

УДК 004.8+614.2 ГРНТИ 28.23.29

Невзоров В.П., Буланова Т.М.

Федеральное Государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна», Россия, г. Москва, ул. Живописная, д.46; valerij.nevzorov@mail.ru

Комплексное использование алгоритмов нейронных сетей для оценки эффективности их работы в меняющихся условиях принятия врачебных решений

Аннотация

Комплексное использование алгоритмов отдельных нейронных цепей является основой гибкой модификации эффективной работы при необходимости дополнительной корректировки обучающей выборки для нейронных сетей, изменения весов связей между нейронами, изменения скорости сходимости решения, влияющего на оценку эффективности работы сети и т.д., в условиях принятия врачебных решений, а также, например, при попадании решения в локальный минимум. Социальное значение комплексного использования заключается в сокращении сроков принятия частного врачебного решения, тем самым, общего времени на диагностику текущего контроля результативности скорости проводимого лечения и повышения его эффективности.

Оригинальность работы заключается в сочетании алгоритмов разработанных, известных и комплексного их использования для повышения эффективности их работы в меняющихся условиях принятия врачебных решений (МУПВР). В этом же заключается и научная и практическая значимость данной работы.

Ключевые слова:

нейронные сети, оценка эффективности, принятие врачебных решений

Введение

Цель работы заключается в комплексном использовании алгоритмов нейронных сетей (НС), когда обеспечивается их работа как минимум двух частей: одного известного алгоритма в МУПВР и другого алгоритма работы, который разработан специально для конкретных или специфических условий выполнения поставленной задачи, которая меняется как в соответствующей профессионально-социальной среде, так и на разных этапах выполнения профессиональной деятельности конкретных исполнителей с учетом профессиональных навыков,

компетенций и условий решения поставленной задачи.

Материалы и методы

Базой для достижения поставленной цели в режиме активной работы как в нашей стране, так и за рубежом применение интеллектуальных медицинских информационных систем использован материал «Искусственный интеллект и поддержка принятия решений в медицине II» [1]. Такое положение вполне соответствует переходу от глобальной экономики к местному технологическому этапу при комплексном применении естественного и искусственного

интеллекта во всех сферах жизнедеятельности человека.

Материалом для выполнения работы послужили сведения отраслевого регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС, функционирующего в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России [2].

При применении нейронных сетей для оценки состояния здоровья нами были выделены следующие основные задачи, предназначенные для:

- классификации исходных данных,
- оценки влияния учетных параметров на планируемый результат,
- прогнозирования изменений состояния здоровья рассматриваемого контингента,
- оптимизации процесса работы нейронных сетей по времени.
- При формировании задач был использован ретроспективный анализ и верификация накопленных данных на базе возможностей НС. В современных условиях в теории НС наибольшее внимание уделяют следующим направлениям:
- комбинированию функциональных возможностей отдельных НС;
- поэтапному обучению работы НС, когда результат обучения при изменении объекта со временем или усложнении и развитии исходного объекта не аннулируется, а является начальным для следующего этапа.

Эти направления имитируют процесс естественного интеллекта человека.

Реализация этих тенденций особенно важна при применении НС к анализу данных регистров. Исследуемый в работе регистр является постоянно пополняемым. Поэтому признано целесообразным создавать динамически настраиваемую НС, результат обучения которой (весовые коэффициенты связей между нейронами) модифицируется при пополнении регистра новыми записями. С этой целью был разработан алгоритм «Цепь поправляющих нейронных сетей» (ЦП-НС).

Суть алгоритма заключается в разбиении одной НС, обучающейся на всём массиве исходных данных, на последовательную цепь нейронных сетей, в которой каждая последующая сеть уточняет результаты работы предыдущей. В алгоритме использованы два цикла работы НС: внутренний и внешний.

Внутренний цикл поправляющих сетей ускоряет процедуру обучения, сокращая количество операций. Он заключается в том, что каждая последующая НС является поправкой к предыдущей НС и обучается только при ошибочных данных на выходе (ошибка – это расхождение выхода НС с выходными данными обучающего массива) предыдущей НС. Такая работа цикла НС продолжается до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность работы всей цепи. На рисунке представлена блок-схема алгоритма внутренней цепи поправляющих нейронных сетей.

