

مصورسازی اطلاعات

فریبرز درودی^۱

چکیده

مصورسازی اطلاعات روشی است برای ارائه اطلاعات به صورت غیر سنتی و به شکل گرافیک تعاملی. مصورسازی اطلاعات با استفاده از گرافیک و تصاویر متحرک رنگی دو و سه‌بعدی صورت می‌گیرد. این گونه مصورسازی‌ها می‌تواند ساختار اطلاعات را به تصویر کشد و اجازه دهد تا کاربر کاملاً آن را هدایت و اصلاحاتی را از طریق تعامل‌های گرافیکی اعمال کند. مصورسازی اطلاعات شاخه‌ای از گرافیک رایانه‌ای و رابط کاربر است که با نمایش تعاملی و یا تصاویر رقمی متحرک توسط کاربران برای درک اطلاعات وابستگی دارد. مصورسازی اطلاعات به معنی استفاده از تعامل، نمایش حساس و نوعاً مصور داده‌های انتزاعی برای تقویت ادراک آدمی است. یکی از کاربردهای مصورسازی، مصورسازی جغرافیایی است، مانند نظام اطلاعاتی جغرافیایی. مصورسازی وب‌مدار از دیگر روش‌های مهم مصورسازی به‌شمار می‌رود.

کلیدواژه‌ها

مصورسازی اطلاعات، مصورسازی جغرافیایی، مصورسازی وب‌مدار، ذخیره و بازیابی اطلاعات

مقدمه

تصویری اطلاعات قدرت درک و یادگیری کاربر افزایش داده شود. علاوه بر آن، میزان قابل توجهی از اطلاعات به صورت فشرده، با حجم کمتر، کارآیی افزون‌تر، و در قالب تصویری ارائه می‌شود. مصورسازی اطلاعات حوزه‌ای از مطالعات بین‌رشته‌ای است که

مصورسازی اطلاعات^۲ عبارت است از فعالیت‌هایی که برای نمایش بهتر اطلاعات به‌کار گرفته می‌شود. در این روش، با توجه به ظرفیت بالای انتقال اطلاعات توسط تصویر کوشش می‌شود تا با نمایش

۱. دانشجوی دکتری کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات fardoroudi@yahoo.com

2. Information visualization

پژوهش‌های علمی مربوط به آن در حدود پانزده سال قدمت دارد. بنیان پژوهش‌های آن بر این پیش‌فرض بنا نهاده شده که اساساً دریافت و درک مفهوم داده به شیوه دیداری مؤثرتر است. مطالعات روان‌شناسی نشان می‌دهد که میزان یادگیری ما از طریق حس بینایی در حدود هفتاد و پنج درصد است، در حالی که شنوایی سیزده درصد از ظرفیت یادگیری ما را پوشش می‌دهد (۱). به همین میزان یادگیری از طریق سایر حواس کاهش می‌یابد. بر این مبنا طراحی روش‌های علمی در تصویرسازی اطلاعات برای شناخت بهتر پدیده‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. می‌توان گفت که در بسیاری اوقات یک تصویر بیشتر از صدها واژه به ایفای معنا می‌پردازد. این ویژگی سبب می‌شود تا بتوان حجم زیادی از مفاهیم و واژگان را با استفاده مناسب و مؤثر از تصاویر ارائه داد. تصویرسازی در واقع معیاری برای تعیین میزان کاربردپذیری و انتقال بهینه اطلاعات در استفاده از ابزارهای بازیابی اطلاعات است.

تعاریف و مبانی تصویرسازی اطلاعات

متخصصان و صاحب‌نظران از جنبه‌های متفاوتی به تبیین مبانی، موقعیت، اهداف، ساختار، و کارکردهای تصویرسازی اطلاعات پرداخته‌اند. دمین^۳ بیان می‌کند که تصویرسازی اطلاعات کاربران را قادر می‌سازد تا حجم عظیمی از اطلاعات را تفسیر کنند. بنیان و

اساس فرضی که این موضوع را حمایت می‌کند عبارت است از اینکه توانایی‌های ادراکی کاربر برای درک اطلاعات [تصویری] می‌تواند به کار گرفته شود. از بیان وی برمی‌آید که توانایی‌های شناختی انسان قدرت بهره‌گیری مؤثر از شیوه تصویرسازی و دریافت و درک اطلاعات از نمادهای تصویری را دارد (۷). به نظر باکلی^۴ مصورسازی اطلاعات به طور کلی به ملاحظات برای پوشش استفاده از رایانه‌ها جهت ایجاد تعامل اطلاق می‌شود که اغلب به شیوه نگاره‌های متحرک است، و نمایش‌های مربوط به متغیرهای چندگانه را در قالب‌های پیوندیافته متعدد دربرمی‌گیرد که هدف آن توسعه بیشتر درک کاربر از تعامل اجزای یک نظام و یا توزیع است (۴). چن^۵ برای فرایند مصورسازی اطلاعات دو جنبه بنیادی مرتبط معرفی می‌کند: (۱) مدل‌سازی ساختاری^۶ و (۲) نمایش گرافیکی^۷. مراد از مدل‌سازی ساختاری کشف، استخراج، و ساده‌سازی زیرپوشش روابط است. این شکل از روابط، ساختاری است که خصوصیات مجموعه‌ای از اسناد یا دیگر گروه‌های داده را دربرمی‌گیرد. در مقابل، منظور از نمایش گرافیکی، تغییر در نمایش اولیه یک ساختار درون واحد گرافیکی است، به گونه‌ای که بتواند مورد تعامل و بررسی قرار گیرد. مانند ساختار سلسله‌مراتبی که می‌تواند به صورت درخت مخروطی^۸ یا نمودار هذلولی^۹ نمایش داده شود (۶: ۲۷). هاوکینز^{۱۰} پایه اصلی

3. Demaine

4. Buckley

5. Chen

6. Structural modelling

7. Graphical representation

8. Cone tree

9. Hyperbolic graph

10. Hawkins

مطالعات و فعالیت مصورسازی اطلاعات را در دو حوزه مقدم ولی مجزا معرفی می‌کند: (۱) تعامل میان انسان و رایانه^{۱۱} و (۲) ذخیره و بازیابی اطلاعات در پایگاه‌های داده بزرگ (۱۰: ۸۸-۹۰). نوک^{۱۲} و دیگران مصورسازی را چنین تعریف می‌کنند: «مصورسازی اطلاعات از توانایی‌های محسوس ادراک آدمی در شناخت ساختارهای ارائه نمایش دیداری داده‌های انتزاعی بهره می‌برد و امکان شناسایی و درک مستقیم داده‌ها را برای به دست آوردن آگاهی، جهت دریافت نتایج و تعامل مستقیم با داده فراهم می‌سازد» (۱۷). والتر^{۱۳} و دیگران (۲۰۰۴) بیان می‌کنند که مصورسازی اطلاعات یکی از حوزه‌های علوم رایانه است که با نوآوری در ارائه مقادیر زیاد اطلاعات ارتباط دارد. این زمینه موضوعی قبلاً برای همکاری بالقوه و جاری خود در طرح‌های بزرگ مقیاس، نظیر طرح ژنوم انسانی^{۱۴} و طرح هوش انسانی^{۱۵} شناخته شده است (۲۲: ۲۴۵). دایکس^{۱۶} و دیگران هدف مصورسازی اطلاعات را فراهم‌آوری نمایش‌های گرافیکی فشرده، در ارتباط با رابط کاربر، برای مدیریت تعاملی بخش بزرگی از اجزای اطلاعاتی می‌دانند (۸).

اشنایدرمن^{۱۷} هفت فعالیت مرتبط با مصورسازی را چنین برمی‌شمارد: بررسی

عمومی^{۱۸}، بزرگ‌نمایی^{۱۹}، صافی^{۲۰}، جزئیات مورد تقاضا^{۲۱}، وابستگی^{۲۲}، شرح^{۲۳}، و استخراج^{۲۴}. وی سپس انواع مصورسازی را در هفت مقوله طبقه‌بندی می‌کند، شامل داده‌های یک‌بُعدی، دو‌بُعدی، سه‌بُعدی، چندبُعدی، زمانی، سلسله‌مراتبی، و شبکه‌ای (۲۰). هوتاری^{۲۵} بیان می‌کند که این طبقه‌بندی ممکن است در مواقعی با دشواری روبه‌رو شود، زیرا برخی اوقات مصورسازی شامل دو نوع ساختار سلسله‌مراتبی و شبکه‌ای می‌شود و نمایش ممکن است شامل برخی انواع استفاده از [محیط] فضا شود (۱۲).

