اجرای یک تطبیق سه بعدی برای عکسبرداری رقومی

دکتر امیر سعید همایی نژاد
گروه آموزشی مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده

این مقاله نتایج یک کار اجرائی تطبیق سه‌بعدی خودکار را بیان می‌کند. در واقع این مقاله بیانی است از یک تحقیق که شامل دو بخش عمده می‌باشد.

اولین بخش آن مربوط است به اجرای تطبیق سه بعدی خودکار که برای یک آزمایش عکسبرداری فاصله کوتاه رقومی (Digital Close Range Photogrammetry) انجام پذیرفته است. اجزاء تشکیل دهنده این آزمایش متشکل از دو دوربین CCD با قدرت تفکیک ۷۵۸×۵۸۰ جزء عکسی (Pixels) که برروی یک میله افقی به طول تقریبی ۷۰cm سوار شده‌اند. این دوربینها در فاصله سه متری از جسم قرار گرفته‌اند. یک نوع جدید از نشانه‌ها که برای شناسایی و استخراج خودکار نقاط کنترلی از عکسها، توسط نویسنده ابداع گردیده‌اند برروی و اطراف منطقه مورد آزمایش قرار داده شده‌اند. یک برنامه رایانه‌ای برای شناسایی و استخراج خودکار این نشانه‌ها توسط رایانه، ابداع گردید.

برنامه قادر است یک شکل فضایی سه بعدی (Model) از دو تصویر دارای پوشش بصورت خودکار بسازد. روش اجرایی براساس روش سرشکنی دسته شعاعی (Bundle Block Adjustment) است.

دومین آزمایش جهت کار با عکسهای هوایی رقومی شده، اجرا گردید. نشانه‌هابر روی عکسهای هوایی تعبیه گردیده،این نشانه‌ها بجای نقاط نشانه عکسی (Fiducial Marks) و در محل نقاط کنترل زمینی قرار داده شده‌اند. این آزمایش با آزمایش اول یک مقدار متفاوت است چون که برنامه باید اول توجیه داخلی را انجام بدهد و سپس توجیه نسبی و مطلق.

کلیه اهداف این مقاله یک روشی را بیان می‌کند که برای نائل شدن به انطباق خودکار در عکسبرداری رقومی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مقدمه

تشکیل یک شکل سه بعدی و انطباق عکسها درواقع مجموعه‌ای از فنون و عملیات عکسبرداری است. برای تقاطع شعاعهای نوری که از اشکال مشترک واقع در دو تصویر متوالی شروع گردیده و یک شکل فضایی سه بعدی در نهایت ایجاد می‌کند. هدف اصلی حل مختصات نقاط در سیستم مختصاتی جسم است.

اساساً عملیات به دو گروه مکانیکی و محاسباتی تقسیم می‌شوند. یک شکل فضایی از جسم، بعد از اعمال زوایای (ω,φ,κ) و طولهای (dx,dy,dz) به دو عکس دارای پوشش در عملیات مکانیکی نتیجه خواهد شد. در مقابل خروجی یک عملیات تحلیلی یک شکل فضایی سه بعدی بصورت ریاضی تشکیل می‌گردد که عوامل (ω,φ,κ) و (dx,dy,dz) بصورت محاسباتی اعمال می‌گردند.

روشهای مختلف ریاضی وجود دارد. براساس تقاطع یا ترفیع شعاعهای نوری تا اینکه بتوان دو عکس دارای پوشش را نسبت به همدیگر توجیه کرده و سپس شکل فضایی تشکیل شده را نسبت به جسم توجیه مطلق کرد. یکی از بهترین روشهای محاسباتی که در مثلث‌بندی هوایی مورد استفاده قرار می‌گیرد روش تقاطع شعاعهای نوری است که اساس آن معادلات هم خطی می‌باشد و از طریق روش سرشکنی دسته شعاعهای نوری (Bundle block Adjustment) خطاها سرشکن شده و عوامل توجیه استخراج می‌گردند. در واقع با آمدن دستگاههای تبدیل تحلیلی به بازار یک دوران جدیدی در علم عکسبرداری ایجاد گردید. این دستگاهها این امکان را ایجاد کرد که عملیات توجیه به صورت ریاضی انجام گردد. اما عملیات انطباق هنوز هم با کمک عامل انجام می‌گرفت برای سالها از این نوع دستگاهها برای انطباق نیمه خودکار استفاده می‌گردد.

