

13. Yuldashev A. V., Gatiyatullin M. Z. Sravnitel'noe issledovanie effektivnosti ryada bibliotek, realizuyushchikh algoritmy resheniya razrezhennykh matrits [Comparative research of efficiency of a number of libraries implementing algorithms for solving sparse matrices]. *Vektor nauki Tolyatinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vector of Science of Tolyatti State University], 2012, no. 4 (22), pp. 130–134.
14. Alagband G. Parallel sparse matrix solution and performance. *Parallel Computing*, 1995, vol. 21, no. 9, pp. 1407–1430.
15. Borutzky Wolfgang. *Bond Graph Methodology: Development and Analysis of Multidisciplinary Dynamic System Models*. Springer, 2009. 662 p.
16. Dehnavi M. M., Fernández D. M., Giannacopoulos D. Finite-element sparse matrix vector multiplication on graphic processing units. *IEEE Transactions on Magnetics*, 2010, vol. 46, no. 8, pp. 2982–2985.
17. Saad Yousef. *Iterative methods for sparse linear systems*. SIAM, 2003. 528 p.
18. Sasaoka T., Kawabata H., Kitamura T. A matlab-based code generator for parallel sparse matrix computations utilizing PSBLAS. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 2007, vol. E90-D, no. 1, p. 2.
19. Timothy A. Davis, Yifan Hu. The university of Florida sparse matrix collection ACM. *Transactions on Mathematical Software (TOMS)*, 2011, vol. 38, issue 1, November.
20. Timothy A. Davis. *Direct Methods for Sparse Linear Systems*. SIAM, 2006. 217 p.
21. Tran T. M., Gruber R., Appert K., Wuthrich S. A direct parallel sparse matrix solver. *Computer Physics Communications*, 1996, vol. 96, no. 2–3, pp. 118–128.

УДК 004.65

ИНФОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ КИНЕМАТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Статья поступила в редакцию 27.02.2014, в окончательном варианте 05.03.2014.

Брейман Александр Давидович, кандидат технических наук, доцент, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Российская Федерация, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20, e-mail: abreyman@hse.ru

В статье рассмотрено содержание процесса инфологического проектирования баз данных с использованием диаграммы «сущность – связь» в рамках идеологии кинематического подхода. Применительно к моделированию данных он состоит в использовании пространственно-временных характеристик (координат) объектов в качестве глобально уникальных идентификаторов; отражении движения и взаимодействия объектов предметной области в виде последовательностей их пространственно-временных координат. Рассмотрены ограничения возможностей использования диаграмм «сущность – связь» при моделировании пространственно-временных данных, способы преодоления этих ограничений. Автором статьи проанализированы возможности учета периодичности исследуемых процессов. Показана применимость кинематического подхода к моделированию объектов различной природы (как физических, так и информационных), обладающих разными кинематическими характеристиками (статические, квазистатические и динамические объекты). В качестве примеров использования кинематического подхода исследованы описания сущностей и связей в вузовской и корпоративной информационных системах.

Ключевые слова: инфологическое проектирование баз данных, информационные объекты, жизненный цикл информационных объектов, условия взаимодействия объектов, диаграмма «сущность – связь», кинематическое представление объектов, пространственно-временная траектория объекта, кинематическая картина предметной области

INFOLOGICAL DATABASE DESIGN USING KINEMATICS-BASED APPROACH

Breyman Aleksandr D., Ph.D. (Engineering), Associate Professor, National Research University "Higher School of Economics", 20 Myasnitskaya St., Moscow 101000, Russian Federation, e-mail: abreyman@hse.ru

The paper presents the infological database design method using the kinematic approach based on using space-time coordinates of objects as globally unique identifiers, and modelling of objects movement and interaction as sequences of spatio-temporal coordinates. The limitations of the "entity-relationship" diagrams application to spatio-temporal data modelling are described and possible solutions are given. The paper has analyzed the possibilities of periodic processes modelling and the applicability of the kinematic approach to modeling objects of different nature (both physical and informational) that have different kinematic characteristics (static, quasi-static and dynamic objects). Kinematic-based entities and relationships for university and corporate information systems are described.

Keywords: infological database design, information objects, the life cycle of information objects, the conditions of interaction of objects, "entity-relationship" diagram, kinematic representation of the objects, the space-time trajectory of the object, a kinematic view on problem domain

Введение. Одним из трудоемких и ответственных этапов проектирования баз данных является этап инфологического проектирования. На этом этапе создаются локальные модели, определяются типы сущностей и связей и их атрибуты. Существенной характеристикой отношений между объектами во многих случаях является их взаимное расположение в пространстве, которое при использовании многоуровневой системы локальных координат может быть определено с любой необходимой точностью. Использование единой системы координат при описании состояния объектов предметной области позволяет значительно упростить процессы проектирования баз данных, использующихся для информационной поддержки принятия решений. Целью данной статьи была разработка концептуальной модели проектирования на основе идеологии кинематического подхода.

