

Лекция по дисциплине «Нейронные сети»

Лекция 1.8 Модели нейронов – 1 час.

Цель: - Рассмотреть основные понятия моделей нейронов;

План: - Нейроны Хебба.

- Звезды Гроссберга

В своих исследованиях Д. Хебб рассматривал стандартную модель нейрона, структура которой показана на рисунке П.3.8.

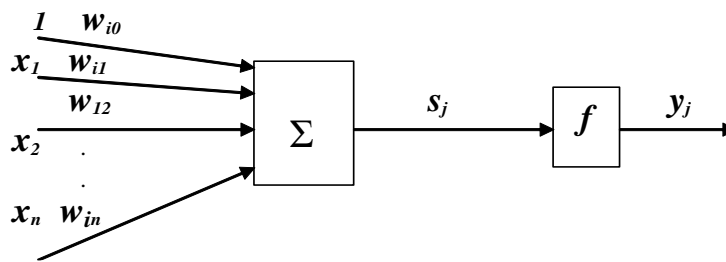


Рисунок П.3.8. Структура стандартной модели нейрона.

Он заметил, что связь между двумя нейронами усиливается, если оба нейрона становятся активными в один и тот же момент времени. Если j -й нейрон с выходным сигналом y_j связан с i -м нейроном, имеющим выходной сигнал y_i , связью с весом w_{ij} , то на силу связи этих клеток влияют значения выходных сигналов y_i и y_j . Для моделирования этого процесса Д. Хебб предложил формальное правило, в котором вес нейрона w_{ij} изменяется пропорционально произведению его входного и выходного сигналов:

$$\Delta w_{ij} = \eta y_j y_i,$$

где η – коэффициент обучения, значение которого лежит в интервале (0, 1).

Обучение нейрона по правилу Хебба может проводиться как с учителем, так и без него. Во втором случае в правиле Хебба используется фактическое значение y_i выходного сигнала нейрона. При обучении с учителем вместо значения выходного сигнала y_i используется ожидаемая от этого нейрона реакция d_i . В этом случае правило Хебба записывается в виде:

$$\Delta w_{ij} = \eta y_j d_i$$

В результате применения правила Хебба веса w_{ij} могут принимать произвольно большие значения, поскольку в каждом цикле обучения происходит суммирование текущего значения веса и его приращения Δw_{ij} :

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \Delta w_{ij}$$

Один из способов стабилизации процесса обучения по правилу Хебба состоит в учете последнего значения w_{ij} , уменьшенного на коэффициент забывания γ .

При этом правило Хебба имеет вид:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t)(1-\gamma) + \Delta w_{ij}$$

Значение коэффициента забывания γ выбирается из интервала $(0, 1)$ и составляет некоторый процент от коэффициента обучения η . Применение больших значений γ приводит к тому, что нейрон забывает значительную часть того, чему он обучился в прошлом. Рекомендуемые значения коэффициента забывания – $\gamma < 0,1\eta$, при которых нейрон сохраняет большую часть информации, накопленной в процессе обучения, и получает возможность стабилизировать значения весов на определенном уровне.

Правило Хебба может применяться для нейронных сетей различных типов с разнообразными функциями активации моделей отдельных нейронов.

Звезды Гроссберга

В этом параграфе рассмотрены звезды Гроссберга, обсуждены их возможности, предложены задания и сформулированы вопросы. При подготовке учебного материала данного параграфа были использованы источники [1-9].

Звезды Гроссберга являются моделью отдельных участков биологического мозга и относятся к нестандартной модели искусственного нейрона. Они используются как компоненты нейронных сетей для решения задач распознавания образов.

Нейрон в форме **входная звезда** – Input Star (Instar) имеет n входов, которым соответствуют веса синаптических связей, и один выход y . Структура входной звезды приведена на рисунке П.3.9.1.

