

Интеллектуальные информационные системы (ИИС)

Лекция 5

Фреймы. Фреймы как модель представления знаний

Фрейм

Фрейм (англ. frame — каркас или рамка) предложен М.Минским в 70-е гг. как структура знаний для восприятия пространственных сцен. Фрейм (дословно — «рамка») — структура данных, используемая для разделения знаний на подструктуры путем представления «стереотипных(шаблонных) ситуация» и хранимая в виде онтологии соответствующего множества.

Фрейм - это минимально возможное описание сущности какого-либо явления, события, ситуации, процесса или объекта.

Типы фреймов

С точки зрения реализации:

- фрейм-прототип (фрейм-класс);
- фрейм-экземпляр(конкретная переменная, реализующая фрейм);

С точки зрения роли в задаче:

- фрейм-структура(контейнер объектов и определений);
- фреймы-сценарий (конкретный сценарий действия);
- фреймы-роль (конкретная);
- фрейм-ситуация (определяет состояние).

В общем случае фрейм – это структура данных, предназначенная для представления некоторой стандартной ситуации. С каждым фреймом связана разнообразная информация, как представленная явно, так и процедурная. Таким образом фрейм содержит информационные и процедурные элементы, обеспечивающие преобразование информации и связь с другими фреймами.

В случае возникновения конкретной ситуации, например, необходимости совершить роботом, управляемым ЭВМ, определённое действие, воспринять с помощью сенсоров, связанных с ЭВМ, какой-то зрительный образ и т.д., из памяти ЭВМ должен быть выбран фрейм, соответствующий данному классу ситуаций и согласован с рассматриваемой конкретной ситуацией из этого класса путем конкретизации данных, необходимых для заполнения фрейма.

Слот

Важным понятием при разговоре об организации фрейма является слот.

Слот – это незаполненный участок во фрейме. Слот означается при обращении ко фрейму. С каждым слотом связаны условия, при которых становится возможным означивание.

Значения слотов могут быть разных типов (логическое, числовое, текст, изображение и т.п.) и могут быть получены из различных источников.

Мы рассматривали семантическую сеть как граф с помеченными вершинами и дугами, с этой точки зрения фрейм – это выделенный (помеченный) подграф такой сети. Фреймы следовательно также можно объединять в сети.

Представление фрейма

Любой фрейм может быть представлен следующим образом:

(ИМЯ ФРЕЙМА:

(имя 1-го слота: значение 1-го слота),

(имя 2-го слота: значение 2-го слота),

.....

(имя N-го слота: значение N-го слота)

).

Пример организации фрейма

В качестве примера рассмотрим фрейм для понятия «взятие»:

«Взятие»:

(Субъект, X1);

(Объект, X2);

(Место, X3);

(Время, X4);

(Условие, X5).

В этом фрейме указаны имена слотов (субъект, объект и т.д.), но вместо их значений стоят переменные (X1, X2 и т.д.). Такой фрейм называется фреймом-прототипом, или протофреймом. Мы видим, что понятие «взять» связано с наличием слотов с указанными именами. Взятие осуществляет X1 в месте X3 во время X4, если выполнено условие X5. Берет X1 нечто, обозначенное как X2.

Подставляя вместо всех переменных конкретные значения, получим *конкретный* факт-описание:

«Взятие»:

(Субъект, Робот);

(Объект, Деталь);

(Место, Приемный бункер);

(Время, X4);

(Условие, В бункере есть деталь, а у робота ее нет).

Слот "АКО"

Слот "АКО" (также известный как "Is-A" или "Is-A Kind Of") в фреймовых моделях используется для определения отношений между объектами и их более общими категориями или классами. Этот слот позволяет описать, что объект является членом определенной категории или класса.

Например, в фреймовой модели, описывающей животных, слот "АКО" может быть использован для указания, что конкретное животное является определенным видом животных или принадлежит к определенной категории. Например, у нас есть фрейм "Собака", и мы можем использовать слот "АКО" для указания, что "Собака" является "Млекопитающим", что означает, что собака является членом класса млекопитающих.