از اواخر دهه ۱۹۶۵ با ارسال Landsat به فضا و تهیه تصاویر

رقومی کاربرد تصاویر رقومی در علم عکسبرداری مورد توجه دانشمندان این رشته قرار گرفت. لذا یک دوران جدیدی در این علم پدید آمد.در این قسمت دیگر از عکسهای چاپ شده برروی کاغذ خبری نبود.بلکه از تصاویر رقومی که در رایانه و وسایل جانبی آن نگهداری می‌گردید، استفاده می‌شد. باید ذکر شود که کاربرد تصاویر رقومی کلاً در دو بخش سنجش از راه دور و عکسبرداری فاصله کوتاه در آن روزها خلاصه می‌گردید.

همراه با تولید تصاویر ماهواره‌ای Landsatدوربینهای CCD که از صفحه‌های حساس CCD استفاده می‌کردند برای تهیه عکسهای رقومی استفاده شد. هر چند که قبل از استفاده از دوربینهای CCD از دوربینهای TV video برای تهیه تصاویر رقومی استفاده می‌گردید. اما با به بازار آمدن دوربینهای CCD، به صورت گسترده ای در بخش عکسبرداری فاصله کوتاه مورد استفاده قرارگرفتند. متأسفانه بعلت کوچک بودن اندازه صفحه حساس دوربینهای CCD که از چند سانتیمتر تجاوز نمی‌کرد، این دوربینها در عکسبرداری هوایی کاربردی نداشتند. اخیراً با به بازار آمدن دوربینهای رقومی که اندازه صفحه حساس آنها پنج سانتیمتر و یا بیشتر است امکان داده است که از دوربینهای CCD و رقومی در عکسبرداری هوایی تا ارتفاع پرواز حداکثر ۵۰۰ متر استفاده شود که البته پیش‌بینی می‌شود دوربینهای CCDکه دارای صفحه حساس ۲۳cm x ۲۳cm باشند، بزودی به بازار آیند.

بدلیل اینکه وسایل تهیه تصاویر رقومی بوسیله عکسبرداری هوایی موجود نیست، لذا سالهاست که از رقومی‌کنندگان عکسی (Scanner) برای تهیه تصاویر رقومی استفاده می‌شود،که عکسهای تهیه شده به وسیلهٔ عکسبرداری دراین دستگاههای تبدیل به رقوم می شوند. البته Fraser and shortis (1994) ذکر کرده‌اند که با دوربینهای Still video cameras می‌توان تصاویری با دقت ۱:۸۵۰۰۰ برروی تصاویر تهیه کرد و این امید را زنده کرده است که بتوان از این دوربینها برای تهیه نقشه استفاده کرد. از این دوربینها می‌توان جهت بررسی نقشه، به روز کردن اطلاعات مورد نیاز در نظام اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نقشه‌های شهری استفاده نمود.

امروزه تصاویر رقومی که برای مقاصد مختلف استفاده می‌شوند،تهیه می‌گردند.

Helova(1988) مزایای زیر را برای عکسبرداری رقومی ذکر می‌کند.

- بالا رفتن دقت
- کاهش هزینه‌های مربوط به دستگاهها
- نزدیک شدن به عکسبرداری خودکار
- تهیه تصاویر در زمان جاری (Real Time)
- انتقال تصاویر بصورت الکترونیکی

با گسترش شبکه‌های رایانه‌ای (Internet) ودیگر روشهای تهیه تصاویر رقومی‌باید مزایای زیر را به مواردفوق اضافه کرد.

- موجود بودن تصویر مختلف رقومی
- دریافت و ارسال ساده تصاویر رقومی
- اجرای عملیات خودکار
- شناخت و استخراج اطلاعات بصورت خودکار

مزایای ذکر شده‌باعث گردید، عملیات عکسبرداری بصورت خودکار انجام پذیرد.

برای مثال درخواست نظامهای اطلاعات زمینی وجغرافیایی (LIS and GIS) سبب شده تا Digital orthoimage گسترش یابد Digital orthoimage بطور برجسته‌ای گسترش یافته فقط بدین دلیل که یک وسیله اقتصادی برای به روز درآوردن نقشه‌ها می‌باشد. (Skalet et,01,1992)

انطباق سه بعدی یک کوشش دیرینه در عکسبرداری رقومی می‌باشد. کوششهای فراوانی در این بخش انجام گرفته است. البته این کوششها به دو گروه فنی انطباق براساس اشکال هندسی Feature Based Matching و انطباق براساس درخشندگی Aeria Based Matching تقسیم گردیده‌اند. در بخش Feature Based Matching بیشترین علاقه برای استخراج نقاط مشخص از دو تصویر رقومی دارای پوشش است. برای مثال Forstner and Gulch (1987) یک روش جستجو و استخراج نقاط مشخص را براساس روش Forstner (1986) بیان کرده‌اند.

