طبقه بندی و مدل سازی پارامترهای چندسیستم تصویری در پایگاه داده‌های مکانی

حسین هلالی

دانشجوی دکتری مهندسی**GIS** - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
Helali@alborz.kntu.ac.ir

علی اصغر آل شیخ

استادیار گروه مهندسی **GIS** - دانشکده مهندسی نقشه برداری -دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی
Alesheikh@kntu.ac.ir

بهزاد وثوقی

استادیار گروه مهندسی ژئودزی - دانشکده مهندسی نقشه برداری - دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی
Vosoghi@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت ۸۳/۱۲/۱۶، تاریخ تصویب ۸۴/۳/۷)

چکیده

نمایش سطح زمین و عوارض آن در مقیاسهای محلی، منطقه‌ای وجهانی نیازمند توسعه چندسیستم تصویری[1] در پایگاه داده‌های بزرگ می باشد. برای ایجاد نمایش پیوسته از داده‌های بدون مرز در مقیاسهای کوچک و بزرگ به سیستم تصویرهای متفاوتی نیاز است. سامانه‌های خبره توسعه داده‌شده فاقد قابلیت کار با این داده‌ها بوده و امکان انتخاب سیستم تصویرها و انتقال آنها به یکدیگر به صورت پیوسته و هوشمند وجود ندارد. در این مقاله، مفهوم *چندسیستم تصویری* ارائه و بر اساس آن نرم‌افزاری توسعه داده شده که پارامترهای لازم را تاحد ممکن به طور هوشمند تشخیص و سیستم تصویر را به طور خودکار انتخاب و جایگزین می‌نماید. بنابراین، هدف اصلی در ابتدا مدل سازی تمام پارامترهای موثر در انتخاب سیستم تصویر بوده و در مرحله بعد ایجاد الگوریتم لازم برای انتخاب و تبدیل اتوماتیک سیستم تصویرها در حین استفاده از ابزار نمایش نقشه می‌باشد. در پایگاه دانش سیستم توسعه داده شده به‌ازای مقادیر پارامترهایی نظیر مقیاس، موقعیت و سایر ویژگی‌ها، سیستم تصویر مناسب انتخاب می‌گردد. در این راستا و جهت بهینه نمودن مراحل الگوریتم، تهیه نقشه پهنه بندی میزان اعوجاج سیستم تصویرها، و دیتوم‌های مختلف جهت تعیین دقیقتر محدوده کاربرد هر سیستم تصویر الزامی است.

واژه های کلیدی: سیستم تصویر، مقیاس، پایگاه داده، سیستمهای هو شمند، اعوجاج، دیتوم، نقشه‌های رقومی

مقدمه

با افزایش روز افزون کاربران سیستم‌های اطلاعات مکانی که آشنایی زیادی با مفاهیم سیستم تصویر ندارند، نیاز به سیستم‌هایی که به صورت خودکار به انتخاب سیستم تصویر می‌پردازند بیشتر احساس می‌شود. امروزه نرم‌افزارها، امکان ایجاد و انتقال سیستم تصویرها با روش‌های مختلف را فراهم می‌کنند ولی تلاشهای اندکی در زمینه خودکار نمودن این عملیات صورت گرفته است[۱]. با تغییر مقیاس نمایش و یا با حرکت از استوا به سمت قطب‌ها سیستم تصویرهای مختلفی مانند Transverse Mercator، Lambert Conformal Conic وAzimutal به ترتیب ممکن است مورد استفاده قرار گیرند. به طوری که هرکدام از این سیستم تصویرها سعی در کمینه نمودن میزان اعوجاج نقشه دارند. از این‌رو مفهوم چند سیستم تصویری مطرح و این تحقیق سعی بر توسعه زیرسیستم‌های آن را دارد. در طی دو دهه گذشته سیستم‌های خبره متعددی توسعه داده شده‌اند مانند:

- MaPKBS در سال ۱۹۸۹به وسیله Nyergess و Jankowski [۲]
- EMPSS در ۱۹۸۹ به وسیله Snyder [۳]
- MaPSS در سال ۱۹۹۱به وسیله Kessler [۴]

سیستمهای فوق دارای برخی ویژگی‌های ذیل می‌باشند:

- در شرایط ثابت مانند مقیاس، طول و عرض جغرافیایی، عمل می‌کنند.

Archive of SID

www.SID.ir

- محدوده مقیاس بهینه برای سیستم تصویرها دقیق نبوده و به صورت تجربی تعیین شده‌است.
- تفاوت آنها در سیستم خبره انتخاب سیستم تصویر می‌باشد.
- تعداد سیستم تصویرهای مورد حمایت اندک می‌باشد: مثلا سیستم تصویرهای کشوری در آنها لحاظ نشده است.
- به صورت محاوره ای اطلاعات را دریافت می‌کنند و سیستم تصویر مناسب را معرفی می‌نمایند.
- مناسب استفاده در پایگاه داده‌های بزرگ نمی‌باشند.

این ویژگی ها در عمل موجب شده که سیستم های فوق به مرحله کاربری راه نیابند و در حالت تحقیقاتی باقی بمانند. از این‌رو مفهوم جدید چند سیستم تصویری درصدد غلبه بر مسائل ذکر شده می‌باشد.

چندسیستم تصویری به مفهوم تغییر هوشمندانه سیستم تصویر در جهت کاهش میزان اعوجاج در صفحه نقشه به ازای تغییر یکی از پارامترهای موثر در انتخاب سیستم تصویر در هنگام نمایش می‌باشد. اندازه(Size)، موقعیت و اندازه کادر نمایش به همراه کاربری نقشه مهمترین عوامل تعیین کننده سیستم تصویر پایگاه دانش سیستم هوشمند مناسب می‌باشند.

بنابراین جهت پیاده‌سازی *چندسیستم تصویری* نیازمند زیرسیستم های ذیل هستیم:

الف- تبدیل هوشمند وضعیت نمایش به پارامترهای موثر در انتخاب که مقیاس، موقعیت و سیستم تصویر کشوری (کشور واقع در مرکز تصویر) جزء موارد اصلی می‌باشند.

ب- مدل سازی پارامترهای سیستم تصویرها و تشکیل پایگاه داده ویژگیهای هریک

ج- انتخاب و تبدیل خودکار سیستم تصویر بر اساس یک سامانه خبره

تبدیل هوشمند وضعیت نمایش به پارامترهای موثر با در نظر گرفتن قدرت تفکیک و توابع موجود صورت می‌گیرد که خروجی آن مقیاس در کادر نمایش، (مقیاس نقشه) موقعیت مرکز تصویر و کشور واقع در مرکز تصویر می‌باشد. بحث تحقیق حاضر به طور عمده در قسمت مدل سازی پارامترهای سیستم تصویر و تشکیل پایگاه داده ویژگیها می‌باشد. انتخاب و تبدیل خودکار سیستم تصویر در قسمت پیاده سازی بیان خواهد شد.