از سوی دیگر مصورسازی ارتباط نزدیکی با برخی از جنبه‌های نمایش تصویری و شناختی دارد. شیوه‌های نشانگر تصویری و نیز مبانی ادراک بشری ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند. مطالعه در حوزه‌های خاصی که به مصورسازی کمک می‌کند، می‌تواند به فرایند کلی آن یاری رساند. شناخت جنبه‌های ادراکی، مبانی روان‌شناختی و نحوه درکی که ما از محیط اطراف داریم، به‌علاوه مطالعاتی که در مقولاتی وابسته چون حوزه دید انسانی و تأثیرات آن بر فرایند برقراری ارتباط با رابط کاربر انجام می‌شود، همگی می‌توانند به فریه شدن مباحث مصورسازی منجر شوند. یکی از اهداف اصلی مصورسازی

11. Human-Computer Interaction(HCI)
12. Nocke
13. Walter
14. Human genome project
15. Human brain project
16. Dykes
17. Shneiderman
18. Overview

19. Zoom
20. Filter
21. Details-on-demand
22. Relate
23. History
24. Extract
25. Huotari

اطلاعات، پشتیبانی از تفکر انسانی از طریق استفاده مناسب از ابزارهای تصویری ویژه است. این قبیل ابزارهای تصویری حواس انسان را پرورش می‌دهد و با پدیدآوردن ساختار و الگوهایی درون دانش مدون، به دانش انتزاعی یاری می‌رساند و ساختار نقشه فکری فضاها را تسهیل می‌کند. ابزارهای مصورسازی اطلاعات، که به خوبی طراحی شده‌اند، می‌توانند به میزان زیادی به قوه استدلال و تفکر کاربران یاری رسانند (۱۹: ۱۴۲). با رشد تصاعدی اطلاعات در جهان، راهبرد دیداری ارائه اطلاعات اهمیت زیادی پیدا کرده است. برای تدوین داده‌های بسیار، می‌توان با انجام فرایندهای مصورسازی به شکل‌دهی منظم و استاندارد آنها پرداخت. در ساختار ارائه اطلاعات جنبه‌های متعددی در نمایش آن وجود دارد که رعایت هر یک می‌تواند به بهینه‌سازی نمایش و فهم بهتر اطلاعات منجر شود. یکی از زمینه‌های مهم مصورسازی به مقوله رابط کاربر و طراحی آن بازمی‌گردد. در یک صفحه گرافیکی جنبه‌های مختلفی در نمایش مؤثر اطلاعات دخالت دارد که رعایت نکات مربوط به کاربری آنها به ارتقای کیفیت ارائه اطلاعات منجر می‌شود. مجموعه عوامل مؤثر بر وضعیت نمایش بهینه در صفحات گرافیکی سبب ایجاد قدرت درک و شناخت بهتر اطلاعات شده و به انتقال بهینه آن به کاربران کمک می‌کند.

مسائل مربوط به طراحی صفحات واسط گرافیکی شامل موارد زیر است:

فضای کوچک و محدود، تغییر نقطه دید

کاربر در صفحه، تعامل کاربر با سیستم، تغییر مکان اشیای داخل صفحه، و نحوه به‌کارگیری [تصاویر متحرک] سه‌بعدی. البته مسائل فوق، با توجه به نوع و ساختار اطلاعات نیز به انحاء مختلفی خود را نشان می‌دهند. برای حل مشکلات فوق، تنها راه مناسب پیش‌رو، تغییر در فنون مصورسازی اطلاعات است، مانند اینکه اگر شما وارد سایت یک جست‌وجوگر بشوید، در صورتی که به دنبال اطلاعات طبقه‌بندی شده هستید، به قسمتی معین بروید؛ و اگر به دنبال اطلاعات بدون ساختار^{۲۶} یا فراداده^{۲۷} هستید، به نحو دیگری منظور خود را بیان کنید و همه اینها بیش از اینکه به طراحی گرافیکی مرتبط باشد به طراحی مفهومی بازمی‌گردد، که البته باید در قالب مناسب گرافیکی پیاده‌سازی شود (۳: ۳۸-۴۱). مطالعات مربوط به تعامل انسان و رایانه یکی از فعالیت‌های مصورسازی است که موضوع پژوهش‌های مهمی در این حوزه به‌شمار می‌آید. ارتباط میان انسان و رایانه به میزان زیادی به شیوه‌های تصویری ارتباط بستگی دارد. اساساً ایجاد تعامل میان کاربر و ماشین با تکیه بر طرح‌های گرافیکی و تصویری بسیار تأثیرگذار است. در طراحی سیستم‌های عامل نیز امروزه گرایش به سوی مصورسازی است. علامت‌ها و نشانه‌های تصویری متعدد در برنامه‌های رایانه‌ای به کاربران کمک می‌کند تا به راحتی با ماشین ارتباط برقرار کرده و مفاهیم را به خوبی درک کنند.

طراحی هنری و مبانی شناخت و کاربرد

رنگ‌ها نیز از عوامل مؤثر در مصورسازی محسوب می‌شود. شیوه‌های بهینه‌سازی طراحی برای ارائه مناسب اطلاعات، کاربرپسندی برنامه‌های گرافیکی را افزایش داده و زمینه‌ای مطلوب برای انتقال پیام فراهم می‌آورد. می‌دانیم که رنگ‌ها و ترکیب آنها نقش بسزایی در یادگیری دارند. رنگ‌ها می‌توانند میزان یادگیری را افزایش دهند و باعث اشتیاق در یادگیری شوند. همچنین هریک از رنگ‌ها مبین احساسی ویژه در کاربر هستند. استفاده از فنون روان‌شناسی رنگ‌ها به منظور تأثیرگذاری بر استفاده‌کنندگان از زمینه‌های مفید برای طراحی رابط کاربر به‌شمار می‌آید. در مصورسازی، طراحی فضای کاری که مطالب را عرضه می‌کند عامل تأثیرگذار مهمی در درک مفهوم اطلاعات به‌شمار می‌آید. به‌علاوه، کاربرد نمادهای مناسب با طرح موضوع، به‌منظور تفهیم بهتر اطلاعات مؤثر است. نمادها حاوی معنا هستند. کشف و شناخت مفهوم نمادها در ارائه تصویری اطلاعات کاربردی سودمند دارد.

هر فقره اطلاعاتی در قالبی مصور، نیاز به مهیا ساختن برخی امکانات و زمینه‌های لازم برای ارائه بهینه آن دارد. مصورسازی اطلاعات روشی فراتر از ارائه چند تصویر و یا عکس ساده به منظور تفهیم مقصود است. در این روش به مهارت‌های پایه مانند طراحی رابط کاربر^{۲۸} گرافیک رایانه‌ای^{۲۹}، تعامل میان انسان و رایانه، تحلیل اطلاعات، نظریه‌های

شناختی^{۳۰}، و طراحی هنری^{۳۱} نیاز داریم. علاوه بر آن، داشتن ابتکار و نیز تخیل سبب می‌شود تا بتوانیم با مصورسازی، اطلاعات را به‌نحو شایسته‌ای به کاربر انتقال دهیم. به تعبیر دیگر با مصورسازی اطلاعات می‌توان در فاصله زمانی کوتاهی اطلاعات را سریع‌تر منتقل و بهتر درک کرد.

دشواری در تبیین مرزهای دقیق مصورسازی اطلاعات

آثار ارائه شده در زمینه مصورسازی اطلاعات دامنه موضوعی گسترده‌ای دارد، نظیر بازیابی اطلاعات، فرامتن^{۳۲} و وب، کتابخانه‌های رقمی، و تعامل میان انسان و رایانه کاربرد. مرز میان مصورسازی اطلاعات و حوزه‌های مرتبط با آن مانند مصورسازی علمی^{۳۳} و مدل‌سازی شبیه‌سازی^{۳۴} به‌نحوی متزاید مبهم است (۱:۶). این امر باعث ایجاد زمینه موضوعی گسترده‌ای در مباحث مربوط به مصورسازی اطلاعات شده است؛ به‌گونه‌ای که تبیین مرز میان پایه‌های بنیادی این مقوله چندان آسان نیست. البته برخی از حوزه‌های موضوعی بیشتر در معرض توجه و پژوهش‌های وابسته بوده و انجام مطالعات گوناگون که به ابعاد مختلفی در این عرصه پرداخته‌اند به‌خوبی بیانگر برداشت‌های متفاوت از مصورسازی است.

در این میان پاره‌ای از مفاهیم بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و ارتباط بیشتری با

28. Interface design

29. Computer graphics

30. Cognitive theories

31. Art designing

32. Hypertext

33. Scientific visualization

34. Simulation modelling

مصورسازی اطلاعات دارد، به گونه‌ای که وابستگی معنایی بین آنها و مصورسازی بسیار نزدیک و ضروری است. این مفاهیم بر جنبه‌ها و توانایی‌های شناختی انسان تأکید دارد و تلاش می‌کند تا درک مناسب‌تری از مصورسازی ارائه دهد. واضح است که معنای هریک در خارج از زمینه مطالعاتی این حوزه دارای مصادیق و معانی متفاوتی است، ولی در حیطه پژوهش‌های مصورسازی در ارتباط نزدیک با آن به کار می‌روند.

