

1. Модели распознавания образов (классификации).

Распознавание образов – это научная дисциплина, целью которой является классификация объектов по нескольким категориям или классам. Объекты называются образами. Классификация основывается на прецедентах. Прецедент – это образ, правильная классификация которого известна. Прецедент – ранее классифицированный объект, принимаемый как образец при решении задач классификации. Идея принятия решений на основе прецедентности – основополагающая в естественно-научном мировоззрении. Будем считать, что все объекты или явления разбиты на конечное число классов. Для каждого класса известно и изучено конечное число объектов – прецедентов. Задача распознавания образов состоит в том, чтобы отнести новый распознаваемый объект к какому-либо классу. Задача распознавания образов является основной в большинстве интеллектуальных систем. Рассмотрим **примеры интеллектуальных компьютерных систем**.

1) Машинное зрение. Это системы, назначение которых состоит в получении изображения через камеру и составление его описания в символьном виде (какие объекты присутствуют, в каком взаимном отношении находятся и т.д.).

2) Символьное распознавание – это распознавание букв или цифр. а. Optical Character Recognition (OCR); б. Ввод и хранение документов; в. Pen Computer; г. Обработка чеков в банках; д. Обработка почты.

3) Диагностика в медицине. а. Маммография, рентгенография; б. Постановка диагноза по истории болезни; в. Электрокардиограмма.

4) Геология.

5) Распознавание речи.

6) Распознавание в дактилоскопии (отпечатки пальцев), распознавание лица, подписи, жестов.

Измерения, используемые для классификации образов, называются признаками. Признак – это некоторое количественное измерение объекта произвольной природы. Совокупность признаков, относящихся к одному образу, называется вектором признаков. Вектора признаков принимают значения в пространстве признаков. В рамках задачи распознавания считается, что каждому образу ставится в соответствие единственное значение вектора признаков и наоборот: каждому значению вектора признаков соответствует единственный образ. *Классификатором или решающим правилом называется правило отнесения образа к одному из классов на основании его вектора признаков.*

Практическая **разработка системы классификации** осуществляется по следующей схеме (рис.2).

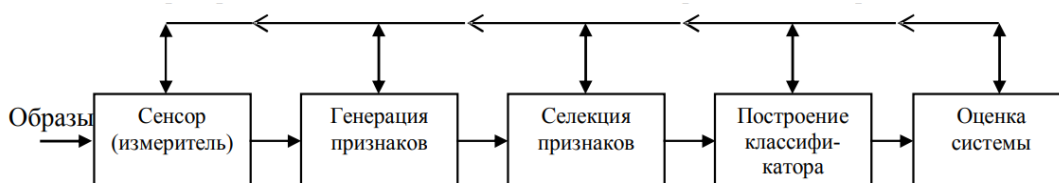


Рис.2. Основные элементы построения системы распознавания образов (классификации)

В процессе разработки необходимо решить следующие вопросы.

1. Как выбрать вектора признаков? Задача генерации признаков – это выбор тех признаков, которые с достаточной полнотой (в разумных пределах) описывают образ.
2. Какие признаки наиболее существенны для разделения объектов разных классов? Задача селекции признаков – отбор наиболее информативных признаков для классификации.
3. Как построить классификатор? Задача построения классификатора – выбор решающего правила, по которому на основании вектора признаков осуществляется отнесение объекта к тому или иному классу.
4. Как оценить качество построенной системы классификации? Задача количественной оценки системы (выбранные признаки + классификатор) с точки зрения правильности или ошибочности классификации.

Пример. Рассмотрим пример распознавания образов – в общественных (социальных) науках. Целью задачи является построение системы классификации государств для определения необходимости гуманитарной поддержки со стороны международных организаций. Необходимо выявить закономерности связей между различными, объективно измеряемыми параметрами, например, связь между ВВП, уровнем грамотности и уровнем детской смертности. В данном случае страны можно представить трехмерными векторами, а задача заключается в построении меры сходства этих векторов и дальнейшем построении схемы кластеризации (выбора групп) по этой мере.

2. Задачи и модели искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект – область междисциплинарных исследований моделирования, понимания и воссоздания интеллекта и когнитивных процессов на основе математических, информационных, логических, психологических, лингвистических и биологических принципов. Целью исследований в этой области является создание искусственных устройств, способных к обучению, коммуникациям, разумным рассуждениям, целеполаганию и целенаправленному поведению.

