

Unsupervised training denoising networks

Alexey Kovalenko¹[0000–1111–2222–3333] and Yana
Demyanenko¹[1111–2222–3333–4444]

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia sfedu_email
<https://www.sfedu.ru>

Аннотация This work explore approach for image denoising of received by CMOS sensor. Proposed pipeline solves the problem of unsupervised training neural network architectures for image denoising which uses datasets without clean data. This approach bases on theoretical background about image restoration proposed by Nvidia researchers. We implemented custom denoising neural network architectures using specifics of noise distribution. Networks are trained on custom images collection.

Keywords: Image denoising · unsupervised learning · neural networks · learning image denoising.

1 Introduction

Шумоподавление является часто встречаемой задачей в области компьютерного зрения. Любое изображение, полученное с помощью CMOS сенсора будет содержать шум. Данный шум появляется у полезного сигнала из-за погрешностей приёма оптического излучения сенсором. Матрицу полезного сигнала будем обозначать I , а компоненту шума α , предполагая, что процесс появления шума является абсолютно случайным процессом из распределения P . Тогда матрицу итогового изображения можно обозначить формулой 1.

$$\tilde{I} = I + \alpha, \alpha \sim P \quad (1)$$

Так как погрешность приёма оптического сигнала зависит от физического устройства CMOS сенсора, то для каждой модели сенсора будет уникальное распределение P , порождающее шумовую компоненту сигнала.

Целью данной работы является построение с помощью нейронной сети приближения отображения $\phi : R^n \rightarrow R^n$, обладающим следующим свойством:

$$\forall \tilde{I} \implies \phi(\tilde{I}) = I \quad (2)$$

Для построения приближения отображения ϕ , нейронная сеть f будет обучаться решать следующую задачу оптимизации:

$$\min_w \|f(\tilde{I}, w) - I\|_{L_2}, \quad (3)$$

где w - параметры сети f , L_2 - евклидова норма.

2 Related works

Весомый вклад в область обучения шумоподавляющих сетей вносит работа исследователей из компании Nvidia с названием Noise2Noise: Learning Image Restoration without Clean Data. Главной идеей данной работы является использование представления шума в виде композиции чистого сигнала и уникального, шума, полученного в разный момент времени, для обучения нейронной сети восстанавливать чистый сигнал изображения. На вход нейронной сети подается зашумленное изображение с компонентой шума α_1 и от сети требуется предсказать то же изображение, но с компонентой шума α_2 . Предполагая, что шум, получен случайным образом, нейронная сеть не способна его предсказать, и поэтому при обучении нейронная сеть стремится восстанавливать изображение с некоторыми потерями. Недостатком подхода является использование только пары изображений одной сцены при обучении, тем самым возможны большие потери полезного сигнала при работе сети.

Также существует ряд работ для обучения шумоподавляющих сетей на наборах данных, содержащих изображения без компоненты шума. Примером такого подхода является работа инженеров из компании Google с названием Unprocessing Images for Learned Raw Denoising. А данной работе авторы обучат сеть с использованием стандартной функции ошибок L_1 тестируют на наборе данных Darmstadt Noise Dataset.

Наборы данных по типу Darmstadt Noise Dataset содержат пары изображений. Каждая пара состоит из изображения, снятого при правильно подобранных параметрах камеры для съемки и изображения, имеющего шумы, возникающие из-за некорректных параметров. Сети, обученные на таких наборах данных не решают задачу подавления шума, возникающего у CMOS сенсора камеры даже в максимально корректно подобранных параметрах съемки.

Таким образом для обучения сети, ориентированную на подавления шума с определенного CMOS сенсора возникает необходимость в создании данных и метода обучения на них.

Sample Heading (Third Level) Only two levels of headings should be numbered. Lower level headings remain unnumbered; they are formatted as run-in headings.

Sample Heading (Fourth Level) The contribution should contain no more than four levels of headings. Table 1 gives a summary of all heading levels. Displayed equations are centered and set on a separate line.

$$x + y = z \tag{4}$$

Please try to avoid rasterized images for line-art diagrams and schemas. Whenever possible, use vector graphics instead (see Fig. ??).

Theorem 1. *This is a sample theorem. The run-in heading is set in bold, while the following text appears in italics. Definitions, lemmas, propositions, and corollaries are styled the same way.*

Таблица 1. Table captions should be placed above the tables.

Heading level	Example	Font size and style
Title (centered)	Lecture Notes	14 point, bold
1st-level heading	1 Introduction	12 point, bold
2nd-level heading	2.1 Printing Area	10 point, bold
3rd-level heading	Run-in Heading in Bold. Text follows	10 point, bold
4th-level heading	<i>Lowest Level Heading.</i> Text follows	10 point, italic

Доказательство. Proofs, examples, and remarks have the initial word in italics, while the following text appears in normal font.

For citations of references, we prefer the use of square brackets and consecutive numbers. Citations using labels or the author/year convention are also acceptable. The following bibliography provides a sample reference list with entries for journal articles [1], an LNCS chapter [2], a book [3], proceedings without editors [4], and a homepage [5]. Multiple citations are grouped [1,2,3], [1,3,4,5].

Список литературы

1. Author, F.: Article title. Journal **2**(5), 99–110 (2016)
2. Author, F., Author, S.: Title of a proceedings paper. In: Editor, F., Editor, S. (eds.) CONFERENCE 2016, LNCS, vol. 9999, pp. 1–13. Springer, Heidelberg (2016). <https://doi.org/10.1007/1234567890>
3. Author, F., Author, S., Author, T.: Book title. 2nd edn. Publisher, Location (1999)
4. Author, A.-B.: Contribution title. In: 9th International Proceedings on Proceedings, pp. 1–2. Publisher, Location (2010)
5. LNCS Homepage, <http://www.springer.com/lncs>. Last accessed 4 Oct 2017