

Лекция 1

Системы виртуальных научных коммуникаций и научно-образовательные платформы. Искусственный интеллект-помощник как элемент децентрализованной стратегии развития систем ВНК и НОП

Задачи управления и распределенного взаимодействия в динамической системе виртуальных научных коммуникаций (ВНК) привлекают в последнее десятилетие внимание все большего числа исследователей. Во многом это объясняется широким использованием возможностей виртуальных средств научных коммуникаций. На практике все чаще используются распределенные системы, выполняющие определенные действия параллельно, для которых актуальна задача разделения пакета заданий между несколькими вычислительными потоками (устройствами). Подобные задачи возникают не только в вычислительных сетях, но также и в производственных сетях, сетях обслуживания, транспортных, логистических сетях и др. Оказывается, что при естественных ограничениях на связи, децентрализованные стратегии способны эффективно решать такого типа задачи.

В основе понятия искусственного интеллект-помощника лежит реализованная и функционирующая как самостоятельная специализированная компьютерная *программа* или элемент искусственного интеллекта.

До появления информационных технологий, часть полномочий делегировалась какому-либо лицу (например, лаборанту) – как в выполнении конкретных функций, так и в принятии решений. В частности, человек получал задачу, декомпозировал её и распределял подзадачи, после чего получал результат и принимал решение – при этом в большинстве случаев занимался исключительно сбором и поставкой информации.

На смену таким системам, копирующим централизованную иерархию, быстро пришли распределенные системы, в которых знания и ресурсы распределялись достаточно равномерно, но сохранялся общий орган

командного управления, принимающий решения в критических или конфликтных ситуациях. Дальнейшим шагом в этом направлении стала парадигма полностью децентрализованных систем, в которых управление происходит только за счет локальных взаимодействий. При этом узкая функциональная ориентация помощника на решение какой-то одной отдельной части "общей" задачи постепенно стала уступать место универсальной целостности (автономности). Примерами таких децентрализованных организаций отчасти могут служить колонии насекомых, например, пчел или муравьев.

Суть технологии искусственных интеллект-помощников заключается в принципиально новом методе решения задач. В отличие от классического способа, когда проводится *поиск* некоторого четко определенного (детерминированного) алгоритма, позволяющего найти наилучшее решение проблемы, в технологии интеллект-помощников решение получается автоматически в результате взаимодействия *множества* самостоятельных целенаправленных программных модулей.

Зачастую классические методы решения задач либо неприменимы к реальной жизни (не трудно представить себе, что значит попытаться решить задачу управления предприятием в непредсказуемой динамичной обстановке современного бизнеса, даже с помощью высшей математики), либо они требуют огромных объемов расчетов (для которых не хватит мощности всех современных компьютеров), либо они вовсе отсутствуют.

Значит ли это, что ситуация, когда точный *алгоритм* решения отсутствует, безнадежна? Технологии интеллект-помощников отвечают на этот вопрос отрицательно. Людям постоянно приходится в условиях дефицита времени и средств решать задачи, не имеющие точного формального решения — и они решаются часто не самым худшим образом.

На рис.1 показаны в сравнении две схемы построения программного обеспечения ВНК: традиционная и на базе системы интеллект-помощников.

Во втором случае каждой сущности ставится в соответствие программа которая представляет ее интересы.

Дело в том, что человеку присущ *интеллект* — это его отличает от компьютера, действующего строго *по* заложенной в него программе. То, что позволяет ему ориентироваться в сложной обстановке, иметь дело с нечетко поставленными задачами, адаптироваться к меняющимся условиям. Неопределенность присутствует, когда существует набор альтернатив, и невозможно предсказать, какой из вариантов окажется лучшим *по* прошествии достаточно длительного времени.

