

نقشه با مقیاس متغیر^(۱) در

نمایشگرهای کوچک کارتوگرافی

مهدی مدیری

عضو هیأت علمی دانشکده نقشه‌برداری

mmodiri@ut.ac.ir

چکیده

این پژوهش به توسعه روشهایی برای ارائه اطلاعات مکانی و جغرافیایی در رایانه‌های شخصی و به صورت آنی برای کاربر در حال حرکت می‌پردازد. به ویژه کاربری که باید یک نقشه کلی را به همراه خود داشته باشد تا بتواند راه‌های اصلی مورد نیاز را پیدا نماید، از طرف دیگر کاربر به یک نقشه کوچک مقیاس نیاز دارد تا بتواند به مقصد نهایی در مسیر دست یابد.

راه حلی که برای دستیابی به این نیازمندی کاربرد نقشه در نظر گرفته شده ایجاد یک نقشه با مقیاس متغیر می‌باشد، به طوری که این نقشه پیوسته برای پیدا نمودن موقعیت کاربر در حال تغییر مقیاس باشد و در ابتدا باید در قسمت بزرگ مقیاس نقشه قرار گیرد.

در خصوص روابطی که برای یک نقشه با مقیاس متغیر استفاده می‌شود، تشریح و ویژگی‌ها و خصوصیات این روابط است که مورد بررسی قرار می‌گیرد.

اهمیت مقاله و دامنه پژوهش نشان می‌دهد نقشه‌های با مقیاس متغیر در رایانه‌های شخصی و سامانه‌های سیار مثل تلفن همراه از مزایای قابل توجهی برخوردارند.

واژه‌های کلیدی

تجسم، الگوریتم، ساختار داده‌ها و پایگاه داده‌ای چند مقیاسی

پیشگفتار

هم اکنون و در آینده نزدیک، با افزایش روز افزون کاربرد نقشه، نقشه‌ها در رایانه‌های قابل حمل و تلفن‌های سیار نمایش داده می‌شوند که این گونه نقشه‌ها به نقشه‌های سیار معروف هستند.

یکی از مشکلات این گونه نقشه‌ها، اندازه بسیار کوچک نمایشگرها می‌باشد، به طوری که برای انتخاب و ارائه اطلاعات کارتوگرافیکی، الزامات زیادی را فراهم می‌سازند. این امر، زمانی که کاربر به اطلاعات کارتوگرافیکی بیشتری نیاز داشته باشد، مشکل ساز است. به عنوان مثال در جستجوی رایانه قابل حمل، کاربر اغلب به نقشه جزئی که موقعیت فعلی وی را نشان می‌دهد و نیز به نقشه کلی نیاز دارد (در کارتوگرافی، کاربران نیازمند اطلاعات کارتوگرافیکی کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس می‌باشند تا در بررسی‌های خود هر دو نوع اطلاعات را مقایسه کنند). به طور کلی در یک نمایشگر مشترک، سه روش مختلف برای ارائه نقشه‌های کوچک و بزرگ مقیاس وجود دارد.

۱- کاربر بین نقشه‌ی کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس قرار گیرد.

مزایا: کاربر می‌تواند بررسی کاملی بر روی هر دو نقشه با مقیاس بزرگ و کوچک داشته باشد. معایب: کاربر نمی‌تواند به طور هم زمان دو نقشه را مشاهده نماید. بنابراین کاربر مشکلاتی را در رابطه با ارتباط داده‌های دو نقشه خواهد داشت و جابه‌جایی بین نقشه‌ها ضروری است.

۲- نقشه بزرگ مقیاس در پنجره‌ی معمولی نقشه و نقشه کوچک مقیاس در نقشه راهنما نشان داده شود.

