

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В МИКРОТРУБОЧКЕ ЦИТОСКЕЛЕТА НЕЙРОНА, ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОДЕКА ВИДЕОДАНЫХ

Е.Е. Слядников
Томский филиал ИВТ СО РАН
opi@hq.tsc.ru

Широкое применение в современных информационных технологиях получил цифровой кодер-декодер (кодек) видеоданных - устройство, специально созданное для обработки видеоданных в режиме реального времени [1]. Основной проблемой в обработке видеоданных является избыточность данных по отношению к информации, в них содержащейся. Поэтому при сжатии видеоданных необходимо применить значительно более мощные и сложные концепции, методы и средства искусственного интеллекта, способные выделять и обрабатывать информацию. Наиболее сложная проблема интеллектуальной предобработки видеоданных это проблема выбора системы и способов сегментации, распознавания образов, которые, подобно сознанию человека должны обладать ассоциативной памятью. Наиболее вероятным кандидатом динамической системы с ассоциативной памятью для интеллектуального кодека видеоданных, а также биологическим прототипом оптического нейронного процессора является дипольная система микротрубочки цитоскелета нейрона.

В последние годы наблюдается значительный интерес к гипотезе «квантово-статистической» природы человеческого сознания [2]. Есть экспериментальные свидетельства, что в нейронах мозга подходящими субстратами для «квантово-статистических вычислений», являются микротрубочки цитоскелета [3]. Недавно была предложена микроскопическая модель дипольной системы микротрубочки [4], в которой в качестве причин возникновения сегнетоэлектрического упорядочения, наряду с диполь-дипольным взаимодействием, принята во внимание роль двухямного потенциала в молекуле тубулина. Затем в [5] была исследована взаимосвязь физических и информационных характеристик в окрестности точки сегнетоэлектрического перехода в дипольной системе микротрубочки, сформулированы принципы функционирования нейрона.

Целью настоящей работы является: развитие модели микротрубочки цитоскелета нейрона [4,5] и вывод уравнения эволюции для случайного параметра порядка, которое описывает процесс представления и распознавания образов; формулировка модели подсистемы обработки данных в кодеке, обладающей искусственным интеллектом.

В ходе развития и исследования предложенной модели микротрубочки получены следующие результаты и выводы [6]:

1. Модель дипольной системы микротрубочки цитоскелета представляет собой систему дипольных моментов, в которой основную роль играют антиферромагнитное взаимодействие ближайших соседей и ферромагнитное взаимодействие следующих за ближайшими соседями. Следовательно, между парами дипольных моментов происходят случайные конкурирующие взаимодействия разных знаков – ферро- или антиферромагнитные. При таком взаимодействии в дипольной системе микротрубочки цитоскелета протекает фазовый переход, связанный с локальным замораживанием дипольных моментов. Этот фазовый переход можно описать с помощью параметров порядка: случайной функция поляризации и ее двух первых моментов: средней поляризации и среднего квадрата поляризации микротрубочки цитоскелета, которые связаны между собой уравнениями молекулярного поля.

2. Проблему распознавания образов микротрубочка цитоскелета решает в два этапа с помощью механизма фазового перехода в дипольной системе. При поступлении образа микротрубочка ставит ему в соответствие вектор, компоненты которого дипольная система микротрубочки цитоскелета определяет, производя соответствующую перестройку своей структуры. Естественным образом происходит разложение образа на характерные признаки,

в результате чего каждому признаку ставится в соответствие термодинамическое среднее значение дипольного момента микротрубочки цитоскелета на узле. На этом этапе обработки данных пространство признаков описывается узельной системой координат, а всему образу соответствует вектор образа, который в узельной системе координат образует упорядоченный набор компонент.

3. Затем, используя механизм фазового перехода, дипольная система микротрубочки релаксирует к ближайшему собственному состоянию матрицы связей, естественным путем разлагая образ на другие характерные признаки (по базису собственному векторов матрицы связей). Каждому признаку ставится в соответствие случайный параметр порядка – проекция вводимого вектора на собственный вектор матрицы связей. То есть микротрубочка устанавливает уже в другом пространстве признаков – параметров порядка, какой хранящейся в памяти микротрубочки структуре отвечает определенный микротрубочкой вектор и, следовательно, входящий образ. Таким образом, с помощью механизма фазового перехода осуществляется нелинейное преобразование (проектирование) одного пространства характерных признаков (узельного) с большой размерностью в другое пространство характерных признаков (параметров порядка) с существенно меньшей размерностью. Невысокая размерность пространства параметров порядка означает, что обработке подлежит не слишком большое количество информации.