Для решения указанных задач и создания соответствующих методов и технологий должны быть выполнены опережающие исследования, к числу которых следует отнести: а) методы понимания естественного языка – как письменных текстов, так и устной речи; б) методы и технологии накопления знаний и повышения уровня компетенции искусственных систем; в) умения искусственных устройств рассуждать, используя для этого помимо дедукции и иные способы рассуждений, такие как индуктивные рассуждения, аргументация, рассуждения на основе прецедентов и другие; г) методы и технологии синтеза искусственными устройствами собственного поведения в условиях отсутствия внешних управляющих воздействий, в частности, в динамической среде; д) методы целеполагания – выбор или выдвижение искусственным устройством новой цели поведения. Одним из важнейших направлений искусственного интеллекта является развитие методов анализа информации произвольной структуры (текстовой, табличной и графической). Такие методы позволяют предсказывать поведение коллективов, стран и групп стран, прогнозировать возникновение конфликтов различного рода и иных угроз. Технологии интеллектуального анализа информации уже сегодня используются в банковском деле и финансах, например, в торговле акциями.

Развитие моделей и методов семантического анализа естественно-языковых текстов, поиска и извлечения из них целевой информации, методы анализа неструктурированных разнородных данных позволят решить проблему понимания искусственными устройствами речи и текстов на естественных языках. Работы в области планирования поведения и его моделирования приведут к созданию сложных технических устройств, способных к автономному целеполаганию, планированию собственного поведения и активности. Эти работы и возникающие на их основе технологии будут характеризоваться активным включением в производственные процессы, в повышение здоровья и активного долголетия населения, в задачи повышения обороноспособности, в транспортную инфраструктуру. Решение проблем исследования дальнего космоса также возможно только на этом пути. Создание автономных интеллектуальных систем, способных к целеполаганию, планированию собственного поведения, приведёт к решению широкого спектра социальных задач (например, ухода за людьми преклонного возраста, помощи медперсоналу в лечебных учреждениях, разнообразной помощи в быту). Развитие методов моделирования когнитивных процессов, в частности методов автоматического и полуавтоматического построения картины мира субъекта деятельности на основе данных нейрокогнитивных исследований позволят реализовать средства автоматического построения картин мира субъектов политической, экономической и иных видов активности с выделением смыслов, целей и средств их достижения. Методы автоматического планирования поведения в условиях ограничений на динамику движения позволят создавать робототехнические устройства, способные к автономным целенаправленным действиям, целеполаганию, координации поведения, распределению ролей в коалициях и решению различных задач в труднодоступных и опасных для человека средах.

3. Интеллектуальные информационные системы (ИИС) поддержки принятия решений.

ИИС представляет собой комплекс программных, лингвистических и логико-математических средств для реализации основной задачи: осуществление поддержки деятельности человека, например, возможность поиска информации в режиме продвинутого диалога на естественном языке.

ИИС – это компьютерная система, состоящая из **5 основных взаимодействующих компонентов: языковой подсистемы** (механизм обеспечения связи между пользователем и другими компонентами ИСПР), **информацией подсистемы** (хранилище данных и средств их обработки), **подсистемы управления знаниями** (хранилище знаний о проблемной области, таких как процедуры, эвристики и правила, и средства обработки знаний), **подсистемы управления моделями и подсистемы обработки и решения задач** (связующее звено между другими подсистемами).

Классификация задач, решаемых ИИС:

- *Интерпретация данных.* Это одна из традиционных задач для экспертных систем. Под интерпретацией понимается процесс определения смысла данных, результаты которого должны быть согласованными и корректными. Обычно предусматривается многовариантный анализ данных.
- *Диагностика.* Под диагностикой понимается процесс соотношения объекта с некоторым классом объектов и/или обнаружение неисправности в некоторой системе. Неисправность — это отклонение от нормы. Такая трактовка позволяет с единых теоретических позиций рассматривать и неисправность оборудования в

технических системах, и заболевания живых организмов, и всевозможные природные аномалии. Важной спецификой является здесь необходимость понимания функциональной структуры («анатомии») диагностирующей системы.

