ششمین کنفرانس بین‌المللی
«بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها»
۳۰ بهمن و ۱ اسفند ۱۳۹۹– دانشگاه اصفهان

مصورسازی و مقایسه‌ی رفتارهای چشمی در حین خواندن متن با ژانرهای مختلف

سمیرا پودراتچی[۱]، روژین منوچهری[۲]، پریسا عبدالهی[۳]، فاطمه رحمان نژاد[٤]، صمد روحی[٥]، یونس سخاوت[٦]

۱- **کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
s.poudratchi@tabriziau.ac.ir

۲- **کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
r.manouchehri@tabriziau.ac.ir

۳- **کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
p.abdollahi@tabriziau.ac.ir

٤- **کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
f.rahmannejad@tabriziau.ac.ir

٥- **عضو هیئت‌علمی دانشکده چندرسانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
s.roohi@tabriziau.ac.ir

٦- **عضو هیئت‌علمی دانشکده چندرسانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
sekhavat@tabriziau.ac.ir

چکیده

امروزه از روش ردیابی چشم به‌منظور تحلیل رفتارهای کاربر در بازاریابی، علوم اعصاب، تعامل انسان با رایانه، تحقیقات مصورسازی و خواندن استفاده می‌کنند. جدا از اندازه‌گیری زمان اتمام و میزان دقت در حین انجام وظایف بصری در آزمایش‌های کنترل‌شده، ارزیابی‌های مبتنی بر ردیابی چشم اطلاعات بیشتری در مورد نحوه توزیع توجه بصری و تغییرات محرک ارائه می‌دهند. با توجه به کاربردهای وسیع درزمینه ی ردیابی چشم، رویکردهای مختلفی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های ردیابی چشم وجود دارد که بسته به هدف کار می‌توانند مورداستفاده باشند. مطالعه‌ی رفتارهای چشمی به هنگام خواندن یک متن از حوزه‌هایی است که در چند سال اخیر موردمطالعه بوده است. افراد به هنگام خواندن متن رفتارهای چشمی متفاوتی از خود نشان می‌دهند. یکی از دلایل این امر رخداد پرش ذهنی است. طبق مطالعات صورت گرفته اگر فرد تمرکز خود را از دست بدهد و به افکاری غیر از وظیفه اصلی متمرکز شود دچار پرش ذهن می‌گردد که با تغییر رفتارهای چشمی همراه است.

در این مقاله بر آنیم تا رفتارهای چشمی کاربر را به هنگام خواندن متن در رایانه با دو ژانر مختلف (داستانی ترسناک، علمی) با استفاده از یکی از روش‌های کلاسیک، مصورسازی کرده و رفتارهای چشمی را به هنگام مطالعه‌ی هر بخش به‌صورت تصویری تحلیل کنیم. در ادامه مصورسازی با اشکال هندسی و به‌صورت دیجیتالی صورت گرفت که نتایج مصورسازی نمایانگر رخداد بیشتر پرش ذهن در متن علمی است.

کلمات کلیدی: مصورسازی، رفتارهای چشمی، متن

۱–مقدمه

به‌صورت کلی مصورسازی داده‌های ردیاب چشمی می‌تواند به دو صورت مبتنی بر نقطه که به‌طور مستقیم از داده‌های ضبط‌شده استفاده می‌کند؛ و یا مبتنی بر نواحی موردعلاقه که نیاز به اطلاعات تکمیلی دارد، انجام شود. داده‌های مبتنی بر نقطه بر حرکت کلی چشم تمرکز می‌کند درحالی‌که داده‌های مبتنی بر نواحی موردعلاقه اطلاعات بیشتری در رابطه با انتقال و رابطه‌ی بین نواحی موردعلاقه را در اختیار می‌گذارد. دستگاه‌های ردیابی چشم، نقاط دیداری یک شرکت‌کننده را به‌عنوان داده خام ثبت می‌کنند. از این نقاط می‌توان دو گروه اصلی حرکات چشمی شامل خیره شدن‌ها و پرش‌های چشمی را به دست آورد. داده‌های خیره شدگی به سه صورت زمانی، فضایی و زمانی– فضایی دسته‌بندی می‌شوند. داده‌های زمانی بر زمان تمرکز می‌کنند و معمولاً بر روی یک بازه زمانی نمایش داده می‌شوند. داده‌های فضایی بر روی محورهای افقی، عمودی و یا عمق نمایش داده می‌شوند و داده‌های فضایی زمانی به‌صورت ترکیبی از این دو حالت نشان داده می‌شوند. تفاوت دیگر بین داده‌های دوبعدی و سه‌بعدی است؛ به این صورت که داده‌های دوبعدی در دو محور افقی و عمودی و در داده‌های سه‌بعدی عمق هم به آن اضافه می‌شود[1].

یکی دیگر از شاخصه‌های داده‌های ردیاب چشمی تفاوت بین داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش ردیاب چشمی بین یک شرکت‌کننده یا تعدادی از شرکت‌کننده‌ها است. داده‌های مربوط به چند شرکت‌کننده می‌تواند اطلاعاتی در رابطه با روش‌ها و استراتژی‌های معمول نگاه کردن را به دست آورد؛ اما به علت زیادشدن داده‌ها می‌تواند ازنظر بصری دشواری‌هایی داشته باشد[1].

همان‌گونه که پیش‌تر بیان گردید، مصورسازی داده‌های ردیاب چشمی به دو صورت مبتنی بر نقطه و یا نواحی موردعلاقه انجام می‌شود. این روش‌ها منحصراً برای مصورسازی داده‌های ردیاب چشم طراحی‌شده‌اند اما می‌توان از روش‌های معمول مصورسازی داده هم استفاده کرد؛ این روش‌ها ازآنجایی‌که کلی هستند می‌توانند به‌اندازه‌ی روش‌های مبتنی بر نقطه و نواحی موردعلاقه، کارا نباشند[1].

