

Объектно-ориентированная модель данных в информационных технологиях обработки сигналов

Предложена объектно-ориентированная модель данных, на основе которой может быть построен графический интерфейс информационных технологий обработки сигналов. Модель описывает класс объектов, объединяющих данные, их графические атрибуты и методы манипулирования с графическим образом.

An object-oriented data model is suggested on the basis of which a graphic interface of information technologies for signals processing can be constructed. The model describes a class of objects incorporating data, their graphic attributes and methods of handling a graphic image.

Запропоновано об'єктно-орієнтовану модель даних, на основі якої може бути побудовано графічний інтерфейс інформаційних технологій обробки сигналів. Модель описує клас об'єктів, у яких об'єднуються дані, їх графічні атрибути та методи маніпулювань графічним образом.

Одной из важных компонент информационных технологий (ИТ) обработки сигналов является графический интерфейс. Такой интерфейс должен обеспечивать решение по крайней мере следующих задач:

- отображение на экране монитора различных графических образов, иллюстрирующих отдельные стадии обработки сигналов [1, 2];
- формирование когнитивных графических образов обрабатываемых сигналов, которые могут помочь пользователю в формулировке гипотез и постановке новых научных задач [3–6];
- манипулирование с иллюстративными и когнитивными графическими образами с целью визуальной проверки сформулированных гипотез [7];
- доступ к данным, породившим графический образ, через его экранные координаты [7].

В данной статье рассматривается обобщенная объектно-ориентированная модель носителя данных, на основе которой может быть разработан такой графический интерфейс в прикладных ИТ обработки сигналов различного применения.

Предлагаемая модель описывает класс объектов, экземпляры которых по мере необходимости порождаются и уничтожаются в оперативной памяти компьютера на отдельных стадиях обработки сигнала. Каждый такой объект Q_i инкапсулирует как сами данные (массивы дискретных значений

сигнала), так и атрибуты экранного графического образа, соответствующего этим данным. Помимо конструктора и деструктора типа в модели содержится широкий набор методов, обеспечивающих манипулирование с графическим образом.

Предлагаемая модель (рис. 1) ориентирована на использование в прикладных ИТ для обработки сигнала $X = X(t)$, наблюдаемого в дискретные моменты времени на некотором интервале $t \in [T_0, T_0 + T]$. Предполагается, что исходные данные и результаты их обработки на различных стадиях ИТ могут быть представлены одно-, двух- или трехмерными массивами дискретных значений.

Атрибуты данных	Размерность		
	Количество точек		
	Шаг квантования		
Массивы данных	MX		MY
	MXX	MYY	MZZ
	...		
Атрибуты экранного образа	Наименование		
	Обозначение осей		
	Цвет графика		
	Область отображения		
	Признак активности		
...			
Методы манипулирования с графическим образом			

Рис. 1

Одномерные и двумерные массивы данных хранятся в полях MX и MY . Трехмерные массивы данных хранятся в полях MXX , MYY и MZZ , а поля MX и MY в этом случае автоматически заполняются данными, необходимыми для построения проекции трехмерного графического образа, соответствующего данным полям MXX , MYY и MZZ .

С помощью метода «Отобразить» на экране монитора формируется графический образ, соответствующий полю MY для одномерного массива данных или полям MX и MY для двух- и трехмерных массивов данных. В зависимости от значения поля (свойства) «Признак активности» образ формируется в виде полноценного графика либо пиктограммы, расположенной в специальной области экрана.

На рис. 2 показаны варианты графических образов, применяемых для отображения данных в прикладных ИТ обработки сигналов различной физической природы: график сигнала, который представлен одномерным массивом дискретных значений с равномерным шагом квантования по времени (рис. 2а), отображение фазовой траектории [4] временного сигнала, когда поле MX содержит информацию о дискретных значениях сигнала, а поле MY — соответствующие значения производных (рис. 2б). Графический образ может быть ориентирован на отображение таких данных, для которых существенным является лишь соответствие значений полей MX и MY , а не порядок этих значений в массивах (рис. 2в). Такой образ удобен для представления скатерограммы сердечного ритма [8], соответствия результатов косвенной оценки технологического параметра истинным значениям [9] и в других приложениях. Графический образ, показанный на рис. 2г, целесообразно использовать для отображения гистограмм, спектрограмм и других результатов математической обработки исходных данных. Для представления ритмической структуры временных сигналов, например электрокардиограмм [6], разумно использовать в графическом образе не декартовую, а полярную систему координат (рис. 2д). Такой образ применим также для визуализации и сравнительной оценки комплекса (вектора) нескольких параметров [10]. При этом с помощью простой вычислительной процедуры координаты точек, соответствующие текущим значениям параметров, определяются таким образом, чтобы эти

точки располагались внутри кольца, ограничивающего максимальное и минимальное допустимое значение каждого параметра.

