

Обоснование отнесения программного обеспечения «neuro» к сфере искусственного интеллекта

1. Назначение программного обеспечения

Программное обеспечение «neuro» представляет собой платформу для создания, обучения и применения компактных нейросетевых моделей анализа сенсорных данных. Программа предназначена для автоматизированного распознавания событий и классификации состояний наблюдаемых объектов по характеристикам звука, вибрации, движения, температуры и скорости изменения ускорения.

Функциональность программы включает подготовку признаков, обучение модели на размеченных примерах, оценку качества классификации, преобразование обученной модели в целочисленное представление и формирование программных компонентов для ее выполнения во встраиваемых вычислительных системах.

2. Реализованные методы искусственного интеллекта

Основным методом искусственного интеллекта в программе является машинное обучение с учителем на основе искусственной нейронной сети типа многослойного персептрона.

Нейронная сеть содержит входной слой, два скрытых полносвязных слоя с нелинейной функцией активации ReLU и выходной слой классификации. Размеры скрытых слоев задаются параметрами обучения. В базовой конфигурации используются 47 входных признаков, скрытые слои из 16 и 8 нейронов и пять выходных классов.

Обучение выполняется на примерах, содержащих признаки наблюдений и соответствующие им метки классов. Параметры нейронной сети автоматически изменяются методом обратного распространения ошибки с использованием оптимизатора Adam. Функцией потерь служит перекрестная энтропия.

В результате обучения формируется модель зависимостей между характеристиками входных данных и распознаваемыми состояниями. Правила отнесения наблюдений к классам представлены обученными весами и смещениями нейронной сети.

3. Интеллектуальная обработка данных

Программа осуществляет вычисление статистических характеристик сенсорных сигналов, включая среднее значение, стандартное отклонение, среднеквадратическое значение, экстремумы, медиану и характеристики импульсности. Частотные характеристики акустических и вибрационных сигналов выделяются с использованием банков цифровых фильтров.

Признаки разных каналов объединяются в общий вектор, поступающий на вход нейронной сети. Обученная модель вычисляет выходные оценки классов, на основании которых программа автоматически выбирает класс наблюдаемого события или состояния.

В базовой конфигурации предусмотрены классы нормального состояния, ударного воздействия, аномальной вибрации, перегрева и звукового события. Интерпретация классов и качество распознавания определяются составом и качеством обучающих данных.

Статистическая обработка и цифровая фильтрация обеспечивают подготовку данных. Непосредственное распознавание выполняется нейронной сетью на основании зависимостей, выявленных при обучении. Таким образом, результат классификации не сводится к сравнению показаний датчиков с заранее установленными порогами.

4. Обучение и адаптация модели

Программа поддерживает обучение на загружаемых пользователем размеченных данных в формате CSV, содержащих векторы признаков и метки классов. Предусмотрены настройка параметров обучения и оценка результатов по доле правильных классификаций, матрице ошибок, точности и полноте распознавания отдельных классов.

Дополнительно реализован механизм адаптации выходного слоя модели непосредственно в среде выполнения. При предоставлении правильной метки для ранее обработанного наблюдения программа сопоставляет ее с результатом классификации и при наличии ошибки корректирует веса и смещения выходного слоя по правилу многоклассового персептрона. Параметры предшествующих слоев при этом сохраняются.

Данный механизм позволяет адаптировать классификатор на основании новых размеченных наблюдений без полного повторного обучения нейронной сети. Адаптация требует внешней обратной связи с правильной меткой класса.

5. Выполнение модели во встраиваемых системах

Для применения в условиях ограниченных вычислительных ресурсов программа выполняет квантование обученной модели: веса преобразуются в 8-битное целочисленное представление, формируются параметры масштабирования и данные для выполнения нейросетевых вычислений.

В состав программы входит модуль выполнения нейронной сети на языке C, реализующий вычисления полносвязных слоев, функции активации и выбор результирующего класса. Архитектура модуля предусматривает локальное выполнение классификации без обращения к внешним облачным сервисам искусственного интеллекта.

Квантование и локальное выполнение сохраняют принцип получения результата на основании обученных параметров нейронной сети.

6. Основания для отнесения к сфере искусственного интеллекта

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490, предусматривает использование методов машинного обучения и обработки данных для решения интеллектуальных задач. Изменения, внесенные Указом Президента Российской Федерации от 15.02.2024 № 124, также раскрывают понятие модели искусственного интеллекта через использование алгоритмов и наборов данных для выявления закономерностей, принятия решений или прогнозирования результатов.

В программе «neuio» реализованы автоматическое формирование параметров модели на основании обучающих данных, выявление зависимостей между признаками наблюдений и метками классов, применение обученной модели для классификации новых наблюдений, объединение информации нескольких сенсорных каналов и корректировка параметров классификатора на основании новых примеров с обратной связью.

Программа автоматизирует задачу распознавания и различения состояний по совокупности наблюдаемых признаков. Методы машинного обучения являются основой ее функциональности и непосредственно определяют результаты классификации.

На основании изложенного программное обеспечение «neuio» обоснованно относится к сфере искусственного интеллекта как программная платформа, реализующая обучение и применение искусственных нейронных сетей для интеллектуального анализа сенсорных данных.

[Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490](#)

[Указ Президента Российской Федерации от 15.02.2024 № 124](#)