

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

О.В. Шпак

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Учебное пособие для обучающихся по специальности
09.02.07 – Информационные системы и программирование

Черкесск 2024

УДК 621.317
ББК 32.842
Ш 83

Рассмотрено на заседании предметной комиссии «Информационные и естественнонаучные дисциплины»

Протокол № 1 от «02» 09. 2023 г.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СКГА.

Протокол № 26 от «29» 09. 2023 г.

Рецензенты: **Гурина И.А.** – д.пед.н., профессор кафедры «Электроснабжение»

Ш83 Шпак, О.В Интеллектуальные информационные системы и технологии: учебное пособие для обучающихся по специальности 09.02.07 – Информационные системы и программирование / О.В. Шпак. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2024. –72 с.

Учебное пособие может быть использовано для формирования профессиональной компетентности студентов средних и высших учебных заведений, обучающихся и ведущих научные исследования в области разработки и практического применения интеллектуальных систем и технологий по укрупнённой группе направлений подготовки 09.00.00 - «Информатика и вычислительная техника».

Рассматриваются методы искусственного интеллекта и их применение для решения задач из различных предметных областей. Описаны методы приобретения, представления и обработки знаний в интеллектуальных системах, а также технологии проектирования и реализации интеллектуальных систем

УДК 621.317
ББК 32.842

© Шпак О.В, 2024
© ФГБОУ ВО «СКГА», 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	6
1.1 Понятие интеллектуальной информационной системы	6
1.2 Направления исследований в области интеллектуальных систем	6
1.3 Классификация интеллектуальных систем	9
1.4 Понятие интеллектуальной информационной технологии	15
2. АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ	16
2.1 Свойства знаний	17
2.2. Классификация знаний	20
2.3 Базы знаний	23
2.4. Архитектура интеллектуальных систем	24
3. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	24
3.1 Организация диалога между человеком и интеллектуальной системой	24
3.1.1 Диалоговые системы, основанные на распознавании рукописного текста	27
3.1.2 Диалоговые системы, основанные на распознавании речи	30
3.1.3 Системы с биологической обратной связью	32
3.1.4 Системы с семантическим резонансом. Компьютерные Y-технологии и интеллектуальный подсознательный интерфейс	34
3.1.5 Системы виртуальной реальности. Эффекты присутствия, деперсонализации и модификация сознания пользователя	40
3.1.6 Системы с дистанционным телекинетическим интерфейсом	42
4. РАЗРАБОТКА СЛОЖНЫХ ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВОГО ИНТЕРФЕЙСА	42
4.1. Сравнительный анализ ЕЯ-интерфейсов и традиционных интерфейсов к структурированным источникам данных	45
4.2. Критерии качества ЕЯ-интерфейсов	46
4.3. Критерии стоимости построения и сопровождения ЕЯ-интерфейса	47
4.4. Вопросы портируемости	48
4.5 Основные составные части ЕЯ-интерфейсов	49
5. РАБОТЫ С ОСНОВНЫМИ ОБЪЕКТАМИ, ПРОЦЕССАМИ И ЯВЛЕНИЯМИ, СВЯЗАННЫМИ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	49
5.1. Структура систем интеллектуального управления	52
5.2. Модели принятия решения в условиях конфликта	53

6. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ	53
6.1 Интеллектуальные роботы	53
6.2. Архитектура интеллектуальных роботов	53
6.3. Технологии искусственного интеллекта для интеллектуальных роботов	56
6.4. Учебные роботы LEGO Mindstorms Education EV3	57
7. НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА И НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА	58
8. НАНОРОБОТЫ	58
8.1. Роль нанотехнологий при разработке интеллектуальных роботов	59
8.2. Обзор научно-исследовательских разработок по нанороботам	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	69

ВВЕДЕНИЕ

Пособие посвящено интеллектуальным информационным системам и технологиям, т.е. вопросам организации, проектирования, разработки и применения систем, предназначенных для обработки информации, базирующихся на применении методов искусственного интеллекта

Термин «искусственный интеллект» (artificial intelligence) был предложен в 1956 году. Слово intelligence означает «умение рассуждать разумно», а вовсе не «интеллект», для которого есть термин intellect.

Искусственный интеллект (ИИ) – это одно из направлений информатики, целью которого является разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои, традиционно считающиеся интеллектуальными, задачи, общаясь с компьютером на ограниченном подмножестве естественного языка.

ИИ занимается изучением разумного поведения (у людей, животных и машин) и пытается найти способы моделирования подобного поведения в любом типе искусственно созданного механизма. Несмотря на то, что термину больше полувека, единого определения его не существует.

Искусственный интеллект всегда был междисциплинарной наукой, являясь одновременно и наукой, и искусством, и техникой, и психологией. Методы искусственного интеллекта разнообразны. Они активно заимствуются из других наук, адаптируются и изменяются под решаемую задачу. Для создания интеллектуальной системы необходимо привлекать специалистов из прикладной области, поэтому в рамках искусственного интеллекта сотрудничают лингвисты, нейрофизиологи, психологи, экономисты, информатики, программисты и т.д.

1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

1.1. Понятие интеллектуальной информационной системы

Интеллектуальная система (ИС) – автоматизированная система, основанная на знаниях, или комплекс программных, лингвистических и логико-математических средств для реализации основной задачи – осуществления поддержки деятельности человека и поиска информации в режиме продвинутого диалога на естественном языке.

Кроме того, информационно-вычислительными системами с интеллектуальной поддержкой для решения сложных задач называют те системы, в которых логическая обработка информации превалирует над вычислительной.

Таким образом, любая информационная система, решающая интеллектуальную задачу или использующая методы искусственного интеллекта, относится к интеллектуальным.

Исследователи, работающие в этом направлении, надеются достичь такого понимания механизмов интеллекта, при котором можно будет составлять компьютерные программы с человеческим или более высоким уровнем интеллекта. Общий подход состоит в разработке методов решения задач, для которых отсутствуют формальные алгоритмы: понимание естественного языка, обучение, доказательство теорем, распознавание сложных образов и т.д. Теоретические исследования направлены на изучение интеллектуальных процессов и создание соответствующих математических моделей.

Экспериментальные работы ведутся путем составления компьютерных программ и создания машин, решающих частные интеллектуальные задачи или разумно ведущих себя в заданной ситуации. Систематические исследования в области искусственного интеллекта начались лишь с появлением цифрового компьютера. Первая научная статья по искусственному интеллекту была опубликована в 1950 А. Тьюрингом.

1.2 Направления исследований в области интеллектуальных систем

Развитие интеллектуальных систем на современном этапе идет в соответствии с тремя направлениями исследований.

Первое направление объектом исследований рассматривает структуру и механизмы работы мозга человека, а конечной целью – раскрытие тайн мышления. Необходимыми этапами исследований в этом направлении являются построение моделей интеллектуальной деятельности на основе психофизиологических данных.

Второе направление в качестве объекта исследования рассматривает искусственную интеллектуальную систему. Здесь речь идет о моделировании интеллектуальной деятельности с помощью вычислительных машин. Целью работ в этом направлении является создание программного обеспечения, позволяющего решать некоторые виды интеллектуальных задач так же, как их решил бы человек.

Третье направление ориентировано на создание человеко-машинных, или, как еще говорят – интерактивных, интеллектуальных систем. Важнейшими проблемами в этих исследованиях является организация семантически безупречного диалога между человеком и такой системой.

Интеллектуальные информационные системы проникают во все сферы нашей жизни, поэтому трудно провести строгую классификацию направлений, по которым ведутся активные и многочисленные исследования в области ИИ. Рассмотрим кратко некоторые из них.

Разработка интеллектуальных информационных систем или систем, основанных на знаниях. Это одно из главных направлений ИИ. Основной целью построения таких систем являются выявление, исследование и применение знаний высококвалифицированных экспертов для решения сложных задач, возникающих на практике. При построении систем, основанных на знаниях (СОЗ), используются знания, накопленные экспертами в виде конкретных правил решения тех или иных задач. Это направление преследует цель имитации человеческого искусства анализа неструктурированных и слабоструктурированных проблем. В данной области исследований осуществляется разработка моделей представления, извлечения и структурирования знаний, а также изучаются проблемы создания баз знаний (БЗ), образующих ядро СОЗ. Частным случаем СОЗ являются экспертные системы (ЭС).

Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод. Проблемы компьютерной лингвистики и машинного перевода разрабатываются в ИИ с 1950-х гг. Системы машинного перевода с одного естественного языка на другой обеспечивают быстроту и систематичность доступа к информации, оперативность и единообразие перевода больших потоков, как правило, научно-технических текстов. Системы машинного перевода строятся как интеллектуальные системы, поскольку в их основе лежат БЗ в определенной предметной области и сложные модели, обеспечивающие дополнительную трансляцию «исходный язык оригинала - язык смысла - язык перевода». Они базируются на структурно-логическом подходе, включающем последовательный анализ и синтез естественно-языковых сообщений. Кроме того, в них осуществляется ассоциативный поиск аналогичных фрагментов текста и их переводов в специальных базах данных (БД). Данное направление охватывает также исследования методов и разработку систем, обеспечивающих реализацию процесса общения человека с компьютером на естественном языке (так называемые системы ЕЯ-общения).

Генерация и распознавание речи. Системы речевого общения создаются в целях повышения скорости ввода информации в ЭВМ, разгрузки зрения и рук, а также для реализации речевого общения на значительном расстоянии. В таких системах под текстом понимают фонемный текст (как слышится).

Обработка визуальной информации. В этом научном направлении решаются задачи обработки, анализа и синтеза изображений. Задача обработки изображений связана с трансформированием графических образов,

результатом которого являются новые изображения. В задаче анализа исходные изображения преобразуются в данные другого типа, например в текстовые описания. При синтезе изображений на вход системы поступает алгоритм построения изображения, а выходными данными являются графические объекты (системы машинной графики).

Обучение и самообучение. Эта актуальная область ИИ включает модели, методы и алгоритмы, ориентированные на автоматическое накопление и формирование знаний с использованием процедур анализа и обобщения данных. К данному направлению относятся не так давно появившиеся системы добычи данных (Data Mining) и системы поиска закономерностей в компьютерных базах данных (Knowledge Discovery).

Распознавание образов. Это одно из самых ранних направлений ИИ, в котором распознавание объектов осуществляется на основании применения специального математического аппарата, обеспечивающего отнесение объектов к классам, а классы описываются совокупностями определённых значений признаков.

Игры и машинное творчество. Машинное творчество охватывает сочинение компьютерной музыки, стихов, интеллектуальные системы для изобретения новых объектов. Создание интеллектуальных компьютерных игр является одним из самых развитых коммерческих направлений в сфере разработки программного обеспечения. Кроме того, компьютерные игры предоставляют мощный арсенал разнообразных средств, используемых для обучения.

Программное обеспечение систем ИИ. Инструментальные средства для разработки интеллектуальных систем включают специальные языки программирования, ориентированные на обработку символьной информации (LISP, SMALLTALK, РЕФАЛ), языки логического программирования (PROLOG), языки представления знаний (OPS5, KRL, FRL), интегрированные программные среды, содержащие арсенал инструментальных средств для создания систем ИИ (KE, ARTS, GURU, G2), а также оболочки экспертных систем (BUILD, EMYCIN, EXSYS Professional, ЭКСПЕРТ), которые позволяют создавать прикладные ЭС, не прибегая к программированию.

Новые архитектуры компьютеров. Это направление связано с созданием компьютеров не фон-неймановской архитектуры, ориентированных на обработку символьной информации. Известны удачные промышленные решения параллельных и векторных компьютеров, однако в настоящее время они имеют весьма высокую стоимость, а также недостаточную совместимость с существующими вычислительными средствами.

Интеллектуальные роботы. Создание интеллектуальных роботов составляет конечную цель робототехники. В настоящее время в основном используются программируемые манипуляторы с жёсткой схемой управления, названные роботами первого поколения. Несмотря на очевидные успехи отдельных разработок, эра интеллектуальных автономных роботов пока не наступила. Основными сдерживающими факторами в разработке автономных роботов являются нерешённые проблемы в области

интерпретации знаний, машинного зрения, адекватного хранения и обработки трёхмерной визуальной информации.

1.3 Классификация интеллектуальных систем

Для интеллектуальных информационных систем характерны следующие признаки:

- развитые коммуникативные способности;
- умение решать сложные плохо формализуемые задачи;
- способность к самообучению;
- адаптивность.

Коммуникативные способности ИС характеризуют способ взаимодействия (интерфейса) конечного пользователя с системой, в частности возможность формулирования произвольного запроса в диалоге с ИС на языке, максимально приближенном к естественному.

Сложные плохо формализуемые задачи – это задачи, которые требуют построения оригинального алгоритма решения в зависимости от конкретной ситуации, для которой могут быть характерны неопределенность и динамичность исходных данных и знаний.

Способность к самообучению – это возможность автоматического извлечения знаний для решения задач из накопленного опыта конкретных ситуаций.

Адаптивность – способность к развитию системы в соответствии с объективными изменениями модели проблемной области.



Рисунок 1.1 - Классификация интеллектуальных информационных систем по типам систем

В соответствии с перечисленными признаками ИС делятся на (данная классификация – одна из возможных) (рисунок 1.1):

- системы с коммутативными способностями (с интеллектуальным интерфейсом);

- экспертные системы (системы для решения сложных задач);
- самообучающиеся системы (системы, способные к самообучению);
- адаптивные системы (адаптивные информационные системы).

Интеллектуальные базы данных отличаются от обычных баз данных возможностью выборки по запросу необходимой информации, которая может явно не храниться, а выводиться из имеющейся в базе данных.

Естественно-языковой интерфейс предполагает трансляцию естественно-языковых конструкций на внутримашинный уровень представления знаний. Для этого необходимо решать задачи морфологического, синтаксического и семантического анализа и синтеза высказываний на естественном языке. Так, морфологический анализ предполагает распознавание и проверку правильности написания слов по словарям, синтаксический контроль - разложение входных сообщений на отдельные компоненты (определение структуры) с проверкой соответствия грамматическим правилам внутреннего представления знаний и выявления недостающих частей и, наконец, семантический анализ - установление смысловой правильности синтаксических конструкций. Синтез высказываний решает обратную задачу преобразования внутреннего представления информации в естественно-языковое.

Естественно-языковой интерфейс используется для:

- доступа к интеллектуальным базам данных;
- контекстного поиска документальной текстовой информации;
- голосового ввода команд в системах управления;
- машинного перевода с иностранных языков.

Гипертекстовые системы предназначены для реализации поиска по ключевым словам в базах текстовой информации. Интеллектуальные гипертекстовые системы отличаются возможностью более сложной семантической организации ключевых слов, которая отражает различные смысловые отношения терминов. Таким образом, механизм поиска работает прежде всего с базой знаний ключевых слов, а уже затем непосредственно с текстом. В более широком плане сказанное распространяется и на поиск мультимедийной информации, включающей, помимо текстовой, и цифровую информацию.

Системы контекстной помощи можно рассматривать как частный случай интеллектуальных гипертекстовых и естественно-языковых систем. В отличие от обычных систем помощи, навязывающих пользователю схему поиска требуемой информации, в системах контекстной помощи пользователь описывает проблему (ситуацию), а система с помощью дополнительного диалога ее конкретизирует, и сама выполняет поиск относящихся к ситуации рекомендаций. Такие системы относятся к классу систем распространения знаний (Knowledge Publishing) и создаются как приложение к системам документации (например, технической документации по эксплуатации товаров).

Системы когнитивной графики позволяют осуществлять интерфейс пользователя с ИС с помощью графических образов, которые генерируются в соответствии с происходящими событиями. Такие системы используются в мониторинге и управлении оперативными процессами. Графические образы в наглядном и интегрированном виде описывают множество параметров изучаемой ситуации. Например, состояние сложного управляемого объекта отображается в виде человеческого лица, на котором каждая черта отвечает за какой-либо параметр, а общее выражение лица дает интегрированную характеристику ситуации. Системы когнитивной графики широко используются также в обучающих и тренажерных системах на основе использования принципов виртуальной реальности, когда графические образы моделируют ситуации, в которых обучаемому необходимо принимать решения и выполнять определенные действия.

Экспертные системы предназначены для решения задач на основе накапливаемой базы знаний, отражающей опыт работы экспертов в рассматриваемой проблемной области.

Многоагентные системы - это динамические системы, для которых характерна интеграция в базе знаний нескольких разнородных источников знаний, обменивающихся между собой получаемыми результатами на динамической основе.

Для многоагентных систем характерны следующие особенности:

- проведение альтернативных рассуждений на основе использования различных источников знаний с механизмом устранения противоречий;
- распределенное решение проблем, которые разбиваются на параллельно решаемые подпроблемы, соответствующие самостоятельным источникам знаний;
- применение множества стратегий работы механизма вывода заключений в зависимости от типа решаемой проблемы;
- обработка больших массивов данных, содержащихся в базе данных;
- использование различных математических моделей и внешних процедур, хранимых в базе моделей;
- способность прерывания решения задач в связи с необходимостью получения дополнительных данных и знаний от пользователей, моделей, параллельно решаемых подпроблем.

Самообучающиеся системы основаны на методах автоматической классификации примеров ситуаций реальной практики.

Характерными признаками самообучающихся систем являются:

- самообучающиеся системы «с учителем», когда для каждого примера задается в явном виде значение признака его принадлежности некоторому классу ситуаций (классообразующего признака);
- самообучающиеся системы «без учителя», когда по степени близости значений признаков классификации система сама выделяет классы ситуаций.

Индуктивные системы используют обобщение примеров по принципу от частного к общему. Процесс классификации примеров осуществляется следующим образом:

1. Выбирается признак классификации из множества заданных (либо последовательно, либо по какому-либо правилу, например, в соответствии с максимальным числом получаемых подмножеств примеров).

2. По значению выбранного признака множество примеров разбивается на подмножества.

3. Выполняется проверка, принадлежит ли каждое образовавшееся подмножество примеров одному подклассу.

4. Если какое-то подмножество примеров принадлежит одному подклассу, то есть у всех примеров подмножества совпадает значение классообразующего признака, то процесс классификации заканчивается (при этом остальные признаки классификации не рассматриваются).

5. Для подмножеств примеров с несовпадающим значением классообразующего признака процесс классификации продолжается, начиная с пункта 1 (каждое подмножество примеров становится классифицируемым множеством).

Нейронные сети представляют собой устройства параллельных вычислений, состоящие из множества взаимодействующих простых процессоров. Каждый процессор такой сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам.

В экспертных системах, **основанных на прецедентах (аналогиях)**, база знаний содержит описания не обобщенных ситуаций, а собственно сами ситуации или прецеденты.

Поиск решения проблемы в экспертных системах, основанных на прецедентах, сводится к поиску по аналогии (то есть абдуктивный вывод от частного к частному).

В отличие от интеллектуальной базы данных, **информационное хранилище** представляет собой хранилище извлеченной значимой информации из оперативной базы данных, которое предназначено для оперативного ситуационного анализа данных (реализации OLAP-технологии).

Типичными задачами оперативного ситуационного анализа являются:

- определение профиля потребителей конкретных объектов хранения;
- предсказание изменений объектов хранения во времени;
- анализ зависимостей признаков ситуаций (корреляционный анализ).

Адаптивная информационная система – это информационная система, которая изменяет свою структуру в соответствии с изменением модели проблемной области.

При этом:

- адаптивная информационная система должна в каждый момент времени адекватно поддерживать организацию бизнес-процессов;
- адаптивная информационная система должна проводить адаптацию всякий раз, как возникает потребность в реорганизации бизнес-процессов;
- реконструкция информационной системы должна проводиться быстро и с минимальными затратами.

