

# روشهای تشکیل مدل دیجیتالی برای ترانسفر نقاط

نام مقاله : Matching Strategies for point Transfer

نویسنده : WOLFGANG FÖRSTNER, Bonn

مترجم : فاطمه رضیعی (کارشناس ارشد جغرافیای انسانی)

## چکیده

ظاهراً به نظر می‌رسد راه حلهای خاص و مشخص، با ارایه ابزارهایی برای کاهش پیچیدگی در کل روند با استفاده درست عملی بوده است. لیکن کاربردها، مستلزم داشتن شرایطی هستند تا به واسطه نظم در پردازش تصاویر و اطلاعات هوایی از پیش آماده شده مثلث بندی هوایی، اولین ابزار برای اتوماتیک‌سازی کامل مثلث بندی بر مبنای دسته اشعه باشند.

روشهای استاندارد شده در صنعت خودکاری کامل، روند مثلث بندی را امکان پذیر می‌سازد. اندازه‌گیری دستی نقاط تصویر و مثلث بندی، تاکنون مراحل جدا از تعیین پارامترهای توجیه بوده‌اند. توسعه سریع ابزارهای پردازش تصویر و قابلیت دسترسی و موجودیت تصاویر دیجیتالی<sup>۱</sup>، به سازماندهی مجدد این دو مرحله از کار نیاز دارد. دسترسی کامپیوتر به متن تصاویر، امکان ارتباط در توجیه و اندازه‌گیری را فراهم می‌نماید. در طرح، عمده‌ا از اندازه‌گیری مجدد نقاط، پرهیز شده و تا حد امکان تعداد نقاط کمی در نظر گرفته می‌شود. در روش خطی، اندازه‌گیری مجدد انجام نمی‌شود. زیرا تصاویر در دسترس مستقیم قرار دارند و سرعت در اندازه‌گیری، امکان به دست آوردن نقاط بسیار زیادی (تا حد نیاز) را گردآورده و نیز استنتاج جهت دقت و ثبات را فراهم کرده است. تشخیص نقاط کنترل مشابه در تصاویر، مرحله شاخص و بحرانی است که بدون دانش قبلی جستجوی نقاط کنترل مشابه در تمامی تصاویر که ممکن است صدها مگابایت ظرفیت داشته باشند، میسر نخواهد بود.

در زمینه مثلث بندی هوایی مشخص نمودن نقاط کنترل به روش معمول ترانسفر نقاط انجام می‌گیرد. با توجه به عنوان مقاله، اندازه‌گیری نقاط کنترل در اینجا مورد بحث قرار نخواهد گرفت.

بخش دوم جنبه‌های تعمیم نقاط کنترل در سری تصاویر هم

این مقاله جنبه‌های اصلی ترانسفر اتوماتیک نقاط را به عنوان مبنایی برای تعیین پارامترهای توجیه تصاویر دیجیتالی مورد بحث قرار می‌دهد. انتخاب نقاط، تکنیکهای تشکیل مدل دیجیتالی، نقش مقادیر تقریبی، ساختار تصویر و شروط موجود، مورد بحث قرار گرفته، سپس سه روش ترانسفر نقاط در مثلث بندی هوایی با یکدیگر مقایسه خواهند شد.

## (۱) پیشگفتار

محاسبات مثلث بندی بر مبنای دسته اشعه، برای مدهای مدیدی هسته تحقیق فتوگرامتریک بوده که امروزه ابزار پذیرفته شده خوبی جهت تعیین غیر مستقیم پارامترهای توجیه و تعیین مختصات سه بُعدی نقاط زمینی مورد نظر می‌باشد و دامنه وسیعی از کاربردهای تهیه نقشه و اندازه‌گیریهای صنعتی را در برمی‌گیرد. خودکاری کردن مثلث بندی از اندازه‌گیری نقاط تصویر آغاز می‌شود که موارد متعددی از مقادیر تقریبی پارامترهای توجیه، نقاط سه بُعدی، کشف اشتباهها و بازسنجی کیفیت را شامل می‌شود. به نظر می‌آید که سیستم کلی و کاملاً اتوماتیک شده مثلث بندی بر مبنای دسته اشعه، پیش شرط اصلی برای کاربردهای فتوگرامتریک باشد. به ویژه در موارد غیر ژئودتیک مثل معماری، مهندسی یا طب یک مانع اصلی در پذیرش تکنیکهای فتوگرامتریک بوده که به هر حال نیاز به اندازه‌گیریهای دستی دارد. این مورد دو دلیل دارد:

(۱) اندازه‌گیریهای دقیق به اپراتورهای ماهر نیاز دارد؛

(۲) زمان مورد نیاز، که مشاهدات و اندازه‌گیریهای دستی را غیر قابل

قبول می‌سازد.

