

Тема 2.

Классификация систем с искусственным интеллектом

Классификация систем с ИИ

Существует множество различных классификаций интеллектуальных систем, но среди них можно выделить следующие типы с различными методологическими подходами:

- **Системы основанные на знаниях** (экспертные системы (ЭС), системы логического вывода)
- **Искусственные нейронные сети (ИНС)**
- **Системы эвристического поиска** (генетические алгоритмы (ГА))

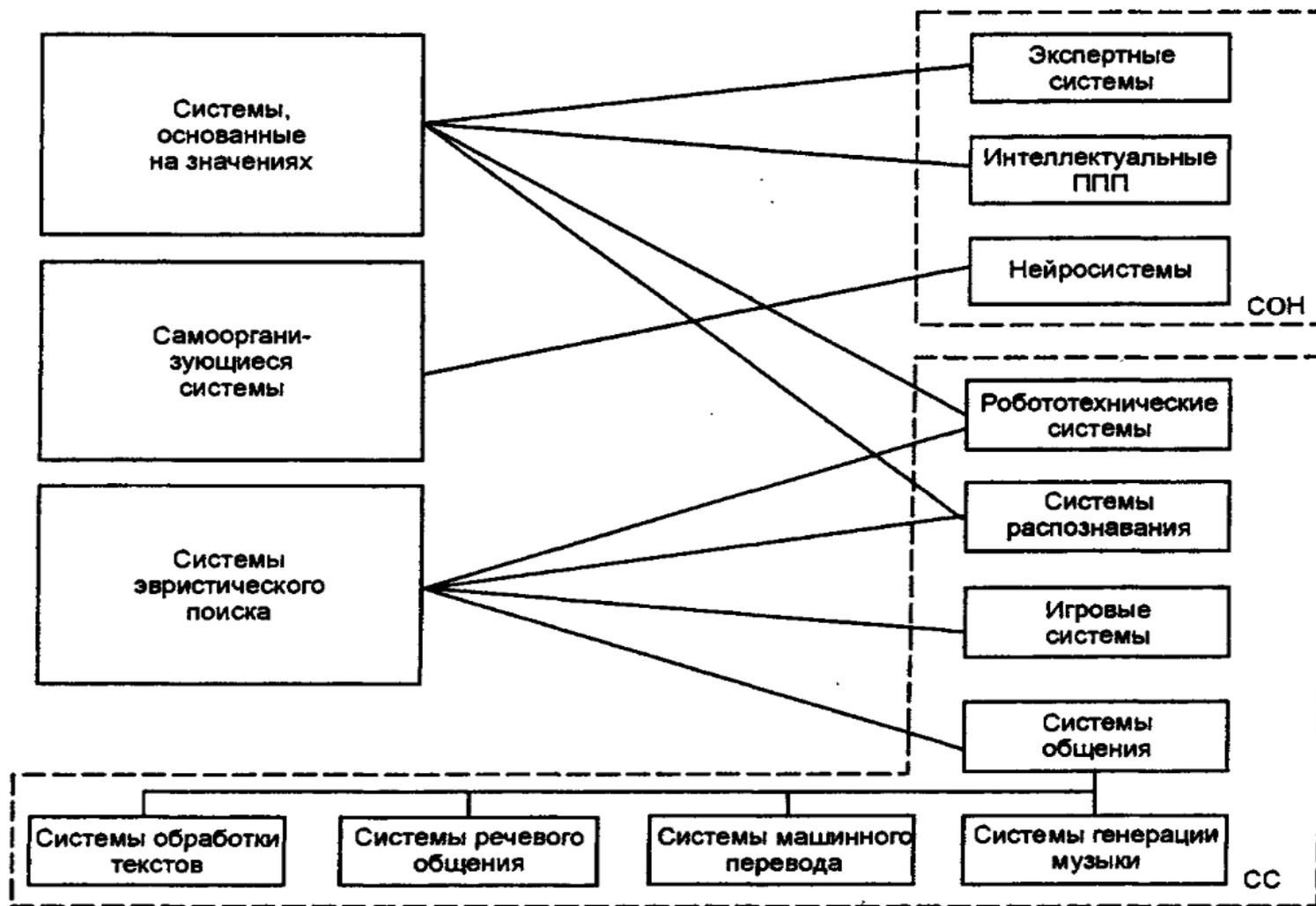


Рис. 2.1. Классификация интеллектуальных информационных систем

[Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: учеб. пособие. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.]