Общая характеристика проблематики статьи. Основа для инфологического проектирования в виде перечня требований к информационной системе закладывается на этапе предпроектного исследования [1]. На этапе инфологического (концептуального) проектирования баз данных (БД) производится изучение и описание предметной области (ПО). Его результатом становится определение номенклатуры входящих в ПО объектов, их свойств и связей между ними [2]. Традиционный подход к проектированию [9, 10] уже на этом этапе предполагает выделение и учёт лишь тех свойств и взаимосвязей объектов ПО, которые разработчики сочли существенными. Как указывает Д. Крэнке, «база данных не моделирует реальность или какую-либо её часть, но является моделью пользовательской модели» [10].

В традиционном (наиболее распространенном) понимании инфологическая модель включает в себя диаграмму «сущность – связь» (ДСС) [13], описания входных и выходных документов. «Сущности» – это различные множества объектов (экземпляров сущности). «Атрибуты» – свойства сущностей и связей (множество значений атрибута называется доменом). «Связи» – ассоциации двух или более сущностей.

Построение ДСС предполагает разделение атрибутов на несколько типов (простые, составные, однозначные, многозначные, производные), характеристику связей по их арности (количеству участвующих сущностей – унарные, бинарные, тернарные и т.д.) и кардинальности (количеству связываемых экземпляров сущностей – один к одному, один ко многим, многие ко многим); предоставляет возможность задания ограничений, отражающих семантику ПО. Все это значительно усложняет проектирование на основе ДСС. В типичных

случаях такое проектирование осуществляется на основе методологии IDEF1X [16] или метода Баркера [17].

Попытки преодоления недостатков подхода на основе ДСС, например, с использование введенных К. Дейтом [7] трех классов сущностей (стержневых, ассоциативных и характеристических) позволяют упорядочить средства, используемые в рамках подхода, но не избавляют его от фундаментальных недостатков. Кроме того, рассматриваемый подход допускает появление при проектировании так называемых ловушек соединения (ловушки разветвления и разрыва) [9].

Фундаментальные ограничения метода на основе ДСС вызваны его опорой на семантику, выраженную символически на естественном языке. Именно попытки адекватного словесно-графического выражения сложных пространственно-временных отношений объектов ПО и приводят к введению всё большего количества понятий, используемых в ДСС, и всё большему ее усложнению.

Для концептуального моделирования пространственно-временных данных предложен ряд расширений ДСС, направленных на упрощение моделей при сохранении их семантики [18]. Исследуются также возможности расширения универсального языка моделирования UML элементами пространственно-временных моделей [19]. Перечисленные средства ориентированы, в первую очередь, на поддержку традиционных геоинформационных приложений, оперирующих с объектами, для которых пространственно-временной характер является определяющим, а их использование для моделирования более широкого круга ПО не предполагается [14].

Отдельного внимания заслуживает аннотационный подход к введению пространственно-временных описаний в концептуальную модель данных, в соответствии с которым сначала создается традиционная модель, соответствующая ДСС, а затем она дополняется пространственно-временными описаниями в виде аннотаций, а не элементов собственно модели [20]. В отличие от упомянутых выше исследований, в [20] указывается на наличие, помимо геоинформатики, других ПО, заинтересованных в пространственно-временном моделировании – управление складскими запасами, управление кадрами, бухгалтерия, логистика и др. Однако этот интерес сводится либо к учету изменений данных во времени (например, для управления кадрами), либо к учету пространственных характеристик данных (например, для планирования транспортных перевозок).

Кинематический подход к концептуальному проектированию БД методом «сущность – связь». Многие информационные системы, прежде всего, относящиеся к классу геоинформационных систем, используют пространственные и/или временные характеристики для описания сложных объектов [14, 18]. Для объектов таких систем их пространственно-временной характер является, очевидно, определяющим, однако в любых информационных системах все моделируемые объекты обязательно имеют пространственно-временную привязку. Как отмечается в «Третьем манифесте», «переменная имеет позицию во времени и пространстве» [8]. Таким образом, для пространственно-временного моделирования пригодны не только предметные области, состоящие из физических объектов, но и информационные системы.

Кинематический подход к моделированию данных состоит в использовании пространственно-временных координат объектов в качестве глобально уникальных идентификаторов и отражении движения и взаимодействия объектов ПО в виде последовательностей их пространственно-временных координатами [3].

Комбинирование метода на основе ДСС с кинематическим подходом применительно к концептуальному проектированию (КП) БД [3] позволяет во многих случаях кардинально упростить процесс КП благодаря учёту физических закономерностей, полно и компактно

описывающих кинематику объектов ПО. При этом, естественно, применимость кинематического подхода и его эффективность сильно зависят от природы ПО. Так, при моделировании материальных объектов, характеризуемых их физическими свойствами, достаточно атрибутов, фиксирующих эти свойства – координаты в пространстве, размеры, вес и т.д. С другой стороны, кинематическое описание информационных объектов обычно затруднено, и для полноценного моделирования их сущностей, атрибутов и связей необходимо языковое описание. В особенности это относится к атрибутам, отражающим договорные отношения (например, атрибут «цена»). Что же касается сущностей и связей, то эти две составляющие практически всегда принципиально могут быть представлены кинематически: любая сущность (в том числе моделирующая информационный объект) обладает пространственно-временными координатами ее создания и непрерывной пространственно-временной траекторией (ПВТ), а любая связь отражает вхождение сущностей в область контакта.