پوشش را مورد بحث قرار می‌دهد.

فرضیه‌های ویژه‌ای که در مثلث بندی هوایی وجود دارند، تکنیکهای ترانسفر نقاط در بخش ۱ را مورد بحث قرار می‌دهند. مطالب ذکر شده در نشریه‌های Tsingas, ۱۹۹۲ م؛ Schenk, ۱۹۹۵ م؛ Ackermann, ۱۹۹۵ م؛ وجود دارند و به صورت محدود در سیستم‌های اجرایی استفاده می‌شوند.

(مورد ۵ معیارهای انتخاب نقطه) در کل روند هیچ مشکل خاصی پدید نمی‌آورد به صورتی که سکتور نقطه‌ای دقت یک پیکسل (Pixel) با کمتر را نشان می‌دهند. با در نظر گرفتن موارد بالا نتایج نهایی دقت کافی را خواهد داشت.

### ابزارهای تشکیل مدل دیجیتالی

انطباق تصویر و سپس تشکیل مدل به کمک دیدن صورت می‌پذیرد. در ترانسفر اتوماتیک نقاط، با تشکیل مدل در چند تصویر به عنوان یک امر ضروری روبرو هستیم. وابستگی متقابل در اثر تغییر مقیاس و دوران امکان پذیر نبوده و همچنین هیچ شیوه‌ای برای تعمیم دادن آن برای انطباق چند تصویر و تشکیل مدل دیجیتالی وجود ندارند. اتصال به طریق کمترین مربعات زمانی مناسب خواهد بود که نگرانی از کمبود نقاط نداشته و مقادیر اولیه مناسب در دسترس باشند. تشکیل مدل براساس عوارض، گاهی موجب جابه جایی نقاط می‌شود. در صورت استفاده از ضریب وابستگی می‌توان از نقاط اطراف نقطه تصویر استفاده کرد اما در این حالت دورانه‌های زیاد نمی‌تواند مورد قبول واقع شود. اتصال دو تصویر با لبه‌های صاف در حالت عکس به هیچ وجه امکان پذیر نیست. اتصال مبتنی بر لگه‌ها (بخشهای کوچکی از تصویر) به دقت مطلوب نمی‌انجامد اتصال و تشکیل مدل نسبی احتمالاً بهترین شیوه برای انجام کار است. البته وقت‌گیر است و تاکنون هیچ نسخه‌ای برای اتصال چند تصویر و تشکیل مدل دیجیتالی ارائه نشده‌است. اتصال مناسب بستگی زیادی به فرضیه‌های اصلی دارد که می‌توان از اطلاعات موجود در جدول (۱) استفاده کرد.

### مقادیر تقریبی

در دسترس بودن مقادیر تقریبی، کل تکنیک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با داشتن مقادیر تقریبی خیلی خوب، می‌توان با هر روش تشکیل مدل کار کرد. در صورتی که مقادیر تقریبی مناسب در دسترس قرار نداشته باشند کار به صورت مفیدی قابل حل نخواهد بود.

مقادیر تقریبی برای موارد ذیل لازم هستند.

- پارامترهای توجیه؛
- مختصات نقاط سه‌بعدی؛
- مختصات تشکیل مدل.

این مقادیر به روش اتخاذ شده برای تشکیل مدل بستگی دارد. تقریباً در تمام روشهای عملی، مقادیر تقریبی در دسترس قرار دارند اگرچه دقت و اعتبار کمی را نشان می‌دهند. مثلاً عبارتند از داده‌های دریاوردی، داده‌های حاصل از طرحهای فضایی، طرحها، نقشه‌های شاخص، جهت‌های استاندارد، میانگین ارتفاع منطقه، مدل CAD از موضوعها و غیره.

اگر این داده‌ها در دسترس قرار نداشته باشند، نیاز به خودکاری ساختن، نصب قطب‌نما یا زیروسکوپ یا طراحی برای اندازه‌گیری را ایجاد می‌نماید. با این وجود طرح سیستم خودکاری باید برای در دسترس قراردادن این اطلاعات سازگار شود. مثلاً با فرض کردن چند استاندارد؛ و در

### جنبه‌های عمومی ترانسفر خودکاری نقاط

#### – معیار انتخاب نقطه

- هدف اول چگونگی انتخاب نقاط است. که چندین معیار برای انتخاب نقاط در تصاویر وجود دارد.
- (۱) نقاط یابستی جهت ثبات، تا حد امکان در بیشتر تصاویر تحت پوشش قرار گیرند؛
  - (۲) نقاط باید همچنین جهت ثبات، تا حد امکان به خوبی تصاویر را بپوشانند؛
  - (۳) نقاط باید برای اتصال بهتر به فواصل مناسب از یکدیگر قرار بگیرند؛
  - (۴) نقاط باید جهت اتصال چند تصویر مناسب باشند؛
  - (۵) وضعیت نقاط باید برای محاسبات سرشکنی نهایی تا حد کافی دقیق باشند.