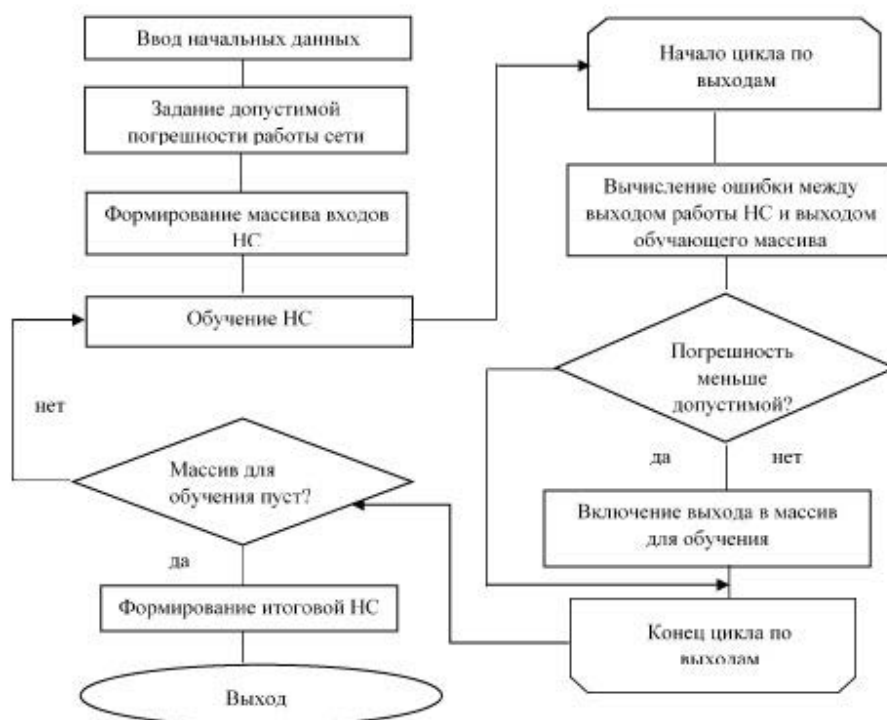


Рисунок – Блок-схема алгоритма внутренней цепи «Цепь поправляющих нейронных сетей»

В алгоритме внешней цепи «Цепь поправляющих нейронных сетей» цикл поправляющих сетей модифицирует сеть при появлении новых записей. Он активизируется не непрерывно, а когда количество измененных сведений достигнет уровня, задаваемого критерием пополнения. В данной работе были использованы НС радиально-базисного типа, но, в принципе, тип сетей может быть и другим в зависимости от решаемой сетью задачи и характеристик исходных данных.

Математически добавление следующей нейронной сети в цепочку можно рассматривать как добавление еще одного слоя в предыдущую нейронную сеть, связанную с ней рекуррентным соотношением [3]:

$$f_n(x) = (1-\gamma_n)f_{n-1}(x) + \gamma_n g_n(x) \quad 0 < \gamma_n \leq 1, \quad (1)$$

где g_n – добавляемый элемент, γ_n – числовой параметр, подбираемый на n -ом шаге,

$f_{n-1}(x)$ – нейронная сеть, полученная на $(n-1)$ шаге алгоритма.

На каждом шаге построения НС производилась оценка среднеквадратичной ошибки аппроксимации следующим образом:

$$\hat{E}_n = \frac{1}{\hat{N}} \sum_{i=1}^{\hat{N}} (f_n(\hat{x}_i) - f^*(\hat{x}_i))^2, \quad (2)$$

где размер выборки значений аппроксимируемой функции, f^* – аппроксимируемая функция.

Алгоритм внешней цепи поправляющих НС может как включать на этапе обучения НС предыдущий алгоритм внутренней цепи поправляющих НС, так и обходиться без него, не разлагая алгоритм обучения на цепь сетей.

Кроме того, отдельные регистры могут объединяться в один. Для этих целей был разработан алгоритм «Арифметический ряд нейронных сетей» (АР-НС). Суть алгоритма АР-НС заключается в разложении исходных данных на простую сумму упрощенных массивов данных.

Результаты и их обсуждения

Такие упрощенные массивы в своей сумме обеспечивают учет исходных данных объединенного регистра. В свою очередь каждая НС работает с упрощенным массивом отдельно, что облегчает обучение такой нейронной сети. Упрощение данных заключается в следующем:

- массив исходных данных усредняется путём

взятия среднего между двумя соседними элементами данных;

- из массива исходных данных поэлементно вычитается массив усреднённых данных. В результате получаем разностный массив;
- аналогичная процедура усреднения проводится для разностного массива;
- из разностного массива поэлементно вычитается усреднённый разностный массив. В результате получаем разностный массив «второго» порядка;
- далее аналогично. Получаем разностные массивы следующих порядков, пока не будет достигнута требуемая точность;
- каждая НС обучается на каждом таком усреднённом массиве данных. Результаты работы всех НС складываются арифметически.

