Advances in Cognitive Sciences
Vol 27, No. 2, Summer 2025
Research Article
Pages 96-107

Evaluation of UI/UX cognitive load by tracking mouse and analyzing placement duration

Bahareh Fouladlou[1], Meysam Sadeghi[2*], Naser Koleini Mamaghani[3], Maziar Rezaei[4]

1. MSc Graduate, Design-Creativity, Cognitive Sciences Department, Cognitive Science Institute, Tehran, Iran
2. Assistant Professor of Sensing and Measurement, Design-Creativity, Cognitive Sciences Department, Cognitive Science Institute, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Industrial Design Department, Architecture and Urban Planning, Elm-va-Sanaat University, Tehran, Iran
4. PhD Student, Design Studies, Art Faculty, Technische Universitat Braunschweig, Braunschweig, Germany

Recieved: 20 Feb. 2025
Revised: 9 Sep. 2025
Accepted: 14 Sep. 2025

Keywords
Cognitive load
Design UI/UX
Mouse tracking
Placement
Dashboard

Corresponding author
Meysam Sadeghi, Assistant Professor of Sensing and Measurement, Design-Creativity, Cognitive Sciences Department, Cognitive Science Institute, Tehran, Iran

Email: Meysamsadeghi7@gmail.com

doi.org/10.30514/icss.27.2.96

Abstract

Introduction: In the UI/UX design process, effective communication with users and user-friendliness are considered, which can be measured as UI/UX cognitive load. This article uses a supervised mouse-pointer-tracking method to measure user response time for evaluating cognitive load. It has assessed the pavement management dashboard case study of the Road Maintenance and Transportation Organization (RMTO) of Iran.

Methods: This is a quantitative research with simple random sampling and a statistical population of the road maintenance experts (40 people) from RMTO. A mechanism has been defined for formulating and posing questions to users and for tracking mouse pointer movement to place answer. The statistical analysis, consistent with the t-student distribution, removes outliers and incomplete datasets to calculate cognitive load and performs sensitivity analyses of the dashboard's elements.

Results: The average data placement time in the dashboard, as a measure of cognitive load, is estimated at 15.2s. Sensitivity analysis shows that the year list filter has a high cognitive load, while the province list filter, despite greater complexity, has a lower cognitive load. This is due to the ability to filter provinces by clicking on them in the zoning map.

Conclusion: The proposed method can be applied to other UI/UX, especially dashboards, to evaluate their cognitive load. Additionally, statistical analyses such as heat mapping and A/B comparisons can be performed on the observed data.

Citation: Fouladlou B, Sadeghi M, Koleini Mamaghani N, Rezaei M. Evaluation of UI/UX cognitive load by tracking mouse and analyzing placement duration. Advances in Cognitive Sciences. 2025;27(2):96-107.

Extended Abstract

Introduction

Cognitive load refers to the mental effort required by the working memory during cognitive and perceptual activities. It is characterized by high speed and limited capacity, which can lead to rapid overflow (1, 3). Within the framework of Cognitive Load Theory, various studies by cognitive scientists have measured and reduced cognitive load (3).

Given the advances in digital technology and the need

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

for efficient human-computer interaction, reducing the cognitive load of UI/UX has received special attention (1, 3). Methods for measuring UI/UX cognitive load are categorized as follows:

1. Subjective measures the quality of user experience with one or more products (e.g., A/B testing, AHP).

2. Objective measures user reactions (e.g., heart rate, brain activity, eye movements, response time).

As the use of information dashboards and business intelligence for rapid and effective data presentation expands, designing UI/UX dashboards with optimal cognitive load becomes crucial (3). This research aims to use the method of measuring user response time when placing data on a management dashboard by tracking mouse pointer movement.

Although most related research has used unsupervised methods, the proposed method in this study is based on a supervised approach, evaluating the placement of dashboard data in response to specific questions. The results can be used to optimize dashboard design for optimal cognitive load.

This study uses the pavement management dashboard of the country's Road Maintenance and Transportation Organization as a case study. The dashboard, designed for managing the road maintenance process, includes four data panels: 1) Key Performance Indicators (KPI) panel, 2) Map panel showing pavement index zoning, 3) Pie chart panel displaying road length distribution based on pavement indices, and 4) Line chart panel showing changes in pavement index values by survey year. It also has four filter elements, including 1) List and map filter for selecting from 35 provincial road maintenance departments, 2) List and slider filter for selecting survey years (2016, 2021, 2023).

Methods

The research adopts a quantitative method with simple random sampling. Its population consists of 40 road maintenance experts from the road maintenance and transportation organization of Iran. The t-student statistical distribution with a lower limit of 20 samples is used to describe the statistical population.

Each participant is exposed to 12 categories of questions in the format "What is the value of {parameter} in {administrative level} {year}?" where the brackets ({}) define variables as follows:

1. {parameter}: Survey length (KM), maintenance cost (Billion Rials), and road pavement indices including PCI, IRI, RUT, and ETD.

2. {administrative level}: Country and province (35 items).

3. {year} including 2016, 2021, and 2023.

(e.g., "What is the length of surveyed lines (km) in the country?", "What is the PCI index for Tehran province?", and "What is the IRI index for Kerman province in 2021?").

The implemented iterative mechanism presents a question in each iteration. The user indicates the location of the answer on the dashboard by moving the mouse pointer over the relevant data. The movement path and time spent finding the answer, along with user information, are recorded in the database. These observations are refined as follows:

1. The Shapiro-Wilk test evaluates the conformity of the observations with the t-student distribution, and returns a p-value; if the p-value is greater than 0.05, the observations are deemed to be consistent with the t-student distribution.

