

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

В статье рассмотрены основные подходы к прогнозированию спортивных результатов с помощью нейронных сетей, нейро-нечетких систем и систем с нечеткой логикой. Поставлена цель работы. Рассмотрены архитектуры известных нейронных систем, их достоинства и недостатки, произведен краткий анализ каждой из систем. Кратко описаны основные отличия нейронных сетей от нейро-нечетких систем и систем с нечеткой логикой, в контексте использования данных систем в целях прогнозирования спортивных результатов. Рассмотрена существующая модель адаптивной нейронной сети, а также пример алгоритма прогнозирования и непосредственно результата прогнозирования с помощью адаптивных нейронных сетей. Предложен вариант для построения универсальной системы прогнозирования, в основе которой лежит адаптивная нейро-нечеткая система. Описан ряд преимуществ предложенной системы.

Ключевые слова: прогнозирование, спортивный результат, нейронная сеть, нейро-нечеткая система, адаптивная система.

Спорт и физическая культура занимают важное место в жизни общества. Тысячи людей занимаются спортом, спорт и физкультура прочно вошли в государственные программы развития Российской Федерации.

В спорте, как в сфере деятельности, спортсмену и тренеру необходимо заниматься как долгосрочным, так и краткосрочным планированием. Разумеется, при планировании тренировок, и иных мероприятий необходимо учитывать не только уже имеющиеся контрольные показатели, но и уметь прогнозировать дальнейшие результаты. Для прогнозирования результатов современные IT-технологии могут предоставить достаточно большое

Технические науки

многообразие средств, одним из которых являются системы прогнозирования на основе логического вывода [5] и системы на основе нейронных сетей (НС).

Искусственная нейронная сеть – это математическая модель, а также ее программная или аппаратная реализация, построенная по принципу функционирования биологических нейронных сетей [3]. С точки зрения прогнозирования спортивных результатов, прежде всего, интересна программная реализация нейронной сети, имеющая помимо корректно работающего математического аппарата, простой и удобный интерфейс пользователя.

Сама по себе нейронная сеть решает проблему кластеризации больших объемов данных, используемых при прогнозировании. Однако, хотя многослойные перцептроны и целый ряд других НС успешно используются во многих практических приложениях, они имеют и серьёзные недостатки: большое время обучения; не обладают свойством стабильности - пластичности, то есть способностью воспринимать и запоминать новую информацию без потери или искажения уже имеющейся; не могут выделять новую входную информацию и т.д. Эти недостатки существенно затрудняют использование НС при решении практических задач, поскольку в реальных задачах, как правило, входная информация на этапе обучения НС полностью не известна и может быть получена лишь при эксплуатации реального объекта или системы, что требует многократного и трудоемкого переобучения сети.

Целью данной работы является разработка на основе нейросетевого подхода архитектурно-структурных решений универсальной программной системы прогнозирования спортивных результатов в различных видах спорта для спортсменов разной степени подготовки и квалификации.

Анализ проблемной области показал, что у классических НС есть ряд существенных недостатков, препятствующих их «прямому» использованию в качестве математического аппарата разрабатываемой системы прогнозирования. Этих недостатков нет у нейронных сетей адаптивной

Технические науки

резонансной теории (АРТ) [1]. Сети или системы адаптивного резонанса - разновидность искусственных нейронных сетей, основанные на теории адаптивного резонанса Стивена Гроссберга и Гейла Карпенстера. Эти сети обнаруживают новую входную информацию и в определенной мере решают противоречивые задачи чувствительности (пластичности) к новым данным и сохранения полученной ранее информации (стабильности). Поэтому проблемы адаптации разрабатываемой системы в процессе эксплуатации могут быть преодолены с помощью нейронных сетей адаптивной резонансной теории.

К сожалению, с помощью простейших АРТ-сетей (например, АРТ1 [1]) не могут решаться такие важные задачи как прогнозирование состояния объектов, параметры которых изменяются во времени. Прогнозирование поведения подобных объектов затруднено и с помощью других нейронных сетей. Во многом это связано с тем, что при распознавании изменяющихся объектов необходимо получать число решений, равное числу моментов времени, в которые наблюдается распознаваемый объект. Современные нейронные сети, за редким исключением, не позволяют получать несколько решений для динамически изменяющихся систем, даже в тех случаях, когда эти решения реально существуют.

Одним из исключений является дискретная нейронная сеть АРТ2 (или её более поздняя версия АРТ3), предложенная в работе [3]. Основу сети составляют сформированные из нейронов поле сравнения и поле распознавания, а также модули параметра бдительности и модуль сброса. Структура сети АРТ2 представлена на рисунке 1.