در اینجا مفهوم "نقطه" باید مشخص شود. در این مقاله، نقطه به دو مورد اشاره دارد؛ ویژگی تصویر که قابل استقرار باشد و به موقعیت هندسی تصویر. ویژگی تصویر خود تابعی از شدت رنگ و با خصوصیات آن (گوشه، نقطه انحنا، همگون بودن) است. این توصیف همیشه برای انتخاب به کار می‌رود. اما در اتصال (مورد ۱ معیارهای انتخاب نقطه) روش مقادیر تقریبی (به بخش مقادیر تقریبی رجوع شود) و برای توجیه و ساختار تصویر (به بخش ساختار عوارض تصویر رجوع شود) قابل استفاده خواهد بود. در واقع این بیانگر همان مسئله مرغ و تخم مرغ می‌باشد که اولی برای تعیین پارامترهای توجیه، احتیاج به نقاط موجود در پوشش مشترک دارد و دومی برای پیدا کردن مناطق مشترک تصویر احتیاج به پارامترهای توجیه دارد. در فواصل مناسب قراردادن نقاط (مورد ۳ از معیارهای انتخاب نقطه) یک مورد اختیاری است البته به‌طور مؤثری اتصال را بالا می‌برد (به پاراگراف ابزارهای تشکیل مدل دیجیتالی رجوع شود) برعکس پروسه‌های تشکیل مدل در حالت معمولی که در آن دو تصویر و باهم ارتباط دارند. اینجا کلاً بیش از دو تصویر معمولاً تا ۶ تصویر باید به یکدیگر متصل شوند. برای ایجاد این گونه مدل، باید با بیش از دو تصویر کار کرد. (مورد ۴ معیارهای انتخاب نقطه) چنانچه شخص نخواهد تشکیل مدل را به دو جفت تصویر محدود کند، باید روش انتخاب نقاط، منمکن کننده این مطلب باشد. برای مثال تضمین قابلیت رؤیت نقاط در بسیاری از تصاویر، مستلزم آن است که نقاط مورد نیاز روی سطح مسطحی قرار بگیرند. دقت در نقاط انتخاب شده

نباشند. در هر صورت بهتر است که از شرطهای هم خط بودن استفاده کنید. این رابطه نه تنها بسیار عمومی است بلکه بسیار ساده و درست هم هست به علاوه زمانی که سه تصویر را با مراکز تصویر هم خط ارزیابی می‌کنید شرطهای هندسه سه قطبی اطلاعات کافی به دست نمی‌دهند. به صورتی که تقاطع سه دسته اشعه در سیستم مختصات سه بُعدی می‌تواند تنها با توجه به پارالاکس (y-Parallax) ارزیابی شود. تمامی شرایط زیر به نوعی به عوارض تصویر وابسته هستند.

### ○ شرطهای استحکام

این شرایط به دو صورت پدیدار می‌شوند. مستقیم و غیر مستقیم، در بین توابع شرط در مجاورت نقاط ترانسفر، ایفای نقش می‌نمایند. شرطهای مستقیم در معادلات به صورت ضریب وابستگی یا وزن مجموع مرتبات خطاها به کار گرفته می‌شوند. بالا بودن ضریب وابستگی به استقلال خطی میان توابع استحکام نیاز دارد. یک مدل معمول دارای انطباق حداقل مرتبات است. انحرافها در جهتهای مشابه یا مناطق شیب دار درست در نظر گرفته می‌شوند. در هر دو حالت فرض می‌شود که سطح اطراف نقاط سه بُعدی مسطح تر است.

البته این کار به اندازه‌های بزرگ مجاور نیاز دارد. پس در حقیقت نیازمندیهای ساختار عوارض تصویر تأمین نخواهند شد. شرطهای غیر مستقیم میان توابع استحکام به مقادیر ثابت اشاره دارد. این می‌تواند جهت یک علامت یا لبه تصویر یا نوع نقطه باشد؛ (Schenk, 1995 م)؛ از نقاط خمیده خطوط تصاویر برای توجیه نسبی استفاده می‌کند. و در واقع این نقاط در سطح منحنی ثابت می‌باشند. در نتیجه سطح همواری را در اطراف نقاط به وجود خواهند آورد. در اتصال نقشه‌های سه بُعدی به دو بُعدی وجود سطوح صاف در مجاورت آنها بی‌تأثیر است معذالک نیازمند آنالیز می‌باشند تا زمانی که نقاط کاذب در خارج قرار بگیرند. بلندبهای سطح باید در نظر گرفته شوند. در غیر این صورت ممکن است سطح شیء بازتابهای نادرستی را ایجاد کند. با تغییر این بازتابها با نقطه دید، می‌توان آنها را با الزامهای هندسی حذف کرد. در غیر این صورت تصاویر بازتاب شده ممکن است به عنوان نقاط مرتبط به کار برده شوند.

