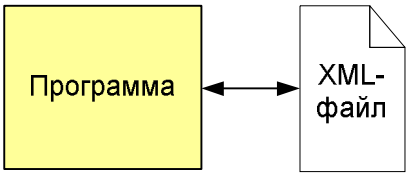
Лабораторная работа №1
Представление данных в формате XML

Содержание

1. Лабораторная работа 1

1.1 Постановка задачи

Разработать программу, обеспечивающую ввод и редактирование информации об объектах в соответствии с заданной предметной областью. Информация об объектах должна храниться в отдельном файле в формате XML.



1.2. Требования к работе

Программа не требует создания пользовательского интерфейса. Тестирование работоспособности программы осуществляется на основе сценариев, демонстрирующих возможности программы.

Сведения обо всех объектах хранятся в единственном файле XML. При запуске программы информация об объектах загружается из файла. По завершению работы с объектами, данные записываются в файл XML. Редактирование данных осуществляется в памяти программы.

Структура XML документа должна проверяться на соответствие заданному описанию DTD или XMLSchema (в соответствии с вариантом задания).

Характеристики автоматизируемых объектов определяются студентом самостоятельно. Обязательной характеристикой объекта является его уникальный идентификатор. Программа должна обеспечивать уникальность идентификатора при выполнении операций добавления и редактирования объектов.

Например, для варианта №1, объект Страна может иметь характеристики:

- *код страны (уникальный идентификатор)*
- *название страны*

а объект Город – характеристики:

- *код города (уникальный идентификатор)*
- *ссылка на страну*
- *название города*
- *количество жителей*
- *признак столицы*

Программа должна поддерживать выполнение следующих операций с данными:

- загрузка информации об объектах из файла
- сохранение информации об объектах в файл
- добавление нового объекта
- изменение параметров существующего объекта
- удаление объекта

- поиск объектов по заданным критериям и вывод информации об объектах

Например, для варианта №1 необходимо реализовать следующие операции:

- *загрузка данных о городах и странах из файла*
- *сохранение данных о городах и странах в файл*
- *добавление новой страны*
- *добавление нового города для заданной страны*
- *удаление города*
- *удаление страны*
- *изменение параметров города и страны*
- *поиск города/страны по уникальному идентификатору*
- *выдача полного списка стран*
- *выдача списка городов, принадлежащих стране с заданным кодом*

Обратите внимание, что во всех вариантах заданий объекты различных категорий находятся в иерархической зависимости. *Например, в варианте №1 у каждой страны может быть несколько городов, при этом один город принадлежит только одной стране.*

Рекомендуемый язык программирования – Java.

1.3. Требования к оформлению отчета

Отчет должен содержать:

- титульный лист
- постановку задачи
- исходный код программы
- описание программы (*описание классов, методов, полей*)
- пример xml-документа, содержащего информацию по заданной предметной области
- описание структуры xml-документа в формате DTD и XMLSchema (*в независимости от реализованного в программе механизма проверки структуры документа, требуется ВКЛЮЧАТЬ В ОТЧЕТ ОБА ОПИСАНИЯ*)

1.4. Варианты заданий

Вариант 1	
Предметная область	Карта мира
Объекты	Страны, Города
Примечание	Карта мира содержит множество *стран*. Для каждой *страны* определено множество *городов*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 2	
Предметная область	Библиотека
Объекты	Авторы, Книги
Примечание	Книги в библиотеке сгруппированы по *авторам*. У каждого *автора* имеется множество *книг*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

Вариант 3	
Предметная область	Отдел кадров
Объекты	Подразделения, Сотрудники
Примечание	Имеется множество *подразделений* предприятия. В каждом *подразделении* работает множество *сотрудников*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 4	
Предметная область	Учебный отдел
Объекты	Группы, Студенты
Примечание	Имеется множество учебных *групп*. Каждая группа включает в себя множество *студентов*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

Вариант 5	
Предметная область	Автосалон
Объекты	Производители автомобилей, Марки
Примечание	*Марки* автомобилей сгруппированы по производителям. У каждого *производителя* имеется множество *марок*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 6	
Предметная область	Агентство новостей
Объекты	Категории новостей, Новости
Примечание	Новости сгруппированы по *категориям*. У каждой *категории* имеется множество *новостей*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

