3) evaluate - получает на вход тестовую выборку вместе с метками для нее.

Пример: score = model.evaluate(x_test, y_test, batch_size=batch_size)

Здесь x_test – тестовая выборка; y_test- метки; batch_size – количество обучающих образцов, обрабатываемых одновременно за одну итерацию алгоритма.

Результат работы программы после обучения на тестовых данных (CIFAR-10) составляет 76.29% (верных ответов).

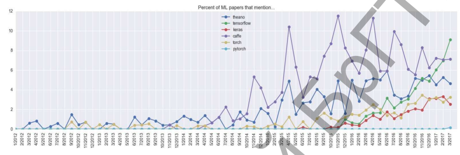

Рисунок 3 – График

Достоинства Keras: удобство и простота использования, модульность, простота модификации, отсутствие отдельных файлов конфигурации. Keras становится все более и более популярным (см рисунок 3).

Список цитированных источников

1. Головко, В.А. Семантическое кодирование на основе глубоких автоассоциативных нейронных сетей / В.А. Головко, А.А. Крощенко, М.В. Хацкевич // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: Материалы VI Международной научно-технической конференции (Open Semantic Technologies for Intelligent Systems). – Минск : БГУИР, 2016. – с. 313–318.
2. Головко, В.А. Теория глубокого обучения : конвенциальный и новый подход / В.А.Головко, А.А. Крощенко, М.В. Хацкевич // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2016. – № 5(101): Физика, математика, информатика. – С. 7 – 15.

УДК 004.032.26

КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИЙ АКТИВАЦИИ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ

Юхимук Т.Ю.
Брестский государственный технический университет, г. Брест
Научный руководитель: Махнист Л.П., к. т. н., доцент

Всякая нейронная сеть принимает на входе и выдает на выходе числовые значения. Взвешенная сумма S – сумма входных сигналов, умноженная на соответствующие им веса. Функция активации *F*(*S*), принимающая взвешенную сумму как аргумент, для каждого элемента сети обычно выбирается таким образом, чтобы ее входной аргумент мог принимать произвольные значения, а выходные значения лежали бы в строго ограниченном диапазоне. Рассмотрим наиболее известные функции активации, а также укажем их производные первого и второго порядка.

Условно все функции активации можно разделить на три группы:

1) функции с неограниченной областью значений;

2) функции, обладающие свойствами плотности распределения случайных величин и полученные из них с помощью некоторых преобразований или предельного перехода;

3) функции, обладающие свойствами функций распределения случайных величин и полученные из них с помощью некоторых преобразований или предельного перехода.

К первой группе относятся следующие функции:

– линейная функция с областью значений $E(F) = (-\infty; +\infty)$:

$$F(S) = cS,\ F'(S) = c,\ F''(S) = 0;$$

– обратная гиперболическая функция ареасинус с $E(F) = (-\infty; \infty)$:

$$F(S) = \operatorname{arsh}(cS),\ F'(S) = \frac{c}{e^{F(S)} - cS},\ F''(S) = -\frac{c^3 S}{\left(e^{F(S)} - cS\right)^3};$$

– положительная полулинейная функция с $E(F) = [0, +\infty)$:

$$F(S) = \begin{cases} 0,\ S < 0, \\ cS,\ S \ge 0, \end{cases}\ F'(S) = \begin{cases} 0,\ S < 0, \\ c,\ S > 0, \end{cases}\ F''(S) = \begin{cases} 0,\ S < 0, \\ 0,\ S > 0; \end{cases}$$

– модульная функция с областью значений $E(F) = [0, +\infty)$:

$$F(S) = |S|,\ F'(S) = \begin{cases} -1,\ S < 0, \\ 1,\ S > 0, \end{cases}\ F''(S) = \begin{cases} 0,\ S < 0, \\ 0,\ S > 0. \end{cases}$$

Ко второй группе относятся следующие функции:

– линейная функция с $E(F) = [0;1]$:

$$F(S) = \begin{cases} 0,\ S < -1, \\ 1 - |S|,\ -1 \le S \le 1, \\ 0,\ S > 1, \end{cases}\ F'(S) = \begin{cases} 0,\ S < -1, \\ 1,\ -1 < S < 0, \\ -1,\ 0 < S < 1, \\ 0,\ S > 1, \end{cases}\ F''(S) = \begin{cases} 0,\ S < -1, \\ 0,\ -1 < S < 0, \\ 0,\ 0 < S < 1, \\ 0,\ S > 1; \end{cases}$$

– экспоненциальная функция с $E(F) = (0;1]$:

$$F(S) = e^{-S^2},\ F'(S) = -2S\,F(S),\ F''(S) = -2F(S)\left(1 - 2S^2\right).$$

К третьей группе относятся следующие функции:

– функция Хевисайда (сдвинутое вырожденное распределение) с $E(F)=[0;1]$:

$$F(S)=\begin{cases}0, S<0,\\ 1,\ S\ge 0,\end{cases}\ F'(S)=\begin{cases}0, S<0,\\ 0,\ S>0,\end{cases}\ F''(S)=\begin{cases}0, S<0,\\ 0,\ S>0;\end{cases}$$

