ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З ВІДКРИТИМ ВИХІДНИМ КОДОМ ДЛЯ АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ ОКУЛОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ[1] *(мова оригіналу — російська; назву подано в перекладі)*

Мармалюк П. А., Жегалло А. В., Юрьев Г. А., Панфилова А. С.

Реферат. Мармалюк П. А., Жегалло А. В., Юрьев Г. А. і Панфилова А. С. (Экспериментальная психология. 2015. Т. 8, № 1. С. 127–144) відповідають на практичну потребу дослідників, які працюють з окулографічними даними: наявні програми для їх аналізу або пропрієтарні й прив'язані до обладнання певного виробника, або вузькофункціональні й вимагають навичок програмування. Автори оглядають комерційні пакети (SMI BeGaze, Nyan, Tobii Studio, рішення компанії EyeTracking Inc.) і відкриті інструменти (OGAMA, GazeParser, DynAOI, EyePatterns, засоби на базі MATLAB, зокрема ILAB та iMap, R-пакети em2, eyetracking, gazetools) та фіксують типові вади: закриті алгоритми, власні формати даних, слабкий статистичний блок, залежність від операційної системи, ручні й схильні до помилок процедури обробки. Обґрунтувавши потребу в новій системі, вільній від цих недоліків, вони пропонують концепцію і проєкт програмного комплексу з відкритим вихідним кодом у вигляді спеціалізованого пакета для мови R із графічним інтерфейсом на основі gWidgets2. Ключові принципи архітектури: відкритість коду, модульність (розширення без зміни ядра) та об'єктно-орієнтований підхід. Передбачено імпорт і попередню обробку даних відеоокулографів, виділення зон інтересу вручну або у вигляді регулярної сітки, виявлення фіксацій, саккад, глісад, моргань і стежувальних рухів алгоритмами I-DT, I-VT, I-MST, I-KFG, I-VVT, I-VMP, I-VDT, розрахунок окуломоторних показників, побудову карт розподілу уваги, матриць імовірностей переходу між зонами інтересу та вибірковий ієрархічний кластерний аналіз. Автори доходять висновку, що жоден відкритий продукт не поєднує широкої функціональності, кросплатформності й зручного інтерфейсу, а представлений проєкт стане основою для програмної реалізації ядра системи; відкритий код, на їхню думку, полегшує перевірку й відтворення результатів. Для психофізіологів і поліграфологів, які розглядають айтрекінг як допоміжний канал виявлення прихованої інформації, праця корисна як огляд програмних засобів і вимог до прозорої, відтворюваної обробки окулографічних даних.

Ключові слова: айтрекінг, окулографія, рухи очей, програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, мова програмування R, виявлення фіксацій і саккад, зони інтересу, карти розподілу уваги, модульність, об'єктно-орієнтований підхід, обробка даних психологічного експерименту.

Principles of Constructing Open-Source Software for the Analysis of Oculographic (Eye-Tracking) Data

Marmaliuk P. A., Zhehallo A. V., Yurev H. A., Panfylova A. S.

Abstract. Eye-tracking research is expanding, yet the software available for analysing oculographic data is either proprietary and tied to a particular manufacturer's hardware or narrowly focused and demanding programming skills. Marmalyuk P. A., Zhegallo A. V., Yuryev G. A. and Panfilova A. S. (Experimental Psychology (Russia), 2015, vol. 8, no. 1, pp. 127–144) review commercial packages (SMI BeGaze, Nyan, Tobii Studio, EyeTracking Inc. software) and open tools (OGAMA, GazeParser, DynAOI, EyePatterns, MATLAB-based ILAB and iMap, and the R packages em2, eyetracking and gaz-

etools). Their weaknesses include closed algorithms, vendor-specific data formats, limited statistics, platform dependence and manual, error-prone workflows. To overcome these limitations, the authors set out the concept and design of an open-source system implemented as a specialised R package with a graphical interface built on gWidgets2. The architecture rests on open code, modularity (extensions without changes to the core) and an object-oriented design. Planned functions include import and preprocessing of raw video-oculography data, manual or grid-based areas of interest, detection of fixations, saccades, glissades, blinks and smooth pursuit with the I-DT, I-VT, I-MST, I-KFG, I-VVT, I-VMP and I-VDT algorithms, standard gaze metrics, attention maps, transition probability matrices and hierarchical cluster analysis. The authors conclude that no existing open tool combines broad functionality, cross-platform operation and a convenient interface, and that open code facilitates verification and replication. For polygraph examiners and psychophysiologists, the paper is a useful guide to transparent processing of eye-movement data.

Keywords: eye tracking, oculography, eye movements, open-source software, R programming language, fixation and saccade detection, areas of interest, attention maps, modularity, object-oriented design, experimental data processing.

Першоджерело: *Мармалюк П. А., Жегалло А. В., Юрьев Г. А., Панфилова А. С. Принципы построения программного обеспечения с открытым исходным кодом для анализа результатов окулографических исследований. Экспериментальная психология. 2015. Т. 8, № 1. С. 127–144.*[2] *Реферат оприлюднено в журналі 13.10.2021.*

References

1. Pryntsypy pobudovy prohramnoho zabezpechennia z vidkrytym vykhidnym kodom dlia analizu rezultativ okulohrafichnykh doslidzhen [Principles of Constructing Open-Source Software for the Analysis of Oculographic (Eye-Tracking) Data] : referat / Marmaliuk P. A. ta in. Sudovo-psykholohichna ekspertyza. Zastosuvannia polihrafa i spetsialnykh znan v yurydychnii praktytsi. 2024. Vol. 9, No. 1 (49). URL: https://expertize-journal.org.ua/doslidzhennya-na-poligrafi/5915-marmalyuk-p-a-zhegallo-a-v-yurev-g-a-panfilova-a-s-printsipy-postroeniya-programmnogo-obespecheniya-s-otkrytym-iskhodnym-kodom-dlya-analiza-rezultatov-okulograficheskikh-issledovanij-eksperimentalnaya-psikhologiya-2015-tom-8-1-s-127-144 (onovlena versiia vid 13.10.2021). [in Ukrainian].

2. Marmalyuk P. A., Zhegallo A. V., Yurev G. A., Panfilova A. S. Printsipy postroeniya programmnogo obespecheniya s otkrytym iskhodnym kodom dlya analiza rezultatov okulograficheskikh issledovaniy [Principles of Building Open-Source Software for Analysing the Results of Oculographic Studies]. Eksperimentalnaya psikhologiya. 2015. T. 8, № 1. S. 127–144. URL: https://psyjournals.ru/files/75591/exp_2015_n1_Marmalyuk.pdf (data zvernennia: 04.11.2026). [in Russian].