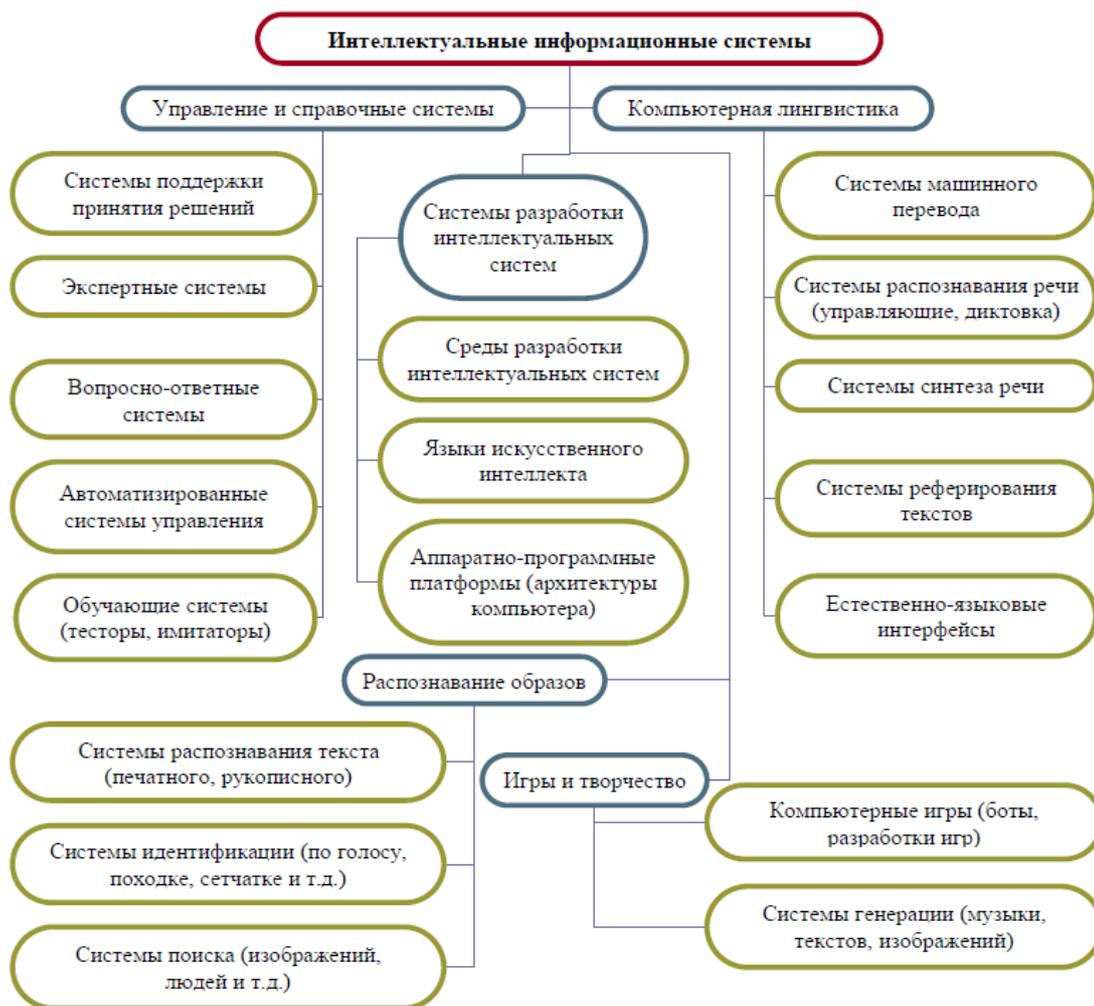


Рисунок 1.2 - Классификация интеллектуальных информационных систем по решаемым задачам.

Ядром адаптивной информационной системы является постоянно развиваемая модель проблемной области (предприятия), поддерживаемая в специальной базе знаний – репозитории. На основе ядра осуществляется генерация или конфигурация программного обеспечения. Таким образом, проектирование и адаптация ИС сводится, прежде всего, к построению модели проблемной области и ее своевременной корректировке.

Так как нет общепринятого определения, четкую единую классификацию интеллектуальных информационных систем дать затруднительно.

Если рассматривать интеллектуальные информационные системы с точки зрения решаемой задачи, то можно выделить системы управления и справочные системы, системы компьютерной лингвистики, системы распознавания, игровые системы и системы создания интеллектуальных информационных систем (рисунок 1.2).

При этом системы могут решать не одну, а несколько задач или в процессе решения одной задачи решать и ряд других. Например, при

обучении иностранному языку система может решать задачи распознавания речи обучаемого, тестировать, отвечать на вопросы, переводить тексты с одного языка на другой и поддерживать естественно-языковой интерфейс работы.

Если классифицировать интеллектуальные информационные системы по критерию «используемые методы», то они делятся на жесткие, мягкие и гибридные (рисунок 1.3).

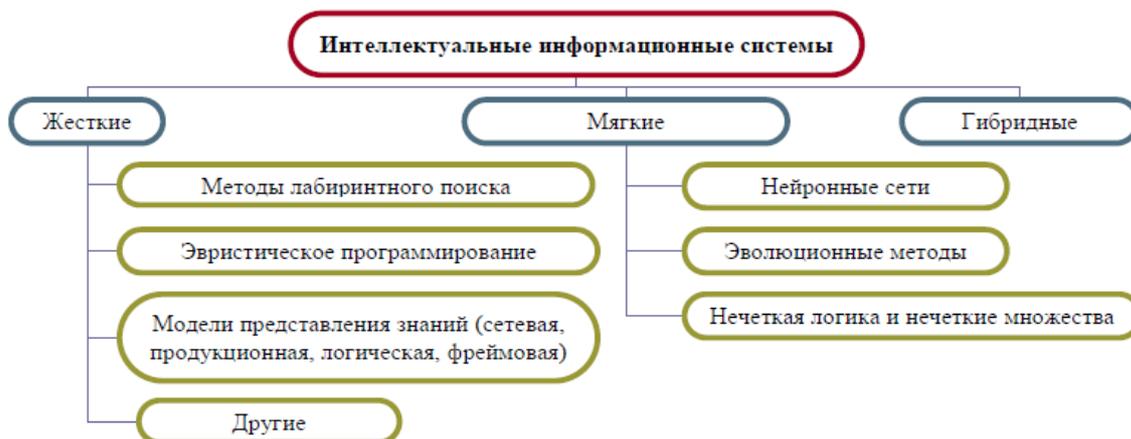


Рисунок 1.3 - Классификация интеллектуальных информационных систем по методам

Мягкие вычисления (Soft Computing) – это сложная компьютерная методология, основанная на нечеткой логике, генетических вычислениях, нейрокомпьютинге и вероятностных вычислениях.

Жесткие вычисления – традиционные компьютерные вычисления (не мягкие).

Гибридные системы – системы, использующие более чем одну компьютерную технологию (в случае интеллектуальных систем - технологии искусственного интеллекта).

Возможны и другие классификации, например, выделяют системы общего назначения и специализированные системы (рисунок 1.4).

Кроме того, эта схема отражает еще один вариант классификации по методам: системы, использующие методы представления знаний, самоорганизующиеся системы и системы, созданные с помощью эвристического программирования. Также в этой классификации системы генерации музыки отнесены к системам общения.

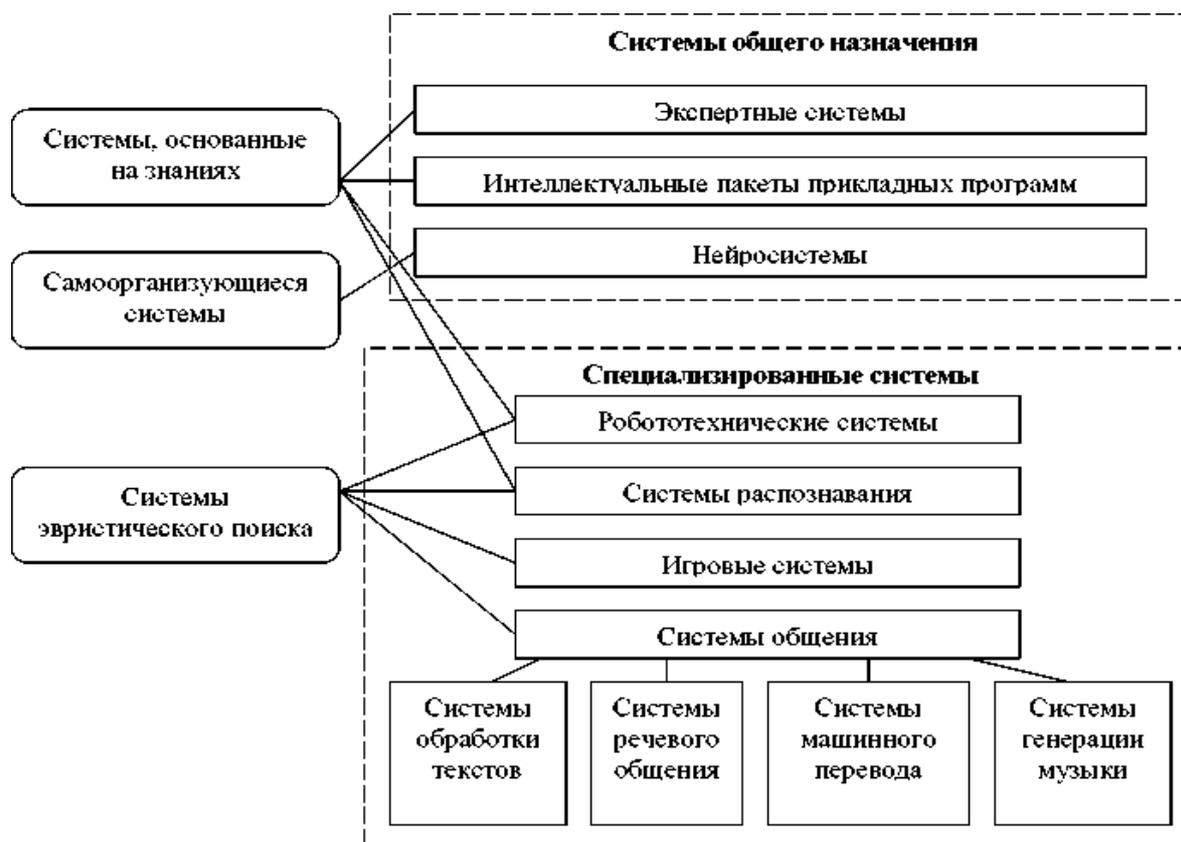


Рисунок 1.4 - Классификация интеллектуальных систем по назначению

К интеллектуальным системам общего назначения относятся системы, которые не только исполняют заданные процедуры, но на основе метапроцедур поиска генерируют и исполняют процедуры решения новых конкретных задач.

Специализированные интеллектуальные системы выполняют решение фиксированного набора задач, predetermined при проектировании системы.

Отсутствие четкой классификации также объясняется многообразием интеллектуальных задач и интеллектуальных методов, кроме того, искусственный интеллект – активно развивающаяся наука, в которой новые прикладные области осваиваются ежедневно.

1.4. Понятие интеллектуальной информационной технологии

Интеллектуальные информационные технологии (ИИТ) (англ. Intellectual information technology, ИТ) – это информационные технологии, помогающие человеку ускорить анализ политической, экономической, социальной и технической ситуации, а также – синтез управленческих решений. При этом используемые методы не обязательно должны быть логически непротиворечивы или копировать процессы человеческого мышления.

Использование ИИТ на практике подразумевает учет специфики проблемной области, которая может характеризоваться следующим набором признаков:

- качество и оперативность принятия решений;
- нечеткость целей и институциональных границ;
- множественность субъектов, участвующих в решении проблемы;
- хаотичность, флюктуируемость и квантованность поведения среды;
- множественность взаимовлияющих друг на друга факторов;
- слабая формализуемость, уникальность, нестереотипность ситуаций;
- латентность, скрытость, неясность информации;
- девиантность реализации планов, значимость малых действий;
- парадоксальность логики решений и др.

ИИТ формируются при создании информационных систем и информационных технологий для повышения эффективности принятия решений в условиях, связанных с возникновением проблемных ситуаций. В этом случае любая жизненная или деловая ситуация - от выбора партнера по жизни до социального конфликта - описывается в виде некоторой познавательной модели (когнитивной схемы, архетипа, фрейма и пр.), которая впоследствии используется в качестве основания для построения и проведения моделирования, в том числе - компьютерного.

2. АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

2.1 Свойства знаний

Данные – это информация, полученная в результате наблюдений или измерений отдельных свойств (атрибутов), характеризующих объекты, процессы и явления предметной области.

Знания (*с точки зрения представления знаний в интеллектуальных системах*) – это связи и закономерности предметной области (принципы, модели, законы), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющего специалистам ставить и решать задачи в данной области.

Знания от данных отличаются рядом свойств:

- внутренняя интерпретируемость;
- структурированность;
- связность;
- семантическая метрика;
- активность.

Внутренняя интерпретируемость. Данные, хранящиеся в памяти или на внешних носителях, лишены имен, таким образом, отсутствует возможность их однозначной идентификации системой. Данные может идентифицировать лишь программа, извлекающая их по определенному алгоритму. При переходе к знаниям в память вводится дополнительная

информация (атрибуты: фамилия, год рождения, специальность, стаж). Атрибуты могут играть роль имен. По ним можно осуществлять поиск нужной информации.

Структурированность. Информационные единицы должны обладать гибкой структурой. Иначе говоря, должна существовать возможность произвольного установления между отдельными информационными единицами отношений типа «часть - целое», «род - вид» или «элемент - класс».

Связность. Между информационными единицами должна быть предусмотрена возможность установления связей различного типа. Семантика отношений может носить декларативный или процедурный характер. Например, две и более информационные единицы могут быть связаны отношением «одновременно», две информационные единицы - отношением «причина - следствие» или «быть рядом».

Семантическая метрика. На множестве информационных единиц в некоторых случаях полезно задавать отношение, характеризующее их ситуационную близость, то есть силу ассоциативной связи. Его можно было бы назвать отношением релевантности для информационных единиц. Оно дает возможность выделять в информационной базе некоторые типовые ситуации (например, «покупка», «регулирование движения на перекрестке»). Отношение релевантности при работе с информационными единицами позволяет находить знания, близкие к уже найденным.

Активность. Все вычислительные процессы инициируются командами, а данные используются этими командами лишь в случае необходимости. Иначе говоря, данные пассивны, а команды активны.

Знания позволяют адаптироваться и действовать в реальной действительности. Существует огромное множество различных знаний, начиная от рецепта приготовления омлета до квантовой физики.

2.2. Классификация знаний

Знания можно классифицировать по нескольким критериям (рисунок 1.5).

Знание *синтаксического* типа характеризует синтаксическую структуру потока информации, которая не зависит от смысла и содержания используемых при этом понятий, то есть интеллектуальную систему не образует.

Семантическое знание рассматривается как структура, образующая текущий контекст. Оно содержит информацию, непосредственно связанную с текущими значениями и смыслом описываемых понятий, и предопределяет состояние связей данных в информационной базе.

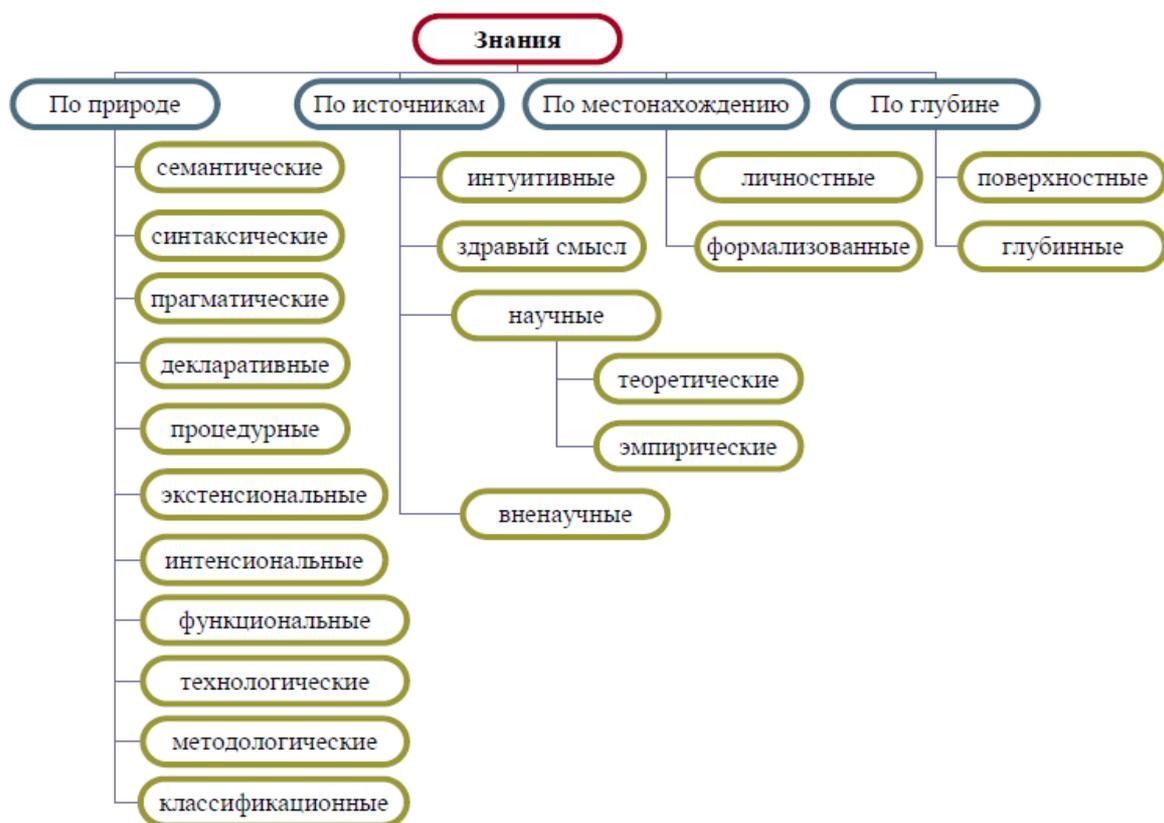


Рисунок 1.5 - Классификация знаний

Прагматическое знание предопределяет наиболее вероятные связи, описывающие данные с точки зрения решаемой задачи (обобщенный или «объективный» контекст), например, с учетом действующих в данной задаче специфических критериев и соглашений.

Декларативные знания содержат в себе представление о структуре понятий. Эти знания приближены к данным, фактам. Например, высшее учебное заведение есть совокупность факультетов, а каждый факультет в свою очередь есть совокупность кафедр.

Процедурные знания имеют активную природу. Они определяют представления о средствах и путях получения новых знаний, проверке знаний. Это алгоритмы разного рода. С развитием информатики все большая часть знаний сосредотачивалась в структурах данных (таблицы, списки, абстрактные типы данных), то есть увеличивалась роль декларативных.

Существенными для понимания природы знаний являются способы определения понятий. Один из широко применяемых способов основан на идее интенционала и экстенционала.

Интенционал понятия - это определение его через соотнесение с понятием более высокого уровня абстракции с указанием специфических свойств.

Экстенционал понятия - это определение понятия через перечисление его конкретных примеров, то есть понятий более низкого уровня абстракции. Интенционалы формируют знания об объектах, в то время как экстенционалы объединяют данные.

Отсюда **интенциональные** знания – это знания о предметной области, которые отражают факты, закономерности, свойства и характеристики, справедливые для любых ситуаций, которые могут возникнуть в этой предметной области.

Экстенциональные знания – это знания о предметной области, отражающие факты, закономерности, свойства и характеристики, типичные для конкретных ситуаций или классов однотипных ситуаций, которые могут возникнуть в этой области.

Функциональные знания – это знания о выполняемых функциях отдельных предметов и о применении их в реальной действительности.

Технологические знания – специализированные знания, обеспечивающие поддержание технологических параметров производства; производственный опыт и навыки, используемые при решении повседневных производственных вопросов. Это может быть знание последовательности операций или знание технологической цепочки, позволяющие достигать поставленные цели в соответствии с принятой технологией.

Методологические знания – знания о методах преобразования действительности, научные знания о построении эффективной деятельности. К методологическим знаниям относят знание целей, форм и направлений развития теории, методов и способов эффективного преобразования практики.

Классификационные знания применяются главным образом в науке, являются обобщенными, системными знаниями. Пример – система элементов Д. И. Менделеева.

Интуиция – это вид знания, специфика которого обусловлена способом его приобретения. Это знание, не нуждающееся в доказательстве и воспринимаемое как достоверное. По способу получения интуиция – это прямое усмотрение объективной связи вещей, не опирающееся на доказательство (интуиция есть усмотрение внутренним зрением; от лат. *intueri* - созерцать).

Под **здравым смыслом** понимают знания, позволяющие принимать правильные решения и делать правильные предположения, основываясь на логическом мышлении и накопленном опыте. В этом значении термин зачастую акцентирует внимание на способности человеческого разума противостоять предрассудкам, заблуждениям, мистификациям.

Научные знания в любом случае должны быть основанными на эмпирической или теоретической доказательной основе.

Теоретические знания - абстракции, аналогии, схемы, отображающие структуру и природу процессов, протекающих в предметной области. Эти знания объясняют явления и могут использоваться для прогнозирования поведения объектов. Теоретический уровень научного знания предполагает установление законов, дающих возможность идеализированного восприятия, описания и объяснения эмпирических ситуаций, то есть познания сущности явлений. Теоретические законы имеют более строгий, формальный характер по сравнению с эмпирическими. Термины описания теоретического знания относятся к идеализированным, абстрактным объектам. Подобные объекты

невозможно подвергнуть непосредственной экспериментальной проверке.

Эмпирические знания получают в результате применения эмпирических методов познания: наблюдения, измерения, эксперимента. Это знания о видимых взаимосвязях между отдельными событиями и фактами в предметной области. Эмпирические знания, как правило, констатируют качественные и количественные характеристики объектов и явлений. Эмпирические законы часто носят вероятностный характер и не являются строгими.

Вненаучные знания могут быть различными.

Паранормальные знания - знания, несовместимые с имеющимся гносеологическим стандартом. Широкий класс *паранаучного* (пара от греч. около, при) знания включает в себя учения или размышления о феноменах, объяснение которых не является убедительным с точки зрения критериев научности.

Лженаучные знания - сознательно эксплуатирующие домыслы и предрассудки. В качестве симптомов лженауки выделяют малограмотный пафос, принципиальную нетерпимость к опровергающим доводам, а также претенциозность. Лженаучные знания сосуществуют с научными знаниями.

