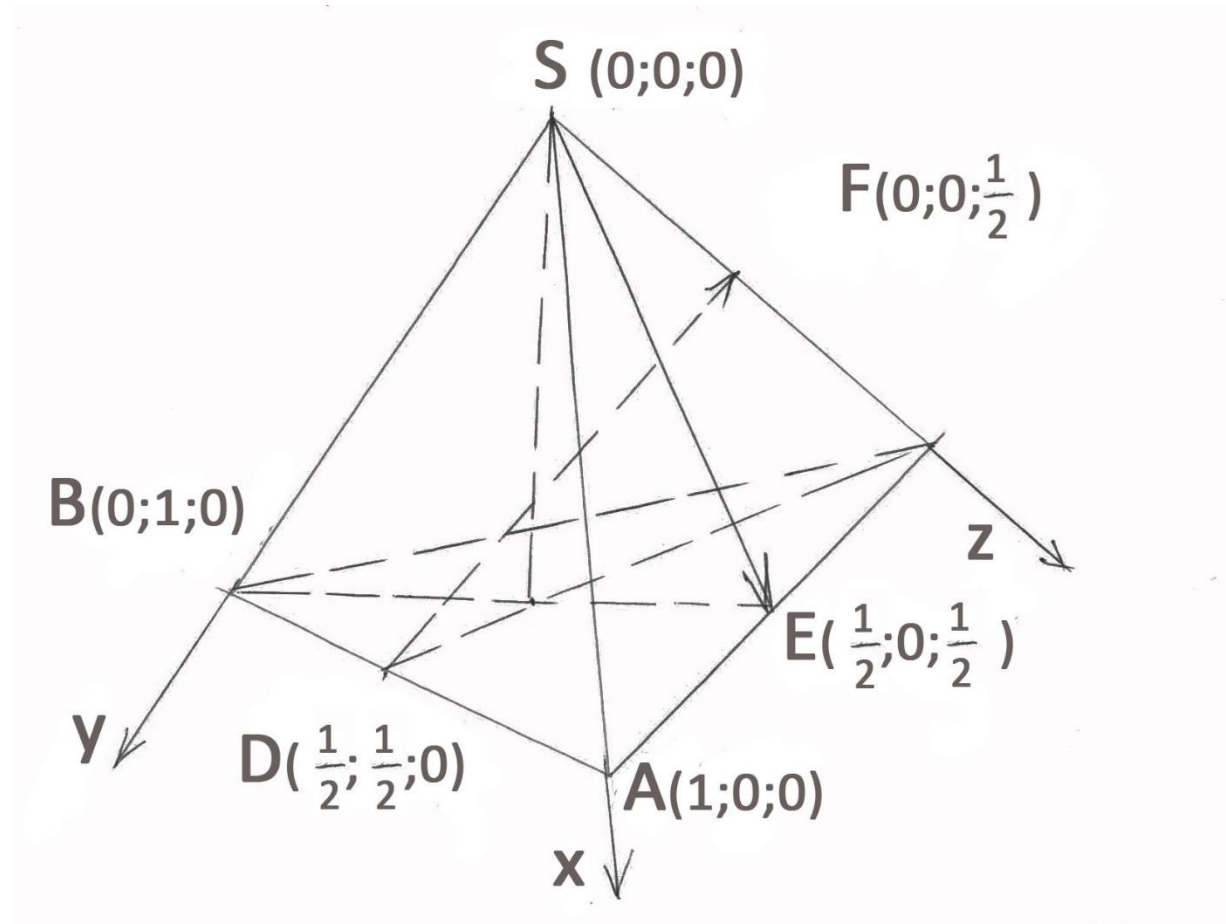


ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ



Алгоритмы, которые изменяют
пространственное расположение пикселей с
помощью геометрических преобразований

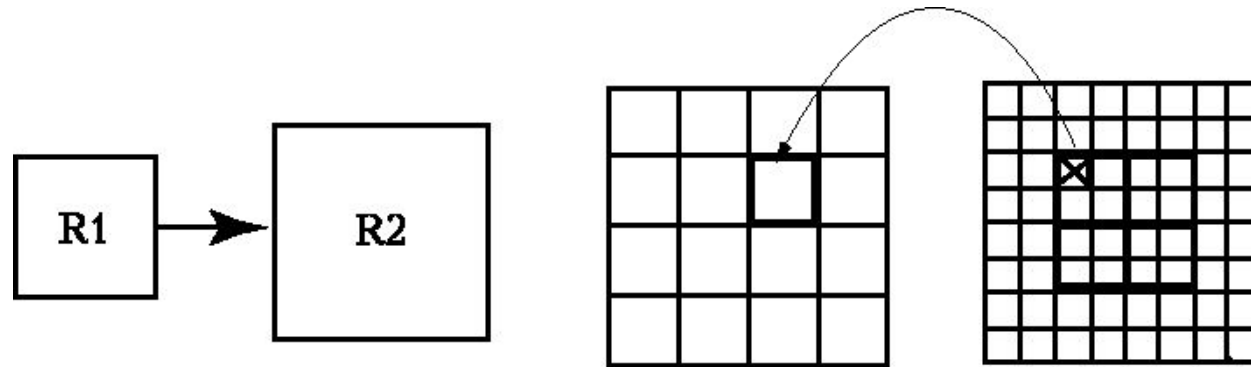
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ АЛГОРИТМОВ

1. Масштабирование.
2. Изменение размеров.
3. Поворот
4. Сдвиг.
5. Отражение.
6. И т. д.

