

ЛИТЕРАТУРА

1. Ноден П. и др. Алгебраическая алгоритмика. М.: Мир, 1999. 720 с.
2. Инютин С. А. Основы многоуровневой алгоритмики. Сургут: Изд-во РИЦ, 2002. 137 с.
3. Амербаев В. М. Теоретические основы машинной арифметики. Алма-Ата: Наука, 1976. 320 с.
4. Инютин С. А. Модулярные вычисления в сверхбольших компьютерных диапазонах // Известия вузов. Электроника. 2001. № 6. С. 34–39.
5. Касами Т. и др. Теория кодирования. М.: Мир, 1978. 576 с.
6. Дадаев Ю. Г. Теория арифметических кодов. М.: Радио и связь, 1981. 272 с.
7. Торгашев В. А. Система остаточных классов и надежность ЦВМ. М.: Советское радио, 1973. 120 с.
8. Инютин С. А. Декодирование слабо-арифметических кодов СОК на многозначных структурах // Многозначные элементы, системы, структуры: Сб. ст. / ИПМЭ. Киев: Наукова-Думка, 1983. С. 28–34.
9. Инютин С. А. Компьютерная модулярная алгебра квадратичного диапазона и область ее приложения // Вестник Тюменского государственного университета. 2001. № 2. С. 141–148.
10. Инютин С. А. Вычислительные задачи большой алгоритмической сложности и модулярная арифметика // Вестник Тюменского государственного университета. 2002. № 3. С. 3–9.

Игорь Николаевич ГЛУХИХ —

проректор по информационным технологиям ТюмГУ,
доктор технических наук, доцент

Событийно-ориентированное представление объектов в условиях неопределенности координат событий и отношений между ними

УДК 007:681.3.06

АННОТАЦИЯ. В рамках объектно-ориентированного подхода рассмотрен способ формального представления объектов на основе представления мультивекторов событий и их преобразований. Предложено обобщение на случай неопределенности координат событий.

Object-oriented approach and the method of objects presentations are considered. The method is based on the events multivectors and their transformations. The fuzzy coordinate generalization of events multivectors and transformations is offered.

Модель предметной области (ПО) является важным компонентом прикладных интеллектуальных систем (интеллектуальных САПР, учебно-исследовательских систем и тренажеров, систем поддержки принятия решений), который представляет собой совокупность знаний об объектах данной ПО, их параметрах, состояниях, особенностях поведения и отношений между ними. При объектно-ориентированном моделировании предметной области она представляется в виде модели некоторого виртуального мира, включающего в себя единообразные по описанию объекты различной сложности — от наиболее сложного объекта «моделируемый мир» до простых неделимых объектов — компонентов этого мира [1]. При этом можно выделить два уровня моделирования и два вида моделей, отличающихся по уровню формализации.

В основу описательной модели обобщенного объекта ПО положены [1] понятия вектора атрибутов, области состояний в пространстве атрибутов объекта и события входа в эти области (выхода из них). Процесс функционирования объекта в общем случае может быть декомпозирован на подпроцессы и действия, которые выполняются при нахождении вектора атрибутов в тех или иных областях состояний.

Описательная модель служит источником информации для инженера-программиста при разработке исходных кодов объектов и самого мира. Моделью более высокого уровня абстракции является формализованное представление объекта, позволяющее на основе формальных методов планировать и управлять функционированием и взаимодействием объектов в пространстве моделируемого мира. При этом критерием целенаправленного поведения объектов может быть воспроизведение заданных событий (ситуаций) или, наоборот, исключение нежелательных событий (ситуаций). Представлением экземпляра МР обобщенного объекта ПО является система

$$MP = \langle \delta, S_p, F \rangle,$$

где δ — символ Кронекера;

$S_p = \{S^{\alpha\beta p^0}, S^{\alpha\beta p^0 p^1}, \dots, S^{\alpha\beta p^0 p^1 \dots p^{n-1}}\}$ — множество мультивекторов [2] событий, где мультивектор события есть пара векторов, координаты которых суть координаты событий входа и выхода в опорном базисе барицентрической системы координат [3], образованной некоторыми другими событиями. Исходный опорный базис образуется базисными точками — событиями «инициализация» и «деструктуризация» экземпляра объекта. Эти события присущи всем объектам мира, в том числе, и самому моделируемому миру. Любой мультивектор событий в собственном базисе, порожденном этими событиями, представляется как δ ;

$F: S_p \rightarrow S_p$ — инцидентор отношения зависимости между событиями (в общем случае многоарного).

Здесь и далее индекс в скобках означает некоторое конкретное значение индекса, а без скобок — все множество возможных значений.

