

مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز  
دوره نوزدهم، شماره اول، زمستان ۱۳۸۱ (پیاپی ۳۷)  
مقاله کوتاه

نمایش گرافیکی اطلاعات در سیستم‌های نرم‌افزاری

بابک پرتو\* علی گزنی\*\*

دانشگاه شیراز

**چکیده**

گسترش روزافزون و همگانی شدن کاربرد سیستم‌های رایانه‌ای از یک طرف و بالا رفتن قدرت سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری از طرف دیگر، بستری را فراهم نموده است تا نمایش اطلاعات به عنوان یک عنصر مهم در طراحی سیستم‌های نرم‌افزاری، چگونگی استفاده از عناصری همانند رنگ، شکل، اندازه، موقعیت مکانی و ... که مطابق با فرآیند ادراکی انسان‌ها در انتقال اطلاعات باشد مورد توجه قرار گیرد. نمایش گرافیکی اطلاعات عبارت است از محاسبه و انتقال علایم به اشکال هندسی به صورتی قابل درک و مشاهده توسط انسان، به منظور فهم و کشف روابط پنهان موجود بین عناصر مختلف داده‌ها. مقاله حاضر به بررسی جنبه‌های مختلف در نظریه نمایش اطلاعات و فنون مورد استفاده در این زمینه از جمله پیمایش و تنظیم اندازه، روش چند پنجره‌ای، راهبرد بازبینی نقشه‌ای، مرورگرهای هایپربولیک، درخت‌های مخروطی، تنظیم هوشمند، عدسی جادویی و روش خوشپس می‌پردازد.

**واژه‌های کلیدی:** ۱. نمایش گرافیکی اطلاعات ۲. فنون نمایش اطلاعات ۳. راهبردهای نمایش اطلاعات ۴. فنون تأکید بر محتوا.

**۱. مقدمه**

"...زمانی نیاز بود که مردم خودشان را با تکنولوژی هماهنگ کنند، ولی امروزه این قضیه برعکس شده است و زمان آن فرا رسیده که تکنولوژی خود را با مردم هماهنگ کند..." (رز، ۱۹۹۶).

امروزه در طراحی اغلب نرم‌افزارهای حرفه‌ای، "نمایش اطلاعات"،<sup>۱</sup> جایگاه مهمی دارد و امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری موجود، تحول مهمی در نمایش اطلاعات به وجود آورده است. در حال حاضر نمایش اطلاعات راه‌های آسان‌تر و مؤثرتری را برای تعامل با سیستم‌های رایانه‌ای به خصوص برای جستجوگران سیستم‌های اطلاعاتی فراهم آورده است.

سابقه اولیه پیدایش نظریه نمایش اطلاعات به ۲۴۰۰ سال قبل باز می‌گردد. در آن زمان افلاطون دریافت که اشیا از طریق حواس و ذهن قابل دریافت می‌باشند. در حال حاضر این دریافت را تبدیل انرژی فیزیکی موجود در محیط به سیگنال‌های عصبی در مغز می‌دانند. مغز انسان همواره در حال تفسیر و طبقه‌بندی جهان اطرافش است

\* عضو هیأت علمی بخش علوم کتابداری و اطلاع‌رسانی  
\*\* عضو هیأت علمی کتابخانه منطقه ای علوم و تکنولوژی شیراز

و سیستم‌های رایانه‌ای نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشند، بنابراین هر چند استفاده از رابط‌های<sup>۲</sup> غیرگرافیکی پیچیدگی کمتری را به دنبال دارند، اما با استفاده از این رابط‌ها دیگر نمی‌توانیم به صورت کامل از فرآیند ادراکی که از زمان تولد تا به حال با آن سر و کار داشته‌ایم استفاده کنیم.

اکنون در حوزه‌های مختلف همانند حوزه‌های تجاری و سازمانی با حجم گسترده‌ای از داده‌های ساختار یافته و ساختار نیافته مواجه هستیم. ارتباطاتی که بین داده‌ها وجود دارد، با توجه به حوزه‌ها و زمینه‌های موضوعی، در بسیاری از موارد پیچیده و چند بعدی است. در این حوزه‌ها، کاربرد رایانه به منظور مدیریت بهتر داده‌ها از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد، اما در هر صورت باید این نکته را خاطر نشان کرد که تصمیم گیرنده نهایی انسان است. در همین رابطه، نمایش گرافیکی اطلاعات راهی مؤثر برای کمک به کاربران اطلاعاتی، به منظور فهم و درک بهتر شرایط جهت اتخاذ تصمیمات بهتر است.

بیشترین اطلاعات دریافتی انسان از محیط اطرافش از طریق حس بینایی صورت می‌گیرد. آرن‌هیم در سال ۱۹۶۹ ادراک و تفکر در انسان را به عنوان دو مقوله جدا از یکدیگر مطرح می‌کند. بعد از تحقیقات بسیاری که در این زمینه صورت گرفت، "دریافت و ادراک" به عنوان مجموعه‌ای از داده‌ها، و تفکر به عنوان کارکردی در سطوح بالاتر که عملکردش بر حسب داده‌های موجود می‌باشد، در نظر گرفته شد.

نمایش گرافیکی اطلاعات عبارت از محاسبه و انتقال علائم به اشکال هندسی به صورتی قابل درک و مشاهده توسط انسان، به منظور فهم و کشف روابط پنهان موجود بین عناصر مختلف داده‌ها است (رز، ۱۹۹۶). نمایش گرافیکی اطلاعات، به عنوان یک شیوه علمی و زیر شاخه‌ای از مبحث "تعامل انسان و رایانه"<sup>۳</sup> و با استفاده از توانایی‌های گرافیکی رایانه‌ها، اهداف زیر را دنبال می‌کند:

۱. بالا بردن سرعت فهم و پردازش اطلاعات انسان در طی فرآیند ادراک و کم کردن درگیری‌های ذهنی او.

