

Лабораторна робота №2 (6 год.)

Тема: «Низькорівневе проектування інтерфейсу: кількісна оцінка і побудова прототипу»

1. Мета роботи:

1.1. Закріпити теоретичні знання по розробці інтерфейсу призначеного для користувача.

1.2. Сформувати навички створення варіантів прототипів інтерфейсу користувача.

1.3. Набуття практичних навичок кількісної оцінки інтерфейсу на етапі низькорівневого проектування.

1.4. Закріпити принципи обґрунтування вибору прототипу інтерфейсу за його кількісною оцінкою.

2. Ключеві поняття. Ефективність інтерфейсу, модель GOMS, модель Раскина, тимчасові інтервали, когнітивна одиниця.

3. Теоретичні засади.

Для аналізу якості інтерфейсів існує багато кількісних і евристичних методів. Одним з кращих методів кількісного аналізу моделей інтерфейсів є класична модель GOMS (goals, objects, methods and selection rules).

Метод, що використовує модель GOMS, заснований на розбитті всіх дій користувача на окремі складові. Для кожної з них за допомогою ретельних лабораторних досліджень отриманий набір тимчасових інтервалів, необхідних для її виконання. У таблиці 1 приведена номенклатура елементарних дій і відповідні часові інтервали.

Номенклатура елементарних дій

Натиснення клавіші клавіатури, включаючи клавіші Alt, Ctrl, Shift	0,28 с.	К
Натиснення клавіші миші	0,1 с.	М
Вказівка – переміщення курсору миші, щоб вказати яку-небудь позицію на екрані монітора	1,1 с.	П
Переміщення - перенесення руки користувача з клавіатури на мишу або назад	0,4 с.	В
Ментальна підготовка – уявний вибір користувачем своєї наступної елементарної дії	1,2 с.	Д
Відповідь – реакція системи на елементарну дію користувача	-	Р

Широка змінність кожного з представлених вимірів пояснює чому ця модель не може використовуватися для набуття абсолютних часових значень з високим ступенем точності. Але цей метод цілком придатний для проведення порівняльної оцінки між будь-якими двома моделями інтерфейсу по рівню ефективності їх використання.

Розрахунок часу, необхідного для виконання деякої дії, починають з розбиття його на елементарні дії, які відповідають номенклатурі, що наведена в таблиці 1. Найпростіше виділити рухи К, М, П, В. Проблему складає визначення моментів, коли користувач повинен зупинитися, щоб виконати несвідому ментальну операцію. Розглянемо основні правила по виявленню цих моментів використовуючи поняття (таблиця 2).

Основні правила розподілу дій користувача інтерфейсу

Правило 0 Початкова розміщення операторів Д	Оператори Д слід встановлювати перед всіма операторами К і М (натиснення клавіші), також перед всіма операторами П, призначеними для вибору команд. Але перед операторами П, призначеними для вказівки на аргументи цих команд, ставити оператора Д не потрібно.
Правило 1 Видалення очікуваних операторів Д	Якщо оператор, наступний за оператором Д, є повністю очікуваним з погляду оператора, що передує Д, то цей оператор Д може бути видалений. Якщо користувач переміщає мишу з наміром натиснути на її кнопку після досягнення мети руху, то відповідно до цього правила слід видалити оператор Д, встановленого за правилом 0. Так послідовність дій П Д К перетвориться в П К.
Правило 2 Видалення операторів Д усередині когнітивних одиниць*	Якщо рядок Д К Д К Д К.... належить когнітивній одиниці, то слід видалити всі оператори Д, окрім першого.
Правило 3 Видалення операторів Д перед послідовними роздільниками	Якщо оператор К означає зайвий роздільник, що стоїть в кінці когнітивної одиниці (наприклад, роздільник команди, наступний відразу за роздільником аргументу цієї команди), то слід видалити оператора Д, що стоїть перед ним.
Правило 4 Видалення операторів Д, які є переривниками команд	Якщо оператор К є роздільником*, що стоїть після постійного рядка* (наприклад, назва команди або будь-яка послідовність символів, яка кожного разу вводиться в незмінному вигляді), то слід видалити оператора Д, що стоїть перед ним. (Додавання роздільника стане звичною дією, і тому роздільник стане частиною рядка і не вимагатиме спеціального оператора Д.) Але якщо оператор К є роздільником рядка аргументів* або будь-якого іншого змінного рядка, то оператора Д слід зберегти перед ним.
Правило 5 Видалення перекриваючих операторів Д	Будь-яку частину оператора Д, яка перекриває оператора Р, що означає затримку, пов'язану з очікуванням відповіді комп'ютера, враховувати не слід.

