

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

В.Б. Таранчук, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета,

В.А. Куликович, ассистент кафедры компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета

О программировании в системе *Mathematica* интерактивных графических приложений

Введение

В работе «О подготовке и распространении на базе системы *Mathematica* интерактивных графических приложений» [1] описаны возможности и рекомендации применения системы *Mathematica*, формата вычисляемых документов CDF, модулей коллекции демонстрационных проектов компании Wolfram, которые упрощают создание, расширяют границы свободного распространения электронных интерактивных образовательных ресурсов. Приведены перечни программных модулей, использование которых при преподавании значительно повысит степень усвоения материала. В настоящей работе приведены и поясняются ключевые конструкции кодов программных модулей из рекомендованных к применению проектов коллекции Wolfram Demonstrations [2], а также некоторые другие функции

и опции языка системы *Mathematica*, включение которых обязательно, если предполагается работа под управлением CDF Player с интерактивными документами формата CDF [3].

О программировании интерактивных приложений

Интерактивные электронные ресурсы при преподавании дисциплины «Компьютерная графика» используются на всех этапах. Приведем и поясним компоненты программных модулей, используемых при подготовке электронных интерактивных ресурсов, которые выдаются студентам при изучении тем «Геометрические преобразования в 2D и 3D. Матричное представление, композиция 3D преобразований» и «Линейные, нелинейные фильтры».

Кроме документов с теорией, пояснениями и иллюстрациями алгоритмов преобразований студентам в обсуждаемых блоках для освоения предлагаются программные модули `Understanding3DRotation+.cdf` и `ConvolutionLinearFiltering+.cdf`, которые адаптированы по оригиналам [4] (сделан перевод на русский, уточнены начальные ракурсы и масштаб просмотра, заменены исходные изображения, добавлены пояснения частей кода).

Инструменты приложения `Understanding3DRotation+` и пояснения составных частей сцены окна проекта показаны на рисунках 1-3; в кадры вывода на рисунках 2, 3 добавлены вставки фрагментов панелей со значениями параметров геометрии и ракурса наблюдения. На рисунке 1 в левой части показаны элементы панели управления, справа – сцена.

Сцена всех иллюстраций включает: окаймляющий куб с подписями и разметкой осей (соответственно оси X, Y, Z и их подписи даны красным, зеленым, синим цветами); исходный и преобразованный объекты; плоскость и ось поворотов. В приведенном примере сцена размера $10 \times 10 \times 10$, начало координат в центре сцены, положение наблюдателя (в условных единицах характерного размера сцены, который в примере равен 10) – $\{1.4, -3.1, 1.3\}$, исходный объект – куб размера $3 \times 3 \times 3$. Рисунок 1 иллюстрирует преобразование поворота на 180° вокруг оси Z, $w_z = 1$, все другие параметры нулевые.

На иллюстрациях 1-3 изменение значений w_x , w_y , w_z обеспечивает повороты, изменение r_x , r_y , r_z – перемещение в соответствующем направлении, изменение Θ – задание итогового угла поворота исходного объекта вокруг назначенной оси (с учетом поворотов плоскости и сдвигов).

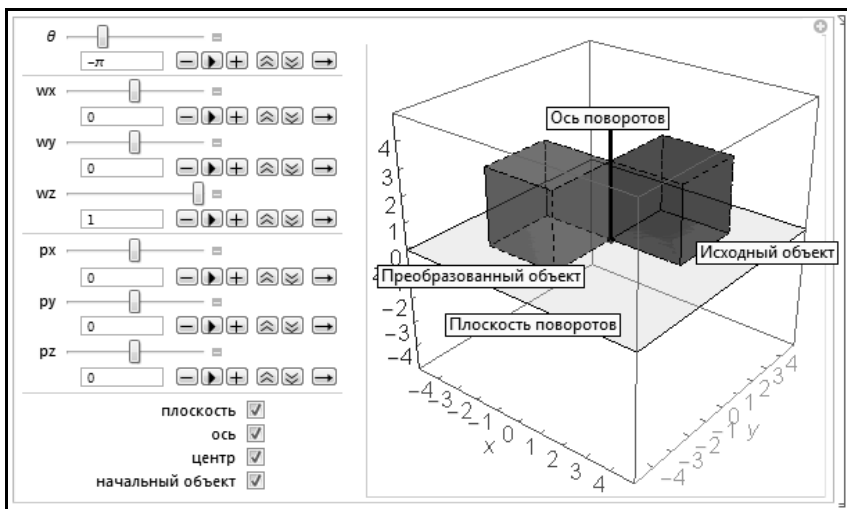


Рис. 1. Фрагмент панели управления, окна вывода с пояснениями объектов сцены, кадра с результатами

