

ارتباط تصویری و پردازش دیداری اطلاعات: آشنایی بامبانی نظری حوزه مصورسازی

فریبرز درودی | عادل سلیمانی نژاد

چکیده

هدف: مبانی نظری حوزه مصورسازی و بررسی مصورسازی داده و مصورسازی اطلاعات را معرفی می‌کند.

روش/رویکرد پژوهش: مطالعه منابع اطلاعاتی مرتبط، تطبیق و بررسی کیفی نقش مصورسازی است.

یافته‌ها: کاربرد اصلی مصورسازی در کتابداری و اطلاع‌رسانی، ایجاد و برقراری بهتر ارتباط دیداری در زمینه طراحی رابط کاربری و نیز بهینه‌سازی فرایند بازاریابی اطلاعات است. مباحث مصورسازی براساس گرافیک رایانه‌ای شکل گرفته و سبب انتقال بهتر اطلاعات به مخاطب می‌شود. یکی از کاربردهای مهم مصورسازی در محیط مجازی است که از پیشرفته‌های فناوری در فضای رقومی بهره گرفته است. همچنین انواع طبقه‌بندی مصورسازی و دو نوع اصلی مصورسازی داده و اطلاعات تشریح شده است.

نتیجه‌گیری: مصورسازی نقش مؤثری در درک اطلاعات برعهده داشته و میان مفهوم مصورسازی داده و مصورسازی اطلاعات تفاوت‌های قابل توجهی وجود دارد که در برخی از مقاله‌ها این دو مفهوم به جای یکدیگر به کار رفته‌اند.

کلیدواژه‌ها

ارتباط تصویری، مصورسازی اطلاعات، مصورسازی داده، طبقه‌بندی مصورسازی، محیط مجازی

ارتباط تصویری و پردازش دیداری اطلاعات: آشنایی با مبانی نظری حوزه مصورسازی

فریبرز درودی^۱ | عادل سلیمانی نژاد^۲

دریافت: ۱۳۸۷/۷/۲۶ پذیرش: ۱۳۸۷/۹/۴

مقدمه

بهره‌گیری از فنون خاص مصورسازی برای تبیین مفهوم اطلاعات و برقراری ارتباط سودمند، یکی از حوزه‌های مهم در بازیابی اطلاعات^۲ به‌شمار می‌آید. مصورسازی اطلاعات^۳، با تکیه بر درک بالاتر داده‌های فراهم آمده، به کاربران کمک می‌کند تا میزان بهره‌وری در دریافت و ارزیابی اطلاعات را افزایش دهند. بر همین اساس، زمینه مطالعاتی گسترده‌ای در عرصه پژوهش‌های رایانه‌محور به همین نام شکل گرفته است. در حال حاضر، مصورسازی اطلاعات با فنون و روش‌های علمی تبدیل اطلاعات مبتنی بر شیوه دیداری مواجه است و تحقیقات این حوزه به استفاده مفید کاربران از اطلاعات یاری می‌رساند.

باید اظهار کرد که مسئله اصلی در این پژوهش شناخت مبانی پایه و هسته‌های نظری مصورسازی است که با تکیه بر دو جنبه از مباحث ساختاری مصورسازی، یعنی مصورسازی داده^۴ و اطلاعات شکل می‌گیرد. از سوی دیگر، مباحث اساسی و مهمی چون طبقه‌بندی مصورسازی^۵، و مصورسازی در محیط مجازی^۶ از زمره مباحث اصلی در این حوزه تخصصی به‌شمار می‌آید. امروزه، در محیط اینترنت با مصورسازی اطلاعات به شکل گسترده‌ای روبه‌رو می‌شویم و در سایت‌های مختلف، هنگامی که در جست‌وجوی داده‌های خاصی هستیم، اگر اطلاعات بازیابی شده به صورت مصور نمایش داده شود درک ما برای شناخت و تفسیر اطلاعات تأثیر بیشتری برجای خواهد گذاشت. به‌طور نمونه، وقتی که ما در جست‌وجوی

۱. دکتری کتابداری و اطلاع‌رسانی
سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران
(نویسنده مسئول)
F-doroudi@nlai.ir
۲. عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد زرنج
Adels2004@yahoo.com
3. Information retrieval
4. Information Visualization (IV)
5. Data Visualization(DV)
6. Classification of visualization
7. Visualization in virtual environment

اطلاعاتی درباره خطوط ارتباطی میان گره‌های یک شبکه وسیع هستیم، بیش از آنکه متون بتوانند اطلاعاتی به ما ارائه دهند، نمای کلی و نمودار ارتباطی مصور آن، در زمان کمتری، اطلاعات بیشتر و مؤثرتری در اختیار ما قرار خواهد داد. بنابراین، با ترسیم نمودار سلسله‌مراتبی یا درختی ارتباطات شبکه، حجم بیشتری از اطلاعات را به مخاطب منتقل می‌کنیم. این روش به ما کمک می‌کند که یک نمای کلی از وضعیت اتصال میان گره‌های شبکه در ذهن ما ایجاد شود، تا هرگاه که به آن نگاه می‌کنیم، با مرور و مشاهده شمای اصلی آن بتوانیم به اطلاعات مهمی دست‌یافته و به سرعت به درک بهینه آن نائل شویم. براین اساس، برای دستیابی به کارایی بالاتر در درک اطلاعات، می‌توان از شیوه‌های مصورسازی به نحو مطلوب بهره گرفت و از راهبردهای گوناگون آن در ایجاد تعامل و نمایش دیداری عناصر اطلاعاتی استفاده کرد. در این میان، توجه به مفاهیم مصورسازی داده و مصورسازی اطلاعات در کنار نقشی که در ارتقای مفاهیم نوشتار برعهده دارند، می‌تواند حاوی فواید قابل ملاحظه‌ای باشد.

اهداف اصلی مصورسازی

مصورسازی یکی از راهبردهای مهمی است که می‌توان با تکیه بر آن به کیفیت شناخت اطلاعات افزود. هدف از توسعه روش‌ها و کاربردهای مصورسازی تأمین شرایط مناسب برای بازیابی اطلاعات و ارائه بازنمون بهتر برای درک مطلوب فقره‌های اطلاعاتی است. با مطالعه شرایط، ویژگی‌ها، و امکاناتی که در به‌کارگیری مصورسازی داده و اطلاعات وجود دارد، می‌توان به میزان زیادی از فواید آن در بهینه‌سازی راهبردهای جست‌وجو بهره گرفت. در واقع، هر دو راهبرد مصورسازی داده و اطلاعات زمینه مناسبی برای استفاده بهتر از ابزارهایی فراهم می‌کند که به بازیابی مناسب فقره‌های اطلاعاتی مورد نیاز منجر می‌شود.

از زمره هدف‌هایی که در مطالعه کاربردهای مصورسازی داده و اطلاعات وجود دارد آن است که با شناخت ساختار هر یک می‌توان از ظرفیت‌های متناسب آنها در طراحی رابط کاربر بهره گرفت و برای هدایت نگرانه‌های تصویری در رابط کاربر گرافیکی از آن استفاده کرد.

همچنین، مصورسازی کاربرد مؤثری در زمان دستیابی به اطلاعات بازیابی شده در کاوش اطلاعات دارد. بر این اساس، می‌توان با تکیه بر نمایشگرهای مصور در رابط کاربر، میزان ربط میان اطلاعات بازیابی شده و پرس‌وجوی ارائه شده به نظام را بررسی کرده و ارتباط موضوعی آنها را شناسایی کرد و از این طریق کیفیت بازیابی اطلاعات و برطرف ساختن نیاز اطلاعاتی کاربر را پشتیبانی کرد.

پیشینه حوزه مطالعاتی مصورسازی

مصورسازی در حوزه علوم رایانه، مبحثی نوین است. این زمینه مطالعاتی نوپاست و اگرچه

مدت کوتاهی از شروع مباحث تخصصی آن می‌گذرد، توسعه و پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته است. براساس اظهار چن^۸ (۱۹۹۹)، مصورسازی در حدود دو دهه قدمت دارد. پولانکو^۹ (۱۹۹۹) نیز بیان می‌کند که مصورسازی اصطلاحی است که از سال ۱۹۸۷ در یکی از انتشارات بنیاد ملی علوم^{۱۰} در آمریکا با نام مصورسازی در محاسبات علمی^{۱۱} به کار برده شد. این اصطلاح، پس از آن، در زمینه کاری مؤسسه مهندسان برق و الکترونیک^{۱۲} به کار گرفته شد. سپس، در حوزه‌های متعدد فعالیت‌های تخصصی مطرح شده و کاربردهای علمی و فنی بسیاری پیدا کرد.

