مأموریت ماهوارهٔ MARS 96

تولید اتوماتیکی تصاویر ترمیم شده رنگی و موزائیکهای تصویری با استفاده از اطلاعات تصویری HRSC و WAOSS در مأموریت MARS96

نوشته : Frank Scholten
برگردان : مهندس حمید عنایتی

ماهوارهٔ Mars96 روسیه در پاییز ۱۹۹۶ مأموریت خود را آغاز نمود. این ماهواره دوربینهای آلمانی HRSC(دوربینهای استرئو باقدرت تفکیک بالا) و WAOSS (اسکنرو استرئو اپتیکال الکترونیکی با زاویه باز) را با خود حمل می‌نماید.

این ماهواره فراهم کننده تصاویر ترمیمی و موزائیکهای تصویری رنگی با پردازشهای کاملاً اتوماتیک می‌باشد واز اطلاعات هندسی کالیبره شده دوربینهای WAOSS،HRSC،CCD جهت ایجاد تصاویر ترمیمی استفاده می‌کند. اطلاعات مداری برای هر خط از کل نوار اطلاعات تصویری (توسط باندل اجستمنت فتوگرامتری بهبود می‌یابد) ومدلهای رقومی‌زمین (DTM)به روش تناظریابی چند تصویر و تکنیکهای انترپلاسیون خاص ناشی می‌شود.

زمانی‌که جنبه هندسی موزائیک‌کردن، با روش باندل بلوک اجستمنت کنترل می‌شود و رادیومتری موزائیک از این طریق بهبود می‌یابد. همه مناطق پوشش وخطوط تقسیم‌و مشخصاتی‌که باید از پیش معلوم شوند به‌طور اتوماتیک انجام می‌شوند. و بر روی صفحه سیستم پردازش تصویر اثر متقابل ندارند.

موزائیکهای رنگی با کیفیتهای بالا می‌توانند با استفاده از تبدیل رنگی IHS و با قدرت تفکیک بالا اطلاعات رنگی خوبی ایجاد نماید. مخصوصاً در مورد تصاویر توپوگرافی رنگی نقشه های با مقیاس ۱:۵۰۰،۰۰۰ تا ۱:۵۰،۰۰۰ این مسأله صدق می‌کند و خطوط منحنی میزان ازیک DTM گرفته شده وفراورده‌های مطلوب این مأموریت کارتوگرافی به سیارهٔ‌مریخ می‌باشد.

۱)جنبه های عمومی‌از اطلاعات تصویری HRSC و WAOSS.

دوربینهای HRSC و WAOSS (Albertz et al,۱۹۹۲) عبارت هستند از اسکنرهای مخصوص خطی برای استراتژیهای مدیریتی، که اجازه می‌دهد انواع مختلف مراحل تصویری با ساختار ناهمگون به‌دست آید.بنابراین شروع خطوط تصویری ممکن است در موقعیتهای نمونه ای متغییر تصویری C.C.D در یک مجموعه اطلاعاتی آغاز گردد . و یا ممکن است تعداد گوناگونی از نمونه ها را در هر خط تصویر برداری داشته باشد وحتی بین خطوط تصویری شکافهایی ظاهر شود که این به خاطر از دست دادن احتمالی اطلاعات در طول انتقال یا در مواقعی است که از فشار هوا کاسته می‌شود.

از این گذشته اندازه یک پیکسل در یک مجموعه اطلاعاتی ثابت نخواهد بود زیرا سفینه در یک مدار فوق العاده بیضی شکل حرکت می‌کند این ضریب مقیاس ممکن است در یک مرحله تصویری واز طریق ضریب تقریبی ۱۰ تغییر کند . استراتژیهای دیگر مدیریتی همچنین ماکروپیکسلهای نامیده شده از طریق آمیختن پیکسلهای ۲x۲ تا ۳۱x۳۱ نسبت به یک ماکروپیکسل تا اینکه یک قدرت تفکیک ثابت نزدیک را روی زمین ایجاد کند. زمان تداخل آخرین (ونه حداقل) آن بین خطوط به‌خاطر این مدار بیضوی ثابت نخواهد بود.این استراتژیهای مناسب

مدیریتی تغییر فوق‌العاده مراحل تصویری را به‌وجود خواهند آورد تا با کسب اطلاعات مطلوب، نیازمندیهای علمی و مدار هندسی را بهتر کند. از طرف دیگر تکنیکهای پردازش تصویری سنتی باید طوری سازگار شود وبهبود یابد که پردازش اپراتوری کاملاً اتوماتیک را میسر سازد.

