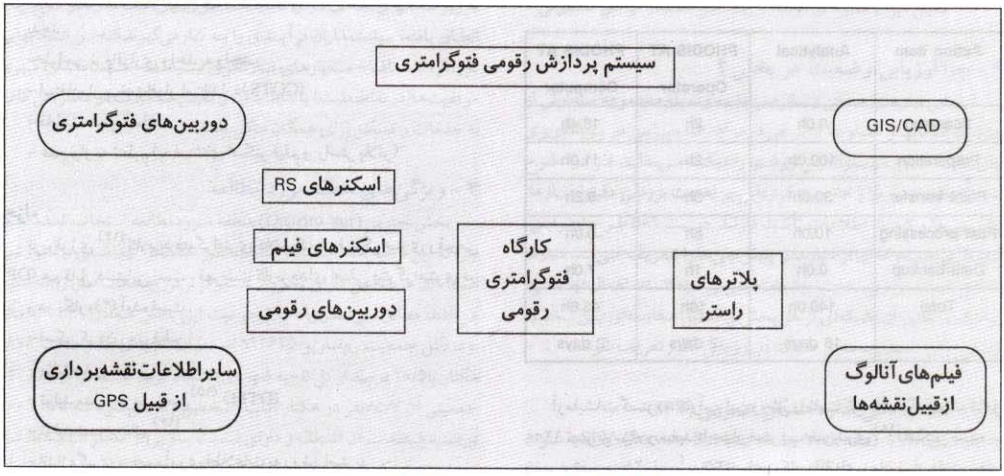
سیستم‌های
فتوگرامتری رقومی کامل (۱)

نویسنده: Dr-Ing. Werner Mayr
برگردان: محمد فهیمی



نگاره (۱): نمودار عمومی سیستم فتوگرامتری رقومی

کاربردهای عملی سیستم‌های فتوگرامتری رقومی روز به روز بیشتر می‌شود. ویژگی مهم فتوگرامتری رقومی (DP)، قابلیت آن برای ترکیب فتوگرامتری با سایر فناوری‌ها از قبیل علوم رایانه‌ای، طراحی گرافیک رایانه‌ای[۲]، شناسایی طرح[۳]، پردازش تصویر، مهندسی اطلاعات جغرافیایی و موارد بسیار دیگر موجود در رایانه‌های کاری معمولی است.

تصویر کلی

به طورکلی، فتوگرامتری با هندسه[۴] و تصاویر[۵] سه‌بعدی و ترجیحاً تصاویر متریک سروکار دارد. فتوگرامتری رقومی هم با عکسهای دیجیتالی منابع گوناگون مانند تصاویر هوایی اسکن شده آنالوگ، دوربین ویدئویی ثابت[۶]، دوربینهای ماهواره‌ای رقومی و از این قبیل سروکار دارد. فن‌آوری پایه‌ای به کار رفته در آن، DP

(Digital Photogrammetry) است و کم و بیش یک فن‌آوری افقی را ارائه می‌دهد که به عنوان مبنای کاربردهایی به شیوه توجیه عمودی از قبیل DTM[7] یا تولید عکس قائم[8] است.

سیستم فتوگرامتری رقومی را می‌توان در یک شکل عمومی مانند نگاره(۱) نشان داد. چنانکه می‌بینید اسکنرهای فیلم، دوربین‌های رقومی، اسکنرهای سنجش ازدور (اسکنرهای RS) و پلاترهای راستری[9] همگی بخشهای مؤثری به حساب می‌آیند.

کاربردهای DP روی رایانه‌ای که ممکن است روی یک شبکه هم پخش شده باشد قابل اجرا است. به طور خلاصه برخی از ویژگیهای مهم سیستم پردازش تصویر فتوگرامتری رقومی را می‌توان در فهرست زیر مشخص کرد.

- قابلیت‌های پردازش کامل[10] با واحدهای[11] اتوماتیک و نیمه‌اتوماتیک
- تجسم[12] مونوسکوپی و استریوسکوپی
- اندازه‌گیری مونوسکوپی و استریوسکوپی با دقت زیرپیکسل[13]
- پردازش تصویر چندلایه‌ای در هر جای ممکن
- پردازش اتوماتیک در جایی که الگوریتم صحیح و محکم این امکان را بدهد.
- طراحی نرم‌افزاری واحد به واحد
- استفاده از سخت‌افزار استاندارد(COTS)
- قابلیت حمل آسان
- عدم نیاز به تنظیم (به استثنای اسکنر فیلم و راستر پلاتر)

اجزاء

توپولوژی[14] کاربرد فتوگرامتری کلاسیک در فتوگرامتری رقومی (DP) هم قابل دستیابی است. فهرست کاربردهای اصلی فتوگرامتری در ذیل و در نگاره(۲) آمده است.

