیستم نیز ارائه خواهد گردید.

مفهوم

اهداف طراحی و نمای کلی سیستم

اهداف کلی سیستم مثلث‌بندی هوایی خودکار (AATS) عبارتند از:

- خودکار کردن مرحله آماده‌سازی در پروژه‌های مثلث‌بندی هوایی، شامل انتخاب خودکار نقاط بلوک؛
- خودکار کردن مرحله انتقال نقاط: یعنی باید محل متناظر قرارگیری نقاط بلوک در همه تصاویر مورد استفاده به‌طور کاملاً دقیق یافته شود؛
- بالا بردن درجه اطمینان^۱ سرشکنی بلوک با افزایش تعداد نقاط بلوک؛ و
- ارائه محصولات جانبی نظیر موزئیک‌های عکسی (فتوموزائیک‌ها)

این اهداف از کارهایی که در نگاره ۱ آمده است مشخص می‌شوند. به استثناء مواردیکه بصورت تیره در نگاره آمده‌اند (که بایستی به کمک اپراتور انجام شوند) بقیه بصورت پردازشهای قطعه‌ای طراحی شده‌اند. پس از اجرای پردازش گروهی^۲، فرآیند کنترل مجدد در اختیار اپراتور قرار می‌گیرد، تا در صورت لزوم به اصلاح داده‌ها پردازد، پارامترها را تغییر داده و نتایج را تحلیل کند.

ورودی این سیستم شامل تصاویر رقومی شده با عناصر معلوم توجیه داخلی، فهرستی از ترتیب تصاویر هر نوار و بلوک، فایل پارامتر دوربین و بالاخره نقاط کنترل می‌باشد. برای اندازه‌گیری خودکار نقاط کنترل (حداقل در مرحله فعلی) کاری انجام نمی‌شود. نتیجه اندازه‌گیریهای دستی باید قبل از تشکیل بلوک در دست باشد. البته این امر الزامی نیست.

نتیجه اولین کار (از نمودار شماره ۱) تشکیل یک بلوک تقریبی اولیه^۳ با استفاده از تصاویری است که قدرت تفکیک پایینی دارند. این بلوک شامل طرح اجمالی عکسها (که از اینجا به بعد در مقاله از آن به عنوان Footprint یا رد تصویر نام خواهیم برد)، پارامترهای توجیه خارجی و یک مدل DEM تقریبی^۴ از منطقه پروژه می‌باشد. از این اطلاعات در مرحله دوم یعنی مرحله انتخاب نقاط مناسب بلوک استفاده می‌شود. مجموع نتایج این دو

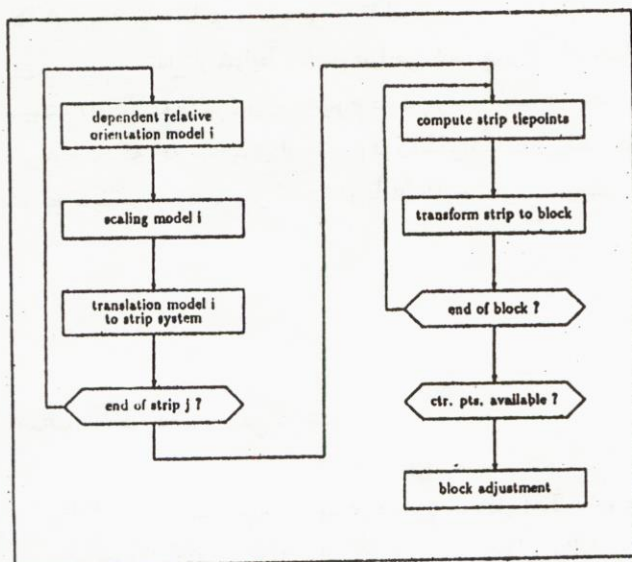
۱- درجه اطمینان یا اعتماد تا حدی زیاد به تعداد و توزیع نقاط بلوک بستگی دارد. هرچقدر تعداد نقاط مورداندازه‌گیری بیشتر باشد، دقت تحلیل خطا و درجه آزادی بیشتر خواهد بود.

۲- Coarse DEM

۳- Mominal Overlap configuration

۲- Patch Process

۳- Coarse block



نگاره ۲- نمودار بلوک در

مرحله تشکیل بلوک

تشکیل بلوک

هدف از این مرحله تشکیل دادن یک سیستم مرجع برای کلیه تصاویر مورد استفاده در پروژه مثلث بندی هوایی می باشد، که به نوبه خود، برای انتخاب خودکار نقاط بلوک به کار بسته می شود. تصویر این نقاط به روی تصاویری که قدرت تفکیک بالا دارند انداخته می شود. یعنی جایی که در آن نقاط نقش مرکز قطعات تصویری را ایفاء خواهند نمود. بدست آوردن پوشش کافی از قطعات تصویری^۱ مستلزم این است که دقت نقاط انتخاب شده بلوک تقریباً ± 1 میلیمتر، در مقیاس تصویر باشد. در نگاره ۲ نمودار شماتیک مرحله تشکیل بلوک و نوار در سیستم AATS ملاحظه می گردد.

برای تامین دقت لازم ۱ میلیمتر تنها انتقال دو بعدی و متشابه عکسها^۲ به سیستم بلوک کافی نیست، بلکه به جای آن باید یک بلوک و یک مدل DEM تقریبی تشکیل داده شود. پوشش زمینی یک عکس با تصویرکردن گوشه های آن به روی سطح به دست می آید.

3- Dependent Relative Orientation

4- Hierarchical

5- Area-based

تشکیل نوار

تشکیل نوار، کاری سه مرحله ای است (نگاره ۲) که در آن ابتدا مدل محاسبه گردیده، سپس به مقیاس و سیستم مختصات نوار درآورده می شود. مبدا و توجیه سیستم مختصات نوار مشابه سیستم مختصات عکس می باشد.

توجیه نسبی غیر مستقل^۳

تجربیات قبلی ما در مورد سیستم توجیه نسبی خودکار کاملاً مثبت بوده است. همانطور که در (Schenk et al. 1991) ذکر شده در آغاز کار برای محاسبه برآوردهای خوب از یک روش سلسله مراتبی^۴ تطابق یابی عارضه ای و به دنبال آن از روش منطبق سازی منطقه ای^۵ با قدرت تفکیک بالا برای محاسبه موقعیت دقیق نقاط متناظر استفاده شده است.

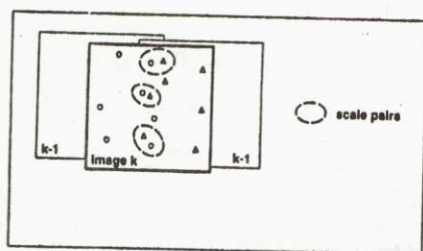
برای تشکیل نوار فقط بخش اول نمودار شماتیک توجیه نسبی، یعنی روش منطبق سازی عارضه ای اجرا می شود. با توجه به اینکه قبلاً روش تعیین و منطبق سازی لبه ها^۶ (مثلاً در [Schenk et al 1991] [L1. & Schenk 1990]) توضیح داده شده است در اینجا از ذکر جزئیات بیشتر خودداری می شود. معمولاً با این روش منطبق سازی چند صد نقطه پیدا می شود. زیاد بودن تعداد نقاط موجب دقیق تر شدن عناصر توجیه می شود که به نوبه خود کار بازیابی نقاطی را که به غلط منطبق شده اند در پردازشهای بعدی آسان می سازد.

1- Centers of image patches

2- 2D similarity transformation

مقیاس گذاری مدل

اگر نقاط کنترل در دست باشند یک سرشکنی بلوک نیز با استفاده از چند جمله‌ای‌ها انجام می‌شود. AATS نمی‌تواند نقاط کنترل را به صورت خودکار شناسایی و اندازه‌گیری کند و هنوز انجام این کار بر عهده اپراتور می‌باشد. اهمیت آن نیز به دلیل استفاده روزافزون از GPS هوایی و کاهش نیاز به نقاط کنترل (زمینی) روز به روز کمتر می‌شود.



نگاره ۳- شناسایی نقاط مقیاس - مثلث‌ها نشان دهنده نقاطی هستند که در مدل فعلی یافت شده‌اند. دایره نیز نقاط مدل قبلی را نشان می‌دهند.

سیستم بلوک

یکی از ویژگی‌های اصلی AATS سیستم بلوک سه بعدی است. صفحه Y و X سیستم بلوک سه بعدی، با فواصل ۱ میلیمتری شبکه بندی شده است. در نتیجه همه اطلاعات ژئومتریک مانند زوایای تصاویر یا نقاط تصویر، راستری می‌گردد و در این سیستم دوبعدی پوشش بلوک ذخیره می‌شود. هدف اصلی این سیستم به دست دادن اطلاعات مربوط به پوشش زمینی تصاویر (یا همان Footprint) است. پوشش زمینی کلیه تصاویر بعداً به منظور انتخاب مناطقی که دارای همپوشی بسیار

استفاده از توجیه نسبی غیرمستقل موجب اطمینان می‌شود که زوایای چرخش تصویر جدید با توجه به مدل قبلی (یا سیستم مختصات نوار) تعیین شده‌اند. مقیاس مدل جدید تنها پارامتری است که هنوز تعیین نشده است. البته این مشکل در صورت در دست بودن نقاط گرهی مدل به راحتی حل می‌شود. ولی روش ما مبتنی بر تعیین نقاط گرهی مدل نیست و به جای آن، مقیاس را با مقایسه نقاط نزدیک به هم تخمین می‌زنیم. فرض کنید که مدل i مدلی جدید و شامل تصاویر k و k+1 باشد و مدل قبلی آن یعنی i-1 نیز شامل تصاویر k و k-1 بوده باشد. چون تصویر k در هر دو مدل مورد استفاده است، مرجع خوبی برای یافتن نقاط همجوار مدل می‌باشد.

نگاره ۳ این مفهوم را به تصویر کشیده است. باید نقاطی را بیابیم که (در نگاره با دایره نشان داده شده‌اند) نزدیک به نقاط مثلثی شکل هستند. نقاط مثلثی شکل نقاطی هستند که در مدل اخیر تعیین می‌شوند و نقاط دایره‌ای شکل مربوط به مدل قبلی i-1 است. پس از بدست آوردن کلیه زوج نقاط که حائز شرط فاصله حداکثر می‌باشند، مقیاس به عنوان میانگین وزن دار محاسبه می‌شود و در آن فاصله d_i بین نقاط به عنوان وزن معکوس به کار می‌رود. فرمول مورد استفاده به این قرار است.

$$S = \sum_{j=1}^n \frac{P_{i-1,j} \cdot i_j}{P_{i,j}} \cdot \frac{1}{d_j}$$

در اینجا مولفه‌های $P_{i,j}$ و $P_{i-1,j}$ فاصله بین مراکز سیستم تصویر در مدل i-1 و i فاصله آنها تا نقاط مدل مربوط در جفت نقاط j می‌باشد.

اتصال نوار

اینک شرحی کوتاه از نحوه تشکیل بلوک ارائه می‌گردد. کار با تعیین نقاط گرهی بین نوارها شروع می‌شود. در اینجا نیز همان روش شناسایی لبه^۴ و طرح منطبق سازی^۵ به کار بسته می‌شود که در توجیه نسبی موفقیت آمیز بوده است. انطباق نقاط متناظر با استفاده از تصاویر مجاور از نوارهای همجوار انجام می‌شود.

هرچند پوشش جانبی تصاویر تنها ۲۰ درصد است ولی معمولاً تعداد زیادی نقطه گرهی شناسایی می‌شود. توجیه نسبی غیرمستقل که در طول نوارها اجرا شده یک مجموعه ثانویه از مراکز تصویر را برای نوار جدید به دست می‌دهد. مجموعه اول در طی تشکیل نوار ایجاد می‌شود و از آنجا که سطح پوشش ۲۰ درصد است باید چرخشی ω (در واقع دوران به دور محور طولی نوار) کنترل شود. اگر میزان این چرخش از حد مجاز بیشتر شود آن را روی صفر تنظیم می‌کنیم. اکنون نوار فعلی با یک سرشکنی چند جمله‌ای و با استفاده از دو مجموعه‌ای که از مراکز تصویر به عنوان نقاط کنترل در دست است به نوار قبلی انتقال داده می‌شود.

1- Weighted Average

2- Edge defection

3- Matching Schema

۴- فعلاً^۴ روی ± 3 تنظیم می‌شود.

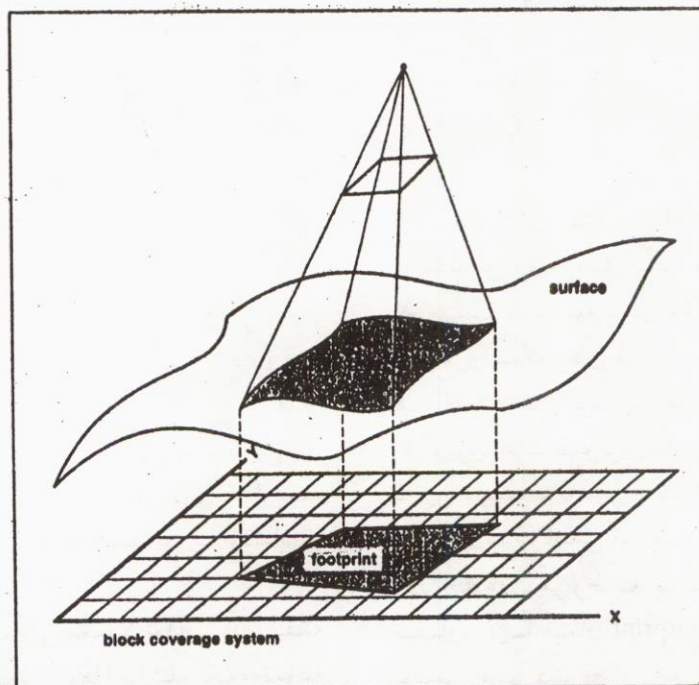
زیاد است، تجزیه و تحلیل می شود چرا که در این محلها باید نقاط بلوک را انتخاب و اندازه گیری کرد.

در نگاره ۴ سیستم بلوک سه بعدی آمده است. سطح شبکه بندی شده X و Y یعنی سیستم پوشش بلوک، Footprint های کلیه تصاویر یک پروژه مثلث بندی هوایی را به فرمت راستری ذخیره می کند. به فرض استاندارد بودن شکل های هم پوشی^۱ شبکه بندی ۱ میلی متری، اندازه سیستم پوشش بلوک عبارت خواهد بود از:

$$L = \text{پیکسل ها} = 230 \cdot (0/4n + 0/6) = \text{طول}$$

$$W = \text{پیکسل ها} = 230 \cdot (0/8s + 0/2) = \text{عرض}$$

که در آن n تعداد عکسها در هر نوار و S تعداد نوارها می باشد، مثلا برای بلوکی که دارای ۱۰ نوار و ۲۰ عکس در هر نوار می باشد، اندازه سیستم پوشش بلوک 1886×1978 پیکسل خواهد بود. حتی برای یک پروژه خیلی بزرگ که دارای ۳۰ نوار و ۴۰ عکس در هر نوار می باشد اندازه 3818×5566 ، در مقایسه با میزان ذخیره سازی لازم در شرایطی که همه تصاویر روی خط ذخیره می شوند (برای هر تصویر حدود ۱۰۰ مگابایت فضا لازم است)، زیاد نیست.



نگاره ۴- نمودار شماتیک بلوک سه بعدی. صفحه شطرنجی شده X و Y ، سیستم پوشش بلوک را تشکیل می دهد که وظیفه اصلی آن ذخیره کردن Footprint های کلیه تصاویر یک بلوک است.

انتخاب نقاط بلوک

هدف از این کار تعیین خودکار نقاط مناسب بلوک است، موقعیت دقیق آنها طی کار

اندازه گیری تعیین می شود. سیستم بلوک با قدرت تفکیک ۱ میلیمتری خود نقش مبنا و پایه ای برای انتخاب نقاط بلوک دارد.

برای عمل انتخاب نیز ملاک هایی وجود دارد مثل کیفیت تصویر و محل قرارگیری در فضای شی^۲ (مثلا سطح هموار). شاید قطعی ترین عامل تعداد تصاویری است که نقطه بلوک روی آن ظاهر می شود. تراکم نقاط بلوک نیز در استحکام^۳ سرشکنی بلوک موثر است. در روش مثلث بندی هوایی سنتی تعداد نقاط بلوک به دلایل اقتصادی به حداقل میزان نگه داشته می شود چرا که هزینه کار به نسبت افزایش تعداد نقاط اندازه گیری شده بالا می رود در حالی که در یک سیستم اتوماتیک این چنین نیست.

سیستم بلوک شامل کلیه اطلاعاتی است که برای انتخاب نقاط بلوک در مناطق دارای همپوشی زیاد ضروری است. در بلوکهای معمولی، با ۶۰ درصد همپوشی طولی و ۲۰ درصد همپوشی عرضی، نقاط بلوک ابتدا در مناطقی انتخاب می شوند که با ۶ عکس پوشش یافته اند. اگر منطقه خیلی کوچک باشد، مثل حالتیکه در نوارهای جابجایی شده پیش می آید، مناطق همجوار کنترل می شوند.

برآوردهای نقاط بلوک

این مورد موافقت همه است که اجرای عمل منطبق سازی به روش کمترین مربعات به موقعیت تقریبی نقاط متناظر در

۱- ۶۰ درصد هم پوشی، ۲۰ درصد هم پوشی کناری

2- Object Space

3- Robustness

منطبق سازی نقاط بلوک

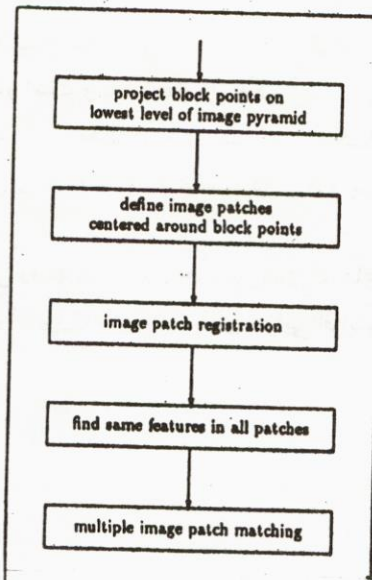
هدف از انطباق دهی چندگانه تصاویر، تعیین نمودن محل دقیق نقاط متناظر در تعداد n تصویر ($n \geq 2$) می‌باشد. برای بهره‌گیری کامل از مزیت عمده فتوگرامتری رقومی، لازم است که تصاویر، همزمان دارای سهمی در این راه حل باشند. در فتوگرامتری سنتی، اپراتور تنها می‌تواند دو تصویر را بطور همزمان ببیند و منطبق کند. اما انطباق دهی همزمان چند تصویر معمولاً بر اساس طرح انطباق دهی به روش کمترین مربعات انجام داده می‌شود. چون قبلاً در مورد تحقیقات خود گزارش داده‌ایم (مثلاً تحقیقات Agouris (1992) و Schenk & Toth] در اینجا از آن صرف‌نظر می‌کنیم.

مراحل پیاده سازی

برای ایجاد یک سیستم عملی و کارآمد باید طرح مفهومی، که در قسمتهای قبلی مورد بحث واقع شد، در یک محیط مناسب پیاده گردد. یکی از این محیط‌های مناسب ایستگاه کاری سافت کپی اینترگراف است. در این قسمت مقاله برخی از مسائل کلی پیاده سازی را به ضمیمه شرحی از نمودار کار سیستم مثلث بندی هوایی خودمان (AATS) و عملکرد متقابلی که با محیط مثلث بندی اینترگراف دارد ارائه خواهیم داد.

روال اجرای پروژه مثلث بندی هوایی در سیستم فعلی مثلث بندی هوایی اینترگراف،

- 1- Coarse
- 2- Multiple Image Patch Matcher



نگاره ۵- نمودار بلوک های اجرایی در همردیف سازی قطعات تصویری چندگانه و انطباق دهی آنها در سیستم AATS

بعد از تصویر کردن نقاط بلوک بر روی سطحی که دارای بالاترین درجه تفکیک است، پنجره‌ای را در اطراف محل تقریبی نقاط بلوک در هر تصویر مرکزدهی می‌کنیم. برای یافتن نقاط متناظر در همه پنجره‌ها، باید همپوشی کافی بین آنها وجود داشته باشد. دقت ۱ میلیمتری، بین نقاط بلوک هم پوشی ۸۰ درصد را تضمین می‌کند. حال کار اصلی این است که این قطعات تصویری را همردیف کنیم: کاری که آن را تنظیم کردن تصویر در جای خود نامیده‌ایم. درک تفاوت این روش با روش انطباق دهی چندگانه تصاویر بسیار مهم است. روش تنظیم کردن قطعات تصویری، تقریب لازم برای عمل بعدی را بدست می‌دهد. بعد از اینکه تمام قطعات تصویری مرتب شدند، عوارضی که در تمام قطعات ظاهر می‌شوند باید شناسایی شوند. این عوارض منحصر به فرد (مثال نقاط مورد نظر) در پایان به دقیقترین حد ممکن انطباق داده می‌شوند.

محدوده ۲ یا ۳ پیکسل نیاز دارد. (برای مثال [Heipke1990] را ببینید). اندازه پیکسل برای پروژه مثلث بندی هوایی معمولاً کوچکتر از $20\mu m$ می‌باشد. برای رسیدن به دقت در حد جزییات پیکسل (sub-pixel) برای نقاط منطبق شده باید تقریباً کمتر از $50\mu m$ ترجیحاً حدود $30\mu m$ باشد که البته محاسبه کردن موقعیت‌های تقریبی در این سطح دقت مورد نیاز کاری بسیار دشوار است.

رایج‌ترین روش برای حل مشکل برآورد کردن، ردیابی موقعیت‌های اولیه و تقریبی^۱ در هرم تصویر می‌باشد (برای مثال [Heipke 1991] را ببینید) فرض کنیم که تطابق یابی چندگانه تصاویر در سطح $15\mu m$ پیکسل انجام می‌شود در این حالت تقریب‌ها باید به خوبی $30\mu m$ باشد. حال فرض کنید که عمل انطباق را در سطوح میانی تا دقت، مثلاً ۱ پیکسل با یک روش همبستگی ساده انجام دهیم. یک استراتژی محافظه کارانه ایجاب می‌کند که عمل منطبق سازی در سطوحی که به اندازه نیم پیکسل هستند مجدداً تکرار شود.

در مقایسه با این روش قدیمی، در AATS یک روش مستقیم به کار بسته شده است. منظور ما از مستقیم این است که تقریب‌های اولیه (± 1 میلیمتری) از نقاط بلوک مستقیماً به روی سطوحی که دارای بالاترین درجه تفکیک است تصویر می‌شود. دقت نقاط بلوک تقریباً با ۷۰ پیکسل در سطح انطباق می‌باشد که در اینجا برای شروع کار توسط انطباق دهنده چندگانه قطعات تصویر^۲ بسیار زیاد است. ما برای بهتر کردن دقت، به روش چند مرحله‌ای که در نمودار بلوک خلاصه گردیده (نگاره ۵) عمل می‌کنیم.

بسیار شبیه به روش سنتی استفاده از دستگاههای تبدیل تحلیلی است. البته استفاده از ایستگاه کاری سافت کپی با راحتی بیشتری همراه است و امکان ورود حجمی قابل توجه از داده‌ها را فراهم می‌سازد. کار اندازه‌گیری نیز خودکار است و با استفاده از الگوریتم‌های انطباق دهی کمترین مربعات و همبستگی انجام می‌شود. دقت در حد جزئیات پیکسل حاصل، پایین بودن قدرت تفکیک تصاویر رقومی را در مقایسه با عکسبرداری هوایی جبران می‌کند.

هدف اصلی از پیاده سازی AATS جایگزینی روالهای اجرایی خودکار بجای کارهای دستی است تا میزان داده‌های ورودی و درجه اطمینان پروژه‌های مثلث بندی هوایی افزایش داده شود.

ملاحظات کلی

در این قسمت دو جنبه اساسی از پیاده سازی بطور خلاصه بررسی گردیده است:

نخست ارتباط بین روالهای خودکار و متقابل و دوم نیازهای محاسباتی و ذخیره سازی سیستم. جنبه نخست احتمالاً تا مدتها اهمیت خود را حفظ خواهد کرد. چراکه نمی‌توان انتظار اتوماسیون کامل را در آینده نزدیک داشت. لیکن جنبه دوم به دلیل پیشرفت مداوم صنعت کامپیوتر چندان قطعی و پا برجاست.

استفاده از ایستگاههای کاری سافت کپی برای پیاده‌سازی سیستم‌های خودکار مثلث بندی هوایی محیط بسیار خوبی برای مداخله کاربر فراهم می‌سازد. برای مثال کلیه تصاویر یا قطعات تصویری مربوطه را می‌توان در هر زمان نمایش داد. کاربر نیز می‌تواند با محاسبه دستی نقاط عملکرد خودکار را پشتیبانی کند. اندازه‌گیری‌ها را می‌توان بصورت دید یک چشمی^۱ یا دید برجسته^۲ روی زوج عکسهای انتخاب شده قطعات تصویری انجام داد. در ضمن روالهای دستی و خودکار را می‌توان به صورت متوالی یا موازی با هم اجرا نمود. اما اینکه چگونه این روالها با یکدیگر ارتباط می‌یابند و بطور متقابل عمل می‌نمایند موضوعی است که به مهندسی نرم افزار مربوط می‌گردد.

قدرت پردازش و ظرفیت ذخیره سازی کامپیوتر از الزامات اصلی برای پیاده سازی سیستم خودکار مثلث بندی هوایی هستند. در این میان، امروزه ظرفیت ذخیره سازی اهمیت بیشتری دارد. برای مثال یک تصویر فشرده شده با ابعاد پیکسل $1544m$ به حدود ۸۰ مگابایت فضای دیسک احتیاج دارد. بنابراین یک پروژه اندازه متوسط شامل ۱۰۰ عکس هوایی تقریباً به ۸ گیگابایت ظرفیت ذخیره سازی نیاز خواهد داشت. هرچند کارکردن با این ظرفیت غیرممکن نیست، کامپیوترهای امروزی هنوز این توانمندی را ندارند. لذا طرح ساختار داده‌ها باید بگونه‌ای باشد که عملکرد دستیابی را به سطحی مطلوب برساند. به دلیل نیاز به سطوح تفکیکی مختلف نیز استفاده از هرمهای تصویری توصیه می‌شود. در این ارتباط استفاده از هر دو نوع هرمهای کامل یا هرمهای جزئی امکان پذیر است. در فرهنگ اصطلاحات ایترگراف از سطوح میانی به عنوان overviews نام برده می‌شود.

قدرت پردازش کامپیوتر در واقع زمان لازم برای اجرای پردازش را تعیین می‌کند. هر چند ممکن است زمان پردازش طولانی شود ولی به اجراء آوردن روالهای خودکار در حالت مرحله‌ای بدون ناظر بسیار با صرفه‌تر از اندازه‌گیری‌های دستی است. معمولاً یک پروژه بزرگ جهت کار به بلوکهای فرعی کوچکتر تقسیم می‌شود. با استفاده از سیستم‌های چند پردازشگر هم می‌توان زمان پردازشی را به میزان قابل توجه کاهش داد هم کاربر می‌تواند بطور همزمان در چنین محیطی به راحتی با چند عملکرد کار کند.

