

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛОГИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В АППАРАТНО-УСКОРЕННОМ ГРАФИЧЕСКОМ ИНТЕРФЕЙСЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Введение. Джеф Раскин в [1] сравнивает с лабиринтом ориентирование в современном программном интерфейсе, когда пользователь не имеет возможности видеть одновременно, хотя бы схематично, изображение всего рабочего пространства. В современных программных продуктах используется ряд решений, призванных избавить пользователя от необходимости сознательного удерживания в памяти схемы «лабиринта».

Данная работа посвящена разработке вспомогательных интерфейсных элементов навигации и их «прозрачной» (обратно-совместимой) интеграции в существующие рабочие среды графического пользовательского интерфейса (ГПИ) за счет использования возможностей стандартного видеоадаптера, входящего в состав современного офисного ПК.

Периферическое зрение (ПЗ) называемое часто также боковым или палочковым зрением, играет важную роль в ориентировании человека в окружающей среде. Фоторецепторы сетчатки делятся на два типа – колбочки и палочки. Основная масса колбочек сосредоточена в центральной части сетчатки. На периферии сетчатки имеются только палочки. Центральное зрение дает возможность рассматривать мелкие детали и опознавать предметы, а периферическое служит в основном для ориентирования в пространстве, обнаружения предметов и восприятия различных движений.

При работе с документами, которые представляют из себя статические объекты, палочковое зрение играет вспомогательную роль, делая ориентацию в рабочей области более наглядной, уменьшая нагрузку на запоминание расположения документов и их элементов. Однако в динамически изменяющихся системах его роль возрастает.

Рабочая область, представленная ГПИ, является динамической системой, основанной на событиях. Поэтому доступ ко всей площади виртуального рабочего пространства, хотя бы с меньшей детализацией, при организации ГПИ безусловно важен.

1. Расширение рабочего пространства ГПИ. Человек, работающий одновременно с большим количеством документов, предпочитает располагать их на какой-либо доступной поверхности, имеющей большую площадь. Применение этого подхода в компьютерной технике требует значительных материальных затрат. Поэтому в ПК активно применяются программные способы увеличения рабочей области. Традиционные решения включают в себя:

- минимизацию окон в пиктограммы (в привычном пользователю виде – панель задач);
- виртуальный рабочий стол, больший, чем область экрана;
- «пейджер» - программа, обеспечивающая доступ к нескольким виртуальным столам.

Наиболее распространены первый и третий варианты, причем в ряде случаев они используются совместно.

Всем этим решениям свойственны два общих недостатка: отсутствие прямой аналогии с ориентацией человека в реальной среде, что требует некоторого обучения и привыкания, а также – необходимость вспомогательных элементов ГПИ для навигации, что несколько усложняет интерфейс [2].

Большинство экспериментальных ГПИ так или иначе основываются на представлении информации в трехмерном пространстве с целью расширения рабочего пространства пользователя «вглубь». На данный момент существует несколько решений интеграции трехмерной графики в ГПИ различных ОС. Ни одно решение пока не получило распространения в качестве законченного программного продукта, т.е. все рассмотренные ранее разработки являются в той или иной мере экспериментальными.

Для ОС семейства Windows нам известны четыре разработки.

MaW3 – прототип трехмерного ГПИ основанного на оконной системе Windows 95, в котором элементы ГПИ находятся в трехмерном туннеле. **Win3D** - использует виртуальное трехмерное пространство, заполненное различными объектами (в ряде случаев

копирующие интерьеры реальных помещений). **SphereXP** – в качестве поверхности, на которой располагаются окна, выбран участок невидимой сферы большого диаметра. **Aero** - его разработчики сосредоточились в основном на использовании аппаратных ресурсов видеоадаптера для улучшения дизайна.

Под Unix-подобные операционные системы также существует ряд аналогичных решений [3]. Эти решения базируются на стандартной среде ГПИ X Window System и открытой библиотеке OpenGL.

Looking Glass - окна выглядят как полупрозрачные стеклянные пластины, внутри которых вставлено что-то наподобие листка бумаги с содержимым окна. **Metisse** – проект, нацеленный на превращение рабочего стола X Window System в полноценное трехмерное пространство, в котором пользователю доступен свободный поворот окна в любом направлении. **Compiz** - модульный оконный менеджер, использующий трехмерность в основном для организации различных декоративных эффектов.

