Лекция по дисциплине «Нейронные сети»

Лекция 1.4 Функции активации – 1 час

Цель: - Рассмотреть основные понятия функции активации**;**

План: - Сигмоидальные функции активации.

- Пилообразные функции активации

В настоящее время сигмоидальные функции активации являются одними из самых часто используемых функций активации. Введение функций сигмоидального типа было обусловлено ограниченностью нейронных сетей с пороговой функцией активации нейронов.–При такой функции активации любой из выходов сети равен либо нулю, либо единице, что ограничивает использование сетей в задачах, не относящихся к задачам классификации. Использование сигмоидальных функций позволило перейти от бинарных (цифровых) выходов нейрона к действительным (аналоговым). Функции активации такого типа, как правило, присущи нейронам, находящимся во внутренних слоях нейронной сети.

Сигмоидальные функции активации вырабатывают непрерывный выходной сигнал, значения которого лежат в интервале (a, b), и формируют график в форме сигмоида (S-образной кривой).

Сигмоидальные функции активации подразделяются на *смещенные сигмоидальные функции активации*, *симметричные сигмоидальные функции активации* и *рациональные сигмоидальные функции активации.*

Смещенная сигмоидальная функция активации представляется следующим выражением:

$$f(s) = \frac{1}{1+e^{-\alpha s}}$$

где α – это параметр функции, определяющий крутизну. Когда α стремится к бесконечности, функция вырождается в пороговую функцию. При α=0 сигмоидальная функция вырождается в постоянную функцию со значением 0,5.

Смещенная сигмоидальная функция иногда называется *логистической функцией активации*.

У логистической функции активации областью определения является $D(f)=(-\infty,+\infty)$, а областью значений – $E(f)$ $=(0,\ 1)$. График логистической функции активации представлен на рисунке II.2.5.1.

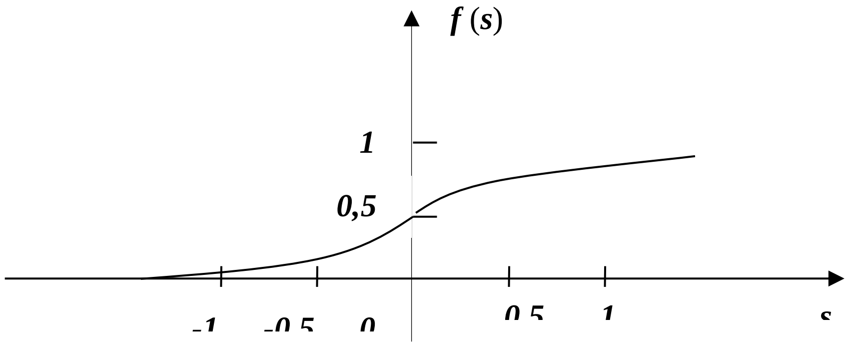

Рисунок II.2.5.1. График логистической функции активации.

Логистическая функция дифференцируема на всей оси абсцисс и имеет очень простую производную:

$$f'(s) = \alpha f(s)(1 - f(s))$$

То, что производная логистической функции может быть выражена через её значение облегчает её использование при обучении нейронной сети по алгоритму обратного распространения. Особенностью нейронов с такой передаточной характеристикой является то, что они усиливают сильные сигналы существенно меньше, чем слабые, поскольку области сильных сигналов соответствуют пологим участкам характеристики. Это позволяет предотвратить насыщение, происходящее из-за больших сигналов.

Симметричная сигмоидальная функция активации представляется выражением гиперболического тангенса:

$$f(s) = \frac{e^{s} - e^{-s}}{e^{s} - e^{-s}} = \frac{e^{2s} - 1}{e^{2s} + 1}.$$

Симметричная сигмоидальная функция иногда называется *гиперболической функцией активации* (*гиперболический тангенс*).

У гиперболического тангенса активации областью определения является $D(f)=(-\infty,+\infty)$, а областью значений – $E(f)=(-1, 1)$.

График гиперболической функции активации показан на рисунке II.2.5.2.

