Modeling of Consumers' Visual Behavior by Using Artificial Intelligence

Davoud Sadeh, Kambiz Heidarzadeh*

Department of Business Administration, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Article Info:

Received: **11 May 2024** ***Revised:*** **20 July 2024** ***Accepted*****: 3 Aug 2024**

ABSTRACT

Introduction: The purpose of the research is to model visual behavior through machine learning methods, analyzing visual data to increase recognition and accuracy of decision-making is one of the important aspects of this research. ***Materials and Methods:*** The research method is an exploratory-laboratory type, which has extracted visual data using the GAZEPOINT eye tracker analyzed and modeled by the multi-layer perceptron neural network algorithm in the Python environment. The statistical population consists of consumers of a bag brand with natural fiber materials, which is shown to 30 women in the form of three images, the tasks are designed for choice/choices and non-choice/non-choices. ***Results:*** Based on the confusion matrix, Kappa index, and recall metrics, the results indicate that the model provides a robust prediction for general visual behavior across various types of images. Based on the confusion matrix, Kappa index (K=0.34), and recall (R=66), the results suggest that visual behavior modeling is generally effective across different image categories, with an overall accuracy of 66.8%. The model shows higher accuracy when predicting visual behavior for specific image types, indicating that the performance of the model improves when tailored to individual image categories (Accuracy: 67.8, 76.9, 73, k= 0.35, 0.53, 0.46, R= 68, 75, 78). ***Conclusion:*** Visual behavior modeling provides behavioral science researchers and product design experts a proactive approach by predicting consumer choices and non-choices. This ability enhances the accuracy of studies and allows for more informed decisions.

Keywords:

1. Eye-Tracking Technology
2. Confusion
3. Saccades

***Corresponding Author:** Kambiz Heidarzadeh

Email: *kambizheidarzadeh@yahoo.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]

مدل‌سازی رفتار بصری مصرف‌کنندگان با بکارگیری هوش مصنوعی

داود ساده، کامبیز حیدرزاده*

گروه مدیریت بازرگانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:
دریافت: ۲۲ اردیبهشت ۱۴۰۳ **اصلاحیه:** ۳۰ تیر ۱۴۰۳ **پذیرش:** ۱۳ مرداد ۱۴۰۳

چـــــکیده

مقدمه: هدف پژوهش مدل‌سازی رفتار بصری از طریق روش‌های یادگیری ماشین می‌باشد، تجزیه و تحلیل داده‌های بصری به‌منظور افزایش تشخیص و دقت تصمیم‌گیری یکی از جنبه‌های مهم این تحقیق است. ***مواد و روش‌ها:*** روش تحقیق از نوع اکتشافی- آزمایشگاهی می‌باشد که با بکارگیری ردیاب چشم صحنه GAZEPOINT داده‌های بصری استخراج شده است و به وسیله الگوریتم شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه در نرم‌افزار پایتون تحلیل و مدل‌سازی گردیده است. جامعهٔ آماری تشکیل شده است از مصرف کنندگان یک برند کیف با مواد الیاف طبیعی که در قالب سه تصویر به ۳۰ نفر زن نشان داده شده است. تسک‌ها به منظور انتخاب/ انتخاب‌ها و عدم انتخاب/ عدم انتخاب‌ها طراحی شده است. ***یافته‌ها:*** بر اساس ماتریس درهم ریختگی، شاخص کاپا و معیارهای پوشش، نتایج نشان می‌دهد که این مدل پیش‌بینی قوی را برای رفتار بصری کلی در انواع مختلف تصاویر ارائه می‌دهد. بر مبنای ماتریس درهم ریختگی ، شاخص کاپا (K=۰/۳۴)، و پوشش (R=۶۶)، نتایج نشان می‌دهد که مدل‌سازی رفتار بصری به طور کلی در دسته‌های مختلف تصویر مؤثر است، با دقت کلی ۶۶/۸ درصد. این مدل دقت بالاتری را هنگام پیش‌بینی رفتار بصری برای انواع تصاویر خاص ارائه می‌دهد، که نشان می‌دهد عملکرد مدل زمانی که برای دسته‌های تصویری منفرد تنظیم شود، بهبود می‌یابد (R: ۶۸، ۷۵، ۷۸ ، K: ۰/۳۵، ۰/۵۳، ۰/۴۶ ، Accuracy: ۶۷/۸، ۷۶/۹، ۷۳). ***نتیجه‌گیری:*** مدل‌سازی رفتار بصری با پیش‌بینی انتخاب‌ها و عدم انتخاب‌های مصرف‌کننده، رویکردی فعالانه برای محققان علوم رفتاری و کارشناسان طراحی محصول فراهم می‌کند. این توانایی دقت مطالعات را افزایش می‌دهد و امکان تصمیم‌گیری آگاهانه‌تری را فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی:
۱- فناوری ردیابی چشم
۲- درهم ریختگی
۳- ساکادها

***نویسنده مسئول:** کامبیز حیدرزاده

پست الکترونیک: *kambizheidarzadeh@yahoo.com*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]

مقدمه

رفتار مصرف‌کننده همواره یکی از حوزه‌های مورد توجه پژوهشگران علوم رفتاری بوده که در ۵۰ سال گذشته شاهد رشد علمی آن بوده‌ایم، بر این اساس، ادبیات مربوط به این موضوع در تعدادی از مطالعات قبلی در مهم‌ترین مجلات علمی مرکز توجه بوده است ادبیات در مورد رفتار مصرف کننده متنوع و گسترده است، زیرا تغییرات در جامعه، اقتصاد و فناوری بر نحوه رفتار مصرف کنندگان تأثیر می‌گذارد (۱۴-۱). ناگزیر، تاثیر این تغییرات را باید در مطالعات رفتار مصرف کننده بررسی کرد. مانند هر رشته دیگری، تجزیه و تحلیل سیستماتیک وضعیت توسعه دانش حوزه رفتار مصرف کننده برای اطمینان از رشد آینده آن حیاتی است (۱۰). لذا باید تاریخ فکری این رشته را واکاوی نمود (۱۲).

اهمیت رفتار مصرف کننده در رشته‌های مختلف ادبیات کسب و کار نیز، نیازمند مطالعات و نگاهی به روز به ادبیات این حوزه را نشان می‌دهد (۱۵). چنین مطالعاتی با روشن کردن مسیر و شناسایی شکاف‌ها، علاوه بر کمک به پژوهشگران و متخصصان رفتار مصرف‌کننده، راهنمایی برای آن‌ها در تعیین موقعیت پژوهش‌ها و تلاش‌های آینده‌شان خواهد بود (۱۶،۱۷). حوزه رفتار مصرف کننده از اوایل دهه شصت به‌طور فزاینده‌ای به مهم‌ترین موضوع تحقیق در میان نظریه پردازان علوم رفتاری تبدیل شده است (۱۸). در طول سال‌های گذشته، مدل‌های مختلفی برای توضیح رفتار مصرف‌کنندگان در موقعیت‌های کلی تصمیم‌گیری ارائه شده است (۲۱-۱۹). بسیاری از این مدل‌ها از نظر وسعت چشمگیر هستند، اما قدرت واقعی آن‌ها در توضیح رفتار مصرف‌کنندگان به‌طور قابل‌توجهی به دلیل این واقعیت که بیشتر تلاش‌های تحقیقاتی تاکنون فقط به سمت بخش‌های خاص و مشهود از مدل‌ها بوده است نتوانسته ابعاد دیگر و نامشهود را در بر بگیرد (۲۶-۲۲).