گردش کار پیشنهادی

نموداری شماتیک از روند کار AATS که در محیط فعلی مثلث بندی هوایی ایترگراف انجام می‌شود، در نگاره ۶ آمده است. این روند شامل سه کار اصلی یعنی آماده سازی، تشکیل بلوک و اندازه‌گیری می‌باشد.

آماده سازی

آماده سازی عبارت است از تعیین تقریبی Footprint های عکسها که شامل، مثلاً اطلاعات مربوط به پیکربندی بلوک (مثل نقشه برداری)، شامل هم پوشانی طولی

1- Monoscopically

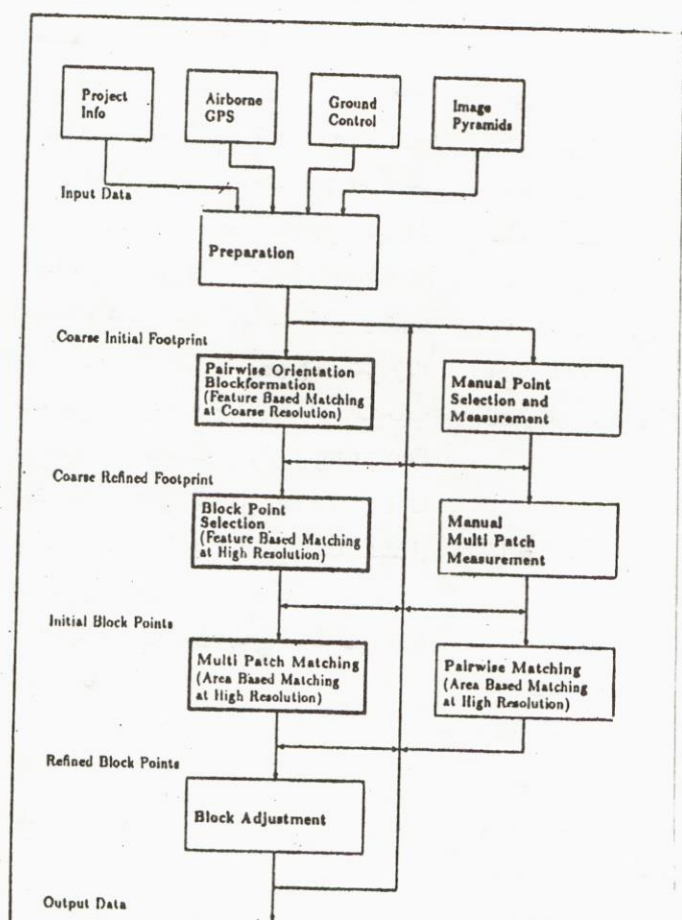
2- Steroscopically

۳- اسکن کردن یک تصویر هوایی استاندارد در اندازه پیکسل

$1544m$ از تصویری رقومی به اندازه تقریبی $16k \times 16k$ نتیجه می‌شود.

4- Image Pyramids

5- Anum unattended batch mode



نگاره ۶- نمودار شماتیک روند کار AATS مطابق با مراحل که در محیط مثلث‌بندی هوایی ایترگراف پیاده شده است.

تشکیل بلوک

تشکیل بلوک، طی چند مرحله انجام می‌شود. کار با منطق ساختن تصاویر همجوار به روش مبتنی بر عارضه آغاز می‌شود و اساساً همان الگوریتمی است که برای سیستم توجیه خودکار داخلی توسعه داده‌ایم [Schenk et al. 1991]. در عمل چند صد نقطه متناظر به دست می‌آید که برای تعیین بسیار دقیقتر پارامترهای توجیه نسبت به شرایط استاندارد مورد استفاده واقع می‌شود و در آن معمولاً تنها چند نقطه اندازه‌گیری شده با دست موجود است. دقت نقاط منطق شده به اندازه پیکسل تصاویر به کار رفته برای انطباق‌دهی بستگی دارد. در این مرحله ما توانستیم به دقت ± 1 پیکسل برسیم.

نقاط منطق شده در فایل عکسی^۳ ذخیره می‌شوند. پس از انطباق تمام تصاویر، اپراتور نتایج را بررسی می‌کند از جمله فایل پیام^۴ را که حاوی فهرست

می‌شوند مگر اینکه یک خطای مخرب اجرای کار را دچار وقفه کند و کنترل را به دست اپراتور برگرداند. تشکیل بلوک به عنوان یک توجیه نسبی غیرمستقل همراه با تخمین مقیاس انجام می‌شود (بخش مربوط به طراحی را ببینید). عمل انطباق‌دهی در طول نوارها، نقاط گرهی نوار را تقویت می‌کند که از آن به بعد برای اتصال دادن نوارهای همجوار به بلوک به کار بسته شوند. اگر نقاط کنترل موجود باشد، سرشکنی بلوک با استفاده از چند جمله‌ایها انجام می‌شود.

مشکلات پیش آمده در حین عمل انطباق‌دهی می‌باشد. تحلیل دقیق بسیار اهمیت دارد چرا که انطباق‌دهی به روش خودکار خالی از مشکل نیست. عمل انطباق‌دهی در AATS با نمایش قطعات تصویری همپوشی و به دست دادن امکان اندازه‌گیری دستی نقاط تقویت می‌شود. بعلاوه در صورت درخواست کاربر امکان منتفی شدن عمل منطق سازی نیز وجود دارد. این قابلیت به ویژه هنگامی سودمند است که کاربر مشکلاتی را پیش‌بینی کند که به عدم موفقیت عمل انطباق‌دهی منجر شوند.

کار بعدی ثبت کردن عکسها در یک سیستم مختصات مشترک است و شامل سه مرحله می‌باشد: تشکیل نوار، اتصال نوار و سرشکنی بلوک. این مراحل به ترتیب انجام

- 1- Exposure Points
- 2- block Reference system
- 3- Photo file
- 4- Message file
- 5- Disabling

نتیجه حاصل از تشکیل بلوک و نوار مجموعه‌ای از پارامترهای توجیه تقریبی برای تمام عکسهای مورد استفاده است. به علاوه مختصات تقریبی زمینی (یا بلوکی) نقاط منطبق شده در حین سرشکنی بلوک محاسبه می‌شود. با تشکیل یک مدل DEM تقریبی از کل بلوک Footprint اصلاح شده عکسها محاسبه و تهیه می‌شود. در مناطقی با درجه همپوشی زیاد نقاطی برای انجام کار بعدی انتخاب می‌شود. این نقاط بلوک بر روی Footprint عکسها پیاده و نمایش داده می‌شود تا اپراتور بتواند با استفاده از آنها کار کنترل (بازبینی) و اصلاح (مثل حذف کردن اضافه کردن یا حرکت دادن دستی نقاط بلوک) را انجام دهد.

اندازه گیری

هدف از اندازه گیری، تعیین هرچه دقیقتر نقاط متناظر می‌باشد و فعلا به روش انطباق دهی با کمترین مربعات و با استفاده از تصاویری انجام می‌شود که دارای قدرت تفکیک بالا هستند. اجرای این روش مستلزم تقریب های بسیار خوب است. می دانیم که مختصات عکسی نقاط بلوک انتخاب شده که طی تشکیل بلوک محاسبه شده اند برای منظور شدن تقریب ها، از دقت کافی برخوردار نیستند. برای مثال دقت ± 1 پیکسل با قدرت تفکیک یک میلیمتر در دید کلی در تصویری که قدرت تفکیک آن $15\mu m$ است به ۷۰ پیکسل تغییر میکند.

گام نخست در کار اندازه گیری به محاسبه تقریب های مناسب مربوط می شود. همانگونه که در قسمت طراحی نیز ذکر گردید، برای حل مشکل ایجاد تقریب

روشن ثبت تصویر^۲ به کار بسته می‌شود. کار بر اساس همان نمودار انطباق دهی^۳ است که برای تشکیل بلوک از آن استفاده گردید و اکنون نیز برای قطعات تصویری هم پوشش به کار می‌رود. در مواردیکه یک ثبت قطعات تصویری موفقیت آمیز نباشد لازم است کاربر خود دخالت نماید. بدین ترتیب که قطعات تصویری^۴ هم پوشش نمایش داده می‌شوند و کاربر می‌تواند نقاط را بصورت دستی اندازه گیری کند.

نتایج تجربی

جنبه های بسیار مهم AATS با نصب یک نمونه در سیستم Image Station اینترگراف آزمایش گردید. در این قسمت به بررسی نتایجی خواهیم پرداخت که از دو پروژه مختلف حاصل شده اند. پروژه نخست به نام مثلث بندی هوایی با استفاده از تصاویر رقومی به سازمان اروپایی تحقیقات تجربی فتوگرامتری^۵ تعلق داشت. در این تجربه، بلوک مورد آزمایش (شامل ۴ نوار و ۷ تصویر در هر نوار) منطقه ای شهری در جنوب فنلاند بود. عکسبرداری هوایی (رنگی مثبت) با استفاده از دوربین زاویه باز RC20 و از ارتفاع ۶۰۰ متری سطح زمین انجام گرفت. در آن، همپوشی طولی ۶۰ درصد و همپوشی کناری از ۲۴ تا ۴۹ درصد متغیر بود. عکسهای رنگی گرفته شده بعدا با دستگاه اسکنر PS1 اسکن شدند که نتیجه آن تصاویر گام دار خاکستری بود.

پروژه CAMPUS از زیر بلوکهای یک پروژه نقشه برداری بزرگتر است که برای بخش تسهیلات فیزیکی دانشگاه ایالتی اوهایو اجرا شد. این زیر بلوک، منطقه ای شهری با درختان، پارکها و تعداد زیادی

ساختمان بلند را پوشش می‌داد. دیاپوزیتیف های تهیه شده توسط شرکت اینترگراف با دستگاه اسکنر PS1 اسکن شدند. توجیه داخلی برای همه این تصاویر بصورت دستی در Image Station انجام گرفت. این دیاپوزیتیف ها قبلا در دستگاه تبدیل تحلیلی Planicomp اندازه گیری و سپس مثلث بندی هوایی کلاسیک انجام شد. برای اندازه گیری های دستی از نقاط کنترل در AATS استفاده کرده ایم.

انطباق دهی بر روی هر زوج تصویر همجوار شامل تصاویر واقع در نوارهای همجوار، انجام شد. از تصاویر overview با اندازه پیکسل های ۱ میلیمتر و ۰/۵ میلیمتر استفاده شد بدون آنکه تفاوت های مهم در نتایج (غیر از دقت آنها) ایجاد شود. در مورد تصاویر پر عارضه ای که کنتراست خوب دارند قدرت تفکیک پایین تر نیز کافی است. نگاره ۷ نتیجه انطباق دهی در تصویر از دو نوار همجوار را نشان می‌دهد. در اینجا علاوه بر ۲۰ درصد همپوشی جانبی، یک جابجایی^۸ نیز بین نوارها وجود دارد که باعث کم شدن مجدد منطقه همپوشی می‌شود. معهذرا تعدادی قابل توجه از نقاطی که درست انطباق یافته اند دیده شد. همانطور که در بخش های قبلی گفتیم از این نقاط گرهی در کار تشکیل بلوک برای اتصال نوارها استفاده می‌شود.

۱- این مقدار معمول ۳ است (بجز برای خطوط مرزی بلوک)

2- Image Registration

3- Matching Scheme

4- Image Patch Registration

5- European Organization for Experimental Photogrammetric Research

6- Gery Scale

7- Marginal Side Lap

8- Shift



نگاره ۷- دو تصویر از نوارهای همجوار تطابق یابی شده‌اند. علیرغم جایجایی بین دو نوار و همپوشی جانبی، انطباق‌های صحیح بسیاری دیده شد.

AEROTRIANGULATION PROJECTS		
	OEEPE	CAMPUS
photo scale	1:4000	1:4000
pixel size (mm)	0.5	0.95
photos per strip	7	4
number of strips	4	3
points per model	286	338
σ_{py} (mm)	0.43	0.81
blunders per model	35	28
scale points per model	18	22
σ_{scale} [%]	1.4	2.3
X,Y control points	14	8
Z control points	18	12
residual error X,Y (mm)	0.8	1.1
residual error Z (mm)	1.2	1.5

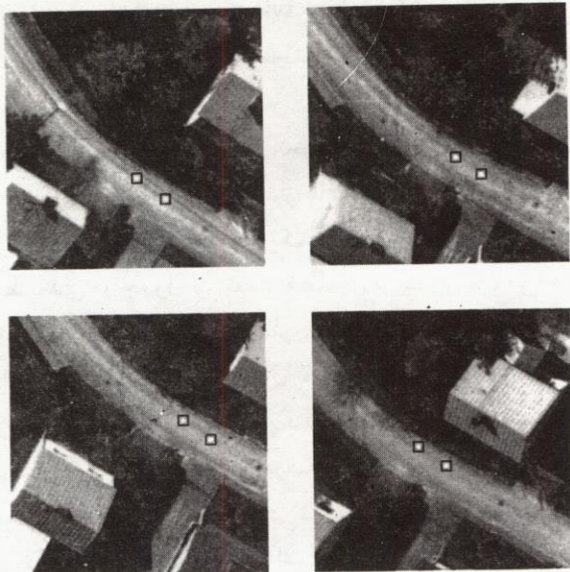
جدول ۱- نتایج تشکیل نوار و بلوک در دو پروژه مثلث بندی

در جدول شماره ۱ خلاصه‌ای از مهمترین نتایج حاصله آمده است. اندازه پیکسل مربوط به تصاویر overview است که همه محاسبات با آنها انجام می‌شود. تعداد نقاط مدل، میانگینی از مجموع نقاط موجود است ارقام نیز از ۱۹۸ تا ۳۶۳ در پروژه OEEPE (اروپایی) و از ۲۷۶ تا ۴۲۳ پروژه CAMPUS (اوهایی) متغیرند. خط بعدی یعنی σ_{py} میانگین انحراف استاندارد پارالاکس γ را در مقیاس تصویر نشان می‌دهد. توجه شود که اندازه‌های کمی کوچکتر از ۱ پیکسل هستند. همانگونه که در بخش قبلی گفته شد، ما از یک طرح بازایی خطاهای عمده نیز استفاده می‌کنیم. خط بعدی در جدول نیز تعداد خطاهای بزرگ را نشان می‌دهد که از میانگیری تمام مدلها به دست آمده است. منظور از تعداد نقاط مقیاس نیز زوج نقطه‌هایی است که برای تعیین فاکتور مقیاس مدل بعد از توجیه نسبی غیرمستقل بکار برده شده‌اند. (رجوع شود به قسمت مقیاس دهی مدل). دقت عدد مقیاس نیز به درصد باز بیان می‌شود. ارزش میانگین ۱/۴ درصد (مربوط به پروژه OEEPE - اروپا) تقریباً معادل خطای بیش از ۱/۲ میلیمتر می‌شود. شاید گفته شود که این میانگین از دقت موردانتظار ± 1 میلیمتر بیشتر است ولی بهر حال با اجرای سرشکنی بلوک این خطا تا اندازه‌ای جبران می‌شود.

نتایج سرشکنی بلوک، که با استفاده از چند جمله‌ایها انجام شده است، با خطای باقیمانده در پلانیمتری و ارتفاع خلاصه شده‌اند. منظور از این خطا، خطاهای باقیمانده در نقاط کنترل و اختلاف در نقاط کنترل است. تعدادی از نقاط تعیین شده توسط AATS بطور دستی و برای استفاده از تصاویر دارای قدرت تفکیک بالا در محیط Image Station اندازه‌گیری شد. بنابراین نقاط کنترل را می‌توان درست در نظر گرفت. در مورد پروژه CAMPUS نقاط کنترل در یک دستگاه تحلیلی اندازه‌گیری شدند. خطاهای باقیمانده در مقیاس تصویر بیان شده‌اند. برای هر دو پروژه دقتی حدود یک میلیمتر برای نقاط منطبق شده بدست آمده است.

در نگاره ۸ مشکل محاسبه تقریبها برای انطباق دهی دقیق نقاطشان داده شده است. در اینجا ۴ قطعه تصویری را ملاحظه می‌کنید. در اطراف نقاط بلوک تعیین شده در سیستم بلوک تقریبی مرکزیت یافته‌اند. دقت تقریباً ۱ میلیمتر می‌باشد. میزان عدم اطمینان به نسبت تغییر قدرت تفکیک از کم به زیاد - که در مثال ما ۱ میلیمتر تا ۰/۱۵ میلیمتر می‌باشد - تا رسیدن به بالاترین قدرت تفکیک افزایش می‌یابد که در مقیاس پیکسل به بالاترین قدرت تفکیک، تعداد ۶۷ پیکسل می‌شود. برای دست یافتن به هم پوشی ۸۰ درصد در قطعات تصویر، اندازه 512×512 کافی می‌باشد. نتایج این روش مستقیم بسیار تشویق کننده است. حتی در پذیرش محتاطانه نقاط منطبق شده تعداد کمی از نقاط در بیش از دو قطعه تصویر یافت می‌شوند. توجه داشته باشید که نقاطی که در نگاره ۸ مشخص شده‌اند در هر ۴ قطعه تصویری وجود داشته‌اند.

نتیجه گیری



نگاره ۸- چهار قطعه تصویری در اطراف نقاط بلوکی که به روش خودکار به دست آمده‌اند، مرکزیت داده شده است. اندازه قطعه تصویری ۲۱۵×۲۱۵ است. نقاطی که به رنگ روشن نمایش داده شده‌اند در قطعات تصویری یافت شده است و به عنوان تقریب برای انطباق دهی دقیق نقاط به کار برده می‌شود.

۱ تا ۲ پیکسلی، یعنی تقریباً ۱ میلیمتری بود. با این میزان دقت می‌توان Footprint ها و موزائیک‌های عکسی ایجاد نمود که از نتیجه اجرای دستی آنها بسیار بهترند.

کار مثلث بندی هوایی را می‌توان در فتوگرامتری رقومی بصورت خودکار تست و اجرا نمود. در این مقاله نشان داده‌ایم که کارهای آماده سازی انتقال نقاط و مراحل اندازه گیری را می‌توان بطور موفقیت آمیزی خودکار نمود. مزیت سیستم‌های خودکار مثلث بندی هوایی، نظیر AATS بالا بردن اساسی سطح کارایی است. بعضی عوامل در افزایش سطح اطمینان موثرند. برای مثال اساساً هیچ محدودیتی در مورد تعداد نقاط تصاویر (یا هر مدل) که بطور خودکار در AATS تعیین می‌شوند وجود ندارد. با داشتن مثلاً ۱۰۰ نقطه در هر تصویر (به جای الگوی ۹ نقطه‌ای معمول) بسیار راحتتر و شاید معنادار می‌توان خطاهای بزرگ را شناسایی کرد. علاوه بر آن می‌توان سایر پارامترهای لازم برای جبران خطاهای تصویر سیستماتیک (مثلاً خطاهایی که به دستگاههای اسکنر فیلم یا دوربین مربوط می‌شود) طی سرشکنی بلوک بطور مطمئن تر محاسبه کرد و در نهایت دقت پارامترهای توجیه خارجی به نسبت تعداد نقاط افزایش می‌یابد. در این مقاله مفهوم AATS و پیاده سازی آن در محیط Image Station اینترگراف شرح داده شده است. تشکیل بلوک، گامی مقدماتی برای انتخاب نقاط بلوک مناسب برای تهیه تقریب‌های خوب می‌باشد. مورد اخیر در عملکرد بعدی یعنی تعیین موقعیت‌های دقیقاً متناظر اهمیت دارد.

نتایج به دست آمده از مدل تشکیل بلوک حاکی از آنند که در شرایط استفاده از تصاویر overview تقریبی می‌توان در انتظار دقت

منابع

- Agou is, P., 1992. Multiple. Image Multipoint Matching for Automatic Aerotriangulation, Dissertation, Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University
- heipke, Ch., 1990. Integration von bildzuordnung, Punktbestimmung, Oberflächchenrekonstruktion und Orthoprojektion in der digitalen Photogrammetrie, Deutsche Geodatische Kommission, Reihe, C, Heft Nr.366.
- Helava, U.V., 1998. Digital Comparator Correlator System, Proceedings of the 16th ISPRS Congress, Kyoto, Japan, 27(B7):160-170.
- Li, J.C. and T. Schenk, 1990. Aerial Image Matching using φ - s Representation, Techn, Notes Photogrammetry No. 4, Dept. of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University
- Schenk, T., J.C. Li. and C. Toth, 1991. Towards an autonomous system for orienting digital stereopairs, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 57(8):1057-1067,
- Tsingas, V., 1991, Automatische Aerotriangulation, Proceedings, 43rd Photogrammetric Week, pp. 253-268.

تعیین موقعیت آنی با GPS در مناطق وسیع

با بهره‌گیری از روش (DGPS)^۲ استفاده‌کنندگان GPS می‌توانند موقعیت نقاط را تا دقت ۵ متر، حتی در شرایطی، تا دقت ۱ متر به دست آورند. در این روش آنها از تصحیحات شبه‌فاصله سنجی مخابره شده استفاده می‌کنند که بویژه قادر است خطای مدار ماهواره و خطاهای ساعت و S.A^۳ و همچنین تاخیراتی که به دلیل آشفتگی در لایه‌های یونسفر^۴ و تروپوسفر^۵ ایجاد می‌شود را کاهش دهند. معهذ، کاربرد DGPS به همراه یک ایستگاه ثابت معایبی هم دارد. برای مثال دقیق‌ترین اطلاعات متاسفانه تنها به منطقه‌ای کوچک محدود می‌شود. برای غلبه بر چنین معایبی گروه‌های تحقیق متعددی در حال متحول کردن تکنولوژی (WADGPS)^۶ هستند. در این مقاله تایسن مولر (Tysen Mueller)، از مشاوران تیل در کوپرتینوی کالیفرنیا درباره مزایا و معایب WADGPS و نیز الگوریتم متفاوتی که برای کاربرد آن طراحی شده است سخن می‌گوید. او با بیش از ۲۵ سال تجربه مهندسی در زمینه سیستم‌های ردیابی و مکان‌یابی از جمله طرح شبکه WADGPS برای ردیابی دریایی شایسته‌ترین فرد برای راهبری این بحث می‌باشد. (WADGPS) یکی از فن‌آوری‌های شبکه تعیین موقعیت آنی با GPS در مناطق وسیع است، که این روزها بطور روزافزون و گسترده مورد توجه قرار دارد. این امر نه تنها از نظر نهادهای دولتی همچون ناسا (NASA)^۷ و گارد ساحلی آمریکا و یا اداره فدرال هوانوردی (FAA)^۸ را جلب کرده است، بلکه از سوی صاحبان خدمات مختلف تجارتي نیز مورد توجه واقع شده است.

ترجمه و تنظیم: مهندس حمیدرضا نانکلی
مهندس بهنام عبوس‌زاده
گیتی تجویدی

ناسا با این کار بطور مشخصی سهولت کاربرد شبکه جهانی از ایستگاههای مرجع GPS را جهت فراهم آوردن تصحیحات DGPS مورد بررسی قرار داده است، تا از این طریق بتواند شاتل‌های فضایی (Space Shuttle) را قادر به فرود اضطراری در پایگاههایی که امکانات امدادی بسیار محدودی دارند بنماید. هم‌اکنون گارد ساحلی آمریکا در حال بررسی امکان شبکه‌بندی علائم رادیویی جهت هدایت دریایی کشتی‌ها به WADGPS است. در

1- Global Positioning System

2- Differential GPS

3- Selective Availability

4- Ionospheric

5- Tropospheric

6- Wide Area Differential GPS

7- National Aeronautics and Space Administration

8- Coast Guard

9- Federal Aviation Administration

برخی معایب استفاده از WADGPS

- شبکه‌های WADGPS بطور معمول برای استقرار و شروع عملیات نسبت به DGPS هزینه بیشتری را شامل می‌شود. چراکه سخت‌افزار و نرم‌افزارهای بیشتری را طلب می‌کند و در نتیجه هزینه‌های ارتباطی آنها نیز بالاتر می‌رود.

- شبکه‌های WADGPS به اندازه DGPS تک مرجع قابل اعتبار نیست چرا که نیازمند سخت‌افزار و نرم‌افزار پیچیده‌تری هستند.

- شبکه‌های WADGPS ممکن است باعث ایجاد پوشش‌های بیشتر در ارسال تصحیحات بشوند. چراکه با توجه به نوع الگوریتم بکار برده شده نیاز به ارتباطات فراشبکه‌ای و نرم‌افزارهای بسیار پیچیده‌تر نسبت به DGPS دارند.

ساختار شبکه^۳

همانطور که در نگاره ۱ دیده می‌شود، شبکه WADGPS یک ایستگاه مرجع GPS است که در منطقه تحت پوشش گسترش یافته و در غیراینصورت مورد فوق‌الذکر حداقل در حول ناحیه تحت پوشش قرار می‌گیرد. در ایستگاه مرکزی، کنترل تصحیحات DGPS از هریک از ایستگاههای مرجع جمع‌آوری شده و بعنوان معیار اندازه‌گیری در الگوریتم شبکه WADGPS بکار برده می‌شود، تا تصحیحات DGPS حاصل شود. ایستگاه این تصحیحات را از طریق ناحیه تحت پوشش به استفاده کننده مخابره می‌کند و همچنین این اطلاعات به ایستگاههای مانیتور که مجموعه تصحیحات را از هم

عین حال اداره فدرال هوانوردی نیز استفاده از شبکه WADGPS را برای CONIS (بخش عملیات قاره‌ای آمریکا) تحت بررسی دارد، تا از طریق GPS امکان ردیابی و فرود دقیق هواپیماها را ممکن سازد. از سوی دیگر یک موسسه خدماتی نیز در حال تحقیق در استفاده از شبکه ساحلی GPS برای پوشش کامل اقیانوسی است. در حال حاضر دو موسسه خدماتی دیگر و نیز یک موسسه در آینده از این سیستم بهره‌مند خواهند شد.

بنابراین جا دارد پرسیم واقعا WADGPS چیست که این چنین توجه بسیاری را بخود جلب کرده است و چگونه می‌توان آن را با DGPS مقایسه کرد. چرا این تکنولوژی از اهمیتی که گفته شد برای نهادها برخوردار است؟ نقاط ضعف آن چیست؟ هم اکنون از چه روشهایی در این زمینه استفاده می‌شود و ... این‌ها بخشی از پرسشهایی است که در این مقاله سعی شده به آنها پاسخ داده شود.

محاسن و معایب WADGPS

WADGPS توسط چانگ دون کی^۱، از استانفورد و همکارانش در اداره هوانوردی فدرال معمول و رایج شد. او می‌خواست از این طریق شبکه‌ای از ایستگاههای مرجع GPS را توصیف کند که قادر به ارسال تصحیحات DGPS در منطقه وسیع برای استفاده کنندگان باشد. کاربرد معمول در این زمینه می‌تواند مکان‌یابی وسایل هوایی و دریایی و یا سایر وسایل نقلیه و نیز عملیات نقشه‌برداری مانند اکتشاف باشد.