مطالعه‌ی رفتارهای چشمی به هنگام خواندن متن از مطالعاتی است که در چند سال اخیر موردبررسی بوده است. برخلاف تلاش افراد برای حفظ تمرکز، رخداد پرش ذهن در طول انجام کار برای آن‌ها محتمل است که در این حالت توجه آن‌ها از وظیفه اصلی به سمت افکار درونی منحرف می‌گردد. منظور از وظیفه اصلی کاری است که فرد به هنگام انجام آن دچار پرش ذهن می‌گردد. موضوعی که در بررسی حالت‌های پرش ذهن حائز اهمیت می‌باشد مسئله‌ی توجه است. عدم توجه کافی در فرد می‌تواند باعث افزایش رخداد این حالت در افراد گردد بدین ترتیب ارائه‌ی راهکارهایی برای تقویت توجه افراد به‌منظور کاهش رخداد پرش ذهن امری بسیار مهم است چراکه درنتیجه‌ی آن رخداد پرش ذهن کمتر شده و عملکرد فرد بهبود می‌یابد [2]. از دو طریق می‌توان میزان پرش ذهن را کاهش داد. یکی از رویکردهای کاهش پرش ذهن، به انجام اقداماتی اشاره دارد که قبل از وقوع آن صورت می‌گیرد. از این اقدامات می‌توان به انجام برخی تمرینات جهت افزایش تمرکز همانند مدیتیشن و تمرینات ذهنی اشاره کرد. رویکرد دوم شامل روش‌هایی است که به شناسایی پرش ذهن بعد از رخداد آن می‌پردازد و سعی می‌کند با روش‌هایی آن را کاهش دهد مانند بررسی تغییرات متغیرهای چشم و تشخیص پرش ذهن ,[3]. [2]

در برخی مواقع فرد تلاش خود را برای متمرکز شدن بر روی موضوع موردمطالعه می‌کند اما گاهی اوقات ممکن است توجه او به سمت افکار درونی نامرتبط با وظیفه اصلی منحرف گردد که منجر به پرش ذهن می‌گردد.[2] رخداد این حالت با تغییر رفتارهای چشمی فرد از طریق وب کم متصل به سیستم شناسایی می‌گردد [3] ,[4]. بنا بر نتایج تحقیقات صورت گرفته هر چه میزان خیره شدن‌ها بیشتر باشد یعنی فرد بیشتر دچار پرش ذهن بوده است. از طرفی هر چه میزان علاقه‌مندی فرد نسبت به موضوع بیشتر باشد میزان پرش ذهنی کمتر خواهد بود که این امر در رفتارهای چشمی نیز بروز خواهد کرد. به دنبال علاقه‌مند شدن فرد نسبت به موضوع ارائه‌شده، نرخ پرش ذهن به‌تدریج کاهش پیدا می‌کند و توجه فرد به موضوع اصلی جلب می‌گردد به‌طورکلی افزایش میزان سرگرم‌کنندگی یک موضوع می‌تواند اثر مستقیم بر نرخ پرش ذهن داشته باشد. هر چه میزان سرگرم‌کنندگی یک عمل بیشتر باشد نرخ پرش ذهن کمتر است و همچنین کاهش نرخ پرش ذهن با افزایش تمرکز فرد در ارتباط است[5] ,[6].

امروزه از روش ردیابی چشم برای تحلیل رفتارهای کاربر در علوم مختلف استفاده می‌کنند. با توجه به کاربردهای وسیع در حوزه‌ی ردیابی چشم روش‌های مختلفی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های ردیابی چشم وجود دارد که بسته به هدف کار می‌توانند مورداستفاده باشند[1].

مصورسازی مناسب حرکات چشم به هنگام مطالعه‌ی متن که بتواند دیدگاه کلی از نحوه‌ی حرکت چشم و میزان خیره شدن‌ها را به ما بدهد می‌تواند روشن‌کننده‌ی مسائلی چون میزان رخداد پرش ذهن و درنتیجه میزان علاقه کاربر به متن باشد[2] ,[3].

بدین منظور داده‌های چشمی کاربر به هنگام خواندن دو متن با دو ژانر مختلف ثبت گردیده است و ازآنجایی‌که رخداد پرش ذهن با متغیرهایی همچون تعداد و مدت خیره شدگی همراه است. از میان روش‌های مصورسازی داده‌های چشمی، از مصورسازی مبتنی بر نقطه و نقاط موردتوجه کاربر استفاده‌شده است. در ادامه تلاش بر این است که مصورسازی کلاسیک را به یک مصورسازی با سبک جدید تبدیل کنیم که این امکان را به ما بدهد که بتوانیم در نگاه اول این دو مصورسازی را باهم مقایسه کرده و تحلیل کنیم.

۲–مصورسازی‌های صورت گرفته

در این بخش مروری بر کارهای انجام‌شده درزمینه‌ی مصورسازی داده‌های ردیاب چشم خواهیم داشت.

گرافیک آماری: یکی از معمول‌ترین روش‌های مصورسازی داده‌های ردیاب چشم دیاگرام‌های آماری همچون بار چارت‌ها، لاین چارت‌ها، باکس پلات و سکتر پلات‌ها هستند. این روش‌ها منحصراً برای نمایش داده‌های ردیاب چشم طراحی نشده‌اند و این می‌تواند یک نکته‌ی منفی برای این روش باشد[1].

