

ционного обучения за базу сравнения можно принять традиционное обучение по дисциплинарной модели или обучение с помощью автоматизированной обучающей системы. Рассмотрим некоторые аспекты дидактической эффективности дистанционного обучения.

1. Оценка обученности практическим умениям и навыкам.
2. Оценка повышения показателя успеваемости.
3. Оценка утомляемости.
4. Оценка интенсивности предъявления учебной информации.
5. Оценка эффективного диалогового режима подготовки и решения задач. Использование автоматизированной системы не означает полного исключения преподавателя из процесса обучения. Обучающая система применяется лишь как техническое средство при изучении отдельных тем учебных дисциплин, курсовых работ и самостоятельных работ студентов.

Сформулируем основные этапы процедуры оценки обученности практическим умениям и навыкам. Формирование перечня показателей, используемых для оценки деятельности обучаемых в данной профессиональной среде. Планирование и проведение педагогического эксперимента. Представление и статистическая обработка результатов эксперимента. Аналитические оценки приведены в работе [1]. К характеристикам учебного процесса в системе дистанционного образования можно отнести: гибкость, модульность, экономическая эффективность, ориентация на потребителя.

Работа выполнена в рамках проекта, поддерживаемого РФФИ N 00-07-90 322

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н.И. Костюкова, В.К. Попков Математические модели, дидактические и эргономические аспекты разработки автоматизированных обучающих комплексов// Дистанционное образование, 1999, №6, с.19-22.

БИОНИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

В.И. Гордиенко¹, С.Е. Дубровский¹, Н.Н. Кайденок²

¹ – Компания «Техноком-АТ», ул. Дегтяревская, 36, офис 617, г. Киев, 04119, УКРАИНА, тел./факс 241-33-66, e-mail: techno@citiustele.com

² – Национальный технический университет Украины «КПИ», пр. Победы 37, г. Киев, 04119, УКРАИНА, тел. 441-17-77

АННОТАЦИЯ

Обосновывается целесообразность применения бионического подхода к организации вычислений в системах обработки информации с учетом фактора нечеткости предъявления исходных данных; излагаются математические основы бионического подхода; обсуждаются результаты объединения возможностей вычислительных процедур в рамках концепций цифровых и аналоговых вычислений.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в развитии систем обработки информации пристального внимания заслуживают две концепции: концепция цифровых программных вычислений и концепция аналоговых вычислений, где сами вычисления рассматриваются как физический процесс, построенный на основе использования законов природы, и в частности, живой природы. Усиленное внимание к развитию второго направ-

ления обуславливается не только появлением новых данных, свидетельствующих о том, что в бионическом подходе к организации вычислений скрыты могучие резервы повышения эффективности систем обработки информации, но и появлением новых задач, решение которых на основе цифровых программных методов или существенно затруднено, или принципиально невозможно. Так, в работе [1] показано, что крохотная биологическая система – сетчатка глаза справляется с обработкой зрительной информации намного эффективнее, чем самые мощные суперкомпьютеры. Поведение искусственной сетчатки свидетельствует о высокой эффективности концепции аналоговых вычислений, воплощенной в нейронных сетях. Одна из причин этого достоинства заключается в том, что нейронные системы работают в соответствии с основными физическими и биологическими принципами, а не пытаются постоянно противостоять им, как это имеет место в рамках концепции цифровых вычислений.

Хотя природе ничего не известно о битах, Булевой алгебре или теории линейных систем, в огромном количестве физических и биологических явлений воплощаются важные математические функции. Например, благодаря физическим законам потенциалы и токи могут складываться и вычитаться, благодаря свойствам синапсов и биологических мембран электрические процессы могут детектироваться, что предопределяет возможность реализации нелинейных операций в виде вычислений абсолютных значений результатов суммирования или вычитания и т.д. В дальнейшем будет показано, что приведенных фактов уже достаточно, чтобы природа смогла построить базисные универсальные процессоры вычисления операций, лежащих в основе алгебры множеств.

Однако не менее важным оказывается то, что способность аналоговых нейронных систем действовать в непредсказуемых условиях объясняется тем, что они представляют информацию в контексте. Они реагируют на разность сигналов рецептора и контекста, а не на абсолютные их уровни. Таким образом, устраняется необходимость в точной калибровке. В качестве контекста может быть использовано предшествующее состояние нейронной схемы или какой-либо сложный комплекс поведения нейронов, включая механизмы, с помощью которых осуществляется обучение. По всей видимости, здесь самой природой заложен принцип извлечения информации на основании операции импликации, когда на основе сопоставления сигналов a и b один из которых является контекстным, делается логический вывод с относительно отношений между сопоставляемыми сигналами. Иными словами, можно предположить, что природа и, прежде всего живая, обладает своей логикой при извлечении и обработке информации. В дальнейшем будет показано, что логика природы и логика в рамках канторовских точечных или числовых множеств оказываются весьма близкими.

