نشریه علمی - پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره چهارم، شماره ۳، بهمن ماه ۱۳۹۳

بهبود بصری‌سازی نقشه در سیستم‌های حمل‌ونقل همراه بر مبنای افکنش چشم‌ماهی

سمیه عباسی*[۱]، محمدرضا ملک [۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری – دانشگاه صنعتی‌خواجه نصیرالدین‌طوسی
somaye.abbasi25@gmail.com

[۲]دانشیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی‌خواجه نصیرالدین‌طوسی
(قطب علمی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی)
mrmalek@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت خرداد ۱۳۹۳، تاریخ تصویب شهریور ۱۳۹۳)

چکیده

در سیستم‌های حمل و نقل همراه، برای هدایت کاربران بین مقاصد مورد نظر، ارائه‌ی نقشه‌ای متناسب با ویژگی‌ها و شرایط محیط‌های همراه لازم است. به گونه‌ای که اطلاعات مکانی به صورت کارآمد و مفید در اختیار کاربر قرار گیرد. منظور از کارآمدی، نمایش و ارائه بهینه اطلاعات مورد نیاز به کاربر است. این تحقیق در زمینه‌ی بهبود نمایش نقشه در سیستم‌های حمل و نقل همراه، استفاده از ایده‌ی اصلی سیستم‌های بافت‌آگاه را بررسی می‌کند. ویژگی اصلی سیستم‌های بافت‌آگاه، ارائه خدمات و نقشه‌سازی با توجه به شرایط و به‌ویژه موقعیت کاربر است، به نحوی که نواحی نزدیک به کاربر با مقیاس بزرگتر و جزئیات بیشتر نمایش داده شود. همچنین نواحی دور از کاربر با مقیاس کوچکتر و محتوای اطلاعات کمتر نمایش داده می‌شوند. در بیشتر مواقع لازم است کاربر ضمن داشتن یک دید کلی از محیط، جزئیات بیشتر و مقیاس بزرگتری از مکان خود داشته باشد تا ارتباط مکان خود با عوارض اطراف و دوردست را نیز درک کند. بنابراین ترسیم یک پنجره‌ی بزرگنمایی برای نمایش موقعیت کاربر، نمی‌تواند پاسخگوی کاملی برای این نیاز باشد. در این پژوهش افکنش چشم‌ماهی[۱] برای بهبود نمایش نقشه در سیستمهای بافت‌آگاه بررسی شده‌است. با پیاده‌سازی این نوع نمایش و بررسی نتایج مشخص شد که بزرگنمایی تحت افکنش چشم‌ماهی، این امکان را به ما می‌دهد تا بتوانیم هنگام بزرگنمایی در ناحیه موردنظر، ارتباط آن قسمت از نقشه را با نواحی اطراف و عوارض جغرافیایی دورتر به راحتی حفظ کنیم. همچنین در مقایسه با پنجره‌ی بزرگنمایی با مقیاس ثابت، استفاده از افکنش چشم‌ماهی با ایجاد اعوجاج کروی درناحیه بزرگنمایی، سبب حفظ یکپارچگی در نمایش نقشه شده و برای نمایش نقشه در سیستم‌های حمل و نقل همراه سودمند است.

واژگان کلیدی: بصری‌سازی، بافت‌آگاه، افکنش چشم‌ماهی، سیستم اطلاعات مکانی همراه، سیستم حمل و نقل همراه

---

* نویسنده رابط

۱ Fisheye projection

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

امروزه استفاده از اطلاعات مکانی در حل مسائل مکان‌مبنا، سبب تسریع و تسهیل در فرایند تصمیم‌گیری‌ها شده است. در این میان، توجه به نیاز کاربران، برای ارائه بهینه اطلاعات مکانی، مسئله‌ی بسیار مهمی است. این موضوع به ویژه در مسائل حوزه‌ی حمل و نقل از جمله هدایت و ناوبریِ کاربران اهمیت داشته و سیستم‌های اطلاعات مکانی همراه، در تسهیل این امر نقش به‌سزایی دارند. در چنین سیستم‌هایی برای هدایت کاربر بین مقاصد مورد نظر، ارائه نقشه‌ای متناسب با ویژگی‌ها و شرایط محیط‌های همراه لازم است. از اهداف اصلی در محیط‌های همراه، کاهش میزان ارتباط صریح کاربران با برنامه کاربردی و خودکارکردن هر چه بیشتر تطبیقِ برنامه‌ها با وضعیت‌های محیطی است. هدف از این امر، تغییر برنامه کاربردی متناسب با شرایط و نیاز کاربران است، تا آنچه یک کاربر در شرایطی مشخص به آن نیاز دارد، به او ارائه شود. برای این منظور هنگام استفاده از برنامه‌های کاربردی، باید محیط به گونه‌ای هوشمند شود تا ضمن کاهش ارتباط صریحِ کاربر، برنامه کاربردی بتواند رفتار بهینه را متناسبِ نیاز کاربرش داشته باشد. سیستم‌های اطلاعات مکانی همراه[۱] و سرویس‌های مکان-مبنا[۲] نیز از این موارد مستثنی نیستند. ویژگی بافت‌آگاهی[۳] امکان درک وضعیت جاری کاربر را برای ارائه سرویس‌ها یا اطلاعات مرتبط با آن شرایط فراهم می‌سازد. هدف از بافت‌آگاهی ایجاد شرایطی مشابه سیستم‌های ادراکی است و اطلاعات بافتی با وارد شدن به روند پردازش‌ها، خروجی مناسبِ کاربر را ارائه خواهدداد. برای اکتساب بافت و متغیرهای محیطی از حسگرها و سنجنده‌های مختلف، متناسب با پیچیدگی بافت استفاده می‌شود. به عنوان مثال برای اکتساب بافتِ موقعیت کاربر، می‌توان از GPS استفاده کرد. کاربران متعددی که در شرایط و موقعیت‌های گوناگونی هستند، هر کدام به گونه‌ای متفاوت از خدمات نیاز دارند. برنامه کاربری باید قابلیت سازگارشدن با افراد و شرایط مختلف راداشته‌باشد، تا تعامل میان کاربر و برنامه کاربردی بهتر پشتیبانی شود.

۱ Mobile GIS
۲ Location-Based Service
۳ Context awareness

مثلا در موقعیت‌های مکانی مختلف، سرویس‌های متفاوتی را ارائه دهند. به منظور شفاف شدن مفهوم بافت، برخی تعاریف و دسته‌بندی‌های مربوط به آن را ارائه می‌کنیم.