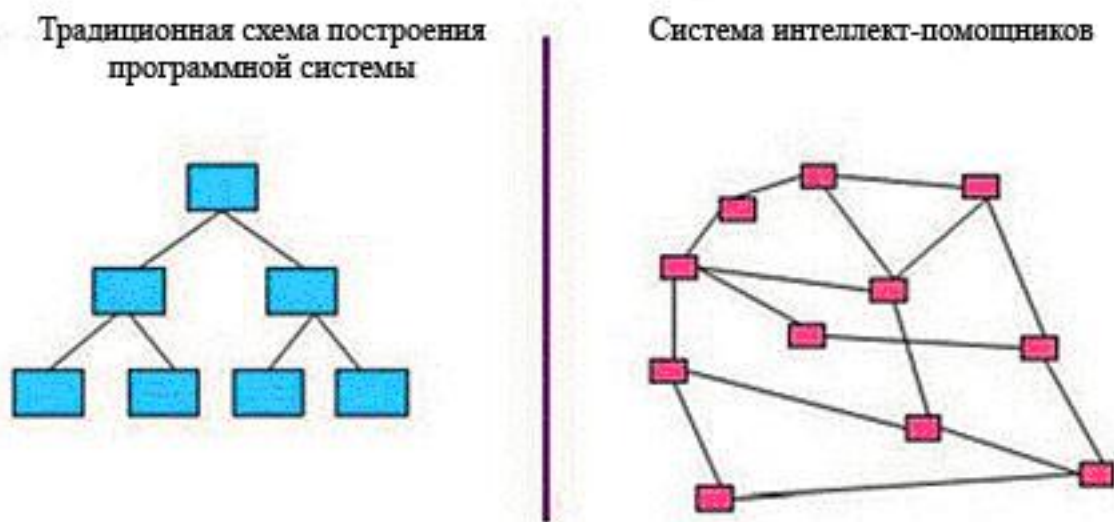


Рис. 1 Схемы построения программного обеспечения

Неопределенность возрастает в ситуациях, когда возможны непредсказуемые события, такие как техногенные аварии или сбои ресурса, и тому подобное.

Лекция 2

Механизм принятия решений в распределенных интеллектуальных системах ВНК. Экскурс в историю становления.

Для того, чтобы понять механизм принятия решения в системе ВНК, построенной на взаимодействии интеллект-помощников, попробуем найти ответ на вопрос, присутствует ли *интеллект*, например, у колонии муравьев?

С одной стороны, каждый отдельно взятый муравей, очевидно, им не обладает. С другой — колония в целом проявляет поведение, которое во многом может считаться интеллектуальным. Такие ситуации называются проявлением эмерджентного интеллекта, или неожиданных свойств, которыми обладает система, но не обладает ни один входящий в нее отдельный элемент. Возникающий при этом эффект "интеллектуального резонанса" часто так и называют "*Интеллект роя*".

Действительно, *интеллект* и физическая сила одной пчелы не так велики, но рой пчел, согласованно действующий, может победить медведя и даже человека. Интеллект-помощники очень похожи на членов команды, которые могут соревноваться друг с другом или сотрудничать в процессе принятия решения. Ключевая особенность эмерджентного интеллекта — динамика и непредсказуемость процесса *принятия решений*. На практике это означает, что решение достигается за счет сотен и тысяч взаимодействий, которые почти невозможно отследить. Но это и не требуется, поскольку интеллект-помощникам дают цели, которые они должны достигать, но не определяют сценарии исполнения задач *по* достижению этих целей. Эти сценарии формируются и исполняются интеллект-помощниками в системе виртуальных научных коммуникаций самостоятельно. На каждом шаге интеллект-помощники рассматривают входы системы и реагируют на непредсказуемые события (задержки, сбои, изменения).

Реакция может быть самостоятельной, или осуществляться во взаимодействии с оператором. Таким образом, эмерджентный *интеллект* — это не есть какой-либо один новый и специально сконструированный уникальный "блок", добавленный к системе. Напротив, это нечто (результат самоорганизации), что возникает как бы "из воздуха" (за счет *множества* скрытых или явных условий, сложившихся в ситуации), спонтанно и в заранее не предвиденный момент времени, и так же неожиданно исчезает, но в процессе своего существования определяющим образом руководит работой всей системы. Тут мы имеем дело с возникновением порядка из хаоса, с

одним из тех явлений, которые изучали и описывали такие выдающиеся ученые, как Александр Богданов (теория организации), Илья Пригожий (*самоорганизация* в физических системах), Марвин Минский (психология и теория мышления), Артур Кестлер (биология).

В начале XXI в. группа ведущих мировых ученых составила *список* приоритетных задач кибернетики на ближайшие 50 лет. Среди них:

- динамически реконфигурируемое интеллектуальное управление,
- асинхронная теория управления,
- управление через Интернет,
- перепрограммирование системы управления бактериями,
- создание футбольной команды роботов, которая выиграет у победителя кубка мира среди людей.