نگاره (۱)

(a) بخشی از سطح سیاره را نشان می‌دهد.

(b) از یک مدار بیضوی با فاصله تصویری متغیر و با ضریب ۲ تصویربرداری شده است را نشان می‌دهد.

(c) واز همان مدار با فرمتهای ماکروپیکسلی ۵ تا ۱۰ تصویربرداری شده است.

با توجه به اهداف نقشه برداری HRSC و WAOSS، در چنین مداری بیضوی تصویری را با مقیاس بزرگ نقشه های توپوگرافیک در مقیاسهای ۱:۵۰،۰۰۰ فراهم خواهد کرد.

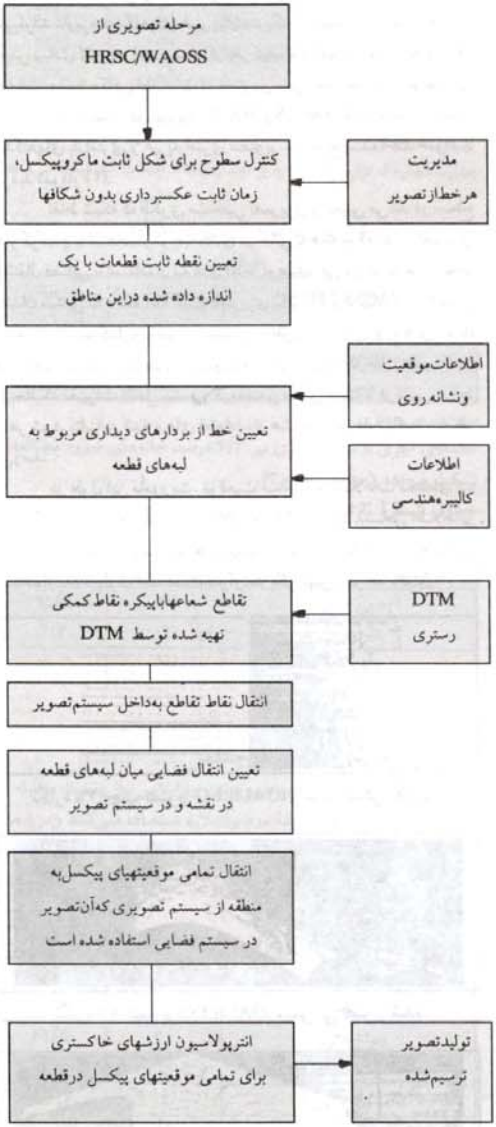
همان‌طوری که عوارض روی سیاره از عضوی به عضو دیگربرای تهیه نقشه‌های کوچک مقیاس مناسب خواهد بود. لذا رقیبی برای نرم افزار اتوماتیک نقشه‌برداری می‌باشد. زیرا رفتار بحرانی در صورتهای فلکی هندسی، گاهی اوقات اختلاف زیادی در سیستم تصویرهای مختلف به وجود می‌آورند.

۲)تولید تصویر ترمیم شده:

درتصویر کلی ،اسکنر خطی توجیه مطلق، متغیر خودش رابرای هر اسکن دارد. اگر تصویراسکنرهوایی پردازش شود مسئله خیلی مهمی می‌باشد (Zhang et al, ۱۹۹۴) زیرا در این صورت روشهای ترمیم پارامتری توجیه مطلق اندازه گیری شده باید به‌کار گرفته شوند.

در جایی که از نقاط کنترل زمینی سه بعدی و از ترمیم غیر پارامتری، برای توصیف توجیه دایمی استفاده شده وتنها برای به‌کار بردن اسکنرهای خطی تصویری مأموریتهای فضایی مانند spot به‌کار گرفته می‌شود. (albertz et al ۱۹۹۰) در چنین مدارهای تقریباً دایره‌ای، توجیه سنسور شامل فرکانس بالا و تغیرات غیردایمی موقعیت و نشانه گیری نیست.