حوزه‌های مهمی که مصورسازی با آنها ارتباط دارد، بازیابی اطلاعات، فرامتن و وب، کتابخانه‌های رقمی، و تعامل میان انسان و رایانه^{۱۳} است (چن، ۱۹۹۹). از سوی دیگر، مصورسازی با عرصه‌های متعدد دیگری چون طراحی رابط کاربر^{۱۴}، گرافیک رایانه‌ای، تحلیل اطلاعات، نظریه‌های شناختی^{۱۵}، و طراحی هنری ارتباط نزدیک دارد. کارد و دیگران (۱۹۹۹)، مصورسازی داده یا گرافیک داده را شامل مصورسازی علمی و مصورسازی اطلاعات معرفی می‌کنند و توضیح می‌دهند که مصورسازی علمی به صورت عمده با پدیده‌هایی مرتبط است که پایه جهان فیزیکی به شمار می‌آید. از سوی دیگر، مصورسازی اطلاعات در مقابل مصورسازی علمی، با مصورسازی حجم عظیمی از امور انتزاعی ارتباط دارد. هتزلر^{۱۶} (۲۰۰۴)، در پژوهش خود اظهار می‌کند که مصورسازی اطلاعات استفاده از حمایت‌های رایانه‌ای، تعامل، و نمایش دیداری داده‌های انتزاعی برای تقویت قدرت ادراک آدمی است. هوتاری^{۱۷} (۲۰۰۵) تحول بنیادی در پژوهش‌های مصورسازی را چنین مطرح می‌کند که 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. آگاتر^{۱۸} (۲۰۰۵) نیز به زمینه‌های همکاری بین‌رشته‌ای مصورسازی توجه می‌کند و مطالعات اصلی آن را در میان حوزه‌های مطالعاتی مربوط به هنر، طراحی، علم و فناوری برمی‌شمارد. ولی باید بیان کرد که یکی از اهدافی که برای بهره‌گیری از مصورسازی اطلاعات مورد توجه قرار گرفته و کاربردهای آن را فراگیر ساخته، فراهم‌آوری نمایش‌های گرافیکی فشرده، در رابط کاربر، و برای مدیریت تعاملی بخش بزرگی از اجزای اطلاعاتی است (دایکس^{۱۹}، ۲۰۰۵). امروزه، با توسعه و پیشرفت‌های گسترده در عرصه مصورسازی، انواع برنامه‌های کاربردی در این زمینه مورد استفاده قرار گرفته است. مصورسازی، با تکیه بر گرافیک رایانه‌ای و نرم‌افزارهای گوناگون، بستر مناسبی برای توسعه مفاهیم و روش‌های نمایش اطلاعات فراهم ساخته است.

زمینه‌های رشد مصورسازی

مصورسازی رایانه‌ای بر اساس برخی مبانی و بسترهای پایه ارتباطی در حوزه اطلاعات شکل گرفته است. تمامی عناصر و اجزای دخیل در مبحث مصورسازی به نوعی با شاخه گسترده

8. Chen
9. Polanco
10. National Science Foundation (NSF)
11. Visualization in scientific computing
12. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
13. Human-computer interaction
14. Interface design
15. Cognitive theories
16. Hetzler
17. Huotari
18. Agutter
19. Dykes

گرافیک رایانه‌ای در ارتباط هستند. ولی پیش از ورود به موضوع روش‌ها، فنون، مدل‌ها، ویژگی‌های مصورسازی اطلاعات و برشمردن انواع ابعاد، کاربرد در رشته‌های علمی و نظام‌های رایانه‌محور آن، توجه به مباحث نظری حوزه مصورسازی می‌تواند حاوی فواید قابل ملاحظه‌ای برای شناخت بهتر این شیوه رایانه‌ای جهت بازنمون دیداری اطلاعات باشد. لذا در این مقاله صرفاً به معرفی و بررسی زمینه‌های اولیه و بستر اصلی رشد مصورسازی، طبقه‌بندی علمی آن، معرفی دو شاخه اصلی مصورسازی داده و اطلاعات، و نیز مصورسازی در محیط مجازی - که یکی از مباحث عمده ساختاری این حوزه است - خواهیم پرداخت و مباحث فنی آن، در این متن مورد بررسی قرار نمی‌گیرند. با عنایت به آنکه رسالت نوشتار پیش‌رو توجه به ابعاد نظری حوزه مصورسازی است، بنابراین، به ریشه‌های ظهور و بروز این راهبرد سودمند می‌پردازیم، و در زمینه فنون مصورسازی توضیح، تحلیل، و بررسی ساختاری ارائه نمی‌شود؛ لذا علاقه‌مندان برای آشنایی بیشتر با روش‌ها، فنون و مدل‌های مصورسازی اطلاعات می‌توانند به دو اثر مشهور و ارزنده «مصورسازی اطلاعات: آن سوی افق فکری»^{۲۰} (۲۰۰۶) اثر چائو می‌چن^{۲۱} و «دستنامه مصورسازی داده»^{۲۲} (۲۰۰۸) اثر چن، هاردل، و آنوین^{۲۳} رجوع کنند.

ایجاد و برقراری ارتباط دیداری

ارتباط دیداری^{۲۴}، در برخی موارد، وسیله‌ای برای انتقال از یک فرستنده به یک دریافت‌کننده است که هیچ چیز نمی‌تواند جایگزین آن شود؛ ولی شرط اولیه آن، دقیق بودن اطلاعات، عینیت داشتن علامات، وجود سیستم رمزی واحد، و عدم سوءتفاهم است. تمام این شرایط قابل دسترسی اند، تنها به این شرط که دو طرف ارتباط، پدیده را از لحاظ کاربردی عمیقاً بشناسند (موناری، ۱۳۸۲، ص ۶۵). براین اساس، تبیین حرکات و رفتار ما بر مبنای الگویی مدون، در ارتباطات دیداری ضروری است. این امر در ارسال و دریافت نشانه‌های دیداری و علامت‌هایی که بار اطلاعاتی دارند، شرط لازم به‌شمار می‌آید. سنخیت یک علامت یا حرکت خاص با مفهومی که از آن دریافت می‌شود، از نکاتی است که در برقراری ارتباط دیداری مورد ملاحظه قرار می‌گیرد. هر حرکت و نشانه‌ای که از سوی ما صادر می‌شود، بر مبنای مقصود و مرادی است که ما آن را به جامه یک رفتار دیداری درمی‌آوریم. در بسیاری موارد، اینگونه نشانه‌های ارتباطی که با قالب دیداری عینیت می‌یابد، بار اطلاعاتی فراوانی داشته و ممکن است معادل چند ده واژه و یا عبارت که مکونات درونی ما را اعلام می‌دارد، تأثیر و معنا داشته باشند.

با رعایت و در نظر گرفتن مجرای مناسب، حرکت‌ها و حالت‌های خاص بدن از منظر ارتباط دیداری، می‌توان به نتایج بهتری در برقراری مفاهیم و رابطه با دیگران دست یافت. همچنین، با کاربرد نمادها و تصاویر در ارائه اطلاعات می‌توان به برقراری ارتباط بهتر و مؤثر

20. Information Visualization: Beyond the Horizon.
21. Chaomei Chen
22. Handbook of data visualization
23. Härdle & Unwin
24. Visual contact

یاری رسانند، و کیفیت ارائه و نمایش اطلاعات را به میزان زیادی افزایش داد.

