

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе отмечается резкое увеличение разработок в области нейрокомпьютеров в Китае за последнее десятилетие. Представленный аналитический материал структурно распределен по следующим разделам:

1. Теория нейронных сетей с различными направлениями его развития.
2. Нейроматематика с представлением нейросетевых алгоритмов решения различных математических задач.
3. Вычислительные системы на базе нейрокомпьютеров, включая проблематику нейрочипов, самих нейрокомпьютеров, различных технологий, применяемых при построении современных нейрокомпьютеров, памяти на базе нейронных сетей. Рассматриваются различные задачи, решаемые с помощью нейрокомпьютеров в современных вычислительных системах.
4. Нейрокомпьютеры в системах обработки изображений.
5. Нейрокомпьютеры в системах обработки сигналов.
6. Нейроуправление динамическими системами.
7. Применение нейрокомпьютеров в различных областях машиностроения.
8. Применение нейрокомпьютеров в народном хозяйстве.
9. Применение нейрокомпьютеров в научных исследованиях.
10. Применение нейрокомпьютеров в военной технике.

Широкое применение нейрокомпьютеров во всем мире в значительной степени определяется развитием высоких технологий. Развитие высоких технологий, в свою очередь, приводит к постановке задач, которые по критерию отношения производительности к стоимости не могут быть решены эффективно обычными рабочими станциями, системами на сигнальных процессорах или многопроцессорными системами. При этом широта сферы применения нейрокомпьютеров косвенно определяет уровень развития высоких технологий в стране. Если это так, то материалы данного обзора подтверждают активное развитие высоких технологий в Китае.

Конечно, материалы данной книги не охватывают все работы китайских ученых в рассматриваемой области знаний. Однако приведенные

в библиографии публикации говорят об активном развитии данной тематики в Китае. При этом данная работа может быть своеобразным путеводителем для тех российских ученых, которые хотели бы организовать совместную работу с китайскими учеными в различных областях нейрокомпьютинга, в частности по линии совместных научных проектов РФФИ–ГФЕН России и Китая.

Если внимательно посмотреть на перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, поддерживаемых Минпромнауки России:

- информационно-телекоммуникационные технологии и электроника;
- космические и авиационные технологии;
- новые материалы и химические технологии;
- новые транспортные технологии;
- перспективные вооружения военная и специальная техника;
- производственные технологии;
- технологии живых систем;
- экология и рациональное природопользование;
- энергосберегающие технологии,

то можно отметить, что в подавляющем их большинстве нейрокомпьютеры играют важную роль. Это относится и к перечню критических технологий:

1. Высокопроизводительные вычислительные системы.
2. Компьютерное моделирование.
3. Искусственный интеллект.
4. Информационно-телекоммуникационные системы.
5. Элементная база микроэлектроники, наноэлектроники и квантовых компьютеров.
6. Распознавание образов и анализ изображений.
7. Опто-, радио- и акустоэлектроника, оптическая и СВЧ-связь.
8. Металлы и сплавы со специальными свойствами.
9. Синтетические сверхтвердые материалы.
10. Каталитические системы и технологии.
11. Материалы для микро- и наноэлектроники.
12. Мембранные технологии.

13. Обезвреживание техногенных сред.
14. Керамические и стекломатериалы.
15. Полимеры и композиты.
16. Технологии биоинженерии.
17. Генодиагностика и генотерапия.
18. Технологии иммунокоррекции.
19. Безопасность и контроль качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов.
20. Системы жизнеобеспечения и защиты человека.
21. Синтез лекарственных средств и пищевых добавок.
22. Биологические средства защиты растений и животных.
23. Производство и переработка сельскохозяйственного сырья.
24. Экологически чистый и высокоскоростной наземный транспорт.
25. Транспортные и судостроительные технологии освоения пространств и ресурсов Мирового океана.
26. Авиационная и ракетно-космическая техника с использованием новых технических решений.
27. Безопасность движения, управление транспортом, интермодальные перевозки и логистические системы.
28. Технологии высокоточной навигации и управления движением.
29. Космические технологии.
30. Энергосберегающие технологии.
31. Поиск, добыча, переработка и трубопроводный транспорт нефти и газа.
32. Безопасность атомной энергетики.
33. Обращение с радиоактивными отходами и облученным ядерным топливом.
34. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии и новые методы ее преобразования и аккумулирования.
35. Добыча и переработка угля.
36. Производство электроэнергии и тепла на органическом топливе.
37. Снижение риска и уменьшение последствий природных и техногенных катастроф.