- اسکن کردن رول فیلم
- مثلث‌بندی هوایی
- تولید مدل رقومی زمین[15] (DTM)
- تولید تصویرقائم[16]
- اندازه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات به روش استریو
- جمع‌آوری اطلاعات به روش مونو (ویژه فتوگرامتری رقومی)

از آنجاکه دوربینهای هوایی رقومی هنوز متداول نمی‌باشند، باید از اسکنرهای فتوگرامتری دارای کارایی و کیفیت عالی برای تبدیل آنالوگ به رقومی استفاده کرد. حتی با وجود سیستم دوربینهای هوایی رقومی اسکنرهای فتوگرامتری همچنان موردنیاز خواهند بود، مثلاً برای اسکن عکسهای قدیمی.

مثلث‌بندی هوایی اتوماتیک در مقایسه با پردازش فتوگرامتری کلاسیک به سطح بالایی رسیده است. با این روش می‌توان اندازه‌گیری نقاط گره‌ای[17] را با کیفیت عالی و در زمان بسیار کمتری در مقایسه با روش تحلیلی انجام داد و به دخالت عامل انسانی نیاز بسیار کمی وجود دارد.

در خصوص بهره‌برداری از تصاویر رقومی، مثلث‌بندی هوایی بی‌شک می‌تواند از فتوگرامتری رقومی نهایت بهره را ببرد. روشهای تناظریابی، از قبیل تناظریابی مبتنی بر عارضه، تناظریابی مبتنی بر تراکم در ترکیب با طرحهای اندازه‌گیری به کار می‌روند.

شکل بالا به پایین و ردیابی چندین لایه میانی هرم تصویر، فرمول‌بندی فرآیند اتوماتیک را برای کار کسل‌کننده اندازه‌گیری نقاط گره‌ای ممکن می‌سازد. (جدول(۱))

عوامل انسانی و الگوریتمی می‌توانند به طورهمزمان کار کنند. تفاوت عملکرد بدیهی است. در فرآیند اتوماتیک این حجم عظیم کار به یک رایانه سپرده می‌شود که می‌تواند تمام این اندازه‌گیری‌ها را به صورت گروهی انجام دهد.

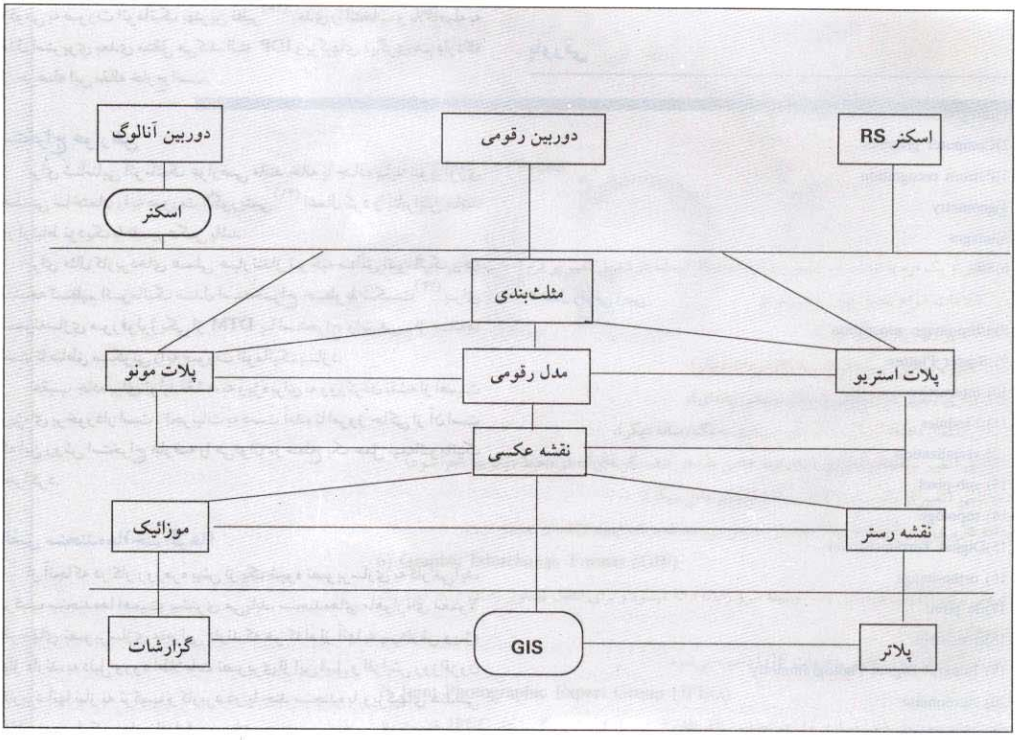
جدول (۱) : مقایسه یک بلوک نمونه با مثلث‌بندی هوایی اتوماتیک و تحلیلی

