

ПРЕДИСЛОВИЕ

В книге «Ассоциативные память, среды, системы» обобщены теоретические и практические результаты многолетних исследований авторов в области создания и применения методов, устройств, сред и систем хранения и ассоциативной обработки информации. В ней получили дальнейшее развитие плодотворные идеи, предложенные в предыдущих монографиях авторов «Интеллектуальные системы ассоциативной памяти» и «Ассоциативные среды».

В части I «Генетика информационных систем» книги проведены аналогии между эволюцией информационных систем и эволюцией в биологии. Рассмотрены технические и биологические информационные системы. Выделен класс квазибиологических информационных систем, обладающих отдельными свойствами биологических информационных систем. Представлены генетические классификационные признаки информационных систем, отражающие фундаментальные свойства, присущие всем информационным системам и расшифрованы их генетические коды. Изложен принципиально новый метод генетической инженерии информационных систем — метод исследования и целенаправленного конструирования новых, не существующих в настоящее время квазибиологических информационных систем.

Анализ генетических кодов информационных систем с использованием этого метода позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, генетические коды технических и биологических информационных систем принципиально различны и полностью не совпадают.

Во-вторых, мышление не есть вычисление. Поэтому создание технических информационных систем с так называемым «искусственным интеллектом» принципиально невозможно.

В-третьих, создание квазибиологических информационных систем с расширенными функциональными свойствами возможно путем внедрения генов биологических информационных систем в геном технических информационных систем.

Ключевыми механизмами мышления, безусловно, являются интуиция, смысл и ассоциация. *Интуиция* — это способность постижения истины путем непосредственного ее усмотрения без обоснования с помощью доказательств. *Смысл* — целостное содержание

высказывания, не сводимое к значениям составляющих его частей и элементов, но само определяющее эти значения. *Ассоциация* — связь между информационными объектами, при которой один информационный объект вызывает другой (другие) информационные объекты.

Создание в обозримой перспективе квазибиологических информационных систем, обладающих интуицией и работающих со смыслами, представляется авторам маловероятным (если вообще возможным).

На современном этапе развития информационных систем наиболее перспективными являются квазибиологические информационные системы, в которых реализованы ассоциативные механизмы обработки информации, обладающие рядом уникальных свойств и прежде всего — ассоциативным доступом к информации и совмещением процессов хранения и обработки информации в запоминающей среде. Исследованию и созданию квазибиологических ассоциативных информационных систем и посвящена данная монография.

Часть II книги посвящена вопросам формирования ассоциаций и моделирования механизмов ассоциативной памяти в технических и квазибиологических ассоциативных системах.

Рассмотрены основные понятия ассоциативной памяти, ассоциаций, ассоциативного поиска и ассоциативной среды применительно к техническим и квазибиологическим ассоциативным информационным системам.

Исследованы условия для формирования (задания и поиска) ассоциаций между информационными объектами, а также различные способы сопоставления информационных объектов в зависимости от типа ассоциаций (по совпадению, сходству, предпочтительности, смежности проявления) и свойств используемых измерительных/оценочных шкал с учетом различного типа неопределенности.

Представлена классификация задач ассоциативной памяти технических и квазибиологических информационных систем, в соответствии с которой выделены и описаны модели ассоциативной памяти.

В **части III** монографии проанализированы и обобщены тенденции развития ассоциативных устройств хранения и обработки данных и информации. Рассмотрены основы построения и применения ассоциативных запоминающих устройств (ЗУ). Предложен класс ассоциативных ЗУ — *многокоординатных ассоциативных запоминающих устройств*, основными особенностями которых являются: совмещение процессов хранения и ассоциативной обработки данных; многокоординатный (ортогональный, диагональный, наклонный, псевдонаклонный) ассоциативный доступ к данным; параллельная ассоциативная обработка данных одновременно по всем

реализованным направлениям ассоциативного доступа непосредственно в логико-запоминающей среде устройств. Многокоординатные ассоциативные ЗУ обеспечивают эффективное выполнение локальных и глобальных вычислений, линейных и нелинейных вычислений, интенсивного использования логико-запоминающей среды, объектно и координатно ориентированных вычислений, символьных вычислений и вычислений на элементах, контекстно свободных и контекстно зависимых вычислений.

Общим свойством всех рассмотренных ассоциативных запоминающих устройств, включая многокоординатные, является совмещение процессов хранения и обработки данных в накопителях с внешним (относительно накопителей) управлением этими процессами.