2. The outliers are omitted for each user, checking if normalized observations $(x-\bar{x})/s$ (where x is the observed value, $\bar{x}$ is the mean, and SD is the standard deviation of observations) exceed 3, considering a confidence interval of 99.85% and a one-sided p-value of 0.15% or 0.0015 for random observations.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

3. Incomplete user datasets that did not examine all dashboard options are removed.

The average time of placement observation is used as a proxy for cognitive load across different states to perform a sensitivity analysis of the design components.

Results

Twenty-eight users participated in the evaluation by answering 413 placement questions. The p-value of the Shapiro-Wilk test was 0.2616, which is greater than 0.05, confirming conformity with the t-student distribution. During data refinement, 27 outlier questions and five users with incomplete evaluations were identified and removed.

The dashboard's overall cognitive load was 15.2 seconds. Applying year and provincial list filters increased the load by 57.8% and 65%, respectively, while applying both simultaneously increased it by 132.5%. Using a line chart instead of the year list filter decreased load by 14%, and using a zoning map instead of the provincial list filter decreased it by 29.6%.

Using a map for provincial department filtering significantly reduced cognitive load compared to a list-based filter. This is evident in the cognitive load for the provincial department filter being lower than that for the year filter, despite having more options (35 vs. 3). This is due to the map filter's alignment with the geographical nature and spatial distribution of departments. The slider filter did not reduce the cognitive load of the year list filter as effectively as the map filter did for the department filter. Implementing clickable graphic filters, such as assigning keys to each year in the design, could further reduce the cognitive load of this filter. Besides, the increase in cognitive load due to the addition of year and province filters was linear, with each causing an increase of about 4.8 and 5 seconds, respectively. This indicates that the independence of these two filters has been correctly incorporated into the design.

The provincial list filter, with 35 options, is classified as a complex element (more than 5s) due to a 5.4s time difference, which is reasonable given its many options. The year list filter, though offering just three options, is categorized as medium complexity and takes 3 to 5 seconds to load. The 4.8-second delay is longer than anticipated, suggesting a possible design flaw. This study measured UI/UX cognitive load using mouse pointer tracking on a pavement management dashboard. By posing questions and tracking user responses, researchers calculated cognitive load to optimize dashboard design. The findings can be applied to reduce cognitive load and improve user experience in information dashboards.

The proposed method applies to other UI/UXs, specifically dashboards, and allows for heat map analysis and A/B comparisons. This approach provides valuable insights for optimizing dashboard designs and improving user experience by reducing cognitive load.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This research is derived from the first author's master's thesis. Based on the assessment of the supervising professors and the education officials of the Cognitive Science Research Institute, this study did not require obtaining an ethics code.

Authors' contributions

In this research, the first author, as a student, wrote the article's main text. The second and third authors, as supervisors, guided all aspects of the research. The fourth author, as an advisor, contributed to advancing the research and participated in the review and revision of the article.

Funding

The present research was carried out at the authors' per-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

sonal expense.

Acknowledgments

The authors would like to express their gratitude to all the officials and students of Birjand City who have cooperated in this research.

Conflict of interest

There is no conflict of interest between the authors in this article.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مجله تازه‌های علوم شناختی
دوره ۲۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴
مقاله پژوهشی
صفحات ۱۰۷-۹۶

ارزیابی بارشناختی واسط گرافیگی/کاربری با رهگیری اشاره‌گر و تحلیل زمان جانمایی

بهاره فولادلو[۱]، میثم صادقی[۲*]، ناصر کلینی ممقانی[۳]، مازیار رضایی[۴]

۱. کارشناس ارشد گروه طراحی-خلاقیت علوم شناختی، پژوهشکده علوم شناختی، تهران، ایران
۲. استادیار سنجش و اندازه‌گیری گروه طراحی-خلاقیت علوم شناختی، پژوهشکده علوم شناختی، تهران، ایران
۳. دانشیار گروه طراحی صنعتی دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران
۴. دانشجوی دکتری مطالعات طراحی دانشکده هنر، دانشگاه صنعتی برانشویگ، برانشویگ، آلمان

دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۲
اصلاح نهایی: ۱۴۰۴/۰۶/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۳

واژه‌های کلیدی
بارشناختی
طراحی واسط گرافیگی/کاربری
رهگیری اشاره‌گر
جانمایی
داشبورد

نویسنده مسئول
میثم صادقی، استادیار سنجش و اندازه‌گیری گروه طراحی-خلاقیت علوم شناختی، پژوهشکده علوم شناختی، تهران، ایران
ایمیل: Meysamsadeghi7@gmail.com

doi.org/10.30514/icss.27.2.96

چکیده

مقدمه: در فرآیند طراحی UI/UX، ارتباط موثر با مخاطب و سهولت استفاده کاربر مدنظر است که در قالب بارشناختی UI?UX قابل اندازه‌گیری است. این مقاله از روش رهگیری اشاره‌گر ماوس به صورت نظارت شده برای اندازه‌گیری سرعت عمل کاربر برای اندازه‌گیری بارشناختی استفاده کرده و نمونه مطالعاتی داشبورد مدیریت روسازی راه سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور بررسی نموده است.