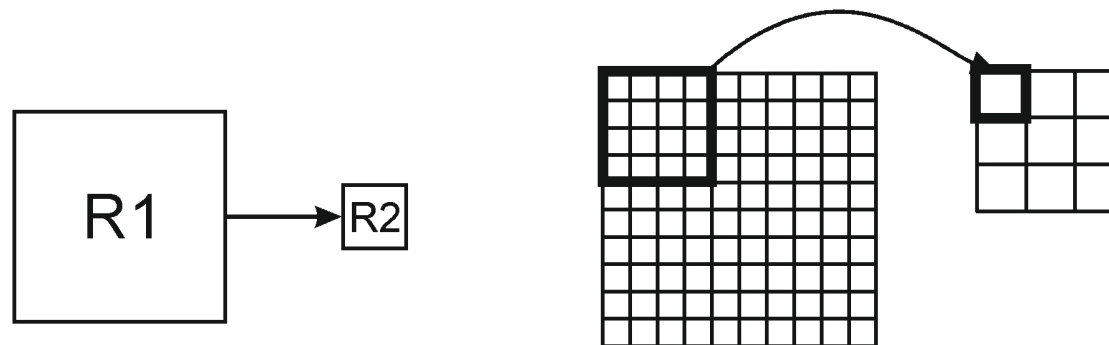
Обратное преобразование.

МАСШТАБИРОВАНИЕ

Увеличение и уменьшение не более чем в 2 раза ($k > 0.5$)



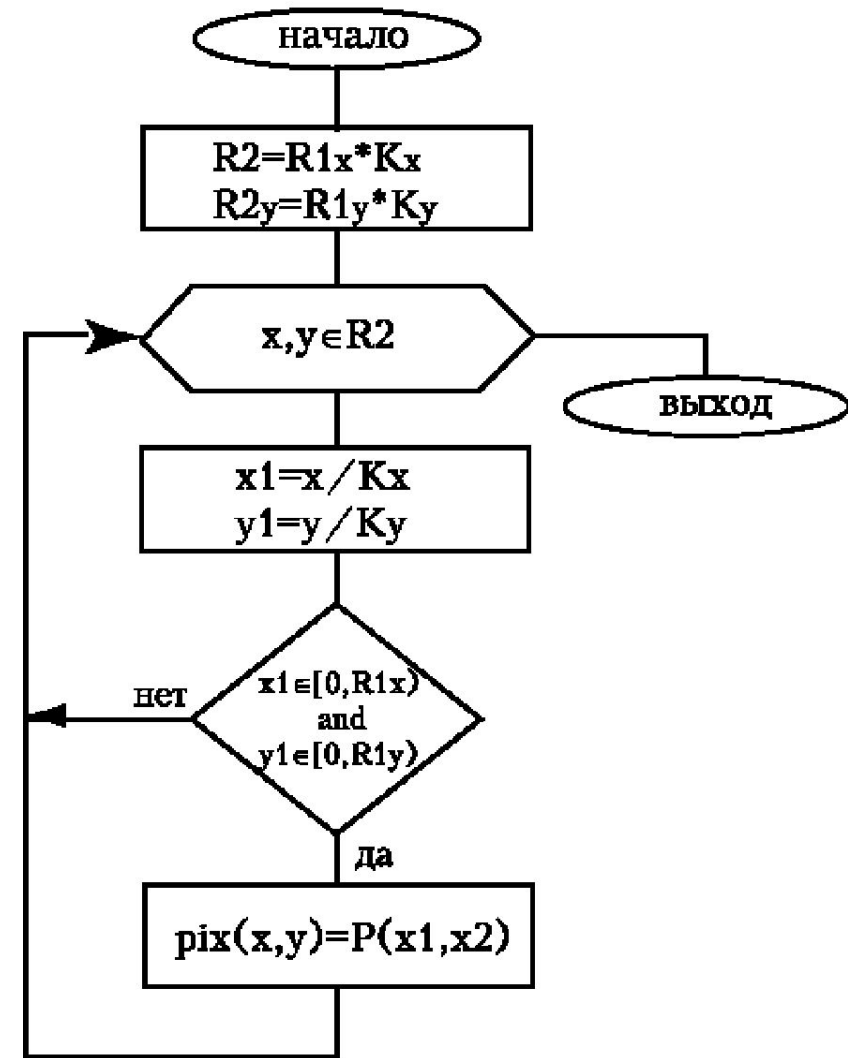
Уменьшение более чем в 2 раза



Критерий – сохранения средней яркости изображения.

