ИНТЕРНЕТ КАК СУПЕРМОЗГ: ОТ ГИПОТЕЗЫ К МОДЕЛИ

Сергей Гриняев

Не так давно в Интернете появились статьи о работах Фрэнсиса Хейлайена и Джоана Боллена из Брюссельского университета, в которых рассматривалась и обосновывалась одна интересная гипотеза. Согласно этой гипотезе современное общество рассматривается как некий сверхорганизм, а сети связи играют роль его нервной системы. Считается, что подобная гипотеза может быть реализована в модели создания намного более совершенной и интеллектуальной глобальной сети нового поколения. Очевидно, что в этом случае глобальная Сеть посредством ее распределенной гипермедийной архитектуры будет функционировать как ассоциативная память, способная обучаться путем укрепления часто используемых связей. Согласно такому подходу мобильные программные агенты, волнами распространяясь по Сети, создадут в ней некое подобие "мыслей". Пользователи будут интегрированы в этот "супермозг" непосредственно через человеко-машинные интерфейсы, способствующие взаимному обмену знанием между индивидуумом и Сетью.

Изложенные базовые принципы построения Сети нового поколения уже были описаны ранее. Они широко известны среди специалистов по искусственным нейронным сетям, которые уже более двадцати лет занимаются хеббовскими нейронными ансамблями, самоорганизующимися картами Кохонена, сетями Хопфилда, Гроссберга и др. Однако сама идея - перенести накопленную методологию на формирование принципиально новой архитектуры интеллектуальной сети весьма интересна.

1. Введение

Приведенная аналогия, согласно которой человечество как система, сформированная всем множеством людей вместе с их каналами общения, рассматривается как единый организм - "сверхорганизм" или "суперчеловек", достаточно часто встречается в зарубежной литературе [1, 2]. Однако при более внимательном ее рассмотрении выясняется, что интеграция отдельных индивидуумов в человеческом обществе на самом деле гораздо меньше, чем интеграция отдельных клеток в многоклеточном организме. Более того, анализ эволюционных механизмов, лежащих в основе эгоизма, соперничества и сотрудничества отдельных личностей и групп людей, раскрывает и фундаментальные проблемы, препятствующие дальнейшей интеграции общества [3].

Вместе с тем есть по крайней мере одна область, где интеграция активно берет верх - это развитие средств связи и телекоммуникации. В гипотетическом обществе, как в сверхорганизме, каналы

связи выполняют роль нервов, передающих сигналы между различными органами и мышцами [1]. В наиболее совершенных организмах нервы организуют сложную сеть взаимосвязей, называемую "мозгом", в которой последовательности поступающих сигналов обобщаются и обрабатываются.

После появление в XIX столетии средств коммуникации, обеспечивающих связь одного источника и одного абонента (телеграф и телефон), а также после появления средств связи по типу "один ко многим" (радио и телевидение) в первой половине XX столетия, для последнего десятилетия было характерно взрывное развитие сетей связи по типу "многие ко многим". В отличие от традиционных средств связи, в которых канал непосредственно соединяет отправителя и получателя, объединенные в сеть носители информации способны устанавливать множество перекрестных связей между различными каналами, что позволяет интегрировать сложные последовательности данных из различных источников еще до их доставки потребителю. Например, обсуждение вопросов в некоторой телеконференции в Сети будет иметь как большое число активных авторов, так и большое число людей, только читающих новости. Кроме того, тот факт, что различные узлы Сети управляются компьютерами, позволяющими проводить сложную обработку поступающих данных, укрепляет подобие между Сетью и мозгом. Это привело к появлению гипотезы восприятия глобальной сети ЭВМ как "глобального мозга" [4,5].

В живых организмах развитие нервной системы характеризуется рядом переходов, результатом которых является формирование структур с более высокоорганизованным уровнем сложности [1,6,7]. Так уровень, на котором рецепторы связаны единственным каналом с исполнительными элементами - нервами или рефлекторными дугами, называется уровнем простых рефлексов. Но только на следующем, более высоком уровне сложных рефлексов, где нервы связаны согласно установленной на генном уровне программе, начинается структурное зарождение рудиментарного мозга. В статье Фрэнсиса Хейлайена и Джоана Боллена доказывается, что существующая глобальная сеть ЭВМ находится на грани подобных переходов к высшим уровням: обучению, характеризующемуся автоматической адаптацией связей, размышлению и, возможно, даже к интеллекту.

Такой переход резко увеличил бы мощность сети, ее интеллект и ее пригодность к решению различных задач. Момент перехода

может быть приближен, если рассматривать гипотезу "сеть есть мозг" более серьезно, превращая ее в модель, которая и будет положена в основу создания следующего поколения глобальной сети. Таким образом она сможет способствовать лучшему прогнозированию и управлению будущими изменениями.

