

УДК 004.896, 004.942

**РАСПОЗНАВАНИЕ ЖЕСТОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Ярыгина Е. А., Лёзин И. А.

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

Адаптация глухонемых людей к жизни в обществе всегда являлась актуальной проблемой. К сожалению, не многие способны понять речь человека с ограниченными возможностями. Традиционные визуальные методы распознавания жестов все еще недостаточно точны для использования в реальных приложениях.

В данном исследовании была поставлена задача распознавания алфавита английского языка с помощью нейронной сети, на вход которой подаются значения с датчиков браслета Useeband 1.0, представленного на рисунке 1.



Рис. 1. Браслет Useeband 1.0

Браслет имеет 8 датчиков расстояния Proximity Sensor, способных распознавать расстояния от 0,5 см до 10 см. Значения с датчиков передаются через USB порт на частоте 10 Гц и представляют собой число из диапазона 0-255. Для классификации данных, считанных с датчиков, использовалась нейронная сеть MLP (многослойный перцептрон) [1]. Каждый нейрон в сети имеет функцию активации. Функция активации – функция, вычисляющая выходной сигнал искусственного нейрона. В качестве аргумента принимает сигнал, получаемый на выходе входного сумматора [2].

В сети распознавания жестов использовались следующие функции активации:

– Сигмоидальная:  $y = \frac{1}{1+e^{-ax}}$ ;

– Биполярная сигмоидальная (гиперболический тангенс):  $y = \frac{2}{1+e^{-ax}} - 1$ ;

– Радиально-базисная:  $y = e^{-\frac{x^2}{\alpha^2}}$ ;

– ReLU:  $y = \max(ax, x)$ ;

– Rectifier:  $y = \ln(1 + e^x)$ ;

– SoftMax:  $y_i = \frac{e^{x_i}}{\sum_{j=1}^k e^{x_j}}$ , где  $j$  – количество нейронов на текущем слое, а  $i$  –

текущий нейрон.

Для обучения сети использовался алгоритм обратного распространения ошибки. Алгоритм обратного распространения ошибки:

1. Инициализировать синаптические веса маленькими случайными значениями.
2. Выбрать очередную обучающую пару из обучающего множества; подать входной вектор на вход сети.
3. Вычислить выход сети.
4. Вычислить разность между выходом сети и требуемым выходом (целевым вектором обучающей пары):

– для выходного слоя:  $\delta_k = (t_k - o_k) o'_k(o_k)$ , где  $o_k$  – выход  $k$ -го узла, а  $t_k$  – эталонный выход  $k$ -го узла ;

– для всех слоев, начиная с предпоследнего:  
 $\delta_j = o'_j(o_k) \sum_{k \in K} \delta_k \omega_{j,k}$ .

1. Подкорректировать веса сети для минимизации ошибки:  
 $\Delta \omega_{i,j}(n) = \eta(\alpha \Delta \omega_{i,j}(n-1) + (1-\alpha) \delta_j \text{inp}_j)$ , где  $\alpha$  – коэффициент инерциальности для сглаживания резких скачков при перемещении по поверхности целевой функции,  $\eta$  – коэффициент, задающий скорость «движения», а  $\text{inp}_j$  – вход нейрона;

$$\omega_{i,j}(n) = \omega_{i,j}(n-1) + \Delta \omega_{i,j}(n).$$

2. Повторять шаги с 2 по 5 для каждого вектора обучающего множества до тех пор, пока ошибка на всем множестве не достигнет приемлемого уровня.

Условием останова обучения может быть следующее:

– выполнено необходимое число итераций;  
 – достигнуто необходимое значение целевой функции (среднего квадратического отклонения):  $E = \frac{1}{2} \sum_j (t_j - o_j)$ ;

– распознано необходимое число тестов.

Для достижения лучшего результата после каждой эпохи обучения выполнялся тест, после чего значение «шага»  $\eta$  уменьшалось в соответствии со следующим выражением:  $\eta_{new} = \eta * \left(1 - \frac{p}{100\%}\right)$ , где  $p$  – процент верно распознанных с тестов. Так же для улучшения результата было принято решение нормализовать данные с датчиков перед обучением.

Минимум погрешности классификации был получен для сети с 30 нейронами с сигмоидальной функцией активации и  $\alpha=2$  на первом скрытом слое и 30 нейронами с функцией активации SoftMax на следующем слое. Начальная «скорость обучения» 0,7. В тестовую выборку было случайным образом отобрано 20% из 8000 образов. Успешно было распознано 79% образов. Обучение проводилось до достижения необходимого значения целевой функции. Процент распознавания обусловлен точностью распознавания похожих жестов данным браслетом и сильной корреляцией между собой.

#### Библиографический список

1. Искусственная нейронная сеть [Электронный ресурс] – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная\\_нейронная\\_сеть](https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть)
2. Функции активации в нейронных сетях [Электронный ресурс] – <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/activation-function.html>