شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

فصلنامه

دانش آزمایشگاهی ایران

ISSN 2538-3450

سال نهم ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۴۰۰ ■ شماره پیاپی ۳۵

انواع مواد فعال در سطح (تانسیواکتیو): سورفکتانت ویژگی‌ها و شناسایی

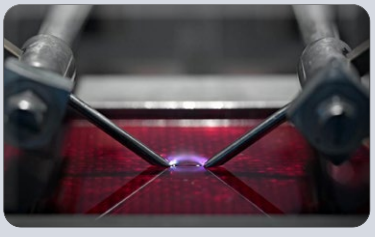
آزمایشگاه‌ها از چگونگی رشد شاخص‌ها می‌گویند

کاربرد دستگاه ردیاب چشمی در علوم شناختی

معرفی سیستم‌های اندازه‌گیری رئومتر

روش‌ها، عوامل و کاربردهای تعیین اندازه ذرات

مدیر کیفیت و نقش آن در آزمایشگاه انجام آزمون با توجه به استاندارد ISO/IEC 17025



انجام آزمون ترکینگ با سه روش متفاوت روی عایق‌های الکتریکی پلیمری

www.IJLK.ir
info@ijlk.ir

نویسندگان
سمیه حیثیت‌طلب[1*]
سمانه ولیزاده‌فرد[2]
ریحانه هودانلو[3]
*heysieattalab@gmail.com

کاربرد دستگاه ردیاب چشمی در علوم شناختی

واژه‌های کلیدی
پردازش شناختی، توجه بصری، ردیابی چشم.

چکیده

با توجه به اینکه بیشتر اطلاعات مورد استفاده در پردازش شناختی از توجه بصری به‌دست می‌آید، مطالعات حوزه توجه بصری در علوم شناختی اهمیت دارد. تجزیه و تحلیل ردیابی چشم یک ابزار تحقیقاتی است که برای اندازه‌گیری توجه بصری مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات رفتار مصرف کننده نشان می‌دهد بین توجه بصری و تصمیمات خرید مصرف کننده ارتباط وجود دارد. از فناوری ردیابی چشم برای انجام تحقیقات در مورد تصمیم‌گیری، بازاریابی و تبلیغات مصرف کنندگان و همین طور تشخیص اختلالات شناختی استفاده می‌شود.

مقدمه

در انسان، جهت نگاه و رفتار چشمی احتمالاً یکی از اولین راه‌های ارتباط اجتماعی است [۱]. چشم‌ها و حرکات آنها در بیان خواسته‌ها، نیازها و حالات عاطفی انسان‌ها اهمیت اساسی دارد [۲]. چشم‌ها دارای ویژگی‌های هندسی و حرکتی منحصر به فردی هستند که ردیابی آن برای تجزیه و تحلیل توجه انسان و وضعیت عاطفی آن اهمیت دارد [۳]. والدین سعی می‌کنند بفهمند کودکشان به چه چیزی نگاه می‌کند و به این ترتیب نتیجه می‌گیرند که شیء مشاهده شده، علاقه او را به خود جلب کرده است [۱].

توانایی ما در درک ذهن انسان با استفاده از مطالعات عملکردهای شناختی و فیزیولوژیکی به نسبت، ابتدایی باقی مانده است. ما فقط در نیم قرن گذشته به لحاظ فناوری پیشرفت‌های مهمی به‌دست آورده‌ایم که به ما اجازه ثبت و تجسم فرآیندهای شناختی را داده و به این ترتیب ما را قادر به مشاهده درک بصری کرده است. تا کنون ترکیبی از ابزارهای مختلف فیزیولوژیکی به ما در درک چگونگی عملکرد مغز در پاسخ به محرک‌های مختلف کمک کرده است [۴].

دستگاه بینایی از مهم‌ترین حواس پنج گانه و یکی از تخصصی‌ترین اعضا در ادراک بشر است؛ به همین دلیل اعتماد بیشتری نسبت به داده‌هایی که توسط این عضو دریافت می‌شود، وجود دارد [۵]. اهمیت حرکات چشم با توجه به درک و توجه جهان بصری قطعاً تأیید می‌شود زیرا انسان از طریق چشم اطلاعات مورد نیاز برای شناسایی ویژگی‌های جهان را برای پردازش در مغز انسان جمع‌آوری می‌کند [۶]. فرضیه ذهن چشم [۷ و ۸] ادعا می‌کند که چشم‌ها برای مدت طولانی روی مناطقی که ذهن در حال پردازش است، معلق هستند. با این حال، ممکن است یک فرد بدون ثابت ماندن در منطقه‌ای خاص به آن خیره شود و اشیاء را با دید محیطی به جای دید مرکزی تشخیص دهد [۹].

اگرچه بینایی ما بسیار پایدار به نظر می‌رسد اما چشم به‌طور دائم در حال حرکت است تا به ایجاد تصویری کامل از آنچه که ما در حال مشاهده آن هستیم کمک کند [۴]. دقت چشم انسان برای تصویری با وضوح بالا از محیط در یک منطقه کوچک از چشم به نام فووآ مرکزی[۴] فراهم می‌شود. چشم‌ها باید مناطقی را در محیط مورد بررسی قرار دهند که در مورد آن اطلاعات دقیق مورد نیاز است [۱۰ و ۱۱]. توالی حرکات چشم که زمینه‌های مورد علاقه را در دید مرکزی نشان می‌دهد، به ما اجازه می‌دهد تا نتیجه‌گیری کنیم که توجه فرد به کجا و چه چیزی معطوف شده‌است و چه فرایندهای شناختی ممکن است باعث ایجاد الگوی نگاه مشاهده شده شود [۱۲].

یکی از پر کاربردترین ابزارهای پژوهشی در حوزه علوم شناختی دستگاه ردیاب چشم[۵] است. ردیابی چشم یک فناوری جدید برای اندازه‌گیری حرکت چشم و موقعیت نگاه سوژه است [۱۳]. ردیابی چشم روشی است که در درک توجه بصری به محققان کمک می‌کند. ردیابی حرکات چشم اجازه می‌دهد تا رفتار را بدون اندازه‌گیری فعالیت مغز مطالعه کنیم یعنی با حرکات چشم، توجه بصری را با جزئیات و دقت بیشتر از پاسخ‌های گزارش شده توسط خود فرد نشان می‌دهد [۱۴]. با استفاده از ردیابی چشم می‌توانیم مسیر حرکت چشم کاربران، مدت زمانی که به یک چیز نگاه می‌کنند و اینکه به کدام نقطه در زمان نگاه می‌کنند را تشخیص دهیم. این سه ویژگی، اساس درک توجه بصری را تشکیل می‌دهند [۱]. به‌طور کلی توجه ما به ۲ دسته از عوامل جلب می‌شود:

۱) عوامل بالا به پایین؛
۲) عوامل پایین به بالا [۱۵].

عوامل بالا به پایین همان ایده‌های قبلی فرد درباره محرک هستند و عوامل پایین به بالا ویژگی‌های خود محرک هستند که به‌صورت سریع و خودکار توجه فرد را به خود جلب می‌کنند.

ردیابی چشم به محققان کمک می‌کند تا تجربه کامل کاربر و حتی آن چیزی که کاربران نمی‌توانند توصیف کنند را درک نمایند. ردیابی چشم در زمینه‌های متعددی از جمله روانشناسی شناختی، بازاریابی و زمینه وسیع تعامل انسان و رایانه مورد استفاده قرار گرفته است [۱۶] داده‌های جمع‌آوری شده توسط این دستگاه در تحلیل بسیاری از فعالیت‌های شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرند، همچنین برای دانستن اینکه کدام مکان بیشترین توجه را جلب می‌کند، استفاده از روش‌های ردیابی چشم می‌توانند مفید باشد. معیارهای مختلفی مانند تثبیت چشم، ساکاد[۶]، قطر مردمک، پلک زدن و میکروساکاد[۷] که از داده‌های استخراج شده با استفاده از دستگاه ردیاب چشم هستند، در ارزیابی‌های شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۱-۱۷].