نقاط مشخص در این روش گوشه‌های ساختمانها و یا مراکز اشکال دایره‌ای شکل مانند چاه‌آب و یا نفت می‌تواند باشد.

نصرآبادی (۱۹۹۲) از روش Moravee (۱۹۶۶) و انتقال Hough استفاده کرد تا بتواند خطوط‌ومنحنی‌ها را برای انطباق تصویر استخراج‌کند.

دومین روش با شدت درخشندگی هر جزء عکسی در ارتباط است. برای مثال Nollmerhaus and Bildanalyse(1987) یک روش استخراج و انطباق را براساس روش Area Based Matching بیان کرده‌اند. یک گزارش بسیار خوبی از روشهای مختلف بوسیله Lemmens (1988) داده شده است. Mahn and Bienner (1995) روشی براساس تطبیق چندرنگی را بیان کرده‌اند و گفته‌اند: روش آنها دارای دقت بسیار بالایی است. تمام روشهای ذکر شده مربوط می‌شوند به‌جستجو واستخراج خودکار اطلاعات از تصاویر که در نهایت یک روش انطباق خودکار را ارائه می‌دهند.

این مقاله یک روش انطباق خودکار را شرح می‌دهد که اساساً مربوط می‌شود به گروه Feature Based Matching، اما یک اختلافی بین این روش و دیگر روشها در این گروه در استخراج اطلاعات از تصاویر رقومی وجود دارد. این روش اساساً برای عکسبرداری فاصله کوتاه طراحی شده است، هرچند می‌توان از این روش در عکسبرداری هوایی استفاده کرد. از مزایای این روش در آن است که به عملیات اولیه توجیه،نیازی نیست و یا بسیار ناچیز مورد احتیاج است. اگر این فن مورد استفاده در زمان جاری انجام گیرد،عملیات بسیار خوب می‌تواند بکار رود.

در بخش بعدی یک بحثی درباره روش کار که مورد استفاده این آزمایش قرارگرفته‌ارائه می شود، در بخش سوم مسائل و نتایج مورد ◀

بررسی قرار خواهد گرفت و در بخش آخر نتیجه‌گیری.

روش کار

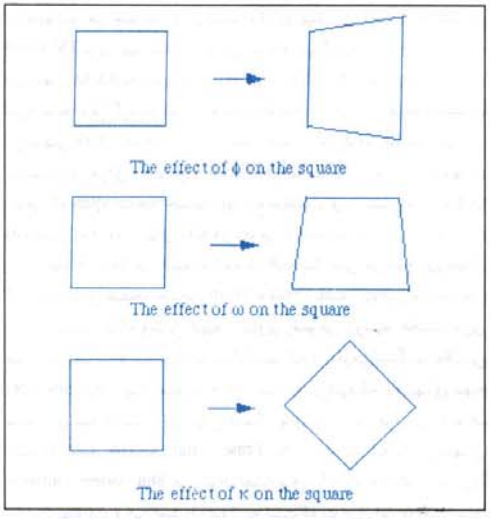
در این بخش روش و اصول آن مورد بحث قرار خواهند گرفت اصولاً دو روش مختلف که برای عکسبرداری فاصله کوتاه و هوایی استفاده شده است را در اینجا شرح می‌دهیم. برای رسیدن به عملیات خودکار از روش Homainejad and shortis (1995) استفاده کرده‌ایم. در بخشهای بعدی درباره ساختار علائم، شکل تشکیل دهنده ریاضی و رویه کار برای هر دو آزمایش ارائه می‌گردد و سپس برنامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ساختمان علائم

ساختمان علائم تشکیل شده از دو بخش واولین بخش یک مربع سفید است که بعنوان نقاط کنترلی انتخاب شده است، بخش دوم شامل یکسری علامتها می‌باشد. علامتها در سمت راست مربعهای سفید قرار داده شده‌اند. باید توجه داشت از این شروط برای نائل آمدن به حداقل زمان عملیات استفاده شده است علائم و محل آنها با توجه به کاربرد آنها در عکسبرداری طراحی شده‌اند. جدول ۱ این علائم را تا شماره ۱۰۰ نشان می‌دهد.

بجز سادگی و قابلیت تشخیص دادن، چند دلیل دیگر وجود داشت که مربع سفید را بعنوان نقاط کنترلی انتخاب کردیم. اول اینکه تقریب زوایای درونی ω,φ,κ را می‌توان با توجه به تغییرات در این شکل مربع بدست آورد. چون برای یک مشاهده کننده اثرات این زوایای دورانی برروی یک مربع قابل تشخیص است . در نتیجه می‌توان از تغییرات وارده بر اضلاع مربع مقادیر تقریب زوایای دورانی ω,φ,κ را بدست آورد که در محاسبات استفاده شوند.

