

А.Р. Фамильнов, В.С. Зарубин, А.Н. Морозов
**РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ НАХОЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА КОМПЬЮТЕРНЫХ
ПРОГРАММ**

*Федеральное казенное учреждение «Научно-исследовательский центр
«Охрана» Росгвардии,
Москва, Россия*

В статье рассмотрены вопросы оценки качества пользовательских интерфейсов (ПИИ) компьютерных программ на основе предложенной математической модели. Наиболее часто под показателем качества ПИИ понимается суммарное время элементарных операций (действий) пользователей над элементами ПИИ (ЭПИИ), затрачиваемое на решение конкретной задачи. Под ЭПИИ понимаются такие элементы интерфейса как поля ввода, значки, различного вида списки, таблицы и др. Под элементарными действиями понимается нахождение, достижение и управление ЭПИИ. В общем случае расчет времени выполнения операций может быть достаточно сложным. Это связано с тем, что для расчета необходимо знать, какой экранной форме и какой компьютерной программе принадлежит ЭПИИ, а также в решении какой задачи он участвует и в какой последовательности. В статье предложена концептуальная модель ПИИ на основе ER-диаграммы, в состав которой входят описывающие ПИИ сущности (множества) и связи между ними. Получены аналитические зависимости для расчета одного из составляющих показателя качества компьютерных программ, а именно времени нахождения пользователем элементов интерфейса на экране монитора. Показано, что сущности, входящие в ER-диаграмму являются индексированными последовательностями. Для навигации в ER-диаграмме предложены функции, позволяющие находить элемент множества по его индексу в профиле задачи, и наоборот - находить индекс заданного элемента множества. Расчет времени нахождения элементов пользовательского интерфейса выполняется с использованием закона Хика.

Ключевые слова: закон Хика, пользовательский интерфейс, показатели качества, критерии качества, оценка качества.

Введение. Жизнь в эпоху информационного общества и цифровой трансформации открывает не только новые возможности, но и образно говоря, трансформирует старые проблемы на новый лад. Одной из таких проблем является проблема выбора подходящего под определенные нужды программного обеспечения (ПО). Эта проблема связана с тем, что для достижения пользователем одной и той же цели (например, просмотра видеоконтента или моделирования дизайна интерьеров) разными разработчиками предлагаются разные способы действий. И хотя такие, объединенные общими целями и функционалом программы предназначены для решения одинаковых в целом задач, на практике однотипная информация отображается, а одни и те же операции выполняются в них по-

разному. Или, пользуясь принятым термином, каждая программа имеет свой пользовательский интерфейс (ПИН). Разница может заключаться и в общей архитектуре интерфейса, и в количестве, размерах и расположении его элементов (ЭПИН) и т.д. Как же так получается, что, приступая к разработке программисты хотят добиться по большому счету одного и того же, а результаты получаются разными? Причем не как следствие недостаточной квалификации или не проработанности проблемы, а как итог целенаправленной реализации своего понимания об удобствах конечного пользователя? И как быть этим самым конечным пользователям, чем руководствоваться при выборе того или иного программного обеспечения из имеющегося многообразия? Интуитивными соображениями или чем-либо более убедительным? И если да, то чем?

Состояние вопроса. И тут мы сталкиваемся с противоречивой ситуацией. С одной стороны, как может легко убедиться любой желающий, специальная литература и соответствующие интернет - ресурсы содержат огромное количество работ на тему проектирования и оценки качества ПИН. С другой стороны проблема заключается в том, что большинство работ содержат в основном качественные рекомендации. Известное семейство количественных методов GOMS (от английского Goals, Operators, Methods, and Selection Rules) позволяет оценить время, необходимое для выполнения задачи для конкретного ПИН путем исследования различного рода таблиц и графиков, которые нужно заполнить вручную. Попытка найти готовые средства автоматизации процесса посредством обращения к реестру Федерального института промышленной собственности (ФИПС) с запросом «Программа оценки качества пользовательских интерфейсов автоматизированных рабочих мест» дала нулевой результатов (Рисунок 1).

НАЙДЕННЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Всего найдено: 0  ПЕЧАТЬ

Время запроса: 3.015 сек.

Выбранные поисковые базы (количество найденных документов):

- Программы для ЭВМ с 2013 года (0)

Поисковый запрос:

- Основная область запроса: **Программа оценки качества пользовательских интерфейсов автоматизированных рабочих мест**

Рисунок 1. Результат выполнения поискового запроса в реестр ФИПС.

Вот и выходит, что пока при выборе программного обеспечения пользователь может либо полагаться на свои предпочтения, либо выполнять кропотливую работу по оценке ПИН вручную.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, создание инструмента для автоматизации процесса оценки качества ПИН компьютерных программ является актуальной задачей. При этом под качеством ПИН обычно понимается некая функция суммарного времени элементарных операций, выполняемых пользователями над элементами ПИН при решении конкретной задачи. Под элементарными действиями понимается нахождение, достижение и управление элементами ПИН.

Однако, в общем случае, расчет времени выполнения операций может быть достаточно сложным. Это связано с тем, что математическая модель ПИН представляет собой множество множеств, находящихся в определенных отношениях. Например, для расчета времени нахождения элемента ПИН необходимо знать, какой форме и какой компьютерной программе он принадлежит, а также в решении какой задачи он участвует и в какой последовательности. Поэтому математическая модель ПИН представляет собой сложную систему сущностей и отношений между ними, а аналитические зависимости для расчета показателей качества должны содержать правила навигации между входящими в систему множествами.

Настоящая статья посвящена разработке математической модели процесса нахождения ЭПИН при решении выбранной задачи с целью последующего использования ее при создании инструментального программного обеспечения мониторинга характеристик и оценки качества пользовательских интерфейсов компьютерных программ.

Постановка задачи. В статье предложено решение проблемы навигации при расчете показателей качества ПИН на основе разработанной концептуальной модели в виде ER-диаграммы и получены аналитические выражения для расчета одного из составляющих показателя качества компьютерных программ, а именно времени нахождения элементов пользовательского интерфейса.

Под показателем качества ПИН будем понимать суммарное время элементарных операций (действий) пользователей над ЭПИН, затрачиваемое на решение конкретной задачи. При этом под ЭПИН понимаются активные и пассивные элементы интерфейса - поля ввода, значки, различного вида списки, таблицы и др. Под элементарными действиями понимается нахождение, достижение и управление ЭПИН. В общем случае расчет времени операций может быть достаточно сложным. Это связано с тем, что для расчета необходимо знать, какой форме и какой компьютерной программе принадлежит ЭПИН, а также в решении какой задачи он участвует и в какой последовательности.

В работе [1] предложен вариант концептуальной модели ПИН, ER-диаграмма которой («сущность — связь», «Entity-Relationship») представлена на рисунке 2. В концептуальную модель входят:

- G – множество решаемых задач;
- W – важность задач;
- Q – качество решения задач;
- A – множество компьютерных программ (АРМ);
- Φ – множество экранных форм ПИН;
- C – множество элементов ПИН (ЭПИН);
- O – множество операций над ЭПИН;
- P – профиль задач.

Множества G , W , Q , A , Φ , C , O и P находятся между собой в определенных отношениях. Тип отношений между множествами указан в нотации реляционной алгебры, где « \longleftrightarrow » – отношение «один к одному», « \longleftrightarrow » - один ко многим, а « \longleftrightarrow » - многие к одному.

В этом случае для расчета показателя качества необходимо иметь аналитические зависимости, описывающие правила перемещения (навигации) по ER-диаграмме.