تثبیت در واقع تثبیت نوعی حرکت چشم است که بیشتر به‌عنوان یک دوره زمانی تعریف می‌شود که طی آن چشم به نسبت پایدار است. هدف از تثبیت این است که یک شیء مورد علاقه را در تمرکز بصری قرار دهیم [۲۲]. تثبیت‌های طولانی‌تر نشان دهنده پردازش سخت‌تر و تثبیت‌های کوتاه‌تر و تثبیت کمتر نشان دهنده پردازش با تلاش کمتر است و این پردازش با تلاش بیشتر اغلب با افزایش دشواری مرتبط است. تثبیت چشم زمانی رخ می‌دهد که چشم برای مدت معین در وضعیت ثابت و متمرکزی قرار بگیرد که این حرکت

به‌صورت ارادی و بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌ثانیه تا چند ثانیه طول می‌کشد [۲۳ و ۲۴]؛ تثبیت‌ها با تکرار و مدت زمانشان سنجیده می‌شوند [۲۵].

معیار دیگری که از ردیابی حرکت چشم استخراج می‌شود ساکاد است، انتقال چشم از یک ناحیه به ناحیه دیگر که به‌صورت ارادی رخ می‌دهد را ساکاد می‌گویند که سریع‌ترین حرکت بدن بوده و به‌طور معمول بین ۳۰ تا ۸۰ میلی‌ثانیه انجام می‌شود [۲۳ و ۲۶].

معیار دیگر، پاسخ قطر مردمک چشم است که این حرکت به‌صورت غیرارادی رخ می‌دهد که بین ۱/۵ تا ۸ میلی‌متر، قطر مردمک تغییر می‌کند [۲۳ و ۳۰-۲۷]. اقدامات اندازه گشادی یا اتساع مردمک در بیشتر موارد به‌عنوان شاخص بار کاری روی سیستم شناختی در نظر گرفته می‌شود [۹ و ۳۱]. به‌طور کلی، در افرادی که بیشتر متسع می‌شوند، بار شناختی بالاتری را نشان می‌دهند، یعنی نشان می‌دهد که یک کار به نسبت دشوارتر است، ولی افرادی که کمتر متسع می‌شوند، بار شناختی کمتری را از خود نشان می‌دهند، یعنی یک کار به نسبت آسان‌تر در حال انجام است. البته در برخی از مطالعات، اندازه‌گیری اندازه مردمک را به‌عنوان شاخص تغییر بار شناختی مورد استفاده قرار داده‌اند [۳۸-۳۲].

به‌طور کلی، هنگام جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های اندازه مردمک باید احتیاط کرد، زیرا این نوع حرکت چشم نه تنها به تغییرات بار شناختی بلکه به بسیاری از عوامل دیگر حساس است. به‌طور خاص، مردمک‌ها به‌عنوان یک واکنش بازتابی به تغییرات شدت نور و در واکنش به حوادث عاطفی مانند استرس، درد و ترس، در پاسخ به مصرف دارو و محرک‌ها مانند مواد مخدر و الکل و یا اگر شرکت کننده بیمار است، متسع شده و منقبض می‌شوند [۹]. کنترل وضعیت عاطفی ذهنی شرکت کننده در حالی که ثبت داده‌های ردیابی چشم در حال انجام است دشوار است، اما کنترل عوامل دیگر مشکل‌ساز نیست. بدیهی است، مشارکت کنندگان احتمالی در یک مطالعه که داروی محرک مصرف کرده‌اند یا بیمار هستند نباید مجاز به مشارکت در مطالعه باشند. حفظ شدت نور یکسان در اتاقی که اطلاعات ردیابی چشم در آن ثبت می‌شود بسیار مهم است، به ویژه برای مطالعاتی که به تغییر اندازه مردمک چشم علاقه دارند.

از نظر تجزیه و تحلیل داده‌های اندازه مردمک، احتیاط بیشتری باید انجام شود. پاسخ مردمک به محرک با تاخیری رخ می‌دهد. برآوردهای متعددی از این تأخیر یا تأخیر مردمک ارائه شده‌است؛ به‌عنوان مثال، در حین انجام وظایف ضرب، مردمک‌ها در عرض ۳۰۰ میلی‌ثانیه واکنش نشان می‌دهند [۳۹] و واکنش مردمک به نور پس از ۱۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌ثانیه رخ می‌دهد [۹].

برای ترجمه و تفسیر این داده‌ها به‌طور خاص، هیونا[8] و همکاران [۳۲] دریافتند که دانش‌آموزان در مطالعه‌ای در زمینه تفسیر، بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌ثانیه با تأخیر پاسخ دادند. در یک طرح ابتکاری [۳۸] مقادیر تاخیر مختلف آزمایش شده‌است؛ به‌منظور کاهش این خطر که تغییرات در اندازه مردمک به اشتباه با کلمه یا شیء اشتباه مرتبط باشد، باید تأخیر مردمک را در نظر گرفت. این کار را می‌توان با اعمال تأخیر ثابت مردمک در همه ضبط‌ها در بین همه شرکت کنندگان یا با اعمال تاخیرهای فردی برای هر شرکت کننده انجام داد، با این فرض که همه افراد شرکت کننده با یک تاخیر یکسان پاسخ نمی‌دهند. روش دوم مستلزم اندازه‌گیری‌های اولیه فردی برای هر شرکت کننده قبل از جمع‌آوری داده‌های فرآیند واقعی است. در هر شرایطی، اگر این تأخیر روانی - فیزیولوژیکی به‌گونه‌ای در نظر گرفته نشود، محقق در معرض تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری‌های واقعی مردمک مربوط به یک کلمه یا مورد خاص را نشان نمی‌دهد.

علاوه‌بر معیارهای موقعیت و تعداد اعدادی که در بالا مورد بحث قرار گرفت، کل زمان نگاه (مجموع تمام مدت زمان تثبیت) روی یک منطقه نیز معیار مهمی است. ردیاب‌های چشمی چندین معیار از رفتار بصری را ارائه می‌دهند که برای درک روند تفسیری مناسب است. این موارد به‌طور کلی به‌عنوان اقدامات حرکتی، اندازه‌گیری موقعیت، اندازه‌گیری تعداد و زمان تأخیر نامیده می‌شوند [۹]. قبل از توصیف این موارد، مهم است بدانیم که چشم به‌طور مداوم بین نقاط ثابت حرکت می‌کند. همان‌طور که اشاره شد تثبیت عبارت است از مکث لحظه‌ای نگاه چشم به یک مکان برای حداقل زمان (به‌عنوان مثال، ۹۹ < میلی‌ثانیه)، و حرکت بین تثبیت‌های پی در پی را ساکاد می‌نامند [۴۰]. اندازه‌گیری‌های حرکتی الگوهای حرکات چشم در فضا در طول ساکادها شامل فاصله بین ساکادهای پی در پی (درجات دامنه ساکاد) و سرعت ساکادها (به‌طور معمول متوسط یا حداکثر سرعت) است.

معیارهای عددی تعداد دفعاتی را که چشم‌ها در هنگام مشاهده یک صحنه ثابت می‌شوند و ساکاد می‌کنند، تعیین می‌کند، مانند تعداد زیادی تثبیت و ساکاد در یک زمان معین، و اینکه چگونه این شمارش‌ها به‌عنوان تابعی از موقعیت متفاوت است (و اطلاعات بصری موجود در موارد مختلف موقعیت‌ها). سرانجام، اقدامات تأخیری امکان ارزیابی پویایی زمانی تثبیت‌ها و ساقه‌ها را فراهم می‌کند، از جمله مدت زمان تثبیت اولیه و بعدی و مدت زمان ساکاد و در نهایت میکروساکادها که حرکات ریز، غیر ارادی و بسیار سریع چشم هستند که در هنگام تلاش برای تثبیت‌های چشمی رخ می‌دهند؛ به‌طور معمول بزرگی میکروساکادها در محدوده بین ۲ تا ۱۲ کمان ثانیه است [۴۱].

دوره‌های تحقیقات ردیابی چشم:

تحقیقات ردیابی چشم را می‌توان به‌صورت چهار دوره معرفی نمود [۴۲]، راینر [۱۱] ویژگی‌های سه دوره اول ردیابی چشم را این چنین خلاصه می‌کند: دوره اول (حدود ۱۸۷۹-۱۹۲۰) که با کشف بسیاری از حقایق اولیه حرکت چشم از

جمله سرکوب ساکادی، تاخیر ساکاد و اندازه بازه ادراکی تعریف می‌شود؛ دوره دوم (حدود ۱۹۵۸-۱۹۳۰) با تمرکز بیشتر روی تحقیقات، هم‌زمان با جنبش رفتارگرایی در روانشناسی تجربی مشخص می‌شود و دوره سوم (حدود ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۸) با بهبود در دستگاه‌های ضبط حرکت چشم که اندازه‌گیری‌های دقیق و قابل دستیابی را تسهیل می‌کند، مشخص شد. در حال حاضر طیف گسترده‌ای از برنامه‌های ردیابی چشم وجود دارد.