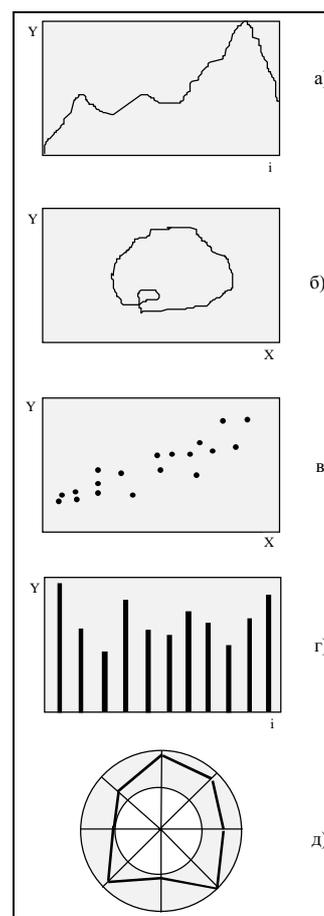


Рис. 2

Метод отображения графического образа использует информацию, хранимую в полях графических атрибутов i -го активного объекта, в том числе координаты $x_i, y_i, x_i + dx_i, y_i + dy_i$ прямоугольной области экрана, в которой формируется этот образ, коэффициенты масштабирования K_{x_i}, K_{y_i} , цвет графика C_i и т.п. Тем самым обеспечивается требуемая гибкость при использовании объекта в различных ситуациях.

Так, например, при одновременной обработке нескольких входных сигналов значения координат $x_i, y_i, x_i + dx_i, y_i + dy_i$ для соответствующих графических образов автоматически изменяются так, чтобы при вводе очередного сигнала все отображаемые графические образы оптимальным образом распределялись в рабочей области экрана. Если же данные объекта Q_{i+1} представляют собой результа-

ты обработки данных объекта Q_i , например результаты фильтрации, то графические атрибуты объекта Q_{i+1} наследуют соответствующие поля объекта Q_i . Этим обеспечивается наложение графических образов, что облегчает визуальную оценку качества процедуры фильтрации. Естественно, что в этом случае обеспечивается также различие цветов C_i и C_{i+1} .

Следует особо отметить, что в предлагаемой модели цвет образа используется не только в качестве эргономической характеристики графического интерфейса, но и выполняет дополнительную важную функцию ключа доступа к соответствующему объекту. С этой целью предусмотрено присвоение каждому порождаемому объекту уникального цвета из заданного множества допустимых цветов $\{C_1, \dots, C_M\}$, где M — максимальное количество графических образов, одновременно отображаемых на экране.

Для доступа к данным достаточно указать мышью на соответствующий графический образ, отображаемый на экране. Специальная процедура определяет цвета пикселей, расположенных в области $x_p \pm \varepsilon$, $y_p \pm \varepsilon$, где x_p , y_p — координаты указателя мыши, а ε — некоторая константа. Если область содержит цвет, который не принадлежит множеству допустимых цветов, например цвет фона C_0 , то формируется сообщение «График отсутствует». При наличии нескольких допустимых цветов в указанной области (такая ситуация возможна, когда пользователь выбирает область пересечения графиков) формируется сообщение «Какой именно график?» и появляется специальное графическое меню выбора, в котором отображаются цвета всех графических образов, имеющихся на экране. Если же обнаружен только один из допустимых цветов, то путем просмотра полей «Цвет графика» во всех порожденных объектах идентифицируется соответствующий этому цвету объект.

Дадим краткую характеристику остальным методам предлагаемой модели.