در غیاب ارزیابی دقیق مدل‌ها بر اساس معیارهای مشخص، حتما روش‌هایی جاودانه خواهند بود که بخش نامشهود رفتار را بطور کاربردی واکاوی کند (۲۷). مدل‌های مصرف کننده به صورت جهانشمول از دو بعد داخلی و خارجی تشکیل گردیده است (۲۸،۲۹) که عوامل خارجی شامل جمعیت شناختی، فرهنگ، جغرافیا و جایگاه اجتماعی و همچنین عوامل داخلی شامل شخصیت، نگرش، انگیزش، یادگیری، ادراک ، هیجان و حافظه می باشد (۲۹، ۱۰، ۷).

ادراک فیزیکی از طریق گیرنده‌های حسی انسان با داشتن پایه‌های شناختی و هیجانی رفتار را تحت الشعاع قرار می‌دهد، همان بعد نامشهود که بررسی رفتار مصرف کنندگان در بر گرفته است حس بصری در مقایسه با دیگر حواس از درجه بالایی برخوردار است به نحوی که می‌توان الگوهای مدل رفتار مصرف کننده را از بعد بصری بررسی کرد (۳۴-۳۰).

رفتار بصری مصرف‌کننده

وقتی نیاز داریم بدانیم که فرد دیگری چه فکر می‌کند، به چشم‌های او نگاه می‌کنیم. با انجام این کار، ما نه تنها در مورد تمرکز بصری آن‌ها می‌آموزیم، بلکه در مورد افکار و مقاصد خصوصی آن‌ها و در مورد پیام‌هایی که به صراحت به دیگران منتقل می‌کنند نیز استنباط می‌کنیم (۳۵،۳۶).

حرکت چشم انسان که رفتار بصری را شکل می‌دهد، می‌تواند ویژگی‌های مهم شناختی، عاطفی، انگیزشی و اجتماعی افراد را آشکار کند (۳۷،۳۸). رفتار بصری به جمع‌آوری فعال اطلاعات از طریق حرکات هماهنگ چشم، سر و بدن اشاره دارد، «نگاه کردن به اطراف با هدف». پژوهشگران از اصطلاح «رفتار بصری» برای اشاره به ادراک بصری، پردازش بصری، توجه بصری و انواع دیگر مفاهیم و اصطلاحات استفاده می‌کنند (۳۹)، اهمیت قوای شنوایی، چشایی و بویایی محرک‌های حرکتی بر روی رفتار در مقابل محرک‌های بصری تاثیر کمتری را دارند، زیرا مردم عمدتا بصری‌گرا می‌باشند (۳۳،۴۰).

چشم‌ها زبان جهانی دارند و انسان‌ها از اطلاعات، جهت نگاه برای درک تمرکز و وضعیت ذهنی دیگران و برای حفظ روابط اجتماعی با دیگران استفاده می کنند (۴۲-۴۱). مطرح شده است که ساختار چشم انسان تحت فشار نیاز به رفتار هماهنگ با دیگران تکامل یافته است (۴۳). برخلاف چشم‌های دیگر موجودات، چشم انسان ساختاری متمایز دارد که از صلبیه سفید و عنبیه تیره تشکیل شده است، این اجازه می‌دهد تا نگاه مستقیم و اجتناب شده را تشخیص دهیم و تمرکز توجه دیگران را به راحتی تشخیص دهیم (۴۴).

عمدتا برای بررسی رفتار بصری از روش ردیابی چشم استفاده می‌شود، فناوری ردیابی چشم به‌عنوان ابزاری قابل اعتماد برای ارزیابی رفتارهای بصری افراد و شناسایی تجربی فرآیندهای شناختی ظاهر شده است، پژوهشگران اقدامات ردیابی چشم را بر اساس زمان (به‌عنوان مثال مدت زمان فیکسیشن[1])، مبتنی بر فضا (به‌عنوان مثال توالی فیکسیشن) و مبتنی بر تکرار (به‌عنوان مثال تعداد فیکسیشن) طبقه‌بندی کرده‌اند (۴۷-۴۵). در بین این سه، مقیاس زمانی بیشترین استفاده را در تحقیقات ردیابی چشم دارد (۴۸).

با توجه به فرضیه «ذهن چشم» مبنی بر اینکه در جایی که چشمان فرد ثابت است، تمرکز پردازش ذهنی است، اقدامات ردیابی چشم به طور فزاینده‌ای برای بررسی پردازش اطلاعات مانند تصمیم‌گیری و حل مسئله مورد استفاده قرار گرفته است (۵۲-۴۸). برای درک رفتار بصری نیاز به تحلیل و تفسیر حرکات چشم در فعالیت‌های شناختی می‌باشد، اجزاء اساسی حرکات

[1] Fixation

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]

چشم فیکسیشن، ساکاد[2] و پلک زدن[3] هستند (۴۸،۵۳).

ساکادها

چشم در هنگام مشاهده یک صحنه بصری ثابت نمی‌ماند (۳۳). چشم‌ها باید دائم حرکت کنند و از قسمت‌های جالب صحنه، یک نقشه روانی یا ذهنی بسازند، زیرا فقط یک نقطه مرکزی کوچکی از چشم ، فوویا[4] قادر به درک بیشتر است (۵۴). این جنبش همزمان دو چشم را «ساکاد» می‌نامند (۵۵). مدت زمان یک ساکاد بستگی به فاصله زاویه‌ای چشم در طول این جنبش دارد که اصطلاحا به آن دامنه ساکاد می‌گویند (۵۶). ویژگی‌های معمولی از حرکات ساکاد یک چشم، ۲۰ درجه برای دامنه و ۱۰ تا ۱۰۰ میلی ثانیه برای مدت زمان است (۵۷).

فیکسیشن

فیکسیشن‌ها یا تمرکز، موقعیت‌های ثابت چشم هستند که در طی آن بر یک مکان خاص در صحنه‌های بصری تمرکز می‌کنند (۵۷). فیکسیشن‌ها معمولا به‌عنوان زمان بین دو ساکاد تعریف می‌شوند (۳۳). متوسط طول فیکسیشن بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی ثانیه است (۵۸).