انواع دستگاه ردیاب چشم:

فناوری‌های مختلفی برای ردیابی حرکات چشم در دسترس است [۹]. دو نوع دستگاه ردیاب چشم وجود دارد:

۱) ردیاب‌های چشم قابل حمل، ۲) ردیاب‌های چشم ثابت.

دستگاه ردیاب چشم قابل حمل شامل یک عینک است و در ردیاب ثابت از دوربین‌های مادون قرمز برای تشخیص محل نگاه شخص استفاده می‌شود. برخی از مدل‌های دستگاه ردیاب چشم می‌توانند حرکات سر را نیز اندازه‌گیری کنند که برای پیش‌بینی ویژگی‌هایی که توجه ما را به‌صورت خودکار جلب می‌کنند مورد استفاده قرار می‌گیرند [۴۳]. ردیاب‌های چشمی امروزه، ابزارهای مقرون به صرفه و در دسترس هستند که به‌طور مداوم موقعیت و حرکت چشم را با دقت زمانی بالا با استفاده از روشی براساس بازتاب قرنیه اندازه‌گیری می‌کنند [۲۲].

به‌طور کلی، یک آزمایش ردیابی چشم حداقل شامل یک ردیاب چشم و یک شرکت کننده است. نوع، مدل و تعداد ردیاب‌های چشمی مورد استفاده بین آزمایش‌ها و چگونگی قرارگیری ردیاب چشم در ارتباط با شرکت کننده متفاوت است [۴۴].

امروزه بیشتر دستگاه‌های ردیاب چشمی برای تعیین مکانی که شخص به آن نگاه می‌کند، از تصاویر ویدئویی ثبت شده از چشم استفاده می‌کنند. در این دستگاه‌ها از روش انعکاس قرنیه/مرکز برای اندازه‌گیری مردمک استفاده می‌شود. این نوع ردیاب‌ها شامل یک رایانه رومیزی به همراه یک دوربین مادون قرمز بوده که یک نرم‌افزار پردازش تصویر در دستگاه نصب شده‌است [۴۵].

در این دستگاه‌ها، ابتدا نور مادون قرمز از یک پروژکتور کوچک که در داخل دوربین مادون قرمز قرار دارد به چشم تابیده می‌شود و دوربین در بازه‌های زمانی کوتاه از چشم عکس می‌گیرد و سپس با پردازش تصاویر ضبط شده جزئیاتی از بازتاب نور را ارائه می‌دهد و از طریق ثبت این داده‌ها نقطه‌ای که بیننده در هر لحظه به آن نگاه می‌کند محاسبه می‌شود [۴۶]. همان‌طور که ذکر شد، تفسیر داده‌های رهیاب چشمی بیشتر شامل محاسبه اولیه ویژگی‌هایی است که داده‌های خام را مشخص می‌کند، مانند تثبیت (دوره‌های به‌طور معمول بین ۱۰۰ میلی‌ثانیه تا ۶۰۰ میلی‌ثانیه که در آن چشم‌ها در یک منطقه کوچک معلق می‌شوند)، ساکادهای مجاور (حرکات بسیار سریع بین تثبیت‌ها به مدت ۲۰ تا ۴۰ میلی‌ثانیه) و زمان ساکن شدن (طول دنباله‌های ثابت در یک منطقه خاص مورد علاقه) [۱۲]. چالشی که در تفسیر تثبیت‌های ردیابی چشم وجود دارد در این واقعیت نهفته است که ثبت تثبیت لزوما به این معنی نیست که کاربر واقعا آن چیز را مشاهده کرده یا به‌صورت شناختی در مغز او ثبت شده‌است؛ این حالت بیشتر در مواردی اتفاق می‌افتد که چشم ممکن است در یک منطقه تصادفی از صفحه استراحت کرده باشد اما به‌طور عمد به آن منطقه نگاه نکرده باشد [۴].

بیشتر ردیاب‌های چشمی مدرن از فناوری مبتنی بر ویدئو برای اندازه‌گیری موقعیت چشم استفاده می‌کنند، جایی که دوربین بازتاب نور مادون قرمز را در قرنیه یا شبکیه چشم ضبط و ثبت می‌کند [۲۲]. ردیاب‌های چشمی بیشتر از نظر میزان دقیق منعکس کننده مکان مورد نظر کاربر مقایسه می‌شوند و دقت آن به‌طور معمول در درجه زاویه دید اندازه‌گیری می‌شود. نادرستی گزارش شده توسط تولیدکنندگان ردیاب چشم به‌طور تقریبی ۰/۵ تا ۱ سانتیمتر است، اگرچه برخی از دستگاه‌های پشتیبانی از سر، از دقت بیشتری نیز برخوردار هستند. دقت ردیاب چشمی در تصمیم‌گیری اینکه کدام دستگاه برای یک هدف تحقیقاتی مناسب‌تر بوده عاملی مهم است، اما میزان تهاجم و سرعت ثبت ردیاب چشم، یعنی میزان نمونه‌برداری آن که با فرکانس ثبت نمونه نگاه در ثانیه (هرتز) اندازه‌گیری می‌شود، هم جزء عواملی هستند که باید در نظر گرفته شوند.

در ردیاب‌های چشمی از راه دور که به آنها ردیاب چشم رومیزی نیز گفته می‌شود [۴۷]، دوربین‌ها در یک جعبه جداگانه قرار می‌گیرند که در جلوی صفحه نمایش کامپیوتر قرار می‌گیرد یا به آن متصل می‌شود و یا دوربین‌ها به یک صفحه نمایش اختصاصی یکپارچه می‌شوند، این نوع ردیاب نسبت به دستگاه هایی که نیاز به پشتیبانی از سر دارند، کمتر تهاجمی است. دقت به‌طور معمول بین ۰/۵ تا ۱ درجه است و ردیاب‌های چشم از راه دور دارای این مزیت کلی هستند که شرکت کننده می‌تواند آزادانه حرکت کند و سر را حرکت دهد بدون این که کیفیت ضبط به خطر بیفتد. به‌طور معمول هیچ محدودیت حرکتی با ردیاب‌های چشمی از راه دور وجود ندارد.

دستگاه های نصب شده روی سر و عینک‌های ردیابی چشم، اجازه حرکت آزاد سر را می‌دهند و عدم دقت در حدود ۰/۵ درجه است. این نوع دستگاه ردیابی چشم نسبت به دستگاه‌های از راه دور تهاجمی‌تر هستند، زیرا شرکت کننده باید تجهیزات را روی سر خود قرار دهد. بستن یک ردیاب چشمی به سر به احتمال زیاد باعث می‌شود شرکت کننده حتی بیشتر از این که در حال مشاهده است آگاه شود و این نیز می‌تواند بر قابلیت اطمینان داده‌های ردیابی چشم به‌عنوان بازتاب پردازش شناختی تأثیرگذار باشد. سیستم‌های نصب شده روی سر بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ هرتز کار می‌کنند که با فرکانس ضبط بیشتر دستگاه ها از راه دور قابل مقایسه است، در حالی که شیشه‌ها فقط ۳۰ هرتز کار می‌کنند. چنین فرکانس پایینی

برای مطالعاتی که تفکیک زمانی بالایی برای انجام مشاهدات دقیق در مورد تغییرات مدت زمان ثابت شدن و اندازه مردمک مورد نیاز است ایده‌آل نیست و با این اندازه عینک‌های ردیابی چشم برای تحقیقات انتقالی مناسب نیستند. یکی از مزایایی که ردیاب‌های چشم و عینک روی سر نسبت به ردیاب‌های چشم از راه دور دارند این است که محدوده ضبط دستگاه به محدوده صفحه نمایش کامپیوتر محدود نمی‌شود. در حالی که ردیاب‌های چشمی از راه دور فقط حرکات چشم را در داخل ناحیه صفحه نمایش کامپیوتر ثبت می‌کنند، ردیاب‌ها و عینک‌های نصب شده روی سر حرکات چشم را در خارج از این ناحیه نیز ثبت می‌کنند.

ردیاب‌های چشمی که نیاز به ثابت نگه داشتن سر شرکت کننده دارند، مانند دستگاه iView X Hi-speed SMI، دستگاه HeadLock Arrington Research و EyeLink ۱۰۰۰ Heads پشتیبانی SR Research، بین ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز کار می‌کنند و گفته می‌شود که عدم دقت می‌تواند تا ۰/۲۵ باشد. درجه، مربوط به یک جابجایی فضایی در حدود ۰/۲۵ سانتیمتر بین شیء و فوکوس بصری واقعی است.

