اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on
Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

ارزیابی مدلسازی سه بعدی با استفاده از تصاویر پزشکی

پریسا بهمنی[۱*]، حمید عبادی[۲]، فرید اسماعیلی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲- دانشیار گروه فتوگرامتری و سنجش از دور، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳- دانشجوی دکتری فتوگرامتری، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده :

امروزه تصویربرداری یکی از منابع مهم اخذ داده به منظور مطالعه، تشخیص و درمان بیماری های گوناگون، محسوب می‌شود. مدلسازی سه بعدی از این تصاویر پزشکی به جهت کاربردهای متعدد، از قبیل شبیه‌سازی جراحی، آنالیز تغییرات پس از جراحی، کنترل پیشرفت توده های سرطانی و تهیه پروتز برای بخش های آسیب دیده بدن، حائز اهمیت است. از آنجا که اغلب روش های تصویربرداری معمول مورد استفاده در کاربردهای پزشکی، نظیر مقطع نگاری رایانه‌ای (CT scan) و تصویربرداری با تشدید مغناطیسی (MRI)، پرهزینه و برای بدن خطرناک هستند، می توان از فتوگرامتری بردکوتاه به عنوان یکی از روش های تصویربرداری و اخذ داده، با هدف ایجاد مدل‌های سه بعدی مورد نیاز پزشکان، استفاده کرد. هدف اصلی این مطالعه، تحلیل کمی و کیفی مدلسازی از تصاویر مختلف پزشکی و بکارگیری روش فتوگرامتری بردکوتاه به عنوان ابزاری مناسب برای نیل به این هدف می باشد. بدین منظور، در این تحقیق، برای ایجاد مدل سه بعدی با استفاده از روشهای فتوگرامتری برد کوتاه، یک دوربین رقومی غیرمتریک بکاربرده شد و نقاط متناظر در تصاویر با استفاده از روش های اتوماتیک استخراج گردیدند. نتایج بدست آمده در این تحقیق حاکی از آن است که مدل سه بعدی تولید شده از تصاویر CT scan و MRI در مقایسه با دیگر مدل ها دارای دقت بالایی، حدود یک صدم میلیمتر، در ارائه اطلاعات هستند، به طوری که این مدل ها به خوبی پاسخگوی نیازهای جامعه پزشکی می باشند.

واژه‌های کلیدی : فتوگرامتری بردکوتاه، مدلسازی سه بعدی، CT scan، MRI

نویسنده مکاتبه کننده : پریسا بهمنی
آدرس پستی : تهران - خ ولیعصر- تقاطع میرداماد- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
تلفن : ۰۹۳۷۸۱۵۸۰۶۶
آدرس پست الکترونیک : p.bahmani@email.kntu.ac.ir

۱- مقدمه

تصویربرداری پزشکی یک منبع مهم برای بدست آوردن اطلاعات آناتومیکی است که برای تشخیص، درمان و مراقبت از سلامتی بیماران ضروری است. با تصویربرداری می‌توان فرآیند آسیب‌شناسی از قبیل تشخیص ناهنجاری‌های مادرزادی و مکان هایی که نیاز به عمل جراحی دارند را با دقت بالایی انجام داد و مکان دقیق قسمت آسیب دیده را با تمام جزئیات بررسی کرد و راه درمان مناسب را برای آن بکار برد [۱]. با پیشرفت تکنولوژی و بکارگیری علوم مهندسی پزشکی، روش های تصویربرداری متنوعی از قبیل رادیوگرافی، آنژیوگرافی، ماموگرافی، مقطع نگاری رایانه ای (CT scan[1])، تصویربرداری با تشدید مغناطیسی (MRI[2]) و غیره توسعه یافته‌اند. تصاویر پزشکی قابلیت نمایش دو بعدی و حتی سه بعدی اطلاعات را فراهم می‌سازند و به همین جهت بخش گسترده‌ای از تحقیقات را به خود اختصاص داده اند. مدلسازی سه بعدی از این تصاویر پزشکی به جهت کاربردهای متعدد، از قبیل شبیه‌سازی جراحی، آنالیز تغییرات پس از جراحی، کنترل پیشرفت توده های سرطانی و تهیه پروتز برای بخش‌های آسیب دیده بدن، حائز اهمیت است. بدین منظور نرم افزارهای متعددی بر مبنای الگوریتم‌های مختلفی برای مدلسازی سه بعدی از تصاویر پزشکی توسعه پیدا کرده‌اند. با توجه به اینکه کاربرد این نوع مدلسازی‌ها در حوزه سلامت و درمان بیماری‌های انسان قرار می گیرد و مسئله سلامت انسان‌ها از مهمترین ابعاد زندگی، رشد و تعالی جامعه انسانی است، ضرورت و نقش ارزیابی این نوع مدلسازی‌ها نمایان می‌گردد.