مأموریتهای ماهواره‌ای سیاره‌ها اغلب بر روی مدارهای بیضوی

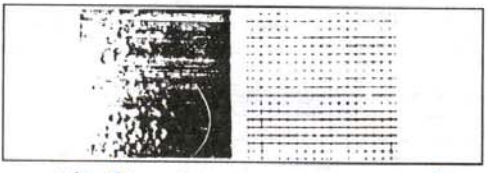


نمودار ۲: تولید تصویر ترسیم شده با استفاده از اطلاعات HRSC/WAOSS

صورت می‌گیرد که می‌توانند دایمی فرض شوند، اما فاصله مشاهدات متغیر نمی‌تواند کاربرد دیدگاههای غیر پارامتریک را میسر سازد. نقاط کنترل زمینی زیادی لازم خواهد بود. اما از نظر کیفیت وکمیت برای مریخ و دیگر سیارات به اندازه کافی اطلاعات در دسترس نمی‌باشد. لذابه‌دلیل تواناییهای فنی توصیف شده هردو دوربین HRSC و WAOSS با استفاده از آمیختن دیدگاههای پارامتری و غیرپارامتری تصویر تصحیح شده اخذ خواهد گردید نمودار (۲).

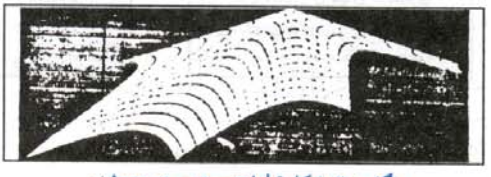
نقاط شبکه که الگوی مشخص تصویری را تعیین می‌کند در سطح قرار گرفته و با استفاده از توجیه مطلق در حالی‌که همه موقعیتهای تصویری با انتقال فضایی با استفاده از لبه های قطعه توصیف می‌گردند. به عنوان نقاط یکسان ،تبدیل تکه تکه اطلاعات تصویری HRSC و WAOSS بر اساس موقعیت ونشانه گذاری تغییرات سنسور به‌طور دایمی در دوره های کوتاه مدت صورت می‌گیرد. طول این دوره ها رامی‌توان تا ۵۰ خط انتظار داشت در حالیکه تغییرات داخل سنسور فرماندهی ممکن است تا فرکانس ۸ خط ظاهر شود. بنابراین اندازه های قطعات، از هشت تا پنجاه پیکسل به‌نظر می‌رسد.

در طول این مأموریت، موقعیت مناسب و اطلاعات نقطه‌ای که کسب گردیده به شکل هسته‌ای spice نامیده شده است .(شامل اطلاعاتی درباره ثابتهای سیاره وپارامترهای دستگاه است) اطلاعات توجیهی با استفاده از باندل بلوک اجستمنت فتوگرامتریکی بهبود خواهد یافت .

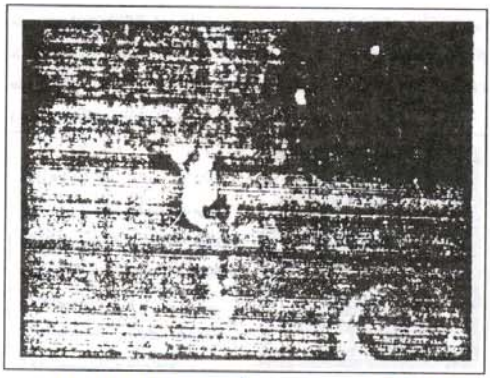


نگاره ۳a: چپ تصویر GALILEO، راست : شکل قطعات

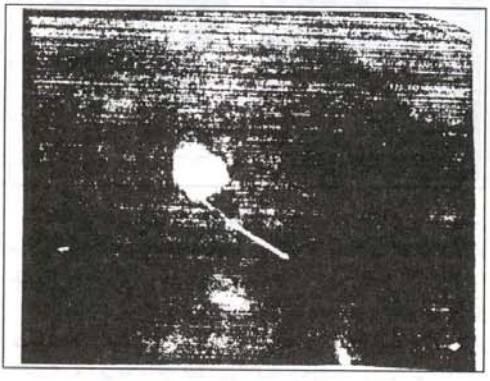
نگاره ۳b: تصویر GALILEO، سینوسی تصویر شده