مدل سازی پارامترهای سیستم تصویر و تشکیل پایگاه داده ویژگیها

سیستم تصویرها دارای ویژگیهای خاصی هستند که می‌توان آنها را از دیدگاه‌های مختلفی مانند کلاس سیستم تصویر، ویژگی‌های عمومی (متشابه، . . .)، و ویژگی‌های هندسی (تقارن شبکه‌ها، . . .)، دیتوم و غیره طبقه بندی نمود. هر سیستم تصویر در شرایط خاصی مانند مقیاس، موقعیت و کاربرد مورد استفاده قرار می‌گیرد که نیاز به مدل سازی و مقایسه این پارامترها برای شرایط مختلف می‌باشد.

برای در نظر گرفتن این پارامترها در روند انتخاب، نیازمند دانستن مقادیر دقیق آنها برای کلیه سیستم تصویرها هستیم. این بخش به نحوه مدل کردن پارامترهای سیستم تصویر برای ۹۷۴ سیستم تصویر می‌پردازد.

مقیاس

مقیاس در یک چند سیستم تصویری نمایانگر وسعت منطقه[۲] نمایش (با ثابت بودن اندازه کادر نمایش) می‌باشد۰ هر سیستم تصویر، برای وسعت معینی مناسب می‌باشد، مثلا Bonne یا Robinson برای کادر نمایش در مقیاس تقریبی ۱/۷۰،۰۰۰،۰۰۰(world) و سیستم تصویر UTM38 برای مقیاسهای بزرگتر از۱/۱،۰۰۰،۰۰۰ (محلی) و برای محدوده جغرافیایی مشخص، مناسب است.

میزان اعوجاجات (اندازه، جهت، ماکزیمم و مینیمم تغییرات طولی) در نقاط مختلف یک نقشه بستگی به فاصله آن نقاط از خطوط تماس سیستم تصویرها با سطح مبنا دارد که با شاخص تیسوت[۳] بیان میشود[۵،۶،۷]. چنانچه مقیاس به عنوان یکی از پارامترهای انتخاب در نظر گرفته شود، سیستم تصویر مطلوب سیستمی است که در مقیاس موجود، کمترین میانگین میزان اعوجاج در محدوده نمایش را داشته باشد. بنابراین در یک کادر با سیستم تصویر معین با کوچکتر شدن مقیاس، میانگین میزان اعوجاجات بزرگتر می‌شود. برای یافتن سیستم تصویری که در محدوده نمایش کمترین میزان اعوجاج را ارائه دهد دو روش در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است:

الف- تعیین محدوده مقیاس برای سیستم تصویرها پیش از اجرا

ب- مقایسه میزان اعوجاج سیستم تصویرها در زمان اجـرا

Archive of SID

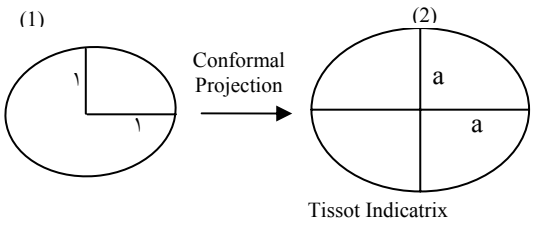
www.SID.ir

تعیین محدوده مقیاس برای سیستم تصویرها پیش از اجرا

در این روش بر اساس الویت مقیاس از پیش معرفی شده، سامانه، مناسبترین کلاس سیستم تصویر (استوانه‌ای، مخروطی و ...) را تشخیص میدهد. با محاسبه شاخص تیسوت، میزان اعوجاج سیستم تصویرها در بازه‌های مختلف تعیین شده، اولویت بندی سیستم تصویرها با در نظر گرفتن میزان اعوجاج آنها در مقیاسهای مختلف امکان‌پذیر می‌شود. باید توجه داشت که اولویت دهی به سیستم تصویرها از طریق مقایسه نمودارهای سیستم تصویرها صورت میگیرد و در تشکیل این نمودارها فرض بر این است که محل تماس همه سیستم تصویرهای مورد مقایسه در مرکز کادر نمایش باشند.

بدین منظور میانگین مقدار اعوجاج در محدوده نمایش برای انواع سیستم تصویر ها و در مقیاسهای مختلف محاسبه و با یکدیگر مقایسه می‌گردند. کلاس‌های موجود در پایگاه داده در دو نوع متشابه و هم مساحت بررسی می‌شوند و برای کلاس‌های مختلف به طور جداگانه نمودار اعوجاج- مقیاس به دست می‌آید.

جهت استخراج میزان اعوجاج صفحه نمایش در مقیاس‌های مختلف، از شبکه ۱۰×۱۰ در کادر نمایش استفاده شده و برای هر کلاس در مقیاسهای مختلف میانگین اعوجاج برای ۱۰۰ نقطه با توجه به طول و عرض جغرافیایی آن نقاط و φ و λ مرکز سیستم تصویر به دست می‌آید. با توجه به اینکه میزان اعوجاج سیستم تصویرهای مختلف به جهت کشیدگی کادر نمایش وابسته است، کادر نمایش(که در اغلب نمایشگرها مستطیلی است و میزان اعوجاج در آن کادر مورد نظر است) باید به شکل مربع یا دایره انتخاب شود تا در جهت خاصی کشیدگی نداشته و مقایسه مستقل از جهت کشیدگی باشد.



شکل۱: شاخص تیسوت در سیستم تصویرهای متشابه.

در نهایت برای هر کلاس نمودار مقیاس- اعوجاج ترسیم می گردد. با مطالعه نمودارهای انطباق داده شده برای هر بازه مقیاس، کلاسهای مختلف، اولویت‌های متفاوت (میزان نزدیکی به عدد۱) به خود می‌گیرند.

محدوده مقیاس برای سیستم تصویرهای متشابه

از آنجا که در مورد سیستم تصویرهای متشابه شاخص اعوجاج (بیضی تیسوت) تبدیل به دایره می‌شود(شکل ۱) و میزان اعوجاج در یک نقطه در همه جهات به یک اندازه است. پارامتر مقایسه برای هر سیستم تصویر متشابه مساحت دایره‌های تیسوت است[۸]. هر چقدر مساحت دایره تیسوت به π نزدیکتر باشد میزان اعوجاج مساحت نیز کاهش می‌یابد و سیستم تصویر مناسب‌تر (از نظر مقیاس) خواهد بود، چرا که در یک سیستم تصویر متشابه بزرگترین مشکل اعوجاجات در مساحت است.