مزایا: کاربر می‌تواند به طور هم زمان هر دو نقشه را مشاهده نماید. معایب: اگر چه کاربر هر دو نقشه را در یک زمان مشاهده می‌نماید، اما اغلب تعیین عوارض مشترک در نقشه‌ها مشکل می‌باشد. به علاوه نقشه‌ی اصلی، داده‌ها را در پنجره پایین مخفی می‌سازد و یا در یک نمایشگر کوچک، برای نمایش هر دو نقشه در یک زمان به دلیل فضای کوچک با مشکلات مواجه می‌شود.

۳- داده‌های کارتوگرافیکی کوچک مقیاس و بزرگ مقیاس در یک نقشه یکسان ارائه شوند. در مجاورت کاربر، داده‌های بزرگ مقیاس و دورتر از موقعیت کاربر، داده‌های کوچک مقیاس نشان داده می‌شوند.

مزایا: امکان ادغام داده‌های نقشه‌های بزرگ مقیاس و کوچک مقیاس فراهم می‌باشد. معایب: نقشه دارای مقیاس متغیر می‌باشد و بین نماد سازی، جهش‌های گسسته وجود دارد. در اینجا، نقشه با مقیاس متغیر مورد بررسی قرار می‌گیرد، اگر چه بسیاری از مطالعات با استفاده از نقشه‌ها با مقیاس متغیر صورت گرفته است، اما این مسئله و موضوع به بررسی بیشتری نیازمند می‌باشد.

پیشرفت و توسعه فنی قابل توجهی برای روش نقشه‌های با مقیاس متغیر صورت گرفته است به طوری که احتمالات جدیدی را به صورت ذیل فراهم می‌سازد.

اولاً، در حال حاضر می‌توان دستگاه سیاری را فراهم نمود که می‌تواند داده‌های کارتوگرافیکی را نمایش دهد که همیشه کاربر در مرکز نقشه قرار خواهد داشت (به کمک GPS نیز می‌توان موقعیت کاربر را تعیین نمود).

ثانیاً، روش‌های جدیدی که برای ژنرالیزاسیون آنی و یکپارچه سازی و ادغام داده‌ها به صورت آنی وجود دارد، امکان دارد نقشه‌ها را برای نیازهای خاص کاربران مفید و مناسب سازد. یعنی می‌توان یک نقشه با مقیاس متغیر را برای کاربر فراهم ساخت، در حالی که کاربر در حال حرکت می‌باشد داده‌ها به روز می‌شوند.

تحقیقات اولیه در نقشه‌های با مقیاس متغیر (پیشینه تحقیق)

اصولاً دو هدف اصلی از نقشه‌های با مقیاس متغیر وجود دارد:

اولاً یک نقشه با مقیاس متغیر، زمانی استفاده می‌گردد که یک نقشه ثابت برای تجسم سازی کلیه داده‌ها مورد نیاز کافی نباشد؛

ثانیاً یک نقشه‌ی با مقیاس متغیر برای تراکم سازی یکنواخت در یک متغیر استفاده می‌شود (به Tikunov, Gusein - Zade, ۱۹۹۳ مراجعه شود).

اکثر تحقیقات به توسعه‌ی سیستم‌های تصویر نقشه اختصاص یافته است. برای ایجاد یک نقشه با مقیاس متغیر، مقیاس متغیر است. بنابراین نقشه می‌تواند داده‌ها را با پراکندگی‌های مختلف و نامساوی تجسم نماید یا بر محدوده‌ای که مورد توجه او می‌باشد، متمرکز گردد. باید توجه داشت که سیستم‌های تصویر نقشه‌ای محدود برای این هدف خاص طراحی گشته‌اند. Syder (1987)، بعضی از سیستم‌های تصویر

آزموتی را مورد آزمایش قرار داده است. این سیستم‌های تصویر نقشه‌ای با کلاهیک کروی می‌باشند که مقیاس شعاعی نقطه مرکزی ثابت است. خارج از کلاهیک کروی مقیاس کوچکتر است (Hagerstrand, 1957). سیستم تصویر نقشه‌ای آزموتال لگاریتمی را برای تجسم الگوهای مهاجرتی شهرها استفاده نموده است. او متوجه گردید که اکثریت افراد فقط در محدوده‌ی یک ناحیه حرکت می‌کنند و تعداد کمی نیز بین مناطق و نواحی حرکت می‌نمایند که برای تجسم این گونه الگوهای مهاجرتی، یک نقشه با مقیاس ثابت کافی نمی‌باشد.