Action item	Analytical	PHODIS AT Operator	PHODIS AT Computer
Scanning	0.0h	2h	18.4h
Preparation	100.0h	2h	11.0h
Point transfer	30.0h	3h	9.2h
Post processing	10.0h	8h	0.0h
Data backup	0.0h	1h	7.0h
Total	140.0h 18 days	16h 2 days	45.6h 2 days

آزمایشات گسترده، کارآیی این روش را ثابت کرده‌اند. یک بلوک شامل ۱۲۰۰ تصویر سیاه و سفید با چهار استریپ ضربدری[18] اسکن شده با وضوح تصویر ۲۸ تقریباً به ۱۳۵ ساعت کار رایانه‌ای زمان نیاز دارد، یعنی کمتر از یک هفته.

اسکن کردن تقریباً ۱۲۰ ساعت طول می‌کشد. یک دیسک پیوسته با ظرفیت حدود ۵۰۰ می‌تواند به راحتی ۱۱۰ شامل تمام ۱۲۰۰ تصویر فشرده شده به همراه فرم تصاویر آنها را ذخیره کند. زمان صرف شده برای اندازه‌گیری نقاط کنترل زمینی دوطرفه قریب ۲ ساعت یک روزکاری می‌باشد.

نتیجه نهایی این روش در مقایسه با نتایج بدست آمده از طریق روش کلاسیک که به هفته‌ها وقت برای پردازش دوطرفه نیاز دارد کاملاً



نگاره (۲) : کاربرد فتوگرامتری در روند کار تولید

برای فتوگرامتری رقومی در مقایسه با روش تحلیلی مثلث‌بندی هوایی است.

فتوگرامتری دیجیتال تلفیقی (DP)[۱۹]

مثلث‌بندی هوایی، تولید DTM و تولید تصویر قائم به خوبی این قابلیت را دارند که یا به صورت یک کار پردازش واحد ترکیب شوند و یا هر کدام به صورت کارهای مجزا به هم الحاق شوند.

بدین‌ترتیب تصویر یک بلوک تصویر هوایی بزرگ و به هم پیوسته، شامل حدود ۱۰۰۰ تصویر، که در آن داده‌های تصویری راستری و اطلاعات‌اضافی از قبیل طرح ساده مأموریت پرواز و نقاط کنترل زمینی در دسترس است، ممکن می‌گردد.

یک راه ساده این است که منطقه موردنظر را به شکل موزائیکی از ورقه‌پلاستیکی در بالای شمای کلی بلوک آویزان کنیم. کار سیستم فتوگرامتری‌دیجیتال تجزیه و تحلیل تمام اطلاعات موجود و یافتن مناطقی است که به پردازش دوسویه نیاز دارند. همه مناطق دیگر به طور اتوماتیک پردازش‌خواهند شد. پس از آن این سیستم می‌تواند تمامی فرآیندهای لازم را برای‌تهیه موزائیک آغاز کند. هدف از طراحی چنین‌سیستمی آن است که دخالت عامل انسانی چه از نظر تعداد و چه از نظر زمان به حداقل برسد.

– این طرح یک روش داده پردازی کلی بالقوه، بسیار فشرده و تلفیق شده است که می‌توان آنرا فتوگرامتری رقومی تلفیقی نامید.(IDP)

به کارگیری فرآیندهای اتوماتیک بیشتر نه تنها زمان کار عامل را کاهش می‌دهد بلکه بدلیل کاهش خطاها مراحل تولید مؤثرتری هم دارد. علاوه براین، IDP از امکانات رایانه‌ای نهایت استفاده را می‌برد تا به طور همزمان روی بیش از ۲ تصویر عمل کند.