2. Сеть как ассоциативная память

Первое требование для разработки "подобной мозгу" глобальной сети - интеграция: все части сети должны связываться на основе единого протокола. В настоящее время большинство существующих сетей ЭВМ как общедоступных, так и частных, уже взаимодействуют на базе протоколов TCP/IP, положенных в основу Internet [8]. Таким образом Сеть достигла критической массы уже тогда, когда стало более привлекательно подключаться именно к Internet, а не к любой другой сети. Полагают, что это можно объяснить следующими факторами: первое, только Internet обладает высокой гибкостью и устойчивостью; второе, его свободный, неподконтрольный характер, что позволяет быстро распространять идеи по сети, давая возможность другим использовать и совершенствовать ее. Играют роль и существующие информационные сервисы типа телеконференций, поисковых систем и, особенно, гипертекстовая паутина, которая все больше и больше используется как единый интерфейс ко всем другим системам.

В силу чрезвычайно простого, но мощного средства представления связанной информации-распределенной гипермедиа, Сеть получила всеобщее признание. Именно эта архитектура превращает всемирную паутину в главного кандидата на роль фундамента глобального мозга.

Распределенная парадигма гипермедиа есть синтез трех базовых идей [9]. Гипертекст - все документы всемирной паутины связаны посредством взаимосвязанных "гиперссылок": выделенных слов или фраз в тексте, которые могут быть выбраны пользователем, вызывая связанный документ с подробной информацией о теме фразы. Связанные документы (узлы) формируют сеть ассоциаций или "паутину", подобную ассоциативной памяти. Вторая базовая идея-мультимедиа. Этот термин означает, что документы могут представлять информацию в любой форме или доступном формате: отформатированный текст, рисунки, звук, фотографии, кино, сцены трехмерной виртуальной реальности или

любая их комбинация. Это делает возможным выбрать то представление, которое лучше всего подходит для передачи содержания документа пользователю, способствуя его интуитивному восприятию. И, наконец, распределенная структура. Это означает, что связанные документы на самом деле могут постоянно находиться на различных компьютерах, обслуживаемых различными людьми, причем в различных частях мира. При наличии хорошего сетевого подключения время, необходимое на передачу документов с другого континента, не сильно отличается от времени, которое требуется для передачи документа из соседнего офиса. Это дает возможность интегрировать информацию в глобальном масштабе.

Первоначально Сеть использовалась в основном только для пассивного просмотра существующих документов. Добавление интерактивных электронных форм сделало возможным для пользователей активно вводить информацию, позволяя им создавать документы и запросы к специализированным компьютерным программам, расположенным в Сети. Сегодня Сеть может быть уподоблена огромной внешней памяти, в которой сохраненная информация может быть найдена либо посредством ассоциативных цепочек, либо путем явного ввода разыскиваемых терминов в поисковый сервер.

3. Познающая Сеть

Серьезный недостаток существующей архитектуры Сети - отсутствие способности самостоятельно освоить новую информацию. Сегодня "восприятие" информации Сетью осуществляется только через промежуточное звено людей-операторов, которые добавляют документы или связи к недавно размещенному материалу, руководствуясь только своим собственным решением о том, что является заслуживающим внимания или какие документы должны быть связаны с другими документами, а какие - нет. Однако познавательная способность индивидуума слишком ограничена, чтобы получить общее представление обо всей Сети, состоящей из миллионов документов. В этой ситуации интуиция - достаточно слабое руководство для эффективной организации Сети. Результат налицо- сегодня Сеть подобна лабиринту царя Миноса из легенды о Минотавре и совсем не очевидно, что пользователь отыщет именно то, что ему нужно.

Первый шаг на пути реализации гипотезы "сеть есть мозг"

должен позволить самой Сети формировать наилучшую возможную организацию информации. В процессе познания развитие идет через процесс ассоциативного обучения - концепции, хорошо известной как "правило Хебба" для нейронных сетей. Вполне возможно реализовать подобные механизмы и в Сети, создавая ассоциации связанных документов на основе часто используемых путей. Принцип достаточно прост - часто используемые связи становятся "более устойчивыми", в то время как связи, которые редко используются - "менее устойчивыми". Простая эвристика может в этом случае определить вероятных кандидатов на установление новой связи: если пользователь перемещается от документа А к документу Б и далее к документу В, то весьма вероятно, что существует не только ассоциация между документами А и Б, но и между А и В (свойство транзитивности), а также между Б и А (свойство симметрии). Так может быть сгенерирована новая связь. Однако только те связи, которые набрали достаточную "устойчивость", будут сохранены и станут доступными пользователю. В зарубежной печати появилась информация, что этот алгоритм уже был проверен в эксперименте: сеть беспорядочно связанных слов, была упорядочена путем самоорганизации в структурированную семантическую сеть, способную узнавать ссылки, сделанные ее пользователями [10].