در چهارمین نوع ردیاب چشم، سر با استفاده از استراحت چانه یا نوار نیش تثبیت می‌شود؛ بنابراین، این تنظیم آن را به عنوان تهاجمی‌ترین دستگاه در بین سه نوع دستگاهی که در اینجا مورد بحث قرار گرفته است، قرار می دهد. از نظر اعتبار اکولوژیکی، مشکل کلی استرس و اثرات پوشش سفید ناشی از ثابت نگه داشتن سر به ردیاب چشم وجود دارد. ثانیاً، از آنجا که سر شرکت کننده در موقعیت قفل شده ثابت است، ممکن است مشکل عدم تماس بصری با صفحه کلید، ایجاد شود.

به‌طور کلی، ردیاب‌های چشم از راه دور نسبت به دو نوع دیگر کمتر مزاحم بوده و به همین دلیل گزینه بهتری است. با این حال، ردیاب‌های چشمی نصب شده روی سر این مزیت را دارند که فعالیت‌هایی ورای آنچه که در صفحه نمایش کامپیوتر اتفاق می‌افتد را ثبت می‌کنند [۴۸].

ردیابی مدرن چشم شامل مجموعه‌ای از منابع و دوربین‌های مادون قرمز یا نزدیک به مادون قرمز است که رفتار نگاه یک (تک چشمی) یا هر دو (دو چشمی) چشم را ردیابی می‌کند [۹].

در بیشتر دستگاه‌های مدرن، مجموعه‌ای از منابع نوری نامرئی چشم را روشن کرده و انعکاس قرنیه (اولین تصویر پورکنژ) را ایجاد می‌کند. ردیاب چشم رابطه بین این بازتاب و مرکز مردمک را با محاسبه بردارهایی که موقعیت چشم را با مکان‌های موجود در جهان درک شده مرتبط می‌کند، نظارت می‌کند [۳].

با حرکت چشم‌ها، نقطه محاسبه شده در فضا نیز حرکت می‌کند. ردیاب‌های چشمی در چندین شکل سخت افزاری وجود دارند، از جمله دستگاه‌های دارای پایه چانه برای تثبیت سر، دستگاه‌های ردیاب چشمی از راه دور که می‌توانند محدودیت حرکات سر را اصلاح کند و دستگاه‌های جدیدتر مبتنی بر چشم پوش سیار. هر یک از این عوامل دارای مزایا و معایب نسبی برای دقت فضایی (یعنی ردیابی دقت)، سرعت ردیابی، تحرک، قابلیت حمل و هزینه هستند [۴۶ و ۴۹].

بیشتر ردیاب‌های چشمی مدرن از روشی به نام «بازتاب قرنیه» برای تشخیص و ردیابی موقعیت چشم هنگام حرکت استفاده می‌کنند. بازتاب قرنیه از منبع نوری برای روشنایی چشم استفاده می‌کند که باعث بازتاب می‌شود و توسط یک دوربین با وضوح بالا تشخیص داده می‌شود. از تصویر گرفته شده توسط دوربین برای شناسایی بازتاب منبع نور در قرنیه و مردمک چشم استفاده می‌شود. سپس از الگوریتم‌های پیشرفته پردازش تصویر برای تعیین نقطه نگاه مربوط به چشم و محرک‌ها استفاده می‌شود [۴].

نرم‌افزار ردیابی چشم می‌تواند تصاویری گرافیکی از حرکات چشم شرکت کنندگان، از جمله نقشه‌های حرارتی و نمودارهای نگاه ایجاد کند. نقشه‌های حرارتی نشان دهنده تمرکز ثابت هستند. رنگ قرمز مناطق دارای غلظت بالای تثبیت را نشان می‌دهد، به دنبال آن رنگ زرد و سپس سبز است. نمودارهای نگاه، تثبیت‌ها، مقدمات و مسیر اسکن را نشان می‌دهد. در طرح‌های نگاه، هر شرکت کننده با رنگ متفاوتی نشان داده می‌شود. هر ثابت با یک دایره شماره‌گذاری شده و به ترتیب نشان داده می‌شود. قطر دایره مربوط به طول ثابت شدن در میلی‌ثانیه است (به‌عنوان مثال، یک دایره بزرگتر نشان دهنده مدت زمان ثابت شدن بیشتر است) [۵۰].

مزایا و معایب دستگاه‌های ردیاب چشمی

مزایا:

از فناوری‌های ردیابی چشم می‌توان به‌عنوان یک ابزار تحقیقاتی برای بررسی موضوعات متعدد مربوط به رفتار مصرف کننده، کسب اطلاعات و تصمیم‌گیری استفاده کرد. به‌طور مشابه، نتایج تحقیقات ردیابی چشم برای متخصصان تجاری که می‌خواهند بدانند مصرف کنندگان به چه چیزی نگاه می‌کنند و چگونه به آنچه می‌بینند واکنش نشان می‌دهند مفید است. متخصصان بازاریابی یا خرده فروشان می‌توانند از فناوری ردیابی چشم برای درک بهتر توجه بصری مصرف کننده استفاده کنند.

پیشرفت در فناوری ردیابی چشم منجر به افزایش دسترسی به تجهیزات ارزان‌تر و آسان‌تر برای استفاده شده‌است که می‌تواند توسط بازاریابان به‌منظور درک بهتر رفتار انتخابی مصرف کننده استفاده شود. انواع مختلفی از دوربین‌های ردیابی چشم در دسترس هستند (به‌عنوان مثال، عینک، ردیاب چشم روشن و ردیاب چشم صفحه نمایش رایانه) با مزایا و معایب مختلف مربوط به وزن، قابلیت حمل و دوام. به‌عنوان مثال، عینک‌های ردیابی چشم برای جمع‌آوری داده‌ها در محیط‌های باز (به‌عنوان مثال، مغازه‌های خواربار فروشی، مراکز باغ و غیره) مناسب هستند، جایی که شرکت کنندگان می‌توانند در حالی که از عینک ردیابی چشم استفاده می‌کنند، خرید کنند.

برعکس، ردیاب‌های نور برای محیط‌های کنترل شده مناسب‌تر است، مانند آزمایشگاه تحقیقاتی یا خرده فروشی، جایی که مواد تجربی (به‌عنوان مثال، تصاویر محصولات، برچسب‌ها یا انیمیشن‌ها) روی صفحه کامپیوتر نمایش داده می‌شود.

فناوری ردیابی چشم به محققان این فرصت را می‌دهد تا الگوهای کسب اطلاعات بصری مصرف کنندگان را جمع‌آوری و تحلیل کرده و ارتباط بین توجه بصری و رفتار مصرف کننده را جستجو کنند. در نتیجه، فناوری ردیابی چشم کاربردهای زیادی در تحقیقات رفتار مصرف کننده دارد و می‌تواند به پاسخگویی به سوالات تحقیقاتی مربوط به محصول، بسته و طرح‌های تبلیغاتی کمک کند [۵۱]. فناوری ردیابی چشم همچنین می‌تواند تاثیر محرک‌های بصری مختلف بر راهکارهای تصمیم‌گیری مصرف کنندگان را اندازه‌گیری کند [۵۲]. در نتیجه، محققان می‌توانند بهترین تبلیغات، بسته‌بندی و یا طرح‌های نمایشگاهی در فروشگاه را برای جلب توجه مصرف کنندگان بررسی کنند. محققان می‌توانند روی گزینه‌های قالب‌بندی خاص (مانند سبک/اندازه قلم، رنگ، تصاویر، تعداد محصولات و غیره) یا محتوای تبلیغاتی (شامل نام تجاری، اطلاعات ارزش افزوده و پیام‌های تبلیغاتی) تمرکز کنند. برخی از تحقیقات خاص که می‌توانند با استفاده از فناوری ردیابی چشم تبلیغ شوند، شامل الگوهای جستجوی بصری برای بدست آوردن اطلاعات محصول هستند. چه اطلاعاتی بر تصمیمات مصرف کنندگان تأثیر می‌گذارد؛ این که آیا توجه بصری براساس میزان اهمیت، خانواده، یا فشارهای خارجی (زمان، اهداف و غیره) متفاوت است یا خیر و کدام محصول یا طرح برچسب/بسته‌بندی از نظر بصری جذاب‌تر است.