Личностные (неявные, скрытые) знания - это знания людей, полученные из практики и опыта.

Формализованные (явные) знания - знания, содержащиеся в документах, на компакт-дисках, в персональных компьютерах, в Интернете, в базах знаний, в экспертных системах. Формализованные знания объективизируются знаковыми средствами языка, охватывают те знания, о которых мы знаем, их можно записать, сообщить другим.

2.3 Базы знаний

Перечисленные ниже пять особенностей информационных единиц определяют ту грань, за которой данные превращаются в знания, а базы данных перерастают в базы знаний.

База знаний (БЗ) - основа любой интеллектуальной системы, где знания описаны на некотором языке представления знаний, приближенном к естественному. Сегодня знания приобрели чисто декларативную форму, то есть знаниями считаются предложения, записанные на языках представления знаний, приближенных к естественному языку и понятных неспециалистам.

Внутренняя интерпретируемость. Каждая информационная единица должна иметь уникальное имя, по которому ИС находит ее, а также отвечает на запросы, в которых это имя упомянуто. Когда данные, хранящиеся в памяти, были лишены имен, то отсутствовала возможность их идентификации системой. Данные могла идентифицировать лишь программа, извлекающая их из памяти по указанию программиста, написавшего программу. Что скрывается за тем или иным двоичным кодом машинного слова, системе было неизвестно.

Таблица 1.1 - Данные о сотрудниках предприятия

Фамилия	Год рождения	Специальность	Стаж, число лет
Попов	1965	Слесарь	5
Сидоров	1946	Токарь	20
Иванов	1925	Токарь	30
Петров	1937	Сантехник	25

Если, например, в память компьютера нужно было записать сведения о сотрудниках учреждения, представленные в таблице 1.1, то без внутренней интерпретации в память компьютера была бы занесена совокупность из четырех машинных слов, соответствующих строкам этой таблицы. При этом информация о том, какими группами двоичных разрядов в этих машинных словах закодированы сведения о специалистах, у системы отсутствуют. Они известны лишь программисту, который использует данные таблицы 1.1 для решения возникающих у него задач.

При переходе к знаниям в память компьютера вводится информация о некоторой протоструктуре информационных единиц. В рассматриваемом примере она представляет собой специальное машинное слово, в котором указано, в каких разрядах хранятся сведения о фамилиях, годах рождения, специальностях и стажах. При этом должны быть заданы специальные словари, в которых перечислены имеющиеся в памяти системы фамилии, года рождения, специальности и продолжительности стажа. Все эти атрибуты могут играть роль имен для тех машинных слов, которые соответствуют строкам таблицы. По ним можно осуществлять поиск нужной информации. Каждая строка таблицы будет экземпляром протоструктуры. В настоящее время СУБД обеспечивают реализацию внутренней интерпретируемости всех информационных единиц, хранящихся в базе данных.

Структурированность. Информационные единицы должны обладать гибкой структурой. Для них должен выполняться "принцип матрешки", т.е. рекурсивная вложенность одних информационных единиц в другие. Каждая информационная единица может быть включена в состав любой другой, и из каждой информационной единицы можно выделить некоторые составляющие ее информационные единицы. Другими словами, должна существовать возможность произвольного установления между отдельными информационными единицами отношений типа "часть - целое", "род - вид" или "элемент - класс".

Связность. В информационной базе между информационными единицами должна быть предусмотрена возможность установления связей различного типа. Прежде всего эти связи могут характеризовать отношения между информационными единицами. Семантика отношений может носить декларативный или процедурный характер. Например, две или более

информационные единицы могут быть связаны отношением "одновременно", две информационные единицы - отношением "причина - следствие" или отношением "быть рядом". Приведенные отношения характеризуют декларативные знания. Если между двумя информационными единицами установлено отношение "аргумент - функция", то оно характеризует процедурное знание, связанное с вычислением определенных функций. Далее будем различать отношения структуризации, функциональные отношения, каузальные отношения и семантические отношения. С помощью первых задаются иерархии информационных единиц, вторые несут процедурную информацию, позволяющую находить (вычислять) одни информационные единицы через другие, третьи задают причинно-следственные связи, четвертые соответствуют всем остальным отношениям.

Между информационными единицами могут устанавливаться и иные связи, например, определяющие порядок выбора информационных единиц из памяти или указывающие на то, что две информационные единицы несовместимы друг с другом в одном описании.

Перечисленные три особенности знаний позволяют ввести общую модель представления знаний, которую можно назвать семантической сетью, представляющей собой иерархическую сеть, в вершинах которой находятся информационные единицы. Эти единицы снабжены индивидуальными именами. Дуги семантической сети соответствуют различным связям между информационными единицами.

Семантическая метрика. На множестве информационных единиц в некоторых случаях полезно задавать отношение, характеризующее ситуационную близость информационных единиц, т.е. силу ассоциативной связи между информационными единицами. Его можно было бы назвать отношением релевантности для информационных единиц. Такое отношение дает возможность выделять в информационной базе некоторые типовые ситуации. Отношение релевантности при работе с информационными единицами позволяет находить знания, близкие к уже найденным.

Активность. Все процессы, протекающие в ЭВМ, инициируются командами, а данные используются этими командами лишь в случае необходимости. Для ИС эта ситуация не приемлема. Как и у человека, в ИС актуализации тех или иных действий способствуют знания, имеющиеся в системе. Таким образом, выполнение программ в ИС должно инициироваться текущим состоянием информационной базы. Появление в базе фактов или описаний событий, установление связей может стать источником активности системы.

Совокупность средств, обеспечивающих работу с знаниями, образует Систему Управления Базой Знаний (СУБЗ). В настоящее время не существует баз знаний, в которых в полной мере были бы реализованы внутренняя интерпретируемость, структуризация, связность, введена семантическая мера и обеспечена активность знаний.

2.4 Архитектура интеллектуальных систем

Архитектура интеллектуальных систем включает три комплекса вычислительных средств (рисунок 1.6).

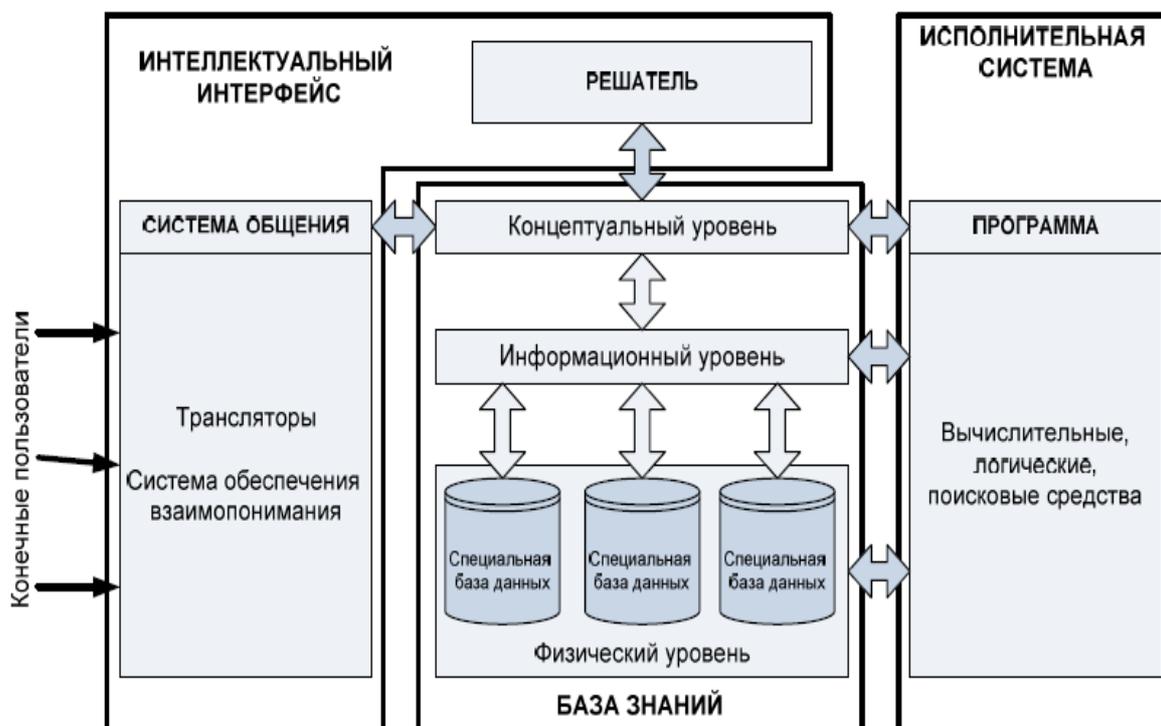


Рисунок 1.6 - Архитектура интеллектуальных систем

Первый комплекс представляет собой совокупность средств, выполняющих программы (исполнительную систему), спроектированных с позиций эффективного решения задач, имеет в ряде случаев проблемную ориентацию.

Второй комплекс представляет собой совокупность средств интеллектуального интерфейса, имеющих гибкую структуру, которая обеспечивает возможность адаптации в широком спектре интересов конечных пользователей.

Третьим комплексом средств, с помощью которых организуется взаимодействие первых двух, является база знаний, обеспечивающая использование вычислительными средствами первых двух комплексов целостной и независимой от обрабатываемых программ системы знаний о проблемной среде. Исполнительная система объединяет всю совокупность средств, обеспечивающих выполнение сформированной программы.

Интеллектуальный интерфейс - система программных и аппаратных средств, обеспечивающих для конечного пользователя использование компьютера для решения задач, которые возникают в среде его профессиональной деятельности либо без посредников, либо с незначительной их помощью.

БЗ занимает центральное положение по отношению к остальным компонентам вычислительной системы. В целом, через БЗ осуществляется интеграция средств вычислительной системы, участвующих в решении задач.

3. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1 Организация диалога между человеком и интеллектуальной системой

3.1.1. Диалоговые системы, основанные на распознавании рукописного текста

Рукописный ввод символов (рисунок 3.1) может по праву считаться одним из самых удобных способов набора текста наравне с оперированием виртуальной клавиатурой. Тот же голосовой набор можно применить далеко не всегда, а в случае с рукописным методом всё обстоит намного проще.

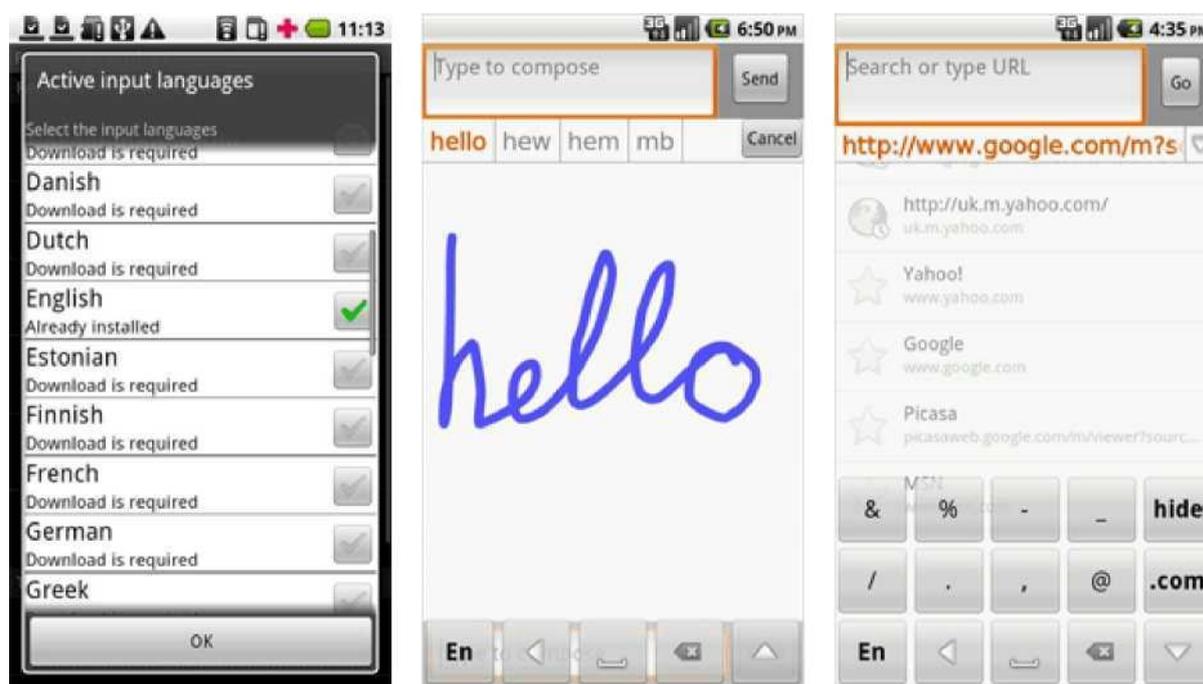


Рисунок 3.1 - Система распознавания рукописного ввода PenReader для планшетов, смартфонов и прочих мобильных устройств на платформе Android

Рассмотрим, в чем заключается различие между двумя формами представления одного и того же текста: рукописной и печатной. При этом могут исследоваться и сравниваться как сам процесс формирования текста, так и его результаты, т.е. уже сформированные тексты.

При исследовании уже сформированных текстов обнаруживается, что главное отличие рукописного текста от печатного состоит в значительно большей степени вариабельности начертаний одной и той же буквы разными людьми и одним и тем же человеком в различных состояниях, чем при воспроизведении тех же букв на различных пишущих машинках и принтерах.

Почерком будем называть систему индивидуальных особенностей начертания и динамики воспроизведения букв, слов и предложений вручную различными людьми или на различных устройствах печати.

В рукописной форме начертание букв является индивидуальным для каждого человека и зависит также от его состояния, хотя, конечно, в

начертаниях каждой конкретной буквы всеми людьми безусловно есть и нечто общее, что и позволяет идентифицировать ее именно как данную букву при чтении.

К индивидуальным особенностям рукописного начертания букв отнесено 13 шкал с десятками градаций в каждой.

На современных компьютерах основным устройством ввода текстовой информации является клавиатура. Результат ввода текста в компьютер с точки зрения начертания букв, слов и предложений не имеет особых индивидуальных особенностей (если не считать частот использования различных шрифтов, кеглей, жирностей, подчеркиваний и других эффектов, изменяющих вид текста). Поэтому необходимо ввести понятие *клавиатурного почерка, под которым будем понимать систему индивидуальных особенностей начертаний и динамики воспроизведения букв, слов и предложений на клавиатуре.*

Таким образом, *любой текст содержит не только ту информацию, для передачи которой его собственно и создавали, но и информацию о самом авторе этого текста и о технических средствах и технологии его создания.*

Существует целая наука – "*Психографология*", которая ставит своей задачей получение максимального количества информации об авторах текстов на основе изучения индивидуальных особенностей их почерка.

В настоящее время в России действует институт графологии. На сайте этого института <http://graphology.boom.ru> можно познакомиться с тем, что такое графология, с ее историей и задачами, которые она позволяет решать сегодня. Графологическое исследование имеет значительное преимущество перед простым тестированием или собеседованием, поскольку нет необходимости информировать человека, чей почерк подвергается изучению о производимых исследованиях.

Но текст представляет собой не просто совокупность букв, а сложную иерархическую структуру, в которой буквы образуют лишь фундамент пирамиды, а на более высоких ее уровнях находятся слова, предложения, и другие части текстов различных размеров, обладающие относительной целостностью и самостоятельностью (абзацы, параграфы, главы, части, книги).

Понятие почерка акцентирует внимание именно на начертании и динамике воспроизведения *букв и слов*. При этом в понятие почерка не входят индивидуальные особенности текстов, обнаруживаемые на более высоких уровнях иерархической организации текстов, например: частоты употребления тех или иных слов и словосочетаний, средние длины предложений и абзацев, и т.п. Но именно эти индивидуальные особенности текстов исследуются и используются при *атрибуции* анонимных и псевдонимных текстов (определении их вероятного авторства) и датировки.

Соответственно и текст может представлять для читателя интерес по крайней мере с трех точек зрения:

1. Как источник информации о том, о чем говорит автор, т.е. о

предмете изложения.

2. Как источник информации о самом авторе.

2. Как источник информации о предмете изложения и об авторе.

В этом смысле читать А.С. Пушкина в рукописи может быть значительно интереснее, чем взять томик с полки. Это объясняется просто: в томике есть лишь сам **результат** работы поэта и выхолощена вся информация о **процессе**, т.е. о самом поэте, содержащаяся в почерке, способе размещения текста на листе, порядке и динамике его формирования, различных вариантах и ассоциациях, возникавших в процессе создания произведения.

Таким образом, система, оснащенная интеллектуальным интерфейсом, может вести по-разному в зависимости от результатов идентификации пользователя, его профессионального уровня и текущего психофизиологического состояния.

Рассмотрим подробнее некоторые вопросы идентификации пользователей по клавиатурному почерку.

Проблемы идентификации и аутентификации пользователей компьютеров являются актуальными в связи с все большим распространением компьютерных преступлений. Использование для идентификации клавиатурного почерка является одним из направлений биометрических методов идентификации личности.

Подобные системы не обеспечивают такую же точность распознавания, как системы идентификации по отпечаткам пальцев или по рисунку радужной оболочки глаз, но имеют то преимущество, что система может быть полностью скрыта от пользователя, т. е. он может даже не подозревать о наличии такой системы контроля доступа.

Аутентификация - это проверка, действительно ли пользователь является тем, за кого себя выдает. При этом пользователь должен предварительно сообщить о себе идентификационную информацию: свое имя и пароль, соответствующий названному имени.

Идентификация - это установление его личности.

И идентификация, и аутентификация являются типичными задачами распознавания образов, которое может проводиться по заранее определенной или произвольной последовательности нажатий клавиш.

При вводе информации пользователь последовательно нажимает и отпускает клавиши, соответствующие вводимому тексту. При этом для каждой нажимаемой клавиши можно фиксировать моменты нажатия и отпускания.

На современных компьютерах на следующую клавишу можно нажимать до отпускания предыдущих, т.е. символ помещается в буфер клавиатуры только по нажатию клавиши, тогда как аппаратные прерывания от клавиатуры возникают и при нажатии, и при отпускании клавиши.

Основной характеристикой клавиатурного почерка следует считать временные интервалы между различными моментами ввода текста:

- между нажатиями клавиш;
- между отпусканиями клавиш;

- между нажатием и отпусканием одной клавиши;
- между отпусканием предыдущей и нажатием следующей клавиши.

Кроме того, могут учитываться производные от временных интервалов *вторичные показатели*, например, такие как скорость и ускорение ввода.

В литературе описано четыре математических подхода к решению задачи распознавания клавиатурного почерка пользователя:

- статистический;
- вероятностно-статистический;
- на базе теории распознавания образов и нечеткой логики;
- на основе нейросетевых алгоритмов.

В настоящее время возможна разработка интеллектуальных **высоконадежных** интерфейсов, обеспечивающих решение этих и ряда других задач идентификации и прогнозирования состояния оператора **в режиме реального времени непосредственно в процессе его работы с системой**.

При этом система в своей работе будет гибко учитывать текущее и прогнозируемое состояние оператора, что может проявляться в адаптации как алгоритмов работы, так и вида, и содержания интерфейса.

Эти работы дополняют возможности **заблаговременного** отбора операторов, обладающих свойствами, необходимыми для высоко ответственных работ в экстремальных ситуациях.

3.1.2 Диалоговые системы, основанные на распознавании речи

Распознавание речи – процесс преобразования речевого сигнала в цифровую информацию (напр., текстовые данные). Обратной задачей является синтез речи.

Можно выделить следующие области применения:

- голосовое управление;
- голосовой набор в различной технике (мобильники, компьютеры, и пр.);
- голосовой ввод текстовых сообщений в смартфонах и прочих мобильных компьютерах;
- голосовой поиск;
- голосовая почта.

Первое устройство для распознавания речи появилось в 1952 году, оно могло распознавать произнесённые человеком цифры. В 1964 году на ярмарке компьютерных технологий в Нью-Йорке было представлено устройство IBM Shoebox.

Коммерческие программы по распознаванию речи появились в начале девяностых годов. Обычно их используют люди, которые из-за травмы руки не в состоянии набирать большое количество текста. Эти программы (например, Dragon NaturallySpeaking, VoiceNavigator, "Горыныч") переводят голос пользователя в текст, таким образом, разгружая его руки. Надёжность перевода у таких программ достаточно высока, и с годами она постепенно улучшается.

Увеличение вычислительных мощностей мобильных устройств

позволило для них создать программы с функцией распознавания речи и так называемых виртуальных помощников (рисунок 3.2).