На рис. 2.1 обозначение

- СОН — **системы общего назначения;**
- СС — **специализированные системы.**

Системы общего назначения.

Наиболее широкое распространение на практике в настоящее время имеют **системы, основанные на знаниях.**

Термин «**знания**» в рамках СИИ уже рассматривался выше, но применительно к таким системам (основанным на знаниях) под знаниями понимается

описание предметной области, представленное с определённым образом и используемое в процессе логического вывода.

По своему содержанию такое описание (в системах, основанных на знаниях) является некоторым **набором суждений и умозаключений**, описывающих состояние и механизмы (логику) функционирования и протекания процессов в определённой предметной области.

Пример суждения типа “Если-то”:

“ЕСЛИ в стране падение курса национальной валюты,
ТО материальное положение населения ухудшается”

Для наиболее качественного и полного описания выбранная предметная область должна быть достаточно узкой и ограниченной.

Суждения и умозаключения о предметной области, как правило, делаются **экспертом** в рассматриваемой предметной области, либо формулируются в результате детального изучения и анализа литературы.

Способы получения и представления знаний в рамках проектирования и разработки СИИ в настоящее время составляют отдельное научное направление — **инженерия знаний**.

В системах, основанных на знаниях предполагается, что

исходные знания способны в соответствии с запросами пользователя к системе породить новые знания.

Процедура порождения новых знаний на основе запросов и исходных знаний называется **логическим выводом**.

Термин «логический» означает моделирование мышления не на физическом уровне, а на логическом, при этом основным математическим аппаратом в такой методике является **математическая логика**.

Если $(A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow C)$, то $A \Rightarrow C$

К системам, основанным на знаниях относят (рис. 2.1) два класса систем:

- экспертные системы (ЭС)
- интеллектуальные пакеты прикладных программ (ИППП)

помимо этих классов систем, подход к построению СИИ, основанный на знаниях реализуется в той или иной степени и в других классах систем, в частности:

- робототехнических системах,
- системах распознавания
и некоторых других

Под **ИППП** понимаются **инструментальные пакеты прикладных программ**, в которых **механизм сборки** отдельных подпрограмм решения частных подзадач в **общую программу** решения общей задачи осуществляется автоматически на **основе механизма логического вывода**.

В **самоорганизующихся системах** реализуется попытка моделирования мыслительной деятельности не на логическом уровне, а на **физиологическом уровне** работы нервной системы (головного мозга).

В этом случае мозг человека моделируется **сетью идеальных нейронов**.