[فهم] چهار تصور ادراک^{۳۵}، مفهوم^{۳۶}، ارائه^{۳۷}، و مصورسازی بدون ارجاع معنایی از هریک به دیگری مشکل است. آنها همگی بسته به حوزه پژوهش، تعاریف متعددی دارند. پژوهشگران علوم رایانه مصورسازی را به عنوان یک محصول یا یک فن مورد تأکید قرار می‌دهند، ولی پژوهشگران دیگر حوزه‌ها آن را پردازش ادراکی قلمداد می‌کنند (۱۲). این برداشت‌های متفاوت سبب سختی تعیین حدود مصورسازی نیز شده و پژوهشگران را در تبیین دقیق آن با مشکل روبه‌رو ساخته است.

تعریف مصورسازی اطلاعات دشوار است، زیرا گوناگونی و تا حدودی مغایرت یا مغشوش بودن استفاده از این اصطلاح موجب صعوبت معنایی می‌شود. یکی از دلایل آن استفاده مشترک از واژه‌های داده و اطلاعات است. مصورسازی داده^{۳۸} یا گرافیک داده^{۳۹} شامل مصورسازی علمی و مصورسازی اطلاعات می‌شود. مصورسازی

علمی به صورت عمده مرتبط با پدیده‌هایی است که پایه جهان فیزیکی به شمار می‌آیند به خصوص داده‌هایی که درباره زمین، ساختمان‌ها، مولکول‌ها یا دیگر موضوعات است. مصورسازی اطلاعات، در مقابل مصورسازی علمی، با مصورسازی حجم عظیمی از امور انتزاعی ارتباط دارد (۵). از سوی دیگر، برخی تلاش‌ها از فرایند مصورسازی اطلاعات صرفاً به جنبه‌های طراحی گرافیکی و زمینه‌های وابسته به آن نظر داشته همچنین پاره‌ای از آثار به ارتباط میان مصورسازی و محیط مجازی^{۴۰} پرداخته‌اند. ورود مباحث مختلف از مطالعات مربوط به شناخت رنگ‌ها و شکل‌ها، مبانی ادراکی و شناختی در فهم تصویری اطلاعات، تا فنون و شیوه‌های فنی مصورسازی، و به بیان دیگر طرح مسائل هنری در کنار مبانی فنی، همگی بر گستردگی حوزه مطالعه و پژوهش‌های این عرصه علمی اشاره دارد. باید افزود که هریک از مطالعات انجام شده در این حوزه، به جنبه‌های خاصی از این حیطه موضوعی پرداخته‌اند که در موارد متعدد از همبستگی زیادی نیز برخوردار نیستند. مصورسازی اطلاعات دایره گسترده‌ای از مطالعات مربوط به شیوه دیداری بازنمایی و نمایش اطلاعات را در زمینه‌های متعدد پوشش می‌دهد. بر همین اساس ارائه تعریف دقیقی که به صورت جامع و مانع مرزهای مطالعاتی مربوط به مصورسازی را معین سازد با دشواری امکان‌پذیر است.

35. Perception

36. Conception

37. Representation

38. Data visualization

39. Graphic of data

40. Virtual environment

اهمیت مصورسازی اطلاعات

سودمندی مصورسازی در درک اطلاعات، به شرایط و زمینه لازم برای تبیین وضعیت راهبرد تصویری داده، شناخت رابط کاربر، طراحی بهینه گرافیک رایانه‌ای، و تحلیل اطلاعات بستگی دارد. یکی از ابعاد مهم در طراحی صفحه جست‌وجوی اطلاعات، رعایت توازن مکان‌شناسی^{۴۱} نشانگرها و علامت‌های واقع شده در آن است. این مقوله هم در بحث طراحی هنری و هم در ویژگی‌های فنی ساختار تصویری رابط کاربر مطرح می‌شود. در همین رابطه با سؤالی مهم در این عرصه روبه‌رو می‌شویم و آن اینکه: مصورسازی اطلاعات چگونه می‌تواند ارزش افزوده ایجاد کند؟

پاسخ آن است که (۱) با جامعیت، یعنی نمایش مجموعه داده‌های بسیار بزرگ و فراهم ساختن یک تصویر کلی فشرده؛ (۲) با مفهوم، یعنی الگوها و روش‌هایی که به نمایش گذاشته شده‌اند به جهت آنکه نمی‌خواهند به شیوه دیگری مشخص شوند؛ و (۳) رنگارنگی، یعنی دلپذیر بودن برای چشم (۹: ۵۲-۶۱). واضح است که می‌توان این سه عامل را به عوامل فرعی دیگری نیز تقسیم کرد. برای نمونه مقوله رنگارنگی یا جذاب بودن شمای کلی، به تأثیر رنگ، شکل، تقارن، فضای ترکیبی در صفحه، میدان دید انسانی، و اثرات آنها بازمی‌گردد.

یکی از جنبه‌های مهم در فرآوری اطلاعات توجه به قالب‌های نمایشی اطلاعات و ارتقای سطح کیفی طراحی و کاربرپسندی^{۴۲}

آنهاست. با استفاده از شیوه‌های مصورسازی بهینه می‌توان اطلاعات را به نحوی مؤثر و کارآمد به کاربر انتقال داد. همچنین قدرت فهم و درک وی از اطلاعات افزایش یافته و به‌عنوان مثال رغبت بیشتری برای استفاده از یک سایت اطلاعاتی پیدا می‌کند. ما می‌توانیم اطلاعات را در قالب‌های نمایشی و گرافیکی درآوریم، بدون آنکه از محتوای آن چیزی کاهش دهیم. این فعالیت سبب بالا بردن قدرت پذیرش اطلاعات در استفاده‌کننده می‌شود. در واقع با بهره‌گیری از مصورسازی می‌توانیم شیوه نگرش به اطلاعات را متحول سازیم، بی‌آنکه از ارزش و اعتبار اطلاعات چیزی کم کنیم.

بدین معنا نحوه نگاه به اطلاعات کمک می‌کند تا به نحو مؤثرتری فکر کرده و نتایج بهتری به دست آوریم. به عبارت دیگر، شعار نهفته در مصورسازی اطلاعات، به‌کارگیری نحوه نگاه (یا بینش) برای تفکر است^{۴۳} و واضح است که مصورسازی اطلاعات وقتی اهمیت دارد که با حجم زیادی از اطلاعات روبه‌رو هستیم و برای تحلیل آن سعی می‌کنیم قالبی مشخص ابداع کرده و اطلاعات را در آن قالب ریخته و بازنمایی کنیم (۳: ۳۸-۴۱).

این قالب‌های سودمند در روش‌های مختلفی نمود پیدا می‌کنند. انواع روش‌های گوناگون در عرصه مصورسازی به ما این امکان را می‌دهند تا نمایش‌های مفیدی از اطلاعات و داده‌های غیردیداری ارائه دهیم. برخی از این شیوه‌ها در ساختار و ترکیب خود، به‌عنوان اساس دیگر انواع شگردهای

41. Topology

42. User friendly

43. Use vision to think

تصویرسازی محسوب می‌شوند. بر همین اساس می‌توان بیان کرد که بازنمایی اطلاعات در ترکیب جدید خود، برمبنای چارچوبی تصویری، داده‌های گسترده‌ای را پوشش خواهند داد.

مصورسازی اطلاعات همچنین سبب توسعه بسیاری از ارائه‌های تصویری سودمند برای داده‌های موقتی و سلسله‌مراتبی^{۴۴} است. این گونه فعالیت‌های مصورسازی شامل فنونی چون نقشه‌های درختی^{۴۵} و مصورسازی فراگیر فضایی^{۴۶} پایه‌ای برای طرح‌بندی شعاعی و استفاده از ساختار مارپیچی^{۴۷} است. فرایند مصورسازی در تحلیل اطلاعات و ترسیم کلیت آن نقشی بسزا ایفا می‌کند، و ارتباط میان اجزای اطلاعات را به‌خوبی به تصویر می‌کشد. به‌علاوه، مصورسازی بهینه اطلاعات، زمینه مناسبی برای صرفه‌جویی در وقت و انرژی کاربران اطلاعاتی به‌شمار می‌آید. موضوعی که همواره در تمامی فعالیت‌های کتابداری و اطلاع‌رسانی مدنظر بوده است. مصورسازی صحیح یکی از جنبه‌های اساسی کارآمد ساختن اطلاعات است. برای نمونه باید ذکر کرد که برخی از سایت‌های اینترنتی، که اطلاعات مفیدی هم ارائه می‌دهند، به دلیل نداشتن طراحی مناسب و عدم به‌کارگیری مؤثر و مفید رنگ‌ها، نمادها، نشانه‌ها، و طبقه‌بندی صحیح تصویری اطلاعات، از موفقیت زیادی در جذب کاربران برخوردار نیستند. بر همین اساس توجه به ساختار و

طراحی مناسب مصورسازی در سایت‌های اطلاعاتی از اهمیت بالایی برخوردار است.

