УДК 004.652.6

М.М. Рычагов

Метамодель данных объектов инженерной инфраструктуры электронного генерального плана

Предложена метамодель для описания объектов инженерной инфраструктуры электронного генерального плана. Модель позволяет представить геоданные произвольного вида, а так же их атрибутивное описание. Созданная модель хранения атрибутивных описаний является универсальной и позволяет описывать произвольные объекты. Также предложен способ, благодаря которому стало возможно избегать потери отвязанных карточек и однозначно идентифицировать связь между геоданными и их атрибутивными описаниями.
Ключевые слова: геоданные, атрибутивное описание, Hash-код, модель данных.

Электронный генеральный план (ЭГП) как одна из важнейших частей проекта промышленного предприятия, содержащая комплексное решение вопросов планировки и благоустройства территории, размещения зданий, сооружений, транспортных коммуникаций, инженерных сетей, организации систем хозяйственного и бытового обслуживания, включает в себя не только визуальное представление объектов предприятия (таких как здания, сооружения, дороги и многое другое), но и атрибутивные описания этих самых объектов [1]. Атрибутивное описание объекта представлено его карточкой, включающей в себя набор характеристик, в совокупности описывающих этот объект. Один объект может иметь как более одной карточки, так и ни одной карточки. Это обусловлено, прежде всего, спецификой самого пространственного объекта. Например, типовой склад может иметь карточку, описывающую его непосредственно как сооружение, и карточку, описывающую его как хранилище неких предметов.

Поскольку ЭГП промышленного предприятия преследует множество целей в процессе своего функционирования (например, такие цели, как кадастровый учет земель, планирование ремонтных и регламентных работ, построение моделей территории, формирование отчетов и выкопировок), то одним из основных требований при проектировании структуры хранилища пространственных данных ЭГП является требование гибкой настройки и задания атрибутивных описаний пространственных объектов.

Количество типов объектов инженерной инфраструктуры настолько велико, что даже создание библиотеки описаний этих объектов займет достаточно длительный срок, отнимет множество ресурсов и будет требовать от разработчиков колоссальной поддержки, поскольку заранее невозможно предугадать, какой набор атрибутов понадобится для описания определенного объекта на том или ином предприятии. Для выхода из подобной ситуации предлагается универсальная модель описания данных, которая позволяет представить свободное атрибутивное описание любого объекта инженерной инфраструктуры, независимо от его особенностей.

Во многих ГИС атрибутивные описания хранятся непосредственно в тех же таблицах вместе с геометрическим описанием пространственного объекта. Такой подход оправдан в случае узкоспециализированной ГИС, ориентированной на картографирование и управление определенным видом инженерных сетей. В случае прикладной ГИС универсального назначения атрибутивные описания хранят отдельно от графической информации, что позволяет в любой момент времени модифицировать их структуру согласно изменениям в инфраструктуре предприятия [3].

Представление пространственных объектов ЭГП промышленного предприятия. Пространственные описания объектов инженерной инфраструктуры являются базовой составляющей ЭГП промышленного предприятия. Именно эти описания дают нам требуемое визуальное представление объектов реального мира на верстке карты ЭГП, и большинство функции системы использует для анализа данные об этих объектах [2].

Для удобства работы с большим количеством объектов пространственных описаний, в соответствии с базовыми принципами представления данных в геоинформационных системах, объекты группируются в слои определенной тематической направленности (например, множество объектов, представляющих здания, группируются в слой «здания» и т.п.). Слои, в свою очередь, могут быть

сгруппированы в группы слоев (например, группа слоев «здания и сооружения» может включать в себя слои «склады», «жилые здания», «административные здания» и т.п.). Такой подход предоставляет пользователю информативный список слоев с группированными геоданными и упрощает работу с ними, поскольку появляется возможность, например, при необходимости отключать отображение целой группы слоев, оставив на верстке карты только необходимые для анализа слои.

Все пространственные объекты, участвующие во взаимодействии с объектами ЭГП, предлагается хранить в СУБД для реализации постоянного полнофункционального доступа к этим объектам. Геоданные в СУБД могут быть представлены в виде объектов базы пространственных данных (в формате Oraclemd_sys.sdo_geometry). Тип данных SDO_Geometry позволяет хранить в СУБД основные примитивы пространственных объектов: точки, линии, полигоны (многоугольники), тем самым давая возможность добавить к геоданным собственные атрибуты (например, уникальный идентификатор пространственного объекта). Такой подход удобен тем, что позволяет хранить пространственные описания отдельно от атрибутивных, и введение уникального идентификатора объекта дает возможность однозначно выделить его из множества подобных ему объектов.