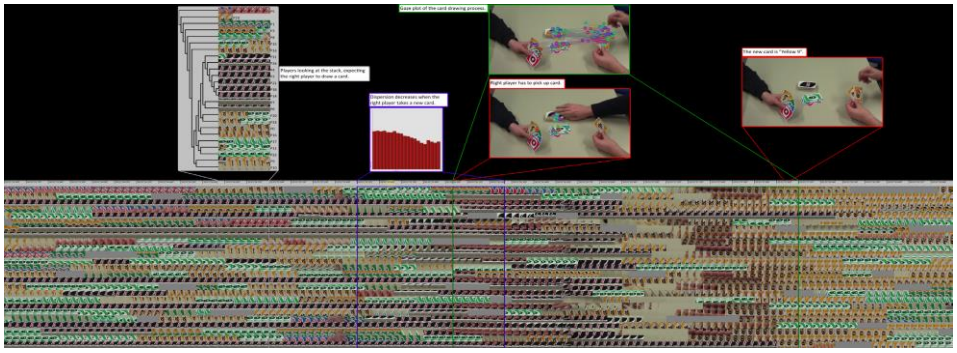
در مقاله‌ی اتکینز و ژنگ داده‌های مربوط به ردیاب چشم که در آن بچه‌ها تلویزیون تماشا می‌کردند، به‌صورت لاین چارت مصورسازی شده است. در این مقاله خیره شدگی روی محورهای افقی و عمودی به‌صورت لاین چارت نشان داده‌شده است. آن‌ها رفتارهای چشمی متفاوت را بر اساس زمان با استفاده از لاین چارت نشان دادند؛ که محورهای افقی و عمودی نشان‌دهنده‌ی محل خیره شدگی است[7]. بار چارت‌ها برای نمایش هیستوگرام اندازه‌های داده‌های ردیاب چشم استفاده می‌شوند. دیکسون با استفاده از بار چارت‌ها مکان‌هایی که چشم در آن‌ها دقت بیشتری داشت را نشان داد [8].

در این بخش به مصورسازی بر اساس داده‌های ضبط‌شده در محورهای افقی و عمودی در بازه‌ی زمانی پرداخته‌شده است. یکی از روش‌های به تصویر کشیدن داده‌های زمانی، استفاده از بازه زمانی است. یک تصویر بازه زمانی بر اساس نقطه، زمان را دریکی از محورهای مختصات نشان می‌دهد و داده‌های ردیابی چشم را در محوری دیگر نشان می‌دهد.

نوارهای خیره شدگی، یک روش مصورسازی داده‌های ردیاب چشم است که در طبقه‌ی مصورسازی بر مبنای نقطه و بازه زمانی قرار دارد. در این طرح، این اطلاعات مبتنی بر نقطه را با محتوای محرک‌ها ترکیب می‌کند. محل نقاط خیره شدگی برای به دست آوردن تصاویر کوچکی به کار می‌رود سپس این تصاویر در یک بازه زمانی جداگانه برای هر شرکت‌کننده روی‌هم قرار می‌گیرند و این نوارهای خیره شدگی را به وجود می‌آورند. این روش به ما امکان مقایسه‌ی اطلاعات چند شرکت‌کننده را بدون در نظر گرفتن حوزه‌ی موردعلاقه را می‌دهد[9].

در مقاله‌ای از کورژالز این نوارهای خیره شدگی به‌عنوان روشی برای مصورسازی داده‌های ردیاب چشم ارائه شد. این‌یک روش جدید برای به تصویر کشیدن داده‌های ردیابی چشم ضبط‌شده از چندین شرکت‌کننده است (تصویر ۱).

ازآنجایی‌که اگر اطلاعات و داده‌ها زیاد باشند بررسی داده‌های ردیابی چشم سخت‌تر می‌شود؛ این روش توانست فن جدیدی برای حل این مشکل ارائه کند[9].



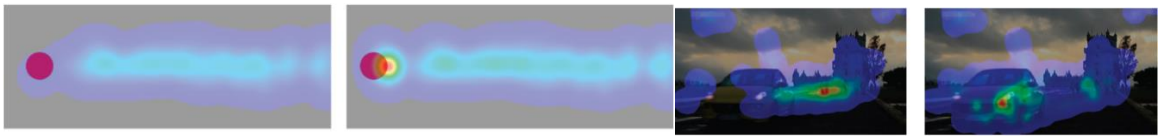
تصویر ۱: نوارهای خیره شدگی

این روش امکان بررسی داده‌ها را بدون نیاز به توضیح در اختیار ما می‌گذارد به‌طوری‌که حتی افراد غیرمتخصص می‌توانند این داده‌ها را بخوانند و بررسی کنند. این روش نسبت به روش‌های معمول دیگر مثل نقشه‌ی دقت یا مسیر اسکن، نقاط قوتی دارد. روش‌هایی که نام‌برده شد به علت تراکم، انسداد و درهمی بصری داده‌ها، مشکلاتی در ارائه‌ی جزئیات داده‌ها دارند که درروش نوارهای خیره شدگی این مشکلات وجود ندارند. یکی دیگر از نقاط قوت این روش، قابلیت اعمال آن بر روی محرک‌های متحرک و ساکن است. معمولاً درروش های دیگر فقط می‌توان از محرک‌های ساکن استفاده کرد و یا برای استفاده از محرک‌های متحرک نیاز به ارتقا دارند[1].

نقشه‌های دقت: نقشه‌های دقت یکی از ساده‌ترین روش‌های مصورسازی داده‌های ردیاب چشمی است که محل و یا جاگذاری نقاط خیره شدگی روی محرک، داده‌ها را به تصویر می‌کشد. این نقشه‌ها معمولاً به‌صورت یک پویانمایی تغییرات زمانی خیره شدگی را نمایش می‌دهد؛ که به دو صورت، یا با دادن یکرنگ به هر شرکت‌کننده و یا یک فلش متحرک‌سازی شده که حرکات چشم هر یک از شرکت‌کننده‌ها را دنبال می‌کند، داده‌ها را به تصویر می‌کشد.

