

База знаний интеллектуальной справочной системы по теории графов

Конофальский З.П.; Попцов А.А.; Шункевич Д.В.

Кафедра интеллектуальных информационных технологий, ФИТиУ
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск Республика Беларусь
e-mail: kechak@mail.ru

Аннотация – Эта статья посвящена описанию разработки интеллектуальной справочной системы по теории графов. Рассмотрены базы знаний и интеллектуальный пакет программ по теории графов, которые являются составными частями интеллектуальной справочной системы.

Ключевые слова: теория графов; база знаний; OSTIS; интеллектуальная справочная система.

Одним из ведущих направлений в искусственном интеллекте является разработка систем, основанных на знаниях. Это направление связано с разработкой моделей представления знаний и интеллектуально справочных систем ядром, которых являются базы знаний (ИСС) [1].

ИСС по теории графов проектируется в рамках открытого проекта OSTIS Graph's Theory[5], который осуществляется в соответствии с открытой семантической технологией проектирования интеллектуальных систем OSTIS[2]. В то же время предметная область теории графов имеет большое значение для развития технологии OSTIS в целом, т.к. основной способ представления знаний в данной технологии – семантическая сеть, для обработки которой необходимы теоретико-графовые формализмы и алгоритмы.

Основными компонентами ИСС по теории графов являются:

- база знаний;
- машина обработки базы знаний;
- интеллектуальный пользовательский интерфейс.

Таким образом, прослеживается четкая "горизонтальная" декомпозиция интеллектуальной системы на такие компоненты (подсистемы), которые максимально возможным образом эволюционно не зависят друг от друга [4].

В данной статье рассматриваются такие части ИСС по теории графов как база знаний и **пакета программ по теории графов**. Проектирование базы знаний осуществлялось в соответствии с задачей-ориентированной методологией OSTIS, которая включает в себя следующие этапы:

- создание тестового сборника вопросов;
- классификация тестового сборника вопросов;
- формальная запись ответов на тестовые вопросы;
- выделение понятий и отношений выбранной предметной области;
- формирование онтологии предметной области;
- запись исходных текстов базы знаний на SCn;
- тестирование и верификация базы знаний.

В процессе проектирования базы знаний были выделены следующие ее разделы:

- Понятие и классификация графовых структур, отношения на графовых структурах;
- Деревья и их классификация;
- Маршруты и их классификация;
- Морфизмы графовых структур;

- Транспортная сеть;
- Пометки графовых структур.

Работа по каждому из разделов связана не только с формализацией понятий (относительных и абсолютных), но и с формализацией логических утверждений и алгоритмов из теории графов. Основным литературным источником по теории графов был выбран [3].

Краеугольным понятием базы знаний по теории графов является понятие графовой структуры.

```
графовая структура
= Класс графовых структур
= Множество всевозможных графовых структур
> гиперграф
- Разбиение по признаку ориентированности связей:
  * графовая структура с ориентированными связями
  * графовая структура с неориентированными связями
  * графовая структура смешанной ориентированности
- Разбиение по признаку помеченности компонентов графовой структуры:
  * помеченная графовая структура
  * непомеченная графовая структура
- Отношения, области определения которых строго пересекаются с описываемым множеством:
  * гомоморфная графовая структура*
  * изоморфная графовая структура*
  * графовая подструктура*
  * объединение графовых структур*
  * пересечение графовых структур*
- Определения:
  * Опр (графовая структура)
  * Δ [ множество вершин_и и множество связей_с, где каждый элемент_и входит в графовую структуру_дс с атрибутом вершина_, а каждый элемент_с входит в графовую структуру_дс с атрибутом связь_ ]
  * Использование константы:
    * вершина_
    * связь_
  * Предельная область: Теория Графов в роли понятия 0-го логического уровня.
```

Рис. 1. Описание абсолютного понятия Графовая структура на языке SCn

Это понятие необходимо для определения и классификации многообразия типов графов. На данный момент в базе знаний на основе него определены понятия гиперграфа, псевдографа, мультиграфа и классического графа.