۲. ایجاد و برقراری ارتباط بین اجزای مختلف اطلاعات.

۳. انجام عملیات پیچیده با اعمالی بسیار ساده.

نمایش گرافیکی اطلاعات عبارت است از تبدیل اطلاعات به یک قالب تصویری قابل مشاهده که برای کاربران قابل فهم باشد. اصولاً تصاویر راهی متفاوت را برای درک اطلاعات در اختیار کاربران قرار می‌دهند، البته خود اطلاعات درون داد شده را نمی‌توان یک حقیقت متفاوت دانست، بلکه این فرآیند ادراک است که متفاوت می‌باشد. در همین زمینه گشتالت معتقد است که مغز انسان برای ترکیب، نمایش و درون داد اطلاعات از مجموعه قواعد زیر پیروی می‌کند (راک و پالمرو، ۱۹۹۰):

۱. مجاورت: اشکالی که در مجاورت هم قرار دارند، به لحاظ مجاورتشان از لحاظ بصری با هم مشاهده می‌شوند.

۲. مشابهت: اشکال مشابه، به دلیل شباهتی که با یکدیگر دارند از لحاظ بصری با هم مشاهده می‌شوند.

۳. پیوستگی: اشکال به عنوان یک الگوی پیوسته درک می‌شوند نه به صورت اجزای گسسته (به عنوان مثال خطی که به عنوان قطر در میان دایره رسم شده، موجب نمی‌شود که آن را به صورت دو نیم دایره تصور کنیم، بلکه چشم ما یک دایره را که یک خط از میان آن می‌گذرد، مشاهده می‌کند).

۴. محصور شدن: همه فواصل موجود در یک شکل به گونه‌ای با هم ترکیب می‌شوند تا یک کل را نمایش دهند (مثلاً استفاده از خطوط تیره منفصل برای ترسیم یک مربع، از فهم این خطوط به عنوان یک مربع جلوگیری نمی‌کند).

۵. اتصال: کل اجزای متصل به هم به عنوان یک واحد در نظر گرفته می‌شوند.

## ۲. جنبه‌های مختلف در نمایش گرافیکی اطلاعات

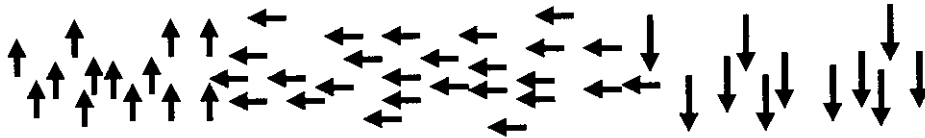
در نمایش گرافیکی اطلاعات، جنبه‌های مختلفی مورد توجه قرار می‌گیرد، مهمترین آنها عبارتند از:

### ۱. ۲. جهت‌دار کردن اطلاعات نمایشی

از اولین مراحل در فرآیند ادراک، نحوه شکل‌گیری آنی تصاویر در ذهن می‌باشد، این شکل‌گیری اولیه،

بی‌اختیار است و نظم و ترتیب اطلاعات دریافتی (ابعاد مختلف تصاویر) در این مرحله مشخص می‌شود (فریدهاف و بنزون، ۱۹۸۹). برای مثال در شکل ۱ جهات مختلفی قابل مشاهده است. با وجود اینکه هیچ گونه حاشیه‌ای برای جدا کردن این جهات تعیین نشده، ذهن می‌تواند به صورت خودکار این جهات را از یکدیگر متمایز کند، بنابراین، اگر به تصویر کشیدن اطلاعات به صورت جهت دار انجام پذیرد، ذهن بهتر می‌تواند این تصاویر را گروه‌بندی کند.

**شکل ۱: جهت دار کردن اطلاعات ارقام نمایشی برای نشان دادن تمایز بین آنها**



## ۲.۲. برجسته کردن اطلاعات

یکی از روش های مورد استفاده در نمایش اطلاعات، استفاده از پشت زمینه‌های تیره‌تر و پیش زمینه‌های روشن‌تر به منظور برجسته کردن اطلاعات می‌باشد. از این روش به منظور تأکید بر قسمت های خاصی از اطلاعات استفاده می‌شود.

## ۲.۳. رنگ ها

رنگ ها خواص مختلفی دارند که در محدوده های خاصی قابل تغییر هستند. از جمله این خواص می‌توان به رنگ، درجه پررنگی یا کم رنگی و درجه روشنایی آنها اشاره کرد. در میان فنون مورد استفاده در نمایش اطلاعات، رنگ ها جایگاه مهمی دارند. سازماندهی، طبقه بندی و برجسته کردن اطلاعات با اهداف نمایشی در این مقوله قرار می‌گیرند. توری و اسمیت (۱۹۹۰) معتقد هستند که رنگ های اولیه مانند رنگ های قرمز، آبی، سبز، زرد بیش از بقیه رنگ ها، باعث جلب توجه می‌شوند. استفاده از بعضی از رنگ ها موجب هیجان می‌شود و همینطور بعضی از مردم نسبت به بعضی از رنگ ها احساس تنفر می‌کنند. از جنبه های منفی استفاده از رنگ ها، کور رنگی بعضی از افراد نسبت به بسیاری از آنها است. بنابراین، سیستم های نمایش اطلاعات باید از انعطاف‌پذیری لازم جهت جایگزینی جنبه های دیگر فنون نمایش اطلاعات به جای رنگ ها نیز برخوردار باشند.