شیوه‌ها و کاربردهای مصورسازی

در بهره‌گیری از نرم‌افزارها و برنامه‌های رایانه‌ای، شیوه‌های ارائه تصویری اطلاعات از کاربرد روبه‌گسترشی برخوردار است. هدایت و راهبری ساختارهای اطلاعاتی گسترده و عظیم در گرو استفاده بهینه از روش‌ها و فنون مصورسازی است. این شیوه‌ها مستعدند و هریک در حوزه‌های ویژه‌ای کاربرد دارند. در اینجا برخی از روش‌های متداول معرفی می‌شوند که استفاده بیشتری دارند:

شیوه سلسله‌مراتبی^{۴۸} یکی از کاربردهای عمومی استفاده شده در ساختار داده می‌باشد. ساختار سازمان‌یافته یک نظام بایگانی می‌تواند به شیوه سلسله‌مراتبی نمایش داده شود. ساختار نظام رده‌بندی^{۴۹} به‌صورت سلسله‌مراتبی است و رده‌شناسی^{۵۰} تمامی جانوران نیز از همین نوع است. ساختار سلسله‌مراتبی نه تنها نقش مؤثری در اثبات درستی خود دارد، بلکه روشی مناسب برای ارائه ساختاری پیچیده، به شکل ساده، به‌شمار می‌آید (۶: ۹۳). یکی از کاربردهای ساختار سلسله‌مراتبی، نمایش ارتباط میان اجزای یک وب سایت است. در این شیوه با نشان دادن رابطه بین هر نقطه با نقطه دیگر، از طریق نمودار هذلولی طرح و شمای کلی پیوندها به تصویر کشیده می‌شود. در این روش

48. Hierarchical

49. Classification

50. Taxonomy

44. Hierarchical and temporal data

45. Treemaps

46. Space-filling visualizations

47. Spiral structure

ضمن ارائه لایه بیرونی ارتباط میان اجزا، در مراحل پس از آن به عرضه لایه‌های بعدی و پیوندهای پس از آن نیز پرداخته می‌شود. این نقشه‌های ارتباطی، سبب شناخت بهتر نقاط دسترسی به بخش‌های مختلف سایت می‌شود. همچنین مسیر استفاده یک کاربر برای استفاده مناسب و بهینه از وب‌سایت به تصویر کشیده می‌شود. از دیگر محاسن این روش آن است که هسته‌های اصلی حرکت برای جست‌وجو توسط کاربر شناخته شده و استفاده‌کننده به راحتی می‌تواند نقاط اساسی و راهبردی در فرایند جست‌وجو در وب‌سایت را شناسایی کند. نرم‌افزار اینکسایت^{۵۱} یکی از برنامه‌های مناسب برای نمایش چنین ساختاری در محیط وب است. این نرم‌افزار با استفاده از نمودار هذلولی به شکلی مناسب به ترسیم روابط میان اجزای سایت می‌پردازد.

تشبیه فضایی^{۵۲} از دیگر شیوه‌های مؤثر در مصورسازی است. این روش برای تفسیر و توضیح اطلاعات به کار می‌رود. پاره‌ای از نظام‌های مصورسازی مؤثر بر مبنای این شیوه بنا نهاده شده است. در روش‌های مبتنی بر تشبیه فضایی، شباهت معنایی^{۵۳} در کنار شباهت شکلی^{۵۴} در یک محیط سه‌بعدی می‌تواند به ارائه نمایش‌های سودمند منجر شود. نمود بارز این روش را می‌توانیم در یک موتور جست‌وجوی تصویری به نام آمور^{۵۵} ملاحظه کنیم.

آمور بر مبنای کلیدواژه‌های مشخص شده

توسط کاربر به بازیابی تصویر می‌پردازد. کلیدواژه‌های مرتبط با یک تصویر از طریق وب‌سایتی که حاوی تصویر است توسط شیوه‌های اکتشافی مختلف تعیین می‌شود. کاربر همچنین می‌تواند تصاویری را پیدا کند که از لحاظ شکل و رنگ با تصویر مشخص شده شباهت دیداری دارند. علاوه بر آن، می‌تواند به بازیابی تصاویری که با تصویر معینی شباهت معنایی دارند اقدام کند. شباهت معنایی نیز توسط کلیدواژه‌های مرتبط با یک تصویر معین می‌شود. امور اغلب به بازیابی حجم زیادی از تصاویر مرتبط، در پاسخ به یک تصویر درخواست شده، می‌پردازد. ربط آن با تصویر خاص بر اساس پرس‌وجو، ممکن است بر مبنای معیارهایی نظیر شکل، رنگ، و ارزش‌گذاری شباهت معنایی باشد. به علاوه، ربط آن با تصاویر بازیابی شده بر طبق کلیدواژه‌های خاص کاربر صورت می‌گیرد (۶: ۱۰۳-۱۰۴).

مصورسازی کپکشان^{۵۶} از شیوه‌های دیگری است که با ارائه حجم عظیمی از داده‌ها در فضایی محدود به ارائه اطلاعات دیداری منجر می‌شود. کاربرد خاص این روش در نجوم به شکلی برجسته مشخص است. داده‌های ارائه شده در این شیوه به صورت موجز و فشرده به نمایش گذاشته می‌شود. حجم قابل توجهی از ستارگان با توجه به شرایط مکان‌شناسی و موقعیت تثبیت در فضا، به خوبی از طریق این شیوه مصورسازی

51. Inxight software

52. Spatial metaphor

53. Semantic similarity

54. Shape similarity

55. AMORE= Advanced Multimedia Oriented Retrieval Engine

56. Galaxy visualizaiton

به نمایش درمی آید. یکی از مشخصات خاص این روش عبارت است از قابلیت بسیار بالای آن در کوچک سازی مقادیر عظیم اطلاعاتی به شکل خاص؛ و اطلاعات مربوط به اجرام سماوی، ستارگان، و سیارگان متعدد در یک محیط کوچک در نگرش محدودی که ما داریم، ترمیم شکل گیری سه بُعدی واقعی از مناظر بسیار دور فضایی بسیار چالش برانگیز است. نوسازی یک توده کیهکشان مارپیچ برمبنای تصاویر سه بُعدی و یا دوبعدی که توانایی تولید دوباره و اجرای دیداری برای نمایش کیهکشان را نیز دارد بسیار جالب است. در این روش می توانیم غبارهای درون یک کیهکشان و فعل و انفعالات پیچیده نوری و غباری را در محل آن مشاهده کنیم. همچنین می توانیم اثر پراکندگی و انهدام اجزای کیهکشان را مشخص کنیم. بنابراین ما نیازمند یافتن مدل مصورسازی مناسبی هستیم که به شکل کاربردی این اثرات را شبیه سازی کند (۱۱).

همچنین مصورسازی کیهکشان پایه ای است برای مفهوم عمومی خوشه بندی - مدرک^{۵۷}. این مفهوم در واقع یک بررسی عمومی از مجموعه کاملی از مدارک است که شامل مدارکی هستند که به عنوان کیهکشان از خوشه های ستاره در آسمان شب نشان داده می شوند. این ستاره ها با نام ستاره - سند^{۵۸} در شیوه مصورسازی کیهکشان شناخته می شوند. مانند دیگر نظام های مصورسازی، استفاده از تشبیه های فضایی، نظیر اسناد نمایش داده

شده توسط ستاره های نزدیک به یکدیگر در کیهکشان می باشند. باید به این نکته توجه کرد که این اسناد در ارتباط با پدیده های مختلفی که از فاصله های دور جدا شده اند، به نمایش در می آیند. این تشبیه مبنی بر آن است که اسناد درون هر خوشه به هم مرتبط هستند و اسناد بین خوشه های متفاوت وابستگی کمتری دارند (۶: ۱۱۰).

تحلیل هم استنادی پدیدآورنده^{۵۹} از روش های مصورسازی اطلاعات است که بیشتر بر اسناد یک بُعدی تمرکز یافته است. در این روش پیوند میان آثار استنادی به شیوه تحلیلی از پدیدآورنده ها مورد بررسی قرار گرفته و ارجاعات متعدد براساس ترسیم نقشه ظاهر می شود. برای مثال مفاهیم و موضوع های مختلف مطرح شده در یک کنفرانس براساس میزان ارتباط و ارجاعات انجام گرفته نمایش داده می شود و و ربط هریک از استنادها براساس نام پدیدآورنده و استناد مربوط به نمایش در می آید. این شیوه مصورسازی در ارتباط با اسناد و نوشته ها کاربرد وسیعی دارد. شمای کلی آن نیز می تواند به صورت یک نمودار پراکنده که از شاخه های مختلف تشکیل شده، به نمایش گذاشته شود. در عین حال هر شاخه نیز دارای شاخه های فرعی است که ارتباط میان آنها از طریق نقاط پیوندی فراهم می آید. این شیوه در مصورسازی برای ترسیم ارتباط میان نقاط اصلی در بهره گیری از اطلاعات ارائه شده توسط سایر پدیدآورندگان کاربردی مناسب داشته و از قدرت نمایش

57. Document-clustering

58. Docustar

59. Co-citation analysis author

مطلوبی برخوردار است.