Кинематическое проектирование БД для геоинформационных систем и при моделировании ПО, содержащих материальные объекты, обладающие физическими свойствами, очевидно, не вызывает принципиальных трудностей. Ниже рассматриваются примеры, в которых объекты сочетают физические и договорные (конвенциональные) атрибуты.

Информационные системы управления высшими учебными заведениями должны поддерживать широкий спектр процессов деятельности образовательных учреждений, в том числе обеспечивать интеграцию данных и приложений, для чего при традиционном подходе приходится в полуавтоматическом или ручном режиме создавать интеграционные сценарии [15]. Сходные проблемы возникают при создании информационных систем для сбора и хранения результатов научной деятельности [12]. Кинематический подход позволяет снять часть проблем интеграции и очистки данных. Фрагмент ДСС БД высшего учебного заведения в традиционном виде [6] приведен на рисунке.

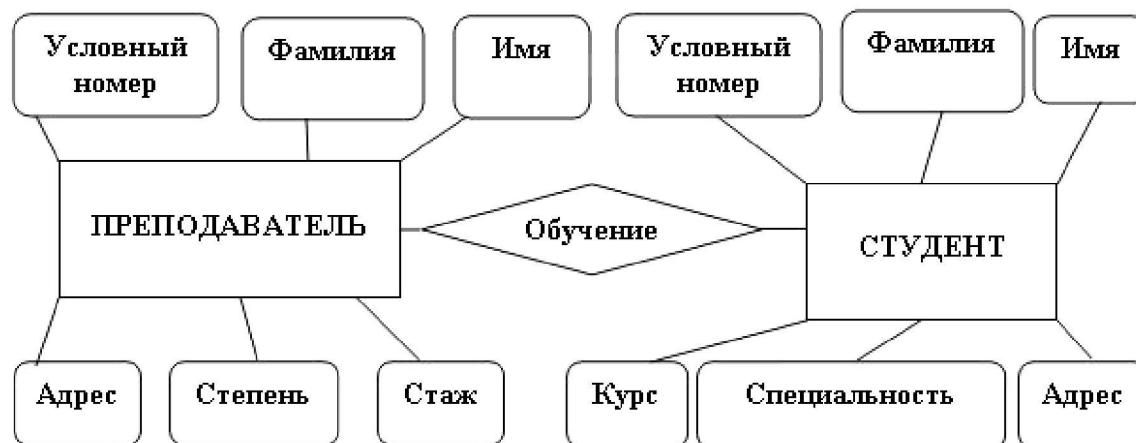


Рис. Фрагмент ДСС для БД высшего учебного заведения

Кинематический подход в данном случае предполагает возможность двух путей (направлений) моделирования процесса обучения. Первый путь состоит в учете координат основных участников учебного процесса (УП) – преподавателей и студентов. Их пространственное сближение является условием осуществления учебного процесса. Второй путь предполагает задание пространственных координат учебного заведения и его подразделений. Тогда УП происходит при совмещении ПВТ динамических объектов – участников УП – в пределах пространства учебного заведения. Поскольку состояние и координаты студентов и

преподавателей изменяются чаще, чем координаты помещений учебного заведения, то второй путь моделирования представляется предпочтительным. Кроме того, второй путь позволяет исключить из рассмотрения большую часть участков ПВТ объектов, не имеющих прямого отношения к процессу обучения.

Если оставить в стороне дистанционные способы обучения, то традиционные образовательные процессы разворачиваются на некоторых территориях, в зданиях, конкретных помещениях. При этом обычно существует набор помещений различного назначения – лекционных и семинарских аудиторий, кабинетов, компьютерных классов, лабораторий и пр., которые обладают локальными координатами. Последние могут быть привязаны к номеру (шифру) помещения. Он в сочетании с адресом здания позволяет сформировать координату помещения в данном населенном пункте, а в сочетании с наименованием и/или географическими координатами этого пункта – абсолютную пространственную координату этого помещения.

В первом приближении примем, что взаимодействие между объектами УП (студентами, преподавателем) может наступить лишь на время совпадения координат их ПВТ в пределах, например, одного помещения – аудитории. Момент l -го акта взаимодействия объектов i и j , который мы обозначим как $\theta_l(j, i)$, определяется из решения уравнения:

$$\bar{K}_j(t) - \bar{K}_i(t) \leq \bar{\rho}_{j,i}, \quad (1)$$

где $\bar{K}_j(t), \bar{K}_i(t)$ – вектора координат объектов, $\bar{\rho}_{j,i}$ – вектор размеров области взаимодействия объектов типов j и i .

В покоординатной записи это выражение примет вид:

$$\begin{cases} x_j(t) - x_i(t) \leq \delta x_{j,i} \\ y_j(t) - y_i(t) \leq \delta y_{j,i} \\ z_j(t) - z_i(t) \leq \delta z_{j,i} \end{cases} \quad (2)$$

где $x_j(t), y_j(t), z_j(t)$ – функции изменения положения объекта j по координатам X, Y и Z, соответственно; $x_i(t), y_i(t), z_i(t)$ – функции изменения положения объекта i по координатам X, Y и Z, соответственно; $\delta x_{j,i}, \delta y_{j,i}, \delta z_{j,i}$ – максимальное расстояние, на котором может происходить взаимодействие объектов типов j и i по координатам X, Y и Z, соответственно.