استفاده از اصول فتوگرامتری بردکوتاه می تواند در مسائل پزشکی مورد استفاده قرارگیرد، این شاخه از فتوگرامتری که بیواستریومتریک نامیده شده است، در مسائلی از قبیل اندازه گیری حرکات بدن، سطوح بدن، میزان تغییر شکل بدن و حالت دندانها استفاده می شود[۲]. فتوگرامتری بردکوتاه که در آن از تصاویر پوشش‌دار در حوزه نور مرئی برای مدلسازی سه بعدی اشیا و اندازه گیری ابعاد آن با دقت بالا استفاده می شود، ابزار مناسبی برای کاربرد در زمینه پزشکی است [۱]. زمینه‌های ممکن برای چنین مطالعاتی عمدتا مربوط هستند به: کشف بیماری ها، درمان بیماری ها، مطالعات مکانیکی و طرز کار یک روش درمانی، تحقیق در بیماری ها [۳]. کاربران نتایج حاصله می توانند محققان پزشکی، طراحان، روانشناسان بالینی، مهندسان بیومکانیک، درمانگرهای بیماری های مربوط به کار افراد و ... باشند.

مطالعات زیادی در زمینه کاربرد فتوگرامتری بردکوتاه در پزشکی، انجام شده است. ولدان زوج و همکاران، از روشهای فتوگرامتری بردکوتاه در تشخیص بیماری اسکولیوس، که یک انحنای غیر نرمال فقراتی می باشد که در طول رشد اسکلت بدن از همان دوران کودکی ظاهر می شود، استفاده کرده اند. بدین منظور پس از انتخاب دو دوربین و کالیبراسیون آنها، تصویربرداری از پشت بدن که طبق نظر متخصص تارگت‌گذاری شده، در سه وضعیت مختلف با تغییر فاکتور فاصله‌ی باز به ارتفاع دوربین ها، به طور همزمان انجام شده است [۴]. مالیان و همکاران، روشی نوین بر مبنای فتوگرامتری بردکوتاه در تهیه اتوماتیک مدل سه بعدی زخم بستر ارائه کرده‌اند. در بیشتر روشهای موجود اندازه‌گیری زخم بستر، بایستی تماس مستقیم با موضع زخم صورت گیرد، در نتیجه این روشها می توانند دردناک و عفونت‌زا باشند. در روش ارائه شده در این مطالعه، از چهار دوربین رقومی برای تصویربرداری و یک الگوافکن برای ایجاد بافت مناسب بر روی سطح زخم، استفاده شده است [۵]. فرنود احمدی و لایق، از تلفیق روش فتوگرامتری بردکوتاه و قابلیت های تصمیم‌گیری سیستم خبره، برای تشخیص بیماری های دارای علائم ظاهری و یا تغییر شکل‌هایی در خارج بدن، استفاده کرده اند [۶]. Granness و Osborw با استفاده از دو دوربین رقومی، که در فاصله مشخصی از عارضه ثابت شده‌اند، فرسایش سطح دندان را پایش کرده اند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داده است که مطالعه تغییرات سالانه سطح دندان با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه، تصویر واضح و با دقتی را از الگوی فرسایش سطح دندان فراهم می کند

[1] Computed Tomography scan
[2] Magnetic Resonance Imaging

[۷]. Tokurczyk و Mikrut یک سیستم فتوگرامتری بردکوتاه رقومی با هدف اندازه گیری موقعیت نقاطی از بدن و پایش تغییرات آنها در اثر بیماری، طراحی کرده اند [۸]. با مطالعه و بررسی تحقیقاتی که در زمینه کاربرد فتوگرامتری بردکوتاه در پزشکی انجام شده است، می توان پی برد که فتوگرامتری برد کوتاه به طور عمده در اندازه گیری و بررسی سطح خارجی اندام های بدن استفاده شده است، دلیل این موضوع، استفاده از تصاویر محدوده مرئی که قابلیت تصویر برداری از سطح بدن را دارند، می باشد. همچنین با توجه به نتایج حاصل، مشاهده می‌شود که فتوگرامتری به عنوان یک روش بسیار دقیق، با دقتی در حد زیر میلیمتر، قادر به اندازه گیری از سطح بدن است و این دقت یکی از فاکتورهای مهم در بکارگیری فتوگرامتری بردکوتاه در این زمینه است که به خوبی می تواند پاسخگوی نیازهای جامعه پزشکی باشد.