Отметим, что любой из элементов $S^{(\alpha)(\beta)(1)_{p^0}}$ мультивектора событий принимает значение в интервале от 0 до 1. Интерпретацию для мультивектора

$$S^{(\alpha)(\beta)(1)} = \left(\begin{pmatrix} 0.75 & 0.2 \\ 0.25 & 0.8 \end{pmatrix} \right)$$

можно дать следующую: он представляет собой первую пару событий в опорном базисе, образованном парой событий «инициализация — деструктуризация», причем событие входа имеет координаты (0.75; 0.25), а событие выхода — координаты (0.2; 0.8). Графически это может быть изображено с помощью диаграммы событий (см. рисунок), где начало опорной стрелки — событие инициализации, окончание — событие деструктуризации.

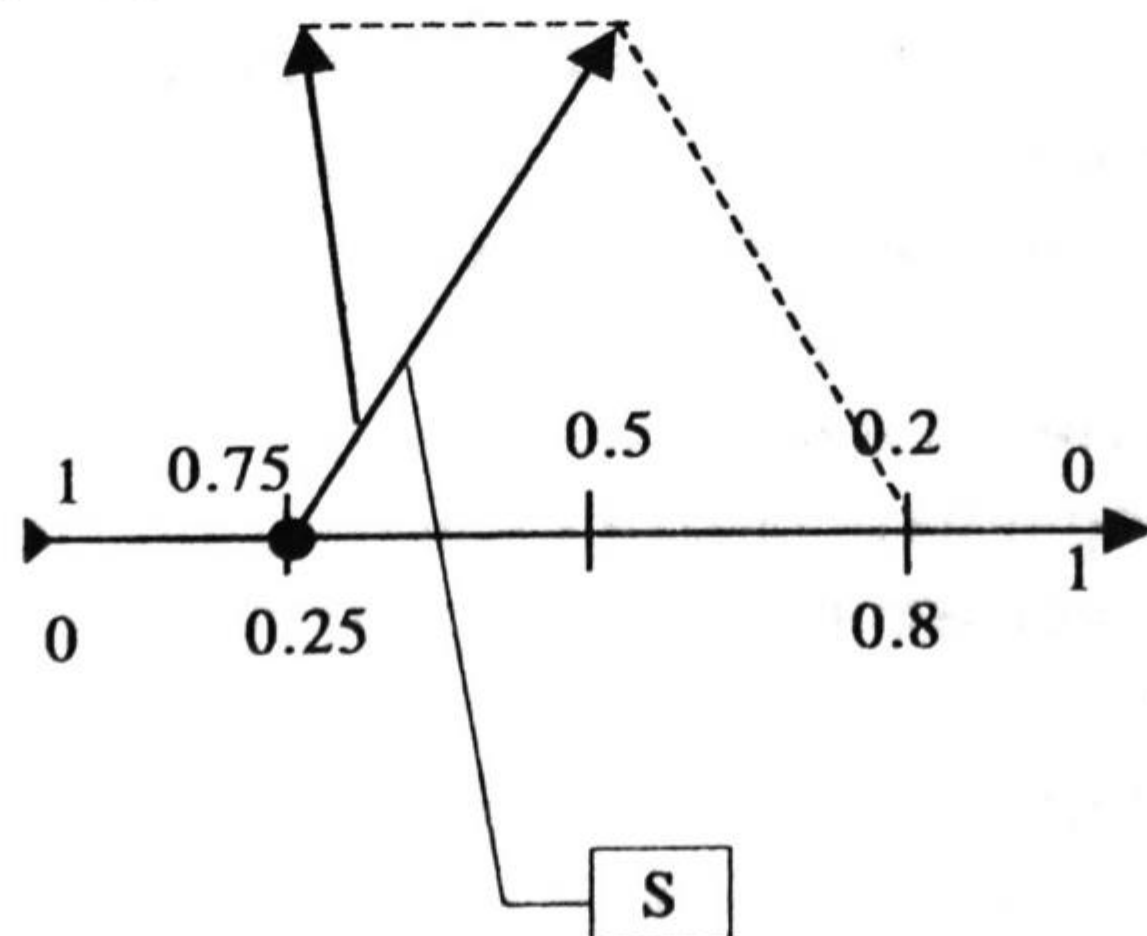


Рис. 1. Пример диаграммы событий

Для пояснения приведем следующий пример. Пусть под объектом понимается некоторый человек, где событие «инициализация» есть рождение человека, а событие «деструктуризация» — как это ни грустно, смерть. Тогда приведенный выше мультивектор S может означать собой два события, ограничивающих состояние полезной дееспособности. Обобщенный объект — в нашем примере это человек вообще, а конкретный экземпляр — вполне конкретный представитель племени человеческого, координаты вектора S у которого могут отличаться. В этом же примере мультивектор $S^{\alpha\beta(p_0p_1)}$ может означать, например, события, ограничивающие такое состояние, как «быть женатым (замужем)», что на диаграмме показано стрелкой, вырастающей из стрелки S (в примере предполагается, что в этом состоянии человек может находиться только будучи дееспособным, отсюда и расположение новой стрелки).

