

файлов и формирование списков, элементами которых являются указатели на полигоны. Для каждой карты составляется свой список. Затем после формирования списков полигонов производится формирование карты загрязнения почвы химическими элементами. По окончании формирования всех карт и ввода исходных данных формируются координаты точек, в которых будет производиться анализ карт. Данные, получаемые функциями опроса заносятся в специальную структуру. Завершив формирование структуры программа производит ее классификацию. Каждая точка сетки опроса получает номер эталонной ситуации. Этот номер с указанием номера точки заносится в двусвязный список, чтобы потом можно было бы построить карту графически. Специальная функция анализирует этот двусвязный список и производит графическое построение изолиний вокруг точек, имеющих одинаковые классификационные ситуации. Она считывает точку из списка и анализирует значение номера ее ситуации с номерами соседних точек, и в случае совпадения объединяет рядом расположенные точки в зоны.

В результате работы программы вся территория г. Таганрога окрашивается в один из трех цветов. Каждый цвет характеризует качественную оценку экологической обстановки в городе. Так красный цвет указывает на “особо опасные участки”, желтый на “опасные участки”, зеленый на “безопасные участки”. Таким образом информация представляется в доступной для пользователя и удобной для восприятия форме.

Литература

1. Берштейн Л.С., Целых А.Н. Гибридная экспертная система с вычислительным модулем для прогноза экологических ситуаций. Труды международного симпозиума “Интеллектуальные системы - ИнСис - 96”, г. Москва, 1996г.
2. Алексеев В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. М.: Недра, 1990. 142с.:ил.
3. Мелихов А.Н., Баронец В.Д. Проектирование микропроцессорных средств обработки нечеткой информации. Ростов-на-Дону. Издательство Ростовского университета, 1990. 130с.
4. Неформальное введение в C++ и TURBO VISIO. С. - Петербург: Петрополь, 1992. 384с.

УДК 658.52.011

Сеченов М.Д.

Гибридные интеллектуальные человеко-машинные вычислительные системы и когнитивные процессы

Процесс информатизации как в нашей стране, так и за рубежом сопровождается широким распространением информационно-поисковых, советующих, проектирующих и других систем в различных областях человеческой деятельности. Постоянно растущая потребность в автоматизации обработки всё увеличивающихся объемов информации, развитие вычислительной техники и активизация роли человека как элемента системы обуславливают необходимость развития человеко-машинных вычислительных систем (ЧМВС) с целью повышения их эффективности. Анализ общей тенденции развития показывает, что наиболее перспективным направлением является создание интеллектуальных самоорганизующихся систем. Однако существующие методы и средства проектирования ЧМВС и управления ими не позволяют интегрировать интеллектуальные функции в достаточной мере. В этой связи многообещающим является поиск законов эволюции естественных и искусственных систем. В [1] показано, что радикальным направлением интеллектуализации является концепция на основе парадигмы «эволюционной интеллектуальной технологии», предполагающей

комплексное использование методов и средств эволюционного синтеза имитационных моделей и их адаптация в задачах выделенной прикладной области.

Методология развития и совершенствования искусственных систем должна учитывать «опыт» и законы эволюции естественных. Однако, здесь неизбежна и взаимная адаптация. Методология взаимной адаптации помогла выявить многоструктурность процессов принятия решений. Она позволила переходить от внешних, технических, к внутренним, психологическим, факторам сложности интеллектуальной деятельности и отбирать ограниченное число действительно релевантных факторов, отражающих влияние внешних и внутренних условий труда, психологическую структуру и стратегию деятельности, тесно коррелирующих с критериями сложности, эффективности, надёжности, напряжённости деятельности [2].

В этой связи весьма важна разработка практических принципов взаимной адаптации человека с новейшей техникой и условиями труда, создание теории и методов синтеза и применение эффективных компьютеризованных систем адаптивного взаимодействия людей между собой и с ЭВМ по принципу гибридного интеллекта (ГИ).

Термин гибридный интеллект был впервые введён В.Ф. Вендой в 1975 году в докладе на конференции по семантическим вопросам искусственного интеллекта, а основы теории систем гибридного интеллекта изложены в сборнике по инженерной психологии в 1977 году. Теория ГИ систем, включая естественные, искусственные и комбинированные, может быть построена на основе законов, общих для всех видов систем. В качестве таковых В.Ф. Вендой предложен ряд законов взаимной адаптации и трансформации систем. Взаимная адаптация акцентирует внимание на изменениях, которые претерпевают объекты, становясь компонентами системы, на закономерностях этих изменений в ходе становления, развития, существования, трансформации структур системы. Взаимная адаптация человека и ЭВМ направлена на максимальное раскрытие индивидуальных способностей, компенсацию психофизиологических недостатков, учёт интересов лица принимающего решения. Этот процесс также ведёт к наиболее полному использованию возможностей вычислительной техники, заложенных в ней знаний, умений, находок и открытий предшественников.