Вариант 7	
Предметная область	Продуктовый магазин
Объекты	Категория продукта, Продукт
Примечание	*Продукты* в магазине сгруппированы по *категориям*. Для каждой *категории* определено множество *продуктов*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 8	
Предметная область	Футбол
Объекты	Команды, Игроки
Примечание	Имеется множество футбольных *команд*. Для каждой *команды* определено множество *игроков*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

Вариант 9	
Предметная область	Музыкальный магазин
Объекты	Исполнители, Альбомы
Примечание	В музыкальном магазине *альбомы* сгруппированы по *исполнителям*. Для каждого *исполнителя* задано множество *альбомов*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 10	
Предметная область	Аэропорт
Объекты	Авиакомпании, Рейсы
Примечание	Имеется множество *авиакомпаний*. Для каждой *авиакомпании* определены ее *рейсы*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

Вариант 11	
Предметная область	Файловая система
Объекты	Папки, Файлы
Примечание	Имеется множество *папок* (независимых друг от друга). Для каждой *папки* определено множество *файлов*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 12	
Предметная область	Расписание занятий
Объекты	Дни недели, Занятия
Примечание	Имеется множество *дней*. Для каждого *дня* определен перечень *занятий*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

Вариант 13	
Предметная область	Записная книжка
Объекты	Календарные дни, Мероприятия
Примечание	Имеется множество *дней*. Для каждого *дня* определен перечень *мероприятий*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 14	
Предметная область	Видеомагазин
Объекты	Жанры, Фильмы
Примечание	Имеется множество *жаров*. Для каждого *жанра* определен перечень *фильмов*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

Вариант 15	
Предметная область	Железная дорога
Объекты	Дороги, Станции
Примечание	Имеется множество *железных дорог*. В ведомстве каждой дороги находится множество *станций*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 16	
Предметная область	Склад
Объекты	Секции, Товары
Примечание	*Товары* на складе сгруппированы по *секциям*. Для каждой *секции* задано множество *товаров*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

Вариант 17	
Предметная область	Кафедра университета
Объекты	Преподаватели, Дисциплины
Примечание	На кафедре имеется множество *преподавателей*. Для каждого *преподавателя* задано множество *дисциплин*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 18	
Предметная область	Программное обеспечение
Объекты	Производители, Программные продукты
Примечание	Программные *продукты* сгруппированы по *производителям*. Для каждого *производителя* задано множество *продуктов*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

Вариант 19	
Предметная область	Геометрия
Объекты	Многоугольники, Вершины
Примечание	Имеется множество *многоугольников*. Каждый *многоугольник* состоит из произвольного числа *вершин*.
Проверка структуры документа XML	DTD

Вариант 20	
Предметная область	Схема метро
Объекты	Линии, Станции
Примечание	Имеется множество *линий* метрополитена. Каждая *линия* состоит из последовательности *станций*.
Проверка структуры документа XML	Схема XML

2. Рекомендации по выполнению работы

2.1. Представление информации об объектах в программе

Для представления информации об автоматизируемых объектах в программе рекомендуется использовать *классы*. В следующем примере мы объявим классы на языке Java, описывающие предметную область в соответствии с вариантом №1.

```
// Класс "Страна"
public class Country
{
    public int    code; // Уникальный код страны
    public String name; // Название страны

    public Country(int inCode, String inName)
    {
        // ... инициализация полей
    }
}
// Класс "Город"
public class City
{
    public int     code;      // Уникальный код города
    public String  name;      // Название города
    public boolean isCapital; // Признак столицы
    public int     count;     // Количество жителей
    public Country country;   // Страна

    public City(int inCode, String inName, boolean inCapital,
                int inCount, Country inCountry)
    {
       // ... инициализация полей
    }
}
```

Для хранения множества объектов удобно использовать динамические массивы. Управление динамическими массивами в Java можно осуществлять при помощи класса java.util.ArrayList:

```
import java.util.ArrayList;
...
// Объявляем массив стран
ArrayList<Country> countries = new ArrayList();
...
// Добавляем объект в массив
Country cntr = new Country(1, "Россия");
countries.add(cntr);
...
// Определяем размер массива
System.out.println(countries.size());
...
// Обращаемся к элементу массива
System.out.println(countries.get(0).name);
```

