

О ПРОБЛЕМЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ЭВМ: НЕМНОГО ИСТОРИИ И НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ.

Рабинович З. Л.

Институт Кибернетики НАН Украины, г. Киев, Украина .

1. Интеллектуализация ЭВМ в историческом аспекте.

Для массового использования ЭВМ в рамках высокоавтоматизированных технологий и решения на них самых разнообразных задач проблема интеллектуализации ЭВМ, пожалуй, выступает сейчас на главное место. Вместе с тем, продвижения в интеллектуализации ЭВМ должны гармонично совмещаться и с обеспечением соответственно высокой производительности (пример чего демонстрируется в докладе на данной конференции, посвященном интеллектуальным решающим машинам ИРМ).

Сказанное означает эффективное сочетание HCI (Human-computer interaction) с HPC (High-performance computing), причем интеллектуализация ЭВМ, будучи акцентированной именно на первый аспект, при надлежащем подходе вполне удовлетворяет и второму аспекту. Можно вспомнить наиболее значительные вехи на пути интеллектуализации ЭВМ, которая на первых порах выражалась лишь как некоторое преодоление семантического разрыва между входными языками высокого уровня (ЯВУ) и внутренними(машинными) языками ЭВМ. К таким вехам , в частности, из первых практических разработок относятся микропрограмные машины семейства МИР (входной ЯВУ " Аналитик") [1], IBM System/360 (входной ЯВУ «Эйлер»)[2] и др. выпускаемые еще в 60-е годах..

Данные разработки относились к области так называемых малых ЭВМ, для которых преимущества реализации ЯВУ были совершенно очевидными. Что же касается универсальных ЭВМ, то это ставилось под большое сомнение-главным образом из-за усложнения структуры машины и опасений уменьшения при этом их производительности (в малых ЭВМ за счет микропрограммирования такого существенного усложнения не было), сказывался здесь и определенный консерватизм программистов виртуозов, в совершенстве овладевших искусством программирования в машинных кодах. Массовое же использование ЭВМ так называемыми конечными непрофессиональными пользователями еще в то время не стало проблемой первой актуальности. Указанные опасения получили отражение и в прогнозных зарубежных статьях, где, указывались предполагаемые сроки совершенствования архитектур ЭВМ в части например, аппаратной поддержки операционных систем, а что касается реализации ЯВУ, то таким сроком был "вопросительный знак" с примечанием , что для этого еще отсутствует надлежащая элементная база, хоть заманчивость такой реализации уже

полностью признавалась. И в Институте было решено под научным руководством В.М.Глушкова выполнить экспериментальную разработку высокопроизводительной ЭВМ с реализацией алголоподобного внутреннего языка, расширенного включением в него развитых системных средств, символьных и строчных операций и т.п. В основе этой разработки было положено авторское свидетельство на ЭВМ со структурной интерпретацией ЯВУ с приоритетом 1962 года – первое в СССР на машины такого класса [3]. Не будучи построенной по объективным причинам ЭВМ «Украина» вместе с тем, именно в части своей разработки, исследованной и выверенной на уровне технического проекта и подверженной тщательному обсуждению в Союзном масштабе, оказала заметное влияние на развитие высокопроизводительной отечественной вычислительной техники, наиболее значительным примером чего является использование структурной интерпретации ЯВУ в качестве одного из двух фундаментальных принципов построения первой советской супер-ЭВМ МВК «Эльбрус» [4] (другой принцип – архитектура процессоров БЭСМ-6.)

Исследования, предшествующие разработкам «МИР» и «Украины» и опыт этих разработок привели к научному обоснованию указанной линии интеллектуального развития ЭВМ, изложенному в монографии «Вычислительные машины с развитыми системами интерпретации» (В.М.Глушков и др.[5]), в которой наряду с собственно данным развитием рассматривались и общетеоретические вопросы построения и проектирования алгоритмических структур и архитектур ЭВМ с их внутренним математическим обеспечением [1].