ИИП кардинально отличаются от традиционных "жестко" организованных систем, и, в перспективе, способны помочь в решении этих задач.

Начало построения моделей и применения искусственных интеллектуальных систем на практике было положено в 1960-х годах. В качестве основы были взяты достижения таких областей деятельности человека, как системы искусственного интеллекта (*Artificial Intelligence*), параллельные вычисления (*Parallel Computing*), распределенное решение задач (*Distributed Problem Solving*), передовые достижения которых могут быть успешно интегрированы в искусственные интеллектуальные системы и присвоить им принципиально новые качества. Сейчас ИИП — одно из наиболее динамично развивающихся и перспективных направлений в области искусственного интеллекта .

Открытый характер современного информационного общества и глобальной рыночной экономики приводит к ускорению научно-технического прогресса и обострению конкуренции на рынках. Это заставляет предприятия искать новые методы и средства организации и

управления, направленные на более качественное и эффективное удовлетворение индивидуальных запросов потребителей. Большинство современных систем характеризуются отсутствием средств своевременной идентификации новых потребностей и возможностей в среде, позволяющих предприятию оперативно принимать эффективные решения по реконфигурации производственных, кадровых, финансовых и других ресурсов. Типичным примером является изменение критериев *принятия решений*. Чем выше неопределенность, чем более распределенный характер имеют процессы принятия решения и чем чаще случаются незапланированные события, тем ниже эффективность существующих систем, не способных самостоятельно принимать решения и автоматически перестраиваться под изменения в среде. Кроме того, необходимость модификации схемы *принятия решений* в традиционных системах оказывается сложной и трудоемкой задачей, которая требует высокой квалификации исполнителей. Это делает разработку и эксплуатацию таких систем крайне дорогостоящими. Соответственно, еще одной актуальной проблемой современности становится рост объемов информации и степени сложности описания систем.

Для решения подобных проблем применяются технологии, в основе которых лежит понятие искусственного интеллект-помощника, которое в последнее время было адаптировано ко многим областям как прикладного и системного программирования, так и к исследованиям в областях искусственного интеллекта и распределенных интеллектуальных систем. Причем в каждом конкретном случае понятию придается несколько разное значение.

Лекция 3

Основные свойства искусственного интеллект-помощника

Первоначально идея создания интеллектуального посредника "возникла в связи с желанием упростить стиль общения конечного

пользователя с компьютерными программами, поскольку доминирующий, в основном, и ныне стиль взаимодействия пользователя с компьютером предполагает, что *пользователь* запускает задачу явным образом и управляет ее решением. Но это совершенно не подходит для неискушенного пользователя". Иначе говоря, сначала идея интеллектуального посредника возникла как попытка интеллектуализации пользовательского интерфейса.

Развитие методов искусственного интеллекта позволило сделать новый шаг к изменению стиля взаимодействия пользователя с компьютером. Возникла идея создания так называемых интеллект-помощников, которые породили уже новый стиль взаимодействия пользователя с программой. Вместо взаимодействия, инициируемого пользователем путем команд и прямых манипуляций, пользователь вовлекается в совместный процесс решения. При этом, как пользователь, так и компьютерный посредник, оба принимают участие в запуске задачи, управлении событиями и решении задачи. Для такого стиля также используется метафора персональный ассистент, который сотрудничает с пользователем в той же рабочей среде.

Кроме того, ИИП является и своего рода агентом, прикладывающим усилия для достижения эффекта". ИИП не просто совершают действия, но они действуют автономно и рационально. Под автономностью обычно понимают, что ИИП действует без прямого вмешательства человека или другой управляющей сущности. Под рациональностью понимают стремление ИИП оптимизировать значение некоторой оценочной функции. Мера рациональности неявно указывает на то, что ИИП имеет цели (желания англ. *desires*), которых он стремится достичь, и представления о внешнем мире (убеждения, англ. *beliefs*), на которые он опирается при выборе действия (реализации намерений, англ. *intentions* — множество избранных, совместимых и достижимых желаний).

Еще одним важным свойством ИИП является то, что он помещен во внешнюю среду, с которой он способен взаимодействовать. Обычно, среда им не контролируется, он лишь способен влиять на нее. Разделение

намерений и желаний необходимо, так как ИИП может иметь несовместимые желания или желания могут быть недостижимы. Поскольку ИИП ограничен в ресурсах и не может достичь всех желаний одновременно, естественно выбирать наиболее значимые цели — намерения. Итак, ИИП — разумная сущность, помещенная во внешнюю среду, способная взаимодействовать с ней, совершая автономные рациональные действия для достижения целей.