پلک زدن‌ها

بخش جلوی قرنیه چشم با یک مایع نازک اشکی پوشش داده شده که اصطلاحا به آن «لایه اشکی پرکورنیال[5]» می‌گویند (۴۰). برای پخش این مایع در سراسر سطح قرنیه، پلک‌ها به‌طور منظم باید باز و بسته (چشمک زدن) شوند (۵۹). متوسط نرخ پلک زدن ۱۲ تا ۱۹ پلک در دقیقه است (۶۰). البته رطوبت نسبی، درجه حرارت، روشنایی، خستگی و فعالیت‌های بدنی بر آن تاثیر گذارند (۶۱). مدت متوسط پلک زدن ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی ثانیه است (۶۲).

بطور خلاصه، فیکسیشن به حالت نسبتاً پایدار حرکت چشم زمانی که چشم‌ها روی کانون توجه ثابت می شوند اشاره دارد، در حالی که ساکاد به معنای حرکت نسبتاً سریع حرکت چشم است که از یک تثبیت به تثبیت دیگر منتقل می‌شود (۴۸،۶۳).

رفتار بصری انسان روی یک محصول به طور قابل توجهی بر رفتار خرید تأثیر می‌گذارد(۶۴)، از آنجایی که رفتار بصری بر روی تصاویر محصول به‌طور قابل توجهی بر تصمیم‌گیری مصرف کنندگان موثر می‌باشد، بررسی این عوامل بر بینایی انسان مهم است (۶۸-۶۵). حرکت چشم اولین اطلاعات را در مورد انتخاب‌های احتمالی آینده به ما می‌دهد (۶۹).

مدل‌سازی رفتار بصری

تکنیک‌های ردیابی چشم به‌طور گسترده‌ای برای تجزیه و تحلیل رفتار بصری استفاده می‌شوند. در حالی که ردیاب‌های چشم داده‌های کمی ارزشمند را جمع‌آوری می‌کنند، نتایج اغلب به صورت کیفی توصیف می‌شوند، زیرا مدلی وجود ندارد که مسیرهای نگاه تولید شده توسط محرک را تفسیر کند. بسیاری از مطالعات رفتار بصری به‌منظور مدل‌سازی از طریق هوش مصنوعی مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. از مهم‌ترین رویکردهای طبقه‌بندی کننده داده‌های بصری می‌توان به شبکه عصبی پرسپترون چند لایه[6]، شبکه عصبی بازگشتی حافظه کوتاه مدت[7] و جنگل تصادفی[8] اشاره کرد (۷۰).

تکنیک‌های یادگیری ماشین به‌عنوان راه حل‌های بالقوه برای تجزیه و تحلیل رفتار بصری فوق الذکر که به طور سنتی با بازرسی بصری بررسی می‌شوند، پدیدار شده‌اند. شناسایی الگوها در داده‌های رفتار بصری در تشخیص وظایف بر اساس حرکات چشم بسیار محبوب هستند. در ابتدا مطالعات پژوهشگران جهت طبقه‌بندی داده‌های بصری دارای دقت لازم نبود، در ادامه داده‌های بصری از طریق مدل‌های مخفی مارکوف بهینگی متوسطی را پیدا کرد. پژوهشگران با سه نوع مدل رگرسیون مختلف مدل سازی رفتار بصری را ارزیابی کردند و با یکی از آن‌ها، یعنی طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان، نرخ موفقیت طبقه‌بندی ۸۸ درصد را به دست آوردند (۷۱)، امروزه داده‌های بصری با تکنیک‌های یادگیری ماشین مخصوصا شبکه‌های عصبی مصنوعی به مدل‌های با دقت بالا رسیده است (۷۰). لذا ما به دنبال طراحی یک مدل از طریق تکنیک یادگیری ماشین هستیم تا بتوانیم بر مبنای این الگو رفتار مصرف کنندگان را پیش‌بینی کنیم، شناسایی فیچرهای موثر و محدود کردن جامعه آماری و در نهایت طراحی دقیق شبکه عصبی می‌تواند تاثیرگذار باشد.

مواد و روش‌ها

روش از نوع اکتشافی- آزمایشگاهی و همچنین توصیفی- پیمایشی می‌باشد، در این پژوهش نوع ردیاب چشم بصورت صحنه می‌باشد (تصویر ۱) به نحوی که حتی ازمودنی متوجه کنترل چشم نمی‌شود و هیچگونه مانعی نیز وجود ندارد. پژوهشگران در انتخاب این نوع از ردیاب چشم به دلیل استاندارد بالا بسیار تاکید نموده‌اند.

تصویر ۱- ردیاب چشم صحنه،که این ابزار از طریق نور مادون قرمز بر مبنای کنترل بازتاب قرنیه و مردمک، هر دو چشم را ردیابی می‌کند که در پژوهش حاضر برای بررسی تاثیر محرک‌ها بر روی رفتار بصری استفاده شده است، ردیاب چشم، زیر صفحه نمایش که محرک را پخش می‌کند قرار گرفته و همزمان چشم‌ها را ردیابی می‌کند.

دقت و صحت ردیاب چشم صحنه Gazepoint دارای درجه ۰/۵ و دارای رویکرد ۹ نقطه‌ای در کالیبراسیون

[2] Saccade
[3] Blink
[4] Fovea
[5] Precorneal
[6] Multilayer perceptron neural network (MLP)
[7] Long short-term memory recurrent neural network (LSTM)
[8] Random Forest

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]
[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]

می‌باشد، نرم‌افزار ثبت داده‌ها با Gazepoint Analysis Professional v6.11.0 انجام شده است. جامعهٔ آماری را ۳۰ نفر زن تشکیل داده‌اند. تسک آزمایش، انتخاب و یا عدم انتخاب سه تصویر با طرح‌های مختلف از یک برند کیف با مواد الیاف طبیعی بوده (تصویر ۲)، که آزمودنی پس از دیدن تصاویر مجاز به انتخاب/ انتخاب‌ها و یا عدم انتخاب/ عدم انتخاب‌ها می‌باشد. آزمایش به این ترتیب می‌باشد که آزمودنی روی صندلی رو به صفحه نمایش نشسته و پس از تنظیمات زاویه دید و شناسایی مردمک چشم توسط ردیاب، عملیات کالیبراسیون صورت می‌گیرد و آزمودنی بدون حرکت سر می‌بایست به نقاطی که به شکل سیبل نمایش داده می‌شود توجه کند، بعد از عملیات کالیبراسیون دقت آن کنترل می‌شود بصورتی که مسئول آزمایشگاه هر نقطه‌ای در مختصات صفحه نمایش را نشان داد آزمودنی باید با چشم خود به آن نقطه که یک سیبل است تمرکز کند در صورتی که توجه اعمالی داخل سیبل بود کالیبراسیون تایید است، پس از این مرحله آزمایش شروع می‌شود و هر تصویر جداگانه برای ۷ ثانیه نمایش داده می‌شود و در طول این زمان داده های چشم ثبت می‌گردد و در پایان برای برچسب گذاری از آزمودنی پرسیده می‌شود که کدام طرح ها را برای خرید انتخاب کرده است. تعیین ۷ ثانیه بر اساس آزمایش پوشش عناصر تصویر صورت گرفته است به نحوی که آزمودنی چقدر زمان نیاز دارد تا کلیه عناصر محرک را تماشا کند که البته وجود بازدید مجدد[9] برای کلیه آزمودنی ها این زمان را تایید می‌کند.