Именно в этой монографии были впервые выдвинута глобальная проблема интеллектуализации ЭВМ, т.е. в более широком плане, чем лишь структурная реализация ЯВУ. Для этого следовало указать систему признаков, которые и придают машине «интеллектуальность», без чего термин интеллектуализации произволен или иначе говоря бессмысленен. В качестве совокупности этих признаков и было введено понятие «машинный интеллект», которое четко определяет значение, придаваемое обиходному выражению «внутренний интеллект ЭВМ», обеспечиваемое ее собственным оборудованием, т.е. развитие МИ и означает интеллектуализацию ЭВМ, как соответствующее развитие ее архитектуры и структуры вместе с внутренним математическим обеспечением.

В краткой энциклопедической репрезентации (Энциклопедия кибернетики / Киев: УСЭ, 1972) МИ рассматривается как состоящий из трех главных аспектов:

- восприимчивости в языках пользователей;
- реализации методов и средств обработки знаний как сложных структур данных (ССД);
- автоматизированной организации вычислительного процесса во взаимодействии с пользователями.

В целом МИ характеризует математические способности собственно машин, (как выразился академик Л. Н. Королев) и является таким образом «рамочным» понятием, обрамляющим и увязываемым между собой

краеугольные, фундаментальные принципы ЭВМ. Удобство использования этого понятия наглядно продемонстрировано, например, в монографии [6] ((Машинный интеллект и новые информационные технологии / Гринченко Т.А., Стогний А.А.)

Заметим, что связь между понятием МИ и искусственного интеллекта (ИИ) заключается главным образом в том, что МИ является аппаратной поддержкой (hardware support) ИИ. Но в этом смысле значение МИ шире – поскольку он поддерживает решение любых задач, в том числе и традиционных вычислительных, облегчая, например, их подготовку, которая сама по себе в свете развитых информационных технологий является уже одной из типичных задач ИИ. Таким образом, МИ поддерживает ИИ, но его реализация охватывает внедрение методов ИИ в архитектуру машин, т. е. между ИИ и МИ существует «пушпульная» связь.

2. Развитие МИ – ближайшие перспективы.

Развитие МИ отчетливо характеризуется в его трех приведенных главных аспектах, которые удобно называть соответственно языковым, когнитивным и обрабатывающим[7] .

В языковом аспекте – это с учетом тенденций современного развития языков программирования и методов организации вычислительного процесса дальнейшее повышение программного уровня и развитие системных средств внутреннего языка с приданием ему в целом объектно-ориентированного стиля.

В когнитивном аспекте - это структурная поддержка работ со знаниями, как со сложными структурами данных (ССД) – причем с использованием логических и когнитивных построений в знаниях и различных их функциональных назначений - в качестве денотатов и конотатов (обрабатываемых и управляющих знаний).

В обрабатывающем аспекте - это повышение уровня структурной автоматизации вычислительного процесса, как в режиме подготовки задач, так и в решении текущей интерпретации всего потока заданий и динамического управления их выполнением.

В первом и втором аспектах МИ главным образом наделен на поддержку НСИ, в третьем же аспекте главным его назначением уже является обеспечение НРС в целом этот фактор приобретает особое значение в условиях применения высокопроизводительной распределенной обработки информации на основе параллельных архитектур, избавляя при этом пользователей от необходимости детального планирования и организации параллельных процессов, и обеспечивая эффективность их прохождения.

Развитие МИ во всех трех указанных аспектах настолько характерно и взаимозависимо, что требует общих и нетривиальных решений, отражающих взаимное согласование между ними и проводящих к созданию ЭВМ нового класса. Так , например, в монографии «Языки программирования и схемотехника СБИС» (Фути К. , Судзуки Н. [8]) ЭВМ сочетающие реализацию ЯВУ в качестве внутреннего языка и распределенную обработку информации назывались машинами будущего. Именно к такого рода машинам, да еще с

развитой поддержкой работы со знаниями и относится упоминавшаяся ЭВМ «ИРМ», как машина нового класса - интеллектуальных решающих машин [9,10]. Комплекс взаимно согласованных главных технических решений, выработанных для данной машины, как раз и представляет собой наглядный пример, указанного развития МИ применительно к универсальным ЭВМ массового использования, отвечающий современным требованиям, как НСИ, так и НРС. На данном примере кратко и охарактеризуем это развитие.