حرکات چشمی پنجره‌ای به سمت بسیاری از جنبه‌های شناختی باز می‌کنند و به همین دلیل، فرصت‌های خوبی برای کاربرد ردیاب چشمی به‌عنوان یک ابزار پژوهشی در حوزه‌های مختلف وجود دارد؛ همچنین در بخش‌های تجاری و بازاریابی بصری علاقه زیادی به استفاده از فناوری ردیاب چشمی وجود دارد [۴۵].

پس یکی از مزایای فناوری ردیابی چشم، ثبت حرکات واقعی چشم است (جدول (۱)). در تحقیقات رفتار مصرف کننده، واکنش‌پذیری (هنگامی که شرکت کنندگان به دلیل مشاهده رفتار خود را تغییر می‌دهند) نگرانی عمده است. فناوری ردیابی چشم این نگرانی را کاهش می‌دهد زیرا حرکات واقعی چشم ثبت می‌شود و مصرف کنندگان اغلب فراموش می‌کنند که حرکات چشم آنها ثبت شده‌است [۵۳]. ضبط‌های ردیابی چشم حرکت طبیعی چشم و تثبیت آن را به تصویر می‌کشد. مزیت اضافی استفاده از فناوری ردیابی چشم در تحقیقات کیفیت و کمیت داده‌ها است (جدول (۱)). دوربین‌های ردیابی چشم حرکات واقعی و زمان واقعی چشم را ثبت می‌کنند. حرکات چشم به‌طور معمول با سرعت ۳۰ هرتز ثبت می‌شود (به این معنی که ۳۰ نقطه نگاه در ثانیه جمع‌آوری می‌شود [۵۴]). در نتیجه، فناوری ردیابی چشم مقدار زیادی داده دقیق را جمع‌آوری می‌کند. فناوری ردیابی چشم نیز از نظر مکان‌های تحقیق انعطاف‌پذیری را فراهم می‌کند (جدول (۱)). بسته به اهداف مطالعه، مطالعات رهگیری (که داده‌ها از مشتریان واقعی در مراکز خرده فروشی جمع‌آوری می‌شود) می‌توانند در مراکز خرده فروشی انجام شود یا شرکت کنندگان می‌توانند برای آزمایش به آزمایشگاه دعوت شوند.

با افزایش تعداد بیماران مبتلا به زوال عقل، تاثیر اقتصادی رو به رشد مرتبط با تشخیص و درمان زوال عقل به یک مسئله جهانی تبدیل شده‌است [۵۵ و ۵۶]. مطالعات اخیر نشان داده است که مداخله زودهنگام می‌تواند پیشرفت اختلالات شناختی را به تاخیر بیاندازد [۵۹-۵۷]. آزمایش‌های عصبی روانی سنتی، برای تشخیص زوال عقل معتبر هستند، اما تکمیل آنها زمان‌بر است (بیشتر از ۱۰ تا ۲۰ دقیقه) و برای به‌دست آوردن نمرات قابل اعتماد به یک آزمونگر بسیار آموزش دیده نیاز دارند. علاوه‌بر این، بار روانی در طول ارزیابی می‌تواند منجر به ایجاد یک تنگنا در استفاده از این آزمایش‌های عصب روانشناختی برای غربالگری معمول شود [۶۰]. فناوری ردیابی چشم امکان ارزیابی کمی و عینی حرکات چشم را به روش غیرتهاجمی فراهم می‌کند که می‌تواند در تحقیقات علوم اعصاب برای ارزیابی عملکرد یا نقص شناختی مانند آسیب مغزی آسیب‌زا، اختلال طیف اوتیسم و بیماری‌های عصبی تخریب کننده استفاده شود [۶۱-۷۵].

مطالعات پیشنهاد می‌کنند که ردیابی چشم روشی بسیار دقیق است و به محققان اجازه می‌دهد نه تنها مشکلات خواندن را شناسایی کنند، بلکه مهمتر از همه، برای تشخیص اینکه کجا این مشکلات، دقیقاً توسط خواننده درک و حل شده‌است. به‌عنوان مثال، فرنک مستر [۷۶] معتقد است که روش ردیابی چشم بهترین الگوی تجربی برای مطالعه دو زبانه بودن است، زیرا امکان تجزیه و تحلیل مراحل مختلف پردازش زبان (سازوکارهای خودکار در مقابل آگاهانه یا کنترل شده) را فراهم می‌کند.

در واقع، روش ردیابی چشم تنها روشی است که به تجزیه و تحلیل بسیاری از متغیرهای وابسته برای بررسی پردازش زبان اجازه بررسی می‌دهد. این امکان به محقق این فرصت را می‌دهد تا هنگام باز شدن جمله، پردازش خواندن را تجزیه و تحلیل کند، از اولین لحظه‌ای که یک کلمه، یک عبارت یا یک بند تثبیت می‌شود تا زمانی که کنار گذاشته شود.

در مجموع، روش ردیابی چشم به محققان اجازه می‌دهد تا نه تنها در مورد پردازش خواندن اطلاعات بیشتری داشته باشند، بلکه انواع مختلف رفتارهای خواندن را به‌عنوان ساختارهای نحوی مختلف در حال پردازش شناسایی می‌کنند. همچنین، امکان تجزیه و تحلیل اقداماتی مانند خواندن گذر اول و دوم به محققان این شانس را می‌دهد تا مشخص کنند چه موقع و کجا اختلال در خواندن ایجاد می‌شود، پردازش خودکار را در یک فرآیند کنترل شده تغییر می‌دهد و چه هنگام تجزیه و تحلیل مجدد آغاز می‌شود.

معایب:

یکی از معایب اصلی فناوری ردیابی چشم این است که نمی‌توان همه چشم‌ها را ردیابی کرد (جدول (۱)). لنزهای تماسی، عینک و رنگ مردمک همگی می‌توانند بر توانایی دوربین ردیابی چشم در ثبت حرکات چشم تأثیر بگذارند [۵۴]. در نتیجه، همه (به‌طور معمول ۱۰ تا ۲۰ درصد از نمونه) نمی‌توانند در یک مطالعه ردیابی چشم شرکت کنند [۷۷]. در نتیجه، نمایندگی نمونه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. مطالعات ردیابی چشم نیز به منابع مالی، زمان و نیروی کار قابل توجهی نیاز دارد (جدول (۱)). تجهیزات ردیابی چشم (مانند دوربین، کامپیوتر، نرم‌افزار) و آموزش می‌تواند گران باشد. علاوه‌بر این، فقط می‌توان یک نفر را در یک زمان ضبط کرد. مشارکت فردی به جای مشارکت گروهی، زمان و کار بسیار بیشتری را می‌طلبد. استفاده از چندین دستگاه ردیابی چشم می‌تواند به کاهش کل زمان آزمایش کمک کند، اما می‌تواند بیشتر کار کند. سومین چالش این است که فناوری ردیابی چشم فقط حرکات چشم را ثبت می‌کند (جدول (۱)). بنابراین، فناوری ردیابی چشم باید با روش جمع‌آوری داده‌های اضافی برای تفسیر دقیق ضبط‌ها جفت شود. به‌عنوان مثال، مقیاس‌های لیکرت که تمایل خرید مشتریان را ارزیابی می‌کند، می‌تواند برای تعیین اطلاعاتی که مصرف کنندگان بصری بررسی می‌کنند و هنگام تصمیم‌گیری در مورد اینکه آیا مایل به خرید محصول هستند، مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، تفسیر این نتایج می‌تواند چالش برانگیز باشد زیرا توجه بصری تنها عامل موثر بر رفتار مصرف کننده نیست [۴۹].