Технические науки

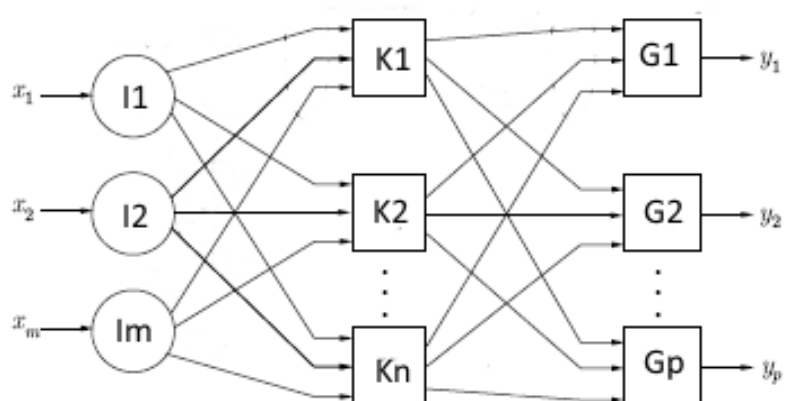


Рис. 1. Структура сети АРТ2

Как правило, прогнозирование с помощью любых нейронных сетей происходит по следующему сценарию:

- формирование обучающей выборки и ее структуризация под требования используемого программного обеспечения;
- настройка алгоритма обучения;
- обучение и кластерный анализ;
- практическое использование обученной нейронной сети для прогнозирования вероятностей возможных исходов.

Пример прогнозирования с помощью сети АРТ2 представлен на рисунке 2.

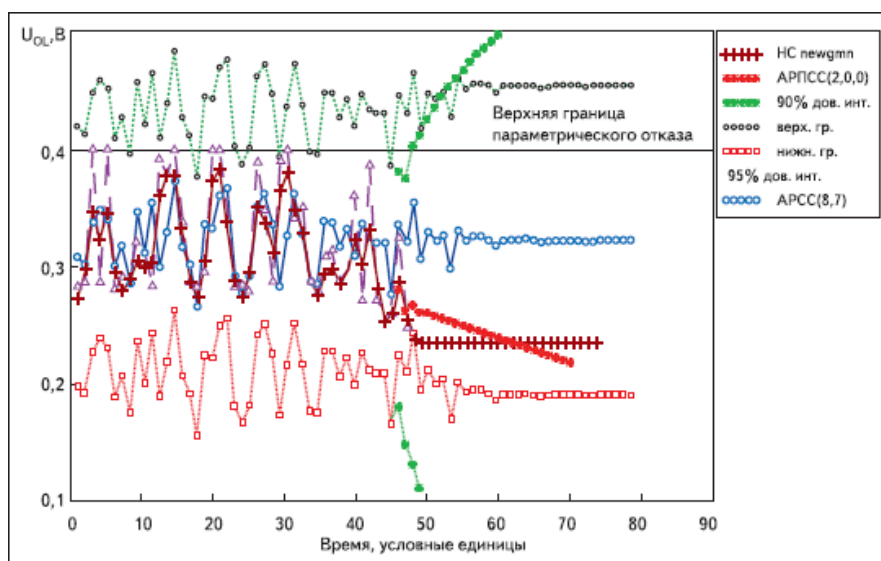


Рис. 2. Пример прогнозирования с помощью сети АРТ2

Технические науки

Основными проблемами при прогнозировании спортивных результатов с помощью сетей адаптивной резонансной теории является сложность работы с большими объемами данных и составление обучающей выборки. Также стоит обратить внимание на то что при прогнозировании АРТ-сети придется подстраиваться под различное количество входной информации и, возможно, различные типы данных, так как разные виды спорта имеют разные количественные и функциональные показатели. Решить вышеуказанные проблемы средствами одной программы без подключения специализированных модулей, учитывающих вид спорта, уровень мастерства спортсменов, долгосрочность прогнозов, практически невозможно.

Кроме того, в последнее время для моделирования и прогнозирования поведения сложных систем помимо сетей АРТ-2 и АРТ-3, часто используется вариант модели с нечеткой логикой, так называемая Fuzzy ART [4, 6]. Простейшие нейро-нечеткие системы прогнозируют на основе обучающей выборки, а также имеющейся базы нечетких правил. В подобных системах, структура нейронной сети неизменна, а пользователь может лишь изменять количество нейронов в слоях, а правильнее сказать генерировать нейронную сеть в нейро-нечеткой системе заново. Структура простейшей нейро-нечеткой системы представлена на рисунке 3.

