

Почечун В.А.

ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

V.A. Pochechun

NEW GENERATION TECHNOLOGIES FOR ENVIRONMENTAL APPLICATIONS

УДК: 502.2; 622; 504.5

*В работе показана необходимость расширения исследований и практического применения искусственной жизни и её гармоничного объединения с биологической жизнью с целью решения современных экологических проблем. Статья написана с позиции гармоничного единства технических и естественнонаучных знаний.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, окружающая среда, нейронные сети, системы живой и неживой природы.

*It is shown the need to expand research and practical application of artificial life and its harmonious integration with biological life to address modern environmental problems. The article is written from the perspective of harmonious unity of technical and natural scientific knowledge.*

**Key words:** artificial intelligence, environment, neural networks, systems of animate and inanimate nature.

Создание технологий нового поколения необходимо не только путем повышения уровня знаний и естественного (биологического) интеллекта, но и гармоничного объединения с ним первого помощника человека – компьютерных программ искусственного интеллекта. Поэтому одним из основных направлений в этой области является исследование самоорганизации технологических процессов в неживой (геология) и живой (биология) Природе с помощью компьютерных программ искусственного интеллекта, например, нейронных сетей [3].

В настоящее время, как никогда прежде, ощущается глубокое противоречие между требованиями технического прогресса и необходимостью сохранения природной среды. Естественные природные ресурсы ограничены, а неразумная их эксплуатация и урбанизация ведут к нарушению биологического равновесия. Эта глобальная проблема принадлежит разделу экологии, изучающему условия стабильного существования и саморегулирования открытых систем и содержащему задачи об их устойчивости и самоорганизации. Предметом изучения экологии является биотическая составляющая литосферы, имеющая большое число растительных сообществ, существующих в пространстве и времени в виде экосистем. В результате взаимодействия с внешней средой элементы экосистемы развиваются, видоизменяются, прогрессируют и деградируют по механизму открытых нелинейных сред неорганической природы [1]. Обратные связи в открытых экосистемах управляют их жизненными процессами, превращая их в аддитивные.

Специфическим выражением сущности экосистем, позволяющим определить внутренние причины, основу их динамики и развития, выявить значение в их формировании внешних условий, являются процессы образования и разрушения органического вещества, протекающие в рамках биохимического цикла их функционирования.

Под биогеохимическим круговоротом понимается вся совокупность процессов обмена веществом между биотическими и абиотическими компонентами экосистем. Основные потоки движения органического вещества в процессе биогеохимического круговорота в экосистемах можно представить в виде балансового уравнения за какой-либо отрезок времени:

$$\Delta F = F_{\text{нф}} - F_{\text{кф}} = F_{\text{ос}} - F_{\text{тр}} + F_{\text{п}} + F_{\text{с}} + F_{\text{ж}} \pm F_{\text{в}} \pm F_{\text{а}}, \quad (1)$$

где  $F_{\text{нф}}$  и  $F_{\text{кф}}$  – соответственно начальное и конечное количество органического вещества, образовавшееся в геосистеме в результате фотосинтеза;

$\Delta F$  – коэффициент эффективности биогеохимического цикла;

$F_{\text{ос}}$  – поступление химических элементов с осадками;

$F_{\text{тр}}$  – вынос химических элементов с транспирацией;

$F_{\text{п}}$  – переход химических элементов из опада и опада в почву и поступление элементов питания в растения;

$F_{\text{с}}$  – вынос или поступление органического вещества с поверхностным, внутрипочвенным и подземным стоком;

$F_{\text{ж}}$  – потребление химических элементов животными при поедании растений или поступление химических элементов в почву с трупами животных или их экскрементами и другими выделениями;

$F_{\text{в}}$  – вынос или поступление органического вещества с воздушными массами;

$F_{\text{а}}$  – антропогенное внесение или изъятие органического вещества.

