

Системы искусственного интеллекта

«02.03.03 - Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
направленность разработка и администрирование информационных систем»

<http://vikchas.ru>

Тема 2. Введение в искусственный интеллект и машинное обучение Лекция 4 «Агентные вычисления. Агенты в искусственном интеллекте»

Часовских Виктор Петрович

д-р техн. наук, профессор кафедры ШИиКМ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический
университет»

Екатеринбург 2022

Агентные вычисления в искусственном интеллекте

В исследованиях и разработках ИИ создавались модели **альтернативные логическому подходу**.

В нейронных моделях интеллекта упор делается на способность мозга адаптироваться к миру, в котором он существует, с помощью изменений связей между отдельными нейронами. Знание в таких системах не выражается явными логическими конструкциями, а представляется в неявной форме, как свойство конфигураций таких взаимосвязей.

Иная модель интеллекта, заимствованная из биологии, навеяна процессами адаптации видов к окружающей среде. Принципы биологической эволюции применяются для решения сложных проблем. Такие программы не решают задачи посредством логических рассуждений.

Они порождают популяции соревнующихся между собой решений-кандидатов и заставляют их совершенствоваться с помощью процессов, имитирующих биологическую эволюцию: неудачные кандидаты на решения отмирают, в то время как подающие надежды выживают и воспроизводятся путем создания новых решений из частей “успешных” родителей.

Социальные системы дают еще одно модельное представление интеллекта с помощью глобального поведения, которое позволяет им решать проблемы, которые бы не удалось решить отдельным их членам.

Можно привести также пример из современной науки.

Отдельные исследователи из университетской, производственной или правительственной среды сосредотачиваются на решении общих проблем. С помощью конференций и журналов, служащих основным средством сообщения, важные для общества в целом проблемы рассматриваются и решаются отдельными **агентами**, работающими отчасти независимо, хотя прогресс во многих случаях также направляется субсидиями.

В настоящее время существует множество концепций и определений агента, моделей и агентных вычислений. Будем придерживаться истории развития и современного состояния агентов, проектов агентов Стюарта Рассела, Питера Норвига «Искусственный интеллект: современный подход», изд. ООО «Диалектика», «2020.

Будем называть **Агентом** все, что действует (слово агент произошло от из латинского слова agere -действовать).

Предполагаем, что компьютерные агенты обладают некоторыми другими атрибутами, которые отличают их от обычных “программ”, такими как способность функционировать под автономным управлением, воспринимать свою среду, существовать в течение продолжительного периода времени, адаптироваться к изменениям и обладать способностью взять на себя достижение целей, поставленных другими.