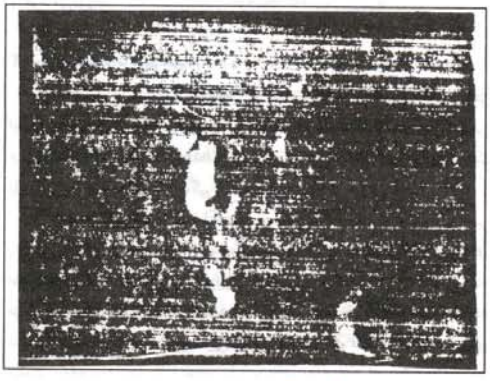
نگاره ۳c: شکل قطعات سینوس تصویر شده



نگاره ۴a: تصویر ورودی (مأموریت CLEMENTINE)



نگاره ۴b: ارزش خاکستری کد شده DTM



نگاره ۴c: تصویر ترسیم شده

برای محاسبه تقاطع از خط بردار دید با سطح داده شده، یک الگوریتم شعاعی (gahan et al, ۱۹۹۲) که توسط DTM معین شده، به‌کار می‌رود و اگر اطلاعات DTM بسیار دقیق باشد، از روی بیضی سه محوری همانندبدنه مربوط به آن که در بالا قرار گرفته، این قطعات ترمیم شده و برای همه لبه‌های آن قطعه به‌کار می‌رود.

نقاط تقاطع لبه های قطعه به یک سیستم تصویر نقشه برداری تبدیل خواهد شدکه نه تنها نوع سیستم تصویر را مشخص می‌کند بلکه مقیاس تصویر تصحیح شده نهایی را نیز معلوم می‌کند. همه موقعیتهای پیکسل در قطعات سیستم تصویر به ترمیم غیر مستقیم تبدیل می‌شوند و همچنین به قطعه‌ای در تصویر داخل می‌شوند که از تبدیل لبه‌های قطعه به عنوان نقاط یکسان استفاده می‌شود.

۳- تولید موزائیکهای تصویری:

ایجاد موزائیکهای تصویری کنترل شده موضوع شناخته شده‌ای در پردازش تصویر است.

در طول مأموریت ماهواره MARS 96، همانند تصاویر مدارهای به هم پیوسته‌ای که باید باهم دیگر موزائیک شوند، قسمتهایی از مجموعه تصاویر یک مدار کسب گردید تا مجموعه‌های اطلاعاتی یکسانی را برای مناطق وسیعی ایجاد کنند. پردازش رادیومتری موزائیکی از تصویر تصحیح هندسی شده (بدون استفاده از اطلاعات DTM) یااینکه از تصاویر ترمیم شده بعنوان ورودی استفاده می‌کنند .موزائیک هندسی در یک باندل بلوک اجستمنت فتوگرامتری که اطلاعات توجیه مطلق از هر تصویر بهینه شده، می‌تواند به خوبی تثبیت گردد.همه اطلاعاتی که برای پردازش رادیومتری موزائیک لازم است بعنوان ورودی هر تصویر ذخیره می‌گردد (به‌عنوان مثال تغییرات هندسی). در مقایسه با نرم افزارهای گذشته موزائیکی این دیدگاه جدید یعنی نمودار (۵) به اطلاعات بیشتر یا ورودیهایی که روی هم تأثیر می‌گذارند توسط یک اپراتور نیاز ندارد.

مشخصات روش قبلی موزائیک که به صورت دستی تنظیم می‌شود مانند تعیین مناطق کنار هم قرار گرفته یا موقعیت خطوط تقسیم، به‌طور اتوماتیک به دست می‌آید.این مرحله از کار با اجرای سخت‌افزار استاندارد پیشرفته و با مقدار کافی حافظه اصلی، عملیات موزائیک نمودن تعداد تقریباً نامحدودی از تصاویر ورودی بدون دخالت اپراتور را قادر می‌سازد.

پردازش موزائیکی رادیومتری شامل دوجزء اصلی است که عبارت هستنداز : اجستمنت ارزشهای خاکستری تصاویر ورودی و حذف اطلاعات اضافی در مناطق کنارهم، جنبه‌های اجستمنت هیستوگرام توسط گالر در سال ۱۹۸۹میلادی مورد بحث قرار گرفت. که نتیجه آن در اینجا توصیف شده است، اجستمنت هیستوگرام سطح نتیجه بحث او می‌باشد که توسط چندین عملیات نقشه‌برداری تصویری ماهواره‌ای مورد آزمون قرار گرفته است و با این دیدگاه سازگاراست.

