

Глава 4

Анализ GOMS

CWT-анализ позволяет выявить много проблем с интерфейсом, но не даёт ответа на вопрос, насколько сложен интерфейс, т.е. сколько времени тратит пользователь на выполнение задачи. Как мы увидим в приводимых ниже примерах, даже если интерфейс успешно проходит CWT-анализ, это не означает, что он оптимален с точки зрения трудоёмкости. Если есть несколько альтернативных вариантов построения интерфейса, то анализ GOMS позволяет выбрать тот из них, который требует меньше времени для решения задачи пользователя. В отличие от CWT, GOMS предполагает, что пользователь уже знает интерфейс, т.е. видит его не первый раз. Иными словами, GOMS оценивает время работы с интерфейсом обученного пользователя.

Аббревиатура GOMS означает Goals, Operations, Methods, Selections (цели, операции, методы, правила выбора). Модель GOMS состоит из описания методов, необходимых для достижения заданных целей. Методы представляются последовательностями шагов, состоящих из операций, которые выполняет пользователь. Метод может быть назван подцелью, т.о. методы образуют иерархическую структуру. Если существует более одного метода для достижения цели, то включаются правила выбора, с помощью которых в зависимости от контекста выбирается один метод.

Замечание. Мы здесь следуем той терминологии, которая принята в анализе GOMS и вытекает из его названия. Но должно быть ясно, что цель – это то, что мы раньше называли (репрезентативной) задачей, метод – это список действий пользователя, операции – элементарные действия пользователя. Некоторые особенности будут ясны из дальнейшего рассмотрения.

Операции в GOMS – это элементарные действия, которые нельзя разложить на более мелкие. Причём учитываются как внешние действия, т.е. те, что приводят к видимым физическим эффектам, так и внутренние, связанные с мышлением пользователя. Например, действие (шаг метода) "нажать кнопку <Start copying>" представляется в виде последовательности следующих операций:

- визуально определить местонахождение кнопки (мыслительная операция);
- навести на кнопку указатель мыши (внешняя операция);
- щелкнуть кнопкой мыши (внешняя операция).

В нашем курсе мы рассмотрим анализ интерфейсов для типичной конфигурации персонального компьютера, где в качестве устройств ввода-вывода выступают монитор, клавиатура и мышь. Практически все интерфейсные взаимодействия в этом случае можно описать следующими операциями:

- K* – нажатие клавиши;
- B* – клик кнопкой мыши;
- P* – наведение указателя мыши;
- R* – ожидание ответной реакции компьютера;
- H* – перенос руки с клавиатуры на мышь или наоборот;

D – проведение с помощью мыши прямой линии (например, выделение или прокрутка текста);

M – мыслительная подготовка (к осуществлению одной из перечисленных операций).

Разные пользователи выполняют указанные операции за разное время. Однако, напомним, что GOMS исследует работу опытного пользователя. Многочисленные исследования выявили средние значения времени операций, выполняемых опытными пользователями. Приведём их значения:

<i>K</i>	0.2 с
<i>B</i>	0.2 с
<i>P</i>	1.1 с
<i>H</i>	0.4 с
<i>M</i>	1.35 с

Оказывается, что время выполнения задачи, посчитанное с использованием этих значений, является хорошей средней оценкой сложности интерфейса и хорошо работает на практике.

Время ожидания *R* зависит от характера действия, выполняемого компьютером. Обратим внимание, что речь идёт только о задержках, связанных с работой интерфейса (например, ожидание открытия нового интерфейсного объекта). При анализе GOMS, как правило, не учитывается время, расходуемое компьютером на выполнение целевой вычислительной функции (скажем, преобразования аудио трека в MP3-файл). Такие вычислительные операции относятся уже к функциональному программному обеспечению; скорость их выполнения определяется быстродействием аппаратуры, объёмом обрабатываемых данных и эффективностью алгоритмов, но не связана со сложностью интерфейса. С другой стороны, очень быстрые реакции компьютера, кажущиеся для человека практически мгновенными (например, эхо-печать символа после нажатия клавиши), также не учитываются. Следует учитывать только ожидания, которые сбивают ритм выполнения других операций. Время таких ожиданий можно оценить "на глаз" при работе с реальной программой. Если реакция компьютера достаточно быстрая, но всё же ощутима, то "стандартное" время *R* рекомендуется брать равным 0.25 с.