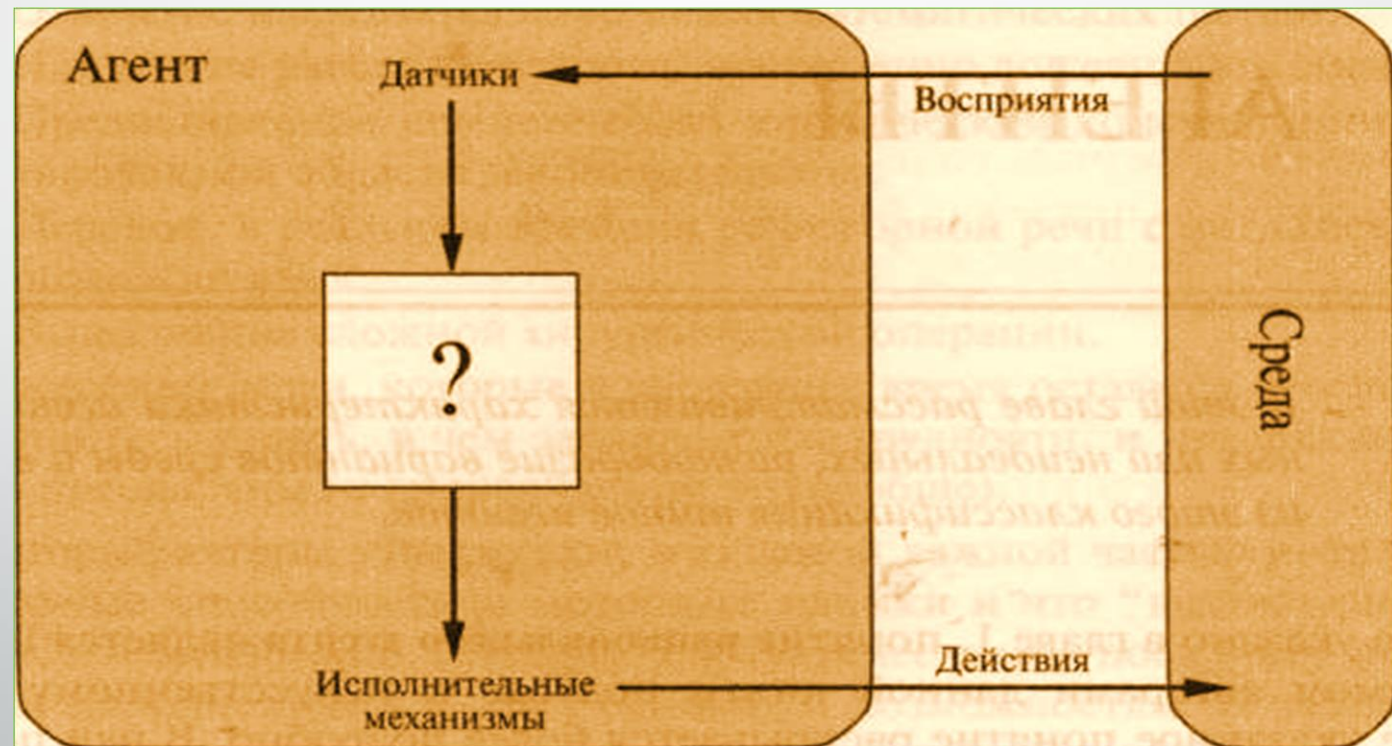
Рациональным агентом называется агент, который действует таким образом, чтобы можно было достичь наилучшего результата или, в условиях неопределенности, наилучшего ожидаемого результата.

Следует всегда учитывать одно важное замечание: нужно неизменно исходить из того, что в сложной среде задача достижения идеальной рациональности, при которой всегда выполняются правильные действия, **не осуществима**.

Такой подход позволяет упростить задачу создания рационального агента и предоставляет подходящую основу для описания большей части теоретического материала в этой области.

Агенты, варианты среды и связи между ними

Агентом является все, что может рассматриваться как воспринимающее свою среду с помощью датчиков и воздействующее на эту среду с помощью исполнительных механизмов.



Человек, рассматриваемый в роли **агента**, имеет глаза, другие органы чувств, а исполнительными механизмами для него служат руки, ноги, рот и другие части тела.

Робот, выполняющий функции **агента**, в качестве датчиков может иметь видеокамеры и инфракрасные дальномеры, а его исполнительными механизмами могут являться различные двигатели.

Программное обеспечение, выступающее в роли **агента**, в качестве входных сенсорных данных получает коды нажатия клавиш, содержимое файлов и сетевые пакеты, а его воздействие на среду выражается в том, что программное обеспечение выводит данные на экран, записывает файлы и передает сетевые пакеты.

Мы принимаем общее допущение, что каждый **агент** может воспринимать свои собственные действия (но не всегда их результаты).

Необходимо отметить, что понятие **агента** рассматривается как **инструмент** для анализа систем, а не как абсолютная классификация, согласно которой мир делится на агентов и не агентов.

Например, в качестве агента можно было бы рассматривать карманный калькулятор, который выбирает действие по отображению “4” после получения последовательности актов восприятия “ $2+2=$ ”, но подобный анализ вряд ли поможет понять работу калькулятора.

КОНЦЕПЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОСТИ

Рациональным агентом является такой агент, который выполняет правильные действия; выражаясь более формально, таковым является агент, в котором каждая запись в таблице для функции агента заполнена правильно.

Очевидно, что выполнение правильных действий лучше, чем осуществление неправильных действий, но что подразумевается под выражением “выполнение правильных действий”?

В первом приближении можно сказать, что правильным действием является такое действие, которое обеспечивает наиболее успешное функционирование агента. Поэтому требуется определенный способ измерения успеха. Критерии успеха, наряду с описанием среды, а также датчиков и исполнительных механизмов агента, предоставляют полную спецификацию задачи, с которой сталкивается агент. Имея эти компоненты, мы можем определить более точно, что подразумевается под, словом “рациональный”.

Рациональность

В любой конкретный момент времени оценка рациональности действий агента зависит от четырех перечисленных ниже факторов.