2.2. Управление объектами

Для управления объектами следует предусмотреть отдельный класс. Данный класс будет содержать массивы объектов и предоставлять методы для редактирования объектов, а также для загрузки и сохранения данных в XML-файл:

```
public class Worldmap
{
    // Массив стран
    private ArrayList<Country> countries;
    // Массив городов
    private ArrayList<City>    cities;

    // Записать данные в файл XML
    public void saveToFile(String filename)
    { //...
    }

    // Прочитать данные из файла XML
    public void loadFromFile(String filename)
    { // ...
    }

    // Добавить новую страну
    public void addCountry(int code, String name)
    {
      // если страны с заданным кодом в массиве countries еще нет -
      //    добавляем новую страну в массив
      // в противном случае генерируем исключение
    }

    // Получить страну с заданным кодом
    public Country getCountry(int code)
    {
      // возвращаем страну с заданным кодом
      // если страны с заданным кодом в массиве countries нет -
      //    генерируем исключение
    }

    // Получить страну с заданным номером
    public Country getCountryInd(int index)
    {
      // возвращаем страну с заданным порядковым номером
      // если номер выходит за границы индексов массива  -
      //    генерируем исключение
    }

    // Получить количество стран
    public int countCountries()
    {
        // возвращаем количество стран
    }
```

```
    // Удалить страну
    public void deleteCountry(int code)
    {
        // Удаляем страну с заданным кодом, а также все города,
        // ссылающиеся на данну страну
        // Если страны с заданным кодом в массиве countries нет -
        // генерируем исключение
    }

    // Добавить новый город для заданной страны
    public void addCity(int code, String name, boolean isCapital,
                int count, int countryCode)
    {
      // если город с заданным кодом code уже есть
      //   - генерируем исключение
      // если страны с заданным кодом countryCode нет
      //   - генерируем исключение
      // в противном случае, добавляем новый город
    }
     ...
     ...
     ...
}
```

2.3. Структура XML-файла

Для хранения информации об автоматизируемых объектах используется один XML-файл. Файл имеет иерархическую структуру, отражающую зависимости между объектами.

Например, для варианта №1, XML-файл может выглядеть следующим образом:

```
<?xml version="1.0" encoding="WINDOWS-1251"?>

<map>
    <country id="1" name="Россия">
        <city id="1" name="Москва" iscap="1" count="11000000"/>
        <city id="2" name="Владивосток" iscap="0" count="850000"/>
        <city id="3" name="Воронеж" iscap="0" count="500000"/>
    </country>
    <country id="2" name="Украина">
        <city id="4" name="Киев" iscap="1" count="3000000"/>
        <city id="5" name="Севастополь" iscap="0" count="400000"/>
    </country>
    <country id="3" name="Белоруссия">
        <city id="6" name="Минск" iscap="1" count="1700000"/>
        <city id="7" name="Витебск" iscap="0" count="350000"/>
    </country>
</map>
```

2.4. Чтение документа XML

Обработка документа XML внутри программы Java может осуществляться при помощи парсеров SAX, DOM, JDOM, а также других стандартных средств. Далее мы посмотрим, как работать с DOM-парсером.

DOM (Document Object Model – объектная модель документа) – используется для древовидного представления информации, хранящейся в документе XML. DOM включает в себя набор интерфейсов, содержащихся в пакете org.w3c.dom, в частности:

- Document – представление документа XML
- Element – элемент XML
- Text – текстовая строка

Перед работой с документом XML, необходимо создать парсер для документа (javax.xml.parsers.DocumentBuilder). Делается это при помощи специальной фабрики паресеров (javax.xml.parsers.DocumentBuilderFactory):

```
DocumentBuilderFactory dbf = null;
DocumentBuilder db = null;
try
{
    dbf = DocumentBuilderFactory.newInstance();
    db = dbf.newDocumentBuilder();
}
catch(ParserConfigurationException e)
{

}
```

После того как парсер создан, можно создавать документ на основе файла xml:

```
Document doc = null;
try
{
    doc = db.parse(new File("d:\\map.xml"));
}
catch (SAXException ex)
{
}
catch (IOException ex)
{
}
```

Чтобы получить корневой элемент документа используется метод getDocumentElement:

```
Element root = doc.getDocumentElement();
```

Для получения названия элемента используется метод getTagName.

