

УДК 681.3

УТОЧНЕНИЕ МОДЕЛИ GOMS В ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОМ ИНТЕРФЕЙСЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ДЕКОМПОЗИЦИИ МЕНТАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Г.Е. Кузьменко, В.А. Литвинов, И.Н. Оксанич

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

e-mail: io2004@bigmir.net

1. Применение семейства классических моделей GOMS считается одним из лучших подходов к количественному анализу интерфейса «пользователь-компьютер» [1,2,3]. Модели GOMS дают возможность получить качественные оценки трудоемкости интерфейсов, основанные на предсказании времени, затраченного пользователем на выполнение определенных действий, с помощью построения последовательности элементарных операций (K -нажатие клавиши клавиатуры, $T(n)$ - нажатие n клавиш подряд, M ментальная подготовка к следующему шагу, P - подвод курсора мыши и др.) Для элементарных операций предлагаются стандартные экспериментально установленные временные интервалы.

Одной из существенных проблем, связанных с применением моделей GOMS, является расстановка операторов M , определяющих основную часть интеллектуальной нагрузки на пользователя. В работе [2] обсуждается эта проблема с рекомендациями относительно ее решения, касающихся количества операторов M и их расстановки в процессе выполнения операций интерфейса.

Предлагается иной путь решения проблемы оценки интеллектуальной нагрузки на пользователя – путь, основанный на декомпозиции и специализации ментальных операторов применительно к интерфейсу для конкретных классов задач. Обоснованность такого пути определяется двумя основными факторами:

- ментальная подготовка к следующему шагу в интерфейсе зависит от предстоящих действий;
- операторы $K, T(n)$ и P тоже содержат в себе некую ментальную составляющую, интеллектуально нагружающую пользователя.

2. В качестве потенциального приложения результатов использования предлагаемого подхода принята область задач ввода и контроля информации пользователем, знакомым с клавиатурой, но не имеющим специальной подготовки в смысле машинописи (например, программиста, пользователя информационно справочной или поисковой системы и т.п.

Структурированная схема декомпозиции операторов K, M показана на рисунке

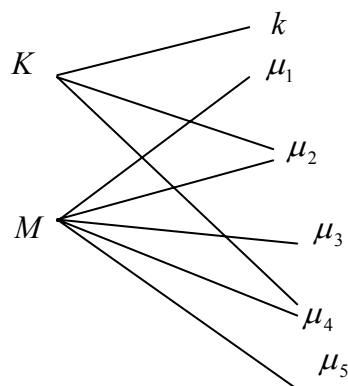


Рис. Схема декомпозиции операторов K, M

На рисунке приняты следующие обозначения:

μ_1 - трудоемкость (производительность) чтения текста с первичного носителя и его осмысления (запоминание) – сек/симв.

μ_2 - трудоемкость поиска символов на клавиатуре и перемещение руки в позицию “над символом” – сек/симв;

μ_3 - трудоемкость анализа введения символов на экране и принятие решения о дальнейших действиях (в частности, о наличии или отсутствии ошибки) - сек/симв;

μ_4 - трудоемкость исправления ошибочного символа on-line-сек/симв;

μ_5 - трудоемкость визуального анализа и сравнения вводимого слова – образца с предлагаемым на экране словом – сек/симв;

k - «чистая» трудоемкость нажатия клавиши рукой, расположенной над символом – сек/симв.

По своей сути, операторы μ_1, μ_3, μ_5 - это чисто ментальные операторы, k - оператор движения, μ_2 и μ_4 - композиция ментальных действий и движений.

3. С целью определения ожидаемых типовых значений введенных ментальных микро операторов проведен ряд установочных экспериментов по вводу цифровых кодов, кодотекстов (текстов на «естественном» языке, незнакомом пользователю, - в частности, немецком) и мнемотекстов (текстов на родном языке пользователя, - в частности, на русском). Операторы – участники экспериментов выбирались, исходя из принятого выше предположения о их квалификации.

Измеряемые величины

Эксперимент 1. t_1 (сек/симв) – время ввода текста с первичного носителя + визуальный контроль + исправление замеченных ошибок

$$t_1 = k + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \pi_c \mu_4$$

Через π_c обозначена статистическая вероятность появления ошибочного символа (относительное количество ошибочных символов при вводе);

Эксперимент 2. t_2 (сек/симв) - время ввода уже запомненного фрагмента текста + визуальный контроль + исправление

$$t_2 = k + \mu_2 + \mu_3 + \pi_c \mu_4$$

Эксперимент 3. t_3 (сек/симв) - время ввода с первичного носителя «вслепую» без визуальный контроля

$$t_3 = k + \mu_1 + \mu_2$$

Эксперимент 4. t_4 (сек/симв) - время ввода уже запомненного фрагмента без визуального контроля

$$t_4 = k + \mu_2$$

Эксперимент 5. t_5 (сек/симв) - время пользовательского визуального перебора и поиска заданного слова – образца средней длины, примерно 8 символов [4] среди предлагаемой группы слов (объемы перебора варьировались от 5 до 100 слов)

$$t_5 = \mu_5$$

Значение времен $t_1 - t_5$ определялись в формате «нетто», т.е. без учета посторонних затрат времени на само измерение, смену кадров предлагаемых слов (эксперимент 5) и т.п.

