مبانی و راهبردهای ارائه و نمایش دیداری اطلاعات

۱) فریبرز درودی

چکیده: مصورسازی اطلاعات روشی رایانه‌ای برای نمایش «داده» است، که عبارت است از پردازش اطلاعات تبدیل شده به قالب دیداری که کاربر را قادر می‌سازد تا اطلاعات را مشاهده، مرور، دریافت و درک نماید. مصورسازی اطلاعات، یک حوزهٔ پژوهشی نوین می‌باشد که بر استفاده از فنون مصورسازی جهت کمک به افراد، برای درک و تحلیل داده‌ها تمرکز یافته است. مبانی مصورسازی شامل طراحی رابط‌کاربر، گرافیک رایانه‌ای، تعامل میان انسان و رایانه، نظریه‌های شناختی و طراحی هنری می‌شود. بر اساس طبقه‌بندی اشنایدرمن، مصورسازی اطلاعات شامل: داده‌های یک‌بعدی، دوبعدی، سه‌بعدی، چندبعدی، زمانی، سلسله‌مراتبی و شبکه‌ای است.

کلیدواژه‌ها: مصورسازی اطلاعات، مبانی مصورسازی، طبقه‌بندی مصورسازی

۱. مقدمه

راهبرد دیداری اطلاعات که با اصطلاح «مصورسازی اطلاعات»[1] شناخته می‌شود یکی از راه‌کارهای مؤثر و سودمندی است که در سال‌های اخیر مورد توجه رویکردهای فناورانه قرار گرفته است. مصورسازی اطلاعات، مجموعه فرآیندهای ارائهٔ دیداری اطلاعات است که به منظور 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 و انتقال اطلاعات، در قالب دیداری وجود دارد، تلاش می‌شود که با نمایش تصویری اطلاعات قدرت درک و یادگیری کاربر افزایش یافته و میزان قابل توجه اطلاعات به صورت فشرده، با حجم کمتر و به شیوهٔ مصور ارائه شود. با توجه به یادگیری سریع و آسان انسان به شیوهٔ دیداری، می‌توان بیان

کرد که مصورسازی به میزان زیادی در انتقال اطلاعات به کاربر و درک اثربخش آن مؤثر است. این شیوهٔ مناسب از دیرباز به صورت ساده و ابتدایی توسط بشر به‌کار گرفته شده است. روش‌های قدیمی در بازنمایی اطلاعات، به طرح‌ها و نگاره‌های حک شده در دیوارهٔ غارها باز می‌گردد که انسان‌های نخستین، افکار و ایده‌های خود را به شیوه دیداری و با بیان حالات و خصوصیات تصویری، در نقش‌هایی نظیر حیوانات، صحنه‌های شکار و پدیده‌های طبیعی چون خورشید در معرض نمایش می‌گذاشتند. راهبرد دیداری بازنمایی اطلاعات همواره در زندگی بشر کاربرد داشته و در دوران معاصر با پیشرفت‌های فناورانه، از ارزش و اهمیت بیشتری برخوردار شده است. از کاربردهای مصورسازی اطلاعات در دوران جدید می‌توان به طراحی نقشه‌های شهری اشاره کرد. در این نقشه‌ها، اطلاعات نقاط مختلف به‌عنوان مناطق شهری، فاصله‌ها و نیز مسیرهای مورد نظر به نحو آسان و قابل‌فهمی تنظیم می‌شود. این‌گونه از مصورسازی در جغرافیا، حمل‌ونقل و هواشناسی کاربرد گسترده‌تری دارد. هم‌چنین بسیاری از علوم و تخصص‌های جاری چون پزشکی، معماری و رشته‌های متعدد مهندسی از راهبرد دیداری ارائهٔ اطلاعات بهره می‌گیرند و امروزه، کمتر شاخه‌ای از علوم را می‌توان سراغ گرفت که از سودمندی‌های این پدیدهٔ اثربخش متأثر نشده باشد.

در این مقاله ابتدا پیشینه و مفهوم مصورسازی اطلاعات، و تأثیر آن در درک کاربر تشریح می‌شود، سپس مبانی اصلی و بنیادی مصورسازی شامل طراحی رابط‌کاربر، گرافیک رایانه‌ای، تعامل میان انسان و رایانه، نظریه‌های شناختی و طراحی هنری بیان شده و کاربرد آنها توضیح داده شده است. در ادامه انواع داده‌های مصورسازی بر اساس طبقه‌بندی «اشنایدرمن»، که یکی از طبقه‌بندی‌های اصلی و مهم مصورسازی و زیربنای مباحث تخصصی در طراحی رابط‌کاربر، فضای شبکه و محیط‌های مجازی است، شرح داده می‌شود.

۲. پیشینه و مفهوم مصورسازی اطلاعات

ارائه دیداری اطلاعات یا مصورسازی اطلاعات، یکی از شاخه‌های مطالعاتی مرتبط با علوم رایانه است که در مباحث نوین کاربردپذیری اطلاعات به‌صورت گسترده مورد توجه قرار گرفته است. مصورسازی اطلاعات به نحوهٔ نمایش و ارائهٔ دیداری اطلاعات برای درک بهتر، و بهره‌گیری مناسب از اطلاعات اطلاق می‌شود. در این روش، با انجام فرآیندهای دیداری

در شیوهٔ بازنمایی اطلاعات به کاربران کمک می‌شود تا برداشت بهتری از اطلاعات ارائه شده داشته باشند و بتوانند اطلاعات خود را به‌صورت بهینه بازیابی کنند. مهارت‌های بازنمون تصویری اطلاعات در سال‌های اخیر اهمیت بیشتری یافته و بر همین اساس فصلی نوین در عرصهٔ نمایش تصویری و رایانه‌ایِ اطلاعات گشوده است. این فرآیند نوین با تأثیری شگرف در حوزه‌های متعدد علمی و حرفه‌ای، سبب ایجاد تحولات مهمی در شیوه‌های ارائه و بازنمایی اطلاعات شده و به یاری متخصصان در درک بهینهٔ اطلاعات شتافته است.

مصورسازی اصطلاحی است که از سال ۱۹۸۷، در یکی از انتشارات بنیاد ملی علوم[۲] (واقع در آمریکا) تحت عنوان گزارش «مصورسازی در محاسبات علمی»[۳] به‌کار برده شد. در فوریه ۱۹۸۷، بنیاد ملی علوم با حمایت از کارگاهی آموزشی در موضوع «مصورسازی در محاسبات علمی»، متخصصان علوم رایانه، کارشناسان مبانی دیداری رایانه، برخی دانشمندان دیگر رشته‌های علمی شاغل در دانشگاه‌ها و نیز اداره‌ها و صنایع حکومت فدرال را گردهم آورد. در سال ۱۹۹۰، «مؤسسهٔ مهندسان برق و الکترونیک»[۴] کنفرانس سالیانهٔ مصورسازی را آغاز کرد. کنفرانس این نهاد اکنون تبدیل به یک گردهمایی فراگیر در مصورسازی اطلاعات شده است. در سال ۱۹۹۵، این مؤسسه مجله‌ای بر مبنای مصورسازی علمی منتشر کرد[۵] (Polanco and Zartl ۱۹۹۹). پس از آن نشریات چندی در این حوزه مطالعاتی پا به عرصه وجود نهادند و به مطالعات و پژوهش‌های مربوط به بازنمایی دیداری اطلاعات، یا همان مصورسازی، پرداختند. امروزه تارنما(سایت)های اطلاعاتی بسیاری در محیط اینترنت شامل اطلاعات، اخبار و پژوهش‌های مربوط به مصورسازی اطلاعات هستند، که به فعالیت در این زمینهٔ موضوعی می‌پردازند. مانند «مجله مصورسازی اطلاعات»[۶] که مجله‌ای پژوهشی و معتبر در این عرصه می‌باشد. هم‌چنین آثار چاپی، کتاب و مجله‌های تخصصی در این حوزه به میزان قابل توجهی در بازار نشر به چشم می‌خورد.