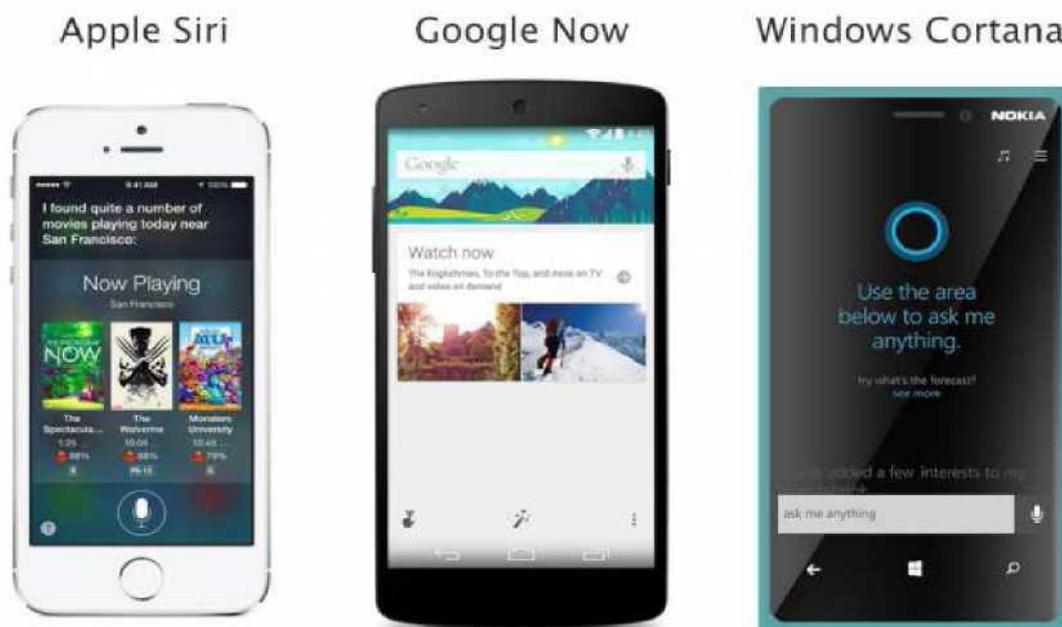


Рисунок 3.2. Виртуальные помощники

Среди таких программ безусловно выделяются:

- Microsoft Cortana (Microsoft);
- Google Now (Google);
- Siri (Apple).

Эти программы позволяют работать со многими приложениями при помощи голоса. Например, можно набрать нужный номер абонента, включить воспроизведение музыки в плеере, создать новый документ, произвести поиск нужного объекта в сети Интернет.

Siri (Apple) - 'то персональный помощник, который работает по принципу вопрос-ответ и использует обработку естественной речи. Siri задает вопросы и может быть полностью персонализирована. Есть возможность выбрать мужской или женский голос. Ориентируется в контексте вашей речи. Эволюционирует из iPhone в iPhone, становится все более интеллектуальной.

Google Now (Google) - голосовой помощник, впервые появившийся в 2012 году. Использует обработку естественного языка для ответов на вопросы, создания рекомендаций, открытия приложений, работы в сети и множества других функций. Подтягивает информацию из запросов в хrome, опираясь на режим дня, данных из календаря, местоположения, анализируя письма, персонализировать можно и вручную. Имеет интерфейс карточек. Доступен для скачивания и на iOS устройствах.

Microsoft Cortana (Microsoft) - виртуальный помощник с искусственным интеллектом. Появилась в общем доступе 14 апреля 2014 года. Cortana получила своё имя в честь персонажа серии компьютерных игр Halo, её голос также принадлежит героине игры — виртуальную помощницу озвучила актриса Джен Тейлор. До Cortana у Windows смартфонов была Loise. Ей

можно дать доступ к вашим личным данным, таким как электронная почта, адресная книга, история поисков в сети и т. п. - все эти данные она будет использовать для упреждения ваших нужд. Cortana заменит стандартную поисковую систему и будет вызываться нажатием кнопки «Поиск».

Интеллектуальные речевые решения, позволяющие автоматически синтезировать и распознавать человеческую речь, являются следующей ступенью развития интерактивных голосовых систем (IVR). Использование интерактивного телефонного приложения в настоящее время не веяние моды, а жизненная необходимость. Снижение нагрузки на операторов контакт-центров и секретарей, сокращение расходов на оплату труда и повышение производительности систем обслуживания вот только некоторые преимущества, доказывающие целесообразность подобных решений.

Прогресс, однако, не стоит на месте и в последнее время в телефонных интерактивных приложениях все чаще стали использоваться системы автоматического распознавания и синтеза речи. В этом случае общение с голосовым порталом становится более естественным, так как выбор в нем может быть осуществлен не только с помощью тонового набора, но и с помощью голосовых команд. При этом системы распознавания являются независимыми от дикторов, то есть распознают голос любого человека.

Следующим шагом технологий распознавания речи можно считать развитие так называемых Silent Speech Interfaces (SSI) (Интерфейсов Безмолвного Доступа). Эти системы обработки речи базируются на получении и обработке речевых сигналов на ранней стадии артикулирования. Данный этап развития распознавания речи вызван двумя существенными недостатками современных систем распознавания: чрезмерная чувствительность к шумам, а также необходимость четкой и ясной речи при обращении к системе распознавания. Подход, основанный на SSI, заключается в том, чтобы использовать новые сенсоры, не подверженные влиянию шумов в качестве дополнения к обработанным акустическим сигналам.

На сегодняшний день существует два типа систем распознавания речи - работающие «на клиенте» (client-based) и по принципу «клиент-сервер» (client-server). При использовании клиент-серверной технологии речевая команда вводится на устройстве пользователя и через Интернет передается на удаленный сервер, где обрабатывается и возвращается на устройство в виде команды (Google Voice, Vlingo, пр.); ввиду большого количества пользователей сервера система распознавания получает большую базу для обучения. Первый вариант работает на иных математических алгоритмах и встречается редко (Speereo Software) - в этом случае команда вводится на устройстве пользователя и обрабатывается в нем же. Плюс обработки «на клиенте» в мобильности, независимости от наличия связи и работы удаленного оборудования. Так, система, работающая «на клиенте» кажется надежнее, но ограничивается, порой, мощностью устройства на стороне пользователя.

Сейчас применяется также технология SIND (без привязки к голосу конкретного человека).

3.1.3 Системы с биологической обратной связью

Системами с биологической обратной связью (БОС) будем называть системы, поведение которых зависит от психофизиологического (биологического) состояния пользователя.

Это означает, что в состав систем с БОС в качестве подсистем входят информационно-измерительные системы и системы искусственного интеллекта.

Съем информации о состоянии пользователя осуществляется с помощью контактных и/или дистанционных датчиков в режиме реального времени с применением транспьютерных или обычных карт (плат) с аналого-цифровыми преобразователями (АЦП).

При этом информация может сниматься по большому количеству каналов - показателей (количество которых обычно кратно степеням двойки), подавляющее большинство которых обычно являются несознаваемыми для пользователя.

Это является весьма существенным обстоятельством, т.к. означает, что системы БОС позволяют вывести на уровень сознания обычно ранее не осознаваемую информацию о состоянии своего организма, т.е. расширить область осознаваемого. А это значит, что у человека появляются условия, обеспечивающие возможность сознательного управления своими состояниями, ранее не управляемыми на сознательном уровне, что является важным эволюционным достижением технократической цивилизации.

Передача информации от блока съема информации к АЦП-карте может также осуществляться либо по проводной связи, либо дистанционно с использованием каналов инфракрасной или радиосвязи.

Приведем три примера применения подобных систем:

1. Мониторинг состояния сотрудников на конвейере с целью обеспечения высокого качества продукции.

2. Компьютерные тренажеры, основанные на БОС, для обучения больных с функциональными нарушениями управлению своим состоянием.

3. Компьютерные игры с БОС.

Известно, что одной из основных причин производственного брака является ухудшение состояния сотрудников. Но сотрудники не всегда могут вовремя заметить это ухудшение, т.к. самооценка (самочувствие) обычно запаздывает по времени за моментом объективного ухудшения состояния. Поэтому является актуальным своевременное обнаружение объективного ухудшения параметров и адекватное реагирование на него.

С помощью систем БОС это достигается тем, что:

1. Каждому сотруднику одевается на руку браслет с компактным устройством диагностики ряда параметров, например, таких, как:

- частота и наполнение пульса;
- кожно-гальваническая реакция;
- температура;
- давление;
- пототделение.

2. Это же устройство и периодически передает значения данных параметров на компьютер по радиоканалу.

3. Параметры от каждого сотрудника накапливаются в базе данных системы мониторинга на сервере, а также анализируются в режиме реального времени с учетом текущего состояния и динамики, в т. ч. вторичных (расчетных) показателей.

4. Когда параметры выходят за пределы коридора "нормы" или по их совокупности может быть поставлен диагноз, - сотрудник оперативно снимается с рабочего места и заменяется другим из резерва, а затем, при наличии показаний, направляется на лечение.

Некоторыми процессами в своем организме мы не можем управлять не потому, что у нас нет рычагов управления, а лишь потому, что мы их не знаем, не имеем навыков их использования и *не знаем результатов их применения*. Но ключевой проблемой, без решения которой невозможно управление, является отсутствие быстрого и надежного, адекватного по содержанию канала обратной связи.

Все эти проблемы снимаются системами БОС (рисунок 2.3):

- на экран компьютера в наглядной и легко интерпретируемой форме в режиме реального времени выводится информация о состоянии какой-либо подсистемы организма, например, об уровне рН (кислотности) в желудке;

- в качестве рычагов управления пациенту предлагается применить метод визуализации тех или иных образов, которые сообщаются врачом;

- когда пациент ярко зрительно представляет заданные образы, то при этом он обнаруживает, что кривая кислотности на экране начинает ползти вверх или вниз в прямом соответствии с тем, что именно он себе представляет.



Рисунок 3.3 - Система с биологической обратной связью

Через пару недель подобных тренировок, проводимых по 15-20 минут через день пациент приобретает такой уровень навыков управления ранее не осознаваемыми процессами в своем организме, которых Хатха-йоги добиваются за многие годы упорных тренировок под руководством профессиональных опытных и ответственных наставников (Гуру). Причем скоро пациент начинает понимать, когда необходимо повысить или понизить кислотность и без компьютера с системой БОС и может делать это прямо в той обстановке, в которой возникла такая необходимость. Столь высокая эффективность метода БОС объясняется высокой скоростью, наглядностью и адекватностью обратной связи, что является одним из основных факторов, влияющих на эффективность формирования навыков управления своим состоянием.

Имеется информация, что такими методами могут лечиться или облегчаться многие заболевания, вплоть до диабета, причем не только на стадии функциональных нарушений, но даже и при наличии органических изменений.

В последнее время появляется все больше компьютерных игр, включающих элементы БОС. При этом от психофизиологического состояния игрока может зависеть, например, и развитие сценария, и точность прицеливания при использовании оптического прицела.

В этих играх часто создаются ситуации, в которых человеку нужно быстро принимать и реализовать решения, при этом цена ошибки, а значит и психическая напряженность, и волнение игрока, постоянно увеличиваются. Этим самым создается экстремальная ситуация, напряженность которой все больше возрастает. В этих условиях лучших результатов достигает тот, у кого "крепче нервы", кто лучше может управлять собой в экстремальных ситуациях.

Поэтому игры с элементами БОС можно считать своего рода тренажерами по формированию и совершенствованию навыков адекватного поведения в экстремальных ситуациях.

Здесь необходимо отметить один очень существенный момент. В обычной реальности развитие событий зависит не непосредственно от нашего психофизиологического состояния, а лишь от того, как оно проявляется в наших *действиях*. В случае же виртуальной реальности развитие сценария игры может зависеть *непосредственно* от состояния игрока. Таким образом, *в виртуальной реальности само сознательное (произвольное) или несознательное (непроизвольное) изменение нашего состояния по сути дела является действием*. Аналогичная ситуация в обычной реальности может иметь место при высших формах сознания и проявлении сверхспособностей.

3.1.4 Системы с семантическим резонансом. Компьютерные Y-технологии и интеллектуальный подсознательный интерфейс

Системами с семантическим резонансом (рисунок 3.4) будем называть системы, поведение которых зависит от состояния сознания пользователя и его психологической реакции на смысловые стимулы.

Это означает, что в состав систем с семантическим резонансом, также как и систем с БОС, в качестве подсистем входят информационно-измерительные системы и системы искусственного интеллекта, аналогично осуществляется и съём информации о состоянии пользователя.



Рисунок 3.4 - Психоэмоциональный комплекс БОС

Различие между системами с БОС и с семантическим резонансом состоит в том, что в первом случае набор снимаемых параметров и методы их математической обработки определяются необходимостью идентификации биологического состояния пользователя, тогда как во втором - его реакции на смысловые стимулы (раздражители).

В частности, имеется возможность по наличию в электроэнцефалограмме так называемых вызванных потенциалов установить реакцию человека на стимул: заинтересовался он или нет.

Здесь принципиально важно, что *вызванные потенциалы после предъявления стимула по времени возникают гораздо раньше, чем его осознание.*

Из этого следует ряд важных выводов:

1. *Если это осознание не наступает по каким-либо причинам, то вызванные потенциалы все равно с очень высокой достоверностью позволяют прогнозировать ту реакцию, которая была бы у человека, если бы информация о стимуле проникла в его сознание (причинами, по которым зрительный образ стимула может не успеть сформироваться и проникнуть в сознание пользователя, могут быть, например, его очень сильную зашумленность, фрагментарность или слишком короткое время его предъявления).*

2. *Реакция на стимул на уровне вызванных потенциалов не подвергается критическому анализу и корректировке на уровне сознания, т.е. является гораздо более "искренней" и "откровенной", адекватной и достоверной, чем сознательные ответы на опросник с тем же самым стимульным материалом (сознательные ответы зависят от мотивации, конъюнктуры и массы других обстоятельств).*

3. Для получения информации о подсознательной реакции пользователя

на стимульный материал он может предъявляться в значительно более высоком темпе, чем при сознательном тестировании.

4. При подсознательном тестировании пользователь может даже не знать о том, что оно проводится.

Все это в совокупности означает, что системы с семантическим резонансом позволяют получить и вывести на уровень сознания обычно ранее не осознаваемую адекватную информацию о состоянии своего сознания, систем мотивации, целеполагания, ценностей и т.д., т.е. расширить область осознаваемого. Это позволяет создать качественно более благоприятные условия для управления состоянием сознания, чем ранее, что является важным эволюционным достижением технократической цивилизации.

Системы с семантическим резонансом могут эффективно использоваться в ряде направлений:

- психологическое и профессиональное тестирование, подбор персонала, в т.ч. для действий в специальных условиях и в измененных формах сознания;
- модификация сознания, систем мотиваций, целеполагания, ценностей и др. (компьютерное нейролингвистическое программирование: "компьютерные НЛП-технологии");
- компьютерные игры с системами семантической обратной связи.

3.1.5 Системы виртуальной реальности. Эффекты присутствия, деперсонализации и модификация сознания пользователя

Виртуальная реальность (VR) - модельная трехмерная (3D) окружающая среда, создаваемая компьютерными средствами и реалистично реагирующая на взаимодействие с пользователями (рисунок 3.5).

Технической базой систем виртуальной реальности являются современные мощные персональные компьютеры и программное обеспечение высококачественной трехмерной визуализации и анимации. В качестве устройств ввода-вывода информации в системах VR применяются виртуальные шлемы с дисплеями (HMD), в частности шлемы со стереоскопическими очками, и устройства 3D-ввода, например, мышь с пространственно управляемым курсором или "цифровые перчатки", которые обеспечивают тактильную обратную связь с пользователем.



Рисунок 3.5 - Система виртуальной реальности для управления флотом

Совершенствование систем виртуальной реальности приводит ко все большей изоляции пользователя от обычной реальности, т.к. все больше каналов взаимодействия пользователя с окружающей средой замыкаются не на обычную, а на виртуальную среду - виртуальную реальность, которая, при этом, становится все более и более функционально-замкнутой и самодостаточной.

Создание систем ВР является закономерным следствием процесса совершенствования компьютерных систем отображения информации и интерфейса управления.

При обычной работе на компьютере монитор занимает не более 20% поля зрения пользователя. Системы ВР перекрывают *все* поле зрения.

Обычные мониторы не являются стереоскопическими, т.е. не создают объемного изображения. Правда, в последнее время появились разработки, которые, позволяют преодолеть это ограничение (достаточно сделать поиск в yandex.ru по запросу "Стереоскопический монитор"). Системы ВР изначально были стереоскопическими.

Звуковое сопровождение, в том числе со стерео и quadro-звуком, сегодня уже стали стандартом. В системах ВР человек не слышит ничего, кроме звуков этой виртуальной реальности.

В некоторых моделях систем виртуальной реальности пользователи имеют возможность восприятия изменяющейся перспективы и видят объекты с разных точек наблюдения, как если бы они сами находились и перемещались внутри модели.

Если пользователь располагает более развитыми (*погруженными*) устройствами ввода, например, такими, как цифровые перчатки и виртуальные шлемы, то модель может даже надлежащим образом реагировать на такие *действия* пользователя, как поворот головы или движение глаз.

Необходимо отметить, что в настоящее время системы виртуальной реальности развиваются очень быстрыми темпами и явно выражена

тенденция проникновения технологий виртуальной реальности в стандартные компьютерные технологии широкого применения.

Развитие этих и других подобных средств привело к появлению качественно новых эффектов, которые ранее не наблюдались или наблюдались в очень малой степени:

- эффект присутствия пользователя в виртуальной реальности;
- эффект деперсонализации и модификации самосознания и сознания пользователя в виртуальной реальности.

Эффект присутствия - это создаваемая для пользователя иллюзия его **присутствия** в смоделированной компьютером среде, при этом создается полное впечатление "присутствия" в виртуальной среде, очень сходное с ощущением присутствия в обычном "реальном" мире.

При этом виртуальная среда начинает осознаваться как реальная, а о реальной среде пользователь на время как бы совершенно или почти полностью "забывает". При этом технические особенности интерфейса также вытесняются из сознания, т.е. мы не замечаем этот интерфейс примерно так же, как собственное физическое тело или глаза, когда смотрим на захватывающий сюжет. Таким образом, реальная среда *замещается* виртуальной средой.

Исследования показывают, что для возникновения и силы эффекта присутствия определяющую роль играет *реалистичность движения* различных объектов в виртуальной реальности, а также убедительность реагирования объектов виртуальной реальности при *взаимодействии* с ними виртуального тела пользователя или других виртуальных объектов. В то же время, как это ни странно, естественность вида объектов виртуальной среды играет сравнительно меньшую роль.

Системы виртуальной реальности уже в настоящее время широко применяются во многих сферах жизни.

Одними из первых технологии виртуальной реальности были применены НАСА США для тренировки пилотов космических челноков и военных самолетов, при отработке приемов посадки, дозаправки в воздухе и т.п.

Самолет-невидка "Стелс" вообще управляется пилотом, практически находящемся в виртуальной реальности.

Из виртуальной реальности человек управляет роботом, выполняющим опасную или тонкую работу.

Технология Motion Capture, позволяет дистанционно "снять" движения с человека и присвоить их его трехмерной модели, что широко применяется для создания компьютерных игр и анимации рисованных персонажей в фильмах.

Особенно эффективно применение виртуальной реальности в рекламе, особенно в Интернет-рекламе на стадии информирования и убеждения.

С использованием виртуальной реальности можно показывать различные помещения, например, совершить виртуальную экскурсию по музею, учебному заведению, дому, коттеджу или местности (прогулка по Парижу от туристической фирмы).

Во всех этих приложениях важно, что в отличие от трехмерной графики, виртуальная реальность обеспечивает *эффект присутствия и личного участия пользователя в наблюдаемых им событиях*.

Сегодня уже для всех вполне очевидно, что виртуальная реальность может с успехом использоваться для развлечений, ведь *она помогает представить себя в другой роли и в другом облики*. Однако в действительности этот эффект связан с модификацией "Образа Я", т.е. сознания и самосознания пользователя. Это значит, что последствия этого в действительности значительно серьезнее, чем обычно представляют, и далеко выходит за рамки собственно развлечений.

Как показано автором в ряде работ, приведенных на сайте <http://Lc.kubagro.ru>, форма сознания и самосознания человека определяются тем, как он осознает себя и окружающее, т.е. тем:

- что он осознает, как объективное, субъективное и несуществующее;
- с чем он отождествляет себя и что осознает, как объекты окружающей среды.

Очевидно, что разработчики новейших компьютерных технологий совершенно неожиданно вторглись в абсолютно новую для себя сферу исследования *измененных форм сознания*, и далеко идущие системные последствия этого ими, как и вообще научным сообществом, пока еще очень мало осознаны.

Еще в 1979-1981 годах автором и Л.А. Бакурадзе были оформлены заявки на изобретение компьютерной системы, выполняющей все трудовые функции физического тела, обеспечивающую управление с использованием дистанционного мысленного воздействия, т.е. микротелекинеза. Телекинез представляет собой управление физическими объектами путем воздействия на них непосредственно с высших планов без использования физического тела, т.е. *тем же способом, с помощью которого любой человек, осознает он это или нет, управляет своим физическим телом*. Были предложены технические и программные решения и инженерно - психологические методики. Система предлагалась адаптивной, т.е. автоматически настраивающейся на индивидуальные особенности, "почерк" оператора и его состояние сознания, с плавным переключением на дистанционные каналы при повышении их надежности (которая измерялась автоматически) и могла одновременно с выполнением основной работы выступать в качестве тренажера. Человек, начиная работу с системой в обычной форме сознания с использованием традиционных каналов (интерфейса), имея мгновенную адекватную по форме и содержанию *обратную связь* об эффективности своего телекинетического воздействия, должен быстро переходить в форму сознания, оптимальную для использования телекинеза в качестве управляющего воздействия.