Lichtner (1979) یک تغییر شکلی را در نقشه‌های با مقیاس متغیر ایجاد نمود که بخشهای مختلف نقشه‌های موضوعی شهری را بزرگتر می‌ساخت. Boutoura, Guerra (2001) نظریه‌های مشابهی را ارائه نمودند. آنها پیشنهاد کردند که ذره بین در اطراف یک نقشه‌ی شهری می‌تواند حرکت کند و محدوده‌ی شیشه نیز باید در پنجره‌ی دیگر ارائه گردد که داده‌ها به صورت غیر خطی بزرگ شده‌اند. باید توجه کرد که در کلیه مطالعات، مختصات در سیستم‌های تصویر نقشه به عنوان مختصات ورودی برای تغییر و اختلاف مقیاس استفاده شده است.

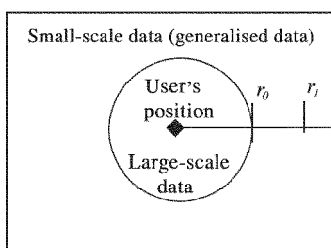
Stolte, Agrawala (2002) تحقیقی را در مورد نقشه‌هایی که مورد استفاده ناپذیری است، انجام داده‌اند. هدف آن‌ها این بود که نقشه‌های متحرک را تولید نمایند که شباهت به نقشه‌هایی داشته باشد که با دست طراحی می‌شوند. آن‌ها استدلال نمودند که انسان‌ها به اطلاعات نقاط اصلی راهنما علاقه‌مند هستند و هیچ توجهی به ارتباطات و خطوط ارتباطی بین نقاط اصلی ندارند. بنابراین بهتر می‌باشد که بعضی از قسمت‌های جاده را کوچکتر نمایند. (یعنی از نقشه‌های کوچک مقیاس استفاده نمایند) که بتوانند کلیه داده‌های مورد نیاز را در مورد نقاط اصلی ارائه دهند. در این مقاله، یافته‌های Stolte, Agrawala مورد توجه می‌باشد. در حالی که کاربر در حال حرکت در طول مسیر خود می‌باشد می‌توان یک نقشه به هنگام را مشاهده کرد.

نقشه‌های با مقیاس متغیر

- ویژگی‌های اصلی نقشه‌های با مقیاس متغیر

هدف اصلی این بررسی، ایجاد یک نقشه برای کاربر در حال حرکت می‌باشد. این کاربر می‌تواند با پایگاه داده‌ای کارتوگرافی ارتباط برقرار سازد به طوری که نقشه برای موقعیت فعلی که کاربر در آن قرار دارد، مناسب شود.

هدف اصلی از اینکه نقشه‌ی با مقیاس متغیر مورد بررسی است، این مسئله است که داده‌های نقشه‌های بزرگ مقیاس برای محدوده تماس در سیستم مخروطی (کلاهیک دایره‌ای) اطراف کاربر و داده‌های کوچک مقیاس خارج از این محدوده نشان داده می‌شود (نگاره ۱)



نگاره (۱): همان طور که تصویر نشان می‌دهد، داده‌های بزرگ مقیاس درون دایره قرار دارد و داده‌های کوچک مقیاس بیرون از دایره می‌باشد. شعاع داخلی r_0 و مقیاس در آن به یک اندازه و برابر S_1 و شعاع خارجی r_1 و مقیاس S_s است.