مصورسازی، در واقع رویکردهای جدیدی است که توانایی تصمیم‌گیری بر مبنای داده را سریع‌تر، دقیق‌تر و همراه با تلاش شناختی کمتر فراهم می‌سازد و نیاز به آموزش (برای تفهیم اطلاعات) را کاهش می‌دهد. ما به نظام‌های مصورسازی اطلاعاتی نیاز داریم که بتواند جنبه‌های نمادین و کیفی (اطلاعات) را به نحو شایسته‌ای به سوی تمامی فرآیندهای تصمیم‌گیری هدایت کند. معنای این سخن آن است که، تبدیل داده خام به اطلاعات از

طریق فرآیند تصفیه و پردازشی که تجسم برگزیده[۷] نامیده می‌شود، انجام می‌پذیرد. انجام این فرآیند، مستلزم همکاری بین‌رشته‌ای، در میان حوزه‌های مطالعاتی مربوط به هنر، طراحی، علم و فناوری است (Agutter ۲۰۰۵).

مصورسازی به صورت مفهومی کلی در دو محدودهٔ علمی قابل تعریف می‌باشد: مصورسازی علمی[۸] و مصورسازی اطلاعات. این تمایز به صورت تجربی در ساختار متفاوت آنها نسبت به ورود داده‌ها، و یا داده‌های خامی که به شکل تصویری درآمده‌اند، قابل مشاهده است (Polanco and Zartl ۱۹۹۹). البته مصورسازی اطلاعات گستره و کاربرد گسترده‌تری دارد است. مصورسازی اطلاعات با بهره‌گیری از شیوه‌ها و فنون گوناگون به تناسب نوع، ساختار و ترکیب اطلاعات، به تفهیم و درک بیشتر آن یاری می‌رساند. در این میان نقش نمودارهای تصویری برای ارائهٔ وضعیت مصورسازی شده، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است.

پیشینه‌های داده[۹] بیشتر با دیگر اجزای اطلاعات ارتباط دارند. نمودارها به‌صورت گسترده برای نشان دادن چنین روابط متقابلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک نمودار شامل مجموعه‌ای از عوامل به نام گره[۱۰] می‌باشد. ارتباط‌هایی که میان این عوامل برقرار شده، لبه[۱۱] نامیده می‌شود. تعدادی فنون تخصصی مصورسازی وجود دارد که می‌تواند با داده‌های گرافیکی و سلسله مراتبی آن را به تصویر بکشد (Keim ۲۰۰۲). افزون بر آن انواع روش‌های اثربخش برای فرآیند ارائهٔ تصویری اطلاعات ابداع شده که در حیطه‌های مختلف علمی کاربردهای خاص خود را به همراه دارد. روش‌های سلسله‌مراتبی[۱۲] نمودار مارپیچی[۱۳] و رودخانه‌ای[۱۴] از انواع معروف مصورسازی به‌شمار می‌آیند. این شیوه‌ها دارای کاربرد گسترده و فراگیری در زمینه مصورسازی هستند که حوزه‌های علمی را تحت تأثیر قرار داده‌اند.

پیشرفت‌های سریع در مصورسازی اطلاعات هم‌چنین برخی مسائل پژوهش بنیادی را مورد توجه قرار داده است. ابتدا، باید بیان کرد که هنر و توانایی تصویرسازی برای اطلاعات، به‌صورت مناسبی موقعیت این حوزهٔ علمی را تشریح می‌کند و در حال حاضر سبب ایجاد فعالیت چالش‌برانگیزی برای طراحان در درک راهبردها و ابزارهای قابل‌دسترس، برای تصویرسازی نوع خاصی از اطلاعات شده است. مصورسازی اطلاعات دربرگیرندهٔ بخش

عظیمی از ساختارهای بازنمایی است که برخی از آنان بـه خـوبی شـناخته شـده هسـتند و برخی نیز جدید می‌باشند. افزون بر آن، همواره روش‌های جدید ارائه اطلاعـات ابـداع شـده است (Chen ۱۹۹۹, ۱).

۳. مصورسازی برای درک بهتر اطلاعات

اندک‌اندک با رشد علوم، مصورسازی اطلاعات، خود به‌عنـوان ابـزاری مهـم مطـرح گردیـد. مثال‌هایی از به‌کارگیری این روش، تنظیم انواع جدول‌ها، نمودارها و گراف‌ها است. به وضوح وقتی اطلاعاتی مربوط به یک موضوع را دوباره در قالب یک جدول ساماندهی می‌کنیم، فهم آن آسان‌تر شده و به همان ترتیب، به دریافت شناخت بیشـتری از همـان اطلاعـات کمـک می‌کند، بدون اینکه به محتوای اطلاعات اولیه چیزی افزوده شده باشد. بـدین معنـا، نحـوهٔ نگاه به اطلاعات کمک می‌کند تا به نحو مؤثرتری فکر کرده و نتایج بهتری به دست آوریـم. به عبارت دیگر، شعار نهفته در مصورسازی اطلاعات، به‌کارگیری نحوهٔ نگاه (یا بینش) بـرای تفکر است[۱۵]. واضح است که مصورسازی اطلاعات زمانی اهمیت دارد که با حجـم زیـادی از اطلاعات روبرو هستیم که برای تحلیل آن سعی مـی‌کنـیم قـالبی مشـخص ابـداع کـرده و اطلاعات را در آن قالب ریخته و بازنمایی کنیم (مشاطیان ۱۳۸۱). تولید روزافزون اطلاعات و ارائهٔ هر چه بیشتر آن در زندگی انسان معاصر، سبب شده تـا تبیـین اطلاعـات از موضـع دیداری مورد توجه خاصی قرار گیرد. هم‌چنان‌که یادگیری دیداری مؤثرتر است، بـه همـان نسبت تفکر و شیوهٔ نگرش دیداری نیز از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. یکـی از مقاصـد اصلی مصورسازی، ایجاد شرایط بهتر اندیشه و تحلیل اطلاعات در نزد کـاربران اسـت. ایـن ویژگی به صورت ویژه در عرصهٔ شـبکه و اینترنـت نمـود بـارزتری دارد. امـروزه، در محـیط اینترنت با مصورسـازی اطلاعـات بـه شـکل گسـترده‌ای روبـرو هسـتیم و هنگـامی کـه در تارنماهای مختلفِ اطلاعاتی داده‌های خاصی را جستجو می‌کنیم، اگر اطلاعات بازیابی شـده به صورت مصور نمایش داده شود، درقدرت درک ما برای شناخت وتفسیر اطلاعـات، تـأثیر بیشتری برجای خواهد نهاد. به‌طور نمونه وقتی که ما در جستجوی اطلاعاتی دربارهٔ میـزان نرخ دلار بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۶ هستیم، چنانچه این اطلاعات در قالـب یـک نمـودار ظاهر شود ما به راحتی می‌توانیم یـک شـمای کلـی از وضـعیت نـرخ دلار داشـته باشـیم و

افزایش و یا کاهش نرخ دلار را به وضوح مشاهده کنیم. این روش به ایجاد یک نمای کلی از وضعیت دلار طی سال‌های ذکر شده در ذهن ما کمک می‌کند، تا هر گاه به آن فکر می‌کنیم بتوانیم جلوهٔ کلی آن را برای خود مجسم کنیم. این الگوی کلی به صورت یک نمودار کوچک حاوی اطلاعات منسجم و یکپارچه از وضعیت نرخ دلار خواهد بود، که بر همین مبنا سبب افزایش توانایی ما در به خاطرسپاری و فراگیری بهتر اطلاعات مورد نظر نیز خواهد شد. ولی کاربرد و نفوذ مصورسازی تنها به این گونه نتایج محدود نمی‌شود. شیوهٔ نمایش اطلاعات در یک رابط کاربر، از جنبه‌های فنی و هنری قابل تأمل و توجه است. طراحی صفحه‌ای که در آن به جستجوی اطلاعات می‌پردازیم از منظر هماهنگی و توازن اجزای موجود در آن نیز حائز اهمیت می‌باشد. به هر میزان که شیوهٔ دیداری بازنمایی اطلاعات با ساختار دستگاه بینایی انسان منطبق باشد، به همان نسبت تأثیر اطلاعات در درک و دریافت آدمی افزون خواهد بود. راهبرد مناسب دیداری در واقع شیوهٔ اندیشیدن را نیز متحول می‌سازد. با وجود آنکه کمتر از دو دهه از مطالعات روشمند مصورسازی اطلاعات می‌گذرد، اما تلاش‌های انجام شده در این حوزه قابل توجه و اثربخش بوده، به نحوی که مصورسازی امروزه با ارائهٔ راهکارهای مفید به یک شاخهٔ مستقل و مهم در مطالعات حوزهٔ رایانه و نیز شبکه تبدیل شده است.

