

Специализированная система научной визуализации для модели загрязнения окружающей среды.

Горбашевский Д.Ю.¹

Специализированная система научной визуализации по выводу результатов моделирования – это, прежде всего мощный инструмент, предоставляющий пользователю необходимую ему информацию в удобном для него виде. При этом, поверхностная информация, описывающая модель, в общем, присутствует в системе постоянно, тогда как более детальная информация, касающаяся отдельных аспектов модели (например, точные численные данные), отображается по требованию. Манипуляции, проводимые с графическим представлением модели, позволяет увидеть её с любого ракурса, при этом, не требуя ввода численных данных.

Проблема загрязнения окружающей среды в последнее время становится всё более актуальной. Ликвидировать последствия любой экологической катастрофы гораздо тяжелее, чем предупредить её. Как следствие этого, задача мониторинга выбросов промышленными предприятиями загрязняющих субстанций в окружающую среду является одной из важнейших проблем экологической безопасности. Как правило, прямые замеры концентрации загрязняющей субстанции вблизи источника загрязнения по ряду причин невозможны. Поэтому используются косвенные замеры (например, усреднение концентрации) в некоторых областях (где есть возможность разместить датчики). Таким образом, суть задачи сводится к восстановлению интересующих нас величин (интенсивности выбросов) по некоторой доступной информации.

Мною разработана специализированная система визуализации для представления результатов компьютерного моделирования загрязнения окружающей среды.

Основой системы визуализации является совокупность комплексных видов отображения и системы управления, осуществляющих их взаимодействие.

Использование мною трёхмерного отображения для визуализации модели такого типа вполне закономерно. Метафора высоты, пожалуй, более других подходящая для описания качественной сторо-

¹Работа поддержана грантами РФФИ №

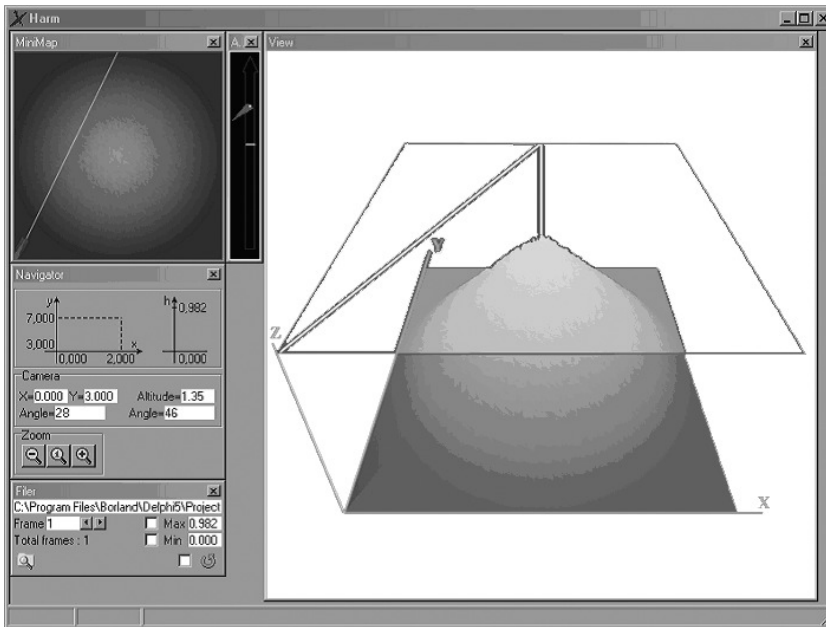


Рис. 1:

ны процесса, в применении к двумерному полю концентрации загрязняющей субстанции, порождает трёхмерную поверхность. Но одного вида отображения явно не достаточно. Его интерфейс будет перегружен функциями манипуляции. Ввод информации может оказаться сложным, а вывод – тяжёлым для восприятия. Кроме того, при использовании единственного вида отображения, визуальной информации, может оказаться недостаточно.

Мною был добавлен вид отображения, описывающего модель в целом, для упрощения навигации и большей гибкости интерфейса. Новый вид отображения (в целом, идентичный первому) жёстко ориентирован в трёхмерном пространстве (например, перпендикулярно плоскости XY модели см. Рис.рис1). Как следствие, обеспечивается наиболее полное восприятие модели в целом, а также более удобный доступ к её отдельным частям. Упрощается ввод и анализ

вспомогательных данных, расположенных в плоскости XY (например, построение сечений, перпендикулярно к плоскости). Классическим примером такого вида отображения является MiniMap, в основном использующийся, в пакетах обработки растровых изображений (Adobe Photoshop, Microsoft Paint и т.д.) и в компьютерных играх.

Далее я ввёл ещё один вид отображения, предоставляющий механизм ввода и анализа данных, расположенных в плоскости, перпендикулярной к XY. Alt-view (назовём его так), делает удобнее ввод и анализ данных, расположенных вдоль оси Z (например, построение линий уровня). Но в совокупности с MiniMap, Alt-view образует систему, на порядок мощнее. Она позволяет однозначно задать любую точку трёхмерной модели.