Принципиальное отличие методологии системы гибридного интеллекта от традиционной методологии инженерной психологии состоит в том, что вместо анализа вариантов и попытки выбрать из них оптимальный проводится синтез разных вариантов решений, объединения скрытых и непосредственных участников решения [3]. По существу, здесь можно вести речь о наборах популяций и применении к ним генетических алгоритмов.

Система гибридного интеллекта может рассматриваться как этап в переходе от случайной неорганизованной творческой деятельности в решении задач нового класса к автоматизированному решению этих задач в системах искусственного интеллекта. Такая эволюция способов и систем решения задач рассмотрена на примере САПР А.А. Самарским.

Следует отметить что системы гибридного интеллекта (применительно к ЧМВС) рассматриваются как комбинированные системы, интегрально включающие в себя искусственный и естественный интеллекты.

Искусственный интеллект - это интеллектуальная система, реализующая априорные стратегии S_a . Другими словами, искусственный интеллект это система, для которой соблюдается максимальное значение коэффициента корреляции априорных и реальных стратегий (S_p) решения задач $r_{S_a S_p} = 1$. Естественный интеллект может функционировать в интервале $-1 \leq r_{S_a S_p} \leq 1$. При $r_{S_a S_p} = 1$ естественный интеллект моделирует искусственный интеллект.

Комбинирование естественных и искусственных интеллектов в составе гибридного интеллекта производится следующим образом [3].

1. Определяются Q_{zu}^* , $F_{zu\min}$, $F_{zu\max}$ (или кусочные интервалы) $\{F_{zu1\min} - F_{zu1\max}\}$, $\{F_{zu2\min} - F_{zu2\max}\}$ и т.д., где Q_{zu}^* минимально допустимая эффективность системы; $\{F_{i\min} - F_{i\max}\}$ - интервал задач, решаемых системой.
2. Выявляются достоверные S_{a_i} и соответствующие им интервалы $\{F_{i\min} - F_{i\max}\}$, в которых соблюдается условие $Q_i \geq Q_{zu}^*$
3. Строятся характеристические кривые всех S_{a_i} как функции эффективности Q в зависимости от факторов сложности задач F
4. Определяются все интервалы F , в которых $Q_{a_i} \geq Q_{zu}^*$
5. Выявляются оставшиеся интервалы F , в которых $Q_{a_i} < Q_{zu}^*$. Для этих интервалов подбираются дополнительные априорные стратегии программы автоматического решения по типу искусственного интеллекта. Когда все априорные стратегии подобраны, то для этих интервалов подбираются люди и соответствующие им реальные стратегии S_{p_i} , которые могут обеспечить в этих интервалах эффективность $Q_{p_i} \geq Q_{zu}^*$
6. Все априорные стратегии S_{a_i} и реальные стратегии S_{p_i} проверяются на ассоциативность, так чтобы были возможны взаимопереходы между ними, причём трансформационные точки ответственных переходов должны соответствовать достаточно высокой эффективности $Q_{Tr}^{отв} \geq Q_{zu}^*$

Ответственными считаются такие переходы между стратегиями, которые имеют выходное значение. Например, если в ходе работы системы значение F непрерывно изменяется от F_n , при котором действует и определяет эффективность всей системы стратегия S_k , до F_{n+1} , при котором действует и определяет эффективность всей системы стратегия S_{k+1} , то переходная эффективность стратегий S_k и S_{k+1} должна быть не ниже заданной: $Q_{k,k+1} \geq Q_{zu}^*$

Условие 5 можно назвать условием высокопроизводительной трансформации.

Главное следствие закона трансформаций состоит в том, что если система, имеющая определённую структуру, достигла стабильного максимума своей эффективности при данной структуре, то повысить эффективность системы можно, только изменив её структуру, но переход возможен лишь через любое общее состояние для структур, эффективность системы в котором ниже, чем в максимуме имеющейся структуры. Иначе говоря, при переходе на другую структуру, в том числе и существенно более перспективную по возможному при ней максимуму эффективности, возникает тенденция снижения эффективности на период, необходимый для трансформации старой структуры в новую. Основанная на этом законе трансформационная теория обучения, развития, динамики систем значительно расширяет возможности анализа закономерностей и прогнозирования индивидуального развития и системного прогресса.

Следует отметить, что решение задачи интеллектуализации ЧМВС связано с проведением широкого спектра исследований по влиянию человеческого фактора на процесс функционирования системы, с разработкой методов и средств системной идентификации человека (его кодовой или модельной интерпретации), а также с разработкой методов и средств адаптации процесса функционирования системы на различных уровнях его структуризации с учётом особенностей человека.