بنابراین برای سیستم تصویرهای متشابه، a) a^2 شعاع دایره) پارامتر نشان دهنده میزان اعوجاج خواهد بود. همان‌طور که گفته شد ۱۰۰ نقطه در مقیاس مورد نظر انتخاب می‌شود و $\bar{t}$ (میزان اعوجاج کادر نمایش) خواهد بود:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^{100} t_i \Big/ 100 \qquad (۱)$$

t_i میزان اعوجاج در هر نقطه می‌باشد.

- جهت محاسبه اعوجاج در سیستم تصویر متشابه استوانه‌ای مستقیم (مرکاتور) خواهیم داشت[۱]:

$$a_i = 1 \Big/ Cos\varphi_i \qquad (۲)$$

φ_i عرض ژئودزی در هر نقطه می‌باشد.

- جهت محاسبه اعوجاج در سیستم تصویر متشابه مخروطی با یک مدار استاندارد خواهیم داشت[۱]:

$$P_i = RCot\,\varphi_0 \left(\frac{tg(45° - \varphi_i/2)}{tg(45° - \varphi_0/2)} \right)^{Sin\,\varphi_0} \qquad (۳)$$

$$a_i = \frac{P_i Sin\varphi_0}{RCos\varphi_i} \qquad (۴)$$

R شعاع زمین و φ_0 عرض ژئودزی مدار تماس می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

با توجه به رابطه ۱، جهت محاسبه اعوجاج در سیستم تصویر متشابه مخروطی با دو مدار استاندارد خواهیم داشت[۱]:

$$P_i = R\frac{Cos\varphi_1}{Sin\varphi_0}\left(\frac{tg(45°-\varphi_i/2)}{tg(45°-\varphi_1/2)}\right)^{Sin\varphi_0}$$

$$Sin\varphi_0 = \frac{Ln(\ \ Cos\varphi_1) - Ln(\ \ Cos\varphi_2)}{Ln(\ \ tg(45°-\varphi_1/2)) - Ln(\ \ tg(45°-\varphi_2/2))} \quad (۵)$$

φ_1 و φ_2 عرض ژئودزی مدارهای تماس و φ_0 عرض ژئودزی مدار مرکزی می‌باشند.

- جهت محاسبه اعوجاج در سیستم تصویر استوانه‌ای معکوس(UTM) خواهیم داشت[۱۰]:

$$a_i = \frac{0.9996}{\sqrt{1-(Cos\varphi_i.Sin(\lambda_i-\lambda_0))^2}} \quad (۶)$$

λ_0 طول ژئودزی نصف النهار تماس می‌باشد.

- جهت محاسبه اعوجاج در سیستم تصویر متشابه صفحه‌ای[۴] خواهیم‌داشت[۱۰]:

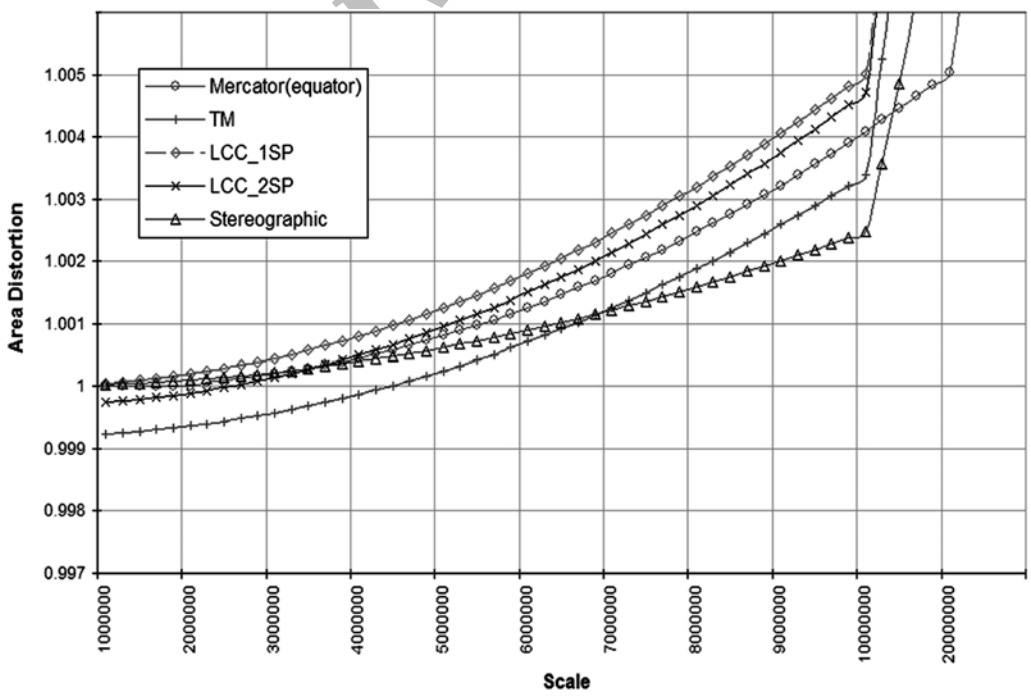
$$a_i = \frac{2tg(\varphi_0/2 - \varphi_i/2)}{Cos\varphi_i} \qquad \frac{S(2)}{S(1)} = \frac{\pi a^2}{\pi} = a^2 \quad (۷)$$

هنگامی که برای انواع مختلف سیستم تصویرهای متشابه (استوانه‌ای، صفحه‌ای، مخروطی) نمودارهای مقیاس- اعوجاج به دست آمد، با انطباق این نمودارها و مطالعه محل تلاقی آنها، بازه‌های مقیاس به طور دقیق مشخص می‌شود. شکل (۲) نمودار پنج کلاس سیستم تصویر متشابه را پس از روی هم قرارگرفتن نشان می‌دهد.

بدین ترتیب با توجه به محل تقاطع نمودارها (نقاطی که دو سیستم تصویر اعوجاج یکسانی دارند) می‌توان برای هر بازه مقیاس، سیستم تصویری را برگزید که کمترین میزان اعوجاج را در آن محدوده داشته باشد. در نهایت در ۸ بازه مقیاس، اولویت کلاس سیستم تصویرهای متشابه به دست آمده که در جدول (۱) نشان داده شده‌است.

جدول ۱: اولویت کلاسهای مختلف سیستم تصویرهای متشابه در بازه‌های مقیاس.