عبارت شبکه DGPS نیز توسط پیتر لومیس^۲ رایج شد. او این عبارت را در تحقیقی که در آن تکنولوژیهای را جهت اتصال ایستگاههای تک مرجعی DGPS توصیفی می‌کرد بکار برد. هدف این اتصال قادر ساختن استفاده کننده در دستیابی به ایستگاه چندمرجعی بود. این عبارت محدوده محلی و محدوده گسترده و جهانی را شامل می‌شود.

محاسن برجسته استفاده از WADGPS

- WADGPS دارای پوششی قابل گسترش در مناطق غیر قابل دسترسی همچون پیکرندیه‌های بزرگ آبی است.

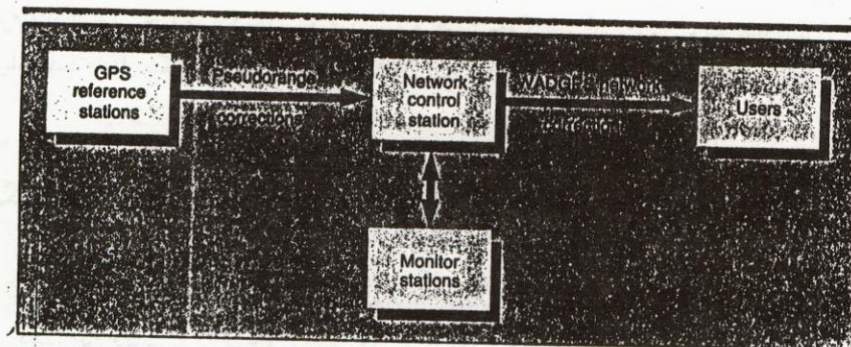
- پوشش WADGPS می‌تواند ایستگاههای مرجع را شامل شود. این مسئله با توجه به بافت منطقه قابل تغییر است.

- دقت WADGPS با توجه به فاصله طول باز از نزدیکترین ایستگاه مرجع بیشتر از روش مشابه در DGPS می‌باشد و نیز این سیستم با توجه به الگوریتم مورد استفاده در شبکه کاملاً مستقل از طول مبنا عمل می‌کند.

1- Changdon kee

2- Peter Loomis

3- Network Architectures



نگاره ۱- در شبکه مرکزی کنترل تصحیحات شبه فاصله سنجی را از ایستگاههای مرجع جمع آوری می کنند. تصحیحات WADGPS محاسبه نموده آنها را به استفاده کنندگان و ایستگاههای تصحیح کننده مخابره می کند.

Network type	Network density	Network software approaches
Extended DGPS	• Dense • Dense	• Corrections selected from closest station, or • Corrections interpolated between nearest stations
Local area DGPS (LADGPS)	• Dense	• LADGPS corrections based on weighted sum of station corrections
Wide area DGPS (WADGPS)	• Dense • Sparse	• Quiltwork of LADGPS networks, or • WADGPS corrections based on partially functionalized DGPS error estimates
Worldwide DGPS (WWDGPS)	• Sparse	• WWDGPS corrections based on separate DGPS error estimates obtained from continuous coverage of all satellites

جدول ۱- دسترسی به شبکه های مختلف DGPS و محدوده های مختلف تحت پوشش را نشان می دهد.

نوع اول، بدون آنکه خطای DGPS را تخمین بزند تصحیحات DGPS را در اختیار استفاده کننده قرار می دهد. نوع دوم میزان خطاهای منفرد DGPS را ایزوله کرده و یا آنها را مستقیماً به استفاده کننده منعکس می کند و یا آنها را به تصحیحات DGPS که در منطقه مورد استفاده اعتبار دارند تبدیل می نماید.

مزیت استفاده از Measurement Domain این است که آنها را به راحتی قابل استفاده می کند و حداقل به ۳ ایستگاه مرجع یا بیشتر نیاز دارد. این ایستگاههای مرجع الزاماً نباید در منطقه وسیع پراکنده شوند، چرا که این روش به حداقل مشاهدات نیازمند است. عیب این روش در این است که با دور شدن از مرکز شبکه دقت تصحیحات آن کاهش می یابد.

مزیت الگوریتم State Space Domain عبارت است از این که خطاها مستقل از طول مبنا عمل می کنند، دقت طولهای مبنا به بالاترین مقدار خود بوده و بعضی از خطاها با تکرار کمتری مخابره می شوند. خطاهایی مانند مسیر ماهواره و یونسفر، تغییرات کمتری نسبت به خطای ساعت ماهواره که شامل SA را نیز می شود دارد، از معایب این سیستم نیاز

متمایز می کند، نیز مخابره می شود.

جدول ۱ چند نوع از شبکه WADGPS را که می تواند برای ایجاد تصحیحات بویژه هنگامیکه بیش از یک ایستگاه DGPS در دسترس باشد و بکار برده شود را نشان می دهد. این روشها تفاوت هایی با هم دارند. روش adhoc که به آن عنوان گسترش یافته داده اند تا شبکه WADGPS جهانی مانند، را در نظر می گیرد. وجه تمایز بین WADGPS و WWDGPS این است که دومی قادر به ردیابی تمامی ماهواره ها یا وسایل فضایی (SVS) است و به همین دلیل قادر است بطور کامل میزان خطاهای موجود در سیستم را نیز تخمین بزند.

دو واقعیت در ساختار شبکه DGPS وجود دارد، هرچه منطقه پوشش بزرگتر باشد شبکه مرجع وسیعتر خواهد بود و هرچه شبکه مرجع وسیعتر باشد طبیعتاً منطقه تحت پوشش نیز بزرگتر خواهد بود. بعنوان مثال شبکه پیشنهادی WWDGPS ناسا، شبکه ای جهانی با (۳۳) ایستگاه DGPS را در بر می گیرد. متقابلاً شبکه CONUS با (۱۶) ایستگاه مرجع نمونه ای از WADGPS برای گارد ساحلی آمریکا محسوب می شود.

نگاهی به الگوریتم های متفاوت شبکه DGPS

انواع الگوریتم های شبکه

الگوریتم شبکه DGPS به دو دسته State-Space و Measurement Domain تقسیم می شود.

1- Space Vehicles

به داشتن شبکه جغرافیایی گسترش یافته‌ای شامل ۸ ایستگاه مرجع DGPS یا بیشتر، نرم‌افزار الزاما پیچیده‌تر، گیرنده دو فرکانسه و در نتیجه گران‌تر است و تصحیحات آن نیز نیازمند نرم‌افزار پیچیده‌تری در گیرنده استفاده کننده می‌باشد.

الگوریتم Measurement Domain

این دسته از الگوریتم‌ها نوعی تصحیح در شبکه DGPS را فراهم می‌آورد که مجموعه تصحیحاتی است که بصورت وزن دار در ایستگاه مرجع DGPS انجام می‌شود. سه الگوریتم اول مربوط به روش Measurement domain در جدول ۲ از استراتژیهای مختلفی برای بدست آوردن ضرایب وزن دار بهره می‌جوید. الگوریتم تانگ از فیلتر کالمن (Kalman) که عدم وابستگی تصحیحات ایستگاه مرجع را در نظر می‌گیرد استفاده می‌کند. (از این پس ما الگوریتم‌های مختلف را به نام بانیان اولیه آن بکار خواهیم برد و به رساله‌ای که به بهترین شکل آنرا توصیف کند اشاره خواهیم کرد). الگوریتم لومیس بر مبنای این فرض حرکت می‌کند که تصحیحات شبکه بر سطحی هموار بر فراز محدوده تحت پوشش قرار گرفته و ضرایب وزن دار را با استفاده از بسط سری Taylor حول مرکز شبکه استخراج می‌کند. الگوریتم‌های فوق ضرایب وزن دار را بر اساس حداقل واریانس خطای DGPS در تصحیحات بدست می‌آورند الگوریتم اول و سوم می‌توانند نتایج مشابه و قابل مقایسه‌ای فراهم آورند. چراکه هر دو از دسته الگوریتم‌هایی با حداقل برآورد خطاها هستند.

الگوریتم State - Space Domain

این گروه از الگوریتم‌ها منابع خطای منحصر به فرد GPS را برآورد کرده و معمولا از الگوریتمی چند مرحله‌ای و گیرنده‌های دوفرکانسه سود می‌جوید.

الگوریتم پیشنهادی برای شبکه DGPS

جدول شماره ۲ برخی از الگوریتم‌های پیشنهاد شده برای شبکه DGPS را نشان می‌دهد. این فهرست در درجه اول می‌کوشد تا تعداد متعددی از روشهای مختلفی را که توسط طراحان و بانیان آن استفاده شده است را نشان دهد. این فهرست، فهرستی کامل از الگوریتم‌ها که شاید دو برابر فهرست فعلی باشد نیست. سه الگوریتم اول جدول الگوریتم‌های Measurement Domain هستند و ۵ الگوریتم آخر نشان دهنده الگوریتم State-Space-Domain می‌باشند (برخی طراحان الگوریتم‌هایی را ترجیح می‌دهند که عبارت WADGPS را برای State-Space-Domain و DGPS شبکه‌ای را بطور کلی برای الگوریتم‌های Measurement Domain بکار برند). همچنین این جدول بطور خلاصه به این مسئله می‌پردازد که هر الگوریتم چگونه می‌تواند خطای منحصر بفرد را کنترل کند.

Measurement Domain Algorithms						
Algorithm	Reference receiver	DGPS error processing				
Multiple reference station DGPS (Tang ³)	C/A-code	DGPS corrections from multiple reference stations weighted with Kalman filter gain based on Gauss Markov 1-D spatial decorrelation function				
Partial derivative algorithm (Loomis ^{1,4})	C/A-code	DGPS corrections from multiple reference stations fit to first-order Taylor series expansion of 2-D spatially distributed correction model				
Minimum variance algorithm (Mueller ^{2,5})	C/A-code	DGPS corrections weighted with minimum variance coefficients based on 2-D spatial decorrelation functions (station-station and station-user)				
State-Space Domain Algorithms						
DGPS error processing						
Algorithm	Reference receiver	Reference clock	Troposphere	Ionosphere	SV clock	SV orbit
Extended DGPS concept (Brown ⁶)	Dual frequency	None	Measure and 3 term-fit to Altschuler model	Measure and 8-term-fit to Bent model	Estimate using least-squares filter (LSF)	
WWGPS network filter (Loomis ⁴)	Dual frequency	Remove	Measure and remove with Davis model	Measure and scale fit to 90 model	Estimate errors with LSF, after ephemeris corrected	Two-step LSF estimate of three positions and 15 ephemeris errors
WADGPS (Kee ⁷)	Dual frequency	Atomic	None (treat as receiver noise variable)	Measure and fit to 8 term Klobuchar model	Estimate in batch LSF	
WADGPS (Ashkenazi ⁸)	C/A-code	Reference to master clock and estimate with SV clock	Model combined errors as inverse cosine scale factor error (estimated with orbit errors) and fit to (8-term) Klobuchar-like model		Estimate with network clock after other errors	Estimate with LSF using double-difference measurements and sophisticated SV orbit model
WADGPS Bayesian minimum variance filter (Mueller ¹⁰)	C/A-code	Estimate	Estimate spatially correlated scale factor error of troposphere model	Estimate spatially correlated scale factor errors of Klobuchar model	Estimate with SV radial error	Estimate three SV position errors

¹ P. Loomis, L. Sheynblat, and T. Mueller, "Differential GPS Network Design," *Proceedings of ION GPS-91—The Fourth International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation*, September 11-13, 1991; Albuquerque, New Mexico, pp. 511-520. Prepared by The Institute of Navigation, Washington, D.C.

² T. Mueller, P. Loomis, and L. Sheynblat, *DGPS Design Issues Study, Final Report*, prepared by The TAI Corporation for the Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center, Cambridge, Massachusetts, September 1993.

³ J. Tang, N. Johnson, and J. Graff, "Differential GPS Operation with Multiple Ground Reference Stations," *Proceedings of ION GPS-89—The Second International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation*, September 27-29, 1989; Colorado Springs, Colorado, pp. 319-323. Published by The Institute of Navigation, Washington, D.C.

⁴ G.J. Geer, P.V.W. Loomis, and A. Klobuchar, "System Analysis for a Kinematic Positioning System Based on the Global Positioning System," *Final contract report by Trimble Navigation Ltd for the United States Army Topographic Engineering Center, Fort Belvoir, Virginia, 1990*. Published as *Dredging Research Program Contract DRP-92-8*, December 1992.

⁵ T. Mueller, "Maximum Variance Network DGPS Algorithm," Presented at PLANS '94, the Position, Location, and Navigation Symposium of the Institute of Electrical and Electronics Engineers' Aerospace and Electronics Systems Society, April 11-15, 1994.

⁶ A. Brown, "Extended Differential GPS," *Navigation, Journal of The Institute of Navigation*, Vol. 36, No. 3, Fall 1989, pp. 265-266.

⁷ P.V.W. Loomis et al., "NASA SBIR Phase II, Worldwide Differential GPS Final Report," Prepared by Trimble Navigation Ltd. for NASA Johnson Space Center, November 1992.

⁸ C. Kee, B.W. Parkinson, and P. Axelrad, "Wide Area Differential GPS: A Performance Study," *Proceedings of ION GPS-92—The Fifth International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation*, September 16-18, 1992; Albuquerque, New Mexico, pp. 589-598. Published by The Institute of Navigation, Washington, D.C.

⁹ T. Mueller, M. Blester, and P. Loomis, "Performance Comparison of Candidate U.S. Coast Guard WADGPS Network Architectures," Presented at The Institute of Navigation National Technical Meeting, San Diego, California, January 24-26, 1994.

جدول ۲- برخی از الگوریتم‌های پیشنهادی شبکه DGPS (Measurement Domain and State - Space Domain)
Measurement Domain Algorithms و State - Space Domain

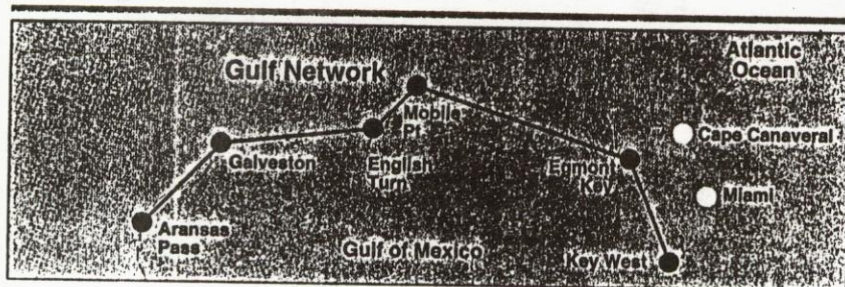
خطای تاخیر تروپوسفر: Kee، با آن بعنوان نویز برخورد می‌کند. اشکنازی (Ashkenazi) آنرا به شکل همسان با خطای تاخیر یونسفر ترکیب کرده و تخمین می‌زند. سایر محققان با استفاده از پارامترهای (فشار-رطوبت - درجه حرارت خشک) اندازه‌گیری کرده و یا از آن مدل سازی استاندارد می‌کنند.

- خطای تاخیر یونسفر: هم اشکنازی و هم لومیس در الگوریتم WADGPS خود آنرا تقریب می‌زنند. حال آنکه سایر محققین با استفاده از گیرنده‌های دوفرکانسه آنرا اندازه‌گیری کرده و با مدل های مختلف یونسفر پردازش می‌کنند.

- خطاهای ساعت و مدار ماهواره: تمامی الگوریتم‌ها با استفاده از فیلتر کمترین مربعات بصورت یک مرحله‌ای و دومرحله‌ای خطاها را برآورد می‌کنند. به جز الگوریتم WADGPS لومیس که فیلتر Bayesian را بکار می‌برد. در حالیکه هم براوون و هم کی از فیلتر کمترین مربعات در هر اندازه‌گیری بهره می‌گیرند لومیس در WADGPS خود یک پردازش دو مرحله‌ای را به همراه اندازه‌گیری چند منظوره بکار می‌برد.

نتایج اجرایی

از آنجایی که محققین متعدد نتایج عملیات مختلف خود را براساس اطلاعات و آزمایشات مختلف منتشر نموده‌اند، مقایسه الگوریتم عملیاتی به نظر دشوار می‌آید. با این همه با استفاده از سیستم شبیه سازی Montcarlo می‌توان عملیات ناوبری را به همراه الگوریتم‌های Measurement Domain و State-Space Domain مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. هر الگوریتم از همان مدل عملیاتی خطای DGPS استفاده می‌کند که شامل خطاهای ساعت و مدار ماهواره همراه با DGPS باشد. برای این منظور یک شبکه فرضی همانطور که در نگاره ۲ نشان داده شده است انتخاب شده که شامل ۶ ایستگاه مرجع شامل ۱ گیرنده تک فرکانسه (کد C/A) می‌باشد. این نقاط متعلق به گارد ساحلی آمریکا در خلیج مکزیک است که عملیات نصب و ارسال علائم رادیویی دریایی DGPS به روی آنها انجام شده است. برای الگوریتم State-Space-Domain ما دقت ناوبری را برای استفاده کنندگانی که در داخل محدوده شبکه ساحلی بودند و نیز تصحیحات خود را از بافت منطقه‌ای



نگاره ۲- ۶ سایت گارد ساحلی آمریکا که علائم رادیویی در سیستم (DGPS) را دارا می‌باشند و شبکه فرضی برای ارزیابی الگوریتم‌ها نشان داده شده است.

الگوریتم براوون (Brown) اصل اولیه‌ای بود که بعنوان برنامه کاری برای تعدادی از الگوریتم‌های WADGPS که بعدها هویدا شد، بکار برده شد. الگوریتم WADGPS لومیس یکی از ساده‌ترین الگوریتم‌های State-Space-Domain است که می‌تواند بعنوان الگوریتمی تک مرحله‌ای بکار برده شود.

سیستم براوون خطاهای ساعت گیرنده مرجع را نادیده گرفته و خطاهای ناشی از تاخیرات تروپوسفر را با استفاده از اندازه‌گیری فشار، رطوبت، درجه حرارت خشک و با استفاده از مدل آلت شولر (Alt Schuler) محاسبه می‌نماید و از گیرنده‌های دو فرکانسه برای اندازه‌گیری تاخیرات یونسفری سود می‌جوید. سپس این اندازه‌گیری را برای به روزرآوردن مدل جهانی یونسفر بنت (Bent) بکار می‌برد. مدل نهایی شبیه مدل تاخیر یونسفر ارسال شده از ماهواره است و نهایتاً با استفاده از فیلتر کمترین مربعات بر روی مشاهدات شبه فاصله‌سنجی که برای تاخیرات لایه‌های یونسفر و تروپوسفر تصحیح می‌گردد، تا خطاهای ساعت ماهواره و موقعیت مدار را به دست آورد.

می‌توان الگوریتم State-Space-Domain را به منظور برآورد خطاها این چنین بازنگری کرد:

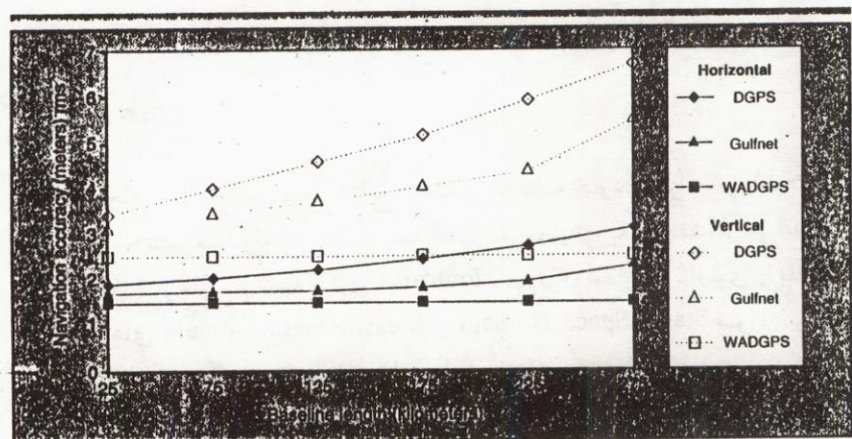
- خطای ساعت گیرنده مرجع: روش براوون آن را نادیده می‌گیرد. الگوریتم WADGPS متعلق به لومیس آنرا از طریق پردازش اولیه اندازه‌گیری‌ها از بین می‌برد. Kee با استفاده از ساعت‌های اتمی در ایستگاههای مرجع می‌کوشد تا آنرا به کمترین مقدار خود برساند و سایر محققان آن را تخمین می‌زنند.

نتایج

در این مقاله ما نگاهی به تکنولوژی شبکه WADGPS انداختیم و در طی آن به بحث درباره بافت شبکه و برآورد عملکرد الگوریتم‌ها و بیان بعضی از امتیازات و معایب آنها پرداختیم. دیدیم که توجه روزافزون به تکنولوژی WADGPS ناشی از فراهم آوردن تصحیحات آنی DGPS است که مستقل از طول مبنا عمل می‌کند و در عین دقت نیازی به شبکه متراکمی از گیرنده‌های مرجع ندارد.

علیرغم اینکه تا به امروز توجه بر الگوریتم شبکه Phase Smoothed Code Carrier بوده است امروزه هم در ایالت متحده و هم در سایر نقاط توجه روزافزونی به تکنولوژی روش کینماتیک همراه با فاز حامل و استفاده از الگوریتم شبکه‌ای می‌شود. در آمریکا سازمان مهندسی ارتش و مرکز تحقیقات ناسا رهبری این تحقیقات را برعهده دارند که اولی نتیجه این تحقیقات را برای بررسی دقیق مسیرهای کشتیرانی، نقشه برداری زیرآب و دیگری برای فرود هواپیماها از آن بهره می‌گیرند.

WADGPS که خود شامل ۱۶ ایستگاه مرجع با گیرنده‌های تک فرکانس می‌شد ارزیابی کردیم. این گیرنده‌های مرجع در سواحل آمریکا و نیز در پایگاه‌های Alaska, Greatlakes, Hawaii, Puertorico, واقع شده بودند. برای DGPS و سایر الگوریتم‌های Measurement Domain ما دقت ناوبری استفاده کنندگانی که در ایستگاه‌های مرجع ساحلی بودند را ارزیابی نمودیم که یا به شکل منحصر بفرد و یا در شبکه ۶ ایستگاهی موردسنجش قرار داشته‌اند. نگاره ۳ - root-mean - square (rms) انحراف معیار تعیین موقعیت و ناوبری در راستای قائم و افقی برای بیش از ۱/۷۰۰ استفاده کننده که در محدوده ۳۰۰ کیلومتری از شبکه ساحلی قرار داشتند را نشان می‌دهد. نتایج حداقل واریانس با علامت Gulf Net و فیلتر Bayesian با نام WADGPS مشخص شده است. همانطور که دیده می‌شود. دقت DGPS و الگوریتم حداقل واریانس با فاصله استفاده کننده از نزدیکترین ایستگاه مرجع کاهش می‌یابد هرچند که شیوه عمل الگوریتم آخری به شکل قابل توجه با اولی فرق می‌کند. الگوریتم Bayesian مستقل از طول مبنا عمل کرده و می‌تواند همانطور که در تصویر دیده می‌شود بهتر از دو الگوریتم دیگر نسبت به طول مبنا عمل کند.



نگاره ۳- دقت ناوبری استفاده کننده در مقابل طولهای مبنای بلند برای بیش از ۱/۷۰۰ استفاده کنند که در محدوده ۳۰۰ کیلومتری هر سایت را نشان می‌دهد.

منابع

- P. Loomis, L. Sheynblat, and T. Mueller. "Differential GPS Network Design." *Proceedings of ION GPS-91 — The Fourth International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation*; September 11-13, 1991; Albuquerque, New Mexico, pp. 511-520. Published by The Institute of Navigation, Washington, D.C.
- T. Mueller, P. Loomis, and L. Sheynblat. *DGPS Design Issues Study, Final Report*, prepared by the TAU Corporation for the Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center, Cambridge, Massachusetts, September 1993.
- W. Tang, N. Johnson, and J. Graff. "Differential GPS Operation with Multiple Ground Reference Stations." *Proceedings of ION GPS-89 — The Second International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation*; September 27-29, 1989; Colorado Springs, Colorado, pp. 319-323. Published by The Institute of Navigation, Washington, D.C.
- G.J. Geier, P.V.W. Loomis, and A. Kleusberg. "System Analysis for a Kinematic Positioning System Based on the Global Positioning System." Final contract report by Trimble Navigation Ltd. for the United States Army Topographic Engineering Center, Fort Belvoir, Virginia, 1990. Published as *Dredging Research Program Contract Report DRP-92-8*, December 1992.
- T. Mueller. "Minimum Variance Network DGPS Algorithm." Presented at PLANS '94, the Position, Location, and Navigation Symposium of the Institute of Electrical and Electronics Engineers' Aerospace and Electronics Systems Society, April 11-15, 1994.
- A. Brown. "Extended Differential GPS." *Navigation, Journal of The Institute of Navigation*, Vol. 36, No. 3, Fall 1989, pp. 265-286.
- P.V.W. Loomis et al. "NASA SBIR Phase II, Worldwide Differential GPS Final Report." Prepared by Trimble Navigation Ltd. for NASA Johnson Space Center, November 1992.
- C. Kee, B.W. Parkinson, and P. Axelrad. "Wide Area Differential GPS." *Navigation, Journal of The Institute of Navigation*, Vol. 38, No. 2, Summer 1991, pp. 123-146.
- V. Ashkenazi and C.J. Hill. "Wide Area Differential GPS: A Performance Study." *Proceedings of ION GPS-92 — The Fifth International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation*; September 16-18, 1992; Albuquerque, New Mexico, pp. 589-598. Published by The Institute of Navigation, Washington, D.C.
- T. Mueller, M. Blester, and P. Loomis. "Performance Comparison of Candidate U.S. Coast Guard WADGPS Network Architectures." Presented at The Institute of Navigation National Technical Meeting, San Diego, California, January 24-26, 1994.

مصاحبه با مدیر بخش GIS سازمان نقشه برداری کشور در ارتباط با چهاردهمین اجلاس دائمی آسیا واقیانوسیه

نقشه برداری : با تشکر از اینکه قبول زحمت فرموده و به نشریه خودتان افتخار دادید لطفا در مورد ضرورت تشکیل این کمیته و اهداف آن جهت اطلاع خوانندگان نشریه توضیحاتی ارائه فرمائید.

رجبی فرد : همانگونه که در گزارش نشریه نقشه برداری شماره ۲۲ (تابستان ۷۴) بیان گردید، سازمان ملل متحد به جهت ضرورت در تشکیل و بکارگیری سیستمهای اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان بهترین راه حل در پاسخ به نیاز جوامع پیشرفته بخصوص جامعه استفاده کننده از نقشه و با توجه به احساس نیاز شدیدی که کشورها به در دست داشتن اطلاعات صحیح و به هنگام دارند، در صدد تشکیل یک کمیته دائمی (GIS) برای منطقه آسیا و اقیانوسیه برآمد.

در خصوص اهداف این کمیته بصورت اجمال می توان از: همکاری در توسعه ساختار زیربنایی در خصوص تدوین یک سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه، مشارکت در توسعه این ساختار برای ایجاد یک سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تمام دنیا، تبادل تجارب و مشاوره بر روی موضوعات مورد توجه عموم را ذکر نمود.