38. Мониторинг окружающей среды. Прогнозирование биологических и минеральных ресурсов.
39. Природоохранные технологии, переработка и утилизация техногенных образований и отходов.
40. Переработка и воспроизводство лесных ресурсов.
41. Сохранение и восстановление нарушенных земель, ландшафтов и биоразнообразия.
42. Быстрое возведение и трансформация жилья.
43. Мехатронные технологии.
44. Лазерные и электронно-ионно-плазменные технологии.
45. Оценка, комплексное освоение месторождений и глубокая переработка стратегически важного сырья.
46. Технологические совмещаемые модули для металлургических мини-производств.
47. Микросистемная техника.
48. Информационная интеграция и системная поддержка жизненного цикла продукции (CALS-технологии, CAD-CAM, CAE).
49. Прецизионные и нанометрические технологии обработки, сборки, контроля.
50. Технологии глубокой переработки отечественного сырья и материалов в легкой промышленности.
51. Технологии на основе сверхпроводимости.
52. Базовые и критические военные технологии.

Данная книга убедительно доказывает важность развития нейрокомпьютерных технологий реальным опытом китайских разработок.

В Китае уделяется большое внимание государственной поддержке работ в области нейрокомпьютеров. Подавляющее число приведенных в библиографии к данной книге работ китайских ученых содержит ссылку на государственные гранты.

В Сингапуре в издательстве World Scientific выпущена первая или одна из первых монографий по применению нейрокомпьютеров в управлении полетом [В.1]. Необходимо отметить, что редколлегия серии монографий, внутри которой выпущено данное издание, целиком состоит из известных китайских ученых, работающих в континентальном Китае.

Государство уделяет в Китае значительное внимание поддержке международных конференций. В последние годы было проведено несколько таких крупных конференций, как:

- IJCNN'91, International Conference on Neural Networks, Singapore, 1991;
- IJCNN'98, International Conference on Neural Networks and Brain, Beijing, China, 1998;
- ICONIP'01, International Conference on Neural Information Processing, 2001. Shanghai, China;
- ИПС'02, Intelligence Information Processing Conference, Beijing, China, 2002;
- ICONIP'02, International Conference on Neural Information Processing, Singapore, 2002.

В 2005 г. на Тайване предполагается провести конференцию ICONIP'05.

Общий анализ работ китайских ученых в области теории нейронных сетей и нейроматематики показывает, что при большом интересе к этим областям знаний в процессе исследований и для практического применения используются, как правило, простейшие из известных в литературе методов, что говорит о том, что китайская научная школа, начав активно развиваться практически только в конце 1980 годов прошлого столетия, сейчас только формируется. При этом, однако, необходимо отметить чрезвычайно большое количество работ по применению этих простейших алгоритмов в решении самых разнообразных задач, что, по мнению автора, достаточно убедительно показывается данной книгой. И это совершенно правильный путь развития этого направления науки, так как именно множество практических применений нейрокомпьютеров при требовании повышения качества их работы позволяет активно развить теорию нейронных сетей и нейроматематику.

Китай активно развивает сотрудничество в области нейрокомпьютеров с развитыми странами. Многие работы в этой области, приведенные в библиографии к книге, опубликованы совместно с учеными из США, Англии, Австралии, Японии и т. д. и **ни одной совместно с российскими учеными.**

В Китае несколько лет функционирует секция Международного общества по нейронным сетям (China Session of IEEE Neural Network Council). В России такой секции до сих пор нет.

Необходимо отметить, что на официальном сайте посольства КНР в России значительное место уделено официальным сообщениям о наиболее передовых разработках в области нейрокомпьютеров в Китае.

С извинениями за возможную политическую некорректность автор включил в данный обзор работы китайских ученых, работающих на Тайване, в Сингапуре и Гонконге.

На самом деле научно-технический потенциал китайских ученых в области разработок и применения нейрокомпьютеров гораздо выше представленного в данной работе за счет тех ученых-китайцев, которые работают и публикуются за рубежом, по-настоящему уважают свою страну и при необходимости, несомненно, придут ей на помощь [В.2].