### ○ روابط و تفسیرها

روابط میان ویژگیهای شیء معمولاً به تصویر انتقال یافته بستگی دارد. تنها در صورت وجود نقاط کاذب نقض می‌شوند. به ویژه اینکه روابط دارای الزامات مفیدی می‌باشند، زیرا متغیرهایی هستند که محدوده وسیعی از انحرافها را دربر می‌گیرند. البته روابط میان ویژگیهای تصویر و خطا به تلاش برای کشف آنها نیاز دارد. به این دلیل و به واسطه اینکه ثابت شده است که دیگر الزامها حداقل در مورد مثلث بندی هوایی کافی هستند تا به امروز مورد استفاده قرار نگرفته‌اند.

در مورد تفسیرها هم همین قضایا یعنی ویژگیهای نسبت به خصوصیات تصویر صادق است.

غیر این صورت اگر موفق نشدید از ابزارگران قیمت‌تر استفاده کنید. به عنوان یک قاعده، شیوه‌های حداقل مرتبات، می‌توانند راه‌حل درستی را ارایه بدهند. اگر مقادیر تقریبی بهتر از ۳۰ درصد باشد و با ۲۰ درصد در تمامی اتصال‌های مجاور ارتباط داشته باشند پس ارجاع ۱۰۰ درصد به نزدیکترین فاصله میان نقاط باید تعیین شود. در صورت درصد بالای خطای مبتنی بر اتصال نادرست، شیوه حداقل مرتبات، موفقیت‌آمیز نخواهد بود و به شیوه‌های بهتری مثل اصل متوسط حداقل مرتبات نیاز دارند. استفاده از هرهای تصویر، یکی دیگر از راه‌حلهای مقادیر تقریبی ضعیف است. اصل کلاسیک، موفقیت‌آمیز بوده است. نتیجه اتصال با تصاویر دارای وضوح کم، به عنوان مقادیر تقریبی برای تشکیل مدل در تصاویر با وضوح بهتر سه بُعدی، به کار می‌رود. این روش کاملاً به اثبات نرسیده است زیرا ممکن است خطاهای سطوح بالاتر به سطوح پایین‌تر انتقال پیدا کنند پس این خطاها اصلاح نمی‌شوند. روند اتصال چند تصویر دارای اعتبار بالاتری است.

### ساختار عوارض تصویر

سطح منطقه تصویربرداری شده تأثیر مستقیمی بر پیش‌بینی موقعیت نقاط کنترل دارد. سطوح صاف امکان واسطه‌یابی<sup>۲</sup> بین نقاط پیش‌بینی شده را فراهم می‌کند. سطوح خمیده اما همواری می‌توانند به راحتی موجب اتصال و تشکیل مدل دیجیتال شوند.

در صورتی که شیب منطقه نسبت به دوربین زیاد باشد، خطوط شکسته از پیش‌بینی نقاط کنترل جلوگیری کرده و امکان تشکیل مدل دیجیتالی وجود نخواهد داشت. این حالت در مناطق شهری به واسطه ارتفاع دیوارها مشاهده می‌شود. پس تکنیک کلی باید از واسطه‌یابی مجزا باشد. به عبارت دیگر واسطه‌یابی جهت پیش‌بینی موقعیت نقاط کنترل، در صورتی امکان پذیر است که حاکی از اطلاعات خوب درباره ساختار عوارض باشد. برای کسب کارایی باید تا حد امکان از این مطلب استفاده کرد. فقدان دانش درباره ساختار سطح البته تنها با محدودیت‌هایی قابل جبران است که بستگی به موضوع ندارند.

### شرطها

استفاده از پاره‌ای شرطها جهت تشکیل مدل دیجیتالی ضروری است. در اینجا پاره‌ای از شرایط مهم و مفید را انتخاب و سپس بررسی خواهیم کرد.

### ○ شرطهای هندسی

هندسه همسری شرطها را ارایه میکند. این مطلب در دو تصویر، نشانگر این است که در سیستم مختصات قطبی، زمان جستجو در یک منطقه کوچک نسبت به یک خط راست خیلی کمتر خواهد بود. (خطاهای تصویر را در این محل حذف می‌کنند). برای سه تصویر، هندسه مبتنی بر سیستم مختصات چند قطبی، تنها در صورتی دارای ارزش است که مراکز تصویر هم خط



## ○ توجیه نسبی

در غالب کاربردهای مثلث بندی هوایی یا زمینی تصاویر به صورت پشت سرهم برداشته می‌شوند. به عنوان یک نتیجه مهم ممکن است تصاویر یکدیگر راپوشانند. این امر باعث بروز استراتژی ساده‌ای برای تعیین مقادیر تقریبی در سیستم مختصات محلی با انجام زنجیره‌وار توجیه نسبی می‌شود.

