

Обзор нейронной сети Хемминга

Золотин Игорь Андреевич

магистрант,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Московский технологический университет,
г. Москва

E-mail: goldin7777@gmail.com

Аннотация

В данной работе представлен краткий обзор нейронной сети Хемминга.

Ключевые слова

Нейрон, слой, обратная связь, классификация, образ.

Введение

Нейронные сети Хемминга можно использовать для реализации ассоциативной памяти в тех случаях, когда нет необходимости, чтобы сеть выдавала на выходе образ в явном виде, а достаточно только его номер (или код). По сравнению с сетью Хопфилда сеть Хемминга имеет меньшие затраты на память и объем требуемых вычислений.

Основная часть

Нейронная сеть Хемминга состоит из двух слоев, каждый из которых содержит число нейронов M , равное числу хранящихся образов. Нейроны первого слоя имеют N связей, соединенными со входами сети (образующими фиктивный нулевой слой). Нейроны второго слоя связаны между собой отрицательными обратными связями. Единственную положительную обратную связь каждый нейрон имеет с собственным выходом.

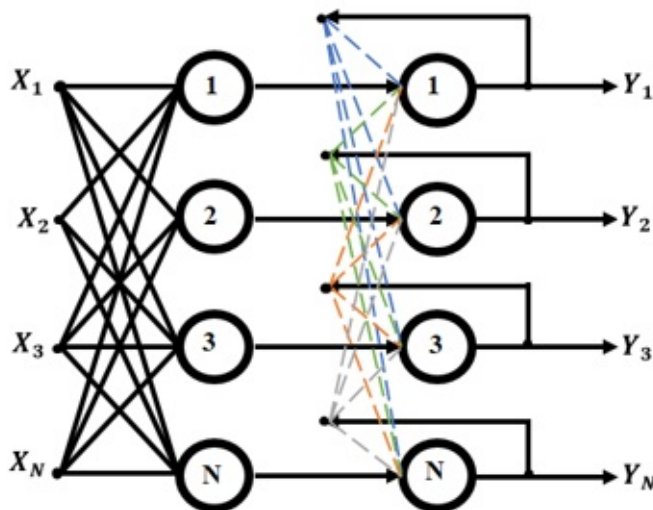


Рис. 1. Сеть Хемминга

Искусственная нейронная сеть Хэмминга используется для решения задач классификации бинарных входных векторов. В основе ее работы лежат процедуры, направленные на выбор в качестве решения задачи классификации одного из эталонных образов, наиболее близкого к поданному на вход сети зашумленному входному образу, и отнесение данного образа к соответствующему классу. Для оценки меры близости к каждому классу используется критерий, учитывающий расстояние Хэмминга — количество различающихся переменных у зашумленного

и эталонного входных образов.

На стадии обучения выполняется следующая последовательность действий:

1. Формируется матрица эталонных образов \bar{X} размера $K \times M$ (см. таб. 1)

№ образа	№ входной бинарной переменной					
	1	2	...	j	...	K
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1j}	...	X_{1M}
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2M}
...
j	X_{j1}	X_{j2}	...	X_{ji}	...	X_{jM}
...
K	X_{k1}	X_{k2}	...	X_{ki}	...	X_{kM}

Таб. 1. Матрица эталонных образов нейронной сети Хемминга

2. Рассчитывается матрица весовых коэффициентов нейронов первого слоя:

$$w_{ij} = \frac{1}{2} x_{ij}$$

3. Определяются настройки активационной функции:

$$f = \begin{cases} 0, & s \leq 0; \\ s, & 0 < s \leq T; \\ T, & s \geq T; \end{cases} \quad T = \frac{M}{2};$$

4. Задаются значения синапсов обратных связей нейронов второго слоя в виде элементов квадратной матрицы размера $K \times K$:

$$\varepsilon = \begin{cases} 1, & j = p; \\ -\varepsilon, & j \neq p; \end{cases} \quad \forall \varepsilon \in (0, \frac{1}{K}]$$

5. Устанавливается максимально допустимое значение нормы разности выходных векторов на двух последовательных итерациях E_{\max} , требующееся для оценки стабилизации решения. Обычно достаточно принимать $E_{\max} = 0,1$.