به منظور دستیابی به این اهداف نیز می توان به وظایف کلی این کمیته از قبیل تدوین قوانین و مقررات اجرایی، تدوین و تعیین استانداردهای مورد نیاز، تعیین یک پایگاه اطلاعاتی در منطقه شامل داده های مبنایی (ژئودزی، توپوگرافی، کاداستر، اسامی جغرافیایی، هیدروگرافی، داده های اقتصادی و محدوده های مرزی) و داده های مرتبط با آنها به منظور بالابردن بهره وری در زمینه های اقتصادی، اجتماعی، منابع انسانی و توسعه کشورها و همچنین تدوین مکانیزمی که بتواند ارتباط کشورهای منطقه را با یکدیگر در استفاده از این داده ها و موضوعات مشترک مهیا نماید اشاره داشت. لازم به ذکر است که این ارتباط از طرق مختلفی همچون تصویب سیاستهای دستیابی به داده ها، پروتکل های بین

دولتها، استفاده از استانداردهای فنی مشترک و برقراری قوانین و مقررات منطقه ای میسر می گردد. ذکر این نکته ضروری است که این پایگاه اطلاعاتی در منطقه، متشکل از داده های کشورهای مختلف، یک پایگاه اطلاعاتی متمرکز در یک مکان و تحت نظر و سیاستگذاری یک دولت خاص نبوده، بلکه هر کشوری بخش مربوط به خود را تهیه، حفظ و نگهداری کرده و در صورت نیاز به تبادل اطلاعات از مکانیزم های فوق الذکر استفاده می نماید. در کل می توان اینطور بیان نمود که پایگاه اطلاعات توزیع شده تحت نظر و کنترل کشورهای مختلف منطقه بوده که در قالب یک سری قوانین و مقررات مشترک ایجاد و مدیریت می شود و در صورت نیاز تبادل اطلاعات می نماید.

نقشه برداری : اصولا فکر ایجاد این کمیته از چه سالی مطرح شده و نحوه تامین بودجه و مخارج آن چگونه است؟

رجبی فرد : تشکیل این کمیته در راستای مصوبه شماره ۱۶ سیزدهمین کنفرانس کارتوگرافی منطقه ای سازمان ملل (UNRCC) در سال ۱۹۹۴ پکن می باشد. در این مصوبه تشکیل کمیته GIS منطقه آسیا و اقیانوسیه در مدت یکسال از آن تاریخ زیر نظر سازمان ملل پیش بینی گردید و کشور مالزی به عنوان میزبان در برپایی اولین اجلاس آن به منظور دعوت از کشورهای منطقه و در جهت شکل گیری این کمیته تعیین شد.

در خصوص تامین بودجه و مخارج برپایی اجلاسهای عمومی، جلسات هیئت رئیسه و گروه های کاری این کمیته باید به عرض برسانم طبق ماده ۲۴ آئین نامه اجرایی کمیته، تامین این بودجه به عهده کشور میزبان بوده و در مورد هزینه های مربوط به شرکت افراد شامل، هزینه سفر، تهیه بلیط و غذا به عهده کشور متبوع می باشد که در صورت تعریف پروژه های مشترک برای

تحقيق و اجرا در منطقه، با دعوت كميته از اعضا براي مشاركت مالي جهت تامين بودجه مورد نياز با توجه به منافع حاصله و بهره گيري از نتايج آن پروژه ها صورت مي پذيرد. همچنين كميته در اين خصوص سعي در جلب و جذب حمايت مالي از منابع بين المللي به خصوص سازمان ملل متحد دارد.

نقشه برداري: سقف عضويت اعضا در اين كميته چگونه تعيين گرديده است؟

رجبي فرد: طبق ماده ۷ فصل سوم آئيننامه اجرايي اين كميته، اعضا متشكل از نماينده رسمي معرفي شده از سوي كشورهاي منطقه آسيا و اقيانوسيه بوده كه از طرف سازمان ملل براي فعاليتهاي منطقه اي و بين المللي مجاز شناخته مي شوند. ليست كشورهاي مورد تايد سازمان ملل مرتبا از سوي آن سازمان اعلام مي گردد و در حال حاضر تعداد اين كشورها در منطقه ۵۵ كشور مي باشد. لازم به ذكر است كه نمايندگان معرفي شده معمولا از سازمانهاي مسئول تهيه نقشه و GIS ملي كشور متبوع خود مي باشند.

نقشه برداري: تاثير اين كميته بر GIS كشور ما چيست؟

رجبي فرد: با توجه به موقعيت جمهوري اسلامي ايران در اين كميته به عنوان يكي از اعضاي هيئت رئيسه و اجرايي آن همپا با كشورهاي پيشرفته در زمينه GIS مانند ژاپن، استراليا، نيوزيلند و چين خود نشانگر وجود پتانسيل بالا در زمينه GIS و توان علمي و عملي در اين زمينه مي باشد. از سوي ديگر با توجه به اهداف اين كميته كه يكي از اهدافش ايجاد محيطي براي تبادل تجارب و همكاري با كشورهاي منطقه در خصوص آموزش و توسعه اين سيستم هاست، كشور ايران مي تواند در زمينه صدور خدمات فني، مشاوره اي و اجرايي در زمينه تهيه نقشه و GIS در منطقه سهم به سزايي داشته و از اين طريق معرف كشور در سطح بين المللي نيز باشد. همچنين مي توان از دستاوردهاي اين كميته با توجه به وظيفات آن از قبيل استانداردها، مكانيزمهاي طراحي و اجرا و ارتباطات و پروژه هاي جاري در سطح ملي در زمينه GIS بهره جست.

نقشه برداري: آيا اين كميته نشرياتي هم دارد؟ اگر پاسخ مثبت است. به چه زبانهاي منتشر مي شود؟

رجبي فرد: اين كميته داراي مستنداتي از قبيل گزارشات اجلاسه اي عمومي و جلسات هيئت رئيسه است كه در خاتمه هر اجلاس تهيه و تكثير شده و بين اعضا توزيع مي گردد. همچنين در هر اجلاس عمومي با توجه به موضوعات مطروحه در دستوركار جلسات، گزارشات ملي و مقالات فني و علمي از سوي كشورهاي منطقه تهيه و به اجلاس ارائه مي گردد.

اين مدارك به صورت سري شماره ثبت خورده و جز اسناد و مدارك سازمان ملل حفظ و نگهداري شده و بين اعضا توزيع مي شود. در اينجا لازم به ذكر است كه يكي از مصوبات اجلاس اخير در استراليا ايجاد يك سيستم WWW Home Page براي كميته بوده است كه بتوان از اين پس اسناد و مدارك كميته را در آن سيستم براي دسترسي قرار داد. با توجه به زبان رسمي اجلاس كه انگليسي است كلييه اسناد و مدارك به اين زبان منتشر مي شوند.

نقشه برداري: انتخاب كشورها براي برگزاري اجلاس عمومي طبق چه ضوابطي صورت مي گيرد؟

رجبي فرد: معمولا با پيشهاد يكي از كشورهاي عضو براي ميزباني و ارائه رسمي آن موضوع در يكي از نشستهاي اجلاس عمومي مطرح و با حمايت دو كشور ديگر از آن پيشهاد موضوع به رای گذاشته ميشود و در صورت وجود بيش از يك كشور براي ميزباني اجلاس، با اكثريت آرا يكي از كشورها انتخاب مي گردد.

نقشه برداري: اخيرا مطلع شده ايم كه در اجلاسيه اخير ايران نيز پيشنهادي براي ميزباني اجلاس ارائه نموده است. خواهشمند است در اين خصوص و نتايج اجلاس صحبت فرمائيد.

رجبي فرد: طبق آئيننامه اجرايي كميته، سالانه يكبار اجلاس عمومي با شركت تمام اعضا مي بايست تشكيل گردد. در اين رابطه پيشهاد برگزاري اجلاس آتي كميته در ايران از سوي سازمان نقشه برداري كشور به هيئت محترم دولت ارائه گرديد كه در تيرماه سال جاري اين پيشهاد مورد تصويب قرار گرفت. سپس نامه رسمي در اين باره به رئيس كميته ارسال و درخواست طرح

کشور چین پیشنهاد خود را برای میزبانی اجلاس پنجم مطرح نمود.

نقشه‌برداری: با توجه به تصویب برگزاری اجلاس چهارم در ایران آیا برنامه ریزی لازم انجام گرفته است؟

رجبی فرد: به منظور برپایی هرچه بهتر این اجلاس، پیگیری و همچنین برنامه‌ریزی مسائل مرتبط با آن پیشنهاد تشکیل یک تیم اجرایی به ریاست محترم سازمان داده شد که انشاء... در شماره‌های بعدی نشریه فعالیتهای انجام گرفته و در دست اجراء تیم به اطلاع خواهد رسید.

در پایان ضمن تشکر از نشریه نقشه‌برداری که این فرصت را به اینجانب داد، لازم میدانم از تمامی وزارتخانه‌ها، سازمانها و ارگانهای ذیربط دعوت نمایم تا در برپایی هرچه بهتر اجلاس عمومی کمیته دائمی GIS آسیا و اقیانوسیه در ایران با سازمان نقشه‌برداری کشور همکاری و مشارکت نمایند.

موضوع را در اجلاس اخیر کمیته دراسترالیا نمودیم. در روز آخر اجلاس استرالیا، دعوتنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران با امضا ریاست محترم سازمان نقشه‌برداری کشور توسط اینجانب به جلسه عمومی تسلیم گردید و موضوع پیشنهاد ما با حمایت کشورهای چین و بروئنی به رای گذشته شده و با اکثریت آرا به تصویب رسید. زمان برگزاری این اجلاس نهم اسفند سال آینده به مدت پنج روز در نظر گرفته شده این اجلاس به عنوان چهارمین اجلاس این کمیته خواهد بود. ذکر این نکته ضروریست که اجلاس استرالیا به عنوان دومین اجلاس و طبق آئیننامه اجرایی ماده ۱۴ فصل چهارم، این کمیته می‌بایست جلسه‌ای عمومی همزمان با کنفرانس منطقه‌ای کارتوگرافی سازمان ملل (UNRCC) برگزار نماید که اجلاس سوم در بهمن سال جاری در کشور تایلند همزمان با کنفرانس چهاردهم UNRCC برگزار می‌گردد. ضمناً همزمان با پیشنهاد ایران کشور چین نیز پیشنهاد میزبانی اجلاس آتی را ارائه داد. لیکن با توجه به پیشنهاد اولیه ایران در جلسه هیئت رئیسه کمیته در اردیبهشت ماه سال جاری در مالزی و همچنین اعلام رسمی این موضوع به رئیس کمیته قبل از برپایی اجلاس استرالیا،



جسعه تعالی

برنامه سمینارهای دوره ای مدیریت پژوهش و برنامه ریزی Research & Planning Periodic Seminars Schedule (زمستان ۱۳۷۵)

ردیف	سخنران	عنوان سمینار	تاریخ برگزاری
۱	آقای مهندس محمود شاکری	طراحی، آنالیز و محاسبه جابجایی شبکه مکرر و ژئودزی: مطالعه موردی سد طرق	۴ دی ماه ۱۳۷۵
۲	آقای مهندس مسعود مشهدی حسینی	ژئوتکد چیست و چگونه تعیین می شود؟	۱۱ دی ماه ۱۳۷۵
۳	آقای مهندس کوروش قضاوی	تصحیحات ژئوتکد	۲۵ دی ماه ۱۳۷۵
۴	آقای مهندس بطروب حاتم چوری	تعیین ژئوتکد دقیق با استفاده از ایده تلفیقی استوکس-هلمهوت	۹ بهمن ماه ۱۳۷۵
۵	آقای مهندس خلیل نعمت جمشیدی	طبقه بندی اطلاعات جغرافیایی نقشه های ۱:۲۵۰۰۰	۱۶ بهمن ماه ۱۳۷۵
۶	آقای مهندس بهنام عبوی زاده	گزارشی از پروژه ژئودینامیک دریای خزر	۲۳ بهمن ماه ۱۳۷۵
۷	آقای مهندس یحیی معمارزاده	خطهای سیستماتیک ناشی از شاخص ها در ترازایی دقیق	۲ اسفند ماه ۱۳۷۵
۸	آقای مهندس مرتضی صدیقی	سرشکنی و آنالیز شبکه ژئودزی کلاسیک لهران	۲۱ اسفند ماه ۱۳۷۵

* سمینارها راس ساعت ۱۰ صبح در محل سالن اجتماعات ساختمان مرکزی سازمان نقشه برداری کشور برگزار می گردد.
برگزاری هر سمینار، یکپنجه قبل از سخنرانی، از طریق اطلاعیه جداگانه ای اعلام می گردد.

مدیریت پژوهش و برنامه ریزی

تشکیل یک سیستم اطلاعات زمینی (LIS) "تجربه ویرجینیا"

نوشته: مهندس رامین یوسفی

چکیده

بیشتر فعالیتها و رقابتها در زمینه راهاندازی سیستمهای اطلاعات زمینی (LIS) در واقع تهیه کننده محیطی موثر و با تضمین جهت نگهداری دادهها و طراحی سیستمی جهت نگهداری دادههای قطعات زمین تفکیک شده یا متصل شده به یکدیگر میباشند، بخصوص هنگامی که رکورد اطلاعاتی، تاریخچهای از نقل و انتقال زمین مورد نیاز را در بر گیرد.

مقاله حاضر پروژه راهاندازی (LIS) شهر ویرجینیا (سواحل آن) را بیان می کند و چگونگی گذر کار صحرایی تا مرحله پایانی کار همراه با جریانات کاری کاداستر را نمایش می دهد. کار LIS مربوط به ساحل شهر ویرجینیا، مدلی نمونه وار و مربوط به شهرداری است که در آن تکنولوژیهای ابداعی و تازه ای همچون داده های زمانی نیز مورد استفاده قرار گرفته است. در این مدل فعالیت های شهری شامل جمع آوری داده های کاداستر، نگهداری آنها، طراحی، مدیریت افزایش اطلاعات و تولید نقشه های که با بهره گیری از کاربردهای کاداستر پویا و موثر به عنوان مثال، تقسیم قطعات زمین و اتصال آنها به یکدیگر (در ساحل ویرجینیا) می توان مدلی را راه اندازی نمود که کلیه متخصصان LIS از مرور آن سود می جویند.

پیشگفتار

بسیاری از مطالعات موردی راهاندازی LIS، در سال

۱۹۹۳ نوشته شده است و همه آنها از یک جریان مشترک شامل ورود داده ها، نگهداری آنها و تحویل خروجی های مختلف پیروی می کنند. آنچه این مطالعه موردی را از دیدگاه پیشرفت متفاوت می سازد همانا ایجاد طرح جریان کاری آن است. متخصصان دپارتمان مهندسی نقشه برداری ساحل ویرجینیا در آن زمان (۱۹۹۳) سیستم ها را بر اساس تکنولوژی در دسترس روز طراحی کرده بودند، که آن طرحها سالهای آتی در دسترس قرار می گرفتند. صنعت کامپیوتر هم سریعتر از هر راه اندازی طرح دیگری خود را با نیازهای جامعه تطبیق می داد و هر چه زمان می گذشت جریان کاری و تکنولوژی راه اندازی شده آن قدیمی تر می شد. متخصصان LIS نیاز به داشتن پیش بینی صحیحی از نیازهای آتی شهرشان داشتند. به همان نسبت، متخصصان شهر نیز باید تکامل و پیشرفتهای خویش را ادامه می دادند. نگهداری داده ها نه تنها پیشرفتهای دقت داده ها را شامل می شد، بلکه پیشرفت سیستم های مصرف شده را نیز در بر می گرفت و جریانهای کاری ابتدایی به ساخت بانکهای اطلاعاتی سریع متمایل می شد. در یک مرحله امکان داشت داده ها بر اساس اطلاعات دقیق تر و تازه تر تکمیل شوند. سیستم های کامپیوتری نیز از طرف دیگر برای سرویس دهی بهتر به نیازهای شهری و شهروندان نیاز به کامل شدن داشتند. شهر ساحلی ویرجینیا این حقیقت را آشکار ساخت که هزینه اصلی سیستم های نقشه برداری LIS، مربوط به سخت افزار و نرم افزارهای مورد مصرف نیست، بلکه هزینه های جمع آوری و پردازش اطلاعات بیشترین سهم را دارند. در ۲۰ سال

نقشه‌های مسطحاتی حومه شهر بود. نتیجه این عمل شیت‌های نقشه در ابعاد 24×30 (اینچ مربع) بود. در جایی که نقشه‌ها از هم مجزا ولی به سادگی قابل اتصال به یکدیگر بودند و ادارات شهری فواید سیستم شبکه‌ای را به خوبی مشاهده می‌کردند اندکس‌بندی سطر و ستونی هم مرجع خوبی جهت یافتن نقشه مورد نظر محسوب می‌شد. آنها در سیستم برای اتصال قطعات زمینی به منظور فعالیت‌های مالیاتی هر قطعه زمین را با مشخصه مالیاتی ۱۸ کاراکتری منحصر به فرد نمایش می‌دادند. گرچه اینچنین مشخصه مالیاتی خود مشخصه منحصر به فردی جهت تعیین قطعات زمین تهیه می‌کرد ولی این مطلب بعداً اثبات شد که انتخابی ضعیف به دلیل فقدان فرمت ساختاری و پیچیدگی زیاد بوده است.

تکمیل اطلاعات مسطحاتی^۳

در آن زمان نه نقشه‌های مسطحاتی به روز بود و نه تکنولوژی زمانه اجازه چنین کاری را می‌داد. بنابراین از سال ۱۹۷۱ تا ۱۹۷۵ نقشه برداری هوایی منطقه به پیمان گذاشته شد. در این مرحله ابعاد شیت نقشه 24×30 اینچ مربع کافی به نظر نمی‌رسید پس شبکه جدید 30×30 (اینچ مربع) تعیین شد. در مقیاسی که هر اینچ معادل ۱۰۰ فوت است، هر شیت نقشه شامل ۳۰۰۰ فوت طول در هر کناره در نظر گرفته شد. حال مکان نقشه و سپس اسم آن را می‌شد به سادگی توسط مقدار مختصات آن معین نمود. مشکل به هر حال این بود که شبکه جدید دقیقاً به شبکه قدیمی منطبق نمی‌شد و روش برش و اتصال هنوز جهت مقاصد مالیاتی کاربرد خود را داشت.

ساخت کالبد قطعات زمین

به منظور ساخت کالبد نقشه‌های قطعات زمین بر روی شیت‌های نقشه جدید، اداره مالیات و اداره نقشه برداری هر کدام مسئولیتی برای کشیدن خطوط قطعات و املاک زمینی را بر عهده گرفتند.

تا سال ۱۹۷۴ دو شیت نقشه کامل شد. ریاضیات پایه و

گذشته شهر مزبور حدود دو میلیون دلار صرف هزینه سخت‌افزار و نرم‌افزار کرده ولی از طرفی متجاوز از ۲۰ میلیون دلار صرف تولید و نگهداری داده‌ها نموده است (در سازمان ما نیز نگهداری داده‌های ۱:۲۵۰۰۰ روی PD/CD های خریداری شده هزینه‌ای گزاف را به سیستم تحمیل می‌کند). به نوبه خود شهروندان این شهر ساحلی از داده‌های به روز و دقیق و تحلیل آنها سود برده‌اند و از تولیدات نقشه‌های مختلف جهت افزایش کیفی سطح زندگی خود بهره جسته‌اند.

تاریخچه

در سال ۱۹۶۳ شهرک ساحلی ویرجینیا و بعد از آن نوار باریک شهر در کنار اقیانوس اطلس جمعیتی حدود ۷۰۰۰۰ نفر را در برمی‌گرفت. در آن سالها بود که طرحی برای ترکیب شهرک و نواحی اطرافش به منظور ایجاد شهر جدید ساحلی ویرجینیا شکل گرفت. شهر بوجود آمده، اکنون با بیش از ۳۳ سال قدمت، ۳۱۰ مایل مربع وسعت دارد. جمعیت سال ۱۹۹۳ آن متجاوز از ۴۰۰۰۰۰ نفر با حدود ۱۵۰۰۰۰ قطعه زمین بوده و در واقع پرجمعیت‌ترین شهر ایالت ویرجینیا محسوب می‌شود.

نقشه برداری های ابتدایی

نقشه‌های مسطحاتی برای حومه شهر، گرچه از اواخر دهه ۱۹۵۰ در دسترس بود، ولی از جهت به روز نمودن و کیفیتشان سوال برانگیز بودند و اطلاعات توپوگرافی در یک فرمت دلخواه هنوز وجود نداشت.

همانطور که اساس مالیات‌بندی طی دهه ۱۹۶۰ گسترش می‌یافت، لیکن اداره مالیات برای به روز آوردن نقشه‌ها مجبور شده بود از روش برش و اتصال^۱ اراضی تفکیک شده استفاده نماید که این مطلب نیاز به نقشه‌های مالیاتی جدید را ضروری می‌نمود.

ایجاد طرح (نقشه برداری) تولید نقشه

اولین طرح

اولین کوشش در طرح تولید نقشه، همپوشی^۲ شبکه‌ها با

1- Cut & Paste

2- Overlay

3- Upgrading Planimetric

ساده نشان می داد که با این روش، تهیه نقشه قطعات زمین سالها به طول خواهد انجامید. بعد از مشاوره های خارجی و دریافت مطالب پیشنهادی، کامپیوتری کردن و اتوماتیک نمودن سیستم های تهیه نقشه آغاز گردید.

می نمود.

تکنولوژی جدید^۲

در سال ۱۹۸۰ آقای دیوید لیتل (D.Little) نظریه ای در جهت یکپارچگی طرح ۵ ساله ارائه داد. با در نظر گرفتن نیازهای آن شهر و شهروندانش، طرحی جهت بکارگیری توقعات تکنولوژیکی ارائه شد. این طرح شامل بکارگیری ماتریس نیازهایی بود که از هر اداره داخل شهر جمع آوری شده بود. با در دست داشتن این اطلاعات، تقاضا برای پیشنهادات جدید صورت گرفت و این زمانی بود که اطلاعات رقومی افزایش یافته بود و تکنولوژی کامپیوتری در حال پیشرفت بود. جهت تهیه سخت افزار و نرم افزار و خریداری آنها شرکت اینترگراف انتخاب شد. این انتخاب بر اساس همکاری با گروه تحقیق و توسعه (R&D) صورت گرفت. در این مرحله یک سیستم اطلاعات زمینی بسط یافته ای جهت گروه تحقیق و توسعه لازم بنظر می رسید.

تهیه نقشه های رقومی^۱

در سال ۱۹۷۶ بخش تهیه نقشه مستقل و مجزایی ایجاد شد. هدف این بخش همانا ورود، نگهداری و مدیریت سیستم های تهیه نقشه بود و هدف دیگر آن سرویس دهی خوب جهت ادارات مختلف دیگر شهرها و شهروندان با همین نیت بود. جهت ایجاد سرویس دهی در یک محیط کامپیوتری، بخش مذکور اقدام به خرید کامپیوترهای PDP11 از شرکت اینترگراف نمود (که بعدها به نام M&S یاد شد). ۲۰ کارمند و اپراتور موظف به وارد کردن داده های قطعات زمین شدند. ۲۰ نفر دیگر هم به کار تحقیق اسناد گمارده شدند و دیگران هم با قلم قرمز محدوده های املاک و اراضی را در نقشه های جدید علامت گذاری کردند. هر نقشه ای که تمام می شد توسط رقومی ساز به کامپیوتر منتقل می گردید. مرکز قطعات زمین نزدیک مرکز جغرافیایی هر قطعه زمین انتخاب می شد. این مرکز مختصات محلی قطعه زمین و مشخصه مالیاتی را شامل می گشت. از برنامه ای جهت اتصال هر ملک با مرکزش استفاده می شد که توسط آن، سیستم هوشمندی تهیه می گردید، بدین معنی که هر مرکز، قطعات زمین محدوده های خودش را بخوبی می شناخت.

با تبادل داده ها و افزایش روند کاری، قسمت احساس نمود که باید داده های توپولوژیک (دارنده توپولوژی) به سیستم اضافه شود. در سال ۱۹۸۶ نیازی به کارهای فتوگرامتری پیشنهاد و در نظر گرفته شد و آقای لیتل تکنولوژیهای قابل دسترسی را مورد بررسی قرار داد و نقاط جدید زمین را برای دقت داده ها در نظر گرفت.

محصول نهایی نیاز به داشتن 200 NGS یا نقاط کنترل GPS مورد قبول داشت (یعنی ۱۰٪ درصد از نقاط درجه اول) چندین ماه تاخیر پیش آمد تا آنکه NGS بتواند استانداردهای GPS را حمایت کند.

عکسها با استفاده از حرکت جبرانی و روبه جلو برای تولید عکسهای واضحتر و دقیقتر گرفته شدند. این حرکتهای جبرانی جدید بوده و تنها توسط تعدادی از فروشندگان کالا استفاده می شد. جهت نمایش صحیح طبیعت سطح مقایسه آمریکای شمالی (NAD83) استفاده شد. به منظور اتصال بهتر داده های موجود و مجدد اطلاعات، می بایست شیت های نقشه تحویلی نیز بر اساس شبکه NAD27 می بودند. در کنار ۲۰۰ نقطه کنترل GPS تقاضاها و پیشنهادها نیاز به داشتن ۲ فوت فاصله منحنی میزان یا

در پایان سال ۱۹۷۹ تلاشهای قسمت تهیه نقشه، برای اضافه نمودن خطوط قطعات زمین به شیت های نقشه پایان یافت. این تلاشها در دهه ۱۹۸۰ با اضافه نمودن خطوط آب و فاضلاب به همان شکل ادامه یافت. حال دیگر آنها قادر بودند که شیت های نقشه املاک را چاپ کنند و دیگر ویژگی هایی نظیر همپوشی را به آن اضافه نمایند. به هر حال مشخصه مالیاتی، هنوز بر اساس نقشه مالیاتی A4 قدیمی استوار بود (که البته با نقشه های جدید قابل انطباق نبود) هنوز لازم بود که روش برش و اتصال جهت اتصال نقشه های مالیاتی به نقشه های موجود بکار رود. تحقیقات بیشتری برای چگونگی یکپارچه سازی نیازهای مختلف ادارات شهر لازم

۱۰ رقمی (GPIN) بکار گرفته شود.

این مشخصه قطعه زمین منحصر به فرد، توسط X و Y (مختصات) مرکز آن قطعه زمین بیان می شود. مانند مرکز واقع در (GPIN: x=12,44,322, y=3,447,867). سپس، نقشه های مشبک، بر اساس شبکه ۱۰۰۰۰۰، شبکه ۱۰۰۰۰، شبکه ۱۰۰۰ و شبکه ۱۰۰ به منظور برطرف کردن نیازهای قسمت شهری تهیه شدند. این شماره GPIN، برای اطلاعات دیگر نیز مثر ثمر واقع شد. مثلاً فردی با استفاده از ریاضیات ابتدایی می تواند فاصله تقریبی بین دو قطعه زمین را تعیین کند یا هر شخصی که قطعه زمینی داشته باشد می تواند محل قطعه زمین را به راحتی و به سرعت روی نقشه پیدا کند (عمل search).