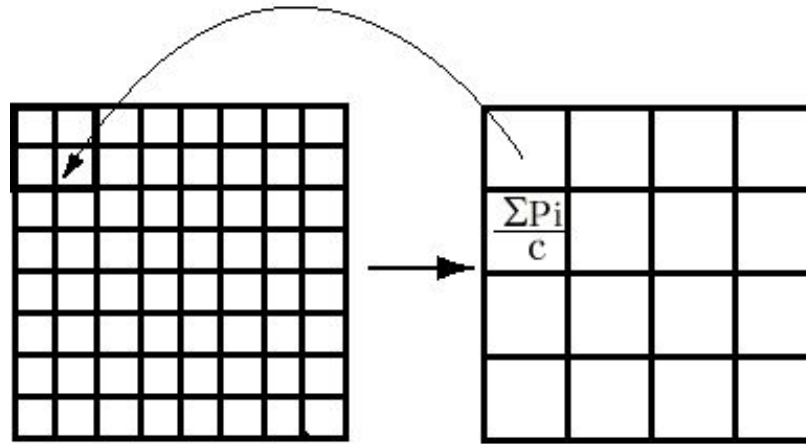
УВЕЛИЧЕНИЕ

$$\begin{cases} x_2 = x_1 \cdot K_x \\ y_2 = y_1 \cdot K_y \end{cases}$$



Принцип «от обратного».

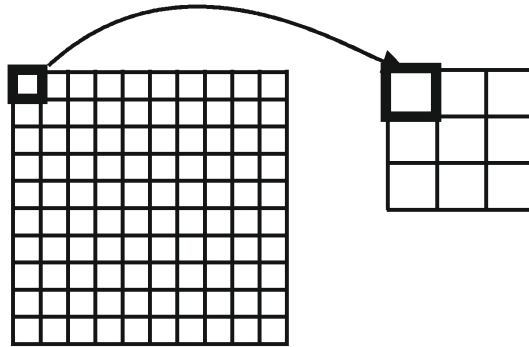
УМЕНЬШЕНИЕ



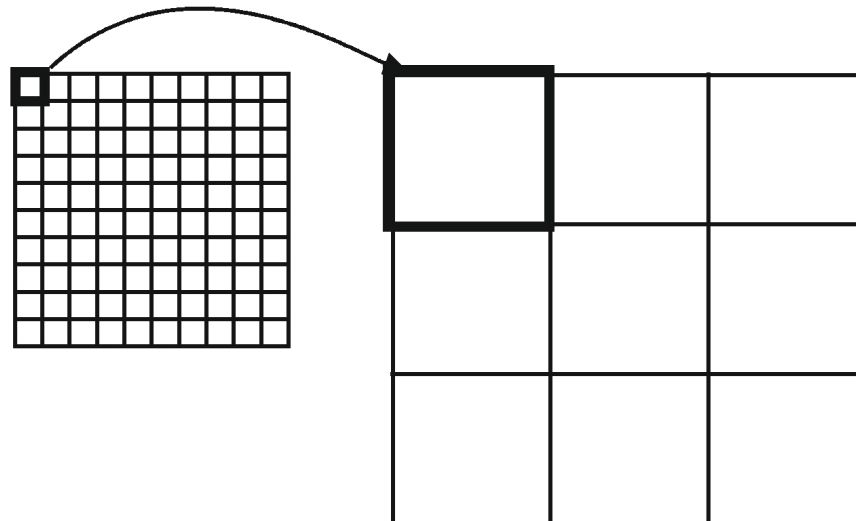
Принцип «от обратного». Среднее арифметическое. Центральная точка. Потеря информации.

