

ТРУДОЕМКОСТЬ ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В ЗАДАЧЕ ПОИСКА ОБРАЗЦА В СПРАВОЧНИКЕ И ЕЕ ОЦЕНКА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ GOMS

Abstract: The quantity value of the user interface characteristics in the task of manual on the base of applying model GOMS is discussed. The results of counting are given, the peculiarities of the estimation of the intellectual load on user GOMS model are discussed.

Key words: user's interface, searching pattern, GOMS model.

Анотація: Розглядається кількісна оцінка характеристик інтерфейсу користувача у задачі пошуку зразка у довіднику на основі застосування моделі GOMS. Наводяться результати розрахунку, обговорюються особливості оцінки інтелектуального навантаження на користувача у моделі GOMS.

Ключові слова: інтерфейс користувача, пошук зразка, модель GOMS.

Аннотация: Рассматривается количественная оценка характеристик интерфейса пользователя в задаче поиска образца в справочнике на основе применения модели GOMS. Приводятся результаты расчета, обсуждаются особенности оценки интеллектуальной нагрузки на пользователя в модели GOMS.

Ключевые слова: интерфейс пользователя, поиск образца, модель GOMS.

1. Введение

В [1] рассматривается модель одного из методов "малой" интеллектуализации интерфейса пользователя при вводе информации, а именно идентификация полного вводимого слова по его части и упреждающая подсказка пользователю (или автоматическое восстановление полного слова). Процесс идентификации заключается в оперативном посимвольном анализе вводимых данных и подсказке (или оперативной подстановке) символов незавершенного слова в случае, когда комбинация недо введенных символов становится однозначно ясной. Реализация подобной функции содержится, например, в Интернет-браузерах при наборе пользователем ранее использовавшегося адреса, сохраненного в специальном справочнике.

Обобщенная суть процесса поиска заключается в следующем. Имеется справочник, содержащий N n -символьных упорядоченных слов в алфавите q . Входное слово (образец), предположительно содержащееся в справочнике, вводится посимвольно, начиная со старшего символа. По мере ввода символов область поиска сужается, процесс продолжается до идентификации искомого слова (или установления факта его отсутствия в справочнике). В дальнейшем с найденным словом-образцом выполняются определенные целевые действия, связанные с назначением системы поиска.

На практике возможными являются 3 основных варианта целевых действий:

– извлечение информации из атрибутов, связанных с найденным в справочнике словом как ключевым. В этом случае справочник является ключевым полем некоторой содержательной таблицы базы данных (БД);

– присвоение некоторого кода найденному слову. В этом случае справочник является основой служебной таблицы-кодификатора;

– занесение найденного (восстановленного) слова в некоторый файл (таблицу). В этом случае справочник является словарем допустимых значений множества вводимых слов (например, словарем русского языка).

В [1] получены вероятностные оценки, определяющие однозначность идентификации значения группы введенных символов.

В настоящей работе ставится задача анализа технологических вариантов реализации общего алгоритма оценки соответствующих значений трудоемкости интерфейса пользователя.

2. Рассматриваемые варианты интерфейса

В качестве типового технологического варианта реализации общего алгоритма поиска и идентификации образца рассмотрим (назовем его так) интерфейс визуальной идентификации (ВИ), составляющий основу многих реальных прикладных поисковых систем товаров на складах, в магазинах, в аптеках и пр., а также систем предварительного перекодирования длинных признаков атрибутов БД.

Схема интерфейса ВИ заключается в следующем. Пользователь вводит символы $a_n, a_{(n-1)}, \dots$ образца A^g и отслеживает результаты сужения области поиска после ввода очередного i -го символа a_{n-i+1} , представленные в виде множества (последовательности) слов с одинаковыми значениями символов $a_n \dots a_{n-i+1}$. Назовем такое множество a_i группой. При появлении на очередном этапе группы a_v объем группы m_v оказывается достаточно небольшим, чтобы осуществить визуальный поиск и идентификацию образца с соответствующим подтверждением.

Схема альтернативного интерфейса автоматической идентификации (АИ) выглядит следующим образом. Пользователь вводит символы $a_n, a_{n-1} \dots$ «вслепую» до появления звукового сигнала, означающего сужение области поиска до группы a_k объемом $m_k = 1$ (т.е. до одного искомого слова) и определяющего успешное завершение поиска.

Приведенное описание вариантов иллюстрирует рис. 1. Сравнивая оба варианта интерфейса, мы можем отметить следующее.