С учетом вышесказанного, предлагается следующее определение виртуальной реальности.

Система ВР - это система, обеспечивающая:

1. *Генерацию полиперцептивной модели* реальности в соответствии с математической моделью этой реальности, реализованной в программной системе.

2. **Погружение пользователя в модель реальности** путем подачи на все или основные его перцептивные каналы – органы восприятия, программно-управляемых по величине и содержанию воздействий: зрительного, слухового, тактильного, термического, вкусового и обонятельного и других.

3. **Управление системой путем использования виртуального "образа Я"** пользователя и виртуальных органов управления системой (интерфейса), на которые он воздействует, представляющие собой зависящую от пользователя часть модели реальности.

4. **Реалистичную реакцию** моделируемой реальности на виртуальное воздействие и управление со стороны пользователя.

5. **Разрыв отождествления пользователя** со своим "Образом Я" из обычной реальности (деперсонализация), и отождествление себя с "виртуальным образом Я", генерируемым системой виртуальной реальности (**модификация сознания и самосознания** пользователя).

6. **Эффект присутствия** пользователя в моделируемой реальности в своем "виртуальном образе Я", т.е. эффект личного участия пользователя в наблюдаемых виртуальных событиях.

7. **Положительные результаты применения критериев реальности**, т.е. функциональную замкнутость и самодостаточность виртуальной реальности, вследствие чего *никакими действиями внутри виртуальной реальности, осуществляемыми над ее объектами, в т. ч. объектами виртуального интерфейса, с помощью своего виртуального тела, невозможно установить, "истинная" эта реальность или виртуальная.*

В этой связи вспоминается ставший уже классическим первый фильм "Матрица", в котором Морфей, обращаясь к Нео, произносит свою знаменитую фразу: *"Сейчас я покажу тебе, как выглядит окончательная истинная реальность"*. Эта фраза сразу вызвала у меня массу ассоциаций и вопросов, в частности:

1. А каковы критерии реальности?

2. А вдруг и эта реальность, которую Морфей назвал окончательной, истинной, в действительности является не более, чем симулятором следующего иерархического уровня, так сказать более фундаментальным симулятором?

Здесь возникает сложный мировоззренческий вопрос о том, возможно ли *хотя бы в принципе* находясь в виртуальной реальности, не выходя за ее пределы установить, что ты находишься именно в виртуальной, а не истинной реальности, или это возможно сделать только *задним числом*, после выхода из виртуальной реальности и перехода в истинную реальность?

Итак, каковы же **критерии реальности**?

По нашему мнению, прежде всего это самосогласованность реальности, т.е. получение одной и той же информации качественно различными способами и по различным каналам связи (принцип наблюдаемости):

- согласованность реальности самой с собой во времени;
- согласованность и взаимное подтверждение информации от

различных органов восприятия, которые обычно реагируют на различные формы материи и часто являются парными (зрение, слух, обоняние) и расположенными в различных точках пространства.

Например, мы не только что-то видим, но и слышим, и осязаем, и можем попробовать его на вкус и ощутить запах и все эти восприятия от *различных* органов чувств *соответствуют* друг другу и означают, что перед нами некий определенный объект, а не галлюцинация или визуализация. Согласованная и взаимно подтверждающая информация с различных органов чувств, в соответствии с принципом наблюдаемости, также может рассматриваться как повышающая достоверность и адекватность восприятия.

В современных компьютерных играх мы не только видим довольно качественную визуализацию, но и соответствующее реалистичное звуковое сопровождение. А в системах виртуальной реальности – визуализация стереоскопическая (то, что мы видим РАЗНЫМИ глазами как бы с разных точек в ПРОСТРАНСТВЕ, также взаимно подтверждается), а также появляется тактильный канал с обратной связью, который позволяет ощутить даже твердость, вес и температуру моделируемого в виртуальной реальности объекта. Все это вместе уже создает на столько высокую степень реалистичности, что может возникнуть эффект присутствия в виртуальной реальности, деперсонализация и отождествление с измененным образом Я, моделируемым в виртуальной реальности (переход в измененную форму сознания).

Представим, что эти сформулированные критерии реальности не выполняются, т.е. нарушается ее самосогласованность. По-видимому, как своего рода "сбои" и различные *"нарушения физических законов"* и несогласованности в виртуальной реальности:

- "зацикливание" событий, как на заезженной пластинке, т.е. их многократное повторное осуществление без каких-либо изменений (пример: повторный проход черной кошки, с характерной остановкой и поворотом головы, в дверном проеме в "Матрице");

- прохождение сквозь стены;
- полеты и очень длинные прыжки, а также телепортация в своем "реальном" теле;

- действия в другом темпе времени, т.е. эффект замедления внешнего времени, соответствующий аналогичному ускорению внутреннего времени;

- действия в другом масштабе пространства, "увеличение" и "уменьшение" размеров, наблюдение мега и микроструктуры материи;

- видение сквозь стены, видение на больших расстояниях (в т.ч. с увеличением "как в телескоп"), видение прошлого и будущего;

- телекинез, пирокинез, психосинтез, левитация и т.п.;

- одновременное нахождение в нескольких местах.

Нетрудно заметить, что все эти проявления весьма напоминают так называемые *"паранормальные явления"*, которые традиционно связывают с *сверхвозможностями* человека, т.е. с его возможностями при высших формах сознания.

Эти явления хотя и редко, но все же наблюдаются в нашем мире, что может указывать на то, что наша "истинная реальность" в определенной мере возможно является виртуальной, по крайней мере в большей степени, чем ранее предполагалось.

Вспомним известные в физике принципы относительности Галилея и Эйнштейна:

1. Никакими экспериментами внутри замкнутой системы невозможно отличить состояние покоя от состояния равномерного и прямолинейного движения (Галилей). Следовательно, покоящаяся система отсчета **физически эквивалентна** системе отсчета, движущейся равномерно и прямолинейно под действием сил инерции.

2. Никакими экспериментами внутри ограниченной по размерам замкнутой системы невозможно установить, движется она под действием сил гравитации или по инерции (Эйнштейн). Следовательно, система отсчета, движущаяся в поле сил тяготения **физически эквивалентна** системе отсчета, движущейся под действием сил инерции.

Легко заметить, что формулировка 7-го пункта в определении системы виртуальной реальности весьма сходна с формулировками принципов относительности Галилея и Эйнштейна: *никакими действиями внутри виртуальной реальности, осуществляемыми над ее объектами, в т.ч. объектами виртуального интерфейса, с помощью своего виртуального тела, невозможно установить, "истинная" эта реальность или виртуальная.*

Следовательно, виртуальная система отсчета, локализованная в **полнофункциональной** виртуальной реальности **полностью физически эквивалентна** физической системе отсчета, локализованной в "истинной реальности".

Учитывая эту аналогию, принцип, предложенный автором, назовем принципом относительности или *принципом эквивалентности виртуальной и истинной реальности.*

3.1.6 Системы с дистанционным телекинетическим интерфейсом

В 1981 году Л.А. Бакурадзе и Е.В. Луценко были оформлены заявки на изобретение компьютерной системы, выполняющей все трудовые функции физического тела, обеспечивающую управление с использованием дистанционного мысленного воздействия, т.е. м и кротелекинеза.

Телекинез представляет собой управление физическими объектами путем воздействия на них непосредственно с высших планов без использования физического тела, т.е. тем же способом, с помощью которого любой человек, осознает он это или нет, управляет своим физическим телом. К подобным системам могут быть отнесены системы с жестовым управлением (рисунок 2.6).

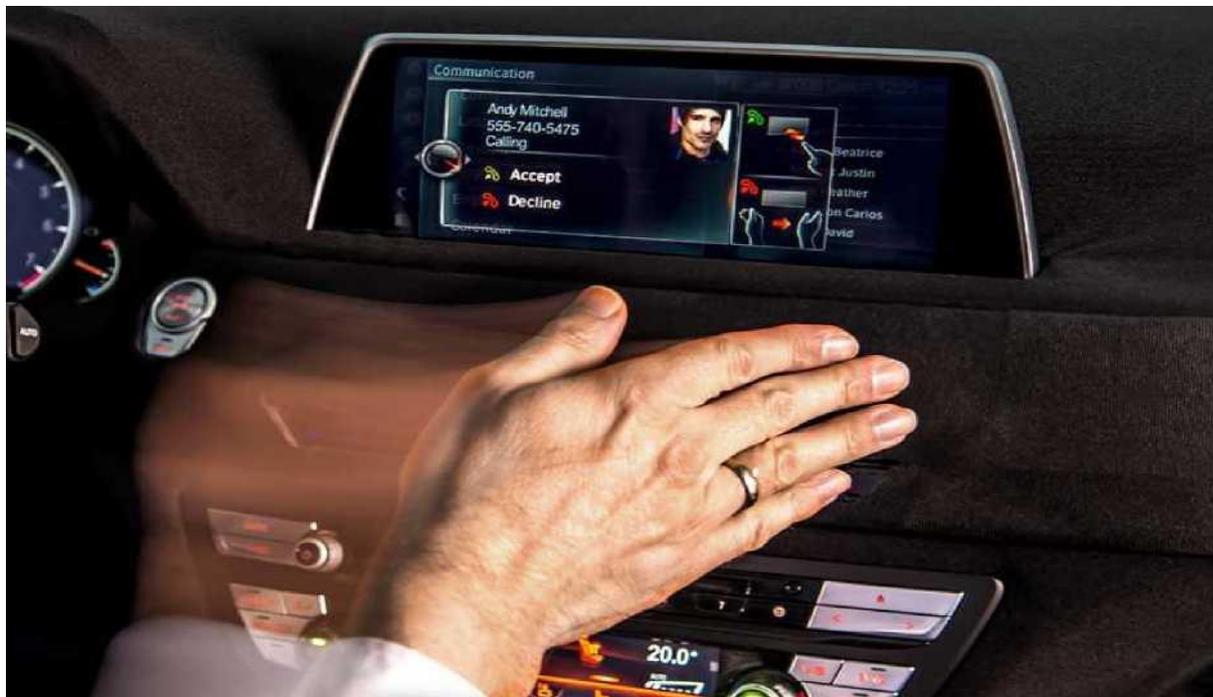


Рисунок 3.6 - Жестовое управление бортовой навигационной системой на автомобиле BMW

К настоящему времени предложены различные технические и программные решения и инженерно-психологические методики. Системы являются адаптивными, т.е. автоматически настраиваются на индивидуальные особенности, "почерк" оператора и его состояние сознания, *с плавным переключением на дистанционные каналы при повышении их надежности* (которая измерялась автоматически) и могла одновременно с выполнением основной работы выступать в качестве *тренажера для овладения высшими формами сознания*.

Человек, начиная работу с системой в обычной форме сознания с использованием традиционных каналов (интерфейса), имея мгновенную адекватную по форме и содержанию обратную связь об эффективности своего телекинетического воздействия, должен быстро переходить в одну из высших форм сознания, оптимальную для использования телекинеза в качестве управляющего воздействия.

4. РАЗРАБОТКА СЛОЖНЫХ ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВОГО ИНТЕРФЕЙСА

Естественно-языковой интерфейс (ЕЯИ) – разновидность пользовательского интерфейса, который принимает запросы на естественном языке, а также, возможно, использует ЕЯ и для вывода информации (реакции системы на запрос пользователя).

На рисунке 4.1 приведены основные составляющие ЕЯИ и взаимосвязи между ними.

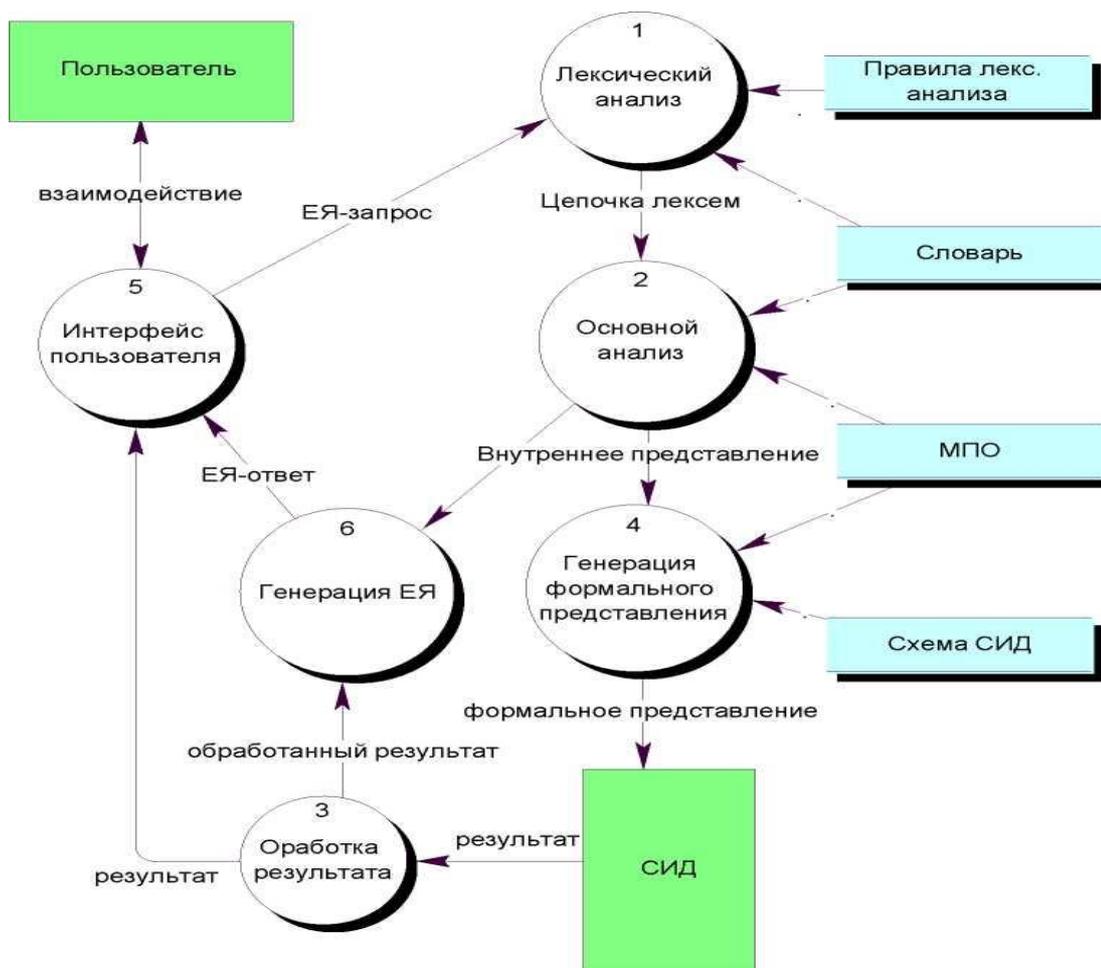


Рисунок 4.1 - Основные составляющие ЕЯ-интерфейсов и их взаимосвязи

4.1. Сравнительный анализ ЕЯ-интерфейсов и традиционных интерфейсов к структурированным источникам данных

В противоположность ЕЯ-интерфейсам, нетрадиционным с точки зрения распространенности, существуют другие виды пользовательских интерфейсов к структурированным источникам данных (СИД), которые можно назвать традиционными. Среди них:

- интерфейсы с формальным языком запросов
- интерфейсы с графическим построением запросов
- интерфейсы, основанные на заполнении форм запросов

Предполагается, что рассматриваемые здесь виды интерфейсов по своему предназначению ограничены только получением информации из базы

данных, это предположение сделано в силу ограничения на ЕЯ-интерфейсы областью запросов, поскольку область занесения данных и их модификации с помощью естественно-языковых оболочек является отдельной большой темой для рассмотрения.

В интерфейсах с *формальным языком запросов* пользователь, для того, чтобы правильно задать запрос, должен, во-первых, знать синтаксис языка запросов (например, SQL), а во-вторых, представлять устройство конкретного структурированного источника данных (например, реляционную схему базы данных). При работе с этим типом интерфейсов пользователь должен обладать достаточно высокой квалификацией. Опыт показывает, что такой необходимой квалификацией обладают лишь специалисты, проектирующие и создающие информационные системы, и сам термин "пользователь" с учетом современных тенденций здесь не совсем адекватен. Очевидно, ЕЯ-интерфейсы обладают большей гибкостью - один и тот же запрос обычно можно формулировать различными способами. Что немаловажно, ЕЯ-интерфейсы, как правило, обладают системой понятий - описанием предметной области, которая находится выше логического уровня хранения данных. Это позволяет абстрагироваться от деталей устройства той или иной базы данных, как на уровне структуры, так и на уровне содержимого.

Средства *графического построения запросов*, которыми снабжаются многие "настольные" СУБД (например, MS Access, MS FoxPro), безусловно, обладают большим удобством - по крайней мере пользователь не должен держать в голове названия таблиц, полей и конструкции языка. Однако для работы с такими средствами необходим опыт и представление некоторых понятий, относящихся скорее к математике (например, термин связывания таблиц в реляционной алгебре), а не к предметной области, и иногда достаточно утомительные действия по заполнению форм. Так, в базе данных Microsoft Access для того, чтобы сформулировать выражение AVG(PERSONNEL.SALARY), эквивалентный ЕЯ-фразе "средняя зарплата", требуется около 15 нажатий мышью. Неподготовленный пользователь обычно пасует перед системами, требующими сложных действий. Как и в случае интерфейсов с формальным языком, пользователь должен представлять устройство базы данных. По сути, эти средства позволяют графически создавать формальные запросы, и не случайно они обычно позволяют редактировать пользователям полученный формальный запрос.

Интерфейсы, основанные на *заполнении форм* запросов, являются более дружественными, по сравнению с формальными языками. Сама метафора формы и ее заполнения подразумевает, что пользователь сразу видит набор критериев и параметров поиска, а иногда и список возможных значений полей формы, это сводит к минимуму ошибки при вводе запроса. От предыдущего метода построения пользовательских интерфейсов данный отличается тем, что как правило, все необходимые запросы уже написаны разработчиком интерфейса, и пользователь, чтобы получить ответ, должен просто вставить недостающие значения. Отличие заключается также в том, что задавая значения формы, пользователь обычно не выбирает, какие

атрибуты данного класса объектов будут в результате, а сам список доступных классов (в реляционной базе - таблиц) ограничен множеством построенных форм. Так работают многие современные коммерческие приложения, работающие с базами данных - пользователю информация в системе доступна в виде нескольких типовых "срезов" информационного пространства. К недостатку систем, основанных на таком подходе, как и в предыдущем, также следует отнести необходимость наличия у пользователя опыта работы с подобными системами, а также необходимость создания форм, что требует дополнительных усилий программиста для создания интерфейса.

Преимущества ЕЯИ достаточно очевидны:

- Минимальная предварительная подготовка пользователя. Естественный язык является наиболее привычным и удобным средством коммуникации, и именно в силу этого с ростом эффективности ЕЯ-систем, он, безусловно, будет вытеснять другие виды интерфейсов к СИД, традиционные в данный момент.

- Простота задания запросов на ЕЯ. Во многих случаях запрос на ЕЯ получается гораздо короче языка на формальном языке, поскольку ЕЯ-представление более емко, ведь в самой структуре языка содержится понятийная база, которую отражает структура источника данных. Зачастую сложность этой структуры отражается на сложности запроса на формальном языке.

- Большая скорость создания произвольного запроса (отсутствует стадия формального задания запроса). Как правило, пользователь сразу может сформулировать корректное ЕЯ-представление запроса, поскольку такое представление является самым естественным для человека, тогда как построение запроса на формальном языке, даже с помощью вспомогательных средств, таит множество ошибок, зачастую исправить которые можно, только проанализировав результат запроса.

- Более высокий уровень модели предметной области. Традиционные интерфейсы обычно не обладают моделью предметной области как таковой, и в лучшем случае скрывают от пользователя искусственные средства и особенности структуры, присущие конкретному типу СИД (такие, как связи по идентификаторам между таблицами в реляционных базах данных или синтаксис XML).

Более подробно рассмотрим недостатки ЕЯ-интерфейса по сравнению с другими типами интерфейсов.

- Неоднозначность естественного языка приводит к множественности смыслов. Специфика естественного языка такова, что часто запрос может иметь несколько смыслов, о которых пользователь в момент задания запроса не предполагает. Формальные же языки лишены проблемы неоднозначности. Это свойство ЕЯ приводит к усложнению ЕЯИ и методов анализа, в противном случае ЕЯИ получается слишком примитивным для реального использования.