Для получения дочерних элементов, содержащихся внутри данного элемента, можно использовать метод getElementsByTagName. Данный метод возвращает коллекцию элементов с заданным именем.

Для получения значения атрибута используется метод элемента getAttribute.

Для получения текста, содержащегося внутри элемента (и всех его дочерних элементов) используется метод getTextContent.

В следующем примере мы пройдем по xml-документу, представленному в предыдущем разделе, и выведем на экран информацию об объектах, описанных в документе.

```
// Получаем корневой элемент
Element root = doc.getDocumentElement();
if (root.getTagName().equals("map"))
{
    // Получаем коллекцию стран
    NodeList listCountries = root.getElementsByTagName("country");
    // Проходим по странам
    for (int i=0; i<listCountries.getLength(); i++)
    {
        // Получаем текущую срану
        Element country = (Element)listCountries.item(i);
        String countryCode = country.getAttribute("id");
        String countryName = country.getAttribute("name");
        System.out.println(countryCode + " " +countryName + ":");
        // Получаем коллекцию городов для страны
        NodeList listCities = country.getElementsByTagName("city");
        // Проходим по городам
        for (int j=0; j<listCities.getLength(); j++)
        {
            // Получаем текущий город
            Element city = (Element)listCities.item(j);
            String cityName = city.getAttribute("name");
            System.out.println("        " +cityName);
        }
    }
}
```

Результат работы данного примера будет выглядеть вот так:

```
1 Россия:
        Москва
        Владивосток
        Воронеж
2 Украина:
        Киев
        Севастополь
3 Белоруссия:
        Минск
        Витебск
```

Импорты, которые могут потребоваться для работы с XML:

```
import javax.xml.parsers.DocumentBuilderFactory;
import javax.xml.parsers.DocumentBuilder;
import javax.xml.parsers.ParserConfigurationException;
import org.w3c.dom.Document;
import org.w3c.dom.Element;
```

```
import org.w3c.dom.NodeList;
import org.xml.sax.SAXException;
import java.io.*;
```

2.5. Валидация документа по DTD

Валидация документа XML – проверка корректности структуры документа XML. Валидация может осуществляться на основе описания DTD или схемы XML.

Для валидации документа XML по описанию DTD следует настроить соответствующим образом фабрику парсеров и парсер.

Для фабрики парсеров следует при помощи метода setValidating включить проверку структуры документа:

```
dbf = DocumentBuilderFactory.newInstance();
dbf.setValidating(true);
```

Для парсера следует разработать специальный обработчик ошибок, поддерживающий интерфейс *org.xml.sax.ErrorHandler*. Данный обработчик определяет действия, которые будут производиться парсером при возникновении ошибок в документе.

Ниже приводится пример простого обработчика, выводящего в консоль сообщения об ошибках в документе XML:

```
class SimpleErrorHandler implements ErrorHandler {
    // метод для обработки предупреждений
    public void warning(SAXParseException e) throws SAXException {
        System.out.println("Строка " +e.getLineNumber() + ":");
        System.out.println(e.getMessage());
    }
    // метод для обработки ошибок
    public void error(SAXParseException e) throws SAXException {
        System.out.println("Строка " +e.getLineNumber() + ":");
        System.out.println(e.getMessage());
    }
    // метод для обработки критических ошибок
    public void fatalError(SAXParseException e) throws SAXException {
        System.out.println("Строка " +e.getLineNumber() + ":");
        System.out.println(e.getMessage());
    }
}
```

Перед вызовом метода parse, следует создать экземпляр обработчика и зарегистрировать его в парсере:

```
    db = dbf.newDocumentBuilder();
    db.setErrorHandler(new SimpleErrorHandler());
    ...
    Document doc = db.parse(new File(...));
```

Следует отметить, что ссылка на требуемое описание DTD должна размещаться внутри документа XML:

```
<?xml version="1.0" encoding="WINDOWS-1251"?>
<!DOCTYPE map SYSTEM "map.dtd">
<map> ... </map>
```

2.6. Валидация документа по схеме XML

Один из распространенных способов валидации документа по схеме XML – использование средств *javax.xml.validation*.

