بررسی یک سیستم تحلیلی فتوگرامتری

مهندس حمید عنایتی

پیشگفتار

امروزه با پیشرفت تکنولوژی کامپیوتر بسیاری از سازمانهاییکه وظیفه تهیه نقشه را بعهده دارند جهت دستیابی به نقشه‌های رقومی، اقدام به تغییر سیستمهای آنالوگ فتوگرامتری به یک سیستم تحلیلی و یا سیستم آنالوگ دیجیتال کرده‌اند.

به کمک کامپیوتر و اتصالات الکترونیکی توانایی تبدیل یک سیستم آنالوگ فتوگرامتری به سیستمی نیمه تحلیلی (دیجیتال) و تحلیلی میسر است.

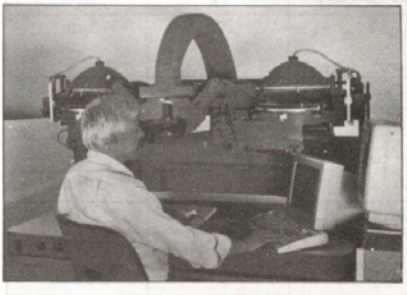
تکنولوژی یک سیستم آنالوگ به سیستم آنالوگ دیجیتال بسیار پیچیده نبوده و به عبارتی نیازی به تغییرات آن چنانی برروی دستگاه فتوگرامتری را ندارد و تنها با نصب یک سری encoder برروی دستگاه می‌توان امکان تبدیل حرکت مکانیکی (z و y و x) سیستم اندازه‌گیری به پالسهای[1] الکترونیکی را ایجاد نمود. این پالسها را می‌توان از طریق رابط[2] (برد رابط میان سیستم فتوگرامتریکی و کامپیوتر) به رقوم[3] تبدیل نمود. با یک بررسی اجمالی می‌توان با استفاده از یک کامپیوتر مناسب و نصب برد رابط در داخل آن و یا به کارگیری از نرم افزار مناسب که سازگاری با برد مورد نظر را دارد امکان برقراری حرکتهای خطی به مجموعه‌ای از رقوم را ایجاد می‌نماید. حال آنکه در خصوص یک سیستم تحلیلی نیاز است که مجموعه‌ای از قسمتهای مکانیکی مربوط به دستگاه را خارج نمود. در این حالت ارتباط بین دستگاه و کامپیوتر دوطرفه می‌باشد لذا لازم است از یک سری موتور در مدار دستگاه استفاده نموده تا شعاعهای تصویری (میله‌های فضایی) از حالت مکانیکی با عملکرد فیزیکی خارج و به شعاعهای تصویر تحلیلی تبدیل گردند یکی از دستگاههائی که به سیستم تحلیلی تبدیل گردیده دستگاه B8 می‌باشد.

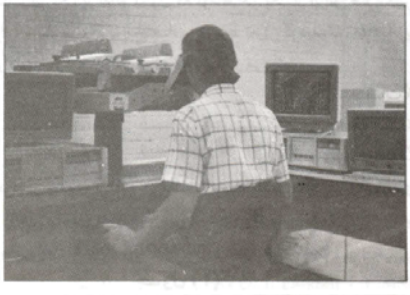
اشاره

سیستم مزبور یک دستگاه کمپایلر فتوگرامتری آنالوگ را به یک پلاتر تحلیلی قابل کنترل به وسیله کامپیوتر تبدیل می‌نماید. در این سیستم میله‌های فضایی[4] و قسمت ردیابی[5] به وسیله یک سیستم حرکتی که توسط یک میکروپروسسور کنترل می‌گردد به همراه یک لوپ فیدبک کدگذاری کننده رقومی جایگزین گردیده است. سیستم مذکور برای اولین بار در اواخر مهرماه ۱۳۶۸ هـ. شمسی برروی یک دستگاه تبدیل B8 مورد استفاده قرار گرفت. سیستم مورد بحث از یک نرم‌افزار جمع‌اوری داده‌ها که به وسیله سیستمهای کارتوگرافی تهیه شده استفاده می‌کند. طبق اطلاعات واصله در همین زمان در موقع انجام کار مشکلاتی ناشی از پارالاکس Y در حین جمع‌آوری داده‌ها ایجاد شد که مشکل فوق در حین انجام کار برطرف گردید. مشکلات سخت‌افزاری به وجود آمده در حین کار، با تعویض encoder و چندین قسمت نگهدارنده سیستم اندازه‌گیری تصویری برطرف شد. سپس با تصحیحات بعمل آمده خوشبختانه این امکان فراهم گردید که تصحیح مربوط به انحنای زمین را نیز مدنظر قرار دهند. سرانجام پس از آنکه ترکیب این تکنولوژی با دستگاه B8 به طور مکانیکی انجام، تنظم وکالیبره گردیده. آزمایش مذکور برپایه پلیتهای شبکه‌ای دقیق، عکسهای هوایی در یک مقیاس تصویری نسبتاً بزرگ از یک منطقه و به عنوان تست فتوگرامتریکی برداشته، و یک عکس هوایی دیگر در مقیاس تصویری متوسط مورد بررسی قرار گرفت.