Время операции *D* также может быть разным в зависимости от величины перемещения и других сопутствующих деталей. Его рекомендуется приблизительно оценить при работе с реальным приложением. В качестве "стандартного" значения можно взять 2 с.

В общих чертах, оценивание задачи (цели) методом GOMS производится следующим образом. Цель разбивается на подцели, для каждой подцели расписываются методы, методы могут раскрываться далее через внутренние методы и т.д. пока всё не будет сведено к отдельным операциям. Следующим важным шагом является добавление мыслительных подготовок *M*.

Мы не будем описывать каких-либо формальных правил для расстановки этих операций. Важно понять саму идею, и тогда станет ясно, как её применять. Вся последовательность операций разбивается на семантические группы. Например, набор на клавиатуре слова "слон" выполняется четырьмя операциями нажатия на клавиши *KKKK* и рассматривается как отдельная семантическая единица. Перед ней нужно поставить операцию *M*. Действительно, перед тем как напечатать слово, человек должен сформировать его внутренний образ. Это и отражается добавлением операции *M*. Но после того как образ сформирован, слово печатается без дальнейших раздумий между отдельными буквами. Пример другой семантической единицы – открытие меню. Оно состоит из двух операций

PB. Но прежде чем они могут быть выполнены, нужно решить, какой пункт меню вам нужен и найти, где он находится. Поэтому перед *PB* (но не между *P* и *B*) нужно поставить *M*. Если затем с помощью ещё одной пары операций *PB* в меню выбирается элемент, то *M* ставить не нужно, т.к. идея о том, что нужно выбрать из меню, уже сформировалась у человека ранее (иначе он не стал бы вообще обращаться к меню). Напомним ещё раз, что мы исключаем блуждание по меню вследствие незнания, как выполнить действие.

Наконец, когда вся последовательность операций выписана, мы получаем общее время выполнения задачи простым суммированием времён отдельных операций. Процедура GOMS завершается. В результате мы имеем оценку среднего времени. Но это не единственный результат. Проведённый анализ часто позволяет понять, как можно улучшить интерфейс для сокращения времени решения задачи.



Рассмотрим конкретный пример анализа GOMS. Договоримся вначале о некоторых обозначениях. Вместо длинной последовательности операций *KKKKKK* будем писать *6K*. Время операций *R* и *D*, если оно отличается от "стандартного", будем указывать в секундах в скобках, например *R(1.5)*.

Возьмём в качестве исследуемой программы Microsoft Word 2003. Пусть поставлена цель: напечатать (вставить в текст) уравнение $x^2 + x - 1 = 0$ с помощью редактора формул (перед печатью уравнения набирался текст).

Для выполнения цели сформулируем три подцели:

1. Вызвать редактор формул через меню "Вставка | Объект... | Microsoft Equation 3.0".
2. Напечатать формулу в редакторе.
3. Выйти из редактора и подготовиться к продолжению набора текста.



Теперь опишем методы для каждой подцели:

1. Вызвать редактор формул через меню "Вставка | Объект... | Microsoft Equation 3.0".
 - 1.1. Войти в меню "Вставка"
 - 1.2. Выбрать пункт "Объект..."
 - 1.3. Выбрать объект "Microsoft Equation 3.0" путём скроллинга списка типов объектов.
2. Напечатать формулу в редакторе.
 - 2.1. Напечатать символ x .
 - 2.2. В окне "Формула" выбрать объект .
 - 2.3. В выпадающем меню объектов выбрать .
 - 2.4. Напечатать символ 2.
 - 2.5. Нажать клавишу \rightarrow .
 - 2.6. Напечатать " $+ x - 1 = 0$ ".
3. Выйти из редактора и подготовиться к продолжению набора текста.
 - 3.1. Нажать клавишу Esc.
 - 3.2. Нажать клавишу End (иногда при выходе из редактора формула остаётся выделенной, поэтому необходимо снять выделение).