Таким образом, искусственный интеллект-помощник обладает следующими свойствами:

- **реактивность** (англ. reactivity) — ощущение внешней среды и реагирование на изменения в ней, совершение действий, направленных на достижение целей;
- **проактивность** (англ. pro-activeness) — управляемое целями поведение, проявление инициативы, совершение действий направленных на достижение целей;
- **социальность** (англ. social ability) — способность взаимодействовать с другими сущностями внешней среды (другими ИИП, людьми и т. д.) для достижения целей.

При разработке системы каждое из первых двух свойств достигается достаточно легко. Наибольшую сложность представляет совмещение в системе обоих свойств в нужных пропорциях. Будет не слишком эффективно, если ИИП будет жестко следовать сценарию достижения цели, не реагируя на изменения во внешней среде и не обладая способностью заметить необходимости корректировки плана. Но также не эффективно будет и поведение, ограниченное лишь реакцией на поступающие из вне стимулы, без какого-либо планирования целенаправленных действий. На самом деле описанная проблема настолько сложна, что и люди не всегда способны эффективно ее решать. Часто можно увидеть человека, который берется за любую возможность, но ничего из начатого не доводит до конца, т. к. не концентрируется на проблеме достаточное время, чтобы найти эффективное решение. Но также встречаются и люди, которые, однажды

поставив цель и сформировав план, будут пытаться принципиально ему следовать, не замечая изменений в окружающей действительности, требующих пересмотра средств достижения, или даже самих целей.

Достичь свойства социальности также нелегко. *Социальность* — это не просто *обмен данными*. Помимо коммуникации, социальное поведение должно включать кооперацию с другими сущностями, заключающуюся в разделении целей между отдельными сущностями, совместном планировании и координации действий, направленных на достижение общих целей. Социальное поведение, как *минимум*, предполагает наличие у ИИП представлений о целях других сущностей и том, как они планируют этих целей достичь.

Сложность формулирования содержательных практически значимых задач и невозможность априорного точного задания всех условий функционирования выдвигают адаптивные постановки проблем, отдельно выделяя такую особенность ИИП, как адаптивность — способность автоматически приспосабливаться к неопределенным и изменяющимся условиям в динамической среде.

Лекция 4

Характеристики сложных систем виртуальных научных коммуникаций на базе ИИП

В случаях, когда ИИП функционирует в сложной, постоянно изменяющейся системе ВНК, взаимодействуя при этом с другими ИИП, такая система значительно сложнее просто адаптивной системы, так как она быстрее обучается и может действовать эффективнее за счет перераспределения функций или задач между ИИП.

Сложные системы рассматривают как среду взаимодействия ИИП. С понятием сложных систем связаны следующие фундаментальные идеи, которые непосредственно влияют на функционирование системы ВНК и НОП.

- в сложных системах существуют автономные объекты, которые взаимодействуют друг с другом при выполнении своих определенных задач;
- ИИП должны иметь возможность реагировать на изменяющиеся условия среды, в которой они функционируют и, возможно, изменять свое поведение на основе полученной информации;
- сложные системы характеризуются возникающими структурами – логически связанными схемами, которые формируются в результате взаимодействия между ИИП;
- сложные системы с возникающими структурами часто существуют на грани порядка и хаоса;
- при создании сложных систем на базе ИИП имеет смысл рассматривать биологические аналогии, такие как: паразитизм, симбиоз, репродукцию, генетику, митоз и естественный отбор (например, компания British Telecom при формировании сети направления звонков использует модель деятельности колонии муравьев).

Концепция ИИП, разработанная в рамках систем ВНК, предполагает наличие активного поведения ИИП, т.е. способности компьютерной программы самостоятельно реагировать на внешние события и выбирать соответствующие действия.

На основании изложенного выше можно сформулировать следующее определение: ИИП– это самостоятельная программная система :

- имеющая возможность принимать воздействие из внешнего мира;
- определяющая свою реакцию на это воздействие и формирующая ответное действие;
- изменяющая свое поведение с течением времени в зависимости от накопленной информации и извлеченных из нее знаний,
- обладающая мотивацией и способная после делегирования полномочий пользователем поставить себя на его место и принять решение, соответствующее ситуации.