Языки для создания фреймов

Существуют специальные языки представления знаний в сетях фреймов FRL (Frame Representation Language) и другие позволяют эффективно строить промышленные Экспертные Системы. Широко известны такие фрейм-ориентированные экспертные системы, как ANALYST, МОДИС.

Построенная на одном из таких языков информационно-поисковая сеть может делать выводы на основе условий, описывающих некую начальную ситуацию, отвечать на запросы, в том числе и делать прогнозы относительно развития текущей ситуации.

Пример в python

```
class AnimalFrame:
    def __init__(self, name, species, legs, food):
        self.name = name
        self.species = species
        self.legs = legs
        self.food = food

    def __str__(self):
        return f"Имя: {self.name}\nВид: {self.species}\nКоличество ног: {self.legs}\nПища: {self.food}"

# Создаем экземпляры фреймов (животных)
dog = AnimalFrame("Собака", "Млекопитающее", 4, "Мясо")
cat = AnimalFrame("Кошка", "Млекопитающее", 4, "Мясо и рыба")

# Выводим информацию о животных
print("Собака:")
print(dog)
print("\nКошка:")
print(cat)
```

Достоинства и недостатки

Достоинства:

- описывает не просто взаимосвязь конкретных элементов, а полное структурное (образное или абстрактное) описание каждого отдельного элемента с учетом всех его свойств и возможностей (процедур);
- четко определенная структура наследования;
- достаточная основа для программной реализации;
- достоинства от семантической сетей

Недостатки:

- сложность реализации структуры и взаимодействия;
- возможные проблемы наследования и неразрешенные вопросы полиморфизма.

Применение фреймов.

Анализ естественно – языковых текстов. Требуется по исходным данным – связному тексту – получить структуру, описывающую ситуацию.

Порождение текста по структуре (фрейму). Пример создания связного текста – генерация сказок, стихотворных произведений.

Использование в информационно-поисковых системах для ответов на запросы.

Машинное обучение на структурах. В случае, когда программа машинного обучения работает со структурными данными, преимущество – в лёгкости сравнения, добавления и удаления как вершин, так и дуг графа.

Представление знаний о Предметной области для экспертных систем и систем поддержки принятия решений.

Табличное представление фрейма

При табличном представлении фрейма кроме уже описанных составляющих фрейма указываются и дополнительные параметры. Способ получения значения определяет, как именно устанавливается значение конкретного слота. Существует несколько способов выбор способа зависит от свойств самих данных.

Таблица – Способы получения значений слотов

Способ	Описание
По умолчанию от прототипа (родителя)	Слоту присваивается значение, определенное по умолчанию во фрейме-прототипе, некоторые стандартные значения.
Через наследование	Отличается от первого способа тем, что значение задано в специальном слоте родительского фрейма, соединенного с текущим связью АКО.
По формуле	Слоту назначается формула, результат вычисления которой является значением слота.
Через присоединенную процедуру	Слоту назначается процедура, позволяющая получить значение слота алгоритмически.
Из внешних источников данных	При использовании модели в интеллектуальных системах данные, являющиеся значениями слотов, могут поступать из баз данных, от системы датчиков, от пользователя.

В теории фреймов допускается, чтобы к слотам присоединялись различные специальные процедуры. Для этого используются так называемые демоны. Демоном (таблица справа) называется процедура, автоматически запускаемая при выполнении некоторого условия (события) при обращении к соответствующему слоту. Демонов может быть несколько. Наиболее похож механизм присоединенных процедур к триггерам в реляционных базах данных.

Таблица «Наиболее распространенные демоны»

Демон	Событие	Описание
IF-REMOVED	если удалено	Выполняется, когда информация удаляется из слота.
IF-ADDED	если добавлено	Выполняется, когда новая информация записывается в слот.
IF-NEEDED	по требованию	Выполняется, когда запрашивается информация из пустого слота.
IF-DEFAULT	по умолчанию	Выполняется, когда устанавливается значение по умолчанию.