روش کار: این مقاله پژوهشی کمی با نمونه‌برداری تصادفی ساده می‌باشد که جامعه آماری آن کارشناسان نگهداری راه سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور (۴۰ نفر) می‌باشند. مکانیسمی برای تعریف و طرح پرسش از کاربران و در رهگیری حرکت اشاره‌گر ماوس برای جانمایی پاسخ تعریف شده است. فرآیند تحلیل آماری نتایج منطبق با توزیع آماری t-student شامل حذف مشاهدات پرت و محاسبه بارشناختی و تحلیل حساسیت المان‌های داشبورد تشریح شده است.

یافته‌ها: متوسط زمان جانمایی داده‌ها در داشبورد به عنوان بارشناختی معادل ۱۵/۲ ثانیه برآورد شده است. تحلیل حساسیت نیز نشان داده که فیلتر فهرستی بارشناختی بالایی دارد در حالی است که فیلتر فهرست اداره کل با وجود پیچیدگی بیشتر بارشناختی کمتری دارد. این امر ناشی از وجود قابلیت فیلتر اداره کل از طریق کلیک بر روی محدوده اداره کل در نقشه پهنه‌بندی است.

نتیجه‌گیری: روش پیشنهادی قابلیت اجرا بر روی انواع UI/UX داشبوردهای مختلف را دارد و می‌تواند برای ارزیابی بارشناختی آنها استفاده شود. به علاوه می‌توان تحلیل‌های آماری مانند نقشه داغ و مقایسه A/B روی داده‌های حاصله انجام داد.

مقدمه

بارشناختی (Cognitive Load) میزان درگیری حافظه کاری در جریان انجام فعالیت‌های شناختی و ادراکی می‌باشد (۳-۱). اگرچه حافظه کاری دارای سرعت بالا است، ظرفیت آن محدود است و به سرعت در جریان افزایش بارشناختی سرریز شده و تمرکز و تصمیم‌گیری فرد مختل می‌شود (۱). از این رو حفظ عملکرد موثر حافظه کاری با کنترل و کاهش بارشناختی وارد شده به آن دارای اهمیت می‌باشد.

در قالب تئوری بارشناختی (۴)، پژوهش‌های مختلفی در زمینه نحوه اندازه‌گیری و کاهش بارشناختی توسط متخصصین علوم ادراکی انجام شده است (۷-۵). با گسترش فن‌آوری دیجیتال و لزوم طراحی واسط‌های تعامل انسان و رایانه (Human-Computer Interaction (HCI)) کارآمد، اندازه‌گیری و کاهش بارشناختی (User Experience (UX))/(User Interface (UI)) مورد توجه خاص بوده است

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

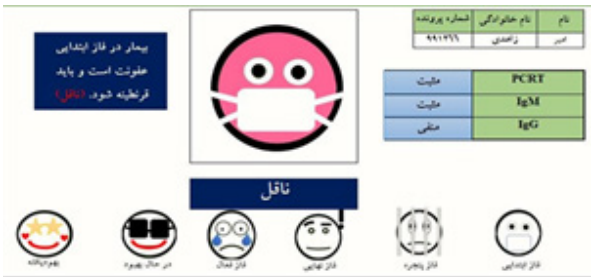
(۸-۱۳). با توجه به اینکه UI به نحوه مواجهه کاربر با واسط گرافیکی یک سامانه و UX به نحوه تعامل کاربر با فرآیندهای آن سامانه و تجربه تعامل با سامانه‌های مشابه می‌پردازند، لحاظ نمودن همزمان و ترکیبی UI/UX در تحلیل یک سامانه الزامی است (۱۲). روش‌های اندازه‌گیری بارشناختی UI/UX به ۲ دسته تقسیم می‌شوند (۱۴):

۱. ذهنی (Subjective) که کیفیت تجربه کاربران از یک یا چند محصول را اندازه‌گیری می‌کنند مانند آزمون A/B و تحلیل سلسله‌مراتبی (Analytic Hierarchy Process (AHP)).

۲. عینی (Objective) که کنش‌های کاربر را اندازه‌گیری می‌کنند مانند ضربان قلب، امواج فعالیت مغز، حرکات چشم و سرعت عمل کاربر.

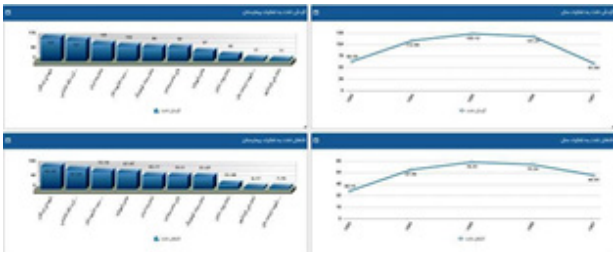
یک داشبورد «نمایشی بصری (Visual Presentation) از مهمترین اطلاعات مورد نیاز برای تأمین یک یا چند هدف/تصمیم که جهت ارائه بر روی نمایشگر رایانه در ابعاد یک صفحه طراحی شده است به گونه‌ای که با یک نگاه قابل بررسی باشد» (۱۵). با گسترش استفاده از داشبوردهای اطلاعاتی و هوش تجاری برای ارائه سریع و موثر داده‌ها، طراحی UI/UX داشبوردها با بارشناختی بهینه حائز اهمیت است (۱۵-۱۹) (شکل ۱).