- Показатели производительности, которые определяют критерии успеха.
- Знания агента о среде, приобретенные ранее.
- Действия, которые могут быть выполнены агентом.
- Последовательность актов восприятия агента, которые произошли до настоящего времени.

С учетом этих факторов можно сформулировать следующее **определение рационального агента**: «Для каждой возможной последовательности актов восприятия рациональный агент должен выбрать действие, которое, как ожидается, максимизирует его показатели производительности, с учетом фактов, предоставленных данной последовательностью актов восприятия и всех встроенных знаний, которыми обладает агент.

Примеры типов агентов и их описаний

Тип агента	Показатели-производительности	Среда	Исполнительные механизмы	Датчики
Медицинская диагностическая система	Успешное излечение пациента, минимизация затрат, отсутствие поводов для судебных тяжб	Пациент, больница, персонал	Вывод вопросов, тестов, диагнозов, рекомендаций, направлений	Ввод с клавиатуры симптомов, результатов лабораторных исследований, ответов пациента
Система анализа изображений, полученных со спутника	Правильная классификация изображения	Канал передачи данных от орбитального спутника	Вывод на дисплей результатов классификации определенного фрагмента изображения	Массивы пикселей с данными о цвете
Робот-сортировщик деталей	Процентные показатели безошибочной сортировки по лоткам	Ленточный конвейер с движущимися на нем деталями; лотки	Шарнирный манипулятор и захват	Видеокамера, датчики углов поворота шарниров
Контроллер очистительной установки	Максимизация степени очистки, продуктивности, безопасности	Очистительная установка, операторы	Клапаны, насосы, нагреватели, дисплеи	Температура, давление, датчики химического состава
Интерактивная программа обучения английскому языку	Максимизация оценок студентов на экзаменах	Множество студентов, экзаменационное агентство	Вывод на дисплей упражнений, рекомендаций, исправлений	Ввод с клавиатуры

В отличие от приведенных примеров некоторые **программные агенты** (называемые также **программными роботами** или **софтботами**) существуют в сложных, неограниченных проблемных областях.

Представьте себе программный робот, предназначенный для управления тренажером, имитирующим крупный пассажирский самолет. Этот тренажер представляет собой очень детально промоделированную, сложную среду, в которой имитируются движения других самолетов и работа наземных служб, а программный агент должен выбирать в реальном времени наиболее целесообразные действия из широкого диапазона действий.

Еще одним примером может служить программный робот, предназначенный для просмотра источников новостей в Internet и показа клиентам интересующих их сообщений.

Для успешной работы ему требуются определенные способности к обработке текста на естественном языке, он должен в процессе обучения определять, что интересует каждого заказчика, а также должен уметь изменять свои планы динамически, допустим, когда соединение с каким-либо из источников новостей закрывается или в оперативный режим переходит новый источник новостей.

Internet представляет собой среду, которая по своей сложности соперничает с физическим миром, а в число обитателей этой сети входит много искусственных агентов.