انتقال اطلاعات به مخاطب

موارد استفاده از وسایل انتقال برای ارتباط دیداری یعنی علامت، رنگ، نور، حرکت و در ارتباط با کسی که پیام را دریافت می‌کند معنی پیدا خواهد کرد. پس باید هر بار - نظر به نوع اطلاعاتی که باید انتقال داده شود - مناسب‌ترین وسیله انتقال برای آن نوع اطلاعات مورد مطالعه قرار گیرد، به طوری که بتوان آن را به کامل‌ترین وجه منتقل کرد. از این رو، باید نوع گیرنده و شرایط فیزیولوژیک و حسی آن - که با استفاده از آن به عنوان صافی انتقال، اطلاعات را تحت کنترل قرار می‌دهند - در نظر گرفته شود (موناری، ۱۳۸۲، ص ۶۶). کاربر اطلاعاتی، برای دریافت اطلاعات کوشش می‌کند تا از سریع‌ترین و بهترین راهبردهای موجود بهره گیرد. انتقال اطلاعات از منبعی که آن را ارائه یا ارسال می‌کند، باید در زمینه‌ای مناسب قرار گیرد تا تأثیر بهتری داشته باشد. در مباحث طراحی سازه‌های اصلی مصورسازی، در نظر گرفتن مبانی پایه انتقال اطلاعات، شناخت مجرا، منبع و مقصد، عوامل تأثیرگذاری خشنه و اختلال، شیوه‌های بهینه ارسال اطلاعات، و زمینه‌های محیطی مورد مطالعه قرار گرفته و با بهره‌گیری از تدابیری سودمند، بستر مناسب حرکت و جریان اطلاعات از سوی منبع تولیدکننده به سوی استفاده‌کننده مشخص می‌شود. انتقال اطلاعات، زمینه مناسب فعالیت مصورسازی به‌شمار می‌آید. راهبردهای مؤثر تدوین نشانگرها و نمادهای دیداری با تکیه بر مبانی انتقال اطلاعات به منصفه ظهور می‌رسد. بنابراین، شناخت اصول و ساختار ارتباط، ارسال و دریافت داده، به همراه عوامل و اجزای تأثیرگذار در این عرصه، مقدمه و هسته اولیه استفاده از کاربردهای تصویری اطلاعات به‌شمار می‌آید، که تمامی در ارتباط با رعایت عناصر اصلی راهبردهای دیداری اطلاعات به منصفه ظهور خواهد رسید. برخی مطالعات در زمینه‌های موضوعی شناخت، ادراک و فیزیولوژی چشم به‌عنوان بررسی‌های پایه مطرح می‌شوند. مطالعاتی که در حوزه میدان دید آدمی انجام پذیرفته است، در این میان نقشی مؤثر ایفا می‌کنند و زمینه انتقال سریع و مطلوب اطلاعات را به همراه خواهند داشت. علاوه بر آن، مخاطبان و کاربران اطلاعاتی در ارتباط با شیوه‌های برقراری تعامل مؤثر، همواره به عامل ارتباط دیداری و انتقال اطلاعات، از طریق روش‌های تصویرسازی رایانه‌ای اطلاعات نیاز دارند تا بتوانند ارتباطی با کیفیت و بهینه برقرار سازند.

تأثیر هیافت‌های سودمند تصویری

حس دیداری از توانایی بالایی در تبادل داده برخوردار است، و به تبع آن، تصاویر نیز عاملی مهم

در ارسال، دریافت، و درک مؤثر اطلاعات به‌شمار می‌آیند. بهره‌گیری گسترده از علامت‌ها و تصاویری که درک عمومی از آنها تقریباً یکسان و یکنواخت است، در بیشتر نقاط دنیا کاربرد فراگیر دارد. استفاده از علائم راهنمایی و رانندگی، به‌صورت نشانه‌های دیداری، برای اعلام اطلاعات ضروری در حین رانندگی، یکی از کاربردهای سودمند آن است که در اکثر قریب به اتفاق کشورهای جهان کاربرد مشابه دارد. شرکت‌های تجاری و سازمان‌های متعدد، همواره حیطه فعالیت خود را در قالب آرم یا نشان مخصوص به دیگران معرفی می‌کنند. پوسترها و اعلان‌های تبلیغاتی نیز از نمادها و تصاویری اثربخش جهت تأثیر بر مخاطبان خود بهره می‌گیرند. بخش قابل توجهی از فضای سایت‌های اینترنتی آکنده از تصاویر تبلیغاتی متعددی است که کاربر را به خود جلب می‌کند. حتی در ارتباطات معمول زندگی از علامت‌ها و حرکت‌های نمادین برای ابراز مقصود بهره می‌بریم؛ مانند اشاره با انگشت برای نشان دادن مسیر یا جهت نشانی، و قرار دادن انگشت سبابه در مقابل بینی، به معنای سکوت. این شیوه، در بسیاری از فعالیت‌های زندگی روزانه ما کاربرد داشته و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. بر همین اساس، بهره‌گیری از نشانگرها، نمادها، گرافیک، و تصاویر به‌عنوان شیوه‌های مفید در ارتباط دیداری استفاده‌کننده با رابط کاربر، نقشی بسزادر درک و شناخت کاربر از اطلاعات ارائه شده به‌همراه دارد. برای دستیابی به داده‌های مفید، ضرورت ایجاد تعامل بهینه با رایانه اجتناب‌ناپذیر است، زیرا ایجاد ارتباط با ماشین نیازمند تدابیری چون برقراری زبان مشترک، درک مناسب از مفاهیم و پیام‌های ارسالی است. تصاویر از این مزیت برخوردارند که بتوانند برقراری ارتباط را تسریع بخشند. بر این اساس، تلاش‌های وسیعی برای بهره‌مندی از زبان نشانه‌ها صورت می‌پذیرد و استفاده از راهبردهای اثربخش دیداری در رایانه-به‌ویژه در تعاملی که با انسان برقرار می‌سازد-نقشی بی‌بدیل ایفا می‌کنند. باید توجه کرد که نخستین مواجهه دیداری استفاده‌کننده با اطلاعات در ارتباطی است که با نشانگرها و تصاویر موجود برقرار می‌شود، و او تلاش می‌کند که با درک مناسب از نمادهای موجود به شناخت مفاهیم مبادرت ورزد. با فنون تصویرسازی برای اطلاعات، زمینه مناسبی جهت دریافت معنای اطلاعات فراهم شده و کارایی اطلاعات در ایجاد ارتباط افزایش می‌یابد. ذکر این نکته ضروری است که شیوه‌های تصویرسازی اطلاعات در محیط رایانه با انجام این فعالیت در عرصه‌های دیگر متفاوت است و نمی‌توان آن را کاملاً منطبق با دیگر روش‌های تصویرسازی قلمداد کرد. چنانچه منظور از انواع فعالیت‌های تصویرسازی در حوزه راهنمایی و رانندگی و یا پوستره‌های تبلیغاتی، صرفاً بیان شیوه‌های مشابه مصورسازی در عرصه‌های دیگر بود و باروش‌های مصورسازی اطلاعات متفاوت است؛ زیرا مصورسازی اطلاعات کاملاً مبتنی بر فنون و مدل‌هایی است که بر ساختار گرافیک رایانه‌ای استوار است.

طبقه‌بندی مصورسازی و ابعاد آن

تا کنون، متخصصان عرصه مصورسازی تلاش کرده‌اند با طبقه‌بندی‌های مختلف به تبیین وضعیت آن و بهره‌گیری مناسب از اطلاعات دیداری یاری رسانند. در این زمینه، به برخی از این فعالیت‌ها اشاره می‌کنیم. شنایدرمن^{۲۵} (۱۹۹۸)، انواع مصورسازی را در هفت مقوله طبقه‌بندی می‌کند، شامل داده‌های یک‌بُعدی، دو‌بُعدی، سه‌بُعدی، چندبُعدی^{۲۶}، زمانی^{۲۷}، سلسله‌مراتبی^{۲۸}، و شبکه‌ای. کیم (۲۰۰۲، ص ۱۰۱)، با توجه به طبقه‌بندی شنایدرمن، مصورسازی را در چند رده قرار می‌دهد: داده‌های یک‌بُعدی، دو‌بُعدی، چندبُعدی، متن و فرامتن، سلسله‌مراتبی و گراف‌ها^{۲۹}، الگوریتم‌ها و نرم‌افزارها. چن (۱۹۹۹، ص ۲۷)، نیز فرایند مصورسازی را در دو جنبه پایه معرفی می‌کند: مدل‌سازی ساختاری^{۳۰} و نمایش گرافیکی^{۳۱}. ولی‌کارد، مک‌کینلی^{۳۲} و شنایدرمن (۱۹۹۹) مصورسازی داده یا گرافیک داده را شامل مصورسازی علمی و مصورسازی اطلاعات می‌دانند. این تقسیم‌بندی بر مبنای مصادیق عینی و ذهنی شکل گرفته است. مصورسازی داده، از نگاه کارد، دارای شباهت‌های زیادی با گرافیک داده است؛ به گونه‌ای که وی آنها را مترادف قلمداد می‌کند. آنچه که در بیشتر مباحث مصورسازی مورد عنایت قرار گرفته و درباره آن به تحلیل پرداخته‌اند، مصورسازی اطلاعات می‌باشد؛ و بر همین اساس، فنون و روش‌های خاصی نیز برای کاربرد بهینه آن ابداع کرده‌اند.