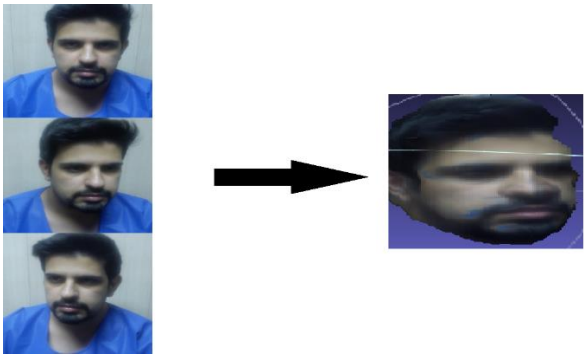
۲- مدلسازی با استفاده از تصاویر مرئی

در بکارگیری از تصاویر مرئی، برای بررسی و مدلسازی بدن از سنسورهای نوری استفاده می شود، به همین دلیل این روش نسبت به دیگر روش های تصویربرداری بسیار کم هزینه است و همینطور هیچ‌گونه تهدیدی برای بدن محسوب نمی شود. در این نوع مدلسازی می توان از تکنیک های فتوگرامتری بردکوتاه استفاده کرد و به دقتی در حد زیر میلیمتر دست یافت. استفاده از تصاویر دیجیتال و تکنیک های رایانه ای امکان اخذ سریع اطلاعات، پردازش، اندازه گیری‌های اتوماتیک و رسیدن به نتایج دلخواه را در بازه زمانی کوتاه فراهم می‌کنند. این اندازه گیری‌ها و پردازش‌ها در پزشکی، می تواند در ارتباط با حوزه‌های مطالعاتی زیر باشد [۹]:

صورت: کنترل تغییرات آن پس از انجام جراحی زیبایی و یا ارتودنسی
دندان: بررسی میزان فرسایش دندان و کمک به ساخت پروتزهای مورد نیاز
پوست: تشخیص سرطان پوست (ملانوما) و اندازه گیری زخم های عمیق و گسترده با اهداف پیوند
اندام: کنترل تغییر شکل ها بعد از جراحی و ساخت پروتز
پشت: تشخیص اسکولیوسیس و انحنای پشت
تجزیه و تحلیل حرکت: کنترل حرکت در توانبخشی های پزشکی.

۲-۱- مدلسازی سه بعدی صورت با استفاده از تصاویر مرئی

برای مدلسازی سه بعدی صورت با استفاده از روش های فتوگرامتری، در اختیار داشتن تعدادی تصاویر پوشش دار از عارضه مورد نظر، ضروری است. بدین منظور پس از آماده سازی شرایط تصویربرداری، تصاویر مورد نیاز، توسط نگارنده در تاریخ ۶ اردیبهشت ۱۳۹۴، در مرکز تخصصی اعصاب سهروردی تهران، اخذ گردیدند. دوربین مورد استفاده در این تحقیق، دوربین رقومی غیرمتریک Sony ST26i بوده است. در مرحله بعدی به منظور تهیه مدل سه بعدی صورت، تصاویر اخذ شده با فرمت jpg، به عنوان ورودی نرم افزار Agisoft PhotoScan Professional معرفی شدند. نرم افزار ذکر شده، یک ابزار قدرتمند برای تناظریابی اتوماتیک بین تصاویر برد کوتاه و تعیین مختصات سه بعدی نقاط روی عارضه در آن، با کمک مدل های مبتنی بر فیزیک لحظه تصویربرداری می‌باشد. تعدادی از تصاویر اخذ شده و مدل سه بعدی ایجاد شده در این تحقیق، در شکل (۱) نشان داده شده اند. همانطور که در این شکل دیده می شود، با بکارگیری روش‌های فتوگرامتری، مدلسازی سه بعدی از تصاویر مرئی اخذ شده با یک دوربین شخصی، به سهولت و با دقت قابل قبولی امکان پذیر است.



شکل (۱): استفاده از سری عکس های پوشش دار و تولید مدل سه بعدی صورت

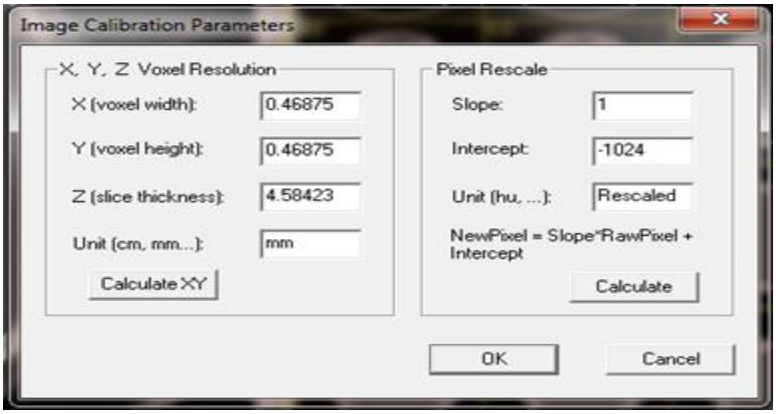
۳- مدلسازی تصاویر ct sCAN

با دقت در این موضوع که بسیاری از تحلیل های هندسی برای تصمیم گیری در مراحل تشخیص و جراحی، مبتنی بر شکل هستند، می توان به اهمیت مدلسازی با استفاده از تصاویر پزشکی پی برد. با توجه به قابلیت بالای تصاویر CT scan در برداشت جزئیات، دقت آن و همینطور در اختیار قرار دادن ابر نقاط، از این تصاویر می توان مدلسازی های سه بعدی مورد نیاز اهداف پزشکی را انجام داد. بطور مثال پژوهشگران با استفاده از این تصاویر، اقدام به مدلسازی بخش های آسیب دیده استخوان می‌کنند و این مدل ها توسط پزشکان در ساخت پروتزهای مربوط به ترمیم استخوان ها به کار گرفته می شود.