- Недостаточная надежность анализаторов ЕЯ-запросов может привести к неправильному пониманию. Современные ЕЯ-интерфейсы далеко

не всегда позволяют диагностировать причины неудач понимания. Причины этих неудач могут быть как в лингвистической сфере, так и в концептуальной. Например, запрос к кадровой базе данных "Кто получает больше Иванова" может привести к непониманию, если ЕЯ-интерфейс не умеет распознавать вложенные запросы (а в данном случае надо сначала получить значение зарплаты Иванова, а затем сравнить с ней зарплату сотрудников). Это случай лингвистической проблемы. Второй пример - "Как зовут жен сотрудников?" может привести к неудаче понимания, если ЕЯ-интерфейс не поймет, что имя супруга/супруги - это реальный атрибут сотрудника, но отсутствующий в данной базе данных. В данном случае налицо будет концептуальная проблема - ЕЯ-интерфейс должен уметь отличать реальную предметную область, которую имеет в виду пользователь, задавая ЕЯ-запрос, от той ее части или трансформации, которая представлена в данном источнике данных.

- Пользователь может иметь завышенные или заниженные ожидания от ЕЯ-интерфейса. Сравнительный анализ типов пользовательских интерфейсов (основанных на формах, с формальным языком запросов, графические) показывает, что в целях построения ЕЯ-интерфейсов превалирует желание максимально приблизить интерфейс к потребностям неподготовленного пользователя. Это несколько поднимает планку требований к дружелюбности и надежности ЕЯ-интерфейсов, поскольку пользователь, впервые столкнувшись с системой, понимающей естественный язык, слабо представляет, насколько интеллектуальна система. При этом ожидания к степени понимания ЕЯ может отличаться от реальных способностей системы в обе стороны - т.е. пользователь может спрашивать систему о том, чего она "не знает", а может "по привычке" использовать простейшие шаблонные формулировки запросов. В других же типах интерфейсов к СИД рамки того, что пользователь может делать с помощью интерфейса, видны, как правило, сразу.

Поскольку характеристики ЕЯИ и систем для их построения могут существенно различаться, то преимущества и недостатки ЕЯИ по сравнению с другими типами интерфейсов к СИД можно выделить довольно схематично, только на качественном уровне. Для сравнения подходов к построению ЕЯИ введем метрику показателей, характеризующих качество ЕЯИ к структурированным источникам данных.

4.2. Критерии качества ЕЯ-интерфейсов

Для сравнительного анализа подходов к созданию ЕЯ-интерфейсов рассмотрим такую качественную интегральную характеристику, как надежность. Под *надежностью* здесь понимается способность ЕЯ-интерфейса правильно понимать намерения пользователя по получению информации из источника, при условии, что пользователь корректно выразил потребности в виде ЕЯ-запроса. Надежность отражает правильность принципов, лежащих в методе ЕЯ-анализа, а также правильность (корректность) построения ЕЯИ к конкретному СИД.

Любой ЕЯИ имеет некоторое пространство правильно понимаемых

запросов. Чем больше это пространство, тем большей *полнотой* обладает ЕЯИ. Полнота - характеристика, тесно связанная с *гибкостью* интерфейса. Поскольку пространство ЕЯ-запросов весьма неоднородно, следует говорить о различных типах запросов, т.е. групп запросов, имеющих сходное строение. Гибкость - показатель того, насколько разнообразные типы запросов может понимать ЕЯИ. Речь в основном идет о так называемых "трудных" типах запросов, в числе которых - вложенные, эллипсис, анафорические.

Другой важной характеристикой является *дружественность* интерфейса, которую можно определить как меру того, насколько ЕЯ-интерфейс удобен в работе, насколько корректно он может сообщать о проблемах понимания, может ли он помогать в переформулировке неберущихся запросов и т.д.

4.3. Критерии стоимости построения и сопровождения ЕЯ-интерфейса

Вышеперечисленные характеристики входят в оценки качества ЕЯ-интерфейса. Важным критерием при сравнении ЕЯ-интерфейсов является также трудоемкость его создания, то есть необходимое количество усилий (времени), требуемых для его построения. Ранние ЕЯ-интерфейсы создавались для каждой базы данных отдельно, и, разумеется, их стоимость была очень большой. Все эти системы были экспериментальными. Усугубляло проблему также то, что до конца 70х годов не было единого универсального формального языка запросов к базам данных. Ранние системы понимания ЕЯ-запросов к СУБД были непортируемыми на другие базы данных, и зачастую лингвистическое ядро не отделялось от предметно-ориентированных настроек.

Современные промышленные системы построения ЕЯ-интерфейсов обладают достаточно высокой степенью портируемости, что, безусловно, снижает стоимость построения ЕЯ-интерфейса. Лингвистическое ядро является универсальным элементом, словарь содержит универсальную лексику, используемую во многих ЕЯ-интерфейсах, модели предметной области могут содержать шаблоны, общие для нескольких предметных областей и т.д. Зачастую используется метафора "фабрики и изделия", изделием выступает ЕЯ-интерфейс, который собирается из готовых компонентов, которые настраиваются под конкретную базу данных.

Следует отметить, однако, что вопрос портирования на другие языки является открытым. Подавляющее большинство исследований проведено для английского языка, некоторые особенности которого изначально заложили в пути исследований мину замедленного действия - первоначально огромное количество усилий были потрачены на анализ синтаксиса. Сейчас можно сказать, что эти усилия не оправдали себя.

На трудоемкость создания ЕЯ-интерфейса влияет также необходимая квалификация настройщика ЕЯ-интерфейса. Для систем, требующих навыков лингвиста, трудоемкость построения ЕЯ-интерфейса больше, чем для систем, где для построения интерфейса требуется просто описать предметную область

по некоторым predetermined шаблонам и отобразить ее на схему базы данных, и дело здесь не только в стоимости труда лингвиста и инженера знаний или специалиста в области баз данных. Системы, требующие подстроек на уровне лингвистического ядра, являются более гибкими, поскольку позволяют разрешать проблемы понимания ЕЯ-запросов написанием соответствующих "заплаток", однако работы по написанию таких "заплаток" являются настолько сложными, требуют такого уровня понимания принципов машинного анализа ЕЯ в целом, что настройка ЕЯ-интерфейса на уровне лингвистического процессора зачастую возможна только авторами системы построения ЕЯ-интерфейса. Впрочем, сложность подстройки ядра очень сильно зависит от принципов анализа, используемого при написании инструментария, открытости ядра и т.д.

4.4. Вопросы портируемости

Коснемся теперь характеристики, присущей системам построения ЕЯ-интерфейсов - портируемость компонентов анализа. Существует несколько видов портируемости на:

1. другую предметную область,
2. другой язык,
3. другую СУБД,
4. другие платформы и языки программирования.

Портируемость на другую предметную область (ПО).

Обычно, если ЕЯ-интерфейс портируется на другую ПО, систему необходимо "научить" словам и концептам, используемым в новой предметной области. Также надо отобразить модель ПО (МПО) и модель БД (МБД). Портируемость на другую предметную область может проводиться различными специалистами, и механизмы портирования могут быть ориентированы на:

- программиста: в некоторых системах часть кода (обычно небольшая и четко определенная) должна быть переписана;
- инженера знаний: конфигурация системы без программирования, построением схем предметной области и/или введением и описанием новых концептов ПО;
- администратора СУБД: БД-центрическое описание предметной области, например, описание некоторых важных для ПО ЕЯИ характеристик для каждой таблицы и поля БД;
- конечного пользователя: в предположении, что настройка ЕЯИ - постоянный процесс, ЕЯ снабжается средствами для настройки методом введения определений концептов на уровне ЕЯ и другими пригодными для конечного пользователя методами.

Портируемость на другой естественный язык.

Подавляющее большинство ЕЯ-интерфейсов к БД были разработаны для английского языка. Переориентация ЕЯ-интерфейса на другой язык является для большинства систем большой проблемой, вследствие активного

использования законов языка на уровне морфологии, синтаксиса, существенно отличающихся от языка к языку. Иногда настройка на язык возможна переписыванием синтаксических и семантических правил, а также новым наполнением словаря. В описываемой работе переносимость на другой язык является достаточно высокой, что обусловлено использованием преимущественно семантической информации при анализе.

Портируемость на другую СУБД.

Система является портируемой на другую СУБД, если она позволяет перенос ЕЯ-интерфейса на другую СУБД. В случае, если ЕЯ-интерфейс генерирует запросы в распространенном языке (например, SQL), он может быть легко портирован на другую СУБД, если она поддерживает этот язык. Если язык запросов ЕЯ-интерфейса не поддерживается новой СУБД, ЕЯ-интерфейс может быть портирован переписыванием компонента генерации формального языка, однако это справедливо только для систем, в архитектуру которых включен промежуточный уровень запроса. В противном случае для портирования необходимо существенно переписать ЕЯ-интерфейс.

Портируемость на другую платформу.

Некоторые ЕЯ-интерфейсы могли исполняться только на дорогих исследовательских машинах, используемых экзотические языки программирования (например, Lisp-машины), что делает их практически неприменимыми в реальных приложениях. Появление недорогих мощных компьютеров и повсеместная доступность языков, ориентированных на приложения искусственного интеллекта, как Lisp, Prolog, OCAML и Haskell, делают доступными ЕЯ-bythatqcs, написанными на этих языках.

4.5. Основные составные части ЕЯ-интерфейсов

Кратко рассмотрим основные части ЕЯ-интерфейсов и их взаимосвязи. Прежде всего следует выделить из интерфейса *анализатор ЕЯ* как компонент, реализующий тот или иной метод анализа естественного языка, и от принципов построения которого зависит архитектура системы и основные характеристики интерфейсов на основе данного компонента.

Работа анализатора заключается в построении *внутреннего представления* входного ЕЯ-текста либо запроса, обычно в виде некоторой структуры, например, синтаксического дерева, семантической сети, фреймовой структуры и т.д. Предшествующим этапом для процесса анализа является *лексический анализ (преданализ)*, который преобразует входной текст как последовательность символов, в цепочку лексем, поступающей на вход анализатора.

Необходимым компонентом работы анализатора является *словарь*, который содержит слова и фразы, обычно с привязкой к ним определенной информации, связанной с семантикой, морфологией и т.д., в зависимости от подхода анализа ЕЯ. Еще одним важным компонентом многих систем является *модель предметной области*, структура которой варьируется в очень больших пределах от системы к системе.

Для построения запроса на *формальном языке* источника данных

используется *модель источника данных*, отражающая основную структуру СИД, ее части, существенные для данного ЕЯ-интерфейса.

Для перевода запроса из внутреннего представления системы в формальный язык источника данных предназначен процесс *генерации формального запроса*. Некоторые системы имеют также модуль синтеза ЕЯ, который может применяться для генерации естественно-языкового представления запроса, например, для верификации понимания запроса системой, а также для генерации уточняющих вопросов.

Модель предметной области в некоторых системах дополняется *базой знаний* со средствами вывода новых знаний.

5. РАБОТЫ С ОСНОВНЫМИ ОБЪЕКТАМИ, ПРОЦЕССАМИ И ЯВЛЕНИЯМИ, СВЯЗАННЫМИ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время научные исследования направлены на изучение и построение сложных, больших и слабо формализуемых технических, экологических, экономических, политических и социальных проблем, порождаемых процессом развития цивилизации. По мнению некоторых ученых, только использование всего потенциала знаний, накопленных человеком и создаваемых его интеллектом, позволяет успешно решать возникающие проблемы и находить пути адаптации человека к новым условиям его жизни при развитии цивилизации.

Интеллектуальные системы и носители интеллекта традиционно находили применение в различных системах управления, включая ручное и полуавтоматическое управление. С момента начала исследований по искусственному интеллекту понималось создание вычислительных систем, обладающих свойствами имитации творческих процессов, логических выводов, восприятие естественно язычных запросов и команд, аккумуляции знаний в компьютере. В качестве начальных научных направлений исследований новой информационной технологии можно выделить работы по интеллектуальным информационно-поисковым системам, обеспечивающим в процессе диалога человека с компьютером пользователей непрограммистов с базами данных и знаний на профессиональных языках пользователей близких к естественному языку.

5.1 Структура систем интеллектуального управления

Построение структуры системы интеллектуального управления связано в первую очередь с построением модели системы, в которой должны быть определены как традиционные элементы системы управления, так и модели обработки знаний, реализуемые интеллектуальной системой. В интеллектуальной системе управления новыми элементами по сравнению с

традиционной системой управления являются все интеллектуальные преобразования или элементы управления знаниями, которые связаны с реализацией искусственного интеллекта, т.е. с использованием технологий экспертных систем, базы знаний, принятия решений, ассоциативной памяти, нечеткой логики, семиотических сетей, управления структурной динамикой и т.п.

Анализируя принятые структуры систем управления с решающими устройствами можно и для обобщенной интеллектуальной системы использовать аналогичную структуру (рисунок 5.1), которая взаимодействует с внешней средой и в процессе ее получения от нее необходимой информации формирует цель действия и анализирует воздействия на систему (физические и информационные).

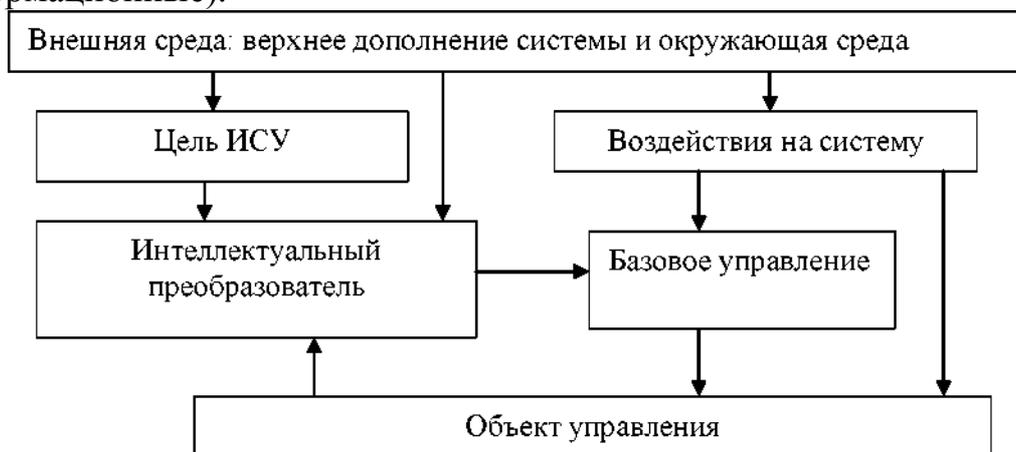


Рисунок 5.1 - Обобщенная схема системы интеллектуального управления

Определяющими элементами системы управления в этом случае являются: интеллектуальный преобразователь и базовая система управления.

Можно заметить, что использование интеллекта человека строится на основе рассмотренной структуры, когда человек участвует в управлении в качестве интеллектуального преобразователя, согласованного с внешней средой через специализированные датчики и реализующий воздействие на систему управления через ручку управления или интерфейс взаимодействия с компьютером. В практике управления подвижными объектами такие системы получили специальное название.

Системы управления подвижными объектами (в авиации, в космической технике, автомобиле и других транспортных средствах) получили название систем полуавтоматического управления, когда используется способность человека наблюдать и оценивать ситуации, возникающие при движении объектов, и формировать непрерывное управление ими. В системах ручного управления на человека - оператора возлагаются дополнительные функции по управлению движением подвижным объектом, связанные с тем фактом, что он осуществляет полностью функции базового управления и воздействует на органы управления. В ручных системах управления человек - оператор рассматривается как звено управления, формирующее закон и программу управления. В автоматизированных системах управления

(автоматизированным управлением космическим кораблем, атомной электростанцией и других подобных системах управления) человек - оператор оказывает воздействие на базовую автоматическую систему через вычислительные системы, что адекватно может быть описано предлагаемой структурой.

В случае использования в системе управления искусственного интеллекта в качестве интеллектуального преобразователя реализуются:

- экспертные системы;
- ситуационное управление;
- управление структурной динамикой сложных технологических и другие интеллектуальные системы и их элементы.

Интересным примером использования интеллектуального преобразователя в системе управления является использование динамической экспертной системы.

Математическая модель интеллектуальной системы управления состоит из трех частей:

- интеллектуального преобразователя (экспертной системы, включающей базы данных и знаний);
- объекта управления;
- управляющее устройства системы (вычислительных и преобразующих и исполнительных устройств).

Интеллектуальный преобразователь представляет из себя логикопреобразующее устройство, которое преобразовывает информацию о внешней среде и объекте управления трансформирует в сигналы Y , в сигналы воздействия на управляющие устройства системы. Математическая модель интеллектуального преобразователя оператором вида

$$Y = F(x, u, w, p, z), \quad (5.1)$$

где: $F(.)$ - некоторый оператор интеллектуального преобразования, характеризующий структуру или работу интеллектуального преобразователя,

x - вектор состояния системы управления,

u - вектор управления,

w - вектор воздействий внешней среды,

p - вектор сигналов цели,

z - вектор параметров объекта.

Объект управления в достаточно общем случае описывается уравнениями вида:

$$\dot{x} = f(x, u, w, z, t), \quad y = C(x), \quad x(t_0) = x_0, \quad t > t_0, \quad (5.2)$$

где:

$f(.)$ - вектор - функция, описывающая объект управления,

$C(.)$ - заданная функция выходных сигналов,

t - координата времени,

u - вектор выхода или измерений.

Управляющее устройства системы (вычислительных и преобразующих и исполнительных устройств) формируют управляющие воздействия на объект управления u из множества его возможных значений в соответствии с

решаемой задачей для достижения сформированной интеллектуальным преобразователем цели.

Для формирования воздействий на систему управления объектом в интеллектуальном преобразователе используется блок принятия решения, который может быть рассмотрен как самостоятельный элемент. Блок принятия решений формируется на основе теории принятия решений.

5.2. Модели принятия решения в условиях конфликта

Основные этапы процесса принятия решения согласно теории принятия решения декомпозируются на следующие этапы:

- определение цели решения возникшей проблемы;
- выбор наиболее предпочтительного варианта действий, ведущего к достижению цели;
- реализация решения (выбранного варианта действия).

Определение цели решения возникшей проблемы реализуется в блоке интеллектуального преобразователя, получающего и обрабатывающего информацию о внешней среде с системы датчиков. В условиях конфликта цель может зависеть от имеющихся ресурсов и факторов, которые образуют **проблемную ситуацию**, т.е. ситуацию принятия решения в условиях конфликта. Способ действия для управления объектом в процессе принятия решения называют **стратегиями**, а результат, к которому может привести выбранная стратегия, называют **исходом**. Условия конфликта порождают факторы, воздействующие на стратегию и соответственно на управление, реализуемое интеллектуальной системой. С точки зрения наличия информации об условиях конфликта факторы разделяются на две группы:

- **определенные** (фиксированные) факторы, значения которых известны;
- **неопределенные** факторы, о которых априорно не известно, какое значение они примут.

В зависимости от происхождения неопределенные факторы делятся на **случайные** и **неопределенные нестохастического характера**, состоящие из **природных и стратегических**. Математическая модель принятия решений формируется с учетом всех факторов и имеющейся о них информации. Упрощенная модель принятия решения в этом случае может быть описана следующей системой

$$D_0 = \langle Y, G, U, L, J, \Pi \rangle, \quad (5.3)$$

где:

Y - множество исходов (результатов);

G - модель предпочтений исходов (принимаемых решений);

U - множество стратегий принятия решений,

L - множество возможных значений неопределенных факторов;

J - функция, определяющая взаимосвязь неопределенного фактора и исход, получаемый в результате принятого решения;

Π - вся остальная информация о принимаемом решении в формализованном виде (сведения о конфликте, предпочтения других лиц, участвующих в конфликте и др.).

6. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

6.1. Интеллектуальные роботы

Эволюция представлений о путях развития робототехники, ее целях и задачах весьма схожа с тем, что наблюдается с такой областью, как искусственный интеллект. Декларируемые общие принципы и, как казалось, понимание путей достижения некой глобальной цели исследования сменилось узкой специализацией, множеством частных, зачастую не связанных между собою подцелей и направлений.

Объясняется это тем, что поставленные изначально задачи оказались значительно более сложными, требующими создания совершенно иных моделей, методов и технологий, и прежде всего - технологий искусственного интеллекта.

Технологии ИИ всегда были тесно связаны с робототехникой. Не случайно одним из направлений ИИ до сих пор считается целенаправленное поведение роботов (создание интеллектуальных роботов, способных автономно совершать операции по достижению целей, поставленных человеком).

Робот - это технический комплекс, предназначенный для выполнения различных движений и некоторых интеллектуальных функций человека и обладающий необходимыми для этого исполнительными устройствами, управляющими и информационными системами, а также средствами решения вычислительно-логических задач.

В настоящее время различают 3 поколения роботов:

Программные. Работают по жестко заданной программе (циклограмме).

Адаптивные. Имеют возможность автоматически перепрограммироваться (адаптироваться) в зависимости от обстановки. Изначально задаются лишь основы программы действий.

Интеллектуальные. Задание вводится в общей форме, а сам робот обладает возможностью принимать решения или планировать свои действия в распознаваемой им неопределенной или сложной обстановке.

