

НЕЙРОННЫЕ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Внедрение систем, включающих в себя нейронные сети (НС), в электропривод произошло относительно недавно. Первые разработки в этой области относятся к концу 1980 – началу 1990-х гг. Тем не менее, сам метод возник в 1950-е гг., в период становления современной теории управления. Именно тогда наиболее широко обсуждались вопросы построения адаптивных и обучаемых систем, систем с переменной структурой, систем с элементами искусственного интеллекта. Идея метода заключается в построении системы, действующей подобно фрагменту нейронной сети живого организма. При этом основным свойством искусственной нейронной сети, как и природной, является способность к обучению.

Первые нейронные сети применялись для распознавания образов. После многократной процедуры обучения данная система приобретает способность выделять с достаточной точностью особенности, характерные для исследуемого класса объектов. Позднее данное свойство использовалось для идентификации параметров и переменных состояния объекта. С этого момента нейронные сети стали применяться как часть систем управления для вычисления переменных объекта управления и получили название нейроэмуляторов. Параллельно велись исследования по применению нейронных сетей в качестве управляющего элемента системы (нейроконтроллера).

Традиционная НС состоит из следующих слоев нейронов: входного, нескольких скрытых и выходного. Элементы скрытых слоев имитируют поведение нейрона. При этом нейроны соединены с элементами предыдущего слоя перекрестными связями. В общем случае нейронная сеть имеет обозначение: $n_{вх} - N_{ск_1} - \dots - N_{ск_n} - N_{вых}$, где $n_{вх}$ – число нейронов входного слоя, $N_{ск_i}$ – число нейронов скрытого слоя, $N_{вых}$ – число нейронов выходного слоя. Структура нейронной сети с одним скрытым слоем приведена на рис. 1.

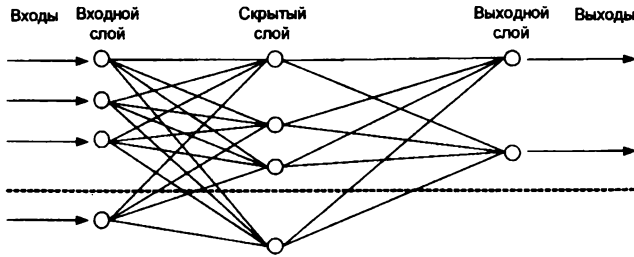


Рис. 1. Структура трехслойной нейронной сети с одним скрытым слоем

По своей структуре различают прямонаправленные и рекуррентные сети. В последнем случае нейроны скрытых слоев либо вся сеть охватывается обратными связями с элементами задержки. Кроме структурных отличий сети различаются типом активационной функции, реализуемой внутри нейронов скрытого слоя. Наиболее широко применяются нейронные сети с так называемой тансигмоидальной активационной функцией. Ее формула

$$A = th\left(\sum_{i=1}^m w_i \cdot X_i + w_0\right),$$

где A – выходной сигнал,
 X_i – входные сигналы,
 w_i – веса входных сигналов (синаптические веса),
 w_0 – центр активационной функции,
 m – число нейронов предыдущего слоя.

Условная схема нейрона представлена на рис. 2.

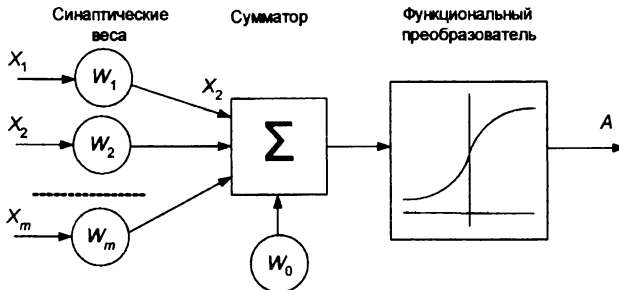


Рис. 2. Структурная схема нейрона с тансигмоидальной активационной функцией

Сегодня нейронные сети применяются как для управления электроприводом (этот тип системы называется нейроконтроллер), так и для идентификации переменных состояния электропривода (нейронный наблюдатель или нейроэмулятор). Областью применения обоих типов систем являются нелинейные системы с переменными параметрами. Очевидно, что асинхронный электропривод в полной мере принадлежит к данному классу систем. В различных исследованиях проводится анализ нейронного наблюдателя для асинхронного двигателя на основе сети с сигмоидальной активационной функцией. Рассматриваются как прямонаправленные сети, так и рекуррентные.

В заключение следует отметить, что применение нейронных сетей – весьма перспективное направление современной теории управления. К его преимуществам относятся возможность обучения и самообучения, возможность управления нелинейными объектами, слабая чувствительность к изменению параметров объекта. С точки зрения реализации, сети могут выполняться на традиционных микропроцессорных системах, однако заложенный в них принцип параллельного вычисления позволяет существенно увеличить производительность контроллера за счет применения специальной аппаратной базы.

М. М. Шевелев

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ЗВЕНА МЕТОДОМ ГРУППОВОГО УЧЕТА АРГУМЕНТОВ И ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ С ГЕНЕТИЧЕСКИМ АЛГОРИТМОМ ОБУЧЕНИЯ

В настоящее время наблюдается повторный «всплеск» количества публикаций в области искусственных нейронных сетей. Первый имел место в 1960-х гг., после выхода в свет работы Ф. Розенблатта «Принципы нейродинамики». Большая первоначальная активность вскоре сменилась большим разочарованием, поскольку стало ясно, что простые в организации персептроны для самообучения в решении сложных задач требуют слишком много времени.

И все же идея самообучения слишком привлекательна для того, чтобы ее надолго забыли. Причиной нового бума в этой области послужили