



УДК 004.8:528.9

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Самодумкин С.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Samodumkin@bsuir.by

Рассмотрены принципы и подходы к проектированию интеллектуальных геоинформационных систем. В основу предлагаемого подхода положено понятие семантической модели интеллектуальной геоинформационной системы и кодирование информации с использованием семантического SC-кода. Предложенные в работе принципы иллюстрируются фрагментами интеллектуальной справочной системы по Республике Беларусь.

Ключевые слова: семантическая сеть, семантическая модель интеллектуальной геоинформационной системы, SC-код.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время геоинформационные системы являются инструментом обработки пространственной информации [Абламейко, 2000], [Крючков, 2006]. Общей характерной чертой для такого класса систем является решение информационно-поисковых задач с привязкой объектов на некоторую территорию местности. Однако многообразие типов объектов местности, большое количество различных топологических отношений и множество встречаемых на практике задач, для которых не всегда существуют алгоритмические решения, требуют обратиться к вопросу интеллектуализации геоинформационных систем.

Классическая архитектура геоинформационной системы в качестве информационных компонентов включает пространственную и атрибутивную базы данных. Таким образом, все объекты местности имеют пространственную привязку к территории местности, а также задаются характеристики объектов. На практике же для решения прикладных задач требуется установление отношений между объектами местности, и в данном случае, используя инструментальные геоинформационные системы, возможно только установление топологических отношений. Установление других типов отношений, в том числе предметных отношений, весьма затруднительно и может быть решено в частном виде путем создания программ на встраиваемых в инструментальные геоинформационные системы языках программирования. Причем для установления какого-либо вида семантической связи требуется разработка алгоритма и его программирование.

В основе предложенного в работе подхода лежит создание семантической модели (sc-модели) [Голенков, 2001] геоинформационной системы, которая включает в себя базу знаний, машину обработки знаний и интеллектуальный пользовательский интерфейс со средствами визуального взаимодействия с объектами карты. Особенностью такой модели является представление знаний предметной области в виде семантической сети, а проектирование прикладных интеллектуальных систем осуществляется по технологии ОСТИС [Голенков, 2011].

1. Способ описания различных классов объектов местности

Для каждого объекта местности выделены основные, присущие только ему, семантические характеристики. Особо отметим, что метрические характеристики таким свойством не обладают. Для указания семантических свойств классам объектов местности используется разработанный и действующий классификатор топографической информации, отображаемой на топографических картах и планах городов ОКРБ 012-2007 [ОКРБ, 2007].

Согласно данному классификатору каждый класс объектов местности имеет уникальное однозначное обозначение. Иерархия классификатора имеет восемь ступеней классификации и состоит из кода класса, кода подкласса, кода группы, кода подгруппы, кода отряда, кода подотряда, кода вида, кода подвида. Таким образом, благодаря способу кодирования уже заданы родовидовые связи, отражающие соотношения различных классов объектов местности, а также установлены характеристики конкретного класса объектов местности. В связи с

тем, что задаются основные свойства и отношения не конкретных физических объектов, а их классов, то такая информация является по отношению к конкретным объектам местности метаинформацией, а совокупность данной метаинформации представляет собой онтологию объектов местности, которая в свою очередь является частью базы знаний интеллектуальной геоинформационной системы.

Онтология объектов местности включает описание следующих классов объектов местности:

- водные объекты и гидротехнические сооружения;
- населённые пункты;
- промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты;
- дорожная сеть и дорожные сооружения;
- растительный покров и грунты.

Онтология объектов местности представляет собой дерево классификации в соответствии с иерархией, приведенной на рисунке 1. Для каждого класса объектов местности установлены