Интервал времени возможного взаимодействия более чем двух объектов определяется аналогично.

Если речь идет об определенном месте и времени взаимодействия, то студенты и преподаватель должны присутствовать в помещении с определенными координатами в определенное время. Понятно, что координаты помещения не изменяются со временем и представляют собой географические координаты «в сочетании» с локальной системой координат $\bar{K}_{j0} = \bar{\Gamma}_{j0}$.

Тогда кинематические условия для взаимодействия некоторого количества объектов в помещении выражаются системой уравнений:

$$\begin{cases} \bar{K}_i^{cm} = \bar{\Gamma}_{j0} \\ \bar{K}_i^{np} = \bar{\Gamma}_{j0} \end{cases} \quad (3)$$

Если группа студентов должна посетить несколько аудиторных занятий в разных помещениях, то существуют ограничения на их пространственное размещение. Так, возможности физических лиц по перемещению в пространстве ограничены в отношении скорости, ино-

гда – по дальности и пр. Эти ограничения определяются динамическими характеристиками объектов и в принципе могут описываться с помощью средств аналитической механики.

Как правило, любая человеческая деятельность периодична. Эта периодичность имеет в своей основе, чаще всего, биологические причины. В любом случае, ее можно рассматривать как действие некоторых сил и/или управляющих команд.

С учетом периодичности процессов предметной области, используя типовые циклически повторяющиеся фрагменты ПБТ объекта, можно упростить задание его ПБТ в целом, а также выделить типовые сценарии взаимодействия разных объектов.

Если в качестве главного фактора, определяющего сам объект, его состояние и возможные связи, используется его ПБТ, то естественно уже на первых этапах формализации описания некоторой предметной области задать тем или иным способом ПБТ всех объектов, входящих в данную ПО. Другими словами, объекты ПО необходимо расположить в соответствующей естественной пространственно-временной области. Представление ПБТ в виде многомерных временных рядов позволяет использовать существующие методы их анализа [4].

Выше уже отмечалось, что пространственно-временные координаты создаваемого объекта позволяют его полностью идентифицировать в течение всего периода существования. Однако, если в процессе проектирования БД необходимо участие человека, то целесообразно, используя имена объектов на естественном языке, установить их соответствие «данному рождению» этих объектов:

$$\langle \text{ИМЯ_ОБЪЕКТА_}j \rangle \Leftrightarrow \bar{K}_{j0} = (\bar{\Gamma}_j, T_j). \quad (4)$$

Пусть задана последовательность координат, представляющих маршрут g -го фрагмента ПБТ j -го объекта ПО M_j^g :

$$M_j^g = \{\bar{r}_s, \bar{r}_q, \dots, \bar{r}_v\}, \quad (5)$$

где $\bar{r}_s$ – радиус-вектор, соответствующий координатам s -ой зоны взаимодействия.

Если положить, что исходное положение соответствует первой точке маршрута, то легко определить расстояния между точками маршрута, на которые необходимо переместить объект в процессе движения по маршруту:

$$\bar{\rho}_j^g(1,2) = \bar{r}_q - \bar{r}_s, \quad (6)$$

где $\bar{\rho}_j^g(1,2)$ – расстояние между точками маршрута.

Если известны попарные расстояния между соседними точками фрагмента маршрута некоторого объекта ПО, имеющего определенные динамические параметры, то можно определить длительности временных интервалов перемещения от предыдущей к последующей (по маршруту) зоне взаимодействия с помощью известного выражения:

$$\|\bar{\rho}_j^g(k, k+1)\| = \int_0^{\tau(k, k+1)} \bar{v}_j^g(t) dt, \quad (7)$$

где $\|\bar{\rho}_j^g(k, k+1)\|$ – норма вектора расстояния между двумя соседними точками; $\bar{v}_j^g(t)$ – вектор скорости перемещения j -го объекта ПО при перемещении по g -ому фрагменту его маршрута; $\tau(k, k+1)$ – длительность временного интервала перемещения ПО между соседними зонами.

Из последнего выражения можно определить время перемещения $\tau(k, k+1)$. Если скорость допустимо считать приблизительно постоянной на данном фрагменте маршрута $\bar{v}_j^g(t) = \bar{v}_j^g = \text{const}$, тогда:

$$\tau(k, k+1) = \frac{\|\bar{\rho}_j^g(k, k+1)\|}{\bar{v}_j^g}. \quad (8)$$

В любом случае положение объекта в пространстве – непрерывная функция времени, и именно это является фундаментальной основой для формализации предметной области. Кинематический подход обеспечивает единообразную основу описания объектов ПО. Однако его практическое последовательное применение может показаться избыточно сложным. Рассмотрим подробнее, как изменяется описание основных сущностей с диаграммы на рисунке при последовательном применении кинематического подхода.