Рисунок 2 иллюстрирует преобразование перемещения; два фрагмента в верхнем ряду – перемещение в направлении X с $rx = -0,5$ (слева) и $-1,5$ (справа), в нижнем ряду – дополнительно к $rx = -1,5$ еще в направлении Y также два варианта: $ry = -0,5$ и $-1,5$; во всех примерах этой серии $wz = 1$, $\Theta = 180^\circ$, другие параметры нулевые.

Важно отметить, что при формировании изображений автоматически обрабатывают алгоритмы отсечения, так при $rx = -1,5$ $ry = 0$ видим правую часть куба, при $rx = -1,5$ $ry = -1,5$ – отсечены левая и передняя части.

В программном приложении можно перемещать и поворачивать получаемую сцену, менять размер кадра графики. Каждое действие управления (поворот, перемещение) можно выполнять, задавая значение параметра в поле ввода или перемещением бегунка. Также можно запускать просмотр с автоматическим изменением любого из приведенных параметров; инструментами управления выводом видео можно регулировать скорость и направление прокрутки видео, возможна пошаговая смена кадров. Шаг изменения значений параметров можно задавать в коде, в противном случае будет использоваться значение по умолчанию; задание границ интервала обязательно. В модуле даны комментарии к основ-

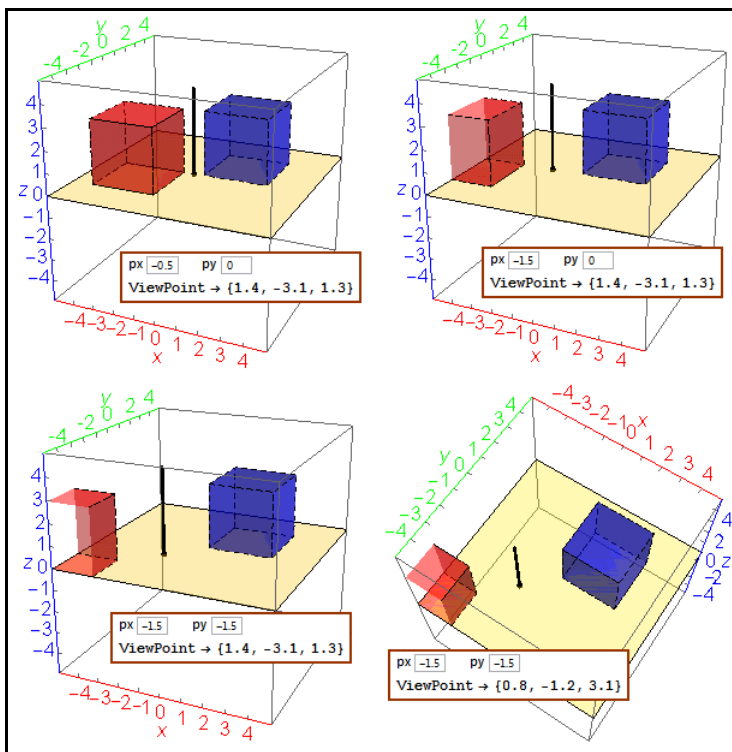


Рис. 2. Фрагменты окон приложения с результатами применения преобразования перемещений

ным функциям и опциям кода, чтобы студенты могли вносить изменения, а также заимствовать приемы написания программы, упражняться, используя другие графические примитивы и фигуры. Например, поясняя использованную в коде функцию формирования и вывода графики Graphics3D, предлагается в качестве исходного объекта вместо примитива куб (Cuboid) получить изображения с цилиндром или сферой, конусом и др. (Sphere, Cylinder, Cone, Ball, Parallelepiped, Prism, Pyramid).