2. ГПИ на основе модели ПЗ человека. Нами предпринята попытка создания увеличенного виртуального рабочего пространства за счет приближения стандартного ГПИ к модели зрительного восприятия человека. Исходным отправным пунктом для разработанных интерфейсных решений послужила разница в разрешающей способности палочкового и колбочкового зрения.

Уменьшение разрешающей способности по мере приближения к периферии видимого пространства смоделировано нами применительно к ГПИ в виде разделения рабочей области на три части: центральную (2) и боковые (1 и 3). В центральной части, имеющей стандартное разрешение, расположены элементы интерфейса, с которыми пользователь работает непосредственно в данный момент. В областях 1 и 3 разрешение по горизонтали изменяется в направлении от центра:

$$\Delta x = \begin{cases} C, & x \in 2 \\ C \cdot \alpha_{\mp}(x), & x \in 1, x \in 3, \end{cases} \quad (1)$$

где Δx – размер зерна (расстояние между центрами отдельных фотоприемников и, соответственно, отдельных точек изображения), C – константа, определяющая единичный размер зерна, соответствующий области 2, $\alpha(x)$ – функция пространственных искажений [4], монотонно возрастающая и имеющая область значений, принадлежащую интервалу (0; 1]. Для простоты считаем, что по вертикали разрешающая способность не изменяется. При отображении на стандартном устройстве вывода, условно представляемом в виде матрицы пикселей с фиксированным шагом зерна, (1) трансформируется в (1'):

$$\Delta x = \begin{cases} C, & x \in 2 \\ C \cdot \alpha_{\pm}(x), & x \in 1, x \in 3. \end{cases} \quad (1')$$

Таким образом, на практике пользователь наблюдает переменный масштаб изображений, находящихся в периферийных областях, а сами периферийные области, помещаясь на экране целиком, занимают на нем существенно меньше места, чем в виртуальном рабочем пространстве (рис. 1). Это позволяет компактно располагать элементы ГПИ, задействованные в работе лишь косвенно.

На основе данного принципа были разработаны две модели, реализующие переменный масштаб для оконного интерфейса, лежащего в основе всех современных графических систем.

В первой модели в качестве опорной точки для выбора масштаба окна принимается абсцисса (горизонтальная координата) его левого верхнего угла. Рабочий стол разделяется на три неравные области. В центральной области, соответствующей прямому зрению, коррекция размеров окна не производится. Благодаря этому пользователь получает возможность работать с приложениями в масштабе 1:1, без нарушения четкости текста и др.

Гоманова Елена Вячеславовна, студентка ФЭИС, 5 курс Брестского государственного технического университета (БрГТУ). Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Костюк Кирима Львовна, кандидат медицинских наук, врач ЛПУ "Поликлиника №2".

Физика, математика, информатика

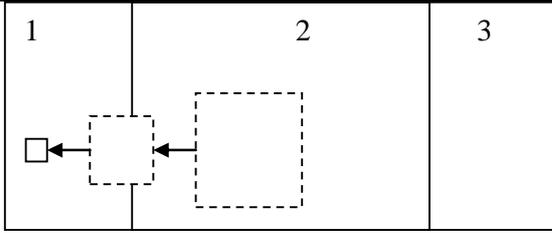


Рис. 1. Представление рабочего пространства на устройстве вывода

Поскольку под окном понимается прямоугольная область экрана, масштаб изменяется дискретно, т.е. каждая точка, принадлежащая данному окну, отображается в масштабе, соответствующем точке $X_0; Y_0$ (левый верхний угол окна)

$$\begin{aligned} \tilde{x}_i &= x_i \cdot a_{\pm}(x_0) \cdot [\theta(x_i) - \theta(x_i - x_0)], \\ \tilde{y}_i &= y_i \cdot a_{\pm}(x_0) \cdot [\theta(y_i) - \theta(y_i - y_0)]. \end{aligned} \quad (2)$$

Пользователь сам решает, какие окна располагать в центральной части, а какие на периферии. В связи с этим представляется целесообразным применение аналога программы-пейджера, для сохранения в кольцевом списке схем расположения окон на рабочей области. Таким образом, пользователь имеет возможность сохранить нужные ему схемы расположения, и затем выполнять с помощью пейджера быстрое переключение между ними.

Вторая модель предполагает плавное изменение масштаба рабочей области либо содержимого окна на периферийных областях, с сохранением соотношения 1:1 в центральной области.