Взаимодействие контекста и адаптации – это фундаментальный принцип не только нейронной модели, но и природы. В целом этот принцип основан на том, что лишь изменения и разности несут в себе информацию.

Поэтому постоянные изменения – скорее необходимость для нейронных систем, а не источник затруднений, как в цифровых системах. Это требование постоянных перемен делает нейронную систему органической частью наблюдаемого ею мира, в противоположность цифровым системам, конструкция которых не-

явно предполагает изоляцию системы от окружающего мира.

Следует также учитывать наличие в природе принципа минимума, согласно которому природа стремится использовать наиболее экономные способы функционирования. Это касается и способов организации вычислений, осуществляемых биологическими структурами в процессе обработки информации.

В дальнейшем задача будет состоять не только в том, чтобы расширить возможности алгебры абстрактных точечных (числовых) множеств и распространить ее операции на алгебру ситуативных и противоположных множеств, но и (это самое главное) найти универсальное аппаратное решение реализации базисных операций объединения, пересечения и дополнения, лежащих в основе алгебр всех множеств от сложного ситуативного до самого простого бинарного, содержащего всего два специальных элемента «0» и «1».

Задача будет решаться путем создания математико-физической модели вычислителя базисных операций, которая с одной стороны будет прототипом аппаратного решения, а с другой – позволит представить вычислительный механизм как физический (природный) процесс.

2. ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПОЛНЫЙ (БАЗИСНЫЙ) НАБОР ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ (ФУНКЦИЙ) АЛГЕБРЫ МНОЖЕСТВ

В качестве исходных данных используем сведения о точечных (числовых) множествах [2,3]. При этом сопоставляемые величины x и y на интервале $(-\infty, +\infty)$ будут представлены через их знаки и абсолютные величины следующим образом:

$$x = \text{sign } x \cdot |x|,$$

$$y = \text{sign } y \cdot |y|.$$

Это дает возможность представить базовые операции объединения, пересечения и дополнения в следующем виде:

$$x \cup y = \max \{ |x|, |y| \}, \quad (1)$$

$$x \cap y = \text{sign } x \cdot \text{sign } y \cdot \min \{ |x|, |y| \}, \quad (2)$$

$$\Delta = \max \{ |x|, |y| \} - \text{sign } x \cdot \text{sign } y \cdot \min \{ |x|, |y| \} \quad (3)$$

Как следует из приведенных выражений, операция (1) соответствует выделению большего по абсолютной величине (модулю) без учета знаков; операция (2) соответствует выделению меньшего по абсолютной величине модуля с учетом знаков и, наконец, операция (3)

определяет степень различия (сходства) сопоставляемых величин.

На интервале $(0, \infty)$ выражения (1)...(3) выражают зависимость от знаков сопоставляемых величин и приводятся к следующему виду:

$$x \cup y = \max \{x, y\} \quad (4)$$

$$x \cap y = \min \{x, y\} \quad (5)$$

$$\Delta = \max \{x, y\} - \min \{x, y\}. \quad (6)$$

Здесь наиболее наглядно проявляются логические отношения включения $x \leq y$. Условия включения формулируются так:

если $x \cup y = y$, то $x \cap y = x$.

На языке выражений (4) и (5) это соответствует тому логическому выводу, что большее способно включить в себя меньшее, но не наоборот.

В связи с тем, что в рамках теории нечетких множеств функции принадлежности значений x к некоторым множествам A и B (соответственно $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$) принимают значения на континиуме $[0,1]$, возникает возможность осуществления базовых операций над значениями этих функций в пределах указанного континиума [4]. Тогда выражения (4)...(6) равно как и исходные выражения (1)...(3) сводятся к классическим выражениям теории нечетных множеств:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \cup \mu_B(x) = \max \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \} \quad (7)$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \cap \mu_B(x) = \min \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \} \quad (8)$$

$$\mu^c(x) = 1 - \mu_A(x). \quad (9)$$

Выражение (9) учитывает тот факт, что максимум функции принадлежности равен единице. Здесь c – знак дополнения.

Переход к двухзначной логике со специальными элементами "0" и "1" может быть осуществлен на основе использования исходных выражений (1)...(3). Эти выражения могут быть приведены к основным базовым операциям булевой алгебры: логического суммирования $\oplus$, логического умножения $*$ и дополнения (или отрицания) $-$. Иногда этим операциям соответствуют названия: дизъюнкция $\sqcup$ конъюнкции $\sqcap$ и дополнения. Так в соответствии с (1)...(3) будем иметь:

$a \oplus b$ – логическое суммирование;

$a * b$ – логическое умножение;

$a \oplus b - a * b$ – логическое дополнение (отрицание).