Следует отметить, что отличительная особенность вещественно-энергетических круговоротов и балансов географической среды – высокая степень их замкнутости и сбалансированности, в то время как деятельность человека ( $F_{\text{а}}$ ) ведет к разомкнутости и, следовательно, к неустойчивости экосистем. Нарушения замкнутости как локальных экосистем, так и глобальных циклов приводят к серьезным геоэкологическим проблемам.

Проблема безопасного состояния окружающей среды по своей значимости и актуальности относи-

тся к числу наиболее значимых для общества. Одним из решающих условий оптимизации стратегий по планированию природоохранных мероприятий является решение задач, связанных с получением оценок экологической безопасности территорий, прогнозом изменения экологического состояния и выработкой решений по уменьшению степени экологической опасности, предотвращению экологических аварий и катастроф.

Данный круг задач относится к проблемам поиска решений в условиях неопределенности, характеризующихся неполнотой и недостоверностью имеющейся информации, многообразием и сложностью влияния на процесс принятия решений внешних факторов.

Подобные задачи являются многопараметрическими, поскольку принимаемые решения зависят от большого числа определяющих их признаков, таких как характер природных условий, значения метеопараметров, тип рельефа местности, виды и интенсивности загрязняющих воздействий и т.д. Совокупность указанных признаков определяет также принятие различных решений в зависимости от привязки к конкретным координатам местности, что в целом обуславливает сложный многокритериальный характер решаемых задач.

Отличительной чертой перечисленных экологических задач является необходимость учета в процессе выработки и принятия решений изменений, происходящих в окружающей среде, обусловленных движением воздушных масс, колебаниями метеохарактеристик, особенностями переноса и распространения различных загрязняющих веществ.

Таким образом, специфика исследуемой предметной области обуславливает необходимость интегрированного подхода к построению моделей принятия решений, позволяющего рационально сочетать логическое мышление и интуицию субъекта, принимающего решения, с использованием численных математических методов и вычислительных экспериментов при формировании моделей и выработке решений.

При реализации такого подхода возникает необходимость решения ряда научных проблем, связанных с согласованием количественных значений, получаемых в процессе численных расчетов, с качественными субъективными оценками, вырабатываемыми экспертами, приведением данных, имеющих различную природу происхождения, к единой числовой системе.

Последние научные исследования показали, что синтез методов, основанных на теории нечетких множеств и аппарата нейронных сетей является мощным средством диагностирования качественной информации, используемой при управлении сложными объектами и процессами.

Человеческий мозг содержит около 100 млрд. нейронов, функционирование которых заключается

в их взаимосвязях и пропускании электромагнитных импульсов (возбуждений), представляющих собой новую информацию. При этом скорость передачи информации от одного нейрона к другому мгновенная, значительно выше скорости света. Считают, что информация в мозгу и в Космосе передается фактически мгновенно.

При этом структура нейрона практически совпадает со структурой Вселенной. Так, структура Вселенной - великий невидимый каркас, основа нашего Мироздания, которая силами гравитации выстраивает звездные системы в некую гигантскую трехмерную паутину с центром - кластерами. Это еще раз подтверждает справедливость объективного единства всеобщих законов Мироздания от Вселенной до элементарной частицы материи [3].

Базовый элемент нервной системы - нервная клетка - нейрон. Структура нейрона состоит из ядра клетки (сомы) и исходящих от нее двух отростков: а) по которым в нейрон поступает информация (дендриты) и б) по которым нейрон передает информацию (аксоны) [2]. Каждый нейрон имеет только один выходной отросток, по которому он может передавать импульсы другим нейронам. Одиночный нейрон принимает импульсы от огромного количества нейронов - их количество достигает тысячи (рис.1).