## ۲.۴. ابعاد و اندازه‌ها

در نمایش اطلاعات از ابعاد و اندازه ها نیز همانند رنگ ها می‌توان استفاده فراوانی کرد. تغییر در سایه‌ها، متناسب سازی فواصل، منظره‌ها (پرسپکتیو)، حرکت ها، برجسته کردن، تغییر بافت و عمق، همه جزو این مقوله هستند. ابعاد و اندازه ها به لحاظ فراگیری زود هنگام و کاربرد آنها در تمام زمینه‌های زندگی از اهمیت خاصی برخوردار هستند. گیسون و والک (۱۹۶۰) نشان دادند که کودکان شش ماهه قادر به درک ابعاد می‌باشند. به همین دلیل فرضیه فطری بودن درک ابعاد در نهاد انسان ها را ارایه دادند.

## ۲.۵. پیکره بندی تصاویر

رُز (۱۹۹۶) پیکره بندی تصاویر را یکی از فنون سطوح بالاتر در نمایش اطلاعات می‌داند. در این روش حالت های منظم و مختلفی از یک شی یا اشیا برای کاربر به نمایش در می‌آید، به نحوی که کاربر قادر به درک یک حالت مجرد در سطح بالاتری باشد. در این روش از مجموعه‌ای از فرآیندها و عملیات سطوح پایین به منظور متمرکز کردن کاربر و رسیدن به یک فرآیند نمایشی و ادراکی در سطوح بالا استفاده می‌شود. این چنین سلسله عملیاتی با تغییر متناوب خود به کاربر نشانه‌های تغییر در وضعیت حاضر را اعلام می‌کند.

## ۲.۶. تکرار در یک فضا

سیستم ادراکی انسان تمایل دارد که بین تصاویری که دارای رخداد‌های همزمانی هستند، نظم و ارتباطی منطقی برقرار کند. نظریه مجرای چندگانه فضایی بر این فرض استوار است که یک تصویر پیچیده از درون داد چند خروجی ساخته می‌شود. این کاربر است که با دریافت و فهم تغییرات، در ذهن خود یک تصویر واحد ایجاد می‌کند که

شامل تکرارها، جهت‌ها و تضادها در یک فضا می‌باشند. به عنوان مثال، نمایش انتقال اطلاعات با استفاده از حرکت در یک فضا از قابلیت درک و فهم بهتری نسبت به تصاویر سه بعدی برخوردار است.

### ۳. فنون مختلف برای نمایش اطلاعات

هنگام نمایش اطلاعات، به خصوص وقتی که با مقدار زیادی از اطلاعات سر و کار داریم، داشتن دید کلی و جزئی از اطلاعات به صورت همزمان، به منظور پردازش اطلاعات در ذهن از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. با استفاده از روش های متداول نمایش اطلاعات و با توجه به محدودیت صفحات نمایش رایانه‌ای، هنگامی که با حجم نسبتاً زیادی از اطلاعات مواجه هستیم، فراهم آوردن این دو دید در کنار یکدیگر بسیار مشکل است. یک نمونه خوب از این فضاهای پیچیده و بزرگ اطلاعاتی در رایانه‌ها، ساختارهای سلسله مراتبی است. قبل از بررسی فنون نمایش اطلاعات به چهار عامل مهم که باید در نمایش اطلاعات و آرایه فنون مختلف به آن توجه شود، اشاره می‌گردد:

#### ۳.۱. فضا

در نمایش "ساختارهای سلسله مراتبی"، باید از روش های مؤثری برای نمایش اطلاعات استفاده گردد، زیرا با افزایش پیچیدگی اطلاعات، وظیفه نمایش اطلاعات مشکل‌تر خواهد شد. به هر حال با هر حجمی از اطلاعات باید بتوان به نحوی به بازبینی این ساختارها پرداخت که دید کلی و جزئی، با هم و به صورت همزمان در اختیار کاربر قرار گیرد. مشکلاتی که همواره در این مورد وجود خواهد داشت، عبارتند از:

۱. محدودیت‌های موجود در توانایی ادراکی کاربران

۲. محدودیت موجود در فضای نمایش رایانه‌ها

#### ۳.۲. زمان

در آرایه فنون و راهکارهای متفاوت برای نمایش اطلاعات، باید همیشه سخت افزار و زمان لازم را برای بارگذاری و روزآمد کردن صفحات یا مناطق نمایشی در نظر گرفت. گاهی اوقات با یک تغییر کوچک باید کل منطقه نمایشی از نو ترسیم گردد. این خود نیازمند زمان بوده و با توجه به توانایی های سخت‌افزاری، از یک سیستم به سیستم دیگر متفاوت است.

#### ۳.۳. ثبات

ثبات نیز از جنبه های مهم در نمایش اطلاعات است که باید مورد توجه قرار گیرد. عدم وجود ثبات موجب بالا رفتن بار فکری و انحراف فکری کاربران می‌گردد.

#### ۳.۴. بازبینی

یکی از جنبه های مهم در نمایش اطلاعات، فراهم آوردن بازبینی بهینه اطلاعات است. بازبینی بهینه اطلاعات نیازمند توجه به سه عامل فضا، زمان و ثبات می‌باشد. در ادامه تعدادی از مهمترین فنون مورد استفاده در نمایش گرافیکی اطلاعات در سه دسته "روش‌های متداول"، "روش‌های تأکید بر محتوا" و "روش خنوپس"، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

### ۴. روش‌های متداول در نمایش اطلاعات

روش‌های متداول در نمایش اطلاعات روش‌هایی هستند که به صورت مرسوم در بسیاری از سیستم‌های نرم‌افزاری موجود وجود دارند. این روش سه فن عمده را در بر می‌گیرد.