МАСШТАБИРОВАНИЕ В ОТРИСОВКЕ

Уменьшение и увеличение менее чем N раз



Увеличение более чем в N раз



КАЧЕСТВО И СКОРОСТЬ В ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

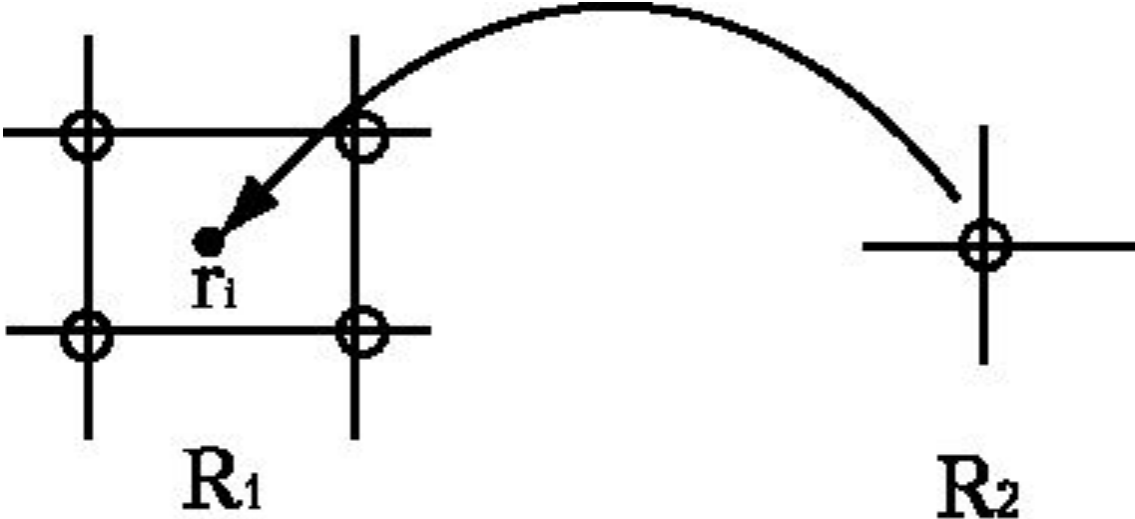
БЫСТРО

1. Отбрасываем дробную часть
2. Аппроксимация к ближайшему (округление)
3. Интерполяция билинейная
4. Бикубическая интерполяция
5. Передискретизация различными методами

КАЧЕСТВЕННО

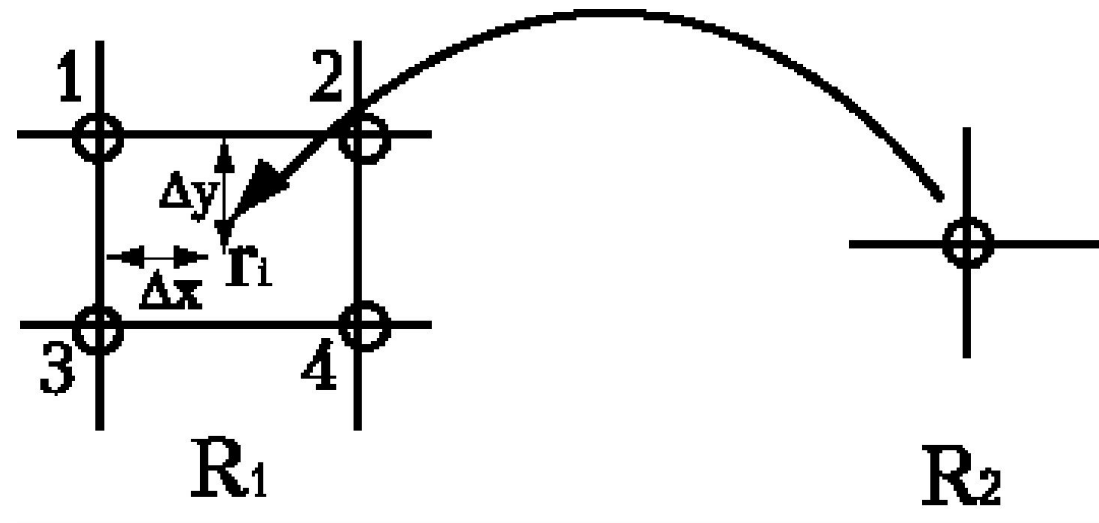
КАЧЕСТВО – финишная обработка. СКОРОСТЬ – отрисовка.

АППРОКСИМАЦИЯ К БЛИЖАЙШЕМУ



Улучшенное качество.

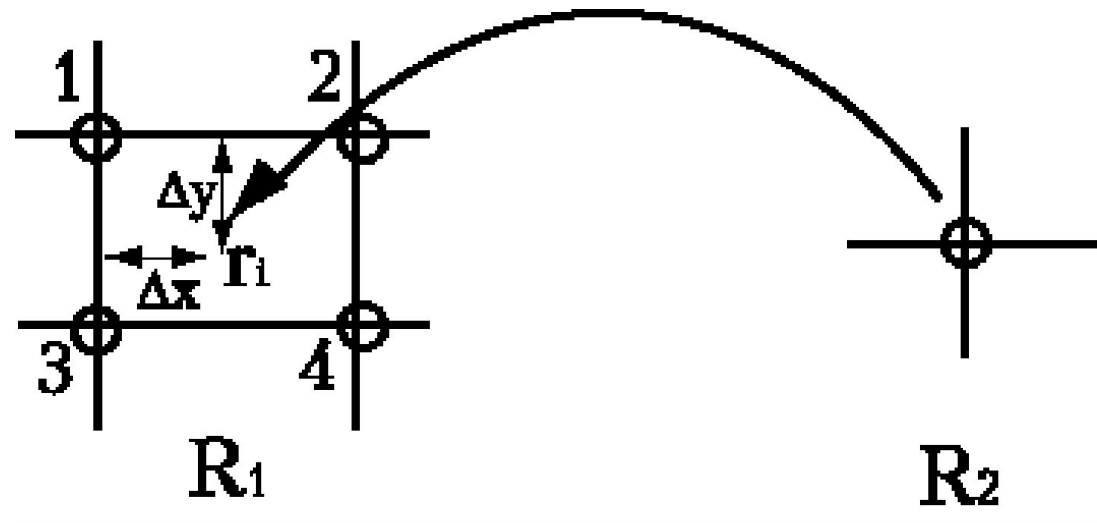
БИЛИНЕЙНАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ



$$p = p_1 \cdot (1 - \Delta x) \cdot (1 - \Delta y) + p_2 \cdot \Delta x(1 - \Delta y) + p_3 \cdot (1 - \Delta x) \cdot \Delta y + p_4 \cdot \Delta x \cdot \Delta y$$

Отличное качество.