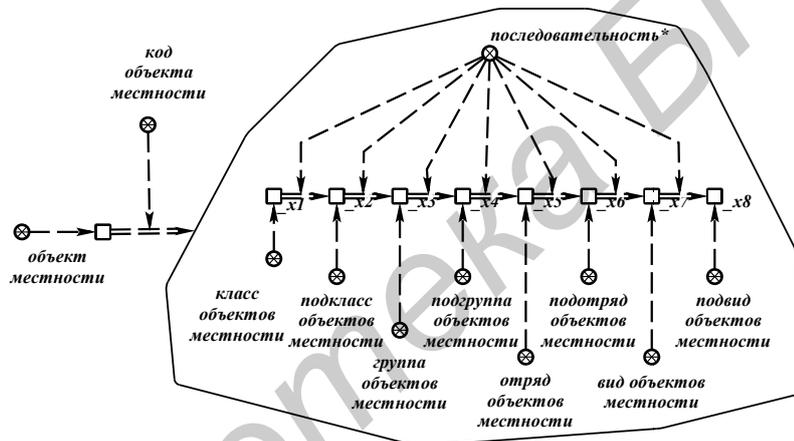


Рисунок 1 - Уровни иерархии классов объектов местности

родовидовые связи. В качестве примера на рисунке 2 приведена иерархия водных объектов.

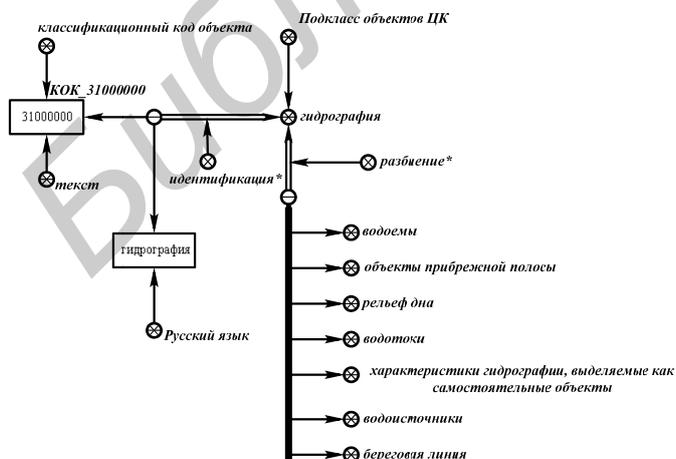


Рисунок 2 – Иерархия водных объектов местности

Далее рассмотрим получение онтологии объектов местности и ее представление в sc-модели на примере кодирования одного из классов объектов местности «реки».

На первом этапе создается статья, кодированная с использованием SCn-кода (псевдоестественного языка кодирования семантических сетей) [Ивашенко, 2012]:

реки
 ≙ ["СК_31410000"]
 ∈ реальный объект
 ∈ подгруппа объектов местности
 ⊂ водотоки
 - Отношения, заданные на понятии:
 • собственное название*
 • ширина по шкале*
 • признак судоходства*
 • качественные особенности воды*

На втором этапе sc.n-статья транслируется во внутреннее представление, т.е. в семантическую

сеть специального вида. Эквивалентное кодирование в виде графического представления sc.g-текста показано на рисунке 3.

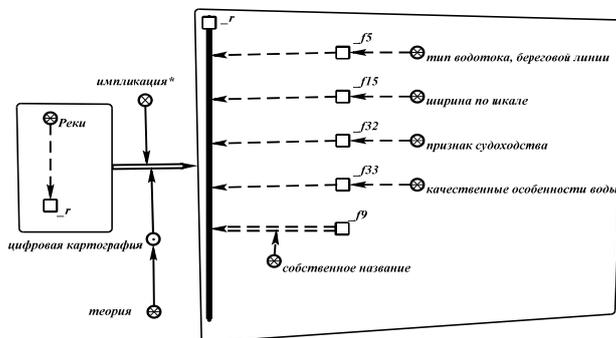


Рисунок 3 - Описание класса объектов местности «реки» в виде семантической сети и его представление в виде sc.g-текста

Кроме статей, описывающих классы объектов местности, в онтологию объектов местности входят статьи с описанием признаков, характеризующих

объекты местности. Отметим, что для каждого класса объектов местности выделен свой, характерный только ему, набор признаков (например, на рисунке 3 для всех объектов местности типа «реки» могут быть заданы отношения «собственное значение*», «ширина по шкале*», «признак судоходства*», «качественные особенности воды*»). В качестве примера приведем пример sc.n-статьи, описывающей признак «количество жителей*».