تسک‌ها

تسک شماره یک مربوط می‌شود به برچسب انتخاب از هر سه تصویر، داده‌های آزمودنی‌هایی که بدون توجه به تصویر فقط انتخاب کرده‌اند، تسک شماره دو همانند تسک قبلی فقط برچسب‌های عدم انتخاب را شامل می‌شود. برای مثال آزمودنی که تصویر دو را انتخاب کرده، برچسب‌های عدم انتخاب می‌شوند، داده‌های بصری مربوط به تصویر اول و سوم و برچسب‌های انتخاب داده‌های بصری تصویر دوم می‌باشد.

برای توضیح بیشتر تسک اول و دوم، آزمودنی‌ها هر سه تصویر را مشاهده کرده‌اند و داده‌های بصری آن‌ها ثبت شده است برچسب‌ها برای هر سه محصول نیز ثبت گردیده است، در این تسک ما به دنبال این هستیم که آیا مجموع انتخاب‌ها بدون توجه به محصول می‌تواند از یک الگو پیروی کند به‌عنوان مثال داده‌های بصری برچسب انتخاب کیف سمت چپ با داده‌های بصری برچسب انتخاب دو کیف دیگر قابل مدل‌سازی هستند؟

تسک شماره سه شامل داده‌های بصری با برچسب انتخاب مربوط به آزمودنی‌هایی است که تصویر اول را انتخاب نموده‌اند، تسک شماره چهار همانند تسک قبلی، فقط برچسب عدم انتخاب را شامل می‌شود.

در تسک های سوم و چهارم فقط به داده‌های ثبت شده تصویر اول پرداخته می‌شود برخلاف تسک‌های اول و دوم ، برای مثال برچسب انتخاب رفتار بصری ۳۰ آزمودنی برای تصویر اول مدنظر است.

تسک‌های پنجم و ششم برای تصویر دو و تسک‌های هفتم و هشتم برای تصویر سه همانند تسک سوم و چهارم لحاظ گردیده است.

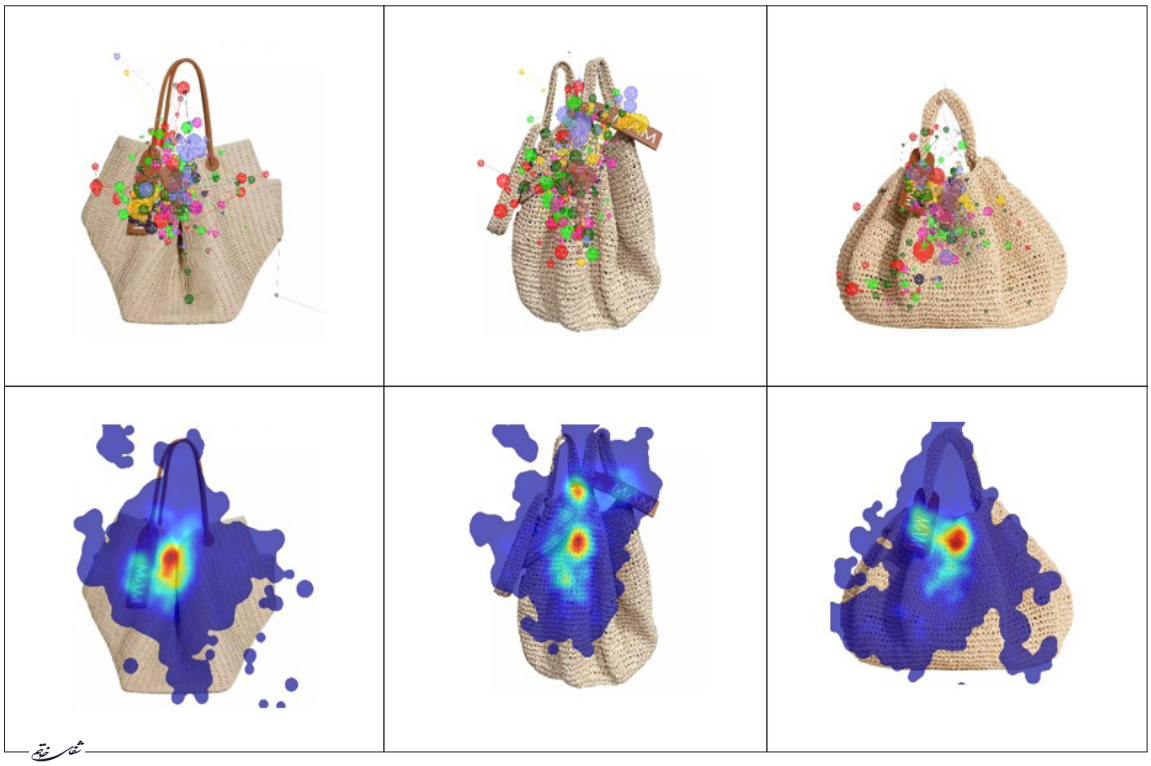
تصویر شماره ۳ نتایج نقشه حرارتی، فیکسیشن و ساکاد هر سه تصویر را نشان می‌دهد. در نقشه دایره‌ها روی محصول نشان دهنده فیکسیشن و رنگ آن بیانگر آزمودنی و اندازه آن میلی ثانیه را نشان می‌دهد، نقشه حرارتی نیز کانون توجه را با رنگ قرمز نمایان می کند.

تصویر ۲- تصاویر طرح‌های برند کیف (طرح‌های مربوطه جهت کارکرد محرک بکار گرفته شده است که هر سه طرح برای یک برند بوده و همسانی کامل را برای آزمایش دارد، به واسطه این طرح‌ها ما رفتار بصری را از ردیاب چشم استخراج می‌کنیم).

[9] Revisit

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]



تصویر ۳- نقشه حرارتی و فیکسیشن و ساکاد، داده‌های پردازش شده تصویر برای محرک‌هایی که ردیابی چشم بر روی آنها صورت گرفته و شاخص‌های فضایی را نمایان کرده است را نشان می‌دهد، نقاط توجه، مسیرهای بصری، بزرگی توجه و همچنین کانون توجه در نقشه حرارتی از شاخص‌های فضایی مطرح در تصویر می‌باشد.