#### ۴.۱. پیمایش و تنظیم اندازه

منظور از پیمایش، حرکت در سطح صفحات نمایشی اطلاعات به منظور بازبینی قسمت های مختلف صفحه است. در این حالت گاهی برای نمایش بهتر اطلاعات، به تغییر اندازه صفحات اطلاعات، نیاز خواهیم داشت. این دو قابلیت در تمامی سیستم‌های گرافیکی مرسوم، وجود دارد. برای تشریح این دو فن ساختار سلسله مراتبی را در نظر بگیرید که بر روی صفحه نمایش رایانه ای نشان داده می‌شود. کاربران قادر هستند که بر روی کل

منطقه نمایشی یا قسمتی از آن به حرکت و پیمایش بپردازند. منطقه خاصی را انتخاب کرده، آنگاه برای دیدن جزئیات بیشتر، اندازه کل منطقه نمایشی را تغییر دهند که به آن تنظیم اندازه منطقه نمایشی گفته می شود. معمولاً این دو فن مکمل یکدیگر هستند، زیرا در ابتدا کاربر منطقه خاصی را انتخاب کرده و سپس برای دیدن جزئیات بیشتر تنظیم اندازه صورت می گیرد.

مشکل ذاتی که در فن تنظیم اندازه وجود دارد، این است که کاربر برای مشاهده قسمت های مختلف یک سلسله مراتب لازم است که جنبه های مختلف آن را به حافظه خود بسپارد. اگر کاربر قسمت ها یا تمام منطقه نمایشی سلسله مراتب را کوچک تر کند، جزئیاتی را از دست خواهد داد و بالعکس، اگر بزرگ نمایی صورت گیرد، کلیات از دست خواهند رفت. به خصوص، برای ساختارهای سلسله مراتبی بزرگ، استفاده از این دو فن اتلاف وقت زیادی را به دنبال دارد.

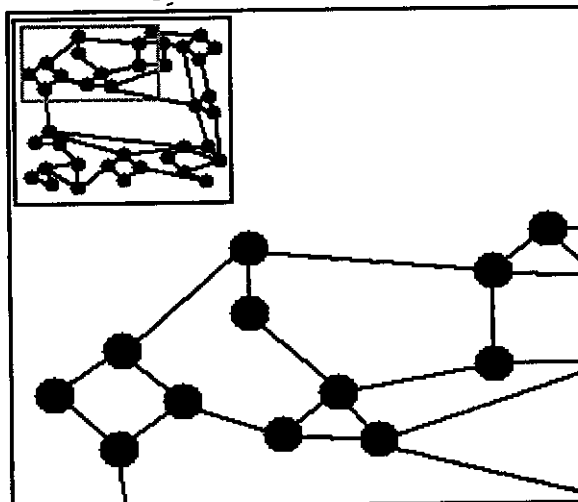
#### ۴.۲. روش چند پنجره ای<sup>۴</sup>

در این روش از چند پنجره به صورت همزمان برای نمایش اطلاعات استفاده می گردد. استفاده از چند پنجره، با قابلیت های تنظیم و پیمایش، نتایج بهتری را به همراه خواهد داشت. هر پنجره دارای قابلیت تنظیم و پیمایش مخصوص به خود می باشد، بنابراین کاربر می تواند از چند پنجره برای مشاهده و مقایسه جنبه های مختلف یک سلسله مراتب استفاده کند. این روش برای مشاهده ساختارهای سلسله مراتبی کوچک کارآمد می باشد. بزرگ شدن ساختار سلسله مراتبی و افزایش تعداد پنجره ها منجر به محدودیت صفحات نمایش خواهد شد. افزایش تعداد پنجره ها و بالطبع مشاهده و مقایسه تصاویر به صورت همزمان درگیری های ذهنی کاربران را افزایش خواهد داد.

#### ۴.۳. راهبرد بازبینی نقشه ای<sup>۵</sup>

در این روش، از دو پنجره به صورت همزمان برای نمایش اطلاعات استفاده می شود (پرد، ۱۹۹۰). در پنجره اول کل سلسله مراتب در تصویری کلی با مقیاسی کوچک تر قابل مشاهده است. همزمان در پنجره دوم جزئیات سلسله مراتب در مقیاسی بزرگ تر قابل مشاهده است. در پنجره اول یک مستطیل با قابلیت تغییر اندازه و جابجایی وجود دارد. این مستطیل بر روی قسمتی از تصویر کلی قرار دارد که جزئیات مربوط به این قسمت از تصویر در پنجره دوم نمایش داده می شود. همانند روش چند پنجره ای، این روش نیز برای ساختارهای سلسله مراتبی کوچک کارآمد می باشد. با افزایش تعداد و عمق گره ها در این ساختار بررسی پنجره ها بر اساس میزان جزئیات در فضای اطلاعاتی بی نهایت مشکل و ناخوانا می شود. به علاوه در این راهبرد نیز همانند روش "پنجره های چند گانه" کار مقایسه جزء و کل بر عهده خود کاربران می باشد که خود موجب افزایش درگیری های ذهنی کاربران می گردد. نمونه ای از این شیوه نمایش اطلاعات را در شکل ۲ مشاهده می کنید.