نکته‌ای که در تفاوت میان مصورسازی علمی و مصورسازی اطلاعات باید بیان کرد، این است که مصورسازی علمی عمدتاً در جهت کاربردپذیر ساختن داده‌های فیزیکی است، در حالی که مصورسازی اطلاعات به شیوه‌های تصویرسازی عملی داده‌های انتزاعی می‌پردازد. امور انتزاعی در مصورسازی علمی بر مبنای فضای فیزیکی بنا نهاده شده است. اطلاعات غیر فیزیکی نظیر داده‌های مالی، اطلاعات بازرگانی، مجموعه اسناد، و ادراک انتزاعی ممکن است مزایایی در مطرح ساختن به شیوه دیداری داشته باشد، اما این اطلاعاتی است که هیچ‌گونه طرح‌ریزی فضایی مشهودی را پوشش نمی‌دهد. در اینجا دو مشکل مهم مطرح می‌شود: چگونگی ارائه مشخصات دیداری از هدف مورد علاقه؛ و دیگری طرح‌ریزی امور انتزاعی غیرمکانی به شیوه اثربخش دیداری. تعامل وسیعی از چنین اطلاعات انتزاعی که در جهان معاصر حجم و پیچیدگی آن یک مشکل محسوب می‌شود، وجود دارد (کارد، ۱۹۹۱ نقل در پولانکو، ۱۹۹۹). از سوی دیگر، کیم (۲۰۰۲، ص ۱۰۱) اظهار می‌دارد که الگوی کاوش تصویری در سه مرحله پردازشی به انجام می‌رسد. نخست، بررسی عمومی^{۳۳}؛ سپس بزرگ‌نمایی و صافی، و در نهایت جزئیات مورد تقاضا^{۳۴}. در مرحله اول باید بیان کرد که نیاز استفاده‌کننده برای به‌دست آوردن یک بررسی عمومی از داده است. در بررسی

25. Shneiderman

26. Mutli Dimension

27. Temporal

28. Hierarchical

29. Graphs

30. Structural modelling

31. Graphical representation

32. Card, Mackinlay

33. Overview

34. Details-on-demand

عمومی، استفاده کننده الگوهای مورد علاقه را مشخص کرده و تمرکز بر یکی یا تعداد بیشتری از آنها می‌کند، و در بررسی تحلیل الگوها، استفاده کننده نیاز به کنکاش و دستیابی به جزئیات داده دارد. پوتس (۲۰۰۵)، با تکیه بر مفاهیم مصورسازی علمی به معرفی نوع خاصی از مصورسازی می‌پردازد که به آن اطلاعات فضایی^{۳۵} اطلاق می‌شود. اطلاعات فضایی، اطلاعاتی است که به صورت ذاتی دارای دو یا سه بُعد هندسی است. مصورسازی اطلاعات فضایی، از آنجاکه اغلب شامل موضوع‌های طبیعی می‌شود، گرایش به مصورسازی علمی دارد. همچنین، مودی، مک فارلند، و بندر دو مول^{۳۶} (۲۰۰۵)؛ به نوع دیگری از مصورسازی اشاره می‌کنند که عبارت است از مصورسازی اطلاعات شبکه‌ای. آنها در بحث الگوریتم‌های طرح‌بندی گراف^{۳۷}، برای مصورسازی اطلاعات شبکه‌ای، الگوریتم‌های قدرت هدایت شده^{۳۸} و تثبیت کننده جهش^{۳۹} را از زمره راهبرهای مشهور طرح‌بندی خودکار شبکه به‌شمار می‌آورند، که عملکرد این الگوریتم‌ها به مقدار زیادی با هم شباهت دارند. همچنین، برخی متخصصان این حوزه در زمینه مصورسازی شبکه به معرفی نرم‌افزارهای ویژه آن مبادرت ورزیده‌اند. از جمله بریتکروتز، استارک، و تایرز^{۴۰} (۲۰۰۳)؛ به شرح نرم‌افزار خاص مصورسازی شبکه به نام اسپری^{۴۱} پرداخته و کاربردهای نرم‌افزاری را به تصویر کشیده‌اند. برای دسترسی به اطلاعات مرتبط، مرور مناسب در باب تاریخ مصورسازی شبکه‌ای را نیز می‌توان در اثر فری من^{۴۲} (۲۰۰۰) به دست آورد. اثربخشی فنون مصورسازی شبکه‌ای با ابعاد و اندازه شبکه تغییر می‌یابد. شبکه‌های کوچک می‌توانند بر عناصر و اطلاعاتی از جزئیات ساختار گراف‌ها تمرکز داشته باشند، در صورتی که شبکه‌های بزرگ اساساً می‌توانند مکان‌شناسی کلی را در برگیرند مودی، (مک فارلند و بندر دو مول، ۲۰۰۵)؛ و لذا مصورسازی در دو بُعد شبکه‌های گسترده، و محلی با ویژگی‌های متفاوتی ظاهر می‌شوند. همچنین، مونزرن^{۴۳} (۲۰۰۲)، توضیح می‌دهد که مصورسازی اطلاعات بر مبنای ایده‌ای که از چند حوزه موضوع فکری اخذ شده، شکل گرفته است؛ که شامل گرافیک رایانه‌ای، تعامل انسان و رایانه، روان‌شناسی شناختی^{۴۴}، نمادشناسی^{۴۵}، طراحی گرافیکی^{۴۶}، نقشه‌نگاری^{۴۷}، و مبانی هنری می‌شود.

از سوی دیگر، مصورسازی به دو شاخه مصورسازی اطلاعات و داده تفکیک شده است. بر این اساس، در برخی متون تخصصی مصورسازی در حوزه کاربرد آن در زمینه داده بررسی شده و در منابع دیگری مصورسازی در ارتباط با اطلاعات تشریح شده است. ولی در برخی منابع مصورسازی داده و اطلاعات به جای هم به کار رفته‌اند. در ادامه، تعاریف هریک از این دو شیوه بیان شده و به یک نکته مهم در مرز میان هریک اشاره می‌شود و آن عبارت است از تکیه مصورسازی داده بر ویژگی‌ها و ساختار ابعاد داده‌ای و مصورسازی اطلاعات بر مبنای داده‌های انتزاعی. با وجود این، ممکن است که چنین مرز تمایزی در زمینه فعالیت

35. Spatial information
36. Moody, McFarland & Bender-deMoll
37. Graph Layout Algorithms
38. Force-directed
39. Spring-embedder
40. Breitkreutz, Stark & Tyers
41. Osprey
42. Freeman
43. Cognitive psychology
44. Semiotics
45. Graphic design
46. Cartography

حرفه‌ای صادق نباشد و یا آنکه متخصصان مصورسازی در امور اجرایی بر آن تکیه نکنند. به هر حال، هر یک از ابعاد نامبرده در تقسیم‌بندی موضوعی مباحث مصورسازی نقشی بسزا داشته و سبب ایجاد حوزه‌های مطالعاتی متفاوت، ولی مرتبط شده است.