1) Общее свойство обоих вариантов состоит в том, что пользователем вводится лишь некоторая часть символов образца.

Возможность частичного ввода обусловлена наличием «естественной» информационной избыточности справочника. Очевидно, что если избыточность отсутствует и справочник содержит все всевозможные комбинации символов $a_n \dots a_1$, то для идентификации слова в варианте АИ необходимо ввести все n символов образца.

2) В обоих вариантах возможны:

- наличие или отсутствие ошибки пользователя при вводе образца;
- положительный или отрицательный результат поиска (т.е. наличие или отсутствие искомого образца в справочнике).

3) Различия вариантов связаны с тем, что, с одной стороны, в варианте ВИ $v < k$ (т.е. вводится меньше символов) и сделанная ошибка обнаруживается, как правило, сразу же при

вводе ошибочного символа. С другой стороны, вариант АИ не требует постоянного внимания к экрану монитора и в этом отношении меньше «нагружает» пользователя.

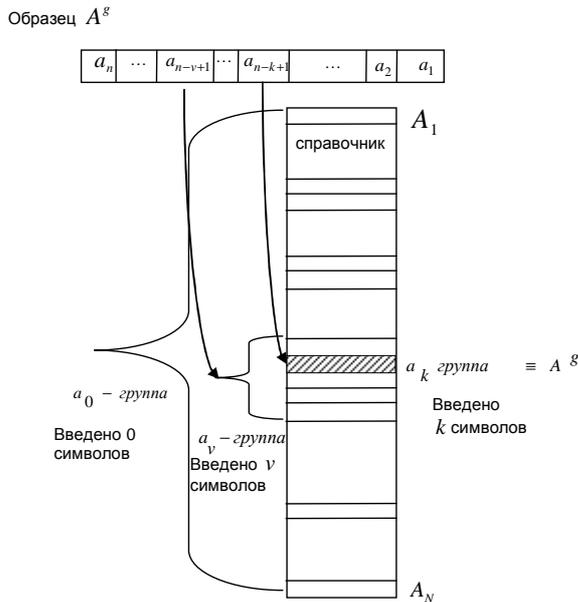


Рис. 1. Схема вариантов интерфейса

Таким образом, трудоемкости интерфейсов зависят от соответствующих средних значений v и k , связанных с избыточностью справочника, наличием (вероятность π) или отсутствием (вероятность $1 - \pi$) ошибки пользователя при вводе символов образца, положительным (вероятность δ) или отрицательным (вероятность $1 - \delta$) результатом поиска.

3. Общие соотношения, определяющие трудоемкости интерфейсов

Примем для вариантов трудоемкости в каждом из интерфейсов обозначения, смысл которых иллюстрирует рис. 2.

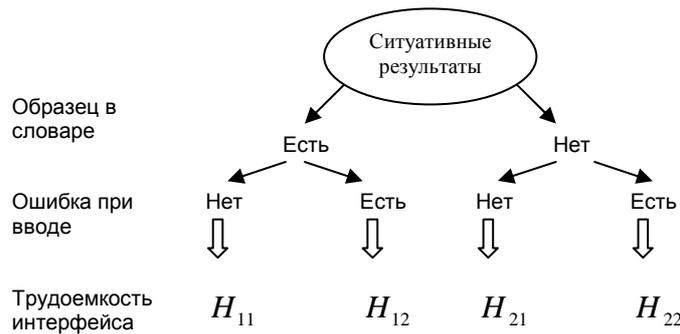


Рис. 2. Трудоемкости интерфейсов при различных исходах поиска

Общее выражение для значения трудоемкости интерфейсов с учетом вероятностей соответствующих исходов запишем в следующем виде:

$$H = \delta[(1 - \pi_c \cdot z) \cdot H_{11} + \pi_c \cdot z H_{12}] + (1 - \delta)[(1 - \pi_c \cdot z) \cdot H_{21} + \pi_c \cdot z H_{22}], \quad (1)$$

где z – количество введенных символов образца;

π_c – статистическая вероятность искажения символа при вводе.

Для получения приближенных оценок средних значений v, k поставим в соответствие отрезок прямой, состоящий из q^n единичных отрезков (ячеек), N из которых являются «активными». (Значение q^n соответствует количеству всевозможных значений комбинаций символов a_1, \dots, a_n , а значение N – количеству реально существующих значений.) Распределение активных ячеек среди всевозможных будем считать случайным.