۴. مبانی مصورسازی

فرآیند مصورسازی اطلاعات با بهره‌گیری از حوزه‌های موضوعی پایه - به‌عنوان زیرساخت اصلی آن - شکل می‌گیرد، و اساسا در بستر مناسبی، با حیطه‌های مؤثری که به مثابه مبانی فرآیند مصورسازی به‌شمار می‌آید، پا به عرصه وجود می‌نهد. مصورسازی اطلاعات روشی فراتر از ارائهٔ چند تصویر و یا عکس ساده است. در این روش ما نیاز به مهارت‌های پایه، چون: طراحی رابط‌کاربر[۱۶]، گرافیک رایانه‌ای[۱۷]، تعامل میان انسان و رایانه[۱۸]، نظریه‌های شناختی[۱۹]، طراحی هنری[۲۰] و به‌ویژه خلاقیت فکری داریم تا بتوانیم با فرآیند مصورسازی، اطلاعات را به نحو شایسته‌ای به کاربر انتقال دهیم. به تعبیر دیگر با مصورسازی اطلاعات می‌توان در کمترین زمان اطلاعات را منتقل و درک کرد. به کوتاه سخن: *درک سریع و معتبر دیداری اطلاعات*. در این میان یکی از مباحث مؤثر، به مقولهٔ تعامل میان کاربر و

رایانه یا همان ارتباط میان انسان و ماشین باز می‌گردد، که اصول و شرایط بهره‌گیری سودمند و مناسب استفاده‌کننده از رایانه را مورد توجه قرار می‌دهد. در واقع مطالعهٔ عوامل مؤثر درمورد بهره‌گیری کاربر از رایانه، یکی از زمینه‌های مهم در عرصهٔ مصورسازی اطلاعات محسوب می‌شود. شناخت قواعد این ارتباط و بررسی جنبه‌های فنی این تعامل از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است و در اصل شناخت مبانی ارتباطی میان انسان و ماشین برای طراحی یک محیط کاربرپسند و مؤثر، ضروری می‌باشد. هر یک از عوامل نامبرده در جای خود دارای اهمیت بوده و سودمندی خود را به همراه دارد. در ادامه به توضیح زیرساخت‌های اصلی مصورسازی می‌پردازیم.

۵. طراحی رابط‌کاربر

مصورسازی اطلاعات به‌عنوان رویکردی برای قابل فهم ساختن مقادیر عظیم اطلاعات پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصورسازی اطلاعات عبارت است از رابط‌کاربرِ مصور برای اطلاعات، همراه با هدف پدیدآوردن کاربرانی با بینش اطلاعاتی (Spence Qouted in North ۲۰۰۱, ۲). بر همین مبنا رابط‌کاربر، پایهٔ اصلی برقراری ارتباط انسان با رایانه، به‌ویژه در محیط شبکه می‌باشد. اصول کلی طراحی یک رابط‌کاربر بهینه، در کاربرپسندی[۲۱] خلاصه می‌شود. این اصطلاح در واقع شامل تمامی مشخصات مطلوب و سودمند، برای بهره‌گیری مناسب از آن می‌باشد. رابط‌کاربر مناسب، ابزاری است که افزون براستفاده آسان، از قابلیت سازگاری و انعطاف‌پذیری نیز برخوردار باشد. طراحی رابط‌کاربر بر مبنای نیازهای منطقی استفاده‌کنندگان، و شیوه‌های مناسب برای دستیابی به اطلاعات انجام می‌پذیرد.

در طراحی یک رابط‌کاربر مؤثر و مطلوب، شایسته است تا برخی نکات رعایت شود. این قابلیت‌های مهم عبارتند از: مشاهده‌پذیری وضعیت نظام، مطابقت میان نظام و دنیای واقعی، نظارت و آسانی استفاده‌کننده، قابلیت سازگاری و بهره‌گیری از الگوهای معیار، توانایی پیشگیری از خطا، شناسایی (مطلوب) به جای جامعیت، انعطاف‌پذیری و اثربخشی استفاده، طراحی هنری و رعایت زیبایی، کمک به شناسایی بهتر کاربر، تشخیص مشکلات و امکان ترمیم خطاها، کمک و ارائهٔ توضیحات مستند (برای کار با آن)(Nilsen ۲۰۰۵)اما

این امکانات در واقع عوامل مهمی در ایجاد مصورسازی به شمار می‌آیند. مصورسازی در یک رابط‌کاربر بر اساس وجود امکاناتی میسر است، که قابلیت انجام این فرآیند را مهیا می‌سازد. این قابلیت‌ها به خصوص در بخش طراحی هنری رابط کاربر از اهمیت بیشتری برخوردار است. افزون بر آن امکانات فنی و دیداری تعبیه شده در یک رابط‌کاربر، مانند: نشانگرهای تصویری، پنجره‌ها، فهرست‌ها، نوارابزارهای مصور، و نظایر آن در مصورسازی نقش مؤثری بر عهده دارد، زیرا مصورسازی بر اساس این امکانات بروز و ظهور پیدا می‌کند. به هر میزان که انعطاف‌پذیری یک رابط‌کاربر در به‌کارگیری ابزارهای تصویری افزایش یابد، به همان مقیاس توانایی متخصصان برای انجام فرآیند مصورسازی افزایش خواهد یافت. باید بیان کرد که انجام فعالیت اصلی در عرصهٔ مصورسازی، بر مبنای ساختار رابط‌کاربر می‌باشد. با پیشرفت‌های نوینی که در زمینهٔ نرم‌افزارهای ایجاد این ابزار کاربردی به وقوع پیوسته است، توانایی‌های مصورسازی نیز افزایش یافته و شرایط بهتری برای ارائهٔ دیداری اطلاعات فراهم آورده است.

۶. گرافیک رایانه‌ای

یکی از پایه‌های اصلی دیگر مصورسازی، گرافیک رایانه‌ای است. گرافیک رایانه‌ای روشی است برای ارائهٔ مطالب در قالب تصویری، که در مقابل روش ارائهٔ داده‌ها با بهره‌گیری از نویسه‌های عددی و حرفی قرار می‌گیرد. مصادیق شناخته شده گرافیکی، جدول‌ها و نمودارها هستند که کاربرد وسیعی در نمایش داده‌ها بر عهده دارند. امروزه فعالیت‌های حرفه‌ای مربوط به بخش نرم‌افزارها و بهره‌گیری از داده‌های ارائه شده در محیط رقومی[۲۲]، با استفاده از شیوه‌های ارائه تصویری و گرافیکی از اطلاعات، دارای کاربرد بیشتری هستند؛ به‌گونه‌ای که شرکت‌های بزرگ رایانه‌ای نظیر «مایکروسافت»[۲۳] سرمایه‌گذاری قابل توجهی در بخش گرافیک رایانه‌ای، و نیز مصورسازی به انجام رسانده‌اند. سیستم عامل مشهور «ویندوز»[۲۴] در حال حاضر به سوی مصورسازی فرمان‌ها و فرآیندهای اجرای برنامه گرایش پیدا کرده، و از کاربردهای گرافیک رایانه‌ای استفاده قابل ملاحظه‌ای داشته است. این وضعیت در تارنماهای موجود در محیط وب نیز به چشم می‌خورد. تارنماهای زیادی در برنامه‌نویسی و ایجاد صفحات وب از فنون مصورسازی بهره می‌گیرند، که بر مبنای گرافیک

رایانه‌ای بنا نهاده شده است. نمایش دیداری اطلاعات و شیوه‌های فراوان آن با رشدی بالارونده، در حال گسترش و نفوذ به محیط‌های رقومی می‌باشد. در ایجاد محیط‌های گرافیکی برای داده‌ها، ما همواره با انواع خاصی از آنها مواجه می‌شویم که هر یک از آنها کاربرد ویژهٔ خود را دارد.