کلاس		استوانه‌ای	استوانه‌ای معکوس	مخروطی LCC_ 1SP	مخروطی LCC_ 2SP	صفحه‌ای (Stereo graphic)
بازه مقیاس						
از	تا					
E+3	18E+5	1	5	3	4	2
18E+5	24E+5	1	5	4	2	3
24E+5	35E+5	2	5	4	1	3
35E+5	7E+6	3	1	5	4	2
7E+6	13E+6	3	2	5	4	1
13E+6	32E+6	1	3	5	4	2
32E+6	108E+6	2	3	5	4	1
108E+6	200E+6	5	2	3	4	1



شکل ۲: نمودار اعوجاج- مقیاس در سیستم‌تصویرهای متشابه.

Archive of SID

www.SID.ir

محدوده مقیاس برای سیستم تصویرهای هم مساحت

در سیستم تصویرهای هم مساحت، مساحت بیضی تیسوت برابر ۱ است و نمی‌تواند پارامتر مقایسه باشد. به علت متشابه نبودن، اعوجاج طول در راستاهای مختلف متفاوت است [۸]. بدین ترتیب برای هر نقطه یک بیضی میزان اعوجاج تشکیل می‌شود که جهت قطر اطول بیضی بیانگر جهت ماکزیمم ضریب مقیاس و جهت قطر اقصر بیانگر جهت حداقل ضریب مقیاس است. بنابراین معیارهایی را که برای انتخاب بهترین سیستم تصویر هم مساحت میتوان در نظر گرفت حداکثر انحراف زاویه‌ای[۵] و فشردگی بیضوی می‌تواند باشد.

سیستم تصویرهای هم مساحت در نقشه‌های بزرگ مقیاس بسیار کم استفاده می‌شوند (اغلب نقشه های بزرگ مقیاس از جنس متشابه هستند که با تقریب خوبی هم مساحت نیز هستند (مثل UTM)) بنابراین تغییر سیستم تصویر به ازای تغییر مقیاس در این نوع سیستم تصویرها عملا مفهومی‌ندارد، چون این نوع سیستم تصویرها اغلب در نقشه های کوچک مقیاس(در مقیاس جهانی) استفاده می‌شوند.

مقایسه میزان اعوجاج سیستم تصویرها در زمان اجرا

در این روش ابتدا سایر شرطها به غیر از شرط مقیاس مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و سیستم تصویرهایی که واجد شرایط باشند استخراج ومیزان اعوجاج هرکدام از این سیستم تصویرها در کادر نمایش محاسبه می‌شود. سیستم تصویری که کمترین میانگین میزان اعوجاج در محدوده نمایش را داشته باشد انتخاب و اعمال می‌گردد. باید توجه داشت که در این روش، به‌طور غیر مستقیم با پارامتر مقیاس برخورد شده است چرا که با تغییر مقیاس، محدوده نمایش نیز تغییر کرده و میزان اعوجاج متفاوت خواهد بود.

زمان محاسبه میزان اعوجاج برای نقاط واقع در محدوده نمایش طولانی بوده و وابسته به تعداد نقاط است که عیب عمده این روش نسبت به روش قبل به حساب می‌آید. به همین دلیل این محاسبه در تعداد کمی از سیستم تصویرهایی انجام می شود که با توجه به شرایط قبلی انتخاب شده‌اند. می‌توان گفت چون در این حالت محاسبه مقیاس با در نظر گرفتن محل تعریف سیستم تصویر صورت می گیرد، این روش انتخاب از نظر مقیاس دقیق‌تر است.

در صورتی‌که در مجموعه انتخابی، سیستم تصویرهای متعددی از یک کلاس وجود داشته باشد (مثلا زونهای UTM) برای کاهش حجم پردازش، میانگین اعوجاج با استفاده از تعداد نقاط کمتر و تنها برای سیستم تصویری که λ و φ مرکزی آن نزدیکترین مقدار به λ و φ مرکز کادر نمایش باشد محاسبه میشود و بر روی سایر سیستم تصویرها از آن نوع کلاس، محاسبه ای صورت نمی‌گیرد.

بزرگترین مزیت این روش آن است که همواره انتخاب یگانه‌ای را معرفی می نماید به گونه ای که سیستم تصویر انتخاب شده کمترین اعوجاج را دارا است۰ زیرا این محاسبات مستقیما روی کادر نمایش جاری صورت میگیرد و انتخاب بدون هیچ تقریبی است. عیب این روش حجم زیاد محاسبات و در نتیجه کاهش سرعت عمل سامانه میباشد.

محدوده جغرافیایی سیستم تصویرها

سیستم تصویرها در محدوده جغرافیایی خاصی با استفاده از سطح مبنای(دیتوم) مخصوص به خود تعریف شده‌اند که در آن محدوده کمترین میزان اعوجاج را ارائه میدهند .بهترین حالت برای تعیین این محدوده‌ها استفاده از چند ضلعی‌هاست. در تحقیق حاضر این محدوده به صورت پنجره مستطیلی در نظر گرفته شده که با چهار المان طول و عرض کمینه و بیشینه ژئودزی (φmin، φmax، λmin و λmax) تعیین میگردد. در مورد سیستم تصویرهایی که به صورت کشوری تعریف شده‌اند برای تعیین این چهار المان، از مرز این کشورها استفاده میشود. در مورد محدوده جغرافیایی می بایست به نکات ذیل توجه نمود:

طول جغرافیایی (λ): حساسیت به λ بیشتر در مورد سیستم تصویرهای محلی می‌باشد یعنی در نمایش‌های بزرگ مقیاس مثل ۱:۲۵۰۰۰. λ بیشتر در مورد قاچهای UTM و یا سیستم تصویرهای دیگر که به صورت زون هستند تاثیر گذار است و هرکدام محدود به محل تعریفشان می‌باشند (φ و λ مختصات مرکز نمایش می‌باشد). بعضی از سیستم تصویرهای قاره‌ای به گونه ای تعریف شده‌اند که منطقه خاصی(آمریکا شمالی یا اروپا) را

Archive of SID
www.SID.ir

به نحو بهینه نمایش دهند. بنابراین در این موارد، از φ و λ محدوده آن مناطق استفاده می‌شود.

عرض جغرافیایی (φ): φ بیشترین تاثیر را روی کلاس سیستم تصویرها داشته و تعیین کننده شمالی یا جنوبی بودن آنها می‌باشد. سیستم تصویرهای استوانه‌ای که در استوا بر زمین مماس می‌باشند مناسب برای مناطق استوایی و سیستم تصویرهای مخروطی برای مناطق میانی و سیستم تصویرهای صفحه‌ای که در قطب مماس هستند مناسب مناطق قطبی می‌باشند.