Schilit جنبه‌های مهم بافتی را شامل اینکه شما کجا هستید، شما که هستید و چه منابعی در نزدیکی شما قراردارند، معرفی می‌کند[۲۲]. Brown بافت را به عنوان مکان اطراف کاربر، ساعت، روز، فصل ودما تعریف کرده است [۳]. Dey و Pascoe تقسیم‌بندی بافت را به صورت بافت پردازشگری، بافت کاربر، بافت فیزیکی و بافت زمان ارائه داده‌اند[۱۹و۱۰]. بافت پردازشگری، دستگاهها و پردازنده‌های در دسترس کاربر را شامل می‌شود. در این دسته‌بندی، موقعیت مکانی کاربر، مشخصات فردی و ارتباطات اجتماعی فرد از جمله بافتهای کاربر هستند؛ بافت فیزیکی شامل شدت نور، دما و سروصدا در محیط است؛ بافت زمان نیز شامل روز، هفته و فصل خواهدبود. در تعریفی جامع‌تر، بافت به عنوان هر گونه اطلاعاتی که برای تعریف ویژگی‌های یک وضعیت یا هستنده استفاده می‌شود، تعریف شده است. منظور از هستنده، شی، شخص یا وضعیتی است که ویژگی‌های آن برای ارائه خدماتِ متناسبِ نیاز کاربر، توسط برنامه کاربردی به کارگرفته می‌شود[۱۰]. حسابگری بافت‌آگاه، قابلیت یک برنامه کاربردی در تشخیص متغیرهای محیطی و واکنش نشان دادن نسبت به آنها است[۴و۲]. استفاده از بافت در برنامه‌های کاربردی تعاملی، بسیار مهم است به ویژه زمانی که بافتِ کاربر به سرعت تغییر می‌کند. به عنوان مثال یک برنامه کاربردی تعاملی برای اشیای متحرک حداقل به بافت مکان، سرعت و جهت حرکت احتیاج دارد. به طور کلی هدف، تسهیل تعامل بین کاربر و برنامه‌ها است، تا دستیابی سریع کاربر به اطلاعاتی که در وضعیتی مشخص به آن نیاز دارد، میسر شود و در عین حال پیچیدگی ذهنی کاربر را کاهش دهد. تعامل میان کاربر و برنامه‌های کاربردی در سه سطح کلی دسته‌بندی می‌شود. سطح اول حالت شخصی‌سازی‌کردن[۴] است که در آن کاربر، شخصاً تنظیمات مورد نظرش را به برنامه کاربردی معرفی می‌کند تا برنامه مطابق با آنها پیکربندی و ارائه شود. سطح دوم که به صورت منفعل[۵] است به صورت خودکار اطلاعات بافتی را کسب می‌کند، اما تغییر رفتار برنامه کاربردی بر

۴ Personalization
۵ Passive context-awareness

www.SID.ir
Archive of SID

اساس این اطلاعات به صورت خودکار نخواهد بود و کاربر در این رابطه تصمیم‌گیری می‌کند. در سطح سوم، برنامه بافت‌آگاه به صورت فعال[۱] عمل نموده و علاوه بر کسب خودکار اطلاعات بافتی، به صورت خودکار نیز تغییر رفتار می‌دهد[۸].

موقعیت مکانی کاربر به عنوان مهم‌ترین بافت در سیستم‌های اطلاعات مکانی همراه شناخته شده است. سیستم‌هایی که از این بافت استفاده می‌کنند، سیستم‌های مکان‌آگاه[۲] هستند که می‌توان آن‌ها را مبنای خدمات مکان‌مبنا دانست. سرویس‌های مکان‌آگاه زیرمجموعه‌ای از سیستم‌های بافت‌آگاه هستند، با این تفاوت که سرویس‌های بافت‌آگاه علاوه بر موقعیت مکانی کاربر، از یکسری بافت‌های دیگر نیز برای استنباط شرایط کاربران و تطبیق سیستم با این شرایط استفاده می‌کنند[۱].

نمایش[۳]، را می‌توان اولین مرحله‌ی استفاده از اطلاعات مکانی در دستگاه‌های همراه دانست. نمایش نقشه در سیستمهای ناوبری همراه باید متفاوت از نمایش نقشه در رایانه‌های رومیزی باشد. سریع‌ترین راه برای تولید نقشه‌ها، استفاده از همان روش‌های برنامه‌های کاربردی رومیزی و اینترنتی می‌باشد. اما مسئله اصلی، تفاوت میان وضعیت‌های استفاده از نقشه است. نقشه‌ها در صفحه نمایش‌های کوچکِ دستگاه‌های همراه، اغلب در محیط‌های باز استفاده می‌گردند. بنابراین نمایش در این محیط‌ها باید در مقایسه با محیط‌های بسته متفاوت باشد. کاربران به نقشه‌های متفاوتی در شرایط و وضعیت‌های گوناگون نیاز دارند. هنگامی‌که قابلیت استفاده از نقشه‌ها مورد نظر باشد، یکی از مسائل مهم این است که کاربر نوع مفیدی از نقشه را در یک مقیاس مناسب و منطبق با وضعیت خود داشته باشد. حساب‌گری بافت‌آگاه به عنوان راهکاری جهت هوشمند نمودن نمایش نقشه‌ها برای ارائه نقشه‌هایی متناسب با نیاز کاربر مورد توجه است. برنامه‌های کاربردی بافت‌آگاه به صورت پویا رفتارشان را بر اساس بافت‌های کاربر و برنامه‌های کاربردی منطبق می‌کنند. تغییرات محیطی از جمله تغییر مکان کاربر باید بلافاصله شناسایی شده و برنامه‌های کاربردی نیز باید خود را با این تغییرات همیشگی وفق دهند.

مهم‌ترین بافتی که امروزه در سیستم‌های اطلاعات مکانی همراه مورد استفاده قرار می‌گیرد، موقعیت مکانی‌کاربر است. در این سیستم‌ها تمایل بر نقشه‌سازی با توجه به موقعیت مکانی کاربر است. در نقشه‌سازی مکان‌آگاه، نواحی نزدیک به کاربر با مقیاس بزرگتر و جزئیات بیشتر نمایش داده می‌شوند. همچنین نواحی دور از کابر با مقیاس کوچکتر و محتوای اطلاعات کمتر نمایش داده می‌شوند. کاربر در هنگام استفاده از نقشه به جزئیات تمام نواحی نقشه احتیاجی ندارد، بلکه آنچه برای کاربر اهمیت دارد اطلاعات و جزئیات مربوط به مکانی است که در آن قرار دارد. از طرفی بزرگنمایی روی یک قسمت از نقشه سبب از دست رفتن اطلاعات نواحی دورتر می‌شود. پس ترسیم یک پنجره‌ی بزرگنمایی با مقیاس ثابت، برای نمایش موقعیت کاربر، نمی‌تواند پاسخگوی کاملی برای این نیاز باشد. زیرا در بیشتر مواقع کاربر احتیاج دارد که ضمن داشتن یک دید کلی از محیط، بتواند موقعیت خود را با جزئیات بیشتر ببیند. به عبارت دیگر کاربر تمایل دارد که ارتباط مکان خود با عوارض اطراف و دور دست را درک کند، اما در عین حال به جزئیات بیشتری از مکان خود نیاز دارد. نمایش نقشه با ویژگی‌های مورد نظر در سیستمهای بافت‌آگاه نیازمند به کارگیری ابزاری متفاوت از نمایشهای رایج است. برای این منظور، روشی که ما در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌دهیم، بزرگنمایی محدوده اطراف کاربر بر مبنای افکنش[۴] چشم‌ماهی است. تا کنون این افکنش کاربرد زیادی در عکاسی برای خلق تصاویر هنری داشته و در موارد معدودی از آن برای نمایش نقشه استفاده شده است. در هنر عکاسی انتزاعی، هدف حذف برخی از جزئیات با بزرگنمایی برخی از قسمت‌های عکس است. امروزه لنزهای چشم‌ماهی یکی از ابزارهایی است که در عکاسی برای ایجاد صحنه‌های غیرواقعی و غیرعادی به کار می‌رود. لنزهای چشم‌ماهی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که اعوجاج بصری زیادی را به کار می‌برند تا یک تصویر پانورامیک عریض[۵] یا یک تصویر نیم-کره‌ای[۶] بسازند. ساده‌ترین نوع لنزهای چشم‌ماهی، چشمی‌هایی است که روی درب‌های ورودی قرار می‌گیرد. استفاده از افکنش چشم‌ماهی برای بصری‌سازی نقشه،

۱ Active context-awareness
۲ Location aware
۳ Visualization

۴ Projection
۵ Wide panoramic
۶ Hemispherical image

Archive of SID
www.SID.ir

مقیاس غیریکنواختی را به نقشه اعمال خواهدکرد که در سرتاسر نقشه یکسان نخواهدبود. نمونه‌هایی از کارتوگرافی‌های دستی با افکنشی مشابه چشم‌ماهی در نقشه‌های تاریخی دیده شده‌است، برای مثال می‌توان به نقشه‌ی شهر استرازبورگ[۱] در قرن شانزدهم اشاره کرد[۵و۷]. گرچه به نظر می‌آید استفاده از چنین افکنشی برای نمایش نقشه قدمت تاریخی دارد، اما امروزه نمونه‌های چندانی از استفاده عملی افکنش چشم‌ماهی برای نمایش نقشه، دیده نشده است.