گرافیک رایانه‌ای یکی از حوزه‌های محاسبات دیداری است، که شخص می‌تواند به‌صورت مصنوعی با استفاده از رایانه‌ها به تولید تصاویر و کامل‌کردن یا تغییر دادن اطلاعات فضایی و تصویری، در قالب نمونه‌ای از جهان واقعی بپردازد. ویلیام فِتر[۲۵] در سال ۱۹۶۰ اصطلاح گرافیک رایانه‌ای را برای توصیف فعالیت خود در شرکت «بوئینگ»[۲۶] به‌کاربرد. اولین پیشرفت اساسی در عرصهٔ گرافیک رایانه‌ای توسعهٔ »اسکِچْ پَد»[۲۷] در سال ۱۹۶۲ توسط ایوان ساترلند[۲۸] بود. این محصول عبارت بود از یک برنامهٔ رایانه‌ای متحول شده که سبب تغییرات بنیادی در نحوهٔ ارتباط افراد با رایانه شد. گرافیک رایانه‌ای می‌تواند به چند حوزه تقسیم شود، که اجرای سه‌بعدی بلادرنگ[۲۹] (بیشتر در بازی‌های ویدئویی کاربرد دارد)، تصاویر متحرک رایانه‌ای[۳۰]، تدوین جلوه‌های ویژه[۳۱] (به‌طور معمول در فیلم و تلویزیون کاربرد دارد)، تدوین تصویر[۳۲] و الگو سازی[۳۳] (مورد استفاده در مهندسی و پزشکی) برخی از انواع آن به‌شمار می‌آید (ویکیپدیا[۳۴]). گرافیک رایانه‌ای از عناصر سازندهٔ مهم در مصورسازی است و فرآیند مصورسازی با تکیه بر فنون متعدد گرافیک رایانه‌ای توانسته است به توسعه و پیشرفت‌های قابل توجهی دست‌یابد.

۷. تعامل میان انسان و رایانه

دو شاخص چالش‌برانگیز اطلاعات، طراحی اثربخش مصورسازی اطلاعات را با مشکل روبرو می‌سازد، که عبارتند از: پیچیدگی[۳۵]، یا همان پشتیبانی از اطلاعات گوناگون انتزاعی که ممکن است روابط چندگانه ساختار و انواع داده را پوشش دهد و اندازه‌پذیری[۳۶] یعنی پشتیبانی از مقادیر عظیم اطلاعات. به‌دلیل وجود این خصیصه‌ها، بازنمایی دیداری (اطلاعات) به تنهایی سودمند نیست، و فنون تعاملی نیز باید طراحی شود (North ۲۰۰۵). در مباحث مربوط به تعامل انسان و رایانه همواره دشواری ارتباط میان این دو مورد توجه قرار گرفته است. ارتباط میان انسان و ماشین یکی از انواع روابطی است که مستلزم ایجاد

واسطه‌ای است که بتواند میان دوگونه زبان، یعنی زبان طبیعی که انسان به آن تکلم می‌کند، با زبان ماشین که بر مبنای ساختار رقمی طراحی شده است، ارتباط برقرار سازد. نشانگرهای تصویری در برقراری این ارتباط مهم و ضروری نقش مؤثری ایفا می‌کنند. در تبدیل یک نویسهٔ[۳۷] مفهوم برای انسان، به یک نویسهٔ رقمی، بهره‌گیری از علائم تصویری و نشانه‌های دیداری از اهمیت زیادی برخوردار است. در مطالعهٔ شیوه‌های ارتباط میان انسان و ماشین، افزون بر علوم رایانه برخی از علوم دیگر نیز دخالت دارند. زبان‌شناسی یکی از تخصص‌هایی است که به یاری طراحان و برنامه‌ریزان آمده است. ارتباطات میان انسان و ماشین در برخی موارد همراه با ابزارهای پیچیده‌ای است که امکان درک و تفسیر پیام‌های میان آن دو را میسر می‌سازد. در این میان کاربرد نظام‌های خبره[۳۸] و هوش مصنوعی[۳۹]، که دو حوزهٔ مرتبط و نزدیک به‌شمار می‌آیند نیز، از اهمیت زیادی برخوردار است. افزون بر آن مطالعات مربوط به زیست‌شناسی انسانی نیز از زمرهٔ مطالعات مربوط به تعامل میان انسان و ماشین است که تأثیر مستقیم در انتخاب فنون و انواع مصورسازی دارد. به‌عنوان مثال میدان دید انسان، یکی از عوامل مهمی است که در طراحی رابط‌کاربر و شیوه‌های تصویرسازی برای اطلاعات کاربرد اثربخشی دارد. انتخاب نشانگرها و نمادهای دیداری و وضعیت آنان در صفحه‌های کاری رایانه‌ای، با توجه به توانایی‌های دیداری انسان دارای سودمندی و کاربرپسندی بیشتری است.

۸. نظریه‌های شناختی

چرا یک نمودار (برخی اوقات) می‌تواند بیشتر از هزاران واژه ارزش داشته باشد؟ این پرسش مناسبی است که طرح آن از مقالهٔ دانشمندان آگاه، لارکین و سیمون[۴۰] در سال ۱۹۸۷ اخذ شده است. پاسخ آنان در اصطلاحات رایانه‌ای بیان شده است. شاید بسیاری از متخصصان رایانه اولین زمانی را که آنها اندیشه ساختار داده را ارائه دادند، به یاد می‌آورند، که هسته اصلی تمامی برنامه‌های رایانه‌ای است. آنها نشان دادند که چگونه یک نمودار می‌تواند مفاهیم محاسباتی را سریع‌تر از مجموعهٔ عبارات منتقل کند(Rao ۱۹۶۱). آنچه که در مباحث رایانه‌ای به این مقوله پرداخته شده بیشتر از منظر مبانی ریاضی بوده، ولی از دیدگاه مطالعات روان‌شناسی نیز تأثیر دیداری مورد بررسی قرار گرفته است. نکته مهم آن

است که این‌گونه تحقیقات در کنار مبانی فنی از کاربرد خاص خود برخوردار بوده است. چنانکه کوالسکی[۴۱] (۱۹۹۷) در بحث مصورسازی اطلاعات جنبه‌های ادراکی و شناختی را هم‌عرض با ویژگی‌های فناورانه مطرح می‌سازد. زیرا ابعاد شناختی در حال حاضر کاربرد زیادی در علوم رایانه پیدا کرده است و متخصصان این علم در الگوسازی رایانه‌ای از آن بهره‌گرفته‌اند.

مصورسازی اطلاعات استفاده از حمایت‌های رایانه‌ای، تعامل و نمایش دیداری داده‌های انتزاعی برای تقویت قدرت ادراک آدمی است (Hetzler and Turner ۲۰۰۴). توانایی‌های شناختی و ادراکی انسان در دریافت تصویری اطلاعات از قابلیت بالایی برخوردار است. با توجه به این نکتهٔ مهم که قدرت یادگیری دیداری، در زمینهٔ انتقال داده‌های انتزاعی به نحو مطلوبی انجام می‌پذیرد، بر همین اساس توجه خاصی نسبت به تقویت آن در مطالعات مصورسازی صورت گرفته است. چنانچه یکی از مبانی عمده‌ای که مطالعات مصورسازی بر اساس آن به رشد و پویایی دست یافته، مباحث مربوط به زمینه‌های ادراکی است که بیشتر در حیطهٔ روان‌شناسی قرار می‌گیرد. در این میان کاربرد برخی از انواع الگوسازی در حیطهٔ نظریات روان‌شناسانه از اهمیت افزون‌تری برخوردار بوده است. یکی از این نظریه‌ها الگوسازی شناختی[۴۲] است که کاربرد وسیعی در عرصه نظریه‌های شناختی و ادراکی دارد و در ارتباط بسیار نزدیک با مباحث علوم رایانه می‌باشد؛