با توجه به اینکه سطح مبنای تعریف شده برای یک سیستم تصویر جهت مدل کردن ژئوئید در یک قسمت از زمین (محدوده خاص φ و λ) می‌باشد و این نوع بیضوی‌ها جهت استفاده در کشور خاص مطلوب می‌باشند بنابراین حساسیت φ و λ شامل بیضوی نیز میشود. مثلا برای سیستم تصویرهای استرالیا که UTM بوده و تحت بیضوی استرالیا می‌باشند، محدوده φ نیز تعریف می‌شود (علاوه بر محدوده λ) و این محدوده کوچکتر از محدوده φ برای UTMدر حالت کلی است. یا مثلا در محدوده کشور کویت سیستم تصویر Kuwait Oil Co_Lambert به کار رفته که سیستم لامبرت در حالت کلی وابستگی چندانی به λ ندارد اما بیضوی D_Kuwait_Oil_Company که برای این سیستم تصویر به کار رفته هم به φ و هم به λ وابسته است. در نتیجه محدوده اعتبار φ و λ برای یک سیستم تصویر حاصل همپوشانی بین محدوده φ و λ سیستم و محدوده φ و λ بیضوی است. بنابراین برای تعیین محدوده سیستم تصویر می بایستی محدوده بیضوی آنها نیز در نظر گرفته می‌شود.

ویژگی‌های عمومی (متشابه، هم مساحت)

در این تحقیق سیستم‌های تصویر متشابه و هم مساحت مورد بررسی قرار می‌گیرد. هم مساحت بودن معمولا باعث افزایش اعوجاجات زاویه (تغییر شکل) می‌شود و تشابه نیز معمولا باعث افزایش اعوجاجات مساحت می گردد. در پایگاه داده توسعه داده شده در این تحقیق سیستم تصویرها در دو کلاس فوق در ده طبقه عددی که بیان کنند میزان متشابه بودن و یا هم مساحت بودن است قرار گرفته‌اند. به طوری که برای حالت کامل، ۱۰، و برای حالت نسبتا" خوب عدد ۸ و حالت ضعیف عدد۳ قرار داده شده. در حقیقت با قرار دادن مقادیر عددی نسبی در این ستون از پایگاه داده به هر سیستم تصویر با توجه به میزان رعایت این سه ویژگی، وزنی متناسب داده می‌شود.

ویژگیهای هندسی

تقارن شبکه‌ها

یکی دیگر از پارامترهایی که در انتخاب سیستم تصویر مورد نظر مو ثر است وجود سه نوع تقارن موجود درشبکه[۶] هر سیستم تصویر می‌باشد.

- تقارن شعاعی[۷] : تقارن شبکه در امتداد های مختلف از مرکز تصویر. این نوع تقارن برای سیستم تصویرهای صفحه ای در قطب مطرح می‌باشد. (۱۲ سیستم تصویر)
- تقارن یگانه[۸]: تقارن شبکه در راستای یکی از محورها. (۱۴۵ سیستم تصویر)
- تقارن دوگانه[۹] : تقارن شبکه در راستای هر دو محور x و y. (۷۵۲ سیستم تصویر)

بدین ترتیب سیستم تصویرها به پنج طبقه تقسیم میشوند که سه طبقه آن مربوط به سه نوع تقارن فوق است، یک طبقه مخصوص سیستم تصویرهایی که هیچ نوع ازسه تقارن فوق را ندارند(۲ سیستم تصویر) و یک طبقه مخصوص سیستم تصویرهایی که سه نوع تقارن فوق را همزمان دارا هستند(۶ سیستم تصویر).

فاصله شبکه‌ها

سیستم تصویرها، فاصله بین خطوط نصف النهار و مدارها[۱۰] را به صورت‌های مختلفی نمایش می‌دهند که حالتهای آن در۴ قالب طبقه بندی شده است:

- فاصله نامساوی بین مدارها و نصف النهارها (۱۴۷ سیستم تصویر)
- فاصله های مساوی در راستای نصف النهار مرکزی (از این نوع سیستم تصویرها جهت کاهش میزان اعوجاج کشیدگی یا فشردگی در راستای شمال- جنوب استفاده می‌شود. در نتیجه شبکه از نظر اعوجاجات مقیاس، در محدوده بین سیستم های متشابه و هم مساحت قرار میگیرد.) (۷۱۶ سیستم تصویر)
- فاصله های مساوی در راستای استوا (۳۴ سیستم تصویر)

Archive of SID

www.SID.ir

- فاصله های مساوی در راستای نصف النهار و استوا (۸ سیستم تصویر)

شکل شبکه

شکل مدارها و نصف النهارها در قالب۴ گروه اصلی طبقه بندی شده است:

- مدارها و نصف النهارها به صورت منحنی (۷۱۸ سیستم تصویر)
- مدارها به صورت خط و نصف النهارها به صورت منحنی (۲۰ سیستم تصویر)
- نصف النهارها را به صورت خط و مدارها به صورت منحنی (۱۴۹ سیستم تصویر)
- مدارها و نصف النهارها به صورت خطی (۱۸ سیستم تصویر)

نمای کلی نقشه

نقشه نهایی حاصل از تصویر کردن بیضوی زمین با توجه به روش تصویر کردن می‌تواند یکی از نماهای کلی[11] زیر را داشته باشد، (این پارامتر بیشتر در مورد نقشه های کوچک مقیاس و در حد جهانی اهمیت می‌یابد).

- دایره‌ای، نظیر سیستمهای صفحه ای (۸ سیستم تصویر)
- مستطیلی، نظیر گروهی از سیستمهای استوانه‌ای (۱۶ سیستم تصویر)
- بیضی، نظیر گروهی از سیستم تصویرهای در حد جهانی (۷۳۴ سیستم تصویر)
- متفرقه، که شکل کلی تصویر در هیچ کدام از سه گروه فوق نیست مثل گروهی از سیستم تصویرهای مخروطی (۱۴۷ سیستم تصویر)

نمایش قطب

در سیستم تصویرها قطب به یکی از دو صورت زیر نمایش داده میشود که درپایگاه داده توسعه داده شده نیز سیستم تصویرها دریکی از این دو گروه قرار می‌گیرند:

- نمایش قطب به صورت خطی و کشیده (۳۴ سیستم تصویر)
- نمایش قطب به صورت یک نقطه (۸۷۱ سیستم تصویر)

نسبت بین محورها

با توجه به اینکه، طول یک نصف النهار تقریبا برابر نصف طول استواست، در فرایند تصویر کردن انتظار بر این است که در نمایش جهانی، فاصله دو قطب برابر نصف طول استوا باشد، و در حقیقت نسبت ۲ به ۱ بین محورهای نقشه[12] رعایت شده باشد (۲۶ سیستم تصویر). اگر همیشه سعی در حفظ این نسبت باشد ممکن است اعوجاجات در نقشه افزایش پیدا کند. در نتیجه برای پایین نگه داشتن میزان اعوجاجات به اجبار در بعضی سیستم تصویرها این نسبت رعایت نمی‌شود.