Ключевые функции и опции исходного кода

В части оформления, настройки вида объектов сцены в упражнении включены пояснения:

- правил подготовки сопровождающих подписей (FormatType, BaseStyle, Style, TraditionalForm, StandardForm,

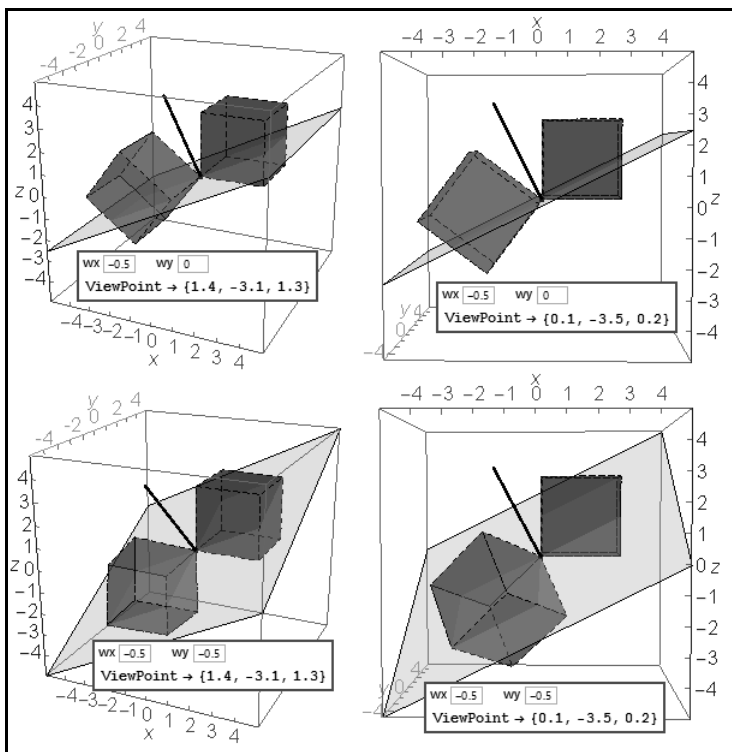


Рис. 3. Фрагменты окон приложения с результатами применения преобразования поворотов

FontFamily, FontSlant, FontSize, AxesStyle, LabelStyle, TicksStyle, GridLineStyle, MeshStyle, BoundaryStyle, FillingStyle, ClippingStyle);

- способов задания толщины и типа линии (Thickness, AbsoluteThickness, Dashed, Dotted, DotDashed, Thick, Thin);
- вариантов задания цветов, прозрачности и имитации освещения (Colors, GrayLevel, RGBColor, CMYKColor, LabColor, ColorFunction, ColorFunctionScaling, Opacity, Lighting, Specularity);
- опций управления кадром вывода (ImageSize, PlotRegion, PlotRange, PlotRangeClipping, AspectRatio, BoxRatios, Scaled, BoxStyle).

Относительно применяемых в модуле функций преобразования `RotationTransform`, `TranslationTransform` – дополнительно записаны пояснения и упражнения, чтобы студенты освоили функции системы `AffineTransform`, `GeometricTransformation`.

Инструменты и окно приложения ConvolutionLinearFiltering+ показаны на рисунках 4-6. Результаты выполнения модуля включают следующие элементы: бегунки для задания значений матрицы используемого фильтра; кнопки выбора фильтров, включенных в комплект основных; два изображения: исходное (слева) и обработанное с помощью выбранного фильтра (справа). Пользователь может задать произвольную матрицу фильтра, с которым будет производиться преобразование, или выбрать один из предлагаемых стандартных фильтров, среди которых есть фильтр со случайно сгенерированными значениями.

Рисунки 4 и 5 иллюстрируют обработку с помощью одного из стандартных линейных фильтров; матрица задается в исходном коде модуля. На рисунке 6 представлена демонстрация работы линейного фильтра, значения которого задаются пользователем с помощью элементов управления. Значения матрицы фильтра можно вводить вручную либо изменять перемещением бегунка. Итоговая матрица представлена в верхнем левом углу.

При подготовке данного модуля кроме перечисленных выше функций использовались следующие функции и опции:

- функции для работы с изображениями (ImageConvolve, ImageAssemble);
- функции размещения объектов в окне вывода (Grid, Row, Column);
- функции, опции настройки работы с вещественными числами (NumberForm, RandomReal, WorkingPrecision).