پیش پردازش داده‌ها

در این پژوهش با توجه به نرخ نمونه برداری ۱۲۰ هرتز برای ۳۰ نفر و ۳ تصویر و هر تصویر ۷ ثانیه داده‌های بزرگی ایجاد شده است که به همین منظور ماهیت داده ها و الگوهای گذشته، بررسی یکپارچگی داده‌ها[10] و طبیعی‌سازی داده‌ها به روش طبیعی‌سازی مینیمم ماکزیمم[11] انجام گردیده است. یکپارچگی داده‌ها با توجه به کلیه فیچرها برای هر آزمودنی کنترل شد و داده‌های بیشتر و نامتعارف در نقاط توجه خارج از محرک حذف گردید، کلیه داده‌های هر فیچر برای تسهیل در یادگیری ماشین از طریق فرمول ذیل طبیعی‌سازی شد:

$$Z = \frac{x - \min(x)}{[\max(x) - \min(x)]}$$

که در فرمول، x داده‌ای است که طبیعی می‌شود.

شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

شبکه عصبی پرسپترون چندلایه MLP یکی از ساده‌ترین شبکه‌های عصبی است، زیرا از لایه‌های کاملاً متصل نورون‌ها و توابع غیرخطی مربوطه آنها ساخته شده است. MLP دنباله‌ای را به‌عنوان ورودی می‌گیرد و برای یادگیری احتمال تعلق آن به یک کلاس آموزش داده صورت می‌دهد. در پژوهش حاضر ما بر اساس قابلیت ردیاب چشم و مطالعات گذشته شاخص‌های نقاط جذاب و رابط برنامه نویسی کاربردی (مطابق جدول ۱)، در مجموع ۸ ورودی را داریم.

دو مرحله لایه‌های پنهان شامل ۱۶ و ۳۲ و در نهایت دو لایه خروجی شامل انتخاب و عدم انتخاب می‌باشد که در تصویر ۴ نشان داده شده است. تمام اسکریپت‌ها

جدول ۱- فیچرهای مربوط به ردیابی چشم

ردیف	نقاط جذاب (AOI)	ردیف	رابط برنامه نویسی کاربردی (API)
۱	زمان اولین نگاه	۷	بهترین نقطه زل زدن در جهت عمودی
۲	زمان مشاهده شده	۸	بهترین نقطه زل زدن در جهت افقی
۳	تعداد فیکسیشن		
۴	بازدید مجدد		
۵	متوسط اندازه مردمک چشم چپ		
۶	متوسط اندازه مردمک چشم راست		

[10] Data Integrity
[11] Min Max Normalization

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]
[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]

و توابع مورد استفاده برای پردازش داده‌ها در پایتون نسخه ۳،۷،۵ با استفاده از Scikit-learn،Pandas v0.25.3 v0.21.3 و SciPy نسخه ۱،۳،۱ پیاده سازی شده‌اند.

یافته‌ها

نتایج صحت و دقت از طریق ماتریس درهم ریختگی[12] و شاخص کاپا[13] به شرح فرمول ذیل محاسبه گردیده:

$$K = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+} \times x_{+i})}$$

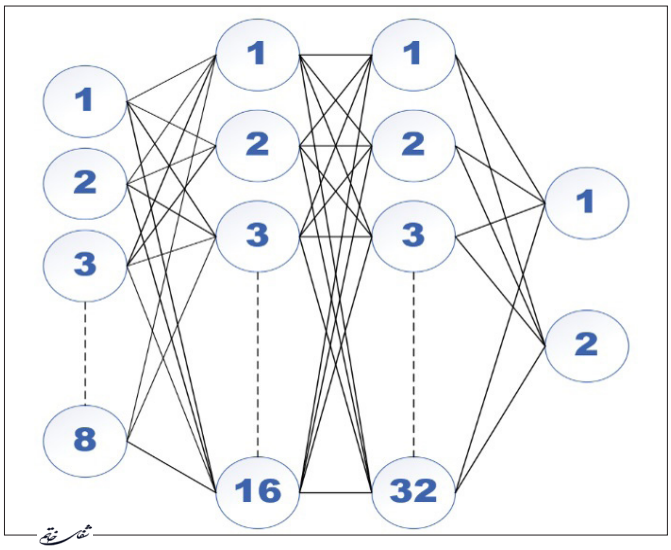
N = Total number of samples
r = Number of classes
x_{ii} = Diagonal values in the matrix
x_{i+} = Total samples in Raw i
x_{+i} = Total samples Column i

برای تسک اول و دوم مطابق تصویر ۵، دقت ۶۶/۸ درصد حاصل شده است و شاخص کاپا ۰/۳۴ می باشد برای تسک شماره سوم و چهارم شاخص کاپا ۰/۳۵ و دقت ۶۷/۸ را نشان داده است، برای تسک‌های شماره پنجم و ششم وضعیت دقت بالاتر رفته است، بطوری که دقت ۷۶/۹ و شاخص کاپا ۰/۵۳ را نشان می‌دهد، و در نهایت برای تسک‌های شماره هفتم و هشتم دقت ۷۳ درصد و شاخص کاپا ۰/۴۶ است. با توجه به جدول تفسیر کاپا برای تسک اول و دوم که در طیف ۰/۲۱≥K≥۰/۴۰ قرار دارد نتیجه متوسط رو به پایین را نشان می‌دهد و برای بقیه تسک‌ها با توجه به طیف ۰/۴۱≥K≥۰/۶۰ نتیجه متوسط رو به بالا حاصل شده است، البته معیار کاپا برای ارزیابی طبقه‌بندی‌های چندکلاسه، کاربرد دارد ولی با توجه به دو کلاسه بودن پژوهش حاضر که به‌عنوان خروجی الگوریتم، انتخاب و عدم انتخاب را شامل می‌شود، به همین منظور از معیار پوشش[14] نیز استفاده می‌کنیم:

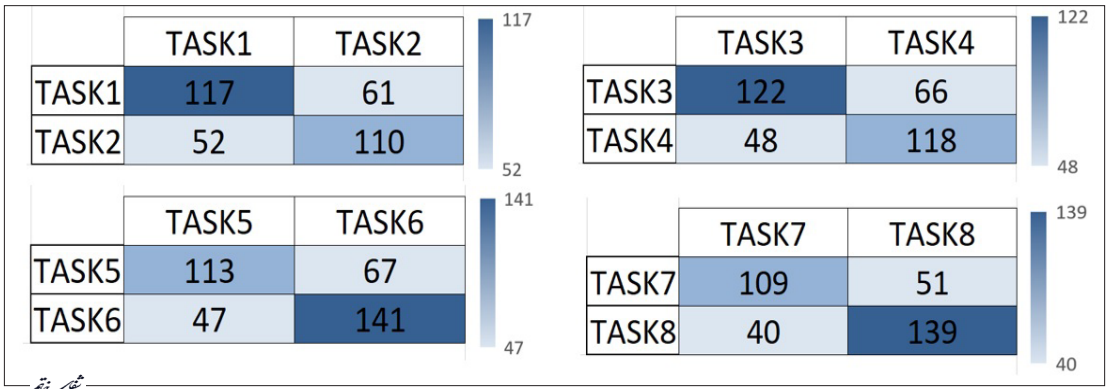
$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

TP= True Positive
FN= False Negative

شاخص پوشش برای تسک اول و دوم ۶۶ درصد، تسک سوم و چهارم ۶۸ درصد، تسک پنجم و ششم ۷۵ درصد و در نهایت تسک هفتم و هشتم ۷۸ درصد بدست آمده است، که در سطح خوبی می باشد (۰/۶۰≥R≥۰/۸۰).