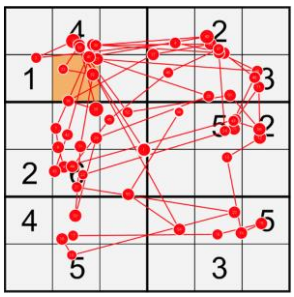
درواقع این نقشه‌های دقت یا نقشه‌های خیره شدگی و یا نقشه‌های حرارتی، همان توده یا تجمع داده‌های خیره شدگی در طول مدت‌زمان و یا برای شرکت‌کننده‌ها است. با توجه به نوع داده‌ها، ازجمله تعداد دفعات خیره شدگی، مدت خیره شدگی، یا سن شرکت‌کنندگان، انواع مختلفی از نقشه‌های دقت هم وجود دارد؛ که هرکدام با توجه نوع داده‌ای که می‌خواهد موردسنجش قرار دهد، مزایای خودش را دارد. نقشه‌های دقت کلاسیک به‌صورت میزان درخشش، چشم‌انداز سه‌بعدی، نقشه‌های دوبعدی پیوگرافیک با خطوط فاصله و یا کدگذاری رنگی مصورسازی می‌شوند. این نقشه‌ها برای تأکید بیشتر بر روی نواحی موردنظر، از فن‌هایی برای کاهش میزان تیزی و اشباع نواحی که موردتوجه نیستند استفاده می‌کنند. برای محرک‌های متحرک، نه‌تنها ویژگی مکانی، بلکه متغیرهای موقتی و زمانی از داده هم با استفاده از نقشه‌های متغیر پویا مصورسازی می‌شوند؛ این نقشه‌ها به دلیل اینکه توده‌ی داده‌ها را نمی‌توان به‌صورت ثابت برای این محرک‌های متغیر نمایش داد، می‌تواند اشکال به وجود بیاورد[1]. در تحقیقی که توسط کورژالز انجام شد، سعی شد تا روشی از نقشه‌های دقت برای مصورسازی داده‌های ردیابی چشم متحرک، چون ویدیو یا انیمیشن، ارائه شود[14].

برای مصورسازی داده‌ها از روش‌های مصورسازی تصدیق شده و معمول استفاده‌شده است؛ که شامل نقشه‌های حرارتی، مسیر بررسی و نواحی موردعلاقه می‌شوند. همچنین روش‌های مصورسازی ارتقا یافته با توجه به داده‌های ردیابی چشم که شامل مکعب فضا–زمان می‌شود، نمایش داده‌های نقطه‌ای و ردیابی مرزهای شات ها می‌شود (تصویر ۲).



تصویر ۲: نقشه‌ی حرارتی مرسوم (چپ) نقشه‌ی حرارتی از مسیر حرکت (راست)

مصورسازی مسیر بررسی (اسکن): روش مسیر اسکن یک مصورسازی زمانی مکانی است که از طریق مسیر بررسی، خیره شدگی‌های پی‌درپی را به‌وسیله‌ی خطوط ساکید ها بر روی محرک به هم ربط می‌دهد و داده‌های ردیاب چشم را مصور می‌کند. در یک مصورسازی معمول به روش مسیر اسکن، دایره نشان‌دهنده‌ی هر خیره شدگی است که شعاع آن نمایانگر مدت خیره شدگی و خطوط اتصال نمایانگر تعداد ساکیدهای بین هر خیره شدگی است (تصویر ۳)، نشان‌دهنده‌ی یک مسیر اسکن معمول است اما روش‌های متعددی برای نشان دادن محل خیره شدگی و اطلاعات متغیر آن‌ها وجود دارد. همان‌طور که از تصویر می‌توان حدس زد این مصورسازی می‌تواند درهم‌ریخته و ناخوانا باشد. برای حل این مشکل روش‌های زیادی وجود دارد برای مثال می‌توان از این مسیرهای اسکن میانگین گرفت[10].



تصویر۳: مصورسازی به روش مسیر اسکن

مکعب فضا–زمان: از روش مصورسازی مکعب فضا زمان در زمینه‌های متعددی استفاده می‌شود. برای داده‌های ردیاب چشم، دامنه‌ی دوبعدی فضایی متحرک به یک بعد سوم گسترش می‌یابد. این روش یک نمای کلی از تمام داده را ارائه می‌دهد و می‌توان از آن برای مصورسازی داده‌های مربوط به محرک‌های ساکن و متحرک استفاده کرد. یکی از برتری‌های این روش نسبت به روش‌های دیگر این است که به امکان ارائه داده‌های مربوط به چندین شرکت‌کننده را برای به دست آوردن نواحی موردعلاقه می‌دهد[1].

مصورسازی داده‌های مبتنی بر نواحی موردعلاقه[1]: روش مصورسازی بر اساس نواحی موردعلاقه، طبقه‌ی دوم روش‌های مصورسازی است که در این روش اطلاعات بیشتری در مورد نواحی خیره شدگی مورداستفاده قرار می‌گیرد. روش‌هایی که در این قسمت برای مصورسازی داده‌های مبتنی بر نواحی موردعلاقه آورده شده است، به‌طور عمده ویژگی‌های زمانی داده‌ها و یا رابطه‌ی بین نواحی موردعلاقه را نمایش می‌دهد[1].

یکی از روش‌های مصورسازی با این نوع داده استفاده از بازه زمانی است. همانند روش مبتنی بر نقطه، می‌توان از بازه زمانی برای نشان دادن ویژگی‌های زمانی داده‌های مبتنی بر نواحی موردعلاقه استفاده کرد؛ که بازهم زمان را بر روی یکی از محورها قرار می‌دهد و محور دیگر نشان‌دهنده‌ی ویژگی‌های داده‌های مبتنی بر نواحی موردعلاقه است. برای مصورسازی داده‌های مربوط به چندین شرکت‌کننده، می‌توان از روشی که به اسکارف پلات شناخته‌شده است، استفاده کرد. در این روش، محور دوم به تعداد شرکت‌کننده‌ها اختصاص داده می‌شود و داده‌های مربوط به نواحی موردعلاقه به‌صورت محدوده زمانی رنگ گذاری شده نشان داده می‌شود. از این روش می‌توان برای بررسی مسیر اسکن استفاده کرد. یک اشکال که به این طرح وارد است، تعداد محدود داده‌های مبتنی بر نواحی موردعلاقه به‌صورت هم‌زمان، است.