Сила таких механизмов ассоциативного обучения в том, что хотя они и работают локально (в большинстве случаев они должны хранить информацию о документах, расположенных не далее двух цепочек транзитивности), однако самоорганизация или зарождение порядка из хаоса, которое они формируют глобально - данные и документы, которые располагаются на произвольном числе цепочек друг от друга, могут стать непосредственно связанными в том случае, если будет произведено достаточно большое число обращений. Вполне возможно расширить этот метод, например, вычисляя степень подобия между документами на основе ключевых слов, которые они содержат, и использовать их, чтобы предложить подобные документы как кандидатов на установление связи для данного документа. Ожидаемый результат таких процессов ассоциативного обучения в том, что документы, которые, вероятно, используются вместе, будут также расположены близко друг к другу в топологии киберпространства.

Если бы удалось такие алгоритмы освоения информации внедрить в Сети, то знание, существующее в Сети, могло стать

структурированным в гигантскую ассоциативную семантическую сеть, которая непрерывно обучается от ее пользователей. Каждый раз при введении нового документа начинался бы процесс формирования связей как подходящих к этому документу, так и исходящих от него. Они немедленно начинали бы приспосабливаться к образцу использования документа, стали бы появляться новые связи, которые автор документа никогда бы не мог предсказать, так как этот механизм в перспективе сможет вобрать в себя коллективную мудрость всех людей, консультирующихся с Сетью. Можно ожидать, что результат поиска будет гораздо более полезным, расширенным и надежным, чем при использовании любой системы индексации, сгенерированной отдельной личностью или ограниченными группами людей.

4. Думающая Сеть

До последнего времени пассивная архитектура Сети только подчеркивала ее пассивную роль как архива знания, в то время как активный поиск информации, мышление и поиск решения ей не свойственен и по-прежнему организуется пользователем через лабиринт ассоциаций. Более активная Сеть использовала бы различные механизмы информационного поиска, чтобы самостоятельно исследовать похожие документы и предоставлять обобщенные результаты пользователю.

Прообраз такого механизма уже существует. Он может быть найден в wais-подобных поисковых серверах. В таких системах пользователь вводит комбинацию ключевых слов, которые лучше всего отражают его запрос. Механизм сканирует индекс документов сети на предмет поиска документов, содержащих указанные ключевые слова, а также в наибольшей степени совпадающих с поисковыми критериями. Лучшие комбинации (например, содержащие самую высокую плотность желательных слов) будут предложены пользователю. Например, ввод слов "компьютерные вирусы" и "создание" мог бы отыскать документы, относящиеся к написанию компьютерных вирусов. Этот метод эффективно работает в том случае, если документы содержат предложенные ключевые слова. Однако много документов могут обсуждать ту же самую тему, используя другие слова (например "программные закладки" и "генерация"), или использовать те же самые слова для обсуждения других тем (например, "биологические вирусы").

Некоторые из этих проблем могут быть преодолены путем прямого расширения метафоры ассоциативной памяти механизмом распространяющейся активации [11,12]. В этом случае активизация одной области в памяти активизирует ее смежные области, которые в свою очередь активизируют их смежные области и так далее. Документы о компьютерных вирусах в ассоциативной сети обычно связываются с документами о компьютерах так, что распространение активации, полученного "компьютерными вирусами" от "компьютеров" может быть достаточным для выделения всех документов по проблеме.

Такой прием может быть осуществлен следующим образом. Узлы семантической сети получают некоторое значение начальной активации, пропорциональной оценке их уместности для конкретного запроса. Эта активизация передается связанным узлам. Полная активизация недавно достигнутого узла рассчитывается как сумма импульсов активации, пришедших через различные связи и пропорциональных силе этих связей. Этот процесс повторяется с импульсами активизации, распространяющимися по параллельным путям, до тех пор, пока не будет найдено удовлетворительное решение или же значение импульса активизации станет слишком низким и процесс остановится.

5. Программные агенты

Сегодня оба описанных подхода: и распространяющаяся активизация, и классические поисковые механизмы функционируют на отдельных компьютерах, обладающих базой индексов связанных документов. Чтобы объединить эти механизмы по всей Сети в целом, следует воспользоваться одной из новых технологий создания программного обеспечения - агентом [13]. Агент - обычно небольшая программа или скрипт, который может перемещаться по Сети и автономно принимать решения, представляя интересы его пользователя. Сегодня на этих принципах уже реализована система поиска на основе "ноуботов".