تصویر ۴- شبکه عصبی پرسپترون چندلایه که با ۸ لایه ورودی نقاط جذاب و رابط برنامه نویسی کاربردی شروع شده است و در دو لایه پنهان ۱۶ و ۳۲ وزن دهی انجام شده و در نهایت با دو لایه خروجی انتخاب و عدم انتخاب پایان یافته است.



تصویر ۵- ماتریس برهم ریختگی برای کلیه تسک‌ها بر اساس نرخ نمونه برداری ردیاب چشم برای آزمایش کلاسه بندی انتخاب و عدم انتخاب شکل گرفته است که طیف رنگ تیره تا روشن بیانگر دقت زیاد تا کم است، سطرهای عمودی ماتریس، برچسب‌های واقعی بوده و سطرهای افقی، پیش‌بینی MLP را نشان می‌دهد.

[12] Confusion matrix
[13] KAPPA
[14] Recall

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]
[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با توجه به هدف اصلی که یک مدل‌سازی را مطرح کرده است، توانسته یک الگوی قابل قبولی را از بعد ناخودآگاه مصرف کنندگان ارائه نماید، که به واسطه آن می‌توان تصمیم‌گیری مصرف کنندگان را پیشگویی کرد و تصدیقی پیشرفته را در اختیار طراحان محصول قرار داد. داده‌های بصری در ظاهر اطلاعات بیومتریک را نشان می‌دهند ولی این داده‌ها که رفتار بصری را شکل می‌دهند بیانگر ادراک بصری، نگرش بصری و کلیه عوامل درونی مصرف کننده را شامل می‌شود که برای پژوهش در آن نیاز به مطالعات نورومتریک است.

الگوریتم‌های یادگیری ماشین امروزه در مدل‌سازی، پیشرفت‌های چشمگیری را داشته‌اند، کاستیلا و همکاران پس از مروری بر روش‌های مدل‌سازی، شبکه‌های عصبی مصنوعی را در کنار دیگر الگوریتم‌ها در قالب مقایسه مطرح کرده‌اند و نتایج آنها نشان داد که شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه کارایی بالایی را برای طبقه بندی و مدل‌سازی دارد، لازم به ذکر است پژوهشگران در مرور خود پژوهش قابل اتکایی را در خصوص مدل‌سازی رفتار بصری ارائه نداده‌اند، که این موضوع صحه‌ای بر بدیع بودن پژوهش حاضر است (۷۰).

برای بررسی پژوهش و مقایسه آن با سایر مطالعات به دلیل محدود بودن مدل‌ها به تسک‌های بالینی، به طور کلی تطابق و همسویی بررسی شده است. کاربردهای بالینی در کنار رفتارسنجی حتی از اهمیت بالاتری برخوردار است، در پژوهش ریزو همکاران (۷۱) حرکات چشم، نشانگر بار توجه فردی تلقی شده، که برای مهار تداخل شناختی لازم است، یافته‌های آنها با توجه به تسک طراحی شده آزمایش استروپ[15] برای طبقه‌بندی توانست از طریق شبکه‌های عصبی افرادی که تداخل شناختی دارند را با افراد سالم تفکیک کند، با توجه به اینکه فیچرهای مطرح شده پژوهشگران بیشتر بر روی ساکادها تمرکز کرده بود ولی نتایج شبکه‌های عصبی در مقایسه با دیگر روش‌های یادگیری ماشین امتیاز کمتری را نشان می‌داد که در پژوهش حاضر می‌توان به اهمیت فیچرهای نقاط جذاب تاکید کرد، ولی در مجموع نتایج مدل‌سازی با مطالعه صورت گرفته کاملا همسو می باشد (۷۱). در پژوهش اکتر و همکاران نیز مدل یادگیری ماشینی برای پیش‌بینی اوتیسم با بررسی مجموعه داده‌های ردیابی چشم از طریق الگوریتم شبکه‌های عصبی مصنوعی چندلایه صورت گرفت که بالاترین دقت را در شناسایی شروع اولیه اوتیسم داشته است، برخلاف این پژوهش، اکتر و همکاران یک مدل محرک را ارائه داده‌اند که در مقایسه با تسک های ۳ تا ۸ می‌توان نتیجه گرفت که مدل سازی متوسط رو به بالا خواهیم داشت که با تولید داده های بیشتر به واسطه جامعهٔ آماری دقت مدل بالاتر خواهد رفت و همسویی کامل را با پژوهش حاضر نشان می‌دهد (۷۲).

جره و همکاران به اهمیت کشف پیش‌بینی انتخاب مصرف کنندگان با استفاده از رفتار بصری پرداخته اند. آنها اعتقاد دارند که اولین اقدام قبل از تصمیم‌گیری، تماس بصری با محرک است (۶۹). آنها از طریق الگوریتم درخت تصمیم‌گیری توانستند یک مدل‌سازی خوب انجام دهند با توجه به استفاده از فیچرهای نقاط جذاب می‌توان به تطابق و اهمیت شاخص‌های مدل‌سازی با پژوهش صورت گرفته اشاره کرد. زمبلیز و همکاران در پژوهش خود جهت دسته‌بندی جامعه از طریق داده‌های بصری به منظور مدل‌سازی، در نتایج خود به این مهم دست یافته‌اند که تکنیک‌های یادگیری ماشینی منجر به تشخیص برتر می‌شود، الگوریتم مورد استفاده جنگل تصادفی بوده است ولی شبکه‌های عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه نیز نتایج برتری را نشان داده است، دقت مطالعه با شبکه‌های عصبی با پژوهش حاضر کاملا همسو بوده است. چریستانیا و همکاران از طریق مطالعات ردیابی چشم برای تشخیص پارکینسون با بکارگیری یادگیری ماشین به دقت بسیار پایینی رسیده اند و تاکید بر شناسایی فیچرهای موثر و داده‌های بزرگ داشته‌اند که تاییدی بر دستاوردهای این پژوهش می‌باشد (۷۴-۷۳).

در مطالعه حاضر استفاده از فیکسیشن‌ها (شاخص‌های عددی و شمارشی) در اولویت بوده که در صورت استفاده از فیچرهای دیگر از نوع ساکادها می‌توان به دقت بالاتری رسید. با جامعهٔ آماری موجود، رفتار بصری کلی دقت کمی را نداشته است، ولی در خصوص گروه‌های آزمودنی‌ها نسبت به تسک‌های تک تصویری دقت و قابلیت مدل‌سازی بیشتر نمایان شد، لذا با افزایش داده‌ها به سطح طبیعی می‌توان به مدل‌سازی رفتار بصری کلی امیدوار بود. اطلاعات مسیرهایی که توسط ساکاد ایجاد شده می‌بایست در تحقیقات بیشتر واکاوی شود، مختصات این مسیرها می‌تواند بیشتر رفتار بصری را به مدل‌سازی نزدیک نماید. برای این منظور نیاز به ابزار با نرخ نمونه برداری بالاتر و تعداد نمونه بیشتر می‌باشد.