– функция единичного скачка (вырожденное распределение) с $E(F)=[0;1]$:

$$F(S)=\begin{cases}0, S<b,\\ 1,\ S\ge b,\end{cases}\ F'(S)=\begin{cases}0, S<b,\\ 0,\ S>b,\end{cases}\ F''(S)=\begin{cases}0, S<b,\\ 0,\ S>b;\end{cases}$$

– линейная с ограничениями функция (равномерное распределение) с $E(F)=[0;1]$:

$$F(S)=\begin{cases}0, S<0,\\ S, 0\le S\le 1,\\ 1, S>1,\end{cases}\ F'(S)=\begin{cases}0, S<0,\\ 1, 0<S<1,\\ 0, S>1,\end{cases}\ F''(S)=\begin{cases}0, S<0,\\ 0, 0<S<1,\\ 0, S>1;\end{cases}$$

– симметричная линейная с ограничениями функция с $E(F)=[-1;1]$, полученная из равномерного распределения путем растяжения графика вдоль оси $F(S)$ и параллельного переноса:

$$F(S)=\begin{cases}-1, S<-1,\\ S, -1\le S\le 1,\\ 1, S>1,\end{cases}\ F'(S)=\begin{cases}0, S<-1,\\ 1, -1<S<1,\\ 0, S>1,\end{cases}\ F''(S)=\begin{cases}0, S<-1,\\ 0, -1<S<1,\\ 0, S>1;\end{cases}$$

– симметричная с жесткими ограничениями функция с областью значений $E(F)=[-1;1]$, полученная из равномерного распределения путем предельного перехода и растяжения вдоль оси $F(S)$:

$$F(S)=\begin{cases}-1, S<0,\\ 1,\ \ S\ge 0,\end{cases}\ F'(S)=\begin{cases}0, S<0,\\ 0, S>0,\end{cases}\ F''(S)=\begin{cases}0, S<0,\\ 0, S>0;\end{cases}$$

– логистическая функция (логистическое распределение) с $E(F)=(0;1)$:

$$F(S)=\frac{1}{1+e^{-cS}},\ F'(S)=cF(S)\big(1-F(S)\big),\ F''(S)=c^2F(S)\big(1-F(S)\big)\big(1-2F(S)\big);$$

– гиперболическая тангенциальная функция (смещённое логистическое распределение) с $E(F)=(-1;1)$:

$$F(S)=\frac{2}{1+e^{-cS}}-1,\ F'(S)=\frac{c}{2}\cdot\big(1-F^2(S)\big),\ F''(S)=-\frac{c^2}{2}\cdot F(S)\big(1-F^2(S)\big);$$

– синусоидальная функция с $E(F)=(-1;1)$:

$$F(S)=\sin(cS),\ F'(S)=c\cos(cS),\ F''(S)=-c^2F(S);$$

– рациональная (гиперболическая) функция с $E(F)=(-1;1)$:

$$F(S)=\frac{S}{1+|S|},\ F'(S)=\begin{cases}\frac{1}{(1+S)^2}, & S>0,\\ \frac{1}{(1-S)^2}, & S<0,\end{cases}\ F''(S)=\begin{cases}\frac{-2}{(1+S)^3}, & S>0,\\ \frac{2}{(1-S)^3}, & S<0;\end{cases}$$

– функция распределения Коши (распределение Лоренса) $E(F)=(0;1)$:

$$F(S)=\frac{1}{2}+\frac{1}{\pi}\operatorname{arctg}(cS),$$

$$F'(S)=\frac{c}{\pi\left(1+\operatorname{tg}^2\left(\pi F(S)-\frac{\pi}{2}\right)\right)},\ F''(S)=-\frac{2c^2\operatorname{tg}\left(\pi F(S)-\frac{\pi}{2}\right)}{\pi\left(1+\operatorname{tg}^2\left(\pi F(S)-\frac{\pi}{2}\right)\right)^2};$$

– гиперболический тангенс с $E(F)=(-1;1)$:

$$F(S)=\operatorname{th}(cS),\ F'(S)=c\cdot\left(1-F^2(S)\right),\ F''(S)=-2c^2F(S)\left(1-F^2(S)\right);$$

– гиперболический тангенс с $E(F)=(0;1)$:

$$F(S)=\frac{1}{2}\left(\operatorname{th}(cS)+1\right),$$
$$F'(S)=2cF(S)\cdot\left(1-F(S)\right),\ F''(S)=4c^2F(S)\left(1-F(S)\right)\left(1-2F(S)\right);$$

– обратная тригонометрическая функция (смещенное распределение Коши) с $E(F)=(-1;1)$:

$$F(S)=\frac{2}{\pi}\operatorname{arctg}(cS),$$

$$F'(S)=\frac{2c}{\pi\left(1+\operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{2}F(S)\right)\right)},\ F''(S)=-\frac{4c^2\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2}F(S)\right)}{\pi\left(1+\operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{2}F(S)\right)\right)^2}.$$

Список цитированных источников

1. Головко, В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение : учеб. пособие для вузов [Текст] / В. А. Головко ; под общ. ред. А.И. Галушкина. - Кн. 10. - М. : ИПРЖР, 2000.

2. Горбачевская, Е.Н. Классификация нейронных сетей / Е.Н. Горбачевская // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2012. – № 2 (19). – С. 128-134