سایر ویژگیها

اولویت زمانی سیستم تصویر

سیستم تصویرها با توجه به سطوح مبنای مختلف تعریف و محاسبه می‌شوند. در گروهی از سیستم تصویرها با توجه به قدیمی بودن سطح مبنای مورد استفاده، سطوح مبنا های دقیق‌تری(جدیدتری) تعریف شده‌اند که دارای دقت بهتری هستند. در حالیکه در هردو سطوح مبنا قدیمی و جدید یک سیستم تصویر به کار رفته و تمام خصوصیات سیستمها و نحوه تعریف و محدوده عمل و سایر پارامترهای آنها یکسان است، بنابراین سیستم تصویری که دارای سطح مبنای جدیدتری است نسبت به سایر سیستم تصویرها از اولویت برخوردار است(حالت پیش فرض).

چنین روشی را میتوان در مورد روش تصویر و نیز خود سیستم تصویر در نظر گرفت، بدین ترتیب که بعضی از سیستم تصویرها که در گذشته از آنها استفاده می‌شد و امروزه تقریبا منسوخ شده‌اند نیز در اولویت پایین‌تر قرار گیرند. نظیر سیستمBLM [13]، برای ایالات متحده که با آمدن سیستم SPCS [14]، در اولویت پایین تر قرار می‌گیرد.

کلاس سیستم تصویر

هر سیستم تصویر تحت کلاس تصویر[15] و روش خاصی تعریف میگردد. برای تمام سیستم تصویرهای موجود در پایگاه داده، این کلاس تصویر در ستونی از پایگاه داده ذخیره شده است که این کلاسها عبارتند از:

- Azimutal(planar) (۶ سیستم تصویر).
- Lambert Conformal Conic (1 standard parallel) (۳۰ سیستم تصویر)

Archive of SID
www.SID.ir

- Lambert Conformal Conic(2 standard parallels) (۱۰۹ سیستم تصویر)
- Cylindrical (۱۰ سیستم تصویر)
- Transverse Cylindrical (۲ سیستم تصویر)
- Universal Transverse Cylindrical نظیر سیستم تصویرهای UTM, AMG, GK، (۷۰۸ سیستم تصویر)
- Pseudocylindrical (۲۶ سیستم تصویر)
- Cylindrical Stereographic (۲ سیستم تصویر)
- Oblique Stereographic (۲ سیستم تصویر)
- Conic (۲ سیستم تصویر)
- Polyconic (۲ سیستم تصویر)
- Pseudoconic (۲ سیستم تصویر)
- Oblique mercator (۳ سیستم تصویر)
- Compromise (۲ سیستم تصویر)

حفظ منحنی‌های لوکسودروم

دراین ستون از پایگاه داده برای هر سیستم تصویر مشخص شده است که سیستم تصویر مورد نظر، منحنی‌های لوکسودرومی را میتواند به شکل خطوط مستقیم نشان دهد یا خیر. می‌توان گفت سیستم تصویر مرکاتور تقریبا تنها سیستمی است که منحنی های لوکسودروم را حفظ میکند.

سیستم تصویرهای صفحه‌ای

این سیستم تصویرها ویژگیهای خاصی دارند که این ویژگیها در پایگاه داده در۶ دسته کلی طبقه بندی شده اند. سیستم تصویرهایی که صفحه‌ای نیستند نیز در طبقه دیگری قرار میگیرند.

- Orthodromic: در این نوع تصویر کردن با دور شدن از مرکز تصویر اعوجاجات مقیاس به سرعت افزایش می‌یابد و از طرفی این نوع تصویر کردن مناسب مناطقی خواهد بود که کوچکتر از نیمکره وسعت داشته باشند.
- Stereographic: (۴سیستم تصویر) سیستم تصویرهای stereographic این خاصیت را دارند که تمام دوایر روی کره را به صورت دایره روی نقشه نمایش می‌دهند.
- Orthographic: در این نوع تصویر کردن فشردگی در لبه های نقشه بسیار زیاد است.
- Persepective: این روش نمایش، تصویر نهایی را به عکس نزدیکتر می‌کند و از مدلهای موجود برای عکسهای هوایی و ماهواره ای می توان برای آنها نیز استفاده نمود.
- Equalarea: این روش نمایش مساحت را حفظ می نماید.

سیستم تصویرهای کشوری

گروهی از سیستم تصویرها در کشورهای خاصی تعریف شده اند و تنها در محدوده جغرافیایی آن کشور اعتبار دارند. برای این سیستم تصویرها نام کشور مربوطه با دیتوم محلی نیز استفاده شده تا اگر محدوده نمایش ما محدود به آن کشور باشد، سیستم تصویر آن در اولویت قرار گیرد.

کاربری

برای تمام سیستم تصویرها مهمترین کاربری و موارد استفاده هریک آورده شده تا کاربر نسبت به موارد استفاده معمول و با مناسبترین کاربریهای آن سیستم تصویر نیز آگاه شده و یا با مشخص نمودن کاربری مورد نظر انتخاب سامانه را محدودتر می‌نماید.

پیاده سازی سامانه چند سیستم تصویری

با رشد استفاده از سیستمهای اطلاعات جغرافیایی، عملیاتی مانند "اندازه‌گیری" در محیط رقومی انجام می‌شود که نیازمند سیستم مختصات وسیستم تصویر دقیق می‌باشد. در طی دو دهه گذشته سیستم‌های خبره متعددی جهت انتخاب سیستم تصویر توسعه داده شده‌اند. در بسیاری از روشهای متداول انتخاب سیستم تصویر، فرآیند انتخاب اغلب به انتخاب یک سیستم تصویر نمی‌انجامد و ممکن است به چند سیستم تصویر مشابه برسیم. درحالی‌که کاربر انتظار دارد انتخاب سیستم تصویر به یک جواب منحصر به فرد بیانجامد.

