



7 класс · Урок 21 из 34 · 45 минут

Как нейронная сеть обучается на ошибках?

3.5. Понятие «нейронная сеть»

Результат: вычисляет ошибку простой модели, сравнивает последовательные изменения веса на всех учебных примерах и проверяет новую точку без подмены обучения запоминанием.

Листы ученика

01. Проблемная ситуация

Учебная модель предсказывает число $y = ax$. При $x=2$ эталон 4, а при $a=1$ предсказание 2. Ученик предлагает запомнить «для двух ответ четыре». Другой хочет изменить один общий параметр a . В чём различие? Сможет ли новая модель работать с $x=3$, которого не было в первом примере?

0-5 минут: 1 минута - чтение; 2 - первое решение и его основание; 2 - сравнение в паре и вопрос, который поможет проверить ответ.

Место для ответа



02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут: 4 минуты - понятия; 3 - совместный разбор; 2 - проверка ограничений примера.

Ошибка измеряет расхождение результата и эталона. Сегодня используем модуль $|y - \text{эталон}|$: он неотрицателен, ноль означает совпадение данного ответа. Средняя абсолютная ошибка - сумма модулей, делённая на число примеров. **Обучение** подбирает параметры по данным так, чтобы улучшить заранее выбранный критерий. Для маленькой модели $y = ax$ параметр один - a .

Рассматриваем упрощённую линейную модель: вычислительный элемент умножает вход на вес и выдаёт сумму без порога. Это удобный фрагмент для понимания настройки нейросетей, не описание всего их обучения. В многослойной сети обычно много параметров; алгоритм использует связь ошибки с параметрами, часто распространяя сведения об ошибке от выхода назад. Мы не выводим производные и не утверждаем, что перебор трёх a является полным алгоритмом обучения любой сети.

Выбранное правило должно улучшать **набор**, а не только один удачный ответ. После изменения зафиксируйте параметр и отдельно проверяйте новые примеры. Возможны шумные данные, противоречивые метки и слишком большие шаги, поэтому ошибка не обязана уменьшаться после каждого произвольного изменения. Нулевая ошибка учебного набора не гарантирует нулевую ошибку будущих наблюдений.

Разобранный пример. Учебные пары: $x_1=1 \rightarrow \text{эталон}2$, $x_2=2 \rightarrow \text{эталон}4$. При $a=1$ ответы 1,2; модули 1,2; средняя 1,5. При $a=1,5$ ответы 1,5 и 3; модули 0,5 и 1; средняя 0,75. При $a=2$ ответы 2,4, ошибка 0. Это три заданных шага ручной настройки по общему критерию. Они не являются наблюдением за реальным сервисом. Для нового x_3 модель с $a=2$ выдаёт 6; контрольный учебный эталон 6 позволяет проверить перенос.



03. Практика 1: Сделайте три шага настройки

Учебный пример	x	Эталон
А	1	2
Б	2	4
В	4	8

Последовательно рассматривайте $a=1; 1,5; 2$. Формула $y=axx$. Для каждого a запишите три предсказания, три модуля ошибок, сумму и среднее. Калькулятор допустим, но один модуль объясните без него.

- За 2 минуты составьте таблицу параметра и трёх случаев.
- За 4 минуты вычислите все ответы и ошибки; сначала завершите одну версию целиком.
- За 3 минуты сравните средние и выберите параметр среди трёх кандидатов.
- За 2 минуты объясните, что сохраняется для применения и что отличает это от списка запомненных ответов.

Форма результата: Три протокола настройки и подписанная фиксированная модель.

Критерии: 1 балл за девять предсказаний; 1 за ошибки и три суммы; 1 за средние и выбор; 1 за отличие параметра от списка: 4.

Место для ответа



04. Практика 2: Проверьте перенос и слишком большой шаг

Проверочный случай	x	Учебный эталон
Н	3	6
П	5	11

Зафиксируйте a_2 и не меняйте его после просмотра первой метки. Отдельно сравните на исходных А/Б/В a_3 - большой скачок после a_2 . Значение 11 у П обозначено условным наблюдением с отличием от точной зависимости $2x$, не новой формулой.

- За 2 минуты получите ответы Н и П при a_2 без изменения параметра.
- За 3 минуты вычислите проверочные модули и среднюю ошибку.
- За 2 минуты пересчитайте исходные три случая при a_3 и решите, помог ли большой шаг.
- За минуту объясните, почему подгонка под П уже не считается прежней независимой проверкой.

Форма результата: Проверочный протокол и отказ/принятие шага с расчётным основанием.

Критерии: 1 балл за два ответа и ошибки; 1 за среднюю; 1 за оценку большого шага; 1 за границу независимости: 4.

Место для ответа



05. Обсуждение: аргумент и возражение

33-40 минут. Тезис: «Учиться - значит просто запоминать правильные ответы». За 2 минуты назовите случай полезного запоминания; за 3 сравните таблицу трёх ответов с правилом $y=2x$ на новом x_3 ; за 2 сформулируйте, что ещё требуется для доказательства обобщения.

Место для ответа

06. Индивидуальная проверка понимания

Новая модель $y=ax^x$, единственный учебный случай x_2 , эталон b . Сравните a_2 и a_3 по модулю ошибки. Что выбранная модель предскажет для x_4 ? Можно ли без нового эталона утверждать, что ответ верный?

40-45 минут: за 3 минуты запишите решение самостоятельно, за минуту сверьте и исправьте другим цветом, за последнюю минуту сдайте ответ и обсудите общий вывод.

Место для ответа



Для учителя: ответы и критерии

7 класс · Урок 21. Как нейронная сеть обучается на ошибках?

