

УДК 004.512

Алгоритм оценки согласованности информационно-функциональных элементов графических пользовательских интерфейсов

Вострых А. В.

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России,
Санкт-Петербург, 196105, Российская Федерация

Постановка задачи: в настоящее время для выполнения пользователями различных должностных обязанностей существует широкий спектр программного обеспечения, характеризующегося помимо функциональных возможностей еще и когнитивно-эргономическими характеристиками, от которых зависят такие показатели пользователей, как скорость работы, удовлетворенность, вероятность совершения ошибок и т. д. С целью выбора наиболее эффективных программных продуктов из множества существующих аналогов требуется инструмент, основанный на строгом математическом аппарате, что позволит избежать субъективности результатов оценки. **Целью работы** является разработка научно-методического средства в виде алгоритма, позволяющего проводить оценку программных продуктов для выбора наиболее эффективных. **Используемые методы:** для достижения обозначенной цели был проведен сравнительный анализ широкого спектра подходов из таких областей науки, как визуальная эстетика; человеко-компьютерное взаимодействие, гештальт-психология, нейроэстетика, перцептивная психология и эргономика, что позволило выделить ряд подходов, способных решить задачи настоящего исследования и синтезировать нужный алгоритм. **Новизна:** по сравнению с дифференциальными подходами к оценке программного обеспечения разработанный алгоритм основан на агрегировании ряда выделенных показателей оценки согласованности информационно-функциональных элементов графических пользовательских интерфейсов. **Результат:** разработан алгоритм оценки согласованности информационно-функциональных элементов графических пользовательских интерфейсов, позволяющий проводить оценку и сравнение программных продуктов по данному критерию.

Ключевые слова: графический пользовательский интерфейс, алгоритм, согласованность, информационно-функциональный элемент, оценка

Актуальность

В современном мире активно применяются различные интеллектуальные технологии для проектирования программного обеспечения (ПО) и его графических пользовательских интерфейсов (ГПИ). Несмотря на открывшиеся технические возможности оптимизации параметров ГПИ для определенных пользователей с учетом совокупности их конкретных характеристик, производители ПО в большинстве случаев используют традиционные парадигмы, отличающиеся субъективностью и низкой эффективностью, что не позволяет добиться соответствия параметров ГПИ требованиям и потребностям конкретных категорий пользователей. Вместе с этим снижаются как основные показатели целевой аудитории, использующей ПО (скорость работы, количество ошибок, субъективная удовлетворенность, скорость обучения и т. д.), так и рыночная привлекательность, характеризующаяся объемом продаж [1–2].

Библиографическая ссылка на статью:

Вострых А. В. Алгоритм оценки согласованности информационно-функциональных элементов графических пользовательских интерфейсов // Вестник СПбГУТ. 2023. Т. 1. № 2. С. 3. EDN: UWWBKD

Reference for citation:

Vostrykh A. Algorithm for Evaluating the Consistency of Information and Functional Elements of Graphical User Interfaces // Herald of SPbSUT. 2023. Vol. 1. Iss. 2. P. 3. EDN: UWWBKD

Постановка задачи

Использование результатов исследований из таких областей науки, как визуальная эстетика, человеко-компьютерное взаимодействие, гештальт-психология, нейроэстетика, перцептивная психология и эргономика, позволило по-новому взглянуть как на процесс проектирования ГПИ, так и на методы оценки их эффективности [3–6]. Автором настоящей статьи ранее был агрегирован широкий спектр данных из упомянутых выше областей, что позволило прийти к идее разработать комплекс алгоритмов, оценивающих эффективность визуальной составляющей ГПИ [7]. В данный комплекс вошел алгоритм оценки согласованности информационно-функциональных элементов ГПИ, описанный в настоящей статье. Данный алгоритм отвечает за оценку эффективности восприятия информационно-функциональных элементов (ИФЭ) ГПИ пользователями целевой аудитории. С его помощью становится возможным, например, проверить сочетаемость ИФЭ между собой, их узнаваемость пользователями, степень усилий операторов по поиску необходимых ИФЭ, интуитивность понимания ИФЭ и т. д. В процессе выполнения алгоритма исследователь получит числовые оценки по трем составляющим алгоритма (показателям эффективности): наглядность, понятность, узнаваемость.