- *Мониторинг.* Основная задача мониторинга — непрерывная интерпретация данных в реальном масштабе времени и сигнализация о выходе тех или иных параметров за допустимые пределы. Главные проблемы — «пропуск» тревожной ситуации и инверсная задача «ложного» срабатывания. Сложность этих проблем в размытости симптомов тревожных ситуаций и необходимость учёта временного контекста.
- *Проектирование.* Проектирование состоит в подготовке спецификаций на создание «объектов» с заранее определёнными свойствами. Под спецификацией понимается весь набор необходимых документов—чертёж, пояснительная записка и т.д. Основные проблемы здесь — получение чёткого структурного описания знаний об объекте и проблема «следа». Для организации эффективного проектирования и в ещё большей степени перепроектирования необходимо формировать не только сами проектные решения, но и мотивы их принятия. Таким образом, в задачах проектирования тесно связываются два основных процесса, выполняемых в рамках соответствующей ЭС: процесс вывода решения и процесс объяснения.
- *Прогнозирование.* Прогнозирование позволяет предсказывать последствия некоторых событий или явлений на основании анализа имеющихся данных. Прогнозирующие системы логически выводят вероятные следствия из заданных ситуаций. В прогнозирующей системе обычно используется параметрическая динамическая модель, в которой значения параметров «подгоняются» под заданную ситуацию. Выводимые из этой модели следствия составляют основу для прогнозов с вероятностными оценками.
- *Планирование.* Под планированием понимается нахождение планов действий, относящихся к объектам, способным выполнять некоторые функции. В таких ЭС используются модели поведения реальных объектов с тем, чтобы логически вывести последствия планируемой деятельности.
- *Обучение.* Под обучением понимается использование компьютера для обучения какой-то дисциплине или предмету. Системы обучения диагностируют ошибки при изучении какой-либо дисциплины с помощью ЭВМ и подсказывают правильные решения. Они аккумулируют знания о гипотетическом «ученике» и его характерных ошибках, затем в работе они способны диагностировать слабости в познаниях обучаемых и находить соответствующие средства для их ликвидации. Кроме того, они планируют акт общения с учеником в зависимости от успехов ученика с целью передачи знаний.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Это значит, что, в случае успешного обучения, сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке.

- *Управление.* Под управлением понимается функция организованной системы, поддерживающая определенный режим деятельности. Такого рода ЭС осуществляют управление поведением сложных систем в соответствии с заданными спецификациями.
- *Поддержка принятия решений.* Поддержка принятия решения — это совокупность процедур, обеспечивающая лицо, принимающее решения, необходимой информацией и рекомендациями, облегчающие процесс принятия решения. Эти ЭС помогают специалистам выбрать и/или сформировать нужную альтернативу среди множества выборов при принятии ответственных решений.

В общем случае все системы, основанные на знаниях, можно подразделить на *системы, решающие задачи анализа*, и на *системы, решающие задачи синтеза*. Основное отличие задач анализа от задач синтеза заключается в том, что если в задачах анализа множество решений может быть перечислено и включено в систему, то в задачах синтеза множество решений потенциально не ограничено и строится из решений компонент или подпроблем. Задачами анализа являются: интерпретация данных, диагностика, поддержка принятия решения; к задачам синтеза относятся проектирование, планирование, управление. Комбинированные: обучение, мониторинг, прогнозирование.

4. Структура БЗ и взаимодействие с другими компонентами интеллектуальной системы.

Структурно БЗ можно организовать в виде двух основных подбаз - базы правил (БП) и базы данных (БД). В БД хранится фактографическая информация о решаемых на объекте задачах и данные, которые относятся к указанной предметной области. БП определяет отношения между элементами данных, хранящихся в БД, на основе моделей представления знаний о предметной области, а также способы активизации этих знаний. Таким образом, очень обобщенно можно говорить о двух уровнях представления знаний: первый уровень — фактографическая информация, данные; второй уровень — описания, отношения, правила и процедуры, определяющие способ манипулирования фактографической информацией.

Помимо знаний о предметной области в БЗ должны храниться и другие типы знаний: модель системы, знания о пользователе, целях и т. д. Эти знания в основном содержатся на втором уровне представления в виде блоков или органических частей БП.