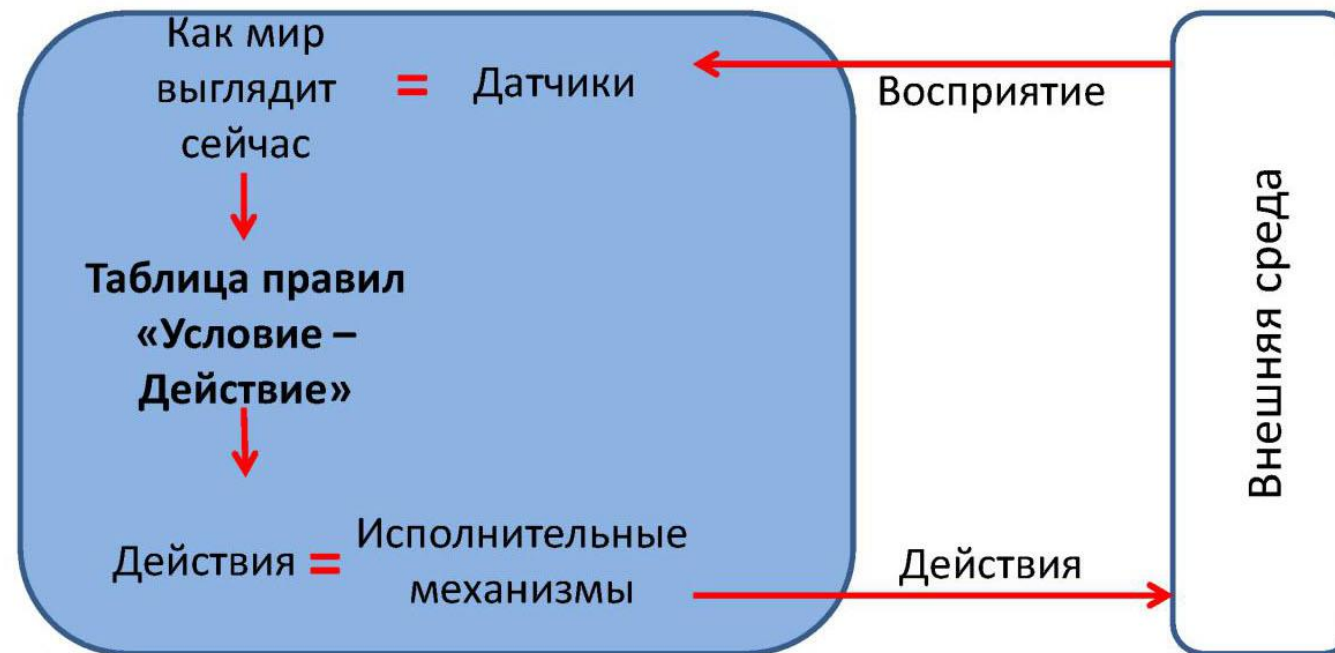
Рассмотрим четыре основных вида программ агентов, которые воплощают принципы, лежащие в основе почти всех интеллектуальных систем:

- простые рефлексные агенты;
- рефлексные агенты, основанные на модели;
- агенты, действующие на основе цели;
- агенты, действующие на основе полезности.

Затем приведено описание в общих терминах того, как преобразовать агентов всех этих типов в обучающихся агентов.

Простые рефлексные агенты

Простой рефлексный агент вырабатывает действие только на основе текущего акта восприятия, игнорируя всю остальную их историю.



Очень просты, очень надёжны, но ограниченный интеллект.

Рефлексные, основанные на модели

Одним из наиболее эффективных способов организации работы в условиях частичной наблюдаемости, является отслеживаемость агентом той части мира, которая воспринимается им в данный момент времени. Это означает, что агент должен поддерживать внутреннее состояние, зависящее от истории актов восприятия и отражать некоторые из ненаблюдаемых аспектов текущего состояния. Для обновления внутренней информации о состоянии в программе агента используются знания двух видов. Во-первых, информация о том, как изменяется мир независимо от агента, а во-вторых, информация о том, как действия агента влияют на окружающий мир. На основе первого вида информации строится модель мира.



