

УДК 004.032.26

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДНОЙ СЕТИ КОХОНЕНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ

Федотов Д. А., Солдатова О. П.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Целью работы является исследование эффективности использования различных моделей нейронных сетей персептронного типа - классического многослойного персептрона и гибридной сети Кохонена, для решения задачи классификации.

Задача классификации предполагает построение алгоритма, способного классифицировать произвольный объект из исходного множества. Наиболее часто для решения задачи классификации используется многослойный персептрон, основными достоинствами которого являются простота в использовании, гарантированное получение ответа после прохода данных по слоям, хорошо апробированные и широко применяемые алгоритмы обучения, способность моделирования функции любой сложности. Обучение многослойного персептрона осуществляется по алгоритму обратного распространения ошибки. При обучении сети данным алгоритмом ставится задача минимизации функции ошибки в виде квадратичной суммы разностей между фактическим и ожидаемым значениями выходных сигналов. Формула вычисления функции ошибки обучения многослойного персептрона для  $P$  обучающих выборок:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^P \sum_{s=1}^M (y_s^{(t)} - d_s^{(t)})^2$$

В процессе обучения сети происходит уточнение весов каждого нейрона. Целью обучения является определение весов нейронов каждого слоя сети, чтобы при заданном входном векторе получить на выходе значения сигналов  $y_s$ , совпадающее с требуемой точностью с ожидаемыми значениями  $d_s$ , при  $s = 1, 2, \dots, M$ .

Выходной сигнал многослойного персептрона можно представить формулой:

$$y_s = f \left( \sum_{i=0}^K w_{si}^{(2)} v_i \right) = f \left( \sum_{i=0}^K w_{si}^{(2)} f \left( \sum_{j=0}^N w_{ij}^{(1)} x_j \right) \right)$$

Повысить точность классификации позволяет предварительная кластеризация выборки входных векторов с помощью нейронной сети Кохонена, которая соединяется с многослойным персептроном. Нейроны в сети Кохонена избирательно настраиваются на различные входные векторы или классы входных векторов, при этом происходит естественное расслоение нейронов на различные группы. Обычно в сети Кохонена нейроны помещаются в узлах одно- или двухмерной решетки.

Обучение нейронной сети Кохонена происходит по алгоритму WTA (Winner Takes All – победитель получает все). Цель обучения состоит в упорядочивании нейронов, которое минимизирует отклонение вектора весов от входного вектора  $x$ . При  $p$  входных векторах эта погрешность в евклидовой метрике выражается в виде:

$$E_q = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^p \|x_i - w_{w(t)}\|^2$$

где  $w_{w(t)}$  – это веса нейрона-победителя при предъявлении вектора  $x_i$ .

После предъявления вектора  $x$  рассчитывается активность каждого нейрона сети. Победителем считается нейрон с минимальным евклидовым расстоянием между

входным вектором и вектором весов нейрона. Веса нейрона-победителя уточняются в направлении вектора  $x$  по правилу:

$$w_w(t + 1) = w_w(t) + \eta(x - w_w(t))$$

Веса остальных нейронов уточнению не подлежат.

В ходе исследовательской работы была разработана автоматизированная система, моделирующая работу многослойного персептрона и гибридной сети Кохонена. Тестирование моделей нейронных сетей проводилось на задачах классификации ирисов Фишера, итальянских вин и заболеваний сердца [1].

Результаты исследований представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1. Результаты решения задачи классификации ирисов

Тип сети	Размер выборки	Число нейронов	СКО погрешности обучения	Ошибка классификации
Многослойный персептрон	150	43	0,174	0,017
Гибридная сеть Кохонена	150	68	0,046	0

Таблица 2. Результаты решения задачи классификации вин

Тип сети	Размер выборки	Число нейронов	СКО погрешности обучения	Ошибка классификации
Многослойный персептрон	178	43	0,086	0,138
Гибридная сеть Кохонена	178	239	0,026	0,034

Таблица 3. Результаты решения задачи классификации заболеваний сердца

Тип сети	Размер выборки	Число нейронов	СКО погрешности обучения	Ошибка классификации
Многослойный персептрон	270	42	0,365	0,167
Гибридная сеть Кохонена	270	238	0,230	0,053

#### Библиографический список

1. UCI Machine Learning Repository [Электронный ресурс]. –<http://archive.ics.uci.edu/ml> (дата обращения: 28.04.2017).