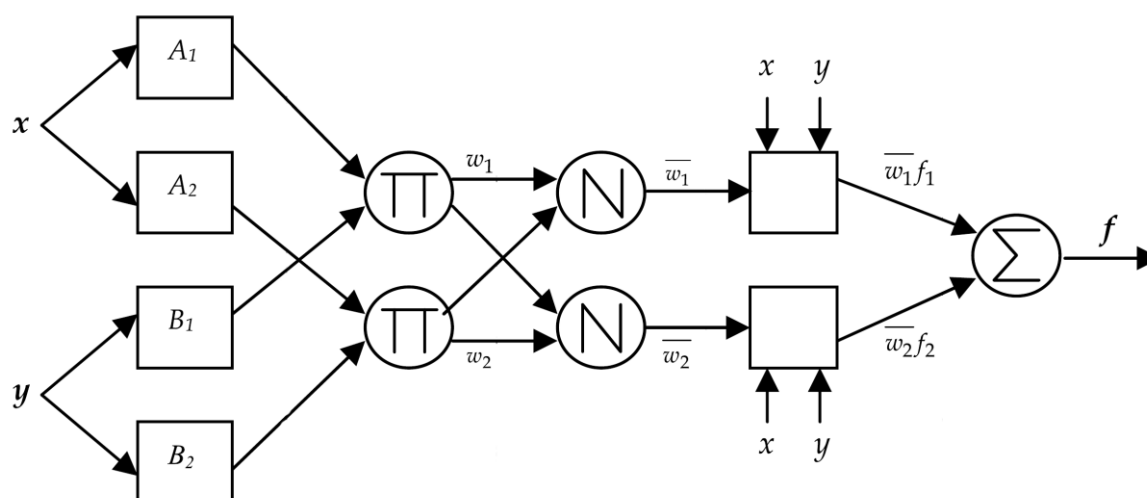


Рис. 3. Структура простейшей нейро-нечеткой системы

Технические науки

Такие системы удобны, почти универсальны, в отношении прогнозирования систем с не полностью определёнными параметрами. Необходимо лишь «вычислить» оптимальный вид терма функции принадлежности, их количество, грамотно составить обучающую выборку и задать базу нечетких правил [4]. Пример работы с нейро-нечеткой системой в среде MATLAB приведен на рисунке 4.

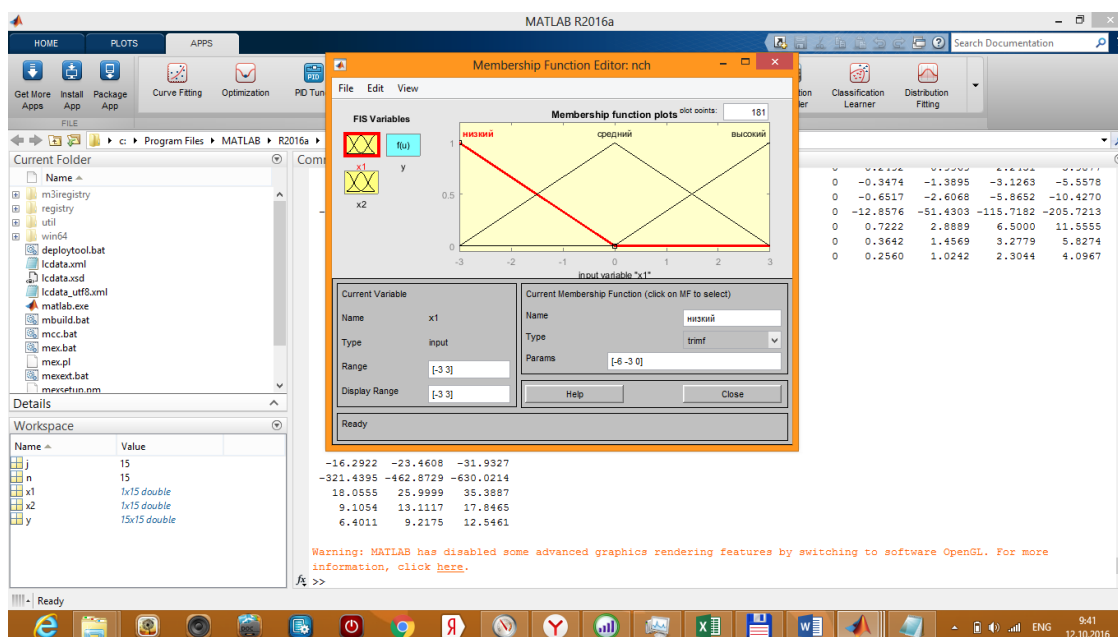


Рис. 4. Прогнозирование в среде MATLAB

Таким образом для решения проблем долгой настройки нейронных систем на работу с разным количеством и разными типами входных данных, повышения качества как долгосрочных, так и краткосрочных прогнозов, учёта квалификации спортсмена необходимо в состав разрабатываемой системы включить несколько подсистем с различной архитектурой нейронных сетей. Кроме того предусмотреть несколько разных режимов обучения каждой подсистемы в отдельности, в том числе «с учителем» и «без учителя». Обобщённая структура предлагаемой высокопроизводительной универсальной системы прогнозирования спортивных результатов приведена на рисунке 5.