*Когнітивною одиницею є безперервна послідовність символів, що вводяться, які утворюють назву команди або аргумент. Наприклад *У, переміщати, 4564.23* – це когнітивні одиниці.

*У цих правилах під **рядком** розуміється деяка послідовність символів.

*За **роздільник** вважається символ, яким позначений початок або кінець значущого фрагмента тексту, такого як, наприклад, слово природної мови або телефонний номер. Так, пропуск є роздільником для більшості слів, а крапка використовується в кінці пропозицій для розділення. Як роздільники можуть виступати дужки для обмежень пояснень або зауважень тощо.

*Якщо для виконання команди потрібна додаткова інформація, вона називається **аргументом** даної команди.

Правила GOMS дозволяють визначити час, необхідний користувачеві для виконання будь-якого чітко сформульованого завдання, для якого даний

інтерфейс передбачений. Проте цього методу недостатньо, щоб оцінити наскільки швидко повинен працювати інтерфейс тобто його продуктивність.

Розглянемо докладніше критерій ефективності Раскина, який оцінює інформаційну продуктивність інтерфейсу. Інформаційна продуктивність інтерфейсу E визначається як відношення мінімальної кількості інформації, необхідної для виконання завдання, до кількості інформації, яку повинен ввести користувач. Параметр E змінюється в межах $[0, 1]$. У параметрі E враховується тільки інформація необхідна для завдання та інформація, що вводиться користувачем. Декілька методів дії можуть мати однакову продуктивність E , але мати різний час виконання. Можливо, що один з методів має вищий показник E , але діє повільніше, ніж інший метод.

Інформація вимірюється в бітах. Один біт є одним з двох альтернативних варіантів (0 або 1; так чи ні) і є одиницею інформації. При кількості n рівноймовірних варіантів сумарна кількість переданої інформації визначається як $\log_2 n$

Кількість інформації для кожного варіанту визначається як

$$(1/n) \log_2 n \quad (1)$$

Якщо вірогідності для кожної альтернативи не є рівними і i -та альтернатива має вірогідність $p(i)$, то інформація, що передається цією альтернативою визначається як

$$p(i) \log_2 (1/p(i)) \quad (2)$$

Загальна кількість інформації є сумою по всіх варіантах виразів (1) або (2)

При використанні миші як пристрою введення інформації, кількість інформації оцінюють подібним же чином. Якщо екран поділений на дві рівні області: одна відповідає «так», а друга відповідає «ні», то клацання миші в одній з цих областей передаватиме 1 біт інформації. Якщо є n рівноймовірних об'єктів, то натисненням на один з них передається $\log_2 n$ біт інформації. Якщо об'єкти мають різні вірогідності, то використовується сума значень кількості інформації, що отримані за формулою (2).

При передачі інформації натисненням клавіші кількість її залежить від загального числа клавіш і відносної частоти використання кожної з них. Тобто

натиснення клавіш може використовуватися як наближена міра інформації. Наприклад, якщо на клавіатурі є 128 клавіш, і кожна з них використовується з однаковою частотою, то натиснення будь-який з них передаватиме

$$\frac{1}{128} \log_2(128) = 7 \text{ біт.}$$

В дійсності частота використання клавіш істотно змінюється (наприклад, клавіша е в російській розкладці клавіатури використовується найчастіше), то з урахуванням цього можна вважати, що кожне натиснення клавіші передає ≈ 5 біт інформації.