В России многие направления применения нейрокомпьютеров находятся не просто в зачаточном, а прямо-таки в "нулевом" состоянии. Это касается применения нейрокомпьютеров в нейроуправлении, авиации, космической технике, энергетике, химической промышленности, связи, биометрии и многих других направлениях.

Максимум, что возможно в данной ситуации, – это писать и издавать переводы иностранных изданий по этим направлениям применения нейрокомпьютеров [В.1, В.3, В.4] или писать собственные монографии, представляющие собой аналитические обзоры зарубежных работ в наиболее важных областях применения нейрокомпьютеров [В.5, В.6, В.7], реже – с включением собственных результатов работ [В.8, В.9].

Необходимо отметить, что на одной из последних международных конференций по нейронным сетям – IJCNN'02 (International Joint Conference on Neural Networks, Honolulu, 2002) Китаем было представлено 62 доклада, а **Россией – 0**.

Наиболее важным направлением сотрудничества России и Китая в области нейрокомпьютеров и их применения должно стать направление суперкомпьютеров. Здесь необходимо выделить два направления работ:

1. На наш взгляд, созданные в Китае в настоящее время терафлопные ЭВМ с транспьютерной архитектурой в ближайшие годы будут производиться в этой стране серийно по мере практической необходимости в любых необходимых количествах. Развитие и становление в Китае собственного производства элементной базы по технологическим нормам 0,25 и 0,18 мкм сделает эти ЭВМ дешевыми и построенными практически целиком на китайской элементной базе. Это в полной мере касается и суперЭВМ транспьютероподобной структуры на несколько десятков терафлоп.

В этом направлении перспективным является развитие сотрудничества России и Китая в следующих направлениях:

- разработка программного обеспечения для моделирования нейросетевых алгоритмов;
- разработка методов и алгоритмов распараллеливания нейросетевых алгоритмов на сеть процессоров;
- разработка нейросетевых алгоритмов оптимизации загрузки процессоров терафлопных суперЭВМ с транспьютероподобной архитектурой.

В России заинтересованные заказчики по этим задачам **отсутствуют**.

2. Разработка и производство нейрочипов; разработка и изготовление образцов супернейрокомпьютеров; разработка для супернейрокомпьютеров нейросетевых алгоритмов решения, таких базовых задач, как:

- обработка аэрокосмических изображений;
- управление динамическими системами;
- исследование генома человека;
- решение специальных систем дифференциальных уравнений в частных производных.

Важным фактором организации сотрудничества между российскими и китайскими учеными является привлечение китайских ученых на ежегодно проводимую в России конференцию "Нейрокомпьютеры и их применение" с выставкой и организация совместной российско-китайской конференции в этом направлении.

Следует активизировать имеющийся сейчас интерес китайских ученых к публикациям своих работ в российском ежемесячном журнале "Нейрокомпьютер", а также в его зарубежном издании "Neurocomputers: design and applications" (Begell House publ., NY).

Следует отметить, что издание российского журнала "Нейрокомпьютер", проводимое Научным центром нейрокомпьютеров с 1992 г., никак до сих пор не поддерживается государством.

В данной книге используются материалы архива Научного центра нейрокомпьютеров РАСУ, формировавшегося в течение последних 40 лет, материалы реферативного журнала "Neural Networks", публи-

кующего рефераты работ по нейрокомпьютерам, вышедшие в мире, а также материалы, таких отечественных реферативных журналов, как:

- "Вычислительные науки";
- "Техническая кибернетика";
- "Автоматика и вычислительная техника",

в которых работы, посвященные нейрокомпьютерам, удивительно равномерно "рассыпаны", в том числе и по отдельным разделам внутри каждого их них, и составляют ориентировочно 10 % от объема материалов в этой области, доступных Научному центру нейрокомпьютеров, и наверняка лишь около 5 % от материалов, публикуемых в мире.

Работа над книгой выполнялась в рамках гранта РФФИ–ГФЕН № 02–03–39003, ориентированного на организацию сотрудничества между Россией и Китаем в области научных исследований.

Автор выражает глубокую благодарность своим сотрудникам, студентам и аспирантам за помощь в подборе материала, оформлении рукописи книги и за проявленный в процессе этой работы интерес к сотрудничеству с китайскими учеными.