Множеству S_p взаимнооднозначно соответствует множество $C_p = \{C_{p_0(p_1=0)}, C_{p_0p_1(p_2=0)}, \dots, C_{p_0p_1p_2\dots p_{n-1}(p_n=0)}\}$ преобразований перехода из опорного базиса событий в собственный (на диаграмме элементам C_p соответствует переход по линии, параллельной пунктиру). С помощью элементов C_p в некоторый момент времени t (если опорным базисам дана временная интерпретация) можно определить проекцию любой точки $s(t)$ в собственный базис того или иного события, а значит — определить (спрогнозировать), в каких из областях состояний находится (будет находиться) экземпляр объекта в данный момент времени.

Обобщенный объект есть интенционал множества его экземпляров и формально представляется как экземпляр-пример и множество PQ -преобразований T_p при переходе из исходной системы координат (P -системы) в новую (Q -систему):

$$O_p = \langle T_p, M_p \rangle,$$

$$M_{(Q)} = M_p,$$

$$S^{\alpha\beta(Q)} = S^{\alpha\beta(P)},$$

где $T_{(Q)}^p = \{T_p^q \mid p \in (p_0, p_0p_1, p_0p_1p_2, \dots, p_0p_1\dots p_i, \dots), q \in (q_0, q_0q_1, q_0q_1q_2, \dots)\}$.

Продолжая приведенный выше пример, можно сказать, что каждая система координат есть система координат отдельного человека, а P -система — система координат некоторого человека-примера.

В дополнение к введенным понятиям в [1] введены понятия зависимого события, под которым понимается событие, координаты которого зависят от координат других событий, а также ситуации и ситуационного базиса. При этом ситуация образуется некоторым набором признаков — тех событий, от которых зависит рассматриваемое зависимое событие.

Выбранные преобразования экземпляра-примера позволяют получить другой экземпляр объекта, функционирование которого отвечает требованиям воспроизведения (исключения) событий и ситуаций в заданные периоды времени. Если связать события с компонентами объекта, то их исключение может рассматриваться и как изменение состава компонентов объекта.

При использовании представлений в качестве моделей конкретных экземпляров объектов или миров может оказаться, что

- конкретизация координат событий невозможна по причине отсутствия достаточно полной, достоверной и точной информации о событиях в данной системе координат;
- в силу задач моделирования однозначное задание координат некоторых событий не является целесообразным, наоборот, важнее предусмотреть некоторую неоднозначность входа и (или) выхода мультивектора событий в опорном базисе.

С учетом этого дальнейшим развитием модели являются нечеткие представления объектов и преобразований, которые разрабатываются на основе методов теории нечетких множеств и нечеткой логики [4] и интервального анализа [5].

Введем обозначение $\tilde{S}^{\alpha\beta(p)}$ — нечеткий мультивектор некоторого (p)-го события, вход и выход которого заданы интервалами в опорном базисе, т. е.

$$\tilde{S}^{\alpha(1)(p)} \in [\inf S^{\alpha(1)(p)}; \sup S^{\alpha(1)(p)}],$$

$$\tilde{S}^{\alpha(2)(p)} \in [\inf S^{\alpha(2)(p)}; \sup S^{\alpha(2)(p)}],$$

где (p) — любая из конструкций индексов вида (p₀), (p₀)(p₁), (p₀)(p₁)(p₂), ...;

$\inf(s)$ и $\sup(s)$ — соответственно нижняя и верхняя граница интервала в опорном базисе, причем под нижней границей понимается точка, ближайшая к входной, а под верхней границей — точка, ближайшая к выходной вершине опорного базиса.

Запись $\tilde{S}^{\alpha\beta(p)}$ означает фактически замену мультивектора события двумя мультивекторами, т. е.

$$\tilde{S}^{\alpha\beta(p)} = ((\inf S^{\alpha(1)(p)}, \inf S^{\alpha(2)(p)}); (\sup S^{\alpha(1)(p)}, \sup S^{\alpha(2)(p)})) = (\inf S^{\alpha\beta(p)}; \sup S^{\alpha\beta(p)}).$$

Так как нечеткое событие определяет нечеткое преобразование опорного базиса события, то выражение нечеткого тензора преобразования есть

$$\tilde{C}_{(p)(0)}^{(p)} = (\inf C_{(p)(0)}^{(p)}; \sup C_{(p)(0)}^{(p)}).$$

Отсюда можно записать выражение перехода представления события из опорного базиса в собственный

$$\tilde{S}^{\alpha\beta(p)(0)} = \tilde{C}_{(p)}^{(p)(0)} \tilde{S}^{\alpha\beta(p)},$$

$$\text{где } \tilde{C}_{(p)}^{(p)(0)} = (\inf C_{(p)}^{(p)(0)}; \sup C_{(p)}^{(p)(0)});$$

$$\inf S^{\alpha\beta(p)(0)} = \inf C_{(p)}^{(p)(0)} \inf S^{\alpha\beta(p)};$$

$$\sup S^{\alpha\beta(p)(0)} = \sup C_{(p)}^{(p)(0)} \sup S^{\alpha\beta(p)},$$

при котором как и ранее $\tilde{S}^{\alpha\beta(p)(0)} = \delta$.

