

## ЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ И ВЫВОДА В ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ

Григорьев А.В.

Кафедра ПМИИ, ДонГТУ  
grigorie@r5.dgtu.donetsk.ua

Каспаров А. А.

ВЦ, ДонГТУ  
grigorie@r5.dgtu.donetsk.ua

### Abstract

*Grigoriev A.V., Kasparov A.A., Logical systems of presentation of knowledge and conclusion in machine intelligence. In the proposed article are considered logical systems, used in the machine intelligence. Conducted their review and analysis.*

### Введение

Логические системы, применяемые в искусственном интеллекте, как правило, состоят из языка, формальной семантики и системы вывода [1]. Логические языки в данном случае являются опорой для выражения знаний, которые также представлены декларативно в виде логических выражений. Система вывода в логической системе определяется, как аппарат обеспечивающий операции доказательства общезначимости или выполнимости логических утверждений.

Перечислим возможности применения логических систем для решения задач искусственного интеллекта (ИИ) требующих представления знаний и вывода:

- Логику можно прямо или в комбинации с альтернативными представлениями знаний использовать для представления знаний и рассуждений;
- Логику можно интерпретировать как формализм ссылок, полезных на различных уровнях в определении других эффективных методов представления (сетевой, объектный метод). Переписыванием языков и законов в логический формализм можно уточнить семантику этих методов [1];
- Логика определяет принципы и законы, которые незаменимы при решении многих проблем;
- Логика может рассматриваться как метод подтверждения рассуждений и семантического анализа представленных знаний.

Так как конечной целью использования логической системы является представление знаний, то основным критерием адекватности используемого логического языка является его выразительность.

Целью предлагаемой работы является обзор и анализ основных логических систем, используемых при решении различных задач искусственного интеллекта.

### 1. Наиболее часто используемые логики для решения задач ИИ

На рис. 1 представлены наиболее часто используемые логики для решения задач ИИ, показана их взаимосвязь и классификация. Логики делятся на два больших класса – классические и неклассические. Последние

разработаны из-за непригодности формализма первых для моделирования и решения целого ряда проблем.