نگارهٔ (۱) اثر این زوایای دورانی بر اضلاع یک مربع را نمایش می‌دهد. اهمیت دیگر انتخاب مربع که مهم می‌باشد، ارتباط اضلاع و گوشه‌های مربع با محل علامت است. چون از گوشه بالایی سمت راست مربع استفاده می‌شود تا برنامه بدنبال علامت برود. همانگونه که گفته شد، علائم در سمت راست در یک فاصله معین از مربع قرار می‌گیرند. فاصله معین برابر است با نصف ضلع مربع. بعلاوه طول هر خط عمودی برابر است با ضلع مربع - فاصله بین خطوط عمودی برابر است با نصف ضلع مربع. در نتیجه در زمان طراحی این علائم باید ضخامت خطوط با توجه به فاصله جسم تا دوربین، قدرت تفکیک دوربین و ضریب مقیاس انجام شود. برای گرفتن نتیجه خوب، نباید طول خطوط کمتر از ۱۰ جزء عکسی باشد،



نگاره (۱): منظری از اعوجاج مربع بر اثر دوران طول محورهای Z,Y,X

Number	Symbol	Number	Symbol	Number	Symbol	Number	Symbol
One		Six		Twenty		Seventy	
Two		Seven		Thirty		Eighty	
three		Eight		Forty		Ninety	
Four		Nine		Fifty		Hundred	
Five		Ten		Sixty			

جدول (۱): علائم بکار رفته برای شناخت شماره، ترکیب این علائم نمره‌های جدیدی را می‌دهند.

هر چند با پنج جزء عکسی هم توانسته‌ایم نتایج خوبی داشته باشیم. این نیازها مسائل را مشکل نموده است، اما یک نتیجه قوی و قابل اجرا را تضمین کرده است.

شکل ریاضی

شکل ریاضی براساس معادلات هم خطی ایجاد شده است. نگاره (۲) نمایشی از یک جفت اشعه‌های نوری که از یک نقطه برروی جسم بطرف دوربینهای سمت چپ و راست حرکت کرده‌اند را نشان می‌دهد. ارتباط این اشعه‌های نوری و دوربینهای که اساس معادلات عکسبرداری تحلیلی را می‌سازد در شکل ریاضی (معادله ۱) زیر نشان داده شده است.

$$X_i - X_o + dx = -C\frac{m_{11}(X_i-X_o)+m_{12}(Y_i-Y_o)+m_{13}(Z_i-Z_o)}{m_{31}(X_i-X_o)+m_{32}(Y_i-Y_o)+m_{33}(Z_i-Z_o)}$$

$$Y_i - Y_o + dy = -C\frac{m_{21}(X_i-X_o)+m_{22}(Y_i-Y_o)+m_{23}(Z_i-Z_o)}{m_{31}(X_i-X_o)m_{32}(Y_i-Y_o)+m_{33}(Z_i-Z_o)}$$

(معادله ۱)

که: x_i, y_i مختصات نقطه i برروی تصویر هستند.

X_o, Y_o جابجایی مختصات بین مبداء اصلی و سیستم مختصات تصویری و مبداء افقی که بوسیله خط اصلی تعیین شده‌اند.

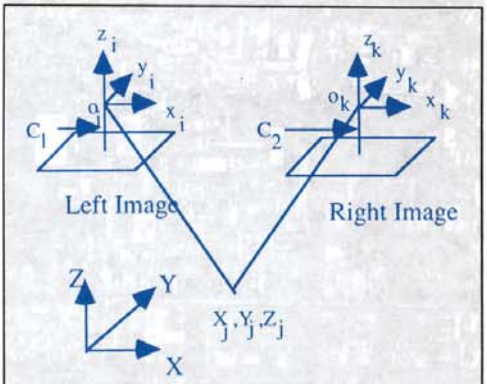
C فاصله اصلی

X_i, Y_i, Z_i مختصات نقطه i برروی جسم

X_o, Y_o, Z_o مختصات مرکز تصویر نسبت به سیستم مختصات جسم

m_{kL} اجزاء ماتریس دورانی M که تابعی از سه عامل ω, φ, κ هستند. و dy, dx تصحیحات مختصات تصویر برای تصحیح اعوجاج عدسی‌ها می‌باشد.

همانگونه که گفته شد کلیه معادلات در عکسبرداری برحسب معادلات ۱ نوشته می‌شود.