حذف اطلاعات اضافی اکنون به طور اتوماتیک انجام می‌شود با توجه به موجود بودن اطلاعات پردازش شده زمین (SPOT - HRV)، نقشه

نمودار ۵:

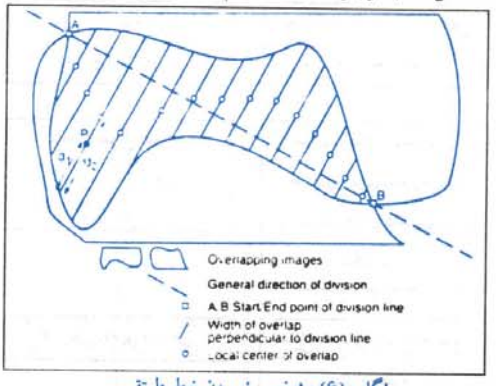
شمای کلی از تصحیح رادیومتری جهت رسیدن به موزائیک

موضوعی یا از طریقی اطلاعات تصویری سیاره‌ای تهیه می‌گردد. زمانی‌که آنها یک سیستم تصویر ترمیم شده باشند، این مرز تصویر ترمیم شده که دارای شکلهای پیچیده‌ای هستند.

این تأثیر به خاطر فواصل متغیر مشاهده شده‌که آنها روی مدارهای بیضوی در یک نوبت تصویر برداری در مقابل دوربین متغیر به‌طور مشترک ◄

یا کاربرد از سیستم تصویر خاصی آشکار می‌شوند نگاره (۳).

نتایج آن عبارت هستند از شکلهای مختلف مناطق کنارهم، وقتی‌که پیدا نمودن اتوماتیک مناطق پوشش دار واضح باشند، زیرا به‌خاطر مناطق داده شده از هر تصویر، بسیار مشکل است که هر موقعیت را در مناطق پوشش دار تعریف کنیم و اینکه چه میزان اطلاعات از هر تصویر می‌توان گرفت (شاخص وزن) به منظور ایجاد فایل نهایی موزائیک با یک انتقال همگون و غیر قابل شکست، از تصویر دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین گونه روابط مورد استفاده خط تقسیم مناطق پوشش‌دار به‌دست می‌آید. ابتداء نقطه A و B شروع وپایان نقطه خط تقسیم و مشخص نمودن مسیر کلی آن باید پیدا شوند سپس خط تقسیم از اتصال تمامی‌مراکز محلی مشخص شده به‌طور نرمال در خط تقسیم مشخص می‌شوند



نگاره (۶) مشخص نمودن خطوط تقسیم

برای یک نقطه p در تصویر موزائیک با ارزش خاکستری gvp محاسبه می‌شود با فرمول : gvp=gvn.pn+gvf.pf

وزن pn برای ارزش خاکستری gvn از یک تصویر نزدیکتر به شکل زیر است.

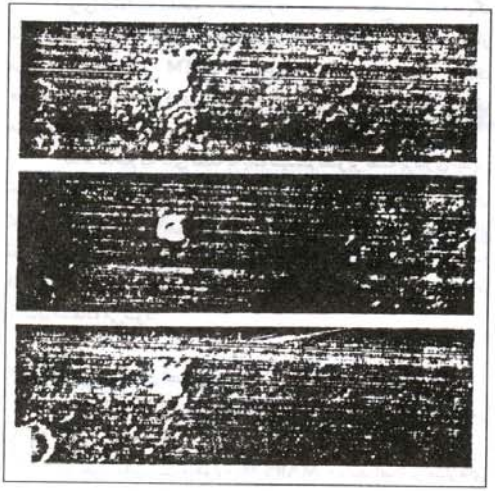
$Pn = ۱/۰ - ۰/۵ (d۱/d۲)^۲$ و $Pf = ۱/۰ - Pn$

d۱ = فاصله p تا مرز تصویر دورتر

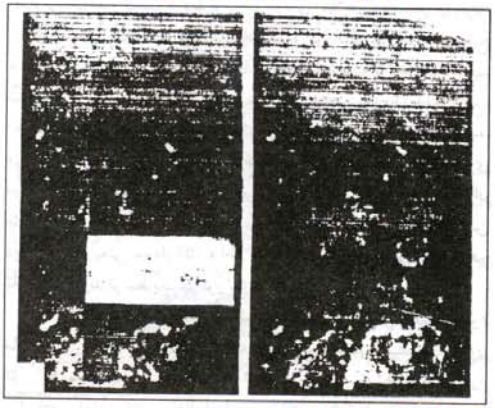
d۲ = فاصله مرکز منطقه پوشش دار محلی تامرز تصویر دورتر

برای ایجاد تصویر «نزدیکتر» و «دورتر»، موقعیتهای مرکز هر تصویر مورد استفاده قرارمی‌گیرد. اگر تصویری در ارتباط با خط تقسیم که از A تا B تعیین می‌گردد. تصویر بالایی و p در پایین مرکز محلی منطقه پوشش‌دار باشد، برای p، تصویر بالایی، تصویر دورتراست.