КРАЯ В БИЛИНЕЙНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ



Склеивание. Линейная интерполяция.

БИКУБИЧЕСКАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ

$$f(y, x) = b_1 f(0, 0) + b_2 f(0, 1) + b_3 f(1, 0) + b_4 f(1, 1) + b_5 f(0, -1) + b_6 f(-1, 0) + b_7 f(1, -1) + b_8 f(-1, 1) + \\ + b_9 f(0, 2) + b_{10} f(2, 0) + b_{11} f(-1, -1) + b_{12} f(1, 2) + b_{13} f(2, 1) + b_{14} f(-1, 2) + b_{15} f(2, -1) + b_{16} f(2, 2)$$

$$b_1 = \frac{1}{4}(x-1)(x-2)(x+1)(y-1)(y-2)(y+1)$$

$$b_2 = -\frac{1}{4}x(x+1)(x-2)(y-1)(y-2)(y+1)$$

$$b_3 = -\frac{1}{4}y(x-1)(x-2)(x+1)(y+1)(y-2)$$

$$b_4 = \frac{1}{4}xy(x+1)(x-2)(y+1)(y-2)$$

$$b_5 = -\frac{1}{12}x(x-1)(x-2)(y-1)(y-2)(y+1)$$

$$b_6 = -\frac{1}{12}y(x-1)(x-2)(x+1)(y-1)(y-2)$$

$$b_7 = \frac{1}{12}xy(x-1)(x-2)(y+1)(y-2)$$

$$b_8 = \frac{1}{12}xy(x+1)(x-2)(y-1)(y-2)$$

$$b_9 = \frac{1}{12}x(x-1)(x+1)(y-1)(y-2)(y+1)$$

$$b_{10} = \frac{1}{12}y(x-1)(x-2)(x+1)(y-1)(y+1)$$

$$b_{11} = \frac{1}{36}xy(x-1)(x-2)(y-1)(y-2)$$

$$b_{12} = -\frac{1}{12}xy(x-1)(x+1)(y+1)(y-2)$$

$$b_{13} = -\frac{1}{12}xy(x+1)(x-2)(y-1)(y+1)$$

$$b_{14} = -\frac{1}{36}xy(x-1)(x+1)(y-1)(y-2)$$

$$b_{15} = -\frac{1}{36}xy(x-1)(x-2)(y-1)(y+1)$$

$$b_{16} = \frac{1}{36}xy(x-1)(x+1)(y-1)(y+1)$$

Передискретизация

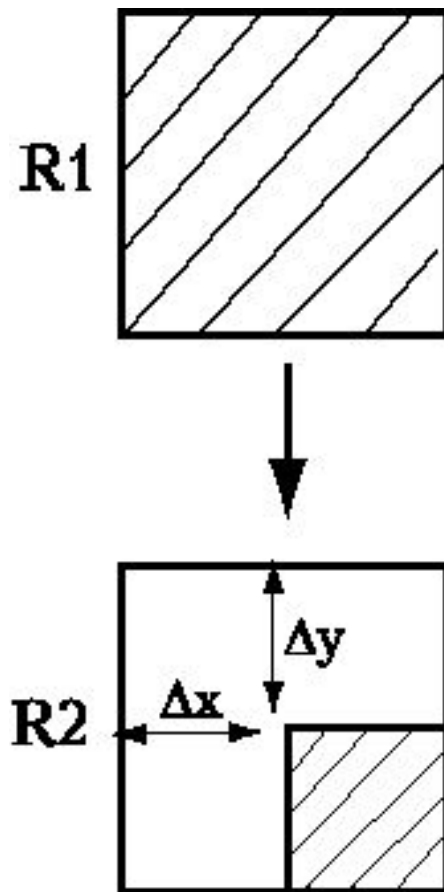
Следствие из теоремы Котельникова

любой аналоговый сигнал может быть восстановлен с какой угодно точностью по своим дискретным отсчётам, взятым с частотой $f > 2f_c$, где f_c — максимальная частота, которой ограничен спектр реального сигнала

Фильтры (Полифазные, Ланцоша и др.)

