

Т. С. Мердишева, Е. С. Мердишева

ПОДГОТОВКА ГРАФОВЫХ ИЛЛУСТРАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ VEGRAS¹

1. ВВЕДЕНИЕ

Графы являются удобным инструментом для представления различных сложных структур. В настоящее время растет интерес к методам и системам визуализации графов. В частности, появилось достаточно много программных систем, обеспечивающих работу с графами. Не так давно в лаборатории конструирования и оптимизации программ была разработана система визуальной обработки иерархических графовых моделей HIGRES [1,2]. Однако все подобные средства ориентируются на какую-то конкретную прикладную область, и применение их в какой-либо другой области затруднительно.

Как показал анализ большинства систем для работы с графами [1–8], вопросу подготовки графовых иллюстраций не уделялось должного внимания. Рассмотренные программные продукты тем или иным способом позволяют создавать изображения графов, но либо ограничивают возможности пользователя по подготовке этих изображений, либо не отличаются простотой их подготовки. Но именно этот вопрос достаточно важен, поскольку ни одна публикация по теории графов не может обойтись без иллюстративного материала.

С учетом вышесказанного было принято решение разработать специальную систему для подготовки графовых иллюстраций, которая бы отличалась простотой в использовании и позволяла создавать достаточно качественные изображения.

2. ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ VEGRAS

Интерфейс системы придерживается основных общепринятых стандартов для Windows-приложений. Система имеет главное окно, внутри которого расположены окна документов (изображений графов), которые пользователь может открывать и закрывать по мере надобности.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 00-07-90296) и Министерства образования РФ.

Главное окно системы содержит меню и панели инструментов, обеспечивающие быстрый доступ к часто используемым операциям. Место расположения панелей инструментов можно изменять, при этом каждая панель может либо прикрепляться к границе окна, либо находиться в произвольном месте. В нижней части окна расположена строка состояний, в которой отображается служебная информация.

Каждое окно документа располагается внутри главного окна и имеет полосы прокрутки, с помощью которых можно передвигаться по изображению. При нажатии правой кнопки мыши в этом окне появится всплывающее меню, из которого можно выбрать нужные операции. На рис.1 приведен пример работы системы VEGRAS.

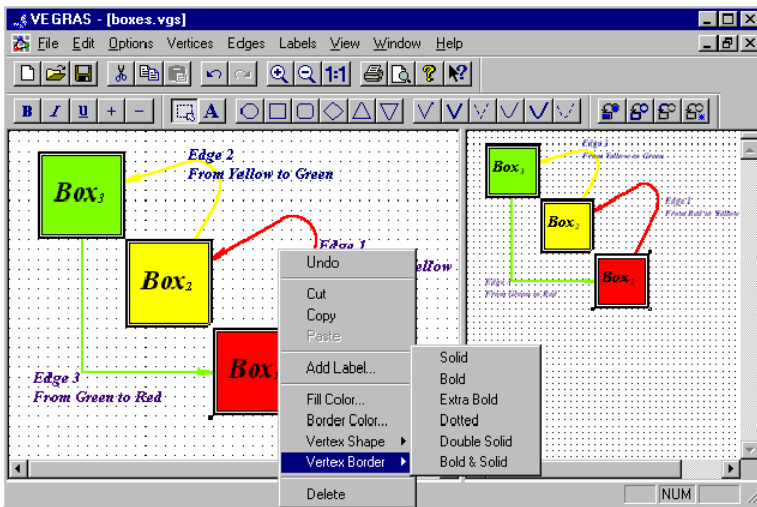


Рис. 1. Система VEGRAS в работе

Опишем процесс создания графов с помощью данной системы, при этом объектами графа будем называть вершины, дуги и метки графа. При запуске системы создается новое пустое окно графа, в котором можно начать рисовать новый граф. Далее, изменяя с помощью панели инструментов или меню форму, цвет и другие параметры объекта, к графу можно добавлять новые вершины, дуги и метки.

3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГРАФОВ В СИСТЕМЕ

Вершины графа изображаются различными геометрическими фигурами, такими как эллипс, прямоугольник, скругленный прямоугольник, ромб, треугольник или перевернутый треугольник. Каждая вершина имеет каемку (простую, жирную, очень жирную, пунктирную или двойную). Цвет каемки выбирается отдельно.