مهمترین ویژگیهای متمایز کننده این سیستم از سایر سامانه های خبره انتخاب عبارتند از:

- همواره یک سامانه چند سیستم تصویری تعداد زیادی از المانهای مؤثر در انتخاب سیستم تصویر را

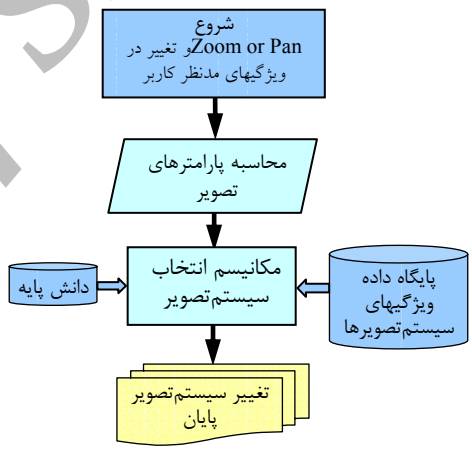
Archive of SID

www.SID.ir

خود به طور هوشمند تشخیص میدهد مانند موقعیت و مقیاس و کشور.

- اجرای همزمان تصمیم گیری سیستم به ازای تغییراتی که کاربر در نمایش ایجاد می‌نماید انجام می‌شود.
- با توجه به اینکه سامانه سعی دارد سیستم تصویری را انتخاب کند که کمترین اعوجاجات را در کادر نمایش ارائه دهد، مناسبترین سیستم تصویر برای آن کادر انتخاب می گردد. همچنین شکل و اندازه کادر نمایش و قدرت تفکیک مانیتور نیز در نظر گرفته شده است.
- تغییر خودکار سیستم تصویر کادر نمایش

شکل (۳) روند کلی سامانه چند سیستم تصویری توسعه داده شده در این تحقیق را نشان میدهد.



شکل ۳ : روند کلی سامانه چند سیستم تصویری.

کل روند فوق همزمان با کوچکترین تغییر در اندازه و محل نمایش و همچنین پارامترهایی نظیر تقارن، شکل منحنی‌ها، کاربری و... توسط کاربر، تکرار می‌شود.

مکانیسم انتخاب سیستم تصویر با استفاده از دانش پایه (شروط اولویت انتخاب) و پایگاه داده ویژگیهای سیستم تصویرها، مناسبترین(کمترین اعوجاج در کادر نمایش) سیستم تصویر را انتخاب کرده و سیستم تصویر جدید را نمایش می‌دهد.

کلیه پارامترهای سیستم تصویرها در پایگاه داده‌ای (در محیط Access) برای ۹۷۴ سیستم تصویری که در MapObjects 2.0 حمایت می‌شود شناسایی و مدل گردیده است. جدول (۲) نشان دهنده قسمتی از این پایگاه داده می‌باشد که برای مواردی نظیر مقیاس، محدوده جغرافیایی، کلاس، تقارن، کاربرد و کشور بیان شده است.

در تحقیق حاضر با توجه به مطالب ذکر شده یک روش تلفیقی از روشهای خبره انتخاب اتخاذ گردیده و اولویت‌بندی Frank Canters [۸]به عنوان الگوریتم انتخاب در سامانه توسعه داده شده، مورد استفاده قرار گرفته که دانش پایه سامانه خبره چند سیستم تصویری را تشکیل می‌دهد.

عمل‌کرد تعدادی از شرطها پله‌ای بوده یعنی انتخابهای بعدی بر روی مجموعه جواب انتخاب شده در مراحل قبل صورت می‌گیرد و عمل‌کرد برخی دیگر هم‌سطح بوده یعنی مجموعه‌ای که همزمان تمامی شروط را داشته باشد انتخاب می‌شود. حسن این روش در این است که در صورت عدم وجود جواب برای شروط هم‌سطح در شروط ناسازگار، یکی از شرطها کم می‌شود و همواره می‌توانیم حداقل به یک جواب برسیم.

بنابراین شرطهای هم سطح (وقتی کاربر تاکید نداشته باشد) درصورت عدم وجود جواب به صورت تک تک حذف می‌شوند. به طور کلی حذف شرطها دارای ترتیب خاصی می‌باشد که این ترتیب بر طبق اهمیتی است که Frank Canters [۸] تعیین کرده است. در این روند سعی می‌شود تمام ویژگیهایی که برای یک سیستم تصویر در پایگاه داده ذکر شده، مورد استفاده قرار گیرد و همیشه حق انتخاب کاربر محفوظ بماند. توسعه فرایند انتخاب با استفاده از روشهای مختلف هوش‌مصنوعی (منطق فازی، ژنتیک الگویتم و...) امکان‌پذیر است. شکل (۴) نمونه استنتاج انتخاب در سامانه چند سیستم تصویری توسعه داده‌شده را نشان می‌دهد.

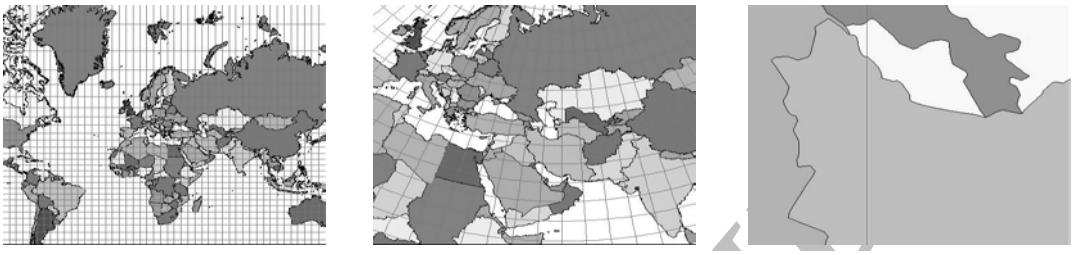
امکانات سامانه حاضر

- پیاده سازی بر اساس مفهوم *چندسیستم تصویری*.
- پشتیبانی از حدود ۹۷۴ سیستم تصویر در سطوح مبنای مختلف.
- امکان ثابت نگه داشتن سیستم تصویر یا سطح مبنا.
- پشتیبانی از انواع داده های سازگار با نرم افزار های ESRI.
- امکان Import/Export در سیستم تصویر جاری.
- تبدیل سیستم تصویر بر مبنای داده های هر سیستم تصویر.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ : قسمتی از پایگاه داده ویژگیهای سیستم‌تصویر ها.