رفتار بصری مصرف کننده به دلیل ماهیت گردآوری داده و همچنین دقت و بررسی ناخودآگاه می‌تواند شناخت با کیفیتی را از مصرف کننده ارائه نماید. با توجه به ابزار پر قدرت ردیاب چشم و تولید داده‌های با نرخ نمونه برداری بالا، استفاده از روش‌ها و الگوریتم‌های تحلیل داده اجتناب ناپذیر می‌باشد. پیش‌بینی انتخاب مصرف کننده و یا عدم انتخاب، یک رویکرد پیشگیرانه را در اختیار پژوهشگران علوم رفتاری و متخصصین طراحی محصول می‌گذارد. در علوم رفتاری انتخاب بر اساس نوع تصویر می‌تواند بیانگر رفتار بصری خاصی باشد که قبلا از طریق جمع آوری داده بصری استاندارد گردیده

[15] Stroop test

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]

است و همچنین الگوی انتخاب بدست آمده از مطالعات رفتار بصری می‌تواند خطوط و چارچوب‌های یک طرح با ویژگی انتخاب را مطرح نماید. با توجه به اینکه رفتار بصری تابعی از فرهنگ، جایگاه اجتماعی، جنسیت و سن می‌باشد، لذا انتخاب درست آزمودنی، داده‌های بصری همسان‌تری را در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد.

منابع

1. MacInnis DJ, Folkes VS. The disciplinary status of consumer behavior: A sociology of science perspective on key controversies. Journal of consumer research. 2010 Apr;36(6):899-914.

2. Trudel R. Sustainable consumer behavior. Consumer psychology review. 2019 Jan;2(1):85-96.

3. Arndt J. Paradigms in consumer research: a review of perspectives and aapproaches. European Journal of Marketing. 1986 Aug 1;20(8):23-40.

4. Battalio RC, Fisher Jr EB, Kagel JH, Basmann RL, Winkler RC, Krasner L. An experimental investigation of consumer behavior in a controlled environment. Journal of Consumer Research. 1974 Sep 1;1(2):52-60.

5. Belk RW, Scott L, Askegaard S, editors. Research in consumer behavior. Emerald Group Publishing; 2012 Dec 20.

6. Hameed A, Waqas A, Aslam MN, Bilal M, Umair M. Impact of TV advertisement on children buying behavior. International journal of humanities and social science. 2014 Jan 4;4(2):246-61.

7. Mothersbaugh DL, Hawkins DI. Consumer behavior: Building marketing strategy. McGraw-Hill; 2016.

8. Howard JA, Sheth JN. The theory of buyer behavior, New-York, John W iley & Sons. 1969.

9. Robertson TS, Kassarjian HH. Handbook of consumer behavior. (No Title). 1991.

10. Solomon MR. Consumer behavior: Buying, having, and being. Pearson; 2020.

11. Williams BC, Plouffe CR. Assessing the evolution of sales knowledge: A 20-year content analysis. Industrial Marketing Management. 2007 May 1;36(4):408-19.

12. Gajjar NB. Factors affecting consumer behavior. International Journal of Research in Humanities and Social Sciences. 2013 Apr;1(2):10-5.

13. Hoyer WD, Stokburger-Sauer NE. The role of aesthetic taste in consumer behavior. Journal of the Academy of Marketing Science. 2012 Jan; 40: 167-80.

14. Moschis GP. Life course perspectives on consumer behavior. Journal of the Academy of Marketing Science. 2007 Jun; 35: 295-307.

15. Cohen JB. Attitude, affect, and consumer behavior. Affect and social behavior. 1990 Mar 30:152-206.

16. Olson JC. Consumer Behavior and Marketing Strategy: J. Paul Peter, Jerry C. Olson. Mcgraw-hill; 2005.

17. Moschis GP. Stress and consumer behavior. Journal of the Academy of Marketing Science. 2007 Sep; 35: 430-44.

18. Engel JF, Kollat DT, Blackwell RD. Consumer behaviour 3rd ed. Holt, Rhinehart & Winston, New York, NY. 1978.

19. Jisana TK. Consumer behaviour models: an overview. Sai Om Journal of Commerce & Management. 2014 May;1(5):34-43.

20. Brown A, Deaton A. Surveys in applied economics: models of consumer behaviour. The Economic Journal. 1972 Dec 1;82(328):1145-236.

21. Gabbott M, Hogg G. Consumer behaviour and services: a review. Journal of marketing management. 1994 May 1;10(4):311-24.

22. Hubert M, Kenning P. A current overview of consumer neuroscience. Journal of Consumer Behaviour: An International Research Review. 2008 Jul;7(4-5):272-92.

23. Plassmann H, Venkatraman V, Huettel S, Yoon C. Consumer neuroscience: applications, challenges, and possible solutions. Journal of marketing research. 2015 Aug;52(4):427-35.

24. Smidts A, Hsu M, Sanfey AG, Boksem MA, Ebstein RB, Huettel SA, Kable JW, Karmarkar UR, Kitayama S, Knutson B, Liberzon I. Advancing consumer neuroscience. Marketing Letters. 2014 Sep; 25: 257-67.

25. Kenning P, Hubert M, Linzmajer M. Consumer neuroscience. Ein transdisziplinäres Lehrbuch. 2014;1.

26. Javor A, Koller M, Lee N, Chamberlain L, Ransmayr G. Neuromarketing and consumer neuroscience: contributions to neurology. BMC neurology. 2013 Dec; 13: 1-2.

27. Peighambari K, Sattari S, Kordestani A, Oghazi P. Consumer behavior research: A synthesis of the recent literature. Sage Open. 2016 Apr 20;6(2):2158244016645638.

28. Gbadamosi A. Consumer Behaviour and Digital Transformation. Taylor & Francis; 2024 Mar 11.

29. Ruvio A, Iacobucci D. Consumer

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]

Behavior. John Wiley & Sons; 2023 Feb 1.

30. Krishna A. An integrative review of sensory marketing: Engaging the senses to affect perception, judgment and behavior. Journal of consumer psychology. 2012 Jul 1;22(3):332-51.

31. Krishna A, Schwarz N. Sensory marketing, embodiment, and grounded cognition: A review and introduction. Journal of consumer psychology. 2014 Apr 1;24(2):159-68.

32. Petit O, Velasco C, Spence C. Digital sensory marketing: Integrating new technologies into multisensory online experience. Journal of Interactive Marketing. 2019 Feb;45(1):42-61.

33. Wedel M, Pieters R. Eye tracking for visual marketing. Foundations and Trends® in Marketing. 2008 Aug 18;1(4):231-320.