جدول (۱): مزایا و معایب تجهیزات ردیابی چشم [۵۴ و ۷۸]

مزایای تجهیزات ردیابی چشم	معایب تجهیزات ردیابی چشم
داده‌های بصری واقعی	همه چشم‌ها قابل ردیابی نیستند
حرکات طبیعی چشم ثبت شده‌است	فقط یک فرد را در یک زمان دنبال می‌کند (نه گروه‌ها)
ضبط‌های ۳۰ هرتز (۳۰ نقطه نگاه در ثانیه)	فقط داده‌های حرکت چشم را ردیابی می‌کند (نه افکار)
دقت و صحت بالا	مشکل در تفسیر نتایج
حجم زیادی از داده‌ها را جمع‌آوری می‌کند	
انعطاف‌پذیری مکان	

مسائل متعددی می‌توانند بر قابلیت اطمینان داده‌های ردیابی چشم به‌عنوان بازتاب فرآیندهای شناختی تأثیر بگذارد. اوبراین [۴۷] هنگام استفاده از ردیابی چشم برای بررسی فرآیندهای شناختی به چندین چالش روش شناختی اشاره می‌کند. انتخاب ردیاب چشمی، محیط تحقیق و میزان آشنایی شرکت کننده با کار با ردیاب چشم برخی از عواملی هستند که ممکن است در تعمیم‌پذیری داده‌های ثبت شده تأثیر منفی بگذارد. داده‌های ردیابی چشم می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار گیرد که به‌طور خاص به رویدادهای شناختی مربوط نمی‌شوند. به‌عنوان مثال، دقت چشمی چشم، پاسخ‌های بازتابی مانند پاسخ‌های مردمک به تغییرات شدت نور، برخی از این عوامل هستند.

سایر عواملی که بر میزان ثبت موقعیت چشم شرکت کننده در صفحه نمایش تأثیر می‌گذارد، مربوط به چشم شرکت کننده و استفاده احتمالی از عینک است. مشکلات مربوط به چشم و عینک را می‌توان قبل از جمع‌آوری داده‌های ردیابی چشم تا حدی پیش‌بینی و در نظر گرفت، در نتیجه شانس یک ضبط موفق با کیفیت بالا را افزایش می‌دهد. عینک‌ها و لنزهای تماسی به‌طور معمول مشکلی برای کیفیت داده‌های ثبت شده ردیابی چشم ایجاد نمی‌کنند، اگرچه شکل عینک مورد استفاده شرکت کنندگان می‌تواند تأثیر منفی داشته باشد. ردیاب‌های چشمی بر دید بدون مانع بین ردیاب چشم و چشمان شرکت کننده تکیه می‌کنند و اگر قاب عینک بسیار باریک باشد، ممکن است سیگنال مادون قرمز توسط قاب مسدود شود و داده‌ها توسط ردیاب ضبط نشوند. به‌طور مشابه، لنزهای دو کانونی می‌توانند مشکلاتی را ایجاد کنند زیرا کیفیت سیگنال از چشم به ردیاب چشم می‌تواند تحت تأثیر تغییرات ناگهانی دیوپتر لنز قرار گیرد. به همان دلیل انسداد دید بین ردیاب چشم و چشم، حتی مژه‌های بلند و ریمل سنگین می‌توانند ضبط داده‌های ردیابی خوب را مشکل‌ساز کند. برای جلوگیری از این مشکلات، ممکن است لازم باشد به شرکت کنندگان دستور داده شود که از ریمل سنگین استفاده نکنند و درصورت امکان، از عینک‌هایی استفاده کنند که دارای قاب بسیار باریک یا لنزهای دو کانونی نیستند. ردیاب چشم در هر صورت باید کاملاً کالیبره شود تا محقق بتواند مشکلات احتمالی را قبل از شروع جلسه ضبط تشخیص دهد [۴۸].

نتیجه‌گیری

یکی از پر کاربردترین ابزارهای پژوهشی در حوزه علوم شناختی دستگاه ردیاب چشم است. با استفاده از ردیابی چشم می‌توانیم مسیر حرکت چشم کاربران، مدت زمانی که به یک چیز نگاه می‌کنند و اینکه به کدام نقطه در زمان نگاه می‌کنند را تشخیص دهیم. داده‌های جمع‌آوری شده توسط این دستگاه در تحلیل بسیاری از فعالیت‌های شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرند، همچنین برای دانستن اینکه کدام مکان بیشترین توجه را جلب می‌کند، استفاده از روش‌های ردیابی چشم می‌تواند مفید باشد.

پیشرفت در فناوری ردیابی چشم منجر به افزایش دسترسی به تجهیزات ارزان‌تر و آسان‌تر برای استفاده شده‌است که می‌تواند توسط بازاریابان به‌منظور درک بهتر رفتار انتخابی مصرف کننده استفاده شود. یکی از معایب اصلی فناوری ردیابی چشم این است که نمی‌توان همه چشم‌ها را ردیابی کرد. لنزهای تماسی، عینک و رنگ مردمک همگی می‌توانند بر توانایی دوربین ردیابی چشم در ثبت حرکات چشم تأثیر بگذارند.

پی‌نوشت

۱. استادیار گروه علوم اعصاب شناختی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم شناختی گرایش روانشناسی شناختی، گروه علوم اعصاب شناختی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه تبریز، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم شناختی گرایش روانشناسی شناختی،گروه علوم اعصاب شناختی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه تبریز، ایران

4. Fovea centralis
5. Eye Tracking
6. Saccade
7. Microsaccade
8. Hyönä

مراجع

[1] Mohamed AO, Da Silva MP, Courboulay V. A history of eye gaze tracking. 2007.

[2] Ohno T, editor One-point calibration gaze tracking method. Proceedings of the 2006 symposium on Eye-tracking research & applications; 2006.

[3] Hansen DW, Ji Q. In the eye of the beholder: A survey of models for eyes and gaze. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. 2009;32(3):478-500.

[4] Schall A, Bergstrom JR. Introduction to eye tracking. Eye-tracking in user experience design: Elsevier; 2014. p. 3-26.

[۵] مهدی زاهدی ن. ردیابی حرکات چشمی، رویکردی برای سنجش خواندن بر پایه تعامل دیداری. پژوهش‌نامه کتابداری و اطلاع رسانی. ۱۳۹۶;سال هفتم:۷۵-۳۵۲.

[6] Al-Rahayfeh A, Faezipour M. Eye tracking and head movement detection: A state-of-art survey. IEEE journal of translational engineering in health and medicine. 2013;1:2100212-.

[7] Just MA, Carpenter PA. A theory of reading: From eye fixations to comprehension. Psychological review. 1980;87(4):329.

[8] Just MA, Carpenter PA. Eye fixations and cognitive processes. Cognitive psychology. 1976;8(4):441-80.

[9] Holmqvist K, Nyström M, Andersson R, Dewhurst R, Jarodzka H, Van de Weijer J. Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures: OUP Oxford; 2011.

[10] Henderson JM. Human gaze control during real-world scene perception. Trends in cognitive sciences. 2003;7(11):498-504.

[11] Rayner K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. Psychological bulletin. 1998;124(3):372.

[12] Lilienthal AJ, Schindler M. Current trends in the use of eye-tracking in mathematics education research: A PME survey. arXiv preprint arXiv:190412581. 2019.

[13] Latifzadeh K, Amiri S, Bosaghzadeh A, Rahimi M, Ebrahimpour R. Evaluating cognitive load of multimedia learning by eye-tracking data analysis. The technology of Education Journal (TEJ). 2020;15(1):33-50.

[۱۴] سمیه صالحی، علی صنایعی، نگار سماک نژاد، علی کاظمی. کاربرد ابزارهای بازاریابی عصبی در حوزه خدمات بازاریابی. دومین کنفرانس ملی مدیریت راهبردی خدمات ۱۳۹۶ ۱۳۹۶;نجف آباد.

[15] Bix L, Seo W, Sundar RP. The effect of color contrast on consumers' attentive behaviors and perception of fresh produce. Packaging Technology and Science. 2013;26(2):96-104.

[16] Bergstrom JR, Schall A. Eye tracking in user experience design: Elsevier; 2014.

[17] Veltman J, Gaillard A. Physiological indices of workload in a simulated flight task. Biological psychology. 1996;42(3):323-42.

[18] Duchowski AT, Krejtz K, Krejtz I, Biele C, Niedzielska A, Kiefer P, et al., editors. The index of pupillary activity: Measuring cognitive load vis-à-vis task difficulty with pupil oscillation. Proceedings of the 2018 CHI conference on human factors in computing systems; 2018.

[19] Ito A, Corley M, Pickering MJ. A cognitive load delays predictive eye movements similarly during L1 and L2 comprehension. Bilingualism: Language and Cognition. 2018;21(2):251-64.

[20] de Greef T, Lafeber H, van Oostendorp H, Lindenberg J, editors. Eye movement as indicators of mental workload to trigger adaptive automation. International Conference on Foundations of Augmented Cognition; 2009: Springer.

[21] Tsai Y-F, Viirre E, Strychacz C, Chase B, Jung T-P. Task performance and eye activity: predicting behavior relating to cognitive workload. Aviation, space, and environmental medicine. 2007;78(5): B176-B85.

[22] Duchowski A. Eye movement analysis. Eye Tracking Methodology: Springer; 2007. p. 137-53.