به‌طور نمونه در یک سازمان، بهره‌گیری از این روش می‌تواند برای نمایش اطلاعات مربوط به کارکنان آن مورد استفاده قرار گیرد. در واقع با قرار دادن اسامی کارمندان براساس نوع مهارت، تخصص، بخش و قسمتی که در آن کار می‌کنند، رسته شغلی، جنسیت و یا عوامل طبقه‌بندی شده دیگر، و پس از انتخاب نام کارمند با دسترسی به اطلاعات بیشتر درباره او فرایند بازیابی اطلاعات کارکنان انجام می‌پذیرد و اطلاعات کامل آنان نمایان می‌شود.

تحلیل پویا^{۶۳} روش دیگری است که با تبیین چند تصویر، عکس، ترسیم، نقشه، و نظایر آن در یک محیط مشترک و به‌صورت یکپارچه و همراه با هم به نمایش درمی‌آید. کاربران می‌توانند این تصاویر را در روند کاری خود مورد بررسی قرار داده و زمینه‌های مشترک اطلاعات را در آن تعیین کنند. علاوه‌برآن، برای تحلیل داده‌های دیداری فراهم آمده از انجام یک پژوهش می‌تواند به‌خوبی مورد استفاده قرارگیرد. در این روش داده‌های متعدد در مسیر یک فرایند معین در قالب‌های تصویری مدون و درکنار هم به نمایش گذاشته شده و می‌توان سیر پیشرفت یا کامل شدن یک اقدام را به‌خوبی ارائه داد. این روش در ارائه تصویری وضعیت هواشناسی و اوضاع جوی کاربرد مؤثری دارد. نمایش بخش‌های مختلف زمین در فواصل زمانی و یا مکانی مختلف، شمایی کلی از وضعیت آب و هوا را به تصویر می‌کشد. پیش‌بینی‌های هواشناسی معمولاً با ارائه‌های تصویری نظیر این روش

نمودار مارپیچی^{۶۰} با نمایش داده‌های ارائه شده در قالب و ساختار خطوط مدور و با چرخش گرد محوری ویژه به تبیین وضعیت اطلاعات می‌پردازد. این نمودار کاربرد نسبتاً گسترده‌ای دارد. در نمایش داده‌های مربوط به این نوع مصورسازی در پاره‌ای از موارد با تعیین همبستگی میان برخی از اجزای اطلاعاتی، ارتباط به شیوه‌ای مؤثر به کاربر انتقال داده می‌شود. همچنین تراکم داده‌ها و اطلاعات عرضه شده، بر مبنای محور اصلی بحث، به‌خوبی به نمایش گذاشته شده و مفهوم را بیان می‌کند. علاوه بر آن در ارائه اطلاعات براساس میزان ربط^{۶۱} میان پاره‌های متعدد یک مجموعه، این شیوه به تبیین مناسب این ارتباط و پیوند بخش‌های مختلف با یکدیگر مبادرت می‌ورزد.

مدل چشم‌انداز دیواری^{۶۲} از انواع دیگر مصورسازی است که کاربرد آن در نظارت دیداری بر داده‌های ساختاریافته است. در این روش با ارائه دامنه گسترده‌ای از اطلاعات همگن، با رعایت وضعیت مکانی یا موضوعی در حوزه مورد بررسی، در یک ساختار فضایی و با بهره‌گیری از گزینه‌های متعدد بر روی یک دیوار چندبُعدی، اطلاعات به نمایش درمی‌آید. در این شیوه با انتخاب هریک از گزینه‌ها و زوایای موجود در دیواره نمایش، می‌توان نمای نزدیک آن را مشاهده کرد. به‌علاوه، با هر انتخاب بر روی بخش مورد نظر، می‌توان به صفحه‌ای جدید وارد شد که اطلاعات مرتبط با نیاز کاربر را ارائه می‌دهد.

60. Spiral graph visualization

61. Relevance

62. Perspective wall

63. Dynamic analysis

به خوبی بیان‌کننده وضعیت جوی می‌باشد. مصورسازی شبکه‌ای^{۶۴} ارتباط بین گره‌های شبکه‌ای را به نمایش می‌گذارد و مبین پیوند میان اجزای شبکه است. گره‌های موجود در شبکه با هم در ارتباط مستمر هستند و بیان رابطه به شیوه‌ای غیرمصور نمی‌تواند به خوبی معنای آن را آشکار کند. در محیط اینترنت، که شبکه از تعداد زیادی واحدهای اطلاعاتی تشکیل شده، طرح ارتباط‌های موجود بین خدمت‌دهنده‌ها^{۶۵} و پایانه‌ها^{۶۶} و اجزای آنها به صورت نوشتاری دشوار است. در این گونه مواقع بیان تصویری ارتباط بین اجزای شبکه بسیار مفید خواهد بود. طراحی ترافیک اینترنت و معرفی ارتباط بین قسمت‌های مختلف از طریق مصورسازی به ما کمک می‌کند تا با مفهوم آن بهتر آشنا شویم. برخی از ارتباطات در اینترنت و محیط شبکه، به دلیل ماهیت تصویری اطلاعات، قابلیت بیان غیردیداری دشواری دارد و به سختی امکان‌پذیر است. علاوه بر آن جریان اطلاعات در محیط شبکه‌ای نیز می‌تواند به شیوه دیداری به نمایش درآید. تبادل اطلاعات در میان گره‌های شبکه و محیط آن از این طریق، و با ترسیم پیوندهای ربط‌دهنده به وضوح بیان‌کننده وضعیت حرکت اطلاعات در فضای مجازی است.

همچنین باید یادآور شد که کاربرد مصورسازی در زمینه‌های موضوعی بسیاری رواج یافته و شاخه‌های موضوعی متعددی در ارائه اطلاعات خود از آن بهره می‌گیرند؛ به گونه‌ای که مصورسازی در علوم مختلفی چون نجوم، معماری، پزشکی، و جغرافیا

از اهمیت بسزایی برخوردار است. در ادامه به عنوان نمونه‌ای مهم و برجسته، به کاربرد مصورسازی در جغرافیا اشاره می‌کنیم که از زمینه‌های پیشرفته و با قابلیت کاربردی بالا در عرصه مصورسازی به شمار می‌آید.

مصورسازی جغرافیایی^{۶۷}

یکی از کاربردهای عمده مصورسازی مربوط به داده‌های جغرافیایی است؛ به نحوی که مصورسازی جغرافیایی یکی از نمودهای بارز و شناخته شده در عرصه مصورسازی به شمار می‌آید. می‌توان گفت که مصورسازی جغرافیایی از نخستین اقدامات متخصصان این رشته برای بیان تصویری اطلاعات است. این گونه اطلاعات اساساً قابلیت مناسبی برای تبدیل به تصویر دارند. یکی از انواع مهم شناخته شده تصویرسازی در جغرافیا نقشه است. نقشه‌ها که با ترسیم یک موقعیت خاص جغرافیایی و با مقیاسی کوچک‌تر از اندازه واقعی به وجود می‌آیند، مبین داده‌های جغرافیایی به زبان تصویر هستند. استفاده از علائم و نشانه‌ها، رنگ‌ها، برجسته‌سازی، خطوط مستقیم و منحنی، و نیز برخی داده‌های ویژه سبب ارائه یک پیشینه اطلاعاتی مصور به نام نقشه می‌شود. نقشه‌ها می‌توانند روابط بین اجزای اطلاعاتی را به بهترین شکلی به نمایش بگذارند. اگرچه کاربرد نقشه تنها در جغرافیا نیست و در حوزه‌های موضوعی دیگر نیز به کار گرفته می‌شود، ولی نمود آن در جغرافیا بارزتر است. در محیط اینترنت نشان

64. Network visualization

65. Servers

66. Terminals

67. Geographic visualization

دادن وضعیت ترافیکی آن از طریق نقشه یکی از راه‌های مؤثر شناخت این ارتباطات است. وب به میزان زیادی ترافیک غالب اینترنت را تشکیل می‌دهد. اشتیاق رو به افزایشی در شناخت آشفته‌گی‌های جغرافیایی در الگوهای دسترسی به وب، به‌ویژه در بخش مربوط به تجارت الکترونیکی^{۶۸} و فراهم‌آوردندگان خدمات اینترنت تجاری^{۶۹} وجود دارد. مصورسازی جغرافیایی ترافیک وب توسط یک گروه تحقیقاتی در مرکز ملی کاربردهای محاسبات برتر^{۷۰} [ایالات متحده] به انجام رسیده است (۱۳). ترسیم تصویری ترافیک وب در یک فضای مجازی براساس موقعیت کره زمین ارائه می‌شود. در این شیوه، شمایی کلی از ترافیک محیط وب در نقاط مختلف زمین را می‌توان مشاهده کرد. این تجسم اطلاعاتی به شیوه دیداری به‌خوبی می‌تواند اطلاعات لازم را در اختیار ما قرار دهد. از محاسن این شیوه ارائه یکپارچه و کلی‌نگر اطلاعاتی است که با رسم نمودار مرتبط، به‌نحوی عینی و قابل درک، اطلاعات ضروری را به کاربر منتقل می‌کند. این فعالیت جهت کسب آگاهی از امکانات موجود و وضعیت کلی ترافیک وب، برای برنامه‌ریزی سودمند و کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

