

# Обробка зображень і мультимедіа

Олег Гутік



Лекція 9: Стиснення зображень, III

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.



Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Розробникам методів стиснення зображень із частковою втратою інформації необхідні стандартні метрики для вимірювання розбіжності відновлених зображень і вихідних зображень. Чим ближче відновлений образ до вихідного, тим більшою має бути ця метрика (її зручно називати “метрикою подібності”). Ця метрика повинна бути безрозмірною і не надто чутливою до малих змін зображення, що відновлюється. Загально прийнятою величиною, яка використовується для цих цілей, служить *пікове відношення сигнал/шум* (PSNR) (*peak signal to noise ratio*). Воно відоме всім, хто працює в цій галузі, його легко обчислювати, але воно має досить обмежене, наближене відношення до розбіжностей, які виявляються органами зору людини. Високе значення PSNR означає певну схожість реконструйованого та вихідного зображень, але воно не дає гарантії того, що глядачеві сподобається відновлений образ.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (*корінь середньоквадратичної помилки*) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (корінь середньоквадратичної помилки) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.



Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (корінь *середньоквадратичної помилки*) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (корінь середньоквадратичної помилки) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (корінь середньоквадратичної помилки) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (корінь середньоквадратичної помилки) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (корінь середньоквадратичної помилки) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (корінь середньоквадратичної помилки) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (*корінь середньоквадратичної помилки*) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (*корінь середньоквадратичної помилки*) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.



Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (*корінь середньоквадратичної помилки*) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (*корінь середньоквадратичної помилки*) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (*корінь середньоквадратичної помилки*) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (*корінь середньоквадратичної помилки*) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Позначимо через  $P_i$  пікселі вихідного зображення, а пікселі відновленого зображення нехай буде  $Q_i$  (де  $1 \leq i \leq n$ ). Дамо спочатку означення *середньо-квадратичної помилки* (MSE, *mean square error*), яка дорівнює

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - Q_i)^2. \quad (1)$$

Ця величина дорівнює середньому квадратів помилок (різниць пікселів) двох зображень. Величина RMSE (*корінь середньоквадратичної помилки*) визначається як квадратний корінь числа MSE, а величина PSNR дорівнює, за означенням,

$$\text{PSNR} = 20 \lg \frac{\max_i |P_i|}{\text{RMSE}}.$$

Знак абсолютної величини зазвичай буває не потрібним, оскільки пікселі рідко бувають від'ємними. Для дворівневих зображень чисельник дорівнює 1. Для напівтонових образів, пікселі яких складаються з 8 бітів, чисельник дорівнює 255. Для зображень використовується лише компонента кольору.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $PSNR = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $\text{PSNR} = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $\text{PSNR} = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.



Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $\text{PSNR} = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $\text{PSNR} = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $\text{PSNR} = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $\text{PSNR} = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $\text{PSNR} = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $PSNR = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $\text{PSNR} = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $\text{PSNR} = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.



Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $PSNR = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $PSNR = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Чим більше схожість між образами, тим менше величина RMSE, а отже, більше PSNR. Величина PSNR безрозмірна, оскільки одиницями вимірювання і чисельника, і знаменника є величини пікселів. Однак через використання логарифмів говориться, що величина PSNR вимірюється в децибелах (дБ). Використання логарифмів згладжує RMSE, робить цю величину менш чутливою. Наприклад, ділення RMSE на 10 означає множення PSNR на 2. Зазначимо, що величина PSNR немає абсолютного значення. Безглуздо говорити, що й PSNR дорівнює, скажімо, 25, то це добре. Величини PSNR використовуються лише для порівняння продуктивності різних методів стиснення та вивчення впливу різних параметрів на продуктивність того чи іншого алгоритму. Наприклад, комітет MPEG використовує суб'єктивний поріг  $PSNR = 0.5$  дБ при включенні кодової оптимізації, оскільки вважає, що поліпшення цієї величини буде помітно для ока.

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. (Значення RMSE дорівнює нулю зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. (Значення RMSE дорівнює нулю зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. (Значення RMSE дорівнює нулю зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .



Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. (Значення RMSE дорівнює нулю зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. (Значення RMSE дорівнює нулю зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .



Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. (Значення RMSE дорівнює нулю зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Зазвичай, величина PSNR змінюється в межах від 20 до 40. Якщо значення пікселів перебувають в інтервалі  $[0, 255]$ , то RMSE, що дорівнює 25.5, дає PSNR, що дорівнює 20, а при RMSE рівному 2.55 величина PSNR — 40. Значення RMSE дорівнює нулю (зображень), дає для PSNR результат нескінченність (точніше, невизначеність). При RMSE, що дорівнює 255, величина PSNR дорівнює 0, а якщо величина PSNR більше, ніж 255, то величина PSNR буде від'ємною.