در اینجا به توجیه نسبی کاملاً خودکار شده مبتنی بر تصاویر دیجیتال اشاره می‌کنیم. برای این کار روند اقدامات اجرایی کاری<sup>۳</sup> متفاوتی در نشریات مطرح شده‌اند. ما در اینجا تنها یک جنبه را مورد بحث قرار می‌دهیم؛ ضرورت راه‌حلهای مستقیم با حداقل مشاهدات، مستقیم به معنی اینکه مقادیر تقریبی نیازی ندارند است. این راه‌حلهای امکان حل پارامترهای مجهول از یک زیرگروه کوچک از مشاهدات موجود را فراهم می‌کند که می‌توان آنها را با مشاهده‌های دیگر کنترل کرد. در صورتی که این تایید نادرست باشد می‌توان زیرگروه دیگری را انتخاب کرد، مثلاً موردی که به صورت تصادفی توسط Fischer Bolles<sup>۴</sup> ۱۹۸۱ م، برای تعیین محل فضایی ارایه شده است. این تکنیک انتخاب تصادفی و کنترل کردن زیرگروه‌های مشاهده‌ها مجموعاً تصادفی خوانده می‌شود و در اصل می‌تواند با حدود خطوط مشترک ۵۰٪ مطبق شود. پس این روند، ارزیابی خوبی به دست می‌دهد که برای یافتن مقادیر اولیه جهت توجیه اصلاح شده در دامنه محدودی از کاربردها مناسب است. چک کردن درونی ثبات راه‌حل ضروری است؛ (Förstner, ۱۹۹۵ م) همان طوری که در مورد راه‌حلهای مستقیم گفته‌شد آنها برای توجیه نسبی به حداقل نقطه نیاز دارند که باید به صورت صحیحی در تصاویر سه بُعدی توزیع شوند تا از بی‌ثباتی جلوگیری کنند.

## ○ دقت

دقت توجیه نهایی به دقت نقاط فتوگرامتری ( $\sigma_0$ )، پوشش تصاویر و تعداد نقاط انتقال یافته بستگی دارد. روند اقدامات اجرایی خودکاری، می‌توانند به راحتی چگالهای نقطه‌ای را ایجاد کنند که ده یا صدبرابر بالاتر از ابزارهای دستی است. از اینرو نقاط انتقال یافته به صورت خودکاری، ممکن است تا ده یا صدبرابر از دقت کمتری برخوردار باشند. اما هنوز هم همان میزان دقت را در پارامترهای توجیه به دست می‌دهند. پس نتیجه نهایی در روند کلی، عبارتند از دقت و مهمتر از آن پارامترهای توجیه با اعتبار بالاتر نقاط گذرا، از اینرو اعمال روند انطباقی که بالاترین دقت را به دست می‌دهند، معنی دار به نظر نمی‌آیند بلکه پذیرش دقت پایین‌تر ویژگیهای قابل کشف در تصویر معنی داتر است. بحث بر روی جنبه‌های گوناگون انتقال نقاط ضرورت تشریح پیش شرطهای کاربردی قطعی یا کارهای لازم برای تصمیم‌گیری در مورد استراتژی کارآمد را نشان می‌دهد.

مثلث بندی هوایی نه تنها یکی از محدوده‌های کاربرد اصلی مثلث بندی بر مبنای دسته اشعه است بلکه به حالتی رسیده است که به ما اطمینان می‌دهد که در آینده نزدیک کاملاً خودکاری خواهد شد.

## انتقال نقطه برای مثلث بندی هوایی

### - فرضیه‌ها

مثلث بندی هوایی در کل به مجموعه‌های بزرگی از تصاویر اشاره دارد که در استریپهای (Strips) دارای پوشش متقابل به صورت شناور هستند. ساختار این استریپها معمولاً به صورت کامل ترسیم می‌شود تا پوشش لازم را تضمین نماید. این ساختار در نقشه‌های اندکس (Index maps) موجود بوده و حداقل اطلاعات مربوط به توجیه دوربینها را به دست می‌دهد. درحالی که خطوط اصلی در یک سانتی‌متری به مقیاس تصویر معلوم هستند، احتمالاً با پوشش بیشتر بهتر بوده و زوایای  $\phi$  تا  $30^\circ$  تا حدی معلوم هستند. پوشش جانبی به واسطه مشکلات دریاوردی تا حدی غیرقطعی است. دریاوردی مدون نه تنها امکان کنترل مأموریت هوایی را فراهم می‌سازد بلکه مقادیر نسبتاً دقیقی برای تمامی پارامترهای توجیه به دست می‌دهد. البته منبع اصلی عدم قطعیت از سطح زمین ناشی می‌شود. اگرچه میانگین فاصله دوربین با  $\phi$  را می‌توان تقریباً ثابت نگاهداشت، تموج حوزة ممکن است تا ۳۰ درصد ارتفاع پرواز باشد. بابه حساب آوردن حوزة اصلی مثلث بندی هوایی به عنوان مبنای برای نقشه برداری، هیچ دانش قبلی در مورد سطح زمین را نمی‌توان به حساب آورد.