Метод «Переместить» дает возможность перемещать по экрану монитора выбранный графический образ на фоне остальных неподвижных графиков. Перемещение графика осуществляется с помощью мыши (в режиме «*Drag and Drop*») либо клавиш управления курсором. При нажатой клавише *Shift* шаг перемещения автоматически увеличивается.

Метод «Масштабировать» обеспечивает масштабирование по двум координатным осям указанного пользователем графического образа на фоне остальных неподвижных графиков. Для масштабирования используется специальная пиктограмма в виде четырех кнопок, которая автоматически появляется в нижней части рабочего поля, либо соответствующая клавиша управления курсором. При нажатой клавише *Shift* шаг масштабирования автоматически увеличивается.

Если какой-либо графический образ временно не нужен в полноценном виде, то с помощью метода «Спрятать» пользователь может минимизировать его (свернуть в пиктограмму). Данные, породившие этот образ, сохраняются в оперативной памяти и могут быть доступны через соответствующую пиктограмму. Метод «Восстановить» дает возможность вернуть в первоначальное состояние графический образ, свернутый в пиктограмму.

Метод «Удалить» обеспечивает вызов деструктора, с помощью которого уничтожается объект, породивший указанный графический образ.

Для нанесения координатной сетки и необходимых обозначений на указанный пользователем графический образ используется метод «Разметить».

Метод «Цвет» позволяет изменить цвет указанного пользователем графического образа. Цвет выбирается из специального пиктографического меню, отображающего «свободные» цвета.

С помощью метода «Решетка» на графическом образе отображаются точки дискретных отсчетов, породивших этот образ. Такой режим доступен только для графических образов, подобных показанным на рис. 2а и 2б.

Метод «Фрагмент» обеспечивает формирование данных, соответствующих выбранному фрагменту графического образа. При движении указателя мыши (влево или вправо) либо при нажатии клавиш управления курсором по экрану перемещается специальный маркер, который указывает на текущую точку графика. При этом текущий номер точки и соответствующие ей значения в массивах MX и MY отображаются в специальном информационном окне. После отметки начальной и конечной точки фрагмента формируется новый объект, в который переносятся данные, соответствующие выделенному фрагменту, а на экране наряду с исходным образом появляется новый графический об-