مصورسازی داده

مصورسازی داده یکی از شاخه‌های تخصصی در علوم رایانه است که در مباحث نوین مربوط به کاربردهای داده، به صورت گسترده، مورد توجه قرار گرفته است. مصورسازی داده، به نحوه نمایش و ارائه دیداری داده برای درک بهتر، و بهره‌گیری مناسب‌تر از آن اطلاق می‌شود. در این روش، با انجام فرایندهای دیداری در شیوه بازنمایی داده، به کاربران کمک می‌شود تا برداشت بهتری از داده‌های ارائه شده داشته باشند و بتوانند داده‌های خود را به صورت بهینه بازبایی کنند. فعالیت‌های حرفه‌ای مربوط به بخش نرم‌افزارها و بهره‌گیری از داده‌های ارائه شده در محیط رقومی^{۴۷}، با استفاده از شیوه‌های ارائه دیداری و تصویری اطلاعات از رونق بیشتری برخوردار شده است؛ به گونه‌ای که امروزه شرکت‌های بزرگ رایانه‌ای برنامه‌ریزی کاربردی در بخش مصورسازی داده به انجام رسانده‌اند. سایت‌های اطلاعاتی پراستفاده، در حال حاضر، کاملاً به سوی مصورسازی فرمان‌ها و فرایندهای اجرای برنامه گرایش پیدا کرده‌اند و از فنون مصورسازی داده استفاده قابل ملاحظه‌ای به عمل آورده‌اند. نمایش دیداری داده و شیوه‌های متعدد آن با رشدی تصاعدی، در حال گسترش و نفوذ به محیط‌های رقومی می‌باشد. مصورسازی داده با بهره‌گیری از شیوه‌ها و فنون گوناگون به تناسب نوع، ساختار و ترکیب داده، به تفهیم و درک بیشتر آن یاری می‌رساند. همزمان با آن، مطالعاتی در حوزه ارتباط تصویری که به صورت خاص در عرصه سواد دیداری^{۴۸} و زبان تصویر^{۴۹} انجام پذیرفته، بر اهمیت آن افزوده است. سواد دیداری همان توانایی درک معنا و مفهوم از طریق تصویر می‌باشد. در حوزه موضوعی زبان تصویر نیز ما با شیوه تصویرسازی معانی در زبان طبیعی، تلاش می‌کنیم تا به درک بالاتری از ساختار زبان در رویکرد دیداری دست یابیم. هر دو مبحث بیان شده در نهایت به ارتقای ادراک دیداری انسان یاری می‌رساند. باید بیان کرد که راهبردهای به‌کار گرفته شده در زمینه درک دیداری و بهره‌مندی از کاربرد نشانه‌ها و نمادها و تصاویر، به همراه مطالعه در اثربخشی این عناصر دیداری، از زمره مسائلی است که در مصورسازی داده مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. نکته‌ای که در زمینه مصورسازی داده‌ها وجود دارد آن است که این روش مصورسازی بر ابعاد داده‌ها استوار شده است و در این خصوص می‌توانیم انواع متعددی از داده‌ها را معرفی و تحلیل کرد که برخی از آنها در بخش طبقه‌بندی مصورسازی نام برده شده است. البته باید اظهار کرد که بخشی از فرایندهای

47. Digital environment

48. Visual literacy

49. Language of vision

کاری این نوع مصورسازی به مصورسازی داده‌های یک‌بُعدی مربوط می‌شود که اینگونه داده‌ها معمولاً حجم عظیمی از داده‌های موجود را پوشش می‌دهد، و مثال نوعی از داده‌های یک‌بُعدی، داده‌های موقتی است. ولی در بخش دیگر، مصورسازی با داده‌های دو‌بُعدی سروکار دارد. این نوع داده‌ها از دو وجه متمایز تشکیل شده است. یک مثال مشخص از این نوع، داده‌های جغرافیایی است که دو محور کاملاً مجزا دارد. این دو عبارت‌اند از: طول جغرافیایی^{۵۰} و عرض جغرافیایی^{۵۱}. محور ایکس و ایگرگ^{۵۲} روشی متداول برای نشان دادن داده‌های دو‌بُعدی و نقشه‌هایی است که این محور برای به‌تصویر کشیدن داده‌های دو‌بُعدی جغرافیایی از آن بهره می‌گیرد (کیم، ۲۰۰۲). بهره‌گیری از داده‌های دو‌بُعدی در جغرافیا، باید با دقت زیادی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. اینگونه داده‌ها در دیگر شاخه‌های علوم نیز کاربرد دارد. در تهیه نقشه‌های فضایی، راه‌ها، شمای ترافیک، و ارتباطات شبکه حمل‌ونقل نیز از اینگونه داده‌ها و تصویرسازی آن استفاده می‌شود. داده‌های سه‌بُعدی نیز قسمتی دیگر از فعالیت مصورسازی داده را پوشش می‌دهد. این داده‌ها و فرایندهای مصورسازی آن در محیط‌های واقعیت مجازی^{۵۳} کاربرد وسیعی دارد. علاوه بر آن، باید به داده‌های چندبُعدی نیز اشاره کرد که در مبحث مصورسازی محیط مجازی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. یکی دیگر از جنبه‌های مصورسازی داده، مربوط به روابط غیرخطی^{۵۴} است که از فنون طراحی هنری مصورسازی بهره گرفته است (کیم، ۲۰۰۲). مودی، مک‌فارلند، و بندر دو مول (۲۰۰۵)، بیان می‌کنند که روابط غیرخطی یا مجاورت فضایی^{۵۵} (جغرافیایی یا اجتماعی) می‌تواند به راحتی با یک تصویر که به دانشمندان برای توسعه نظریه یاری می‌رساند، خلاصه شود. از آنجا که این اصل پایه به شکل واقعی و به وضوح عامل موفقیت مصورسازی داده است، فعالیت علمی در این حوزه بیشتر هنری است که به‌عنوان علم مطرح می‌شود (مودی، مک‌فارلند و بندر دو مول، ۲۰۰۵).

علاوه بر آن، مجموعه ساختاریافته گراف‌ها^{۵۶} در حوزه مصورسازی داده، دارای جایگاه استواری است (چن، هاردل و آنوین، ۲۰۰۸). باید افزود که مصورسازی داده به زمینه‌های دیگری از مبانی علمی و دیگر انواع داده نیز چون داده‌های سلسله‌مراتبی مربوط می‌شود. به شکل خاص، مصورسازی داده در ارتباط با فنون تصویرسازی برای داده‌های علمی و جز آن، کاربرد وسیعی در این حیطه موضوعی داشته و عمدتاً به شیء اطلاعاتی درون چارچوب‌های مبتنی بر بُعد تکیه دارد.

- 50. Longitude
- 51. Latitude
- 52. X-Y Plots
- 53. Virtual reality
- 54. Nonlinear relations
- 55. Spatial proximity
- 56. Structured sets of graphs