Дуги графа изображаются либо ломаными линиями, задаваемыми точками сгиба, либо гладкими кривыми, для задания которых используется некоторый набор точек на плоскости (будем называть эти точки точками сгиба). Дуги бывают различной толщины и цвета. Для каждой дуги можно выбрать форму стрелки на конце или указать, что стрелка отсутствует, если граф не ориентированный. Число точек сгиба практически не ограничено.

Все вершины и дуги графа имеют произвольное количество меток, место расположения которых пользователь может изменять. Цвет и шрифт можно задавать отдельно для каждой метки. Метки могут иметь верхние и нижние индексы, что весьма полезно при создании иллюстраций к научным публикациям.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

В процессе редактирования графа можно изменять размеры, форму, цвет вершин и дуг, перемещать и удалять вершины, дуги, метки или точки сгиба дуг, копировать выделенные объекты в буфер (операции Cut/Copy/Paste), добавлять и удалять точки сгиба дуги. Можно также выделять группу объектов графа и производить какие-либо действия сразу над всей группой (изменять цвета, форму, добавлять метки). При перемещении вершин, дуг или точек сгиба дуги соответствующие им метки тоже передвигаются так, чтобы их относительное месторасположение не изменялось.

Полезным является наличие операций Undo/Redo, позволяющих отменить или повторить до 32 последних действий (причем эти действия могут быть сложными, как, например, удаление группы объектов или изменение каких-либо параметров сразу для всей группы). В системе VEGRAS реализованы операции ZoomIn/ZoomOut, позволяющие менять масштаб изображения от 1 до 1000 %.

Если нужно, окно редактирования графа делится на несколько частей, в каждой из которых можно просматривать различные части графа, причем

можно указать разный масштаб для каждой из частей, и тогда в одном окне, например, можно видеть сразу весь граф, а в другом — только нужный фрагмент.

Для удобства пользователя в системе существует возможность применять прямоугольную сетку, внешний вид и параметры которой можно изменять.

В настоящий момент не существует общепринятого формата файлов для хранения графов, поэтому в системе VEGRAS используется новый специальный формат. Однако в систему включена возможность чтения графов формата hgr (созданных с помощью системы Higras). При реализации данной возможности использовалась библиотека HGL, поставляемая вместе с указанной системой.

Система позволяет создавать качественные изображения графов и записывать их в файлы форматов Windows BMP и PCX. Последний формат может служить для создания иллюстративного материала для книг и статей, подготовленных в системе TEX.

Система VEGRAS имеет встроенную help-поддержку, включающую описание всех пунктов меню, панелей инструментов и блоков диалога. В справочную систему включены статьи, посвященные описанию общих положений и освещающие все основные возможности системы.

Ниже приводятся несколько примеров изображений графов, полученных с помощью системы VEGRAS.