Подготовьте: экран или распечатки, тетради, ручки. Все таблицы, тексты и ключи находятся в статье и PDF. Ключи открывайте после самостоятельной попытки; ученические листы печатайте отдельно от раздела учителя.

Вариант без регистрации: работайте по готовым материалам и учебным журналам на экране или бумаге. Ученики не создают аккаунтов и не передают личных данных. Учебная имитация позволяет проверить рассуждение, но не заменяет настоящий эксперимент с сервисом.

Время	Этап	Результат
0-5	Проблемная ситуация	Первое решение и основания
5-14	Теория и разобранный пример	Понятия, доказательства и ограничения
14-25	Практика 1	Проверяемый результат по критериям
25-33	Практика 2	Перенос в новые условия
33-40	Обсуждение	Аргумент, возражение, общее решение
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и сверка

Что собрать: результаты двух практик, основания вывода и индивидуальную проверку. Минуты включают чтение, обсуждение и запись; раздел соответствия программе предназначен учителю вне этих 45 минут. При 0-1 балле в проверке вернитесь к разобранным примерам; при 2-3 уточните пропущенное звено; при 4 предложите новый случай. Критерии нужны для обратной связи, не задают обязательную школьную отметку.

01-02. Разбор проблемной ситуации и примера

Разобранный пример. Учебные пары: $x_1=1 \rightarrow \text{эталон}2$, $x_2=2 \rightarrow \text{эталон}4$. При a_1 ответы 1,2; модули 1,2; средняя 1,5. При $a_{1,5}$ ответы 1,5 и 3; модули 0,5 и 1; средняя 0,75. При a_2 ответы 2,4, ошибка 0. Это три заданных шага ручной настройки по общему критерию. Они не являются наблюдением за реальным сервисом. Для нового x_3 модель с a_2 выдаёт 6; контрольный учебный эталон 6 позволяет проверить перенос.

03. Сделайте три шага настройки

a_1 : ответы 1,2,4; ошибки 1,2,4; сумма 7; среднее $7/3 \approx 2,33$. $a_{1,5}$: ответы 1,5; 3; 6; ошибки 0,5; 1; 2; сумма 3,5; среднее $3,5/3 \approx 1,17$. a_2 : 2,4, 8; ошибки 0; сумма/среднее 0. Среди кандидатов a_2 лучше по этому критерию. Сохраняется общий параметр 2 и вычислительное правило, которое определено также для новых x . Точная дробь вернее округлённой записи; округление указано, а не используется для скрытой смены критерия.

Критерии: 1 балл за девять предсказаний; 1 за ошибки и три суммы; 1 за средние и выбор; 1 за отличие параметра от списка: 4.



04. Проверьте перенос и слишком большой шаг

Н:6, ошибка0; П:10, ошибка1; средняя0,5. Новая точка показывает, что ноль на учебных данных не гарантирует ноль проверки. а3: ответы3,6,12; ошибки1,2,4; средняя7/3 - ухудшение после а2. Подгонка к эталону П меняет модель по проверочным сведениям; после этого нужен новый независимый набор. Нельзя объявлять ошибку П равной0, потому что прогноз «почти верный», или считать значение11 истинной универсальной зависимостью.

Критерии: 1 балл за два ответа и ошибки; 1 за среднюю; 1 за оценку большого шага; 1 за границу независимости: 4.

05. Обсуждение: ожидаемый результат

33-40 минут. Тезис: «Учиться - значит просто запоминать правильные ответы». За 2 минуты назовите случай полезного запоминания; за 3 сравните таблицу трёх ответов с правилом $y=2x$ на новом $x3$; за 2 сформулируйте, что ещё требуется для доказательства обобщения.

Модель может запоминать особенности примеров, но цель этой настройки - общий параметр. Проверка новых случаев показывает перенос в конкретных условиях, не гарантирует любой будущий результат. Слишком гибкая модель может подстроиться под учебный набор и плохо обобщать.

06. Индивидуальная проверка: ключ

а2:4, ошибка2; а3:6, ошибка0; из кандидатов выбратьа3. Для х4 прогноз12, его верность пока неизвестна без контрольных данных. 1 балл за первый расчёт, 1 за второй/выбор, 1 за12, 1 за неизвестную верность.

07. Связь с программой

Пункт программы	Действие	Проверяемый результат
Возможности обучения нейронной сети	Меняет вес по ошибке набора	Не приравнивает настройку к человеческому пониманию
Принципы работы сети; практическое моделирование	Считает ответы и среднюю абсолютную ошибку	Выбирает параметр среди заданных кандидатов
Оценивать результат и ограничения	Проверяет новый набор и большой шаг	Различает обучение и независимую проверку

Источники и права

Основа содержания и результатов - [исходная программа класса](#). Поурочное название и учебные случаи - авторская методическая развёртка, не дословные названия модулей программы. Числовые наборы, реплики условных помощников и ситуации специально подготовлены для урока. Исторические карточки пересказывают указанные документы; это не дословные цитаты. Учебные журналы не являются результатами испытания реального ИИ.

[Google: что такое машинное обучение](#) - источник для понятий и проверки; учебные задания разработаны отдельно.

[Google: нейроны, веса и скрытые слои](#) - источник для понятий и проверки; учебные задания разработаны отдельно.

[Google: разделение данных и независимая проверка](#) - источник для понятий и проверки; учебные задания разработаны отдельно.

Логотип «Школы России» используется в материалах портала; авторские схемы предназначены для учебной работы. Внешние материалы сохраняют указанные условия использования.