количество жителей*

= быть количеством жителей*

∈ бинарное отношение

– Область определения:

- города
- поселки городского типа (ПГТ)
- поселки сельского типа
- поселки дачного типа
- поселки, не отнесенные к категории ПГТ, и коттеджного типа

– Домен:

- объект местности

/* домен по первому атрибуту */

- величина

– Значение:

- человек_ : число

/* домен по второму атрибуту */

– Схема отношения:

- объект местности_
- количество жителей_

– Определение:

- Поясн.(количество жителей*)

▲ [количество жителей - численное количество жителей]

Таким образом, рассмотренная онтология объектов местности и способ ее формального задания позволяют описать все основные классы объектов местности и установить для этих классов набор признаков, характерных для рассматриваемого класса объектов местности, что в

свою очередь позволяет в дальнейшем создать базу знаний объектов местности с уже установленными родовидовыми отношениями, а также семантическими атрибутами [Самодумкин, 2011].

2. База знаний интеллектуальных геоинформационных систем

Описанная в предыдущем разделе онтология объектов местности представляет собой фрагмент базы знаний для рассматриваемого класса систем, который оформлен в виде повторно используемого компонента и используется при разработке прикладных геоинформационных систем.

Следующая часть базы знаний – это представление предметных знаний в рамках проектируемой прикладной системы, что представляет собой набор статей, описывающих конкретные объекты местности. Такой раздел базы знаний будем называть «предметными» знаниями, т.е. раздел, где представляются знания предметной области.

В основу формирования «предметной» базы знаний положен принцип эволюционного проектирования. Это означает, что данный раздел формируется поэтапно, как показано на рисунке 4.

Первый этап формирования «предметной» базы знаний – это анализ электронной карты и трансляция в базу знаний объектов местности на заданную территорию. На этом этапе определяется, во-первых, к какому классу принадлежит исследуемый объект местности и, далее в зависимости от типа объекта, формируется статья, соответствующая конкретному физическому объекту местности.



Рисунок 4 - Компоненты баз знаний и этапы их получения

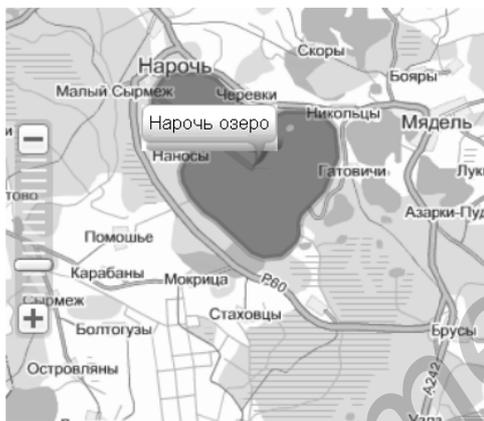
Таким образом, создается множество статей, описывающих конкретные объекты местности для каждого класса объектов местности.

В качестве примера приведем sc.n-статью, описывающую озеро Нарочь

Нарочь озеро

∈ озёра

- Абсолютная высота:
 - метр_165
- Тип водотока, береговой линии:
 - постоянный
- Глубина:
 - метр_24,08
- Собственное название:
 - Нарочь
- Качественные особенности воды:
 - пресная
- Площадь:
 - километр квадратный_79,6



Следует отметить, что на данном этапе формирования базы знаний могут быть установлены дополнительные отношения, в частности, отношения принадлежности и топологические отношения.

Второй этап формирования «предметной» базы знаний – это интеграция с внешними базами знаний. На этом этапе, помимо географических знаний, могут добавляться знания смежных предметных областей, тем самым становится возможным отражение межпредметных связей. Наглядным примером служит интеграция с биологическими классификаторами, которые в реализации представляют собой онтологию объектов флоры и фауны. Такая интеграция расширяет функциональные и интеллектуальные возможности прикладной геоинформационной системы. Отметим, что на данном этапе снимается омонимия в названиях географических объектов, принадлежащих классам населенных пунктов за счет использования классификатора СОАТО (система обозначений объектов административно-территориального деления и населенных пунктов).

В качестве примера приведем статью базы знаний «Березинский заповедник», полученную в результате интеграции внешних баз знаний.