نگاره(۲): نمایش یک جفت شعاع نوری و ارتباط بین آنها، جسم و تصویر

ارتباط بین مختصات عکسی و تصویر TIFF

نگاره (۳) ارتباط بین مختصات عکسی و تصویر TIFF را نشان می‌دهد. تصاویر TIFF در واقع تصاویر براساس جزء عکسی (Raster base images) هستند و مبداء این تصاویر در گوشه بالایی سمت چپ تصویر قرار دارد. سطرها از بالا به پایین اضافه می‌شوند و ستونها از چپ به راست.

مبداء مختصات عکسها برخلاف تصاویر TLFF درمرکز عکس قرار دارد. برای محاسبات ما نیاز داریم که مختصات را از TIFF به مختصات عکسی و یا بالعکس تبدیل کنیم. معادله ۲ ارتباط بین مختصات TIFF و عکس را نشان می‌دهد.

$$X_{TIFF} = \frac{W}{2} + X_{image} * Sx$$

$$Y_{TIFF} = \frac{H}{2} - Y_{image} * Sy$$

(معادله ۲)

که :

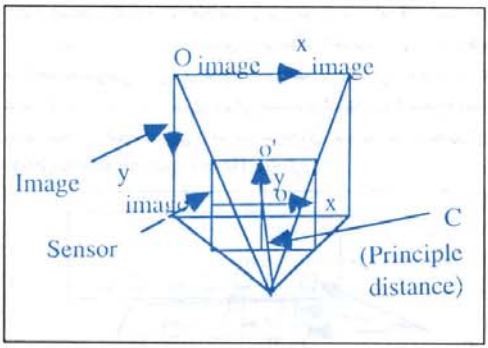
W عرض تصویر TIFF است.

H ارتفاع تصویر TIFF است.

Sx,Sy ضریب مقیاسهای بین عکس و تصویر TIFF برای محورهای y,x هستند.

X_{Tiff}, Y_{Tiff} مختصات نقطه برروی تصویر TIFF برحسب اجزاء عکسی

X_{image}, Y_{image} مختصات نقطه برروی عکس.

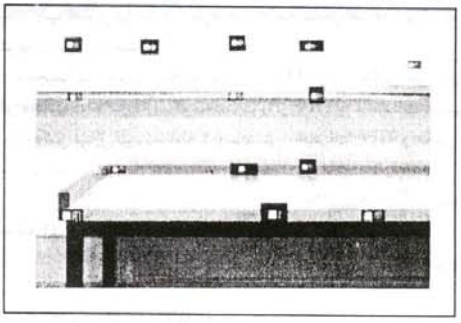


نگاره (۳): نمایشی از ارتباط بین عکس و تصویر TIFF

رویه کار برای آزمایش عکسبرداری فاصله کوتاه

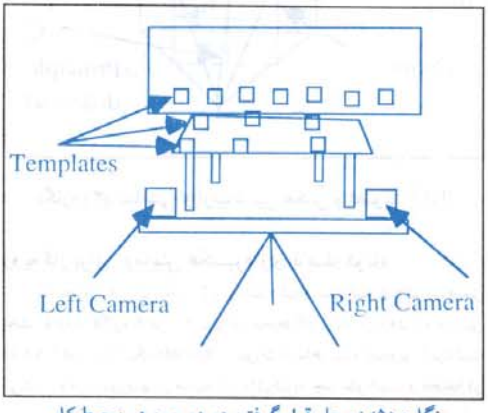
تصاویر از یک محیط کار برداشته شده است که علائم در عمق پخش شده‌اند.نگاره ۴ این علائم را در محیط کار نشان می‌دهد. دو دوربین CCD با قدرت تفکیک 750x580 بصورت ارتباط بسته تصاویر را برداشت می‌کنند. فاصله دوربینها از محیط کار نزدیک به چند متر است و فاصله دو دوربین به یک دیگر کمتر از یک متر می‌باشد. محل دوربینها و مختصات

نقاط کنترل به روش تقاطع بدست می‌آیند. محور نوری دوربینها به محیط کار عمود هستند وسعی شده است که زوایای دورانی هر دو دوربین برابر بوده و برابر با صفر باشند. دو دوربین قبلاً تنظیم شده‌اند (calibrated) و عوامل تنظیم برای تصحیحات به برنامه معرفی شده است.