Простой способ осмыслить функцию агента - обратиться к аналогии с работой эхолота дельфина. Последний ориентируется в пространстве путем использования акустического сигнала, который испускается вслепую во всех направлениях, но выборочно отражается объектами (например, добычей или препятствием). Отраженный сигнал позволяет дельфину распознавать эти отдаленные объекты в темноте, без потребности в прямой связи,

формируя картину окружающего пространства. Точно так же программные агенты могут быть использованы в качестве радиосигнала в Сети. В случае, если агент наталкивается на документ, отвечающий критериям поиска, программа сигнализирует пользователю, формируя "отраженный сигнал". Совокупность таких "сигналов" даст возможность пользователю сформировать некоторый образ, характеризующий распределение информации по интересующей его теме в Сети. Таким образом, пользователь, подобно дельфину, не должен лично исследовать все потенциально важные местоположения, в то время как он остается информированным относительно того, где они расположены.

К примеру, агент может содержать взвешенную комбинацию ключевых слов, которая представляет интерес ее пользователя, своеобразный "профиль интереса" пользователя. Это даст возможность оценить документы, с которыми он сталкивается, относительно того, насколько они удовлетворяют профилю интереса, и пересылают пользователю только те, которые обеспечивают наибольший выигрыш пользователю. Агенты могут, кроме того, выполнять распространяющуюся активацию: агент, сталкивающийся с потенциально интересной для дальнейшего исследования связью, мог бы копировать или делить себя на несколько копий, каждая с долей начальной "активности" в зависимости от силы связи и оценки их стартового документа. Когда различные копии агента прибывают в один и тот же документ, их активности суммируются для вычисления активности итогового документа. Чтобы избежать возникновения лавинообразных эпидемий агентов, распространяющихся во всей сети и перегружающих ее, должен быть реализован механизм их отключения. Он может быть реализован, например, таким образом, чтобы остановить процесс клонирования агентов при уровне активности ниже заданного порогового значения и так, чтобы начальное значение активности агента было ограничено, возможно, в пропорции к суммарным ресурсам сети, а также и затратам пользователя, которые он желает понести при формировании ответа на свой запрос.

Критерии выбора информации для агента могут быть явно введены пользователем, но они могут также быть сформированы самим агентом [13]. Так, агент может контролировать действия своего пользователя и подводить некоторый суммарный итог или вырабатывать общие правила от наблюдаемых образцов. Например, если агент отмечает, что многие из выбранных поль-

зователем документов содержат словосочетание "компьютерные вирусы", он может добавлять эти слова к своим поисковым критериям. Деятельность агентов может повышать общий уровень интеллекта Сети. Агент, который собрал документы, отвечающие его встроенным или освоенным критериям выбора, может сообщить об этом Сети. Это позволит ей создавать или усиливать связи между найденными документами. Взаимно создавая лучшие ассоциации, Сеть облегчит поиск агентам, осуществляя руководство распространением активизации или предлагая связанные ключевые слова (например "компьютеры" в дополнение к "компьютерным вирусам"). Через подобное взаимодействие с ассоциативной сетью агенты могут косвенно учиться друг у друга, хотя они могут и непосредственно обмениваться опытом.

6. Решение сложных проблем

Формирование ответов на запросы пользователей может быть и далее облегчено, если Сеть будет не только ассоциативна, но и семантически структурирована, то есть если связь может принадлежать к различным типам с определенными значениями (например, "является", "имеет часть", "имеет свойство" и т.д.). Это вело бы поиск с ограничением числа связей, которые должны исследоваться для определенного запроса. В окончательном варианте Сеть больше напоминала бы семантическую распределенную интеллектуальную систему, способную к формированию "интеллектуальных" выводов для ответа на сложные запросы (например, "дать мне список всех компьютерных вирусов, которые нападают на компьютеры, работающие под Windows"). Вместе с тем важно поддержать свободные ассоциации "без контроля типов" и не ограничивать тип информации, которая может быть найдена в сети [14].

Можно предположить, что в следующие несколько десятков лет все знания человечества станут доступными в Сети. Если эти знания будут организованы, подобно ассоциативной или семантической сети, то применение агентов даст возможность найти ответ на фактически любой вопрос. Механизм распространения активизации позволит решать запросы, которые являются неопределенными, неоднозначными или плохо структурированными. В этом случае пользователь, даже если он не может четко сформулировать, что ему нужно, сможет попытаться решить свою проблему. Причем, с высокой долей успеха.