Существует несколько видов фреймов, которые позволяют описать предметную область и решаемую задачу. В таблице представлены наиболее распространенные типы фреймов, указаны типы знаний, которые они отображают, а также примеры фреймов данного типа из различных предметных областей.

Таблица «Типы фреймов»

Тип фрейма	Тип знания	Описание	Пример
<i>По познавательному назначению</i>			
Фреймы-прототипы (шаблоны, образцы)	интенциональные	отражают знания об абстрактных стереотипных понятиях, которые являются классами каких-то конкретных объектов	человек, автомобиль
Фреймы-экземпляры (примеры)	экстенциональные	отражают знания о конкретных фактах предметной области	Иванов И.И., ВАЗ-2110
<i>По функциональному назначению</i>			
Фреймы-структуры (объекты)	декларативные	отображают абстрактные и конкретные предметы и понятия предметной области (содержат набор характеристик, описывающий объект или понятие)	заем, залог, вексель, человек, лекция
Фреймы-операции	процедурные	отображают различные процессы преобразования или использования объектов предметной области (содержат набор характеристик процесса)	процессы получения заёма, синтеза устройств
Фреймы-ситуации	прагматические	отображают типичные ситуации, в которых могут находиться фреймы объекты и фреймы роли (содержат набор характеристик, идентифицирующих ситуацию)	авария, тревога, рабочий режим устройства
Фреймы-сценарии	Технологические	отображают развитие ситуации, типовую структуру для некоторого действия, понятия, события, отображает динамику (содержат набор характеристик, позволяющих обеспечить развитие системы по данному сценарию)	банкротство, празднование именин, сдача экзамена
Фреймы-роли	функциональные	отображают типичную роль, выполняемую фреймом-объектом в определенной ситуации (содержат набор характеристик роли)	менеджер, кассир, клиент, студент, преподаватель

Пример

Построить фреймовую модель представления знаний в предметной области «Ресторан» (посещение ресторана). Пошагово опишем процесс.

1) Определить абстрактные объекты и понятия предметной области, необходимые для решения поставленной задачи. Оформить их в виде вершин.

2) Задать свойства для выделенных вершин, оформив их в виде вершин, связанных с исходными вершинами атрибутивными отношениями.

3) Задать связи между этими вершинами, используя функциональные, пространственные, количественные, логические, временные, атрибутивные отношения, а также отношения типа «являться наследником» и «являться частью».

4) Добавить конкретные объекты и понятия, описывающие решаемую задачу.

Оформить их в виде вершин, связанных с уже существующими отношениями типа «являться экземпляром», «есть».

5) Проверить правильность установленных отношений (вершины и само отношение при правильном построении образуют предложение, например «Двигатель является частью автомобиля»).

Шаг 1

Ключевые понятия данной предметной области – ресторан, тот, кто посещает ресторан (клиент) и те, кто его обслуживают (повара, метрдотели, официанты, для простоты ограничимся только официантами). У обслуживающего персонала и клиентов есть общие характеристики, поэтому целесообразно выделить общее абстрактное понятие – человек. Тогда фреймы «Ресторан» и «Человек» являются прототипами-образцами, а фреймы «Официант» и «Клиент» - прототипами-ролями. Также нужно определить основные слоты фреймов – характеристики, имеющие значения для решаемой задачи.

ЧЕЛОВЕК			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
пол	Мужской или	из внешних источников	
возраст	От 0 до 120 лет	из внешних источников	

РЕСТОРАН			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
Название		из внешних источников	
Адрес		из внешних источников	
Часы работы		из внешних источников	
Специализация		из внешних источников	

Фреймы-наследники содержат все слоты своих родителей, они явно прописываются только в случае изменения какого-либо параметра.