مصورسازی اطلاعات

مصورسازی اطلاعات، در واقع، عبارت است از شیوه‌های بازنمایی و ارائه اطلاعات در

قالب‌های تصویری. این روش نمایش با بهره‌گیری از فنون خاصی انجام می‌پذیرد که قادر است اطلاعات را در یک فرایند دیداری با قدرت بیشتر در درک و شناخت آن عرضه کند. این حوزه کاربردی برای تبدیل ساختار اطلاعات در علوم رایانه به‌عنوان رشته پژوهشی ویژه شناخته شده و تحقیقاتی در این عرصه به انجام رسیده است. مونزرن⁵⁷ (۲۰۰۲)، بیان می‌کند که حوزه موضوعی رایانه‌محور⁵⁸ مصورسازی اطلاعات درباره ایجاد ابزارهایی است که جهت بهره‌برداری نظام‌های دیداری انسان در جهت کمک به کاوش کاربران یا شرح و توضیح داده به‌کار می‌رود. تعامل با دقت در نمایش ویژه دیداری داده می‌تواند از طریق مدل‌های فکری به مایاری رساند تا وظایف خاصی را به‌صورت اثربخش به انجام رسانیم. دستیابی به طرح‌ریزی فضایی⁵⁹ برای مجموعه داده انتزاعی که به‌نحوی مشخص برای مقاصد خاص [علمی] سودمند است، به‌شکل قابل توجهی چالش‌برانگیز می‌باشد. پوتز (۲۰۰۵)، نیز توضیح می‌دهد نظام ادراک دیداری انسان توانایی شناسایی سریع و آسان تغییر در اندازه، رنگ، شکل، و حرکت را دارد. کشف الگوها و یافتن شباهت‌ها، به‌صورت دیداری، یکی از توانایی‌هایی انسانی است. نظام‌های مصورسازی اطلاعات، از این توانایی، جهت فشرده‌سازی مقادیر عظیم اطلاعات متنی از طریق ارائه دیداری قابل کنترل، بهره‌برداری می‌کنند. فرایند نمایش توسط ابزارهای مصورسازی اطلاعات، به کاربران کمک می‌کند تا با توانایی‌های ادراکی برای دریافت اطلاعات خام اقدام کنند. اشنایدرمن (۱۹۹۸)، اظهار می‌دارد که همزمان با توسعه و پیشرفت‌های پدیدآمده در بهره‌گیری از رایانه‌ها و محیط شبکه به‌منظور ارائه و نمایش اطلاعات، یکی از حوزه‌های سودمندی که در دو دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته، و پژوهش‌های مهمی در آن زمینه انجام پذیرفته است، مبحث مصورسازی اطلاعات می‌باشد. از سوی دیگر، پوتز (۲۰۰۵)، تصریح می‌کند که حوزه پژوهشی مرتبط با مصورسازی اطلاعات، مصورسازی علمی است که اصولاً ارائه دیداری موضوع‌ها در جهان واقعی را برعهده دارد. این عناصر شامل مواردی چون بدن انسان، خودروها، ساختمان‌ها، یا کوه‌ها می‌شود. همچنین، مصورسازی اطلاعات عمدتاً با داده‌های مجازی یا انتزاعی سروکار دارد.

مصورسازی اطلاعات، یکی از شاخه‌های علوم رایانه است که در مباحث نوین مربوط به کاربردهای اطلاعات به‌صورت گسترده مورد توجه قرار گرفته است. فعالیت‌های حرفه‌ای مربوط به بخش نرم‌افزارها و بهره‌گیری از داده‌های ارائه شده در محیط رقومی با استفاده از شیوه‌های ارائه دیداری و تصویری اطلاعات از رونق بیشتری برخوردار شده است؛ به‌گونه‌ای که امروزه شرکت‌های بزرگ رایانه‌ای نظیر مایکروسافت سرمایه‌گذاری قابل توجهی در بخش مصورسازی اطلاعات به انجام رسانده‌اند. سیستم‌های عامل و وب‌سایت‌های موجود در محیط وب از مصورسازی فرمان‌ها و فرایندهای اجرای برنامه استفاده مطلوبی به‌عمل می‌آورند.

57. Munzner
58. Computer-based
59. Spatial mapping

امروزه، وبسایت‌های زیادی در برنامه‌نویسی و ایجاد صفحات وب از فنون مصورسازی بهره می‌گیرند. نمایش دیداری اطلاعات و شیوه‌های متعدد آن بارشده تصاعدی، در حال گسترش و نفوذ به محیط‌های رقومی می‌باشد. مصورسازی اطلاعات، که با بهره‌گیری از شیوه‌ها و فنون گوناگون به تناسب نوع، ساختار، و ترکیب اطلاعات به تفهیم و درک بیشتر آن یاری می‌رساند؛ به نحوه نمایش و ارائه دیداری اطلاعات برای درک بهتر اطلاعات و بهره‌گیری مناسب‌تر از آن اطلاق می‌شود. در این روش، با انجام فرایندهای دیداری، در شیوه بازنمایی اطلاعات، به کاربران کمک می‌شود تا برداشت بهتری از اطلاعات ارائه شده داشته باشند و بتوانند اطلاعات خود را به صورت بهینه بازیابی کنند. این شیوه، یکی از راهکارهای مؤثر و سودمندی است که در سال‌های اخیر مورد توجه رویکردهای فناورانه قرار گرفته است.

گرچه با تکیه بر برخی متون تخصصی توضیح داده شد که میان مصورسازی اطلاعات و داده تفاوت‌هایی وجود دارد (به‌ویژه در زمینه ابعاد آن)، در برخی متون این حوزه مطالعاتی، مرز میان این دو بسیار کمرنگ بوده و در مواردی هر یک به جای دیگری به کار رفته است. بنابراین، در حیطه‌ای از متون فنی، مصورسازی اطلاعات و مصورسازی داده در نقش یک مفهوم واحد تلقی شده و ویژگی‌های واحدی برای آنها در نظر گرفته شده است.

بررسی و مقایسه ویژگی‌های مصورسازی داده و اطلاعات

همان‌طور که از تعاریف ارائه شده درباره دو شیوه مهم مصورسازی مشخص است، مصورسازی داده با روش‌های نمایشی انواع داده‌ها مرتبط است. بر این اساس، ارائه دیداری داده‌ها با افزایش کیفیت شناختی آنها همراه است. انواع داده‌های مبتنی بر بُعد، مانند داده‌های یک بُعدی، دو بُعدی، سه بُعدی یا چندبُعدی می‌تواند نقش مهمی در ساختار برنامه‌های رایانه‌ای و ارائه خروجی نمایشگرها داشته باشند. علاوه بر آن، برخی راهبردهای مؤثر در سازماندهی شیوه‌های بازنمایی داده‌ها، شرایط مطلوبی برای انتقال مفاهیم به مخاطب ایجاد می‌کنند. در مصورسازی داده، زمینه مناسبی برای بهره‌گیری از امکانات گسترده داده‌کاوی^{۶۰} وجود دارد و برخی فرایندهای جست‌وجو به‌خوبی مورد پشتیبانی قرار می‌گیرد. در حوزه اجرایی و کاربردی مصورسازی اطلاعات، کانون تمرکز بر مجموعه فرایندها و روش‌هایی است که به نمایش مطلوب تصویری اطلاعات مربوط می‌شود. در این عرصه، از پاره‌ای فنون عملیاتی و اجرایی استفاده می‌شود که سبب انتقال بهتر اطلاعات شده و می‌تواند نمایش مناسبی از مفاهیم و محتوای اطلاعاتی ارائه دهد.

فعالیت مصورسازی داده و اطلاعات، در محیط‌های رقومی، و عرصه واقعیت مجازی و فضای شبکه شکل می‌گیرد و از این نظر به‌میزان زیادی میان این دوگونه مصورسازی

60. Data mining

اشتراک وجود دارد. هر دو، از شاخه‌های علوم رایانه هستند و از نتایج مطالعات این حوزه بهره می‌گیرند. همچنین، شیوه نمایش آنها مبتنی بر انواع روش‌های بازنمون گرافیکی رایانه است و در این میان، برخورداری از فواید این روش‌ها به ارائه بهتر برونداد دیداری منجر می‌شود. از لحاظ شمول موضوعی و دایره فعالیت علمی، مصورسازی داده شامل مصورسازی علمی و مصورسازی اطلاعات می‌شود؛ درحالی‌که مصورسازی اطلاعات به طور کلی با حوزه مصورسازی علمی مرتبط است. از نظر انسجام اطلاعات، مصورسازی داده بر مجموعه ساختاریافته انواع گراف‌ها استوار شده و با تکیه بر شیوه‌های نمایشی آن شکل می‌گیرد. ولی مصورسازی اطلاعات، با فشرده‌سازی مقادیر عظیم اطلاعاتی که قابلیت نمایش دیداری دارند، به بازنمون دیداری می‌پردازد. از منظر کاربرد فنون تصویرسازی در ارتباط با مصورسازی داده و اطلاعات باید بیان کرد که امکان تصویرسازی فنون متعدد مصورسازی برای مجموعه داده‌ها و اطلاعات مورد نظر وجود داشته و می‌توان انواع روش‌ها، فنون، مدل‌ها، و شیوه‌های گوناگون تصویرسازی را مورد بهره‌برداری قرار داد. ولی نکته‌ای که باید به آن اشاره کرد این است که فعالیت مصورسازی اطلاعات، برپایه اطلاعات انتزاعی است؛ درحالی‌که مصورسازی داده بر مبنای ابعاد متعدد داده‌ها شکل می‌گیرد.