نگاره (۷) بخشهایی از تصاویر ماهواره Voyager از مشتری تکنیکهای مختلف موزائیک بندی را نشان می‌دهد (کپی بالا وسط: حذف کامل اطلاعات اضافی، کپی پایین اجتمعت هیستوگرام و حذف کامل) درحالی که نگاره (۸) تواناییهای این دیدگاه را نشان می‌دهد. حتی اگر ارزشهای خاکستری فایل‌های ورودی به نحو مؤثری تغییر کند.



نگاره (۷) تکنیکهای متفاوت از موزائیک



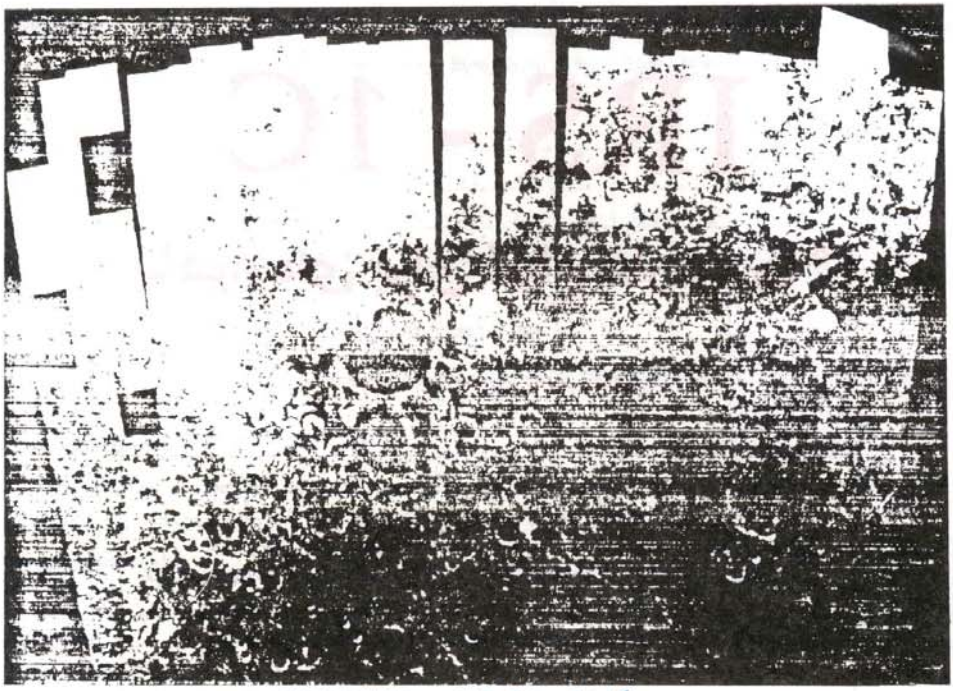
نگاره ۸: تصاویر CLEMENTINE

چپ: تصاویر کپی شده

راست: موزائیک‌شده‌بوسیله‌اجتمعت هیستوگرام، مسطح‌وحذف دارای‌وزن‌زیاداز‌اطلاعات‌اضافی

این دیدگاه روی تصاویر موزائیکی تا ۳۰۰۰ تصویر آزمایش شده است. نگاره (۹): موزائیک ۷۷۹ تصویر CLEMENTINE را از ماه نشان می‌دهد که شامل چند هزار از انواع گوناگون مناطق پوشش‌دار هستند، گیهابخاطر تصاویر ورودی از دست رفته هستند.

کل تواناییهای پردازش موزائیکی نه تنهابا کیفیت نتیجه پایانی مشخص می‌شود بلکه با عمل نرم افزار نیز مشخص می‌شود. علاوه بر جنبه‌های اتوماتیکی کلی و عملیات تقریباً قوی در هر مرحله از منطقه



نگاره (۹) موزائیک ۷۷۹ تصویر CLEMENTINE

پوشش‌دار، زمان محاسبات از روزها یا هفته‌ها به چند ثانیه کاهش می‌یابد. حتی موزائیکهای بسیار بزرگ با هزاران تصویر در طی چند ساعت محاسبه شوند.