فرآیند ایجاد مدل‌های سه بعدی با استفاده از تصاویر پزشکی نظیر CT Scan، MRI و غیره، نیازمند یک سری پیش پردازش‌ها و آماده‌سازی تصاویر می باشد، که در ادامه شرح داده خواهند شد. برای اجرای اقدامات مورد نظر، نرم افزارهای متعددی از قبیل 3D DOCTOR، Mimics و غیره وجود دارد. در این تحقیق، نرم افزار 3D DOCTOR به دلیل ویژگی‌هایی مانند در دسترس بودن و تعامل قوی با کاربر[3] آن، برای تهیه مدل های سه بعدی از تصاویر پزشکی مورد استفاده قرارگرفته است.

کالیبراسیون تصاویر: اولین مرحله در ایجاد مدل سه بعدی از تصاویر پزشکی کالیبره کردن تصاویر است. در صورتی که تصویر مورد استفاده، دایکام (DICOM)[4] باشد، پارامترهای کالیبراسیون در فایل تصویر وجود دارد و به صورت اتوماتیک توسط نرم افزار 3D DOCTOR شناسایی می شوند. در غیر این صورت، بایستی پارامترهای کالیبراسیون تصویر توسط کاربر تعیین شوند [۱۰]. DICOM فقط یک تصویر یا فرمت فایلی نیست بلکه یک انتقال دهنده، ذخیره کننده و نمایش دهنده ساختار پروتکل ها می باشد و به منظور پوشش دهی تمام جنبه های عملی تصاویر دیجیتال پزشکی، طراحی شده است [۱۱]. تصاویر استفاده شده در این بخش از تحقیق نیز، تصاویر CT scan با فرمت DICOM بوده است. مقادیر کالیبرسیون این تصاویر در شکل (۲) ارائه شده است.

[3] User interface
[4] Digital Imaging and Communications in Medicine



شکل (۲): نمایش پارامترهای کالیبراسیون تصاویر CT scan استفاده شده در این تحقیق

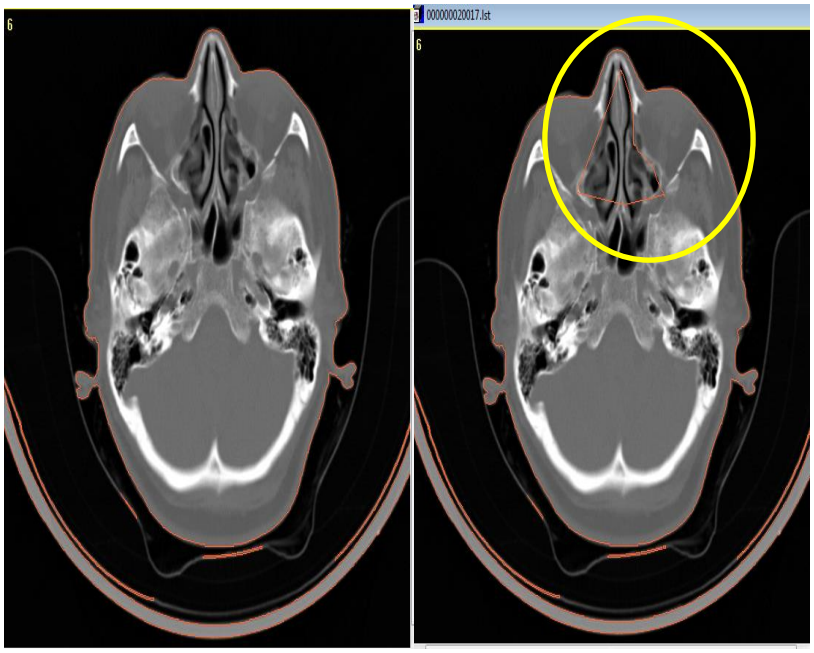
تعریف عارضه[5]: با تعریف عوارض می توان لایه‌های مختلفی ایجاد کرد و پردازش های مستقلی را بر هر لایه انجام داد. به عنوان مثال می توان یک عارضه را مغز و دیگری را تومور در نظر گرفت و با انجام پردازش های مورد نیاز بر روی هر عارضه، امکان جداسازی تومور و مغز را در تصاویر فراهم کرد.