Из предлагаемой модели вытекают важные следствия:

– Если начальный образ неполон, он может быть дополнен до полного вектора прототипа, то есть дипольная система микротрубочки цитоскелета действует как ассоциативная память.
– Если в памяти дипольной системы хранятся прототипы образов, а системе предъявляется образ, описываемый начальным вектором, то система превращает начальный образ в ближайший к нему прототип. Следовательно, дипольная система микротрубочки цитоскелета осуществляет распознавание образов.

Из описанных выше вычислительных характеристик синергетической сети микротрубочки цитоскелета нейрона можно сделать выводы о преимуществах данной сети по сравнению с другими типами искусственного интеллекта, использующимися в настоящее время:

- 1) локальное взаимодействие между данными (только между ближайшими соседями), так как взаимодействие между дипольными моментами в микротрубочке цитоскелета нейрона происходит локально, между ближайшими соседями.
- 2) параллельная обработка данных. Поскольку данные хранятся и обрабатываются при помощи локальных связей, а операции обработки данных выполняются при помощи механизма фазового перехода, который имеет коллективный и параллельный характер, то операции обработки распределены между отдельными элементами сети, поэтому они выполняются коллективно и параллельно.
- 3) коллективный механизм фазового перехода приводит к нелинейному взаимодействию между различными элементами сети, в результате чего обработка данных протекает оригинально и нелинейно, вследствие этого не возникает ложных образов при распознавании изображения.
- 4) информация в данных заключается в упорядочении локальных связей синергетической сети, поэтому микротрубочка цитоскелета нейрона обладает ассоциативной памятью.
- 5) колоссальное сокращение «данных» при обработке синергетической сетью, путем перехода от вектора всего изображения, имеющего размерность N , к вектору параметров порядка с размерностью M (равной числу прототипов системы), которая много меньше N . Синергетическая сеть микротрубочки цитоскелета обрабатывает уже не данные, а метаданные – информацию в них содержащуюся.

Из этих свойств следует, что время работы синергетической сети микротрубочки будет меньше, чем у других систем искусственного интеллекта.

Используя полученные вычислительные архитектуру, модель, алгоритм обработки данных, ассоциативную память микротрубочки цитоскелета, предлагается усовершенствовать существующую модель кодека видео данных [1] путем добавления к существующей системе подсистемы предобработки информации, обладающей искусственным интеллектом, и состоящей из пяти новых компонент:

- блока предобработки изображения;
- блока сегментации изображения;
- блока распознавания образов изображения;
- блока произвольных аффинных и проективных преобразований изображения;
- управляющего обработкой данных блока - синергетической сети микротрубочки цитоскелета нейрона.

В результате проведенных исследований можно сформулировать научное положение:

– Увеличение контрастности на 20-50%, сегментация и распознавание образов в кодере-декодере медиа данных, обладающем искусственным интеллектом, осуществимы с помощью модели и алгоритма, основой которых являются вычислительная архитектура, модель, механизм сегнетоэлектрического фазового перехода и ассоциативная память в микротрубочке цитоскелета нейрона, для изображений, разрешением от 16x25 пикселей и выше и для углов наклона распознаваемых символов не более 15 градусов.

1. Ричардсон Я. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 – стандарты нового поколения / Москва: Техносфера, 2005. – 368 с.
2. Пенроуз Р. Тени разума: в поисках науки о сознании. – Ижевск: ИКИ, 2005. – 690 с.
3. Hameroff S., Penrose R. Orchestrated Reduction of Quantum Coherence in Brain Microtubules // *Journal of Consciousness Studies*. – 1994. – J.1. – P.91–118.
4. Слядников Е.Е. Физическая модель и ассоциативная память информационной биомолекулы // *Журнал технической физики*. – 2007. – Т.32. – В. 8. – С. 52–59.
5. Слядников Е.Е. О взаимосвязи физических и информационных характеристик в окрестности точки сегнетоэлектрического перехода в дипольной системе микротрубочки цитоскелета // *Журнал технической физики*. – 2009. – Т.79. – В.7. – С.1–12.
6. Слядников Е.Е. Физические основы, модели представления и распознавания образов в микротрубочке цитоскелета нейрона // *Журнал технической физики*. – 2011. – Т.81. – В.12. – С.1–33.