در ادامه، باید اظهار داشت که مصورسازی داده و اطلاعات در حوزه گرافیک رایانه‌ای و شاخه‌های متعدد علمی و فنی مورد بهره‌گیری قرار می‌گیرند، و کاربردها، روش‌ها، و فنون مورد استفاده مشترکی دارند؛ به گونه‌ای که مرز شناسایی میان آنها در برخی موارد کاملاً مبهم و دشوار است. بر این اساس، مشاهده می‌شود که این دو اصطلاح در موارد متعدد به جای یکدیگر به کار رفته و اساساً برخی متخصصان این حوزه معتقد به تفکیک آنها به دو شاخه مجزا نیستند، بلکه کاربرد داده و اطلاعات را از نوع استفاده دو واژه مترادف در نظر می‌گیرند. می‌توان بیان کرد که سختی تبیین محدوده‌های مصورسازی از این نظر قابل توجه است.

ویژگی‌ها	مصورسازی داده	مصورسازی اطلاعات
هدف	نمایش و ارائه دیداری داده برای درک بهتر، و بهره‌گیری مناسب‌تر از آن	بازنمایی و ارائه اطلاعات در قالب‌های تصویری
ساختار	مبتنی بر ابعاد داده	تکیه بر حجم عظیمی از امور انتزاعی
محیط فعالیت	محیط‌های رقومی، واقعیت مجازی و شبکه	محیط‌های رقومی، واقعیت مجازی و شبکه
انسجام	مجموعه ساختاریافته گراف‌ها	فشرده‌سازی مقادیر عظیم اطلاعات
رده‌بندی علمی	از شاخه‌های علوم رایانه	از شاخه‌های علوم رایانه
کاربرد فنون	امکان تصویرسازی فنون متعدد مصورسازی برای مجموعه داده‌ها	امکان تصویرسازی فنون متعدد مصورسازی برای مجموعه اطلاعات
شیوه نمایش	مبتنی بر انواع روش‌های بازنمون گرافیکی رایانه	مبتنی بر انواع روش‌های بازنمون گرافیکی رایانه
شمول	شامل مصورسازی علمی و مصورسازی اطلاعات	مرتبط با مصورسازی علمی

جدول ۱

مقایسه وجوه اشتراک و افتراق
مصورسازی داده و اطلاعات

مصورسازی در محیط مجازی

بهره‌مندی از محیط‌های مجازی در تبیین وضعیت مصورسازی نقشی تعیین‌کننده دارد. محیط مجازی، با ایجاد زمینه و بستر مناسب برای تدوین راهبردهای دیداری داده در بستر رقومی، و به صورت خاص انواع داده‌های مبتنی بر بُعد، نظیر داده‌های دو بُعدی یا سه بُعدی به انجام فرایندهای مصورسازی یاری می‌رساند. چن (۱۹۹۹)، در این باره بیان می‌کند که محیط مجازی پیچیده ممکن است از پیشرفت‌های فناوری‌های ارتباطات راه دور، همراه با فنون چند رسانه‌ای، مانند گرافیک‌های سه بُعدی و منابع دیداری و شنیداری با کیفیت، بهره‌گیرد. هر محیط مجازی می‌تواند بر مبنای ابزارهای ارتباطی متن‌بناسود. محیط مجازی نه تنها رسانه‌ای قدرتمند برای کاربرد فنون مصورسازی اطلاعات است، بلکه زمینه وسیعی را ایجاد می‌کند که شبیه‌سازی توسعه نوین فنون مصورسازی را در بر دارد. اسنودان و یآرو^{۶۱} (۱۹۹۷)، با معرفی نظام رایانه‌ای پی‌آی.تی.^{۶۲}، برای انجام فرایندهای مصورسازی در محیط مجازی توضیح می‌دهند که یکی از دلایل استفاده از این برنامه آن است که محیط مجازی سه بُعدی با کاربرد سازوکار طبیعی برای ارائه به کاربران متعدد با پوشش حمایتی از رسانه‌های دیگر نظیر شنیداری بلا درنگ^{۶۳} یا ارتباطات متن^{۶۴} شرایط فراهم‌آمدن ارتباطات قوی انسانی را مهیا می‌سازد.

در واقع، محیط مجازی شرایط مناسبی برای کاربرد مصورسازی اطلاعات فراهم می‌آورد. این محیط، علاوه بر دارا بودن خصوصیات ویژه در ارتباط با انواع داده‌ها، زمینه مناسبی برای ایجاد ارتباط میان عناصر دیداری اطلاعات فراهم می‌سازد. بر اساس نوع داده ایجاد شده، به ویژه داده‌های چندبُعدی که از کاربرد بالایی در محیط مجازی برخوردار هستند، می‌توان به ارتقای کیفیت مصورسازی در محیط مجازی پرداخت.

بسیاری از مجموعه داده‌هایی که بیش از سه خصیصه را پوشش می‌دهند و نمی‌توانند به صورت نمونه‌ای از مصورسازی در محورهای دو بُعدی و یا سه بُعدی به نمایش درآیند، در این بخش قرار می‌گیرند. برای مثال می‌توان به داده‌هایی که دارای جداولی در پایگاه‌های رابطه‌ای هستند اشاره کرد، که اغلب شامل ده‌ها و یا صدها ستون می‌باشند. از آنجاکه امکان ترسیم ساده مشخصات آن در نمایش دو بُعدی وجود ندارد، ضرورت بهره‌گیری از فنون پیچیده مصورسازی آشکار می‌شود. یکی از این فنون که می‌توان با آن فرایند مصورسازی چندبُعدی را به انجام رساند، فن هماهنگ‌سازی موازی^{۶۵} است (کیم، ۲۰۰۲). این فن، در قالب چارچوبی قابل اندازه‌گیری به نمایش درآمده است، و در آن، هر فقره از داده‌های چندبُعدی به عنوان خطوط یک چندضلعی نمایش داده می‌شود که توسط محورهای افقی تقسیم شده و دارای داده‌های معتبر برای ابعاد متناظر است. با پوشش بیشتر داده‌های چندبُعدی در محیط مجازی، زمینه به کارگیری این نوع داده‌ها برای ارائه به شیوه دیداری فراهم می‌شود.

61. Snowdon & Jää-Aro
62. Populated Information Terrains (PITs)
63. Real-time audio
64. Textual communication
65. Parallel coordinate technique

نتیجه‌گیری

ارتباط دیداری در بهره‌گیری از مفاهیم اطلاعاتی نزد افراد نقشی اثربخش برعهده دارد و بسیاری از محتواهای اطلاعاتی از طریق برقراری تعامل مثبت و مؤثر منتقل می‌شود. این شیوه مفید، امروزه، به‌صورت تخصصی و با بهره‌گیری از روش‌ها و فنون خاصی که در محیط رقومی ظاهر شده به یاری کاربران اطلاعاتی شتافته است. با توسعه و پیشرفت فناوری نوین ارتباطی و ابزارهای تصویرسازی رایانه‌ای، حیطه‌ای از فرایندهای پردازش دیداری پا به عرصه وجود نهاده است. تبلور این رویکرد اثربخش در حوزه مصورسازی داده و اطلاعات بروز می‌کند. مصورسازی داده به شیوه‌های بازنمایی انواع داده‌های مختلف در جهت ارائه تصویری و درک بهینه آن به منصف ظهور رسیده است. داده‌های تولید شده براساس بُعد، نظیر داده‌های سه‌بُعدی در محیط‌های واقعیت مجازی، از زمره کاربردهای این فن پیشرفته است. همچنین، مصورسازی اطلاعات، مجموعه فرایندهای ارائه دیداری اطلاعات می‌باشد که به‌منظور انتقال بهتر اطلاعات و بهره‌گیری مناسب از روش‌های نمایش آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این شیوه، با عنایت به توان زیادی که در تبادل اطلاعات به‌صورت دیداری وجود دارد، تلاش می‌شود که با نمایش تصویری اطلاعات قدرت درک و یادگیری کاربر افزایش یافته، میزان قابل توجه اطلاعات به شکل فشرده، با حجم کمتر، و به‌شیوه مصور ارائه شود.