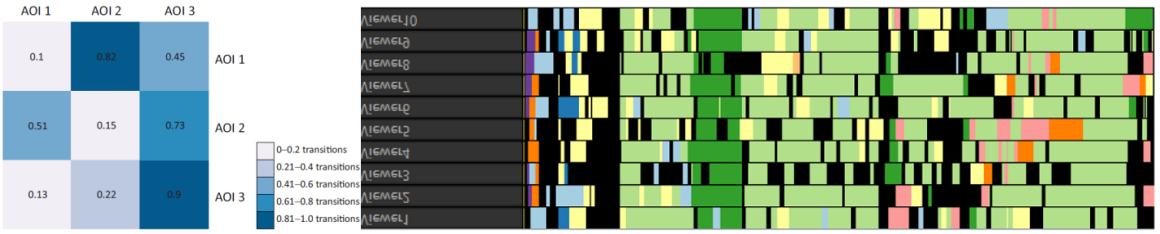
در تصویر ۴–الف یک اسکارف پلات نشان داده‌شده است که به هر شرکت‌کننده یک بازه زمانی اختصاص‌یافته و ویژگی‌های داده‌های نواحی موردعلاقه با استفاده از محدوده زمانی رنگ گذاری شده نشان داده‌شده است [11].

می‌توان از روشی مشابه روش مسیر اسکن برای نشان دادن مدت‌زمان خیره شدگی استفاده کرد. به‌طور خلاصه اکثر این روش‌ها می‌تواند باعث به‌هم‌ریختگی بصری شود؛ اما می‌توان با میانگین گرفتن از داده‌ها از این به‌هم‌ریختگی جلوگیری کرد [1].

مصورسازی رابطه‌ای داده‌های نواحی موردعلاقه روشی است که با استفاده از آن می‌توان رابطه‌ی بین داده‌ها را نشان داد. معیارهای متفاوت متری در این طرح‌ها ارائه می‌شوند؛ برای مثال درصد انتقال و یا درصد احتمال انتقال بین دو ناحیه‌ی موردعلاقه. این معیارها را می‌توان بر محرک‌ها کدگذاری کرد. [12].

یک روش رایج مصورسازی برای بررسی انتقال بین این داده‌ها، ماتریکس انتقال است. ماتریکس انتقال داده‌ها را به‌صورت افقی در ردیف‌ها و به‌صورت عمودی در ستون‌ها قرار می‌دهد که هر خانه، تعداد انتقال را در بردارد (تصویر۴–ب). از این روش می‌توان برای بررسی رفتار جست‌وجو کردن افراد استفاده کرد[13].

[1] AOI



ب الف

تصویر ٤: الف: مصورسازی اسکارف پلات. ب: ماتریکس انتقال

۳–پرش ذهن

هنگامی‌که در حین انجام کار توجه فرد به افکار درونی غیر مرتبط باکار منحرف گردد می‌توان گفت فرد دچار پرش ذهن[1] شده است. توجه همه‌ی افراد ممکن است در طول روز و به هنگام انجام کاری به سمت افکاری منحرف گردد که این افکار می‌تواند مربوط به گذشته یا آینده باشد. به‌عنوان‌مثال فرد در مورد تعطیلات پیش رو برنامه سفر می‌چیند یا به خاطره‌ای از دوران کودکی خود فکر می‌کند. به این نوع افکار، افکار درونی گفته می‌شود. از مهم‌ترین معایب رخداد این حالت عدم تمرکز فرد در هنگام انجام وظایف خود است که درنتیجه منجر به عملکرد ضعیف فرد می‌گردد. عدم تمرکز و درنتیجه آن عملکرد ضعیف نه‌تنها درروند آموزشی افراد در محیط‌های آموزشی مؤثر است بلکه در امور روزمره زندگی هم اثر منفی دارد [5].

متخصصان از دو روش به‌منظور ثبت و ذخیره رخداد پرش ذهن استفاده می‌کنند. درروش اول زمانی که فرد احساس کرد بر وظیفه‌ای که در حال انجام دادنش است، متمرکز نیست گزارش می‌دهد.[2] در روش دیگر در فواصل زمانی مشخص از فرد در مورد وضعیت تمرکزش پرسیده می‌شود. مثلاً اینکه فرد در آن لحظه بر چه چیز متمرکز بوده است. آیا تمرکز فرد بر وظیفه‌ی جاری بوده یا به یک سری افکار نامربوط متمرکز بوده است؟ در ادامه برخی متخصصان با ترکیب این نتایج و اطلاعات ثبت‌شده از عملکردهای شناختی در طول انجام کار به یک سری مدل‌هایی جهت شناسایی رخداد این حالت دست‌یافته‌اند برای مثال هنگام رخداد پرش ذهن تغییراتی در عملکردهای عصبی که از طریق تصاویر گرفته‌شده از مغز نشان داده می‌شود، تصاویر ثبت‌شده از عملکردهای عصبی مغز بیانگر آن است که با رخداد این حالت تغییراتی درروند طبیعی این تصاویر ایجاد می‌گردد. همچنین مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد زمانی که فرد مشغول خواندن متنی می‌باشد و درعین‌حال دچار پرش ذهن می‌گردد رفتارهای چشمی او متفاوت است. برای مثال تعداد چشمک‌ها[3] بیشتر می‌گردد و همچنین میزان خیره شدن[4] کمتر و مدت‌زمان آن بیشتر می‌شود؛ بنابراین با جمع‌آوری اطلاعات پرش ذهنی افراد و عملکردهای شناختی آن‌ها می‌توان به الگویی دست‌یافت که به‌وسیله آن الگوها می‌توان رخداد پرش ذهن را شناسایی کرد [15].

۴–رویه کار

[1] Mind wandering
[2] self probe
[3] Blinks rate
[4] Eye gaze

برای ثبت داده‌های چشمی از دستگاه آی ترکر[1] استفاده گردید. رویه‌ی کار بدین‌صورت بود که دو متن با ژانرهای مختلف در ۲ صفحه‌ی جداگانه قرار داده شد. از نرم‌افزار یونیتی برای پیاده‌سازی نمایش این متن‌ها به کاربر استفاده گردید. هر صفحه شامل متنی با میانگین ۱۵۰ لغت بود (تصویر ۵). متن اول شامل داستان ترسناک و متن دوم متنی علمی بود. از کاربر خواسته شد تا متن‌ها را بخواند و درعین‌حال داده‌های چشمی او مشخصاً در هر صفحه به‌صورت جداگانه ثبت‌شده و به‌صورت فایلی با پسوند csv ذخیره شد. همچنین تصاویر صفحه‌های نمایش داده‌شده برای کاربر به‌صورت فایل تصویری ذخیره گردید. در ادامه از نرم‌افزار Ogama5.0.1 برای مصورسازی داده‌های چشمی استفاده شد تا به‌صورت کلاسیک رفتارهای چشمی شامل میزان و تعداد خیره شدن را برای ما نمایش دهد. داده‌های چشمی به‌صورت داده‌هایی در محورهای افقی و عمودی در بازه‌ی زمانی به ازای هر صفحه ذخیره گردید.