Например, в работе Фрэнсиса Хейлайена и Джоана Боллена приводится такой пример. Вообразите следующую ситуацию: ваша собака регулярно облизывает зеркало в вашем доме. Вы волнуетесь, является ли это только нормальным поведением или, возможно, это признак болезни. Вы пробуете найти подробную информацию, вводя ключевые слова - "собака", "облизывать" и "зеркало" в сеть поисковых агентов. Если бы "облизывание зеркала" являлось синдромом, описанным в литературе о болезнях собак, такой поиск немедленно нашел бы соответствующие документы. Однако это явление может быть только единичным проявлением некоего более общего явления - некоторые животные любят касаться стеклянных поверхностей. Традиционный поиск на вышеупомянутых ключевых словах никогда не нашел бы описания этого явления, но распространение активизации в семантически структурированной сети выдаст "животное" вместо "собаки", "стекло" вместо "зеркала" и "касающийся" вместо "облизывающий" и найдет документы, которые содержат все три концепции. Кроме того, интеллектуальный агент предположил бы, что документы, обсуждающие возможные болезни, будут более важны для Вас, чем документы, которые только описывают наблюдаемое поведение.

Этот пример может быть обобщен для многих проблем. Имеет ли это отношение к тому, как украсить ваш дом, как достичь заданного места: безотносительно проблемы, если некоторое знание о проблеме существует, распространение агентов должно найти его. Для менее структурированных проблем, ответ может быть получен только после множества шагов. Формулировка части проблемы вызывает некоторые ассоциации, которые позволяют агенту повторно и более четко формулировать проблему, чтобы продолжить поиск по усовершенствованным критериям. Сеть не даст прямых ответов, но обеспечит некоторую общую обратную связь, чтобы направлять ваши усилия по поиску цели.

Если вернуться к нашей мозговой гипотезе, то деятельность агентов, блуждающих по Сети, исследующих различные ее области и создающих новые ассоциации в соответствии с путями, по которым они следуют, а также объединение найденной информации для окончательного решения проблемы или поиска новой отправной точки для дальнейшего поиска, представляется полностью аналогичным распространению мыслей и формированию ассоциаций в мозгу человека. Это привнесло бы в Сеть уровень размышления, которое характеризуется возможностью

комбинировать концепции без потребности в априорной ассоциации между этими концепциями, чтобы существовать в сети [1, 6, 7].

7. Открытие знаний

Следующий уровень метаорганизма может называться метаинтеллектом, способным автоматически создавать новые концепции, правила и модели и таким образом изменять собственное мышление. Переход на этот уровень делает размышление в Сети не только количественно, но и качественно отличным от мышления человека. Интеллектуальная Сеть может расширять свое знание в процессе "открытия знания" или "извлечения данных" [15]. Такой процесс основан на автоматизации механизмов, лежащих в основе научного открытия. Должен быть сгенерирован набор большого количества абстрактных концепций или правил, который суммирует доступные данные и с помощью индукции позволяет предсказать определения еще не наблюдаемых правил. Вернемся к примеру с собакой. В результате полного перебора окажется, что наиболее часто собаки облизывают зеркало в случае нервной болезни. В этой ситуации новый случай облизывания зеркала собакой был бы, вероятно, симптомом этой болезни, даже при условии, что это правило ранее не было введено в ее базу знаний и прежде было полностью неизвестным.

Следует отметить, что существует много различных методов, позволяющих поддержать такое открытие общих принципов, включая различные формы статистического анализа, генетических алгоритмов и кластеризации, но они все еще недостаточно интегрированы. Управление развитием знания требует объединенного метамоделирования - модели того, как новые модели создаются и развиваются [7]. Возможный подход к созданию такой метамодели мог бы начинаться с анализа стандартных блоков знания, механизмов, объединяющих стандартные блоки для генерации нового знания и списка критериев выбора, которые отличают "хорошее" или "пригодное" знание от "непригодного" [16].

8. Интеграция личностей

Чего еще недостает описанной модели, чтобы представить Сеть как супермозг, так это интеграции личностей-операторов в коллективный "сверхорганизм" наряду с думающей Сетью, которая играет роль его нервной системы. Наверное, это наиболее спорная проблема в обсуждении [3].

Чтобы наиболее эффективно использовать познавательную мощность, предлагаемую интеллектуальной Сетью, должны быть минимальные затраты на перенос пожеланий пользователя в критерии поиска агентов. В настоящее время мы все еще используем компьютеры, подключенные к сети посредством коммутируемых телефонных каналов, формируем запросы, печатая ключевые слова в выбранных поисковых серверах. Это медленно и неуклюже в сравнении с быстротой и гибкостью функционирования наших собственных мозговых процессов. Существующий уровень развития технологий позволяет предложить несколько механизмов, чтобы ускорить этот процесс.