الگوسازی شناختی عبارت است از ارائهٔ الگوی رایانه‌ای، جهت آنکه بیان کند چگونه افراد کارها و وظایف خود را به انجام می‌رسانند و مشکلات را حل می‌کنند. این فرآیند بر مبنای اصول روانشناسی تدوین شده است. به‌عنوان نمونه، الگوی «جی.اُ.ام.اس»[۴۳] مجموعه‌ای از فنون الگوسازی و نمایش دانش مورد نیاز برای افراد جهت انجام کار می‌باشد. این الگو آغازه‌ای[۴۴] است برای اهداف[۴۵]، عملگرها[۴۶]، روش‌ها[۴۷] و قواعد گزینشی[۴۸]، به‌عنوان محتوای آنچه که در قالب ساختاری این الگو مورد استفاده قرار گرفته است (Rogers ۲۰۰۴). در این الگو، ارتباط مستمر عوامل نامبرده با یکدیگر سبب می‌شود تا الگو دارای استواری و اثربخشی بیشتری باشد. در واقع الگوسازی شناختی، یکی از حوزه‌های علوم رایانه است که به شبیه‌سازی مراحل فرآیند حل مسأله نزد انسان و کارکرد فکری و نیز پردازش و تبدیل آن در الگوی رایانه‌ای می‌پردازد. الگوسازی شناختی در بخش عمده‌ای از

مطالعات مربوط به هوش مصنوعی کاربرد دارد. استفاده تخصصی از آن در نظام‌های خبره، برنامه‌نویسی زبان طبیعی[۴۹]، شبکه‌های عصبی[۵۰] و کاربردهای واقعیت مجازی و روبوتیک[۵۱] مشخص است.

۹. طراحی هنری

از مباحث با اهمیت در بحث مصورسازی اطلاعات، طراحی هنری می‌باشد. آشنایی با ظرایف طراحی هنرمندانه در خلق آثار مربوط به ارائهٔ دیداری اطلاعات بسیار مفید است. زیرا مصورسازی اطلاعات باید کاربر را جذب کرده و در یادگیری او تأثیر مثبت داشته باشد و طراحی هنری از مقولاتی است که این خواسته را برآورده می‌کند. در این قسمت، بحث تأثیر رنگ‌ها و شکل‌ها از اهمیت برخوردار است. می‌دانیم که رنگ‌ها و ترکیب آنها نقش به‌سزایی در یادگیری برعهده دارند. رنگ‌ها می‌توانند میزان یادگیری را افزایش دهند و باعث اشتیاق یادگیری شوند. در طراحی مصورسازی، فضای کاری که مطالب را عرضه می‌کند عاملی تأثیرگذار محسوب می‌شود. بسیاری از تارنماهای اینترنتی ـ که گاه اطلاعات مفیدی هم ارائه می‌دهند ـ به دلیل نداشتن طراحی مناسب و به‌کارگیری مؤثر و مفید رنگ و طبقه‌بندی نادرست تصویری اطلاعات، از موفقیت برخوردار نیستند. در بحث طراحی هنری، تناسب و تقارن موجود در یک واحد مصورسازی‌شده دارای اهمیت است. رنگ، نوع و شکل نمادهای مورد استفاده، طراحی پیوندهای ضروری، توصیفگرهای خاص و اشکال هندسی به کار رفته در ساختار واحد تصویری اطلاعات، همگی قابل توجه می‌باشند. فضای کلی نمایش اطلاعات نیز متأثر از ضوابط و معیارهای طراحی هنری است. نحوهٔ به‌کارگیری گرافیک رایانه‌ای نیز از عواملی است که باید مورد نظر باشد تا از اثربخشی بیشتری برخوردار شود. این سخن بدان معناست که با فراهم آمدن زمینه‌های اصلی مصورسازی، ظرافت به‌کارگیری این عوامل نیز درخور توجه و بااهمیت است. در این میان بهره‌گیری از امکانات و کاربری‌های رایانه‌ای نیز از اثربخشی خاص خود برخوردار است. برخی از این توانایی‌ها با توجه به وضعیت نوع منابع، شیوه‌ها و کاربردهای ویژهٔ آن مشخص می‌شود.

به‌طور نمونه هنر آموزنده[۵۲] نوعی از کاربردهای رایانه می‌باشد که اقتباس بازنمایی‌هایشان از شیوهٔ هنرمندانه و شناخته شده تصویرسازی پویا، از اطلاعاتِ روزآمد

است. در نگاه نخست ممکن است که کاربرد هنر آموزنده به‌عنوان نمایی ایستا به نظر رسد، اما بازنمایی‌های آن در واقع تحولی آگاهانه از انعکاس برخی منابع اطلاعاتی است (Holmquist and Skog ۲۰۰۳). این منابع، به‌صورت معمول، با توجه به ساختار خود مورد ارزیابی و توجه ویژه‌ای قرار می‌گیرند. طراحی هنری این منابع اطلاعاتی بر اساس زمینه‌ای که در آن قرار دارند انجام می‌پذیرد. از روی اساس هرگونه فرآیند مصورسازی در عرصهٔ طراحی هنری با استفاده از ابزارهای نوین از سودمندی بیشتری برخوردار است.

۱۰. انواع داده‌های مصورسازی

اشنایدرمن[۵۳] (۱۹۹۸) انواع مصورسازی را در هفت رده طبقه‌بندی می‌کند، شامل: داده‌های یک‌بعدی[۵۴]، دوبعدی[۵۵]، سه‌بعدی[۵۶]، چندبعدی[۵۷]، زمانی[۵۸]، سلسله‌مراتبی[۵۹] و شبکه‌ای[۶۰]. این تقسیم‌بندی یکی از طبقه‌بندی‌های معتبر در عرصهٔ مصورسازی به‌شمار می‌رود. باوجود گذشت حدود هشت سال از این تبیین، هم‌چنان کاربرد آن در عرصهٔ مصورسازی معتبر و برجسته می‌باشد. اشنایدرمن یکی از نخستین متخصصانی است که در زمینهٔ مصورسازی به پژوهش‌های کاربردی دست زد و حاصل تحقیقات او پایه‌ای برای فعالیت سایر پژوهشگران این عرصه بوده است. حتی در آثار جدیدتر اشنایدرمن (۲۰۰۴) هم‌چنان طبقه‌بندی وی بر همان راه و رسم گذشته بوده است. با وجود انتقاداتی که برخی از صاحب‌نظران از طبقه‌بندی وی انجام داده‌اند (مانند هوتاری[۶۱] (۲۰۰۵) که مصورسازی را در برخی شرایط شامل بیش از یک نوع از انواع نامبرده می‌داند) ولی ساختار رده‌بندی اشنایدرمن علمی و استوار است و هم‌چنان به‌عنوان یک طبقه‌بندی کاربردی و سودمند در عرصهٔ مصورسازی شناخته می‌شود. بسیاری از فعالیت‌های مصورسازی بر اساس شیوهٔ معرفی شده توسط اشنایدرمن به نتیجه می‌رسد. در ادامه به معرفی انواع مصورسازی بر مبنای نوع داده‌ها می‌پردازیم.

۱۰-۱. داده‌های یک‌بعدی:

داده‌های یک‌بعدی به‌طور معمول حجم عظیمی از داده‌های موجود را پوشش می‌دهد. نمونهٔ آشکار از داده‌های یک‌بعدی، اسناد نوشتاری و چاپی است. این نوع از اسناد کمتر در فرآیند

مصورسازی و تبدیل گرافیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ولی در شرایطی از آنها در این فرآیند خاص بهره‌برداری می‌شود. مانند تحلیل هم‌استنادی پدیدآورنده[۶۲] که از روش‌های مصورسازی اطلاعات است و بیشتر بر اسناد یک‌بعدی تمرکز یافته است و حاوی اطلاعاتی دربارهٔ ارتباط میان آثار نویسندگان و استنادهای آنان نسبت به یکدیگر است. این گونه داده‌ها در سطوح مختلف جامعه کاربرد داشته و به‌طور معمول افراد بیشتری از آن بهره می‌گیرند. فراگیری و گستردگی استفاده از آن، سبب شده تا بیش از سایر انواع داده شناخته شده باشد و در فعالیت‌های استنادی از آن بهره گرفته شود.