Во многих интеллектуальных системах, особенно работающих в реальном времени, реализуется уровень метазнаний, который необходим для обеспечения рационализации процессов оперирования знаниями в БЗ, уменьшения области поиска решения, сокращения время обработки информации. Метазнания - это знания системы о себе, т. е. знания о своих знаниях, их структуре и о принципах своего функционирования. На основе этих знаний на уровне метазнаний (в блоке метазнаний) среди имеющегося набора стратегий поиска определяется наиболее эффективная.

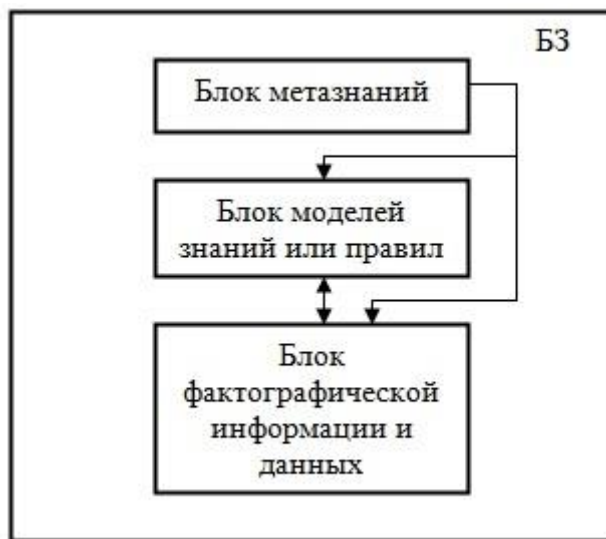


Рис.3. Обобщенная структура БЗ

При варианте структуры БЗ, представленном на Рис.3., функции интерпретатора правил, рациональным образом реализующего механизм вывода решений, по существу выполняет верхний уровень БЗ - метазнания (или блок метазнаний).

Необходимо подчеркнуть, что существуют различные варианты как организации самой БЗ, так и взаимодействия БЗ с другими компонентами ИС. На Рис.4. приведен фрагмент системы ИИ, отражающий взаимодействие БЗ с основными модулями системы при поиске и генерации знаний. В БЗ представлена как фактографическая информация, так и правила, или эвристики.



Рис.4. Структура взаимодействия БЗ с основными компонентами ИИС для продукционных систем

Вывод решения либо генерация новых правил и знаний осуществляется с помощью блока вывода, который взаимодействует с метауровнем БЗ при интерпретации правил и данных БЗ. Решение задачи и работа с правилами и данными осуществляются в специальном блоке - рабочей области. В рабочей области представляются описания запроса - или решаемой задачи, данные и правила из БЗ, процедуры или стратегия механизма вывода.

5. Экспертная система (ЭС, expert system) — компьютерная программа, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации. Это вычислительная система, в которую включены знания специалистов о некоторой узкой предметной области в форме базы знаний. Такие системы могут использоваться не экспертом для улучшения их способностей и возможностей в решении задач определенного класса в конкретной предметной области. ЭС могут быть использованы для распространения источников редких знаний. Эти системы могут иметь значительное влияние как на деятельность таких профессиональных консультантов, как финансовые аналитики, юристы, аудиторы и др., так и на организации и их менеджмент.

Внутри экспертной системы нет заранее заданного дерева вопросов, каждый следующий вопрос выбирается исходя из ответов на все предыдущие. Это позволяет исключить лишние вопросы и не выдавать варианты ответа, которые не приведут к каким-либо результатам. Отсутствие фиксированного дерева позволяет пользователю задавать приоритет вопросов, выбирая наиболее важные для себя аспекты в процессе поиска. В любой момент можно снова вернуться к вопросу и выбрать другой ответ без необходимости снова отвечать на остальные вопросы.

Экспертные системы имеют одно большое отличие от других ИИС: они не предназначены для решения каких-то универсальных задач, как например нейронные сети или генетические алгоритмы. Экспертные системы предназначены для качественного решения задач в определенной разработчиками области, в редких случаях — областях.



Рис 5. Субъекты ЭС и их функции.