Быстрое распространение радиосвязи и переносных устройств обещает постоянную доступность сетевых подключений, безотносительно местоположения пользователя. Мы уже упомянули интерфейсы мультимедиа, которые пытаются использовать все возможности трехмерного аудио, визуального и тактильного восприятия, чтобы довести информацию до мозга пользователя. Дополнительные технологии синтеза речи или распознавания образов значительно упрощают ввод информации пользователем. Можно также упомянуть обучающихся агентов, которые пытаются предупредить желания пользователя, анализируя его действия. Но в настоящее время зарождается еще более непосредственная связь между человеческим мозгом и Сетью.

Уже были проведены эксперименты, в которых люди сумели регулировать изображения на компьютерном экране просто думая о них: их мозговые волны, связанные с сосредоточенными мыслями (типа "вниз", "левый" или "правый") регистрировались датчиками и интерпретировались программным обеспечением нейронной сети. Далее они были переведены в команды, которые были выполнены компьютером. Такие установки используют двухсторонний процесс обучения: нейронная сеть изучает правильную интерпретацию зарегистрированных образцов озарения, в то время как пользователь через биологическую обратную связь обучается концентрации мышления так, чтобы мысль стала более понятной для компьютера. Более прямой подход может быть найден в исследовании неврального интерфейса.

Уже ведется разработка электронных кристаллов, которые могут быть внедрены в человеческое тело и подключены к его нервам, чтобы регистрировать нервные импульсы [17]. Как только эти технологии стали достаточно сложными, мы смогли предложить

следующий сценарий. В любой момент мысль может сформироваться в вашем мозгу, а затем автоматически передаться через невральный интерфейс агенту. Или же мысль из внешнего мозга возвращается к вашему собственному мозгу более обогащенной. При достаточно хорошем интерфейсе действительно не должно быть границы между "внутренними" и "внешними" мыслительными процессами. Они текут естественно, постоянно перемещаясь из одного процесса в другой.

9. Обоюдное взаимодействие

Взаимодействие между внутренним и внешним мозгом не должно быть односторонним. Сеть сама может делать запросы пользователю. Разумная Сеть непрерывно проверяет последовательность и законченность знания, которое она содержит. При выявлении противоречий или пробелов, она может акцентировать внимание людей (возможно авторов или активных пользователей документа), на понимании проблемы. Явная формулировка проблемы, возможно поддержанной отличным методом "консультирования в поиске знаний", вероятно, будет достаточна для эксперта, чтобы быстро заполнить обнаруженный пробел, используя неявное знание, которое пока еще не было введено в Сеть [14]. Таким образом может осуществляться двусторонний процесс обучения - Сети от пользователей и пользователей от Сети. Одновременно, Сеть становится посредником между пользователями, меняющими информацию или ответы на вопросы друг друга.

В некотором смысле умственные способности самих пользователей становятся узлами в Сети - хранилищами знания, связанного с остальной частью Сети, которая может консультировать одного пользователя с другими или непосредственно с Сетью. В конечном счете, индивидуальные умственные способности могут быть настолько глубоко интегрированы с Сетью, что она буквально становится супермозгом. Мысль может переходить от одного пользователя к Сети, далее - к другому пользователю, потом назад к Сети и так далее. Таким образом, миллиарды мыслей параллельно заработают в супермозге, создавая новое знание.

Вместе с тем вряд ли человек согласится быть так глубоко интегрированным в систему, которой он к тому же управляет только

частично. С одной стороны, личности могут отказываться от ответа на запросы от супермозга. С другой стороны, никто не упустит возможности использовать неограниченное знание и интеллект супермозга для решения собственных проблем. Однако не следует забывать, что основание социального взаимодействия - общение. Люди прекратят отвечать на ваши запросы, если Вы никогда не отвечаете на них. Точно так же можно предположить, что интеллектуальная Сеть будет основана на простом условии - Вы можете использовать ее возможности только при том условии, что Вы обеспечиваете некоторый прирост нового совокупного знания.

Практически, такие условия могут выходить из экономических ограничений "рынка знаний". Люди, которые занимаются этим, должны обеспечить услуги, чтобы зарабатывать ресурсы, которые они должны выделять на пополнение знаний Сети. Сегодня уже наблюдается активизация коммерческих организаций, перемещающихся в Сеть, чтобы привлекать клиентов. Таким образом, мы могли бы ожидать максимальной активности пользователей, задействовать существующие ресурсы Сети и расширять их. Это будет обеспечиваться взаимодействием пользователя с Сетью - каждый будет стремиться помочь другому, чтобы самому стать более компетентным.

10. К сверхорганизму?