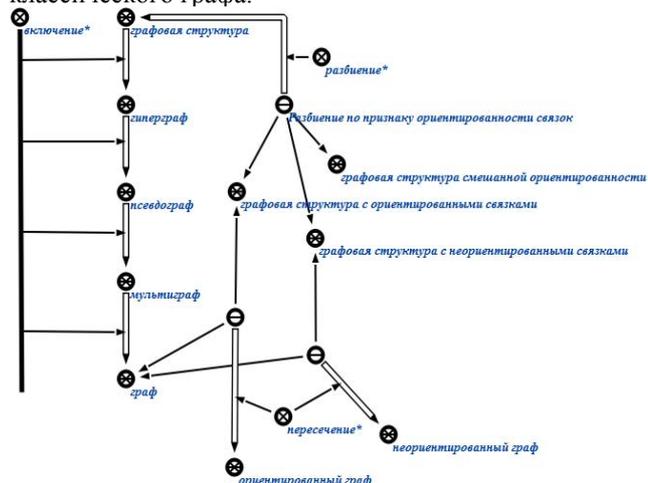


Рис. 2. Иерархия различных типов графовых структур

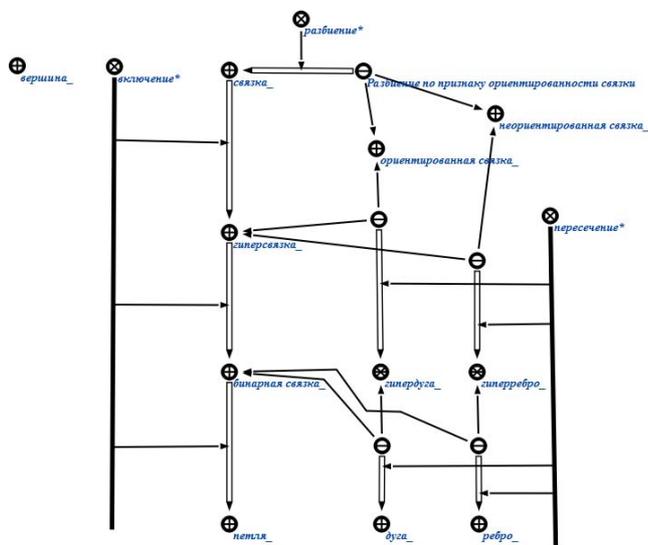


Рис. 3 - Иерархия ролей элементов графовой структуры

В перспективе развития планируется использовать понятие графовая структура для определения графов неклассического вида, в которых ребрами (дугами) могут быть связаны не только вершины, но и другие ребра (дуги).

Отличием предметной области теории графов от других предметных областей является наличие в ней сильной алгоритмической составляющей. Поэтому база знаний по теории графов будет содержать не только декларативные, но и процедурные знания (алгоритмы). Однако с помощью семантической спецификации и специального языка запросов процедурные знания могут быть использованы в декларативной форме, что позволит применять их наряду с продукциями при логическом выводе решения задачи машиной обработки базы знаний.

При разработке процедурной части базы знаний были выделены следующие основные классы теоретико-графовых алгоритмов:

- Определение класса заданной графовой структуры
- Поиск определённых подструктур либо элементов заданной графовой структуры
- Модификация существующей или создание новой графовой структуры

Стоит отметить, что алгоритмы могут быть реализованы как с использованием библиотеки графодинамической ассоциативной памяти (что значительно упростит взаимодействие всей системы и сторонней программы), так и без нее.

При решении конкретной задачи выбор и запуск конкретной программы осуществляется sc-операцией `find_sc_program`, реализованной для этой цели на языке SCP. [2]

Последовательность работы системы в данном случае выглядит следующим образом:

- формулировка вопроса пользователем, другой операцией или машиной обработки базы знаний;
- запуск операции `find_sc_program`;
- попытка на основании множества семантических спецификаций программ выбрать программу,

позволяющую дать ответ на поставленный вопрос;

- в случае отсутствия подходящей программы в явном виде система пытается логически вывести необходимый алгоритм для решения задачи

Таким образом, основным требованием к реализуемым в виде программ процедурным знаниям является наличие спецификации следующего вида:

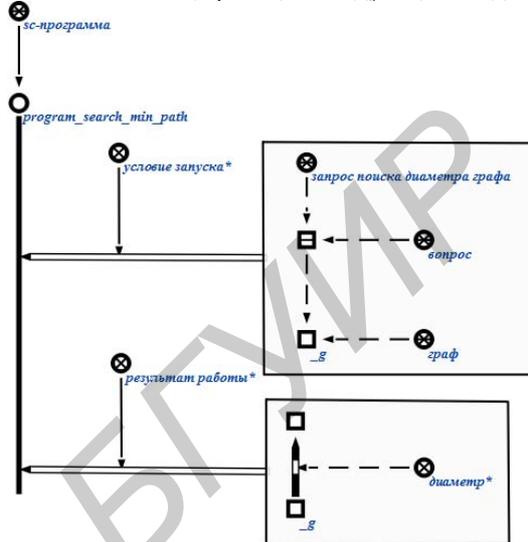


Рис. 4 - Пример семантической спецификации

Так как рассматриваемая база знаний создается по технологии OSTIS, то при ее разработке используются следующие компоненты баз знаний:

- база знаний по теории множеств и отношений;
- база знаний по теории числовых систем и моделей.

Разрабатываемая база знаний по теории графов может быть использована в трех основных направлениях:

- в качестве базы знаний для обучающей системы по теории графов;
- в качестве компонента в любой другой базе знаний;
- в качестве базы знаний интеллектуального решателя теоретико-графовых задач.

Последнее направление использования нами позиционируется как основное.

[1] Гаврилова Т.А., Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. - СПб «Питер», 2001

[2] Проект OSTIS [Электронный ресурс]. Минск, 2011. – Режим доступа: <http://ostis.net/>. – Дата доступа: 10.09.2011

[3] Емеличев. В.А. Лекции по теории графов / Емеличев. В.А., Мельников О.И., Саранов В.И., Тышкевич Р.И. – Наука, 1990

[4] Голенков В.В. Принципы построения массовой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. Голенков В.В. [и др.]; Материалы международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем». – Минск БГУИР, 2011

[5] Проект OSTIS GT [Электронный ресурс]. Минск, 2011. – Режим доступа: <http://ostisgraphstheo.sourceforge.net/>. – Дата доступа: 10.09.2011