Масштаб рабочей области также можно плавно изменять на периферийных областях, сохраняя соотношение 1:1 в центральной области. Математическое выражение для пересчета координат, обобщенное для размерности $k = \bar{1}; \bar{n}$ выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \tilde{P}_i^{(k)} &= E_i^{(k)} + F_i^{(k)} + G_i^{(k)}, \\ E_i^{(k)} &= \alpha \left(\frac{P_i^{(k)}}{P_{src}^{(k)}} \right) \cdot \delta \cdot [\theta(P_i^{(k)}) - \theta(P_i^{(k)} - P_{src}^{(k)} - \delta)], \\ F_i^{(k)} &= (P_i^{(k)} - P_{src}^{(k)}) \times \\ &\times [-\theta(P_i^{(k)} - P_{src}^{(k)} - \delta) - \theta(P_i^{(k)} - P_W^{(k)} + \delta - P_{src}^{(k)})], \\ G_i^{(k)} &= \left[P_W^{(k)} - \alpha \left(1 - \frac{P_i^{(k)} - P_W^{(k)} - P_{src}^{(k)} + \delta}{P_{Wsrc}^{(k)} - P_W^{(k)} - P_{src}^{(k)} + \delta} \right) \cdot \delta \right] \times \\ &\times [\theta(P_i^{(k)} - P_W^{(k)} + \delta - P_{src}^{(k)}) - \theta(P_i^{(k)} - P_{Wsrc}^{(k)})], \end{aligned} \quad (3)$$

где периферийные области обозначены как E, G , а центральная как F , θ – функция Хевисайда, α – функция изменения масштаба, δ – ширина области, отведенной под скроллинг. Для исходного изображения $i = 0; W_{src} - 1$, а для результирующего $i = 0; w - 1$ (величины и размерности, относящиеся к исходному изображению, отмечены индексом src), $P_{src}^{(k)}$ – сдвиг левого верхнего угла (соответственно точки локальной координатой 0) результирующего изображения (т.е. окна) относительно аналогичной точки исходного.

В переходе к двумерным координатам $P_i^{(1)} = x_i, P_i^{(2)} = y_i, k = \bar{1}; \bar{2}$, рассматривая (3) как $\tilde{P}_i^{(k)} = f(P_i^{(k)}, \delta, P_W^{(k)}, P_{Wsrc}^{(k)})$, получаем:

$$\tilde{P}_i = f \left(P_i^{(k)} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}, \delta, P_W^{(k)} = \begin{bmatrix} w \\ h \end{bmatrix}, P_{src}^{(k)} = \begin{bmatrix} x_{src} \\ y_{src} \end{bmatrix}, P_{Wsrc}^{(k)} = \begin{bmatrix} w_{src} \\ h_{src} \end{bmatrix} \right), \quad (3')$$

где w_{src}, h_{src} – ширина и высота исходного окна; w, h – ширина и высота результирующего окна.

Выбор функции изменения масштаба имеет существенное значение. В частности, использование нелинейной функции вида $\alpha(x) = x^{1/K}$ позволяет лучше видеть элементы, расположенные ближе к центральной области, и сильнее скрадывает находящиеся на большем удалении.

Целесообразно использование данного подхода на различных уровнях детализации ГПИ, где нет возможности вместить все изображение целиком и потому необходима прокрутка. Так, использование нелинейного масштабирования периферийных областей вместо полос прокрутки позволяет визуально ориентироваться при поиске элемента, находящегося вне центральной (рабочей) части окна.

3. Реализация средствами аппаратно-ускоренной графики.

На основе обзора экспериментальных интерфейсных решений, использующих аппаратное ускорение трехмерной графики, предложена реализация разработанных моделей, позволяющая использовать основанные на них рабочие среды с уже существующим программным обеспечением без модификации последнего. Схема данной реализации может быть легко проиллюстрирована на примере структуры оконного менеджера Metisse (рис. 2). Metisse был выбран для иллюстрации из-за своей простоты, отличающей его от других проектов, которые, при более сложном устройстве, основаны на том же самом принципе.

Измененная версия XVNC программа, обеспечивающая удаленный доступ к существующему X-серверу по протоколу VNC используется для извлечения изображений отдельных приложений системы X Window и наложения их в качестве текстур в трехмерном пространстве [3].