Искусственный интеллект-помощник должен обладать следующими чертами:

- автономность – способность функционировать без вмешательства со стороны своего владельца и осуществлять контроль внутреннего состояния и своих действий;
- адаптивность – ИИП обладает способностью обучаться;
- коллаборативность – ИИП может взаимодействовать с другими ИИП несколькими способами, играя разные роли;
- способность к рассуждениям – ИИП могут обладать частичными знаниями или механизмами вывода, а также специализироваться на конкретной предметной области;
- коммуникативность – ИИП могут общаться с другими ИИП;
- мобильность – способность передачи кода ИИП с одного сервера на другой;
- социальное поведение – возможность взаимодействия и коммуникации с другими ИИП;
- реактивность – адекватное восприятие среды и соответствующие реакции на ее изменения;
- активность – способность генерировать цели и действовать рациональным образом для их достижения;
- наличие базовых знаний – знания ИИП о себе, окружающей среде, включая другие ИИП, которые не меняются в рамках жизненного цикла ИИП;
- наличие убеждений – переменная часть базовых знаний, которые могут меняться во времени;
- наличие цели – совокупность состояний, на достижение которых направлено текущее поведение ИИП;
- наличие желаний – состояния и/или ситуации, достижение которых важно для ИИП;

- наличие обязательств – задачи, которые берет на себя ИИП по просьбе и/или поручению других ИИП;
- наличие намерений – то, что ИИП должен делать в силу своих обязательств и/или желаний.

Иногда в этот же перечень добавляются и такие человеческие черты, как рациональность, правдивость, благожелательность.

Лекция 5

Архитектура искусственного интеллект-помощника

Искусственный интеллект-помощник представляет собой приложение, являющееся обучаемой псевдоразумной системой, связанной в интернет-пространстве с другими интеллект-помощниками. ИИП имеет наращиваемую модульную архитектуру, которая включает ядро и дополнительные модули, которые подключаются к ИИП по стандартному интерфейсу и обрабатывают данные в стандартных или документированных форматах.

ИИП является персональным помощником и собеседником, который на основе полностью детерминированных семантических алгоритмов сможет решить как задачи оптимизации интеллектуальной работы, включая систематизацию, обучение и накопление знаний, так и поддерживать осмысленный диалог и быть способным к обучению. Этот подход в корне отличается от продюсируемых в настоящее время проектов типа Siri или GoogleNow, которые опираются на закрытую архитектуру и неизвестный информационный ресурс, недоступный при отсутствии интернета.

Кроме того, важным является наличие интегрирующего ресурса, возможно, отличного от Интернет, который связывает находящиеся в текущее время в сети ИИП в единую мега-систему, которая транслирует потребности пользователей ИИП и позволяет учесть прецеденты использования и создать постоянно обновляемый и динамичный проект.

Ядро ИИП включает следующие компоненты:

- блок ввода и распознавания семантических конструкций,

- блок сопряжения с поисковыми системами,
- блок постобработки результатов поиска,
- блок выборки данных с учетом накопленный, явно выраженных и эмоциональных предпочтений,
- блок настройки,
- блок связи с другими ИИП,
- коллекция диалогов, хранящая ранее имевшие место диалоги,
- коллекция объясняющих конструкций – результат общения и обучения ИИП с пользователем,
- коллекция прецедентных знаний – первичная коллекция смысловых соответствий, включающая ежедневные словари,
- коллекция локальных результатов, в которую помещаются результаты работы ИИП за предыдущее время.

Последовательность работы ИИП задана следующим списком:

- Ввод вопроса от Пользователя
- Поиск ответа в Локальных знаниях
- Поиск ответа в других Помощниках (ИИП)
- Поиск во внешних Поисковых системах
- Корректировка ответа от внешних Поисковых систем с учетом предпочтений, событий и местоположений
- Формулировка ответа (прямой ответ, почта, ссылка, файл, ответы других ИИП и Пользователей)
- Запрос Полезности ответа
- Фиксация Полезности ответа

- Корректировка предпочтений со стороны ИИП
- Прямая корректировка предпочтений Пользователем
- Обновление Локальных знаний
- Прямой совет по инициативе Помощника (по событиям календаря, времени, отложенных действий типа «напомнить позже»)