۴ - تولید موزائیکهای رنگی:

تولید فرآورده‌ها یعنی تصویر ترمیم شده و موزائیکها به صورت رنگی در پی همین اقدامی‌که قبلاً توصیف کردیم به‌وجود می‌آید. اگر تصویر مناسب چند طیفی در دسترس باشد و مطابق ابعاد هندسی برابرّ به صورت کانالهای منفرد پردازش شود می‌توانند به صورت یک فایل RGB روی هم قرار گیرند، اما انتخاب و انجام رادیومتری اطلاعات صحیح چند طیفی برای هدف واقعی به دقت باید اجراء گردد.

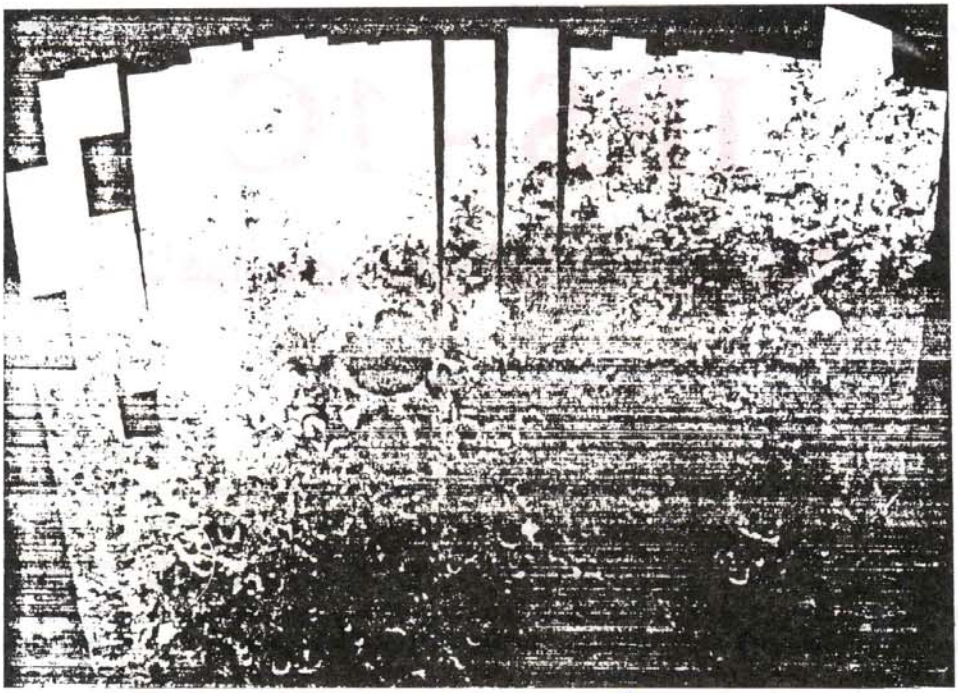
درمأموریت تحقیقاتی ماهواره MARS 96، دوربینهای HRSC و Waoss تصاویری را با خواص مختلف در مقیاس و رنگهای مختلف فراهم آورد (Albert et al ۱۹۹۲) این اطلاعات قرار بود برای تعبیر و تفسیر زمین‌شناسی همانند تولید نقشه‌های تصویری توپوگرافیک در تهیه چندین نوع نقشه مورد استفاده قرارگیرد.

وقتیکه تعبیرو تفسیر زمین‌شناسی به منظور سه رنگ برای فایل RGB باشد اغلب با محاسبهٔ درجات رنگ به‌دست می‌آید. (۱۹۹۶ و Wahish et al) در نقشه‌های تصویری اغلب سعی می‌شود رنگهای واقعی را ارائه دهد با تولید نقشه‌های تصویری توپوگرافیک در طی مأموریت ماهواره MARS 96، تبدیل رنگ IHS قرار بود که مورد استفاده قرار گیرد. (۱۹۹۰ و Tavch et al)، مطالعاتی از پیش انجام شده برای اینکه توانایی‌های اطلاعات رنگ اصلی HRSC را ارزیابی کند و خطوط اصلی برای مراحل پردازش که مورد نیاز هستند جهت ارائه رنگ مورد نظر به‌دست آورد.