ОФИЦИАНТ (АКО ЧЕЛОВЕК)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
возраст	От 18 до 55 лет	из внешних источников	
стаж работы		из внешних источников	
зарплата		из внешних источников	
график работы		из внешних источников	
место работы	Фрейм-объект	из внешних источников	

КЛИЕНТ (АКО ЧЕЛОВЕК)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
Вид оплаты	Наличные или карточка	По умолчанию (наличные)	
Статус	Обычный или Vip	По умолчанию (обычный)	
Форма заказа	Заказ есть или нет	По умолчанию (заказа нет)	
Чаевые		Из внешних источников	

Шаг 2

Фреймы-образцы описывают конкретную ситуацию: какие рестораны имеются в городе, как именно организовывается посещение, кто является посетителем, кто работает в выбранном ресторане и т.д. Поэтому определим следующие фреймы-образцы, являющиеся наследниками фреймов-прототипов.

КАФЕ-РЕСТОРАН "ВКУСНЯТИНА" (АКО РЕСТОРАН)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
Название	Вкуснятина	из внешних источников	
Адрес	г. Ульяновск, улица Минаева, 15	из внешних источников	
Часы работы	9:00-00:00	из внешних источников	
Специализация	Пиццерия	из внешних источников	
Класс	Средний или высший	из внешних источников	

КАФЕ "ВКУСНАЯ ЕДА" (АКО РЕСТОРАН)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
Название	Вкусная еда	из внешних источников	
Адрес	г. Ульяновск, улица Карла Маркса, 5	из внешних источников	
Часы работы	9:00-00:00	из внешних источников	
Специализация	Паб	из внешних источников	
Класс	Средний	из внешних источников	

МАРИНА (АКО ОФИЦИАНТ)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
возраст	24	из внешних источников	
Пол	женский	из внешних источников	
стаж работы	2	из внешних источников	
зарплата	8 200	из внешних источников	
график работы	Каждый день с 9:00 до 14:00	из внешних источников	
место работы	КАФЕ-РЕСТОРАН "ВКУСНЯТИНА"	из внешних источников	

ПЁТР (АКО КЛИЕНТ)			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
пол	мужской	из внешних источников	
возраст	19	из внешних источников	
Вид оплаты	Наличные	По умолчанию (наличные)	
Статус	Обычный	По умолчанию (обычный)	
Форма заказа	Заказа нет	По умолчанию (заказа нет)	
Чаевые	7 % от суммы заказа	Из внешних источников	

Шаг 3

Фреймы-ситуации описывают возможные ситуации. В ресторане клиент попадает в несколько типичных ситуаций, заказ и оплата. Возможны и другие не типичные ситуации, клиент подавился, у клиент нет денег и т.д. Рассмотрим типичные ситуации.

ЗАКАЗ			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
Перечень блюд		из внешних источников	IF-ADDED (изменяет слот «Перечень цен»)
Перечень цен		Присоединенная процедура	IF-ADDED (изменяет слот «Сумма заказчик»)
Сумма заказа		Присоединенная	
Принял заказ	Фрейм-образец	из внешнего источника	
Сделал заказ	Фрейм-образец	из внешнего источника	