На основании вышеизложенного в [1] предлагается концепция интеллектуализации глобальной информационно-вычислительной системы (ГИВС), обеспечивающей : включение в состав системы человека в качестве активного интеллектуального элемента возможность интеллектуального взаимодействия человека и системы реализацию функций самоорганизации ГИВС в условиях постоянного слежения за динамикой процессов, протекающих в макросистеме и состоянием её элементов.

Дальнейшее развитие эти идеи получили в [4]. Здесь рассматривается необходимость обеспечения устойчивого функционирования системы на основе совершенствования процесса и технологических средств формирования, получения, распознавания, обучения, запоминания и использования знаний. В основе лежит разработка целостного представления процесса накопления знаний в технологии при учёте эволюционного единства её с макросистемой. Это приводит к концепции вложенности всех компонент макросистемы, таких её подсистем, как интегрированные базы знаний (БЗ) различного уровня, с одной стороны, и к вложенности когнитивных процессов (процессов приобретения знаний), обеспечивающих интеграцию, с другой. Используется следующая схема вложенности систем приобретения знаний объект познания (макросистема), субъект познания (система), средство отражения объекта в субъекте (технология) и результат познания (БЗ).

На рис. представлена структура системы познания, в которой осуществляется процесс приобретения знаний [4].

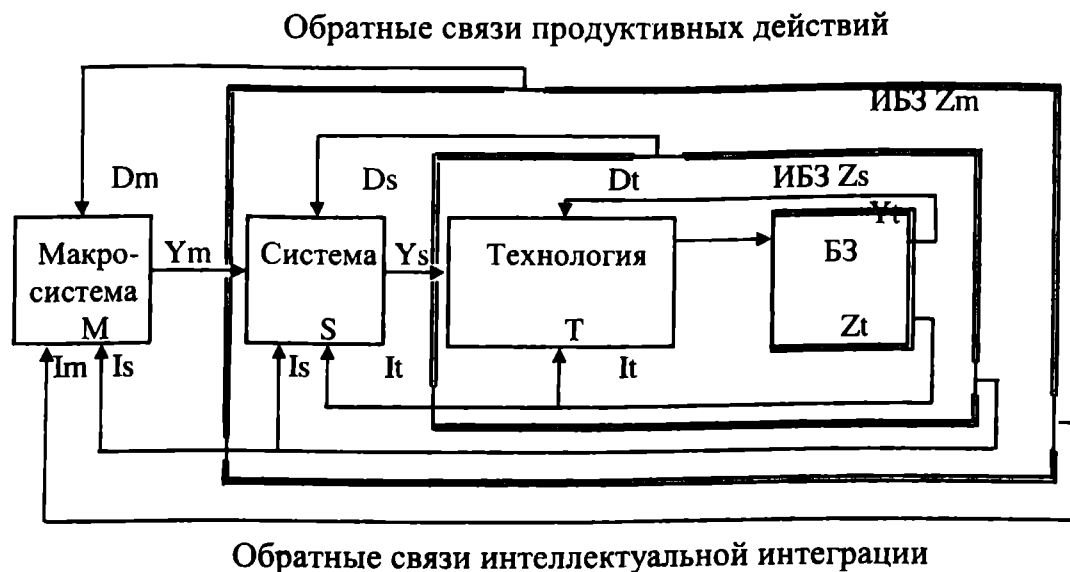


Рис.1 Структура процесса познания макросистемы

Здесь база знаний Z_t (БЗ Z_t) на технологическом уровне является подсистемой технологии T , на системном уровне технология T и её БЗ Z_t составляют интегрированную базу знаний (подсистему) системы S (ИБЗ Z_s) и, наконец, на макросистемном уровне система S и ИБЗ Z_s составляют интегрированную базу знаний макросистемы M (ИБЗ Z_m).

Процессы взаимодействия между компонентами и соответствующие им связи разбиваются на два типа:

- связи, определяющие процесс приобретения знаний, соответственно: прямые и обратные связи взаимодействия макросистемного (Y_m , I_m), системного (Y_s , I_s) и технологического (Y_t , I_t) уровней;

- связи, отражающие деятельностное взаимодействие элементов структуры на основе результатов познания, соответственно: связи продуктивного взаимодействия макросистемного D_m , системного D_s и технологического D_t уровней. Связи, определяющие процесс приобретения знаний, назовём интеллектуальными.