(الف)



(ب)

(ج)



(د)

شکل ۱. نمونه‌هایی از داشبوردهای پیاده‌سازی شده در کشور: الف) داشبورد تجاری (۲۰)، ب) داشبورد نتیجه آزمایش (۲۱)، ج) داشبورد وضعیت پایداری شبکه برق (۲۲) و د) داشبورد نمایش وضعیت بیمارستان‌ها (۲۳)

هدف این پژوهش استفاده از روش عینی مبتنی بر اندازه‌گیری سرعت عمل کاربر در جانمایی داده‌ها در یک داشبورد مدیریتی از طریق رهگیری حرکت اشاره‌گر ماوس (Mouse Tracking) می‌باشد (۲۸-۲۴). این هدف با توجه به شکاف پژوهشی موجود ناشی از عدم مطابقت روش‌های اندازه‌گیری بارشناختی غیرنظارت شده (Unsupervised) استفاده شده در اغلب پژوهش‌های مشابه (۳۱-۲۹) با مشخصات ماهیتی داشبوردها است که نیازمند تعامل هدفمند کاربر با UI/UX می‌باشند. از این رو روش پیشنهادی این پژوهش مبتنی روشی نظارت شده (Supervised) بر اساس ارزیابی نحوه جانمایی داده‌های یک داشبورد در پاسخ به پرسش‌هایی مشخص را ارائه کرده است. نتایج حاصله می‌توانند جهت بهینه‌سازی طراحی داشبوردهای با بارشناختی بهینه استفاده شوند. در این پژوهش داشبورد مدیریت روسازی راه سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور به عنوان نمونه مطالعاتی استفاده شده است (شکل ۲) که با هدف مدیریت فرآیند مدیریت نگهداری راه‌ها (۳۴-۳۲) طراحی شده و شامل اجزای زیر است:

۱. پانل شاخص‌ها که حاوی مقادیر شاخص‌های کلیدی (Key Parameter Indicator (KPI)) (۲۵) داشبورد شامل طول خطوط برداشت شده (کیلومتر)، هزینه بهسازی (میلیارد ریال)، شاخص‌های روسازی شامل وضعیت روسازی (Pavement Condition (PCI)) (۳۶)، اندکس بین‌المللی ناهمواری (International (IRI)) Index

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Roughness Index) (۳۷)، شیارشدگی (Rutting (RUT)) (۳۶) و بافت (Estimated Texture Depth (ETD)) (۳۸).

۲. پانل نقشه که نقشه پهنه‌بندی شاخص‌های روسازی را در ۲ سطح ادارات کل و شهرستان‌ها با ترکیب رنگ استاندارد نمایش می‌دهد.

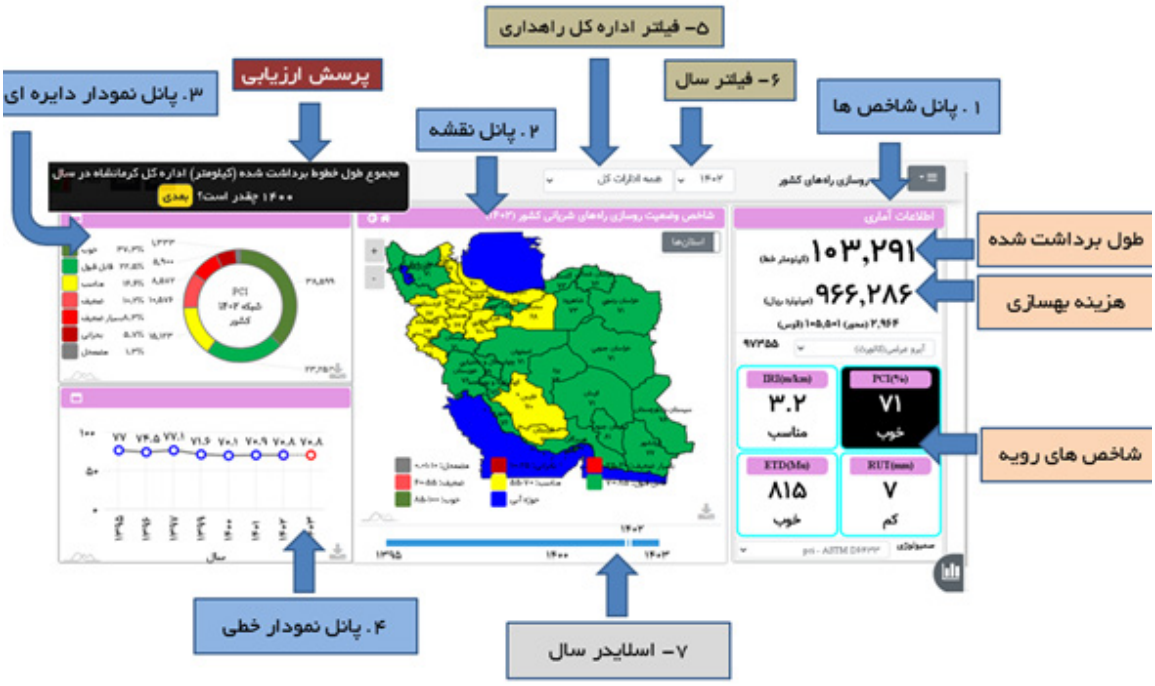
۳. پانل نمودار دایره‌ای که توزیع طول راه‌های کشور بر اساس شاخص‌های روسازی نمایش می‌دهد.

۴. پانل نمودار خطی که تغییرات مقادیر شاخص روسازی را بر اساس سال برداشت نمایش می‌دهد.

۵. فیلتر فهرستی اداره کل که شامل ۳۵ گزینه ادارات کل راهداری برای انتخاب اداره کل و تغییر سطح به شهرستان است.