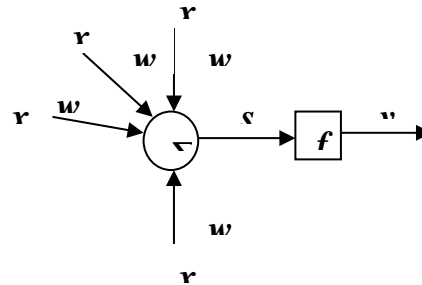


Рисунок П.3.9.1. Входная звезда

Входная звезда обучается выдавать сигнал на выходе всякий раз, когда на входы поступает определенный вектор, т.е. она является своего рода детектором состояния входов и реагирует только на свой входной вектор. На выходе нейрона формируется взвешенная сумма ее входов, представляющая свертку входного вектора с весовым вектором, и в соответствии с функцией активации вырабатывается выходной сигнал :

$$y = f(s) = f(W \cdot X) = f\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i\right) ,$$

где $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – входной вектор; $W=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ – весовой вектор, y – выходной сигнал.

Часто в Instar применяется линейная форма функции активации, и тогда $y=s$. Обучение Instar – подбор весов w_{ij} производится по правилу Гроссберга, в соответствии с которым:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta y_i (x_j - w_{ij}(t))$$

где $\eta \in (0,1)$ – коэффициент обучения.

Входные данные, представляемые в виде вектора x , выражены чаще всего в нормализованной форме, в которой $|x|=1$. Нормализация компонентов вектора x выполняется по формуле:

$$x_j^* = \frac{x_j}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}}$$

Результаты обучения по методу Гроссберга в значительной степени зависят от коэффициента обучения η . При выборе $\eta = 1$ веса w_{ij} становятся равными значениям x_j уже после первой итерации. Ввод очередного входного вектора x вызовет адаптацию весов к новому вектору и абсолютное «забывание» предыдущих значений. Выбор $\eta < 1$ приводит к тому, что в результате обучения весов синаптических связей w_{ij} принимают усредненные значения обучающих векторов x .

Входная звезда обладает возможностью реагировать на незначительные изменения единичного вектора. Это достигается настройкой весов в процессе обучения таким образом, чтобы усреднить величины обучающих векторов, с целью реакции на любой вектор этого класса.

Нейрон в форме **выходной звезды** – Output Star (Outstar) имеет один вход и m выходов с весами.

Выходная звезда выполняет противоположную функцию по отношению входной звезды – при поступлении сигнала на вход выдается определенный выходной вектор с весами:

$$\sum_{i=1}^n y_i w_i = Y \cdot W = x ,$$

где x – входной сигнал; $Y=(y_1, y_2, \dots, y_m)$ – выходной вектор; $W=(w_1, w_2, \dots, w_m)$ – весовой вектор, которому в начале присваивается вектор случайных значений из интервала $(0,1)$.

Структура выходной звезды приведена на рисунке П.3.9.2.

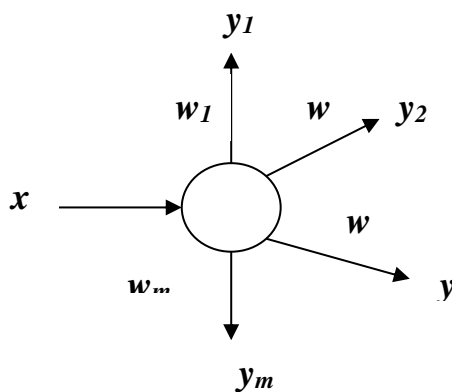


Рисунок П.3.9.2. Выходная звезда

Обучение Outstar по правилам Гроссберга представлено следующим выражением:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta(y_i - w_{ij}(t)) ,$$

где $w_i(t)$ и $w_i(t+1)$ – веса i -й звезды на t -м и $(t+1)$ -м шаге обучения, соответственно; η – нормирующий коэффициент обучения, который в начале приблизительно равен 1 и постепенно уменьшается до нуля в процессе обучения.

Особенностью нейронов в форме звезды Гроссберга является избирательность памяти. Каждый нейрон в форме входной звезды помнит «свой» относящийся к нему образ и игнорирует остальные. Каждой выходной звезде соответствует некоторая конкретная командная функция. Образ памяти связывается с определенным нейроном, а не возникает вследствие взаимодействия между нейронами в сети.

Входные и выходные звезды могут соединяться между собой в НС любой сложности и использоваться в отдельности во многих нейронных сетях. В частности, конфигурации входных и выходных звезд Гроссберга используются для создания иерархических нейронных сетей.

Вопросы.

1. Чем являются звезды, предложенные Гроссбергом для биологического мозга?
2. Как используются звезды Гроссберга для решения задач распознавания образов?
3. Когда входная звезда является детектором состояния входов и реагирует только на свой входной вектор?