заповедник Березинский

= Березинский заповедник

∈ природоохранные территории

∈ заповедники

- Собственное название:
 - Березинский
- Состояние:
 - действующий
- Площадь:
 - гектар_80929
- Местонахождение:
 - область_Витебская область
 - область_Минская область
 - район_Лепельский район
 - район_Дошицкий район
 - район_Борисовский район
- Характер грунта:
 - дерново-подзолистая почва
 - дерново-подзолистая заболоченная почва
 - дерновая заболоченная почва
 - торфяно-болотная почва
- Рельеф:
 - моренная возвышенность
 - озерно-ледниковая равнина
- Реки:
 - Березина
 - Эсса
- Озера:
 - Стылица
 - Плавно
 - Манец
 - Домжерцкое
 - Московница
 - Пострежское
 - Палих
- Редкие растения:
 - Венерин башмачок настоящий
 - Бровник одноклубневый
 - Камнеломка болотная
 - Пыльцеголовник красный
 - Береза карликовая
 - Лишняя северная
 - Касатик сибирский
 - Пололепестник зеленый
- Редкие животные:
 - Зубр
 - Бурый медведь
- Лесобразующие породы:
 - Сосна
 - Ель
 - Береза
 - Стыха черная



3. Машина обработки знаний интеллектуальных геоинформационных систем

Одним из достоинств интеллектуальных систем, разработанных по технологии ОСТИС, является решение предметных задач, когда нет четкой спецификации и алгоритма ее решения. Это достигается с помощью формирования продукций, которые записываются и хранятся так же в базе знаний. Технология проектирования машин обработки знаний и модели решения задач в соответствии с указанной технологией рассмотрена в работе [Заливако и др., 2012].

В качестве примера рассмотрим решение следующей задачи: «Определить, существует ли водный путь между городами Минск и Речица. При наличии такого водного пути результат отобразить на карте».

В качестве исходных данных являются следующие утверждения базы знаний:

1. Через город Минск протекает река Свислочь.
2. Через город Речица протекает река Днепр.
3. Река Свислочь является притоком реки Березина.
4. Река Березина является притоком реки Днепр.

В процессе решения на первой итерации на основе анализа топологических отношений «примыкание» будет установлено:

1. Река Свислочь впадает в реку Березина (т.е. река Свислочь примыкает к реке Березина)
2. Река Березина впадает в реку Днепр (т.е. река Березина примыкает к реке Днепр)

и будет сделано заключение о том, что по реке Свислочь можно попасть в реку Днепр.

На второй итерации сопоставляется топологическая принадлежность города Минска и реки Свислочь, а также города Речица и реки Днепр. В итоге будет найден путь, который отображается на карте местности.

Необходимо отметить, что в процессе решения задач генерируются дополнительные знания, необходимые в процессе вывода, которые могут быть сохранены и в дальнейшем использоваться при решении других задач или участвовать в выводе при ответе на поисковые запросы.

Интерфейс пользователя поддержан картографическим редактором, совместимым с системой координат исходного набора картографической информации. Для визуализации объектов местности используется картографический сервис <http://maps.yandex.ru>. С целью интеграции с последним для каждого объекта местности осуществляется геокодирование физических объектов местности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный в работе подход к проектированию интеллектуальных геоинформационных систем в соответствии с технологией OSTIS позволяет создавать прикладные интеллектуальные системы указанного класса. Причем сроки проектирования сокращаются за счет повторного использования следующих компонентов: онтологии объектов местности, базы знаний объектов местности, машины обработки знаний и картографического интерфейса. В общем случае проектировщику прикладной геоинформационной системы необходимо в соответствии с онтологией объектов местности сформировать базу объектов местности на заданную территорию и записать утверждения предметной области в виде продукций.

Работа поддержана грантом БРФФИ-РРФФИ Ф10Р-148.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

[Абламейко, 2000] Абламейко, С. В. Географические информационные системы. Создание цифровых карт / С. В. Абламейко, Г. П. Апарин, А. Н. Крючков. – Минск : Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000.

[Голенков и др, 2001] Голенков, В. В. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах / В. В. Голенков [и др.] – Мн. : БГУИР, 2001.