ویژگی مهم IDP در اندازه‌گیری به روش استریو، block - roaming استریوسکوپی است. بدین‌ترتیب عامل قادر خواهد بود یک رودخانه یا یک جاده را در طول بلوک دنبال کند و در همان حال سیستم فتوگرامتری

رقومی به صورت اتوماتیک بهترین نظیر [۲۰] بعدی را انتخاب و بلافاصله به مدل استریوی بعدی منتقل می‌کند. البته IDP ویژگیهای دیگری هم دارد که از حوصله این مقاله خارج است.

استخراج عوارض

برای شناسایی اتوماتیک عوارضی مانند خانه یا جاده باید توپولوژی هندسی ساختمان را به صورت الگوریتمی [۲۱] اعمال کرد و بنابراین باید در ارتباط نزدیک با تفسیر عکس باشد.

برای مثال کاربردهای عملی عبارتنداز توجیه مطلق اتوماتیک و در نتیجه تنظیم اتوماتیک مدل استخراج خطوط شکست [۲۲] برای نمونه‌سازی مورفولوژیکی از DTM یا استخراج وایرفریم از خانه‌ها است تا مناطق مسکونی را به صورت اتوماتیک بسازد.

تعقیب جاده برای تولید نقشه، به ویژه برای به روزکردن نقشه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تجربیات به دست آمده تا امروز حاکی از آن است که این روش استخراج عارضه را می‌توان در سطح یک عمل نیمه‌اتوماتیک اجراکرد.

تلفیق سنجنده‌ها(حسگرها)

از آنجاکه در کار روزمره بیش از یک شیوه تصویرسازی به کار می‌آید، ترکیب سنجنده‌ها اهمیت بیشتری می‌یابد. سنجنده‌های ماهواره‌ای معمولاً طرحهای تصویرسازی مجزایی دارند که هر کدام از آنها به پردازش ویژه نیاز دارند. به دلیل ورود اطلاعات تصویری از این قبیل و افزایش روزافزون کاربرد آنها نیاز به ترکیب و کاربرد دو یا چند سنجنده با ویژگیهای هندسی متفاوت در بلوک مجاور افزایش می‌یابد.

روش تلفیق سنجنده‌ها نه تنها پلی است بین طرحهای تصویرسازی متفاوت، بلکه به ما کمک می‌کند تا کانال‌های چندطیفی مختلف را با هم ترکیب کنیم و در نتیجه قیاس بین چند سنجنده، چندزمان و چندطیف و یا به طورخلاصه قیاس 3-M ممکن می‌شود.

نتایج و دورنما

بزرگترین قابلیت سیستم‌های فتوگرامتری رقومی، اتوماتیک کردن روند کاراست. البته برای دستیابی به این امر به پیشرفتهای فناوری بیشتری نیاز می‌باشد. به جهت کمک بیشتر به کاربرها در نظامهای کاربری، این هدف پیوسته بسط داده می‌شود و استفاده از آن برای فتوگرامتری و مجموعه سنجش از دور قابل دسترسی می‌گردد.

البته اکنون هم فتوگرامتری دیجیتال در موارد خاص از قبیل مثلث‌بندی هوایی اتوماتیک و تولید تصویر قائم بر روش فتوگرامتری کلاسیک برتری دارد.

تلفیق سنجنده‌ها و استخراج عوارض در ترکیب با یک سیستم اصلاح تصویر به عامل این امکان را می‌دهد تا شیوه مدل به مدل را رها کند و به روش بلوک به بلوک عمل کند. با استفاده مکمل از تصاویر ماهواره‌ای، سنجش از دور و GIS خدمات عملی کاربران افزایش می‌یابد.

پاورقی

1)Integral
2)Computer graphics
3)Pattern recognition
4)geometry
5)images
6)Still

۷-مدل رقومی زمین

8)ortho-image generation
9) Raster Plotter
10) interactive
11) Modules
12) visualization
13) sub-pixel
14) topology
15)Digital Terrain Model
16) ortho-image
17)tie point
18)cross-strip
19) Integral Digital Photogrammetry
20) stereomate
21) algorithmic
22)break-lines