۱۰-۲. داده‌های دوبعدی:

داده‌های دوبعدی از دو وجه متمایز تشکیل شده‌اند. یک مثال مشخص از این نوع، داده‌های جغرافیایی است که دو محور کاملا مجزا دارد. این دو عبارتند از طول جغرافیایی[۶۳] و عرض جغرافیایی[۶۴]. محور «Y و X»[۶۵] روشی متداول برای نشان دادن داده‌های دوبعدی و نقشه‌هایی است که این محور برای به‌تصویر کشیدن داده‌های دوبعدی جغرافیایی از آن بهره می‌گیرد(Keim ۲۰۰۲). استفاده از داده‌های دو بعدی در جغرافیا باید با دقت زیادی انجام پذیرد. زیرا بسیاری از منابع جغرافیایی اطلاعات خُردی را ارائه می‌دهند که باید درنظر گرفته شده و از قلم نیافتند. هم‌چنین این داده‌ها در نظام‌های اطلاعات جغرافیایی[۶۶] کاربرد سودمندی دارد. نظام‌های اطلاعات جغرافیایی مجموعه‌ای از رایانه‌ها، سخت‌افزارها، نرم‌افزارها و داده‌های جغرافیایی است که برای نقشه‌برداری، تحلیل و نمایش انواع شکل‌های اطلاعات مرتبط جغرافیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این‌گونه داده‌ها در دیگر شاخه‌های علوم نیز کاربرد دارد. در تهیه نقشه‌های فضایی، راه‌ها، شمای ترافیک و ارتباطات شبکهٔ حمل‌ونقل نیز از این داده‌ها و تصویرسازی آن استفاده می‌شود.

۱۰-۳. داده‌های سه‌بعدی:

از این نوع مصورسازی بیشتر در زمینهٔ کاربردهای علمی و برنامه‌های شبیه‌سازی شده استفاده می‌شود. هدف اصلی آن نشان‌دادن یک وضعیت واقعی است، که استفاده‌کنندگان می‌توانند آن را با موقعیت طبیعی و شرایطی که در جهان طبیعی وجود دارد، مورد مقایسه

و یا آزمون قرار دهند. در مصورسازی داده‌های سه‌بعدی طراحان تلاش می‌کنند که الگـویی از واقعیت ارائه دهند، تا کاربران این توانایی را داشته باشند که به صورت واقعـی و طبیعـی آن را تجربه کرده و با شرایط جهان بیرونی بـه تجـارب ارزشـمندی در کـار بـا یـک نمونـه بازسازی شده بپردازند. هنر طراحی سه‌بعدی داده، در آن است کـه مـوقعیتی قابـل درک و منطبق بر وضعیت اصلی به‌وجود آورد. این گونه مصورسازی در فنون مربوط به ایجاد نمونـهٔ واقعیت مجازی[۶۷] کاربرد زیادی دارد. در تهیهٔ تصویری داده‌های سه‌بعدی تلاش بر آن است تا محیطی نظیر نمونهٔ اصلی به‌وجود آید تا به‌صورت غیرواقعی و بر مبنای الگوی تهیه شده، امکان پژوهش و آزمون فراهم شود. در حـال حاضـر ایـن شـیوهٔ مصورسـازی در آمـوزش و پژوهش کاربردی گسترده و فراگیر دارد .

یکی از اهداف اصلی مصورسازی سه‌بعدی استفاده در حوزه مرتبط با فتوگرامتری[۶۸] کـه نوسازی شیوه نگاره‌ای از جزئیات مناظر واقعی است، می‌باشد. استانداردهای عمومی جـاری از نمایش فتوگرامتری رقمی و تحلیلی، نتایج پردازش شده نظـام‌هـای مبتنـی بـر «کَـد»[۶۹] است: مانند اتوکـد[۷۰]، اینتلـی‌کـد[۷۱]و مایکرواستیشـن[۷۲] (Luhmann ۲۰۰۰ Qouted in Janowski, Sawicki, and Szulwic ۲۰۰۵). ایـن برنامـه‌هـا توانـایی ذخیـره‌سـازی داده‌های بُرداری[۷۳] در فایل‌های دارای قالب سه‌بعـدی را دارنـد، کـه عبارتنـد از:«دی اکـس اف»[۷۴] ، «دی دبلیو جی»[۷۵] و «دی جی ان»[۷۶] کـه امکـان ایجـاد سـاختارهای گرافیکـی و هندسی اضافی برای استفاده در واحدهای پردازش تصویر را فراهم می‌سازند (Janowski, Sawicki, and Szulwic ۲۰۰۵).

۱۰-۴. داده‌های چندبعدی:

بسیاری از مجموعه داده‌هـایی کـه بـیش از سـه شـاخص را پوشـش مـی‌دهنـد و بنـابراین نمی‌توانند به صورت نمونه‌ای از مصورسازی در محورهای دوبعدی و یا سه‌بعدی بـه نمـایش درآیند، در این بخش قرار می‌گیرند. برای مثال می‌توان به داده‌هایی که دارای جـدول‌هـایی در پایگاه‌های رابطه‌ای هستند اشاره کرد، که اغلب شامل ده‌ها و یا صدها ستون مـی‌باشـند. از آنجایی‌که امکان ترسیم سادهٔ مشخصات آن در نمـایش دوبعـدی وجـود نـدارد، ضـرورت بهره‌گیری از فنون پیچیده مصورسازی آشکار می‌شود. یکی از این فنون مورد اسـتفاده کـه

می‌توان با آن فرآیند مصورسازی چندبعدی را به انجام رساند، فن هماهنگ‌سازی موازی[۷۷] است (Keim ۲۰۰۲). این فن در قالب یک چارچوب قابل اندازه‌گیری به نمایش درآمده، که توانایی نشان دادن هر مورد از داده‌های چندبعدی را به‌عنوان خطوط چندضلعی، که توسط محورهای ابعاد افقی تقسیم شده‌اند را، در وضعیتی مرتبط با داده‌های معتبر برای ابعاد متناظر، دارا می‌باشد.

۱۰-۵. داده‌های زمانی

نمایش گرافیکی داده‌ها و ارائهٔ راهبرد دیداری آن، روشی مؤثر برای مصورسازی اطلاعات است. یکی از این شیوه‌های سودمند بهره‌گیری از امکان استفاده از ردیف‌زمانی[۷۸] است که به کاربران این امکان را می‌دهد تا به‌صورت هم‌زمان چند برنامه را مشاهده کنند. ردیف‌زمانی، در هنگامی که درک و تحلیل یک متن به تنهایی سخت و مشکل است، با ارائهٔ تصاویر متحرک می‌تواند تصویر قابل درکی از وضعیت و شرایط اطلاعات مطرح شده ارائه دهد. این شیوهٔ اثربخش می‌تواند به ارائه و نمایش داده‌هایی بپردازد که به میزان زیاد در یک ساختار اطلاعاتی مورد استفاده قرار گرفته و دارای ویژگی داده زمانی هستند. از ابزارهای شناخته شده برای بازنمون این‌گونه داده‌ها می‌توان به نرم‌افزار «سویش‌مکس»[۷۹] اشاره کرد. قسمتی از این نرم‌افزار شامل بخش ردیف زمانی است که از تعداد زیادی خانه‌های مستطیلی تشکیل شده است. هریک از این خانه‌ها یک چارچوب[۸۰] نامیده می‌شود. تصاویر متحرک شامل تعداد زیادی از تصاویر است که پشت سر هم نمایش داده می‌شوند و این خانه‌ها در واقع نمادی از یک تصویر است. با اجرای این برنامه آنچه که نمایش داده می‌شود در واقع همان داده‌های زمانی است. در بهره‌گیری از ردیف‌زمانی با کلیک بر روی هر یک از قاب‌های آن، محتوای آن قاب را در یک پنجرهٔ مجزا مشاهده می‌کنیم. ما می‌توانیم تصاویر و نگاره‌های موجود در هر چارچوب را به صورت جداگانه تغییر دهیم و یا اصلا در هر قاب تصویری به‌کل مجزا رسم کرده و یا جای‌گذاری کنیم.