Іноді на практиці зручніше використовувати символну ефективність замість інформаційної продуктивності: вона визначається як мінімальна кількість символів, необхідних для виконання завдання, віднесена до кількості символів, яку в даній моделі інтерфейсу потрібно ввести користувачеві.

4. Завдання

5.1. Маючи результати проектування інтерфейсу на високому рівні, розробити варіанти моделей – прототипи екранних форм для кожного з функціональних блоків.

5.2. Використовуючи розроблені прототипи форм, провести кількісну оцінку елементів інтерфейсу за вказівкою викладача, метод кількісної оцінки – GOMS (інформаційну продуктивність, символну ефективність - задає викладач).

5.3. За наслідками кількісної оцінки прототипу зробити висновок про можливість удосконалення інтерфейсу.

5.4. Внести необхідні удосконалення до моделей форм і реалізувати їх в середовищі розробки застосування. Кожну форму слід забезпечити описом навігації по ній.

5. Порядок виконання роботи

Розглянемо приклад з розробкою призначеного для користувача інтерфейсу застосування створюваного для дрібної фірми (лабораторна робота №1). У відповідності до створеного програмного забезпечення маємо наступні довідники:

1) список клієнтів фірми (користувач – в даному прикладі може вносити до нього зміни і додавати нових клієнтів);

2) список товарів, що реалізуються фірмою (користувач не може вносити до нього зміни).

Крім того, створюється список оформлених замовлень – журнал замовлень. Припустимо, що такий список включає замовлення за певний період, наприклад місяць. На наступний місяць створюється новий журнал. Користувач може вносити зміни до наявних замовлень, а також оформляти нові замовлення.

Основні екранні форми відповідно до результатів виконання лабораторної роботи №1:

- Журнал замовлень;
- Поточне замовлення;
- Список клієнтів;
- Карта клієнта;
- Список товарів;
- Карта товару.

Розглянемо приклад роботи користувача з Журналом замовлень. Робота користувача починається з першою з них. Ця форма повинна забезпечувати виконання наступних операцій:

- створити нове замовлення;
- задати атрибути пошуку замовлення;
- знайти замовлення по поточних атрибутах пошуку;
- відкрити поточне замовлення на редагування;
- проглянути список клієнтів;
- проглянути список товарів;

Всі ці операції користувач може виконати за допомогою команд, зібраних в розділах головного меню.

Виконаємо на прикладі першої з операцій, пов'язаної із створенням нового замовлення, розрахунок часу по правилах GOMS.

При використанні команди меню ця операція розкладається на наступні дії:

- 1) переміщення руки до миші, В;
- 2) вказівка на розділ меню Дії, П;
- 3) натиснення клавіші миші, М;
- 4) вказівка на команду Створити, П;
- 5) натиснення клавіші миші, М.

Відповідно до правила 0 розстановок ментальних операторів Д отримаємо наступну послідовність операторів: В Д П Д М Д П Д М

Відповідно до правила 1 слід видалити очікуваних операторів Д: В Д П М Д П М

Решта правил в даному прикладі не використовується. Складаючи відповідні значення операторів, отримаємо загальний час: $0,4+1,2+1,1+0,1+1,2+1,1+0,1=5,2$ с.

Очевидно, що цей час великий. Необхідно передбачити інші варіанти виконання команди. Наприклад, використання «гарячих» клавіш або використання командної кнопки, що запускає команду на виконання. Проведемо оцінку цих варіантів.

При використанні командної кнопки операція по створенню нового замовлення розкладається на дії:

- 1) переміщення руки до миші, В;
- 2) вказівка на командну кнопку Створити, П;
- 3) натиснення клавіші миші, М.

При розстановці операторів Д тут також використовуються правила 0 і 1. Результируюча послідовність виглядає як: В Д П М

Загальний час на виконання операції складає: $0,4+1,2+1,1+0,1=2,8$ с.

Це майже в 2 рази швидше, ніж попередній варіант виконання команди.