در چارچوب پژوهش حاضر، روشی برای کارآمدی نمایشِ نقشه در سیستم‌های حمل و نقل همراه ارائه شده است. در این پژوهش بر آن بوده‌ایم تا با استفاده از ویژگی‌های سیستم‌های بافت آگاه روشی برای بهبود نمایش نقشه در سیستم‌های ناوبری همراه ارائه دهیم. در این راستا با تاکید بر بافتِ مکان کاربر، نوعی از نمایش نقشه مبتنی بر افکنش چشم‌ماهی ارائه شده‌است. مقاله حاضر این‌چنین ساختاردهی شده است: در بخش ۲ به توضیح افکنش چشم‌ماهی و نحوه تصویرسازی و معرفی توابع آن پرداخته شده‌است. سپس انواع استفاده از افکنش چشم‌ماهی در نمایش نقشه را توضیح داده و نتایج حاصل از پیاده‌سازی را در بخش ۳ بررسی می‌کنیم. در بخش ۴ به منظور ارزیابی، نمایش نقشه با افکنش چشم‌ماهی را با بزرگنمایی تحت پنجره با مقیاس ثابت، مقایسه کرده‌ایم. در انتها نتیجه‌گیری و فعالیت آتی آورده شده‌است.

۲- معرفی افکنش چشم‌ماهی

در مقایسه با انسان و دیگر جانوران خشکی‌زی، چشم ماهی‌ها دارای فاصله کانونی کوتاه‌تری بوده و ماهی بیرون از آب را به صورت یک پنجره‌ی مدور می‌بینند. میدان دید افقی و عمودی ماهی‌ها در مقایسه با انسان، بیشتر است. کروی‌تر بودن عدسی چشم ماهی‌ها در مقایسه با جانوران خشکی‌زی دلیل اصلی این پدیده است. با ایده گرفتن از نحوه دید ماهی، انواع لنزهای چشم‌ماهی[۲] ساخته شده‌اند که استفاده از آنها در عکاسی و تصویربرداری مرسوم است. دلیل نام‌گذاری این لنزها، شباهت آنها به چشم ماهی و محدب بودن عدسی بیرونی لنز می‌باشد. این لنزها حداکثر زاویه دید را به بیننده می‌دهند. آنچه لنزهای چشم‌ماهی را از سایرین متفاوت می‌سازد، زاویه میدان دید[۳] ۱۸۰ درجه (و حتی بیشتر) و همچنین تابع تصویرگر[۴] آنها است.

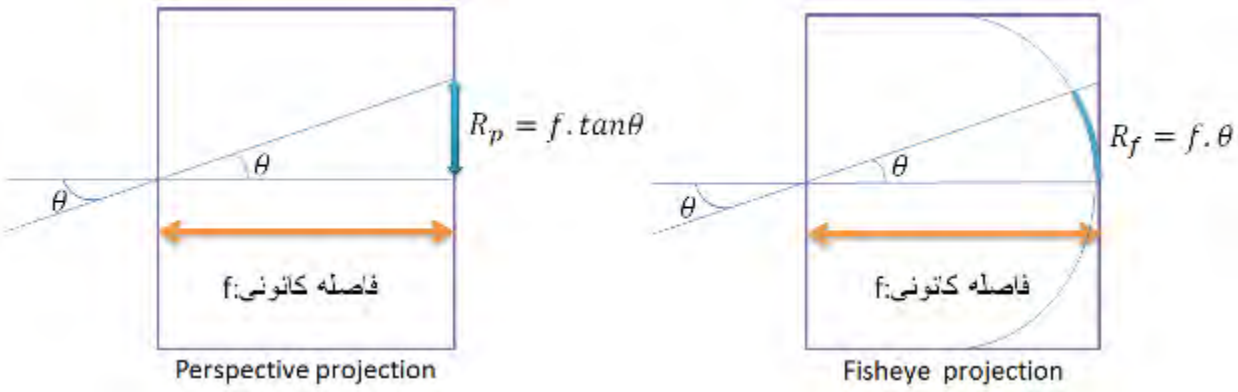
موقعیت هر نقطه از شی درتصویر حاصل از این نوع لنز به زاویه بین محور نوری[۵] و پرتوی نوری[۶] که از هر نقطه‌ی شی به لنز دوربین می‌رسد، و همچنین به فاصله کانونی[۷] لنز و تابع تصویرگر بستگی دارد. تابع تصویرسازی در لنزهای رایج از نوع پرسپکتیو است که به آن مستقیم‌الخط نیز می‌گویند. به لحاظ تئوری چنین تابعی، خطوط مستقیم را بدون اعوجاج و به صورت مستقیم تصویر می‌کند. به این معنا که بین خطوط تصویر و خطوط واقعی انحرافی وجود نخواهد داشت. از این پس در این مقاله به منظور جلوگیری از اشتباه، فاصله شعاعی افکنش مستقیم‌الخط را به R_p و فاصله شعاعی افکنش چشم ماهی را به R_f نمایش می‌دهیم.

شکل ۱ نحوه‌ی تصویرسازی تابع مستقیم‌الخط را در مقایسه با ساده‌ترین تابع چشم‌ماهی نمایش می‌دهد. تابع ریاضی سیستم تصویر مستقیم‌الخط به صورت $R_p = \mathrm{f}.\tan(\theta)$ می‌باشد، که در آن R_p فاصله شعاعی بین مرکز تصویر و هر نقطه بر روی عکس، $\mathbf{f}$ فاصله کانونی لنز و θ زاویه بین محور نوری و پرتوی نوررسیده از شی است[۱۴و۱۵].

۱ Strasbourg
۲ Fisheye

۳ Field Of View-FOV
۴ Mapping function
۵ Optical axis
۶ Light beam
۷ Focal length

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۱- فاصله شعاعی در تابع مستقیم‌الخط(سمت چپ) و ساده ترین تابع چشم ماهی (سمت راست)

جدول ۱- توابع مختلف تصویرگر چشم ماهی

Projection	معادل فارسی اسم افکنش	رابطه ریاضی
Equidistant fisheye	چشم ماهی هم‌فاصله	$R_f = f.\theta$
Stereographic fisheye	چشم ماهی همدیس	$R_f = 2f.\tan(\frac{\theta}{2})$
Orthographic fisheye	چشم ماهی متعامد	$R_f = f.\sin(\theta)$
Equisolid angle fisheye	چشم ماهی هم‌مساحت	$R_f = 2f.\sin(\frac{\theta}{2})$

کوچکیِ زاویه میدان دید در تصویر حاصل از این نوع افکنش، محدودیت تابع مستقیم‌الخط محسوب می‌شود، به طوری‌که برای داشتن یک تصویر با زاویه دید°۱۸۰، با ابعاد قاب عکسبرداری مشخص، لازم است که فاصله کانونی صفر شود. بنابراین دستیابی به زاویه میدان دید °۱۸۰ با استفاده از این افکنش، میسر نخواهدبود. در واقع در صورت استفاده از چنین تابع تصویری، با بزرگ‌تر شدن زاویه میدان دید، باید ابعاد قاب عکسبرداری نیز افزایش یابد. به منظور برطرف نمودن این محدودیت‌ها سیستم تصویرهای اپتیکی طراحی شدند. هدف این سیستم‌ها استفاده از توابعی برای انقباض یا کشیدن تصویر اشیای واقع در حاشیه میدان دید بود، به گونه‌ای که امکان افزایش زاویه θ با ثابت ماندن فاصله کانونی فراهم شود. به عبارت دیگر با این گونه سیستم‌های اپتیکی، بزرگنمایی و مقیاس در سرتاسر تصویر یکسان نخواهد بود. این نکته‌ای است که لنزهای چشم‌ماهی را از سایر لنزها متفاوت می‌سازد. سیستم‌تصویر چشم‌ماهی، تصویر را دچار تحدب می‌کند. اعوجاج ناشی از این سیستم تصویر، با افزایش فاصله از محورنوری، کاهش می‌یابد. نتیجه‌ی این اعوجاج، تاثیر خود را به صورت تصویر شدن منظره روی یک نیم‌کره نشان می‌دهد.