شکل ۲: راهبرد بازبینی نقشه ای (مأخذ: پرد، ۴۵۴: ۱۹۹۰)



## ۵. روش های تأکید بر محتوا<sup>۶</sup>

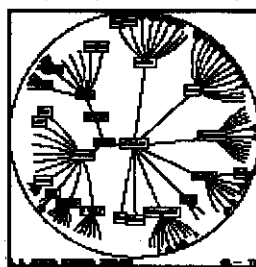
با افزایش تعداد و عمق گره‌ها در ساختارهای سلسله مراتبی، ضعف فنون متداول در مهار نمایش کلی و جزئی اطلاعات و کاهش درگیری‌های ذهنی کاربر بیشتر نمایان می‌شود. به دلایل فوق، تحقیقات مختلفی در این زمینه صورت گرفته است. به عنوان نمونه در یکی از این تحقیقات به منظور غلبه بر محدودیت‌های نمایش رایانه‌ای نظریه تجزیه اطلاعات به اجزای کوچکتر مطرح شد. در این روش تجزیه اطلاعات بر پایه نیازها و با هدف نمایش بهتر اطلاعات صورت می‌گیرد. به عنوان مثال، در تحلیل ساختارهای اطلاعاتی، هدف نمایش ارتباطات و وظایف موجود بین بخش‌ها و قسمت‌های مختلف اطلاعاتی می‌باشد. بنابراین اطلاعات به نحوی در اختیار کاربر قرار می‌گیرد که به صورت همزمان بتواند به مقایسه و مشاهده بخش‌هایی که به لحاظ ساختاری از هم دور هستند بپردازد.

در این مسیر به تدریج راهبردهایی گسترش یافتند که سعی در نمایش اطلاعات مبتنی بر محتوای اطلاعات داشتند. از بهترین روش‌های مورد استفاده در این زمینه، "فنون تأکید بر محتوا" می‌باشد. در این فنون با استفاده از روش‌های فشرده سازی، کلیات و جزئیات اطلاعات به صورت همزمان در اختیار کاربر قرار می‌گیرد و از تعدادی توابع برای تعیین محل استقرار و اندازه هر یک از گره‌ها در کل ساختار استفاده می‌شود. در این روش گسترش فضای اطلاعاتی از یک کانون مرکزی که به صورت پیش فرض در صفحه وجود دارد، آغاز و متناسب با واکنش‌ها و تعاملات کاربر گسترش می‌یابد. در ادامه به بررسی چهار فن مورد استفاده در این روش می‌پردازیم:

### ۱. ۵. مرورگرهای هایپربولیک<sup>۷</sup>

این مرورگرها برای نمایش اطلاعات از قوانین علم هندسه سود می‌جویند. در ابتدا فضای اطلاعاتی بر روی یک سطح هایپربولیک قرار داده می‌شود و سپس بر روی یک منطقه، دایره‌ای ترسیم و نمایش داده می‌شود. یک سطح هایپربولیک بر این اصل هندسه اقلیدسی که خطوط موازی هیچ گاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند، استوار نشده، بلکه مبتنی بر این قضیه می‌باشد که محیط دایره به صورت نمایی با شعاعش گسترش پیدا می‌کند، بنابراین هر چه فاصله از مرکز بیشتر شود، فضا به صورت نمایی گسترش پیدا می‌کند. به لحاظ گسترش نمایی ساختارهای سلسله مراتبی، اینگونه به نظر می‌رسد که این روش، روشی مؤثر برای نمایش یک ساختار سلسله مراتبی است. یک ساختار سلسله مراتبی می‌تواند در فضای هایپربولیک به صورت متحدالشکلی گسترش پیدا کند، زیرا فاصله بین گره‌های اصلی، فرعی و هم عرض در همه جای سلسله مراتب یکسان نمایش داده می‌شود. بازبینی قسمت‌های مختلف با کلیک کردن و استفاده از فنون برداشتن و گذاشتن اشیاء صورت می‌گیرد. شکل ۳ یک نمونه از این مرورگرها را نشان می‌دهد.

شکل ۳: یک نمونه ساده از مرورگرهای هایپربولیک



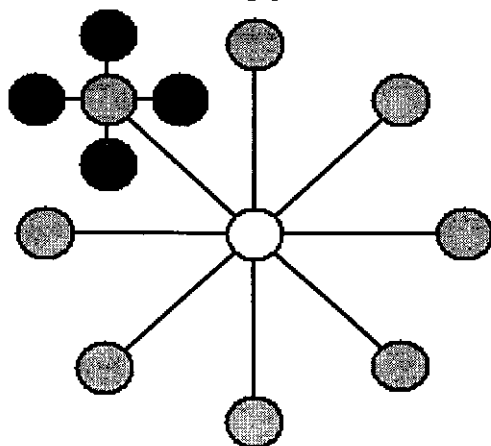
### ۲. ۵. درخت های مخروطی<sup>۸</sup>

یکی از راه‌های نمایش دو بعدی و سه بعدی ساختارهای سلسله مراتبی استفاده از درخت‌های مخروطی است (کاریر و کازمن، ۱۹۹۵). از لحاظ مکانی ریشه یا بالاترین نقطه در ساختار سلسله مراتبی در رأس مخروط قرار می‌گیرد و زیر شاخه‌های فرعی ساختار در فضای اطراف رأس، پراکنده می‌شوند. هر کدام از این زیر شاخه‌ها به نوبه خود یک مخروط دیگر را تشکیل می‌دهند که زیر شاخه‌های دیگری در اطراف آن پراکنده می‌شوند و این تقسیم بندی به همین صورت ادامه پیدا می‌کند. در شکل ۴ محل یک گره فرعی در یک ساختار مشاهده می‌شود. هر لایه در این ساختار دارای ارتفاع یکسانی می‌باشد. در هر مرحله قطر مخروط به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد تا لایه‌های پایینی در منطقه نمایشی در مکان مناسبی قرار بگیرند. بازبینی در مخروط با کلیک کردن بر روی یکی از گره‌ها

صورت می گیرد که بر مبنای آن در یک مسیر کل یک شاخه خاص از سلسله مراتب چرخیده و قابل نمایش خواهد شد و این چرخش برای کاربر قابل مشاهده است. کاربر و کارزن توانستند تعداد گره های قابل نمایش در این مدل را به ۱۰۰۰ گره گسترش دهند. شکل ۵ یک تصویر سه بعدی از درخت های مخروطی را نشان می دهد.