Характерными чертами ЭС являются:

- четкая ограниченность предметной области;
- способность принимать решения в условиях неопределенности;

- способность объяснять ход и результат решения понятным для пользователя способом;
- четкое разделение декларативных и процедурных знаний (фактов и механизмов вывода);
- способность пополнять базу знаний, возможность наращивания системы;
- результат выдается в виде конкретных рекомендаций для действий в сложившейся ситуации, не уступающих решениям лучших специалистов;
- ориентация на решение неформализованных (способ формализации пока неизвестен) задач;
- алгоритм решения не описывается заранее, а строится самой экспертной системой;
- отсутствие гарантии нахождения оптимального решения с возможностью учиться на ошибках.

Классификация ИИС:

- Экспертные системы
 - Собственно экспертные системы (ЭС)
 - Интерактивные баннеры (web + ЭС)
- Вопросно-ответные системы (в некоторых источниках «системы общения»)
 - Интеллектуальные поисковики (например, система Старт)
 - Виртуальные собеседники
 - Виртуальные цифровые помощники

Пример ЭС:

Интерактивные говорящие баннеры — это инфы или экспертные системы, предназначенные для размещения на внешних ресурсах.

Преимущества интерактивных баннеров:

- Повышенная привлекательность для потребителей — с необычным баннером хочется пообщаться.
- Продолжительный контакт с пользователем. Среднее время общения с баннером может составлять около 3 минут.
- Баннер может вести разных собеседников на разные страницы, в соответствии с их запросами и потребностями.

Режимы функционирования ЭС:

Режим ввода знаний — в этом режиме эксперт с помощью инженера по знаниям посредством редактора базы знаний вводит известные ему сведения о предметной области в базу знаний ЭС.

Режим консультации — пользователь ведет диалог с ЭС, сообщая ей сведения о текущей задаче и получая рекомендации ЭС. Например, на основе сведений о физическом состоянии

больного ЭС ставит диагноз в виде перечня заболеваний, наиболее вероятных при данных симптомах.

Недостатки ЭС:

На сегодняшний день создано уже большое количество экспертных систем. С помощью них решается широкий круг задач, но исключительно в узкоспециализированных предметных областях. Как правило, эти области хорошо изучены и располагают более и менее четкими стратегиями принятия решений. Сейчас развитие экспертных систем несколько приостановилось, и этому есть ряд причин:

- Передача экспертным системам «глубоких» знаний о предметной области является большой проблемой. Как правило, это является следствием сложности формализации эвристических знаний экспертов.
- Экспертные системы неспособны предоставить осмысленные объяснения своих рассуждений, как это делает человек. Как правило, экспертные системы всего лишь описывают последовательность шагов, предпринятых в процессе поиска решения.
- Отладка и тестирование любой компьютерной программы является достаточно трудоемким делом, но проверять экспертные системы особенно тяжело. Это является серьезной проблемой, поскольку экспертные системы применяются в таких критичных областях, как управление воздушным и железнодорожным движением, системами оружия и в ядерной промышленности.
- Экспертные системы обладают еще одним большим недостатком: они неспособны к самообучению. Для того, чтобы поддерживать экспертные системы в актуальном состоянии необходимо постоянное вмешательство в базу знаний инженеров по знаниям. Экспертные системы, лишенные поддержки со стороны разработчиков, быстро теряют свою востребованность.
- Эксперты могут непосредственно воспринимать комплекс входной сенсорной информации (визуальной, звуковой, осязательной, обонятельной и тактильной). ЭС – только символы. Хотя в отдельных направлениях разработки инженерных и производственных интеллектуальных систем получены реальные результаты определенной обработки сенсорной информации.
- Эксперты – люди могут охватить картину в целом, все аспекты проблемы и понять, как они соотносятся с основной задачей. ЭС стремится сосредоточить на самой задаче, хотя смежные задачи могут повлиять на решение основной.
- Люди, эксперты и не эксперты, имеют то, что мы называем *здравым смыслом*, или общедоступными знаниями. Это широкий спектр общих знаний о мире, о том, какие законы в нем действуют, т.е. знания, которыми каждый из нас обладает, приобретает из опыта и которыми постоянно пользуется. Из-за огромного объема знаний, образующих здравый смысл, не существует легкого способа встроить их в интеллектуальную программу. Знания здравого смысла включают знания о том, что вы знаете и чего не знаете.

Поэтому ЭС наиболее часто используются как советчики, в качестве консультантов или помощников ЛПР.

