

4. Интерполяция цифрового изображения. URL: <http://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials/image-interpolation.htm> (Дата обращения 20.04.11)
5. Увеличение цифровых фотографий. URL: <http://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials/digital-photo-enlargement.htm> (Дата обращения 23.04.11)
6. Изменение размера изображения. URL: <http://www.cambridgeincolour.com/ru/tutorials/image-resize-for-web.htm> (Дата обращения 26.04.11)

УДК 004.514.62

СРЕДСТВА КРИВОЛИНЕЙНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОКОН ДЛЯ ЭКОНОМИИ ПЛОЩАДИ ДИСПЛЕЯ ПОРТАТИВНЫХ УСТРОЙСТВ

А.Н. Никонюк, студент факультета ЭИС
Д.А. Костюк, к.т.н., доцент кафедры ЭВМиС
Брестский государственный технический университет

Разработанная модель криволинейной трансформации окон и ее техническая реализация для UNIX-подобных операционных систем позволяют добиться более экономного использования площади экрана портативных устройств без модификации существующего программного обеспечения. За счет использования аппаратно-ускоренной графики удается выполнять пересчет изображений окон в реальном масштабе времени без увеличения нагрузки на центральный процессор. Разработка может быть применена в качестве вспомогательных элементов графического интерфейса.

Розроблена модель криволінійної трансформації вікон і її технічна реалізація для UNIX-подібних операційних систем дозволяють добитися більш економічного використання площі екрана портативних пристроїв без модифікації існуючого програмного забезпечення. За рахунок використання апаратно-прискореної графіки вдається виконувати перерахунок зображень вікон у реальному масштабі часу без збільшення навантаження на центральний процесор. Розробка може бути застосована в якості допоміжних елементів графічного інтерфейсу.

The model of a curved windows transformation and its practical implementation for Unix-like systems are presented, to achieve more economic use of portable devices screen area without modifying current software. Due to hardware-accelerated graphics windows images real-time transformation is carried out without increase of central processor load. The implementation can be used as auxiliary elements in graphical interface.

Из-за ограниченности аппаратных ресурсов персонального компьютера, не позволяющих задействовать большие площади для вывода информации,

пользователь часто не имеет возможности видеть одновременно изображение всего рабочего пространства. В современных программных продуктах используется ряд решений, призванных избавить пользователя от необходимости сознательного удерживания в памяти скрытых фрагментов. Как правило, выполняется схематичное или символическое отображение невидимых объектов в видимой области рабочего пространства: такую функцию несут панели задач, пиктограммы минимизированных окон, панели переключения окон, программы-пейджеры виртуальных рабочих столов [1, 2].

В последнее время проблема недостатка рабочей области получила дополнительное развитие из-за роста популярности портативных устройств – нетбуков и планшетных компьютеров, способных в той или иной степени запускать приложения, интерфейс и модель взаимодействия с пользователем в которых изначально рассчитаны на стандартное разрешение и размер экрана. Подобные устройства не только не способны разместить на экране нужное количество окон, но часто не могут показать целиком одно стандартное окно.

Нами разработана модель криволинейной трансформации окон и реализующий ее модуль расширения для оконного менеджера Comriz, популярного в среде Unix-подобных ОС, позволяющее сократить размер занимаемой площади окна произвольного приложения с сохранением читаемости и доступности его содержимого.

Концепция смоделирована нами в виде разделения рабочей области окна на две зоны: центральную 1 и периферийную 2. В зоне 1 отображается основная информация окна, представленная в единичном масштабе. В зоне 2 выводится изображение, имеющее переменный масштаб, т.е. сжатое в соответствии с функцией $\alpha(y)$, монотонно возрастающей вдоль координаты и имеющей область значений, принадлежащую интервалу $(0; 1]$. Таким образом, рабочая область делится на две части, и позиции пикселей, находящиеся во второй части, пересчитываются с переменным коэффициентом масштабирования [2].

Математическое выражение для пересчета координат, обобщенное для размерности $k = \overline{1; n}$ выглядит следующим образом:

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

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 $i = \overline{0; W_{src} - 1}$, а для результирующего $i = \overline{0; w - 1}$ (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 $P_i^{(1)} = x_i, P_i^{(2)} = y_i, k = \overline{1;2}$, рассматривая (1) как $\tilde{P}_i^{(k)} = f(P_i^{(k)}, \delta, P_W^{(k)}, P_{src}^{(k)}, P_{W_{src}}^{(k)})$, получаем:

$$\tilde{P}_i = f\left(P_i^{(k)} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}, \delta, P_W^{(k)} = \begin{bmatrix} w \\ h \end{bmatrix}, P_{src}^{(k)} = \begin{bmatrix} x_{src} \\ y_{src} \end{bmatrix}, P_{W_{src}}^{(k)} = \begin{bmatrix} w_{src} \\ h_{src} \end{bmatrix}\right), \quad (2)$$

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

Выбор функции изменения масштаба имеет существенное значение. В частности, использование функции вида $\alpha(y) = y^{1/K}$ позволяет лучше видеть элементы, расположенные ближе к центральной области, и сильнее скрадывает находящиеся на большем удалении [2, 3].