Для валидации документа следует создать объект *схема* класса javax.xml.validation.Schema на основе требуемой схемы XML и использовать этот объект в фабрике парсеров.

Схема создается внутри фабрики схем *javax.xml.validation.SchemaFactory*:

```
// Создаю фабрику схем
SchemaFactory sf =
   SchemaFactory.newInstance(XMLConstants.W3C_XML_SCHEMA_NS_URI);
// Создаю схему из xsd файла
Schema s = sf.newSchema(new File("map.xsd"));
```

Привязка схемы к фабрике парсеров осуществляется при помощи метода setSchema:

```
// Создаю фабрику парсеров
dbf = DocumentBuilderFactory.newInstance();
dbf.setValidating(false);
// Привязываю схему к фабрике парсеров
dbf.setSchema(s);
```

Для парсера следует разработать специальный обработчик ошибок, поддерживающий интерфейс *org.xml.sax.ErrorHandler*. Данный обработчик определяет действия, которые будут производиться парсером при возникновении ошибок в документе:

```
class SimpleErrorHandler implements ErrorHandler {
    public void warning(SAXParseException e) throws SAXException {
        System.out.println(e.getMessage());
    }

    public void error(SAXParseException e) throws SAXException {
        System.out.println(e.getMessage());
    }

    public void fatalError(SAXParseException e) throws SAXException {
        System.out.println(e.getMessage());
    }
}
```

Перед вызовом метода parse, следует создать экземпляр обработчика и зарегистрировать его в парсере:

```
db = dbf.newDocumentBuilder();
db.setErrorHandler(new SimpleErrorHandler());
...
Document doc = db.parse(new File(...));
```

2.7. Формирование документа XML

Теперь посмотрим, как сформировать документ XML на основе имеющихся данных с использованием дерева DOM.

```
DocumentBuilderFactory dbf = null;
DocumentBuilder db = null;
Document doc = null;
dbf = DocumentBuilderFactory.newInstance();
db = dbf.newDocumentBuilder();
// Создаем "чистый" документ XML
doc = db.newDocument();

// Создаем корневой элемент
Element root = doc.createElement("map");
doc.appendChild(root);

// Создаем объект "страна"
Element country1 = doc.createElement("country");
country1.setAttribute("id", "1");
country1.setAttribute("name", "Россия");
root.appendChild(country1);

// Создаем еще один объект "страна"
Element country2 = doc.createElement("country");
country2.setAttribute("id", "2");
country2.setAttribute("name", "Украина");
root.appendChild(country2);

// Создаем объекты "города"
Element city1 = doc.createElement("city");
city1.setAttribute("id", "1");
city1.setAttribute("name", "Москва");
city1.setAttribute("count", "11000000");
city1.setAttribute("iscap", "1");
country1.appendChild(city1);

Element city2 = doc.createElement("city");
city2.setAttribute("id", "5");
city2.setAttribute("name", "Севастополь");
city2.setAttribute("count", "400000");
city2.setAttribute("iscap", "0");
country2.appendChild(city2);

...
...
```

Чтобы сохранить полученное дерево в файл, можно использовать Transformation API для XML (пакет javax.xml.transform):

```
Source domSource = new DOMSource(doc);
Result fileResult = new StreamResult(new File("d:\\map2.xml"));
TransformerFactory factory = TransformerFactory.newInstance();
```

```
Transformer transformer = factory.newTransformer();
transformer.setOutputProperty(OutputKeys.ENCODING,"WINDOWS-1251");
transformer.transform(domSource, fileResult);
```

Для этого понадобятся следующие дополнительные импорты:

```
import javax.xml.transform.OutputKeys;
import javax.xml.transform.Result;
import javax.xml.transform.Source;
import javax.xml.transform.Transformer;
import javax.xml.transform.TransformerFactory;
import javax.xml.transform.dom.DOMSource;
import javax.xml.transform.stream.StreamResult;
```

3. Вопросы для самостоятельного изучения

- Язык XML
- Спецификация XML Schema
- Язык описания схем DTD