В моём случае такая система используется для управления камерой. Таким образом, обеспечивается навигация в двух перпендикулярных плоскостях. Это даёт распределённость управления, удобную в большинстве случаев (например, если необходимо изменить плоскостные координаты камеры, не меняя её высоты). Такой подход, не сильно распределяя внимание, обеспечивает простоту ввода управляющей информации со стороны пользователя и адекватность реакции на неё со стороны системы визуализации (результат, выполнения операции совпадает с тем, что ожидал пользователь). Изменение положения камеры влечёт за собой соответствующие изменения в основном окне вывода.

Вышеизложенное выгодно отличает мою систему манипуляции от других, в частности от Direct Manipulation. Последняя, в случае многомерной модели, представляется весьма ограниченной, вследствие двумерности экрана.

Раздельная схема вывода информации и система настройки интерфейса позволяют в любой момент скрыть ненужные в данный момент виды отображения, оставив на экране только необходимую информацию. Следует отметить, что многооконность интерфейса не является необходимостью, но, безусловно, удобна, в первую очередь в силу привычности для пользователя (например, для того чтобы скрыть один из компонентов, достаточно закрыть его окно).

Ввод информации в систему я также сделал распределённым. Это даёт возможность указать необходимые точки, используя MiniMap и Alt-View, или ввести их точные координаты в соответствующие поля. В любом случае, результаты первого метода можно уточнить

вторым.

В системе применены два альтернативных способов управления камерой - численный и визуальный.

Первый заключается в вводе значений трёх координат и двух углов, позволяющих описать положение и направление обзора камеры (суть, вектор в трёхмерном пространстве). Координаты изменяются от a до b , от c до d и от r_{\min} до r_{\max} , соответственно (см. Работа с файлами и Настройка видов отображения). Один из углов A_{ori} измеряется в плоскости XU от положительного направления оси X в сторону положительного направления оси Y , другой A_{alt} - в плоскости YZ , (проходящей через ось Z и вектор вектор обзора камеры v_{cam} , перпендикулярно плоскости XU), измеряемый от плоскости XU .

Второй способ заслуживает более детального рассмотрения. Управление камерой осуществляется посредством MiniMap и Alt-View. Каждый из видов отображения отвечает за изменение параметров камеры в своей плоскости. Правый клик в области MiniMap задаёт новое значение координат камеры, а левый - значение соответствующего угла. Alt-View ведёт себя аналогично.

Интерфейс MiniMap включает два дополнительных режимов ввода, активизируемые нажатием клавиш "E" и "R".

Edge-mode Режим, позволяющий установить камеру в любой из углов или центр MiniMap. При нажатии клавиши соответствующие позиции подсвечиваются, причём ближайшая к курсору позиция подсвечивается ярче. Левый клик, "утверждает" позицию, изменяя соответствующие параметры камеры.

Radial-mode Режим удобный для обзора участков расположенных вблизи центра "Видимого параллелепипеда". При нажатии клавиши камера направляется в центр. Одновременно, высвечивается окружность с центром, совпадающим с центром MiniMap и радиусом, равным расстоянию от центра до текущего положения камеры. Левый клик, "утверждает" новую позицию камеры на окружности, изменяя соответствующие параметры камеры.

Следует отметить, что если значения, по каким-либо причинам не могут быть введены вторым способом (например, камера расположена слишком высоко), они всё ещё могут быть введены первым способом.

Программа разрабатывалась в тесном сотрудничестве с пользо-

вателями (а именно, сотрудниками отдела дифференциальных уравнений ИММ УрО РАН). При написании учитывались пожелания и вносились соответствующие коррективы. В ходе совместной работы, программа тщательно тестировалась на предмет возникновения нежелательных ситуаций. Следует отметить, что хотя программа *Ham* является законченным продуктом, ее можно и нужно доработать. В качестве возможных усовершенствований можно отметить следующее:

- объединение с вычислительным модулем численного решения прямой задачи и визуализация результатов в режиме реального времени;
- создание интерактивных механизмов ввода параметров модели (расстановка источников загрязнения и датчиков, задание параметров среды с соответствующим визуальным сопровождением).
- добавление элементов реалистической графики (наглядная визуализация источников загрязнения, выбросов, процесса распространения загрязнения в окружающей среде).

В дальнейшем эта система может войти в состав программного пакета для решения прямых и обратных задач для динамических систем, описываемых уравнениями в частных производных [2].

Список литературы

- [1]. *Авербух В.Л., Зенков А.И., Исмагилов Т.Р., Манаков Д.В., Пыхтеев О.А., Юртаев Д.А.* Разработка специализированных систем научной визуализации // Алгоритмы и программные средства параллельных вычислений. Сборник научных трудов. Вып. 4. Екатеринбург, ИММ УрО РАН, стр. 3-23.
- [2]. *Розенберг В.Л.* Задача динамического восстановления функции источника в параболическом уравнении. Труды ИММ УрО РАН, т. 3, 1995, стр. 183- 201.