Неопределенность при переходе к новой системе координат выражается введением нечеткого PQ-преобразования и нечеткого тензора

$$\tilde{T}_q^p = (\inf T_q^p; \sup T_q^p).$$

Это преобразование может толковаться как неопределенность при переходе к той или иной системам координат, т.е. экземпляр объекта как результат нечеткого преобразования рассматривается как бы сразу в нескольких системах координат Q₁, Q₂, Q₃, ..., искусственно заменяемых одной \tilde{Q} -системой. Нечеткое преобразование нечеткого события дает в общем случае нечеткое событие в новой системе координат:

$$\tilde{S}^{\alpha\beta(q)} = \tilde{T}_{(p)}^{(q)} \tilde{S}^{\alpha\beta(p)}, \tag{1}$$

$$\text{где } \inf S^{\alpha\beta(q)} = \inf \tilde{T}_{(p)}^{(q)} \inf S^{\alpha\beta(p)};$$

$$\sup S^{\alpha\beta(q)} = \sup \tilde{T}_{(p)}^{(q)} \sup S^{\alpha\beta(p)}.$$

В частном случае (1) становится выражением одного из видов преобразования: нечеткого преобразования четкого события; четкого преобразования нечеткого события; четкого преобразования четкого события.

В более общем случае мультивектору соответствует множество из n интервалов, каждому из которых присвоено значение функции принадлежности те события этому интервалу (способ представления нечетких множеств объединением множеств разного уровня [4]):

$$\tilde{S}^{\alpha\beta(p)} \equiv \langle \mu_c / \tilde{S}^{\alpha\beta(p)} \rangle,$$

$\mu_e \in [0;1]$, $e = 1, 2, 3, \dots, n$.

При этом индекс «e» вводится и в тензоры преобразований С и Т, причем последние могут быть равными при разных $\tilde{S}^{\alpha\beta(e)(p)}$.

Таким образом, применение нечетких мультивекторов событий и нечетких преобразований позволяет использовать представления обобщенного объекта для моделирования ПО в условиях неопределенности. При этом появляется возможность перейти от жестко заданного плана событий (плана функционирования объектов) к плану, в котором координаты событий входа (выхода) однозначно определять не требуется. Кроме того, введя соответствующие способы представления нечетких ситуаций на представлениях объектов, обработки неопределенности и принятия решений в нечетких ситуациях возможно моделирование разрешения конфликтов между объектами ПО в условиях неопределенности [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Глухих И.Н., Коптев А.Н. Моделирование виртуальных миров в интеллектуальных системах // Вестник СГАУ. Сер. Актуальные проблемы производства. Технология, организация, управление. Вып. 5. Самара: СГАУ, 1999. С.158–185.
2. Крон Г. Тензорный анализ сетей. М.: Советское радио, 1978. 719 с.
3. Понтрягин Л.С. Основы комбинаторной топологии. М.: Наука, 1976. 136 с.
4. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. М.: Наука, 1986. 311 с.
5. Шокин Ю. И. Интервальный анализ. Новосибирск: Наука, 1981. 112 с.
6. Глухих И. Н. Моделирование принятия решений в автоматизированных системах интеллектуальной поддержки управления воздушным движением. Ульяновск: УВАУ ГА, 2000. 207 с.

Василий Александрович БАРИНОВ —
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры математического моделирования
Сергей Иванович ПЕРЕГУДИН —
кандидат физико-математических наук,
докторант факультета прикладной математики —
процессов управления СПбГУ

Пространственные волны в двухслойной жидкости над деформируемым дном

УДК 532.591

АННОТАЦИЯ. В работе рассматривается непотенциальное движение двух слоев идеальной несжимаемой однородной жидкости над дном, состоящим из сыпучего вещества. Представленная математическая модель реализована в линейной аппроксимации. Получено соотношение, характеризующее зависимость рельефа дна от реологии грунта и гидродинамических характеристик водных слоев.

The article is devoted to non-potential movements of two layers of ideal incompressible nonhomogenous liquid under bottom that consists of loose substance. This mathematical model is given in linear approximation. During the research, the dispersion correlation has been obtained that characterize the dependence of bottom relief upon ground reology and hydrodynamic characteristics of water lays.