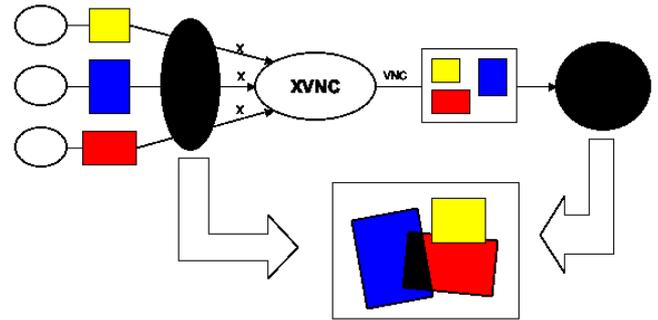
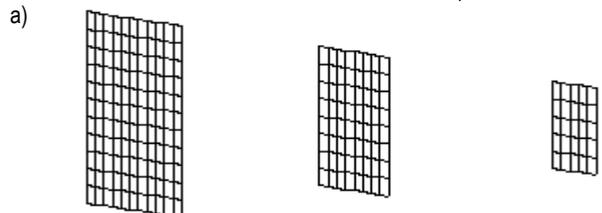


Рис. 2. Базовая структура оконного менеджера Metisse

Таким образом, вновь разработанные графические оболочки могут использовать трехмерное представление для написанного ранее программного обеспечения без его модификации – за счет захвата в реальном масштабе времени изображений и обработки их средствами графического процессора видеоадаптера.

Для практической реализации разработанных моделей были выбраны расширение Xgl системы X Window System и кодовая база оконного менеджера Comviz. Выбор Xgl обоснован более стабильной работой по сравнению с аналогами и меньшей избирательностью к аппаратному обеспечению. На выбор Comviz повлияла его расширяемая структура, позволяющая реализовать желаемые возможности в отдельных модулях.

Преобразования над содержимым окон выполняются средствами Xgl, которые в свою очередь используют библиотеку OpenGL. Изображения окон с фиксированным масштабом могут выводиться напрямую методом отрисовки битовой карты, с выполнением при необходимости предварительного масштабирования (на рис. 3-а схематично показано изменение масштаба окна).



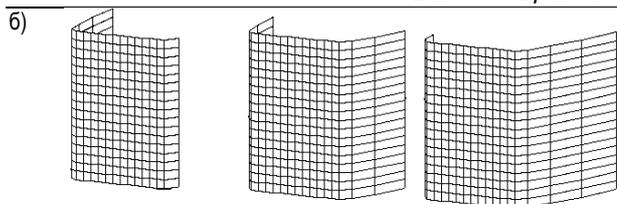


Рис. 3. Представление разработанных моделей в трехмерных координатах: а – окна с дискретно-изменяющимся масштабом, б – нелинейное масштабирование

Для окон с нелинейно изменяющимся масштабом выражение (3) определяет изменение z-координаты базовой трехмерной фигуры. Окна представлены в виде накладываемых на базовую фигуру мультитекстур.

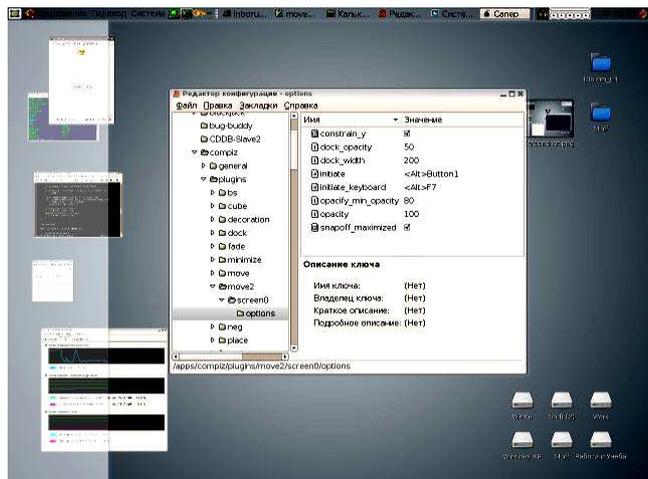


Рис. 4. Первая модель, реализованная на основе Compi3

Прокрутка может выполняться смещением текстуры либо, как на рис. 3-б, изменением базовой фигуры (фронтальная проекция, необходимая для сохранения четкости содержимого окон при их выводе, не использована на рисунке для большей наглядности).

