

```

СредняяОшибка:= ОшибкаНаВсемОбучаю-
щемМножестве/ОбщееКоличество;
if ОстановитьОбучение then
начало
    ОстановкаОбучения := True;
    Выход();
конец;
конец;
конец;

```

Вывод. Таким образом, обращая внимание на сравнительную простоту представленного псевдокода, можно сделать вывод о том, что программная реализация нейромодулятора является не только наиболее гибкой, но и менее трудоемкой по сравнению с другими вариантами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные концепции нейронных сетей: пер с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.

2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / пер с польского И.Д. Рудинского. М. Финансы и статистика, 2004.
 3. Swingler K. Applying Neural Networks. A practical Guide: пер. Ю.И. Маслосова.
 4. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. пер на русск. язык Ю.А. Зуев, В.А. Точенов. 1992.
 5. Каван Р. Основные концепции нейронных сетей: пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
 6. Крицлов В.А., Чумачкин Ю.В., Кондратьев А.В. Одесский национальный политехнический университет. Институт компьютерных систем. Представление исходных данных в задачах нейросетевого прогнозирования. 2002-2003.
 7. Крицлов В.А., Кондратьев А.В. Одесский национальный политехнический университет. Институт компьютерных систем. Преобразование входных данных нейросети с целью улучшения их различимости. 2002-2003.

Поступила в редакцию 17 октября 2006 г.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ОБРАЗОВ ПРИ ПОМОЩИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ЖЕСТКИМ ЯДРОМ

© В.В. Максимушкин

Maksimushkin V.V. The solution of the problem of images classification by artificial neuron networks with hard core.

Классификация образов является одной из задач, успешно решаемых с помощью искусственных нейронных сетей (ИНС). Сравним время, которое потребуется для решения подобной задачи при использовании ИНС классической структуры и ИНС с жестким ядром.

Решим следующую тестовую задачу. Дано три класса объектов, заданных своими координатами на плоскости. Надо построить искусственную нейронную сеть для классификации объектов каждого класса. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Обучающая выборка для задачи классификации

Координаты		Класс	Числовой идентификатор
x	y		
2	6,2	A	0,1
2	5,8	A	0,1
1,5	6	A	0,1
2	5,5	A	0,1
1	6	A	0,1
1,5	6,5	A	0,1
8	6	B	0,5
7	6,7	B	0,5
8,5	7	B	0,5
7,7	7,3	B	0,5
8	6,8	B	0,5
8	6	B	0,5
8,5	6,5	B	0,5
7	5,5	B	0,5
7	6	B	0,5
8,2	6,5	B	0,5
8,2	5,5	B	0,5
4	6	C	0,9
5	5,9	C	0,9
4,5	6,3	C	0,9
4	5,7	C	0,9
3,9	6,4	C	0,9
4,9	7,1	C	0,9
3,6	5,3	C	0,9
5,7	6	C	0,9

На рис. 1 показана диаграмма, построенная по табл. 1. Создадим две ИНС: одну сеть классической структуры и сеть с жестким ядром.

ИНС классической структуры имела следующую топологию: 2 входа, 10 нейронов в скрытом слое и один выход. Было проведено 10 экспериментов. Среднее время обучения классической ИНС составило 16 минут 48 секунд.

При обучении ИНС с жестким ядром были использован следующий алгоритм: было создано три жестких ядра, каждое из которых классифицировало один класс от остальных.

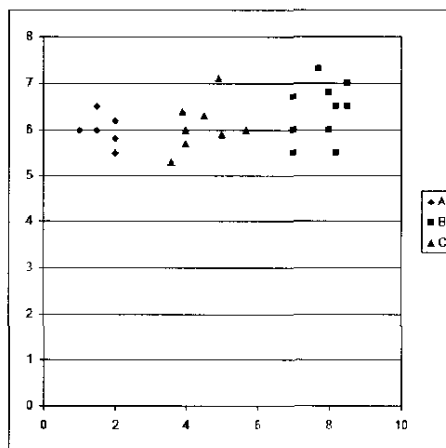


Рис. 1. Точечная диаграмма для задачи классификации

В результате серии экспериментов среднее время обучения ИНС с жестким ядром составило 11 минут 3 секунды, что в 1,52 раза меньше, чем время обучения ИНС классической структуры.