نگهداری داده ها^۳

داده های مسطحاتی

اطلاعات مسطحاتی به طور ثابت تغییر می کنند. به منظور حفظ این تغییرات، سیستم باید نگهداری شود و به روز درآید. جاده های جدید احداث می گردند، زمینها تفکیک و ساختمانها ساخته می شوند. این اطلاعات مسطحاتی را می توان توسط طرحهای بزرگراهها و مجوزهای ساختمانی در سیستم تهیه نقشه شهری بروز درآورد. از آنجایی که هر متخصص تهیه نقشه بدین امر واقف است، هنگامی که ۵۰٪ جاده کامل شد، محل واقعی آن می تواند در کامپیوتر به روز درآورده شود به پیروی از همین فرصت، مجوز ساختمانی و ارزیابی آن، اطلاعات ساختاری و محل (موقعیت) ساختمان را تهیه می کند.

قطعات زمین^۴

به موازات تفکیک های قطعات زمین، هر قطعه شماره GPIN دیگری به خود می گیرد. پس از عمل تفکیک، سند قطعه زمین باید دربردارنده GPIN جدید باشد. هرگاه سند کاملاً پرشد، قسمت تهیه نقشه، موقعیت قطعه زمین را به روز درخواهد آورد. از

نقاط ارتفاعی داشت.

عوارض مسطحاتی جمع آوری شده شامل عناصری چون لبه جاده ها، خانه ها و خط کشی خیابانها، چاههای دستی فاضلاب و گروههای پوشش گیاهی بودند و روی تمام ۳۱۰ مایل مربع مساحت شهر تا سال ۱۹۸۶ پرواز شد و آخرین نوار کاری در سال ۱۹۸۹ پس از نظارت تحویل گردید. درسی که باید از این تجربه آموخت آن است که اگر پرواز تمام پروژه شهری در یک بار انجام نشود، زمانی که آخرین داده ها وارد می شوند برخی از اطلاعات اولین، دیگر به روز نیستند.

تبدیل سطح مقایسه^۱

کار بعدی پس از پردازش اطلاعات، تبدیل سطح مقایسه یعنی عمل تبدیل گرافیک های موجود از سطح مقایسه ۱۹۲۷ به سطح مقایسه ۱۹۸۳ بود در برنامه مربوطه روش کمترین مربعات برای عمل انتقال به کار گرفته شدند. جهت ایجاد ارتباط بین نقاط کنترل در هر دو سطح مقایسه، از لحاظ آماری به بهترین شیوه سطح قدیمی تر به سطح جدید منطبق شد اگرچه تبادل دقیقی از یک سطح مقایسه به دیگری وجود ندارد اما این روش، انطباق خیلی خوبی را نتیجه داد.

شهر ساحلی ویرجینیا از جمله اولین شهرهایی بود که از سطح مقایسه جدید استفاده کرد. در آن زمان ویرجینیا تصمیم به استفاده بین المللی از NAD83 گرفته بود. از آن زمان واحدهای اندازه گیری نقشه برداری، به تعاریف وابسته به فوت و مایل تبدیل گشت و برای ساحل ویرجینیا، امکان استفاده از فوت بین المللی فراهم آمد.

مشخصه جدید قطعات زمین^۲

در این زمان بود که متخصصان دریافتند استفاده از مشخصه مالیاتی موجود، برای نگهداری اطلاعات، عملی و ممکن نیست. مشخصه ۱۸ رقمی موجود که حروف الفبایی را شامل می شود از یک فرمت خاص تبعیت نمیکرد و توسط اپراتورهای مختلف به طرق متفاوت ایجاد می گشت.

پس از چندین سخنرانی و بازدید از ادارات شهر، آفای لیتل ادارات را متقاعد کرد که مشخصه های جغرافیایی قطعات زمینی

1- Datum Conversion

3- Maintenance

2- New parcel ID

4- Parcels

آنجایی که نقشه برداری قطعه زمین جدید از دقت بهتری برخوردار است پس دقت این قطعات زمین رقومی شده را می توان بهبود بخشید.

ابعاد جدید دقیقاً توسط هندسه محلی وارد کامپیوتر می شوند. اگر مشکلی پیدا شود و عوارض با هم همخوانی نداشته باشند نقشه برداران شهر برای تحقیق به صحرا فرستاده می شوند. نقشه برداری شهر با استفاده از تکنیکهای جمع آوری اطلاعات دقیق به منظور اطمینان یافتن از داده های با کیفیت عالی صورت می پذیرد. نقاط گرهی در شبکه نقاط کنترل موجود در شهر در نظر گرفته شده و اطلاعات توسط جمع آوری کننده داده های الکترونیک، گردآوری می شوند. پردازشها با ریختن اطلاعات در کامپیوتر و بکار گرفتن نرم افزار مربوطه کامل می گردند.

سرویسهای اطلاعاتی

تولیدات نقشه^۱

قسمت تهیه نقشه، سرویس دهی منظمی برای اداره های مختلف شهری و شهروندان فراهم کرده است. این سرویسها اساساً به شکل خود داده ها و یا تولید نقشه ها می باشند. این قسمت، بهره گیری از اطلاعات رقومی جهت ایجاد نقشه های مورد لزوم مشتریان متفاوت را به عهده دارد. تصاویر SPOT، گرافیک های برداری و اطلاعات بانکهای اطلاعاتی همگی برای تولید نقشه های تحلیلی دقیق بکار میروند. آنچه روزها، ماهها یا حتی بیشتر طول می کشید، ظرف چند دقیقه در واقع پلاّت می شود. برخی از تولیدات مشترک نقشه ها در جدول زیر نمایش داده شده است:

- قطعات زمینی
- خط وسط خیابان
- اداره های پلیس
- اداره های آتش نشانی
- مدارس
- مناطق عاری از مواد مخدر
- مسایل جمعیتی
- بخش های آماری
- بخش های پرسروصدا
- مناطق بیمه شده در برابر سیل

تولیدات مشترک داده ها

پیشرفت

به عنوان یک سازمان فزاینده و رو به گسترش قسمت تهیه نقشه ابدانگران نیست چرا که تکنولوژی هنوز رو به رشد می باشد. سخت افزار در حین اجرا اصلاح شده و قیمت آن کاهش یافته است. نرم افزارها نیز به محدوده های تازه ای از نظر پیچیدگی رسیده اند. شهر ساحلی ویرجینیا اکنون در نظر دارد جمع آوری داده ها با مدیریت داده های عالی را راه اندازی نماید.

با این سیستم انتقالی جدید، که توسط شرکت اینترگراف تولید شده، اصلاحات در هر دو مورد رکوردهای اطلاعاتی نوشته شده و رکوردهای گرافیکی، دنبال می شوند.

مدیریت داده ها^۲

سیستم مدیریت داده ها در زیر پوشش مفهوم شاخه درختی^۳ طراحی (Frank & Barrera) شده است. این ساختار اندکس دهی داده های مکانی، نمایش یکپارچه و بازیابی سریع آنها و تضمین بالا را جهت چندین کاربرد در یک محیط انتقالی داده ها فراهم می کند. هر کاربر اجازه عملیاتی را بر اساس مناطق جغرافیایی و عوارض آن دارد. دامنه اجازه ها از تهی، تنها نظر افکندن^۴، کپی گرفتن و به روز در آوردن اطلاعات خواهد بود. اپراتور، با دانستن منطقه جغرافیایی که می خواهد کار بکند می تواند نظری به اطلاعات افکنده عوارض را استخراج نماید. چنانچه برخی از عوارض توسط کاربری جهت به روز در آوردن بکار گرفته شود این عوارض برای دیگر کاربران قفل می شود و کاربر دیگری نمی تواند با آن اطلاعات کار کند و این در حالی است که همه عوارض برای گرفتن^۵ و تهیه کپی هنوز در دسترس می باشند.

پردازشهای استخراج عوارض و تعیین آنها منتج به یک رشته اطلاعات گرافیکی و رکوردهای بانک اطلاعاتی می شود که از بخشهای اداری اخذ شده و توسط کاربر در جای طراحی شده خود قرار می گیرند.

1- Map Production

2- Data Management

3- Hierarchical

4- View-Only

5- View

جمع بندی

راه اندازی سیستم اطلاعات زمینی شهر ساحلی ویرجینیا ثابت کرده است که این سیستم بسیار موفقیت آمیز بوده است. با پرداختن به طرح آینده و بکارگیری تکنولوژی جدید و نگهداری دقیق ترین اطلاعات، شهر قادر به ارائه سرویس خوبی به شهروندانش خواهد بود. با عمل به طرح آینده، رشد آتی شهر و جمعیتش با دسترسی ساده به اطلاعات به روز و دقیق تحت کنترل در می آید. پنجره چهاربعدی مکانی - زمانی تهیه شده توسط تکنولوژی جدید، اطلاعات تاریخی را نیز به دنبال خواهد داشت. در حال حاضر با فعالیتهای صورت گرفته (تهیه نقشه دقیق و رقومی) شهر از نظر زمانی و صرف هزینه به ذخیره اطلاعات دست یافته است.

اکنون تمام شهر از پیش بینی های آتی فعالیتهای تک تک افراد در دپارتمان تهیه نقشه سود می برند. در هر حال تشریح اینگونه عملکردها سبب ایجاد مهارت و دید وسیعتر در متخصصین ما برای راه اندازی چنین سیستم هایی خواهد بود.

منابع

Frank, A. & Barreri R (1989)

1- The Field tree: A Data Structure for Geographic Information Systems "Design & Impleis from of Large Spatial Data bases, First Symposium SSD, July 1989, Santa Barbara, CA.

2- Lee. W. (1993) "Data Modeliy & Management of Large Spatial Data bases" 3rd International Workshop On Geographic Information Systems, Aug 1993, Beiginy, China.

1- Parcel Management

2- Function

همانطور که تغییرات رخ می دهند، اطلاعات کهنه منسوخ می گردد و اطلاعات جدید جایگزین آنها می شود. این پردازشها همان معنای تحلیل های زمانمند را می دهند (Lee, 1993) یک کاربر می تواند بر اساس جنبه های زمانی عوارض را تعیین و استخراج نماید. این مطلب در مروری بر گذشته و دیدن تحلیل آنچه گذشته است نتیجه می شود.

مدیریت قطعات زمینی

سیستم مدیریت قطعات زمین جدید که در حال راه اندازی و بکارگیری آن با سیستم مدیریت داده های کنونی است، آغاز گردیده و نگهداری اطلاعات دینامیکی کاداستر و کاربردهایش را میسر می سازد.

ساختن کاربردهای^۲ مختلف این اجازه را به اپراتور می دهد که اتصال قطعات زمین، قطعه قطعه کردن آنها و اتصال آنها را به آسانی انجام دهند. هر عمل توسط رکورد تاریخچه آن دنبال و به طور اتوماتیک (خودکار) نگهداری می شود. با اتحاد اطلاعات توصیفی، اطلاعات مکانی به طور خودکار ثبت می شوند. اگر گوشه ساختمانی بر اساس نقشه برداری دقیق تر و جدیدتر اصلاح شود، محدوده های آن نیز به طور خودکار اصلاح می شوند. بدین ترتیب، مساحت قطعه زمین، محیط آن به طور خودکار محاسبه می شود و به روز در می آید.

یکپارچگی قسمت ها

با راه اندازی این سیستم مدیریت داده ها، هر قسمت شهر می تواند به نمایش اطلاعات و خواندن آنها دسترسی داشته باشد. از ذخیره سازی مجدد اطلاعات، دو سری سوالات مطرح شده را می توان پاسخگو بود. طرحهای آینده نیز شامل همکاری بانکهای اطلاعات پخش شده و سیستم فایلها می باشند. این مطلب دسترسی کارآ و استفاده از بانکهای اطلاعاتی بزرگ را اجازه خواهد داد.

■ گزارش خبری

■ گزارش خبری

■ گزارش خبری

■ گزارش خبری

اطلاعات سنجش از دور برای GIS

نقل از مجله : Geo/Info 1990

ترجمه و تلخیص : سیدمحسن طاهری، کارشناس مدیریت GIS

اگرچه خیلی از پایگاههای اطلاعات جغرافیایی می توانند از داده های تصویری ماهواره ها استفاده نموده و سود ببرند، ولی در حال حاضر، فقط کمتر از ۲۰ درصد از کاربران سیستم های اطلاعات جغرافیایی مزیت استفاده از اطلاعات تصویری ماهواره ها را پذیرفته اند. سوالی که در اینجا مطرح می شود اینست که : چرا بیشتر کاربران GIS، اطلاعات سنجش از دور را خریداری نمی کنند در حالیکه این تصاویر از مزایایی از قبیل مخارج کمتر و نتایج بهنگام را همراه دارند؟!

اخیرا (EOSAT, Lanham, Maryland, USA) مطالعه وسیعی از فروش اطلاعات سنجش از دور و GIS را هدایت و رهبری کرده و دریافته است که بزرگترین عامل موثر در استفاده از تصاویر سنجش از دور، قابلیت دسترسی و موجودیت اینگونه اطلاعات است.

بیشتر کاربران GIS واقعا در مورد خیلی از منابع تصاویر ماهواره ای موجود تجاری و چگونگی به دست آوردن آسان این تصاویر آگاه و با اطلاع نیستند. دیگر کاربران نیز برای ساختن یک GIS بر مبنای اطلاعات ماهواره ای مردد و بی میل اند، زیرا از غیرقابل دسترس شدن اطلاعات در آینده ای نزدیک بیم دارند، ترسی که بنظر می رسد از گم شدن ماهواره لندست ۶ نشأت گرفته شده باشد. در واقع، حقیقت امر، کاملاً مخالف مطلب فوق می باشد. در حال حاضر بیشتر تصاویر ماهواره ای، بیش از سابق، در بازار تجاری موجودند و غالب سیستم های موجود نیز از ماهواره های تحت ساخت پیروی می کنند.

ماهواره های آزمایشی که قابلیت ها و توانایی های متنوعی را ارائه میدهند، در حال ایجاد تحولی در امر توزیع و پخش اطلاعات تجاری اند. بیش از یک دوجین از کمپانی ها، کشورها، آژانس های دولتی و کنسرسیوم ها در حال ساخت و یا طراحی سیستم های ماهواره ای جدیدی هستند که پرتاب آنها برای سال ۲۰۰۰

بررسی جدیدی از بازارهای فروش GIS و سنجش از دور، مشخص نموده است که موجودیت و قابلیت دسترسی اطلاعات بزرگترین عامل موثر در استفاده از تصاویر سنجش از دور می باشد. اگرچه بیشتر پایگاههای اطلاعات جغرافیایی قادرند از اطلاعات ماهواره ای بهره گیرند ولی در حال حاضر تنها کمتر از ۲۰ درصد کاربران GIS مزیت استفاده از این منبع را پذیرفته اند. بیشتر آنها برای ایجاد GIS بر مبنای تصاویر ماهواره ای مرددند زیرا بیم دارند که بطور مستمر اطلاعات در دسترس آنها نباشند.

مقاله حاضر در مورد حجم اطلاعات سنجش از دور تجاری موجود، همراه با طرحهای متنوع برای سیستم های ماهواره ای در آینده که برای مداومت دادن به اطلاعات آتی طراحی گردیده اند مطالبی را بطور مختصر شرح می دهد.

با توجه به گسترش وسیع استفاده از تصاویر ماهواره ای توسط کاربران سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) سرعت فروش تصاویر ماهواره ای رشدی قابل ملاحظه پیدا نموده است.

هر ساله کاربران بیشتری در می یابند که تصاویر ماهواره ای از نظر هزینه، قابل استفاده است و از آن می توان نقشه های مبنایی دقیق با توجه به دیگر لایه های اطلاعاتی ایجاد نمود. کاربران پی برده اند که می توانند بطور معقول و ارزان، بیشتر لایه های پایگاه اطلاعاتی را با داده های سنجش از دور پردازش شده، پر کرده و عوارض پوششی زمین را مشخص و طبقه بندی نمایند.

برنامه ریزی شده است.

ERS-1

در سال ۱۹۹۱، آژانس فضایی اروپا نوع متفاوتی از سنجنده تصویری (غیر از دو سنجنده لندست و اسپات) به فضا پرتاب نمود. ERS-1 یک رادار روزنه‌ای ترکیبی (SAR) به همراه دارد که تصاویری را به دست می‌دهد که از امواج راداری که از ماهواره ارسال می‌شود و از سطح زمین بازتاب می‌یابد و مجدداً به سنجنده برمی‌گردد، حاصل شده است. مزیت ERS-1 بر لندست و اسپات این است که می‌تواند تصاویر راداری را از میان ابر، مه، ناصافی و آلودگی هوا و تاریکی به دست آورد. در نتیجه، کاربران GIS این تصاویر را می‌توانند برای مناطقی که مکرراً پوشیده از ابر می‌باشد انتخاب نمایند.

JERS-1 -

تحقق بخش فواید تصویر راداری در تمام شرایط آب و هوایی، ERS-1 ژاپنی است. JERS-1 در سال ۱۹۹۲ به فضا پرتاب شده و با هر دو باند L از SAR و سیستم تصویر نوری کار می‌کند. سنجنده‌های نوری هرچند انتظارات ژاپنی‌ها را برآورده است ولی هنوز در بازارهای تجاری قابل دسترس نمی‌باشد. باند L از SAR بطور آخص برای تهیه نقشه‌های پوشش گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اطلاعات راداری را در حال حاضر می‌توان از ERSDAC (Tokyo, Japan) خریداری نمود.

توسعه بازار فروش تجاری در جهان

اطلاعات مربوط به رشد و افزایش کاربران، EOSAT را متقاعد نموده که فروش اطلاعات سنجنش از دور را نمی‌توان تنها بر اطلاعات لندست و اسپات متکی ساخت. اکثر کاربران اطلاعاتی، احتیاج به مجموعه داده‌های جدید و متنوع دارند تا بر کاربردهایشان تطبیق دهند. از سال ۱۹۹۲، EOSAT شروع به یک رشته عملیات برای کمک به متصدیان ماهواره‌های غیرتجاری برای انتقال

سیستم‌های جاری و آتی

طی ده سال گذشته دو سیستم ماهواره‌ای، یکی لندست آمریکایی و دیگری اسپات فرانسوی بر سنجنش از دور تجاری تسلط داشته‌اند. هر دو سیستم با استفاده از سنجنده‌هایی تصاویر رقومی را بدست می‌آورند که انرژی الکترومغناطیسی بازتابشی از سطح زمین را اندازه‌گیری می‌کنند. لندست و اسپات در تواناییها و قابلیت‌ها متفاوت می‌باشند و انتخاب و ترجیح مجموعه اطلاعات یکی بردیگری، مخصوصاً برای استفاده در GIS بستگی به کاربردهای موردنظر دارد.

Landsat

شبکه فروش جهانی EOSAT، اطلاعات لندست ۴ و لندست ۵ را توزیع می‌نماید. هر ماهواره به هر دو سنجنده TM, MSS مجهز می‌باشند. اطلاعات لندست ۴ بطور قسمت - قسمت مورد استفاده است ولی لندست ۵ روزانه بطور ممتد اطلاعات را جمع‌آوری می‌نماید. اطلاعات سنجنده TM عموماً برای آن دسته از کاربردهای GIS که مستلزم تمییز دادن عوارض پوششی زمین است، برگزیده می‌شود. تصاویر TM در هفت باند طیفی بدست می‌آید که در تشخیص و طبقه‌بندی عوارض مصنوعی و طبیعی که شامل اختلافات ناچیزی در پوشش گیاهی باشند، مطلوب است.

SPOT

اطلاعات به دست آمده از ماهواره اسپات خلاء موجود در میان کاربران GIS را پر می‌کند. مهمترین آنها در پروژه‌هایی است که دارای عوارض فیزیکی متنوع و کوچک می‌باشند. سه ماهواره فعال فرانسوی تصاویر پانکروماتیک با قدرت تفکیک^۱ ده متری، مناسب برای تهیه نقشه از مناطق شهری به دست می‌دهد. سیستم تصویری Side-to-Side اسپات، تصویر برجسته به دست می‌دهد که در ایجاد مدل‌های رقومی - ارتفاعی (DEM)^۲ برای ساختن مدل سه بعدی سودمند می‌باشد.

1- Resolution

2- Digital Elevation Model

اطلاعات به متصدیان تجاری کرده است. این تلاش از اکتبر ۱۹۹۳، بعد از ناپدید شدن لندست ۶ شتاب بیشتری گرفته است.

IRS-1

از جمله جدیدترین ایجادکننده این تغییر وضعیت کشور هندوستان بود که ماهواره‌های IRS-1 آن به دو دلیل ویژه زیر برای جامعه GIS ارزشمند بود: اول آنکه اطلاعات IRS-1 شبیه به داده‌های لندست می‌باشد و آن را می‌توان به عنوان کامل‌کننده لندست ۵ مورد استفاده قرار داد و یا اینکه به عنوان جانشین لندست ۵، تا زمان از کار افتادن آن و قبل از پرتاب لندست ۷ بکار برد. دوم اینکه پرتاب سال بعد IRS-1C به میزان قابل توجهی اطلاعات سودمند ارائه می‌دهد که خود می‌تواند دری به روی بیشتر کاربردهای جدید GIS بگشاید.

نقشه‌برداران شهری و دیگر کاربران GIS، که نیاز به پوشش مکرر و همیشگی دارند، می‌توانند از ابزار پانکروماتیک IRS با قدرت تفکیک ۱۰ متری و دوره بازنگری ۵ روزه استفاده نمایند.

عکسهای شناسایی روسی

عکسهای نظارتی گرفته شده توسط ماهواره‌های روسی با قدرت تفکیک بالا (بین ۲ تا ۲۰ متر) اخیراً به دست کاربران تجارتی رسیده است. کاربران GIS مشتاقانه منتظر این عکسها می‌باشند. بخاطر اینکه بین قدرت تفکیک فضایی آنها با عکسهای هوایی مشابهت‌هایی وجود دارد و هر عکس آن می‌تواند پوششی به اندازه ۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع داشته باشد. حداقل چهار سیستم عکسبرداری روسی و آرشیو انبوه آنها، تجارتی شده‌اند. مجوزهای توزیع اطلاعات به EOSAT و سرویس اطلاعاتی JEBCO واگذار شده است.

بدلیل اینکه تصاویر عکسی قبل از آنکه بتوانند در GIS مورد استفاده قرار بگیرند باید رقومی شوند، EOSAT رقومی نمودن عکسها را در اولویت قرار داده است. EOSAT در مسکو (روسیه) در حال کمک به توسعه یک سیستم اسکن کردن فیلم برای برطرف نمودن اعوجاجهای عکسی و تبدیل اطلاعات به شکل سازگار با GIS می‌باشد.

اما مشکل عمده در این عکسها این است که سفارش‌های

تصاویر آتی مستلزم صرف زمان زیادی می‌باشد زیرا باید یک حلقه ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ عددی توسط ماهواره‌ها بطور کامل برداشته شود و برای ارائه فروش به زمین ارسال گردد.

برای طرحهای آتی از شرکتها و ماهواره‌های دیگر نظیر Space imaging, Worldview, RADARSAT, Clark & Lewis Seastar, Eyeglass می‌توان نام برد.

تحویلی و ارائه اطلاعات

ده سال تجربه تجاری به فروشنده‌های تصاویر آموخته است که بخش فضایی فقط نیمی از اطلاعات قابل دسترس را تامین می‌کند و بخش زمینی است که، ماهواره‌ها را به مصرف‌کننده مرتبط می‌نماید. برای فروشنده همواره بهبود ارتباط با مصرف‌کننده اطلاعات در اولویت بوده است. در سال ۱۹۹۴، EOSAT و Telepazio از یک ایستگاه زمینی قابل حمل (PGS) پرده‌برداری نمود. این ایستگاه قادر است تصاویر موجود ماهواره‌های لندست، اسپات، ERS-1 و IRS-1 را برای مناطقی از زمین ایجاد نماید که بطور معمول توسط ایستگاههای دریافت ماهواره‌ای قابل سرویس دهی نمی‌باشند.

در آینده نزدیک نیز مشتریهای سنجش از دور، خرید اطلاعات را ادامه خواهند داد و این بدان معناست که خدمات و سرویس‌دهی فروشندگان به خریداران نقش اساسی را در موجودیت اطلاعات بازی خواهد کرد.

هسته مرکزی تکنولوژی نرم‌افزار، شبکه‌ای تصویری^۱ را به مشتریها معرفی نموده است که این سیستم بطور مستقیم و اتوماتیک به کاربر اجازه می‌دهد تا بر مبنای ضوابط و معیارهای متنوع و مختلف، تحقیق و تفحصی بر عکسهای موجود اسپات و لندست انجام دهد. خریداران می‌توانند قبل از سفارش دهی، تصاویر رنگی مناسب را در کامپیوترهایشان، بازیابی نمایند.

EOSAT سیستم مشابهی به نام EON ایجاد نموده است که به مشتریها این اجازه را میدهد که تصاویر لندست، IRS و آرشیو عکسهای روسی را جستجو و بازیابی نمایند. مشتریها همچنین می‌توانند از سرویس پژوهشی EON بعنوان محل اجتماعی برای بحث و بررسی در مورد انتشارات و جستجو و تحقیق برای حل

دانش آموزان و محققان از اطلاعات آن و بسیاری مطالب دیگر نام برد. چنین اطلس‌هایی در سطوح ملی در بسیاری از کشورهای جهان تهیه شده و در دسترس عموم قرار دارد.

در کشور ما علیرغم تلاشهای انجام شده در زمینه تهیه اطلس ملی، کمبود این اطلس سالها محسوس بود و پیشنهادات متعددی جهت تدوین اطلس ملی ایران مطرح می‌گردید. با پایان گرفتن جنگ تحمیلی و شروع برنامه‌های نوسازی کشور، ضرورت تهیه اطلس ملی محسوس تر گشت و این رسالت در خردادماه سال ۱۳۷۰ بنا به تصویب هیئت وزیران به سازمان نقشه‌برداری کشور محول گردید و به دنبال آن طرح تدوین اطلس ملی ایران به منظور نمایش اطلاعات به گویاترین شکل ممکن با استفاده از نقشه‌های مربوطه و تکنیکهای کارتوگرافی آغاز شد. در ابتدا جلد عمومی اطلس ملی ایران شامل ۴ فصل تحت عناوین سیاسی، طبیعی، جمعیتی و اقتصادی در سال ۱۳۷۳ تهیه و متعاقب آن تهیه جلد‌های تخصصی اطلس در دستور کار قرار گرفت.

در این میان جمعیت به عنوان موضوع اولین جلد اطلس تخصصی انتخاب شد. در واقع اطلس جمعیت، نخستین اطلس ملی تخصصی کشور محسوب می‌گردد. این جلد از اطلس تخصصی به عنوان نخستین تجربه با کیفیتی قابل قبول در شهریورماه سال ۱۳۷۵ تدوین و به استحضار مقام محترم ریاست جمهوری و هیئت وزیران رسید و مورد توجه بسیار زیاد هیئت محترم دولت واقع شد.

مراحل کار

برای تهیه اطلس جمعیت ایران ابتدا آمارهای مورد نیاز مربوط به سرشماری سال ۱۳۶۵ و آمارگیری جاری جمعیت سال ۱۳۷۰ جمع آوری شد. بعلاوه در بعضی موارد به منظور مقایسه از آمار سرشماریهای نفوس و مسکن سالهای ۱۳۳۵ و ۱۳۴۵ و ۱۳۵۵ نیز استفاده به عمل آمد. همچنین آمارهای سرشماری اقتصادی- اجتماعی عشایر کوچنده کشور در فصل مربوط به جمعیت غیر ساکن مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

پس از جمع آوری اطلاعات، با توجه به مهمترین موضوعات مربوط به جمعیت، سرفصل‌های اصلی تهیه و سپس

مسائل کاربردی استفاده نمایند.