تصویر ۵: نمونه متن ترسناک نمایش داده‌شده برای کاربر

۱–۴–مصورسازی داده‌های چشمی

همان‌گونه که اشاره شد نرم‌افزار Ogama5.0.1 برای مصورسازی داده‌های چشمی به کار گرفته‌شده و برای مصورسازی داده‌های ردیاب چشم، از داده‌های مبتنی بر نقطه استفاده کردیم. روش گردآوری داده‌ها به این صورت بود که از کاربر خواسته شد تا دو متن با ژانرهای متفاوت را بخواند و حرکات چشمی او و نقاط خیره شدگی را به‌این‌ترتیب ثبت شد. برای مصورسازی این داده‌های مبتنی بر نقطه، روش نقشه‌های دقت اعمال شد. در مصورسازی ارائه‌شده هر متن تبدیل به اشکالی می‌شود و نقاط خیره شدگی با استفاده از رنگ و به روش کلاسیک نقشه‌های حرارتی نشان داده‌شده است. با استفاده از مقایسه‌ی این تصاویر می‌توان به نتایجی در رابطه با تفاوت رفتارهای چشمی و میزان دقت و پرش ذهن در حین مطالعه‌ی متن‌های متفاوت رسید. همچنین می‌توان نتایجی در رابطه با نواحی موردعلاقه به دست دهد. این روش امکان به دست آوردن یک نمای کلی از رفتارهای چشمی را به ما می‌دهد و همچنین داده‌ها درهم‌ریختگی ندارند و بنابراین خواندن مصورسازی مشکل نیست؛ اما به دلیل اینکه امکان نمایش داده‌های مربوط به ژانرهای متفاوت یا چندین کاربر به‌طور هم‌زمان در یک تصویر وجود ندارد، می‌تواند برای رسیدن به نتیجه و بررسی دقیق داده‌ها مشکل‌ساز باشد. برای برطرف

[1] Tobii 4C

کردن این مشکل می‌توان این تصاویر را کنار هم آورد که می‌تواند نمای کلی‌ای از حرکات چشم و میزان و مدت خیره شدگی را ارائه دهد که برای هدف ما که سنجش پرش ذهن بود، نتیجه‌ی دلخواه را به دنبال داشته باشد.

در ادامه به‌منظور مصورسازی به صورتی که بتوانیم برای هر دو متن شکلی را به دست آوریم ابتدا طرح‌های اولیه‌ای زده شد و یک نمونه از نسخه دیجیتالی آن پیاده‌سازی شد. نمونه‌های طراحی‌شده به این منظور در تصویر ۸ قابل‌مشاهده است. در ادامه‌ی این کار سعی بر این خواهد بود تا همه‌ی طرح‌های پیشنهادشده برای این مصورسازی پیاده‌سازی شده و قابلیت هرکدام را در تحلیل حرکت‌های چشمی موردسنجش قرار دهیم. در تصاویر ۹ و ۱۰ نیز نمونه مصورسازی دیجیتالی طرح پیشنهادی اول برای متن علمی قابل‌مشاهده می‌باشد.

متن ترسناک: تصویر مصورسازی حاصل از داده‌های ردیاب چشم برای هر دو کاربری که متن را خوانده‌اند ثبت و پیاده‌سازی شده است (تصویر ۶). برای کاربر اول در دید کلی شاهد این هستیم که خواننده متن را به‌صورت روان خوانده است و خیرگی چندان در قسمت‌های ابتدایی متن مشاهده نمی‌شود. خیرگی[1]از دکمه شروع[2]نرم‌افزار یونیتی شروع می‌شود (تصویر ۶–الف). خیرگی بعدی در هنگام بسط خوردن داستان و در قسمت گره‌گشایی از متن داستان اتفاق می‌افتد. در انتهای هر سطر از متن شاهد خیرگی هستیم و این می‌تواند ناشی از خیال‌پردازی خواننده پس از خواندن هر سطر و جمله با توجه به محتوای داستانی متن باشد. در ادامه مشاهده می‌کنیم که نام کاراکترهای اصلی داستان موردتوجه خواننده قرارگرفته است و این موضوع می‌تواند ناشی از آغاز آشنایی خواننده با کاراکترهای اصلی داستان باشد.

با توجه به مصورسازی صورت گرفته برای کاربر دوم، برخی از خیرگی‌ها خارج از متن بوده و همچنین مدت‌زمان آن‌ها بالاست و این نشان‌دهنده‌ی این امر است که کاربر در طول خواندن متن دچار پرش ذهنی شده و برای مدتی از وظیفه اصلی خود یعنی امر خواندن بازمانده است. به‌صورت کلی کاربر دوم خیرگی‌هایی با مدت‌زمان بیشتری را داشته است (تصویر ۶–ب).