۶. فیلتر فهرستی سال که شامل ۳ گزینه ۱۳۹۵، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۲ برای انتخاب سال برداشت است.

۷. اسلایدر سال که مشابه فیلتر فهرست سال است و به صورت گرافیکی عمل می‌کند.



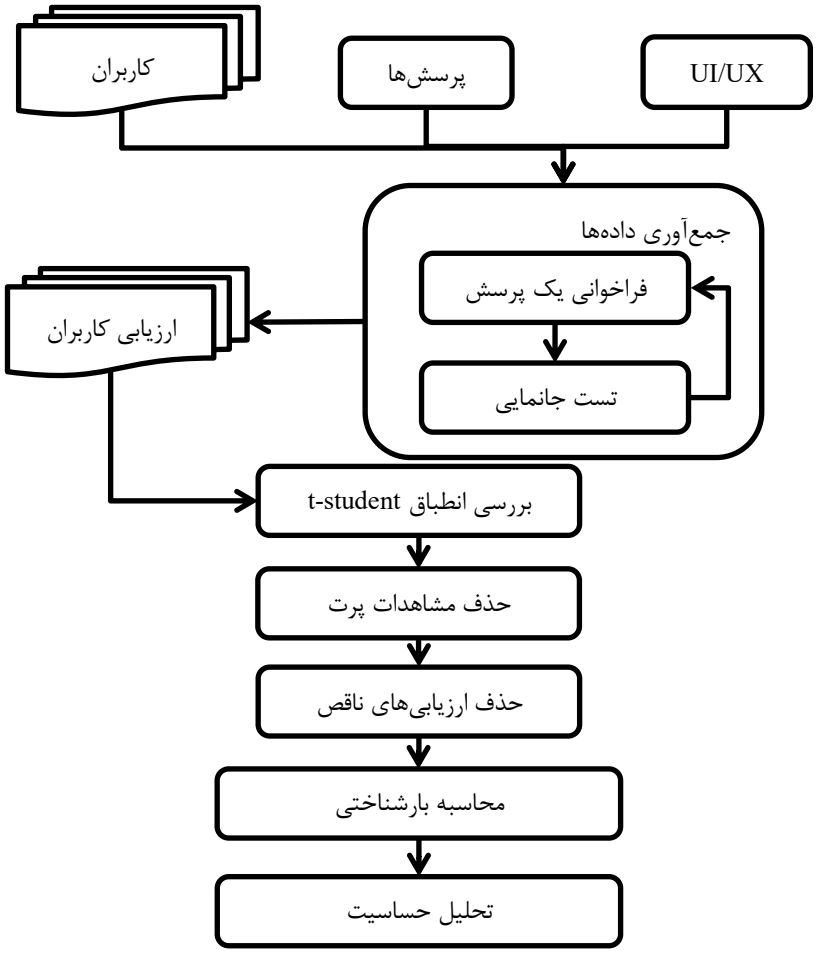
شکل ۲. اجزای داشبورد مورد مطالعه

روش کار

روش پژوهش حاضر کمی با نمونه‌برداری تصادفی ساده می‌باشد. جامعه پژوهش کارشناسان نگهداری راه سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور می‌باشند (۴۰ نفر) که قبلا از داشبورد استفاده نکرده‌اند و به صورت اختیاری مشارکت نموده‌اند. بر این اساس توزیع آماری t-Student با حد پایین ۲۰ نمونه آماری برای توصیف جامعه آماری استفاده شده است (۳۹، ۴۰).

بر اساس فرآیند روش کار نمایش داده شده در شکل ۳ هر فرد مشارکت‌کننده در معرض ۱۲ دسته پرسش با فرمت «**مقدار** {**پارامتر**} در {**سطح تقسیماتی**} {**سال**} **چقدر است**؟» قرار می‌گیرد. بخش‌های داخل آکولاد ({}) متغیر می‌باشند (جدول ۱). به عنوان نمونه پرسش‌های «طول خطوط برداشت شده (کیلومتر) کشور چقدر است؟»، «شاخص PCI اداره کل تهران چقدر است؟» و «شاخص IRI اداره کل کرمان در سال ۱۴۰۰ چقدر است؟» قابل طرح می‌باشند.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License



شکل ۳. فرآیند روش کار

جدول ۱. مقادیر متغیر در فرمت پرسش

متغیر	مقادیر	تعداد
پارامتر	۱. طول خطوط برداشت‌شده (کیلومتر) ۲. هزینه بهسازی (میلیارد ریال) ۳. شاخص وضعیت روسازی o IRI o RUT o ETD o PCI (پیش فرض)	۳
سطح تقسیماتی	۱. کشور (پیش فرض) ۲. اداره کل	۲
سال	۱. ۱۴۰۲ (پیش فرض) ۲. ۱۴۰۰ ۳. ۱۳۹۵	۲

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

جهت جمع‌آوری داده‌ها مکانیسمی ایجاد گردید که در هر تکرار یکی از ۱۲ کلاس پرسش را مطرح می‌کند و کاربر محل پاسخ را در داشبورد با بردن اشاره‌گر ماوس بر روی داده مربوطه مشخص می‌نماید. بدین ترتیب مسیر حرکت و مدت زمان صرف شده برای یافتن پاسخ به همراه مشخصات کاربر در پایگاه داده ثبت می‌شود. جهت پالایش داده‌ها مراحل زیر انجام می‌شود (شکل ۳):