Остается вопрос - будет ли интегрированный "супермозг" также вести к интегрированной социальной системе или "сверхорганизму"? Это требует не только интеграции знания, но и интеграции целей и мировоззрений различных пользователей в общую оценочную систему, регулирующую работу сверхорганизма. Насколько могут противоречивые интересы всех личностей и групп, использующих Сеть, быть объединены понятием "абсолютно хороший" для всего человечества? Супермозг мог бы облегчить такой интегральный процесс, так как существует общий интерес в пополнении знания Сети. Соревнования [3] между индивидуумом и супермозгом в силу специфического характера информации не будет. В отличие от ограниченных материальных ресурсов, информация или знание не уменьшаются в значении, если они распределены или разделены среди многих людей. Таким образом, нет никакой выгоды в хранении части информации у себя.

Однако остается еще и проблема интеллектуальной собственности (например, авторское право или патенты), хотя в интересах

общества немедленно делать все новое знание публично доступным. Вместе с тем, в интересах разработчика этого знания, ограничить доступ к нему, это облегчает возможность получать компенсацию за усилия, затраченные на работу. Преимущество глобальной сети состоит в том, что она может автоматизировать компенсацию, уменьшать затраты на формирование знания и поддерживать соревнование между производителями знания так, чтобы цена использования части знания, разработанного кем-то, могла стать столь низкой, что делает его фактически свободным. Очень большое количество пользователей, оплачивающих очень маленькую сумму за доступ к знанию, может обеспечивать разработчика достаточной платой за его усилия.

Что касается справедливого распределения материальных ресурсов среди населения планеты, то их значение устойчиво уменьшается как доля полного значения изделий или услуг. Кроме того, супермозг может облегчить появление универсальной этической и политической системы, продвигая развитие общедоступных идеологий, которые выходят за национальные и культурные границы [3], сокращая разрыв между гражданами и правительством. Однако решение этих очень тонких и сложных вопросов осложняется наличием многих препятствий. Поэтому делать предсказания на этой стадии невозможно.

11. Заключение

Представленный набросок супермозга, зарождающегося из глобальной электронной Сети, может казаться намного ближе к романам научной фантастики, чем к технической литературе. Однако элементы этого наброска - методы и технологии - уже существуют (хотя иногда все еще в рудиментарной форме). Интегрированная модель кажется вполне реальной экстраполяцией существующих событий, поддержанных теоретическими принципами кибернетики, эволюционной теории и когнитологии. Взрывной рост Сети, которая всего за 5 лет развилась из интересной идеи в глобальную мультимедийную сеть, к которой подключены многие миллионы людей, которая привлекает огромные инвестиции из всех сфер общества, показал, что в области информационных технологий расстояние между концепцией и реализацией может быть действительно очень коротким.

Все же есть много невыполненных обещаний за 40-летнюю историю искусственного интеллекта, чтобы напомнить нам, что

проблемы могут быть гораздо более серьезными, чем они кажутся на первый взгляд. Однако Фрэнсис Хейлайен и Джоан Боллен считают, что главные препятствия в развитии искусственного интеллекта уже преодолены в рассмотренной выше модели. Считается, что первоначально основной проблемой в развитии искусственного интеллекта был факт, что интеллектуальное поведение требует знания огромной массы фактов и правил об окружающем мире. Однако тот факт, что миллионы пользователей параллельно добавляют знание к супермозгу устраняет этот критический параметр.

Традиционная символическая парадигма искусственного интеллекта, кроме того, сделала неактуальным вопрос о том, что знания должны быть представлены как точные формальные правила. Предложенный взгляд на структуру супермозга подчеркивает контекстно-зависимый, адаптивный и нечеткий аспект ассоциативных сетей и более напоминает о коннекционистской парадигме.

Наконец, традиционный искусственный интеллект имел тенденцию видеть знание как отображение или кодирование внешней действительности - философия, которая выполняется при решении практических и эпистимеологических проблем [18]. С другой стороны, представленная модель является конструктивистской или селекционистской. Потенциально новое знание сгенерировано системой автономно, в то время как среда пользователей выбирает то, что необходимо.

Вместе с тем, только в следующие несколько десятилетий станет ясно, являются ли эти изменения в подходе достаточными, чтобы преодолеть технические препятствия. На этой стадии ясно только, что понадобятся обширные и фундаментальные исследования, чтобы разрабатывать, проверять и осуществлять идеи, положенные в основу описанной модели для будущей глобальной Сети.

Источники и литература

1. V. Turchin. The Phenomenon of Science. A Cybernetic Approach to Human Evolution, Columbia University Press, New York, 1977.
2. G. Stock. Metaman: The Merging of Humans and Machines into a Global Superorganism, Simon & Schuster, New York, 1993.
3. F. Heylighen & D. T. Campbell. "Selection of Organization at the Social Level", World Futures: the Journal of General Evolution 45, 1995, pp. 181-212.