Так, критерий НРС в соответствии с назначением машины вызывает применения в ней параллельной архитектуры обрабатывающей части в базисе универсальных микропроцессоров (процессорных элементов-ПЭ). Но удовлетворение при этом требованиям НСИ и НРС в части соответственно первого и третьего аспектов МИ вызывает необходимость специальной двухуровневой организации внутреннего языка машины, в котором бы нижний уровень являлся системой команд ПЭ-в, а верхний уровень представлял бы ЯВУ-подобный язык — в соответствии с избранным основным ЯВУ программирования. Интерпретация верхнего уровня внутреннего языка при этом должна являться двухэтапной - на первом этапе, названном вертикальной интерпретацией, поток пользовательских заданий расчленяется на отдельные ветви, исполняемые на отдельных микропроцессорах, на втором же этапе, названном горизонтальной интерпретацией, происходит преобразование этих ветвей в последовательности команд ПЭ.

Такая двухмерная интерпретация может являться типичной для ЭВМ сочетающих параллельные архитектуры обработки с реализацией ЯВУ, а ее организация в виде конвейерного централизованно-децентрализованного управления в машине обеспечивает совмещение процессов централизованной подготовки и децентрализованного исполнения параллельно реализуемых ветвей пользовательских программ (разумеется, с соответствующим смещением).

С приведенными принципами развития МИ в языковом и обрабатывающем аспектах оптимально сочетается и развитие его когнитивного аспекта — при надлежащем выборе ССД для представления знаний. Т.е. эти структуры должны лучшим образом соответствовать не только своему прямому назначению, но и связывать между собой обрабатываемые данные (как пользовательские задания - языковой аспект) со средствами обработки (обрабатывающий аспект). Такими структурами целесообразно принять графы — поскольку ими изображаются семантические сети, как наиболее универсальная форма представления знаний и разные виды этих сетей (вычислительные схемы, классификационные сети, сценарии и др.) образуются приданием соответствующей семантики вершинам и ребрам графов. Вычислительные схемы при этом (т.е. граф-программы) как раз и образуют связывающее звено между внутренним ЯВУ машины и микропроцессорным полем обработки в ней, в котором эти схемы соответственно отображаются в качестве параллельно исполняемых ветвей. Внутренний ЯВУ машины для этого должен обладать соответствующими средствами работы с графами, как в процессе их образования, так и при управлении от них процессом вычислений.

Представленное на примере ИРМ развитие МИ, приводящее к интегрированным последовательно-параллельным архитектурам ЭВМ-соответственно реализующим верхний организующий и нижний исполнительный уровни обработки информации – является не только актуальным, но и вполне практически достижимым в ближайшей перспективе. Вместе с тем такие универсальные архитектуры открывают широкие возможности и для более дальних перспектив интеллектуализации ЭВМ направленной на дальнейшее усиление средств эффективного решения задач ИИ, в том числе - автоматизации творческих процессов.

3. Системно-бионическое направление в интеллектуализации ЭВМ.

Развитие ИИ в его центральном направлении, а именно моделирование рассуждений (в решении задач анализа и синтеза) вызывает необходимость соответствующего развития и МИ, особенно в его когнитивном аспекте. И вполне естественным здесь является обращение к естественным механизмам мышления в смысле некоторого полезного их отражения в структурах ЭВМ. С такой целью и выработан у нас так называемый системно-бионический подход, который отличается от нейро-сетевого своей универсальностью и именно тем, что в нем производится спуск от мыслительных функций к реализующим их структурам, а не подъем от нижнего уровня структур к реализации уже ими этих функций. Такой подход аккумулирует оба кардинальных направления ИИ-логическое и когнитивное (бионическое), а также символические и коннекционистические методы представления механизмов мышления (включая процессы в них) в виде концептуальных моделей, согласующихся с известными в нейрофизиологии и психологии фактами и дополненными необходимыми гипотезами, покрывающими «белые пятна ».