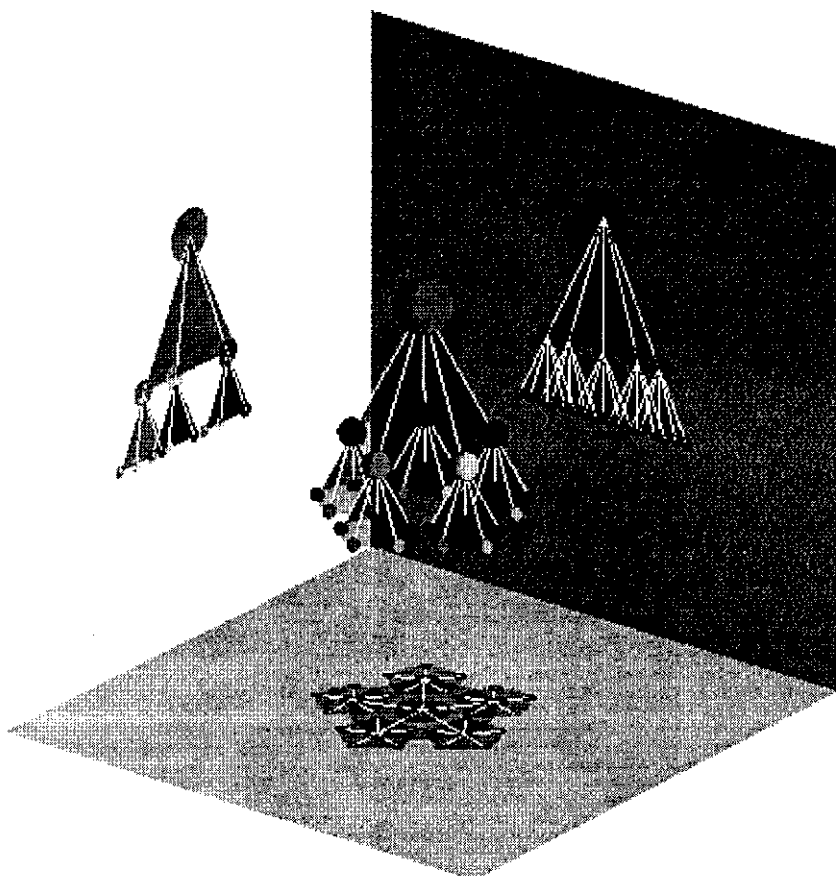
شکل ۴: منظره فوقانی یک درخت مخروطی که یک گره فرعی از آن منشعب شده است

( مأخذ: کاریر، ۷۹: ۱۹۹۵ )



شکل ۵: یک تصویر سه بعدی از درخت های مخروطی

( مأخذ: کاریر، ۸۰: ۱۹۹۵ )

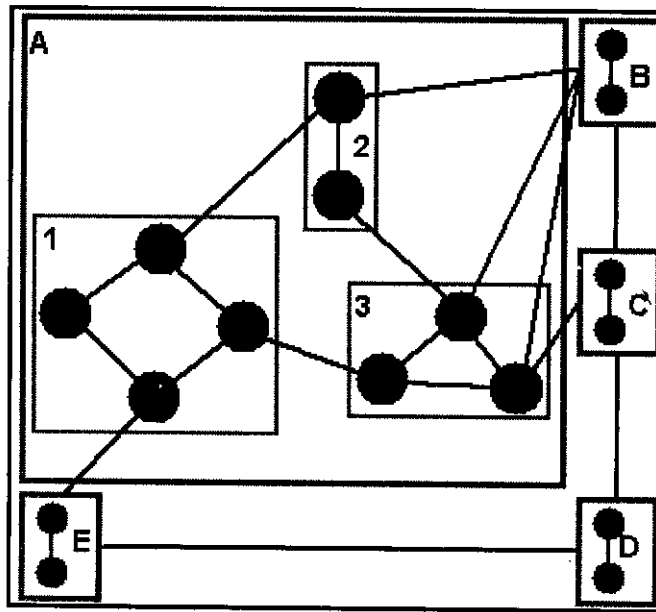


۵.۳. تنظیم هوشمند<sup>۱</sup>

این فن را می‌توان در ارتباطات موجود از نوع دو طرفه (دو بعدی) مورد استفاده قرار داد (بارترام، ۱۹۹۴). در این مدل در ابتدا اطلاعات با روش مشخصی خوشه بندی می‌شوند و سپس به هر خوشه یک نماد گرافیکی اختصاص می‌دهند و نمادهای گرافیکی با نظم خاصی بر روی صفحه نمایش قرار می‌گیرند به صورتی که خطوط ارتباطی بین هر کدام بر روی صفحه نمایش قابل مشاهده باشند. در این مدل یک خوشه همیشه به صورت پیش فرض باز بوده و کل اجزای آن قابل مشاهده است. کلیک کردن بر روی هر یک از نمادها، خوشه مربوط را باز و خوشه باز قبلی را می‌بندد. خطوط ارتباطی موجود بین قسمت‌های مختلف به کاربر کمک می‌کند تا با تسلط بیشتری به بازبینی اطلاعات بپردازد. شکل (۶) نمونه‌ای از نمایش اطلاعات با روش تنظیم هوشمند را نشان می‌دهد.