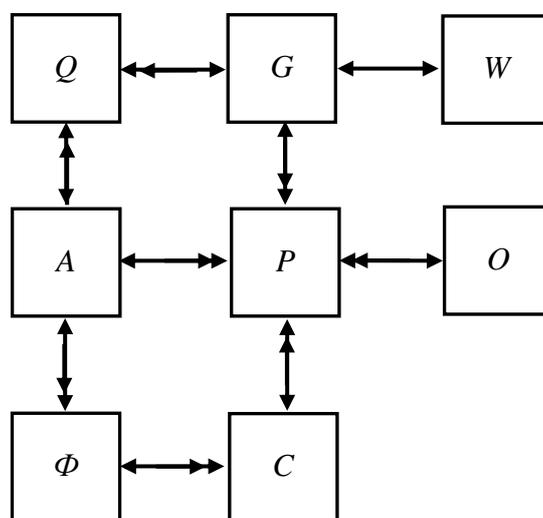


Рисунок 2. ER-диаграмма модели пользовательского интерфейса.

Решение задачи. Пусть имеется:

$$G = \{ g_i : g_i \in G \wedge i = 1, I \}, \quad (1)$$

где G - множество задач (*целей, goals*), выполняемых пользователем, $I = |G|$.

$$W = \{ w_i : w_i \in W \wedge i = 1, I \}, \quad (2)$$

где W – важность (*weight*) задач; w_i – важность i -ой задачи.

$$A = \{ a_j : a_j \in A \wedge j = 1, J \}, \quad (3)$$

где A - множество компьютерных программ, предназначенных для решения множества задач G , $J = |A|$.

$$Q_i = \{ q_{ij} : q_{ij} \in Q_i \}, \quad (4)$$

где Q_i – качество решения i -й задачи j -м АРМ.

$$\Phi_j = \{ \varphi_j^k : \varphi_j^k \in \Phi_j \wedge k = 1, K_j \}, \quad (5)$$

где Φ_j – множество форм (*forms*) ПИН j -го АРМ, $K_j = |\Phi_j|$; φ_j^k – k -я экранная форма j -го АРМ. Например, φ_2^3 – это 3-я форма 2-го АРМ.

$$C_j^k = \{ c_j^{kl} : c_j^{kl} \in C_j^k \wedge l = 1, L_j^k \}, \quad (6)$$

где C_j^k - множество элементов (*cell*) ПИН, расположенных на форме φ_j^k в определенном порядке, $L_j^k = |C_j^k|$; c_j^{kl} – l -й элемент k -ой экранной формы j -го АРМ. Например, c_2^{34} – это 4-й ЭПИН 3-й формы второго АРМ. ЭПИН c_j^{kl} представим в виде кортежа его геометрических характеристик (профиля ЭПИН):

$$c_j^{kl} = \langle x_j^{kl}, y_j^{kl}, \Delta x_j^{kl}, \Delta y_j^{kl} \rangle, \quad (7)$$

где x_j^{kl} , y_j^{kl} - координаты левого верхнего угла l -го ЭПИН k -й формы j -го АРМ, относительно левого верхнего угла монитора в пикселях по осям x и y соответственно;

Δx_j^{kl} , Δy_j^{kl} - размеры l -го ЭПИН k -й формы j -го АРМ в пикселях по осям X и Y соответственно.

Работа пользователя с компьютерной программой заключается в решении множества задач G посредством выполнения последовательности элементарных операций с ЭПИН с целью достижения требуемого практического результата. Упорядоченное множество (последовательность) элементарных операций для решения i -ой задачи j -м АРМ называется профилем этой задачи:

$$P_{ij} = \{ p_{ij}^n : p_{ij}^n \in P_{ij} \wedge n = 1, N_{ij} \}, \quad (8)$$

где P_{ij} - профиль решения i -й задачи j -м АРМ, $N_{ij} = |P_{ij}|$ - количество элементарных операций (шагов) в профиле; p_{ij}^n - профиль n -го шага при решении i -й задачи j -м АРМ;

$$p_{ij}^n = \langle g_i, a_j, \varphi_j^k, c_j^{kl}, t1_{ij}^{kl}, t2_{ij}^{kl}, t3_{ij}^{kl} \rangle \quad (9)$$

где c_j^{kl} -й ЭПИН, используемый для решения g_i -й задачи j -м АРМ на n -м шаге, tN_{ij}^{kl} – время элементарных операций пользователей над элементами ПИН. Отметим, что $tN_{ij}^{kl} = 0$, если операция не выполняется. Например, при работе с текстовым полем для чтения время достижения равно нулю.