Кинематическое описание сущностей в вузовской информационной системе. Сущность «ПРЕПОДАВАТЕЛЬ» описывает человека, последовательно получившего свидетельства о наличии у него начального среднего, высшего и послевузовского образования. Значения характеристик, описывающих этого человека, в течение жизни меняются. Эти изменения могут быть как непрерывными (например, изменения роста, веса и пр.), так и дискретными. Подчеркнем, что хотя процесс получения образования следует считать «квазинепрерывным», однако изменения состояния/статуса (присвоение звания, выдача диплома и т.п.) являются дискретными событиями. Таким образом, сущность ПРЕПОДАВАТЕЛЬ – это сущность ЧЕЛОВЕК, обладающая приказом о назначении на должность, дающую право (возможность) и обязанность преподавания. Претендент на должность преподавателя вуза должен обладать, помимо соответствующей квалификации, ее документальным подтверждением.

Следует отметить, что человек со свойствами преподавателя является итогом развития ребенка, который появился в определенном месте и в определенное время, а затем, взаимодействуя с одушевленными и неодушевленными объектами, рос, приобретал знания и практические навыки. При этом он оставался все тем же объектом, но его свойства значительно изменялись: существенно менялся вес и рост; его восприятие внешнего мира; знания; физические и умственные возможности. Часть изменений, происходящих с организмом человека, жестко запрограммирована в его генетическом коде. Этот код определяет существенные свойства человека как биологического объекта – от цвета глаз, цвета волос и конституции тела до типа психической конституции. Конечно, код, зашифрованный в ДНК, оставляет неопределенной значительную часть социального и профессионального портрета человека. Последняя определяется лишь его жизненным путем или линией жизни (ПВТ в терминологии кинематического подхода). Вернее, сближением этой линии жизни до зоны взаимодействия с линиями жизни других объектов. Именно этот, если так можно выразиться, социальный пространственно-временной код (СПВК), в основном и определяет социальный тип и свойства человека. СПВК может быть более (1 класс, адрес, дата; 2 класс, дата;...; 1 курс вуза, адрес, дата;...) или менее детализирован (школа, адрес, дата; вуз, адрес, дата,...). Если генетический код человека в процессе его жизни исключительно стабилен, то социальный код человека со временем изменяется и увеличивается в объеме.

Социальный код формируется при взаимодействии субъекта с соответствующими объектами окружающего мира. Следовательно, можно лишь чисто умозрительно пытаться учесть все эти контакты, а затем на этой основе определять состояние субъекта, достигнутое к некоторому времени. Поэтому существует принцип, по которому достигнутый уровень знаний и умений оценивается и подтверждается документально. Это может быть как общепринятая и достаточно объективная оценка знаний при обучении (или по результатам обучения) с помощью определенной системы критериев, так и такие скрытые оценки уровня, как факт исполнения некоторых функций и пр. Так, например, постоянно растут требования к компетентности физических и юридических лиц в области использования информационно-коммуникационных технологий, но вместе с тем имеются существенные затруднения в

оценке достигнутого уровня указанной компетентности конкретными индивидуумами [11]. В то же время для грамотного управления персоналом необходимы адекватные средства прогнозирования кадровых процессов, использующие подобные оценки в качестве исходных данных [5].

В подавляющем большинстве случаев достигнутый индивидуумом уровень профессиональной квалификации имеет документальное подтверждение. Поэтому можно говорить о том, что человек в качестве элементов включает определенные информационные объекты, которые становятся его неотъемлемой частью. Таким образом, можно считать, что социальный индивидуум – это биологический индивидуум, имеющий социальный статус. Последний в данном случае подтверждается набором документов, которые являются информационными объектами определенного вида и формы. Эти документы отражают полученные виды образования; трудовой путь; достигнутый уровень знаний, умений и навыков в различных видах деятельности; оценку квалификации индивида со стороны общества.

Индивидуум как объект информационной системы представлен в виде информационного объекта. Поскольку индивидуум в процессе жизни претерпевает существенные изменения, то и соответствующий ему информационный объект должен быть способен отражать все значимые изменения. Детальное непрерывное отражение в электронной форме ПВТ субъекта на сегодня является сложной (хотя и решаемой) задачей, но, даже ограничиваясь только важнейшими данными, можно существенно изменить подход к проектированию такого рода БД.

Можно говорить о том, что информационная сторона самого субъекта есть информация о построении его тела, содержащаяся в молекулах ДНК, плюс отражение в его мозгу всей ПВТ (с учетом возможности «забывания» информации со временем). Но это «отражение», хотя и материально, но непосредственно не доступно. Поэтому ПВТ субъекта для внешнего наблюдателя – это набор точек «пространства – времени», в которых происходило то или иное важное взаимодействие. Им может быть введение в состав информационного объекта субъекта (его биографии) дополнительного элемента, отражающего новое состояние.

Документальный информационный объект, отражающий некоторую характеристику субъекта, подобно всем объектам имеет пространственно-временные координаты создания, а также автора и, возможно, характеристики автора. Так, свидетельство о рождении или паспорт – это документ, подтверждающий факт рождения субъекта в определенной точке «пространства – времени», сам содержит информацию о координатах места своего создания – месте нахождения подразделения, выдавшего документ, времени его выдачи и авторе (организации, выдавшей документ).