При хранении пространственных объектов, кроме уникального идентификатора объекта, используется технология хеширования пространственных данных. Хеш-идентификатор (hash-код) представляет собой 32-байтный шестнадцатеричный код, вычисляемый алгоритмом MD5, которому в качестве параметров передаются координаты всех точек, из которых состоит графический объект [3].

Функция хеширования совершает обход всех точек, из которых состоит объект, и по совокупному набору точек рассчитывает уникальный hash-код. При этом используется алгоритм MD5, входным параметром которого является множество координат объекта.

Hash-код позволяет однозначно идентифицировать пространственный объект, исключая возможность дублирования одного объекта, но с разными уникальными идентификаторами. Если система обнаруживает несколько объектов с одинаковым hash-кодом, это означает, что эти объекты имеют абсолютно идентичную геометрию, т.е. они являются дублями.

Введение hash-кода позволяет избежать дублирования данных путем сравнения кодов. Этот подход более эффективен, чем сравнение непосредственно геометрии, поскольку для сравнения необходим лишь один параметр пространственных объектов [3].

В соответствии с вышеуказанными положениями в хранилище пространственных данных можно выделить следующие сущности, описывающие объекты реального мира:

• Сущность «Геоданные». Эта сущность описывает объекты реального мира, представленные точкой, линиями или полигоном. Данная сущность включает в себя следующий набор атрибутов: Идентификатор пространственного объекта, Описание геометрии объекта (его пространственное представление), Флаг заблокированного состояния объекта, Идентификатор слоя объекта, к которому он принадлежит, hash-код пространственного объекта, Дата создания объекта, Автор создания описания объекта, Дата введения в эксплуатацию, Дата выведения из эксплуатации.

• Сущность «Слой геоданных» – представляет собой набор пространственных объектов, объединенных в слой определенной тематической направленности. Содержит следующие атрибуты: Идентификатор слоя, Наименование слоя, Идентификатор пространственного объекта в слое, Флаг активности объекта в слое, Идентификатор группы слоев, в которую входит слой.

• Сущность «Группа слоев» – группирует слои в группы. Включает в себя следующий набор атрибутов: Идентификатор группы слоев, Наименование группы слоев.

Представление пространственных данных в хранилище данных ЭГП показано на рис. 1.

Рис. 1. Концептуальное представление пространственных данных в хранилище данных ЭГП

Представление атрибутивных данных ЭГП промышленного предприятия. Важной составляющей ЭГП наравне с представлением пространственных данных является организация ведения атрибутивных описаний объектов генплана.

Для гибкой настройки карточек предлагается использование характеристик объекта. Такими характеристиками могут служить любые описываемые параметры объектов (от геометрических размеров и наименования объекта до материала, из которого он изготовлен).

Кроме основных параметров, для атрибутивного описания пространственного объекта включается такой параметр, как hash-код пространственного объекта, к которому это описание привязано.

В соответствии с упомянутыми положениями в данной схеме можно выделить следующие основные сущности для атрибутивного описания объектов:

• Сущность «Характеристика» – содержит описание всех используемых ЭГП характеристик, с помощью которых описываются объекты инженерной инфраструктуры.

Данная сущность включает в себя следующий набор атрибутов: Идентификатор характеристики, Наименование характеристики, Дата создания характеристики, Идентификатор группы характеристик.

• Сущность «Значение характеристики» – хранит в себе значения всех используемых в системе описаний объектов. Содержит следующие атрибуты: Идентификатор карточки, Идентификатор характеристики, Значение свойства: строка, Значение свойства: целое число, Значение свойства: вещественное число, Значение свойства: дата, Значение свойства: домен (значение из заранее предопределённого списка), Идентификатор автора установленного значения, Значение свойства: текст.

• Сущность «Группа характеристик» – используется для группировки характеристик в карточке по определенной проблемной направленности (например, группа «геометрические характеристики» описывает длину, ширину и высоту объекта). Данная сущность включает в себя следующие атрибуты: Идентификатор группы характеристик, Наименование группы характеристик.

• Сущность «Атрибутивное описание (карточка)» – это непосредственно карточка, принадлежащая пространственному объекту. Карточка включает в себя характеристики и их значения. Описывается следующим набором атрибутов: Идентификатор карточки, Наименование карточки, Hash-код пространственного объекта, Инвентаризационный номер, Дата создания, Автор описания, Примечания.

Представление атрибутивных описаний ЭГП показано на рис. 2.