Для тестирования настроенной сети используем два зашумленных графических образа, показанных на рис. 2.

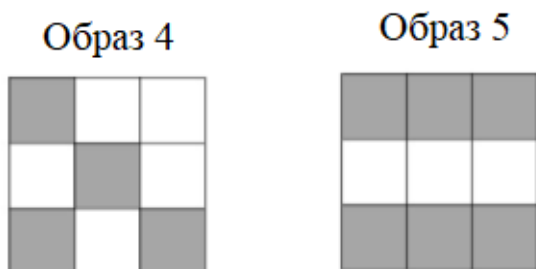


Рис 2. Тестовые образы для обученной сети Хемминга

Сигналы нейронной сети Хемминга, получаемые на протяжении полного цикла расчета при подаче тестового образа 4 на ее входы, представлены в таб.2.

Номер итерации	Вектор состояний			Вектор выходов			$\ \bar{y}^{(q+1)} - \bar{y}^{(q)}\ $
	$s_{21}^{(q)}$	$s_{22}^{(q)}$	$s_{23}^{(q)}$	$y_{21}^{(q)}$	$y_{22}^{(q)}$	$y_{23}^{(q)}$	
1	8,00	2,00	3,00	4,50	2,00	3,00	–
2	3,00	–0,25	1,05	3,00	0,00	1,05	10,05
3	2,69	–1,22	0,15	2,69	0,00	0,15	0,91
4	2,64	–0,85	–0,66	2,64	0,00	0,00	0,02

Таб.2. Изменение сигналов в сети Хемминга при подаче на входы образа 4

Как видно из таблицы 2, критерий остановки цикла возврата сигнала по обратным связям выполнен после 4-й итерации. Положительное выходное значение 1-го нейрона указывает на то, что зашумленный входной образ следует отнести к 1-му классу.

Номер итерации	Вектор состояний			Вектор выходов			$\ \bar{y}^{(q+1)} - \bar{y}^{(q)}\ $
	$s_{21}^{(q)}$	$s_{22}^{(q)}$	$s_{23}^{(q)}$	$y_{21}^{(q)}$	$y_{22}^{(q)}$	$y_{23}^{(q)}$	
1	6,00	2,00	7,00	4,50	2,00	4,50	–
2	2,55	–0,70	2,55	2,55	0,00	2,55	11,61
3	1,79	–1,53	1,79	1,79	0,00	1,79	1,17
4	1,25	–1,07	1,25	1,25	0,00	1,25	0,57
5	0,87	–0,75	0,87	0,87	0,00	0,87	0,28
6	0,61	–0,52	0,61	0,61	0,00	0,61	0,14
7	0,43	–0,37	0,43	0,43	0,00	0,43	0,07

Таб. 3. Изменение сигналов в сети Хемминга при подаче на входы образа 5

В этом случае критерий остановки был выполнен после 7-й итерации, однако уже на 2-й итерации стало понятно, что сеть Хемминга не может отдать предпочтение 1-му и 3-му классам при отнесении входного зашумленного образа 5. В условиях малого количества входных характеристик следует сделать вывод, скорее, о том, что сеть вовсе не смогла классифицировать образ, чем о том, что она в равной степени отнесла его к двум классам.

Список литературы

1. Jesse Russell Искусственная нейронная сеть / Jesse Russell. — М.: VSD, 2012. — 265 с.
2. Потапов А.А. Новейшие методы обработки изображений// С. Никитов, Ю. Гуляев. — ФИЗМАТЛИТ. 2008, 496 стр.
3. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика — М.: Горячая линия, 2002.