Определим величину $l_j = A_{j+1} - A_j = \sum_{i=1}^n a_{i(j+1)} q^{i-1} - \sum_{i=1}^n a_{ij} q^{i-1}$ как текущий интервал между двумя произвольными соседними значениями слов словаря. Очевидно, что $A_N = A_1 + \sum_{j=1}^{N-1} l_j$, а среднее значение $\bar{l} = \frac{A_N}{N-1}$. С учетом допущения о случайно-равномерном распределении N значений словаря среди q^n значений всевозможных комбинаций $a_1 \dots a_n$, пренебрегая разностями $[(q^n - 1) - A_N]$ и $(A_1 - 0)$, которые достаточно малы, положим $\bar{l} \approx \frac{q^n}{N} = \frac{1}{r}$.

Графическая интерпретация описанной линейной модели приведена на рис. 3.

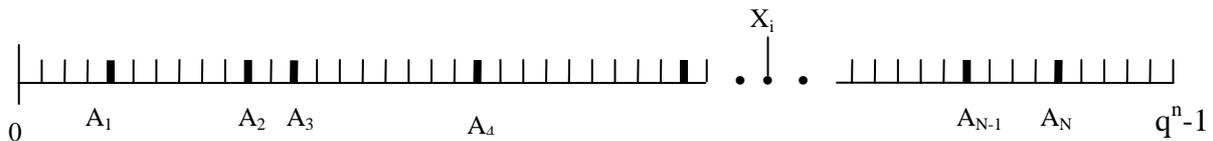


Рис. 3. Линейная модель распределения слов справочника

Координата X_i определяет ширину области поиска после ввода i символов искомого образца, а величина m – среднее значение количества активных ячеек в этой области.

Примечание. Хотя реальные области поиска после ввода i символов располагаются вдоль отрезка $0 \div (q^n - 1)$ произвольным образом (в зависимости от реальных значений введенных символов), допущение о случайном распределении активных ячеек среди всевозможных, т.е. об однородности структуры активных ячеек, позволяет свести анализ к случаю, когда a_i принимают минимальные значения (т.е. к началу отрезка).

Если количество введенных символов $i = 0$, то $X_0 = q^n$, $m_0 = N = q^n / \bar{l}$.

В целом, для i введенных символов область поиска сужается в q^i раз, т.е.

$$X_i = q^n / q^i = q^{n-i}$$

и
$$m_i = q^{n-i} / \bar{l}. \tag{2}$$

Отсюда

$$\left. \begin{aligned} m_v &= q^{n-v} / \bar{l} = \frac{q^{n-v} \cdot n}{q^n} = \frac{N}{q^v} \\ m_k &= N / q^k \end{aligned} \right\} . \tag{3}$$

После логарифмирования и простых преобразований (3), с учетом равенства $m_k = 1$ (по изначальному определению), получим

$$\left. \begin{aligned} k &= \log_q r + n \\ v &= k - \log_q m_v \end{aligned} \right\} . \tag{4}$$

4. Применение модели GOMS для оценки значений H

Для количественной сравнительной оценки трудоемкости вариантов воспользуемся общими положениями и конкретными данными известной модели GOMS [2 – 5].

Классическая модель GOMS (Goals, Objects, Methods, Selection) считается одним из лучших подходов к количественному анализу интерфейса «пользователь-компьютер» [2]. Модель GOMS дает возможность получить количественные оценки производительности интерфейсов, основанные на предсказании времени, затраченного пользователем на выполнение определенных действий, с помощью построения последовательности элементарных операций. Предлагаемый набор базовых операций и соответствующих стандартных временных интервалов определяет продолжительность их выполнения «средним» пользователем. Рассматриваемые варианты интерфейса ВИ, АИ являются клавиатурно-ориентированными, поэтому из полного набора элементарных операций, предлагаемых моделью GOMS, и соответствующих стандартных временных интервалов τ мы можем ограничиться операциями К (нажатие клавиши) и М (ментальная подготовка к следующему шагу), причем типовые значения времени $K = 0,2$ с, $M = 1,35$ с.