- عملکرد تهیه نقشه

مشخصه‌ی نقشه‌ی با مقیاس متغیر، آن است که در کل نقشه از یک مقیاس ثابت استفاده نشده است. در کاربردهای مورد نظر، فقط داده‌ها در درون دایره در یک مقیاس برابر با S_1 ارائه شده (نگاره ۱)، که این مقیاس با مقیاس مجموعه داده‌های اصلی که در قبل ارائه گردید، مساوی می‌باشند و بیرون از دایره، مقیاس بر طبق قواعد ذیل کاهش می‌یابد.

○ مقیاس باید در کل نقشه پیوستگی آن را حفظ نماید.

○ مقیاس در جهت شعاع باید با S_1 در فاصله شعاع r_0 از موقعیت کاربر برابر باشد. مقیاس در جهت شعاع از طریق یک عامل ثابت با S_s در فاصله شعاع r_1 برابر است. برای فواصل طولانی تر مقیاس r_1 در جهت شعاع نیز باید با S_s برابر باشد.

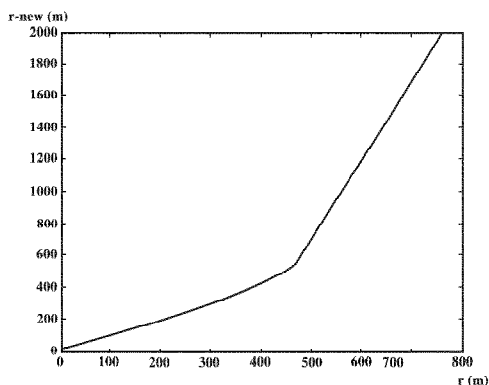
این موارد را می‌توان به وسیله تهیه نقشه از اطلاعات اصلی (ذخیره شده در مقیاس S_1) تعیین کرد تا داده‌ای جدید نمایش داده شود. این نوع تهیه نقشه از طریق جابه‌جایی شعاع ایجاد می‌گردد به طوری که r جدید (فاصله شعاع جدید) با فاصله شعاع اصلی (r) برابر می‌باشد. باید توجه کرد که در تهیه نقشه زاویه تغییر نمی‌کند. با به کارگیری موارد فوق، روابط ذیل حاصل می‌شود.

$$r_{\text{new}}(r) = r, r \leq r_0$$

$$r_{\text{new}}(r) = r_0 + \frac{1}{S_1} \int_{u=r_0}^r \{S_1 + (S_s - S_1) \frac{u - r_0}{r_1 - r_0}\} du = r_0 + \frac{(r - r_0)^2 \cdot (S_s - S_1)}{2 \cdot S_1 \cdot (r_1 - r_0)}, r_0 < r < r_1$$

$$r_{\text{new}}(r) = r_0 + \frac{1}{S_1} \int_{u=r_0}^r \{S_1 + (S_s - S_1) \cdot \frac{u - r_0}{r_1 - r_0}\} du + (r - r_1) \cdot \frac{S_s}{S_1} = r_1 + \frac{(r_1 - r_0) \cdot (S_s - S_1)}{2 \cdot S_1} + (r - r_1) \cdot \frac{S_s}{S_1}, r > r_1$$

که r_0, r_1 بر طبق نگاره (۱) تعیین می‌شود. در نگاره (۲) عملکرد جابه‌جایی شعاع داده است.



نگاره (۲): تابع جابه‌جایی شعاع برای پارامترهای ورودی

$$S_s = 1:50000, S_1 = 1:10000, r_1 = 600^m, r_0 = 300^m$$

- تغییرات مقیاس

باید به این مسئله توجه نمود که عملکرد تهیه نقشه فوق، متشابه (حفظ شکل و زاویه) نیست. در حقیقت هیچ گونه تهیه نقشه‌ای متشابه نمی‌باشد به گونه‌ای که بتواند نیازمندی‌های تغییراتی را که در مقیاس می‌باشد در جهت شعاع برآورده سازد. مگر اینکه $S_s = S_1$ باشد که $S_s = S_1$ نیز زمانی تحقق می‌یابد که، اندازه شعاع بین دو مقدار اندازه‌گیری شده ثابت باشد.