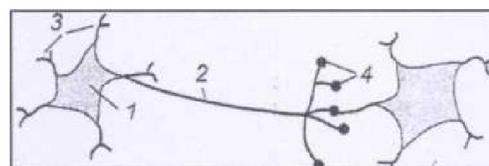


Рис. 1. Упрощенная модель нейрона и его соединения с соседним нейроном 1 - тело клетки; 2 - аксон; 3 - дендриты; 4 - синапсы.

Каждый нейрон передает импульсы другим нейронам через нервные стыки - синапсы, которые усиливают или ослабляют импульсы - информацию. При этом нейрон суммирует возбуждающие и ослабляющие импульсы. Если их сумма превышает некоторое пороговое значение. То сигнал с выхода нейрона пересылается посредством аксона к другим нейронам.

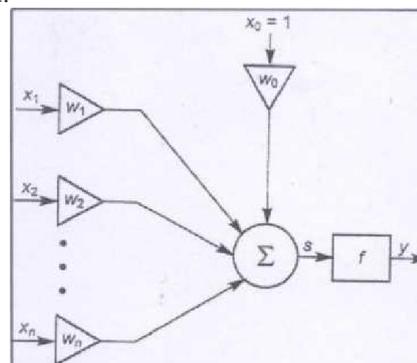


Рис. 2. Модель нейрона.

Функция активации может принимать различные формы в зависимости от конкретной модели нейрона.

Следовательно, нейрон функционирует так: вначале входные сигналы  $x_0, x_1, \dots, x_n$  умножаются на соответствующие им веса  $w_0, w_1, \dots, w_n$ . Полученные значения суммируются с получением в итоге сигнала  $s$ , отражающий линейную зависимость. Этот сигнал подается на вход функции активации, которая имеет нелинейный характер, т.к. знания в нейроне хранятся в весах, которые очень легко обучаются при помощи алгоритмов.

Многочисленные компьютерные программы нейронных сетей работают аналогично нейронам человеческого мозга, например, программы-модели: Персептрона, модель Адалайна, модель нейрона с сигноидой на выходе, модель Хебба и др. К нейронным сетям и алгоритмам их обучения относятся: однонаправленные многослойные сети, рекуррентные сети, сети с самоорганизацией (синергетические) и конкуренцией, сети типа АРТ, радиальные сети, вероятностные нейронные сети и множество других. Все они подробно описаны в фундаментальной монографии Л. Рутковского "Методы и технологии искусственного интеллекта" [2]. В этой работе также приведены эволюционные алгоритмы для решения конкретных технологических задач.

По мере размножения программ в оперативной памяти компьютера, свободных мест для новых программ остается все меньше, и тогда операционная система начинает уничтожать старые программы и расчищать тем самым места для новых программ.

Следовательно, простейшие существа, способные к самопроизводству, конкурируют друг с другом за "место под солнцем".

Поэтому необходимо создавать новые компьютеры, работающие на новых принципах, чем обычные компьютеры для исследования эволюции цифровой жизни. При этом существование сложных цифровых организмов очень велико. Следовательно, эволюция цифровой жизни близка к эволюции биологической жизни.

Таким образом, с целью ускорения прогрессивного развития экологии, как науки, необходимо развивать широкое использование первого помощника человека - искусственного интеллекта, а одной из наиболее эффективных компьютерных программ искусственного интеллекта являются программы нейронных сетей, основным преимуществом которых является установление объективных нелинейных зависимостей между переменными параметрами открытых систем неживой и живой Природы.

#### Литература:

1. Кондратьев К.Я. Аэрокосмические методы исследования почв и растительности / К.Я. Кондратьев, В.В. Козодеров, П.П. Федченко. Л: Гидрометеоздат, 1986 - 232 с.
2. Рутковский Л. Методы и технологии искусственного интеллекта. - М.: Горная линия - телеком. 2010, - 520 с.
3. Хорошавин Л.Б. Диалектическое развитие технологических наук и технологий. - Екатеринбург: ООО "УИПЦ", 2013. - 393с.

Рецензент: д.геол.-мин.н., профессор Семячков А.И.