В настоящей работе представлена реализация модели криволинейной трансформации базе аппаратно-ускоренного оконного менеджера (в качестве которого использован Comriz) и библиотеки OpenGL.

Современные аппаратно-ускоренные менеджеры окон используют возможности библиотеки OpenGL для передачи вычислительной нагрузки графическому акселератору. Одно из свойств OpenGL – объекты фреймбуфера – дает оконному менеджеру эффективный доступ к окнам неактивных приложений. Для приложения объекты фреймбуфера выглядят как обычные окна, а для оконного менеджера – как текстуры, которыми можно управлять с помощью обычных команд отрисовки мультитекстур (рис. 1).

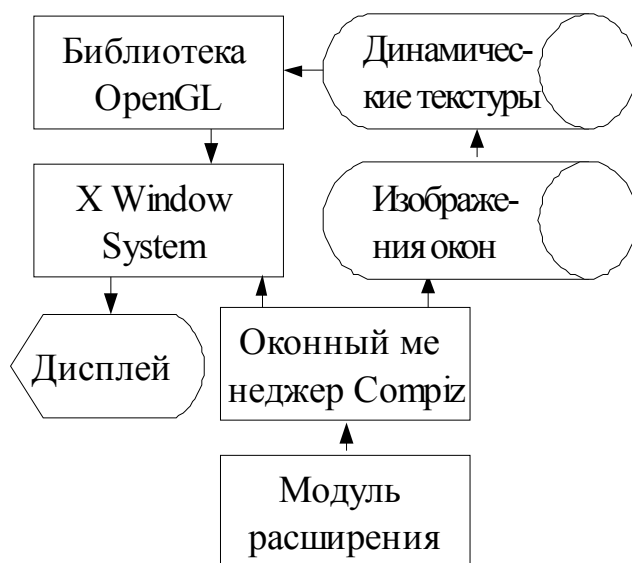


Рисунок 1

Оконный менеджер Comriz, выбранный нами в качестве кодовой базы проекта, также позволяет совершать манипуляции с изображениями окон средствами аппаратно-ускоренной графики OpenGL, не загружая центральный процессор. Благодаря экономному использованию памяти и аппаратному ускорению Comriz стал популярен среди пользователей и разработчиков; на нем основана целая инфраструктура модулей расширения.

Разработанный модуль расширения Comriz состоит из трех функциональных частей: кода инициализации, обработчиков событий и сервисных функций. Код инициализации вызывается при загрузке модуля. При этом системе передаются указатели на конструкторы и деструкторы,

вызываемые при создании и удалении контекста дисплея, каждого из соответствующих дисплею экранов, и окон каждого экрана. Доступ к контексту дисплея позволяет перехватывать события, экран дает возможность вклиниться в цепочку процедур обновления изображения, включающую подготовительную стадию, отрисовку экрана (или экранов, если их несколько) и завершение отрисовки.

Подготовительная стадия используется для выполнения различных подготовительных расчетов, например, для вычисления новых координат. Метод отрисовки в первую очередь должен вызывать базовую реализацию, обновляющую изображение экрана, а затем выполняет с полученным изображением любые действия, доступные средствами OpenGL; при этом он имеет доступ к устройству вывода, физическим координатам и всем открытым окнам, для каждого из которых существует соответствующая текстура. Стадия завершения отрисовки используется для принудительной генерации события перерисовки экрана, благодаря чему выполняется отображение анимационных эффектов в реальном масштабе времени.

Разработанный нами модуль расширения активизируется при перетаскивании окна за пределы границы экрана (или за пределы рабочей области, если вдоль данной границы экрана расположена панель графической оболочки). Сжатие соответствующей части окна отображается в реальном масштабе времени в процессе дальнейшего перемещения окна, и т. о. пользователь имеет возможность регулировать коэффициент сжатия для достижения баланса между размерами и читаемостью содержимого окна.

Для доступа к текстуре скрытой за экраном части окна модуль предварительно выполняет масштабирование с коэффициентом, близким к единице, после чего создает копию части текстуры, соответствующей сжимаемой части окна. Дублированное изображение выводится поверх видимого фрагмента окна.

Для отображения нелинейного масштаба изображения текстура накладывается на базовую трехмерную фигуру, для которой выражение $\alpha(y) = y^{1/K}$ определяет изменение z-координаты. На рис. 2-а условно показан фрагмент базовой фигуры, для наглядности включающий как неискаженную область 1, так и искаженную область 2. На практике, однако, строится только фрагмент фигуры, отвечающий искаженной области. Для вывода базовой фигуры и, соответственно, результирующего изображения средствами OpenGL может применяться как ортогональная, так и перспективная проекция. В первом случае, показанном на рис 2-б, достигается лучшая читаемость содержимого окна, а второй вариант обладает большей выразительностью и может использоваться для наглядной демонстрации эффекта.

