

## ГЕНЕРАТИВНОЕ ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ В АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Михалев О.Н.<sup>1</sup>, Янюшкин А.С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Москва;

<sup>2</sup>Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Чебоксары

**Ключевые слова:** генеративное глубокое обучение, скрытое пространство, обучение представлениям, автоматизация технологических процессов, обучение роботов.

**Аннотация.** Применение методов генеративного глубокого обучения в автоматизации технологических процессов может открыть новые возможности в повышении эффективности предприятий. Скрытые пространства позволяют создавать модели машинного обучения, с помощью которых можно генерировать новые технические объекты, осуществлять обучение роботов в более автоматическом режиме с минимальным участием человека.

## GENERATIVE DEEP LEARNING IN AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

*Mikhalev O.N.<sup>1</sup>, Yanyushkin A.S.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Moscow;

<sup>2</sup>Ulianov Chuvash State University, Cheboksary

**Keywords:** generative deep learning, latent space, representation learning, technological process automation, robot learning.

**Abstract.** The application of generative deep learning methods in technological process automation can open up new opportunities in improving the efficiency of enterprises. Hidden spaces allow you to create machine learning models with which you can generate new technical objects, train robots in a more automatic mode with minimal human participation.

### Введение

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) развиваются с большой скоростью, они способны решать все более сложные и творческие задачи. Например, современные генеративные нейронные сети (НС), такие как Midjourney, ChatGPT и другие достигли таких высоких результатов по качеству генерации картин, текстов и других данных по текстовому описанию человека, что становится трудно отличить работу человека от сети.

Данные технологии ИИ открывают новые возможности и в области автоматизации технологических процессов, что является актуальной задачей. В условиях четвертой промышленной революции, объединяющей цифровые и промышленные технологии, автоматизация предприятий становится одним из главных факторов их развития и конкурентоспособности.

Одним из направлений применения технологий ИИ является этап технического проектирования изделий, технологических процессов (ТП) и других технических объектов. Генеративные НС способны генерировать новые, не существовавшие ранее объекты с высоким качеством в считанные секунды. Результат подобных сетей может не полностью отвечать запросу, но он создает такую основу для проекта, на базе которой можно создавать качественные

проекты гораздо быстрее. Это может в разы снизить трудоемкость и сроки технологической подготовки производства.

В робототехнике технологии ИИ позволяют быстрее обучать роботов более сложным навыкам по захвату и манипулированию различными объектами и т.д., наделять их машинным зрением и различными интеллектуальными способностями.

Для реализации данных подходов используются такие методы, как кодер-декодер вариационных автокодировщиков (Variational AutoEncoders, VAE), скрытые пространства, обучение представлению, обучение с подкреплением и т.д. Однако большая доля успеха подобных моделей заключается в том, что обучение производится на чрезвычайно огромной выборке обучающих данных.

### Скрытые пространства и обучение представлением

Моделировать многомерное пространство при описании мира с множеством параметров довольно сложно, однако возможно использовать некоторое малоразмерное векторное скрытое пространство с описанием основных параметров объектов. В качестве объектов могут быть изображения, слова, ноты и многие другие данные. Таким образом, модуль-кодер VAE кодирует, например, входящее изображение в виде некоторых параметров. В вероятностном распределении данных параметров скрытого пространства выбирается точка. Модуль-декодер принимает данную точку и декодирует ее в то же самое изображение, но уже с некоторым изменением параметров. Так получаются совершенно новые изображения и в реалистичном качестве. Например, подавая на вход VAE портрет человека без улыбки, с помощью вектора, отвечающего за улыбку, можно получать его портреты с разными улыбками. Сгенерированные изображения являются промежуточными интерполяциями между обучающими изображениями. Аналогичным образом сети сегодня создают новые изображения, рассказы, музыку и другие данные. Используя векторное пространство можно производить и некоторые вычисления с объектами.

Если создать скрытое векторное пространство из конструктивных элементов деталей, то можно получать новые элементы деталей путем сложения и вычитания их векторов (рис. 1). Так возможно производить и соответствующие изменения ТП. Для человека такие операции вполне наглядны, однако научить машину выполнять подобное является довольно сложной задачей, требующей применения совершенных моделей машинного обучения.

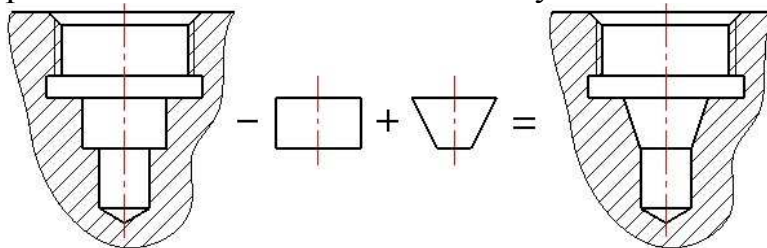


Рис. 1. Вычисления элементов с помощью скрытого пространства

Векторное описание конструктивных элементов деталей может быть выражено в виде изображений, графов, специального кодирования или другими

способами. Для обучения модели необходимо сформировать достаточно большое их количество.

Точка в скрытом пространстве – есть представление многомерного объекта. Обучение представлению осуществляет выявление в исходных данных самых важных признаков, описывающих реальные объекты, с чем хорошо справляется глубокое обучение.

Обучение представлениям – это набор техник, которые позволяют системе автоматически обнаруживать представления, необходимые для выявления признаков или классификации исходных данных. Это автоматизирует ручное выявление признаков, позволяет машинам изучать признаки, а также использовать их для решения различных задач [1].

Так роботы, осуществляющие захват различных объектов, могут самостоятельно обучаться. Робот представляет сцену, как набор объектов, которые он захватывает. Удаление и добавление объектов можно рассмотреть, как арифметические операции с их векторами в векторном пространстве. Робот видит сцену до захвата и после, и сам собирает данные для своего обучения, так он учится более лучше выполнять схватывание самостоятельно [2].

Аналогичный подход может применяться и к созданию экспертных систем для принятия решений в различных неопределенных ситуациях или недостаточных данных, а также к созданию многих других систем [3].

### **Заключение**

Такие методы ИИ, как скрытые пространства, VAE и другие технологии сегодня демонстрируют выдающиеся результаты. Они позволяют создавать картины и другие данные, которые можно использовать и в качестве основы для реализации проектов, что в разы сокращает время разработки любых данных. Их применение в области автоматизации технологических процессов может также существенно снизить трудоемкость и сроки технологической подготовки производства, более проще реализовать обучение роботов и произвести другие улучшения. Что сделает предприятия более эффективными и конкурентоспособными.

### **Список литературы**

1. Обучение признакам // Википедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=7624674&oldid=128273342>.
2. Jang E., Devin C., Vanhoucke V., Levine S. Grasp2Vec: Learning Object Representations from Self-Supervised Grasping // Proceedings of The 2nd Conference on Robot Learning, in PMLR. 2018, vol. 87, pp. 99-112.
3. Михалев О.Н., Янюшкин А.С. Совершенствование экспертно-аналитических систем для повышения эффективности производства // Машиностроительные технологические системы: Международная научно-техническая конференция. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2022. – С. 128-134.

### Сведения об авторах:

*Михалев Олег Николаевич* – к.т.н.;

*Янюшкин Александр Сергеевич* – д.т.н., профессор.