[23] Chen S, Epps J, Ruiz N, Chen F, editors. Eye activity as a measure of human mental effort in HCI. Proceedings of the

16th international conference on Intelligent user interfaces; 2011.

[24] Rudmann DS, McConkie GW, Zheng XS, editors. Eyetracking in cognitive state detection for HCI. Proceedings of the 5th international conference on Multimodal interfaces; 2003.

[25] Heidarzadeh K, Soltani H. Neuromarketing: Exploring the brain of the consumer. Tehran, Science pub.(In Persian); 2013.

[26] Barrios VMG, Gütl C, Preis AM, Andrews K, Pivec M, Mödritscher F, et al. AdELE: A framework for adaptive e-learning through eye-tracking. Proceedings of IKNOW. 2004:609-16.

[27] Porta M, Ricotti S, Perez CJ, editors. Emotional e-learning through eye-tracking. Proceedings of the 2012 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON); 2012: IEEE.

[28] Rafiqi S, Wangwiwattana C, Kim J, Fernandez E, Nair S, Larson EC, editors. PupilWare: towards pervasive cognitive load measurement using commodity devices. Proceedings of the 8th ACM International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments; 2015.

[29] Pomplun M, Sunkara S, editors. Pupil dilation as an indicator of cognitive workload in human-computer interaction. Proceedings of the International Conference on HCI; 2003: Citeseer.

[30] Klingner J, Kumar R, Hanrahan P, editors. Measuring the task-evoked pupillary response with a remote eye tracker. Proceedings of the 2008 symposium on Eye-tracking research & applications; 2008.

[31] Hess EH, Polt JM. Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving. Science. 1964;143(3611):1190-2.

[32] Hyönä J, Tommola J, Alaja A-M. Pupil dilation as a measure of processing load in simultaneous interpretation and other language tasks. The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1995;48(3):598-612.

[33] O'Brien S. Eye-tracking and translation memory matches. PERSPECTIVES-STUDIES IN TRANSLATION THEORY AND PRACTICE. 2006;14(3):185-205.

[34] Caffrey C. Using pupillometric, fixation-based and subjective measures to measure the processing effort experienced when viewing subtitled TV anime with pop-up gloss. Copenhagen Studies in language. 2008(36):125-44.

[35] Chang CY. Testing applicability of eye-tracking and fMRI to translation and interpreting studies: An investigation into directionality. 2009.

[36] Jensen KTH, Sjørup AC, Balling LW. Effects of L1 syntax on L2 translation. Methodology, Technology, and Innovation in Translation Process Research Copenhagen: Samfundslitteratur. 2009:319-38.

[37] Pavlović N, Jensen K. Eye-tracking translation directionality. Translation research projects 2. 2009:93-109.

[38] Hvelplund KT. Allocation of cognitive resources in translation: An eye-tracking and key-logging study: Frederiksberg: Copenhagen Business School (CBS); 2011.

[39] Ahern S, Beatty J. Pupillary responses during information processing vary with Scholastic Aptitude Test scores. Science. 1979;205(4412):1289-92.

[40] Liversedge SP, Findlay JM. Saccadic eye movements and cognition. Trends in cognitive sciences. 2000;4(1):6-14.

[41] Rolfs M. Microsaccades: small steps on a long way. Vision research. 2009;49(20):2415-41.

[42] Duchowski AT. A breadth-first survey of eye-tracking applications. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers. 2002;34(4):455-70.

[43] Ramsøy T. An Introduction to Consumer Neuroscience & Neuromarketing. Coursera course. 2014;10.

[44] Valtakari NV, Hooge IT, Viktorsson C, Nyström P, Falck-Ytter T, Hessels RS. Eye-tracking in human interaction: Possibilities and limitations. Behavior Research Methods. 2021:1-17.

[45] Nooghabi MZ, Fattahi R, Salehi Fadardi J, Nowkarizi M. Eye-tracking method in human-computer interaction: assessing the interaction based on the eye movement data. Iranian Journal of information processing and management. 2017;34(1):349-74.

[46] Funke G, Greenlee E, Carter M, Dukes A, Brown R, Menke L, editors. Which eye tracker is right for your research? Performance evaluation of several cost variant eye trackers. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society annual meeting; 2016: SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.

[47] O'Brien S. Eye tracking in translation process research: methodological challenges and solutions. Methodology, technology, and innovation in translation process research. 2009;38:251-66.

[48] Hvelplund KT. Eye-tracking and the translation process: Reflections on the analysis and interpretation of eye-tracking data. 2014

[49] Holmqvist K, Nyström M, Mulvey F, editors. Eye tracker data quality: what it is and how to measure it. Proceedings of the symposium on eye tracking research and applications; 2012.

[50] Khachatryan H, Rihn AL. Eye-tracking methodology and applications in consumer research. Electron Data Inf Source UF/IFAS Ext. 2014:1-5.

[51] Wästlund E, Shams P, Löfgren M, Witell L, Gustafsson A. Consumer perception at point of purchase: Evaluating proposed package designs in an eye-tracking lab. Journal of Business & Retail Management Research. 2010;5(1):42-51.

[52] Orquin JL, Loose SM. Attention and choice: A review on eye movements in decision making. Acta psychologica.

2013;144(1):190-206.

[53] Maughan L, Gutnikov S, Stevens R. Like more, look more. Look more, like more: The evidence from eye-tracking. Journal of Brand management. 2007; 14-335:(4).

[54] Wąsikowska B. The application of eye-tracking in business. 2014.

[55] Yan R, Vassar R. Targeting the β secretase BACE1 for Alzheimer's disease therapy. The Lancet Neurology. 2014;13(3):319-29.

[56] Karran E, De Strooper B. The amyloid cascade hypothesis: are we poised for success or failure? Journal of neurochemistry. 2016;139:237-52.

[57] Livingston G, Sommerlad A, Orgeta V, Costafreda SG, Huntley J, Ames D, et al. Dementia prevention, intervention, and care. Lancet (London, England). 2017;390(10113):2673-734. Epub 2017/07/25. DOI: 10.1016/s0140-6736(17)31363-6. PubMed PMID: 28735855.

[58] Karssemeijer EE, Aaronson JJ, Bossers WW, Smits TT, Kessels RR. Positive effects of combined cognitive and physical exercise training on cognitive function in older adults with mild cognitive impairment or dementia: A meta-analysis. Ageing research reviews. 2017;40:75-83.

[59] Ngandu T, Lehtisalo J, Solomon A, Levälahti E, Ahtiluoto S, Antikainen R, et al. A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): a randomised controlled trial. The Lancet. 2015;385(9984):2255-63.

[60] Oyama A, Takeda S, Ito Y, Nakajima T, Takami Y, Takeya Y, et al. Novel method for rapid assessment of cognitive impairment using high-performance eye-tracking technology. Scientific reports. 2019;9(1):1-9.

[61] Fujioka T, Inohara K, Okamoto Y, Masuya Y, Ishitobi M, Saito DN, et al. Gazefinder as a clinical supplementary tool for discriminating between autism spectrum disorder and typical development in male adolescents and adults. Molecular autism. 2016;7(1):1-14.

[62] Kelly M. Technical report of the use of a novel eye tracking system to measure impairment associated with mild traumatic brain injury. Cureus. 2017;9(5).

[63] Nishizato M, Fujisawa TX, Kosaka H, Tomoda A. Developmental changes in social attention and oxytocin levels in infants and children. Scientific reports. 2017;7(1):1-10.

[64] Fujisawa TX, Tanaka S, Saito DN, Kosaka H, Tomoda A. Visual attention for social information and salivary oxytocin levels in preschool children with autism spectrum disorders: an eye-tracking study. Frontiers in neuroscience. 2014;8:295.

[65] Yamasue H, Okada T, Munesue T, Kuroda M, Fujioka T, Uno Y, et al. Effect of intranasal oxytocin on the core social symptoms of autism spectrum disorder: a randomized clinical trial. Molecular psychiatry. 2020;25(8):1849-58.

[66] Boxer AL, Garbutt S, Seeley WW, Jafari A, Heuer HW, Mirsky J, et al. Saccade abnormalities in autopsy-confirmed frontotemporal lobar degeneration and Alzheimer disease. Archives of neurology. 2012;69(4):509-17.

[67] Fletcher WA, Sharpe JA. Saccadic eye movement dysfunction in Alzheimer's disease. Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society. 1986;20(4):464-71.