غالب تغییرات در موجودیت و قابلیت دسترسی به اطلاعات تنها طی دو سال گذشته (نسبت به ۲۰ سال پیش) رخ داده است. این مرحله سریع از رشد و پیشرفت باید اطمینان و اعتماد کاربران GIS را نسبت به اطلاعات سنجش از دور تقویت نماید.

تصاویر دارای قدرت تفکیک بالا، ایستگاههای زمینی قابل حمل، جستجوی مستقیم و مسائل متنوع دیگر به این خاطر عرضه شده‌اند که کاربران، این سرویسها را احتیاج داشته‌اند و می‌خواهند بنابراین: انتظار دیگری هم در آینده می‌توان از صنعت سنجش از دور داشت؟!

اطلس جمعیت، اولین اطلس تخصصی ملی ایران

نوشته: مهندس بهداد غضنفری

با رشد جوامع بشری و پیشرفت تکنولوژی در قرن حاضر، نیاز به فراهم بودن اطلاعات در زمینه‌های گوناگون در هر کشور، امری ضروری و لازم است. در این راستا تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری صحیح از اطلاعات در قالب سیستم‌های اطلاع رسانی مختلف در سطح جهان رشد بی سابقه‌ای را نشان داده و توجه برنامه‌ریزان، مدیران و مجریان امور را به اطلاعات، بیش از پیش جلب نموده است.

از بین تمامی سیستم‌های اطلاع رسانی، اطلس‌ها یکی از قدیمیترین، شناخته شده‌ترین و شاید مهمترین سیستم‌های اطلاع رسانی هستند که مجموعه‌ای از نقشه‌ها، نمودارها، گزارشات و عکسها را تشکیل می‌دهند و در این میان اطلس‌های ملی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشند.

این اطلس‌ها بیانگر پیشرفتهای برنامه ریزی شده و نمایانگر کاستی‌های موجود در هر یک از بخشهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و ... می‌باشند.

از ویژگیهای عمده این اطلسها، می‌توان امکان مقایسه به روشهای سریع، ساده و قابل درک، قابلیت نمایاندن حجم زیادی از اطلاعات، استفاده در برنامه ریزیها، بهره‌گیری دانش پژوهان،

زیر فصلهای هریک از فصول تعیین گردید. مرحله بعدی طراحی اولیه اطلس جمعیت بود که با تهیه ماکتی همه محتویات اطلس مذکور آماده کار شد. سپس آمار و اطلاعات مربوطه استخراج و روشهای کار توگرافی نمایش اطلاعات طراحی و اعمال گردید. به دنبال آن محاسبات، کنترلها، مراحل کار توگرافی، عکاسی و نهایتاً مرحله چاپ اطلس به اجرا درآمد. بدین ترتیب اطلس ملی جمعیت، تهیه و آماده بهره‌برداری گردید.

با توجه به آمارگیری نفوس و مسکن سال جاری یکی از طرحهای اطلس ملی به هنگام نمودن جلد تهیه شده می‌باشد. برای این منظور در نظر است با استفاده از آمار سال ۱۳۷۵ که در کوتاهترین زمان ممکن در اختیار سازمان نقشه برداری کشور قرار خواهد گرفت. اطلس جمعیت با استفاده از امکانات فعلی و آتی به شکل کاملاً رقومی با کیفیتی بهتر مجدداً بازنگری و تهیه گردد.

عناوین و سرفصلها

اطلس ملی ایران جمعیت شامل فصلهایی است که هر کدام به یکی از موضوعات جمعیتی زیر پرداخته است:

- فصل اول تحت عنوان کلیات شامل تاریخچه سرشماری و چگونگی تاثیر اقلیم بر جمعیت را دربرمیگیرد.

- فصل دوم با عنوان توزیع و تراکم جمعیت نقشه‌های تراکم جمعیت را در سطح شهرستانی و استانی نمایش داده و توزیع

جمعیت شهرستانی را نیز مورد توجه قرار می‌دهد.

- فصل سوم که بزرگترین فصل این اطلس است تحت عنوان ترکیب، ساختمان و تغییرات جمعیت شامل هرم سنی، گروههای سنی، نسبت جنسی، باروری، بعدخانوار و تغییرات جمعیت می‌شود که در ارتباط با هریک از موضوعات فوق نقشه، نمودار و گزارشهای مفصلي گنجانده شده است.

- فصل چهارم تحت عنوان حرکات جمعیت به رشد سالانه جمعیت، تولد، مرگ و میر و مهاجرت پرداخته و در این ارتباط به رشد سالانه نقاط شهری و روستایی در مناطق مختلف کشور اشاره دارد.

- فصل پنجم با عنوان ازدواج و طلاق ضمن بررسی وضعیت ازدواج و طلاق بین مردان و زنان، این پدیده را مورد بررسی قرار داده است.

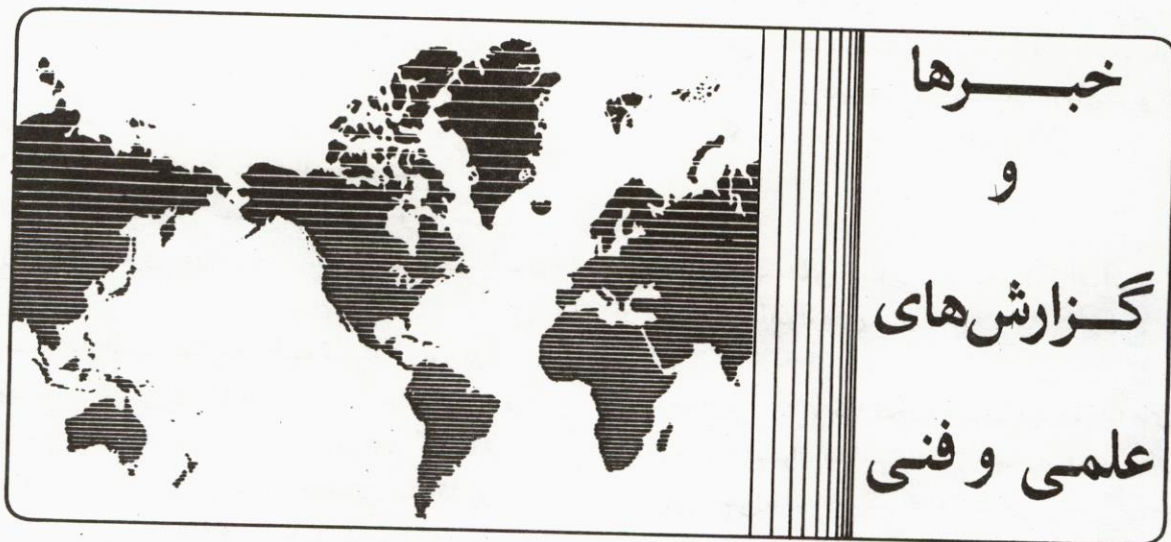
- فصل ششم تحت عنوان آموزش و اشتغال به وضعیت سواد و جمعیت فعال و نیز شاغلین و بیکاران توجه نموده است.

- فصل آخر این اطلس بیشتر به وضع جمعیت غیر ساکن اختصاص یافته و شامل موضوعات مختلف از جمله مسیرهای کوچ رو، قلمرو ایلات بزرگ، درصد جمعیت کوچنده بیلاقی قشلاقی و گزارشهایی در مورد جمعیت کوچ رو کشور می‌باشد.

در پایان، امیدوار است با تهیه سایر مجلدات اطلس ملی سازمان نقشه‌برداری کشور خدمات ارزنده‌ای به جامعه علمی و پژوهشی کشور ارایه نماید.



مجموعه مقالات GIS و GPS در دو جلد منتشر شد. علاقمندان می‌توانند جهت کسب اطلاعات با دفتر نشریه نقشه‌برداری و یا شماره تلفن ۶۰۱۱۸۴۹ تماس حاصل فرمایند.



تاکید وزارت کشور بر لزوم نظارت و کنترل فنی نقشه‌ها توسط سازمان نقشه‌برداری کشور

در پی عدم رعایت دستورالعمل‌های فنی سازمان برنامه و بودجه و سازمان نقشه‌برداری کشور توسط افراد حقیقی و مشاورین فاقد رتبه‌بندی که منجر به پایین آمدن کیفیت نقشه‌های شهری شده است بخشنامه زیر توسط وزارت کشور به تمامی استانداری‌ها ابلاغ گردید.

بسمه تعالی

استانداری
معاونت محترم امور عمرانی

سلام علیکم،

احتراما، نظر به اینکه نقشه‌های بهنگام شده برای شهرهای کشور، مبنا و اساس کار برنامه ریزی شهری و تهیه طرحهای توسعه شهری می‌باشد و از سویی ملاحظه میگردد تهیه نقشه‌های بهنگام با انعقاد قرارداد با افراد حقیقی، مشاورین فاقد رتبه‌بندی سازمان برنامه و بودجه و امثالهم، بدون نظارت سازمان نقشه‌برداری و در کیفیت‌های بسیار پایین و بدون لحاظ بخشنامه‌ها و دستورالعمل‌های فنی سازمان برنامه و بودجه صورت می‌پذیرد و این امر قطعا موثر در کیفیت طرحهای توسعه شهری و خصوصا کیفیت طرحهای مادی توسعه شهرها که به توسط دفاتر فنی استانداردینها تهیه

می‌گردد، خواهد بود.

لذا خواهشمند است دستور فرمایند مراتب زیر در کلیه قراردادهای رعایت گردد.

۱- کلیه قراردادهای نقشه‌برداری بر اساس قرارداد تیپ خدمات نقشه‌برداری و با استفاده از نظارت فنی سازمان نقشه‌برداری کشور با مشاورین تایید صلاحیت شده از سوی سازمان برنامه و بودجه و نیز سازمان نقشه‌برداری کشور منعقد گردد.

۲- کلیه نقشه‌ها پس از تایید سازمان نقشه‌برداری کشور از مشاورین اخذ و تاییدیه سازمان نقشه‌برداری ملاک اصلی کار قرار گیرد.

۳- در خصوص پرداخت هرگونه وجه اضافی علاوه بر فهرست بهای مصوب و نیز اضافه نمودن هرگونه شرایط جدید به قرارداد، نظر سازمان برنامه و بودجه و نیز سازمان نقشه‌برداری کشور اخذ گردد. والسلام

رسول زرگر
معاون هماهنگی امور عمرانی

چهاردهمین اجلاس عمومی کمیته دایمی GIS آسیا و اقیانوسیه در ایران برگزار می‌شود:

همانگونه که در خبرهای نقشه‌برداری شماره ۲۲ (تابستان ۷۴) آمده بود، همزمان با تشکیل کمیته دائمی GIS منطقه آسیا و اقیانوسیه کشوری ایران به عضویت این کمیته پذیرفته شد و در انتخابات هیئت رئیسه و اجرایی آن نماینده کشورمان برای مدت

سه سال به عضویت این هیئت برگزیده شد.

در پی این انتخاب آقای مهندس عباس رجبی فرد (مدیر بخش GIS سازمان نقشه برداری کشور) به عنوان نماینده جمهوری اسلامی ایران در کمیته مزبور در نشستهای آن شرکت نمود. اجلاس عمومی این کمیته سالانه با حضور تمامی اعضاء در یکی از پایتخت های ۵۵ کشور عضو پیا می شود. اولین جلسه در سال ۷۴ در پایتخت مالزی و دومین جلسه در پایتخت استرالیا سال ۷۵ تشکیل گردید.

از آنجا که قرار است چهارمین جلسه کمیته مزبور در ایران تشکیل شود نشریه نقشه برداری از آقای مهندس عباس رجبی فرد، عضو هیئت اجرایی کمیته دعوت به عمل آورد تا در گفتگویی در مورد اهداف و برنامه های آتی این کمیته، همچنین نقش کشور ایران در اجلاس توضیحاتی جهت اطلاع خوانندگان گرامی ارائه فرمایند و به سوالاتی چند پاسخ دهند. مشروح این مصاحبه در صفحه ۳۵ درج گردیده است.

سمینار ژئوفیزیک ایران

نهمین سمینار ژئوفیزیک ایران از هفتم تا نهم آبان ماه سال جاری در دانشگاه تهران برگزار شد.

در این کنفرانس که با سخنان وزیر فرهنگ و آموزش عالی آغاز به کار کرد، جمعی از استادان و متخصصین و کارشناسان دانشگاهها و موسسات تحقیقاتی کشور با ارائه مقالات و نتایج تحقیقات به عمل آمده، در زمینه ژئوفیزیک ایران به بحث و تبادل نظر پرداختند.

از جانب سازمان نقشه برداری کشور نیز چندتن از کارشناسان در این سمینار شرکت داشتند و به ارائه مقالاتی به شرح زیر همت گماشتند:

- ۱- روشهای مشاهداتی دقیق در مطالعات زمین پویایی (آقایان توکلی، حاتم و معمارزاده)
- ۲- ایجاد شبکه صفر ژئودزی ماهواره ای کشور و اتصال آن به شبکه جهانی (آقای نانکلی)
- ۳- تعیین ژئوئید با استفاده از GPS (آقایان نانکلی و صدیقی)
- ۴- تطبیق سه بعدی شبکه درجه یک GPS ایران و اتصال آن به شبکه جهانی IGS (آقای نیلروران)

در نامه ای که رئیس موسسه ژئوفیزیک ایران خطاب به آقای مهندس شفاعت ریاست محترم سازمان نقشه برداری ارسال داشتند از همکاری صمیمانه و ارزشمند سازمان در برگزاری این سمینار تشکر و قدردانی بعمل آوردند.

تهیه نقشه های مبنایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ ایران با استفاده از تصاویر ماهواره ای

در تاریخ ۷۵/۷/۳ تحت عنوان تهیه نقشه های مبنایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ ایران با استفاده از تصاویر ماهواره ای جلسه سخنرانی علمی بوسیله سرکار خانم مهندس نوشین خورسندیان در محل سالن اجتماعات برگزار گردید. در این جلسه که کارشناسان و متخصصین سازمان نقشه برداری کشور حضور داشتند مطالب جالبی عنوان گردید. خلاصه ای از مطالب مطروحه به شرح زیر است که توجه خوانندگان علاقمند را بدان جلب می نمایم.

در حال حاضر در ایران، استفاده کنندگان در سطوح مختلف و برای مقاصد متنوع به نقشه نیاز دارند. از جمله این مقاصد است: کاربری نقشه های توپوگرافی، طبقه بندی عوارض، ایجاد سیستم اطلاعات جغرافیایی و ... نقشه های پوششی موجود ایران عبارتند از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ طبق برنامه زمان بندی شده سازمان نقشه برداری کشور دوره ای ۱۰ ساله طول می کشد تا نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ کل ایران به اتمام برسد. از طرفی، گرچه اولین سری از نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰ نیز در حال حاضر آماده استفاده و بکارگیری می باشد ولی این نقشه ها برای مقاصد بالا، قابل استفاده نیست و انتظار برای تهیه نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ نیز طولانی است. نقشه های پوششی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ موجود نیز به بازنگری نیاز دارند. بنابراین شایسته است در جهت برآورده نمودن نیاز استفاده کنندگان و بنا به تصویب شورای کاربران GIS ایران نقشه های تصویری با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (مقیاسی واسطه مابین مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰) هرچه سریعتر تولید گردد.

در جهت انجام این امر مهم پیشنهاد می گردد پردازشهای کیفی (رادئومتریک) و هندسی (ژئومتریک) بر روی داده های ماهواره ای پوششی ایران انجام گیرد و بعد از انجام پردازشهای GIS و کارتوگرافی نقشه های تصویری ایران تولید گردد.

جملات نیز احتیاجی به صفحه کلید ندارد بلکه کافایت که متن دلخواه خود را همچون یک معلم به طور شمرده به کامپیوتر دیکته کند و آنگاه کلمات و جملاتی که فرد برای کامپیوتر خوانده است در اندک مدتی بر روی صفحه نمایشگر نقش می بندند.

این نرم افزار جدید در پهنه های مختلف علم و صنعت بخصوص در پزشکی و تکنولوژی صدا تغییرات بسیار اساسی به وجود خواهد آورد.

❁ ابداع کره جغرافیایی سخنگو

نخستین کره جغرافیایی کامپیوتری جهان که حاوی اطلاعات کامپیوتری راجع به کشورهای مختلف جهان است، ابداع شد. این کره جغرافیایی کامپیوتری، لایه بیرونی حساسی دارد که از طریق یک بلندگو، اطلاعاتی را که دارنده این کره جغرافیایی از هر کشور می خواهد در پنجاه زمینه مختلف ارائه می کند.

کره که مورد استقبال شدید موسسه های آموزشی و کودکان و نوجوانان قرار گرفته است. از طریق یک دیسکت کوچک می تواند اطلاعات جدید کشورها و تغییرات در سیاست، حکومت و مناطق جهان را در حافظه اصلی تغییر دهد. کسی که از این کره جغرافیایی استفاده می کند می تواند با استفاده از قلم مخصوص این دستگاه، دو نقطه را در دو کشور بر روی کره فشار دهد و سپس شاسی خطوط هواپیمایی را روی پایه کره فشار دهد. کامپیوتر سخنگو خود به خود پروازهایی را که بین این دو نقطه وجود دارد، با اعلام ساعت پرواز در مبداء و مقصد به اطلاع دارنده این کره جغرافیایی می رساند. از جمله اطلاعات دیگر موجود در این کره جغرافیایی، نوع رژیم حکومتی، جمعیت، تعداد ایالات، مساحت و دهها عنوان اطلاعات دیگر است که در بیشتر موارد قابل مقایسه بین کشورهای مختلف است. این کره جغرافیایی سخنگو بیش از ۲۹۹ دلار است که استفاده از آن برای مراکز آموزش مقدماتی و متوسطه مفید به نظر می رسد.



❁ GPS در توجیه مطلق عکسهای پوشش دار

در تاریخ ۷۵/۷/۱۷ تحت عنوان توجیه مطلق زوج عکسهای پوشش دار به کمک GPS و پروفیل های لیزری جلسه سخنرانی علمی بوسیله آقای مهندس پورمؤمن در محل سالن اجتماعات برگزار گردید. در این جلسه که کارشناسان و متخصصین سازمان نقشه برداری کشور حضور داشتند، مطالب جالبی عنوان گردید. خلاصه ای از مطالب مطروحه به شرح زیر است که توجه خوانندگان علاقمند را بدان جلب می نمایم.

نتایج تحقیقات اخیر در مورد بکارگیری تکنولوژی لیزری در مقاصد فتوگرامتری باعث تسهیل کار و کاهش زمان و هزینه مصروف در گردش کار فتوگرامتری شده است. پروفیل سازهای لیزری بعنوان سنسورهای اضافی در کنار دوربین عکسبرداری هوایی در هواپیما نصب شده و مراحل کالیبره کردن و هماهنگی بین اجزاء انجام می شود. در حین عکسبرداری هوایی پروفیل لیزری در بالا و پایین هر باند به همراه اطلاعات GPS و INS برداشت می شود و بدین ترتیب نیاز به نقاط زمینی در انجام مراحل توجیه مطلق در تبدیل عکس به نقشه برطرف خواهد شد.

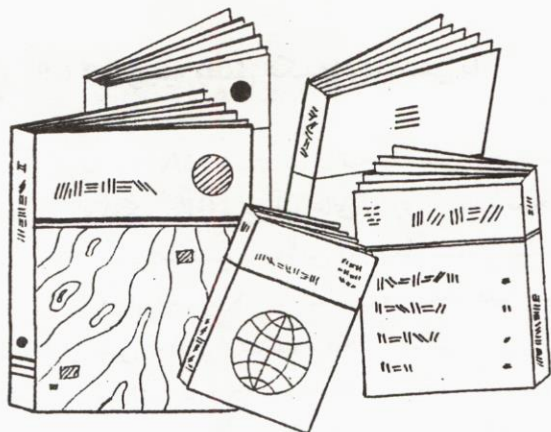
مراحل تست این نوآوری، طی پروژه ای تحقیقاتی در انستیتو فتوگرامتری دانشگاه اشتوتگارت آلمان به همراه انستیتو هدایت پرواز و کنترل دانشگاه فنی برانسویک و دیگر انستیتوها با موفقیت به انجام رسیده است.

❁ ابداع نرم افزار حساس به صدا

شرکت کامپیوتری آی.بی.ام به تازگی نرم افزار جدیدی را برای استفاده در شبکه جهانی اینترنت و همچنین کامپیوترهای خانگی به بازار عرضه کرده است. این نرم افزار جدید به صدای افراد حساس است.

فردی که از این نرم افزار جدید استفاده کند احتیاج به صفحه کلید و یا ماوس ندارد و می تواند از طریق شمرده حرف زدن، کامپیوتر را تحت کنترل خود در آورد.

در این نرم افزار جدید فرد برای تایپ کردن کلمات و



معرفی کتاب

تهیه و تنظیم: حشمت ا... نادرشاهی

نام کتاب: نقشه برداری مهندسی

مؤلف: مهندس محمود دیانت خواه

ناشر: مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان

گرچه کتاب در دیماه ۱۳۷۴ به چاپ رسیده، حاوی نواقصی است که در پیشگفتار مؤلف نیز بدان اذعان شده است:

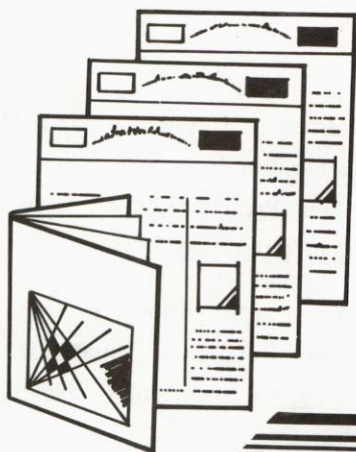
"... امروزه با پیدایش سیستم‌های نوین و بسیار پیشرفته نقشه برداری نظیر تاکنومترها و ترازیب‌های الکترونیک، دستگاههای برداشت و محاسبه خودکار (Total Station)، سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای مربوط به ترسیم اتوماتیک نقشه‌های توپوگرافی، سیستم‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای (G.P.S.) و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و غیره، فن نقشه برداری به جهشی بزرگ دست یافته و به نظر می‌رسد که دیگر جایی برای نقشه برداری کلاسیک (مثلاً فاصله‌یابی، استادیتری و پارالاکسیک یا زاویه‌یابهای اپتیک مکانیکی) نیست، ... هنوز از تمام دستگاههای به ظاهر قدیمی در دانشگاهها و موسسات آموزش عالی، ارگان‌ها و سازمان‌های دولتی و موسسات خصوصی استفاده می‌شود و ... چون تشریح مطالب مربوط به دستگاههای نوین، ... باعث افزایش بیش از حد حجم کتاب می‌شد و ... نیازمند زمان کافی نیز بود، ... بحث و بررسی کلی دستگاههای مدرن و بطور کلی نقشه برداری غیرکلاسیک را به مجلد دیگر وا گذاشتم تا انشاءالله در آینده یعنی زمانی که این سیستم‌ها به طور کامل در تمام ارگان‌های آموزشی کشور وارد شد و مورد استفاده قرار گرفت بتوان با سایر همکاران به تشریح و تجزیه و تحلیل آنها پرداخت."

انتظار معمول این است که قبل از استفاده همگان و اشاعه احتمالی خطاهای کاربرد نادرست، مطالبی در مورد ابزارها و تکنیک‌های تازه نشر یابد و در دسترس طالبان قرارگیرد تا کاربرد آنها بدور از خطرهای آزمون و خطا و با اطمینان بیشتر صورت پذیرد. امید است این نکته مورد توجه مؤلف محترم و سایر دست‌اندرکاران قرار گیرد تا در پرکردن خلاء نسبی موجود در این گونه موارد، گامهای موثر بردارند.

عمده مطالب کتاب ۶۴۸ صفحه‌ای نقشه برداری مهندسی از برگردان کتاب Engineering surveying, Problems and Solutions و کتاب Advanced Engineering Surveying, Problems and Solutions تألیف F.A. Shepherd تشکیل شده است و در آن ضمن مطرح ساختن مطالب و موضوعات مورد نیاز دانشجویان رشته‌های تخصصی مهندسی نقشه برداری، مهندسی عمران، مهندسی معدن، مهندسی کشاورزی، تلاش به عمل آمده تا در هر بخش مطالب در قالب تحلیلی مطرح شود و با ذکر مثالهای عددی تفهیم گردد. تمرین‌های پایانی هر فصل امکان آزمایش میزان درک و برداشت خواننده را فراهم می‌سازد.

کتاب در بیست فصل (شامل ۱۷۳ بخش) تدوین گردیده: ۱- مفاهیم کلی؛ ۲- سطوح مقایسه، ۳- نظریه خطاها، ۴- اندازه‌گیری طول، ۵- تراز یابی، ۶- نیم رخ‌های طولی و عرضی، ۷- زاویه‌یابی، ۸- مختصات نقاط و امتدادها، ۹- فاصله‌یابی با دستگاههای اپتیکی، ۱۰- فاصله‌یابی با دستگاههای الکترونیک (E.D.M.)، ۱۱- کانوای نقشه برداری، ۱۲- پیمایش، ۱۳- برداشت جزئیات، ۱۴- تقاطع، ۱۵- ترفیع، ۱۶- مثلث‌بندی، ۱۷- برداشت ترسیمی، ۱۸- اندازه‌گیری مساحت، ۱۹- تعیین حجم عملیات خاکی، و ۲۰- نقشه برداری مسیر.

در پایان کتاب، پیوست الف (یادآوری پاره‌ای از فرمولهای ریاضی)، پیوست ب (نمونه‌های جدولهای نجومی)، کتابشناسی، واژه نامه فارسی - انگلیسی و واژه نامه انگلیسی - فارسی امکان استفاده از منابع را آسانتر نموده است.



گزیده خلاصه مقالات

از نشریات خارجی

ترجمه: پروین رفاهی

معرفی یک استراتژی برای جامعه شهری در جهت
اجرای سیاست عدم تمرکز و جابجایی

نویسنده: Dirk Bolt

تصحیح ژئومتریکی تصاویر اسپات و لندست
مقایسه نقاط کنترل حاصله از GPS و نقشه

نوشته: N.G.Kardoulas, A.C. Bird, A.I.Lawan

چکیده

چکیده

در این مقاله نویسنده به بررسی و تحقیق می‌پردازد که از سال ۱۹۹۲ تاکنون در دست اجراست و هدف از آن تعیین این مطلب است که چگونه ابزارهایی نظیر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی سنجش از دور می‌توانند دولتها، به ویژه دولت کشورهای جهان سوم در که دارای رشد شهری بالایی هستند، در اجرای سیاست عدم تمرکز و جابجایی جمعیت مساعدت نمایند. نویسنده پس از مطرح نمودن جنبه‌های اصلی شهرسازی، موضوع کنترل رشد شهری و استفاده از سیستم‌های GIS و دورکاوی را در کنترل هرچه بهتر رشد شهری و نیز تشکیل زیرمديريتهای منطقه‌ای در دولت را برحسب مقیاسهای انسانی مناطق (جوامع شهری) به عنوان الگوی تعیین نشده رشد شهری، بررسی می‌نماید. با آنکه نظارت و کنترل رشد شهری تحت برنامه Urbwatch موسسه ITC مورد بررسی قرار گرفت ولی شناسایی جوامع شهری تحت یک برنامه موازی دیگری به نام Urbserve اجرا گردید. این مقاله با اشاره به مطالعات موردی بعمل آمده توسط ۵ تن از اعضای گروه تحقیقاتی به شیوه شناسایی، نظارت و کنترل در شهرهای دهلی، دمشق، چیانگ‌مای و کاتماندو سعی در تایید این استراتژی دارد.