۱۰-۶. داده‌های سلسله‌مراتبی

مصورسازی داده‌های سلسله‌مراتبی، بر اساس بازنمایی و نمایش گروهی از اطلاعات مرتبط انجام می‌پذیرد. این اطلاعات دارای ساختاری منسجم و سلسله‌ای از روابط قانونمند است. داده‌های سلسله‌مراتبی با نظمی خاص که به‌طور کلی به‌عنوان ساختار درختی شناخته می‌شود، شکل می‌گیرد. در این نظام مصورسازی، گره‌هایی وجود دارد که حاوی داده‌های مرتبط و زیرمجموعه خود هستند. از ویژگی‌های این نظام‌های نوین آن است که اطلاعات در شاخه‌های اصلی و رده‌های فرعی آن، قابلیت نمایش و ارائه در یک نمای واحد را دارد. این ویژگی به‌خصوص در سلسله مراتب سیستم عامل ویندوز، که دارای ساختار درختی و سلسله‌مراتبی است، به‌همراه زیرمجموعه‌های آن قابل مشاهده می‌باشد. افزون بر آن، این نظام مصورسازی به ما اجازه می‌دهد که بتوانیم فرآیند فشرده‌سازی را به انجام رسانده، سپس با بهره‌گیری از امکان گسترش و فراگیری آن، در صورت لزوم حجم قابل توجهی از داده‌ها را در ساختار سلسله‌ای نمایش داده و یا آنها را مخفی سازیم. هم‌چنین این نوع از داده، توانایی بروز و بازنمون روابط گره‌ها را در مجموعه خود دارا می‌باشد و می‌تواند ارتباطات موجود را به بهترین شکل ممکن به معرض نمایش بگذارد. این شیوه در محیط وب نیز کاربرد گسترده‌ای دارد و ما از طریق این‌گونه از داده‌ها می‌توانیم ارتباط بین پیوندها را معین کنیم و در قالب دیداری، آنها را با بهره‌گیری از ابزارهای گرافیکی مشخص سازیم.

۱۰-۷. داده‌های شبکه‌ای

مصورسازی داده‌های شبکه‌ای، به صورت کلی وضعیت گره‌های شبکه‌ای را با توجه به رابطهٔ این اجزاء در محیط شبکه نمایش می‌دهد. گره‌های موجود دارای ارتباطی نزدیک و همبسته با هم می‌باشند و از اساس این‌گونه داده‌ها با شیوهٔ مصور از قابلیت بیان و معنای بالایی برخوردار هستند، به‌نحوی که به روش غیردیداری نمی‌توان معنای دقیق و کامل اطلاعاتی از آنها دریافت کرد. بیان ارتباطات میان خدمات‌دهنده[۸۱] و خدمات‌گیرنده[۸۲] در محیط اینترنت و نیز شبکه که دارای اجزای ارتباطی فراوانی هستند، به شیوهٔ نگارشی کاری سخت و مشکل است. در این‌گونه مواقع بیان دیداری و 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. به این نکته باید توجه داشت که بسیاری از ارتباطات در اینترنت و محیط شبکه به دلیل ماهیت تصویری اطلاعات، و حجم روابط ایجاد شده در چارچوبی محدود و محصور، قابلیت بیان نوشتاری را ندارد و بهتر آن است که این‌گونه از اطلاعات و داده‌های شبکه‌ای به شیوه‌ای ارائه شود که گرافیک و تصویر نقش اصلی انتقال داده را بازی نماید. در این میان ابزارهای چندی قابلیت تبدیل این فرآیند پردازشی را بر عهده دارند.

ابزارهای مصورسازی شبکه‌ای به طراحان اجازه می‌دهد که حجم قابل توجهی از اطلاعات را به سرعت پوشش دهند، الگوهای مشخص را به صورت دیداری در ارتباطات لحاظ کنند و درک بهتری از تعامل و رابطهٔ علّی داشته باشند (Estrin ۲۰۰۰). بر همین اساس است که مصورسازی داده‌های شبکه‌ای کاربردی وسیع در ارائهٔ اطلاعات پیدا کرده است. محیط وب خود محملی مناسب برای بهره‌گیری از این روش به‌شمار می‌آید، که روابط بسیار پیچیده را در قالب یک شمای گرافیکی ارائه و به تحلیل و بررسی نتایج حاصل از آن مبادرت می‌ورزد. گره‌های شبکه، خطوط ارتباطی، تعامل میان آنها، ارسال و جریان اطلاعات از جنس داده‌هایی هستند که در قالب این ابزار سودمند قابلیت نمایش و بازنمون مناسب را پیدا می‌کنند.

۱۱. نتیجه‌گیری

بهره‌گیری از راهبردهای دیداری برای بازنمایی و ارائهٔ تصویری اطلاعات یکی از ابزارهای مؤثر و اثربخش برای انتقال و درک اطلاعات به‌شمار می‌آید. این فرآیند را با نام مصورسازی می‌شناسیم. مصورسازی شیوه نمایش دیداری اطلاعات با استفاده از امکانات رایانه‌ای است که سبب درک مناسب آن شده و کاربر را از توانایی بیشتری برای تحلیل اطلاعات بهره‌مند می‌سازد. مصورسازی با استفادهٔ مؤثر از راهکارهای متعدد و روش‌های گوناگون، توانایی استفاده‌کنندگان را در یادگیری و شناخت افزایش می‌دهد. مصورسازی دارای مبانی اصلی و پایه‌های مبناست که با تکیه بر آنها فعالیت خود را شکل می‌دهد. طراحی رابط‌کاربر که سنگ بنای مصورسازی محسوب می‌شود یکی از هسته‌های ضروری آن می‌باشد. در این فعالیت گسترده، گرافیک رایانه‌ای از دیگر مبانی اصلی است که در طراحی رابط‌کاربر کاربرد

سودمندی به‌همراه دارد. مطالعهٔ تعامل انسان و ماشین زمینهٔ مهمی در مباحث مصورسازی است که ساختارهای اساسی این ارتباط را مورد بررسی قرار داده و از علوم چندی در این میان بهره می‌گیرد. هوش مصنوعی و نظام‌های خبره نقشی تعیین‌کننده در آن دارند. از سوی دیگر نظریه‌های شناختی به یاری مصورسازی می‌شتابد تا با مطالعه در بستر آن، بتوان به دستاوردهای اثربخشی دست یافت. علوم رایانه با بهره‌گیری از این نظریه‌ها به رهیافت‌های مهمی نائل شده است. طراحی هنری نیز مبحثی جذاب در مصورسازی است و با تلفیق عناصر هنری چون رنگ، نشانگر، شکل، حجم، بُعد، ترکیب، تقارن و برخی از عوامل دیگر، بر اساس میدان دید آدمی و توانایی‌هایی شناختی و ادراکی او، با بهره‌مندی از خلاقیت و روش‌های هنرمندانه به تکمیل این پدیده می‌پردازد. از سوی دیگر داده‌های مصورسازی شده بر اساس طبقه‌بندی اشنایدرمن در هفت ردهٔ کلی قابل بررسی و تجزیه هستند. این رده‌های اصلی امروزه کاربردی فراگیر داشته و بر مبنای آن روش‌ها و شیوه‌های متعدد مصورسازی پا به عرصه وجود نهاده است همانند: مصورسازی داده‌های یک‌بعدی، که بیشتر مربوط به اسناد و مدارک نوشتاری می‌باشد؛ داده‌های دوبعدی که استفاده از آن در داده‌های جغرافیایی شناخته‌شده‌تر است؛ داده‌های سه‌بعدی که در ایجاد محیط‌های واقعیت مجازی نقش اثربخشی دارد و داده‌های چندبعدی که در کاربردهای مربوط به ساختار پایگاه‌های داده تأثیرگذار است. افزون بر آن باید از داده‌های زمانی نام برد که استفاده از آن در امکانات ردیف‌زمانی و نرم‌افزار سویش‌مکس شناخته شده است. داده‌های سلسله‌مراتبی در محیط ویندوز، و داده‌های شبکه‌ای در به تصویر کشیدن ارتباطات شبکه از سودمندی زیادی برخوردارند.

۱۲. منابع

۱. مشاطیان، شایان رضا. ۱۳۸۱. مصورسازی اطلاعات. *دنیای کامپیوتر و ارتباطات* ۸ : ۳۸- ۴۱.

۲. عباسی، اسماعیل.۱۳۷۹. *فرهنگ عکاسی*. تهران: سروش(انتشارات صدا و سیما).