یکی از مزایای بالقوه فتوگرامتریکی تحلیلی، امکان ایجاد و قراردهی یک مدل برجسته با پارامترهای توجیه آن که از یک عملیات قبلی دردست بوده، و نیز توجیه مدلهای ناقص (به عنوان مثال عکس مناطقی که

Your existing Analog Plotter converts to fully Analytical





سطح وسیعی از آنها را آب گرفته) مورد ارزیابی قرار گفته، می‌باشد.

نتایج حاصل از آزمایش

نتایج حاصل از آزمایش مذکور مربوط به پلیتهای شبکه‌ای بسیار دقیق و عکسهای هوایی بود که در سطح منطقه تست فتوگرامتریکی به مقیاس تصویر ۱:۱۶،۰۰۰ و منطقه دیگر به مقیاس تصویر ۱:۵۲،۰۰۰ گرفته شدند. باپلیتهای شبکه‌ای به‌عنوان یک‌مدل برجسته با ٪۶۰ پوشش در حالی که توجیه نسبی و مطلق آنها همانند آنچه برای یک جفت عکس هوایی منظم انجام شده، صورت گرفت جدول (شماره یک) نشان دهنده آن است.

● منطقه آزمایش مربوط به تست فتوگرامتریکی، شامل یک شبکه متراکم از نقاط کنترل علامت‌گذاری شده می‌باشد که توسط روشهای دقیق نقشه‌برداری زمینی تعیین گردیده است. عکسهای هوایی مربوط به مقیاس ۱:۵۲،۰۰۰، بیانگر مقیاسی است که به طور طبیعی جهت تهیه و گردآوری اطلاعات توپوگرافی مورد استفاده قرار گرفته است.

این پوششهای برجسته در بردارنده ده نقطه کنترل فتوگرامتریکی می‌باشد، که توسط مثلث‌بندی هوایی تعیین شده‌اند. تمام اندازه‌گیریها براساس دیاپوزیتیوهای ترانسپارانتی بوده، که تصحیحات مربوط به انحنای زمین، اعوجاج عدسی و انکسار در آنها اعمال شده است. ترانسپارانت مربوط به منطقه تست فتوگرامتریکی برروی شیشه ترانسپارانت منطقه در مقیاس ۱:۵۲،۰۰۰ برروی فیلم است. نتایج نشان داده شده در جداول ترسیم شده، بیانگر مقادیر rms (باقیمانده‌های x,y جهت فیدوشیال مارکها) پس از توجیه داخلی، مقادیر rms مربوط به باقیمانده‌های پارالاکس Y بعد از توجیه نسبی، مقادیر rms مربوط به x,y,z باقیمانده‌های برای نقاط کنترل اندازه‌گیری شده است که تمامی این نتایج در واحد میکرومتر و در مقیاس عکسهای اورژینال می‌باشد.

● برای منطقه تست فتوگرامتریکی در مقیاس ۱:۱۶،۰۰۰ برروی ترانسپارانتهای شیشه‌ای مقادیر rms برای باقیمانده‌های بعد از توجیه مطلق‌در واحد متر بیان شده‌اند. تستها شامل حالتهایی است که در آن یک مدل قبلی بعد از آنکه سیستم خاموش گردید و عکسهای موجود برروی قابها به هم خورد اصلاح شد، (مدل اصلاحی با تکرار مجدد مدل قبلی). برای اصلاح یک مدل قبلی در این سیستم[۶] تنها مرحله توجیه داخلی تکرار می‌گردد و پارامترهای مربوط به توجیه نسبی و مطلق از اولین مرتبه‌ای که مدل ایجاد گردیده، فراخوانده می‌شود.

