Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Кафедра интеллектуальных информационных технологий

**Отчет по лабораторной работе №1**

**по курсу**

**«Модели решения задач в интеллектуальных системах»**

**Вариант 6**

Выполнил

студент группы 921731: Ахроров М. Д.

Проверил: Бруцкий Д. С.

**МИНСК**

2021

**Тема*:*** *Сжатие графической информации линейной рециркуляционной сетью.*

**Цель:** *Ознакомиться, проанализировать и получить навыки реализации модели линейной рециркуляционной сети для задачи сжатия графической информации.*

**Описание модели**: *В лабораторной работе выполняется сжатие изображений формата BMP различного размера.*

**Выходные данные:** ***Z*** *– коэффициент сжатия изображения;*

***L –*** *количество разбиваемых прямоугольников;*

***E*** *– суммарная ошибка для обучающей выборки;*

***Е = ∑ Е(q), где 1 ≤ q ≤ L,***

*где* ***q –*** *итератор числа прямоугольника.*

***Е =*** *∑ ∆****X(q)i \*****∆****X(q)i,***

*где* ***1 ≤ i ≤ N****.*

***iteration*** *– количество итераций.*

**Дополнительная информация:**

В этом иследовании вместо **максимально допустимой суммарной  
среднеквадратической ошибки** использовалась **общая ошибка обучения сети**. Она находилась по формуле:

***Е =*** *∑ ∆****X(q)i \*****∆****X(q)i / L / m / n***

Где  ***m*** - ширина прямоугольника

***n*** - высота прямоугольника

Данная величина отражает усреднённую ошибку каждого нейронна.

**Графики:**

**1. Зависимость числа итераций** обучения от коэффициента сжатия **Z** (для фиксированного изображения и параметров);

* Размер картинки - 696X760
* Шаг обучения - 0,001
* Желаемая ошибка обучения - 0,00116
* Размер блоков - 8 на 8



рис. 1 – тестовое изображение

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **p** | **Z** | **Количество итераций** |
| 10 | 6.4 | 495900 |
| 12 | 5.333 | 421515 |
| 14 | 4.555 | 371925 |
| 16 | 4 | 347130 |
| 18 | 3.555 | 322335 |

Как видно из графика, чем больше коэффициент сжатия, тем больше нам надо итераций обучения, чтобы его получить (разный коэффициент сжатия был получен путём изменения количества нейронов на выходном слое).

**2. Зависимость числа итераций** обучения для разных изображений (для фиксированных параметров и **Z**);

* Шаг обучения - 0,01
* Количество выходных нейронов -16
* Размер блоков - 8 на 8
* Обучение останавливалось на ошибки сети - 0,0035.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Изображение** | **Высота и ширина изображения** | **Количество итераций** |
| тестовое изображение 1 | 256X256 | 331776 |
| тестовое изображение 2 | 696X760 | 24795 |
| тестовое изображение 3 | 840X768 | 30240 |
| тестовое изображение 4 | 1536X1112 | 80064 |
| тестовое изображение 5 | 1880X1408 | 124080 |



рис. 2 – тестовое изображение 1



рис. 3 – тестовое изображение 2



рис. 4 – тестовое изображение 3



рис. 5 – тестовое изображение 4



рис. 6 – тестовое изображение 5

Как видно из графика, чем меньше картинка, соответственно и размер обучающей выборки, тем больше нужно итераций обучения для достижения желаемой ошибки (0,0035), небольшой подъём в графике на больших картинках является следствием того, что необходимо прогнать всю обучающую выборку хотя бы 1 раз.

Без этого условия желаемая ошибка была бы получена при меньшем количестве обучающих итераций. Однако, если смотреть на качество картинки при восстановлении, то большую роль играет не размер обучающей выборки, а разброс цветов в картинке, то есть качество обучающей выборки(при увелечении картинки образуеться градиент цвета что даёт нам более качественную обучающую выборку).

**3. Зависимость числа итераций** от **общей ошибки обучения сети** (остальные параметры фиксированы);

* Размер картинки -1880X1408
* Размер блоков обучающей выборки - 8 на 8
* Количество выходных нейронов -16
* Шаг обучения - 0,001.

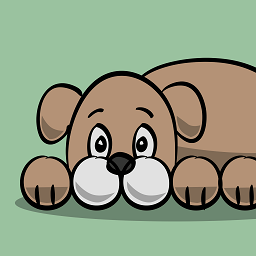


рис. 7 – тестовое изображение

|  |  |
| --- | --- |
| **Общая ошибка обучения** (**e)** | **Количество итераций** |
| 0.00132491 | 124080 |
| 0.000957027 | 1240800 |
| 0.000936038 | 2481600 |
| 0.000923869 | 6204000 |
| 0.000919924 | 14889600 |

Как видно из графика, количество итераций, необходимое для существенного уменьшения ошибки, после определённого момента резко увеличивается, что делает обучение прагматически оправданным только до определённого момента.

После определенной точки обучение не имеет смысла, так как за затрачиваемые ресурсы мы получаем слишком маленькое уменьшение ошибки.

**4. Зависимость числа итераций** от **шага обучения сети** (остальные параметры фиксированы).

* Размер картинки - 256X256
* Размер блоков обучающей выборки - 8 на 8
* Количество выходных нейронов - 16
* Шаг обучения - 0,0035.



рис. 8 – тестовое изображение

|  |  |
| --- | --- |
| **alpha** | **Количество итераций** |
| 0.0001 | 983040 |
| 0.0005 | 215040 |
| 0.001 | 122880 |
| 0.005 | 92160 |
| 0.01 | 184320 |
| 0.05 | 2979840 |
| 0.1 | 2027520 |

Из-за использования адаптивного шага данный график отображает влияние параметра максимального шага обучения, которой обрезает слишком большие значения адаптивного шага. На большом максимальном шаге особо крупные значения адаптивного шага изменяются в недостаточной мере, что приводит к росту числа итераций. Впоследствии особо крупные шаги становяться меньше,но всё ещё недостаточно приближенными к оптимальному, что характеризуется ростом количества итераций.

После того как максимальный шаг стал приближен к оптимальному, мы наблюдаем резкое падение количества итераций.

После того как максимальный шаг начинает обрезать большую часть значений адаптивного (то есть становиться меньше оптимального шага), мы начинаем наблюдать рост количества итераций, необходимых для обучения (исследование велось на картинке 256X256 и с искомой ошибкой 0,0035).

**Вывод:**

Линейная рециркуляционная сеть может быть использована для сжатия и восстановления картинок. Общая ошибка сети напрямую зависит от размера и качества обучающей выборки. Качественной обучающую выборку можно считать при следующих условиях:

1. разнообразие цветов в разных цветовых каналах;
2. наличие белого и чёрного цвета (ИНС должна научиться работать с максимальными и минимальными значениями);
3. осмысленность изображения является желательным фактором (тесты показали что нейросеть на цветном шуме обучается хуже).