На данный момент реализована в качестве рабочего окружения только первая модель. Рис. 4 демонстрирует результат с включенной левой боковой областью (она выделена подсветкой для большей наглядности). В боковой области размещены пять окон с различной степенью масштабирования, а также одно окно в центральной рабочей области.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Раскин Дж. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. - СПб.: Символ-Плюс, 2003. - 272 с.
2. Гулятьев А.К., Машин В.А. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса. - СПб.: "КОРОНА принт", 2000. - 352 с.
3. Chapuis O., Roussel N. Metisse is not a 3D desktop. // ACM Press, 09/2005.
4. Прэнт У. Цифровая обработка изображений. - Т. 1. - М.: Мир, 1982. - 310 с.
5. Борушко И.Н., Гоманова Е.В., Костюк Д.А. Применение модели периферического зрения в графическом интерфейсе пользователя. Современные информационные компьютерные технологии: сб. науч. ст. - Гродно: ГрГУ, 2006. - С. 22–27.
6. Борушко И.Н., Гоманова Е.В. Применение модели периферического зрения в аппаратно-ускоренном графическом интерфейсе // Сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2006. - С. 104–112.
7. Борушко И.Н., Гоманова Е.В. Аналогия периферического зрения в графическом интерфейсе пользователя // Сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2006. - С. 107–112.
8. Гоманова Е., Костюк Д. Применение модели периферического зрения к GUI // Сетевые решения. - №6, 2007. - С. 34–39.

Материал поступил в редакцию 17.12.07

GOMANOVA E.V., KOSTIUK D.A., KOSTIUK K.L. Application of peripheral vision analogy to hardware accelerated graphic user interface

The analysis of existing auxiliary navigation elements of a window-based interface is carried out as for standard, so for experimental ones. The presence of unsolved problems of graphic user interface (GUI) efficiency is mentioned. A new offered GUI concept copies features of the humane peripheral vision, and two models based on it are proposed to facilitate the navigation in window-based interface: discrete change of windows sizes and nonlinear scaling of latent areas. Proposed technical realization for UNIX OSes requires no changes in previously developed user applications.

УДК 656.13.05

Капский Д.В.

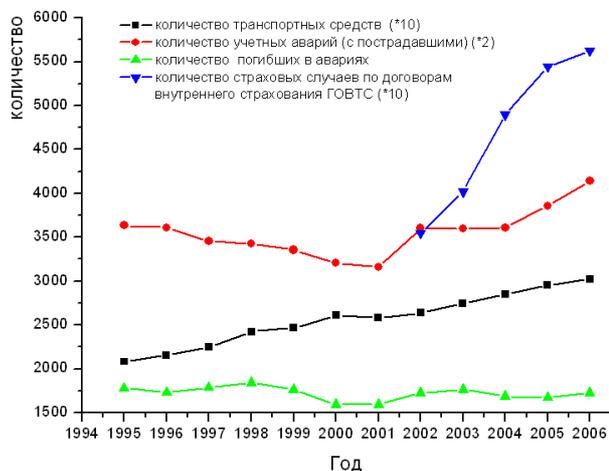
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНОСТИ НА КОНФЛИКТНЫХ УЧАСТКАХ ГОРОДОВ ПО МЕТОДУ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ

Введение. Аварийность – одна из самых тяжелых и трагических потерь в дорожном движении. Если другие потери, например, экономические или экологические, равномерно распределяются среди всех членов общества, то аварийные потери концентрируются на отдельных участниках движения.

В Республике Беларусь ежегодно происходит свыше 100 000 аварий, в которых погибает около 1 700 человек и примерно 10 000 человек получают ранения (рис. 1) [1]. При этом с ростом уровня автомобилизации эти потери будут неуклонно возрастать и оцениваются они различными значениями [2, 3, 4].

Существующие на сегодняшний день методы отличаются субъективизмом и невысокой точностью [5]. Это объясняется тем, что на аварийность влияет большое число различных факторов и множество их комбинаций.

1. Возникновение аварий и их потенциальная опасность. Возникновение аварий может рассматриваться как скачкообразный переход от нормального процесса движения (устойчивого состояния) к



Капский Д.В., кандидат технических наук, доцент Белорусского национального технического университета. Беларусь, БНТУ, 220027, г. Минск, пр. Ф. Скорины, 65.