- наглядность – степень усилий пользователей для поиска ИФЭ ГПИ;
- понятность – степень усилий пользователей по интерпретации общей логической концепции ГПИ;
- узнаваемость – степень узнаваемости пользователями ИФЭ интерфейсов и общей интуитивности интерфейсов.

Методы исследования

Для формализованного представления авторских показателей был проведен сравнительный анализ различных подходов, используемых другими исследователями для выполнения схожих задач и функций:

- метрики: селективности и целостности Ю. Г. Емельяновой [8]; структурности А. С. Звенигородского [9]; ценности данных А. А. Харкевича [10]; чрезмерности К. Парка [11]; визуальной простоты К. Стикела [12]; информативности и выразительности Б. С. Горячкина [13]; предсказуемости В. М. Алефиренко [14]; интерпретируемости Л. А. Кузнецова [15]; краткости К. Шеннона [16]; наглядности В. В. Диковицкого [17];

- методы: определения визуальной простоты Т. Комбера и Д. Мэлтби [8]; определения объема перерабатываемой информации Р. Хартли [18]; декомпозиции ментальных операторов И. Н. Оксанича [19]; оценки объема обработанных данных Л. В. Фаткина [20]; сложности поиска Ю. Г. Емельяновой [8];

- законы: Я. Нильсена об опыте интернет-пользователей [21]; П. Фиттса о сложности задачи выбора цели [22]; У. Хика о зависимости времени реакции человека от числа имеющихся стимулов [23]; Д. Миллера об объеме рабочей памяти человека [24]; Д. Постеля о работоспособности и устойчивости программных продуктов [25]; сохранения сложности Л. Теслера [26]; энтропии К. Шеннона [16];

- модель измерения сложности LOC-CC И. Альсмади [27].

Возможность применения существующих подходов к оценке выявленных показателей эффективности ГПИ представлена в таблице 1.

Таблица 1. Возможность применения существующих подходов к оценке авторских показателей согласованности ИФЭ интерфейсов

№ п/п	Наименование подхода	Показатели эффективности ГПИ		
		Наглядность	Понятность	Узнаваемость
1	Чрезмерность (К. Парк)	–	+	–
2	Объем перерабатываемой информации (Р. Хартли)	+	–	–
3	Информативность (Б. С. Горячкин)	–	+	–
4	Сложность поиска (Ю. Г. Емельянова)	+	–	–
5	Наглядность (В. В. Диковицкий)	–	+	–
6	Визуальная простота (К. Стикел)	+	–	–
7	Лаконичность (К. Шеннон)	–	–	+
8	Предсказуемость (В. М. Алефиренко)	–	–	+

В результате проведенного анализа было установлено, что *показатели* представляется возможным вычислить с помощью следующих *подходов*:

– *наглядность* – объем перерабатываемой информации Р. Хартли; *сложность поиска* Ю. Г. Емельяновой и *визуальная простота* К. Стикела; из трех подходов автором настоящей статьи выбрана *сложность поиска*, поскольку объем перерабатываемой информации имеет в своем составе экспертные переменные, которые снижают точность полученных результатов, а *визуальная простота* не обладает гибкостью и может использоваться ограниченно;

– *понятность* – *избыточность* К. С. Парка; *информативность* Б. С. Горячкина и *наглядность* В. В. Диковицкого; из трех подходов нами выбрана *избыточность*, в отличие от конкурентов обладающая свойством универсальности и простоты вычисления, также в этом подходе отсутствуют какие-либо субъективные и случайные величины;

– *узнаваемость* – *лаконичность* К. Шеннона и *предсказуемость* В. М. Алефиренко; для применения к вычислению показателя автором выбран подход *предсказуемость*, так как он в отличие от своего конкурента основан на эргономических показателях пользователей и физических возможностях человека.

Таким образом, в состав алгоритма оценки согласованности ИФЭ ГПИ войдут три агрегированных подхода, способные в математическом виде представить авторские показатели.

После выбора методов оценки перейдем к их формализованному описанию.