روش‌هایی برای تصویرکردن یک کره بر روی صفحه دو بعدی وجود دارد، از جمله توابع مختلف تصویرگر چشم‌ماهی که درجدول ۱ ارائه شده اند.

ساده‌ترین تابع تصویرگر چشم‌ماهی، تابع هم‌فاصله می‌باشد که برای $\theta > 90^{\circ}$ واگرا نمی‌شود. تصویر حاصل از این تابع که به هم مقیاس نیز معروف است، فواصل زاویه‌ای را حفظ کرده و برای اندازه‌گیری زاویه‌ای، مثل کاربردهای آن در تهیه نقشه ستارگان[۱]مناسب است. در این افکنش، فاصله شعاعی R_f هر نقطه مثل p روی صفحه عکس مستقیماً از زاویه‌ی بین پرتوی نوری رسیده از آن نقطه و محور نوری به دست می‌آید و مساوی است با طول کمان بین محور نوری و تصویر نقطه p روی کره، بنابراین امکان تصویرکردن زاویه فضایی کامل ۳۶۰ درجه روی صفحه عکس وجود دارد[۱۳و۱۲و۱۱]. شمایی ازنحوه تصویرسازی افکنش چشم‌ماهی هم فاصله در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به شکل۳ تابع تصویرگر چشم‌ماهی هم‌فاصله به صورت:

$$R_f = f.\theta \quad (1)$$

خواهد بود. این تابع تمام خطوط مستقیمی که محور نوری را قطع نکنند به صورت خطوط منحنی تصویر می‌کند.

دومین تابع معروف چشم‌ماهی، هم‌مساحت می‌باشد و در کاربردهای هواشناسی به کار می‌رود. این تابع برای اندازه‌گیری مساحت مناسب است، اما اشیای موجود در حاشیه تصویر به ویژه برای $\theta > 90^{\circ}$ شدیداً کشیده می‌شود، در نتیجه برای زوایای بیش از ۹۰ درجه مساحت ثابت باقی نمی‌ماند. در این تصویرگر، فاصله نقطه‌ی تصویر شده تا مرکز عکس مساوی با طول وتر رو به کمان بین

۱ Star map

Archive of SID
www.SID.ir

محورنوری و نقطه p روی کره است. در شکل ۴ و۵ شمایی از نحوه تصویر شدن یک نقطه از روی کره چشم ماهی به روی صفحه‌ی عکس نمایش داده شده است. صورت کلی این تابع به صورت:

$$R_f = k_1.f.sin(\frac{\theta}{k_2}) \quad (2)$$

است. مقادیر k_1 وk_2برای هر افکنش چشم‌ماهی متناسب با کاربرد، تغییر می‌کند، اما معمولا $k_1 = k_2 = 2$ در نظر گرفته می‌شود:

$$R_f = 2f.sin(\frac{\theta}{2}) \quad (3)$$

سومین تابع چشم‌ماهی، افکنش متعامد، حاشیه‌ها را خیلی فشرده می‌کند و تاکید بیشتری روی مرکز عکس دارد، به طوریکه مرکز عکس را بزرگتر نشان می‌دهد و بزرگنمایی در مرکز قاب عکسبرداری بیشتر از کناره‌ها خواهد بود. این تصویرگر محدود به زاویه $\theta \leq 90^{\circ}$ است. این تابع، نقطه‌ی تصویرشده روی کره را به صورت عمودی روی صفحه تصویر می‌کند. با توجه به شکل۶ و۷ تابع تصویرگری در چشم‌ماهی متعامد به صورت زیر است[۱۲و۱۱]:

$$R_f = f.\sin(\theta) \quad (4)$$

این تابع نمی‌تواند نقاطی که بیش از ۹۰ درجه از محور نوری فاصله دارند را تصویر کند. همچنین اعوجاج این افکنش نسبت به توابع دیگرچشم‌ماهی بیشتر است. زیرا همانطور که در تصاویر نیز می‌بینید اختلاف بین R_P و R_f در این تابع از سایرین بیشتر شده است.

چهارمین تابع چشم‌ماهی، افکنش همدیس، [۱]زوایا را حفظ می‌کند و برای عکاسان ایده آل است. زیرا اشیا موجود در حاشیه تصویر را خیلی فشرده نمی‌کند. در این سیستم تصویر، همانند سایر توابع تصویرسازی که در بالا به آنها اشاره شد، برای تصویرسازی یک نقطه‌ی سه بعدی روی کره، مرکز افکنش منطبق بر مرکز کره است. اما در اینجا برای تصویرسازی نقطه از روی کره به صفحه عکس، نقطه مماسی مقابل به عنوان مرکز تصویرسازی می‌باشد. در این تصویرگر خطوط عمودی، عمود باقی می‌مانند و به آن یکنواخت[۲] نیز می‌گویند. این تابع حاشیه‌ها را خیلی دچار اعوجاج نمی‌کند و ویژگی اشیا تقریبا حفظ می‌شود.

افکنش چشم‌ماهی همدیس به صورت زیر است[۱۴و۱۳و۱۲و۱۱]:

$$R_f = 2f.\tan\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (5)$$

نحوه تصویرسازی این تابع نیز در شکل های ۸ و ۹ نمایش داده شده است. با مقایسه توابع مختلف تصویرگر چشم‌ماهی مشخص می‌شود که تابع مستقیم‌الخط در یک فاصله کانونی با ابعاد فریم مشخص، زاویه دید کمی را پوشش می‌دهد. در حالی که توابع تصویرگر چشم‌ماهی، قادر به تصویر نمودن زوایای بزرگتر با فواصل مختلف از مرکز عکس می‌باشند.

۳- چارچوب بصری‌سازی نقشه با افکنش چشم‌ماهی

همانطورکه نحوه تصویرسازی توابع مختلف چشم‌ماهی را در شکلهای ۲ تا ۹ مشاهده می‌کنید، افکنش چشم‌ماهی همدیس مرکز تصویر را کوچکتر کرده یا مقیاس بزرگتری به حاشیه‌ها می‌دهد، از آنجا که یکی از اهداف مکان‌آگاهی بزرگنمایی محل جاری بوده در نتیجه این تابع برای کاربرد مورد نظر ما مناسب نمی‌باشد.

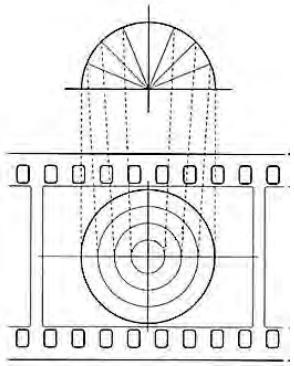
تابع هم‌مقیاس میدان دید وسیعی در اختیار می‌دهد و اگرچه وسط تصویر را با اعوجاج کمتری نشان می‌دهد، اما بزرگنمایی چندانی ندارد، در نتیجه این تابع نیز برای کاربرد مورد نظر ما چندان مناسب نیست. بنابر این توابع متعامد و هم‌مساحت، توابع مناسب‌تری برای منظور ما می‌باشند.