«هلال‌ها»^{۷۱} و «میله‌های متراکم»^{۷۲} دو روش عمومی داده‌های مصورسازی شده در فضا هستند. هلال‌ها به شیوه عمومی بیشتر برای نمایش ترافیک ارتباطی نقطه‌به‌نقطه استفاده

می‌شوند، مانند مصورسازی مکان‌شناسی ستون فقرات با ارسال همزمان پیام^{۷۳} (۱۵): (۸۲-۹۲). این شیوه، ارسال همزمان داده‌ها از یک منبع به دریافت‌کننده‌های چندگانه را مشخص می‌سازد. شیوه مصورسازی مانزرنر با ارائه تصویر کره زمین همراه می‌باشد که با مشخصات جغرافیایی طبیعی و با استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای تهیه شده است. وی اطلاعات مربوط به ستون فقرات نامبرده را با رسم هلال‌ها و ارتباطات مابین نقاط مورد نظر به تصویر کشیده است.

یکی دیگر از کاربردهای مصورسازی جغرافیایی، نظام اطلاعات جغرافیایی (جی. آی. اس.)^{۷۴} است که امروزه استفاده وسیع و گسترده‌ای از آن در حوزه‌های مختلف حرفه‌ای به‌عمل می‌آید.

نظام اطلاعات جغرافیایی توانایی تسلط، ذخیره‌سازی، تحلیل، و نمایش جغرافیایی اطلاعات مرتبط را دارد که در واقع [براساس] داده‌های شناخته شده بر مبنای مکان می‌باشد. نظام اطلاعات جغرافیایی عبارت است از فناوری خاصی که می‌تواند برای پژوهش‌های علمی، مدیریت منابع، و برنامه‌ریزی توسعه مورد استفاده قرار گیرد. به‌عنوان مثال این نظام به برنامه‌ریزان بحران اجازه می‌دهد تا به‌راحتی محاسبات مربوط به واکنش در زمان اتفاقات و حوادث طبیعی را انجام دهند؛ و یا می‌تواند برای یافتن زمین‌های مرطوبی که به حفاظت در برابر آلودگی نیاز دارند، کمک کند (۲۱).

68. Electronic commerce

69. Commercial internet service providers

70. National Center for Supercomputing Applications (NCSA)

71. Arcs

72. Stacked bars

73. Multicast backbone (MBone)

74. Geographic Information System (GIS)

اساساً این نظام برای ایجاد، ذخیره، تحلیل، و مدیریت داده‌های فضایی و مشخصات وابسته طراحی شده است و شامل یک نظام رایانه‌ای است که توانایی یکپارچگی، ذخیره‌سازی، ویرایش، تجزیه و تحلیل، اشتراک، و نمایش اطلاعات مرتبط جغرافیایی را دارد. در مفهوم عام، این نظام ابزاری است که به کاربر اجازه می‌دهد تا پرس‌وجوی^{۷۵} تعاملی ایجاد کند، اطلاعات مکانی را تحلیل، و داده را ویرایش نماید (۲۳). در این نظام با ارائه نقشه‌های دقیق از وضعیت داده‌های جغرافیایی، به راهبری فعالیت‌های مختلفی در زمینه‌های حرفه‌ای نظیر حمل‌ونقل یا هواشناسی پرداخته می‌شود. این اطلاعات با بهره‌گیری از فنون پیشرفته مصورسازی، به تحلیل موقعیت جغرافیایی در یک منطقه می‌پردازد.

مصورسازی وب مدار^{۷۶}

شیوه‌ها، فنون، و روش‌های مصورسازی در مجموع به ایجاد شرایط مناسبی برای پدیدار شدن مصورسازی وب مدار منجر شده است. امروزه مصورسازی در محیط وب کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده و بهره‌گیری از آن در سایت‌های اطلاعاتی موجود در محیط وب از کاربردهای مؤثر این فن است. شیوه بهره‌گیری از یک سایت اطلاعاتی با نحوه طراحی و استفاده صحیح از امکانات تصویری به کار رفته در آن ارتباط دارد. در سایت‌های اطلاعاتی، استفاده از روش‌های مناسب مصورسازی اطلاعات به نحو چشمگیری، بر فرایند جست‌وجوی اطلاعات توسط کاربر تأثیر می‌گذارد. عدم رعایت نکات

اساسی و مهم در نحوه مصورسازی اطلاعات در بازیابی اطلاعات نیز منعکس می‌شود، به گونه‌ای که رغبت کاربر برای استفاده از سایت اطلاعاتی کاهش می‌یابد. علاوه بر آن، شناخت استفاده‌کننده از شیوه کارایی و نحوه بهره‌برداری از رابط کاربر نیز به همان نسبت با مشکل روبه‌رو می‌شود. به کارگیری امکانات مصورسازی در نحوه طراحی و فضای دید سایت، بهره‌گیری از علامت‌ها و نشانگرهای موجود در صفحه جست‌وجو، و به ویژه شیوه نظاره‌گر بودن کاربر بر فضای صفحه جست‌وجوی سایت از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. این مقوله به حرکت نشانگرها در محدوده فضای کوچک صفحه جست‌وجو و ارتباطی که کاربر با سایت اطلاعاتی برای کاوش برقرار می‌کند، وابستگی زیادی دارد. بهره‌گیری از فناوری‌های موجود در ساختار مصورسازی سایت‌های اطلاعاتی در محیط وب به ارتقای بهینه آن منجر می‌شود. پاره‌ای از پژوهشگران به مطالعاتی در عرصه مصورسازی اطلاعات در محیط وب پرداخته‌اند و تلاش کرده‌اند تا برخی یافته‌های پژوهشی خود را به‌عنوان راهکارهای سودمند این حوزه معرفی کنند.

یونگانگ^{۷۷} (۲۰۰۴) در پژوهش خود خدمات اطلاعاتی فضایی - مکانی^{۷۸} بر پایه اینترنت را به‌عنوان روند فناورانه مهمی معرفی می‌کند که به وسیله نوآوری‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات فضایی - مکانی هدایت می‌شود. وی بیان می‌کند که برای دستیابی به این خدمت یکی از

75. Query

76. Web-based visualization

77. Yonggang

78. Geospatial

چالش‌های اصلی، به ظرفیت مؤثر به‌کارگیری مجموعه داده‌های فضایی، از میان پهنای باند شبکه محدود مربوط می‌شود. وی که در زمینه شبکه خدمات جغرافیایی فعالیت دارد، هدف اصلی از فعالیت این شبکه را، توسعه توسط آزمایشگاه فناوری ارتباطات و اطلاعات فضایی - مکانی در دانشگاه یورک^{۷۹} معرفی می‌کند. شبکه خدمات جغرافیایی یک نظام اطلاعاتی فضایی - مکانی پیشرفته بر پایه اینترنت است که استعداد شکل‌دهی به پردازش دوبعدی و سه‌بعدی فضایی - مکانی را دارد. این نظام همچنین ظرفیت جابه‌جایی انواع داده‌های اصلی فضایی تحت عنوان بردار را دارا می‌باشد. کانون توجه پژوهش بر کاربرد فناوری جریان تصویر^{۸۰} تمرکز یافته است. علاوه بر آن، فنون مدیریت داده‌های پیشرفته متعدد برای بهبود مصورسازی، ارسال، و دستیابی به مجموعه داده‌های تصویری بزرگ نیز موردنظر بوده است. این پژوهش همچنین بررسی برخی مشکلات مرتبط با یکپارچگی کاربران جدید جهانی از شبکه خدمات جغرافیایی و فناوری خاص برای خرید و فروش با وضوح بالای تصاویر در محیط اینترنت را پوشش می‌دهد (۲۴).

اُور^{۸۱} (۲۰۰۴) ضمن بررسی مسائل متداول در عرضه مصورسازی، به ارائه راه‌حل‌های ممکن برای رفع مشکلات مصورسازی فضاهای اطلاعاتی بزرگ می‌پردازد. وی به‌عنوان بخشی از پاسخ به مشکلات

مصورسازی «مدل مصورسازی پایگاه داده ابررسانه‌ای»^{۸۲} را پیشنهاد می‌کند. شواهد نشان می‌دهد که از منظر بوم‌شناختی، محیط‌های سه‌بعدی مجازی که به‌نحو مطلوبی طراحی شده‌اند، می‌توانند قدرت شناختی بهتر از فرایند پردازش مجموعه‌های اطلاعاتی بزرگ را فراهم سازند؛ و به هدایت و بازیابی اطلاعات، برای ساخت یک نظام مصورسازی پایگاه داده ابررسانه کمک کنند. وی بیان می‌کند که طراحی برنامه‌های رابط کاربر برای نظام مصورسازی پایگاه داده ابررسانه، پایه‌ای برای مدل پایگاه داده ابررسانه می‌باشد (۱۸).