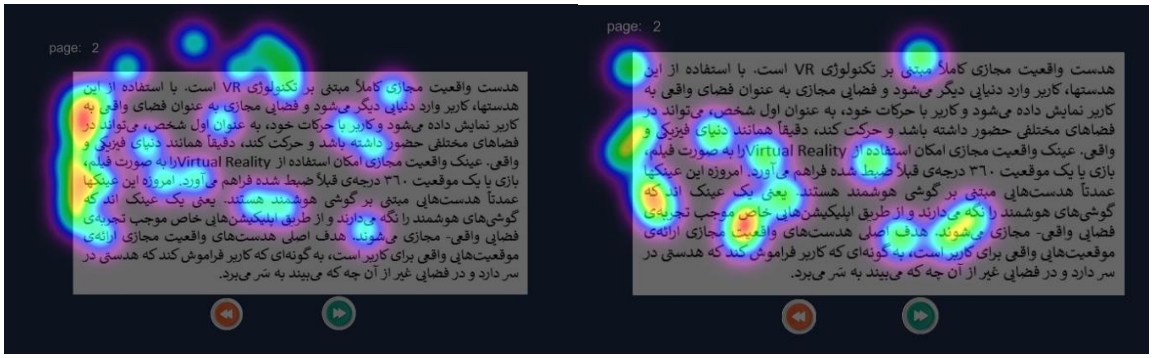
متن علمی: در این متن نیز مانند متن قبل، در انتهای سطرهای متن شاهد خیرگی هستیم و به نظر می‌رسد خواننده به متنی که خوانده است می‌اندیشد. ابتدا تمرکزی بر کارکرد هدست های واقعیت مجازی دارد. خیرگی بر روی کلمه virtual reality مشاهده می‌شود. در قسمت قابلیت‌های و اهداف این فنّاوری نیز خیرگی ثبت‌شده است. با توجه به تخصصی بودن این متن، کاملاً مشاهده می‌شود که خواننده متن را به‌صورت روان نخوانده و در بخش‌های متعددی دچار خیرگی شده است (تصویر الف–۷)؛ اما این مصورسازی برای کاربر دوم متفاوت است. خیرگی‌هایی در اطراف متن دیده می‌شود که البته مدت‌زمان این خیره شدن‌ها نیز بالاست؛ بنابراین می‌توان گفت کاربر دوم در مقایسه با کاربر اول دچار رخداد پرش ذهنی بوده است (تصویر ب–۷).

همان‌طور که قبلاً اشاره شد طرح‌هایی برای مصورسازی و به دست آوردن تصویری از آن‌ها ایجاد شد (تصویر ۸) و در ادامه یکی از این مصورسازی‌ها به‌صورت دیجیتالی اجرا شد که این مصورسازی را به‌صورت تصویری با اشکال هندسی برای ما نمایش می‌دهد. هر چه میزان اشکال هندسی به رنگ زرد در سطح تصویر بیشتر باشد نمایان گر رخداد بیشتر پرش ذهنی در آن متن می‌باشد. در تصویر الف–۹ این مصورسازی را برای کاربر اول به هنگام خواندن متن داستانی ترسناک و در ب–۹ همین متن را برای کاربر دوم می‌بینیم. همین روش مصورسازی برای متن علمی نیز پیاده‌سازی شد که تفاوت رنگ اشکال هندسی در مصورسازی داده‌های چشمی کاربر اول (تصویر الف–۱۰) با کاربر دوم (تصویر ب–۱۰) به‌وضوح قابل‌مشاهده می‌باشد.