6.2. Архитектура интеллектуальных роботов

Общепринято мнение, что интеллектуальный робот обладает т.н. моделью внешнего мира или внутренней средой, что позволяет роботу действовать в условиях неопределенности информации. В том случае, если эта модель реализована в виде базы знаний, то целесообразно, чтобы эта база знаний была динамической. При этом коррекция правил вывода в условиях меняющейся внешней среды естественным образом реализует механизмы самообучения и адаптации.

Если отойти от подобного «перечислительно-функционального» определения ИР, то останется лишь два более или менее конструктивных определения. Первое заключается в том, что интеллектуальный робот - это

робот, в состав которого входит **интеллектуальная** система управления. Тогда достаточно только выбрать определение интеллектуальной системы (ИС). Например, определить ИС как компьютерную систему для решения задач, которые или не могут быть решены человеком в реальное время, или же их решение требует автоматизированной поддержки, или же их решение дает результаты сопоставимые по информативности с решениями человека.

Кроме того, среди прочего подразумевается, что задачи, решаемые ИС не предполагают полноты знаний, а сама ИС должна обладать способностями: к упорядочению данных и знаний с выделением существенных параметров; к обучению на основе позитивных и негативных примеров, к адаптации в соответствии с изменением множества фактов и знаний и т.д.

Другим, менее формальным, определением интеллектуальности робота может быть способность системы решать задачи, **сформулированные в общем виде**. Это определение является, не смотря на свою «слабость», достаточно конструктивным по крайней мере для того, чтобы определить «степень интеллектуальности» робота.

Итак, несмотря на множество предлагаемых критериев интеллектуальности, самым сильным остается по-прежнему требование, согласно которому роль человека при взаимодействии с ИР должна свестись лишь к постановке задачи.

На сегодняшний день считается, что в состав интеллектуального робота должны входить (рисунок 6.1):

Исполнительные органы - это манипуляторы, ходовая часть и др. устройства, с помощью которых робот может воздействовать на окружающие его предметы. Причем по своей структуре это сложные технические устройства, имеющие в своем составе сервоприводы, мехатронные части, датчики, системы управления. По аналогии с живыми организмами это руки и ноги робота.

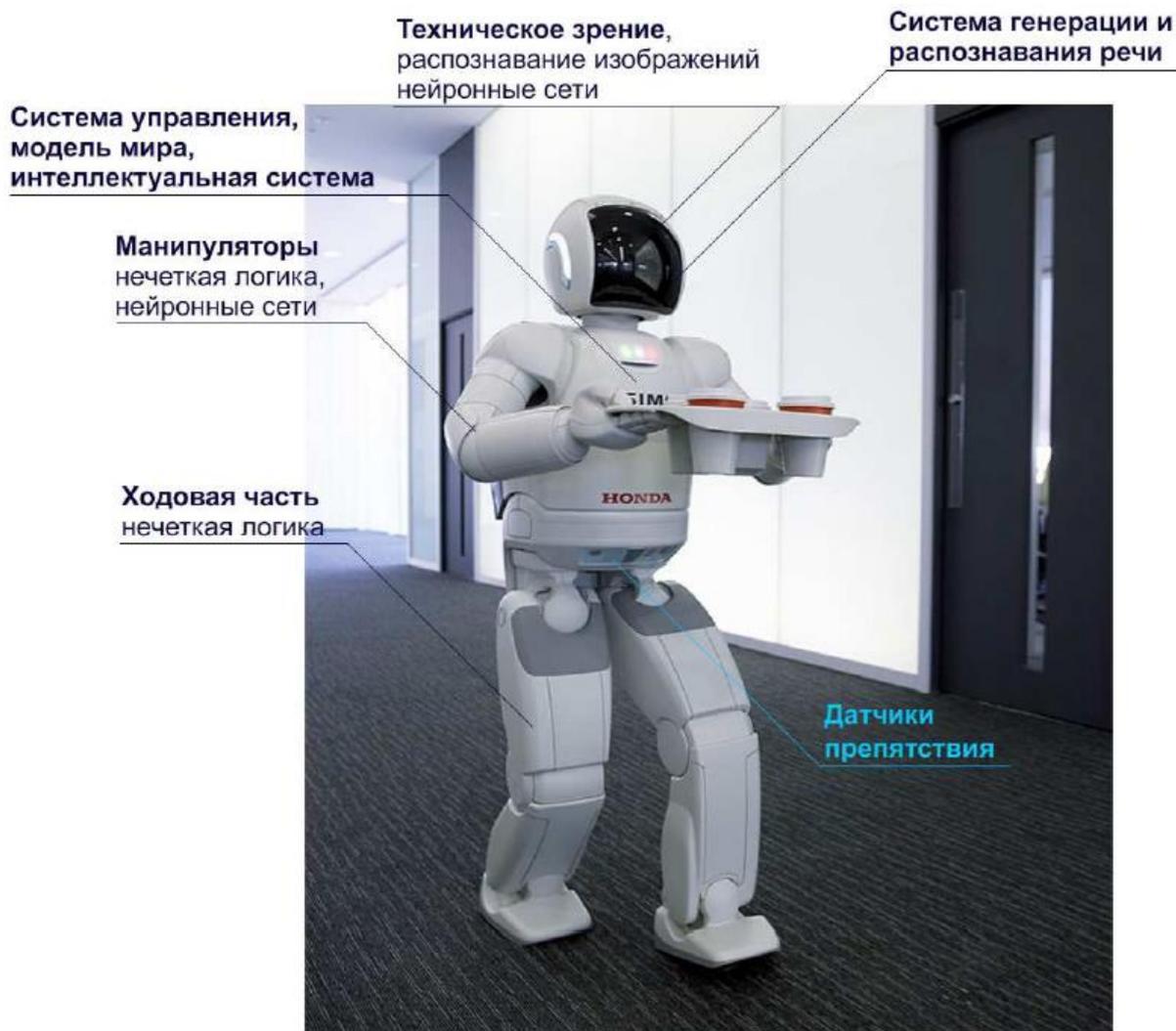


Рисунок 6.1 - Компоненты робота

Датчики - это системы технического зрения, слуха, осязания, датчики расстояний, локаторы и др. устройства, которые позволяют получить информацию из окружающего мира.

Система управления – это мозг робота, который должен принимать информацию от датчиков и управлять исполнительными органами. Эта часть робота обычно реализуется программными средствами. В состав системы управления интеллектуального робота должны входить следующие компоненты:

Модель мира – отражает состояние окружающего робот мира в терминах, удобных для хранения и обработки. Модель мира выполняет функцию запоминания состояния объектов в мире и их свойств.

Система распознавания – сюда входят системы распознавания изображений, распознавания речи и т.п. Задачей системы распознавания является идентификация, т.е. «узнавание» окружающих робот предметов, их положения в пространстве. В результате работы компонентов системы распознавания строится модель мира.

Система планирования действий – осуществляет «виртуальное» преобразование модели мира с целью получения какого-нибудь действия. При

этом обычно проверяется достижимость поставленной цели. Результатом работы планирования действий является построение планов, т.е. последовательностей элементарных действий.

Система выполнения действий – пытается выполнить запланированные действия, подавая команды на исполнительные устройства и контролируя при этом процесс выполнения. Если выполнение элементарного действия оказывается невозможным, то весь процесс прерывается и должно быть выполнено новое (или частично новое) планирование.

Система управления целями – определяет иерархию, т.е. значимость и порядок достижения поставленных целей.

Важными свойствами системы управления является способность к обучению и адаптации, т.е. способность генерировать последовательности действий для поставленной цели, а также подстраивать свое поведение под изменяющиеся условия окружающей среды для достижения поставленных целей.

6.3. Технологии искусственного интеллекта для интеллектуальных роботов

Нечеткая логика находит применение, в основном, на нижнем уровне для управления конкретными устройствами. Методы нечеткой логики позволяют заменить решение дифференциальных уравнений для задач управления менее ресурсоемкими логическими методами нечеткого вывода.

Нейронные сети изначально были хорошо приспособлены для задач классификации. Первая модель перцептрона решала именно эту задачу. Именно поэтому наиболее широкое применение нейронные сети находят в системах распознавания образов. Возможно применение нейронных сетей для управления манипуляторами. Ведутся попытки создания на базе однородных нейроподобных структур систем выбора действий интеллектуальных роботов.

Интеллектуальные системы являются необходимым компонентом, решающим задачи создания модели мира, системы планирования действий и управления целями. База знаний в интеллектуальных системах является одной из главных частей модели мира и функций его преобразования.

Распознавание изображений давно стало необходимой частью сложных робототехнических систем. Системы объемного зрения позволяют получить информацию об ориентации объектов в пространстве. В этой области в настоящее время происходят значительные изменения.

Распознавание и генерация речи необходимы для эффективного общения с человеком. Без этих технологий полноценное общение с человеком невозможно. В области генерации речи по тексту достигнуты значительные успехи. С распознаванием речи дела обстоят хуже, поскольку это более сложная задача.

Многоагентные системы используются для коллективного управления большим количеством роботов, способных работать как по отдельности, так и единой командой.

6.4. Учебные роботы LEGO Mindstorms Education EV3

LEGO MINDSTORMS Education EV3 (рисунок 3.2) это третье поколение робототехнических конструкторов серии LEGO Mindstorms.



Рисунок 6.2 - Учебные роботы LEGO Mindstorms Education EV3

Данный набор разрабатывался в массачусетском технологическом институте (MIT - Massachusetts Institute of Technology) совместно с компанией LEGO. Вы можете конструировать роботов с множеством датчиков и моторов, или измерять расстояния, освещенность, температуру, проводя научные эксперименты. Первый LEGO Mindstorms RCX, был выпущен в 1998, основой для которого послужил микроконтроллер H8. Следующим поколением стал LEGO MINDSTORMS Education NXT, выпущенный в 2006, он заметно расширил функционал первого набора, также в нем использовался новый микроконтроллер ARM7 32bit CPU. ROBO-LAB, разработанный в качестве основы для LabView компанией National Instruments.

LEGO MINDSTORMS Education EV3 был улучшен новым процессором, увеличено количество поддерживаемых портов, новым программным обеспечением, новым USB портом, слотом для SD карт и функцией auto-ID.

Auto-ID функция С функцией Auto-ID микрокомпьютер EV3 и программное обеспечение MINDSTORMS Education EV3 могут автоматически определять какое устройство подключено в каждый порт. Таким образом вы можете быстро обнаружить ошибку при соединении моторов и сенсоров.

Цепное последовательное соединение по USB Вы можете соединить до 4 микрокомпьютеров EV3 через USB порты. При помощи данной функции можно программировать все 4 микрокомпьютера как одно целое, получая большое количество портов. Это позволит создавать действительно огромные конструкции.

Поддержка Bluetooth и Wi-Fi Вы можете соединяться с 7-ю EV3

Микроконтроллерами через Bluetooth. Также возможно соединение через Wi-Fi, присоединив Wi-Fi ключ к USB порту. Стало доступным соединение с iPhone и Android.

LEGO Mindstorms EV3 выпускается в двух версиях Education и Home (Retail). And please note the differences below. Education version is including battery for the use of long time experiment or repeating usage. And data logging is also only for Education version. And more, LEGO MINDSTORMS Education EV3 Software includes many movies and materials for the use of teachers in classes. Более подробно о различиях можно прочитать в статье Различия между LEGO MINDSTORMS EV3 Education и Home версиями.

Запрограммировать робота можно как при помощи специального программного обеспечения на компьютере (LEGO Education software), так и при помощи микроконтроллера EV3. Программирование на компьютере более удобно и понятно, т.к. используется наглядный графический интерфейс для облегчения восприятия программ.

Снять измерения с датчиков можно двумя путями: при помощи программного обеспечения EV3 Software и непосредственно с микроконтроллера EV3. Данные могут быть представлены в виде графиков

7. НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА И НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА

Информационные системы, базирующиеся на нечетких множествах и нечеткой логике, называют нечеткими системами.

Достоинства нечетких систем:

- функционирование в условиях неопределенности;
- оперирование качественными и количественными данными;
- использование экспертных знаний в управлении;
- построение моделей приближенных рассуждений человека;
- устойчивость при действии на систему всевозможных возмущений.

Недостатками нечетких систем являются:

- отсутствие стандартной методики конструирования нечетких систем;
- невозможность математического анализа нечетких систем существующими методами;
- применение нечеткого подхода по сравнению с вероятностным не приводит к повышению точности вычислений.

8. НАНОРОБОТЫ

Нанороботы — роботы, размером сопоставимые с молекулой (менее 10 нм), обладающие функциями движения, обработки и передачи информации, исполнения программ.

Нанороботы, способные к созданию своих копий, то есть самовоспроизводству, называются репликаторами. Возможность создания нанороботов рассмотрел в своей книге «Машины создания» американский учёный Эрик Дрекслер.

8.1. Роль нанотехнологий при разработке интеллектуальных роботов

Наиболее интересными исследованиями за последних два года, стали открытия в сфере искусственного интеллекта. Еще в 2010 году ученые, достигли серьезного прогресса в создании «искусственного мозга».

Любители научной фантастики не раз встречали в романах описание искусственного мозга, но не все знают, что ученые, работающие в области нейроморфной инженерии уже сейчас добились определенного прогресса в своих изысканиях. Главным в исследованиях, посвященных созданию искусственной нервной ткани, имитирующей ткань мозга, ученые считают разработку искусственных синапсов.

По мнению ученых, выполнять их функцию могут мемристоры (рисунок 8.1) - пассивные элементы в микроэлектронике, способные изменять свое сопротивление в зависимости от текущего по нему тока. Мозг живого существа представляет сеть клеток-нейронов, соединенных отростками-аксонами через контакты-синапсы. Говоря упрощенно, в процессе обучения некоторые синапсы формируют определенную сеть, в то время как другие остаются неактивными и не проводят сигналы.

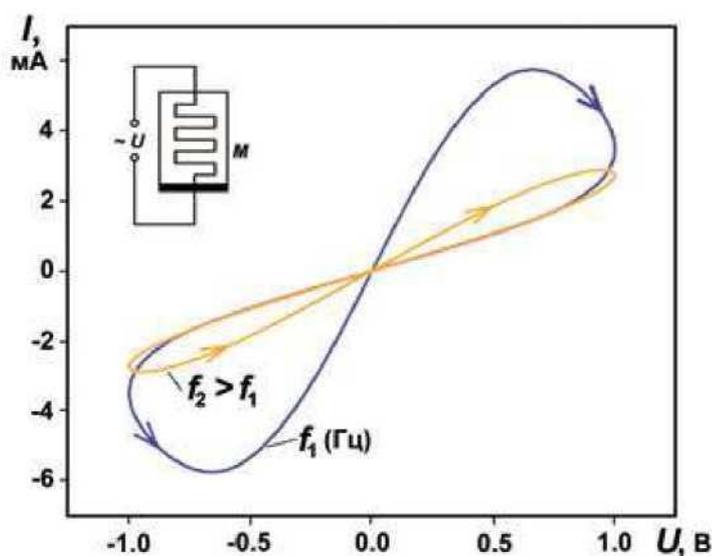


Рисунок 3.14 – Зависимость тока на мемристоре от переменного напряжения

Мемристор может выполнять ту же функцию – он может уже в процессе работы стать каналом или сопротивлением под воздействием внешнего стимула. Ученые пошли дальше рассуждений и создали небольшую сеть из наноразмерных кремниевых мемристоров, которые представляют две расположенные одна над другой сетки проводов в аморфном серебряном слое, причем содержание серебра при одном слое выше, чем при другом. При подаче напряжения ионы серебра начинают течь к нижнему слою и увеличивают электропроводность. Таким образом, ученые получили

возможность полностью контролировать основной параметр мемристора и, соответственно, строить на их основе сеть, которая сможет имитировать работу живого мозга.

В то же время следует отметить два важных аспекта, отличающих работу мозга от работы микросхемы. Во-первых, компьютеры могут выполнять вычисления с фантастической скоростью - в настоящее время самые мощные машины могут выполнять до 1000 триллионов операций в секунду, однако за единицу времени может выполняться только одна операция. Нейроны мозга выполняют лишь 1000 операций в секунду, однако мозг способен просчитывать миллионы операций одновременно и выполнять многие задачи быстрее и эффективней компьютера. Во-вторых, нейронная сеть постоянно модифицируется, а компьютер не способен к этому.

Над созданием искусственной самообучающейся, то есть в нашем случае - меняющей схему своих цепей структуры бьются ученые всего мира. Весной этого года исследователи из Японии и США выступили с докладом, в котором рассказали о своих успехах в области создания органической молекулярной схемы, способной к саморазвитию. По словам ученых, созданный на основе их разработки компьютер может обрабатывать не одну, а свыше трехсот операций одновременно. Такой компьютер действует по совершенно новым алгоритмам и может решать сложные задачи, связанные с прогнозированием различных процессов.

Производители микросхем активно осваивают технологию 22 нм, а ученые в лабораториях заявляют, что при таких размерах элементы схем можно интегрировать в живую клетку. Средние размеры клетки человека - около 10 кв. микронов, так что в нее теоретически можно встроить до 2000 транзисторов, а это сопоставимо с параметрами процессоров первых персональных компьютеров. Ученые из Барселоны впервые собрали кремниевый процессор внутри отдельной клетки, используя различные технологии - липофекцию, фагоцитоз, микроинъекции. После операции клетки, в которые поместили процессоры, оставались живыми и, что наиболее важно, ученые смогли запустить процессор и использовать его, как датчик процессов, происходящих внутри клетки. Таким образом, в наших руках оказывается ключ к созданию электронной системы диагностики всех происходящих в живом организме процессов.

Университеты всего мира пишут, что их ученым удалось сделать очередной шаг на пути к разработке технологии массового производства наноустройств. Однако очевидно, что между современными лабораторными технологиями создания сложных трехмерных наноструктур и коммерциализацией лежит пропасть. В настоящее время в основном применяется метод оптической литографии, однако этот процесс сложен и имеет предельный барьер масштаба - 10 нм.

В июне 2010 года сингапурские ученые продемонстрировали совершенно новый метод создания полевых транзисторов и отдельных нанопроводов: электронный луч сканирует основу и наносит на нее металл

или изолятор, создавая электронный элемент. Этот метод позволяет создавать наноустройства более точно, чем метод литографии и при этом он значительно быстрее и дешевле, что позволяет предположить, что именно он может быть взят на вооружение будущими производителями наноэлектроники.

Нанотехнологии нашли применение в такой интересной области исследований как искусственный фотосинтез. Целью ученых является создание материала, который бы использовал энергию света для того, чтобы разлагать воду на кислород и водород, так как последний можно использовать в качестве топлива. Ученые из университета Калифорнии и университета Сага в Японии разработали такой материал, имитирующий структуру листа. Листки материала, в основном состоящего из оксида титана копируют все поры, выступы и каналы, которые можно видеть на живом листе под микроскопом, а вместо хлорофилла применяется искусственный катализатор. Опыты показали, что такой «искусственный лист» достаточно эффективно разлагает воду на кислород и водород. Перспективы такого направления трудно переоценить, ведь в наших руках может оказаться ключ к почти безграничным запасам экологически чистого топлива.

Группе ученых из США и Японии впервые удалось создать искусственные антитела, успешно функционирующие в живом организме. Созданные из синтезированного полимера с помощью молекулярного импринтинга, наночастицы имеют такой же, как и у настоящих антител, участок на поверхности - рецептор антигена, который настроен на соединение с определенным белком. Таким образом антитела могут отфильтровывать токсические вещества из крови. Чтобы испытать их, ученые вводили раствор этих антител в кровеносную систему мышей, которые ранее получили смертельную дозу вещества меллитина. В результате спасительной инъекции многие мыши выжили, в то время как тестовая группа мышей, не получивших укола с искусственными антителами погибла целиком. В ходе этого опыта также выяснилось, что сами искусственные антитела не распознаются организмом, как инородные и не вызывают иммунного ответа. Это открытие, возможно, станет толчком к разработке препаратов, многократно усиливающих иммунную реакцию организма, а также уникальных систем очистки крови от токсинов.

В качестве последней разработки, приковавшей внимание хочется отметить создание устройства, преобразующего механическую энергию тела, и акустические колебания в электричество для подпитки мобильных устройств. В основе нового элемента лежат пьезоэлектрические волокна состоящие из органических нановолокон цирконат-титаната свинца, помещенных на пластинах из силиконового каучука. При сгибании или скручивании пластин вырабатывается электричество, превращая механическую энергию в электрическую. Применение данной технологии безгранично - обувь, вырабатывающая энергию при ходьбе для питания гаджетов, микрохирургические устройства, которые заряжаются от движений, и даже электрокардиостимуляторы, в которых используется новый материал

вместо традиционных батарей - вот лишь несколько примеров использования нового наноустройства.

Наибольшим вниманием у ученых пользовались изыскания в области разработки искусственного мозга, компьютерной системы нового типа, имитирующей живую нейронную сеть. В то же время очевидными являются усилия многих лабораторий приблизить теоретические разработки к массовому производству, коммерциализации новых проектов.