Действующие на основе цели

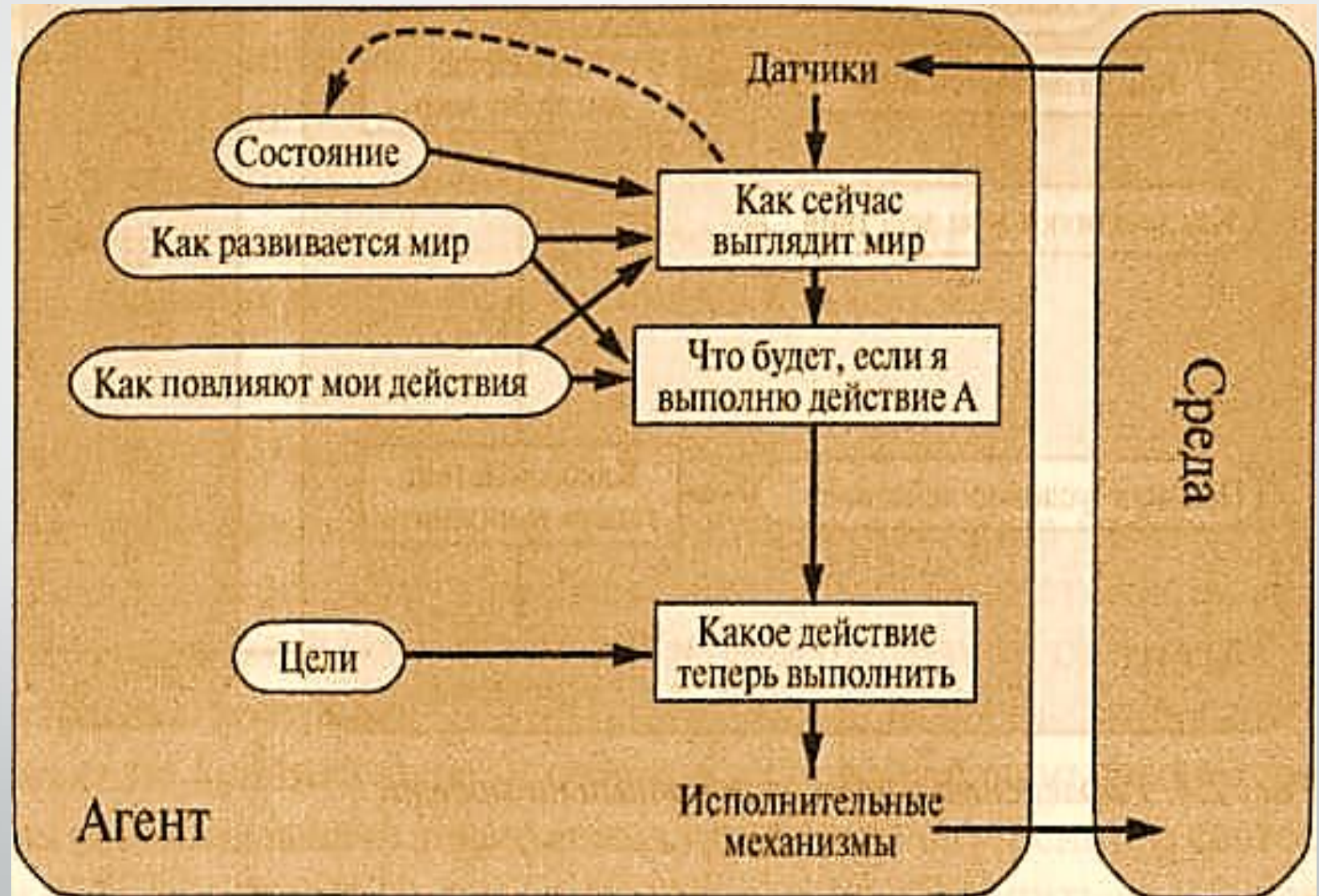
В реальной жизни для принятия решения не всегда достаточно информации из окружающей среды.

Так, например, человек подходит к перекрестку, у него есть на выбор три направления движения, выбор направления зависит от цели.

То есть, агенту требуется не только информация о мире, внутреннем состоянии, но и информация о цели, которая будет описывать желаемые ситуации.

Программа агента может комбинировать эти виды информации для выбора действий, которые позволят достичь цели.