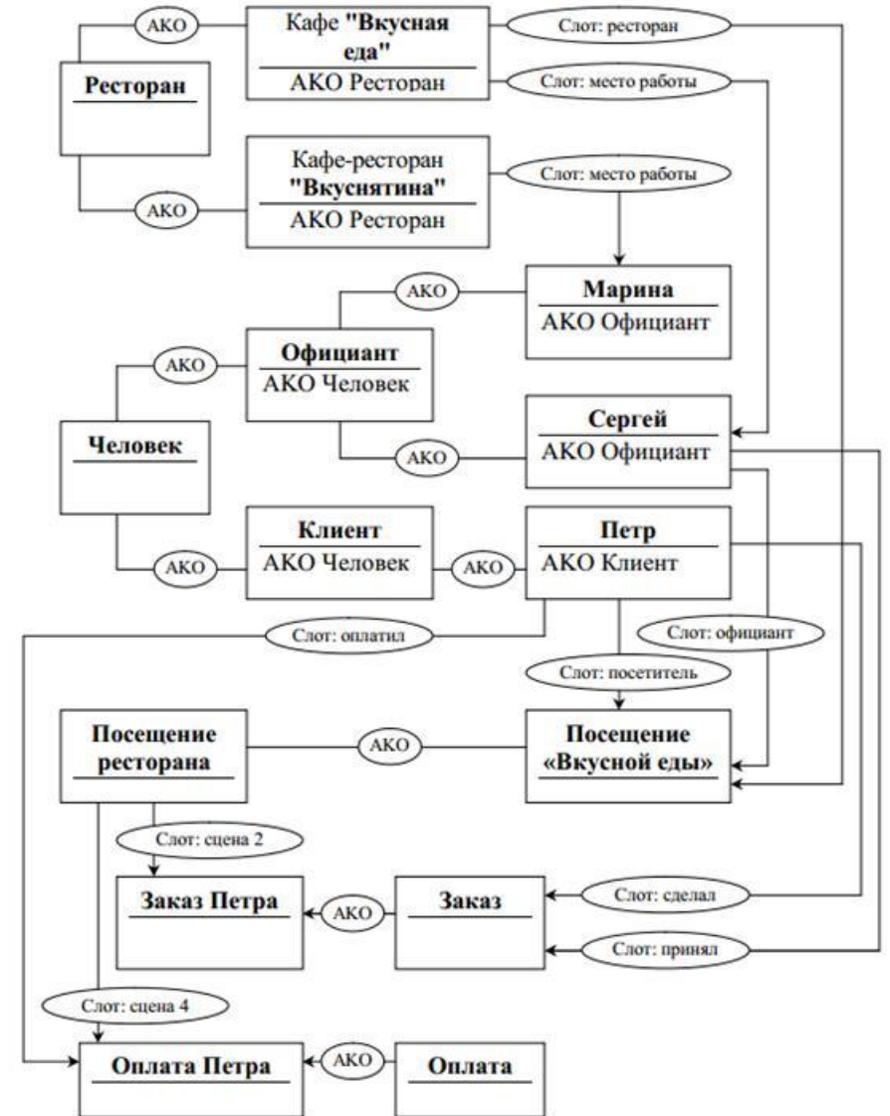
Шаг 4

Ситуации возникают после наступления каких-то событий, выполнения условий и могут следовать одна за другой. Динамику предметной области можно отобразить в фреймах-сценариях. Их может быть множество, опишем наиболее общий и типичный сценарий посещения ресторана

ПОСЕЩЕНИЕ РЕСТОРАНА			
Имя слота	Значение слота	Способ получения значения	Демон
Посетитель	Фрейм-объект	из внешних источников	
Ресторан	Фрейм-объект	из внешних источников	IF-ADDED, IF-REMOVED (изменяют слот «Официант»)
Официант	Фрейм-объект	присоединенная процедура (определяет по выбранному ресторану)	
Сцена 1	Вход, выбор	из внешних источников	
Сцена 2	Заказ	из внешних источников	
Сцена 3	Еда	из внешних источников	
Сцена 4	Оплата	из внешних источников	
Сцена 5	Выход	из внешних источников	

Шаг 5

Использование фреймовой модели аналогично семантической, только в процессе получения ответа кроме вершин учитываются и слоты. Например, получить ответ на вопрос «Кто работает официантом в ресторане “Вкусная еда”?» можно следующим образом: из запроса понятно, что необходимо найти фрейм «Ресторан “Вкусная еда”» и проследить связь с фреймом «Сергей», являющимся наследником фрейма «Официант». Также можно найти слот «Место работы» и проверив его значение во фреймах наследниках фрейма «Официант» определить, что официантом в ресторане “Вкусная еда” работает Сергей.



Соответствие фреймов с ООП и РБД

Фреймовая модель	ООП	РБД
Фрейм-образец	Класс	Отношение/таблица
Фрейм-экземпляр	Экземпляр класса (объект)	Кортеж/Запись
Слот (терминал)	Атрибут	Атрибут/поле
Процедура-демон	Свойство	-
Процедура-слуга	Метод	-
Слот «АКО»	наследование	-

Заключение

Фреймовые модели используются в искусственном интеллекте и информационных системах для структурирования и организации знаний.

Фреймы позволяют описывать не только взаимосвязи, но и их структуру.