8.2. Обзор научно-исследовательских разработок по нанороботам

В настоящее время нанороботы находятся в научноисследовательской стадии создания. Некоторыми учёными утверждается, что уже созданы некоторые компоненты нанороботов. Разработке компонентов наноустройств и непосредственно нанороботам посвящен ряд международных научных конференций.

Уже созданы некоторые примитивные прототипы молекулярных машин. Например, датчик, имеющий переключатель около 1,5 нм, способный вести подсчет отдельных молекул в химических образцах. Недавно университет Райса продемонстрировал наноустройства для использования их в регулировании химических процессов в современных автомобилях.

Одним из самых сложных прототипов наноробота является «DNA box», созданный в конце 2008 года международной группой под руководством Йоргена Кьемса. Устройство имеет подвижную часть, управляемую с помощью добавления в среду специфических фрагментов ДНК. По мнению Кьемса, устройство может работать как «ДНК-компьютер», т.к на его базе возможна реализация логических вентилях. Важной особенностью устройства является метод его сборки, так называемый ДНК оригами (англ.), благодаря которому устройство собирается в автоматическом режиме.

В 2010 году были впервые продемонстрированы нанороботы на основе ДНК, способные перемещаться в пространстве.

Так как нанороботы имеют микроскопические размеры, то их, вероятно, потребуется очень много для совместной работы в решении микроскопических и макроскопических задач. Рассматривают стаи нанороботов, которые не способны к репликации (т. н. «сервисный туман») и которые способны к самостоятельной репликации в окружающей среде («серая слизь» и др. варианты).

Некоторые сторонники нанороботов в ответ на сценарий «серой слизи» высказывают мнение о том, что нанороботы способны к репликации только в ограниченном количестве и в определенном пространстве нанозавода. Кроме того, ещё только предстоит разработать процесс саморепликации, который сделает данную нанотехнологию безопасной. Кроме того, свободная саморепликация роботов является гипотетическим процессом и даже не рассматривается в текущих планах научных исследований.

Однако, имеются планы по созданию медицинских нанороботов, которые будут впрыскиваться в пациента и выполнять роль беспроводной связи на наноуровне. Такие нанороботы не могут быть получены в ходе

самостоятельного копирования, так как это вероятно приведет к появлению ошибок при копировании, которые могут снизить надежность наноустройства и изменить выполнение медицинских задач. Вместо этого нанороботов планируется изготавливать на специализированных медицинских нанофабриках.

Первое полезное применение наномашин, если они появятся, планируется в медицинских технологиях, где они могут быть использованы для выявления и уничтожения раковых клеток. Также они могут обнаруживать токсичные химические вещества в окружающей среде и измерять уровень их концентрации.

Возможные области применения нанороботов:

- ранняя диагностика рака и целенаправленная доставка лекарств в раковые клетки;
- биомедицинский инструментарий;
- хирургия;
- фармакокинетика;
- мониторинг больных диабетом;
- производство посредством молекулярной сборки нанороботами устройства из отдельных молекул по его чертежам;
- военное применение в качестве средств наблюдения и шпионажа, а также в качестве оружия. Потенциальные возможности использования нанороботов в качестве оружия демонстрируются в некоторых фантастических произведениях (Терминатор 2: Судный день, День, когда остановилась Земля (фильм, 2008), Бросок кобры);
- космические исследования и разработки (например, зонды фон Неймана).

Попытаемся описать устройство медицинского наноробота общего применения. Ниже остановимся на описании основных систем наноробота и его предполагаемом устройстве.

Так как основная функция наноробота – передвижение по кровеносной системе человека, то он должен иметь мощную навигационную систему.

Устройству необходимо иметь несколько типов различных сенсоров для мониторинга окружающей среды, навигации, коммуникации и работы с отдельными молекулами.

Также нанороботу необходима мощная транспортная система, доставляющая отдельные атомы и молекулы от хранилищ к наноманипуляторам, и обратно.

Для работы с пораженными структурами устройство будет оборудовано набором телескопических наноманипуляторов разного применения.

Материал, из которого будет изготовлен наноробот – алмаз или сапфир. Это обеспечит биосовместимость человека и большого количества наномашин.

Также необходимо наличие приема - передаточных устройств, позволяющих нанороботам связываться друг с другом.

И, наконец, для удержания крупных объектов необходимы телескопические захваты.

На основании выдвинутых требований я постарался построить модель медицинского наноробота общего применения. В идеальном случае, это устройство будет способно "ремонтировать" поврежденные клетки, ткани; производить диагностику и лечение раковых заболеваний и картографировать кровеносные сосуды; производить анализ ДНК с последующей ее корректировкой; уничтожать бактерии, вирусы, и т.п. Максимальный размер устройства не должен превышать 1x1x3 микрона (без двигательных жгутиков). Ниже на картинке представлен вид наноробота, выполненного из алмазоида (рисунок 8.1).



Рисунок 8.1 - Медицинским наноробот общего применения из алмаза

Электромагнитные волны, которые смогут распространяться в теле человека не затухая, будут по длине волны сравнимы с нанороботом. Поэтому приемно-передающие антенны будут иметь вид диполей, выступающих за пределы корпуса. Наноманипуляторы, механические захваты и жгутики должны быть телескопическими, и при необходимости должны складываться в корпус робота для того, чтобы робот смог лучше передвигаться в кровеносном русле. Иммунная система, в основном, реагирует на «чужеродные» поверхности. Размер наноробота также играет важную роль при этом, так же как и мобильность устройства, шероховатость поверхности и ее подвижность. Ряд проделанных экспериментов подтвердил, что гладкие алмазоидные структуры вызывают меньшую активность лейкоцитов и меньше адсорбируют фибриноген. Поэтому кажется разумным надеяться, что такое алмазоидное покрытие («организованное», т.е. нанесенное атом-за-атомом, с нанометровой гладкостью), будет иметь очень низкую биологическую активность. Благодаря очень высокой поверхностной энергии алмазоидной поверхности и сильной ее гидрофобности, внешняя оболочка роботов будет полностью химически инертна. Для такого наноробота, можно

будет использовать нанокomпьютер, производящий $\sim 10^6$ - 10^9 операций в секунду для исполнения своей работы. Это на 4-7 порядков меньше вычислительной мощности человеческого мозга, составляющей $\sim 10^{13}$ операций в секунду. Так что этот наноробот не будет обладать искусственным интеллектом.

Это всего лишь описательная работа. Она не основана на результатах каких-либо расчетов. Ниже мы рассмотрим отдельные подсистемы наноробота (рисунки 8.2-8.4).

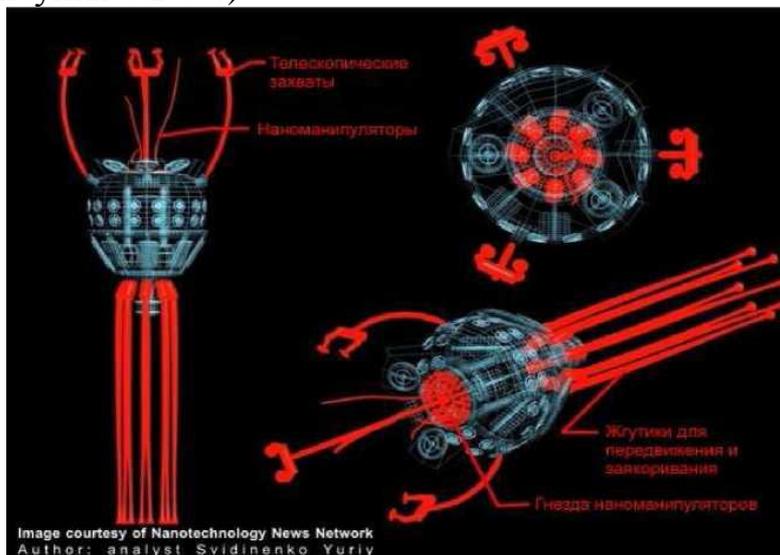


Рисунок 8.2 - Двигательная подсистема и подсистема закоривания

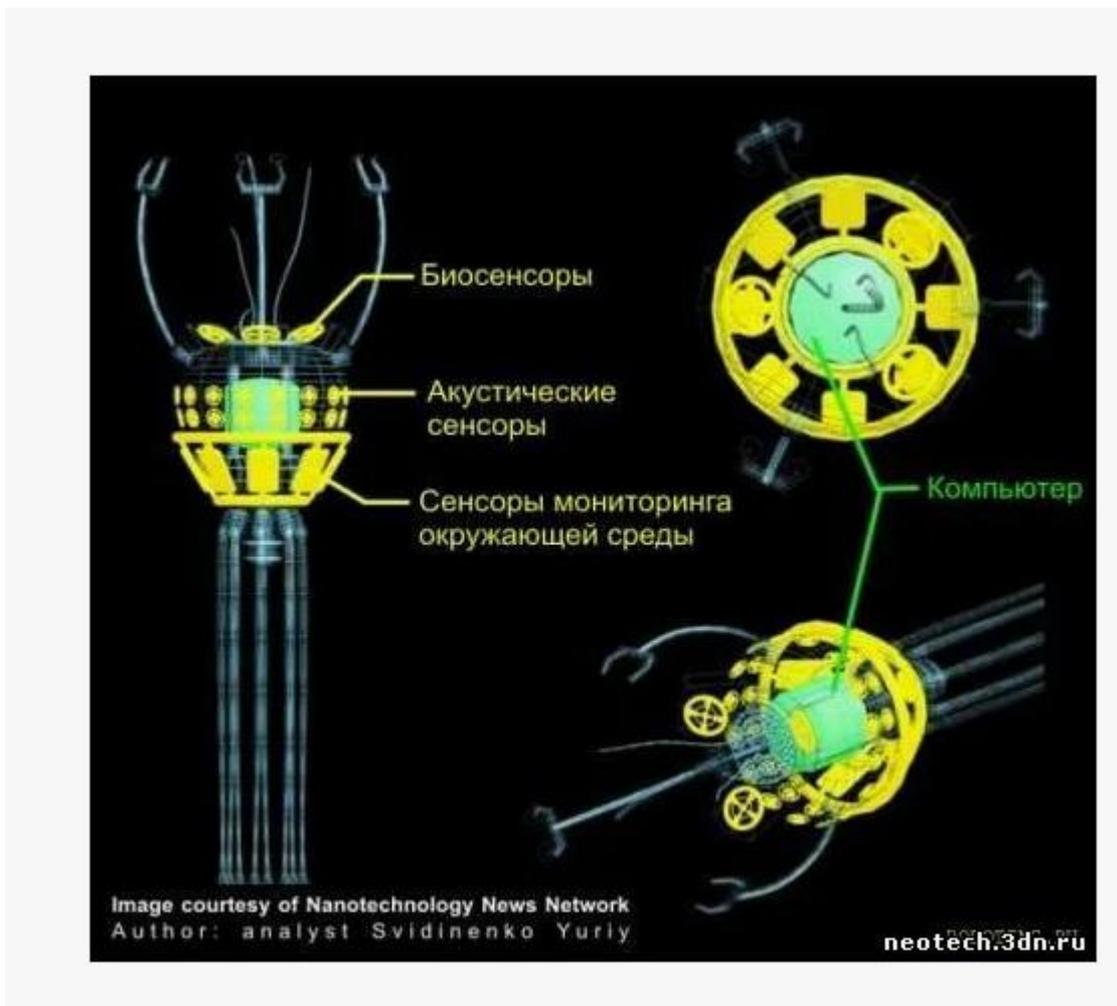


Рисунок 8.3- Сенсорная и обрабатывающая подсистема

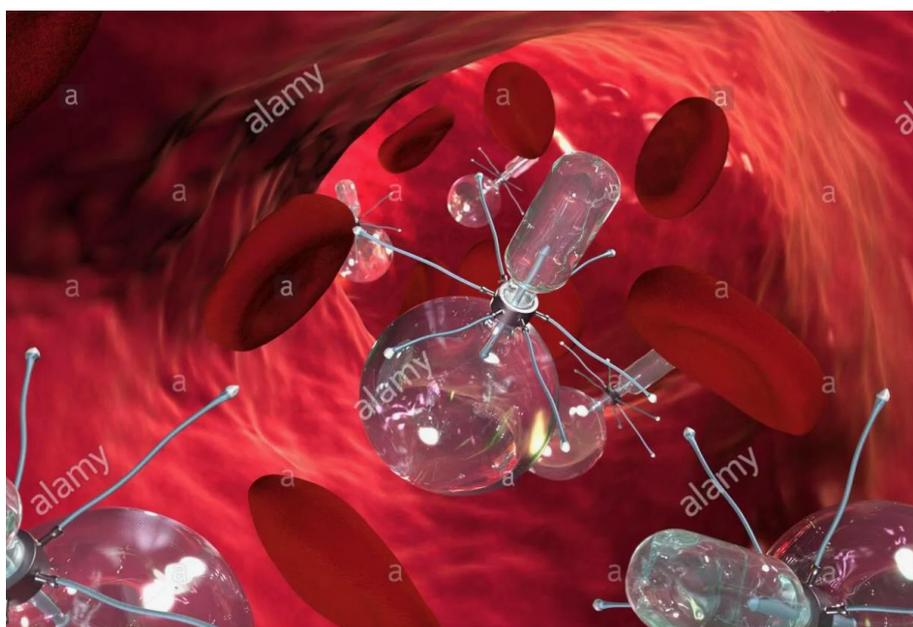


Рисунок 8.4 - Транспортная подсистема

Для работы с внутриклеточными структурами нанороботу вовсе не обязательно целиком проникать внутрь клетки (можно повредить

внутриклеточный цитоскелет). Телескопические наноманипуляторы предотвратят повреждение органелл и цитоскелета. Ниже приведены рисунки, изображающие наноробота в кровеносной системе, и наноробота, ремонтирующего клетку in vivo (рисунки 3.19, 3.20).

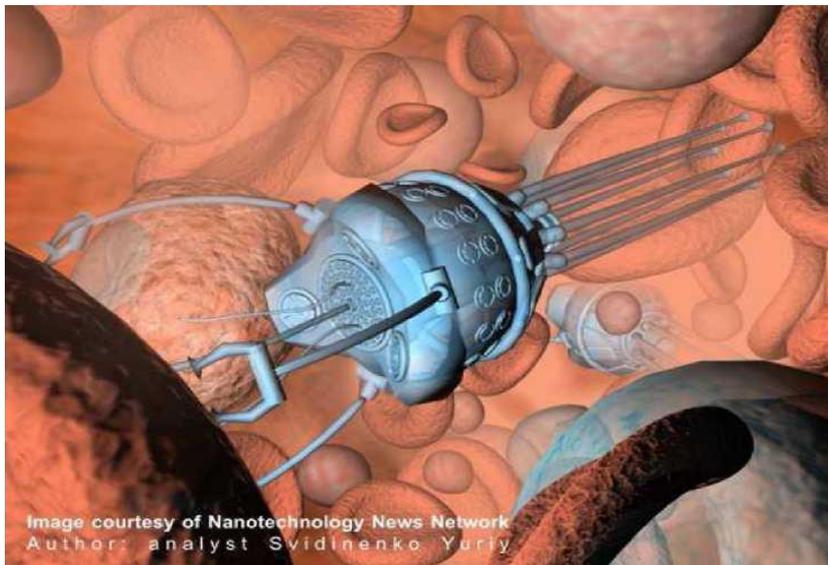


Рисунок 8.5- Нанороботы в кровеносной системе

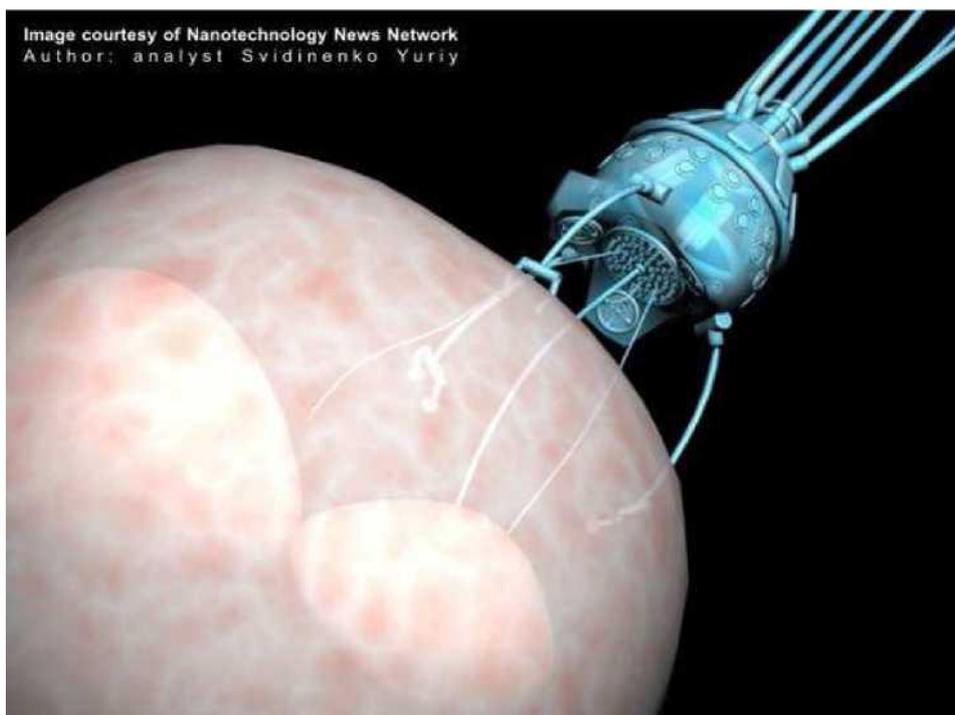


Рисунок 8.6- Наноробот ремонтирует клетку

Для связи нанороботов друг с другом, а также для формирования навигационной системы, полезно будет использовать еще один тип нанороботов – коммунноцитов, которые будут работать в виде усилительных станций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание систем искусственного интеллекта, сопряжено с решением множества проблем. На пути создания ИИ это и ограниченность ресурсов, и недостаточные знания в этой области, а также проблема осуществимости это сделать, и многие другие технические проблемы.

Искусственный интеллект в настоящее время остается научным направлением, связанным с компьютерным моделированием человеческих интеллектуальных функций.

Системы искусственного интеллекта обычно используются для обозначения способности вычислительной системы выполнять задачи, свойственные интеллекту человека, например, задачи логического вывода и обучения.

Любая задача, алгоритм решения которой заранее не известен или же данные неполные может быть отнесена к задачам области ИИ.

Системы, программы, выполняющие действия по решению задачи можно отнести к ИИ, если результат их деятельности аналогичен результату человека при решении той же задачи. Поэтому к ИИ можно отнести целый ряд программных средств: системы распознавания текста, автоматизированного проектирования, самообучающиеся программы и др. Но не только поэтому, а еще и потому, что они работают по сходным принципам с человеком.

Есть два основных перспективных направления в исследовании ИИ. Первое заключается в приближении систем ИИ к принципам человеческого мышления. Второе заключается в создании ИИ, представляющего интеграцию уже созданных систем ИИ в единую систему, способную решать проблемы человечества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы: учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 243 с.

2. Гусеница Д.О., Юрчик П.Ф., Остроух А.В. Применение облачного хранения данных в автоматизированной системе диспетчерского управления транспортом // Промышленные АСУ и контроллеры. -2014- №5. - С. 59-66.

3. Ле К.Х., Суркова Н.Е., Остроух А.В. Генетические алгоритмы в задачах рациональной организации информационновычислительных процессов сетей // Автоматизация и управление в технических системах. - 2014. - №4 (12). - С. 82-99. DOI: 10.12731/2306-1561-2014-4-9.

4. Омар М., Омар Ф., Исмоилов М.И., Остроух А.В. Анализ современного состояния развития интеллектуальных роботов // Автоматизация и управление в технических системах. - 2014. - №4 (12). - С. 48-54. DOI: 10.12731/2306-1561-2014-4-5.

5. Омар М., Омар Ф., Исмоилов М.И., Остроух А.В. Применение систем распознавания образов в различных предметных областях // Автоматизация и управление в технических системах. - 2014. - №4 (12). - С. 32-47. DOI: 10.12731/2306-1561-2014-4-4.

6. Остроух А.В. Основы информационных технологий: учебник для сред. проф. образования / А.В. Остроух. - М.: Издательский центр «Академия», 2014. - 208 с. - ISBN 978-5-4468-0588-4.

7. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для вузов / Л. А. Станкевич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 495 с.

8. Суркова Н.Е., Остроух А.В. Методика обучения технологии баз данных для студентов непрофильных направлений подготовки в технических ВУЗах // ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕДАГОГИКА. - М: МАДИ, 2015. - Вып. 17. Т.3. - С. 146-156.

ШПАК Ольга Валентиновна

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Учебное пособие для обучающихся по специальности
09.02.07 – Информационные системы и программирование

Корректор Чагова О.Х.
Редактор Чагова О.Х.

Сдано в набор 06.09.2024г.
Формат 60x84/16
Бумага офсетная
Печать офсетная
Усл. печ. л 4,18
Заказ № 4984
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен
в Библиотечно-издательском центре СКГА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36