## شکل ۶: نمونه‌ای از نمایش اطلاعات در تنظیم هوشمند

(مأخذ: بارترام، ۲۰۰۲: ۱۹۹۴)

۵.۴. عدسی جادویی<sup>۱</sup>

عدسی جادویی از جمله فنونی است که در آزمایشگاه Xerox PARC گسترش یافته است و منطقه خاصی از صفحه نمایش را با حالتی متفاوت از سایر نقاط نمایش می‌دهد (استون، ۱۹۹۴). اطلاعات اولیه به صورت کلی نمایش داده می‌شوند و کاربر می‌تواند عدسی را بر روی هر قسمت از این منطقه نمایشی اطلاعات قرار دهد. در این صورت اطلاعات جزئی مربوط به آن منطقه خاص نمایش داده می‌شود. بنابراین با استفاده از این عدسی‌ها می‌توان به مطالعه و مشاهده جزئیات اطلاعات پرداخت و در همان حال اطلاعات کلی نیز در خارج از محدوده عدسی قابل مشاهده است. به منظور پیاده سازی این عدسی‌ها از فیلترهای خاصی استفاده می‌شود. این فیلترها در شکل ساده خود جزئیات اطلاعات مرتبط با منطقه مورد نظر را به صورت بزرگتر نشان می‌دهند. به عنوان مثال یک ذره بین وقتی بر روی نقشه یک جاده قرار می‌گیرد، نام‌ها و جاده‌های فرعی در محدوده خاصی قابل رؤیت هستند و در عین حال کل نقشه نیز قابل مشاهده است (استون، ۱۹۹۴). با توجه به ماهیت این روش مزایای ذاتی زیر را برای آن بر می‌شمارد:

۱. به دلیل ماهیت عدسی و مشابهت آن با عدسی‌های فیزیکی موجود به راحتی برای کاربر قابل درک است.
۲. به این دلیل که فیلتر بر منطقه خاصی از کل اطلاعات قرار می‌گیرد، نیازی به فشردن سازی اطلاعات و در نتیجه در هم ریختگی اطلاعات که در بعضی از روش‌ها مشاهده می‌شود، نیست. به علاوه کلیات اطلاعات نیز از دست نخواهند رفت.



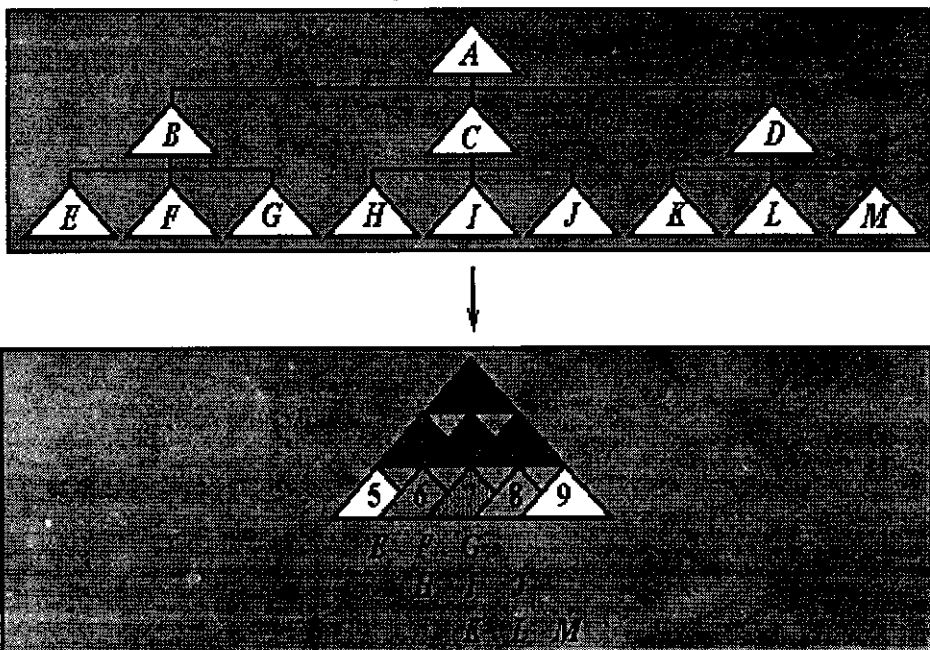
۳. امکان استفاده از چند فیلتر مختلف، به صورت همزمان برای مشاهده چند منطقه خاص اطلاعاتی وجود دارد.

### ۶. روش خنوپس<sup>۱۱</sup>

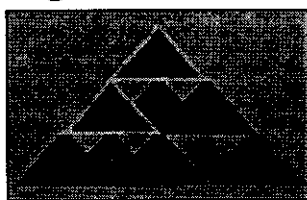
روش خنوپس امکان مانور بهتری را بر روی ساختارهای سلسله مراتبی بزرگ فراهم می آورد. در این روش کلیات اطلاعات در ساختارهای سلسله مراتبی از بین نمی رود و همزمان امکان دسترسی آسان و سریع به جزئیات نیز وجود دارد. در این مدل نیازی به خوشه بندی اطلاعات یا عملیات گرافیکی و محاسباتی پیچیده برای نمایش اطلاعات نیست. شکل هندسی مورد استفاده در این روش مثلث است. این مدل در شکل ۷ و شکل ۸ نشان داده شده است.

شکل ۷: ساختار سلسله مراتبی موجود در مستطیل بالایی با استفاده

از روش خنوپس در مستطیل پایینی قابل مشاهده است.



شکل ۸: در صورت انتخاب گره B شکل نمایشی به این صورت خواهد بود.