مشخص کردن ناحیه مورد نظر در تصویر[6]: در این مرحله می توان مشخص کرد که، کدام نواحی تصویر در مرحله قطعه بندی تصویر، مورد استفاده قرار گیرند. نواحی مورد نظر را می توان با ترسیم پلیگون هایی در اطراف آن مشخص کرد.[۱۱]

قطعه بندی تعاملی[7]: در این قسمت می توان با تغییر دادن مقادیر آستانه، مشخص کرد که چه محدوده ای از پیکسل ها در تصاویر نمایش داده شوند و همینطور تصاویر را به گونه های مختلفی قطعه بندی و مرزها را تولید کرد. به طور مثال با استفاده از این ابزار می توان مرزهای بیرونی تصاویر، تمام مرزهای موجود در تصاویر و یا تنها مرزهای استخوانی را تولید کرد.[۱۱]

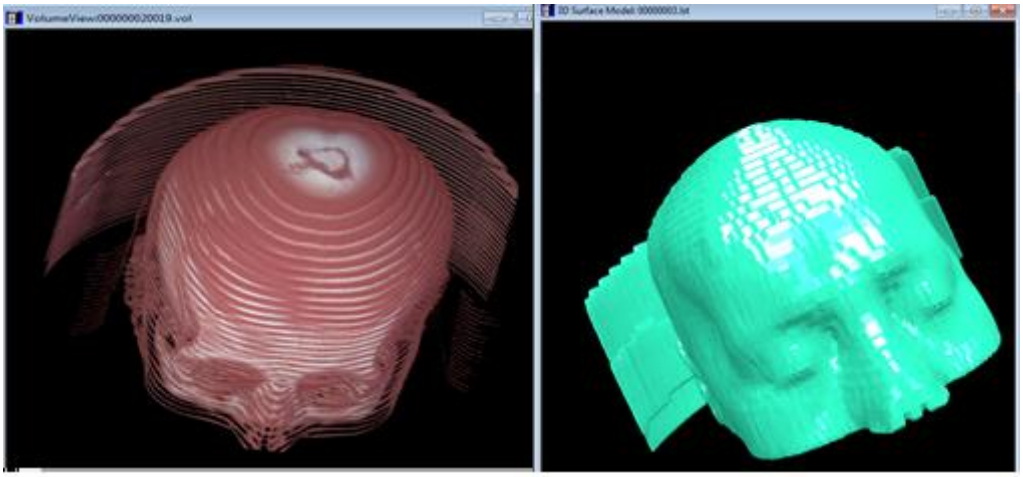
اصلاح مرزها[8]: در این مرحله می توان مرزهای مشخص شده در مرحله قبلی را در صورت نیاز، با جابجا کردن آنها، اصلاح کرد. به عنوان مثال در شکل (۳) مرز جدید ترسیم شده توسط کاربر، مشخص شده است.

[5] Define objects
[6] Draw Regions of Interest (ROI)
[7] Interactive Segmentation
[8] Edit Boundaries



شکل (۳) : سمت چپ: تصویر اولیه. سمت راست: ترسیم یک مرز مورد نظر بر روی تصویر اولیه

ارائه مدل سه بعدی: برای ایجاد مدل سه بعدی می توان از دو روش به جلوه در آوردن سطح[۹] و حجم[۱۰] استفاده کرد [۱۱]. روش جلوه سطحی، تنها اطلاعاتی از سطح جسم در اختیار می‌گذارد و اطلاعات قسمت‌های درونی سطح را نشان نمی‌دهد (شکل ۴). در حالتی که مدل کردن قسمت درونی سطح مورد نظر باشد می توان با حذف قسمت بیرونی، مدل قسمت درونی سطح را ارائه کرد. روش جلوه حجمی، اطلاعات کل سطح (قسمت بیرونی و درونی) را در اختیار می‌گذارد. بدین صورت که قسمت های بیرونی سطح به صورت شفاف و یا نیمه شفاف دیده می شوند. روش جلوه حجمی به دلیل حجم مختصات نقاط استخراجی و محاسبات زیادی که جهت بدست آوردن سایه برای نمایش لازم است، سرعت نمایشی کمتری نسبت به روش جلوه سطحی دارد. [۱۲]



شکل (۴) : سمت راست: مدل سه بعدی بدست آمده از تصاویر CT scan با بکارگیری روش جلوه سطحی. سمت چپ: مدل سه بعدی بدست آمده از تصاویر CT scan با بکارگیری روش جلوه حجمی

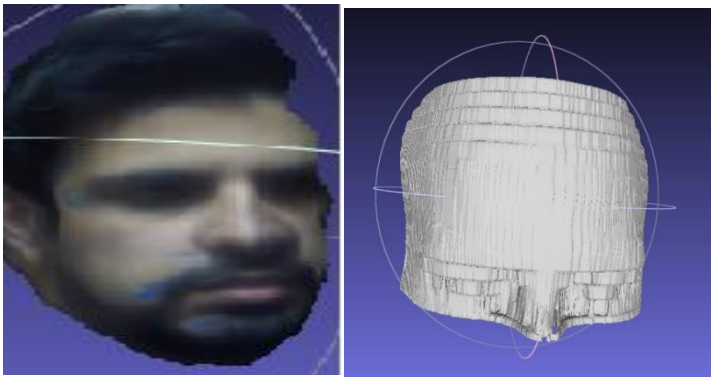
[9] surface rendering
[10] volume rendering