نگاره (۴): محیط کار با علائم قرار داده شده در آن محیط

شکل ۵ نمایشی از محل دوربینها نسبت به محیط کار را نشان می‌دهد. تعدادی زوج عکسی در شرایط نور اتاق برداشت شد. تصاویر در حالت TIFF نگهداری شدند. یک تعداد مسائل بدلیل نورپردازی، رنگ محیط وعوامل دیگر ایجاد شد که در بخش بعدی درباره آن صحبت می‌کنیم.یک برنامه نوشته شده تا بتوانیم اطلاعات مورد نظر را از تصاویر TIFF استخراج کرده و این اطلاعات را پردازش کنیم. برنامه قادر است دو تصویر چپ و راست را بر این اساس با هم تطبیق کند. برنامه می‌تواند محل هر نقطه بخصوصی را برروی تصویر تعیین کند. بعلاوه برنامه قادراست نقاطی که مشترک در دو تصویر متوالی هستند را شناسایی و استخراج کند. رویه استخراج نقاط کنترلی و قرائت نمره‌های آنها با توجه به روش Homainejad and shortis (1995) انجام گردید.



نگاره (۵) : محل قرار گرفتن دو دوربین در محیط کار

رویه کار برای آزمایش عکسبرداری هوایی

برای آزمایش عکسبرداری هوایی دو عکس هوایی گرفته شده از دانشگاه ملبورن به وسیله دستگاه Zeiss Intergraph photoscan رقومی گردیده‌اند. قدرت تفکیک هر تصویر $15\,\mu$ می‌باشد. علائم بصورت دستی برروی تصاویر برروی نقاط مشخص قرار گرفتند. بعلاوه علائم برروی نشانه‌های عکسی هم قرار گرفتند.

در مرحله اول برنامه مختصات نشانه‌های عکسی را (Fiducial Marks) قرائت می‌کند و توجیه داخلی را انجام می‌دهد. نگاره (۶) محل علائم را برروی تصاویر هوایی نشان می دهد. در مرحله دوم برنامه در کل تصویر به جستجوی علائم می‌گردد و پس از شناسایی آنها را استخراج می‌کند. در این مرحله برنامه مختصات کلیه نقاط کنترلی را قرائت کرده و با اطلاعات مربوط به شماره نقاط در یک پرونده برای عملیات بعدی ضبط می‌کند.

فرق این روش با روش قبلی در این است که برنامه مختصات مرکز عکس را بدست می‌آورد، اما برای روش قبلی نیازی به این عمل نیست.

این عمل برای عکسبرداری هوایی بدین دلیل است تا ارتباط هندسی بین عکس و دوربین که بعد از عکس‌برداری گم گردیده دوباره بازسازی کنیم. این ارتباط برای دوربینهای CCD ثابت می‌باشد و نیازی نیست که تهیه شود. در واقع بدست آوردن مبداء مختصات مرکز تصویر CCD مورد نیاز نیست. اختلاف دوم بین این روش و روش قبل مربوط است به روش استخراج اطلاعات که در روش قبل از روی Homainejad and shortis (1995) استفاده کردیم اما در این روش کل تصویر را برای استخراج اطلاعات جستجو می‌کنیم.

نگاره (۶): عکس هوایی با علائم تعبیه شده برروی آن

بررسی برنامه

برنامه در زبان C نوشته شده و در work station اجرا می‌شود.
برنامه مراحل زیر را دنبال می‌کند:

برای عکسبرداری فاصله کوتاه

۱- تعیین نقاط کنترلی که در هر دو تصویر سمت راست وچپ مشترک است.
۲- پرونده مختصات نقاط واقع بر جسم راگشوده و مختصات انتخاب شده را استخراج می‌کند.
۳- مختصات نقاط را در معادلات ۱ و ۲ قرار داده و محل تقریبی نقاط بر روی عکس را تعیین می‌کند.
۴- استخراج نقاط از روی عکس و قرائت مختصات نقاط برای اثبات درستی کار.

برای عکسبرداری هوایی

۱- مختصات نقاط نشانه عکسی (Fiducial Marks) را قرائت کرده و توجیه داخلی را انجام می‌دهد.
۲- جستجو نقاط کنترلی برروی عکسها.
۳- تعیین و استخراج نقاط کنترلی و تعیین مختصات آن نقاط.

مراحل زیر مشترک بین دو روش است

۱- حل عوامل توجیه خارجی به روش سرشکنی دسته شعاعی؛
۲- ساخت یک شکل فضایی سه بعدی بصورت تحلیلی از جسم.

بررسی مسائل ونتایج

این بخش مسائل و نتایج که از آزمایش نتیجه گیری شده است،مورد بررسی قرار می‌گیرند. مسائل هر آزمایش به صورت جدا مورد بررسی قرار می‌گیرند.