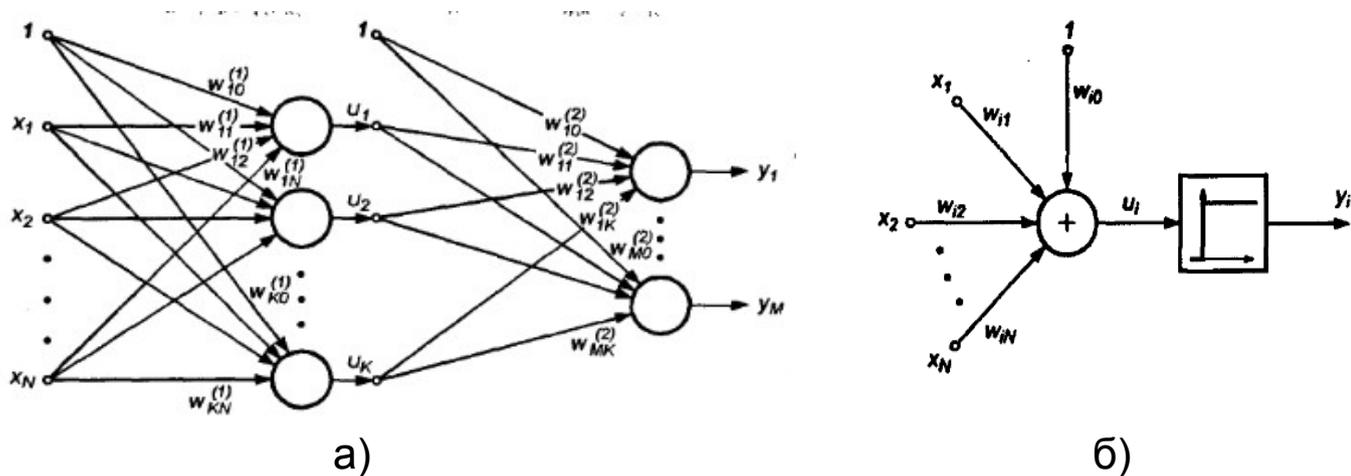


Рис. 2.2. Пример нейронной сети (а), пример модели нейрона (б)
[Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии:
учеб. пособие. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.]

Согласно **теореме Фон-Неймана**, при воздействии на такую сеть некоторых раздражителей она начинает вырабатывать адекватную реакцию, т.е. способна к обучению путём самоорганизации.

Несмотря на перспективность такого подхода, его реализация наталкивается на **проблему вычислительной сложности** для большого количества нейронов и учёта их взаимосвязей.

С другой стороны, развитие этого направления дало импульс к развитию нового типа компьютеров сверхвысокого быстродействия — **нейрокомпьютеров**.

Преимуществом таких систем является

1) высокая **производительность** в виду **параллельной обработки данных**, обусловленной самой топологией системы,

2) высокая **надёжность** ввиду взаимозаменяемости узлов (нейронов) и наличия большого числа взаимосвязей между ними.

Основная идея, лежащая в основе ИНС, базируется на **теореме Мак-Каллока и Питтса**, согласно которой

любую вычислимую функцию можно реализовать с помощью сети идеальных нейронов.

Третье направление разработки СИИ общего назначения связано с реализацией **эвристического подхода** к построению этих систем.

Главной особенностью подхода является **отказ** как от моделирования **логических рассуждений**, так и от моделирования **физиологии мышления** посредством ИНС и вообще **от построения аналогии механизма интеллектуальной деятельности**.

Методологической основой эвристического поиска служит то утверждение, что любая интеллектуальная деятельность начинается с некоторых данных и заканчивается результатом также в виде некоторых данных.

Механизм переработки исходных данных не оговаривается и может быть совершенно иным по сравнению с реальным.

Системы эвристического поиска выполняют функции, направленные на решение задач, которые традиционно выполняются человеком, но реализуют их другими способами.

Широкое распространение такие системы получили при решении различных **игровых задач** (шахматы, шашки).

Помимо игровых задач эти подходы и методы нашли применение в таких системах как

- системы общения (в частности речевого общения)
- системах распознавания
- робототехнических системах (принцип «чёрного ящика»)
- и некоторых других...

В отношении систем эвристического поиска немаловажным является тот факт, что способы и методы создания алгоритмов и программ для решения интеллектуальных задач одной проблемной области, как правило, неприменимы в другой области.

При переориентировании такой системы на решение задач иной области требует изменения способа учёта новых факторов, что зачастую вызывает кардинальную перестройку алгоритмов и программ.

Специализированные системы (СС)

При разработке **интеллектуальных робототехнических систем** задача состоит в решении теоретических и практических вопросов организации целесообразного поведения подвижных роботов, снабжённых сенсорными и исполнительными (эффекторными) механизмами.

Главным отличием таких систем от других СИИ заключается в том, что **помимо восприятия, анализа** внешних воздействий и **выработки адекватной реакции**, они **вносят изменения в окружающий их мир**.