۴- مدلسازی تصاویر MRI

MRI یا تصویربرداری با تشدید مغناطیس یکی از روش های پیشرفته و دقیق تصویربرداری پزشکی است. با استفاده از این روش و مدلسازی تصاویر حاصل از آن می‌توان به بررسی بافت های درونی بدن پرداخت و از این طریق، مشکلات و بیماری های اعضاء بدن را تشخیص داد. در روش های تصویر برداری با اشعه ایکس مانند رادیوگرافی ساده و یا CT scan، بدن تحت تابش مقدار معینی از اشعه یونیزه کننده قرار می گیرد که اگر از حد مشخصی بیشتر باشد می تواند موجب اشکالاتی در کارکرد سلول ها شود، ولی در MRI از اشعه ایکس استفاده ای نمی شود و بنابراین نسبت به رادیوگرافی و CT scan بسیار کم ضررتر است. از آنجا که در MRI تصاویر بافت های نرم مانند غضروف، تاندون، لیگامان، عصب و رگ‌ها بسیار واضح و دقیق دیده‌می‌شوند، از MRI بیشتر در بررسی مشکلات بافت های نرم بدن استفاده می شود در حالیکه CT scan بیشتر برای بررسی استخوان‌ها و آسیب های آن مفید است. [۱۳]

۴-۱- ارزیابی مدل سه بعدی تولید شده از تصاویر MRI با استفاده از فتوگرامتری بردکوتاه

جهت مقایسه و ارزیابی مدل های تولید شده با کمک تصاویر مختلف پزشکی و بررسی کمی و کیفی روشها و نتایج آنها، در این بخش روش فتوگرامتری بردکوتاه استفاده شده است. بدین منظور، پس از تولید مدل سه بعدی صورت فرد با استفاده از روش های فتوگرامتری بردکوتاه، که در بخش (۲-۱) شرح داده شد، بایستی مدل سه بعدی حاصل از تصاویر MRI صورت همان فرد نیز، ارائه شود. بنابراین تصاویر MRI مورد نظر، در مرکز تخصصی اعصاب سهروردی تهران، اخذ گردیدند. سپس با استفاده از نرم افزار 3D DOCTOR و طبق مراحل شرح داده شده در بخش (۳)، مدل سه بعدی مورد نظر تولید شد. مدل های ذکر شده، در شکل (۵) ارائه شده اند.



شکل (۵) : مدل سه بعدی ایجاد شده از تصاویر MRI و مدل فتوگرامتری بدست آمده

در گام بعدی نرم افزار CloudCompare v2.6.1 برای رجیستر کردن دو مدل بدست آمده، بکار برده شد. اولین مرحله در فرایند رجیستر کردن این دو مدل، رفع مشکل هم مقیاس نبودن آنها (یک به یک نبودن) و حذف قسمت های اضافی مدل فتوگرامتری (قسمت چانه فرد) برای انطباق بهتر است، بدین منظور بر روی مدلی که مقیاس بزرگتری دارد دو نقطه دلخواه انتخاب و با استفاده از ابزار مناسب فاصله این دو نقطه محاسبه و به عنوان D_{max} در نظر گرفته شد. سپس همین مراحل برای دو نقطه متناظر بر روی مدل با مقیاس کوچکتر تکرار و فاصله اندازه گیری شده به عنوان D_{min}در نظر گرفته شد. بدین ترتیب فاکتور مقیاس طبق رابطه زیر محاسبه گردید و به مدل با مقیاس کوچکتر اعمال گردید، و یا می توان عکس مقدار بدست آمده از رابطه زیر را به مدل با مقیاس بزرگتر اعمال کرد.

رابطه ۱-۱ $$S = D_{max} / D_{min}$$

پس از فرایند هم مقیاس کردن دو مدل، با استفاده از الگوریتم های مناسب می توان رجیستر کردن دو مـدل را انجـام داد. در این تحقیق از الگوریتم تکرارشونده کمترین نقاط (ICP)[11]، که مراحل آن در شکل (۶) نشان داده شده است، به منظور رجیستر کردن دو مدل حاصل، با دقتی حدود ۵ میلیمتر استفاده شده است. برای اعمال الگوریتم ICP، بایسـتی یکی از دو مدل مورد مقایسه را ثابت و به عنوان مدل مرجع قرار داد و تغییرات مـورد نظـر را بـر روی مـدل دیگـر، بـه عنوان داده، اعمال کرد. در این تحقیق، مدل حاصـل از تصـاویر MRI بـه عنـوان مـدل مرجـع و مـدل حاصـل از روش فتوگرامتری بردکوتاه به عنوان داده در نظر گرفته شـده اسـت و مـاتریس تبـدیل محاسـبه شـده، بـر روی داده (مـدل فتوگرامتری) اعمال شده است.