[68] Yang Q, Wang T, Su N, Liu Y, Xiao S, Kapoula Z. Long latency and high variability in accuracy-speed of prosaccades in Alzheimer's disease at mild to moderate stage. Dementia and geriatric cognitive disorders extra. 2011;1(1):318-29.

[69] Garbutt S, Matlin A, Hellmuth J, Schenk AK, Johnson JK, Rosen H, et al. Oculomotor function in frontotemporal lobar degeneration, related disorders and Alzheimer's disease. Brain. 2008;131(5):1268-81.

[70] Crawford TJ, Higham S, Renvoize T, Patel J, Dale M, Suriya A, et al. Inhibitory control of saccadic eye movements and cognitive impairment in Alzheimer's disease. Biological psychiatry. 2005;57(9):1052-60..

[71] Shafiq-Antonacci R, Maruff P, Masters C, Currie J. Spectrum of saccade system function in Alzheimer disease. Archives of neurology. 2003;60(9):1272-8.

[72] Pavisic IM, Firth NC, Parsons S, Rego DM, Shakespeare TJ, Yong KX, et al. Eyetracking metrics in young onset Alzheimer's disease: a window into cognitive visual functions. Frontiers in neurology. 2017;8:377.

[73] Crutcher MD, Calhoun-Haney R, Manzanares CM, Lah JJ, Levey AI, Zola SM. Eye tracking during a visual paired comparison task as a predictor of early dementia. American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias®. 2009;24(3):258-66.

[74] Fernández G, Manes F, Rotstein NP, Colombo O, Mandolesi P, Politi LE, et al. Lack of contextual-word predictability during reading in patients with mild Alzheimer disease. Neuropsychologia. 2014;62:143-51.

[75] Kawagoe T, Matsushita M, Hashimoto M, Ikeda M, Sekiyama K. Face-specific memory deficits and changes in eye scanning patterns among patients with amnestic mild cognitive impairment. Sci Rep. 2017;7(1):14344. Epub 2017/11/01. doi: 10.1038/s41598-017-14585-5. PubMed PMID: 29085022; PubMed Central PMCID: PMCPMC5662773.

[76] Frenck-Mestre C. Eye-movement recording as a tool for studying syntactic processing in a second language: A review of methodologies and experimental findings. Second Language Research. 2005;21(2):175-98.

[77] Jacob RJ, Karn KS. Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. The mind's eye: Elsevier; 2003. p. 573-605.

[78] Reisen N, Hoffrage U, Mast FW. Identifying decision strategies in a consumer choice situation. Judgment and decision making. 2008;3(8):641-58.

Authors

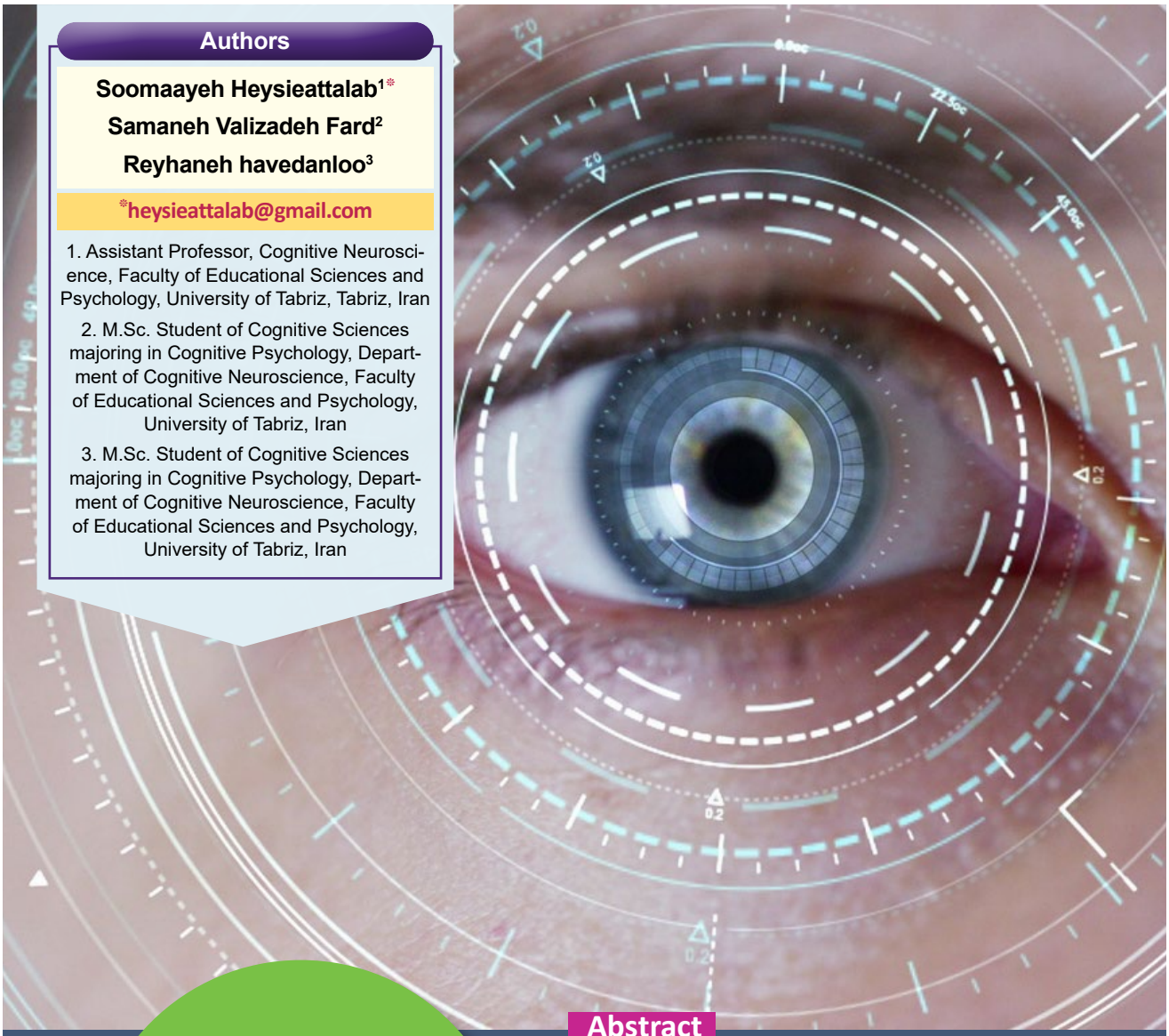
Soomaayeh Heysieattalab[1*]
Samaneh Valizadeh Fard[2]
Reyhaneh havedanloo[3]

*heysieattalab@gmail.com

1. Assistant Professor, Cognitive Neuroscience, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Tabriz, Tabriz, Iran

2. M.Sc. Student of Cognitive Sciences majoring in Cognitive Psychology, Department of Cognitive Neuroscience, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Tabriz, Iran

3. M.Sc. Student of Cognitive Sciences majoring in Cognitive Psychology, Department of Cognitive Neuroscience, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Tabriz, Iran



Application of eye-tracker in cognitive sciences

Abstract

Considering that most of the information used in cognitive processing is obtained from visual attention, studies in visual attention in cognitive sciences are essential. The eye-tracking analysis is a research tool used to measure visual attention. Studies of consumer behavior showed a relationship between visual attention and consumer purchasing decisions. Eye-tracking technology is used to research consumer decision-making, marketing, and advertising and diagnose cognitive disorders.

Keywords

Cognitive processing; Visual attention; Eye-tracking

Iran Nanotechnology Laboratory Network

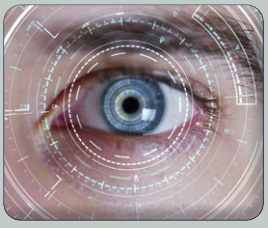
Iranian Journal of laboratory Knowledge

ISSN 2538-3450

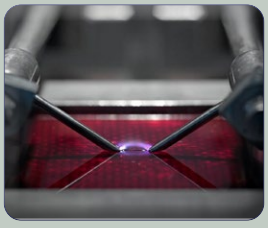
Volume 9 ▪ Issue 3 ▪ Fall 2021 ▪ No.35

Types of surfactants: surfactants, properties and identification

Introduction of rheometer measurement systems



Application of eye-tracker in cognitive sciences



Performing Tracking Test with Three Different Methods on Polymeric Electrical Insulations

Quality management and its role in test performance laboratory according ISO/IEC 17025

Particle size techniques, factors and applications

www.IJLK.ir
info@ijlk.ir