جدول (۱): نتایج حاصل از پلیتهای مشبّک

		مدل اولیه	مدل اصلاح شده
RMS باقیمانده مربوط به توجیه داخلی پلیت چپ	X_L	2μm	2μm
	y_L	1μm	2μm
RMS باقیمانده مربوط به توجیه داخلی پلیت راست	x_R	2μm	3μm
	y_R	3μm	2μm
P_y پارالاکس Y مربوط به توجیه نسبی		7μm	
تعداد نقاط قرائت شده در توجیه نسبی		10	
RMS باقیمانده مربوط به توجیه مطلق	x	4 μm	
	y	4 μm	
	z	5 μm	
RMS باقیمانده‌مربوط‌به‌نقاط کنترل	x	4 μm	5 μm
	y	7 μm	5 μm
	z	5 μm	5 μm
تعداد نقاط قرائت شده مربوط به توجیه‌مطلق		9	
تعداد نقاط قرائت شده مربوط نقاط کنترل		65	31

داده‌ها و اطلاعات مربوط به مدل تستی فتوگرامتریکی ۱:۱۶۰۰۰ در جدول (۲) لیست شده‌اند. ضمناً تمامی خطاها (rms) در این جدول بیانگر ترکیبی برای سه اپراتور می‌باشند و هر یک از نقاط کنترل دو مرتبه توسط هر کدام از اپراتورها مورد اندازه‌گیری قرار گرفته و مقادیر متوسط مختصات در تجزیه و تحلیل[۷] دقت به کار برده شده‌اند. با استفاده از اختلافات موجود بین مختصات هر یک از نقاط کنترل که توسط هر یک از اپراتورها تعیین شده، انحراف معیار مربوط به مختصات متوسط تعیین گردیده‌اند. مقادیر زیر بیانگر انحراف معیارهای ترکیبی برای سه اپراتور می‌باشد.

4μ-برای مختصات X

5μ-برای مختصات Y

8μ-برای مختصات Z

نتایج موجود در جدول شماره ۲، مطمئناً تحت تأثیر انحراف معیارهای بالاحاصل از دقت محدود در نقطه‌یابی دستگاه B_8 می‌باشد، و این خود به دلیل بزرگنمایی ابعاد measuring mark و غیره می‌باشد.

جدول (۲)

RMS باقیمانده مربوط به توجیه داخلی عکس چپ	X_L	$4\mu m$
	Y_L	$12\mu m$
RMS باقیمانده مربوط به توجیه داخلی عکس راست	X_R	$7\mu m$
	Y_R	$11\mu m$
پارالاکس Y مربوط به توجیه نسبی	P_y	$2\mu m$
تعداد نقاط قرائت شده در توجیه نسبی		10
RMS باقیمانده توجیه مطلق	x	$6\mu m$
	y	$6\mu m$
	z	$6\mu m$
تعداد نقاط مربوط به توجیه مطلق		10
RMS باقیمانده مربوط به نقاط کنترل	x	$7\mu m$
	y	$9\mu m$
	z	$6\mu m$
تعداد نقاط قرائت شده مربوط به نقاط کنترل		48

جدول (۲) نتایج ترکیبی که به وسیله سه اپراتور مختلف برای منطقه تستی با استفاده از دیاپوزیتیوهای شیشه‌ای حاصل گردیده است.

نتایج مربوط به عکسهای ۱:۵۲۰۰۰ در جدول (۳) لیست شده‌اند. برای این عکسها تمامی نقاط کنترل موجود برای توجیه مطلق مورد استفاده قرار گرفته و تعداد نقاط به اندازه‌ای است که داشتن نقاط کنترل را امکان پذیر نمی‌سازد. جدول (۳) نتایج حاصل از عکسهای ۱:۵۲۰۰۰ دیاپوزیتیوهای فیلمی

خطاهای rms برای اندازه‌گیریهای شبکه کمتر از آنهایی هستند که برای عکسهای هوایی حاصل گردیده‌اند. واضح است که نقاط در شبکه مزبور امکان نقطه‌یابی دقیقتری را امکان پذیر می‌سازد تا این که بخواهیم علائم زمینی در منطقه تستی فتوگرامتریکی و یا نقاط فتوگرامتریکی مصنوعی علامت‌گذاری شده در عکسهای ۱:۵۲۰۰۰ را نقطه‌یابی کنیم.