Теперь распишем каждый метод с точностью до операции (повторим для наглядности название подцелей и методов):

1. Вызвать редактор формул через меню "Вставка | Объект... | Microsoft Equation 3.0".
 - 1.1. Войти в меню "Вставка"

<i>H</i>	(переместить руку на мышь, т.к. мы набирали текст)
<i>P</i>	(переместить указатель мыши)

- B* (клик мыши)
- 1.2. Выбрать пункт "Объект..."
PB
- 1.3. Выбрать объект "Microsoft Equation 3.0" путём скроллинга списка типов объектов.
PB (перемещение указателя и фиксация мыши на элементе управления скроллинга)
D(3.0) (скроллинг вниз и поиск нужной строки, экспериментальная оценка времени)
PBB (установка указателя и двойной щелчок)
R(0.8) (ожидание запуска редактора формул)
2. Напечатать формулу в редакторе.
- 2.1. Напечатать символ x .
H (перемещение руки на клавиатуру)
K (печать x)
- 2.2. В окне "Формула" выбрать объект .
H (перемещение руки на мышь)
PB
- 2.3. В выпадающем меню объектов выбрать .
PB
- 2.4. Напечатать символ 2.
H
K
- 2.5. Нажать клавишу \rightarrow .
K
- 2.6. Напечатать " $+ x - 1 = 0$ ".
7K (нажать Shift, печатать + (отпустить Shift), печатать оставшиеся символы)
3. Выйти из редактора и подготовиться к продолжению набора текста.
- 3.1. Нажать клавишу Esc.
K
R(0.8) (ожидание выхода из редактора формул и переход в текстовый режим)
- 3.2. Нажать клавишу End.
K

В результате получаем следующую последовательность операций:

HPBPBPBD(3.0)PBBR(0.8)HKHPBPBHKK7KKR(0.8)K

Можно возразить, что мы иногда указываем лишнюю операцию *H*: напечатать x и 2 можно левой рукой, тогда как правая остаётся на мыши. Но дело в том, что человек действует в соответствии со своим навыком, который говорит ему о том, что нужно перейти к клавиатуре. Ведь иногда нужно вводить символы, находящиеся в ведении левой руки. Так что оставить операции *H* будет более верным решением. Их всегда нужно предусматривать при переходе от клавиатуры к мыши и наоборот (за исключением, быть может, очень специальных случаев). Заметьте также необходимость учёта переключений регистра (клавиша Shift). Если при наборе требуются частые переключения регистра, это безусловно замедляет процесс.

Теперь добавим мыслительные подготовки:

MHPBPBPD(3.0)PBBR(0.8) MNK MHPBPB MNK MK M7K MKR(0.8) MK

Просуммируем время выполнения отдельных операций и получим общее время решения задачи. Оно складывается из следующих величин: $8M = 10.8$, $4H = 1.6$, $6P = 6.6$, $7B = 1.4$, $D(3.0) = 3.0$, $2R(0.8) = 1.6$, $12K = 2.4$. Общий итог – 27.4 с.

Одно из назначений GOMS – сравнение по трудоёмкости различных интерфейсов. То же самое уравнение можно было бы набрать в текстовом режиме без использования редактора формул. Результат выглядит следующим образом (хуже с типографической точки зрения):

$$x^2 + x - 1 = 0$$

При наборе мы не забыли о вводе пробелов между элементами формулы (в редакторе формул пробелы не вводятся), о курсивном начертании переменной (курсивный и прямой шрифт переключался с помощью значка в строке форматирования). Кроме того, в математических формулах лучше смотрится длинный минус, который вводится с помощью комбинации клавиш Ctrl+Num-. Мы также считали, что необходимо переключиться в режим ввода латиницы и вернуться из него, и что в строке форматирования присутствует значок для ввода верхних индексов. Мы не будем приводить подробный анализ GOMS такого способа набора, ограничимся только его результатом. Общий итог по операциям получился $8M$, $10H$, $3P$, $6B$, $20K$. Оценка среднего времени решения задачи составляет 23.3 с.

