

**Математические методы сжатия данных
(например, сжатие на основе PCA) и их применение в ИИ**

*Поваров Дмитрий Андреевич, Мельник Андрей Михайлович,
студенты 1-го курса кафедры «Робототехнические системы»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Королёва М.Н., старший преподаватель)*

Сжатие данных – современная технология, благодаря которой мы можем освободить место на своём физическом диске, за счёт уменьшения занимаемого данными пространства, с помощью специального кодирования.

Само сжатие осуществляется на уровне контроллера дисковой подсистемы, без участия центрального процессора ЭВМ: происходит создание сжатых версий файла, минимизируя эти избыточные данные. Алгоритм сжатия и разжатия данных выполняется автоматически при каждом обращении к файлу. Процесс совсем незначительно влияет на производительность системы и не влияет на функционирование приложений и утилит.

В данный момент используются различные трансформации для выполнения алгоритмов сжатия данных. Например, дискретное косинусное преобразование (DCT) и дискретное вейвлет-преобразование (DWT). В области обработке данных они являются важными инструментами.

DCT разлагает сигнал или изображение на сумму косинусных функций с различными частотами. Этот подход позволяет выделить важные частотные характеристики данных, что особенно эффективно в контексте сжатия.

В дискретно косинусном преобразовании существует несколько этапов: сначала выполняется разделение изображения на блоки, далее применяется DCT к каждому блоку, потом начинается квантование коэффициентов и происходит переход к основному кодированию.

Данный способ применяется при сжатии изображений, аудио и видео. Сам по себе является простым в реализации и является достаточно эффективным, так как удаляет высокочастотные компоненты. Но также у него есть и недостаток: могут возникнуть артефакты при низком битрейте.

DWT позволяет анализировать сигнал на различных уровнях разрешения. Вместо преобразования с использованием косинусов, DWT использует волновые функции, что позволяет более гибко моделировать различия в частотах.

В таком приёме также существует несколько этапов: сначала применяется вейвлет-преобразования к сигналу или изображению, потом происходит

удаление или квантование менее значительных коэффициентов и в конце начинается кодирование оставшихся коэффициентов.

Этот метод тоже можно использовать при сжатии виде и аудио, можно выполнять обработку сигналов. Дискретное Вейвлет-преобразование лучше сохраняет детали, а также более гибко представляет данные. Основным недостатком является сложная реализация метода, которая требует больше вычислительных ресурсов.

Метод главных компонент (РСА) – линейный метод уменьшения размерности данных, который используется для упрощения анализа многомерных данных, при этом сохраняя как можно больше информации.

Процесс такого метода можно разбить на несколько этапов: сначала происходит центрирование данных (вычитается среднее значение каждого признака), далее создается и вычисляется ковариационная матрица (она показывает, как признаки варьируются относительно друг друга), потом из ковариационной матрицы извлекаются собственные значения и собственные векторы, затем происходит выбор главных компонент (векторы сортируются по убыванию собственных значений). На заключительном этапе данные проецируются на пространство, что приводит к уменьшению размерности.

РСА является достаточно полезным методом. С его помощью проводится визуализация и подготовка данных, используемых в иных алгоритмах машинного обучения.

Автоэнкодеры – это тип нейронных сетей, используемых для обучения эффективных представлений данных, которые применяются для уменьшения размерности или извлечения признаков.

Сам по себе автоэнкодер имеет не сложную архитектуру. Он состоит из трех компонентов: кодировщика, кода и декодировщика. Данные поступают на кодировщик, состоящий из нескольких слоев нейронов, которые последовательно уменьшают размерность входных данных. Данные преобразуются в код, содержащий входные данные. В конце процесса код поступает на декодировщик, который восстанавливает исходные данные.

Автоэнкодеры применяются в различных задачах: сжатие изображений, детекция аномалий, генерация данных.

Сверточные нейронные сети (CNN) – тип глубоких нейронных сетей, специально разработанный для обработки данных с сетчатой структурой (изображений).

Можно выделить основные компоненты CNN:

1. Сверточные слои (применяют свертку, позволяющую извлекать локальные признаки).

2. Функции активации (нелинейные функции, позволяющие вводить нелинейность в модель).
3. Подвыборка (слои подвыборки, которые уменьшают размерность данных).
4. Полносвязные слои (принимают извлеченные признаки и распределяют их на выходе).

CNN автоматически извлекает важные признаки изображений.

3D-сверточные сети (3D-CNN) – это расширение традиционных сверточных нейронных сетей, которые работают с трёхмерными данными. Они особенно полезны для обработки видеоданных.

В 3D-CNN также можно выделить ряд особенностей:

1. Трёхмерные свертки (позволяет извлекать пространственные и временные признаки одновременно).
2. Измерения (работают с тремя измерениями: высота, ширина, глубина).

Из преимуществ можно выделить устойчивость к шуму. Благодаря этой особенности, эти сети могут быть более устойчивыми к шуму и артефактам.

Сжатие данных является очень важной функцией, позволяющей экономить пространство. Как и у любой функции у не есть преимущества и недостатки.

К недостаткам можно отнести: возможность потери части информации, сложность некоторых алгоритмов, неоднородность данных и проблемы совместимости с устройствами.

К преимуществам можно отнести следующее: создание адаптивных методов сжатия, позволяющих автоматически подстраиваться под тип данных, возможность сжатия в облаке, с помощью которой используются мощные алгоритмы сжатия без нагрузки на локальные устройства.

Сжатие данных является важнейшей и неотъемлемой областью исследований и разработок. Она оказывает влияние на эффективность хранения и передачи информации в современном мире.

Литература:

1. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера. 6 – е изд. – СПб.: Питер, 2013. – 816 с.: ил.
2. Учебное пособие. Цифровое сжатие видеоинформации и звука. Под ред. В. М. Артюшенко. – М.: Дашков, 2003. – 426 с.
3. Н. Вирт. Алгоритмы и структуры данных. / Пер. с англ. Ткачев Ф. В. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 272 с.