### ۷. نتیجه گیری

اگر رابط ها در سیستم های نرم افزاری مبتنی بر دو هدف تسریع در فرآیند ادراک و تسهیل در فرآیند تفکر طراحی شوند، قاعدتاً پیشرفت قابل ملاحظه ای در انتقال اطلاعات از رایانه ها به انسان صورت خواهد گرفت. حتماً شما هم این جمله معروف را شنیده اید که "یک تصویر برابر با هزار واژه می باشد". راه های مختلفی برای به تصویر کشیدن اطلاعات در یک محیط گرافیکی وجود دارد، فهم دقیق از فرآیند ادراک انسان این بصیرت را برای طراحان سیستم ها ایجاد خواهد کرد که بدانند با کدام شیوه نمایش می توانند اطلاعات بیشتری را به کاربران بدهند. در این جا باید این نکته را یادآور شد، که برای این پرسش که بهترین روش برای به تصویر کشیدن اطلاعات کدام است، پاسخ واحدی وجود ندارد. پاسخ به این پرسش با توجه به اهداف نمایش اطلاعات و چهار متغیر فضا، زمان، ثبات و بازبینی، متفاوت

است. فنون متداول نمایش اطلاعات همانند "پیمایش و تنظیم اندازه"، روش چند پنجره ای و راهبرد بازبینی نقشه‌ای امکان نمایش ساختارهای اطلاعاتی کوچک را فراهم می‌آورند. با بزرگ‌تر شدن این ساختارها، بازبینی اطلاعات با استفاده از روش های مزبور کارآمد نخواهد بود. در فنون تأکید بر محتوا مانند مرورگرهای هایپرپولیک، درخت‌های مخروطی، تنظیم هوشمند و عدسی جادویی امکان نمایش ساختارهای سلسله مراتبی بزرگتر وجود دارد. توزیع مناسب ساختار در فضای نمایشی، بازبینی و ثبات مناسبی از اطلاعات را به وجود می‌آورد. اما نمایش اطلاعات در این فنون نیازمند انجام محاسبات زیادی است. در این صورت اگر سیستم از امکانات سخت افزار پایینی برخوردار باشد، انجام محاسبات مدت زمان بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد. در روش خنویس امکان نمایش ساختارهای سلسله مراتبی بزرگ با در نظر گرفتن فضا، زمان و ثبات برای یک بازبینی خوب وجود دارد، اما مشکل ذاتی این روش، این است که در هر لحظه فقط یک شاخه از اطلاعات قابل مشاهده است.

در استفاده از این فنون و راهبردها همیشه یک خطر وجود دارد و آن اینکه وابسته به فهم مشاهده‌کننده، پیش‌زمینه‌های قبلی او و محتوای اطلاعات است. ذهن انسان همیشه از آخرین اطلاعات برای ادراک اطلاعات جدید استفاده می‌کند، اگر یک مجموعه اطلاعات به عنوان یک شئی نشان داده شدند، ذهن تمایل دارد که اطلاعات درون دادی را همانند آن شکل تفسیر کند. تجربیات قبلی ما بر روی نحوه قضاوت ما از تصاویر تأثیر خواهد گذاشت. این نکته را باید همیشه مد نظر قرار داد که: یک کاربر ممکن است یک تصویر را بر اساس تجربیات قبلی خود تفسیر کند نه بر اساس آنچه طراح مد نظر داشته است.

### ۸. پیشنهادها

در حال حاضر در سطح کشور، سیستم‌های نرم‌افزاری مختلفی طراحی می‌شوند، که هر کدام از آنها در مقیاس های مختلف، خروجی های اطلاعاتی مختلفی را ایجاد می‌کنند (همانند، سیستم‌های مدیریت پایگاه های اطلاعاتی) وجود یک دیدگاه یا تفکر تحت عنوان نمایش اطلاعات در طراحی این سیستم‌ها می‌تواند بهینه‌سازی این نرم افزارها و اطلاعات آنها را به همراه داشته باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در طراحی نرم‌افزارها بخصوص سیستم‌هایی که در مقیاس بیشتری با اطلاعات سروکار دارند، نمایش اطلاعات به عنوان یک کل و فنون و جنبه های مختلف آن مد نظر قرار گیرد.

### یادداشت ها

- |                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Information visualization  | 7. Hyperbolic browser |
| 2. Interfaces                 | 8. Cone-trees         |
| 3. Human-Computer Interaction | 9. Intelligent zoom   |
| 4. Multiple windows           | 10. Magic lens        |
| 5. Map view strategy          | 11. Cheops approach   |
| 6. Focus+Context              |                       |

### منابع

- Arnheim, R. (1969). **Visual Thinking**, California: University of California Press.
- Bartram, L. (1994). *Contextual Assistance in User Interfaces to Complex, Time-critical Systems: The Intelligent Zoom*, In **Graphics Interface**, Banff, Albert, 216-224.
- Beard, D.V., and Walker, J.Q. (1990). *Navigating Techniques to Improve the Display of Large Two-Dimensional Spaces*, **Behavior and Information Technology**, 6, 451-466.

Carrierre, J., and Kazman, R. (1995). **Research Report Interacting with Huge Hierarchies: Beyond Cone Trees**, Proceeding of Information Visualization, Atlanta: GA.

Friedhoff, R.M., and Benzou, W. (1989). **The Second Computer Revolution: Visualization**, New York: Harry N.Adams Inc.

Gibson, E., and Walk, R. (1960). *The Visual Cliff*, **Scientific American**, April, 140-148.

Rock, I., and Palmer, S. (1990). *The Legacy of Gestalt Psychology*, **Scientific American**, December, 84-90.

Rose, R. (1996). **P1000 Science and Technology Strategy for Information Visualization**, Version 2, NewYork : Harry N. Adams Inc.

Stone, M.C., and Fishkin, K. (1994). **The Moveable Filter as a User Interface Tool**, Proceedings of CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Boston: ACM.

Thorelli, L.G., and Smith, W.J. (1990). **Using Computer Color Effectively**, London: Prentic Hall.