

**Форма рецензии статей в сборник трудов конференции
Deep Learning in Computational Physics, 2023
(<https://dlcp2023.sinp.msu.ru>)**

ФИО первого автора: Kryukov

Название работы: The use of conditional variational autoencoders for simulation of EAS images from IACTs

ФИО рецензента: Михаил Криницкий

1. Содержание работы (выбрать вариант из предложенных).

1. Соответствует ли статья тематике конференции (<https://dlcp2023.sinp.msu.ru/doku.php/dlcp2023/topics>):
да
2. Отражает ли название тему работы.
да
3. Отражает ли аннотация основное содержание работы.
да
4. Сформулирована ли научно-техническая проблема, на решение которой направлена работа:
да
5. Представлено ли современное состояние этой проблемы (state of arts):
да
6. Сформулирована ли новизна предложенного подхода по сравнению с имеющимися и в чем его ожидаемое преимущество:
да
7. Сформулирован ли результат работы, в частности, достигнут ли ожидаемый результат:
да

2. Оформление работы:

1. Английский язык:
хорошо
2. Качество изложения материала, включая структуру статьи (название, аннотация, ключевые слова, введение, обзор текущего состояния, предлагаемый метод, проведенные исследования и обсуждение полученного результата, заключение, литература):
хорошо
3. Рекомендация по объему статьи:
полная (10-12стр.)

3. Общая рекомендация:

принять

4. Ваша уверенность в данной рекомендации. высокая

5. Комментарий для программного комитета (по желанию рецензента, на русском языке, все замечания, которые должен учесть автор для публикации статьи должны быть отражены в п.6).

Исследование описано последовательно и достаточно ясно. Английский язык понятный. Можно допустить публикацию в текущем виде после обработки замечаний и замеченной опечатки.

Однако в текущем виде назначение исследования неясно. В целом сейчас исследование выглядит как определенное упражнение на тему применения нейросетей для реконструкции синтетических данных. С точки зрения освоения нейросетей, безусловно, достойная задача, однако из статьи неясно, есть ли в ней реальная научная ценность. Я бы рекомендовал акцентировать конечное назначение всего эксперимента. После этого, возможно, станет более понятно, почему выбраны именно те меры качества, которые описаны в исследовании, или почему некоторые из них, очевидно дифференцируемые, а, значит, оптимизируемые, не включены аддитивными членами в функцию потерь.

6. Комментарий для авторов работы (по желанию рецензента, на английском языке, для российских участников комментарий может быть на русском языке).

В статье представлен подход статистического моделирования изображений интенсивных широких атмосферных ливней субатомных частиц, вызванных взаимодействием протонов или гамма-излучения в верхних слоях атмосферы. Моделирование производится в сценарии обусловленности на суммарную магнитуду активаций элементов детектора. Производится моделирование картины детектирования телескопом IACT в составе экспериментального комплекса TAIGA. Моделирование производится с применением трех вариаций автокодировщика, один из которых представляет собой простой автокодировщик с функцией потерь, характеризующей только качество реконструкции детектирования; второй представляет собой вариационный автокодировщик; третий представляет собой вариационный автокодировщик с дополнительным регуляризационным членом, характеризующим качество воспроизведения суммарной магнитуды активаций элементов детектора. Все три вариации представляют собой полносвязные нейросети.

Результаты исследования показывают, что все три архитектуры в той или иной степени подходят для решения поставленной задачи моделирования и, впоследствии, порождения новых экземпляров картин детектирования; однако различаются по качеству воспроизведения пространственных характеристик получаемых изображений.

Статья написана в классической структуре, в рамках которой кратко описано современное состояние исследований по теме, описаны применяемые методы и используемые данные, приведены и описаны результаты исследования, сформулированы соответствующие выводы. В целом статья заслуживает опубликования, однако есть некоторые замечания.

Главное замечание к исследованию состоит в том, что для читателя может быть не до конца ясно, с какой именно целью выполняется задача генерации новых картин детектирования, подчиняющихся распределению, усваиваемому из обучающей выборки. Рецензент отдает себе отчет в том, что это в целом лежит за пределами предмета исследования, однако смутное понимание конечной цели не дает по достоинству оценить те меры качества, которыми оцениваются получаемые решения. В частности, не до конца ясно, что важнее - воспроизвести картину детектирования, суммарную магнитуду активаций детекторов, геометрические характеристики отдельных экземпляров или распределения геометрических характеристик. В

связи с этим неясно, чему более следует уделять внимание при анализе результатов исследования. Авторам можно порекомендовать расставить соответствующие акценты в статье, чтобы было ясно, почему так важно воспроизведение геометрических характеристик или других свойств картин детектирования.

В связи с тем, что не до конца ясна основная цель при решении сформулированной задачи, не представляется возможным самостоятельно обосновать выбор именно полносвязной нейросети в качестве базового подхода. В задаче акцентируются меры качества, характеризующие пространственное распределение активаций элементов детектора. В то же время полносвязные нейросети не обладают по умолчанию свойством учитывать пространственные корреляции между признаками. Свёрточные же нейросети или нейросети на основе архитектуры трансформера, напротив, обладают этим свойством по дизайну. Неоптимальное соответствие выбранной архитектуры применяемым мерам качества оставляет рецензента в недоумении. Возможно, выбор базового подхода использования полносвязных нейросетей имеет смысл пояснить в тексте статьи.

Также в связи с тем, что в исследовании не заявлен акцент в смысле конечной цели решения задачи порождения новых примеров, неясно, почему заявляемые меры качества не выступают компонентами функции потерь. Некоторые оцениваемые геометрические характеристики получаемых картин, будучи интегральными (суммарными, в дискретизированном случае реальных детекторов) моментами, могут быть реализованы в виде дифференцируемых функций от результата реконструкции, что позволяет их оптимизировать с применением библиотек автоматического дифференцирования (напр., Tensorflow). Неясно, почему при выборе очевидно дифференцируемых мер качества они не были внедрены в функцию потерь. В связи с вышеизложенным, считаю, что наряду с более ясным обозначением конечной цели, в рамках достижения которой решается конкретная задача, имеет смысл аргументировать выбор мер качества, используемых в исследовании. В случае, если эти меры качества являются общепринятыми, имеет смысл это упомянуть со ссылками на соответствующие исследования.

К описанию модели вариационного автокодировщика также есть замечание. В оригинальной формулировке вариационного автокодировщика в качестве вектора скрытого представления аппроксимируется логарифм дисперсии $\ln(\sigma^2)$, а не стандартное отклонение σ . Рецензент осознает, что в представленном исследовании упомянуто использование функции активации ReLU в кодировщике, что гарантирует согласование областей значений стандартного отклонения и функции активации. Однако отличие от оригинальной формулировки вариационного автокодировщика может ввести читателя в заблуждение. Если в исследовании используется именно оригинальная версия модели вариационного автокодировщика без модификаций, формулировку в тексте статьи следует скорректировать. Альтернативно следует явно упомянуть, что используемая формулировка вариационного автокодировщика отличается от оригинальной.

В тексте также замечена опечатка: в разделе 3. Results в предложении "see Figures 5–8 for gamma **event** images, 9–12 for proton event images" в слове **event** лишняя "e".