تابع متعامد در مقایسه با تابع هم‌مساحت مقیاس بزرگتری به مرکز عکس می‌دهد، اما در عوض زاویه دید کمتری فراهم می‌کند. بنابراین در این مقاله به منظور دستیابی به هدفمان یعنی نمایش نقشه‌ی محدوده اطراف کاربر با مقیاس بزرگتر، از اعوجاجی نظیر توابع متعامد و هم‌مساحت استفاده شده‌است. تابع متعامد عوارض موجود در حاشیه‌ی افکنش را با فشردگی شدید نمایش می‌دهد که مشاهده‌ی عوارض حاشیه تصویر را کاملاً از کاربر سلب می‌کند. در نتیجه استفاده از افکنشی نظیر تابع هم‌مساحت برای هدف ما، بهینه به نظر می‌رسد. تابع چشم‌ماهی هم‌مساحت به گونه‌ای تعیین شد تا یک افکنش کروی حاصل شود.به منظور مشاهده نتایج حاصل از به کارگیری افکنش چشم‌ماهی، یک نمونه سیستم اطلاعات مکانی همراه بافت‌آگاه برای نمایش نقشه در قالب تعاملی پیاده‌سازی کرده‌ایم و نتایج این پیاده سازی را در صفحه‌ی یک تلفن همراه در تصاویر ۱۰ تا ۱۳ مشاهده می‌کنید.

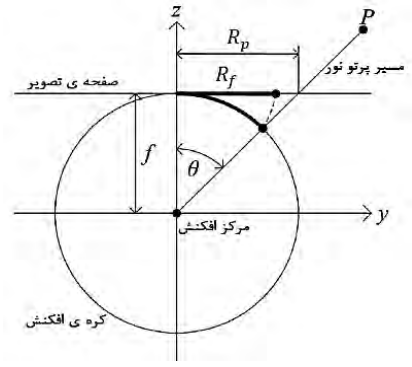
---

۱ Stereographic fisheye projection
۲ conformal

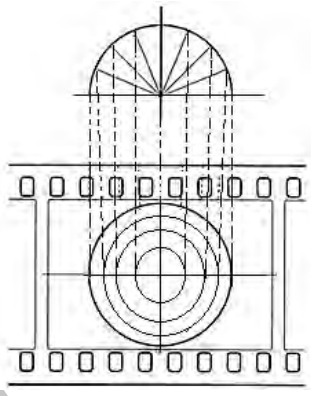
Archive of SID
www.SID.ir



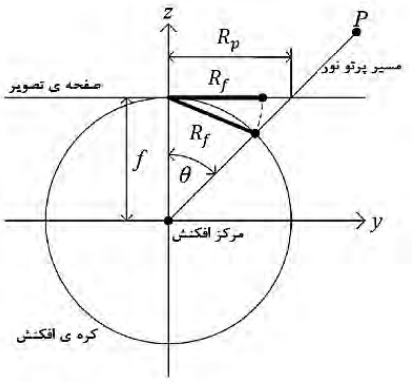
شکل۲- شمایی ازنحوه تصویرسازی افکنش چشم‌ماهی هم‌فاصله



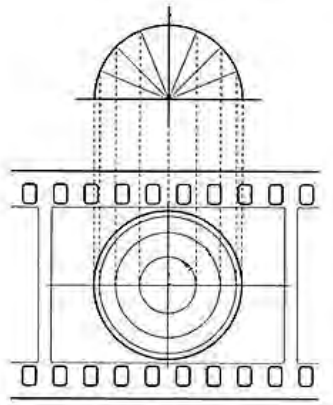
شکل۳- فاصله شعاعی هر نقطه از مرکز تصویردر افکنش چشم‌ماهی هم‌فاصله



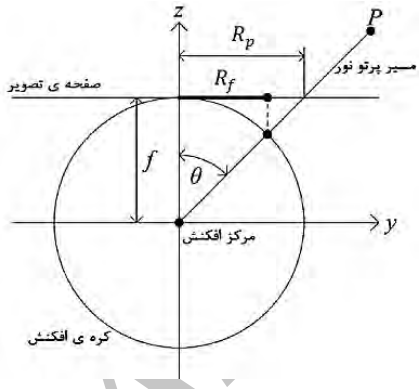
شکل۴- شمایی از نحوه تصویرسازی افکنش هم‌مساحت



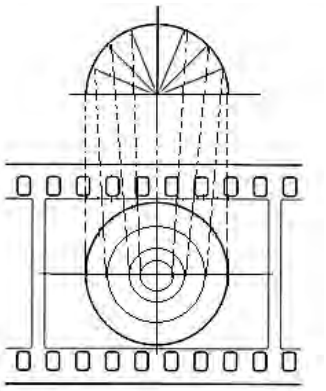
شکل۵- فاصله شعاعی هر نقطه از مرکز تصویر در افکنش هم‌مساحت



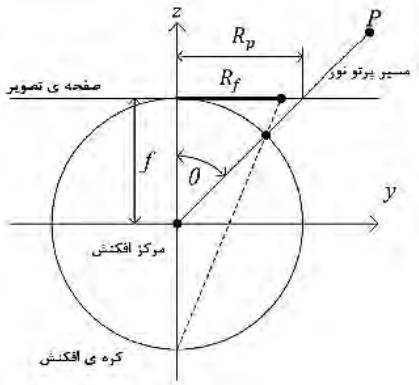
شکل۶- شمایی از نحوه تصویرسازی افکنش چشم‌ماهی متعامد



شکل ۷- فاصله شعاعی هر نقطه از مرکز تصویر درافکنش چشم‌ماهی متعامد



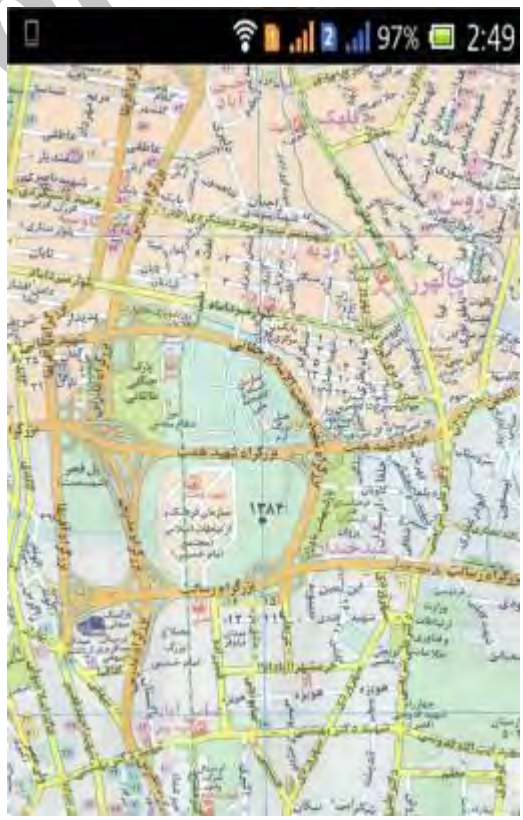
شکل۸- شمایی از نحوه تصویرسازی افکنش چشم ماهی همدیس