Таким образом уменьшается вклад стохастической составляющей исходных данных и тем самым упрощается обучение НС.

Алгоритмы «Цепь поправляющих нейронных сетей» и «Арифметический ряд нейронных сетей» могут работать в совокупности. Совместное комплексное использование алгоритмов работы нейронных сетей «ЦП-НС» и «АР-НС» обеспечивает расширение их функциональных возможностей.

Результатом работы на этом этапе явилась проверка работы алгоритмов на примере имеющихся сведений о заболеваемости из базовой части регистра:

- алгоритма «ЦП-НС» отдельно;
- алгоритма «АР-НС» отдельно;
- алгоритмов «ЦП-НС» и «АР-НС» совместно.

Контрольный пример был ориентирован на оценку различных режимов работы алгоритмов: 1) отдельно «ЦП-НС», 2) отдельно «АР-НС», 3) комплексно «ЦП-НС» и «АР-НС», тестирования которых выявило:

- алгоритм «ЦП-НС» отдельно наиболее эффективен в задачах, где возможно распределить исходные данные на подгруппы, которые коррелируют между собой. В таком случае на каждой такой подгруппе возможно обучить отдельную нейронную сеть, а совокупность подгрупп будет составлять цепь нейронных сетей;
- алгоритм «АР-НС» с наибольшей эффективностью может быть применён к данным, численно отражающим некий повторяющийся процесс или совокупность повторяющихся процессов.

Выводы

Комплексное использование данных алгоритмов может быть эффективно в случае, когда объем исходных данных или их изменение со временем заметно сказывается на репрезентативности обучающей выборки для нейронной сети, и тогда обучающая выборка нуждается в дополнении. В результате нейронная сеть требует модификации, как по архитектуре (например, изменения числа нейронов на входе и (или) выходе), так и в изменении весов связей между нейронами. При этом в ряде случаев может иметь условие, когда скорость сходимости может меняться, что влияет на оценку эффективности работы указанных алгоритмов.

Этот аспект нуждается в дополнительном исследовании, поскольку сходимость нуждается в контроле в связи с возможностью попадания в локальный минимум.

По итогам выполнения этих работ получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «ТРЕС-3» № 2018613749 от 21.03.2018 [4].

Таким образом, модифицированные алгоритмы нейронных сетей с целью их наиболее эффективного применения к анализу сведений, содержащихся в регистре [2], могут быть использованы при анализе других регистров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. 81-е заседание рабочей группы IT-специалистов медицинских организаций от 23 августа 2018 г. «Искусственный интеллект и поддержка принятия решений в медицине II». НИУ «Высшая школа экономики». – 2018. – URL: <http://project90302.tilda.ws/81> (дата обращения: 26.09.2019).
2. Бюллетень Отраслевой регистр лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС / ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. – М. – 2016. – 8 с.
3. Fausett L. Fundamentals of Neural Networks – Architectures, Algorithms, and Applications / Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. – 1994.
4. Свид. № 2018613749 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «ТРЕС-3» / Хитрин В.В., Тхоровский С.В., Невзоров В.П. и др.; заявитель и правообладатель ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна (RU). – заявл. 26.01.18; зарег. 21.03.18, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

17

UDC 004.8+614.2

Nevezorov V.P., Bulanova T.M.

State Research center Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia; valerij.nevezorov@mail.ru

Complex use of neural network algorithms to assess the effectiveness of their work in changing conditions of medical decision-making

Abstract. Complex use of separate algorithms neural chains basis of flexible modifications under the necessity of changing the training data for neural networks, changes the weights of communications between neurons, changes the speed of convergence of the decision, influencing an assessment of work efficiency of a network, etc., in the conditions of medical decision-making, and also, for example, getting decision in a local minimum.

Social value of complex use of integrated use is to reduce the time of private medical decision-making, thus reducing the total time for diagnosis of the current control of the effectiveness of the speed of treatment and increasing its effectiveness.

Originality of work consists in the combination of algorithms developed, known and their complex use for increase of efficiency their work in the changing conditions of medical decision-making. In same both the scientific and practical importance of this work consists. This is also the scientific and practical significance of this work.

Keywords: neural networks, efficiency evaluation, medical decision-making