При використанні «гарячих» клавіш, наприклад традиційного для створення нового об'єкту поєднання клавіш **Ctrl+N**, операція складається з наступних дій:

- 1) переміщення руки до клавіатури, В;
- 2) натиснення клавіші **Ctrl**, К;
- 3) натиснення клавіші **N**, К.

Згідно правила 0 отримуємо послідовність операторів: В Д К Д К

Правило 1 в даному випадку не працює, зате використовується правило 2, згідно якому віддаляються оператори Д усередині когнітивних одиниць, якою є комбінація клавіш **Ctrl+N**. Результуюча послідовність представлена як: В Д К К

Це відповідає часу: $0,4+1,2+2\cdot0,28=2,16$ с.

Останній варіант найшвидший.

Проте дана категорія користувачів володіє низькою мотивацією до навчання. Це означає, що користувачі можуть не знати потрібного поєднання клавіш, і вони не прагнуть ні дізнатися, ні запам'ятати його. Тому в інтерфейсі бажано передбачити обидва «швидкі» варіанти виконання команди.

Розглянемо іншу операцію, пов'язану з відкриттям поточного замовлення. Очевидно, що вона багато в чому схожа з попередньою, проте вимагає завдання аргументу – запису в журналі замовлень, який буде визнаний поточним. Для переміщення по журналу можна використовувати клавіші клавіатури **Home**, \uparrow , \downarrow , **End** або традиційні команди (командні кнопки) навігації по базі даних:

- перейти до першого запису;
- перейти до попереднього запису;
- перейти до наступного запису;
- перейти до останнього запису.

Розглянемо обидва ці варіанти.

При використанні клавіш клавіатури маємо:

- 1) переміщення руки до клавіатури, В;
- 2) натиснення клавіші **Home**, К;
- 3) натиснення n разів клавіші \downarrow , К.

Результуюча послідовність операторів: В Д К Д К Д К Д К...

Натиснення клавіші не складають єдиної когнітивної одиниці, операторів Д виключити не можна. Після кожного натиснення користувач ухвалює рішення, чи слід йому натиснути на клавішу повторно. Розрахунок за часом: $0,4+1,2+0,28+n\cdot(1,2+0,28)=1,88+n\cdot1,68$ с.

При використанні командних кнопок навігації отримаємо:

- 1) переміщення руки до миші, В;

- 2) натиснення кнопки Перейти до першого запису, М;
- 3) натиснення n разів кнопки Перейти до наступного запису, М.

Результуюча послідовність складається аналогічним чином: В Д П М Д П М Д М Д М...

Розрахунок за часом : $0,4+1,2+1,1+0,1+1,2+1,1+0,1+(n-1) \cdot (1,2+0,1)=5,2+(n-1) \cdot 1,3$ с

Залежно від розташування потрібного запису в журналі (значення n) переважним може опинитися той або інший варіант.

Набагато простіше для користувача варіант з використанням техніки прямого маніпулювання, з використанням скролінгу - прокрутки. Розглянемо, які кроки повинен виконати користувач в цьому випадку:

- 1) переміщення руки до миші, В;
- 2) вказівка на область прокрутки, П;
- 3) натиснення клавіші миші, М;
- 4) прокручування скролінгу, С;
- 5) вказівка на потрібний запис списку, П;
- 6) натиснення на клавіатуру миші, М.

УВАГА!!! При виконанні кроку (3), здійснюється натиснення на клавішу миші і її утримування. Час, поставлений у відповідність операторові М, враховує як натиснення, так і відпуск клавіші, тому крок (3) реально виконується за $0,05$ с. ($M/2$). Але тоді після виконання кроку (4), необхідно врахувати час, потрібний для відпуску клавіші миші, що складає $0,05$ с. ($M/2$). У приведеній вищезазначеної послідовності дій, натиснення і відпуск миші об'єднане в один крок. Таке об'єднання стає можливим, тому що, згідно правила 1 в послідовності ($M/2$) С ($M/2$), оператори Д не вставляються.

