



9 класс · Урок 15 из 34 · 45 минут

Автоэнкодер, GAN, авторегрессия и диффузия: сравнение идей

5.5. Системы искусственного интеллекта для создания изображений

Результат: сопоставляет четыре готовые схемы, объясняет принципы по входу и операции, создаёт сравнительную таблицу и проверяет границы бумажной аналогии.

Листы ученика

01. Проблемная ситуация

В обзоре сказано: «Все генераторы рисуют пиксели по одному; дискриминатор гарантирует правду, а диффузия возвращает любую фотографию без потерь». Какие разные идеи здесь смешаны и что позволяют объяснить готовые схемы?

За 1 минуту прочитайте ситуацию; за 2 запишите предварительное решение и основание; за 2 сравните с соседом и назовите недостающую проверку. Случаи, числа и реплики условного ИИ созданы для обучения, не являются результатами испытания действующего сервиса.

Место для ответа



02. Объяснение и разобранный пример

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

Автоэнкодер учится кодировать данные в компактное представление и декодировать их. Вариационный автоэнкодер, VAE, использует вероятностное скрытое представление: можно брать его вариант и получать изображение через декодер. Это не ZIP-архив с обещанием точного восстановления каждого пикселя. Генеративная часть не требует обязательно входной фотографии каждого будущего результата.

GAN содержит генератор и дискриминатор в процессе обучения. Генератор предлагает варианты, дискриминатор учится различать учебные реальные примеры и предложенные. Обратная связь помогает менять параметры; дискриминатор не проверяет истинность изображённого события и не даёт юридического разрешения. Для получения результата после обучения обычно используют генератор, а не обязательный новый спор двух людей.

Авторегрессионный подход создаёт последовательность элементов, оценивая следующий по уже известным предыдущим. В PixelRNN пример - последовательное предсказание пикселей. Генерация не видит ещё не выбранные будущие элементы. В других архитектурах элементами могут быть не отдельные пиксели, поэтому название подхода не означает всегда один и тот же формат.

Диффузионный подход учит модель уменьшать добавленный шум. При генерации из случайного начального состояния шаг за шагом получают структурированный результат; в условной системе запрос может направлять процесс. Это не поиск утраченного «истинного оригинала» любой фотографии. В латентной диффузии шаги идут в обученном компактном представлении с последующим декодированием; реальные системы могут сочетать идеи.

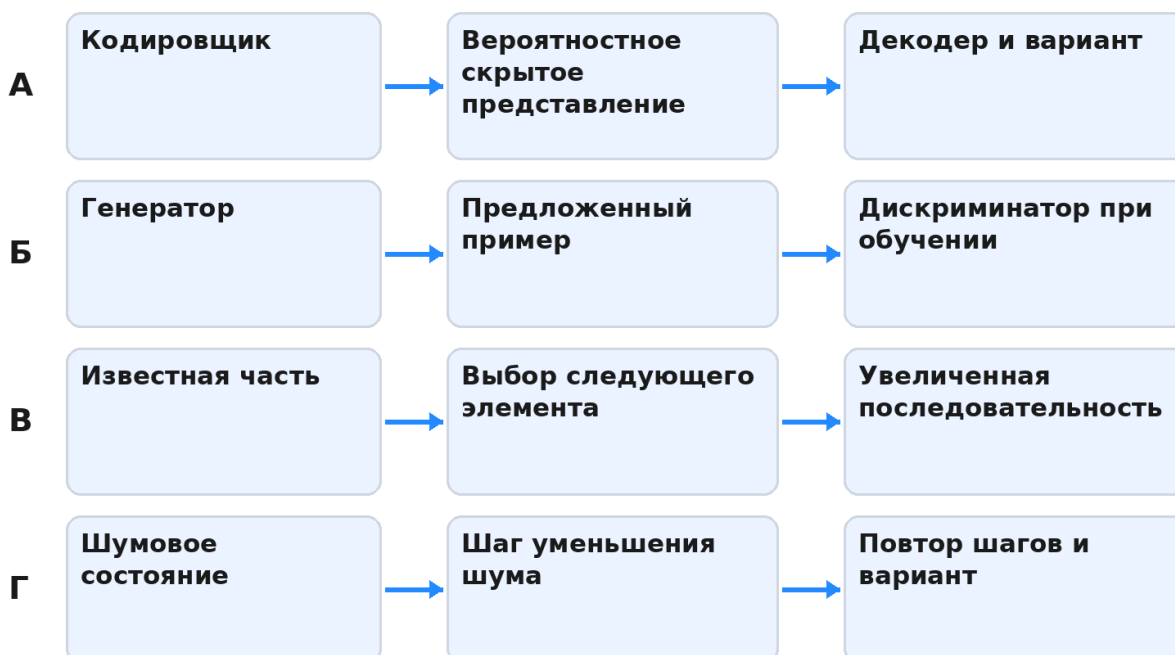
Четыре опорные работы: VAE 2013, GAN 2014, PixelRNN 2016, DDPM 2020. Это даты выбранных публикаций, не утверждение, что вся история началась в эти годы или что качество всегда растёт по одной линии. Сравниваем вход, обучающую задачу, генерацию, ограничения и проверку; формулы обучения не выводим.