Слухачам моїх лекцій буде корисно відповісти на таке запитання: *якщо максимальне значення пікселя дорівнює 255, чи значення RMSE може бути більше за 255?* Відповідь буде “ні”. Якщо величини пікселів належать інтервалу  $[0, 255]$ , то різниця  $(P_i - Q_i)$  буде не більша за 255. У найгіршому випадку вона дорівнює 255. Легко бачити, що тоді RMSE дорівнюватиме 255.

Деякі автори визначають величину PSNR за такою формулою

$$\text{PSNR} = 10 \lg \frac{\max_i |P_i|^2}{\text{RMSE}}.$$

Щоб ці формули давали однакові результати, логарифм множиться на 10, а не на 20, оскільки  $\lg A^2 = 2 \lg A$ .<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Нагадаємо, що функція  $\lg$  — десятковий логарифм, тобто, що  $\lg A = \log_{10} A$ .

Характеристика, яка близька до цих величин, є *відношення сигнал/шум* (SNR, *signal to noise ratio*). Вона визначається за формулою (у знаменнику стоїть величина RMSE вихідного образу)

$$\text{SNR} = 20 \lg \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i^2}}{\text{RMSE}}.$$



Характеристика, яка близька до цих величин, є *відношення сигнал/шум* (SNR, *signal to noise ratio*). Вона визначається за формулою (у знаменнику стоїть величина RMSE вихідного образу)

$$\text{SNR} = 20 \lg \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i^2}}{\text{RMSE}}.$$

Характеристика, яка близька до цих величин, є *відношення сигнал/шум* (SNR, *signal to noise ratio*). Вона визначається за формулою (у знаменнику стоїть величина RMSE вихідного образу)

$$\text{SNR} = 20 \lg \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i^2}}{\text{RMSE}}.$$

Характеристика, яка близька до цих величин, є *відношення сигнал/шум* (SNR, *signal to noise ratio*). Вона визначається за формулою (у знаменнику стоїть величина RMSE вихідного образу)

$$\text{SNR} = 20 \lg \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i^2}}{\text{RMSE}}.$$

```
function PSNR(A,B)
if A==B
    error('Images are identical; PSNR is undefined')
end
max2_A=max(max(A)); max2_B=max(max(B));
min2_A=min(min(A)); min2_B=min(min(B));
if max2_A>1 | max2_B>1 | min2_A<0 | min2_B<0
    error('pixels must be in [0,1]')
end
differ=A-B;
decib=20*log10(1/(sqrt(mean(mean(differ.^2)))));
disp(sprintf('PSNR = +%5.2f дБ',decib))
```

Активация Windows  
Перейдите до розділу "Настройки", щоб активувати W

На рис. наведено функцію для системи Matlab, що обчислює PSNR для двох зображень. Вона викликається як `PSNR(A,B)`, де `A` та `B` — два файли зображень. Зображення повинні мати однакову роздільну здатність і значення пікселів повинні лежати в інтервалі  $[0, 1]$ .

```
function PSNR(A,B)
if A==B
    error('Images are identical; PSNR is undefined')
end
max2_A=max(max(A)); max2_B=max(max(B));
min2_A=min(min(A)); min2_B=min(min(B));
if max2_A>1 | max2_B>1 | min2_A<0 | min2_B<0
    error('pixels must be in [0,1]')
end
differ=A-B;
decib=20*log10(1/(sqrt(mean(mean(differ.^2)))));
disp(sprintf('PSNR = +%5.2f дБ',decib))
```

На рис. наведено функцію для системи Matlab, що обчислює PSNR для двох зображень. Вона викликається як `PSNR(A,B)`, де `A` та `B` — два файли зображень. Зображення повинні мати однакову роздільну здатність і значення пікселів повинні лежати в інтервалі  $[0, 1]$ .

```
function PSNR(A,B)
if A==B
    error('Images are identical; PSNR is undefined')
end
max2_A=max(max(A)); max2_B=max(max(B));
min2_A=min(min(A)); min2_B=min(min(B));
if max2_A>1 | max2_B>1 | min2_A<0 | min2_B<0
    error('pixels must be in [0,1]')
end
differ=A-B;
decib=20*log10(1/(sqrt(mean(mean(differ.^2)))));
disp(sprintf('PSNR = +%5.2f дБ',decib))
```

На рис. наведено функцію для системи Matlab, що обчислює PSNR для двох зображень. Вона викликається як `PSNR(A,B)`, де `A` та `B` — два файли зображень. Зображення повинні мати однакову роздільну здатність і значення пікселів повинні лежати в інтервалі  $[0, 1]$ .

```
function PSNR(A,B)
if A==B
    error('Images are identical; PSNR is undefined')
end
max2_A=max(max(A)); max2_B=max(max(B));
min2_A=min(min(A)); min2_B=min(min(B));
if max2_A>1 | max2_B>1 | min2_A<0 | min2_B<0
    error('pixels must be in [0,1]')
end
differ=A-B;
decib=20*log10(1/(sqrt(mean(mean(differ.^2)))));
disp(sprintf('PSNR = +%5.2f дБ',decib))
```