Развитие квазибиологических ассоциативных информационных систем, отчасти реализованное в предложенном классе многокоординатных ассоциативных ЗУ, получило свое дальнейшее воплощение в *ассоциативных средах (часть IV)*, совмещающих процессы хранения, обработки и управления данными и характеризующихся следующими свойствами:

- представляют собой организованные совокупности множеств упорядоченных и взаимосвязанных ассоциативных ячеек, обладающих свойствами фиксации, хранения, сопоставления (ассоциирования), агрегирования результатов сопоставления, изменения и обмена данными;
- отличаются развитой системой глобальных и локальных взаимосвязей ассоциативных ячеек и их элементов;
- используют совокупности гибких правил задания взаимодействий ассоциативных ячеек и их элементов для построения, изменения и адаптации сетевых структур;
- информационные процессы в них осуществляются посредством формирования (задания и поиска) ассоциаций.

Организация как глобальных, так и локальных взаимосвязей ячеек ассоциативной среды позволяет реализовать параллельную ассоциативную обработку для широкого спектра вычислительных и нечисловых задач в такой ассоциативной среде.

Дальнейшим развитием является создание ассоциативной оперирующей среды, которая, в дополнение к рассмотренным свойствам, характеризуется следующими особенностями:

- включение в структуру ячеек ассоциативной среды узлов управления, позволяющих индивидуально активизировать и настраивать эти ячейки на выполнение различных операций ассоциативной обработки;

- возможность изменения операций функционирования отдельных ячеек и связей между ними в процессе ассоциативной обработки данных;
- учет направлений распространения сигналов в ассоциативной среде, т. е. существенность того, в каких конкретно состояниях находятся смежные ячейки;
- комбинирование ансамблей ячеек (множеств совместно функционирующих ячеек), а также осцилляторов (ансамблей ячеек, способных работать в так называемом «колебательном» режиме) ассоциативной среды;
- использование входных данных в виде потоков спайков, передающееся либо между смежными ячейками ассоциативной среды, либо посредством глобальных взаимосвязей в ассоциативной среде.

Разработан набор базовых ансамблей ассоциативной осцилляторной среды, исследованы свойства и определены зависимости преобразования интенсивности потоков спайков для этих ансамблей. Из набора ансамблей можно, как из конструктора, «собирать» (синтезировать) ассоциативные среды, эффективно решающие широкий спектр задач от поиска нужной информации до кодирования/декодирования и распознавания изображений и речевых сигналов.

Предложены различные способы управления обработкой данных в ассоциативных средах, начиная от внешнего по отношению к ассоциативной среде способа управления жестко заданной последовательностью операций, заканчивая реализованным внутри самой ассоциативной среде способом управления одновременной обработкой разных фрагментов массива данных различными операциями.

Описаны способы организации ассоциативной среды в пространствах различной размерности, а также различные типы ассоциативных ячеек для: проектирования и создания регулярных и максимально технологически компактных ассоциативных структур; выбора оптимальной организации среды с точки зрения плотной упаковки данных; максимально возможного распараллеливания доступа и обработки информации в ассоциативной среде; адекватного отображения взаимосвязей элементов в структурах данных.

Разработана многоуровневая система и методическое обеспечение моделирования ассоциативной среды, включающая в себя: средства моделирования для описания и эмуляции моделей ассоциативной среды на высокоуровневом языке; средства «трансляции» этих моделей ассоциативной среды на уровень функционально-логического моделирования технических решений; средства функционально-логического моделирования для создания конкретных технических решений с учетом обработки в реальном масштабе времени.

Часть V посвящена описанию иерархической организации ассоциативной среды, позволяющей обобщить известные способы ассоциативного доступа и обработки, а также исследовать *ассоциативные иерархические взаимодействия* в *ассоциативной иерархической среде*. Предложенная далее синархическая организация ассоциативной среды реализуется за счет свойств самоподобия (фрактальности) ассоциативных структур на различных иерархических уровнях, а также особенностей ассоциативных взаимосвязей и взаимодействий совокупностей множеств ассоциативных ячеек, ячеек в этих множествах, а также элементов внутри самих ассоциативных ячеек. *Ассоциативная синархическая среда (синатрон)* и *ассоциативные синархические взаимодействия* позволяют реализовать свойства голографичности памяти для квазибиологических ассоциативных информационных систем.

Последующие **части VI–VIII** книги посвящены решению различных классов задач в ассоциативных средах: сложного ассоциативного поиска и упорядоченной выборки данных; представления и преобразования структур данных; представления и обработки нечетких данных, а также нечеткого логического вывода; построения и обучения спайковых нейронных сетей; обработки и распознавания изображений и речевых сигналов.

Анализируя эволюцию рассмотренных в книге квазибиологических ассоциативных информационных систем от ассоциативных запоминающих устройств до ассоциативной осцилляторной среды, можно еще раз убедиться в справедливости принципа: «сложные информационные процессы могут быть организованы и протекать только в сложно организованной материальной (аппаратной) среде».

Усложнение материальной среды и, следовательно, увеличение функциональных возможностей квазибиологических информационных систем в перспективе будет осуществляться путем внедрения в геном технических информационных систем генов биологических информационных систем.