تغییرات دایمی و غیر قابل پیش بینی در مقیاس داخل اطلاعات مفروض همانند فقدان اطلاعات تصویری دریافت شده استراتژیهای متغیر را در تولید فرآورده‌های رنگی تقویت می‌کند.

۵) نتایج:

تکنیکهای توسعه یافته برای تولید تصویر ترمیم شده و موزائیک، باهم دیگر به‌وسیله روی هم قرار گرفتن اجزاء چند تصویری، تولید DTM و نرم‌افزار اتوماتیک شده کارتوگرافی، قسمتهای ضروری از یک پردازش کلی برای تولید نقشه‌های تصویری توپوگرافی در طی مأموریت MARS 96 می‌باشد (۱۹۹۶، Albertz et al). علاوه بر این دیدگاه جدید و توسعه یافته موزائیک می‌تواند برای هرنوع از تصویری به‌کار رود و کیفیت تولیدات همیشه بستگی به دقت پردازش هندسی دارد. □



نگاره (۹) موزائیک ۷۷۹ تصویر CLEMENTINE

پوشش‌دار، زمان محاسبات از روزها یا هفته‌ها به چند ثانیه کاهش می‌یابد. حتی موزائیکهای بسیار بزرگ با هزاران تصویر در طی چند ساعت محاسبه شوند.

۴ - تولید موزائیکهای رنگی:

تولید فرآورده‌ها یعنی تصویر ترمیم شده و موزائیکها به صورت رنگی در پی همین اقدامی که قبلاً توصیف کردیم به‌وجود می‌آید. اگر تصویر مناسب چند طیفی در دسترس باشد و مطابق ابعاد هندسی برابرّ به صورت کانالهای منفرد پردازش شود می‌توانند به صورت یک فایل RGB روی هم قرار گیرند، اما انتخاب و انجام رادیومتری اطلاعات صحیح چند طیفی برای هدف واقعی به دقت باید اجراء گردد.

درمأموریت تحقیقاتی ماهواره MARS 96، دوربینهای HRSC و Waoss تصاویری را با خواص مختلف در مقیاس و رنگهای مختلف فراهم آورد (Albert et al ۱۹۹۲) این اطلاعات قرار بود برای تعبیر و تفسیر زمین‌شناسی همانند تولید نقشه‌های تصویری توپوگرافیک در تهیه چندین نوع نقشه مورد استفاده قرارگیرد.

وقتیکه تعبیرو تفسیر زمین‌شناسی به منظور سه رنگ برای فایل RGB باشد اغلب با محاسبهٔ درجات رنگ به‌دست می‌آید. (۱۹۹۶ و Wahish et al) در نقشه‌های تصویری اغلب سعی می‌شود رنگهای واقعی را ارائه دهد با تولید نقشه‌های تصویری توپوگرافیک در طی مأموریت ماهواره MARS 96، تبدیل رنگ IHS قرار بود که مورد استفاده قرار گیرد. (۱۹۹۰ و Tavch et al)، مطالعاتی از پیش انجام شده برای اینکه تواناییهای اطلاعات رنگ اصلی HRSC را ارزیابی کند و خطوط اصلی برای مراحل پردازش که مورد نیاز هستند جهت ارائه رنگ مورد نظر به‌دست آورد.

تغییرات دایمی و غیر قابل پیش بینی در مقیاس داخل اطلاعات مفروض همانند فقدان اطلاعات تصویری دریافت شده استراتژیهای متغیر را در تولید فرآورده‌های رنگی تقویت می‌کند.

۵) نتایج:

تکنیکهای توسعه یافته برای تولید تصویر ترمیم شده و موزائیک، باهم دیگر به‌وسیله روی هم قرار گرفتن اجزاء چند تصویری، تولید DTM و نرم‌افزار اتوماتیک شده کارتوگرافی، قسمتهای ضروری از یک پردازش کلی برای تولید نقشه‌های تصویری توپوگرافی در طی مأموریت MARS 96 می‌باشد (۱۹۹۶، Albertz et al). علاوه بر این دیدگاه جدید و توسعه یافته موزائیک می‌تواند برای هرنوع از تصویری به‌کار رود و کیفیت تولیدات همیشه بستگی به دقت پردازش هندسی دارد. □