Разобранный пример. Фраза «из шума через несколько уменьшений шума» соответствует диффузионной идее, а «следующая клетка зависит от уже заполненных» - авторегрессионной. В обоих случаях красивый результат остаётся созданным вариантом. Дискриминатор GAN оценивает отличие от учебного распределения, а не реальность события.



03. Практика 1: Сопоставьте четыре схемы

Четыре идеи генерации: найдите ключевую операцию



Схемы упрощены: не показывают качество, истинность событий и все детали обучения.

Карточка операции	Что происходит
А	Кодировщик получает пример, формирует вероятностное скрытое представление; декодер получает выбранный вариант представления
Б	Один блок создаёт пример, другой во время обучения различает его и учебные примеры; оба меняют параметры
В	Последовательность заполняется по очереди; следующий элемент зависит от уже заполненной части
Г	К входу добавляют шум для обучения; генеративный путь уменьшает шум несколькими шагами

Схемы нарисованы автором для сравнения. Они не являются изображениями настоящих вычислений, метриками качества или результатами запуска нейросетей. Создайте таблицу «название - обучающая идея - путь генерации - ограничение - критерий проверки». Подписывайте, когда речь об обучении, а когда о получении результата.



Продолжение практики 1: действия и рабочий ответ

- За 2 минуты сопоставьте А-Г с четырьмя названиями и отметьте ключевую операцию.
- За 4 минуты заполните пять столбцов сравнительной таблицы, не объявляя подходы одинаковыми.
- За 3 минуты исправьте три обещания обзора и покажите, какую схему каждое искажает.
- За 2 минуты сформулируйте общий критерий пригодности изображения, который не определяется названием модели.

Форма результата: Сравнительная таблица четырёх подходов и исправленный обзор.

Критерии: По 1 баллу: четыре соответствия; сравнение обучения/генерации; три исправления; критерии и ограничения. Всего 4.

Место для ответа



04. Практика 2: Проверьте две бумажные аналогии

Аналогия	Готовые данные
Последовательность	Девять клеток в порядке по строкам: 1,0,1,0,1,0,1,0,1. После первой строки известно только 1,0,1; остальное ещё не выбрано.
Уменьшение шума	Учебный эталон четырёх чисел: 0,1,1,0. Состояния: $A=(0,1,0,1)$; $B=(0,1,1,1)$; $V=(0,1,1,0)$.
Мера для аналогии	Число несовпадающих позиций с эталоном; это учебная мера, не функция обучения настоящей диффузионной модели
Новое утверждение	«Если V совпало с учебным эталоном, любой реальный объект восстановится точно».

Покажите порядок заполнения клеток и сравните три состояния по указанной мере. Сами последовательности выбраны автором: бумажная работа не обучает PixelRNN или DDPM. Сгенерированное изображение без известного оригинала не имеет такого доступного эталона.

- За 2 минуты нарисуйте 3×3 клетки, заполните первую строку и покажите, что ещё не известно на этом шаге.
- За 3 минуты вычислите несовпадения $A/B/V$ и объясните изменение по заданной мере.
- За 2 минуты исправьте новое утверждение, отделив учебный эталон от генерации без оригинала.
- За 1 минуту объясните по одной границе аналогии с каждым из двух подходов.

Форма результата: Сетка 3×3 , расчёт трёх состояний и объяснение двух ограничений.

Критерии: По 1 баллу: порядок/неизвестное; мера и изменение; исправление гарантии; две границы аналогии. Всего 4.

Место для ответа



05. Обсуждение: аргумент и возражение

Тезис: «Название самой новой архитектуры достаточно для выбора». За 2 минуты назовите пользу развития; за 3 возразите по комбинациям и задачам; за 2 согласуйте критерии испытания.

Место для ответа

06. Индивидуальная проверка понимания

Материал: «Генератор получает скрытое представление и декодирует вариант. Исходная фотография для каждого нового результата не нужна». Назовите подход, роль представления, недопустимую гарантию и способ проверки изображения.

За 3 минуты запишите ответ; за минуту сверьте ключ и исправьте другим цветом; за последнюю минуту сдайте запись. По 1 баллу за каждый из четырёх содержательных элементов.