Ежедневная работа рядовых пользователей чаще всего связана с постоянным поиском на экране монитора необходимых ИФЭ с заданными признаками; исходя из этого эффективность ГПИ может быть оценена средним временем информационного поиска (показатель «наглядность»). Для этого целесообразно использовать формулу Ю. Г. Емельяновой [8]:

$$T_s = \mu * t_f, \quad (1)$$

где t_f – длительность зрительной фиксации; μ – математическое ожидание числа зрительных фиксаций, необходимых для нахождения ИФЭ с заданными признаками.

Величина μ вычисляется с помощью следующей формулы:

$$\mu = (N/A) + 1 / (M + 1), \quad (2)$$

где N – количество ИФЭ; M – количество ИФЭ, обладающих заданным для поиска признаком; A – объем визуальной информации, находящейся в области ясного видения (количество ИФЭ). Под понятием «область ясного видения» понимается зона на экране, в пределах которой пользователи в силу психофизиологических возможностей однозначно воспринимают и распознают графические элементы и их составляющие, такие как текст, иконки и т. д.

Таким образом, формула (1) примет следующий вид:

$$T_s = \mu * t_f = ((N/A) + 1) / (M + 1) * t_f. \quad (3)$$

Как было описано выше, показатель «понятность» оценивает степень усилий пользователей по интерпретации общей логической концепции ГПИ. Данный показатель можно рассчитать с помощью формулы К. С. Парка [11]:

$$r = 1 - H_p / H_{\max}, \quad (4)$$

где H_p – количество информации, которую должен освоить пользователь; H_{\max} – максимальная энтропия.

Степень узнаваемости пользователями ИФЭ интерфейсов (показатель «узнаваемость») представляется возможным рассчитать с помощью формулы В. М. Алефиренко [14], по которой вычисляется сложность поиска пользователями на экране ИФЭ с заданными признаками, такими как особая форма, цвет или функциональность:

$$T_{is} = \sum_{i=1}^n (t_{gv} + t_{fi}), \quad (5)$$

где t_{gv} – время перемещения i -го взора; t_{fi} – время i -й фиксации взора; n – количество шагов поиска (количество фиксаций, затраченных на нахождения нужного объекта).

Приведенное выше формализованное описание показателей позволяет перейти к реализации алгоритма оценки согласованности ИФЭ ГПИ.

Результаты исследования и их обсуждение

С учетом вышеизложенного алгоритм оценки согласованности ИФЭ ГПИ можно описать пошагово (его схема представлена на рисунке 1).

Шаг 1. Подсчет количества информационно-функциональных элементов ГПИ N .

Шаг 2. Выделение количества элементов, обладающих заданным для поиска признаком M .

Шаг 3. Если найдены все элементы, обладающие заданным для поиска признаком M , то переход к шагу 4, если нет, то возврат на шаг 2.

Шаг 4. Вычисление математического ожидания числа зрительных фиксаций μ , необходимых для нахождения объекта с заданными признаками по формуле (2).

Шаг 5. Вычисление показателя «наглядность» T_s по формуле (1).

Шаг 6. Определение необходимого количества информации, которую должен освоить пользователь H_p .

Шаг 7. Вычисление максимальной энтропии H_{max} .

Шаг 8. Вычисление показателя «понятность» r по формуле (4).

Шаг 9. Определение времени перемещения i -го взора t_{gv} .

Шаг 10. Определение времени i -й фиксации взора t_{fi} .

Шаг 11. Подсчет количества шагов поиска n .

Шаг 12. Если проведены все манипуляции с ГПИ, то переход к шагу 13, если нет, то возврат на шаг 9.

Шаг 13. Вычисление показателя «узнаваемость» T_{is} по формуле (5).

Шаг 14. Конец алгоритма. Вывод результатов.

