

В качестве алгоритма поиска ключевых точек был выбран алгоритм «SIFT». Метод SIFT (Scale-Invariant Feature Transform или Масштабно-инвариантное преобразование особенностей) – это один из наиболее популярных алгоритмов детектирования особых точек в изображениях [21]. Основная идея метода SIFT заключается в поиске особых точек, которые инвариантны к масштабу и повороту изображения, а также устойчивы к изменениям освещения и частичной закрытости. Алгоритм SIFT состоит из нескольких этапов:

1) построение пирамиды изображений: Изначальное изображение размывается с помощью гауссового фильтра с разными масштабами $G(x, y, k_i \sigma)$ в масштабе $k_i \sigma$, получаем изображение:

$$L(x, y, k_i \sigma) = G(k_i \sigma) * I(x, y),$$

где k_i – масштаб на некотором этапе, $I(x, y)$ – исходное изображение. Подробнее опишем применение фильтра гаусса. Для этого введем понятие операции свертки. Свертка – операция над матрицами $A_{n_x \times n_y}$ и $B_{m_x \times m_y}$, результатом которой является матрица $C_{(n_x - m_x + 1) \times (n_y - m_y + 1)} = A B$, где B – ядро или фильтр свертки. Каждый элемент результата вычисляется как скалярное произведение матрицы B и некоторой подматрицы A такого же размера (подматрица определяется положение элемента в результате). Формально элемент $C_{i,j}$ вычисляется по формуле:

$$C_{i,j} = \sum_{u=0}^{m_x-1} \sum_{v=0}^{m_y-1} A_{i+u, j+v} B_{u,v}.$$

Пример операции свертки показан на рисунке 2.8 [18].

В случае фильтра гаусса матрица B равна матрице $G(\sigma)$, элементы которой вычисляются по формуле:

$$G(\sigma)_{x,y} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x-m_x/2)^2 + (y-m_y/2)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2.9)$$