Место для ответа



Для учителя: ответы и критерии

9 класс · Урок 15. Автоэнкодер, GAN, авторегрессия и диффузия: сравнение идей

Подготовьте: экран или распечатки, тетради, ручки и калькулятор. 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. Фраза «из шума через несколько уменьшений шума» соответствует диффузионной идее, а «следующая клетка зависит от уже заполненных» - авторегрессионной. В обоих случаях красивый результат остаётся созданным вариантом. Дискриминатор GAN оценивает отличие от учебного распределения, а не реальность события.

03. Сопоставьте четыре схемы

А - VAE: вероятностное скрытое представление/декодирование; не гарантия без потерь. Б - GAN: состязательное обучение генератора/дискриминатора; не проверка истинности события. В - авторегрессия: последовательный выбор по предыдущей части; не доступ к будущему. Г - диффузия: обучение уменьшению шума и многократные шаги генерации; не обязательное восстановление истинного оригинала. Не все подходы рисуют отдельные пиксели по одному, дискриминатор не гарантирует правду, диффузия не обещает безошибочное восстановление любого снимка. Общие проверки: соответствует ли заданию, сохранены ли нужные признаки, честны ли происхождение/подпись и допустимы ли условия использования. В реальных системах идеи могут сочетаться.

Критерии: По 1 баллу: четыре соответствия; сравнение обучения/генерации; три исправления; критерии и ограничения. Всего 4.



04. Проверьте две бумажные аналогии

После первой строки известно 1,0,1; следующие шесть элементов ещё не выбраны, нельзя считать их входной подсказкой. В готовой полной последовательности девять значений даны для проверки порядка, не для настоящего предсказания. Несовпадения: A2 (позиции 3/4), B1 (позиция 4), B0. Учебная мера уменьшается $2 \rightarrow 1 \rightarrow 0$. Это не доказательство, что настоящая диффузия меняет по одной неправильной клетке или всегда достигает точного оригинала. При создании из шума обычно нет заданного истинного снимка: проверяют задачу/согласованность, не считают совпадение с неизвестным оригиналом. Последовательная аналогия теряет вероятности/обученные параметры, диффузионная - реальные шумовые процессы и обучаемое предсказание.

Критерии: По 1 баллу: порядок/неизвестное; мера и изменение; исправление гарантии; две границы аналогии. Всего 4.

05. Обсуждение: ожидаемый результат

Тезис: «Название самой новой архитектуры достаточно для выбора». За 2 минуты назовите пользу развития; за 3 возразите по комбинациям и задачам; за 2 согласуйте критерии испытания.

Дата и название объясняют происхождение идеи, но не качество конкретного продукта в наших условиях. Нужны подходящая задача, данные, реальные проверочные результаты, ограничения и условия. Сравнивают конкретные системы по одинаковому заданию, не объявляют победителя по году.

Критерии: аргумент по материалу; содержательное возражение; условие итогового решения; роль человека. По 1 баллу, всего 4.

06. Индивидуальная проверка: ключ

VAE/вариационный автоэнкодер; представление задаёт компактный вероятностный вариант для декодера. Нельзя гарантировать точное восстановление всех пикселей или истинность события. Проверить заданные признаки/согласованность и происхождение/подпись, а не только узнаваемость. По 1 за элемент.



07. Связь с программой

Пункт программы	Действие	Проверяемый результат
Характеризовать вариационный автоэнкодер или автокодировщик, принципы его работы, цели и задачи.	Сопоставляет кодирование и генерацию	Знает роль вероятностного представления
Характеризовать генеративно-сопоставительную сеть, принципы её работы, цели и задачи.	Объясняет два блока и этап обучения	Не считает дискриминатор доказательством
Характеризовать авторегрессионные модели: функционал, цели и задачи.	Прослеживает порядок элементов	Различает известную и будущую часть
Характеризовать диффузионные модели и их перспективы.	Сравнивает шаги и ограничения аналогии	Не обещает восстановление истинного оригинала
Анализировать информацию таблицы с параметрами сравнения моделей.	Создаёт сравнительную таблицу	Есть общие критерии и различия

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. Учебные журналы не являются результатами испытания реального ИИ.

[Kingma и Welling, 2013: Auto-Encoding Variational Bayes](#), [первичная публикация](#) - источник для понятий и проверки; учебные задания разработаны отдельно.

[Goodfellow и соавторы, 2014: Generative Adversarial Networks](#) - источник для понятий и проверки; учебные задания разработаны отдельно.

[van den Oord и соавторы, 2016: Pixel Recurrent Neural Networks](#) - источник для понятий и проверки; учебные задания разработаны отдельно.

[Ho, Jain, Abbeel, 2020: Denoising Diffusion Probabilistic Models](#) - источник для понятий и проверки; учебные задания разработаны отдельно.

[Rombach и соавторы, 2021: High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models](#) - 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.