- جهت بررسی انطباق مشاهدات با توزیع t-student آزمون شاپیرو-ویلک انجام می‌شود که در صورت انطباق مقدار P حاصله از ۰/۰۵ بیشتر می‌باشد.
- سپس به ازای هر کاربر مشاهدات جانمایی نرمال $\frac{x-\bar{x}}{s}$ محاسبه می‌شوند که در این رابطه x مقدار مشاهده، $\bar{x}$ میانگین و s انحراف معیار مشاهدات است. مشاهدات با مقدار نرمال بیشتر از ۳، معادل ۳ برابر انحراف معیار، با احتساب بازه اطمینان معادل ۹۹/۸۵ درصد و مقدار P یک طرفه معادل ۰/۱۵ درصد یا ۰/۰۰۱۵ برای اتفاقی بودن مشاهدات، به عنوان مشاهدات پرت حذف می‌شوند.
- داده‌های کاربرانی که در جریان ارزیابی همه گزینه‌های داشبورد را مورد بررسی قرار نداده‌اند به عنوان داده‌های ناقص حذف می‌گردند.

در انتها متوسط زمان مشاهدات جانمایی، معادل بارشناختی، محاسبه می‌گردد. این مقدار به ازای هر یک از کلاس‌های داده نیز محاسبه می‌شود و برای ارزیابی حساسیت بارشناختی اجزای مختلف طراحی استفاده می‌شود.

جمع‌آوری داده‌ها با هماهنگی دفتر آموزش، توسعه و هوش مصنوعی سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای صورت گرفته است. این دفتر متولی سامانه‌های مدیریت زیرساخت نگهداری راه‌ها و داشبورد مدیریتی مورد استفاده در این پژوهش می‌باشد و از لحاظ ساختار سازمانی اجازه توسعه و پژوهش در حوزه وزارت راه و شهرسازی را دارد.

یافته‌ها

۲۸ کاربر با پاسخگویی به ۴۱۳ پرسش جانمایی در ارزیابی مشارکت داشته‌اند. مقدار احتمال پی آزمون شاپیرو-ویلک معادل ۰/۲۶۱، بزرگتر از ۰/۰۵ می‌باشد که موید انطباق با توزیع t-student است. ضمنا در جریان پالایش داده، ۲۷ پرسش پرت و ۵ کاربر دارای ارزیابی ناقص تشخیص داده و حذف شدند. متوسط زمان جانمایی معادل بارشناختی برای حالت‌های مختلف محاسبه شده است (جدول ۲).

جدول ۲. متوسط زمان جانمایی معادل بارشناختی در داشبورد

مجموعه پرسش‌ها	متوسط زمان جانمایی (ثانیه)
همه	۱۵/۲
بدون اعمال فیلتر	۸/۳
با اعمال فیلتر سال	۱۳/۱
شاخص نگهداری با اعمال فیلتر سال با فهرست	۱۵/۱
شاخص نگهداری با اعمال فیلتر سال با نمودار	۱۳/۳
با اعمال فیلتر اداره کل	۱۳/۷
شاخص نگهداری با اعمال فیلتر اداره کل با فهرست	۱۶/۲
شاخص نگهداری با اعمال فیلتر اداره کل با نقشه	۱۲/۵
با اعمال فیلتر سال و فیلتر اداره کل	۱۹/۳

با ذکر این نکته که بارشناختی داشبورد معادل ۱۵/۲ ثانیه برآورد شده است (جدول ۲)، نتایج زیر قابل ذکر است:

- اعمال فیلتر فهرست سال منجر به افزایش حدود ۵۷/۸ درصدی بارشناختی از ۸/۳ به ۱۳/۱ ثانیه شده است.
- اعمال فیلتر اداره کل منجر به افزایش حدود ۶۵ درصدی بارشناختی از ۸/۳ ثانیه به ۱۳/۷ ثانیه شده است.
- اعمال فیلتر همزمان سال و اداره کل منجر به افزایش حدود ۱۳۲/۵ درصدی بارشناختی از ۸/۳ ثانیه به ۱۹/۳ ثانیه شده است.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

• استفاده از نمودار خطی روند تغییرات شاخص روسازی به جای فهرست سال جهت تعیین پرسش شاخص نگهداری با اعمال فیلتر سال، منجر به کاهش حدود ۱۴ درصدی بارشناختی از ۱۵/۱ ثانیه به ۱۳/۳ ثانیه شده است.

• استفاده از نقشه پهنه‌بندی تغییرات شاخص روسازی به جای فهرست اداره کل جهت تعیین پرسش شاخص نگهداری با اعمال فیلتر اداره کل، منجر به کاهش حدود ۲۹/۶ درصدی بارشناختی از ۱۶/۲ ثانیه به ۱۲/۵ ثانیه شده است.

بحث

بر اساس یافته‌های این پژوهش، مباحث زیر قابل ذکر می‌باشد:

• استفاده از المان‌های جایگزین فیلترهای مبتنی بر فهرست مانند فیلتر بر اساس نمودار و نقشه می‌تواند به کاهش بارشناختی بیانجامد. بدین ترتیب لازم است استفاده از المان‌های فیلتر جایگزین فیلترهای فهرستی در طراحی‌ها جهت کاهش بارشناختی مورد توجه قرار گیرد.