Действующие на основе цели

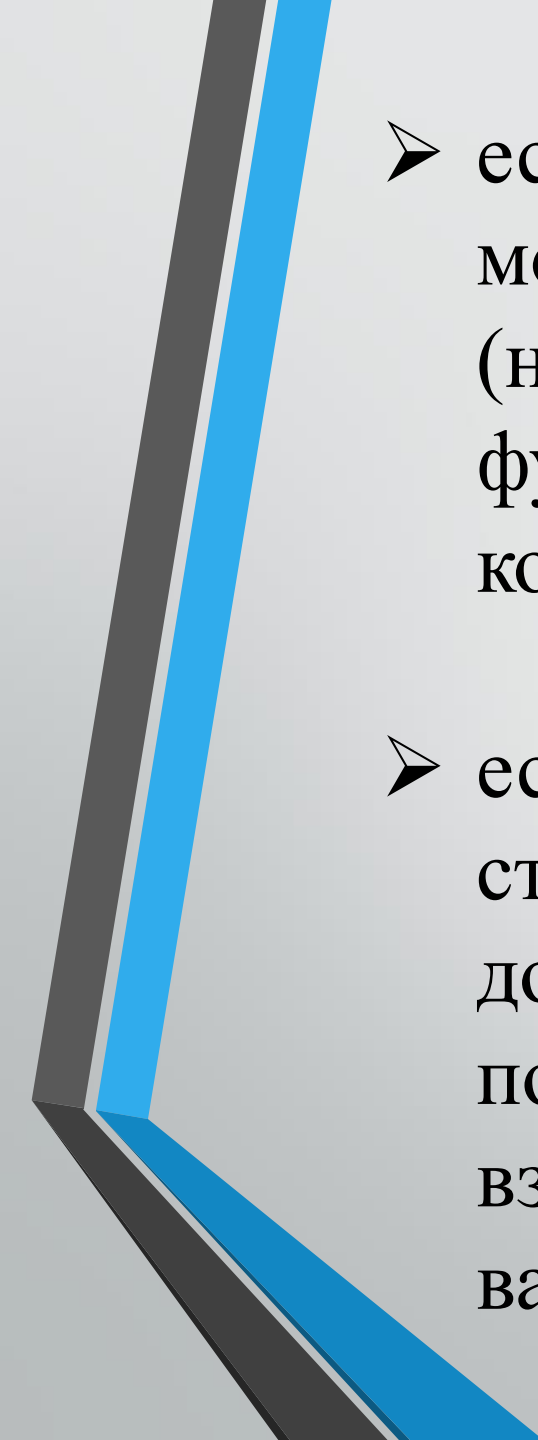


Действующие на основе полезности

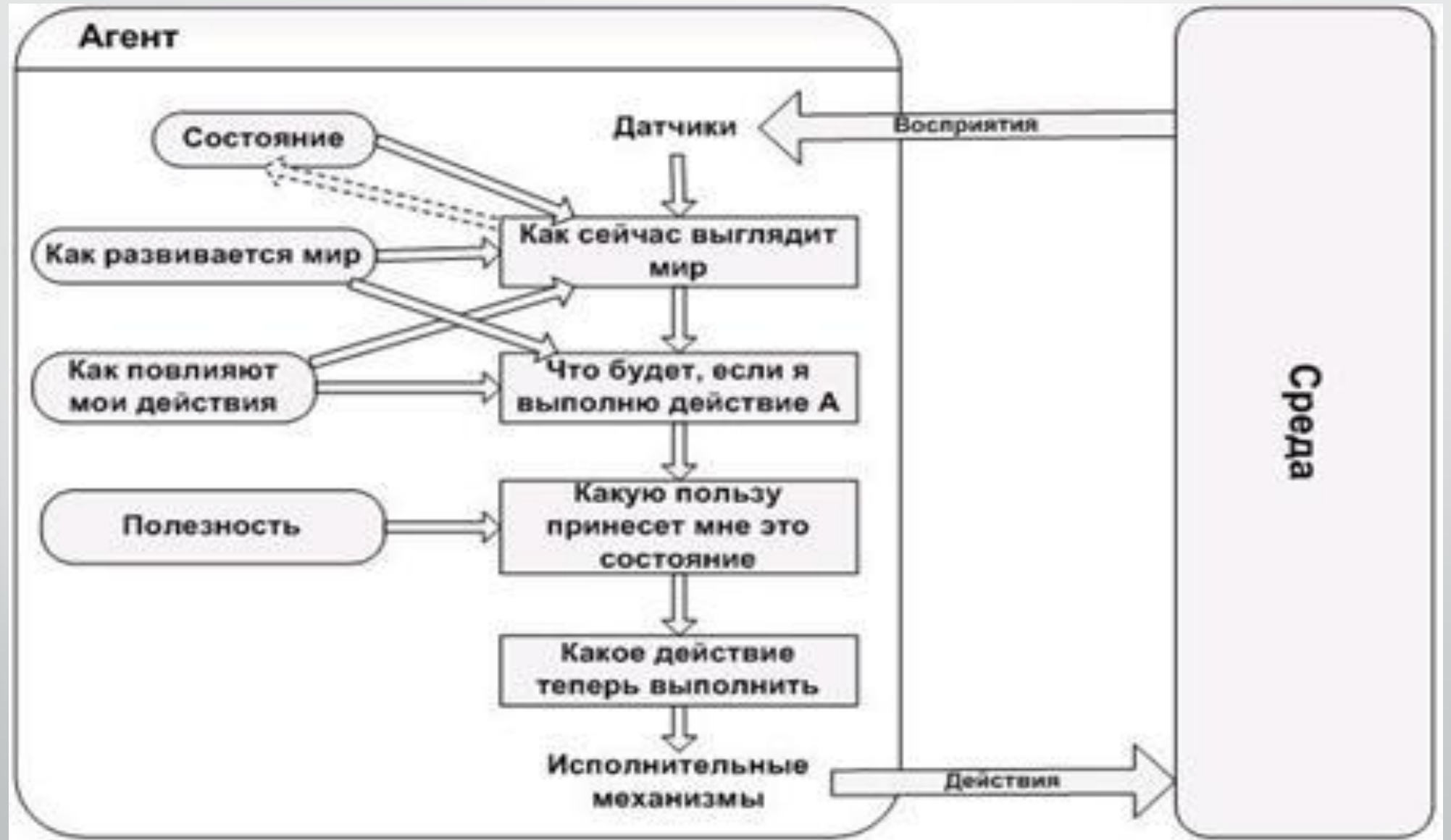
В действительности в большинстве вариантов среды для выработки высококачественного поведения одного лишь учета целей недостаточно. Цели позволяют провести лишь жесткое бинарное различие между состояниями «удовлетворенности» и «неудовлетворенности», тогда как более общие показатели производительности должны обеспечивать сравнение различных состояний мира в точном соответствии с тем, насколько удовлетворенным станет агент, если их удастся достичь.