مین^{۸۳} (۲۰۰۴) در پژوهش خود به اشتراک اطلاعات بلادرنگ^{۸۴} در میان پروژه همکاران این طرح، در افزایش قدرت برای تأثیرگذاری بر فناوری عامل خدمات و نرم‌افزارهای وب می‌پردازد. چنین رویکردی وضوح بهتر اطلاعاتی را در این پروژه فراهم می‌سازد. وی در مطالعه خود نظام الگوی اولیه‌ای را ارائه می‌دهد که تعامل در تغییرات اطلاعاتی را خودکار می‌سازد و آن را در یک فرایند استفاده از فناوری عامل رایانه و خدمات وب به پیش می‌برد. فناوری خدمات وب، که به ایجاد و پدیدار شدن استانداردها بستگی دارد، می‌تواند برای ساختن و یکپارچه‌سازی مقولات متعدد مورد استفاده قرار گیرد. مصورسازی در این پژوهش شامل دو فعالیت عمده می‌شود. نخست روش‌شناسی یکپارچه‌سازی خدمات و نرم‌افزارهای وب، به‌گونه‌ای که ساختار مجازی

79. York University

80. Image flow

81. Owor

82. Hypermedia database

83. Min

زنجیره تولید بتواند شکل‌گیری قابل انعطاف و پویا داشته باشد. استفاده از این چارچوب الگوی اولیه‌ای است که برای فرایند پیشبرد و خودکارسازی و نیز آسان کردن اشتراک اطلاعات بلادرنگ در ساختار آن توسعه داده شده است. دومین فعالیت به روش ارزیابی خطری می‌پردازد که در توصیف داوری ذهنی و نامشخص استفاده از نظریه گزینشی [در ارتباط با مصورسازی] وجود دارد. این مراحل به توسعه و بهبود شرایط مصورسازی منجر می‌شود (۱۴).

کانون اصلی تمرکز در پژوهش نيساگورنسن^{۸۵} (۲۰۰۳) توسعه به همراه آزمایش و اثبات جنبه‌های استفاده از آخرین فناوری بالقوه براساس گرافیک سه‌بعدی بر مبنای وب است، که به پشتیبانی از ظرفیت‌هایی می‌پردازد که می‌تواند اثربخشی و راحتی در آموزش مهندسی بر مبنای وب و آموزش فناوریانه داشته باشد. خصوصیات و نیز روش فنی به‌کار رفته در این پژوهش پیشرفت قابل توجهی در فعالیت آموزش فناوری و قالب دیداری - شنیداری چندرسانه‌ای در محیط وب‌مدار، براساس فناوری سه‌بعدی به‌همراه داشته است. برای نشان دادن تأثیر بر فناوری سه‌بعدی چندرسانه‌ای، تصویرسازی محیط‌های توسعه یافته مدنظر قرار گرفته است. دستیابی به اهداف کامل این پژوهش در دو محیط صورت می‌گیرد. محیط اول بر آموزش‌های فنی تمرکز یافته و محیط دوم، که نظام پویای سه‌بعدی نامیده می‌شود، بر آموزش مهندسی تأکید دارد. این پژوهش

زمینه‌ای برای توسعه مصورسازی محیط‌های نمایشی، به‌خصوص نظام‌های پویای سه‌بعدی، فراهم آورده است. این نظام یک برنامه آموزشی وب‌مدار تعاملی را توسعه داده که ظرفیت‌های مختلف فناوری‌های اینترنتی را یکپارچه ساخته است (۱۶).

مطالعاتی که در موضوع مصورسازی وب‌مدار انجام گرفته، بیشتر به جنبه‌های فناوریانه نظر دارند. این‌گونه امور فنی در مصورسازی با بهره‌گیری مناسب از ابزارهای خاصی صورت گرفته که توانایی ارائه حجم عظیمی از اطلاعات موجود در وب را به شیوه تصویری دارند. فناوری اطلاعاتی فضایی - مکانی، بر پایه اینترنت، یکی از امکانات مؤثر برای ایجاد ساختار دیداری اطلاعات، به‌خصوص در بخش مربوط به داده‌های جغرافیایی است. این خدمات بر مبنای فناوری خاص خود، با توجه به ظرفیت مطلوب استفاده از داده‌های فضایی از طریق مجاری پرسرعت ارتباطی، با قدرت زیادی به انتقال داده‌ها می‌پردازد. طراحی محیط‌های سه‌بعدی مجازی، همراه با ایجاد فضای تعاملی مناسب برای کاربران، قدرت شناخت آنان را افزایش می‌دهد و حیطه وسیعی از اطلاعات را جهت بهره‌برداری و هدایت به سوی بازیابی اطلاعات مرتبط با نیاز آنان مهیا می‌سازد. شیوه‌های دیداری ارائه اطلاعات در این‌گونه فناوری‌های اطلاعاتی، از زمره فنون نوین برای مصورسازی اطلاعات به‌شمار می‌رود. از مسائل قابل توجه و مهمی که در مصورسازی وب‌مدار مطرح می‌شود کاربرد

فناوری جریان تصویر می‌باشد. این فناوری در ارتباط با اطلاعاتی که از طریق شبکه در وسعت و ابعاد بزرگ منتقل می‌شود، مدنظر است. اهمیت مصورسازی در محیط وب، در ایجاد بستری مناسب برای یکپارچگی ارسال داده‌های تصویری و نیز هم‌نوایی در شیوه‌های استفاده کاربران از امکانات تصویرسازی در شبکه نهفته است. به هر میزان که درجه کاربردپذیری مصورسازی در محیط وب افزایش یابد، به همان میزان به قدرت درک اطلاعات افزوده می‌شود. از دیگر عوامل مؤثر در مصورسازی وب‌مدار باید به پایگاه داده ابررسانه اشاره کرد. در چنین پایگاهی اطلاعات براساس ترکیبی از متن، صدا، تصویر، عکس، گرافیک، فیلم، نگاره، و انواع دیگر قالب‌های اطلاعاتی برای برقراری ارتباط بین موضوع‌های مختلف توسط کاربر برای بهره‌گیری بهینه از اطلاعات موجود ارائه می‌شود. در این میان قالب تصویری اطلاعات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مجموعه فناوری‌ها و ابزارهای کاربردی به‌کاررفته در مصورسازی وب‌مدار منجر به ایجاد شرایط مطلوب برای استفاده از توانایی‌های مصورسازی است. با تکیه بر فناوری‌های موجود و براساس مؤلفه‌های مهم در طراحی و ارائه نظام‌های سودمند مصورسازی، برخی از عوامل مؤثر در طراحی مصورسازی سایت‌های اطلاعاتی در محیط وب را می‌توان چنین معرفی کرد:

- فضای محدود و معین رابط کاربر که در جست‌وجو مورد استفاده قرار می‌گیرد؛
- مسیر حرکت دید استفاده‌کننده در

صفحه‌ای که کاوش در آن انجام می‌پذیرد؛

- انتخاب نشانگرها و علائم استفاده شده در رابط کاربر و میزان انعطاف‌پذیری آنها؛
- حرکت علائم تصویری در درون صفحه کاوش و وضعیت تغییر موقعیت آنها؛
- شیوه استفاده از تصاویر متحرک سه‌بعدی در درون صفحه و ارتباط این عناصر با ساختار اطلاعات ارائه شده؛
- تعامل دیداری استفاده‌کننده با رابط کاربر از جنبه شناخت و درک تصاویر موجود در صفحه اصلی جست‌وجو؛
- طراحی تصویری نشانگرهای پیوندهای موجود در صفحه اصلی کاوش، با همین مختصات در صفحات بازایی شده مرتبط از طریق پیوند که پس از آن ظاهر می‌شود؛
- شیوه ارائه اطلاعات از لحاظ کاربرد جنبه‌های گرافیکی، رنگ، تقارن، توازن خطوط، شکل‌های هندسی، و ترکیب میان آنها.
- رعایت موقعیت و وضعیت مکان‌شناسی اجزای موجود در صفحه جست‌وجو نسبت به طول و عرض، بُعد، وسعت، ارتفاع، و میدان دید کلی صفحه جست‌وجو؛
- تناسب میان نوع اطلاعات ارائه شده، با نشانگرها و شیوه مصورسازی انجام شده در سایت؛
- نوع و مشخصات نمادهای راهنمایی، کاربرپسندی، قابل درک بودن، و قابلیت برقراری ارتباط مناسب برای تفهیم موضوع به مخاطب. مطالعه و بررسی وضعیت موارد مذکور در مجموع منجر به تبیین موقعیت سایت‌های اطلاعاتی و سپس تدوین برنامه‌ای مشخص برای رفع مشکلات ناشی از مصورسازی در

بهره‌گیری مطلوب از چنین سایت‌هایی می‌شود.