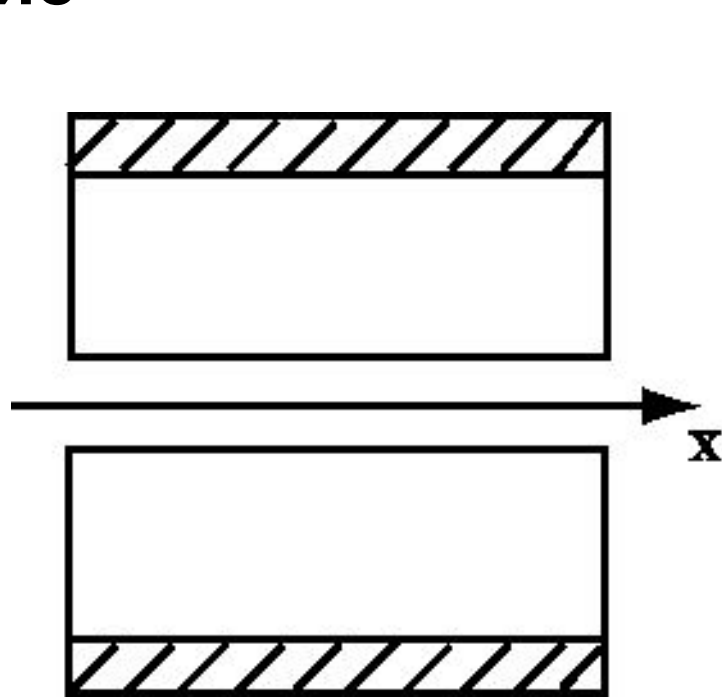
Сдвиг

$$\begin{cases} x_2 = x_1 + \Delta x \\ y_2 = y_1 + \Delta y \end{cases}$$

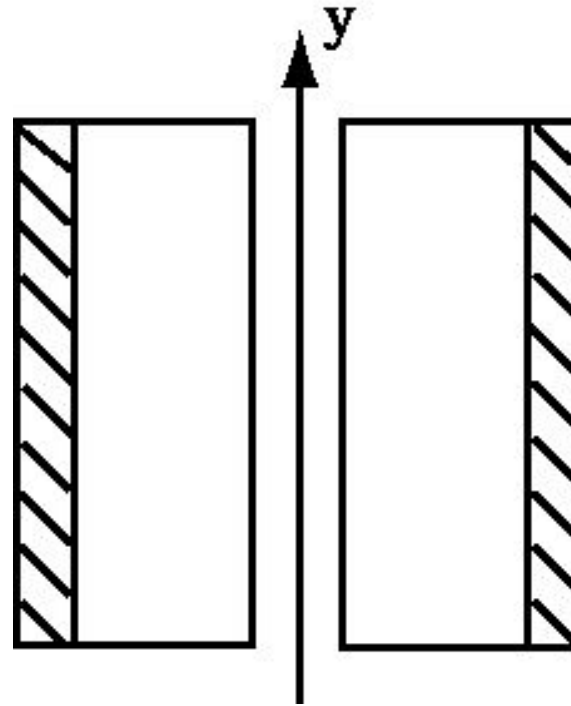


Изменение размеров изображения – кроп (ресайз).