Этим экспериментом мы подтвердили, что время обучения ИНС с жестким ядром меньше, чем время

обучения ИНС классической структуры и при решении задачи классификации образов.

Поступила в редакцию 17 октября 2006 г.

ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ СТРУКТУРА ЛОГИЧЕСКОГО НЕЙРОНА

© А.В. Елатомцев

Elatomtsev A.V. Proposed structure of a logic neuron.

Работа биологической нейронной сети не до конца изучена, и даже в работе отдельных биологических нейронов остается много неясных вопросов. Такие пробелы в знаниях делают пока невозможным создание точной математической копии биологической нейронной сети. Поэтому под термином «Нейронная сеть» обычно следует понимать сеть динамически связанных между собой объектов, которые моделируют только два, но зато основных свойства реального (биологического) нейрона – его способность находиться в двух состояниях: состоянии спокойствия и состоянии возбуждения и способность проводить возбуждение в возбужденном состоянии. Свойства и процессы, происходящие в нейроне, можно смоделировать, используя аппарат современной алгебры, как это делается в большинстве искусственных сетей, но есть и другой способ. Так как нейрон, может находиться только в двух состояниях (активен и неактивен), то становится возможным использование функций алгебры логики для создания структуры, похожей по своим свойствам на биологический нейрон. Сети, построенные из таких «логических» нейронов, существуют и прекрасно используются для решения некоторых задач нейроинформатики, таких как:

- понимания смысла текста;
- извлечение знаний;
- моделирование чувственной сферы сознания

и т. д.

Однако эти структуры очень разнообразны по своему строению и принципу настройки, что делает невозможным создание универсальных алгоритмов для работы с этими сетями. Ниже приведены теоретические разработки, цель которых создать сеть для настройки, которой используются логические функции.

Любая логическая функция, за исключением инверсии, это функция от двух переменных, где переменные могут принимать значение 0 или 1. Таким образом, можно создать некий объект, который будет иметь два входа, а на выходе выдавать результат заданной логической операции над полученными с входов значениями (рис. 1).

Если поэкспериментировать с различными величинами на входах и логическими функциями, то мы увидим, что при одних комбинациях на выходе будет 1 (нейрон активирован), а при других 0 (нейрон не активирован).

Очевидно что, хотя наша модель еще очень проста, ее уже можно назвать искусственным нейроном. Но при попытке создать сеть из таких объектов начинают возникать некоторые трудности, например, если сеть состоит более чем из одного слоя, и в каждом слое более двух нейронов, становится невозможным соблюдение принципа, согласно которому все выходы нейронов одного слоя должны соединяться с входами всех нейронов следующего слоя. Для соблюдения этого принципа необходима модель, способная обрабатывать информацию более чем с двух входов. Эту проблему можно решить, создав некую структуру из имеющихся у нас объектов (рис. 2).



Рис. 1. Простейший логический элемент

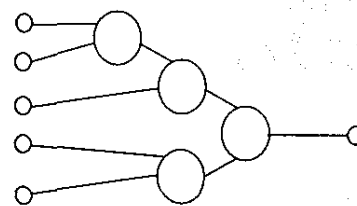


Рис. 2. Сеть из простейших логических элементов

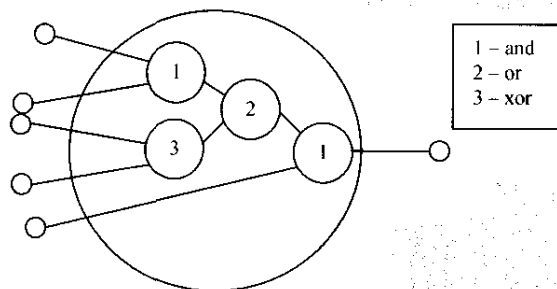


Рис. 3. Искусственный нейрон