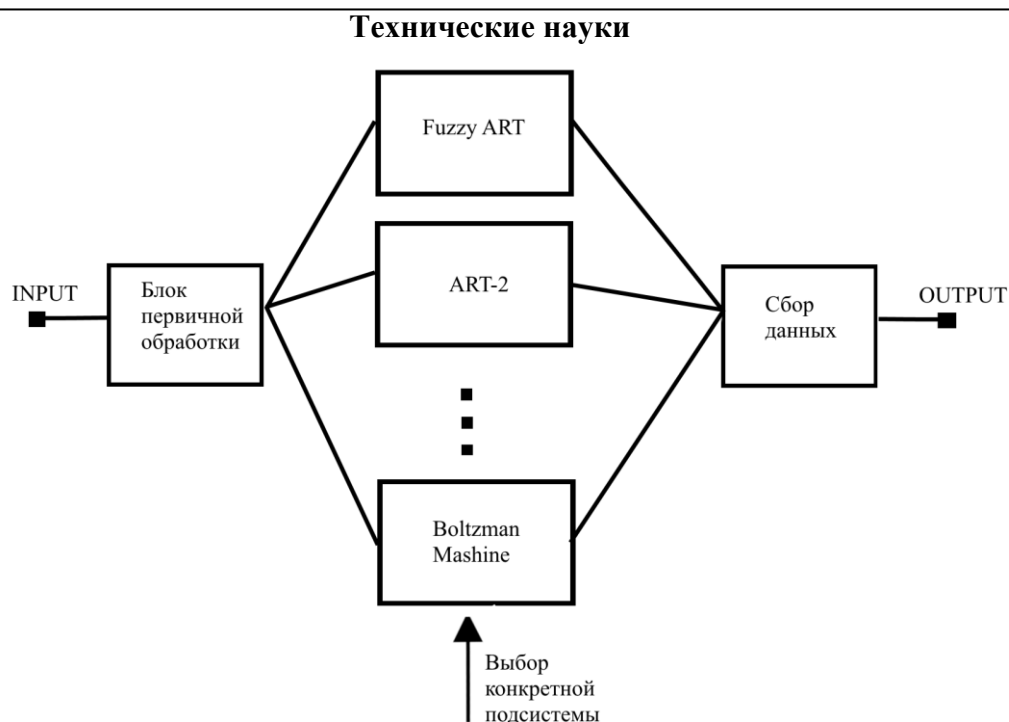


Рис. 5. Обобщённая структура разрабатываемой системы

Эффективность работы данной системы обеспечивается специализацией каждого модуля под особенности входных данных, точность и долгосрочность прогнозирования, ожидаемое время получения ответа. При этом для подготовленного пользователя существует возможность изменять структуру и некоторые параметры архитектуры используемых нейросетевых подсистем. В дальнейшем предлагается включить в состав комплекса также блок на основе сети стохастической модели «Машина Больцмана», являющейся рекуррентной сетью.

Таким образом будет решена общая проблема нейросетевого подхода, требующая совершенствования архитектуры и алгоритмов обучения нейронных сетей с целью их более эффективного использования в прикладных областях науки, в частности, для решения задач моделирования и прогнозирования поведения систем, с динамически изменяющимися во времени характеристиками.

Технические науки**Список литературы**

1. Адаптивная резонансная теория. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Адаптивная_резонансная_теория
2. Прогнозирование исходов спортивных игр методами нейросетевой кластеризации. URL: <http://neuronus.com/stat/207-prognosis-sport-neural-cluster.html>
3. *Круг П. Г.* Нейронные сети и нейрокомпьютеры. М.: МЭИ, 2002. 176 с.
4. *Ростовцев В. С.* Теория и применение нечеткой логики. Киров: ВятГУ, 2016. 116 с.
5. *Страбыкин Д. А.* Логическое прогнозирование развития ситуаций в интеллектуальных системах на основе дедуктивного вывода. Киров: ВятГУ, 2014. 182 с.
6. *Яхьяева Г. Э.* Нечеткие множества и нейронные сети. М.: Бином, 2006. 344 с.

КРУТИКОВ Александр Константинович – магистрант кафедры ЭВМ, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: yadrodisk@yandex.ru

КЛЮКИН Виталий Леонидович – старший преподаватель кафедры ЭВМ, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: klyukin@vyatsu.ru