Функция полезности отображает состояние (или последовательность состояний) на вещественное число, которое обозначает соответствующую степень удовлетворенности агента.

Полная спецификация функции полезности обеспечивает возможность принимать рациональные решения в описанных ниже двух случаях, когда этого не позволяют сделать цели:

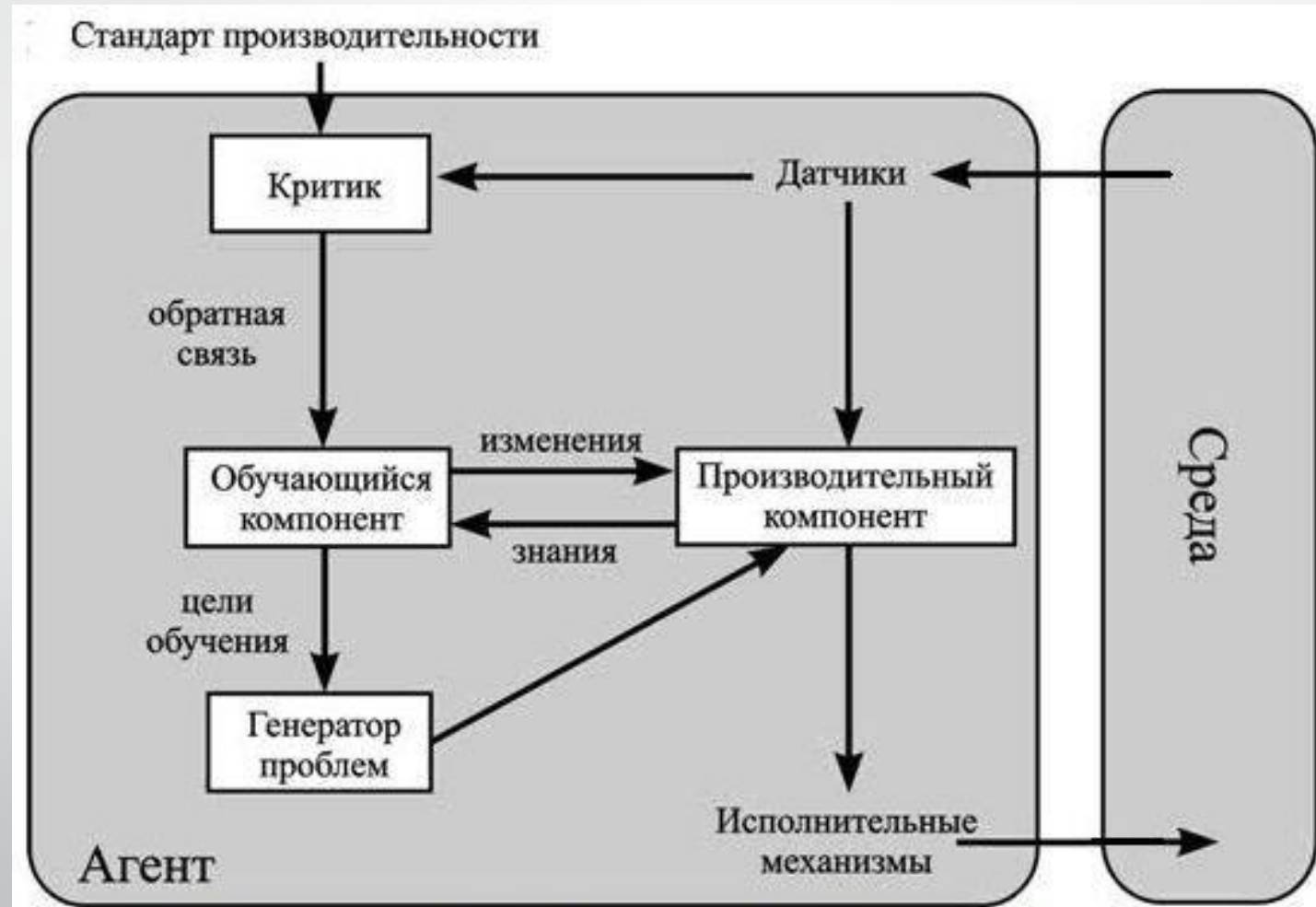
- 
- если имеются конфликтующие цели, такие, что могут быть достигнуты только некоторые из них (например, или скорость, или безопасность), то функция полезности позволяет найти приемлемый компромисс;
 - если имеется несколько целей, к которым может стремиться агент, но ни одна из них не может быть достигнута со всей определенностью, то функция полезности предоставляет удобный способ взвешенной оценки вероятности успеха с учетом важности целей.