Рассмотрим пример фрагмента конфигурации профиля с использованием сущностей ER-диаграммы, представленный на рисунке 3. Пусть имеются две задачи g_1 и g_2 , которые могут быть решены с использованием двух АРМ a_1 и a_2 . Каждый АРМ состоит из нескольких форм Φ , с размещенными на них элементами ЭПИН C . Требуется составить профиль решения каждой задачи каждым из АРМ с целью, например, сравнения показателей качества. Во фрагменте конфигурации использованы следующие обозначения:

P_{11} – профиль первой задачи для первого АРМ;

P_{12} – профиль первой задачи для второго АРМ;

P_{21} – профиль второй задачи для первого АРМ.

Тогда из примера следует, что на первом шаге профиля P_{11} выбран элемент c_1^{11} - первый ЭПИН первой формы, на втором c_1^{14} - четвертый ЭПИН первой формы и т.д.

Расчет времени нахождения ЭПИН будем выполнять с использованием закона Хика [2], который описывает время, которое требуется человеку для выбора решения из возможных вариантов. Для случая выбора ЭПИН на форме закон Хика имеет вид:

$$T = b \cdot \log_2 (L_j^k + 1), \quad (10)$$

где L_j^k – число равновероятностных вариантов выбора, в данном случае число ЭПИН на k -й форме j -го АРМ, b – эмпирическая константа. Для приближенных вычислений рекомендуется принимать $b = 150$.

Как следует из (10) для нахождения времени T необходимо получить аналитические зависимости для вычислений времени нахождения l -го ЭПИН k -й формы j -го АРМ на n -м шаге решения i -й задачи, что в свою очередь связано с необходимостью навигации по ER-диаграмме.

Поскольку множества G, W, Q, A, Φ, C, O и P являются индексированными последовательностями, то для навигации потребуется находить элемент множества по его индексу и наоборот - находить индекс заданного элемента множества. Для этого введем следующие функции:

$$f_\xi : (\mathcal{E} = \{\xi\} \wedge \xi \in \{\{i\}, \{j\}, \{k\}, \{l\}, \{m\}, \{n\}\}) \rightarrow \Psi_\xi \quad (11)$$

или в более короткой нотации

$$f_\xi : \{\xi\} \rightarrow \Psi_\xi, \Psi_\xi = f_\xi(\xi) \quad (12)$$

и обратную

$$f_{\xi}^{-1}: \psi_{\xi} \rightarrow \xi, \quad \xi = f_{\xi}^{-1}(\psi_{\xi}) \quad (13)$$

где функция f_{ξ} возвращает значение элемента ψ_{ξ} соответствующего множества из (11) с индексом, равным ξ , а функция f_{ξ}^{-1} возвращает значение индекса ξ элемента множества ψ_{ξ} .

| | | | | | | |
|----------------------|-------|---------|------------|---------------|---------------|---------------|
| $P_{ij}\{p_{ij}^n\}$ | | | | | | |
| P_{11} | | | | | | |
| g_1 | a_1 | q_1^1 | c_1^{11} | t_{11}^{11} | t_{11}^{21} | t_{11}^{31} |
| g_1 | a_1 | q_1^1 | c_1^{14} | t_{11}^{14} | t_{11}^{24} | t_{11}^{34} |
| ... | | | | | | |
| P_{12} | | | | | | |
| g_1 | a_2 | q_1^2 | c_1^{21} | t_{12}^{21} | t_{12}^{22} | t_{12}^{23} |
| g_1 | a_2 | q_1^2 | c_1^{22} | t_{12}^{22} | t_{12}^{22} | t_{12}^{22} |
| ... | | | | | | |
| P_{21} | | | | | | |
| g_2 | a_1 | q_1^2 | c_1^{21} | t_{21}^{21} | t_{21}^{21} | t_{21}^{31} |
| g_2 | a_1 | q_1^3 | c_1^{32} | t_{21}^{32} | t_{21}^{32} | t_{21}^{32} |
| ... | | | | | | |