Эти операции соответствуют известным логическим связкам «И», «ИЛИ», «НЕ», а выходы алгоритмической структуры соответствуют результатам логического суммирования, логического умножения и отрицания.

Таким образом, базовые операции в рамках всех названных множеств являются частными случаями базисных операций (1)...(3). При этом в качестве сопоставляемых элементов могут использоваться как непрерывнозначные функции, так и их дискретные значения.

Весьма важно заметить, что рассмотренные алгоритмы практически в полном объеме удовлетворяют законам коммутативности, идемпотентности, ассоциативности, абсорбции, дистрибутивности, правилам де Моргана. Это позволяет получать аппаратные структуры для вычисления довольно сложных логических выводов как в рамках непрерывнозначной, так и бинарной логик.

Детальный анализ показывает, что процессор, использующий алгоритмы (1)...(3), обладает свойством универсальности по отношению к условиям функционирования. Он одинаково эффективно осуществляет операции в соответствии с (1)...(3); (4)...(6); (7)...(9), а также операции в рамках булевой алгебры, без перестройки структуры. Такой процессор инвариантен к классу числового множества. Это является основой для применения таких процессоров практически во всех предметных областях, связанных с электроникой, биоэлектроникой, в системах управления электрическими процессами и т.д.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ БАЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ

Предлагаемые материалы основаны на результатах математического моделирования и экспериментальных исследований аппаратно-реализованных процессоров базовых операций пересечения и объединения. При этом в качестве сопоставляемых входных данных использовались функции времени $x(t)$ и $y(t)$ (в моделях) и реальные электрические сигналы в виде соответствующих функций времени, часто используемых в элементах и системах обработки информации.

В принципе, спектр возможностей применения алгоритмов (1)...(3) в рамках бионического подхода – необозрим. В связи с этим мы огра-

начимся лишь кратким перечнем известных нам технических приложений и ссылками на открытые источники. Так, в работе [5] показано, что только на основе базового алгоритма пересечения (2) могут выполняться следующие операции по управлению колебаниями: симметричное амплитудное ограничение, фазовая манипуляция $(0, \pi)$, фазовая демодуляция фазоманипулированных сигналов (сжатие по спектру), импульсная модуляция, временная дискретизация, электронное переключение, стробирование с изменением полярности (инверсия, сигналов), интервально-временное кодирование, декодирование интервально-временных кодов, селекция по частоте следования импульсов и защита от хаотических и импульсных помех, балансное фазовое детектирование, функции временного дискриминатора, преобразование частоты, удвоение частоты и т.д.

Нами получено математическое и экспериментальное подтверждение того факта, что данный алгоритм успешно работает как во временной области при вычислении «нечеткой» свертки, так и в частотной области. Большой интерес представляют результаты сопоставления эффективностей процедур обнаружения и разрешения сигналов на фоне помех на основе операций в рамках бионического и классического подходов. В ряде случаев предпочтение может отдаваться бионическому подходу.

4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОНИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОРГАНИЗАЦИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Принципиальные отличия предлагаемого бионического подхода к организации вычислений от классического состоят в том, что его базисная композиция элементарных операций свободна от операций умножения и ориентирована на непрерывнозначную логику, частным случаем которой может выступать и двузначная логика. Именно эти отличия и особенности обуславливают новизну и эффективность бионического подхода и его дополнительность существующим подходам.

Бионический подход, по нашему мнению, позволяет не только с единых позиций объяснять и описывать процессы обработки информации в технических и биологических системах, но и стать концептуальной основой синтеза элементов и систем обработки информации, функционирующих на принципах организации вычислений, имеющих широкое распространение в технике и живой природе.

Предлагаемый подход учитывает тот факт, что биологические системы являются, в основном, нелинейными системами. Пределы их линейности при взаимодействии со средой в большей степени определяются состоянием и соотношением ресурсов системы и среды, и в первую очередь, информационных ресурсов, содержащихся в их тезаурусах.

Применение бионического подхода к организации вычислений позволит получить ощутимый выигрыш по критерию минимума вычислительных затрат. Так, при вычислении сверток сопоставляемых сигналов в задачах обнаружения и разрешения и при управлении электрическими процессами в рамках концепции цифровых вычислений только за счет замены операции умножения операцией пересечения имеет место выигрыш, который может быть оценен в соответствии с выражением:

$$B = \frac{1}{4} (M+1),$$

где

M- разрядность представления входных величин.