О настройке инструментов динамической интерактивности

Наиболее часто в блокнотах *Mathematica* динамическая интерактивность, диалоговые окна, управление параметрами входных данных для вычислений (в том числе символьных), построение и просмотр графиков реализуются с использованием функции Manipulate. Соответствующий модуль Manipulate позволяет создавать различные интерактивные средства по заданному выражению expr с аргументами (параметрами), причем, выражение expr трактуется в самом общем виде и может быть списком, включающим названия, математические выражения, графические функции и т.д. Особое внимание при пояснениях в представляемых студентам приложениях уделено вопросам программирования динамического вывода, использования инстру-

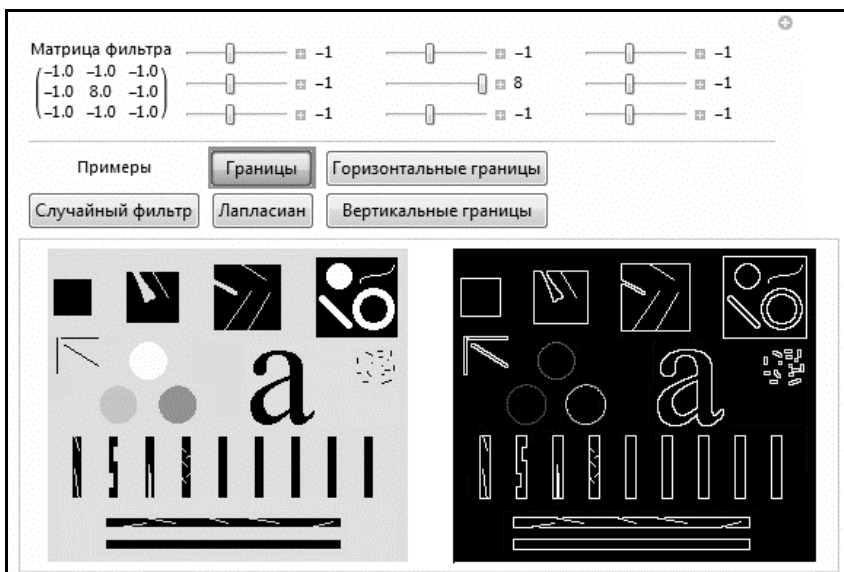


Рис. 4. Внешний вид панели управления и окна вывода модуля для демонстрации работы фильтра «Границы»

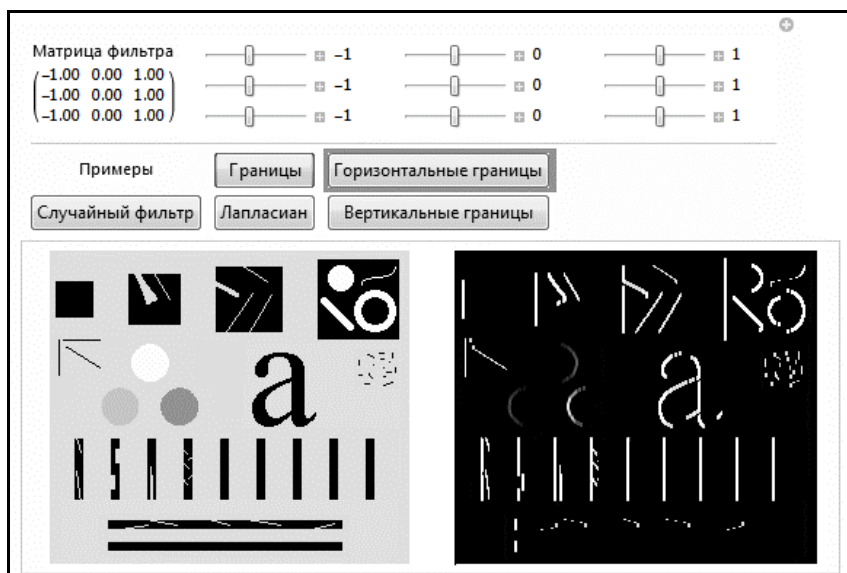


Рис. 5. Окно приложения с результатом обработки путем выбора фильтра «Горизонтальные границы»