۳. Agutter, Jim, and Julio Bermudez .۲۰۰۵. Information visualization design: The growing challenges of a data saturated world.AIA Report on university research. www.aia.org/SiteObjects/files/Agutter_color.pdf (Accessed Sep. ۲۰, ۲۰۰۶).

۴. Chen, Chaomei.۱۹۹۹. *Information visualization and virtual environments.* London: Springer-verlag.

۵. Estrin, Deborah; Handley, Mark; Heidemann, John; McCanne, Steven; Xu, Ya; Yu, Haobo. ۲۰۰۰. Network Visualization with Nam, the VINT Network Animator. *IEEE Computer* ۳۳(۱۱). www.isi.edu/div۷/publication_files/network_visualization.pdf (Accessed: Sep. ۳۰, ۲۰۰۶).

۶. Hetzler, Elizabeth, and Alan Turner. ۲۰۰۴. Analysis Experiences Using Information Visualization. *IEEE Computer Graphics and Applications* ۲۴ (۵). infoviz.pnl.gov/pdf /analysis-experiences-information.pdf (Accessed Sep. ۲۰, ۲۰۰۶).

۷. Holmquist, Lars Erik, and Tobias Skog. ۲۰۰۳. Informative Art: Information Visualization in Everyday Environments. Viktoria Institute. Göteborg,Sweden. www.viktoria.se/fal/publications/۲۰۰۳/infoart-graphite.pdf (Accessed: ۲۰, Sep, ۲۰۰۶).

۸. Huotari, Jouni. ۲۰۰۵. Integrating graphical information system models with visualization techniques. PhD diss.,University of Jyvaskyla.

۹. Janowski, A., P. Sawicki , and J. Szulwic. ۲۰۰۵. Advanced ۳D visualization of an architectural object in the opengl standard. www۲.informatik.hu-berlin.de/sv/pr/PanoramicPhotogrammetry Workshop۲۰۰۵/Paper/PanoWS_Berlin۲۰۰۵_ Janowski.pd (Accessed Sep. ۲۶, ۲۰۰۶).

۱۰. Keim, Daniel A. ۲۰۰۲. Information Visualization and Visual Data Mining. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* ۷(۱). www.ailab.si/blaz/predavanja/ozp/gradivo/۲۰۰۲-Keim-Visualization٪۲۰in٪۲۰DM-IEEE٪۲۰Trans٪۲۰Vis.pdf (Accessed Sep. ۲۰, ۲۰۰۶).

۱۱. Kowalski, Gerald. ۱۹۹۷. *Information retrieval systems: Theory and implementation*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

۱۲. Luhmann, T. ۲۰۰۰. *Nahbereichs photo grammetrie: Grundlagen, Methoden und Anwendungen.* Heidelberg: Wichman Verlag.

۱۳. Nielsen, Jakob.۲۰۰۵. Ten Usability Heuristics. useit.com: Jakob Nielsen's Website. http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html (Accessed Sep ۲۴, ۲۰۰۶).

۱۴. North, Chris. ۲۰۰۵. Information Visualization. Center for Human-Computer Interaction, Department of Computer Science. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg. infovis.cs.vt.edu/papers/HHFE-infovis.pdf (Accessed Sep ۲۰, ۲۰۰۶).

۱۵. Polanco, Xavier, and Angelika Zartl. ۱۹۹۹. Information visualization. EICSTES Project- IST. Deliverable ۱.۴ State of the art WP۹: visualization. www.eicstes.org/EICSTES_PDF/Deliverables/Information٪۲۰Visualization.pdf (Accessed Sep ۲۰, ۲۰۰۶).

۱۶. Rao, Ramana. ۱۹۹۶. Information Visualization and the Next Generation Workspace. Xerox Palo Alto Research Center.

www.ramanarao.com/papers/rao-infoviz-nextgen-workspace-۱۹۹۵.pdf (Accessed Sep ۲۴, ۲۰۰۶).

۱۷. Rogers, Erika. ۲۰۰۴. Introduction to Human-Computer Interaction (HCI). RAS/IFRR Summer School on "Human-Robot Interaction. www.cas.kth.se/ras-ifrr-ss۰۴/material/rogers-hci-intro.pdf (Accessed Sep. ۲۴, ۲۰۰۶).

۱۸. Shneiderman, B. ۱۹۹۸. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction.* (۳rd ed.). Menlo Park, CA: Addison Wesley.

۱۹. Shneiderman, Ben. ۲۰۰۴. *Information Visualisation: Research Frontiers and Business Opportunities*. Course Notes in the ۸th International Conference in Information Visualisation, London, England.

۲۰. Spence, R. ۲۰۰۱. *Information Visualization.* Boston: Addison-Wesley.

۲۱. Wikipedia. ۲۰۰۸. Computer graphics. http://en.wikipedia.org/wiki /Computer_graphics (Accessed Sep. ۲۴, ۲۰۰۶).

پی‌نوشت‌ها

۱. Information Visualization (IV)

۲. National Science Foundation(NSF)

۳. Visualization in Scientific Computing

۴. IEEE)(Institute of Electrical and Electronics Engineers

۵. The IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics.

۶. Information Visualization(Journal) ISSN: ۱۴۷۳-۸۷۱۶, EISSN: ۱۴۷۳-۸۷۲۴,

Editor: Chaomei Chen, USA vailable: http://www.palgrave-journals.com/ivs/index.html

۷. Selected Depiction

۸. Scientific Visualization

۹. Data Records

۱۰. Node

۱۱. Edge

۱۲. Hierarchical

۱۳. Spiral Graph

۱۴. River

۱۵. Use Vision to Think

۱۶. Interface Design

۱۷. Computer Graphics
۱۸. Human-Computer Interaction(HCI)
۱۹. Cognitive Theories
۲۰. Art Designing
۲۱. User Friendly
۲۲. Digital Environment
۲۳. Microsoft
۲۴. Windows
۲۵. William Fetter
۲۶. Boeing
۲۷. Sketchpad
۲۸. Ivan Sutherland.
۲۹. Real-Time ۳D Rendering
۳۰. Computer Animation
۳۱. Special Effects Editing
۳۲. Image Editing
۳۳. Modeling
۳۴. Wikipedia
۳۵. Complexity
۳۶. Scalability
۳۷. Character
۳۸. Expert system
۳۹. Artificial Intelligence
۴۰. Larkin and Simon
۴۱. Kowalski
۴۲. Cognitive Modeling
۴۳. GOMS
۴۴. Acronym
۴۵. Goals
۴۶. Operators

۴۷. Methods
۴۸. Selected Rules
۴۹. Natural Language Programming(NLP)
۵۰. Neural Networks
۵۱. Robotics and Virtual Reality Applications
۵۲. Informative Art
۵۳. Shneiderman
۵۴. One Dimension (۱D)
۵۵. Two Dimension (۲D)
۵۶. Three Dimension (۳D)
۵۷. Mutli Dimension (Mulit D)
۵۸. Temporal
۵۹. Hierarchical
۶۰. Network
۶۱. Huotari
۶۲. Co-citation Analysis Author
۶۳. Longitude
۶۴. Latitude
۶۵. X-Y Plots
۶۶. Geographic Information System (GIS)
۶۷. Virtual Reality(VR)
۶۸. Photogrammetry فن اندازه‌گیری و مساحی از روی عکس که در نقشه‌برداری و عکسبرداری هوایی به‌کار گرفته می‌شود(عباسی، ۱۳۷۹)
۶۹. Computer-Aided Design (CAD)
۷۰. AutoCAD
۷۱. IntelliCAD
۷۲. MicroStation
۷۳. Vector Data
۷۴. Data Exchange Format(DXF)
۷۵. DWG فرمت فایل دودویی که در اتوکد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷۶. DGN. فرمت فایل دودویی که در برنامه اینترگرافس کد استفاده می‌شود.
۷۷. Parallel Coordinate Technique
۷۸. Time Line
۷۹. SWiSHmax Software
۸۰. Frame
۸۱. Server
۸۲. Client

۱) دکترای کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران ـ مدیر گروه اطلاع‌رسانی مخازن تخصصی سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران
پست الکترونیکی: fardoroudi@hotmail.com