[Голенков и др, 2011] Голенков, В. В. Принципы построения массовой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем / В. В. Голенков, Н. А. Гулякина // Материалы междунар. Научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» – Мн. , 2011.

[Заливако и др., 2012] Заливако, С. С. Семантическая технология компонентного проектирования интеллектуальных решателей задач / С. С. Заливако, Д. В. Шункевич // Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» – Минск, 2012. –С. 297-314.

[Ивашенко, 2012] Ивашенко, В. П. Семантические модели и средства интеграции и отладки баз знаний / В. П. Ивашенко // Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» – Минск, 2012. –С. 193-204

[Крючков, 2006] Крючков, А. Н. Интеллектуальные технологии в геоинформационных системах / А. Н. Крючков, С. А. Самодумкин, М. Д. Степанова, Н. А. Гулякина; Под науч. ред. В. В. Голенкова. – Мн.: БГУИР, 2006.

[ОКРБ, 2007] Цифровые карты местности. Топографическая информация, отображаемая на топографических картах и планах городов / ОКРБ 012-2007.

[Самодумкин, 2011] Проектирование интеллектуальных геоинформационных систем справочного назначения / С. А. Самодумкин // Информационные технологии и системы 2011 (ИТС 2011) : материалы международной научной конф. (Минск, 26 октября 2011г.) – Минск : БГУИР, 2011.

INTELLECTUAL GEOINFORMATION SYSTEMS

Samodumkin S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Samodumkin@bsuir.by

Principles and approaches to designing of intellectual geoinformation systems are considered. In a basis of the offered approach the concept of semantic model of intellectual geoinformation system and coding of the information with use of a semantic SC-code is necessary. The principles offered in work are illustrated by fragments intellectual system across Byelorussia

INTRODUCTION

Nowadays geographic information systems can be called an instrument for spatial information processing. Common feature for such system class is solving information retrieval problems with objects lock-on to some area territory. But variety of area object types, large quantity of different topological relations and great number of practical problems, which sometimes don't have algorithmic solution, make it necessary to turn to the question of geographic informational systems intellectualization.

Point of view, suggested in this work, is based on creation of geographic information systems semantic model (sc-model), which consists from knowledge domain, knowledge processing engine and user interface, which is able to visually interact with map objects. Particular feature of such model is representation of problem domain in the form of semantic web. Applied intelligent system design is making with the help of OSTIS technology.

MAIN PART

For each area object main, individual characteristics are named. Notice that metric characterizations don't possess such properties. To indicate semantic qualities to area objects classes it is used designed and active classifier of topological information, which is represented on topological and city maps OKPB 012-2007 [OKPB, 2007].

According to this classifier, each area objects class has its own unique one-digit indication. Classifiers hierarchy has eight classification stages and consists from class code, subclass code, group code, subgroup code, order code, suborder code, species code, subspecies code. So, thanks to coding method, relations are already named, which represent ratio of different area objects classes, and also characteristics of certain

area object class are determined. As a result of the fact, that main qualities of not certain physical objects, but their classes are indicated, such information can be called metainformation in respect of certain area objects, and totality of this metainformation represent area objects ontology, which is the part of geographic information systems knowledge base.

The area objects ontology includes description of the following area objects classes:

- Water objects and hydro technical constructions;
- Settlements;
- Industrial, agricultural, social and cultural objects;
- Road net and road constructions;
- Cover and ground.

The area objects ontology is a classification tree according to hierarchy.

The area objects ontology is a fragment of knowledge base for viewing system class, which is shaped like returnable component and is used in applied geographic information systems design.

The next part of the knowledge base is representation of subject knowledge within the limits of applied system, which is designing, and set of articles, describing certain area objects. Such part of knowledge base we will call "subject" knowledge, in other words, part, where knowledge of subject area are represented.

Formation of "subject" knowledge base is based on evolutionary design principle. This means that this part forms step by step.

CONCLUSION

Suggested method of geographic information systems design according to OSTIS technology let us create applied intelligent systems of this class. What is more, work time contracts because of reusing the following components: area objects ontology, knowledge processing engine and cartographical interface. In common case, designer of applied geographic information system have to form area objects base on specified territory, according to area objects ontology, and form statements in the form of production.