شکل (۶): مراحل الگوریتم ICP [۱۴]

۵- مقایسه کیفی مدلسازی تصاویر پزشکی

در این بخش مدلسازی تصاویر مختلف پزشکی، از نظر پارامترهایی کیفی مانند هزینه، دقت، کاربرد، قابلیـت مدلسـازی اندام های داخلـی و یـا خـارجی و غیـره بـا یکـدیگر مقایسـه شـده انـد. نتـایج حاصـل از ایـن بررسـی در جـدول (۱) آورده شده است.

[11] Iterative Closest Point

جدول (۱) : مقایسه کیفی مدلسازی تصاویر مختلف پزشکی

نوع تصویر پزشکی	قابلیت مدل-سازی با نرم افزارهای فتوگرامتری	مدل سازی اعضای داخلی یا خارجی بدن	حدود هزینه	دقت مدل استخراجی	مثالی از کاربرد مدل های مستخرج	نرم افزار های معمول مورد استفاده
تصاویر مرئی	دارد	خارجی	پایین	1mm	دندان پزشکی، جراحی زیبایی	AGI soft, Photo modeler
تصاویر CT Scan	ندارد	داخلی	زیاد	0.01 mm	طراحی پروتز برای بخش های آسیب دیده	3D DOCTOR, Mimics, ABAQUS
تصاویر MRI	ندارد	داخلی	زیاد	0.01 mm	تشخیص مکان تومور و حجم آن	3D DOCTOR, Mimics, ABAQUS
تصاویر رادیولوژی	ندارد	داخلی	متوسط	0.1mm	دندان پزشکی	3D DOCTOR, Mimics

۶- نتیجه گیری و ارزیابی کلی

با توجه به پیاده سازی ها و بررسی های انجام شده در این تحقیق (جدول ۱)، می توان دید که مدل سه بعدی تولید شده از تصاویر CT scan و MRI در مقایسه با دیگر مدل ها دارای دقت بالایی، حدود یک صدم میلیمتر، در ارائه اطلاعات هستند، به طوری که این مدل ها به خوبی پاسخگوی نیازهای جامعه پزشکی می باشند، اما هزینه استفاده از این روشها نسبتا زیاد است. همینطور دیده شد که در برخی موارد، می توان از فتوگرامتری بردکوتاه به منظور ارزیابی مدل های تولید شده از تصاویر پزشکی استفاده کرد و مدل های حاصل از این دو روش را با هم مقایسه کرد. تصاویر MRI و CT scan اطلاعات را از سطح استخوان صورت و اندام های تحتانی آن ارائه می کنند، در حالیکه تصاویر اخذ شده با استفاده از دوربین های رقومی (سنسورهای نوری) در روش فتوگرامتری بردکوتاه، اطلاعات را از سطح بافت نرم پوست در اختیار می گذارند. بنابراین انطباق مدل های بدست آمده از روش های MRI و CT scan و روش های استفاده از دوربین رقومی در فتوگرامتری بردکوتاه، به صورت کامل امکان پذیر نیست و همواره با مقداری جدایی همراه است.

بر اساس پیاده سازی های انجام شده و نتایج آنها، روش های تصویربرداری پزشکی از جمله MRI و CT scan، با توجه به تکنیک های مورد استفاده آنها، نسبت به روش های فتوگرامتری بردکوتاه از قابلیت و کارایی بیشتری در ارائه مدل های سه بعدی مورد نیاز پزشکی برخوردارند، چراکه فتوگرامتری بردکوتاه تنها در مطالعه اندام های خارجی بدن و در مواردی خاص می‌تواند بکارگرفته می شود و در بسیاری از کاربردهای پزشکی نیاز است که اطلاعات اندام های داخلی بدن را در اختیار داشت. در این تحقیق، استفاده از روش فتوگرامتری بردکوتاه به منظور مدلسازی سه بعدی، با مشکلات و محدودیت هایی همراه بوده است. یکی از عوامل محدودیت‌زا در این روش بکار برده شده، مسئله عدم همزمانی تصاویر اخذ شده از صورت بیمار است چرا که شخص در حین زمان عکسبرداری ممکن است حرکت هایی نظیر پلک زدن، انبساط و انقباض ماهیچه ها در حین تنفس و غیره، داشته باشد و این خود باعث بروز اعوجاج و خطا در مراحل محاسبات، تناظریابی و تشکیل مدل می شود. برای حل این مشکل بایستی یک شبکه فتوگرامتری شامل چندین دوربین مستقر شده در موقعیت های مشخص، بطوریکه به طور همزمان تعداد تصاویر مورد نیاز برای ایجاد مدل را در اختیار قرار دهند، مورد استفاده قرار گیرد. همینطور برای کنترل شبکه فتوگرامتری و بدست آوردن

پارامترهای کالیبراسیون دوربین مورد استفاده نیز می توان شبکه‌ای از تارگت ها را در اطراف شخص مورد تصویربرداری، قرار داد و بدین ترتیب به مدل های سه بعدی دقیق تری دست یافت.