Основные главнейшие черты такой относительно простой концептуальной модели следующие (по публикации [11]) :

- единая среда памяти и мыслительных процессов, происходящих в виде возбуждения в ней пространственных смысловых структур, ассоциативно связанных между собой;
- два уровня мышления-осознаваемое и интуитивное; первое-последовательное , определяется возбуждением " полных " структур, охватывающих всю иерархию рецепторных и символьных уровней среды (включая языковые); второе-определяется произвольным распределением в среде возбуждением нейронных структур, передаваемым по ассоциативным связям;
- целенаправленное мышление как образование цепи причинно-следственных отношений, соединяющих модели исходной и целевой ситуаций, (объединенных понятие генератора проблемы-ГП);
- прохождение этого процесса как сочетание мышления на осознаваемом и интуитивном уровням и возникновение « неожиданного» результата(инсайта) как случайного замыкания цепи ГП);

- пошаговый характер творческого процесса, в которой чередуются участки с превалированием либо осознаваемого, либо интуитивного мышления-как соответственно рассуждений и догадок (впервые –по публикации).

Главное значение данной модели, пожалуй, познавательное - поскольку она объясняет множество нейро-психологических феноменов, но целесообразность и возможности некоторых технических воплощений ее особенностей, безусловно, имеются. К ним уже можно отнести « активную память» ИРМ(такие мультимикропроцессорные структуры В.М.Глушков называл «мозгоподобными»), сочетание последовательной - на высшем уровне и распределенной - на низшем уровне обработки информации в машине, возможность осуществления распараллельного поиска решений в достижении целевой ситуации и др.

С данной моделью хорошо согласуется и подход Хинтона к построению творческого процесса, как последовательности «рациональных» и «интуитивных «выводов [12] и относительно недавние представления об автоматизации творческих процессов из которых назовем отраженные в монографиях [13], [14].

А в общем же развитие МИ в данном системно-бионическом направлении можно считать дальней хоть и реальной перспективой.

1. Апокин И.А., Майстров Л.Е. Развитие вычислительных машин. – Москва: Наука, 1974 – 400с.
2. Weber H.A. A microprogrammed implementation of EUJER on IBM System/360, Model 30.- Comp.ACM.-1967.- N10.
3. А.с. 219291 СССР, МПК, G 061 (по заявке 777553 от 09.05.62) Цифровая вычислительная машина / В.М.Глушков, З.Л.Рабинович, С.О.Михновский и др.// . Внесено в реестр 16.03.68.
4. Петковский В.М. Автокод «Эльбрус», Эль-76.- Москва: Наука, 1982.-350с.
5. Вычислительные машины с развитыми системами интерпретации / В.М.Глушков, А.А.Барабанов, Л.Н.Калининченко, С.Д.Михновский, З.Л.Рабинович.// Киев: Наук.думка, 1970-238с.
6. Гринченко Т.А., Стогний А.А. Машинный интеллект и новые информационные технологии.- Киев: «Манускрипт» при УД НАН Украины, 1993.-167с.
7. Рабинович З.Л. О концепции машинного интеллекта и ее развитии . // Кибернетика и системный анализ.-1995.-N2-с.163-173
8. Фути К.,Судзуки Н. Языки программирования и схемотехника СБИС.- Москва: Мир.1988-274с. (пер. с яп.)
9. Интеллектуальные решающие машины: проблемы создания и основные принципы / А.В.Палагин, В.Н.Коваль, З.Л.Рабинович,А.Б.Авербух, О.Н.Булавенко// УСИМ –1992-N1/2.-с.27-34
10. Вычислительная система . Патент РФ N 2042193, 20.0895 Бюл. N 23, Булавенко О.Н., Коваль В.Н. , и др.
11. Рабинович З.Л. О механизмах мышления и интеллектуальных ЭВМ. // Кибернетика и системный анализ, -1993.- N 3 –с.69-78.
12. Geaff. rey E. Hinton . Mapping part-whole hierarchies into connectionist networks // Artif. Intelling. –1990. –46, N S.
13. Поспелов Д. А. Моделирование рассуждений.- Москва: Радио и связь, 1989. –184с.
- 14.Гладун В.П. Процессы формирования новых знаний.- София: С.Д. «Педагог 6», 1994.-189с.