Час необхідний на прокручування скролінгу можна оцінити тільки експериментальним шляхом. Наближено можна вважати, що для його виконання необхідно 3 с.

Результуюча послідовність операторів така: В Д П М С Д П М

Це відповідає оцінці часу: $0,4+1,2+1,1+0,1+3+1,2+1,1+0,1=8,2$ с.

При «вдалому» розташуванні запису в журналі, користувачеві взагалі не доведеться працювати з прокруткою. Послідовність операторів його дій виглядатиме як В Д П М, що складає за часом 2,8 с.

Варіант з використанням прокрутки можна вважати за більш доцільний. Але враховуючи низький рівень володіння комп'ютером і мінімальний попередній тренінг, варто передбачити також варіант з використанням клавіш \uparrow, \downarrow .

Аналогічні міркування можна привести щодо інших операцій.

Зразковий вид екранної форми Журнал замовлень приведений на рис. 1.

Номер	Дата	Клиент	Сумма
1	06.04.04	АКБ и Т	100
2	06.04.04	ООО НЕФТЕХИМСНАБ	200
3	06.04.04	ООО УРАЛЭЛЕКТРОТЕ	2000
4	06.04.04	АПТЕКА № 30	15000
5	07.04.04	ООО РЕГИОНТОРГ	200
6	07.04.04	ЧП Янбаев	1000
7	07.04.04	ООО ПРИМПРОЕКТ	500
8	07.04.04	ООО ШАТЛЫК	500
9	07.04.04	ООО ТОМАС-Е	400

Рис. 1. Екранна форма Журнал замовлень

Розглянемо, яким чином дається оцінка продуктивності елементів інтерфейсу даної форми. Як приклад виберемо запропоновану реалізацію для операції пошуку за даними довідників. Передбачено два варіанти довідників: клієнтів і товарів. Причому, для завдання атрибутів пошуку передбачається виконувати перехід до форм цих довідників. У початковому прототипі форми перехід здійснювався шляхом натиснення на командну кнопку Проглянути або командну кнопку Знайти. Вважатимемо за рівноймовірний вибір одного з двох довідників; вірогідність використання кнопки Проглянути оцінимо в 30% ($p=0,3$), кнопки Знайти – 70% ($p=0,7$). Вірогідність різних варіантів складе:

- вибір клієнта по кнопці Проглянути – $0,5 \cdot 0,3 = 0,15$;
- вибір товару по кнопці Проглянути – $0,5 \cdot 0,3 = 0,15$;
- вибір клієнта по кнопці Знайти – $0,5 \cdot 0,7 = 0,35$;
- вибір товару по кнопці Знайти – $0,5 \cdot 0,7 = 0,35$.

Інформаційний зміст даного фрагмента інтерфейсу як

$$0,15 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,15} \right) + 0,15 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,15} \right) + 0,35 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,35} \right) + 0,35 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,35} \right) = \\ = 0,41 + 0,41 + 0,53 + 0,53 = 1,88$$

Теоретично, якщо користувач вирішив виконати функцію пошуку, йому мінімально необхідно тільки визначити яким з двох довідників він бажає скористатися. Отже, мінімальна кількість інформації необхідне йому для вирішення цього завдання визначається як

$$\log_2 2 = 1$$

Інформаційна продуктивність

$$E = \frac{1}{1,88} = 0,53$$

Підвищити інформаційну продуктивність можна. Для цього слід передбачити об'єднання обох команд або здійснення переходу до відповідної екранної форми безпосередньо при виборі користувачем потрібного йому довідника (рис. 1).

6. Вимоги до оформлення звіту

Звіт повинен містити:

- назву і мету роботи;
- зовнішній вигляд розроблених екранних форм з описом навігації по ним;
- опис навігації по застосуванню з використанням елементів управління на спроектованих формах;
- розрахунки кількісного аналізу, виконаного для вказаних фрагментів інтерфейсу;

- висновки щодо необхідності коректування проєктованих форм; граф станів меню;
- скоректовані форми при необхідності ;
- загальні висновки.

7. Захист