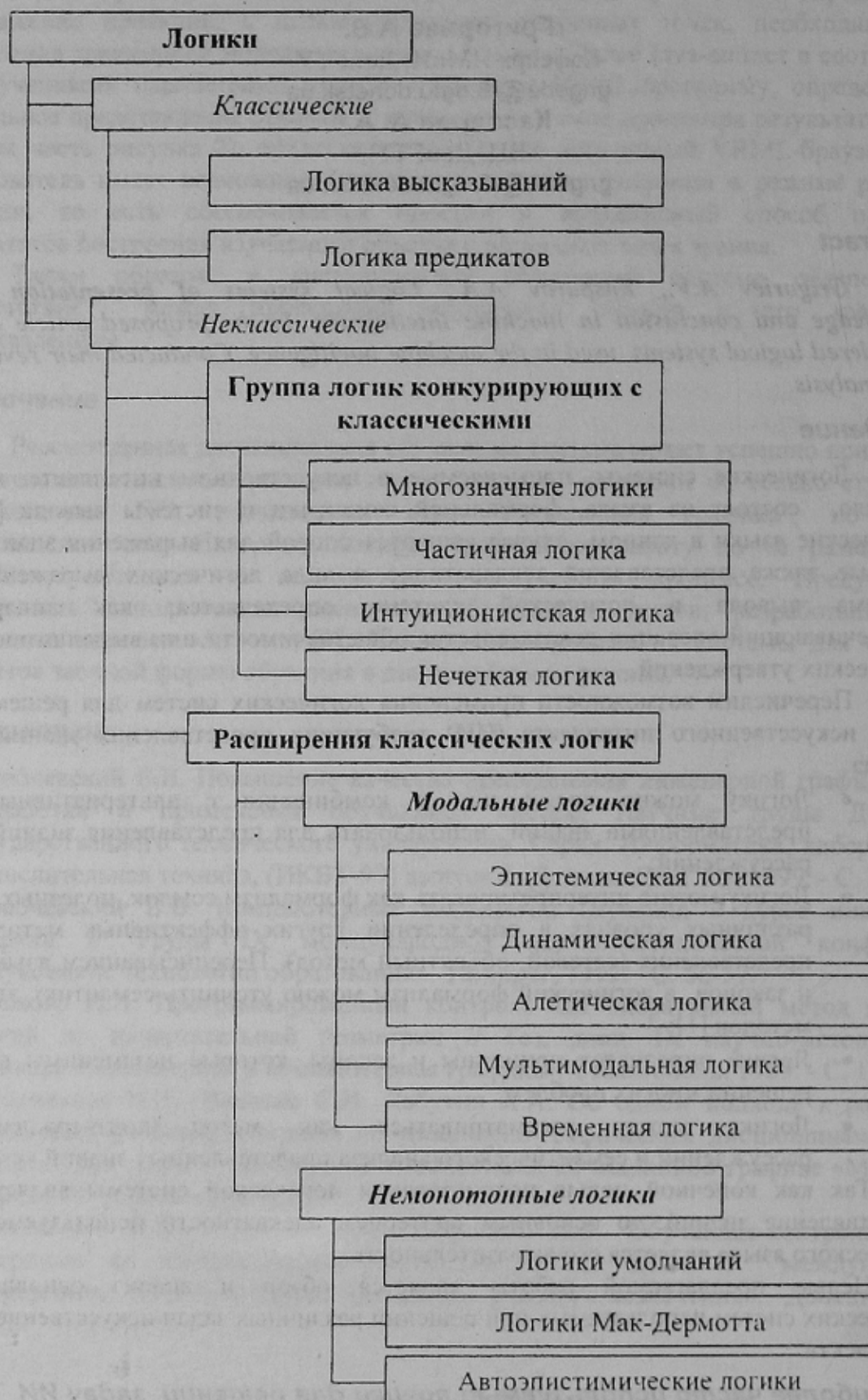


Рисунок 1 - Логика, наиболее часто используемые в области ИИ



Выделяют две группы неклассических логик. К первой из них относят логики, которые конкурируют с классическими логиками. Ко второй группе логики, являющиеся расширениями классических логик.

## 2. Модальные логики

Полный список логик и их семантика рассмотрены в [1, 2, 6, 7, 8].

В языке модальной логики используются два дополнительных символа:  $\Box$  - модальный оператор общности и  $\Diamond$  - модальный оператор существования, которые действуют на формулы логики высказываний или логики предикатов, изменяя их смысл. На операторы  $\Box$  и  $\Diamond$  соотносятся как:

$$\Diamond A =_{def} \neg \Box \neg A. \tag{2.1}$$

Трактовка данных операторов приведена в таблице 1. Модальности всех указанных типов изучаются нередко одинаковыми методами, то есть при построении абстрактных семантик зачастую отвлекаются от их конкретной интерпретации.

Таблица 1 – Словесное выражение модальных операторов

Логика	Трактовка модальных операторов		
	$\Box$	$\Diamond$	$\neg \Box$
Алетическая	Необходимо	Возможно	Невозможно
Деонтическая	Должно	Разрешено	Запрещено
Аксиологическая	Хорошо	Нейтрально	Плохо
Эпистемическая	Знание	Полагание	Незнание
Динамическая	Истинность при любом выполнении программы	Истинность хотя бы при одном выполнении программы	Неистинно при любом выполнении программы
Временная	Прошлое	Настоящее	Будущее
Пространственная	Здесь	Там	Нигде

Языки, содержащие большой набор модальных операторов, называются мультимодальными. При этом используется совокупность символов  $\{[i] \mid i \in I\}$ , сопоставляя каждый элемент логики оператору общности. Оператор существования обозначается как  $\langle i \rangle$ . Мультимодальные языки особенно применимы в случае, когда знания имеют пространственно-временные характеристики.

Аксиоматическая система для нормальной модальной логики состоит из трех элементов:

- Аксиоматическая система логики высказываний;
- Схема аксиом К:  $\Box(A \rightarrow B) \rightarrow (\Box A \rightarrow \Box B)$ ;
- Модальное правило вывода необходимости.

Классическими обозначениями для некоторых схем являются:

- D:  $\Box A \rightarrow \Diamond A$ ;
- 4:  $\Box A \rightarrow \Box \Box A$ ;
- B:  $A \rightarrow \Box \Diamond A$ ;
- 5:  $\Diamond A \rightarrow \Box \Diamond A$ ;
- L:  $\Box((A \wedge \Box A) \vee \Box((B \wedge \Box B) \rightarrow A))$ ;
- W:  $\Box(\Box A \rightarrow A) \rightarrow \Box A$ .

Наиболее используемые логики КТ, S4: КТ4 и S5: КТ45.

### 3. Псевдофизические логики

Особое место среди логик используемых для представления знаний занимают логики отношений, получившие название псевдофизических, которые являются одним из классов дедуктивных систем. Особенность их состоит в использовании в правилах вывода конкретных знаний о свойствах отношений внутри предметных областей. Псевдофизические логики в качестве своих аксиом содержат некоторые утверждения, вытекающие из восприятия мира человеком, они должны быть основаны результатами соответствующих психологических экспериментов.