• استفاده از نقشه جهت فیلتر اداره کل نقش قابل توجهی در کاهش بارشناختی قیلتر فهرست اداره کل داشته است به صورتی که بارشناختی فیلتر اداره کل با وجود بیشتر بودن تعداد گزینه‌های آن (۳۵ گزینه) نسبت به فیلتر سال (۳ گزینه) کمتر شده است. این امر ناشی از تطابق فیلتر نقشه با ماهیت جغرافیایی و توزیع مکانی اداره‌های کل می‌باشد.

• فیلتر اسلایدر نتوانسته مانند فیلتر نقشه بارشناختی فیلتر فهرست سال را کاهش دهد. برای این منظور استفاده از فیلترهای گرافیکی قابل کلیک مانند تخصیص کلید به هر سال در طراحی می‌تواند بارشناختی این فیلتر را بیشتر کاهش دهد.

• اختلاف زمان حدود ۵/۴ ثانیه‌ای ناشی از اعمال فیلتر فهرست اداره کل، فیلتر مزبور را در زمره فیلتر فهرست با پیچیدگی پیچیده (بیشتر از ۵ ثانیه) قرار می‌دهد. با توجه به این که فیلتر مزبور دارای ۳۵ گزینه است سطح پیچیدگی این فیلتر منطقی می‌باشد.

• اختلاف زمان حدود ۴/۸ ثانیه‌ای ناشی از اعمال فیلتر فهرست سال، فیلتر مزبور را در زمره فیلتر فهرست با پیچیدگی متوسط (۵-۳ ثانیه) قرار می‌دهد. این در حالی است که فیلتر مزبور دارای ۳ گزینه است و باید سطح پیچیدگی پایین (۲-۱ ثانیه) داشته باشد. این مسأله می‌تواند ناشی از عدم طراحی صحیح این المان باشد. جابه‌جا کردن فیلتر فهرست سال با اداره کل جهت تغییر ترتیب انتخاب آنها می‌تواند ارزیابی شود.

• افزایش بارشناختی ناشی از افزایش فیلتر سال و اداره کل به صورت خطی بوده است و هر یک به ترتیب باعث افزایش حدود ۴/۸ ثانیه و ۵ ثانیه بارشناختی در این سامانه شده است. این امر نشان می‌دهد که استقلال این دو فیلتر به درستی در طراحی لحاظ شده است.

نتیجه‌گیری

این مقاله با هدف محاسبه بارشناختی UI/UX با محاسبه مدت زمان جانمایی داده‌ها از طریق روش رهگیری اشاره‌گر ماوس انجام شده است. با توجه به اهمیت بارشناختی داشبوردهای اطلاعاتی، محاسبه بارشناختی داشبورد مدیریتی روسازی سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور به عنوان مطالعه موردی انجام شده که مبتنی بر طرح پرسش و رهگیری یافتن پاسخ توسط کاربر در داشبورد مزبور می‌باشد. نتایج نشان داده که امکان محاسبه بارشناختی کلی و جزءبه‌جزء المان‌های طراحی UI/UX جهت تحلیل حساسیت وجود دارد. در نمونه داشبورد بررسی شده، علاوه بر بارشناختی کلی معادل ۱۵/۲ ثانیه، بارشناختی بالای فیلتر فهرست سال معادل ۴/۸ ثانیه، کاهش بارشناختی فیلتر اداره کل با استفاده از نقشه پهنه‌بندی معادل ۳/۷ ثانیه مشخص شده است. روش پیشنهادی در مورد سایر UI/UX ها، بالاخص داشبوردها، قابل اجرا می‌باشد و امکان انجام تحلیل‌های نقشه داغ و مقایسه A/B وجود دارد. ضمنا با این روش امکان مقایسه بارشناختی بین داشبوردهای مختلف و در صورت نیاز تعیین و انتخاب داشبورد با کمترین بارشناختی فراهم می‌گردد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

این پژوهش مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می‌باشد. بر اساس تشخیص اساتید راهنما و مسئولین آموزش پژوهشکده علوم شناختی، این پژوهش نیازی به اخذ کد اخلاق نداشته است.

مشارکت نویسندگان

در این پژوهش، نویسنده اول به عنوان دانشجو در نوشتن متن اصلی مقاله، نویسنده دوم و سوم به عنوان اساتید راهنما نسبت به تمام جنبه‌های پژوهش نظارت داشته‌اند و نویسنده چهارم به عنوان استاد مشاور در پیشبرد پژوهش و بازبینی و اصلاح مقاله مشارکت داشته‌اند.

منابع مالی

این پژوهش با هزینه‌های شخصی نویسندگان انجام شده است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از دفتر آموزش، توسعه و هوش مصنوعی سازمان راهداری

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

و حمل و نقل جاده‌ای و کارشناسانی که در این پژوهش مشارکت نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان در این پژوهش تعارض منافعی وجود ندارد.

References

1. Baddeley A. Working memory. *Science*. 1992;255(5044):556-559.

2. Bannert M. Managing cognitive load—recent trends in cognitive load theory. *Learning and Instruction*. 2002;12(1):139-146.

3. Zangeneh H, Jamshidi MP, Velayati E, Aboulghasemi E. Management of the cognitive load in design and production of electronic contents. *Journal of Educational Technologies in Learning*. 2017;1(4):105-124. (Persian)

4. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*. 1988;12(2):257-285.

5. Plass JL, Moreno R, Brunken R. Cognitive load theory. Edinburgh, Scotland:Cambridge University Press;2010.

6. Sweller J, Ayres P, Kalyuga S. Cognitive load theory. London:Springer;2011.

7. Ayres P, Paas F. Cognitive load theory: New directions and challenges. *Applied Cognitive Psychology*. 2012;26(6):827-832.