همچنین می‌توان به طور مستقیم از طریق روابط زیر تعیین نمود مقیاس در جهت شعاعی (مقیاس r) برابر است با (این روابط مشخصاتی را ارائه می‌نماید جزئی از مشتقات $\partial r_{new} / \partial r$)

$$\text{Scale}_r(r) = 1, r \geq r_0$$

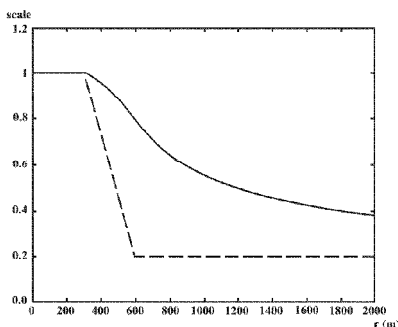
$$(2) \text{Scale}_r(r) = 1 + \frac{(r-r_0) \cdot (S_s - S_1)}{(r_1 - r_0) \cdot S_1}, r_0 < r < r_1$$

$$\text{Scale}_r(r) = \frac{S_s}{S_1}, r > r_1$$

مقیاس در جهت مماس نیز از طریق رابطه ذیل مشخص می‌شود.

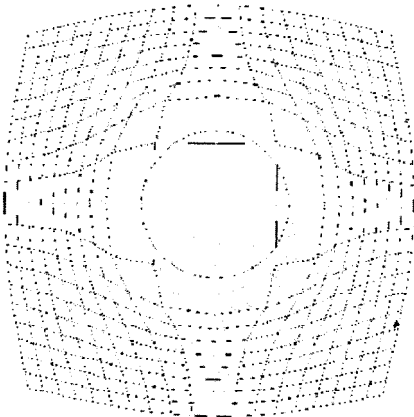
$$(3) \text{Scale}_r(r) = \frac{r_{new}(r)}{r}, \forall r$$

همان گونه که در نگاره (۳) ارائه شده است مقیاس در جهت مماس بزرگتر از مقیاس در جهت شعاع خارجی از سطح دایره‌ای است که در نگاره (۴) نیز آمده است که شبکه اصلی شکل هذلولی را دارد و در صورتی که خواسته شود بخش مرکزی نقشه در مقیاس بزرگتر باشد این مشخصه اجتناب‌ناپذیر است.



نگاره (۳): تصویر، مقیاس را به صورت شعاعی (خط چین) نشان می‌دهد و تابع شعاع اصلی (r) است و پارامترهای ورودی $r_1 = 600\text{m}$, $r_0 = 300\text{m}$ $S_s = 1:50000$, $S_1 = 1:10000$ استفاده شده‌اند.

نگاره (۴): اعوجاج در شبکه بندی اولیه، نقشه با مقیاس متغیر را نشان می‌دهد. پارامترهای ورودی مورد استفاده عبارتند از: $r_1 = 600\text{m}$, $r_0 = 300\text{m}$, $S_s = 1:50000$, $S_1 = 1:10000$ ، همان محدوده دایره به شعاع r_0 می‌باشد (نگاره ۱)



منابع و مأخذ

- 1) Agrawala, M. and C. Stolte, 2002. Rendering Effective Route Maps: Improving Usability through Generalization. In Proceeding of SIGGRAPH.
- 2) Gusein-Zade, S.M, and V.S Tikunov, 1993 . A new Technique for Constructing Continuous Cartograms. Cartography and Geographic information systems, Vol.20, No.3.
- 3) Hagerstrand, T, 1957. Migration and area: migration in Sweden. Land Studies in Geography, Series B, Human Geography, No.13
- 4) Guerra, F., and C. Boutoura, 2001. An Electronic Lens on Digital Tourist City-Maps. in Proceedings of the 20th international Cartographic Conference, Beijing, China.
- 5) Snyder, J.P., 1987. "Magnifying-Glass" Azimuthal Map Projections. The American Cartographer, Vol. 14, No. 1

پی نوشت

- 1) Variable - Scale Map
- 2) Mobile Maps