Псевдофизические логики являются логиками отношений. Именно отношения выполняют в них роль переменных. В зависимости от типов используемых отношений идет классификация псевдофизических логик. Например, логика времени изучает связь временных отношений, логика пространства – пространственных, логика действий – отношения типа субъект-действие или действие-место, казуальная логика – взаимосвязь отношений типа причина–следствие, частотная логика – отношение типа повторяемость–частота. Объекты, связанные данными отношениями, выступают в этих логиках лишь в качестве неизменной части описаний.

При использовании данных логик активно используется шкалирование знаний – задание отношений между фактами при проецировании их на шкалы. Не только факты располагаются на шкалах, но и сам вывод (конструкция продукционных правил) должен учитывать упорядоченность, присущую рассуждениям в рамках псевдофизических логик.

Система псевдофизических логик характеризуется связями, существующими между отдельными логиками [4]. Данные связи приведены на рисунке 2.

При построении псевдофизических логик следует учитывать три типа задач, для решения которых они предназначены:

- пополнение поступающих в память системы описаний ситуаций с помощью тех знаний, которые уже хранятся в системе об объекте управления, предыстории управления и законов управления объектом;
- проверка достоверности поступающего описания ситуации, выявление противоречий в этом описании и совместимости его с той информацией, которая уже хранится в системе;
- участие в формировании решений по управлению и проверке возможностей реализации выбранного управляющего воздействия.





Рисунок 2-Система псевдофизических логик

#### 4. Немонотонные логики

Логика является монотонной, если во время работы интеллектуальной системы факты занесенные в рабочую память не изменяются. Соответственно, при немонотонном выводе аксиоматика логической системы может изменяться. Немонотонные логики применяются для тех проблемных областей, где наши знания о причинах и следствиях не полны и уточняются в процессе накопления знаний о проблемной области на положительных и отрицательных примерах [3].

Немонотонные логики имеют системы вывода для моделирования модифицируемых, а значит необщезначимых в классическом смысле, рассуждений. Семантически это сводится к выводу выполнимых вместе с посылками формул. При росте числа посылок количество выводимых заключений может уменьшаться. Используя одно и то же множество исходных сведений, можно прийти к нескольким несовместимым множествам заключений. Эта характеристика называется свойством полиэкстенсильности [2].

В таблице 2 дано краткое описание нескольких семейств немонотонных логик.

Таблица 2 Краткая характеристика основных семейств немонотонных логик

Семейства немонотонных логик	Описание
Логики умолчаний	Позволяют формализовать модифицируемые рассуждения с помощью правил вывода, присущих области применения
Логики Мак-Дермотта	Базируются на аксиоматических системах модальной логики, дополненных правилом вывода выполнимых утверждений
Автоэпистемические логики	Результат реконструкции логики Мак-Дермотта, которая состоит в замене парадигм выводимости и выполнимости на формализацию интроспективных способностей рассуждений.

### Вывод

Логический тип представления знаний не является универсальным. Существует трудность формализации некоторых знаний в классических логических языках. Например, для представления пространственно временных отношений лучше приспособлены модальные логики.

Основные логические системы не оснащены средствами структурирования и агрегирования знаний, их иерархического представления [1]. Выходом из данной ситуации является использование смешанных представлений знаний, когда логические методы комбинируются с сетевыми и объектными.

Немонотонные логики позволяют разработку языков и систем вывода, область действия которых значительно обширнее, чем область действия классической логики. Немонотонные логики применимы в системах с семиотической моделью представления знаний.

### Литература

1. А. Тей, П. Грибомон, Ж. Луи и др. Логический подход к искусственному интеллекту. От классической логики к логическому программированию. –М: Мир, 1990.
2. А. Тей, П. Грибомон, Г. Юлен и др. Логический подход к искусственному интеллекту. От модальной логики к логике баз данных. –М: Мир, 1998.
3. Е.Ю.Кандрашина, Л.В.Литвинцева, Д.А.Поспелов. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах - Москва: Наука, 1989.
4. Д.А. Поспелов. Ситуационное управление: Теория и практика - Москва: Наука, 1986.
5. Э.В. Попов. Экспертные системы - Москва: Наука, 1987.
6. Ивлев Ю.В. Модальная логика – Москва: Московский университет, 1991.
7. Ивлев Ю.В. Содержательная семантика модальной логики. Московский университет, 1985.
8. Семантика модальных и интенциональных логик. Сборник статей. Пер. с англ. Под ред В.А.Смиронова. Москва: Прогресс, 1981, с.424