تقریب ساده وضعیت هندسی درباره هر استریپ امکان تعیین حداکثر خطای  $\Delta p_x$  در پارالاکس  $X$  (Parallax - X) پیش‌بینی شده را فراهم کرده که به موارد زیر بستگی دارد.

● مبنای نسبت ارتفاع  $B/Z$ ؛

● فاصله کانونی  $C$ ؛

● خطای  $\Delta \phi$  در دو زاویه  $\phi$  از دوربین به سمت راست و چپ؛

● خطای  $\Delta Z/Z$  ارتفاع  $Z$  مربوط به  $Z$ ؛

● خطای  $\Delta B/B$  مبنای مربوط به  $B$ .

و در فرمول زیر:

$$\Delta p_x = \frac{2c}{\phi} [1 + \frac{1}{\phi} (B/Z)] \Delta \phi + c(B/Z) \Delta Z/Z + c(B/Z) \Delta B/B \quad (1)$$

با فرض کردن مقادیر مثبت در تمامی موارد برای  $c = 0.15$  متر،  $\phi = 30^\circ = 1/20$ ،  $\phi = 1/10$ ،  $\Delta B/B = \Delta p_x$  در پارالاکس (Parallax) پیش‌بینی شده در نگاره ۱ نشان داده می‌شود و به نوسانهای<sup>۳</sup> ارتفاع  $\Delta Z/Z$  و مبنای نسبت ارتفاع  $B/Z$  بستگی دارد. به بینید که به واسطه خطا در زاویه و خط مبنا حداقل خطا حدود ۱/۵ سانتی‌متر است که به هنگام اسکن کردن (Scanning) با پیکسل (Pixel) به اندازه  $15 \mu m$  بر  $[pel] = 1000$  بالغ می‌شود. این موضوع حتی در مبنای کوچک در نسبتهای ارتفاع صادق است. به عبارت دیگر در کوهها، حداکثر خطا می‌تواند به حدود ۶ سانتی‌متر برسد. نگاره به وضوح نشان می‌دهد که افزایش پوشش و یا کاهش آن،  $B/Z$  خطاهای پیش‌بینی شده را کاهش می‌دهد. ۸۰ یا حتی ۹۰ درصد پوشش در استریپها برای تأیید خودکاری سازی مطلوب است. پس در هر شیوه باید نامنظم بودن زمین را در حمایت از اتصال کار آمد به حساب آورد. این دلیل آن است که چرا شیوه‌های جدید انتقال نقطه برای



### مقایسه سه روش ترانسفر نقاط

حال می‌خواهیم سه روش ترانسفر نقطه بررسی شده در نشریات را باهم مقایسه کنیم. اولین روش طرحی است که برای مثلث بندی هوایی خودکاری شده توسط V. Tsingas، ۱۹۹۲-۱۹۹۱ م، ارائه شده که این طرح بر نتایج فرضیه Böhler و Wegmann، ۱۹۸۷ م مبتنی بوده و از شرح چند تصویری مبتنی بر مدل هسه‌ای ۵ استفاده نموده است. نتایج تست OEEPE Test Forssa در مقاله Tsinga، Fritsch و Schnder، ۱۹۹۴ م، آمده است.

پیشرفت T. Schenk و گروه وی Toth، Schneider، ۱۹۹۳ م بر شرح چند تصویری شیوه انطباق کمترین مربعات در فضا از نظر تکنیکی با شیوه متساوتی از آنسجه Heipke Gillesen، Fritsch Ebner، ۱۹۸۷ م و Wrobel، ۱۹۸۷ م انجام دادند.

حل می‌شود که بر ضرورت برخورد با خطاهای بزرگ توجه مبتنی است. مفهوم F. Ackermann، ۱۹۹۵ م؛ کمک کردن به یک سیستم عملی است برای مثلث بندی هوایی خودکاری که به نتایج معتبر و دقیق می‌انجامد. خواص اصلی این سه شیوه در جدول ۲ آورده شده است.

