

## ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ЗАДАЧАХ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Кондратьева А.А., Маслов К.А., Михайлова Е.В.  
Болотова Ю.А.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики  
ann.kondratyeva@gmail.com

### Введение

Интерес к методам цифровой обработки изображений произрастает из двух основных областей ее применения, которыми являются: повышение качества изображений для улучшения его визуального восприятия человеком и обработка изображений для их анализа, эффективного хранения и передачи.

Задачи, связанные с улучшением качества изображений, возникают при анализе оптических, рентгеновских, тепловых, радиографических и других изображений в медицинской диагностике, промышленной дефектоскопии, научных исследованиях.

Целью данной работы является разработка искусственной нейронной сети, способной повышать резкость цифровых изображений, и оценка её способности решения поставленной задачи.

### Архитектура ИНС

В качестве архитектуры ИНС был выбран линейный перцептрон с одним скрытым слоем и функцией активации вида:  $\tanh(x)$ . В качестве алгоритма обучения использовался алгоритм обратного распространения ошибки.

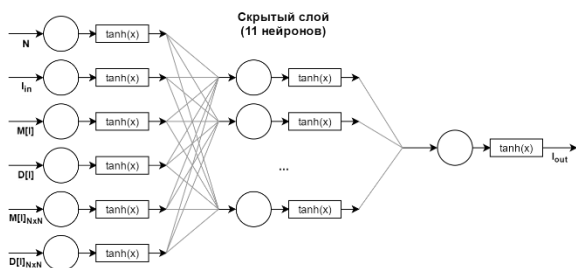


Рис. 1. Схема нейронной сети

### Формирование обучающей выборки

Обучающая выборка содержит изображения, заранее обработанные фильтром повышения резкости LoG. Его действие аналогично последовательному применению фильтров Лапласа и Гаусса. Использование только фильтра Лапласа дает эффект сильного урезания изображений.

Формулировка лапласиана-гауссиана выглядит следующим образом:

$$LoG(x, y) = -\frac{1}{\pi \cdot \sigma^4} \cdot \left(1 - \frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \cdot e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}},$$

где  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение распределения Гаусса.

На основании функции LoG строилась матрица-ядро, которая затем применялась к изображению операцией свертки.



а) б)

Рис. 2. Исходные изображения (а), результат улучшения резкости (б)

На вход нейронной сети подается вектор в следующем формате:

{ размер окна, по которому вычислялись математическое ожидание и дисперсия; интенсивность пикселя; математическое ожидание интенсивности всего изображения; дисперсия интенсивности всего изображения; математическое ожидание интенсивности окрестности пикселя  $N \times N$ ; дисперсия интенсивности окрестности пикселя  $N \times N$  }. На

выходе нейронной сети получается новое значение интенсивности текущего пикселя изображения повышенной резкости.

### Результаты работы ИНС

При подаче на вход сети изображений (рис. 3а) на выходе были получены изображения с более высокими значениями резкости (рис. 3б).



Рис. 3. Исходное изображение (а), изображение, обработанное ИНС (б)

На рис. 3б отчетливо видно, что искусственная нейронная сеть способна решать задачу повышения резкости изображения.

Тестирование нейронной сети было произведено на выборке из десяти цифровых изображений. Результат был одинаковым: на выходе искусственной нейронной сети было более контрастное и чёткое изображение (в сравнении с исходным).

### Оценка качества изображений

Качество изображений, поданных на вход искусственной нейронной сети, а также полученных на её выходе, было оценено метриками. Результаты оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Метрики

		Яблоки	Цветы	Машина
<b>MSE</b>		198,2657	233,1102	160,5996
<b>PSNR</b>		25,1583	24,4552	26,0734
<b>SSIM</b>		0,6343	0,7162	0,8486
<b>MR</b>	Оригинал	0,000412	0,000054	0,000118
	Результат	0,000927	0,000070	0,000223
<b>MRmod</b>	Оригинал	1,9281	2,0616	1,8893
	Результат	1,8811	2,0063	1,8040

Среднеквадратичная погрешность (MSE – mean squared error) показывает среднеквадратичное отклонение оригинального и оцениваемого изображений. Метрика PSNR (Pick Signal to Noise Ratio) – это отношение сигнала к шуму, и чем выше ее значение, тем сильнее похожи оригинальное и обработанное изображения. SSIM (Structural SIMilarity) – мера структурного подобия. Чем выше значение меры сходства изображений, тем лучше выполнена обработка изображения. Оценка Мунтеану-Роса (MR) основана на том свойстве, что для человеческого восприятия большее значение имеет перепад яркости в соседних пикселях, чем значение яркости в каждом пикселе. Для MR визуальное качество изображения тем лучше, чем больше значение оценки. Модифицированная оценка Мунтеану-Роса предполагает аддитивную оценку визуального качества изображения вместо мультипликативной в оценке Мунтеану-Роса. Чем ниже оценка MRmod, тем выше качество обработанного изображения.

### Список использованных источников

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Вудс Р. – М.: Техносфера, 2005. С. 197–209.
2. Методы обработки изображений: лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 1 / сост.: С. В. Воронов, А. Г. Ташлинский, И. В. Горбачев. – Ульяновск : УлГТУ, 2016. – 50 с.
3. Цой Ю. Р. Нейроэволюционный алгоритм и программные средства для обработки изображений: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ю. Р. Цой ; Томский политехнический университет; науч. рук. В. Г. Спицын. — Томск, 2007. С. 139–144.
4. Сидоров Д. В. К вопросу оценки качества множества восстановленных изображений [Текст] / Д. В. Сидоров // Прикладная информатика. – 2008. – №4. – С. 92–95.