4. G. Mayer-Kress & C. Barczys. "The Global Brain as an Emergent Structure from the Worldwide Computing Network", The Information Society 11 (1), 1995.
5. P. Russell. The Global Brain Awakens: Our Next Evolutionary Leap, Miles River Press, 1995.
6. F. Heylighen. "(Meta)systems as Constraints on Variation", World Futures 45, 1995, pp. 59-85.
7. F. Heylighen, "Cognitive Levels of Evolution", in: The Cybernetics of Complex Systems, F. Geyer (ed.), Intersystems, Salinas, CA, 1991, pp. 75-91.
8. E. Krol. The Whole Internet, O'Reilly, Sebastopol, CA, 1993.
9. F. Heylighen,"World-Wide Web: A Distributed Hypermedia Paradigm for Global Networking", Proc SHARE Europe, Spring 1994, Geneva, 1994, pp. 355-368.
10. J. Bollen & F. Heylighen, "Algorithms for the Self-Organization of Distributed Multi-user Networks", in: R. Trappl (ed.), Cybernetics and Systems '96 (this volume), 1996.
11. W. P. Jones, "On the Applied Use of Human Memory Models", International Journal of Man-Machine Studies 25, 1986, pp. 191-228.
12. G. Salton & C. Buckley, "On the Use of Spreading Activation Methods in Automatic Information Retrieval", Proc. 11th Ann. Int. ACM SIGIR Conf. on R&D in Information Retrieval (ACM), 1988, pp. 147-160.
13. P. Maes, "Agents that Reduce Work and Information Overload", Comm. of the ACM 37 (3), 1994.
14. F. Heylighen, "Design of a Hypermedia Interface Translating between Associative and Formal Representations" Int J. Man-Machine Studies 35, 1991, p. 491.
15. U. M. Fayyad & R. Uthurusamy (eds.), Proc. 1st Int. Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI Press, Menlo Park, CA, 1995.
16. F. Heylighen, "Selection Criteria for the Evolution of Knowledge", Proc. 13th Int. Cong. on Cybernetics, Int. Ass. of Cybernetics, Namur, 1993, pp. 524-528.
17. G. T. Kovacs, C. W. Storment, M. Halks-Miller, "Silicon-Substrate Microelectrode Arrays for Parallel Recording of Neural Activity in Peripheral and Cranial Nerves", IEEE Trans. Biomed. Engin. 41, 1994, p. 567.
18. M. Bickhard, L. Terveen, Foundational Issues in Artificial Intelligence & Cognitive Science, Elsevier, 1995.

12 сентября, 2003 г.

ԻՆՏԵՐՆԵՏԸ ԻԲՐԵՎ ԳԵՐՈՒՂԵՂ՝ ՎԱՐԿԱԾԻՑ ԴԵՊԻ ՄՈԴԵԼ

Սերգեյ Գրինյաև

Ամփոփագիր

Հոդվածում քննարկվում է վերջերս Ինտերնետ ցանցում հայտնված Ֆ. Հեյլայենի և Ֆ. Բոլենի (Բրյուսելի համալսարան) այն հետաքրքիր վարկածը, համաձայն որի՝ արդի հասարակությունը կարող է դիտարկվել իբրև մի գեր-օրգանիզմ: Ներկայիս կապի համակարգերը հնարավոր է դիտարկել որպես այդ գերօրգանիզմի նյարդային համակարգ: Համարվում է, որ այսպիսի վարկածը կարող է իրացվել ավելի կատարյալ և ինտելեկտուալ նոր սերնդի գլոբալ Ցանցի մոդելում: Հոդվածում նշվում է, որ այս դեպքում համաշխարհային Ցանցը՝ իր սփռված հիպերմեդիական ճարտարապետության շնորհիվ կգործի իբրև ասոցիատիվ հիշողություն, որը հաճախակի օգտագործվող կապերի ամրապնդման միջոցով ունակ կլինի «կրթվել»: Այս մոտեցման համաձայն, Ցանցում ալիքներով տարածվող շարժուն ծրագրային ագենտները վերջինումս կգոյացնեն «մտքերի» նման մի բան: Հոդվածում ընդգծվում է, որ նոր սերնդի Ցանցի կառուցման այս վարկածից գործուն մոդելի անցման համար հնարավոր է օգտագործել արհեստական նեյրոնային ցանցերի մշակման արդի մեթոդաբանությունը՝ տեղափոխելով այն սկզբունքային նոր ճարտարապետությամբ ինտելեկտուալ Ցանցի կազմավորման դաշտ: