

Нейросетевое моделирование производственных процессов в машиностроительной отрасли

© Т.И. Кузнецова, А.В. Булаев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Исследованы понятие и структура нейронных сетей, раскрыты особенности их применения в машиностроении. Предложено использовать искусственные нейронные сети при построении систем управления производственными процессами, планировании операционного цикла, создании систем диагностики и контроля качества продукции.

Ключевые слова: нейросетевые технологии, искусственная нейронная сеть, обучение нейронной сети

Отечественное машиностроение является важнейшей отраслью экономики страны, обеспечивающей переход национального хозяйства к прогрессивным технологическим укладам. Вместе с тем в настоящее время производственный аппарат машиностроительной отрасли изношен, многоукладен, неконкурентоспособен. Российское машиностроение переживает глубокий кризис. Его состояние характеризуется рядом проблем, среди которых прежде всего следует назвать использование старых технологий с высокими удельными показателями расхода сырья, топлива, энергии на единицу продукции. В машиностроении лишь 16–17 % технологий можно отнести к прогрессивным, менее половины — к базовым, т. е. способным создавать конкурентоспособную технику для внутреннего рынка в течение 5 лет. Доля устаревших технологий превышает долю прогрессивных более чем вдвое [1, 2].

Одним из путей решения проблемы отставания российского машиностроения от мирового уровня может стать использование нейросетевых технологий. Нейросетевые технологии представляют собой самообучающиеся системы, моделирующие деятельность человеческого мозга. Это математические модели, и их программные или аппаратные системы создаются по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) появилась при изучении процессов, протекающих в мозге. Первой попыткой моделирования таких процессов были нейронные сети У. Маккалока и У. Питтса [3]. После разработки алгоритмов обучения получаемые модели стали

использовать в практических целях: при прогнозировании, для распознавания образов, в задачах управления и др.

ИНС — система соединенных и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Каждый процессор подобной сети работает с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он время от времени посылает другим процессорам. И тем не менее, будучи соединенными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие по отдельности простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи (рис. 1) [4].

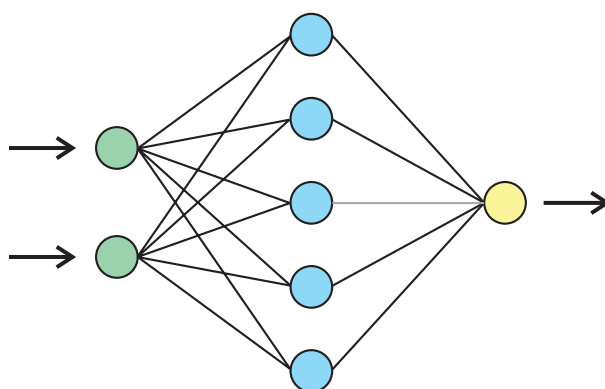


Рис. 1. Простая нейронная сеть:

● — входные нейроны; ● — скрытые нейроны; ● — выходной нейрон

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. Одной из характерных особенностей в процессе обучения является свойство нейронной сети выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, а также выполнять обобщение. Таким образом, в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основе данных, которые отсутствовали в обучающей выборке.

Обучение нейронной сети — это процесс, в котором параметры нейронной сети настраиваются посредством моделирования среды, в которую эта сеть встроена (рис. 2). Тип обучения определяется способом подстройки параметров. Различают алгоритмы обучения с учителем и без учителя. Процесс обучения с учителем представляет собой предъявление сети выборки обучающих примеров. Каждый образец подается на входы сети, затем проходит обработку внутри структуры НС, вычисляется выходной сигнал сети, который сравнивается с соответствующим значением целевого вектора, представля-

ющего собой требуемый выход сети [5]. Затем по определенному правилу вычисляется ошибка и происходит изменение весовых коэффициентов связей внутри сети в зависимости от выбранного алгоритма. Векторы обучающего множества предъявляются последовательно, вычисляются ошибки и веса подстраиваются для каждого вектора до тех пор, пока ошибка по всему обучающему массиву не достигнет приемлемо низкого уровня.

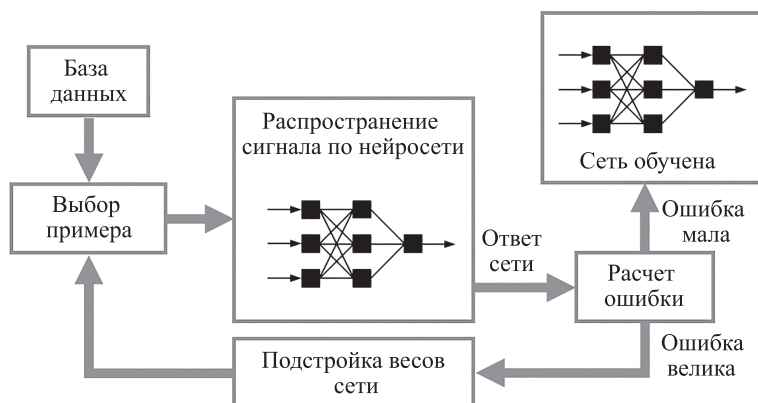


Рис. 2. Процесс обучения нейронной сети

Моделирование производственных процессов во многих случаях является основой для построения сложных систем, применяемых на различных этапах производства [6].

Важным с точки зрения анализа является пример постановки задач моделирования процессов обработки материалов, в частности процессов резания. Они характеризуются высокой сложностью, достаточно большим количеством постоянных и переменных величин, определенных не для всех возможных обрабатывающих систем. Их аналитические модели можно построить только при значительном упрощении. Как следствие, такие модели носят в основном оценочный характер. Таким образом, нейронная сеть в этом случае обучается на основе данных численного или реального эксперимента. В дальнейшем выявленная нейросетевая модель будет использоваться, например, для выбора оптимальных параметров управления процессами в реальном времени, инструмента для обработки материала в зависимости от некоторых начальных условий, а также других целей.

Именно поэтому прогнозирование изменения некоторых параметров или процесса в целом базируется на моделировании процесса (или только некоторых его параметров). В этом случае от математического моделирования наследуются уже упомянутые недостатки применения классических методов [7].

Прогнозирование производственных процессов в машиностроении на основе нейронных сетей позволяет построить модели, максимально адекватные реальности, с помощью которых даже без глубокого понимания всех нюансов взаимодействия переменных и постоянных величин, характеризующих процесс, а также влияния различных факторов, часто носящих произвольный характер, можно достаточно эффективно спрогнозировать поведение отдельных параметров и процесса в целом.

ИНС будут полезными при построении систем управления производственными процессами, планировании операционного цикла, систем диагностики и контроля качества продукции.

Перспективным направлением является разработка технологических справочников и систем-консультантов машиностроителя. В настоящее время используются справочные базы в виде набора табличных данных. На их основе с применением нейронных сетей можно получить аппроксимирующую поверхность возможных справочных значений в некотором многомерном пространстве. Такая поверхность может не только содержать информацию о состояниях объекта, но и описывать его качественные переходы.

Создание систем-консультантов машиностроителя позволит решить поставленную задачу. Обладая базой данных значительного объема, такая система будет способна находить оптимальное решение. Она поможет человеку, обладающему значительным опытом, получить информацию без изучения соответствующей литературы.

Важным является применение нейронных сетей в универсальных системах, которые могли бы накапливать знания и навыки высококвалифицированного работника для последующего их использования при моделировании процессов или передачи другому человеку посредством интеллектуальных тренажеров. Следовательно, в одной системе можно накапливать опыт отдельных людей, рабочих групп, структурных подразделений, предприятий и отраслей.

Использование нейронных сетей в машиностроительной отрасли позволит оптимизировать и прогнозировать производственные процессы, создать системы диагностики и контроля качества машиностроительной продукции. Такие области, как разработка интеллектуальных тренажеров с использованием нейронных сетей, технологических справочников, информационно-консультирующих систем, систем накопления опыта, остаются недостаточно хорошо изученными, однако применение нейронных сетей в этих областях не менее перспективно.

Нейросетевые технологии в машиностроении предоставляют большие возможности для поиска эффективных решений широкого спектра задач.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вакурин А.В., Ковнир В.И. *Российская экономика за 30 лет — путь от преобразований к разочарованиям*. Москва, ИНФРА-М, 2017, 214 с.
- [2] Кузнецова Т.И., Ганина Г.Э., Клементьева С.В. Приоритеты российского машиностроения в свете новой индустриальной революции. *Гуманитарный вестник*, 2017, вып. 1. DOI: 10.18698/2306-8477-2017-01-408
- [3] Маккаллок У.С., Питтс В. *Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности. Автоматы*. Москва, Изд-во иностранной литературы, 1956, с. 363–384.
- [4] Голубев Ю.Ф. *Нейросетевые методы в мехатронике*. Москва, Изд-во Московского университета, 2007, 157 с.
- [5] Кузнецова Т.И., Лобачева Е.Н., Цельсов Н.Ю. Искусственные нейронные сети Т. Кохонена на службе коммерческого банка. *Гуманитарный вестник*, 2016, вып. 2. DOI: 10.18698/2306-8477-2016-2-340
- [6] Кузнецова Т.И. Нейронные технологии в банковской сфере. *РИСК: Ресурсы. Информация, Снабжение. Конкуренция*, 2015, № 2, с. 177–180.
- [7] Кузнецова Т.И., Белоусова О.Н. Использование матричных моделей на машиностроительном предприятии в условиях кризиса. *Гуманитарный вестник*, 2013, вып. 8. DOI: 10.18698/2306-8477-2013-8-100

Статья поступила в редакцию 03.10.2018

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Кузнецова Т.И., Булаев А.В. Нейросетевое моделирование производственных процессов в машиностроительной отрасли. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 11. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-11-566>

Кузнецова Татьяна Ивановна — канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика и бизнес» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 100 научных и учебно-методических работ в области теоретической экономики, финансов и кредита.
e-mail: ibm1@bmstu.ru

Булаев Артем Владимирович — студент кафедры «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Neural simulation of manufacturing processes in engineering industry

© T.I. Kuznetsova, A.V. Bulaev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The paper explores the concepts and structures of neural networks, reveals the features of their application in mechanical engineering, suggests the use of artificial neural networks when constructing control systems by production processes, planning the operational cycle, building diagnosis and product quality control systems.

Keywords: *neural network technologies, artificial neural network, neural network learning process*

REFERENCES

- [1] Vakurin A.V., Kovnir V.I. *Rossiyskaya ekonomika za 30 let — put ot preobrazovaniy k razocharovaniyam* [Russian economy after 30 years — a path from change to disappointment]. Moscow, INFRA-M Publ., 2017, 214 p.
- [2] Kuznetsova T.I., Ganina G.E., Klementieva S.V. *Gumanitarnyy vestnik — Humanities Bulletin of BMSTU*, 2017, no. 1. DOI: 10.18698/2306-8477-2017-01-408
- [3] McCulloch W.S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bull. Math. Biophys.*, 1943, vol. 5, pp. 115–133 [In Russ.: McCulloch W.S., Pitts W. Logicheskoe ischislenie idey, otnosyashchikhsya k nervnoy aktivnosti. *Avtomaty*. Moscow, Izd-vo inostrannoy literatury Publ., 1956, pp. 363–384].
- [4] Golubev U.F. *Neirosetevye metody v mekhatronike* [Neural net methods in mechatronics]. Moscow, MSU Publ., 2007, p. 157.
- [5] Kuznetsova T.I., Lobacheva E.N., Tselsov N.Yu. *Gumanitarnyy vestnik — Humanities Bulletin of BMSTU*, 2016, no. 2. DOI: 10.18698/2306-8477-2016-2-340
- [6] Kuznetsova T.I. *RISK: Resursy. Informatsiya, Snabzhenie. Konkurentsia — RISK: Resources, Information, Supply, Competition*, 2015, no. 2, pp. 177–180.
- [7] Kuznetsova T.I., Belousova O.N. *Gumanitarnyy vestnik — Humanities Bulletin of BMSTU*, 2013, no. 8. DOI: 10.18698/2306-8477-2013-8-100

Kuznetsova T.I. (b. 1957) graduated from Moscow Finance Institute in 1979, Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Professor, Department of Economics and Business, Bauman Moscow State Technical University. Author of over 100 research and educational works in the field of theoretical economics, finance and credit. e-mail: ibm1@bmstu.ru

Bulaev A.V., student, Department of Wheeled Vehicles, Bauman Moscow State Technical University.