جدول (۳)

RMS باقیمانده مربوط به توجیه داخلی عکس چپ	X_L	$8\mu m$
	Y_L	$9\mu m$
RMS باقی مانده مربوط به توجیه داخلی عکس راست	X_R	$8\mu m$
	Y_R	$9\mu m$
پارالاکس Y مربوط به توجیه نسبی	PY	$5\mu m$
تعداد نقاط قرائت شده در مرحله توجیه نسبی		10
RMS باقی مانده مربوط به توجیه مطلق	X	$9\mu m$
	Y	$6\mu m$
	Z	$14\mu m$
تعداد نقاط قرائت شده در توجیه مطلق		10
خطای مربوط به کنترل	X	0.47 m
	Y	0.32 m
	Z	0.73 m

بنابراین اندازه‌گیریهای شبکه بیانگر خوبی از دقت بالقّوه مربوط به سخت‌افزار مربوطه می‌باشد. نتایج حاصل از عکسهای هوایی نشان دهنده دقت کلی قابل حصول می‌باشد که شامل تأثیر عدم دقت در مرحله اندازه‌گیری و تقریبات موجود در تعریف پارامترهای دوربین (اعوجاج عدسی) و دیگر تصحیحات (کرویت زمین و انکسار جوّی) می‌باشد دقت پایین حاصله برای مختصات Z از عکسهای هوایی در مقام مقایسه با مختصات Y و X ناشی از نسبت Base به ارتفاع (۱:۱۰۶) از پوششهای برجسته می‌باشد.

در جدول (۲) نشان می‌دهد که روش اصلاح مدلهای قبلی به وسیله اندازه‌گیری مجدد فیدوشیال مارکها به طرف رضایت‌بخشی صورت گرفته است. نتایج بیانگر این است که نیازی به تکرار توجیه مطلق به عنوان بخشی از روش اصلاح مدل نمی‌باشد.

در تست فتوگرامتریکی که با عکسهای ۱:۱۶۰۰۰ انجام شد با فرض این که در نیمی از پوششهای برجسته امکان اندازه‌گیری استریوسکوپی وجود ندارد. این حالت ممکن است برای مناطقی پیش آید که سطح عظیمی از آنها با آب پوشانیده شده باشد. برای این تست، دو حالت مختلف در نظر گرفته شد.

۱) در حالت اول؛ فرض شد که نیمه فوقانی پوشش برجسته قابل تفسیر استریوسکوپی نبوده، لذا تمامی نقاط برای توجیه نسبی و مطلق و نقاط کنترلی قسمت تحتانی پوشش مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

۲) در حالت دوم؛ نیمه راست پوشش برجسته شامل هیچگونه نقاط توجیه و کنترل نبوده و تمام نقاط اندازه‌گیری شده در نیمهٔ قسمت چپ

واقع شده بودند. نتایج در جدول (۴) بیان شده‌اند.

		نیمه‌فوقانی‌ازپوشش برجسته‌غیرقابل استفاده است	نیمه‌راست‌ازپوشش برجسته‌غیرقابل استفاده‌می‌باشند
RMS باقیمانده‌مربوط‌به توجیه‌داخلی‌عکس‌چپ	X_L	$5\mu m$	$4\mu m$
	Y_L	$9\mu m$	$4\mu m$
RMSباقیمانده‌مربوط به‌توجیه‌داخلی‌عکس راست	X_R	$8\mu m$	$4\mu m$
	Y_R	$11\mu m$	$4\mu m$
پارالاکسی Y مربوط به توجیه نسبی	PY	$6\mu m$	$4\mu m$
تعداد نقاط فرائت شده در مرحله توجیه نسبی		10	10
RMSباقیمانده‌ها مربوط به توجیه مطلق	X	$8\mu M$	$4\mu M$
	Y	$7\mu m$	$7\mu m$
	Z	$6\mu m$	$16\mu m$
تعداد نقاط فرائت شده در مرحله توجیه مطلق		6	8
RMSباقی‌مانده‌ها در مرحله فرائت نقاط کنترل	X	$10\mu m$	$7\mu m$
	Y	$6\mu m$	$13\mu m$
	Z	$20\mu m$	$15\mu m$
تعدادنقاط فرائت شده در مرحله‌نقاط کنترل		48	40

جدول (۴) نتایج حاصله مدلهای ناقص مربوط‌به‌منطقه تستی فتوگرامتریکی

از جدول (۴) مشاهده می‌گردد که نتایج برای نقاط کنترل، تنها به میزان کمی بدتر از آنهایی می‌باشند که برای مدل کامل به دست آمده و در جدول (۲) لیست گردیده‌اند که می‌توان مقایسه نمود. تست در تشریح روشهای حل تحلیلی مختلف در استخراج داده‌ها از مدلهای ناقص موفق بوده است.