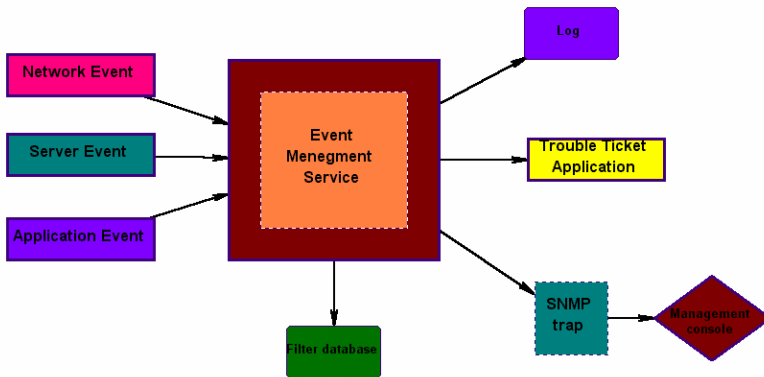


Рис. 2. Граф, описывающий работу некоторой программы

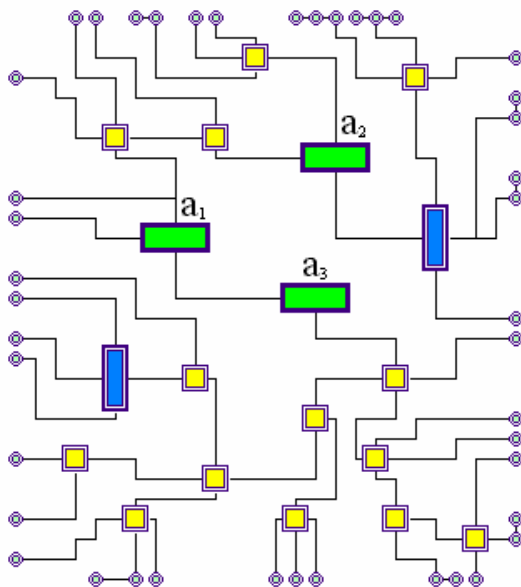


Рис. 3. Ортогональный атрибутивный граф

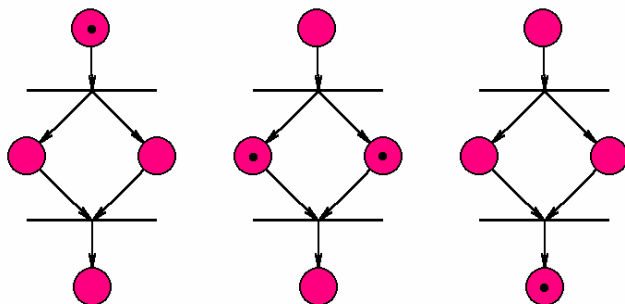


Рис. 4. Работа сети Петри

5. РЕАЛИЗАЦИЯ

Система VEGRAS написана на языке С++ с использованием компилятора Microsoft Visual C++ Version 6.0 и библиотеки MFC (Microsoft Foundation Class Library) и представляет собой универсальный инструмент для подготовки иллюстраций атрибутированных графовых моделей. Программа работает под операционными системами Windows 9x/NT.

Система VEGRAS использует механизм ActiveX для обеспечения возможности вставки изображений графов в документы других приложений, поддерживающих механизм ActiveX, таких как Microsoft Word, Excel и многие другие.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы была разработана система VEGRAS, являющаяся универсальным инструментом для визуализации и редактирования атрибутированных графов. Основным ее отличием является то, что она ориентирована именно на подготовку иллюстраций и позволяет создавать их более быстро и качественно.

Дальнейшее развитие системы может быть связано с

- 1) увеличением числа читаемых форматов графов,
- 2) добавлением алгоритмов размещения графов,
- 3) расширением интерфейсных возможностей.

Кроме того, в ближайшее время планируется разместить систему VEGRAS в сети Интернет.

Авторы будут признательны всем высказавшим свои замечания и пожелания по поводу улучшения данной системы по e-mail: m_tanya@mail.ru.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Lisitsyn I.A., Kasyanov V.N.** HIGRES — Visualization System for Clustered Graphs and Graph Algorithms. // Proc. of Graph Drawing. — Berlin a.o.: Springer-Verlag, 1999. — P. 82—89. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 1731).

2. **Лисицын И.А.** Применение системы HIGRES для визуальной обработки иерархических графовых моделей // Проблемы систем информатики и программирования. — Новосибирск, 1999. — С. 64—77.
3. Система HIGRES. — Доступна по адресу: <http://lis.iis.nsk.su/higres>.
4. **Frohlich M., Werner M.** Demonstration of the interactive graph visualization system daVinci // Proc. of Graph Drawing. — Berlin a.o.: Springer-Verlag, 1994. — P. 266—269. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 894).
5. Система daVinci. — Доступна по адресу: <http://www.informatik.uni-bremen.de/~inform/forschung/daVinci/daVinci.html>.
6. **SmartDraw** Software Incorporated, 9974, Scripps Ranch Blvd, 35 San Diego, CA 92131. — Доступна по адресу <http://www.smartdraw.com>.
7. Демонстрационная система компании Tom Sawyer Software, 804 Hearst Avenue, Berkeley, CA 94710. — Доступна по адресу <http://www.tomsawyer.com>
8. **Himsolt M.** The Graphlet system (system demonstration) // Proc. of Graph Drawing. — Berlin a.o.: Springer-Verlag, 1994. — P. 194—205. — (Lect. Notes Comput. Sci.; Vol. 894).