از جمله موضوعاتی که در زمینه ارزیابی مدلسازی تصاویر پزشکی می تواند مورد بررسی و تحقیق قرار بگیرد، بحث تلفیق تصاویر مختلف پزشکی و دقت مدل حاصل از این تصاویر است. به طور مثال با توجه به اینکه تصاویر CT scan جزئیات بهتر را از بافت های استخوانی و تصاویر MRI جزئیات بیشتری از بافت های نرم در اختیار می گذارند، تلفیق این دو روش می تواند کمک شایانی در ارائه مدل های دقیق‌تری بنماید.

مراجع

[1] Z.Ahmadi, A,Abassi, F.Farnood Ahmadi, "Evaluation effective parameters in the design of short-range photogrammetry systems for use in the field of biomedical engineering" (persian).

[2] A.Khakbazan, Practical photogrammetry, Tehran: Shahid Rajaee Teacher Training University, 2006 (persian).

[3] K.B.Atkhnson, Close range photogrammetry & machine visión, Published by Whittles, 1996.

[4] M.J.Valadan Zoej, M.Varshosaz, A.J.Aqaei, Use of photogrammetry in scoliosis assessment, 2005 (persian).

[5] A.Malian, A.Azizi, M.Zolfaqari, Design and construction of a four focus photogrammetric system to measure bedsores, Journal of university College Engineering, pp. 661-676, 2006 (persian).

[6] F.Farnood Ahmadi, Integration of close range photogrammetry and expert system capabilities in order to design and implement optical image-based measurement systems for intelligent diagnosing disease, Measurment, vol.51, pp9-17, 2014.

[7] M.J.Granness, J.E.Osborw, Mapping tooth surface loss with a fixed base stereo camera, The photogrammetric record, vol.23, pp194-207, 2008.

[8] R.Tokarczyk, S.Mikrut, Close range photogrammetry system for medicine and railways, 2000.

[9] R.Tokarczyk, T.Mazur, Photogrammetry- principles of operation and application in rehabilitation, Medical Rehabilitation, pp30-39, 2006.

[10] Z.Mansourian, Digital imaging and communication in medicine ,2013.

[11] 3D-DOCTOR User's Manual, Able Software Crop, 2012.

[12] M.Samadi, Reconstruction and display of medical images using fuzzy sets, 1996 (persian).

[13] M.Mansouri, MRI and how it works (persian).

[14] Khambay et al, 3D stereo photogrammetric image superimposition on to 3D CT scan images – the future of orthognathic surgery, 2002.

Evaluation of Three-Dimensional Modeling Using Medical Images

Bahmani, P. *[1], Ebadi, H. [2], Esmaeili, F. [3]

1-MS.c student, Department of Geospatial Information System, Faculty of Geomatics Eng, K.N.Toosi University of Technology
2- Associate Professor, Faculty of Geomatics Eng, K.N.Toosi University of Technology
3- Ph.D student, Department of Photogrammetry Faculty of Geomatics Eng, K.N.Toosi University of Technology

Abstract

Nowadays, imaging is known as one of the most important data acuisition techniques for study of diagnosis and treatment of various diseases. Three-dimensional modeling of medical images can be used in applications, such as surgical simulation, change analysis after surgery, tumor progression control and prosthesis to damaged part of the body. Since common imaging methods in medical applications, such as computer tomography (CT scan) and magnetic resonance imaging (MRI), are expensive and dangerous for the body, close range photogrammetry can be used as one of the imaging and data acquisition methods to create three dimensional (3D) model for medical application. Therefore, in this study, a non-metric digital camera was applied to create 3D model using close range photogrammetry and the corresponding points were automatically obtained in the images. Quantitative and qualitative evaluatuion of the results indicate that the three-dimensional models generated from CT scan and MRI images are more accurate than other models, so these models well are responsive to needs of the medical community.

Keywords: Close Range Photogrammetry, Three-Dimensional Modeling, Computed Tomography Scan, Magnetic Resonance Imaging.

۲- عنوان

۲-۱- زیر عنوان

۲-۱-۱- زیر زیر عنوان

عنوان شکل بایستی زیر شکل به صورت وسط چین باشد.

شکل ۱: نمودار تغییرات مقادیر منفرد ماتریس نرمال

عنوان جدول باید بالای جدول و به صورت وسط چین باشد.

جدول ۱ : مقادیر میدانهای سرعت بدست آمده