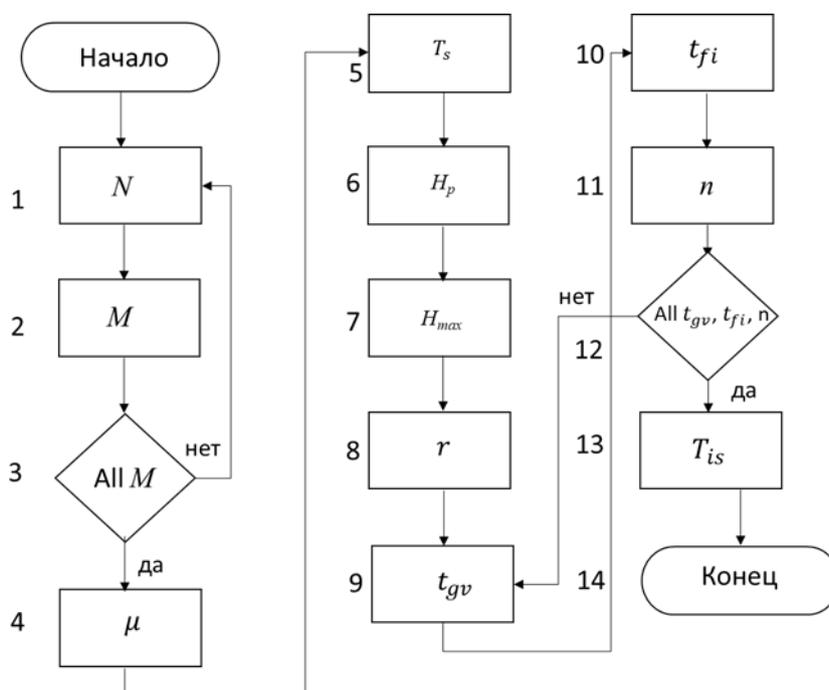


Рис. 1. Схема алгоритма оценки согласованности ИФЭ ГПИ

Таким образом, в результате работы алгоритма становится возможным вычислить следующие показатели: «наглядность», «понятность», «узнаваемость», что позволяет выявить уязвимые места в ПП и их ГПИ, а также проводить аргументированные сравнения ГПИ аналогичных ПП с целью выбора наиболее эффективного.

Выводы

Представленный в настоящей статье алгоритм оценки согласованности ИФЭ ГПИ решает задачу аргументированного выбора наиболее эффективного ПП из множества аналогов за счет своего формализованного представления и константных величин, основанных на когнитивно-эргономических характеристиках пользователя.

В дальнейшем планируется разработка ПП на основе представленного в настоящей статье алгоритма, что позволит автоматизировать процесс оценки ГПИ, сократив временные и человеческие ресурсы на анализ.

Литература

1. Алфимцев А. Н., Хаев Ф. И. Гендерные различия в восприятии информации и организации пользовательского интерфейса компьютерных систем // Автоматизация. Современные технологии. 2015. № 6. С. 25–28.
2. Вострых А. В. Анализ информационных систем, используемых в МЧС России для мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: материалы международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 28 октября 2021 г.). СПб.: УГПС МЧС России, 2021. С. 257–260.
3. Norman D. A. Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things. Basic Books, 2005. 272 p.
4. Уэйншенк С. Интуитивный веб-дизайн. СПб.: Эксмо, 2011. 160 с.
5. Головач В. В. Дизайн пользовательского интерфейса v1.2. СПб.: Uibook1, 2014. 141 с. URL: <https://obuchalka.org/2012031664023/dizain-polzovatel'skogo-interfeisa-golovach-v-v-2000.html> (дата обращения 16.12.2023)
6. Баканов А. С., Обознов А. А. Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия. М.: Институт психологии РАН, 2011. 176 с.
7. Вострых А. В. Терминологический базис оценки пользовательских интерфейсов: обзор стандартов // Актуальные проблемы инфо-телекоммуникаций в науке и образовании: материалы IX Международной научно-технической и научно-методической конференции (Санкт-Петербург, 26–27 февраля 2020 г.). СПб.: СПбГУТ, 2020. Т. 2. С. 200–207.
8. Емельянова Ю. Г., Фраленко В. П., Хачумов В. М. Методы комплексного оценивания когнитивных графических образов // Программные системы: теория и приложения. 2018. № 3. С. 49–63. DOI: 10.25209/2079-3316-2018-9-3-49-63
9. Звенигородский А. С., Коломыйцев О. А. Оценка визуальной информации в технических системах // Искусственный интеллект. 2011. № 4. С. 19–23.
10. Харкевич А. А. Проблемы кибернетики. М.: Физматгиз, 1960. 57 с.
11. Park K. S. Human Reliability: Analysis, Prediction, and Prevention of Human Errors. New York, 1987. 340 p.
12. Stickel C., Ebner M., Holzinger A. The XAOS Metric — Understanding Visual Complexity as Measure of Usability // Proceedings of the 6th Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering “HCI in Work and Learning, Life and Leisure”. 2010. PP. 278–290.
13. Горячкин Б. С. Оценка выходных экранных форм автоматизированной системы обработки информации и управления // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 10. С. 24–27.
14. Алефиренко В. М., Шамгин Ю. В. Инженерная психология. Минск: БГУИР, 2005. 13 с.
15. Кузнецов Л. А., Бугаков Д. А. Разработка меры оценки информационного расстояния между графическими объектами // Информационно-управляющие системы. 2013. № 1. С. 74–79.
16. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication // Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27. PP. 379–423.