Таким образом, сущность ПРЕПОДАВАТЕЛЬ – это субъект, биография которого включает «пункт» с координатами приказа о приеме на работу на конкретную должность в конкретный вуз. Как правило, биография содержит пункты о получении таким субъектом необходимой квалификации и работе по данной специальности, иногда – изменении мест проживания, гражданства, семейного статуса и пр. Соответственно, сущность СТУДЕНТ – это субъект, биография которого включает пункт с «координатами» приказа о зачислении его в данный ВУЗ.

Вместо задания подобных частных ограничений, можно ввести более общее ограничение, согласно которому субъект, имеющий определенный пункт в биографии, например, приказ о приеме на работу на должность преподавателя в конкретном вузе, обладает правом вести занятия со студентами в этом вузе, а субъект, биография которого включает пункт о приеме на обучение, – право присутствовать на занятиях, сдавать экзамены/зачеты и пр.

Таким образом, исходной информацией может быть массив приказов и распоряжений о зачислениях и переводах субъектов, который пополняет их биографии. Формализация

всех других взаимоотношений в процессе обучения и сам процесс обучения (с учетом утвержденных приказами и распоряжениями программ обучения) осуществляется на основе новых сущностей: СУБЪЕКТ, ПРИКАЗ, КООРДИНАТЫ.

Следует отметить, что принципиально возможно описать все сущности единообразно, учитывая только совокупности точек пространства, соответствующие тому или иному объекту, их изменения и перемещение. По существу, такое описание является созданием визуального образа объекта. Визуальный образ документа можно рассматривать как текст – метаобраз, когда слова общеприняты (т.е. понимание их унифицировано) и воспринимаются в целом как образ. Документ также можно представить в виде визуального образа. Однако это приводит к излишней громоздкости представления, поскольку, например, понятия «должность», «зачислить» и тому подобные очень сложно представить визуально, не прибегая к условиям, выраженным текстом.

Документ отличается от других текстовых объектов большей степенью формализованности за счет однозначности элементов документа и его четкой структуры, часто регламентируемых стандартами предприятия (организации), отрасли или государства. Документы предприятий и организаций устанавливают отношения между юридическим лицом (или уполномоченными им физическими лицами, занимающими соответствующие должности) и физическими лицами, а также порядок отношений между физическими лицами. Одним из важнейших элементов отношений является положение и перемещение в пространстве физических лиц (в комнате, на рабочем месте и т.п.) при реализации этих отношений.

Обычно, например, при приеме на работу или учебу кроме должности, статуса указывается подразделение, курс, группа, т.е. условный и безусловный адрес, координаты будущих рабочих (учебных) зон, в которых должен (может) присутствовать (как физически, так и информационно) физическое лицо по своему статусу.

Присутствие в зонах рабочих контактов должно сопровождаться некоторыми действиями (взаимодействием). Эти действия могут быть чисто кинематическими (например, действия по перемещению материалов, деталей, инструмента, рабочих органов или органов управления машин); чисто информационными (например, чтение лекции); представлять сочетание этих типов действий.

Первый тип действий легко представим кинематически. Второй тип формализовать сложнее, так как информация, которой обмениваются участники взаимодействия, представляет собой связанные тексты определенной тематики. В некоторых случаях тексты вполне формализуемы – например, ответы на стандартные вопросы, а в других – о них нельзя сказать ничего кроме общей тематики – например, темы лекции. В ряде случаев информационный обмен между участниками взаимодействия может включать в себя графические объекты – например, схемы, которые преподаватель рисует на доске в процессе чтения лекций.

Если взаимодействие представляет собой потоки вопросов и ответов, то, как правило, сутью вопросов и ответов является информация о координатах событий и явлений, а практически любую лекцию по известной тематике можно заменить эквивалентной информацией, содержащейся в информационном объекте, расположенном по определенному адресу (или адресам).

Таким образом, и второй, чисто информационный тип взаимодействия часто можно свести к кинематическому описанию.

Кинематическое описание сущностей в корпоративных информационных системах. В современных корпоративных информационных системах большое количество сущностей носит конвенциональный (договорной, субъективный) характер. К ним относятся такие сущности, как КЛИЕНТ, ПОСТАВЩИК, ПОТРЕБИТЕЛЬ, ПРОДАВЕЦ, ПОКУПА-

ТЕЛЬ, СЧЕТ и т.п. Рассмотрим подробнее, каким образом объективизировать эти сущности в рамках использования кинематического подхода.

Даже поверхностный анализ сущностей ПРОДАВЕЦ и ПОКУПАТЕЛЬ показывает, что они фактически являются одной сущностью ИНДИВИД: разница между ними состоит только в приобретаемой сущности – товар или деньги.

В результате сделки оба индивида приобретают право управлять кинематикой перемещения приобретаемой сущности и теряют такое право относительно проданной сущности. Это право реализуется передачей объектов из суверенной зоны продавца в суверенную зону покупателя физически, и часто подтверждается информационно – созданием и передачей документов, отражающих факт передачи денег и товаров.

Таким образом, в результате сделки изменяется лишь состояние подконтрольных, суверенных зон, т.е. в этих зонах, имеющих определенные координаты, появляются или исчезают предметы сделки. Тогда ПРОДАВЕЦ – это субъект, из зоны которого исчез товар и появились деньги (или другой товар), а ПОКУПАТЕЛЬ – это субъект, в суверенной зоне которого появился товар и исчезла некоторая сумма денег. С определенными оговорками такой подход может быть распространен и на получение услуг.

