

УДК 681.3

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ GOMS ДЛЯ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУДОЕМКОСТИ ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В ЗАДАЧЕ ПОИСКА ПО ОБРАЗЦУ**

В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко, И.Н. Оксанич

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины*

e-mail: maistr@immsp.kiev.ua

Суть рассматриваемой задачи поиска по образцу 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. По мере ввода символов область поиска сужается, процесс продолжается до идентификации искомого слова (или установлению факта его отсутствия в справочнике). В дальнейшем с найденным словом-образцом выполняются определенные действия, связанные с назначением системы поиска (извлечение информации из связанных с ним атрибутов, присвоение некоторого кода найденному слову и т.п.).

Возможные два основных технологических варианта, реализующих общий алгоритм поиска и идентификации образца.

Вариант ВИ (визуальная идентификация). Пользователь вводит символы  $a_n, a_{n-1}, \dots$  образца и отслеживает результаты сужения области поиска после ввода очередного  $i$ -го символа  $a_{n-i+1}$  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.

Вариант АИ (автоматическая идентификация). 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.

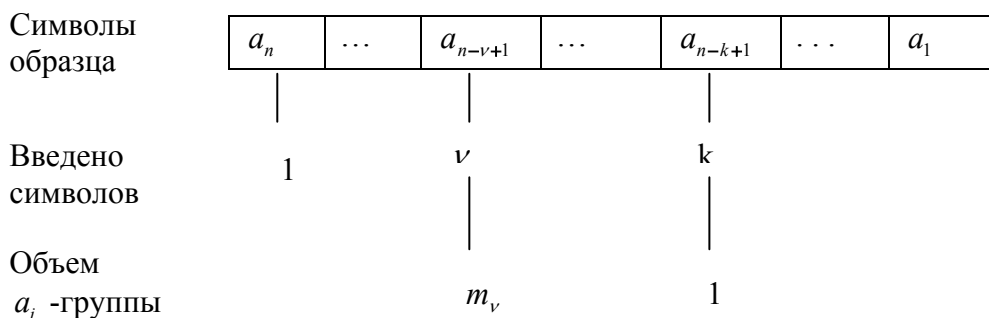


Рис.1

Приведенное описание вариантов иллюстрирует рис.1

Общее свойство обоих вариантов (ВИ - типового и АИ – альтернативного) состоит в том, что пользователем вводится лишь некоторая часть символов образца.

Примечание.

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.

Кроме того, в обоих вариантах возможны:

- наличие или отсутствие ошибки пользователя при вводе образца;
- положительный или отрицательный результат поиска.

Сравнивая оба варианта, можно отметить, 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.

Для количественной сравнительной оценки трудоемкости вариантов воспользуемся общими положениями и конкретными данными известной модели GOMS [1,2].

Классическая модель GOMS (Goals, Objects, Methods, Selection) считается одним из лучших подходов к количественному анализу интерфейса «пользователь-компьютер» [1]. Модель GOMS дает возможность получить количественные оценки производительности (трудоемкости) интерфейсов, основанные на предсказании времени, затраченного пользователем на выполнение определенных действий, с помощью построения последовательности элементарных операций. Предлагается набор базовых операций и соответствующие стандартные временные интервалы, определяющие 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  $\tau$  мы можем ограничиться операциями К (нажатие клавиши) и М (ментальная подготовка к следующему шагу), причем типовые значения  $\tau(k) = 0,2$  с,  $\tau(M) = 1,35$  с

Примем для составляющих трудоемкости в вариантах ВИ, АИ обозначения, смысл которых показан на рис. 2.