8. Paas F, Tuovinen JE, Tabbers H, Van Gerven PWM. Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*. 2003;38(1):63-71.

9. Kalyuga S. Cognitive load factors in instructional design for advanced learners. New York:Nova Science Publishers, Inc.;2009.

10. Julien J. Cognition & The intrinsic user experience. UX Magazine. 2013. https://uxmag.com/articles/cognition-the-intrinsic-user-experience.

11. Chen F, Zhou J, Wang Y, Yu K, Arshad SZ, Khawaji A, et al. Robust multimodal cognitive load measurement. London:Springer;2016.

12. Martin D. 5 Cognitive psychology theories that contribute to the quality of UX design. UX Magazine. 2021. https://uxmag.com/articles/5-cognitive-psychology-theories-that-contribute-to-the-quality-of-ux-design.

13. Chipman A. UX/UI Design 2022: A complete beginners to pro step by step guide to UX/UI design and mastering the fundamentals of web design with latest tips & techniques. Tempe, Arizona:Arizona State University:2022. pp. 9-14.

14. Kosch T, Karolus J, Zagermann J, Reiterer H, Schmidt A, Woźniak PW. A survey on measuring cognitive workload in human-computer interaction. *ACM Computing Surveys*. 2023;55(13s):1-39.

15. Few S. Information dashboard design. California:O'Reilly;2006.

16. Cowan N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*. 2001;24(1):87-114.

17. Janes A, Sillitti A, Succi G. Effective dashboard design. *Cutter IT Journal*. 2013;26(1):17-24.

18. Sisense. Dashboard design best practices – 4 key principles, 2023. Available from: https://www.sisense.com/blog/4-design-principles-creating-better-dashboards/.

19. Gartner. Business Intelligence (BI) 2024. https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-intelligence-bi.

20. Houshan. Design and implementation of management dashboards 2022. https://hooshangroup.com/. (Persian)

21. Khajehgoodari S, Rahdar M. Design of a dashboard for healthcare professionals and managers in COVID-19 epidemic. *Journal of Military Medicine*. 2020;22(10):1013-1024. (Persian)

22. Nezam Pour A, Abdali Mohammadi F, Mardouhi F. Design of power transmission dashboard based on BI and data mining

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

techniques using OLAP. Proceeding of the 3rd Conference of Applied Researches in Power Engineering; 2022 June 9-13; Ahvaz, Iran;2022. (Persian)

23. SKUMS. Managerial Dashboard of Medical University of Shahre-Kord; 2023. https://skums.ac.ir/Dashboard. (Persian)

24. Arroyo E, Selker T, Wei W. Usability tool for analysis of web designs using mouse tracks. CHI'06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems; Montreal, Quebec, Canada; 2006. pp. 484-489.

25. Freeman JB, Ambady N. MouseTracker: Software for studying real-time mental processing using a computer mouse-tracking method. *Behavior Research Methods*. 2010;42(1):226-241.

26. Hendershot RH, Hu BA, Johnson EK, Roy DM. Using mouse movements to predict reading comprehension. Proceeding of the 2016 ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI): ACM;2016. pp. 1234-1245.

27. Kieslicha PJ, Henningera F, Wulff DU, Haslbecke JMB, Schulte-Mecklenbeckd M. Mouse-tracking: A practical guide to implementation and analysis. In: Schulte-Mecklenbeck M, Kuhberger A, Johnson JG. A handbook of process tracing methods. 2nd ed. New York:Routledge;2018. pp. 111-130.

28. KeyMander. Understanding mouse performance with KeyMander 2 2024. http://keymander2.com/thread/185/1.

29. Maldonado M, Dunbar E, Chemla E. Mouse tracking as a window into decision making. *Behavior Research Methods*. 2019;51(2):1085-1101.

30. Phonexa. Your guide to mouse tracking: Mastering user engagement & analytics: Phonexa.com; 2023. https://phonexa.com/blog/mouse-tracking-guide/.

31. Meyer T, Kim AD, Spivey M, Yoshimi J. Mouse tracking performance: A new approach to analyzing continuous mouse tracking data. *Behavior Research Methods*. 2024;56:4682-4694.

32. Robinson R. Road maintenance management: Concepts and systems. Houndmills, Basinqstoke, Hampshire:Macmillian Press;1998.

33. Shahin MY. pavement management for airports, roads and parking lots. 2nd ed. New York:Springer;2005.

34. Abadie S, Hamilton J. Road maintenance essentials: Ensuring safety and longevity 2024. https://www.procore.com/library/road-maintenance.

35. Parmenter D. Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs. Hoboken, New Jersey:-John Wiley & Sons, Inc.;2020.

36. ASTM-D6433. Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys. West Conshohocken, PA, USA:American Society for Testing and Materials;2023.

37. ASTM-E1927. Standard guide for conducting subjective pavement ride quality ratings. West Conshohocken, PA, USA:American Society for Testing and Materials;2023.

38. ASTM-E1845. Standard practice for calculating pavement macrotexture mean profile depth. West Conshohocken, PA, USA:American Society for Testing and Materials;2023.

39. Forbes C, Evans M, Hastings N, Peacock B. Statistical distributions. Hoboken, New Jersey:John Wiley & Sons, Inc.;2010.

40. Ross SM. Introductory statistics. 4th ed. Cambridge, Massachusetts:Academic Press;2017.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License