Возможна также оценка в виде аппаратного выигрыша. В дискретно-аналоговом варианте выигрыш становится еще более ощутимым.

Бионический подход является более эффективным при организации процедур моделирования функций нейросетей и их элементов. Так, на основе этого подхода удалось представить новые модели синапсов, биопроводников, нервных волокон, кодирующих и декодирующих подсистем в составе нейросетей. Исследованы возможности создания петель (колец) долговременной и кратковременной памяти кодов в нейронных структурах, по принципу действия отличающихся от классической «триггерной» памяти.

Использование принципов и аппарата бионического подхода создает более благоприятные условия для развития нанотехнологий и нанороботизации производственных процессов в рамках информационного общества. Биологическим прототипом наноробота может служить биологическая рибосома.

Однородность элементного состава вычислительных структур, синтезируемых в рамках бионического подхода, открывает возможности реализации технологических приемов, основанных на принципах самоорганизации.

Бионический подход позволяет более рационально перераспределить вычислительную нагрузку между программными и аппаратными

методами обработки информации при организации вычислительного процесса адекватного действиям окружающей среды.

Нами показано, что предлагаемый подход может быть успешно применен в асинхронных системах управления и обмена.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований получены конкретные вычислительные алгоритмы и соответствующие алгоритмические структуры, эффективные в рамках бионического подхода; доказано их соответствие принципам и законам алгебры числовых множеств; разработаны и аппаратно реализованы процессоры базисных операций в цифровом и аналоговом вариантах. Цифровой вариант процессора реализован на стандартной элементной базе, а аналоговый – на дискретной элементной базе с полосой рабочих частот в пределах 0-25 МГц.

Разработанные и аппаратно реализованные процессоры могут стать структурной и функциональной основой аппаратных и гибридных

систем организации вычислений на основе объединения возможностей непрерывнозначной и бинарной логик.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Миша А. Маховальд, Карвер Мид. Кремневая сетчатка. // В мире науки, 7, 1991, сс. 32-39.
- [2]. Корн и Т. Корн. Справочник по математике. Пер. с американского переработанного издания. Под общ. Ред. И.А. Аромановича. – М.: Наука, 1973, с. 832.
- [3]. И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – М.: Наука, 1981, с. 720.
- [4]. Zadeh L.A., Fu K.S., Tanaka K., Shimura M. (1975) Fuzzy sets and their applications to cognitive and decision process, Academic Press (Proceedings of US – Japan Seminar).
- [5]. В.И. Гордиенко, С.Е. Дубровский, Р.И. Рюмшин, Д.В. Фенев. Универсальный многофункциональный элемент систем обработки информации. // Радиоэлектроника. 3, 1998, сс. 12 – 20 (Изв. Высш. Учеб. Заведений).

ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ АУДИТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Л.А. Попкова¹, А.В. Попков²

¹ – Кафедра информационных технологий, Белорусский государственный экономический университет, Партизанский пр., 26, Минск, 220672, БЕЛАРУСЬ, тел. (37517) 249-19-81

² – Кафедра информационных технологий в управлении, Белорусский государственный экономический университет, Партизанский пр., 26, Минск, 220672, БЕЛАРУСЬ, тел. (37517) 249-50-41

Объективная информация о деятельности отдельных хозяйственных субъектов в условиях рыночной экономики на базе учетной и отчетной информации, необходима владельцам предприятий для повышения эффективности их работы; коммерческим банкам и другим заимодавцам для компетентной оценки платежеспособности предприятий и вероятности возврата кредитов; акционерам для контроля за деятельностью акционерного общества; поставщикам и другим кредиторам для получения гарантий полной оплаты за отгруженные товары и оказанные услуги; потенциальным инвесторам для избежания риска при вложении своих капиталов.

Многообразие форм собственности требует использования различных методов контроля. В настоящее время действуют государственный, ведомственный и независимый аудиторский

контроль, каждый из них имеет свои цели, задачи, функции и методы.

В связи с этим возрастает роль независимого аудиторского контроля. В его основе лежит взаимная заинтересованность государства, администрации предприятий и их владельцев (акционеров) в достоверности учетной и отчетной информации. Независимый аудит крайне необходим в процессе приватизации и акционирования государственных предприятий. Значительно повышается роль внутрихозяйственного (внутреннего) аудита. Основной его целью является повышение эффективности работы предприятия (фирмы) на основе мобилизации внутренних резервов повышения качества продукции, снижения ее себестоимости, улучшения управленческой деятельности.

Проведение процесса аудита предприятия проводится в несколько этапов: во-первых, ста-