در مناطقی که فاقد نقشه‌های توپوگرافی مناسب هستند تصحیح ژئومتریکی تصاویر ماهواره‌ای با مشکلاتی همراه است. در این ارتباط تکنولوژی GPS بطور روزافزون به عنوان یک راه حل بالقوه برای حل این مشکل مطرح می‌شود. این مقاله به بررسی تصحیح ژئومتریکی تصاویر ماهواره‌ای Landsat MSS (با پیکسل ۸۰ متر)، Landsat TM (با پیکسل ۳۰ متر) و پانکروماتیک اسپات (با پیکسل ۱۰ متر) می‌پردازد که با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰ ۰۰۰ و داده‌های GPS در منطقه نیجریه انجام شده است. نتیجه تصحیحات ژئومتریکی که از طریق چندجمله‌ایهای درجه اول و با استفاده از نقاط حاصله از GPS یا نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰ ۰۰۰ بدست آمده، میزان خطای RMS در هر سه نوع تصاویر ماهواره‌ای فوق‌الذکر بدون توجه به اندازه پیکسل آنها - در دامنه ± 35 بوده است. در این روش اهمیت استفاده از نقاط کنترل مستقل در ارزیابی دقت عمل تصحیح نیز به خوبی نشان داده شده است.

نقل از: Photogrammetric Engineering & Remote Sensing,
Vol. 62, No.10 October 1996, PP. 1173 - 1177

Table 1. ΔX , ΔY , ΔZ Residuals in WGS 1984
Coordinates for the Five SPOT Level 1B Stereo
Pairs Covering the Jordan Badia Project area

Scene ID	B/H ratio	No. of GCPs	RMSE- ΔX (m)	RMSE- ΔY (m)	RMSE- ΔZ (m)
122-285	0.975	15	± 5.0	± 5.1	± 6.4
123-285	0.858	18	± 6.2	± 5.7	± 8.3
123-286	0.858	20	± 6.4	± 7.4	± 8.1
124-285	0.975	13	± 8.0	± 8.6	± 13.2
124-286	0.975	13	± 4.8	± 9.0	± 3.3

For the reference stereo model, (122-285), an additional 23 check points have been selected over the whole area; the RMSE values in terms of their X, Y, and Z coordinates are as follows:

$$\text{RMSE-}\Delta X = \pm 8.9 \text{ m}$$

$$\text{RMSE-}\Delta Y = \pm 8.2 \text{ m}$$

$$\text{RMSE-}\Delta Z = \pm 10.0 \text{ m}$$

The vector diagrams constructed from the ΔX , ΔY and ΔZ values for the reference stereo model are shown in Figures 11a and 11b. These diagrams show that the residual errors at the GCPs are completely random; no systematic component can be discovered in the vector plots. For the independent check points, the pattern is mostly random with small systematic components in specific areas.

Acknowledgements

This paper is based on work done in the course of the author's PhD project at the Department of Topographic Science, University of Glasgow. The author would like to express his thanks to Professor G. Petrie for his assistance in various aspects of the research. He would like also to thank his colleague Mr N. Al-Rousan for providing him with the five SPOT stereo pairs of Jordan and the corresponding ground control point (GCP) data.

REFERENCES

- Al-Rousan, N., G. Petrie, M. J. Valadan Zoej, D. Miller, 1996. DEM Generation from Space Imagery for the Badia Project Area. Presented Paper, Remote Sensing Society Annual Conference, Durham, 16pp.
- De Haan, A., 1992, An Analysis of the Precision of a DEM Obtained from SPOT Data. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 29(B4): 440-447.
- Deren, L., C. Jiayu, 1988. Bundle Adjustment of SPOT Imagery. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 27(B4): 449-455.
- El-Manadili, Y., K. Novak, 1996. Precision Rectification of SPOT Imagery Using the Direct Linear Transformation Model. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 62(1):67-72.
- Ganguly, P. K., 1991. Mathematical Modelling for Mapping from SPOT. MSc Thesis, ITC, Netherlands: 89 pp.
- Gugan, D. J., I. J. Dowman, 1988. Topographic Mapping from SPOT Imagery. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 54(10): 1409-1414.
- Guichard, H., 1983. Etude Theorique de la Precision dans l'Exploitation Cartographique d'une Satellite a SPOT. Bulletin de la Societe Francaise de Photogrammetrie et de Teledetection, 90: 15-26.
- Konecny, G., 1987. Geometric Evaluation of SPOT Imagery. Seminar on Photogrammetric Mapping from SPOT Imagery, Hannover: 20-53.
- Konecny, G., P. Lohmann, H. Engel, E. Kruck, 1987. Evaluation of SPOT Imagery on Analytical Photogrammetric Instruments. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 53(9): 1223-1230.

language, version 3.1 for Windows 3.1. It has been run on a PC 486/DX2/66 equipped with 32 MB RAM and 500 MB of hard disk.

Five SPOT level 1B stereopairs covering the Badia Project area in Jordan have been provided by my research colleague, Mr N. Al-Rousan, to be tested in the author's program. The area is located in the North-East part of Jordan, and is mainly a desert area. Its surface is covered largely by basalt, except in the Western part where a more cultivated area appears. Around 130 GCPs distributed over the whole of the project area have been measured by surveyors from the Royal Jordanian Geographic Centre (RJGC) using Ashtech 12 dual frequency GPS sets with around 1 to 2 metre accuracy. They have been measured during Mr Al-Rousan's field work in Jordan with the collaboration of the Royal Jordanian Geographic Centre. The GCP coordinate values which have been input to the program are in the WGS 1984 geocentric coordinate system - a CT

system as defined in Section 8.2.

The two images comprising the principal stereo pair being used for test purposes have the scene identification number of 122-285. They were acquired in August and June 1987 respectively, with mirror angles of L28.2 and R23.7 degrees. This results in an excellent base-to-height ratio of 0.97. This particular pair was selected for the test since around 40 GCPs were available in this area and this gave the opportunity to have a good number of independent check points to check that the program worked correctly.

The other four stereo pairs that have been tested have around 15 to 20 GCPs each and have nearly the same base-to-height ratio as the reference stereo pair. The residuals (ΔX , ΔY , ΔZ) at the ground control points after the application of the bundle adjustment program for the different stereo-pairs are summarized in the Table 1.

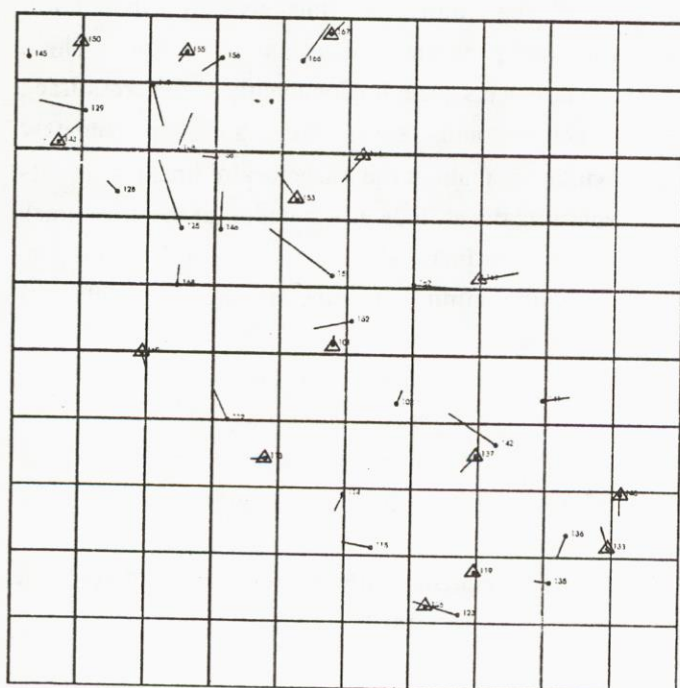


Figure 11(a). Vector plot of the planimetric (X/Y) errors at the control and check points over stereo-model 122/285
 Δ = Control Point ; $\circ$ = Check Point.

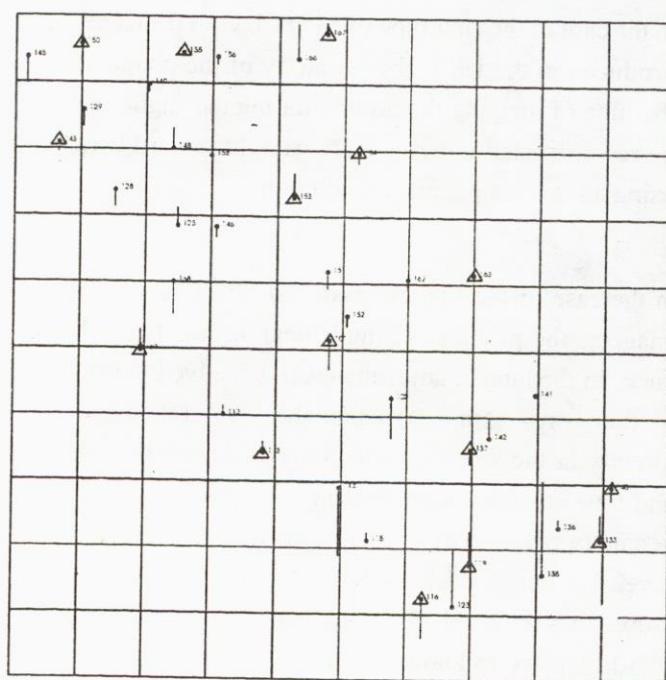


Figure 11(b). Vector plot of the Z errors at the control and check points over stereo-model 122/285
 Δ = Control Point ; $\circ$ = Check Point.

In order to do this, first a rotation is necessary to change the parallelogram shape of the image back into a square. Then the scale in each line and the pixel direction must be changed in such a way as to ensure that it has the same scale and format as that of a level 1A image (i.e. 6,000 lines and 6,000 pixels).

According to Al-Rousan et al. (1996), it appears that there are two different types or variants of SPOT level 1B imagery available on the market. The one variant is that which has been processed by SPOT Image in France, while the other is one that has been processed in the USA by its American subsidiary. In the USA, level 1B images are generated directly from raw data (level 0) using a parametric solution, while in France, it appears that the level 1B images are generated from level 1A images using a 3rd order polynomial transformation for the older format images (produced before August 1995) and a 5th order polynomial transformation for the newer format images (produced after August 1995).

In the case of the first type of SPOT level 1B images produced in the USA, the geometry of the image at the time of imaging the ground during the flight can be reconstructed in a relatively straightforward way using an inverse parametric solution.

In the case of the French produced SPOT level 1B imagery, the problem of implementing this type of image in the bundle adjustment can be solved in one of two ways: either (i) using the level 1B image directly in the solution, which needs a complicated and time consuming approach to establish the exact geometry of this type of image, or (ii) to convert the level 1B image back to level 1A. In the case of converting the level 1B image back to its 1A form, it is necessary to know the polynomial coefficients used to transform the level 1A to this level and then to implement them in a reverse transformation. How to get these parameters is another problem.

A simple approach has been implemented by the present author to convert the level 1B images to their level 1A equivalents. This is via a two-step procedure by first transforming the rhomboidal shape of the Level 1B image back to a rectangular image. This will still have too large a size compared with the square shape and dimensions of the equivalent Level 1A image, so a second transformation is applied to achieve this result.

During the orientation of a level 1A image, nine parameters of the orientation ($f_0, \Omega_0, a, l, f_1, \Omega_1, \omega_0, \varphi_0, \kappa_0$) find the position in space of the sensor and its crude attitude. A further three parameters ($\omega_1, \varphi_1, \kappa_1$) adjust the attitude as a function of the along-track image coordinates. This is because the attitude of the satellite is continually changing as the scene is imaged over a 9 second time span. Since the viewing geometry of the sensor along the linear array is a central projection, it is only necessary to allow for changes in the along-track direction. However the level 1B data has additional displacements introduced into the imagery by the Earth curvature/panoramic distortion corrections. These displacements occur predominantly in the cross-track direction, and, since they are approximately symmetrical about the image centre line, parameters adjusting the attitude as a function of the cross-track image coordinate should give a good orientation. Thus the attitude parameters are formulated as follows:

$$\begin{aligned}\omega &= \omega_0 + \omega_1 x + \omega_2 y^2 \\ \varphi &= \varphi_0 + \varphi_1 x + \varphi_2 y^2 \\ \kappa &= \kappa_0 + \kappa_1 x + \kappa_2 y^2\end{aligned}\tag{15}$$

where x and y are the image coordinates.

8.5 Experiment with Stereo SPOT Level 1B Imagery over a Jordanian Test Field

A bundle adjustment program which implements the solution outlined in Section 8.1 to 8.4, has been written entirely by the author in the Borland C++

needs a preliminary processing before implementation of the same solution. This is necessary because the geometry of the SPOT images is altered during the production of different levels of SPOT image processing. The geometry of the level 1A and 1B products will be explained briefly.

Geometry of SPOT level 1A: In the SPOT level 1A image, only the detector normalization is performed using a linear model which equalizes the difference in sensitivity between individual CCD detectors. Hence no geometric corrections are applied. The image is not resampled and the image area is constant, comprising 6,000 lines, each containing 6,000 pixels in panchromatic mode, and 3,000 lines, each containing 3,000 pixels in each band of the multispectral mode, irrespective of the viewing angle. This means that the image appears as a square, leading to a panoramic effect for oblique (off-nadir) viewing, since the number of pixels remains constant while the area covered by a single pixel in the East-West direction varies according to the viewing angle, i.e. the area covered by each pixel on the ground could be 10m or more depending on the viewing angle of the sensor (see Figure 9). The image coordinate system, mentioned above, in Section 8.1, can be applied with this type of image without any change.

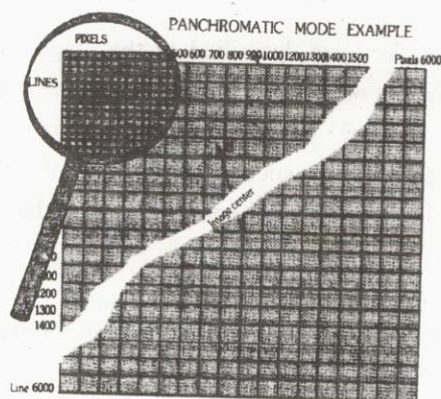


Figure 9. A view of a SPOT Level 1A image

Geometry of SPOT level 1B: A SPOT level 1B image includes the radiometric corrections

mentioned above for level 1A. It also contains geometric corrections taking into account the systematic distortions due to Earth rotation and curvature, sensor viewing angle and desmearing. This level of imagery approximates to an orthographic view of the Earth, with the displacements due to relief remaining in the image.

In this level, after the geometric corrections have been applied, the image is resampled at regular intervals of 10 or 20 metres according to the spectral mode used. The number of pixels is therefore altered; it varies from 6,400 to 8,500 in panchromatic mode and from 3,200 to 4,250 in multispectral mode according to the viewing angle, giving an image size of 60km in the North-South direction and 60 to 80km in the East-West direction. The non-imaged parts of the overall image area are generated by adding zero value pixels (see Figure 10). The scene centre is placed either on the 3,000th or the 1,500th line, depending on the spectral mode, and each scene is split at an interval of 3,000 or 1,500 lines, starting from the scene centre. In this case, to apply the same image coordinate system as that defined above in Section 8.1, the image has to be changed in a certain way in order to have the same geometry as that existing at the time of imaging the ground. If this approach is adopted, it is then necessary to convert the level 1B image back to its level 1A equivalent.

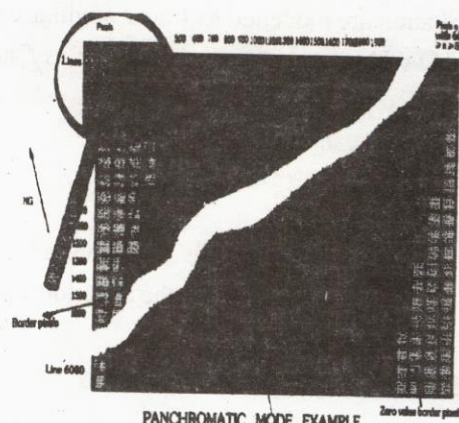


Figure 10. A view of a SPOT Level 1B image

x_0, y_0 : are the coordinates of the principal point,
 X_i^s, Y_i^s, Z_i^s are the object coordinates of the image
 point i ,

X_0, Y_0, Z_0 are the coordinates of the position of the
 (satellite) perspective centre in the CI system
 c : is the principal distance $\approx$ focal length of
 the linear array imaging system, and

R_j : defines the rotation around the j axis.

As can be seen from equation (10), it is expected that the position of the satellite and the ground control points will be given in the CI coordinate system. In practical terms, the ground coordinates are given in a CT coordinate system such as the coordinates provided by GPS observations. In practice, since all of the output coordinates have to be computed in the CT coordinate system, it is then easier to use equation (10) in this type of system. Then the Keplerian elements will be computed for each instant with respect to this system. On the other hand, the transformation between the CI and CT systems will be carried out indirectly inside the defined rotations.

As mentioned before, because of the dynamic geometry of linear array systems, the positional and attitude parameters of a linear array sensor are treated as being time dependent and the only measure of time is the satellite's along-track coordinates. The major components of the dynamic motion, the movement of the satellite in orbit and the Earth rotation are modelled as linear angular changes of f and Ω with respect to time - defined as f_1 and Ω_1 . Thus:

$$\begin{aligned} f_i &= f_0 + f_1 x \\ \Omega_i &= \Omega_0 + \Omega_1 x \end{aligned} \quad (11)$$

where,

f_i and Ω_i : are the true anomaly and the right
 ascension of the ascending node of
 each line i ,

f_0 and Ω_0 : are the true anomaly and the right
 ascension of the ascending node
 with respect to a reference line, e.g.

the centre line of the scene, and

f_1 and Ω_1 : are the first values for the rates of
 change of f_i and Ω_i .

The orbital eccentricity (e) remains very stable for orbiting satellites, so this is kept as a constant. The argument of perigee (ω_p) moves in the orbital plane relatively slowly (about 3° per day), and since it is highly correlated to f , it should also be kept as a constant, its value being calculated from the ephemeris data provided with the header of the satellite images. The orbit's semi-major axis (a) will not vary much, but since the argument of perigee is being held constant, the inclusion of a in the solution will correct for both of these unknowns.

Considering the attitude of a scan line as a reference, the attitude parameters ω , φ , and κ of the other lines can therefore be modelled by a first order polynomial of the along-track image coordinates as follows:

$$\begin{aligned} \omega &= \omega_0 + \omega_1 x \\ \varphi &= \varphi_0 + \varphi_1 x \\ \kappa &= \kappa_0 + \kappa_1 x \end{aligned} \quad (12)$$

The coordinates (X_0, Y_0, Z_0) of the satellite position in space are determined using equation (9).

Since, the tests described in this paper have been carried out on stereo SPOT imagery, the geometry of the different products processed from the data collected by this specific type of linear array sensor will be discussed in more detail in the following section.

8.4 Geometric Correction of the Stereo SPOT Imagery

While a solution for the stereo SPOT level 1A images can be directly implemented using the equations given above, the use of level 1B images

is a space fixed coordinate system, i.e. a coordinate system which is at rest or in a uniform rectilinear motion without any acceleration. The theory of motion for artificial satellites has been developed with respect to such a system, which is why this system is used for the description of satellite motion. The origin of the system is supposed to coincide with the Earth's centre. The Z-axis is oriented towards the North Pole and the X axis to the *First Point of Aries* (γ). The Y axis completes a right handed system.

In the method developed by the present author, the bundle adjustment is normally carried out in the CT system, while the plotting carried out for map making is expressed in UTM coordinates and normal (geoidal) height. So, before and after the bundle adjustment, both a transformation and the inverse transformation of coordinates will be necessary between these two object coordinate systems.

8.3 Derivation of the Collinearity Equations

The collinearity equations are used to relate the image coordinates and object CT coordinates. The position of the satellite is defined normally with respect to the CI system using the six Keplerian parameters described in Section 3 and shown in Figure 2. and can be computed using these elements as follows:

$$\begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix}_{CI} = R_3(\pi - \Omega) R_1(i - \frac{\pi}{2}) R_2(\frac{\pi}{2} - (f + \omega_p)) \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ r \end{pmatrix} \quad (8)$$

where, $r = a(1 - e^2) / (1 + e \cos f)$. It is the instantaneous distance of the satellite from the Earth's centre;

X_0, Y_0, Z_0 : are the coordinates of the satellite in the CI coordinate system;

f : is an element describing the position of the satellite in the orbital plane. Essentially it is the argument or angular distance of the

satellite after passing perigee, as measured at the Earth's centre; in the literature, it is often called (rather confusingly) the true anomaly;

a : is the semi-major axis of the elliptical orbit;

ω_p : is the argument of perigee.

Ω : is the right ascension of the ascending node;

i : is the orbital inclination;

e : is the orbit eccentricity;

Expanding the above equation will result in the following:

$$\begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix}_{CI} = r \begin{pmatrix} \cos \Omega \cos(f + \omega_p) - \sin \Omega \sin(f + \omega_p) \cos i \\ \sin \Omega \cos(f + \omega_p) + \cos \Omega \sin(f + \omega_p) \cos i \\ \sin(f + \omega_p) \sin i \end{pmatrix} \quad (9)$$

The collinearity equation relates the points in the object coordinate system to the corresponding points in the image coordinate system. As mentioned before, in the case of linear array imagery, this equation is available for each line. The relationship between these two coordinate systems is based on the three rotations using Keplerian parameters mentioned above, plus three rotations ω, φ, κ for the undefined rotations of the satellite at the time of imaging. Because of mirror inclination in cross-track linear array stereo imagers, this angle must be considered too. Then the following equations will result:

$$\begin{pmatrix} x_i - x_0 \\ y_i - y_0 \\ -c \end{pmatrix} = S R \begin{pmatrix} X_i^g - X_0 \\ Y_i^g - Y_0 \\ Z_i^g - Z_0 \end{pmatrix}_{CI} \quad (10)$$

where

$$R = R_1(\beta) R_3(\kappa) R_2(\varphi) R_1(\omega) R_2((f + \omega_p) - \frac{\pi}{2}) R_1(\frac{\pi}{2} - i) R_3(\Omega - \pi)$$

S : is the scale factor,

β : is the viewing angle,

x_i, y_i : are the image coordinates of object point i ,

detectors, pointing Eastward in a descending pass. The z axis is perpendicular to the y axis, directed from the scan line along the optical axis in the direction opposite to that of the ground. The x axis completes a right-handed system pointing in the direction of satellite motion (see Figure 7).

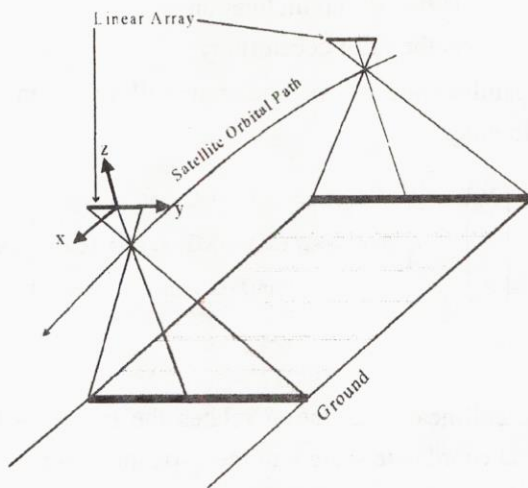


Figure 7. Image coordinate system for a linear array sensor

As mentioned before, the pushbroom scanners have a linear array of thousands of detectors. This array images a strip of the Earth's surface beneath the satellite. Consequently, an image is built up by combining thousands of these linear strips, as the satellite moves along its orbit. However, the linear array itself passes through the principal point in the focal plane where the x coordinate is zero and the z coordinate is always constant. The x coordinate of the resulting image is merely a measure of the time at which a point was imaged relative to the origin. It should be noted that, since stereo data is acquired by altering the cross-track mirror pointing, the stereo base is in the y direction and the true sense of the x and the y parallaxes will be reversed.

8.2 Object Coordinate Systems

The relevant object coordinate systems are as follows (see Figure 8):

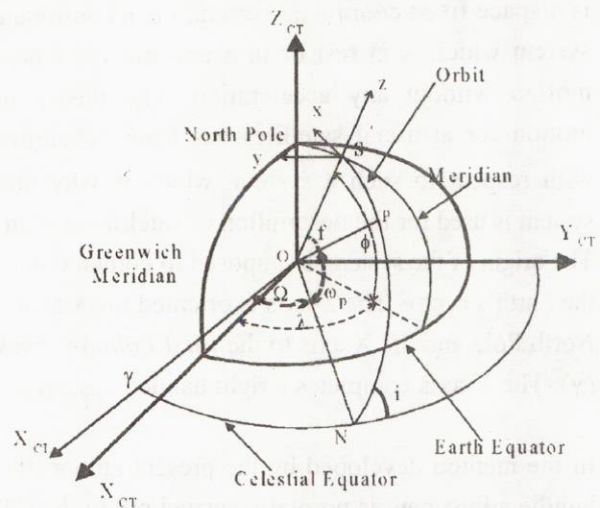


Figure 8. CI, CT, and Image coordinate systems

where, $(X, Y, Z)_{CT}$ is the CT coordinate system;
 $(X, Y, Z)_{CI}$ is the CI coordinate system,
 x, y, z is the image coordinate system,
 O is the centre of the Earth,
 S is the position of the satellite on its orbit,
 f, i, ω_p, Ω are true anomaly, inclination, argument of perigee, and right ascension of the ascending mode, respectively.

- The Universal Transverse Mercator (UTM) coordinate system** (X_{UTM}, Y_{UTM}) and normal (geoidal) height (H) above mean sea level.
- The Ellipsoidal Geodetic (EG) coordinate system** is selected so as to approximate the figure of the Earth as a biaxial ellipsoid. Each point is defined in this system by its geodetic longitude (λ_{EG}), geodetic latitude (ϕ_{EG}), and geodetic height (h_{EG}), i.e. its height above the ellipsoid.
- The Conventional Terrestrial (CT) coordinate system** is a geocentric system, i.e. its origin is at the centre of mass of the Earth. The Z_{CT} axis points to the conventional origin (CIO), which is defined as the mean position of the instantaneous pole during the period 1900 to 1905; the $(XZ)_{CT}$ plane contains the mean Greenwich Observatory; and the Y_{CT} axis is selected to make the system right-handed.
- The Conventional Inertial (CI) coordinate system.**

investigators using the multiple projection centre method (Section 4), look at the images acquired by linear array imaging systems in much the same way as aerial photographs taken with a camera. They consider two spaces for the reconstruction and modelling of the terrain - the image space and the object or ground space. Then, regarding the dynamic nature of the image, each single line is considered as a photograph. It is evident that, since the orbital information of the imaging system is not used in this method, more ground control points have to be used to replace this lack of information by comparison with the orbital parameter method.