بررسی نتایج آزمایش مربوط به عکسبرداری فاصله کوتاه

چند تصویر دارای پوشش از محیط کاری برداشت شده و در حالت TIFF نگهداری می‌شوند. شرایط نور اتاق مورد استفاده قرار گرفت برای پرداختن نور به محیط کار. علائم در سطح و عمق محیط کار بسیار مناسب قرار گرفتند. علائم برروی یک صفحه سیاه قرار گرفتند و رنگ آنها سفید می‌باشد تا بتوان بخوبی از هم دیگر تفکیک داده شود. مختصات نقاط کنترلی با دقت یک ثانیه اندازه‌گیری می‌شوند. سه مسئله مهم نور، رویه علائم و رنگ محیط، تصاویر را به صورتی نامفهوم کرده و این باعث گردید تا نمره‌های مربوط به علائم بخوبی استخراج نگردند. نگاره (۷)این مشکل را نشان می‌دهد.
دو روش برای حذف کردن و یا تخفیف دادن این مشکل می‌تواند بکارگرفته شوند.

اولین روش در این است که یک صافی بر تصاویر اعمال کنیم تا این مشکلات را تخفیف داده و تصویر دارای شرایط خوبی شوند. این روش کلاً مورد توجه در این بخش نیست، چون در نظر داریم عملیات در یک زمان بسیار کوتاه (زمان درگیر) انجام شود. در نتیجه کلیه روشها که زمان عملیات را زیاد می‌کند باید حذف شوند. دومین روش براساس انتخاب یک دریچه (threshold) منطبق به علائم می‌شود. اگر تصویر سخت‌تری باشد این دریچه برای هر نقطه کنترلی فرق خواهد داشت و حتی برای یک علامت و نمره‌اش دو دریچه مختلف باید استفاده کرد. روش استخراج اطلاعات توضیح داده می‌شود.

نگاره (۷): نمایشی از اثر نور، جنس علائم و محیط برروی تصاویر بدست آمده

در این روش مختصات نقاط واقع بر جسم و در دو تصویر مشترک هستند از پرونده مخصوص استخراج می‌شوند. در نتیجه مختصات تقریبی نقاط برروی عکس محاسبه می‌گردند. برنامه به آن محل رفته و یک پنجره به ابعاد تعیین شده باز می‌کند و در داخل آن پنجره به جستجوی نقاط کنترلی می‌پردازد. برنامه برای نائل شدن به دقت بالا دریچه‌های (thershold) مختلفی را انتخاب کرده و مورد آزمایش قرار می‌دهد. این دریچه‌ها با توجه به متوسط مقدار درخشندگی در پنجره تعیین می‌شوند.

برنامه بدنبال یک منطقه سیاه که در آن مربع سفید باشد، می‌گردد. باید توجه داشت چون علائم در عمق قرار دارند،لذا هر مربع دارای یک اندازه می‌باشد و نمی‌توان اندازه مربع را معرفی کرد. در این روش از برنامه متغیر (Dynamic Programing) که بصورت خاصی نوشته شده است، استفاده کردیم. Simetal (1994) کاربرد برنامه متغیر را برای خواندن حروف کره‌ای استفاده کرد. علائمی که برای نشانه نمره‌های نقاط در این روش بکار رفته به سختی حروف کره‌ای نیست، لذا روش قرائت نمره های نقاط کنترلی ساده‌تر از روش Sim می‌باشد. در این روش براساس بهترین حدی که مربع منطقه را پوشش داده می‌باشد. بنظر می‌آید این روش دارای دو مسئله است: اول اینکه مربع بهینه مشخص نیست، بالاخص زمانی که تصاویر همگرا داشته باشیم. مسئله دوم این است که بعضی از شماره‌ها با هم یکسان هستند.برای مثال نمره ۱۰ و ۵۰ برای رایانه یک عدد می‌باشد. مسئله اول با انتقال مربع به یک حالت خوب با توجه به داشتن مقادیر تقریب زوایای ω,φ,κ کاهش می‌یابد و برای حذف مسئله دوم علائم با توجه به کلیه شباهتهای موجود مورد آزمایش قرار می‌گیرند و نمره صحیح انتخاب می‌شوند. برنامه با توجه به مراحلی که قبلاً ذکر شد عملیات را انجام می‌دهد. باید توجه کرد که عملیات این روش بسیار سریعتر از روش دیگر است که شرح خواهیم داد. در این روش برنامه فقط اطلاعات نقاط مشخص شده را استخراج می‌کند. باید توجه کرد که کلیه عملیات از استخراج نقاط و انتخاب آنها بصورت خودکار، بدون کمک انسان انجام می‌پذیرد. بعلاوه در این روش مختصات دوربینها هم تعیین می‌شوند.

