Нечеткие нейронные сети

Сети данного типа получили свое название в силу того, что для аппроксимации зависимости выходного сигнала от входного вектора X=[x1, x2, ..., xN] в них используются выражения, заимствованные из нечетких систем (в частности, из систем Мамдани-Заде и Такаги-Сугено-Канга). Теоретически доказано, что эти выражения позволяют с произвольной точностью аппроксимировать любую непрерывную нелинейную функцию многих переменных суммой нечетких функций одной переменной.

«Искусственный интеллект и нейронные сети — это попытка смоделировать на компьютере поведение человека. А так как люди редко видят окружающий мир лишь в чёрно-белом цвете, возникает необходимость в использовании нечёткой логики».

Нечеткая логика позволяет выражать неопределенность или приблизительные значения с использованием нечетких множеств. Основные понятия в нечеткой логике:

* Нечеткое множество. В отличие от классических множеств, нечеткие множества позволяют элементам принадлежать множеству частично с различной степенью принадлежности.
* Функция принадлежности. Это функция, которая определяет, насколько элемент принадлежит нечеткому множеству. Обычно функция принадлежности возвращает значение между 0 и 1, где 0 означает полное отсутствие принадлежности, а 1 - полная принадлежность.
* Лингвистическая переменная и термы. В контексте нечеткой логики, переменные могут иметь лингвистические значения, такие как "высокий", "низкий", "быстрый", "медленный" и т. д. Эти лингвистические значения называются термами.
* Нечеткие правила. Они формулируют отношения между лингвистическими переменными в виде "если-то" правил. Например, "Если температура высокая и влажность высокая, то включить кондиционер".

**Архитектура.** Нечеткие нейронные сети в общем состоят из трех слоев: входной, нечеткий и выходной слои. Нечеткий слой применяет нечеткую логику к входным данным, что позволяет сети справляться с неопределенностью.

Преимущество нейро-нечётких систем включает в себя две противоречивые необходимости нечёткого моделирования: интерпретируемость и точность. На практике одно из них всегда преобладает. Нейро-нечёткие системы в сфере нечёткого моделирования разделены на две зоны:

* лингвистическое нечёткое моделирование, которое ориентировано на интерпретируемость, в основном, в модели Мамдани;
* точное нечёткое моделирование, которое ориентировано на точность, в основном, в модели Такаги-Сугено-Канга (ТСК).

Модель Мамдани использует следующие правила:

* Фаззифицикация всех входных значений в нечеткие функции принадлежности.
* Выполнение всех применимых правил в базе правил для вычисления нечетких выходных функций.
* Дефаззифицикация функции нечеткого вывода для получения «четких» выходных значений.

Система Такаги-Сугено-Канга аналогична системе Мамдани, но в выполнение нечетких правил включен процесс дефаззификации. Они также адаптированы так, что вместо этого результат правила представляется через полиномиальную функцию (обычно постоянную или линейную).

Правила IF-THEN сопоставляют входные или вычисленные значения истинности с желаемыми выходными значениями истинности. Пример:

ЕСЛИ температура очень низкая, ТО скорость вентилятора остановлена

​​ЕСЛИ температура холодная, ТОГДА скорость вентилятора низкая

ЕСЛИ температура теплая, ТО скорость вентилятора умеренная,

ЕСЛИ температура горячая, ТО скорость вентилятора высокая

Примером правила с постоянным выходом (TSK) может быть:

ЕСЛИ температура очень низкая = 2

В последние годы нечеткие нейронные сети стали широко используемым инструментом в реальных приложениях благодаря их способности обрабатывать неопределенность и неточные данные. Объединяя концепции нечеткой логики и искусственного интеллекта, эти сети могут более эффективно анализировать и интерпретировать сложные наборы данных, делая их более похожими на человеческий анализ. От области здравоохранения до финансов нечеткие нейронные сети могут преобразовать способ решения проблем в различных сферах.

Вот несколько примеров использования нечетких нейронных сетей в практических задачах:

Здравоохранение: Нечеткие нейронные сети применяются для диагностики заболеваний на основе симптомов. Например, они могут анализировать медицинские данные и предсказывать вероятность наличия определенного заболевания у пациента. Это помогает врачам установить точные диагнозы и разработать эффективные лечебные планы.

Финансы: В области финансов нечеткие нейронные сети используются для прогнозирования поведения фондового рынка. Они анализируют тенденции и ценовые модели акций, предсказывая их будущие движения с высокой точностью. Это помогает инвесторам принимать обоснованные решения о покупке и продаже акций.

Робототехника: В робототехнике нечеткие нейронные сети используются для повышения эффективности роботизированных систем. Анализируя данные от сенсоров, они помогают роботам принимать точные решения о своих действиях. Например, они могут помочь беспилотным аппаратам перемещаться по сложной местности или выполнять деликатные задачи с высокой точностью.