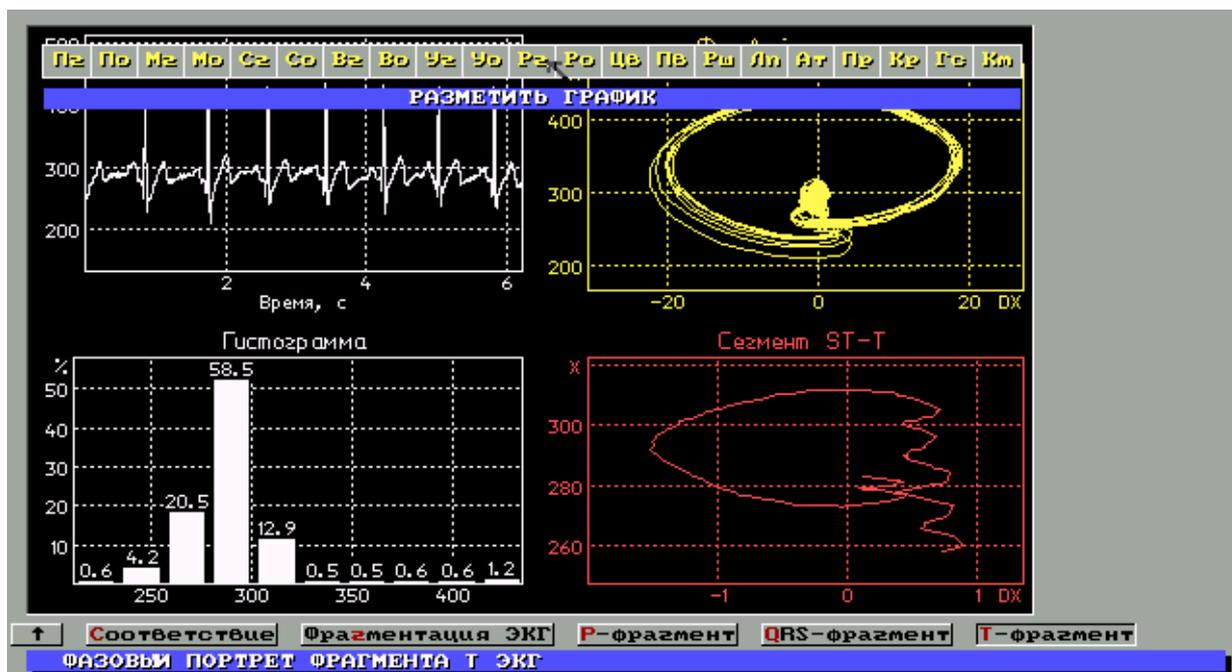


Рис. 3

раз, представляющий собой часть исходного. Метод доступен только для графических образов, подобных показанным на рис. 2а и 2б.

Поскольку фрагмент является таким же графическим образом, как и все остальные, к нему может быть применен любой из описанных методов, в частности, его можно переместить относительно исходного графика.

С помощью метода «Лупа» пользователь может просмотреть в увеличенном масштабе участок графического образа. Отметка такого фрагмента осуществляется аналогично тому, как это было описано в предыдущем методе. При этом новый объект данных не создается.

Метод «Атрибуты» обеспечивает просмотр в специальном окне служебной информации, хранимой в полях атрибутов соответствующего объекта.

Метод «Параметры» дает возможность вычислить и просмотреть в специальном окне ряд статистических параметров массива данных, породивших графический образ, в том числе наибольшее и наименьшее значения, диапазон изменения данных в массиве, среднее, медиану, а также стандартное (среднеквадратическое) отклонение.

С помощью метода «Координаты» можно просматривать в специальном окне значения полей данных соответствующего объекта.

Метод «Вращение» используется для изменения в режиме диалога с пользователем углов проектирования при отображении трехмерных массивов данных. Углы проектирования изменяются с помощью специальных управляющих кнопок. При нажатии клавиши *Shift* соответствующий угол проектирования изменяется с шагом 90 град.

Метод «Комментарии» применяется для ввода с клавиатуры комментариев (текста) к указанному пользователем графическому образу. Введенная информация сохраняется в поле соответствующего объекта и может быть впоследствии отображена на экране или модифицирована.

На рис. 3 показано рабочее окно инструментальной системы СИДИГРАФ [7], графический интерфейс которой реализован на основе предложенной модели носителя данных. Приведены описанные выше графические образы различных типов после применения метода «Разметить».

Предложенная объектно-ориентированная модель носителя информации подтвердила свою эффективность при синтезе ряда прикладных ИТ обработки технологических и медицинских сигналов.

1. Гришин В.Г. Образный анализ экспериментальных данных. — М.: Наука, 1982. — 240 с.
2. Боумен У. Графическое представление информации. — М.: Мир, 1971. — 228 с.

3. Булатов В., Дмитриев В. Увидеть невидимое // КомпьютерПресс. — 1993. — № 4. — С. 20–26.
4. Скурихин В.И., Файнзильберг Л.С., Потапова Т.П. Когнитивная компьютерная графика как средство интерпретации биоциклических процессов // УСиМ. — 1995. — № 4/5. — С. 3–10.
5. Поспелов Д.А. Когнитивная графика — окно в новый мир // Программные продукты и системы. — 1990. — № 2. — С. 4–6.
6. Ракчеева Т.А. Когнитивное представление ритмической структуры ЭКГ // Программные продукты и системы. — 1992. — № 2. — С. 38–47.
7. Скурихин В.И., Файнзильберг Л.С., Потапова Т.П. Инструментальная система «СИДИГРАФ» для синтеза информационных технологий обработки сигналов // УСиМ. — 1996. — № 6. — С. 36–45.
8. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений ритма сердца при стрессе. — М.: Наука, 1984. — 340 с.
9. Система компьютерной обработки термограмм / В.И. Скурихин, Л.С. Файнзильберг, Т.П. Потапова и др. // УСиМ. — 1990. — № 4. — С. 82–88.
10. Полиметрический способ оценки функционального состояния человека с помощью графических методов распознавания образов / Н.В. Дмитриева, Е.Б. Воронов, Ю.В. Яковлев и др. // Физиология человека. — 1989. — № 4. — С. 103–112.

Поступила 25.02.98

Тел. для справок: (044) 267-60-23 (Киев)

© Л.С. Файнзильберг, 1998