Сущность СУВЕРЕННАЯ ЗОНА расширяет сущность ИНДИВИД. Если собственно под индивидом понимается его ПВТ, то индивид с суверенной зоной – это пучок ПВТ индивида и объектов владения. В этот пучок с течением времени «втекают» и «вытекают» ПВТ приобретаемых и продаваемых объектов, соответственно. Именно эти моменты и определяют состояние индивида как продавца или покупателя в данный момент. На ранних этапах развития суверенная зона практически совпадала с телом индивида, далее она увеличивалась за счет личной собственности, право на которую подтверждалось физически и угрозой наказания, и, в результате, угроза наказания за вторжение в суверенную зону была закреплена обычаем и законом вербально, а затем и письменно.

С тех пор роль письменных документов в определении и закреплении суверенной зоны является доминирующей, поэтому важно дать кинематическое толкование и документам разного рода – описать формализацию их ПВТ.

Любой информационный объект имеет координаты создания и ПВТ движимых и недвижимых объектов, взаимодействие которых его породило. Документ, имеющий юридическую силу, как правило, строго регламентирован по структуре, часто, по месту создания и по требуемому статусу авторов. Так, стандартный бланк, будучи создан на определенном предприятии с определенными координатами расположения (адресом) и в определенное время, проделав известный путь, попадает в место, где происходит заполнение его свободных полей определенными сведениями. После простановки на бланке определенных идентификационных знаков уполномоченного лица (подпись, печать), а затем регистрации в установленном порядке, этот бланк становится документом.

Заключение. Кинематический подход к проектированию баз данных позволяет описать большинство объектов предметной области посредством указания их траекторий в пространстве – времени. В свою очередь это допускает наглядное представление процессов в сочетании с их строгим аналитическим описанием.

Список литературы

1. Ананьев А. С. Концепция проведения предпроектных исследований информационных систем / А. С. Ананьев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2012. – № 2. – С. 13–18.
2. Бойко В. В. Проектирование баз данных информационных систем / В. В. Бойко, В. М. Савинков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Финансы и статистика, 1989. – 351 с.
3. Брейман А. Д. Кинематический подход к концептуальному проектированию баз данных / А. Д. Брейман // Вестник МГУПИ. – 2006. – Вып. 7. – С. 12–16.

4. Брумштейн Ю. М. Одно- и многомерные временные ряды: анализ возможных методов оптимизации отсчетов и оценки характеристик / Ю. М. Брумштейн, М. В. Иванова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2012. – № 4. – С. 34–43.
5. Брумштейн Ю. М. Анализ некоторых моделей динамики преподавательского состава в региональных вузах / Ю. М. Брумштейн, М. В. Иванова, Н. Н. Пугина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 1. – С. 41–50.
6. Голенищев Э. П. Информационное обеспечение систем управления / Э. П. Голенищев, И. В. Клименко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. – 352 с.
7. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. – 8-е изд. – Москва : Вильямс, 2005. – 1328 с.
8. Дейт К. Дж. Основы будущих систем баз данных. Третий манифест / К. Дж. Дейт, Х. Дарвен. – 2-е изд. – Москва : Янус-К, 2004. – 656 с.
9. Коннолли Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли, К. Бегг. – 3-е изд. – Москва : Вильямс, 2003. – 1436 с.
10. Крэнке Д. Теория и практика построения баз данных / Д. Крэнке. – 9-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2004. – 864 с.
11. Кузьмина А. Б. ИТ-компетентность населения как фактор социально-экономического развития региона / А. Б. Кузьмина, Ю. М. Брумштейн, В. Ю. Солопов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2012. – № 2. – С. 43–52.
12. Умаров А. С. Некоторые аспекты создания информационных систем для сбора и хранения научной и наукометрической информации / А. С. Умаров, Н. В. Попова, В. А. Зелепухина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 3. – С. 111–118.
13. Чен П. П. Модель «сущность – связь» – шаг к единому представлению данных / П. П. Чен // СУБД. – 1995. – № 3.
14. Шаши Ш. Основы пространственных баз данных / Ш. Шаши, С. Чаула. – Москва : КУ-ДИЦ-Образ, 2004. – 336 с.
15. Щербинина О. В. Интеграция информационных систем управления университетом / О. В. Щербинина, А. Д. Горемыкин, А. А. Ирушкин, А. Т. Муртазаева // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2012. – № 2. – С. 32–39.
16. Integration Definition for Information Modeling (IDEF1X). – Available at: <http://www.itl.nist.gov/fipspubs/idef1x.doc> (accessed 01.12.2013).
17. Barker R. CASE Method: Entity Relationship Modelling / R. Barker. – MA : Addison-Wesley Professional, 1990. – 240 p.
18. Parent C. Spatio-Temporal Conceptual Models: Data Structures + Space + Time / C. Parent, S. Spaccapietra, E. Zimanyi // Proceedings of 7th ACM Symposium on Advances in GIS, ACM GIS' 99. – 1999, Nov. 5–6. – P. 26–33.
19. Price R. Extending UML for space- and time-dependent applications / R. Price, N. Tryfona, C. S. Jensen // Advanced topics in database research. – Idea Group Publishing, Hershey, PA, 2003. – Vol. 1. – P. 342–346.
20. Khatri V. Augmenting a Conceptual Model with Geospatiotemporal Annotations / V. Khatri, S. Ram, R. T. Snodgrass // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. – 2004. – Vol. 16, no. 11, November. – P. 1324–1338.