Прямые интеллектуальные связи обеспечивают систему нижележащего уровня информацией об изменении проблемной ситуации в системе вышележащего уровня. Обратные же интеллектуальные связи обеспечивают информацией о предыстории познания, которая включает информацию об изменениях в соответствующих базах знаний. Через прямые интеллектуальные связи осуществляется процесс передачи знаний в базу знаний того же уровня: от M через Y_m в ИБЗ Z_m , от S через Y_s в ИБЗ Z_s , от T через Y_t в БЗ Z_t . Этот процесс назовём процессом интеллектуализации.

Прямые (Y_m , Y_s) и обратные (I_s , I_t) интеллектуальные связи, а также обратные связи продуктивных действий (D_m , D_s , D_t) определяют процессы накопления и суммирования знаний на каждом уровне процессы макросистемной, системной и технологической интеллектуальной интеграции. Таким образом, макросистемная интеллектуальная интеграция осуществляется при учёте предыстории I_m от ИБЗ Z_m , предыстории I_s от ИБЗ Z_s и связи продуктивных действий D_m , что позволяет макросистеме M выдать в качестве результата интеграции новое знание Y_m . Системная интеграция осуществляется при учёте предыстории I_s от ИБЗ Z_s , предыстории I_t от БЗ Z_t и связи продуктивных действий D_s , что приводит к результату интеграции в системе S нового знания Y_s , выдаваемого в ИБЗ Z_s . Интеллектуальная технологическая интеграция происходит по предыстории от БЗ Z_t и под действием связи продуктивных действий D_t , что выражается в результате Y_t , выдаваемого в БЗ Z_t . Таким образом, процесс интеллектуального взаимодействия смежных уровней определяется как процесс интеллектуальной интеграции.

В каждом контуре протекают свои процессы интеллектуализации и интеграции. В качестве примера приведём основные процессы, выделяемые в технологическом контуре:

$P1(I_t)$ - процесс самоадаптации технологии T к предыстории I_t ;

$P2(D_t)$ процесс самокоррекции на основе продуктивных действий относительно параметров, структур, организации технологии T ;

$P3(I_t, D_t)$ - процесс адаптивной самокоррекции технологии T (совместное выполнение процессов $P1$ и $P2$).

Можно показать, что объединение процессов $P1+P3$ может рассматриваться как процесс самопознания в условиях замкнутости, т.е. использования знаний только внутреннего контура.

Кроме того, технологический контур как элемент системы S испытывает воздействие Y_s (в другом временном темпе), что обуславливает следующие процессы:

$P4(Y_s)$ - процесс обучения технологии T как элемента системы;

$P5(I_t, Y_s)$ - процесс адаптивного обучения технологии T ;

$P6(D_t, Y_s)$ - процесс корректирующего обучения технологии T (коррекция параметров и/или структуры на основе обучения);

$P7(I_t, D_t, Y_s)$ процесс корректирующего адаптивного обучения на основе знания системы с адаптацией технологии T к предыстории I_t (одновременное выполнение процессов $P4-P6$).

Таким образом, в технологическом контуре процесс познания включает совместную (интеграция) и раздельную реализацию семи процессов $P1-P7$, сложным образом взаимодействующих между собой в процессе интеллектуальной интеграции.

В заключение необходимо упомянуть ещё одну монографию [5], где с позиций системной вложенности рассматривается происхождение и развитие интеллектуальных самоорганизующихся (СО) объектов. Проведённый анализ показал, что самоорганизующимися, т.е. творящими природу, а следовательно в той или иной мере интеллектуальными, могут быть только те объекты, которые как минимум способны распознавать, обучаться и запоминать. Автором предлагается рекуррентная теория самоорганизации, использующая ряд ещё не совсем привычных понятий. В работе сформулирован тезис о бесконечной множественности в природе типов и экземпляров СО

объектов, позволивший поставить вопрос о единых механизмах генезиса их внутренней структуры, свойств и принципов функционирования. Показано, что главным свойством СО объектов является их способность быть создателем самих себя, сообщества себе подобных и внешних по отношению к ним несамоорганизующихся объектов, т.е. обменных квантов. В процессе обмена этими квантами друг с другом СО объекты и реализуют феномен «создателя».

Литература

1. Букатова И.Л., Макрусов В.В. Интеллектуализация глобальных информационно-вычислительных систем основы, концепция, проблемы. М.: ИРЭ РАН.- Препринт №7 (595), 1994.- 37 с.
2. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации.- М. Машиностроение, 1982. -400 с.
3. Венда В.Ф. Системы гибридного интеллекта Эволюция, психология, информатика. М. Машиностроение, 1990. - 448 с.
4. Букатова И.Л., Макрусов В.В. Когнитивные процессы эволюционирующих систем. М.: ИРЭ РАН.- Препринт №10 (598), 1994. - 32 с.
5. Клименко А.В. Основы естественного интеллекта. Рекуррентная теория самоорганизации. Версия 3. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 1994. - 304 с.