نتیجه‌گیری

مصورسازی اطلاعات فرایندی پویا و کاربردی است که در افزایش قدرت درک و دریافت اطلاعات تأثیری بسزا دارد. این فعالیت برای بالا بردن میزان یادگیری و بهره‌مندی از اطلاعات، براساس شیوه‌های نمایشی گوناگون به‌کار گرفته می‌شود. همچنین حجم زیادی از اطلاعات در قالب دیداری به‌گونه‌ای مؤثر به نمایش درمی‌آید. تعاریف ارائه شده از مصورسازی اطلاعات بیان‌گر آن است که اجماع واحدی از این فن در میان متخصصان وجود ندارد. همین امر به دشواری در تبیین معنا و حدود مصورسازی منجر شده است. پایه‌های اصلی و مهم مطالعه در فرایند مصورسازی، طراحی رابط کاربر، گرافیک رایانه‌ای، تعامل میان انسان و رایانه، تحلیل اطلاعات، نظریه‌های شناختی، و طراحی هنری است. امروزه در فعالیت‌های علمی به اهمیت این فرایند سودمند توجه زیادی شده و کوشش می‌شود تا در بسیاری از پژوهش‌ها از شیوه‌های مناسب مصورسازی استفاده شود. روش‌های مصورسازی در حال حاضر گسترده و متنوع‌اند. برخی از روش‌ها در حوزه‌های موضوعی خاص کاربرد تخصصی دارند و پاره‌ای از آنها در موضوع‌ها و رشته‌های مختلف علمی قابل اجرا هستند. کوشش‌های انجام شده در ارتباط با تمامی این شیوه‌ها بر آن است که بتواند اطلاعات را بهینه، مناسب، و سودمند به کاربران و استفاده‌کنندگان ارائه دهد. مصورسازی در

حوزه‌های مختلفی کاربرد خود را به اثبات رسانده است. یکی از این زمینه‌ها که بسیار مهم و مطرح بوده، مصورسازی جغرافیایی است. این‌گونه مصورسازی با قابلیت تبدیل اطلاعات جغرافیایی به قالب‌های دیداری به میزان زیادی به گسترش و توسعه دانش جغرافیا منجر شده است. به‌علاوه، زمینه مناسبی برای نظارت بر فعالیت‌های مبتنی بر ساختار جغرافیایی نظیر حمل‌ونقل، نظارت بر وضعیت عبور و مرور، و یا مطالعات هواشناسی پدید آورده است. مصورسازی وب‌مدار، که امروزه بسیار به آن توجه می‌شود، بر مبنای فناوری‌های مصورسازی که در محیط شبکه کاربرد بیشتری دارند به‌کارگرفته می‌شود. فناوری اطلاعاتی فضایی - مکانی برپایه اینترنت از آن زمره است که قابلیت تبدیل مقادیر عظیم اطلاعات به قالب دیداری را دارد. طراحی محیط‌های سه‌بعدی مجازی، کاربرد فناوری جریان تصویر و پایگاه داده ابررسانه به مصورسازی وب‌مدار یاری می‌رسانند. مصورسازی در فعالیت‌های پژوهشی و علمی کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده است و پیش‌بینی می‌شود که در آینده نیز در مسیر تولید علم، حرکت به سوی مصورسازی خواهد بود. باید بیان کرد کاربرد پرنفوذ آن در بیشتر علوم و فنون نمایان شده و رغبت به استفاده از فنون و شیوه‌های مصورسازی در فعالیت‌های علمی و پژوهشی افزایش خواهد یافت. راهبرد دیداری بهره‌گیری از اطلاعات از مقولاتی است که شایسته است در حوزه مطالعات کتابداری و اطلاع‌رسانی مورد توجه جدی قرار گیرد.

usability". Catherine Plaisant, University of Maryland. [on-line]. Available: <http://hcil.cs.umd.edu/trs/2004-36/2004-36.pdf>.

9. Gelernter, Judith. "Infoviz for Info pros: information visualization software tools". *Medford*, Vol.12, No.9 (2004): 52-61. [on-line]. Available: <http://proquest.umi.com/>. [30May 2005].

10. Hawkins, Donald T. "Information visualization: Don't tell me, show me!". *Medford*, Vol.23, No.1 (1999): 88-90. [on-line]. Available: <http://proquest.umi.com/>. [30May 2005].

11. Hildebrand, Kristian; Magnor, Marcus; Frohlich, Bernd. "Reconstruction and visualization of spiral galaxies". *Journal of WSCG*, Vol.14 (Jan.-Feb.2006). [on-line]. Available: <http://graphics.tu-bs.de/publications/wscg06-1.pdf>. [21 Jun. 2005].

12. Huotari, Jouni. "Integrating graphical information system models with visualization techniques". Ph.D. Dissertation, supervisor kalle Lyytinen. Finland: yvaskyla: University of Jyvaskyla, 2005.

13. Lamm, Stephen E.; Reed, Daniel A.; Scullin, Will H. "Real-time geographic visualization of World Wide Web traffic". Fifth International World Wide Web Conference (Paris, France: May 6-10, 1996). Available: <http://www.geckil.com/~harvest/www5/papers/P49/Overview>.

۱. «تعریف و کاربرد سیستماتیک». قابل

دسترسی در:

<http://www.azad.ac.ir/site%20tecnology/information/photo.htm>. [4Oct.2006]

۲. فرهنگ تشریحی اصطلاحات کامپیوتری

میکروسافت. ترجمه فرهاد قلی‌زاده نوری. تهران: آذرباد، ۱۳۸۱.

۳. مشاطیان، شایان رضا. «مصورسازی اطلاعات». *دنیای کامپیوتر و ارتباطات*، ۸ (اردیبهشت ۱۳۸۱): ۴۱-۳۸.

4. Buckley, A.R. "The application of spatial data analysis and visualization in the development of landscape". Ph.D. dissertation, Indicators to Assess Stream Conditions, Oregon State University, Department of Geography, 1997.

5. Card, S.K.; Mackinlay, J.D., Shneiderman, B. (Eds.). *Readings in information visualization: using vision to think*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, Inc, 1999.

6. Chen, Chaomei. *Information visualization and virtual environments*. London: Springer-verlag, 1999.

7. Demaine, Jeff. "Information visualization". Information Technology Services. National Library of Canada. 1999. [on-line]. Available: <http://www.collectionscanada.ca/9/1/p1-234-e.html>. [18 Jun. 2006].

8. Dykes, J. ... [et al]. "Information visualization and the challenge of universal

19. Sedig, Kamran ... [et al]. "Application of information visualization techniques to the design of a mathematical mindtool: a usability study". *Information, Visualization Houndmills*, Vol.2, No.3 (2003): 142. [on-line]. Available: <http://proquest.umi.com>. [30 May 2005].
20. Shneiderman, B. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. 3rd ed. Menlo Park, CA: Addison Wesley, 1998.
21. USGS. Science for a changing world. "Geographic information system". 2005. [on-line]. Available: http://erg.usgs.gov/isb/pubs/gis_poster. [18 Jun. 2006].
22. Walter, Martin; Stuart, Liz; Borisyuk, Roman. "The representation of neural data using visualization". *Information Visualization Houndmills*, Vol. 3, No.4 (2004). Available: <http://proquest.umi.com>. [30 May 2005].
23. Wikipedia, the free encyclopedia. "Geographic information system". 2006. [on-line]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system. [18 Jun. 2006].
24. Yonggang, Hu. "A Web-based two-dimensional/three dimensional geospatial image visualization system". M.Sc. dissertation, Advisor Vincent Tao, York University(Canada),2004.
- html. [11Mar. 2006].
14. Min, Jung Ung. "Supply chain visualization through web services integration". Ph.D. dissertation, Advisor Hans Bjornsson, Stanford University, 2004.
15. Munzner, T. ... [et al]. "Visualizing the Global Topology of the MBone". *Proceedings of the 1996 IEEE Symposium on Information Visualization* (San Francisco: October 28-29, 1996), pp.85-92. [on-line]. Available: <http://www-graphics.stanford.edu/papers/mbone/mbone/mbone.html>. [11 Mar. 2006].
16. Nisagornsen, Chaturaporn "Implementation of three-dimensional visualization in interactive web-based environment for engineering education and technical training". Ph.D. dissertation, Advisor Kurt Gramoll, The University of Oklahoma, 2003.
17. Nocke, Thomas ... [et al]. "Information visualization supporting modeling and evaluation tasks for climate models". Proceedings of the Winter Simulation Conference. S. Chick, P. J. Sánchez, D. Ferrin, and D. J. Morrice, eds. 2003. [on-line]. Available: <http://www.informs-cs.org/wsc03papers/093.pdf>.
18. Owor, Robert Steven. "Hypermedia database visualization". Ph.D dissertation. Advisor Hari H. Narayanan, Auburn University, 2004.