Отражение

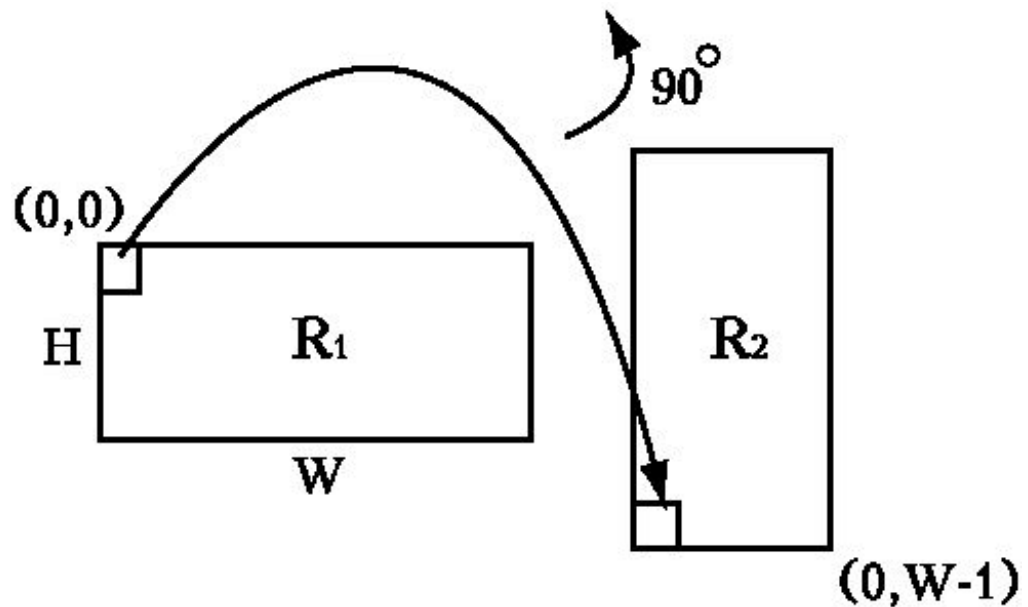


$$\begin{cases} x_2 = x_1 \\ y_2 = H - y_1 - 1 \end{cases}$$



$$\begin{cases} x_2 = W - x_1 - 1 \\ y_2 = y_1 \end{cases}$$

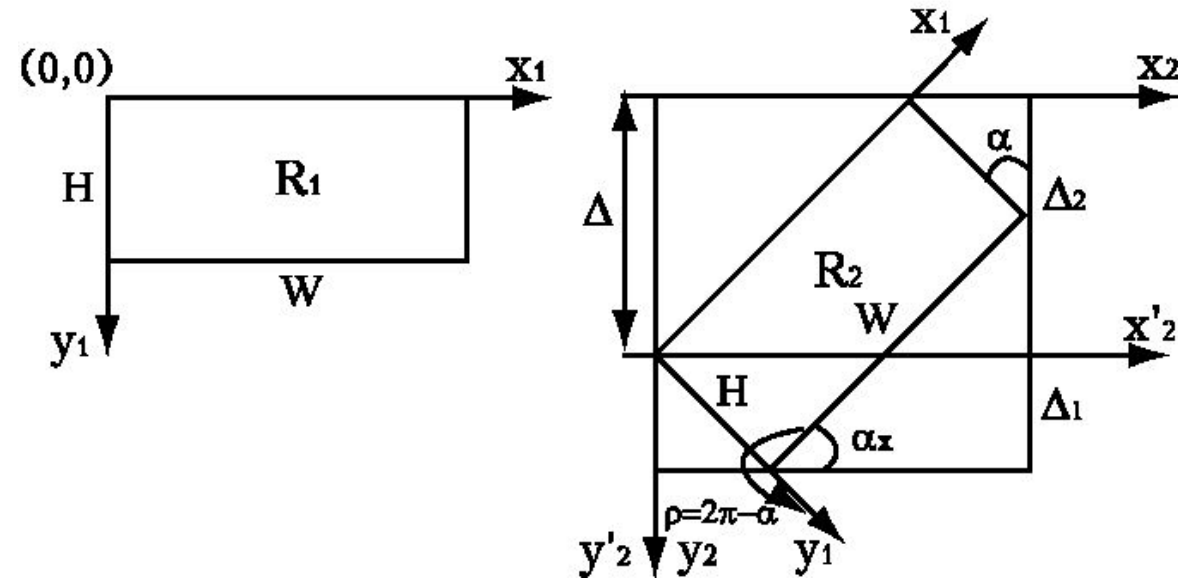
Поворот на угол кратный 90 градусов



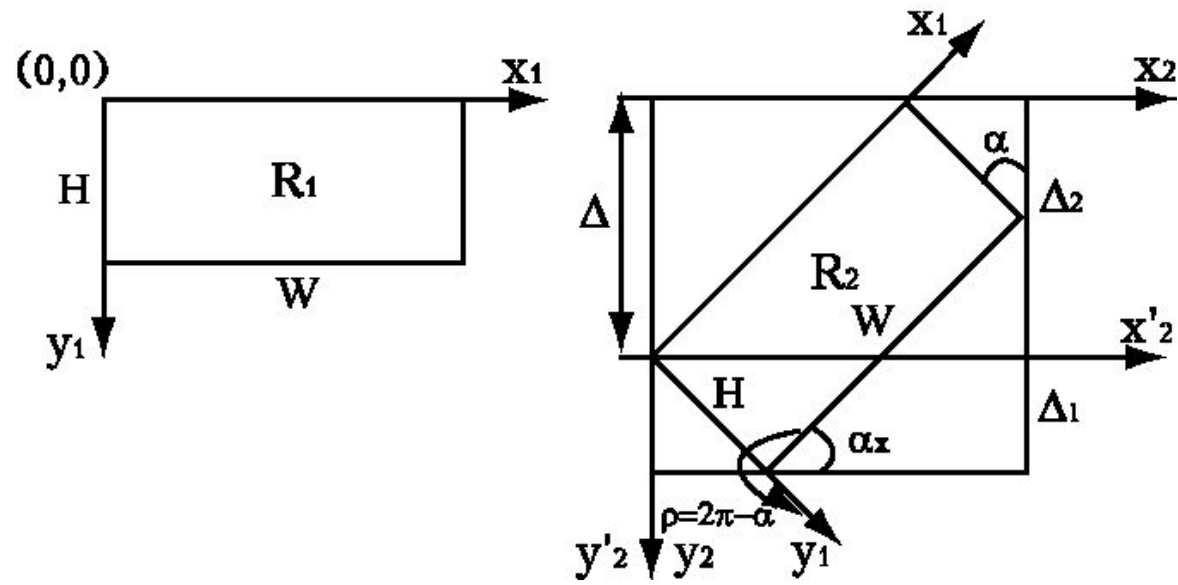
$$\begin{cases} x_2 = y_1 \\ y_2 = W - x_1 - 1 \end{cases}$$

Аналогично для других углов.