شکل۹- فاصله شعاعی هر نقطه از مرکز تصویر در افکنش چشم‌ماهی همدیس

www.SID.ir

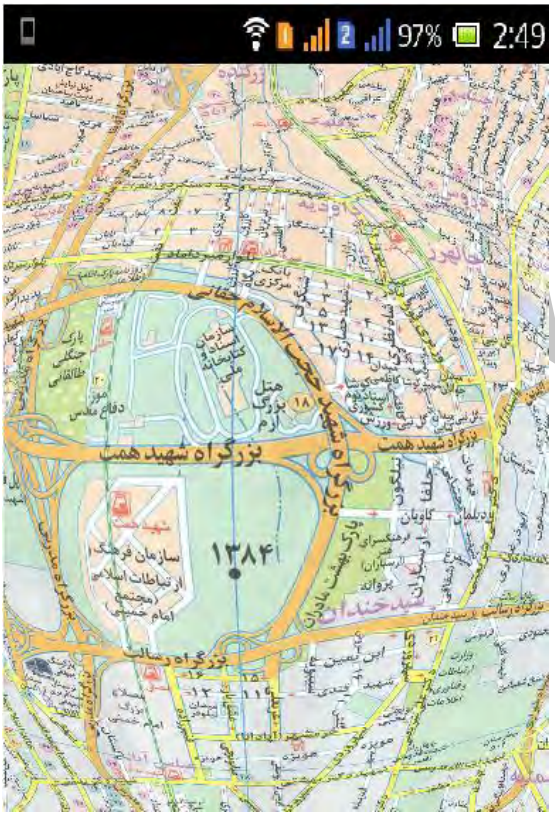
در پیاده‌سازی این نمایش، از کدهای HTML5 و JavaScript استفاده شده است. هر چند برای پیاده سازی از استانداردهای مبتنی بر وب استفاده شده، اما لزوماً نمایش نقشه به صورت برخط مد نظر نیست. با توجه به هدف این تحقیق که در بخش مقدمه به آن اشاره شد، بافت مکان کاربر را به عنوان بافت اصلی در سیستم در نظر گرفته‌ایم و نمایش نقشه با توجه به مکان کاربر تغییر می‌کند. معمولاً کاربر به کاوش چندین قسمت از نقشه می‌پردازد، بنابراین ترسیم پنجره‌ی بزرگنمایی و جابجایی‌های مداوم برای کاربر دشوار است. بنابراین در کاربردهای سیار که فرد به سرعت عمل بالاتری احتیاج دارد، مناسب‌تر است که از یک پنجره‌ی بزرگنمایی متحرک استفاده شود. این پنجره می‌تواند با توجه به بافت مکان کاربر روی نقشه حرکت کند. این بافت می‌تواند به صورت خودکار از مختصات مکانی وی استخراج شده یا به صورت منفعل عمل نموده و توسط خود کاربر به سیستم وارد شود.



شکل۱۰- نمایش نقشه به صورت رایج (مقیاس ثابت در سرتاسر نقشه)

همانطور که در شکل۱۰دیده می‌شود، نمایش نقشه به صورت رایج دربردارنده جزئیات زیادی است که کاربر در آنِ واحد به تمام جزئیات نقشه احتیاجی ندارد، بلکه اطلاعات اطراف کاربر از اهمیت بیشتری برخوردارنبوده و مقیاس بزرگتری را نیازمند است. در نمایش نقشه به صورت متداول، یک مقیاس ثابت در سرتاسر نقشه به‌کارگرفته می‌شود. اما این نمایش رایج با توجه به ویژگی‌های سیستم‌های بافت‌آگاه، در این سیستم‌ها نمی‌تواند به کارگرفته شود.

بافت مکان کاربر باید به منظور نقشه‌سازی، متناسبِ نیاز کاربر به کار گرفته‌شود. استفاده از چشم‌ماهی به طوریکه کل نقشه در قالب این افکنش نمایش داده شود، موجب ایجاد اعوجاج در سرتاسر نقشه می‌شود. این نقشه به کاربر اجازه می‌دهد تا ضمن مشاهده جزئیات بیشتر در مرکز نقشه بتواند قسمت وسیعی از نقشه را مشاهده کند. در شکل۱۱ نمونه ای از نمایش نقشه با افکنش چشم‌ماهی کروی را می‌بینید.



شکل۱۱- نمایش کل نقشه با افکنش چشم‌ماهی کروی
(بزرگنمایی با مقیاس غیریکنواخت)

گرچه نمایش نقشه با افکنش چشم‌ماهی به کاربر اجازه می‌دهد تا ضمن مشاهده جزئیات بیشتر در مرکز نقشه بتواند قسمت وسیعی از نقشه را مشاهده کند، اما ممکن است بروز اعوجاج در کل نقشه، خیلی مطلوب نباشد. در نتیجه ما در این پژوهش نمایش نقشه با

www.SID.ir

بزرگنمایی تحت سیستم تصویر چشم‌ماهی با توجه به بافت مکان کاربر به همراه نمایش زمینه‌کلی نقشه را پیشنهاد داده‌ایم که به آن تمرکز-زمینه[۱] گویند. ناحیه‌ی تمرکز، اطراف مکان کاربر مثل خیابان یا محله‌ای که کاربر در آن حضور دارد، می‌باشد. اطلاعات قسمت تمرکز در مقیاس بزرگتر و با جزئیات بیشتری در اختیار است. ناحیه زمینه به عنوان مثال نقشه‌ی کلی شهر یا یک منطقه، عبارت است از نمای کلی نقشه که فاصله بیشتری از کاربر داشته و نمایش اطلاعات آن نواحی با مقیاس بزرگ و جزئیات زیاد، در کاربردهای سیستم اطلاعات مکانی همراه، لازم نیست. هدف اصلی در اینگونه بصری‌سازی، ارائه اشیایی با بیشترین اهمیت و با جزئیات کامل بوده، در حالی که همزمان یک دید کلی به تمام اطلاعات داشته باشد. در این روش سه زیرنهاد اساسی را می‌پذیریم. نخست اینکه کاربر همچنان که به اطلاعات جزئی‌تر از محیط نزدیک خود با بزرگنمایی[۲] نیاز دارد، به اطلاعات کلی زمینه[۳] نیزنیاز دارد. زیرنهاد دوم این است که اطلاعات مورد نیاز کلی[۴] ممکن است از اطلاعات مورد نیاز به صورت جزئی[۵] متفاوت باشد. زیرنهاد سوم امکان ترکیب دو نوع اطلاعات در قالب یک نمایش برای دید کاربر است. همانطور که ملاحظه می‌شود زیرنهادهای یاد شده در تمام سیستم‌های مکان‌آگاه مورد نیاز می‌باشند.

قانون بصری‌سازی اطلاعات اظهار می‌دارد که باید با اهمیت‌ترین داده‌ها در نقطه‌ی کانون با جزئیات و مقیاس بزرگتر نمایش داده شود و نواحی اطراف کانون که عبارت است از زمینه، باید نمایش داده شوند، تا به درک چگونگی ارتباط اطلاعات مهم با کل اطلاعات کمک کند. نواحی دور از کانون همانند نمایش چشم‌ماهی در مقیاس کوچکتر نمایش داده خواهدشد. ایده‌ی اصلی تمرکز-زمینه بر سه اصل استوار است. اولین اصل این است که نواحی منتخب با جزئیات بیشتر نمایش داده شود. اصل دوم الزام می‌دارد که نمای کلی (context) با جرئیات کمتری حفظ شود و اصل سوم بیان می‌کند که باید تمام فضای اطلاعات قابل مشاهده باشد .