### شیوه‌های تطابق

Schenk از انطباق نوع کمترین مربعات برای نیل به بالاترین دقت استفاده می‌کند. Tsingas و Ackermann دقت پایین‌تر نقاط سه بُعدی از ویژگیهای مبتنی بر اتصال را می‌پذیرند. داده‌های تعیین توجیه در بلوک (Block) حدود ۳۰ درصد بهتر از داده‌های به دست آمده با ابزار دستی بسیار دقیق هستند که با درجه بالای میانگین‌گیری به دست می‌آید (Tsingas، Fritsch و Schneider، ۱۹۹۴ م). البته در صورتی که مدل ارزیابی دیجیتالی برای سایر مقاصد مثل تولید فیلم اُرتوفتو (Ortho photo) توسط Schenk مورد استفاده قرارگیرد. می‌توان در دقت بالاتر نقاط زمین به عنوان مزیت استفاده کرد.

تمامی مؤلفین استفاده از منشورهای تصویر را مطرح کرده‌اند. کشیدگی کم در روش همسازی دامنه کمترین مربعات نیازمند استفاده از تمامی سطوح منشور می‌باشد، در حالیکه کشیدگی وسیع‌تر در دامنه مشخصه که مبتنی بر همسازی است امکان می‌دهد که سطوح و وجوه منشور را به ۳ تا ۴ سطح محدود نماییم.

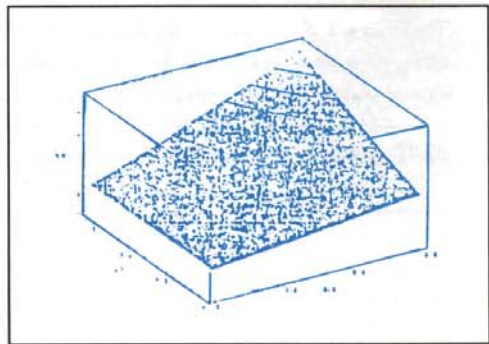
### تعداد نقاط هر تصویر

در هر حالت چند صد نقطه مربوط انتخاب و منتقل می‌شوند. این ترتیبی است برای هر استریپ که دقت پایین‌تر را جبران کرده و در تمامی موارد قابلیت اعتبار را افزایش می‌دهد.

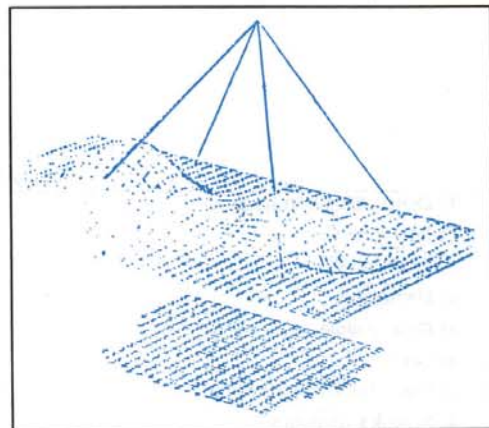
### روش موضعی

روند چند تصویری الزاماً باید آغاز شود هم برای یافتن و هم مرتب کردن این قضیه در تمامی شیوه‌های اتصال در طرحها لازم است. روش به صورت

ارزیابی دیجیتالی در مدل‌های ناهموار و ارتفاعات دارای مدل (Module) هستند. این کار مشکل است اما باید برای کُل بلوک (Block) ارایه شود. با استفاده از مقادیر تقریبی برای پارامترهای توجیه اثر هر تصویر را می‌توان با تقاطع سطح زمین با منشور تصویر و جلو آوردن این تقاطع در سطح مرجع تعیین کرد. اثر (تصویر زیرین) ممکن است برای تعیین پوششهای متقابل در تمام تصویر یا بخشهایی در تصاویر که برای انتخاب نقاط مرتبط (Tie Point Selection) به کار می‌روند مورد استفاده قرار گیرند. تصاویر زیرین (اثرها) به خطوط مستقیم ندارند. همانطوریکه در نقشه‌ها شاخص (به نگاره ۲ رجوع شود). دیده می‌شود در آنالیز دستی پوششها نامناسب بوده در حالیکه در سیستم دیجیتالی از اهمیت بسزایی برخوردار هستند.



نگاره (۱): حداکثر خطای پیش‌بینی پارالاکس (Parallax) در ارتباط با خطای ارتفاع ( $\Delta Z/Z$ ) و مبنای نسبت ارتفاع (B/Z)



نگاره (۲): تصویر زیرین در زمینهای ناهموار تپه‌ای



مدل دیجیتالی مصنوعی خواهند بود. در اینجا  $\delta_0$  واریانس برآورد شده و در تطبیق بلوک اجستمنت نسبت به اندازه گیرهای دستی برتر خواهد بود. نتایج بلوک اجستمنت پارامترهای توجیه هستند که جهت آنالیز پیشرفته تر تصاویر مناسب هستند.