Поворот на произвольный угол

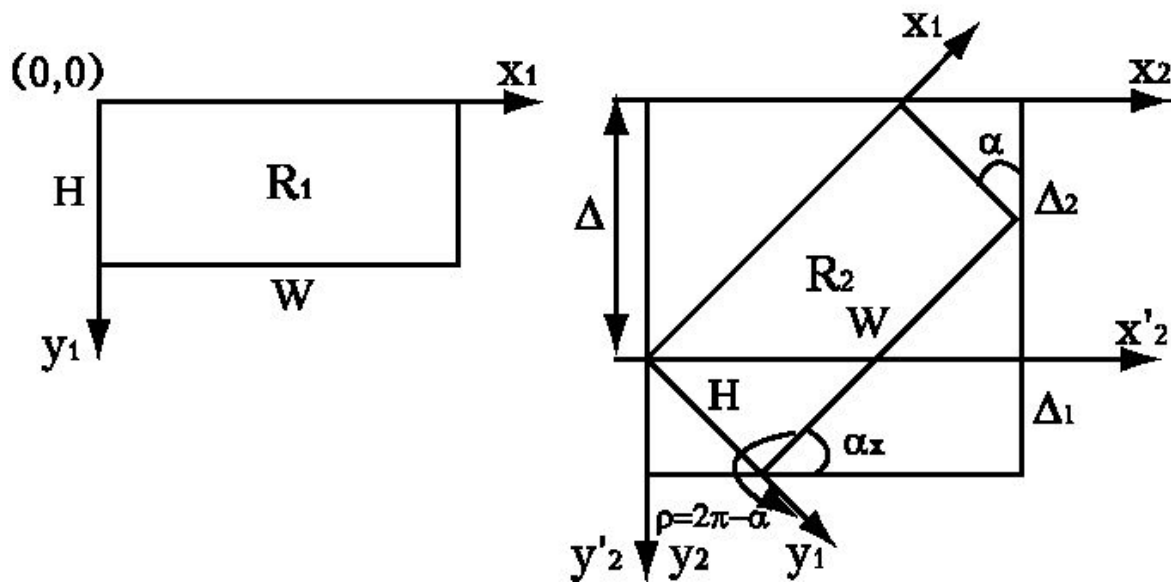


Для угла $0..90$ град.



$$\begin{cases} R_{2y} = W \cdot \sin \alpha + H \cdot \cos \alpha \\ R_{2x} = W \cdot \cos \alpha + H \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

Размер нового изображения.



$$\begin{cases} x_1 = x_2 \cdot \cos \alpha + y_2' \cdot \sin \alpha \\ y_1 = y_2 \cdot \cos \alpha - x_2 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

Поворот

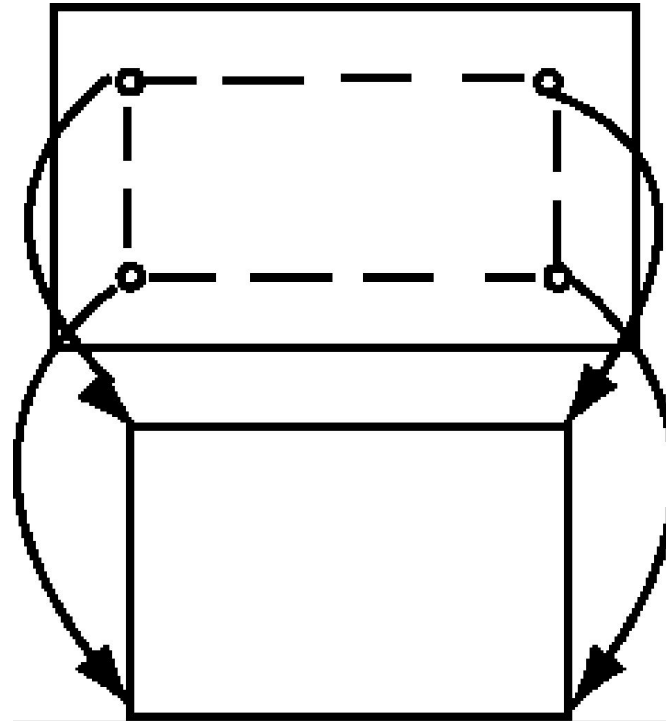
$$\begin{cases} y_2 = y_2' + \Delta \\ \Delta = W \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

Сдвиг

$$\begin{cases} x_1 = x_2 \cdot \cos \alpha + (y_2 - \Delta) \cdot \sin \alpha \\ y_1 = (y_2 - \Delta) \cdot \cos \alpha - x_2 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

Координата точки нового раstra в старом

Калибровка



Комплексный алгоритм.

ВЫВОДЫ

1. Выбор между скоростью и качеством.
2. Геометрия – основа коррекции изображений.