[1]fixation
[2]Play

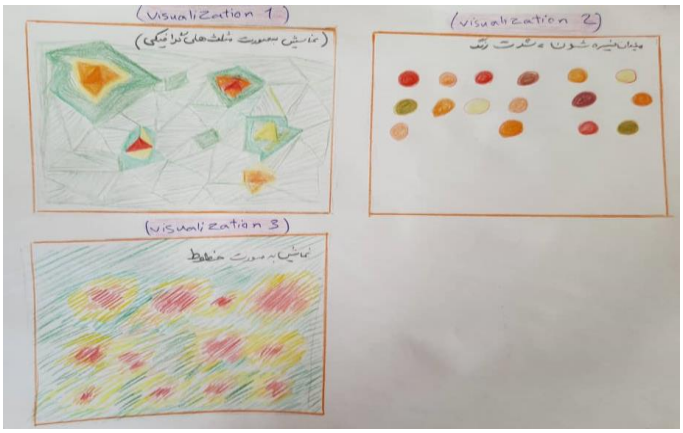
الف ب

تصویر ٦: مصورسازی صورت گرفته برای متن ترسناک. الف: کاربر اول. ب: کاربر دوم

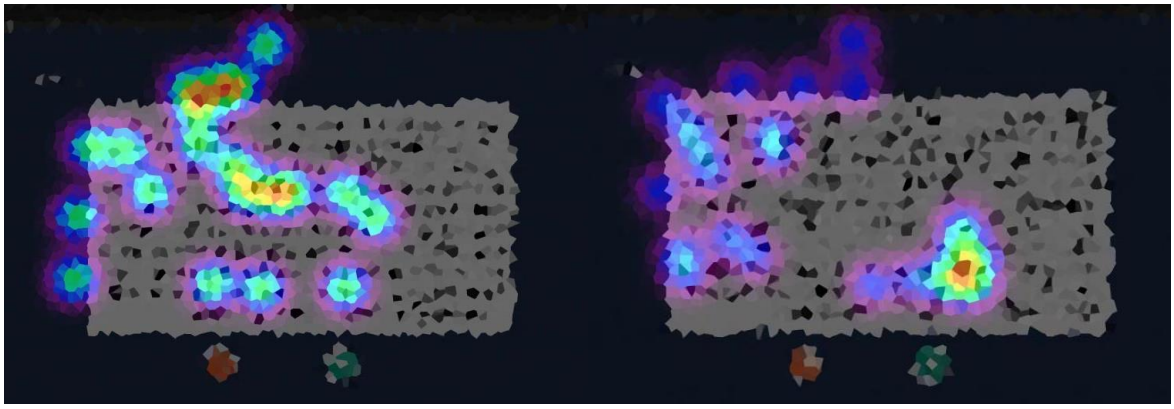


الف ب

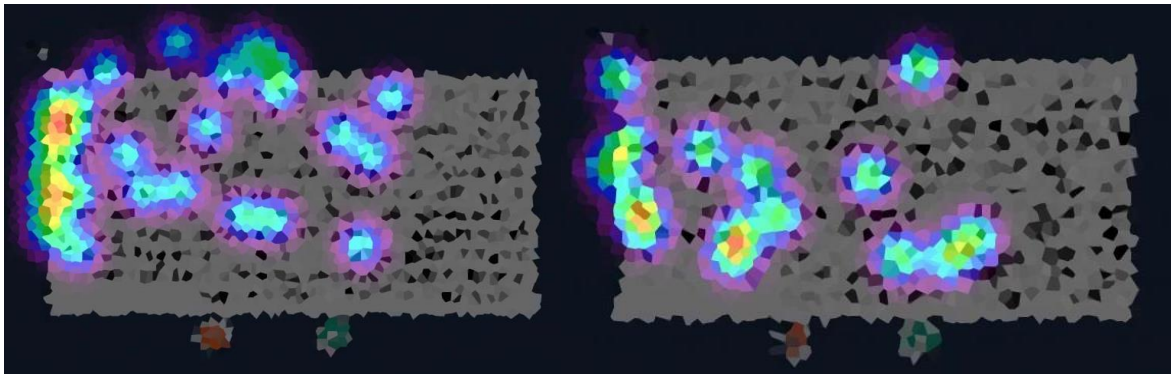
تصویر ۷: مصورسازی صورت گرفته برای متن علمی. الف: کاربر اول. ب: کاربر دوم



تصویر ۸: طرح‌های اولیه پیشنهادی جهت مصورسازی



الف ب
تصویر ۹: مصورسازی صورت گرفته برای متن علمی. الف: کاربر اول. ب: کاربر دوم



الف ب
تصویر ۱۰: مصورسازی صورت گرفته برای متن داستانی ترسناک. الف: کاربر اول. ب: کاربر دوم

۵–نتیجه‌گیری و کارهای آینده

در این مقاله سعی شد با استفاده از روش مناسب مصورسازی، رفتارهای چشمی در حین مطالعه‌ی متن با ژانرهای مختلف (داستانی ترسناک، علمی) جهت مشاهده و تحلیل حرکات چشمی مصورسازی شود. بر طبق تصاویر به‌دست‌آمده از مصورسازی، به‌صورت کلی میزان پرش ذهن برای افراد در متن علمی بیشتر است و همچنین به‌صورت مقایسه‌ای کاربر دوم در مقایسه با کاربر اول به هنگام خواندن هر دو متن دچار رخداد پرش ذهنی بوده است.

برای مصورسازی بهینه‌تر چند طرح اولیه برای این کار طراحی شد و یکی از آن‌ها به‌صورت دیجیتالی برای هر دو متنی که توسط دو کاربر خوانده‌شده بود مصورسازی شد. در ادامه کار سعی بر این خواهد بود تا هر یک از ایده‌های طراحی‌شده برای مصورسازی پیاده‌سازی شده و میزان کارایی هر یک از این مصورسازی‌ها در تحلیل حرکات و رفتارهای چشمی موردبررسی قرار گیرد.

۶–مراجع

[1] Visualization of Eye Tracking Data: A Taxonomy and Survey. Blascheck T, Kurzhals K, Raschke M, BurchM, Weiskopf D, Ertl T. 2017.

[2] Attending to Attention: Detecting and Combating Mind Wandering during Computerized Reading; Sidney D'Mello, Kristopher Kopp, Robert Bixler, Nigel Bosch; University of Notre Dame Notre Dame, IN 46556, USA 2016

[3] Looking for ideas: Eye behavior during goal-directed internally focused cognition; Sonja Walcher, Christof Körner, Mathias Benedek; Institute of Psychology, University of Graz, Universitätsplatz 2, 8010 Graz, Austria

[4] Automatic gaze-based user-independent detection of mind wandering during computerized reading; Robert Bixler, Sidney D'Mello; Springer Science+Business Media Dordrecht 2015

[5] Mind wandering, control failures, and social media distractions in online learning; R. Benjamin Hollis, Christopher A. Was, Kent State University, United States 2016.

[6] Caprì, Tindara, Rosa Angela Fabio, Giulia Emma Towey, and Alessandro Antonietti. "CURRENT THEORY."

[7] Saccadic delays on targets while watching videos. In Proceedings of the Symposiumon Eye Tracking Research & Applications. ATKINS S., JIANG X., TIEN G., ZHENG B.: ACM, pp. 405–408. (2012).

[8] Scan path analysis of fused multi-sensor images with luminance change: Apilot study. In Proceedings of theInternational Conference onInformation Fusion, IEEE Computer Society Press. DIXON T. D., LI J., NOYES J.,TROSCIANKO T., NIKOLOVS., LEWIS J., CANGA E., BULL D., CANAGARAJAH C. pp. (2006)

[9] Gaze Stripes: Image-based visualization of eye tracking data. IEEE Transactions on Visualization andComputer Graphics 22, 1. KURZHALS K., HLAWATSCH M., HEIMERL F., BURCH M.,ERTL T., WEISKOPF D. (2016), 1005–1014.

[10]Scinto, Leonard FM, Ramakrishna Pillalamarri, and Robert Karsh. "Cognitive strategies for visual search." Acta psychologica 62, no. 3 (1986): 263-292.ERTL T., WEISKOPF D. (2016), 1005–1014.

[11] Visual analysis of gaze data for video. In Proceedings of the Symposiumon Eye Tracking Research & ApplicationsKURZHALS K., HEIMERL F., WEISKOPF D.: ISeeCube. (2014)

[12] Gaze-based annotations for reading comprehension. In Proceedings of theSIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.CHENG S., SUN Z., SUN L., YEE K., DEY A. K. (2015)

[13] Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs. InternationalJournal of Industrial Ergonomics 24, 6 GOLDBERG J. H., KOTVAL X. P. (1999)

[14] Space-time visual analytics of eye-tracking data for dynamic stimuli. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphic. KURZHALS K., WEISKOPF D. 19, 12 (2013), 2129–2138.

[15] Walcher, Sonja, Christof Körner, and Mathias Benedek. "Looking for ideas: Eye behavior during goal-directed internally focused cognition." Consciousness and cognition 53 (2017): 165-175.