Основа проблемной области **машинного зрения** является обработка и преобразование огромного количества сенсорной информации, краткому и осмысленному описанию наблюдаемой проблемной ситуации.

Основная трудность такого описания связана с ответом на вопросы:

- Какие объекты присутствуют наблюдаемом кадре?
- Какие из этих объектов являются ключевыми для выявленной ситуации?
- Что следует принять за стандартную ситуацию для выявленных объектов
- В чём отличие рассматриваемой ситуации от стандартной?
- Откуда изначально следует получать наборы стандартных ситуаций?

Таким образом, из сказанного выше можно выделить следующую основную классификацию ИИС:

1) системы, основанные на знаниях:

- экспертные системы
- ИППП

2) самоорганизующиеся системы

- нейронные сети

3) системы эвристического поиска

- системы распознавания
- робототехнические системы
- игровые системы
- системы общения

Помимо приведённой **классификации** существуют и **другие её виды**.

Часто класс ИИС сужают до ИС, основанных на знаниях, яркими представителями которых являются:

- Экспертные системы (ЭС)
 - Проблемно-ориентированные ЭС (локальные или сетевые)
 - Интерактивные рекламные системы (контекстная реклама)
- Вопросно-ответные системы (интеллектуальные поисковые системы)
 - Поисковые системы
 - Виртуальные собеседники

При этом указанные типы систем могут использовать технологии ИИ, спектр которых представлен более широко.

Среди них отношение к ИИС могут иметь такие как:

- системы с интеллектуальным интерфейсом
 - интеллектуальные базы данных
 - естественно-языковые интерфейсы
 - гипертекстовые системы
 - системы контекстной помощи
 - когнитивная графика

- экспертные системы
 - классифицирующие
 - доопределяющие
 - мультиагентные
 - трансформирующие

А также...

- самообучающиеся системы
 - нейронные сети
 - индуктивные системы
 - системы прецедентов
 - хранилища данных

- адаптивные информационные системы
 - CASE-технологии
 - компонентные технологии

Интеллектуальные БД позволяют делать выборки не только по данным, но в большей степени применять логический вывод на основе выборочных данных.

Естественно-языковой интерфейс применяется для доступа к интеллектуальным БД, контекстного поиска информации, голосового ввода команд, машинного перевода с иностранных языков. Требуется решение ряда задач в области морфологического, синтаксического и семантического анализа, а также задачу перевода высказываний с машинного представления на естественный.

Гипертекстовые системы используются для «интеллектуального» поиска текстовой информации по ключевым словам с учётом сложных семантических отношений, а также распознавание образов в мультимедийной информации.

Системы контекстной помощи часто находят применение в справочной документации и являются частным случаем гипертекстовых систем. Пользователь на естественном языке описывает проблему, а система далее с помощью нескольких диалогов с пользователем конкретизирует проблему.

Системы когнитивной графики ориентированы на способность представления исходных данных задачи, результатов и прочей информации в виде графических образов (графиков, диаграмм, схем) для быстрого понимания условий задачи, сделанных выводов, что позволяет быстро принимать дальнейшие решения.

Экспертные системы могут классифицироваться по следующим характеристикам:

- **По методу вывода решения:**

- **Анализирующие:** решение выбирается из множества известных на основе анализа знаний;
- **Синтезирующие:** решение синтезируется из отдельных фрагментов;

- **По учёту изменяемости данных во времени:**

- **Статические:** в процессе решения данные не изменяются;
- **Динамические:** в процессе решения учитывается изменение данных.

А также...