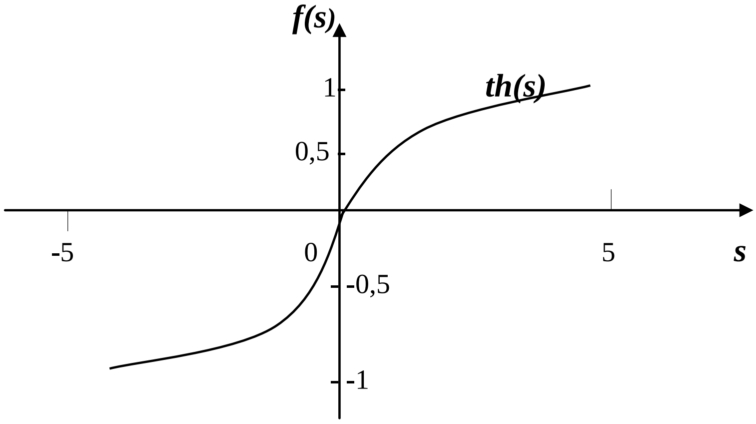

Рисунок II.2.5.2. График гиперболической функции активации.

Гиперболическая функция активации симметрична относительно начала координат, и в точке $s = 0$ значение выходного сигнала $y = f(s)$ равно нулю.

Производная гиперболического тангенса вычисляется так:

$$f'(s)=th(s)=\frac{1}{ch^2(s)}.$$

В отличие от логистической функции, гиперболическая функция принимает значения различных знаков, и это его свойство применяется для целого ряда сетей. Идеально подходит для пользовательской настройки многослойных персептронов.

Рациональная сигмоидальная функция (упрощенная сигмоида) относится к классу сигмоидальных функций активации и имеет вид:

$$f(s)=\frac{s}{k+|s|}, \quad k>0,$$

У рациональной сигмоидальной функции активации область определения есть $D(f)=(-\infty,+\infty)$, а областью значений – $E(f) = (-1, 1)$, $k>0$ – параметр наклона сигмоидальной функции активации, изменяя этот параметр, можно построить функции с различной крутизной. График рациональной сигмоидальной функции активации представлен на рисунке II.2.5.3.

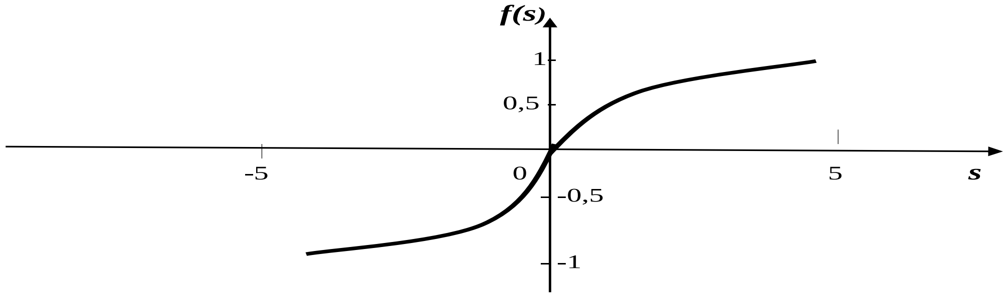

Рисунок II.2.5.3. График рациональной сигмоидальной функции активации.

пространстве исследуемых объектов области сложной формы, в том числе невыпуклые и несвязанные.

II.2.1. Пилообразные функции активации

В этом параграфе будут рассмотрены пилообразные функции активации, предложены задания и сформулированы вопросы. При подготовке учебного материала данного параграфа были использованы следующие источники [1-9].

Пилообразная функция активации является кусочно-линейным вариантом сигмоидальной функции и вырабатывает значения, промежуточные между двумя симметричными предельными значениями a и b.

Пилообразные функции активации подразделяются на *смещенные пилообразные функции активации* и *на симметричные пилообразные функции активации*.

Смещенная пилообразная функция представляется выражением:

$$f(s)=\begin{cases} 1, & \text{если} \quad s\geq 1 \\ s, & \text{если} \quad 0<s<1 \\ 0, & \text{если} \quad s\leq -1 \end{cases}$$

У смещенной пилообразной функции активации область определения есть $D(f)$ =(–∞,+∞), а область значений – $E(f)$ =(0, 1).

График пилообразной функции активации представлен на рисунке II.2.6.1.

Симметричная пилообразная функция активации представляется следующим выражением:

$$f(s)=\begin{cases} 1, & \text{если} \quad s\geq 1 \\ s, & \text{если} \quad -1<s<1 \\ -1, & \text{если} \quad s\leq -1 \end{cases}$$

У симметричной пилообразной функции активации область определения есть $D(f)$ =(–∞,+∞), а область значений – $E(f)$ = (–1,1).

II.2.6. Вопросы:

1. Какая связь имеется между сигмоидальной функцией и пилообразной функцией активации?
2. Что является областью значений у смещенной сигмоидальной функции активации?
3. В чем разница между смещенной и симметричной сигмоидальной функциями активации?