На рис. наведено функцію для системи Matlab, що обчислює PSNR для двох зображень. Вона викликається як  $\text{PSNR}(A,B)$ , де  $A$  та  $B$  — два файли зображень. Зображення повинні мати однакову роздільну здатність і значення пікселів повинні лежати в інтервалі  $[0, 1]$ .

```
function PSNR(A,B)
if A==B
    error('Images are identical; PSNR is undefined')
end
max2_A=max(max(A)); max2_B=max(max(B));
min2_A=min(min(A)); min2_B=min(min(B));
if max2_A>1 | max2_B>1 | min2_A<0 | min2_B<0
    error('pixels must be in [0,1]')
end
differ=A-B;
decib=20*log10(1/(sqrt(mean(mean(differ.^2)))));
disp(sprintf('PSNR = +%5.2f дБ',decib))
```

На рис. наведено функцію для системи Matlab, що обчислює PSNR для двох зображень. Вона викликається як  $PSNR(A,B)$ , де  $A$  та  $B$  — два файли зображень. Зображення повинні мати однакову роздільну здатність і значення пікселів повинні лежати в інтервалі  $[0, 1]$ .



Іншою спорідненою величиною для PSNR служить *відношення сигнал/шум квантування* (*SQNR, signal to quantization noise ratio*). Ця величина вимірює вплив ефекту квантування на якість сигналу. Вона визначається виразом

$$SQNR = 10 \lg \frac{\text{сила сигналу}}{\text{помилка квантування}},$$

де помилка квантування дорівнює різниці між квантованим і вихідним сигналами.

Іншою спорідненою величиною для PSNR служить *відношення сигнал/шум квантування* (*SQNR, signal to quantization noise ratio*). Ця величина вимірює вплив ефекту квантування на якість сигналу. Вона визначається виразом

$$SQNR = 10 \lg \frac{\text{сила сигналу}}{\text{помилка квантування}},$$

де помилка квантування дорівнює різниці між квантованим і вихідним сигналами.

Іншою спорідненою величиною для PSNR служить *відношення сигнал/шум квантування* (*SQNR, signal to quantization noise ratio*). Ця величина вимірює вплив ефекту квантування на якість сигналу. Вона визначається виразом

$$SQNR = 10 \lg \frac{\text{сила сигналу}}{\text{помилка квантування}},$$

де помилка квантування дорівнює різниці між квантованим і вихідним сигналами.

Іншою спорідненою величиною для PSNR служить *відношення сигнал/шум квантування* (*SQNR, signal to quantization noise ratio*). Ця величина вимірює вплив ефекту квантування на якість сигналу. Вона визначається виразом

$$SQNR = 10 \lg \frac{\text{сила сигналу}}{\text{помилка квантування}},$$

де помилка квантування дорівнює різниці між квантованим і вихідним сигналами.

Іншою спорідненою величиною для PSNR служить *відношення сигнал/шум квантування* (*SQNR, signal to quantization noise ratio*). Ця величина вимірює вплив ефекту квантування на якість сигналу. Вона визначається виразом

$$\text{SQNR} = 10 \lg \frac{\text{сила сигналу}}{\text{помилка квантування}},$$

де помилка квантування дорівнює різниці між квантованим і вихідним сигналами.

Іншою спорідненою величиною для PSNR служить *відношення сигнал/шум квантування* (*SQNR, signal to quantization noise ratio*). Ця величина вимірює вплив ефекту квантування на якість сигналу. Вона визначається виразом

$$SQNR = 10 \lg \frac{\text{сила сигналу}}{\text{помилка квантування}},$$

де помилка квантування дорівнює різниці між квантованим і вихідним сигналами.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.



Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.



Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Інший підхід до порівняння оригінального та відновленого зображення полягає у побудові різницевого зображення та оцінюванні його якості візуальним спостереженням. Інтуїтивно різничеве зображення дорівнює

$$D_i = P_i - Q_i,$$

однак такий образ важко оцінити на око, оскільки значення пікселів  $D_i$  є малими числами. Якщо нульове значення відповідає білому кольору, то такий різницевий образ буде майже невидимий. Навпаки, якщо нуль відповідає чорному кольору, то різниця буде занадто темною для вироблення точного судження. Найкращі результати можна отримати, використовуючи формулу

$$D_i = a(P_i - Q_i) + b,$$

де  $a$  — параметр амплітуди (зазвичай мале число, наприклад, 2), а  $b$  — половина максимального значення пікселя (зазвичай, це 128). Параметр  $a$  потрібен для збільшення малих різниць, а параметр  $b$  зсуває різницевий образ з крайне білого в бік чорного в область комфортного для ока сірого кольору.

Дякую за увагу!