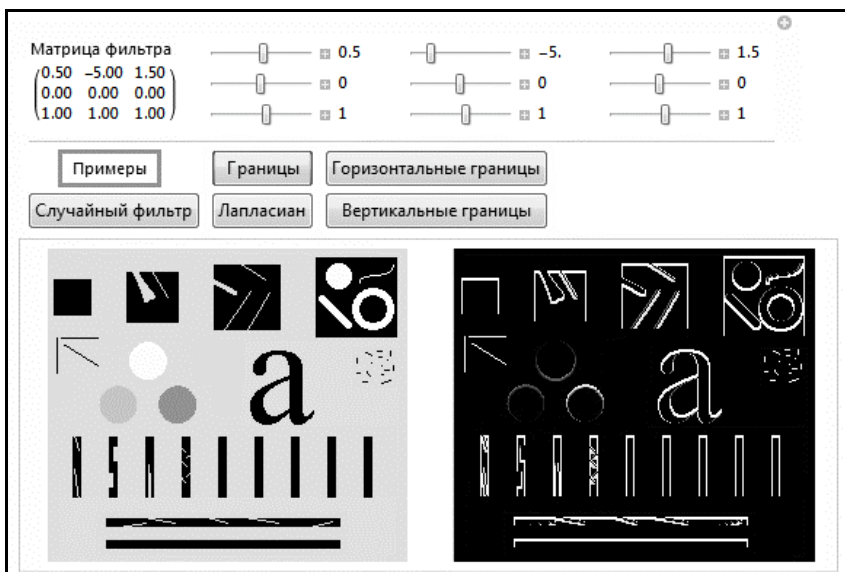


Рис. 6. Окно приложения с результатом обработки с помощью произвольно задаваемого фильтра

ментов интерактивности – примерами иллюстрируются функции и опции динамических вычислений, включения и выключения индикаторов, организации флажков, кнопок, иерархических и выпадающих меню, локаторов. Поясняются: Manipulate, Dynamic, Initialization, Delimiter, PopupMenu, Checkbox, CheckboxBar, RadioButtonBar, SetterBar, TogglerBar, ControlType, Locator, Slider, Slider2D, ColorSlider, SaveDefinitions, AutorunSequencing.

Об опциях обеспечения функционирования динамической интерактивности в CDF документах. При подготовке блокнотов в Mathematica, если предполагается их сохранение, просмотр в CDF Player, следует выполнять инициализацию (Initialization:->) или сохранить параметры для анимации (SaveDefinitions). Это обязательно, т.к. CDF Player не может загружать пользовательские данные во время работы. Допустима работа только с теми списками, комплектами, наборами, которые включены в базу знаний, т.е. вся используемая функцией Manipulate информация должна была встроена в интерактивные элементы .cdf файла.

Заключение

Рекомендуемые к использованию программные модули из коллекции размещенных в открытом доступе проектов, приведенные функции и опции системы *Mathematica* существенно расширяют возможности создания электронных образовательных ресурсов, содержащих математическую нотацию любого уровня сложности и графические иллюстрации всех типов и категорий. Отмечены возможности распространения живого интерактивного контента, получения твердых копий в любом из общепринятых стилей оформления. Немаловажным достоинством является также то, что перечисленное не требует от создателей знаний программирования.

Дополнительная информация доступна посетителям сайта кафедры компьютерных технологий и систем БГУ www.cas.fpmi.bsu.by, где можно ознакомиться с NB И CDF документами.

Литература

1. Таранчук, В.Б. О подготовке и распространении на базе системы Mathematica интерактивных графических приложений / В.Б. Таранчук, В.А. Кулинкович // Информатизация образования. – 2015. – № 1. – С. 3-13.
2. Wolfram Demonstrations Project. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://demonstrations.wolfram.com>.
3. Формат вычисляемых документов CDF. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wolfram.com/cdf>.
4. Understanding 3D Rotation. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://demonstrations.wolfram.com/Understanding3DRotation>.
5. Image Kernels and Convolution (Linear Filtering). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://demonstrations.wolfram.com/ImageKernelsAndConvolutionLinearFiltering>.

Статья поступила 03.03.2015