Отметим, что анализ GOMS позволяет не только оценить трудоёмкость интерфейса, но и вскрыть проблемные места. Бросается в глаза довольно большое количество мыслительных подготовок при выполнении задания (они составляют примерно половину общего времени). Это связано с постоянными переключениями между клавиатурным вводом и работой с мышью. Ниже мы приведём пример ещё одной системы ввода формул, которая вообще не требуется использования мыши, а работает только с клавиатурой.

Другая возможность, которую открывает GOMS – это сопоставление по трудоёмкости отдельных подцелей или выявление подцелей, требующих иной реализации интерфейса. Например, первая подцель в рассмотренном примере (запуск редактора формул) требует операций

MHPBPBPD(3.0)PBBR(0.8)

Для неё получаем оценку времени 10.95 с. Можно предложить простую доработку интерфейса: дать возможность пользователю, если он часто вводит формулы, вывести в панель управления значок для запуска редактора формул. В этом случае первая подцель реализовывалась бы следующей последовательностью операций: *MHPBR(0.8)*, а время составило бы всего 3.85 с. С учётом такой доработки общее время решения задачи с помощью редактора формул составило бы 20.3 с, т.е. стало бы меньше, чем при обычном вводе.

В приведённых выше оценках мы считали, что время нажатия на клавишу при вводе составляет 0.2 с. Однако это справедливо только в случае, когда вводимая последовательность символов кажется естественной для человека, как это было в

рассмотренном примере. Если необходимо ввести последовательность букв, которая кажется случайной (скажем, текст на незнакомом языке или какие-то условные обозначения или идентификаторы), то время операции K увеличивается до 0.5 с. Если нужно печатать сложные коды (абстрактные числа, смесь букв и цифр), то время ещё сильнее возрастает до 0.75с.

Рассмотренных операций может оказаться недостаточно для некоторых интерфейсов. Например, если вы используете сенсорные панели или графические планшеты, то понадобятся специальные, связанные с ними операции. Их временные характеристики можно определить экспериментально или найти в специальной литературе. Скажем здесь только об одной операции, которая возникает, например, в командных интерфейсах. Это операция извлечения простого элемента знания из долговременной памяти, скажем, название команды "dir" и правила её использования. Среднее время такой операции оценивается в 1.2 с. Если этот элемент знания затем используется повторно, то он уже извлекается из краткосрочной памяти, и время оценивается в 0.6 с.

Командные интерфейсы сегодня значительно уступили свои позиции интерфейсам графическим, но их нельзя списывать со счёта. Многие специальные задачи намного более эффективно решаются с помощью командных интерфейсов. Командный интерфейс требует больших усилий и времени для изучения (необходимо запомнить множество команд и правил их использования). Но, будучи освоен, он может быть крайне эффективен. Рассмотрим в заключение пример набора уравнения $x^2 + x - 1 = 0$ в системе LaTeX (это издательская система, разработанная, в первую очередь, для набора математических текстов, обеспечивающая чрезвычайно высокий полиграфический уровень получаемого документа).

Для того чтобы ввести уравнение в системе LaTeX, достаточно набрать $\$x^2+x-1=0\$$. Далее система сама преобразует его в читаемый вид при обработке всего документа. Оценим сложность этого (командного) интерфейса методом GOMS. Для человека, знающего LaTeX, данная последовательность символов кажется вполне естественной: $\$$ означает переход в математический режим, $^$ означает степень, все остальные символы используются по прямому назначению. Поэтому трудоёмкость операции K обычная и составляет 0.2 с. Количество операций определяется числом символов (11); 4 из них вводятся в верхнем регистре, поэтому добавим 4 нажатия клавиши Shift; кроме того, учтём необходимость перевода в латиницу и возврата к кириллице путём нажатия Alt+Shift (4 нажатия). Всего получаем 19 нажатий. Им предшествует операция извлечения конструкции из памяти. Поэтому общее время будет $19 * 0.2 + 1.2 = 5$ с. Сравните это время с тем, что предполагает интерфейс Microsoft Word. Командный интерфейс побеждает с большим отрывом.