ID	MapProjection Name	Country	Project	D_Typ	D_Name	Scale_mir	Scale	Landa_mi	Landa_ma	Phi_min	Phi_max	Symmet	Space	Conformal
1	Greek Grid	Greece	TM	6121	D_GGRS_1987	5000000	10	19.5	28.8	-80	84	2	1	10
2	ATS 1977 UTM Zone 19N		TM	6122	D_ATS_1977	5000000	10	-72	-66	0	84	2	1	10
3	ATS 1977 UTM Zone 20N		TM	6122	D_ATS_1977	5000000	10	-66	-60	0	84	2	1	10
4	Finland Zone 1	Finland	TM	6123	D_KKJ	5000000	10	20	22.5	-80	84	2	1	10
5	Finland Zone 2	Finland	TM	6123	D_KKJ	5000000	10	22.5	25.5	-80	84	2	1	10
6	Finland Zone 3	Finland	TM	6123	D_KKJ	5000000	10	25.5	28.5	-80	84	2	1	10
7	Finland Zone 4	Finland	TM	6123	D_KKJ	5000000	10	28.5	32	-80	84	2	1	10
8	Pulkovo 1995 GK Zone 4		TM	6200	D_Pulkovo_1995	5000000	10	18	24	-80	84	2	1	10
9	Pulkovo 1995 GK Zone 5		TM	6200	D_Pulkovo_1995	5000000	10	24	30	-80	84	2	1	10



scale: 1:215,026,620
φ = 49.97N
λ = 19.13E
shape : straight parallels and meridians
symmetry: double
⇓
Mercator

scale: 1:66,144,206
φ = 41.08N
λ = 45.84E
shape: straight meridian and meridian
symmetry: single
⇓
LCC(φ = 41)

scale: 1:2,263,886
φ = 38.81N
λ =45.34E
shape: No straight parallel
symmetry: double
⇓
UTM(zone37)

شکل ۴ : نمونه استنتاج در سامانه خبره.

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر با توسعه همگام مفهوم و نرم‌افزار چندسیستم تصویری امکان نمایش پیوسته یک پایگاه داده جهانی بدون مرز مورد ارزیابی قرار گرفته و قابلیت اجرای مفهوم چندسیستم تصویری نیز آشکار شده است. چندسیستم تصویری به منظور تغییر سیستم تصویر در حین استفاده ابزار نمایش دارای ویژگیهای خاصی مانند تشخیص هوشمندانه المانها و انتخاب و انتقال همزمان سیستم تصویر می‌باشد. درسه قسمت، الف- مدل‌سازی پارامترهای سیستم تصویر و تشکیل پایگاه داده، ب- اخذ پارامترهای کادر نمایش، ج- استنتاج انتخاب، نتایج قابل توجهی حاصل گردید که به قرار زیر است:

مهمترین پارامتر جهت انتخاب سیستم تصویر با کمترین میزان اعوجاج در یک کلاس، مقیاس می‌باشد و روش انتخاب سیستم تصویر دارای کمترین میزان اعوجاج در زمان اجرا، مناسبترین روش به حساب می‌آید.

عیب عمده روش پیش از اجرا، در تقریبی بودن آن و همچنین وابستگی آن به موقعیت جغرافیایی کادر نمایش است. یعنی در مواقعی ممکن است سیستم تصویری که در اولویت بالاتر قرار دارد، به واسطه دوری محل تماس سیستم تصویر با مرکز کادر نمایش میزان اعوجاج بیشتری ایجاد کند.

از جمله پارامترهایی که بیشتر مورد توجه قرار گرفته محدوده جغرافیایی اعتبار سیستم تصویرها می‌باشد که محدوده دیتوم‌هایشان را شامل می‌شود، به همین دلیل تعیین این محدوده همواره از اولویت بالایی در فرایند انتخاب برخوردار می باشد.

در مبحث تعیین بازه‌های مقیاس، میانگین اعوجاج به دست آمده در هر مقیاس وابسته به ابعاد کادر نمایش است و در این تحقیق مقادیر محاسبه شده، مربوط به کادر نمایش به کار رفته در این پروژه است که ثابت در نظر گرفته شده است. ولی لازم است این محاسبات تحت اشکال متغیر کادر صورت گیرد و به انتخاب سیستم تصویرهای دیگری که مناسب آن کادر هستند دست یافت.

نقشه پهنه بندی سطح مبنا و نقشه پهنه بندی سیستم تصویر از جمله عواملی هستند که در صورت تهیه دقیق می‌توانند تاثیر قابل توجهی بر روی دقت انتخاب سیستم تصویر داشته باشند. در یک محدوده جغرافیایی سطوح مبنای مختلفی معتبر هستند که اولویت بندی این سطوح بر حسب کمترین میزان اعوجاج نتایج بهتری در آن محدوده ارائه می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

مراجع

1 - Helali, H., Voosoghi, B. and Sedighzadeh, F. (2003). "Intelligent Map Projection Transformation." *Challenges in Geospatial Analysis, Integration and Visualization II,* ISPRS Commission IV Workshop, Stuttgart, Germany.

2 - Jankowski, P. and Nyerges, T. L. (1989). *Design considerations for MaPKBS-map projection knowledge-based system*. American Cartographer, Vol. 16, No. 2, PP. 85-95.

3 - Snyder, J. P. (1989). "Computer assisted map projections research." *US Geological Survey Bulletin 1629*. Washington D.C., U.S. Government Printing Office.

4 - Kessler, F. C. (1991). *The development and implementation of MaPPS: An expert system designed to assist in the selection of a suitable map projection*. State College, Pa., Geography Dept., Penn State University, Master's thesis, PP. 241.

5 - Peters, A. B. (1984).*Distance-related maps.* The American Cartographer, Vol. 11, No. 2, PP. 119-131.

6 - Canters, F. (1989). "New projections for world maps: A quantitative-perceptive approach." *Cartographica*, Vol. 26, No. 2, PP. 53-71.

7 - Laskowski, P. (1991).*On a mixed local-global error measure for a minimum distortion projection.* In: Technical papers, 2, pp. 181-86. American Congress on Surveying and Mapping (ACSM) -American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Annual conference, Baltimore, Md.

8 - Canters, F. (2002). *Small-scale Map Projection Design.*TAYLOR & FRANCIS, London and New York.

9 - Ron. R. P. and Adler, K. (1972). *Map projections for geodesists, cartographers and geographers*. North-Holland Pub. Co., Amsterdam. PP, 99-100.

10 - Lauf, G. B. (1983). *Geodesy And Map Projections*. Melbourne, Australia.

11 - Yang, Q., Snyder, J. P., and Tobler, W. R. (2000). *Map Projection Transformation Principles and Applications*, First published by Taylr & Francis, PP. 53-56, 199.

واژه های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1 - Multi Map Projection	2 - Extent	3 - Tissot's Indicatrix
4 - Stereoghraphic	5 - Maximum Angular Distoration	6 - Symmetry of Graticules
7 - Radial Symmetry	8 - Single Symmetry	9 - Double Symmetry
10 - Space of Gratucules	11- Outline	12 - Ratio of the Axes
13 - Bureau of Land Management	14 - State Plane Coordinate System	15 - Projection Class

Archive of SID

www.SID.ir