Рис. 2. Концептуальное представление атрибутивных описаний ЭГП

Связь атрибутивных данных и пространственных представлений. В то время как пространственные объекты удаляются, соответствующие им атрибутивные описания могут остаться в базе данных до тех пор, пока они не будут удалены администратором системы. Без использования hash-кодов, при генерации информационных карточек каждый раз происходит их повторное создание вместо того, чтобы найти старые карточки и перепривязать к тем же самым графическим объектам. Это затруднено тем обстоятельством, что привязка графических и атрибутивных объектов осуществляется исключительно по идентификатору графического объекта, который при повторной записи такого объекта в базу данных будет уже другим, и, соответственно, привязанная к нему информационная карточка будет «потерянной», но по-прежнему будет существовать в базе данных. Таким образом, выявляются две существенные проблемы: проблема поиска и удаления объектов, имеющих одинаковую геометрию, и проблема потери информационных карточек графических объектов при изменении у них идентификатора [3].

Эти две проблемы можно разрешить введением в описание пространственных объектов и их атрибутивных описаний hash-кодов, о которых упомянуто выше.

Из множества пространственных объектов, не имеющих привязки, выполняется проверка существования атрибутивных объектов. Проверка производится по уникальному hash-коду графического объекта. Таким образом, если во множестве атрибутивных описаний объектов находится объект, имеющий точно такой же hash-идентификатор, то далее производится привязка этого графического объекта к его атрибутивному описанию. В противном случае для данного графического объекта вызывается функция генерации нового атрибутивного описания, после чего выполняется привязка только что созданного атрибутивного описания к графическому объекту.

Благодаря использованию хранимого hash-значения каждого графического объекта, процедура нахождения дубликатов занимает на порядок меньше времени, чем обычные запросы на полную проверку геометрии объектов. Кроме того, благодаря двойной привязке атрибутивных описаний к графическим объектам становится возможным нахождение «потерянных» атрибутивных описаний объектов и прикрепление их к соответствующим графическим объектам.

Заключение. Предложенный способ разделения атрибутивных описаний и геометрического представления объектов решает поставленные задачи. Данный подход, благодаря возможностям современных СУБД, позволяет хранить и использовать в ЭГП геометрические представления любых пространственных объектов, исключая невозможность представления специфических объектов. Также предложенное хранение атрибутивных описаний позволяет с легкостью описать любой объект инженерной инфраструктуры, использовать наборы специфичных характеристик и возможность привязки нескольких карточек к одному объекту. Введение hash-кода (второй привязки по этому коду) позволяет минимизировать дублирование пространственных объектов и «потерю» карточек этих данных.

Таким образом, данный подход позволяет адаптировать описание и хранение произвольных информационных объектов без каких-либо затруднений для конечного пользователя, без вмешательства программиста.

Выполнение данной работы проводилось при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках мероприятия 2.4 федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы», проект «Разработка Web-ориентированных геоинформационных технологий формирования и мониторинга электронного генерального плана инженерной инфраструктуры», государственный контракт № 07.524.11.4013 от 03 ноября 2011 г.

Литература

1. Ехлаков Ю.П. Автоматизация процессов управления инженерной инфраструктурой промышленного предприятия на базе электронного генерального плана / Ю.П. Ехлаков, О.И. Жуковский, Ю.Б. Гриценко // Доклады ТУСУРа. – 2011. – №2 (24), ч. 3. – С. 108–113.
2. Жуковский О.И. Типология инженерных сетей и классификация задач их эксплуатации / О.И. Жуковский, Ю.Б. Гриценко // Доклады ТУСУРа. – 2011. – №2 (24), ч. 2. – С. 176–180.
3. Гриценко Ю.Б. Решение проблемы обновления пространственных данных в среде OracleSpatial / Ю.Б. Гриценко, В.Ю. Вишняков, С.С. Ощепков // Доклады ТУСУРа. – 2008. – № 2 (18) ч. 2. – С. 76–79.

Рычагов Михаил Михайлович
Студент кафедры автоматизации обработки информации ТУСУРа
Тел: +7-952-806-1912
Эл. почта: mixrich1@gmail.com

Rychagov M.M.
Meta data of engineering infrastructure of an electronic master plan

In this article we propose a meta-model for describing the objects of engineering infrastructure of electronic master plan. The model allows us to represent geographic data of any kind, as well as their attributive description. The proposed storage model of attribute description is universal and allows to describe arbitrary objects. Also we proposed a method which made it possible to avoid the loss of cards and identify the link between geospatial and attributive descriptions.
Keywords: geospatial, attributive description, hash-code, data model.