ملاحظاتی در خصوص عملیات عمومی

امکان تغییر دادن سرعت مربوط به دو کنترل (X-Y) و Z وجود دارد. حرکت اتوماتیک فلوتین مارک به سمت فیدوشیال مارکها در طی توجیه داخلی و نقاط تصویر در حین توجیه نسبی کمک نمود تا سرعت انجام این روشهای توجیهی بالا برده شوند. در هنگام توجیه مطلق بعد از آنکه اولین دو نقطه ثبت گردیدند یک توجیه X-Y ابتدایی محاسبه می‌شود و measuring mark به طور اتوماتیک به سمت نقاط کنترل باقیمانده‌ای که مختصات آنها در فایل کنترل زمینی ذخیره شده رانده می‌شود. در اندازه‌گیری مربوط به یک تست که شامل نقاط زیادی از نقاط کنترل می‌باشد، همچون نقاط مربوط به منطقه تستی فتوگرامتریکی که قبلاً شرح داده شده، چرخش اتوماتیک براساس مختصات شمالی و شرقی تقریبی که درون آن تایپ گردیده، صورت می‌گیرد و لذا لزومی برای جستجوی نقاط در مدل برجسته وجود نداشته و به این ترتیب تا حد زیادی در زمان صرفه‌جویی می‌شود. همچنین فایل نقاط کنترل می‌توانند هم براساس مختصات X و Y و Z و هم براساس فاصله و Z باشد ضمناً امکان فرائت مثلث‌بندی هوایی جهت گسترش نقاط کنترل، ایجاد یک شبکه DTM (ایجاد پروفیلهای طولی و عرضی) محاسبه سطح و حجم امکان پذیر است. از مزایای مهم سیستم تحلیلی نسبت به یک سیستم فتوگرامتریکی آنالوگ، همچون امکان ایجاد مجدد مدلهای برجسته، تصحیح تحلیلی اثرات دیستورسیون (اعوجاج) عدسی، انحنای زمین و انکسار جوی، توجیه مدلهای ناقص.

خلاصه و نتیجه‌گیری

این تکنولوژی ارائه‌دهنده یک روش حل تحلیلی می‌باشد که در آن تمام پارامترهای توجیه مربوط به عکسها به فرم رقومی تعریف و اعمال می‌شوند. کار با سیستم، نسبتاً ساده و یک اپراتور فتوگرامتری به بیش از یکی دو روز یا بیشتر جهت آشنایی کافی با سیستم برای انجام روشهای توجیه احتیاج نخواهد داشت.

دقت ارائه شده به وسیله ترکیب این تکنولوژی و دستگاه B_8 به سادگی استانداردهای قابل قبول برای جمع‌آوری اطلاعات توپوگرافی را تأمین می‌نماید. روش تحلیلی برای قرار دادن و ایجاد مجدد مدلهای برجسته براساس تعیین یک توجیه داخلی جدید به وسیله اندازه‌گیری مختصات فیدوشیال مارکها که به صورت دقیقی می‌باشد صورت می‌گیرد. توجیه‌های نسبی و مطلق نباید در چنین حالتی تکرار گردند که این خود باعث می‌شود در وقت صرفه‌جویی گردد مخصوصاً در حالتی که مدلهای برجسته چندین بار باید در دستگاههای فتوگرامتری قرار داده و ایجاد گردند تا اطلاعات بیشتری اندازه‌گیری گردد و یا برای بررسی داده‌ها و غیره. به این ترتیب ایجاد مجدد مدلهای برجسته بیشتر از ۳ دقیقه طول نخواهد کشید و این خود خیلی مقرون به صرفه بوده و ایده‌آل می‌باشد. □

پاورقی

1) Signal
2) Interface
3)Digital
4) Spacerod
5) Tracing stand
6) QASCO system
7) Analyse