Агенты, основанные на полезности



Обучающиеся агенты

Рассмотренные виды агентов имеют один общий недостаток. Этим недостатком является то, что агенты не могут обучаться, что является серьезным изъяном в интеллектуальных системах.



Обучающийся агент имеет четыре компонента. **Критик** - выполняет функции оценщика действий агента с учетом постоянного стандарта производительности. Критик необходим в данной структуре, поскольку сам агент не понимает успешны ли его действия или нет. Стандарт производительности должен быть постоянным.

Обучающий компонент отвечает за внесение усовершенствований, а **производительный компонент** за выбор внешних действий. Обучающий компонент использует информацию от критика с оценкой того, как действует агент, и определяет его дальнейшие действия. Обучающий компонент полностью зависит от производительного компонента. В моделировании такого агента прежде всего нужно получить ответ на вопрос: «Какой производительный компонент потребуется моему агенту, после того как он обучится выполнять свои функции?».

Генератор проблем — служит для выбора действий, которые должны привести к получению совершенно нового информационного опыта. Поскольку производительный компонент выбирает только наилучшие действия, то возможно в один момент, производственный компонент будет использовать одни и те же действия все время, полагая что они являются наилучшими, а генератор проблем служит для выбора менее оптимальных действий в начале, но возможно наилучших в конечном результате. То есть генератор проблем предназначен для того, чтобы система смогла экспериментировать, находя наилучшие решения.

Основные рассмотренные идеи

- **Агентом** является нечто воспринимающее и действующее в определенной среде. **Функция агента** определяет действие, предпринимаемое агентом в ответ в любую последовательность актов восприятия.
- **Показатели производительности** оценивают поведение агента в среде. **Рациональный агент** действует так, чтобы максимизировать ожидаемые значения показателей производительности, с учетом последовательности актов восприятия, полученной агентом к данному моменту.

- Спецификация **проблемной среды** включает определения показателей производительности, внешней среды, исполнительных механизмов и датчиков. Первым этапом проектирования агента всегда должно быть определение проблемной среды с наибольшей возможной полнотой.
- Варианты проблемной среды классифицируются по нескольким важным размерностям. Они могут быть полностью или частично наблюдаемыми, детерминированными или стохастическими, эпизодическими или последовательными, статическими или динамическими, дискретными или непрерывными, а также одноагентными или мультиагентными.

- **Программа агента** реализует функцию агента. Существует целый ряд основных проектов программ агента, соответствующих характеру явно воспринимаемой информации, которая используется в процессе принятия решения. Разные проекты характеризуются различной эффективностью, компактностью и гибкостью. Выбор наиболее подходящего проекта программы агента зависит от характера среды.

- **Простые рефлексные агенты** отвечают непосредственно на акты восприятия, тогда как **рефлексные агенты, основанные на модели**, поддерживают внутреннее состояние, прослеживая те аспекты среды, которые не наблюдаются в текущем акте восприятия. **Агенты, действующие на основе цели**, организуют свои действия так, чтобы достигнуть своих целей, а **агенты, действующие с учетом полезности**, пытаются максимизировать свою собственную ожидаемую “удовлетворенность”.
- Все агенты способны улучшать свою работу благодаря **обучению**.