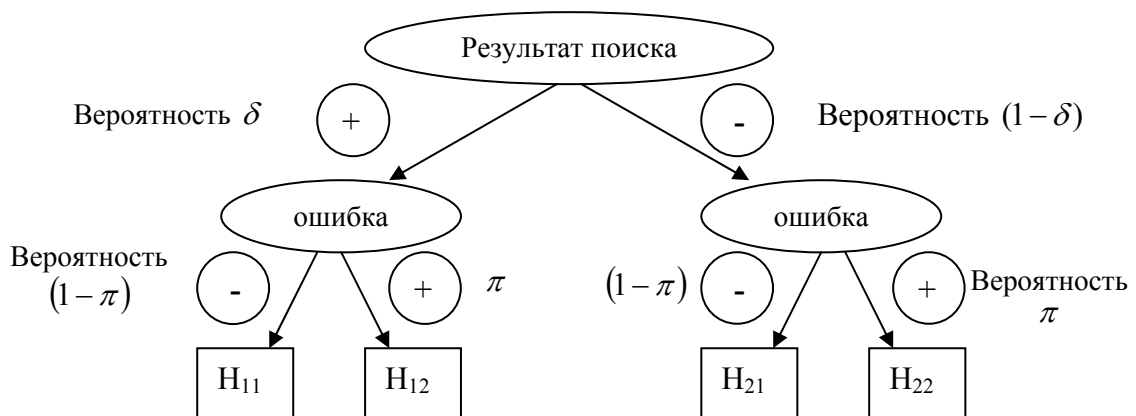


Рис.2

Анализ действий пользователя в вариантах 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 (через  $\pi_c$  обозначена статистическая вероятность искажения символа при вводе пользователем):

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

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

Значение  $k$  и  $v$  определяются на основе данных, полученных в [3]:

$$k = \frac{\sum_{t=1}^n t[\exp(-rq^{n-t}) - \exp(-rq^{n-t+1})]}{1 - \exp(-rq^n)},$$

где коэффициент избыточности справочника  $r = N/q^n$

$$v \geq k - \log_q m - 1 \approx k - \log_q m - 1.$$

В таблице приведены значения  $H^{BH}$ ,  $H^{AH}$  и  $\eta = H^{AH}/H^{BH}$ , рассчитанные для следующих значений параметров:

$$q = 32, n = 6, N = 10^4, m = 8, \pi_c = 8,8 \cdot 10^{-3} \quad [4].$$

Таблиця

$K$	$\delta$	$M$	$H^{ВИ}$	$H^{АИ}$	$\eta$
0.2	0.5	1.35	4,60	3,62	0,79
		0.8	3,13	2,50	0,79
	0.9	1.35	4,96	3,62	0,73
		0.8	3,49	2,50	0,72
0.4	0.5	1.35	5,59	4,50	0,80
		0.8	4,12	3,38	0,82
	0.9	1.35	6,31	4,50	0,71
		0.8	4,84	3,38	0,70

На основании полученных данных можно сделать вывод, что интерфейс АИ альтернативный по отношению к обычно используемому ВИ, обеспечивает меньшие затраты времени пользователя (и, косвенно, меньшую интеллектуальную нагрузку) в задаче поиска по образцу. При этом преимущество АИ устойчиво: значение  $\eta$  остается в пределах 0,7-0,8 при существенных изменениях параметров системы.

В заключение 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 клавиатуры – мышь – клавиатура (параметр  $H$  модели GOMS) требует сравнительно много времени, но относительно мало нагружает пользователя. Можно предположить также, что для «нагрузочной» оценки функционального интерфейса, - при продолжительном выполнении пользователем совместной работы с компьютером – использование параметра  $M$  представляется недостаточно адекватным. В этом случае более уместным представляется использование иных характеристик, в частности, информационно-энтропийных.

#### Литература

1. Д.Раскин. Интерфейс. Новые направления в проектировании компьютерных систем. Санкт-Петербург-Москва. "Символ", 2006. -268 с.
2. John Bonnie E. "Why GOMS ?" Interaction. October.1995.-pp. 80-89.
3. Белоус Л.В., Литвинов В.А., Майстренко С.Я. Модель упреждающей подсказки в интерфейсе пользователя // Математические машины и системы.-2004.-№3.-С.156-163.
4. Литвинов В.А., Крамаренко В.В. Контроль достоверности и восстановления информации в человеко-машинных системах. - Киев: Техніка, 1986.-200 с.