...ЭС классифицируются также:

- По типу используемых данных и знаний:
 - Детерминированные;
 - Недетерминированные: нечёткие и/или неполные данные;
- По количеству источников знаний:
 - Один источник;
 - Несколько источников;

В соответствии с приведенными выше признаками классификации выделяются 4 класса ЭС:

- классифицирующие
- доопределяющие
- мультиагентные
- трансформирующие

Классифицирующие ЭС: распознавание ситуаций методом дедуктивного логического вывода (**Аналитический вывод из статичных детерминированных знаний одного источника**)

Доопределяющие ЭС: применяются для решения задач с неполными или неточными данными и знаниями (**Аналитический вывод из статичных недетерминированных знаний нескольких источников**)

Трансформирующие ЭС: синтезируют решение из динамических данных и знаний путём постоянного преобразования знаний в процессе решения (**Синтез решения из динамических знаний одного источника**).

Мультиагентные ЭС: синтезируют вывод из **динамических** данных и знаний нескольких **разнородных источников** знаний путем обмена результатами между ними.

Следующий по текущей классификации тип ИИС — **самообучающиеся системы**

Принцип их работы основан на методах автоматической классификации объектов, ситуаций и процессов, и обучения на конкретных объектах, принадлежащих различным классам с изначально выбранной классификацией.

Нейронные сети (НС): классический пример технологии, основанной на обучении. Является обобщённым названием группы математических алгоритмов, основанных на обучении примерами и способности в дальнейшем выделять общие характеристики схожих объектов, процессов или явлений и разделять их по классам.

НС является кибернетической моделью нервной системы, состоящей из элементарных элементов – нейронов, связанных особым образом, зависящем от выбранной топологии НС.

Индуктивные системы: решают задачи обобщения входных данных по принципу индукции (от частного к общему), сводящемуся к классификации входных примеров по некоторым значимым признакам.

К самообучающимся системам также относятся системы, основанные на прецедентах и информационные хранилища.

В системах, **основанных на прецедентах**, поиск решения осуществляется путем поиска аналогий известных фактов и ситуаций (прецедентов), описанных в базе знаний системы. Такие системы часто используются в системах контекстной помощи. Прецеденты описываются множеством признаков, по которым строятся индексы поиска или используются нечёткие множества для получения альтернатив.

Информационные Хранилища– это предметно-ориентированное, интегрированное, привязанное ко времени собрание значимой информации из оперативных БД, применяемой для поддержки принятия управленческих решений. Извлечение информации: OLAP-анализ, Data Mining, Knowledge Discovery

Последний класс в приведённой системе классификации ИИС представляет собой **адаптивные информационные системы (АИС)**:

Потребность в АИС возникает, когда они работают в **проблемной области, которая постоянно развивается, дополняется и модифицируется**. Поэтому основными требованиями к таким системам являются:

- адекватное представление знаний предметной области в любой момент времени
- достаточная гибкость системы для её ориентирования на другую предметную область

Адаптивность систем обеспечивается интеллектуализацией архитектуры посредством функций ядра по **генерированию и переконфигурированию компонент** программного обеспечения.

При разработке АИС применяется оригинальное или типовое проектирование.

Оригинальное проектирование: разработка «с нуля» на основе требований. Реализация подхода основана на использовании САПР или CASE-технологий

Типовое проектирование: подразумевает адаптацию существующих разработок под конкретную проблемную область. Для этого применяется инструментарий компонентного проектирования систем.

Отличие: разработка **с помощью CASE-технологий** подразумевает постоянную **генерацию ПО** на основе имеющегося репозитория,

при **типовом проектировании** обычно выполняется **переконфигурирование** составляющих **программных компонент**.

Выводы:

Несмотря на существование разных видов классификаций ИИС, из них всеможно выделить следующие основные их классы при том, что некоторые подклассы могут относиться к нескольким классам (напр. Робототехнические системы):

- **системы, основанные на знаниях:**
 - экспертные системы,
 - адаптивные ИС,
 - ИППП
 - системы с интеллектуальным интерфейсом
 - интеллектуальные БД

- **самообучающиеся (самоорганизующиеся) системы:**
 - нейросетевые системы
 - индуктивные системы

- **системы эвристического поиска**
 - генетические алгоритмы
 - робототехнические системы
 - системы распознавания
 - системы общения
 - игровые системы