34. Haber RN, Hershenson M. The psychology of visual perception. Holt, Rinehart & Winston; 1973.

35. Shepherd SV. Following gaze: gaze-following behavior as a window into social cognition. Frontiers in integrative neuroscience. 2010 Mar 19; 4: 5.

36. Ando S. Perception of gaze direction based on luminance ratio. Perception. 2004 Oct;33(10):1173-84.

37. Sarsam SM, Al-Samarraie H, Alzahrani AI. Influence of personality traits on users' viewing behaviour. Journal of Information Science. 2023 Feb;49(1):233-47.

38. Rauthmann JF, Seubert CT, Sachse P, Furtner MR. Eyes as windows to the soul: Gazing behavior is related to personality. Journal of Research in Personality. 2012 Apr 1;46(2):147-56.

39. Lupyan G, Rahman RA, Boroditsky L, Clark A. Effects of language on visual perception. Trends in cognitive sciences. 2020 Nov 1;24(11):930-44.

40. Gregory RL. Eye and brain: The psychology of seeing. Princeton university press; 2015 Feb 17.

41. Baron-Cohen S. Mindblindness: An essay on autism and theory of mind. MIT press; 1997 Jan 22.

42. Kleinke CL. Gaze and eye contact: a research review. Psychological bulletin. 1986 Jul;100(1):78.

43. Kobayashi H, Kohshima S. Unique morphology of the human eye. Nature. 1997 Jun 19;387(6635):767-8.

44. Uono S, Hietanen JK. Eye contact perception in the west and east: A cross-cultural study. Plos one. 2015 Feb 25;10(2): e0118094.

45. Poole A, Ball LJ. Eye tracking in HCI and usability research. InEncyclopedia of human computer interaction 2006 (pp. 211-219). IGI global.

46. Ahsan Z, Obaidellah U. Visual behavior on problem comprehension among novice programmers with prior knowledge. Procedia Computer Science. 2021 Jan 1; 192: 2347-54.

47. Lai ML, Tsai MJ, Yang FY, Hsu CY, Liu TC, Lee SW, Lee MH, Chiou GL, Liang JC, Tsai CC. A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. Educational research review. 2013 Dec 1; 10: 90-115.

48. Hsu CY, Chiou GL, Tsai MJ. Visual behavior and self-efficacy of game playing: An eye movement analysis. Interactive Learning Environments. 2019 Oct 3;27(7):942-52.

49. Al-Moteri MO, Symmons M, Plummer V, Cooper S. Eye tracking to investigate cue processing in medical decision-making: A scoping review. Computers in Human Behavior. 2017 Jan 1; 66: 52-66.

50. Lin JJ, Lin SS. Integrating eye trackers with handwriting tablets to discover difficulties of solving geometry problems. British Journal of Educational Technology. 2018 Jan;49(1):17-29.

51. Wang HS, Chen YT, Lin CH. The learning benefits of using eye trackers to enhance the geospatial abilities of elementary school students. British Journal of Educational Technology. 2014 Mar;45(2):340-55.

52. Just MA, Carpenter PA. A theory of reading: from eye fixations to comprehension. Psychological review. 1980 Jul;87(4):329.

53. Rayner K. The 35th Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. Quarterly journal of experimental psychology. 2009 Aug;62(8):1457-506.

54. 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 Sep 22.

55. Ariasi N, Mason L. Uncovering the effect of text structure in learning from a science text: An eye-tracking study. Instructional science. 2011 Sep; 39: 581-601.

56. Kok EM, Jarodzka H. Before your very eyes: The value and limitations of eye tracking in medical education. Medical education. 2017 Jan;51(1):114-22.

57. Duchowski AT, Duchowski AT. Eye tracking methodology: Theory and practice. Springer; 2017.

58. Manor BR, Gordon E. Defining the temporal threshold for ocular fixation in free-viewing visuocognitive tasks. Journal of neuroscience methods. 2003 Sep 30;128(1-2):85-93.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]

59. Forrester JV, Dick AD, McMenamin P, Roberts F, Pearlman E. The eye. Elsevier; 2021.

60. Portello JK, Rosenfield M, Chu CA. Blink rate, incomplete blinks and computer vision syndrome. Optometry and vision science. 2013 May 1;90(5):482-7.

61. Hirokawa K, Yagi A, Miyata Y. Comparison of blinking behavior during listening to and speaking in Japanese and English. Perceptual and motor skills. 2004 Apr;98(2):463-72.

62. Karson CN, Berman KF, Donnelly EF, Mendelson WB, Kleinman JE, Wyatt RJ. Speaking, thinking, and blinking. Psychiatry research. 1981 Dec 1;5(3):243-6.

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

64. Chen Z, Song W. Factors affecting human visual behavior and preference for sneakers: an eye-tracking study. Frontiers in Psychology. 2022 Jun 13; 13: 914321.

65. Milosavljevic M, Cerf M. First attention then intention: Insights from computational neuroscience of vision. International Journal of advertising. 2008 Jan 1;27(3):381-98.

66. Wright AA, Lynch Jr JG. Communication effects of advertising versus direct experience when both search and experience attributes are present. Journal of consumer research. 1995 Mar 1;21(4):708-18.

67. Grolleau G, Caswell JA. Giving Credence to Environmental Labeling of Agro-Food Products: using search and experience attributes as an imperfect indicator of credibility. InEcolabels and the Greening of the Food Market. Proceedings of a Conference 2002 Nov 7 (pp. 121-130).

68. Overmars S, Poels K. Online product experiences: The effect of simulating stroking gestures on product understanding and the critical role of user control. Computers in Human Behavior. 2015 Oct 1; 51: 272-84.

69. Gere A, Héberger K, Kovács S. How to predict choice using eye-movements data?. Food Research International. 2021 May 1; 143: 110309.

70. Castilla D, Del Tejo Catalá O, Pons P, Signol F, Rey B, Suso-Ribera C, Perez-Cortes JC. Improving the understanding of web user behaviors through machine learning analysis of eye-tracking data. User Modeling and User-Adapted Interaction. 2023 Jul 31:1-30.

71. Rizzo A, Ermini S, Zanca D, Bernabini D, Rossi A. A machine learning approach for detecting cognitive interference based on eye-tracking data. Frontiers in Human Neuroscience. 2022 Apr 29; 16: 806330.

72. Akter T, Ali MH, Khan MI, Satu MS, Moni MA. Machine learning model to predict autism investigating eye-tracking dataset. In2021 2nd International conference on robotics, electrical and signal processing techniques (ICREST) 2021 Jan 5 (pp. 383-387). IEEE.

73. Zemblys R, Niehorster DC, Komogortsev O, Holmqvist K. Using machine learning to detect events in eye-tracking data. Behavior research methods. 2018 Feb; 50: 160-81.

74. Antoniades CA, Spering M. Eye movements in Parkinson's disease: from neurophysiological mechanisms to diagnostic tools. Trends in Neurosciences. 2023 Dec 1.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.61186/shefa.12.2.10]