Анализ действий пользователя в интерфейсах ВИ, АИ в соответствии с методологией модели GOMS приводит к следующим выражениям для безусловных составляющих трудоемкости:

$$H_{11}^{(BH)} = (M + K)v + M + K \left(1 + \frac{m+1}{2} \right),$$

$$H_{12}^{(BH)} = H_{11}^{BH} + 2K,$$

$$H_{21}^{BH} = (M + K)v + M + K,$$

$$H_{22}^{(BH)} = H_{21}^{BH} + 2K,$$

$$H_{11}^{AH} = 2M + K(k+1),$$

$$H_{12}^{AH} = 3M + K \left(k + \frac{k-1}{2} + 4 \right),$$

$$H_{21}^{AH} = H_{11}^{AH},$$

$$H_{22}^{AH} = H_{12}^{AH}.$$

Полные значения H^{BH} , H^{AH} , при условии наступления соответствующих исходов относительно вероятного появления ошибки и результатов поиска, равны

$$H^{BH} = \delta \left[(1 - \pi_c \cdot v) H_{11}^{BH} + \pi_c \cdot v \cdot H_{12}^{BH} \right] + (1 - \delta) \left[(1 - \pi_c \cdot v) H_{21}^{BH} + \pi_c \cdot v \cdot H_{22}^{BH} \right],$$

$$H^{AH} = \delta \left[(1 - \pi_c \cdot k) H_{11}^{AH} + \pi_c \cdot k \cdot H_{12}^{AH} \right] + (1 - \delta) \left[(1 - \pi_c \cdot k) H_{21}^{AH} + \pi_c \cdot k \cdot H_{22}^{AH} \right].$$

В табл. 1 приведены значения H^{BH} , H^{AH} и $\eta = H^{AH} / H^{BH}$, рассчитанные для следующих значений параметров: $q = 32$, $n = 6$, $N = 10^4$, $m = 8$, $\pi_c = 8,8 \cdot 10^{-3}$ [6].

Таблица 1. Трудоемкости интерфейсов при разных значениях параметров модели GOMS

K	δ	M	H^{VI}	H^{AI}	η
0,2	0,5	1,35	5,19	3,48	0,67
		0,8	3,51	2,37	0,67
	0,9	1,35	5,55	3,48	0,62
		0,8	3,87	2,36	0,61
0,4	0,5	1,35	6,26	4,23	0,67
		0,8	4,58	3,12	0,68
	0,9	1,35	6,98	4,23	0,60
		0,8	5,30	3,12	0,59
1,0	0,5	1,35	9,47	6,48	0,68
		0,8	7,79	5,36	0,69
	0,9	1,35	11,27	6,48	0,57
		0,8	9,59	5,36	0,56

5. Заключение

Таким образом, полученные соотношения позволяют получить ориентировочные оценки трудоемкости интерфейсов AI и VI в рассматриваемой задаче поиска по образцу.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что интерфейс AI, альтернативный по отношению к обычно используемому VI, обеспечивает меньшие затраты времени пользователя (и, косвенно, меньшую интеллектуальную нагрузку). При этом преимущество AI устойчиво: значение η остается в пределах 0,7 при существенных изменениях параметров модели GOMS.

Следует отметить, что модель GOMS оценивает качество интерфейса в терминах суммарного времени реакции системы на действия пользователя. Такая временная оценка не всегда идентична оценке интеллектуальной нагрузки пользователя. Например, время перемещения руки по траектории клавиатура – мышь – клавиатура (параметр H модели GOMS) требует сравнительно много времени, но относительно мало нагружает пользователя. Можно предположить также, что для «нагрузочной» оценки проблемно-ориентированного функционального интерфейса – при продолжительном выполнении пользователем совместной работы с компьютером – использование общего параметра M представляется недостаточно адекватным. В этом случае более уместным представляется использование детализированных характеристик ментальной составляющей, соответствующих конкретным действиям пользователя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоус Л.В., Литвинов В.А., Майстренко С.Я. Модель упреждающей подсказки в интерфейсе пользователя // Математичні машини і системи. – 2004. – № 3. – С. 156 – 163.
2. Раскин Д. Интерфейс. Новые направления в проектировании компьютерных систем. – Санкт-Петербург – Москва: Символ, 2006. – 268 с.
3. John Bonnie E. Why GOMS ? // Interaction. – 1995. – October. – P. 80 – 89.
4. Kieras D. Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times. – University of Michigan. <ftp://www.eecs.umich.edu/people/rchong/kieras/GOMS/KLM.pdf>.
5. A Guide to GOMS Model Usability Evaluation using GOMSL and GLEAN4 Revision. – 2006. – March 31. ftp://www.eecs.umich.edu/people/kieras/GOMS/GOMSL_Guide.pdf.
6. Литвинов В.А., Крамаренко В.В. Контроль достоверности и восстановления информации в человеко-машинных системах. – Киев: Техника, 1986. – 200 с.

Стаття надійшла до редакції 18.02.2009