References

1. Anan'ev A. S. Kontseptsiya provedeniya predproektnykh issledovaniy informatsionnykh sistem [The concept of holding preproject researches of information systems]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2012, no. 2, pp. 13–18.
2. Boyko V. V., Savinkov V. M. *Proektirovanie baz dannykh informatsionnykh sistem* [Database design for information systems], 2nd ed., rev. and add. Moscow, Finansy i Statistika, 1989, 351 p.
3. Breyman A. D. Kinematicheskiy podkhod k kontseptualnomu proektirovaniyu baz dannykh [Kinematic approach to conceptual database design]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta priborostroeniya i informatiki* [Bulletin of Moscow State University of Instrument Engineering and Computer Science], 2006, vol. 7, pp. 12–16.

4. Brumshteyn Yu. M., Ivanova M. V. Odn- i mnogomernye vremennye ryady: analiz vozmozhnykh metodov optimizatsii otschetov i otsenki kharakteristik [Single- and multi-dimensional time series: analysis of possible methods for optimizing readout and characteristic estimation]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2012, no. 4, pp. 34–43.
5. Brumshteyn Yu. M., Ivanova M. V., Pugina N. N. Analiz nekotorykh modeley dinamiki prepodavatelskogo sostava v regionalnykh vuzakh [Analysis of some models of the dynamics of teaching staff in the regional universities]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 1, pp. 41–50.
6. Golenishchev E. P., Klimenko I. V. *Informatsionnoe obespechenie sistem upravleniya* [Information support for management systems]. Rostov-on-Don, Pheniks, 2003. 352 p.
7. Deyt K. Dzh. *Vvedenie v sistemy baz dannykh* [Introduction into database system], 8th ed. Moscow, Vilyams, 2003, 1328 p.
8. Deyt K. Dzh., Darven Kh. *Osnovy budushchikh sistem baz dannykh. Tretiy manifest* [Foundation for future database systems. The third manifest], 2nd ed. Moscow, Yanus-K, 2004. 656 p.
9. Konnolli T., Begg K. *Bazy dannykh. Proektirovanie, realizatsiya i soprovozhdenie. Teoriya i praktika* [Database. Design, implementation and maintenance. Theory and practice], 3rd ed. Moscow, Vilyams, 2003. 1436 p.
10. Krenke D. *Teoriya i praktika postroeniya baz dannykh* [Theory and practice of building databases], 9th ed. Saint Petersburg, Piter, 2004. 864 p.
11. Kuzmina A. B., Brumshteyn Yu. M., Solopov V. Yu. IT-kompetentnost naseleniya kak faktor sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya regiona [IT-competence of population as a factor of social and economic development of the region]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2012, no. 2, pp. 43–52.
12. Umarov A. S., Popova N. V., Zelepukhina V. A. Nekotorye aspekty sozdaniya informatsionnykh sistem dlya sbora i khraneniya nauchnoy i naukometricheskoy informatsii [Some aspects of formation of information systems for collection and storage of scientific and scientometric information]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 3, pp. 111–118.
13. Chen P. P. Model «sushchnost – svyaz» – shag k edinomu predstavleniyu dannykh [The entity-relationship model: toward a unified view of data]. *Sistema upravleniya bazami dannykh* [ACM Transactions on Database Systems], 1976, vol. 1, pp. 9–36.
14. Shashi Sh., Chaula S. *Osnovy prostranstvennykh baz dannykh* [Spatial Databases]. Moscow, KUDITs-Obraz, 2004. 336 p.
15. Shcherbinina O. V., Goremykin A. D., Irushkin A. A., Murtazaeva A. T. Integratsiya informatsionnykh sistem upravleniya universitetom [Integration of information systems of university management]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2012, no. 2, pp. 32–39.
16. Integration Definition for Information Modeling (IDEF1X). Available at: <http://www.itl.nist.gov/fipspubs/idef1x.doc> (accessed 1 December 2013).
17. Barker R. *CASE Method: Entity Relationship Modelling*. MA, Addison-Wesley Professional, 1990. 240 p.
18. Parent C., Spaccapietra S., Zimanyi E. Spatio-Temporal Conceptual Models: Data Structures + Space + Time. *Proceedings of 7th ACM Symposium on Advances in GIS, ACM GIS' 99*, 1999, Nov. 5–6, pp. 26–33.
19. Price R., Tryfona N., Jensen C.S. Extending UML for space- and time-dependent applications. *Advanced topics in database research*. Idea Group Publishing, Hershey, PA, 2003, vol. 1, pp. 342–346.
20. Khatri V., Ram S., Snodgrass R. T. Augmenting a Conceptual Model with Geospatiotemporal Annotations. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 2004, vol. 16, no. 11, November, pp. 1324–1338.