1. Изображения как структура данных. Базовые операции над изображением. Свертка изображения

2. Морфологические операции. Эрозия, дилатация, замыкание и размыкание: что это и для чего могут быть использованы.

3. Фильтр границ Канни, для чего используется, какие параметры за что отвечают.

Фильтр границ Канни (Кэнни) – алгоритм, который среди всех пикселей изображения в градациях серого выделяет множество пикселей, которые образуют границы между объектами. Содержит следующие шаги:

1. Сглаживание изображения с целью устранения шума. Сглаживание выполняется путем сворачивания изображения с гауссовым ядром фиксированного размера: $I = H(\sigma) * I_0$. Слишком маленькие значения σ не смогут убрать шум, что приведет к множеству ложноположительных срабатываний, а слишком большие превратят все изображение в слабо меняющийся градиент и уничтожат все границы.

2. Вычисление градиента, то есть полей частных производных яркости по двум координатам. Как правило, используется разностная схема размера 3×3, то есть свертка с ядром оператора Собеля:

$$D_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad D_y = D_x^T;$$

$$G_x = D_x * I, \quad G_y = D_y * I.$$

   Однако этот шаг может быть объединен с предыдущим: для этого нужно сворачивать исходное изображение с дифференцированным гауссовым ядром, то есть с дискретными приближениями $\partial_x h(0, \sigma), \partial_y h(0, \sigma)$.

3. По полученным значениям вычисляется массив абсолютных значений градиента ($G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$, поэлементно) и массив направлений. Все направления округляются до одного из основных: вертикаль, горизонталь или одна из двух диагоналей, при этом сторона (влево или вправо) значения не имеет.

4. Все пиксели помечаются как границы или как не-границы по следующим правилам в указанном порядке:

   (a) Если элемент не является локальным максимумом в направлении *своего* градиента, то элемент отмечается как не-граница. Например, если округленное направление градиента в I_{ij} – вертикаль, то $G_{ij} \leqslant G_{i-1,j} \wedge G_{ij} \leqslant G_{i+1,j} \implies B_{ij} = 0$, где B – выходной булев массив того же размера, что и изображение.

   (b) Если модуль градиента $G_{ij} < \theta_{\text{low}}$, то $B_{ij} = 0$.

   (c) Если $G_{ij} > \theta_{\text{high}}$, то $B_{ij} = 1$.

   (d) В противном случае, если пиксель является локальным максимумом, но его абсолютное значение лежит между двумя пороговыми значениями, то он считается границей, если хотя бы один из 8 соседних был определен как граница с использованием предыдущего правила.

Параметры $\theta_{\text{low}}, \theta_{\text{high}}$ регулируют количество ошибок обоих родов, но придать им какой-либо физический смысл довольно сложно.

4. Преобразование Радона. Дискретное преобразование Радона. Оценка сложности.

5. Виды параметризации прямых на изображении и их свойства. Повторное вычисление преобразования Хафа и связь этой процедуры с поиском точки схода.

6. Преобразование Хафа и быстрое преобразование Хафа. Описание работы алгоритмов и их вычислительных характеристик.

7. Трехмерное быстрое преобразование Хафа для плоскостей. Параметризация, описание работы, вычислительная сложность.

8. Трехмерное быстрое преобразование Хафа для прямых. Параметризация, описание работы, вычислительная сложность.

9. История развития томографии. Строение томографа.

10. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Сведение зарегистрированных данных к виду преобразования Радона.

11. Преобразование Радона. Синограмма.

Опр. 1. Преобразование Радона Пусть $l_{\theta,s}$ – прямая, направляющий вектор которой направлен под углом θ ($\theta = 0$ соответствует горизональной прямой) и удаленная от начала координат на расстояние s. Тогда преобразованием Радона функции $f(x, y)$ называется интеграл этой функции по параметризованной прямой:

$$[\mathcal{R}f](\theta, s) = \int_{l_{\theta,s}} f(x,y)dl = \int_{\mathbb{R}^2} f(x,y)\delta(x\cos\theta + y\sin\theta - s)dxdy =$$
$$= \int_{\mathbb{R}} f(s\cos\theta + z\sin\theta, s\sin\theta - z\cos\theta)dz.$$

Каждая точка Радон-образа функции представляет собой “сумму” по прямой с определенными параметрами. Как правило, по обоим параметрам рассматривается равномерная дискретная сетка значений, где θ меняется от 0 до π, s – от 0 до некоторого максимального значения, соответствующего размеру сцены. Полученный массив значений называется синограммой.

12. Теорема о центральном сечении.

13. Алгоритм обратного проецирования (BP).

14. Алгоритм FBP.

15. Способ использования БПХ для определения наклона шрифта.

16. Способ использования БПХ для слепой компенсации радиальной дисторсии.

17. Способ использования БПХ для определения степени сбития камеры. Эпиполярная геометрия.

18. Быстрое вычисление суммы по любому отрезку и четырехвершиннику на изображении с помощью БПХ.

19. Сочетание БПХ и принципа четырех русских для случаях прямых в трехмерном пространстве.

20. Быстрая линейная бинарная кластеризация с помощью БПХ.

21. Робастное решение задачи линейной регресси путем вычисления М-оценок с помощью БПХ.