Рисунок 3. Пример конфигурации профиля задач.

Обозначим используемый для расчета времени нахождения ЭПИН элемент кортежа p_{ij}^n следующим образом:

$$\varphi_j^k \text{ из } p_{ij}^n \text{ обозначим как } p_{ij}^{n\varphi} \quad (14)$$

Тогда теоретическое суммарное время T_{ij} нахождения l -ных ЭПИН j -го АРМ при решении на i -й задачи можно рассчитать по формуле:

$$T_{ij} = b * \sum_{n=1}^{n=N_{ij}} \log_2(L_j^{f_k^{-1}(p_{ij}^{n\varphi})} + 1) \quad (15)$$

где $L_j^{f_k^{-1}(p_{ij}^{n\varphi})}$ – количество ЭПИН на k -й форме j -го АРМ на n -м шаге при решении i -й задачи.

Заключение. Предложена математическая модель пользовательского интерфейса компьютерных программ на основе концептуальной модели в виде ER-диаграммы и получена аналитическая зависимость для расчета одного из составляющих показателя качества компьютерных программ, а именно времени нахождения элементов пользовательского интерфейса по профилю задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов А.Н., Зарубин В.С., Гришин С.А. К вопросу оценки качества пользовательского интерфейса АРМ пунктов централизованной охраны // Вестник Воронежского института МВД России, №1. - Воронеж. Воронежский институт МВД России, 2019. – с.45-50.
2. Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем // — СПб: Символ-плюс, 2010.

A. R. Familnov, V. S. Zarubin, A. N. Morozov

THE CALCULATE OF THE TIME COUNT SPENT ON A SELECTING OF SOFTWARE APPLICATION GUI ELEMENT.

*Federal State Institution «Scientific Research Center «OKHRANA» of the
Federal service of National Guard of the Russian Federation,
Moscow, Russia*

The article deals with the quality assessment of user interfaces (UI) of computer programs based on the proposed mathematical model. Most often, the quality indicator of a UI is understood as the total time of elementary operations (actions) of users on UI elements (UIE) spent on solving a specific task. UIE means such interface elements as input fields, icons, various types of lists, tables, etc. The elementary actions are understood as finding, achieving and managing UIE. Calculating the time to perform user actions can be quite complicated. This is due to the fact that for the calculation it is necessary to know which screen form and which computer program the UIE belongs to, and also in the solution of which problem it participates and in what sequence. The article proposes a conceptual model of IDUs based on the ER diagram, which includes entities describing the UIs and the relationships between them. Analytical dependences are obtained for the calculation of one of the components of the quality index of computer programs, namely, the time the user spent finding interface elements placed on the monitor. It is shown that the entities included in the ER-diagram are indexed sequences. To navigate in the ER-diagram, functions are proposed that allow you to find an element of a set by its index in the task profile, and vice versa - to find the index of a given element of the set. The calculation of the time spent by the user in finding the interface elements on the monitor is performed using Hick's law.

Keywords: software, Hick's law, user interface, quality indicators, quality criteria, quality assessment.

REFERENCES

1. Morozov A.N., Zarubin V.S, Grishin S.A. To the question of assessing the quality of the user interface of the AWP of the centralized protection points / Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, No. 1. - Voronezh. Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2019. - p.45-50.
2. Raskin D. Interface: new directions in the design of computer systems. - SPb: Symbol plus, 2010 output.