17. Диковицкий В. В. Формализация задачи построения когнитивных пользовательских интерфейсов мультитиппредметных ИР // Информационные технологии. 2013. № 5. С. 90–97.
18. Hartley R. V. L. Transmission of Information // Bell System Technical Journal. 1928. Vol. 7. Iss. 3. PP. 535–563.
19. Оксанич И. Н. Модель декомпозиции ментальных операторов в проблемно ориентированном интерфейсе пользователя и ее экспериментальное исследование // Математические машины и системы. 2010. № 1. С. 105–112.
20. Пономарев И. А. Методы формальной оценки пользовательского интерфейса прикладных программ для ЭВМ // Объединенный научный журнал. 2005. № 3 (131). С. 55–57.
21. Нильсен Я. Дизайн Web-страниц. Анализ удобства и простоты использования 50 узлов сайтов. М.: Вильямс, 2002. 326 с.
22. Fitts P. M. The Information Capacity of the Human Motor System in Controlling // Journal of Experimental Psychology. 1954. Vol. 47. Iss. 6. PP. 381–391.
23. Hick W. E. On the Rate of Gain of Information // Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1952. Vol. 4. Iss. 1. PP. 11–26.
24. Уэйншенк С. 100 новых главных принципов дизайна. Как удержать внимание. СПб.: Питер, 2016. 290 с.
25. Раскин Д. Интерфейс Новые направления в проектировании компьютерных систем. М.: Символ, 2007. 257 с.
26. Купер А., Рейман Р., Кронин Д. Основы проектирования взаимодействия. М.: Символ, 2010. 688 с.
27. Мельникова Р. В. Проектирование пользовательского интерфейса // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2010. Т. 6. № 8 (48). С. 18–20.

Статья поступила 24 ноября 2023 г.
Одобрена после рецензирования 15 декабря 2023 г.
Принята к публикации 18 декабря 2023 г.

Информация об авторе

Вострых Алексей Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной математики и информационных технологий. Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России. E-mail: a.vostrykh@list.ru

Algorithm for Evaluating the Consistency of Information and Functional Elements of Graphical User Interfaces

A. Vostrykh

The Saint-Petersburg University State Fire Service of EMERCOM of Russia,
St. Petersburg, 196105, Russian Federation

Purpose: currently, for the performance of various job responsibilities by users, there is a wide range of software characterized, in addition to functionality, by cognitive and ergonomic characteristics, on which such user indicators as: work speed, satisfaction, probability of making mistakes, etc. depend. In order to select the most effective software products from a variety of existing analogues, a scientific and methodological tool based on a strict mathematical apparatus is needed, which will avoid subjectivity of the evaluation results. The purpose of the work is to develop a scientific and methodological tool in the form of an algorithm that allows evaluating software products to select the most effective ones. **Methods:** to achieve this goal, a comparative analysis of a wide range of approaches from such fields of science as visual aesthetics was carried out; human-computer interaction, gestalt psychology, neuroaesthetics, perceptual psychology and ergonomics, which allowed us to identify a number of approaches capable of solving the tasks of this study. **Novelty:** compared with differential approaches to software evaluation, the developed algorithm is based on the aggregation of a number of selected indicators for evaluating the consistency of information and functional elements of graphical user interfaces. **Results:** an algorithm for evaluating the consistency of information and functional elements of graphical user interfaces has been developed, which allows evaluating and comparing software products in this area.

Key words: graphical user interface, algorithm, consistency, information and functional element, evaluation

Information about Author

Aleksey Vostrykh – candidate of technical sciences, lecturer, department of applied mathematics and information technology. The Saint-Petersburg University State Fire Service of EMERCOM of Russia.
E-mail: a.vostrykh@list.ru