۱ Focus-context
۲ Focus
۳ context
۴ Over view
۵ detail

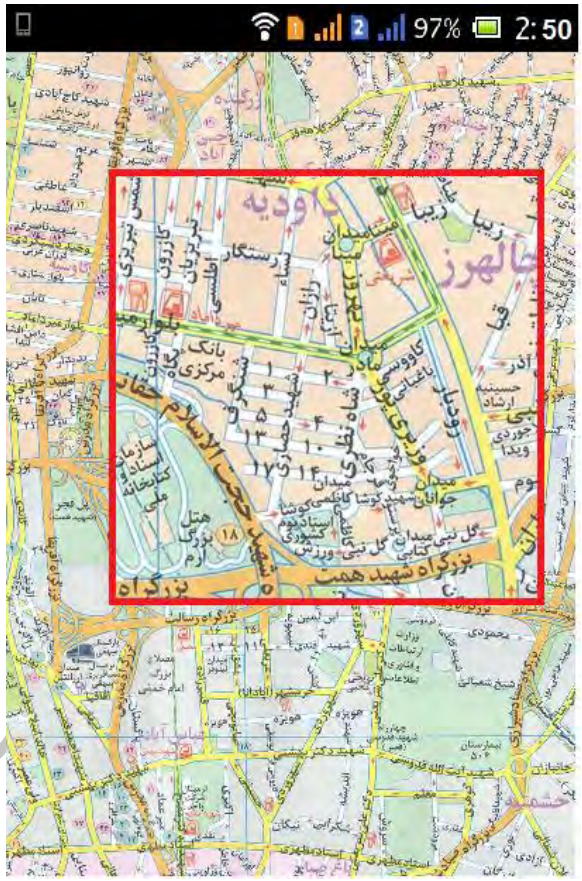
شرایطی را در نظر بگیرید که کاربر در حال حرکت در مسیری طولانی است که از مقاصد مختلفی عبور می‌کند. بنابراین فرد احتیاج دارد که بخش وسیعی از نقشه را مشاهده کند و ارتباط جغرافیایی بین مقاصد مختلفش را درک نماید، همچنین کاربر نیاز به مشاهده‌ی جزئیات بیشتر در هر مقصد دارد. روش پیشنهاد شده در این مقاله، یعنی تمرکز-زمینه قادر به نمایش نقشه با جزئیات بیشتر و بزرگنمایی روی نواحی پر اهمیت با توجه به بافت مکان کاربر است و در عین حال نمای کلی نقشه و عوارض محیط اطراف را در مقابل دید می‌گذارد. این روش بر خلاف افکنش معمولی چشم‌ماهی، فرد را قادر می‌سازد تا ضمن رویت نقشه روی قسمتهای مورد نظر خود بزرگنمایی مشابه لنزهای چشم‌ماهی داشته باشد. این روش مانع از ایجاد اعوجاج در کل نقشه می‌شود. در شکل۱۳ نمونه‌ای از نمایش نقشه به صورت تمرکز-زمینه را می‌بینید، در این تصویر ناحیه بزرگنمایی با چشم‌ماهی با دایره مشخص شده‌است. در این تصویر محل جاری کاربر به عنوان مرکز افکنش چشم‌ماهی لحاظ شده‌است و در نمایش، بزرگترین مقیاس را دارا می‌باشد. همانطور که قبلا نیز به آن اشاره شد، با توجه به ویژگی‌های تابع هم‌مساحت، ما برای بصری‌سازی نقشه از ویژگی‌های این تابع برای ایجاد یک اعوجاج کروی استفاده کرده‌ایم. همچنین محل بزرگنمایی به صورت پیوسته با تغییر مکان کاربر، جابجا می شود و کاربر راحت‌تر از نقشه استفاده می‌کند.

۴- ارزیابی نتایج

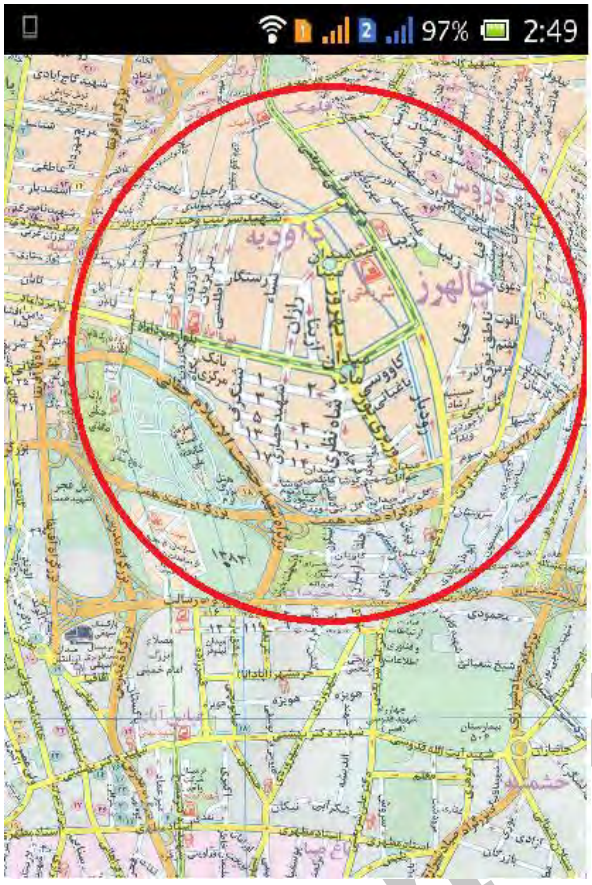
به منظور ارزیابی نتایج، بزرگنمایی نقشه را در دو حالت، یکی با مقیاس ثابت و دیگری با چشم‌ماهی را با هم مقایسه می‌کنیم. بزرگنمایی تحت سیستم تصویر چشم‌ماهی این امکان را به کاربر می‌دهد که بتواند در هنگام بزرگنمایی در ناحیه موردنظر، ارتباط آن قسمت از نقشه را با نواحی اطراف و عوارض جغرافیایی دورتر به راحتی درک کند(شکل۱۳). این امکان از طریق بزرگنمایی بیشتر روی قسمت مرکزی نقشه و بزرگنمایی کمتر در حاشیه‌ها، میسر می‌شود. بدین‌ترتیب با نمایش نقشه مشابه یک نیم‌کره، با افزایش فاصله از مرکز، به تدریج بزرگنمایی کمتر شده و ناحیه‌ی مورد نظر به نرمی با سایر قسمتهای

Archive of SID
www.SID.ir

نقشه که بدون اعوجاج مانده وصل می‌شود. حفظ پیوستگی و یکپارچگی در سرتاسر نقشه، ویژگی مفید بزرگنمایی چشم‌ماهی خواهد بود. در هنگام استفاده از یک پنجره‌ی بزرگنمایی با مقیاس ثابت (شکل۱۲) ، هرچند پنجره به صورت متحرک باشد و قابلیت جابجایی روی نقشه را داشته باشد، اما موجب گسستگی در تصویر شده و امکان درک ارتباط قسمت بزرگ شده‌ی نقشه با خیابانهای مجاور از دست می‌رود.



شکل۱۲- از دست رفتن پیوستگی عوارض روی نقشه با مقیاس ثابت در پنجره بزرگنمایی



شکل۱۳- نمایش نقشه با بزرگنمایی محدوده کاربر (روش تمرکز-زمینه) و حفظ پیوستگی عوارض نقشه با بزرگنمایی چشم ماهی

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این پژوهش کاربرد افکنش چشم‌ماهی در نمایش نقشه در محیط‌های بافت‌آگاه مورد بررسی قرار گرفت تا به عنوان روشی جهت بهبود نمایش و بزرگنمایی نقشه در سیستم‌های حمل‌ونقل همراه مورد استفاده قرار گیرد. انواع روابط چشم‌ماهی با توابع مختلف و نحوه نمایش خروجی آنها بررسی شد. با توجه به نوع اعوجاجی که این روابط در خروجی ایجاد می‌کنند پیاده‌سازی مسئله به گونه‌ای انجام شد تا اعوجاجی کروی مشابه افکنش چشم‌ماهی هم‌مساحت در نقشه به کارگرفته شود. نتایج به دست آمده نشان داد که استفاده از توابع تصویرگر چشم‌ماهی برای نمایش نقشه، به منظور دست‌یابی به مقیاس بزرگتر در مرکز تصویر، می‌تواند مناسب باشد. امادر هنگام کارکردن بانقشه‌های رستری، استفاده از افکنش چشم‌ماهی همانند هر نوع تابع بزرگنمایی دیگری ممکن است سبب کاهش کیفیت تصویر شود. این مشکل را می‌توان با استفاده از داده‌های برداری و یا داده‌های رستری با توان تفکیک بالاتر مرتفع کرد. همچنین با بررسی توابع مختلف تصویرگر چشم‌ماهی مشخص گشت که برای این منظور، باید از تصویرگری استفاده کرد که مقیاس بزرگتری در مرکز ارائه دهد و اعوجاجی مشابه توابع متعامد یا هم‌مساحت ایجاد کند. در صورتی که هدف، نمایش نواحی بیشتری ضمن بزرگنمایی مرکز نقشه باشد، به علت فشردگی شدید عوارض حاشیه‌ای در

www.SID.ir

خروجی تابع متعامد، استفاده از افکنش هم‌مساحت بهتر است. زیرا زاویه میدان دید بزرگتری را پوشش می‌دهد.