#### ۴ نتیجه گیری

این مقاله دامنه وسیعی از جنبه‌هایی را مورد ارزیابی مجدد قرار داد که به هنگام خودکاری سازی انتقال نقطه در مثلث بندی دسته اشعاعی<sup>۹</sup> مورد بحث قرار گرفته است.

شیوه‌های مثلث بندی هوایی نشان داده شدند که علیرغم داشتن اختلافهای جزئی اجرا گردیده‌اند.

خصوصاً استفاده از شیوه انطباق چند تصویری. تصمیم‌گیری در مورد نوع نقاط تصویری که باید مورد استفاده قرار گیرند به تست (Test) کردن بیشتری نیاز دارد. احتمال بسیار زیاد وجود دارد که در نواحی شهری خصوصاً زمانی که با تصاویر در مقیاس بزرگ روبرو هستیم مسایل مربوط به یافتن نقاط همگون ثابت و تعیین نواحی دارای پوشش بروز کنند.

مرحله دامنه کاربردها زیاد دور نیست اما قطعاً به تلاش و رقابتهای بیشتر نیاز دارد. □

زنجیره‌وار با انتقال نقاط از یک تصویر اصلی به تمامی تصاویر دیگر در پروسه‌های خودکاری به کار نمی‌رود. در مقابل تمامی جفتها حداقل و در اصل به منظور عدم جهت‌گیری به سمت تصویر منفرد و پرهیز از تشریح یک منطق برای انتخاب تصویر اصلی ارزیابی می‌شوند. شیوه چند تصویری Schenk به روشنی فاقد این نوع تمیز کردن موضعی است به صورت موازی با بخشهای تصاویر مربوطه کار می‌کنند.

#### الزامهای موضعی

همان طوری که در بالا گفته شد، انطباق موضعی به مدل مناسبی نیاز دارد. Tsingas از بهترین شرایط استفاده می‌کند. وی فرض می‌کند که سطح به صورت موضعی مسطح تر است و تکه‌های کوچکی از سطوح صاف را نگه می‌دارد. Schenk سطوح صاف تر را می‌پذیرد. Ackermann عمدتاً بر هندسه دسته‌های پیکان تکیه می‌کند، بعد از ایجاد انطباقهای اولیه میان نقاط. پس انطباقهای نقاط در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرند که به گوشه‌ها، ساختمان یا حتی نقاط ایزوله شده در فضا اشاره می‌کنند؛ فرض می‌شود که هیچ سطحی در اطراف نقطه وجود ندارد.

#### نواحی گزینشی

Tsingas به صورت روشنی بر داده‌های دریانوردی خوب تکیه داشته و فرض می‌کند که زمین نسبتاً مسطح است و نواحی اطراف موقعیتهای استاندارد شده برای انتخاب نقطه در آغاز کافی هستند. از نقطه نظر بحث فوق این راه‌حل باید مجدداً ارزیابی شود. Schenk و Ackermann اثرها را تعیین می‌کنند و احتمالاً به دلایل محاسباتی آنها را به مرزهای خطی محدود می‌سازند. تکنیکهای موجود جهانی تا حدی با یکدیگر اختلاف دارند. البته فرض می‌شود که تمامی داده‌های تعیین توجیه مشخص هستند و هیچ مدل مسطحی در دسترس قرار ندارد.

#### شکل گیری بلوک

تنها Schenk شکل‌گیری زنجیره‌ای بلوک را با توجیه نسبی در استریپها، انتقال مقیاس و انتقال استریپها با استفاده از معادلات چند جمله‌ای انجام داده است. به نظر می‌رسد که این مطلب با نیاز به مقادیر تقریبی دقیق خصوصاً برای مدل مسطح دیجیتالی تحریک می‌شود.

Tsingas و Ackermann تنها به صورت موضعی تشکیل مدل دیجیتالی داده و نهایتاً محاسبات سرشکنی دسته اشعه را انجام داده‌اند.

#### بلوک اجستمنت نهایی<sup>۷</sup>

در مثلث بندی نهایی از نقاط ترانسفر استفاده می‌شود. Tsingas و Ackermann از نقاط انتخاب شده و دقیق ترانسفر استفاده کردند پس  $\delta_0$  (واریانس اولیه) برآورد شده در بلوک اجستمنت نتیجه خوبی برای دقت نقاط به دست می‌دهد. نقاط مشترک<sup>۸</sup> در استریپ به جهت فرآیند تشکیل مدل و ترانسفر چند تصویری تعیین شده از سطح مرجع از طریق ارزیابی

#### پاورقی:

- 1) Digital /Digitized imagery
- 2) Interpolation
- 3) Procedures
- 4) Undulation
- 5) Core module
- 6) Level
- 7) Final Block Adjustment
- 8) Schenk's tie points
- 9) Bundle triangulation