ДИСКРЕТНАЯ СВЕРТКА В ДЕПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССАХ

Волохов В.В.
Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Волохов В.В.
Кубанский государственный технологический университет

С целью усовершенствования нейрокомпьютерных устройств возникла необходимость компьютерного моделирования сложных нейронных структур с обратными связями, работающих в головном мозге человека. Известные нейронные сети, такие как сети Хопфилда [1], Кохонена, Гроссберга [2] обладают тем недостатком, что слабо отражают конструкцию мозга. Поэтому возникла необходимость в максимальном приближении виртуальных нейронных структур к нейронным сетям естественных нейронных механизмов, функционирующих по вероятностным принципам.

Для создания нейрокомпьютерных систем необходимо использование процессов переработки информации, осуществляемых цифровыми фильтрами. В основе работы цифровых фильтров лежит операция дискретной свертки. С помощью дискретной свертки становится возможным решение ряда задач:

1. Исследование процессов кодирования информации.
2. Расчет переходных и стационарных режимов сенсорных сигналов управления.
3. Исследование процессов цифровой обработки сигналов.
4. Исследование помехоустойчивости нейросетевых структур.

Для решения поставленных задач разработан алгоритм дискретного преобразования, на основании которого создана компьютерная программа, реализованная на языке Pascal.

Применение программ, реализующих дискретную свертку, позволит создать помехоустойчивые нейронные структуры, которые можно будет использовать для совершенствования выполнения операций нейрокомпьютерными устройствами.

Дискретная свертка в деполяризационных процессах.

В нейрофизиологических экспериментах исследование системы управления с участием нейронов желатинозной субстанции Роландо возможно только по реакции системы на входное воздействие.

На вход системы управления подаются импульсные сигналы следующие в дискретные моменты времени ***0***, ***T***, ***2T***, ***3T***… На выходе системы получаются также импульсные сигналы, следующие в те же дискретные моменты времени ***0***, ***T***, ***2T***, ***3T***… Однако выходные сигналы моделируются по закону огибающей деполяризационных процессов в канале отрицательной обратной связи.

Для определения вклада каждой волны деполяризации в регуляторные процессы необходимо вычислить амплитуду соответствующей волны на различных частотах и при различных временных параметрах.

С этой целью использован математический аппарат дискретной свертки двух сигналов. Возникла необходимость в решении двух задач: прямой и обратной. Прямая задача заключается в вычислении реакции системы управления по известному входному воздействию и сигналу деполяризации.

Однако для решения этой задачи вначале необходимо решить обратную задачу. Необходимо по известной реакции системы и известному входному воздействию вычислить уровни деполяризационных влияний в соответствующие дискретные моменты времени.

Операция свертки двух дискретных сигналов $X_k = X(nT)$ и $Y_k = Y(nT)$ определяется выражением:

$$F(nT) = \sum_{k=0}^{n} X(nT-kT)\times Y(kT) = \sum_{k=0}^{n} X(kT)\times Y(nT-kT) \qquad (1)$$

С помощью приведенного уравнения дискретной свертки возможно вычислить напряжение в канале обратной связи в дискретный момент времени ***0***, ***T***, ***2T***, ***3T***… С этой целью необходимо решить обратную задачу, заключающуюся в том, что по известному входному сигналу ***X(nT)*** (рисунок 1)

Рис. 1. Входной сигнал X(nT)

и по известному выходному сигналу F(nT) (рисунок 2) найти сигнал Y(nT) в цепи обратной связи, осуществляющий управление выходным сигналом F(nT) в нейронной автоматической системе.

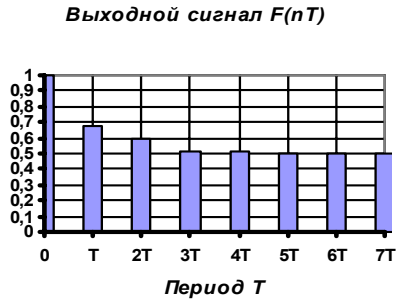

Рис. 2. Выходной сигнал F(nT)

Рассчитанные при помощи операции дискретной свертки импульсы показаны на рисунке 3.

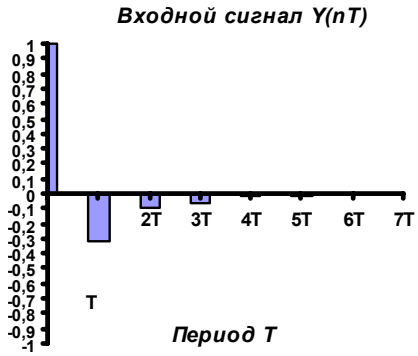

Рис. 3. Входной сигнал Y(nT)

Из рисунка видно, что первый импульс в момент времени ***nT = 0*** равен единице и имеет положительную полярность. Остальные импульсы в последующие дискретные отсчеты ***T***, ***2T***, ***3T***… имеют отрицательную амплитуду и монотонно убывают до нуля.

Полученный дискретный сигнал деполяризации ***Y(nT)***, взаимодействуя с входным сигналом ***X(nT)*** по правилам дискретной свертки, должен дать выходной дискретный сигнал ***F(nT)***.

Литература

1. *Hopfield J.J.* Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. - 1982. - N79.
2. *Grossberg S.* Studies of mind and brain. Boston: Reidel, 1982.