In the additional parameter method (Section 5), not only one single line but the whole image comprising many lines taken by a linear array system is considered in exactly the same way as a photograph. Then the distortions present in the image, arising from the dynamic nature of the linear array imaging systems, are considered as systematic errors that can be modelled by a set of additional parameters. This means that, in the collinearity equations, a single set of common ω , ϕ , and κ values is adopted and the changes in these parameters are then modelled as the additional parameters. Altogether 9 orientation parameters and 7 additional parameters have to be determined for each of the images with this method. Again the number of ground control points required to reach a specific accuracy with this method is more than that required for the orbital parameter method for the reasons that have already been explained above.

In the DLT method (Section 6), as with the additional parameter method, the whole linear array system is considered in exactly the same way as a photograph. The difference lies in the image coordinate system used in the collinearity equations. In the additional parameter method, the frame coordinate system has been used as the image coordinate system in the collinearity equations.

However, in the DLT method, the image coordinate system is coinciding with the pixel coordinate system and is used directly in the collinearity equation. This is the reason why the collinearity equations become the DLT equations. Consequently 11 linear orientation parameters must be determined in this method. Since the parameters are linear, so linearization of the DLT equations is very simple and this will save in the time and power required for the bundle adjustment program. Again, the number of ground control points required to reach a specific accuracy with this method is greater than that required for the orbital parameter method.

8. The Mathematical Modelling of the Cross-Track Stereo Images Used in the Present Project

The orbital parameter model can be applied to the cross-track stereo images in order to determine its exterior orientation parameters. The model adopted here is in principle similar to that developed by Gagan and Dowman (1988), but it has been devised quite independently by the present author. The satellite is moving in a defined elliptical orbit. The position and the attitude of the sensor are changing in a systematic way to keep the satellite pointing towards the centre of the Earth. An orbital resection method has been developed to model these changes by finding the orbital parameters of the satellite. A bundle adjustment program has been developed to determine these parameters using ground control points. Within this program, different coordinate systems need to be considered for the transformation between the image and object coordinate systems.

8.1 Image Coordinate System

The coordinates of the linear array of detectors are referred to this system. The origin is positioned at the centre of the scan line which moves along the orbit of the satellite. The y axis is parallel to the array of

of the centre of the ground area in the GCGCS system.

According to this approach, the pixel coordinates (U,V) are first corrected for the systematic errors caused by the rotation of the Earth and the off-nadir viewing. Then, to implement the regular collinearity equations for the image coordinates of a point, the points are transformed to the frame coordinate system. First, the coordinates of the points in the scan line coordinate system must be corrected for the satellite's deviations from their nominal positions, the perturbations in the satellite velocity vectors, and the rates of change of the sensor attitude angles. Applying these corrections, and carrying out the substitution of scan line coordinates with pixel coordinates and finally the image coordinate system, and then expanding the consequent collinearity equations will result in the conventional DLT model with 11 linear orientation parameters as follows:

$$\begin{aligned} x &= \frac{L_1 X_{GS} + L_2 Y_{GS} + L_3 Z_{GS} + L_4}{L_9 X_{GS} + L_{10} Y_{GS} + L_{11} Z_{GS} + 1} \\ y &= \frac{L_5 X_{GS} + L_6 Y_{GS} + L_7 Z_{GS} + L_8}{L_9 X_{GS} + L_{10} Y_{GS} + L_{11} Z_{GS} + 1} \end{aligned} \quad (7)$$

where, X_{GS} , Y_{GS} , Z_{GS} are the coordinates of the projection centre in the SGCGCS coordinate system; and $L_1, L_2, \dots, L_{11}$ are the eleven linear orientation parameters defining the relationship between two-dimensional image space and three-dimensional object space.

These parameters can be computed through the use of a suitable bundle adjustment program and an appropriate number of ground control points.

7. A Brief Comparison and Discussion of the Different Methods

As can be seen from the above Sections, in the

orbital parameter method (Section 3), the researchers concentrate on the motion of the satellite and consequently on the behaviour of the imaging instrument along a defined orbit, which can be viewed as being a significant advantage for space imaging systems. The exterior orientation parameters of the sensors can be defined by a sophisticated orbital model derived from the orbital parameters which has the effect of reducing the number of ground control points required to implement the method. In fact, the accuracy of the satellite ephemeris is not yet good enough to provide the precise exterior orientation parameters that are required. However, using the available information in the mathematical modelling of the terrain reconstruction, will reduce the number of ground control points that are required. The other advantage of utilizing the orbital parameter method is that the object coordinates of the image points can be computed directly in a geocentric coordinate system. This will avoid the effects of Earth curvature. Also since the position of the projection centre of the sensor (the origin of the image coordinate system) lies on the orbit itself, it becomes a function of orbital elements and does not inherently include Earth rotation.

Conceptually, all of the orbital parameter methods are basically the same; the differences arise from the different orbital elements that are being considered and the different intermediate spaces that are utilized and how they are filled. This results in the different number of unknowns which have to be solved in the various SPOT bundle adjustment programs that have been developed based on this method. For example, in the mathematical model described by Toutin and Guichard, 8 independent unknowns need to be computed; whereas in Gagan's method, there are 7; in De Haan's method, 17; in Priebbenow's method, 13; and in Radhadevi and Ramachandran's method, 19.

By contrast to the orbital parameter method, those

are treated as time invariant. Within this approach, for each image, the coordinates of the image centre point and the orientation angles, as well as the additional parameters, are considered to be unknowns in a bundle adjustment. By using the satellite orbital data (ephemerides), approximations of the unknowns can be computed. In addition, the ground control points and tie points will be included in the adjustment.

6. Direct Linear Transformation Model

El-Manadili and Novak (1996) recently developed a mathematical model for the geometric corrections of stereo SPOT imagery, based on the well-known Direct Linear Transformation (DLT) model, originally developed by Karara and Abdel Aziz (1979) and much used with non-metric photography in close-range applications of photogrammetry.

In this approach, a pixel coordinate system is considered with its origin at the left upper corner of the image (Figure 5), where the U axis is in the direction of the image lines, and the V axis is in the direction of the flight. The image coordinate system is considered with the same origin as the pixel coordinate system and its x and y directions, in the direction of U and V axes respectively.

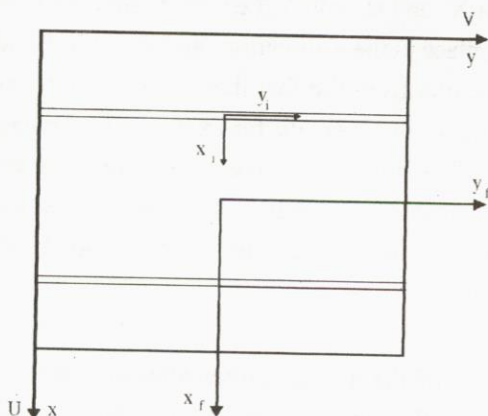


Figure 5. Pixel (U,V), Image (x,y), Frame (x_f,y_f), and Scan line (x_s,y_s) coordinate systems

A frame coordinate system is considered with its origin at the centre of the scene, its x_f axis in the direction of flight and its y_f axis perpendicular to the x_f axis in the scene plane. Regarding the dynamic nature of SPOT imagery, for each scan line, another coordinate system, termed the scan line coordinate system is considered with its origin at the centre of the line, its x_s axis in the direction of the flight and its y_s axis perpendicular to the x_s axis along the pixels on the scan line.

The ground coordinate system is considered to be a Shifted GeoCentric Ground Coordinate System (SGCGCS). The origin of the Geo Centric Ground Coordinate System (GCGCS) is the centre of gravity of the Earth; its X_G axis is directed towards the Greenwich meridian; the Z_G axis points towards the North Pole; and the Y_G axis makes the system right-handed. The SGCGCS has its origin in the centre of the ground area while its three axes remain parallel to GCGCS (Figure 6).

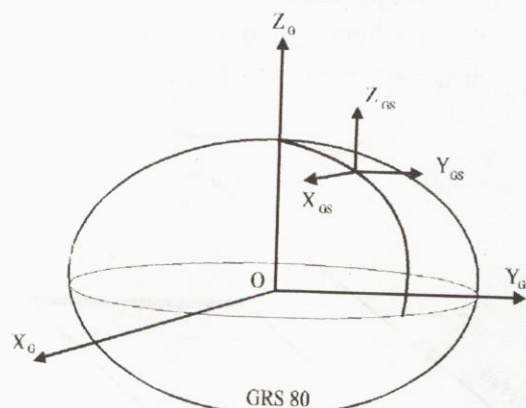


Figure 6. SGCGCS and GCGCS coordinate systems

The mathematical relationship between these two systems, with respect to Figure 6, can be shown to be as follows:

$$[X_{gs}] = [X_G] - [D_f] \quad (6)$$

where $[X_{gs}]$, and $[X_G]$ are the vectors of the point coordinates in the SGCGCS and GCGCS systems respectively, while $[D_f]$ is the vector of the position

assumed and the irregularities detected by the ground control point (GCP) discrepancies are formulated as additional parameters (Konecny 1987).

Figure 4. illustrates the assumption for a regular linear movement of a CCD linear array scanner. The sensor is moving uniformly without acceleration during the period of acquisition of the image from A to E. The flight path from A to E may be considered to be straight. The centre of the projection moves linearly from A to E, which means:

$$[X_{0,i}] = [X_{0,A}] + \left(\frac{S_i}{S_{AE}}\right)([X_{0,E}] - [X_{0,A}]) \quad (3)$$

where:

$[X_{0,i}]$: the positional vector of the projection centre at time t_i ;

$[X_{0,A}]$: the positional vector of the projection centre for the first line;

$[X_{0,E}]$: the positional vector of the projection centre for the last line;

S_i : distance from $X_{0,A}$ to $X_{0,i}$;

S_{AE} : distance from $X_{0,A}$ to $X_{0,E}$;

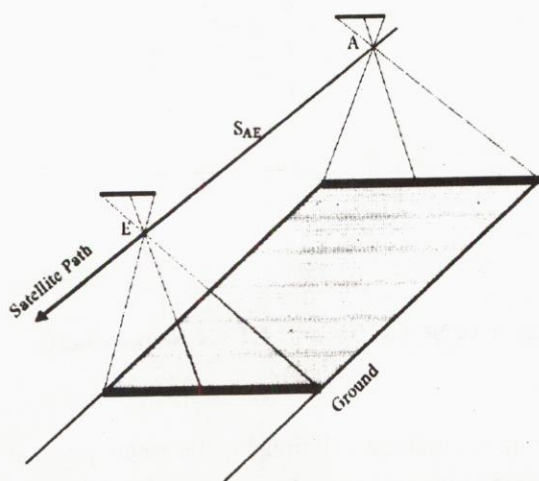


Figure 4. CCD linear array with non-accelerated uniform movement

The ratio of the distances in the above equation may be replaced by:

$$\frac{i}{n} = \frac{S_i}{S_{AE}} \quad (4)$$

where, i is the number of the actual line (or time of exposure); and n is the total number of lines.

Assuming the angle orientation parameters of the satellite as constant, for a discrete point located on one line in the image, its collinearity equation may be formulated according to:

$$[X] - [X_0] = \lambda R[x] \quad (5)$$

where: $[x] = (x' = 0, y', -c)$

The x' axis has been assumed to be in the flight direction; the y' coordinate value corresponds to the pixel number within a particular line and is related to an origin located at the centre of the line; and c is the principal distance of the linear array sensor.

In reality, the angles ω , ϕ , and κ are not constant, because the accelerations due to the non-uniform gravity field of the Earth and the non-circularity of the orbit (i.e. its elliptical form) cause the platform not to move in its defined or nominal orbit. In this case, the six parameters of orientation (X_0 , Y_0 , Z_0 , ω , ϕ , κ) are functions of time. On the other hand, they are highly intercorrelated within a line, specifically ϕ with X_0 and ω with Y_0 (assuming that the flight is taking place in the x' direction) and Z_0 with the scale. This results from the fact that the angular coverage of a single line is small, for example, in the case of SPOT, it is only 4.1 degrees. Therefore changes of X_0 , Y_0 , and Z_0 do not need to be modelled if ϕ , ω and the affinity parameters are included in the modelling.

In terms of the actual mathematics adopted in this solution, the changes in ω , ϕ , and κ may be expressed as additional parameters which change the image geometry. Therefore, the orientation angles

reference line, then the small changes of the satellite's position and attitude for adjacent lines become functions of time while imaging the whole scene. These changes can be approximated well enough using polynomials based either on time or the line number. The appropriate order of polynomials to be adopted depends on the length of an orbit; the stability and rate of change in the satellite and sensor attitude; the degree of accuracy required; the number of control points; and the computational facilities available. Till now, various researchers, e.g. Shibasaki et al. (1988), Deren and Jiayu (1988), Ganguly (1991), Kratky (1987, 1988a, 1988b) have used the multiple projection centre model for geometric corrections of SPOT images. However the basic approach is the same with all of these; the differences lie mainly in the degree of polynomial used and in the incorporation of some additional information or parameters and the way in which this is done. Thus, in general terms, in all of the methods employing the multiple projection centre model, the exterior orientation parameters ($X_s, Y_s, Z_s, \omega, \varphi, \kappa$) have been approximated by polynomials of the time or line number, for example as follows:

$$\begin{aligned} X_s &= X_0 + X_1 x_i + X_2 x_i^2 & Y_s &= Y_0 + Y_1 x_i + Y_2 x_i^2 \\ Z_s &= Z_0 + Z_1 x_i + Z_2 x_i^2 & \omega_s &= \omega_0 + \omega_1 x_i + \omega_2 x_i^2 \\ \varphi_s &= \varphi_0 + \varphi_1 x_i + \varphi_2 x_i^2 & \kappa_s &= \kappa_0 + \kappa_1 x_i + \kappa_2 x_i^2 \end{aligned} \quad (1)$$

where:

- x_i : image coordinate in flight direction (time dependent);
- $X_0, Y_0, Z_0, X_1, Y_1, Z_1, X_2, Y_2, Z_2$: are coefficients of the constant, linear, and quadratic terms of the image coordinate in the flight direction to define the projection centre's position;
- $\omega_0, \varphi_0, \kappa_0, \omega_1, \varphi_1, \kappa_1, \omega_2, \varphi_2, \kappa_2$: are coefficients of the constant, linear, and quadratic terms of the image coordinate in the flight

direction to define the orientation angles related to the reference line.

According to the collinearity conditions (Figure 3) and the above considerations, the following equations can be derived:

$$\begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ -c \end{pmatrix} = K R_t \begin{pmatrix} X_i - X_s \\ Y_i - Y_s \\ Z_i - Z_s \end{pmatrix} \quad (2)$$

where:

- K : scale factor;
- c : principal distance;
- x_i, y_i : image coordinates of the image point i ;
- X_i, Y_i, Z_i : ground coordinates of the image point i ;
- X_s, Y_s, Z_s : ground coordinates of the projection centre;
- R_t : rotation matrix of the attitude parameters, including constant, linear, and quadratic terms.

The collinearity equations will be linearized by Taylor series and, after measuring the corresponding points in the image, the parameters will be derived from a least squares solution using ground control points.

5. Additional Parameter Model

This mathematical model has been described by Konecny (1987), Konecny et al. (1987), and Kruck (1987) and has been implemented in IPI-Hannover's BINGO program for the block adjustment of SPOT images. It follows the traditional method of removing systematic errors in photogrammetric block adjustment through the use of additional parameters, only in this case, it is combined with the collinearity equations for a linear array. According to this method, a regular determinable geometry is

changing platform attitude. In this situation, these parameters can be largely modelled by consideration of the Keplerian parameters which are as follows (see Figure 2):

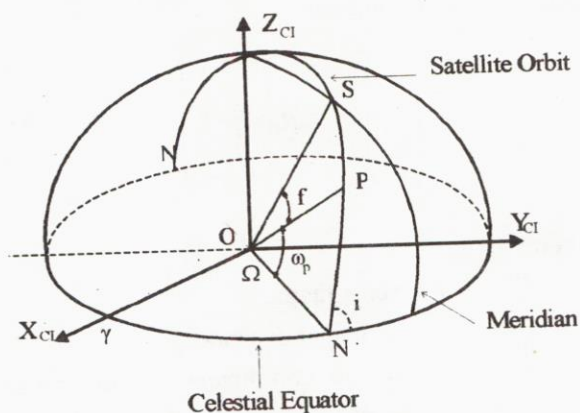


Figure 2. CI system (Keplerian parameters)

- f : is an element describing the position of the satellite (S) in the orbital plane - essentially it is the argument or angular distance of the satellite after passing perigee, as measured at the Earth's centre, and is often named the true anomaly;
- γ : First Point of Aries;
- Ω : right ascension of the ascending node;
- i : orbital inclination;
- a : semi-major axis of the elliptical orbit;
- b : semi-minor axis of the elliptical orbit;
- P : Perigee; ω_p : argument of perigee.
- $N, \dot{N}$: ascending/descending nodes.

Some of these parameters can be replaced by other parameters such as: ρ : the geocentric distance to the satellite; $e_x = e \cos \omega_p$; e : orbit eccentricity; and $e_y = e \sin \omega_p$.

Various modelling approaches using these orbital parameters have been investigated by different researchers, e.g. Guichard (1983), Toutin (1986), Guban and Dowman (1988), Westin (1990), Priebbenow (1991), De Haan (1992), Radhadevi and Ramachanran (1994). The basis of this method will

be discussed in more detail in Section 7.

4. Multiple Projection Centre Model

Since the images taken by linear array across-track stereo imagers are collected line by line during the same orbit, the images do not overlap, so the stereo model cannot be set up using data acquired in the same orbit based on the conventional mathematical model of photogrammetry. Instead it must use data acquired from an adjacent orbit with a tilting mirror being used to ensure that the same area is covered. Also, since the centre of the projection of each scanning line, even in the same image, is different from every other line, the collinearity equations of analytical photogrammetry are only valid for a single scan line (see Figure 3).

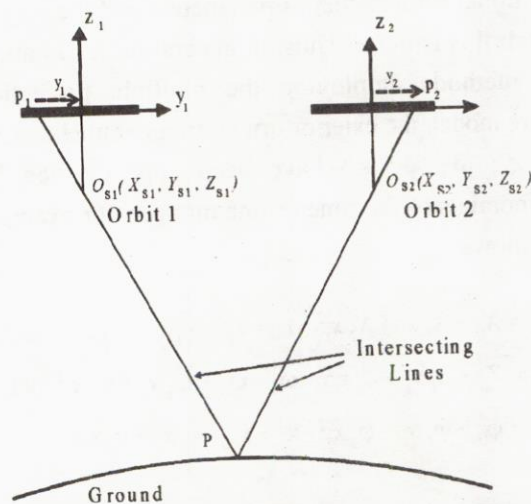


Figure 3. Section containing the y/z plane through the two projection centres for a single scan line on each of the two images

The exterior orientation of each single line is given by six parameters (three positional values and three rotations), which are highly correlated with the parameters of neighbouring lines. If the satellite's position and the attitude of the sensor with respect to the projection centre are determined for one

system will be considered. The others will be considered in a later paper.

2. Geometry of linear array cross-track stereo imagers

Linear array cross-track stereo imagers acquire their stereo images of the ground from adjacent orbits (see Figure 1) arising from their off-nadir viewing capabilities. They can provide these images with a base-to-height ratio which can range from good (0.5) to excellent (1.0).

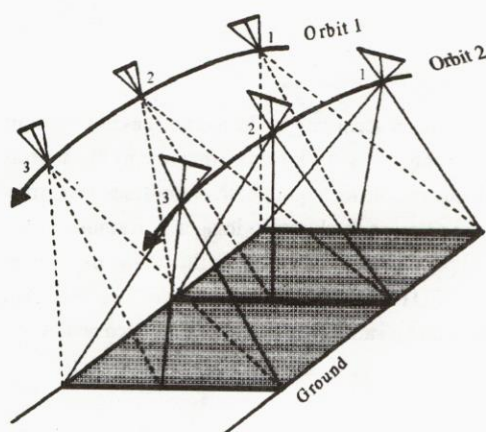


Figure 1. Formation of linear array stereo model from cross-track images

However, the difference in time (sometimes three or four months) between the two recordings of the same area by this type of sensor, can cause some problems with the stereo viewing and interpretation of these images and with the use of automatic image matching procedures to create DEMs. This is due to the changing reflectance from the ground arising from seasonal climatic differences (dry/wet or summer/winter) resulting in changes in the appearance of the vegetation and hydrology of the imaged area (Petrie and Liwa, 1995; Petrie 1996).

The first example of this type of sensor is SPOT. The initial satellite in the series was launched in

1986; since then, two more have been launched and put into service. SPOT is a French pushbroom sensor system which has been placed in a circular Sun-synchronous orbit around the Earth. It is a polar orbiting satellite with an orbital inclination of 98 degrees. It orbits the Earth at an altitude of 832km and repeats its coverage every 26 days. A panchromatic SPOT image covers a terrain area of 60×60 km, with a ground pixel size of 10m and consequently a ground resolution of 15 to 20m.

The second example of this type of imager which produces images that are available on the market is that mounted in the Indian IRS-1C satellite, launched in 1995. This operates in a Sun-synchronous circular orbit from an altitude of 817km. It has an orbital inclination of 98.69 degrees with a repetitivity of 20 days. A panchromatic IRS-1C image covers a swath of 70km, with a ground pixel size of 6m.

Till now, many researchers have investigated the geometry and mathematical modelling of cross-track stereo imagers. Although almost all of these mathematical models have been applied to SPOT images, they can be used for any other system with the same geometry. All of these mathematical models are based on the use of collinearity equations, but each investigator has taken a different approach and used different parameters in his formula. These methods are discussed briefly in the following sections.

3. Orbital Parameter Model

A spacecraft carrying linear array sensors is moving along a well defined orbital path and the sensor itself is always pointing towards the centre of the Earth. The projection centre of each image line lies directly above the current sub-satellite position. So the exterior orientation parameters then depend on the satellite's position and velocity vector and on the

Three Dimensional Mathematical Modelling of Linear Array Stereo Imagers (Cross-Track Case)

M. J. Valadan Zoej

Department of Topographic Science, University of Glasgow

Abstract

Pushbroom scanners equipped with linear array sensors can be classified into three groups according to the methods used to acquire their stereo images. On this basis, these are: (i) linear array imagers which acquire only cross-track stereo images; (ii) linear array imagers which acquire only along-track stereo images; and (iii) flexible systems which are able to acquire both along-track and cross-track stereo images. In this paper, a rigorous method for the geometric correction of cross-track stereo images is formulated and evaluated. This method is based on the classical collinearity equations of analytical photogrammetry and uses the orbital parameters generated during the satellite flight. The results from an experimental test using five SPOT level 1B stereo images are presented. The residual errors at the ground control points and the check points are given and show that a satisfactory solution has been achieved.

1. Introduction

Among the different space systems which could be used for topographic mapping, pushbroom scanners have been investigated and used widely by photogrammetrists. This arises from the various favourable characteristics of this type of sensor such as their digital nature, their good geometry and resolution, and their cost and performance. Based on their capability to acquire stereo images, these systems can be classified into three groups: (i) cross-track stereo imagers; (ii) along-track stereo imagers and (iii) flexible systems.

(i) Linear array cross-track stereo imagers acquire stereo images of the ground from two adjacent orbits arising from their off-nadir viewing capabilities. The

French SPOT and Indian IRS-1C systems belong to this category.

(ii) Linear array along-track stereo imagers acquire images of the ground from a single orbital pass in the direction of the motion of the spacecraft, one from a backward-looking array and the other from a forward-looking array. The German MOMS-02 and Japanese OPS systems belong to this group.

(iii) Flexible systems are equipped with pointing devices which give the capability for them to acquire both cross-track and along-track stereo images from single or multiple orbital passes. The forthcoming American high-resolution commercial systems fall into this group.

In this paper, only the first of these three types of

Positioning by Using Differential GPS System

By : Eng. B. Eivazzadeh Eng. H.R. Nankali

GPS is primarily a military and navigation system. Hence it has been designed to meet the accuracies in the order of say, 20-30 meters for a point in real time. This is achieved by using the P-code that modulates both of the L band carrier waves. But it is not the whole story. P-code is a military code and has been encrypted to the civilian users. On the other hand, the civilian C/A code gives ± 100 meter 2drms accuracy to the horizontal coordinates and ± 150 meter for the heights of the observed points in real time due to the implementation of the selective availability (SA). Even if the SA is removed, an accuracy better than 30 meter will not be obtained. Therefore, the Differential GPS system is introduced which is based on the calculation of corrections to the ranges from in view GPS satellites at a known point and transmission of them in an standard format to the mobile receivers in the region. Thus special requirements, equipments, and communication links have to be studied. In this article these are discussed in details and a few of the existing DGPS systems in the world are given.

The National Atlas of Iran

By : Eng. B. Ghazanfari

Today many ministries and organization in Iran are

involved in continuous gathering of spatial data on all aspects that they are dealt with. But gathering all those up-to-date is of little use if they cannot be communicated readily and efficiently to users. Maps are one of the appropriate tools to transfer spatial data to users and consequently, atlases which comprise a collection of maps, graphs, pictures, texts, and recently sounds perform more than a sheet of map.

The National Atlas of Iran like all national atlases is a combination of different themes. It is the first national atlas of the country in its history. The main task and the purpose of elaboration of the National Atlas of Iran is to show cartographically the so far changes, present condition and relation, as well as changing tendencies in the Iranian living conditions.

In 1991, the Iranian Cabinet officially made the National Cartographic Centre responsible for the production of the National Atlas. The project Initially divided into two phases. The first phase was focused on the production of a general volume using the conventional methods. And, for the second phase it was decided that different themes have different volumes which were determined totally in twenty one volumes. Since the conventional methods were time consuming and also costly, the computer- assisted- cartography played its important role in the production line of the second phase.

Naghshebardi

NCC Scientific and Technical Quarterly Journal

Vol.7, No.3, Serial 27, Autumn 1996

Managing Director : Jafar Shaali

Supervised by : Editorial Board

Printed in NCC

Enquiries to:

Ncc Journal Office

P.O. Box : 13185-1684

Phone : 6011849

Fax : 6001971, 6001972

Email: ncc1 @ dci.iran.com

Atten : NCC1

Naghshebardi

NCC Scientific and Technical Quarterly Journal

In this issue:

Autumn 1996

■ Editorial.....	5
■ GIM interviews professor Peter Dale , director of International Federation of Surveying (FIG)	7
■ Positioning by using Differential GPS.....	10
■ Concept , Implementation, and Results of an Automatic Aerotriangulation System	18
■ Wide Area Differential GPS.....	29
■ Interview with manager of GIS department about 14th (Forthteenth) Asian and oceanic permanent session	35
■ Formation of a Land Information System (LIS).....	38
■ An Informative Report	44
■ Scientific & Technical Reports and News	49
■ Book Introduction.....	52
■ Selected Abstracts from International Journals.....	53
■ Focus	2
■ Three Dimensional Mathematical Modelling of Linear Array Stereo Imagers (Cross-Trackcase)	