Искомые значения μ .

Из очевидных соображений определяются следующим образом:

$$\mu_1 = t_1 - t_2;$$

$$\mu_2 = t_4 - k;$$

$$\mu_3 = t_1 - t_3 - \pi_c \cdot \mu_4;$$

$$\mu_4 = 2(\mu_2 + k);$$

$$\mu_5 = t_5.$$

Таблица 1 содержит усредненные данные по результатам экспериментов. Усредненные значения k и π_c оказались равными: $k \approx 0,15$, $\pi_c \approx 0,006$.

Таблица 1. Составляющие ментального оператора для разных видов текста

Язык	t_1	t_2	t_3	t_4	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5
Код	1.20	0.73	0.98	0.53	0.47	0.38	0.214	1.06	
Кодотекст	1.13	0.69	0.91	0.50	0.44	0.35	0.214	1.00	
Мнемотекст	0.60	0.44	0.54	0.40	0.16	0.25	0.055	0.80	0.045

4. С целью экспериментальной проверки правомерности и результативности предлагаемого подхода проделан дополнительный натурный эксперимент по сравнительной оценке точности прогноза трудоемкости интерфейса поисковой системы GOOGLE. В процессе эксперимента определялись средние значения времени ввода и визуальной идентификации слова – образца с помощью сервисной таблицы – справочника GOOGLE, содержащей предлагаемые варианты возможных значений искомого слова (подобный интерфейс «ВИ» рассмотрен в [5]). Для упрощения расчетов случаи отсутствия образца в справочнике и случаи ошибок при наборе образца исключены из рассмотрения.

Расчетные выражения для значений времен T_1^{GOMS} , T_2^{GOMS} (для методологии GOMS – KLM) и T^μ (для предлагаемого подхода) имеют следующий вид

$$T_1^{GOMS} = (K + M) \bar{v} + P + BB,$$

$$T_2^{GOMS} = (K + M + M) \bar{v} + P + BB,$$

$$T^\mu = (\mu_2 + \mu_3 + k) \bar{v} + 8\mu_5 \cdot m(\bar{v} - 0,5) + P + BB,$$

где $\bar{v}$ - среднее количество введенных символов слова-образца;

P, BB - операторы GOMS указания мышью и клика;

$m = 10$ – количество слов в кадре справочника GOOGLE.

Два различных значения T_1^{GOMS} , T_2^{GOMS} взяты в связи с тем, что методология GOMS – KLM не определяет четко количество ментальных операторов M , требуемых в этом случае на каждый введенный символ. Поэтому тут возможны различные предположения и решения.

В таблице 2 приведены расчетные значения T в сопоставлении с реальным значением T_0 , полученным в результате натурного эксперимента. Значения $K=0.28$ сек, $P=1.1$ сек и $BB=0.2$ сек. взяты как рекомендуемые [2] для среднего пользователя рассматриваемой нами квалификации.

Таблица 2. Сравнительные значения расчетных и экспериментальных данных

T_1^{GOMS}	T_2^{GOMS}	T^μ	T_0
7,6	12,6	15,87	16,1

5. В целом, предлагаемый подход создает для дизайнера прикладных программных систем более тонкий инструмент оценки ожидаемой интеллектуальной нагрузки на пользователя и общей производительности интерфейса по сравнению с «крупноблочным» решением GOMS. Для рассмотренной области задач результаты проведенного натурного эксперимента (значения T^μ , T_0) подтверждают правомерность предложенного подхода.

Литература

1. Раскин Д. Интерфейс. Новые направления в проектировании компьютерных систем.– Санкт-Петербург – Москва.: Символ. - 2006. -268 с.
2. David Kieras, Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times, University of Michigan, <ftp://www.eecs.umich.edu/people/rchong/kieras/GOMS/KLM.pdf>
3. A. Guide to GOMS Model Usability Evaluation using GOMSL and GLEAN4Revision: March 31, 2006, ftp://www.eecs.umich.edu/people/kieras/GOMS/GOMSL_Guide.pdf
4. Фомин В.В. Оценка сложности информационных систем с учетом человеческого фактора. «Программные продукты и системы» №4, 2007
5. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Оксанич И.Н. Применение модели GOMS для оценки характеристик и трудоемкости интерфейса пользователя в задаче поиска по образцу. //Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. Збірник доповідей. Київ. – 2008. - С.84-87.