کاربردهای مصورسازی داده و اطلاعات در فعالیت‌های مختلف علمی و فنی قابل ملاحظه است. می‌توان براساس فوایدی که این روش‌های مؤثر تصویرسازی در پی دارند، به ارتقای کیفیت خدمات یاری رساند. امروزه، مصورسازی در حوزه‌های متعددی به یاری متخصصان شتافته و از فعالیت‌های حرفه‌ای حمایت می‌کند. در عرصه جغرافیا، مصورسازی اطلاعات با نمایش‌های دقیق و جزئی در نظام اطلاعات جغرافیایی⁶⁶، فواید مطلوبی در پی داشته است. نظام اطلاعات جغرافیایی با انجام فرایندهای ذخیره‌سازی، بررسی، سازماندهی، تحلیل، و ارائه اطلاعات جغرافیایی، داده‌های ارائه شده را از نظر مکان و موقعیت جغرافیایی، با تکیه بر فناوری تصویرسازی در جهت پژوهش‌های علمی و برنامه‌ریزی به‌کار می‌گیرد.

در پزشکی، انواع نظام‌های تصویربرداری مانند ام.آر.آی.⁶⁷، از فواید فرایندهای مصورسازی داده و اطلاعات استفاده می‌کنند. در زمین‌شناسی، راه و ساختمان، پل‌سازی، و ساخت سازه‌های بزرگ برای نقشه‌برداری و نیز نقشه‌کشی، مصورسازی از طریق نرم‌افزارهای حرفه‌ای به یاری متخصصان آمده است. در همین رابطه، در طراحی نرم‌افزارها و برنامه‌های متعددی که در حوزه‌های فنی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، انواع شیوه‌های تصویرسازی به ارائه اطلاعات ضروری می‌پردازد.

در محیط‌های واقعیت مجازی نیز مصورسازی توانسته است با کاربردهای خاصی به

66. Geographic Information System (GIS)
67. MRI = Magnetic Resonance Imaging

غنی سازی چنین محیط‌هایی منجر شود. در این میان، مصورسازی داده‌های سه‌بعدی با ایجاد بستر مناسب برای ساخت و تکمیل فضای اطلاعاتی لازم در واقعیت مجازی به توسعه این روش یاری رسانده است. برنامه‌های ویژه آموزشی برای انواع مهارت‌ها و تخصص‌های حرفه‌ای در سطوح مختلف، با بهره‌گیری از روش‌های مصورسازی اطلاعات شکل گرفته است. در این شیوه، با ایجاد یک محیط مصنوعی که مبتنی بر شرایط طبیعی و واقعی است، می‌توان تمرین‌های خاصی را به انجام رساند که معمولاً به شیوه واقعی هم پرهزینه بوده و هم شرایط ویژه‌ای را می‌طلبد. در برخی موارد نیز این شرایط برای انجام فعالیت‌های مربوط خطرناک بوده و به راحتی نمی‌توان در محیط واقعی آن را به انجام رساند. مانند برخی از آزمایش‌های^{۶۸} هوایی که ابتدا با تکیه بر یک محیط واقعیت مجازی به انجام می‌رسد و در این میان فنون مصورسازی رایانه‌ای نقشی بنیادی ایفا می‌کنند.

با توجه به یادگیری سریع و آسان انسان به شیوه دیداری، می‌توان بیان کرد که مصورسازی به میزان بسیار زیادی در انتقال اطلاعات به کاربر مؤثر است. مصورسازی اطلاعات، روشی فراتر از ارائه چند تصویر و یا عکس ساده است. در این روش، ما به مهارت‌های پایه، چون تجسم داده‌ها، گرافیک رایانه‌ای، شناخت مبانی هنری و به‌ویژه خلاقیت فکری نیاز داریم تا بتوانیم با فرایند مصورسازی، اطلاعات را به نحو شایسته‌ای به کاربر انتقال دهیم. به تعبیر دیگر، با مصورسازی می‌توان در کوتاه‌ترین زمان، اطلاعات را منتقل و درک کرد؛ و در واقع، با این روش به شناخت سریع و معتبر دیداری اطلاعات نائل شد. برای این منظور، آگاهی از ابعاد خاص مصورسازی و طبقه‌بندی تخصصی آن، نیازی ضروری در بهره‌گیری از فنون آن به‌شمار می‌آید. علاوه بر آن محیط مجازی بستری مناسب برای ظهور و بروز کاربردهای مصورسازی است.

منابع

موناری، برنو (۱۳۸۲). *طراحی و ارتباطات بصری: رهیافتی بر روش‌شناسی بصری*. ترجمه پاینده شاهده. تهران: سروش (انتشارات صدا و سیما).

Agutter, Jim; Bermudez, Julio (2005). "Information visualization design: The growing challenges of a data saturated world". AIA Report on university research. Retrieved Sep. 20, 2006, from: www.aia.org/SiteObjects/files/Agutter_color.pdf

Breitbart, Bobby-Joe; Stark, Chris; Tyers, Mike (2003). "Osprey: A network visualization system". *Genome Biology*. Retrieved Feb. 12, 2006, from: <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall03/cs597F/Articles/osprey.pdf>

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

68. Manoeuvre

- Card, S.K.; Robertson, G.G. ; Mackinlay, J.D. (1991). "The information visualizer: An information work-space". *Proceedings of CHI'91, ACM conference on human factor in computing systems*, p 181-188.
- Chen, Chaomei (1999). *Information visualization and virtual environments*. London: Springer-verlag.
- _____(2006). *Information visualization: Beyond the Horizon*. New York: Springe.
- Chen, Chun-houh; Härdle, Wolfgang ; Unwin, Antony (2008). *Handbook of data visualization*. Berlin: Springer.
- Dykes, A.M. MacEachren, M.; Kraak, J. (2005) [Editors]." Exploring geovisualization". Elsevier. from: <http://hcil.cs.umd.edu/trs/2004-36/2004-36.pdf>
- Freeman, Linton C. (2000)." Visualizing social networks". *Journal of Social Structure*, 1 (1). Retrieved Feb. 3, 2007, from: <http://www.cmu.edu/joss/content/articles/volume1/Freeman.html>
- Hetzler, Elizabeth ; Turner, Alan (2004)." Analysis experiences using Information visualization". IEEE Computer Graphics and Applications. Retrieved Sep. 20, 2006, from: www.infoviz.pnl.gov/pdf/analysis-experiences-information.pdf
- Huotari, Jouni (2005). "Integrating graphical information system models with visualization techniques". Dissertation. Ph.D., Supervisor kalle Lyytinen. Finland: yvaskyla: University of Jyvaskyla.
- Keim, Daniel A. (2002). "Information visualization and visual data mining". *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 7(1). Retrieved Sep. 20, 2006, from: www.ailab.si/blaz/predavanja/ozp/gradivo/2002-Keim-Visualization%20in%20DM-IEEE%20Trans%20Vis.pdf
- Moody, James; Daniel McFarland ; Skye Bender-deMoll (2005). "Dynamic network visualization1". *AJS*, 110(4): 1206 -1241.
- Munzner, Tamara (2002)." Information visualization". *IEEE Computer Graphics and Applications*, 22(1): 2-3.
- North, Chris(2005). "Information Visualization". Center for Human-Computer Interaction, Department of Computer Science. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg. Retrieved Sep. 20, 2006, from: infovis.cs.vt.edu/papers/HHFE-infovis.pdf
- Polanco, Xavier ; Zartl, Angelika (1999). "Information visualization: State of the art report". EICSTES Project-IST. Retrieved Feb. 12, 2006, from: http://eicstes.inist.fr/public/D1.4_Visualization_WP9.pdf
- Putz, Werner (2005). "The hierarchical visualization system: A general framework for visualizing Information hierarchies using the example of information pyramids". Master's Thesis. Austria: Graz University of Technology, Institute for Information Systems and Computer Media (IICM).
- Shneiderman, B.(1998). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*. (3rd ed.). Menlo Park, CA: Addison Wesley.
- Snowdon, Dave ; Jää-Aro, Kai-Mikael (1997). "A subjective virtual environment for collaborative information visualization". Swedish Institute of Computer Science. Retrieved Feb. 12, 2006, from: <http://www.crg.cs.nott.ac.uk/research/publications/papers/vru97-subj.pdf>