بررسی آزمایش عکسبرداری هوایی

دو تصویر رقومی شده متوالی و دارای پوشش از دانشگاه ملبورن انتخاب می‌گردند. علائم برروی عکسها در جاهای مشخصی قرار داده می‌شوند. برای رفع خطا، علائم چندین بار برروی عکسها قرار داده می‌شوند،وبهترین حالت را انتخاب می‌کند. برنامه با توجه به مراحلی که ذکر شد، عملیات را اجرا کرده و مختصات نقاط را بدست می‌آورد. باید توجه داشت که در اینجا به علت قرار دادن علائم برروی عکسها مسائل مربوط به نور، ساختار رویه علائم و رنگ محیط اطراف اثری ندارد و با اینکه تصویر متشکل از اشکال بسیار پیچیده‌ای ساخته شده است، برنامه براحتی علائم را شناسایی کرده و استخراج می‌کند.

نتیجه گیری

در نتیجه باید ذکر کرد به وسیله این روش انطباق سه بعدی به صورت خودکار قابل اجراست و می‌توان مختصات واقعی اجسام را به طور خودکار از تصاویر استخراج کرد. هرچند روشهای بسیار گوناگون در عکسبرداری رقومی خودکار تهیه شده است تا اجسام را استخراج کند، اما آن روشها مختصات واقعی نقاط را نمی‌دهند و یا نیاز است که قبلاً بصورت دستی عملیات توجیه مطلق انجام شود. اما در این روش دیگر نیازی به دخالت انسان نیست و برنامه به راحتی می‌تواند مختصات واقعی نقاط را بدست آورده و توجیه مطلق کند.

بعضی مسائل مانند نورپردازی، ساختار رویه علائم و رنگ محیط اطراف مشکلاتی را ایجاد می‌کند که با روشهای مناسب این مسائل حل می‌شوند. اگر بخواهیم به شرایط خوب در سرعت بسیار بالا دست یابیم باید نورپردازی، ساختمان رویه علائم و رنگ محیط اطراف را بگونه‌ای انتخاب کنیم که بهترین شرایط را ایجاد کند.

برنامه قادر است تا مختصات نقاط کنترلی را استخراج کرده و شماره نقاط کنترلی را قرائت کند. نتایج ثابت می‌کند که برنامه قادر است، به صورت خودکار انطباق تصاویر را انجام دهد. □

منابع :

1) Forstner, W. and Gulch E., 1987. A fast operator for detection and precise Location of distinct points, corners and centers of circular features. ISPRS Intercommission Workshop, Interlaken, Switzerland, pp 281-305.

2) Forstner, W., 1986. A feature based correspondence algorithm for image matching. Int.Arch. of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 26-3/3, pp 150-166.

3) Fraser, C.S. and Shortis, M.R., 1984. Vision metrology in industrial inspection: A practical evaluation. Proceedings of the Commission V, Close Range Techniques and Machine Vision. Melbourne, Australia. pp 87 - 91.

4) Hahn, M. and Brenner, C. Area based matching of colour images. 1995 ISPRS Intercommission Workshop. Zurich, Switzerland. pp 227 - 236.

5) Helava, U.V., 1988. On system concepts for digital automation. Photogrammetria. 43 pp 57-71.

6) Homainejad, A.S. and Shortis, M.R. Development of a template for automatic Stereo matching.1995 ISPRS Intercommission Workshop . Zurich, Switzerland. pp 318-322.

7) Lemmens, M., 1988. A survey on stereo matching techniques. Preceedings, Commission 5, 16th Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Kyoto, Japan. pp 11-23.

8) Moravec, H.P., 1977. Towards automatic visual obstacle avoidance. Proceedings, 5th Int. Joint Conf. Artificial Intelligence, Cambridge, MA. p 584.

9) Nasrabadi, N.M., 1992. A stereo vision technique using curve-segments and relaxation matching. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.14, No. 5,. pp 566-572.

10) Sim, D.G., Ham, Y.K. and Park, R.H., 1994. on-line recognition of cursive Korean characters using DP matching and fuzzy concept. Pattern Recognition, Vol. 27, No.12. pp 1605 - 1620.

11) Skalet, G.D., Lee, G.Y.G., Lander, L. J., 1992. Implementation of softcopy photogrammetric workstation at the U.S. Geological Survey. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. pp 57-63.

12) Vollmerhaus, D. and Bildanalyse, K., 1987. A fast algorithm for local matching of patterns in images. Proceedings, Intercommission Conference on Fast Processing of Photogrammetric Data. Interlaken, Switzerland. pp 273-280.