Изменение масштаба окна затрагивает только его изображение. Для самого окна при этом не происходит никаких изменений в размерах, иначе была бы нарушена обратная совместимость с существующими приложениями. Поэтому с точки зрения системы все элементы управления окна сохраняют свои прежние координаты, и для взаимодействия с этими элементами необходимо помещать указатель мыши в ту область экрана, где они

находились бы, сохраняя окно единичный масштаб [4]. Т. о. необходимо либо блокировать события указателя мыши, относящиеся к сжатой области, либо выполнять пересчет координат. На текущий момент реализован первый вариант решения проблемы. При этом для всех элементов окна остаются доступными события клавиатуры, что позволяет в ряде случаев успешно взаимодействовать со сжатой частью окна (например, в случае консольного приложения или текстового редактора). Являясь несколько ограниченным, подход, тем не менее, хорошо ложится на присутствующее в интерфейсах многих приложений группирование меню и панелей в единый блок.

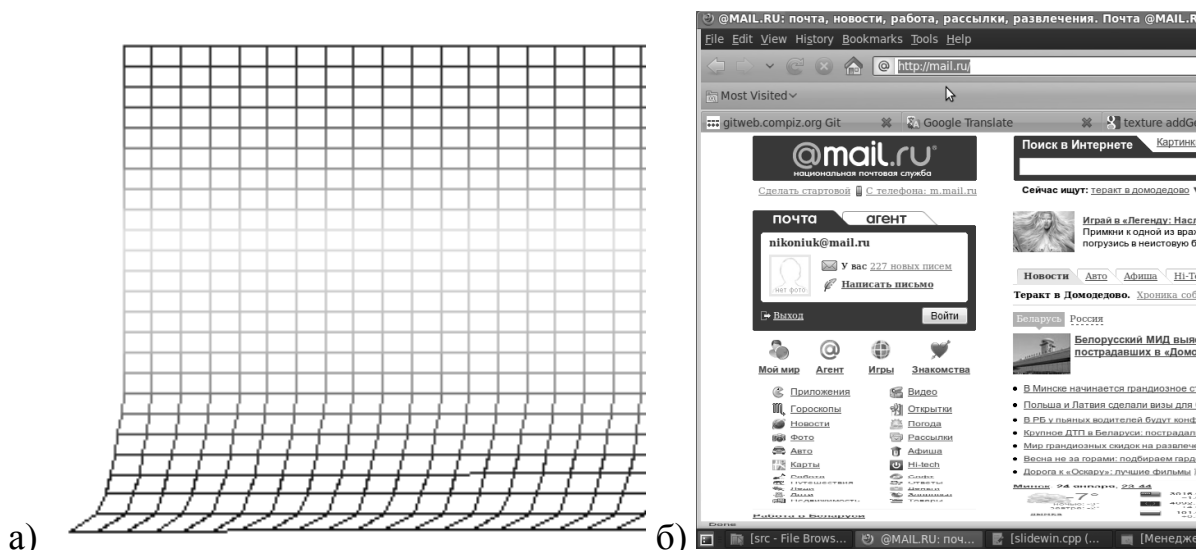


Рисунок 2

В результате, разработанная модель криволинейной трансформации окон и ее техническая реализация для UNIX-подобных операционных систем позволяют добиться более экономного использования площади экрана портативных устройств без модификации существующего программного обеспечения. За счет использования аппаратно-ускоренной графики удастся выполнять пересчет изображений окон в реальном масштабе времени без увеличения нагрузки на центральный процессор.

Литература:

1. Раскин Дж. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. СПб.: Символ-Плюс, 2003. 272 стр.
2. Е.В. Гоманова, Д.А. Костюк, К.Л. Костюк. Применение аналогии периферического зрения в аппаратно-ускоренном графическом интерфейсе пользователя // Вестник БрГТУ. – 2007. – №5: Физика, математика, информатика. – С. 33–35.
3. Никонюк А.Н. Нелинейное масштабирование окон для экономии площади дисплея портативных устройств // Сучасні проблеми радіотехніки та телекомунікацій «РТ – 2011»: Матер. 7-ої міжнар. молодіжн. наук.-техн. конф., Севастополь 11–15 квітня 2011 р. – Севастополь: СевНТУ, 2011. – С. 362.

4. Костюк Д.А., Дёмин В.В. Модель мини-окон с динамическим отображением в аппаратно-ускоренном графическом интерфейсе // Вестник БрГТУ. – 2009, №5: Физика, математика, информатика. - С. 71-74.