به طور کلی ارائه نقشه در سیستم‌های اطلاعات مکانی همراه توجه به بافت کاربر به ویژه بافت مکان کاربر، بسیار حائز اهمیت است. نمایش چشم‌ماهی می‌تواند ضمن ارائه اطلاعات با مقیاس بزرگتر در مرکز نقشه، اطلاعات کلی و ارتباطات مکانی محل کاربر را با مناطق دورتر به صورت یکجا در معرض دید مخاطب بگذارد. از طرفی سیستم‌های نمایش نقشه که امروزه موجود هستند به کاربر اجازه می‌دهد تا با ترسیم پنجره بزرگنمایی، منطقه مورد نظر خود را با مقیاس بزرگتری مشاهده کند، اما این عمل ضمن ایجاد پیچیدگی ذهنی، مشاهده نمای کلی اطلاعات نقشه را از او سلب می‌کند. در نتیجه استفاده از بزرگنمایی چشم‌ماهی برای نمایش نقشه در سیستم‌های بافت‌آگاه روشی مناسب به نظر می‌رسد. بدین ترتیب در سیستم‌های حمل‌ونقل همراه، با بهره‌گیری از بافت مکان کاربر، بزرگنمایی نقشه بر مبنای چشم‌ماهی نتیجه مناسب‌تری نسبت به پنجره‌ی بزرگنمایی با مقیاس ثابت خواهد داشت.

روش تمرکز-زمینه که در این تحقیق برای نمایش نقشه در سیستم‌های ناوبری همراه و بافت‌آگاه به کار رفت، این امکان را فراهم می کند که بتوان محل جاری کاربر و نواحی مجاور آن را با مقیاس بزرگتری مشاهده کرد، در حالیکه با فاصله از مکان جاری کاربر، به تدریج بزرگنمایی کمتر شده و ناحیه‌ی مورد نظر به نرمی با سایر قسمتهای نقشه که بدون اعوجاج مانده وصل می‌شود. حفظ پیوستگی و یکپارچگی در سرتاسر نقشه، ویژگی مفید بزرگنمایی چشم‌ماهی خواهد بود. از طرفی مرکز بزرگنمایی چشم‌ماهی به طور پیوسته با تغییر مکان کاربر، جابه‌جا می‌شود و کاربر راحت‌تر می‌تواند از نقشه استفاده کند.

مراجع

[۱] م.ملک، (۱۳۹۱)،" اطلاعات مکانی بافت آگاه و حسابگری هرجاگاه"،تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی. شابک: ۹۷۸۶۰۰۶۳۸۳۳۸۵

[2] L. Barkhuus , A. Dey, (2003), “Is Context-Aware Computing Taking Control Away From The User? Three Levels Of Interactivity Examined” Proceedings Of Ubicomp, Springer, Pp. 150-156.

[3] P.J. Brown, J.D. Bovey, X. Chen,(1997), “Context-Aware Applications” The Laboratory To The Marketplace, Ieee Personal Communications, Vol. 4 , No. 5, Pp. 58-64.

[4] L. Barkhuus, (2003), “Context Information Vs. Sensor Information: A Model For Categorizing Context In Context-Aware Mobile Computing”, Symposium On Collaborative Technologies And Systems, Pp. 127-133, San Diego, Ca.

[5] C. Boutoura, V. Tsioukas, A. Tsorlini,(2012), “Experimenting Fisheye-Lens Functions In Studying Digitally Particular Historic Maps”, E-Perimetron, Vol. 7, No. 3, Pp. 111-123.

[6] E. Bertin , F. Jeanne , N. Crespi , B. Chihani ,(2011),”Context-Aware Systems: A Case Study”, The International Conference On Digital Information And Communication Technology And Its Applications, Dijon : France.

[7] C. Boutoura, V. Tsioukas, A. Tsorlini, (2012), “Experimenting Fisheye-Lens Functions In Studying Digitally Particular Historic Maps”, E-Perimetron, Vol. 7, No. 3, Pp. 111-123.

[8] G. Chen , D. Kotz. , (2000),”A Survey Of Context-Aware Mobile Computing Research”, Department Of Computer Science, Darthmouth College.

[9] S.K. Card, J.D.Mackinlay, B. Shneiderman, (1999), “Readings In Information Visualization: Using Vision To Think” Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, Califomia, , Pp. 1-34.

[10] A.K. Dey, G.D. Abowd , A. Wood,(1999) ” A Framework For Providing Self-Integrating Context-Aware Services”. Knowledge-Based Systems, Vol. 11 , Pp. 3-13.

[11] C. Hughes ,R. Mcfeely, P. Denny, M. Glavin, E. Jones, (2010), “Equidistant Fish-Eye Perspective With Application In Distortion Center Estimation,” Image And Vision Computing , Vol. 28 , Pp. 538–551.

Archive of SID
www.SID.ir

[12] C. Hughes, P. Denny, M Glavin, E. Jones ,(2010) ,"Equidistant Fish-Eye Calibration And Rectification By Vanishing Point Extraction" , Pattern Analysis And Machine Intelligence, (Ieee) ,Vol. 32 No. 12 , Pp. 2289 – 2296

[13] C. Hughes, P. Denny, E. Jones, M. Glavin, (2010)," Accuracy Of Fish-Eye Lens Models".

[14] C. Hughes, E. Jones, M. Glavin, P. Denny,(2009), "Validation Of Polynomial-Based Equidistance Fish-Eye Models".Signals And Systems Conference (Issc), Iet Irish , Pp. 1 – 6.

[15] C. Hughes, M. Glavin, E. Jones, P. Denny,(2009), "Wide-Angle Camera Technology For Automotive Applications," Intelligent Transport Systems, (Iet) , Vol. 3 , No. 1 , Pp. 19 – 31.

[16] W. Liu , X. Li , D. Huang ,(2011), "A Survey On Context Awareness" , International Conference On Computer Science And Service System (Csss) ,Pp. 144 – 147.

[17] R.Meier, A.Harrington, V.Cahill, (2006), Towards Delivering Context-Aware Transportation User Services, Ieee Intelligent Transportation Systems Conference, Toronto, Canada.

[18] M.Olsen, (2013), Integration Of Map Use And Context-Awareness With Public Transport Data, Department Of Civil And Transport Engineering, Master Thesis.

[19] J. Pascoe, (1998),"Adding Generic Contextual Capabilities To Wearable Computers", 2nd International Symposium On Wearable Computers, Pp. 92-99.

[20] A. Ryberg, B. Lennartson, A.-K. Christiansson, M. Ericsson, L. Asplund, (2011), "Analysis And Evaluation Of A General Camera Model" , Journal Of Computer Vision And Image Understanding, Vol. 115, No. 11, Pp. 1503-1515.

[21] D. Schneider, E. Schwalbe, H.-G. Maas, (2009), "Validation Of Geometric Models For Fisheye Lenses", Isprs Journal Of Photogrammetry And Remote Sensing, Vol. 64, No. 3, Pp. 259-266.

[22] B. Schilit, N. Adams, R. Want, (1994),"Context-Aware Computing Applications". 1st International Workshop On Mobile Computing Systems And Applications, Pp. 85-90.

[23] S. Shadram, (2010), "Thesis: Evaluation Of Focus + Context Techniques Applied To Network Data Visualizations", International Institute For Geo Information Science And Earth Observation, Itc, Netherlands.

[24] D. Yamamoto, S. Ozeki, N. Takahashi, (2009), "Focus+ Glue+ Context: An Improved Fisheye Approach For Web Map Services".

Archive of SID

www.SID.ir