

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ХАФА ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Лушпанова Т.С.

Компьютерное зрение и обработка изображений

Определение

Преобразование Хафа – алгоритм, предназначенный для поиска объектов, описываемых аналитически, с использованием процедуры голосования.

$$x \cdot \cos \theta_0 + y \cdot \sin \theta_0 - p_0 = 0 \quad (1)$$

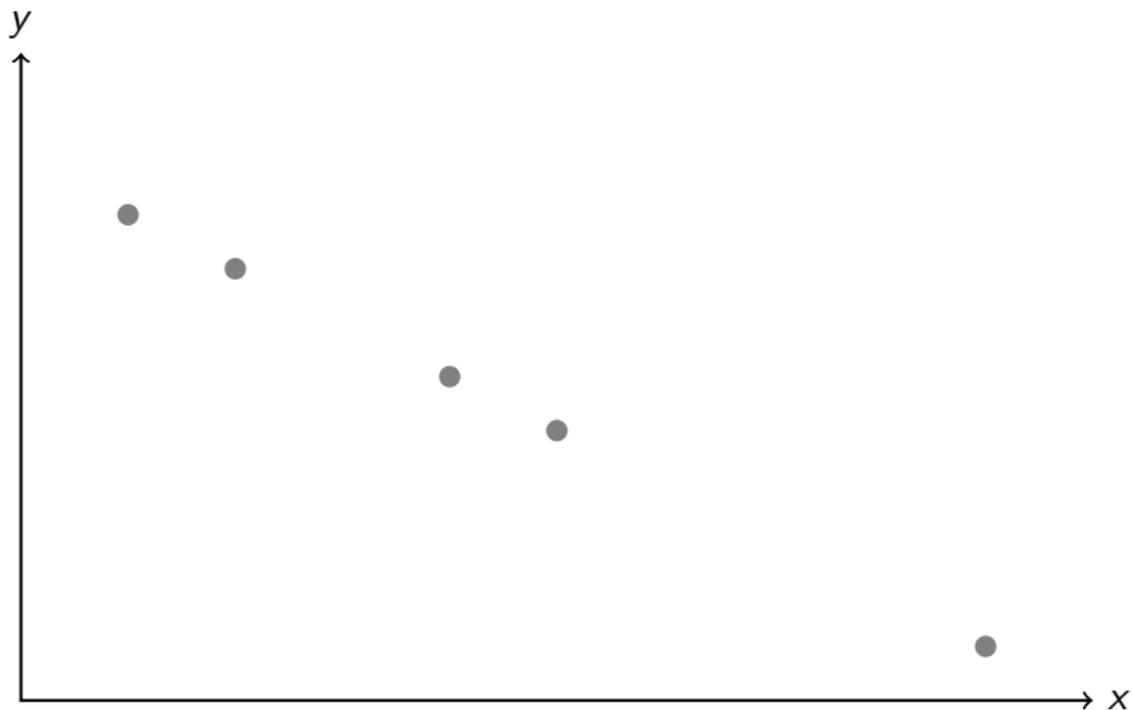
$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = R_0^2 \quad (2)$$

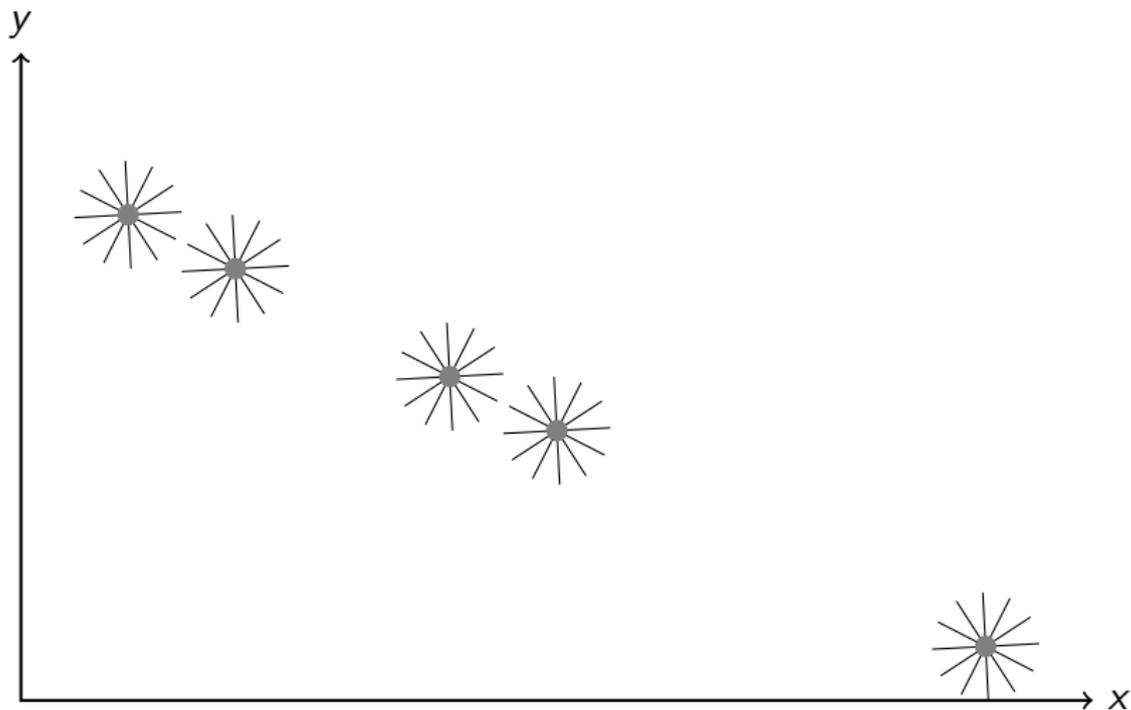


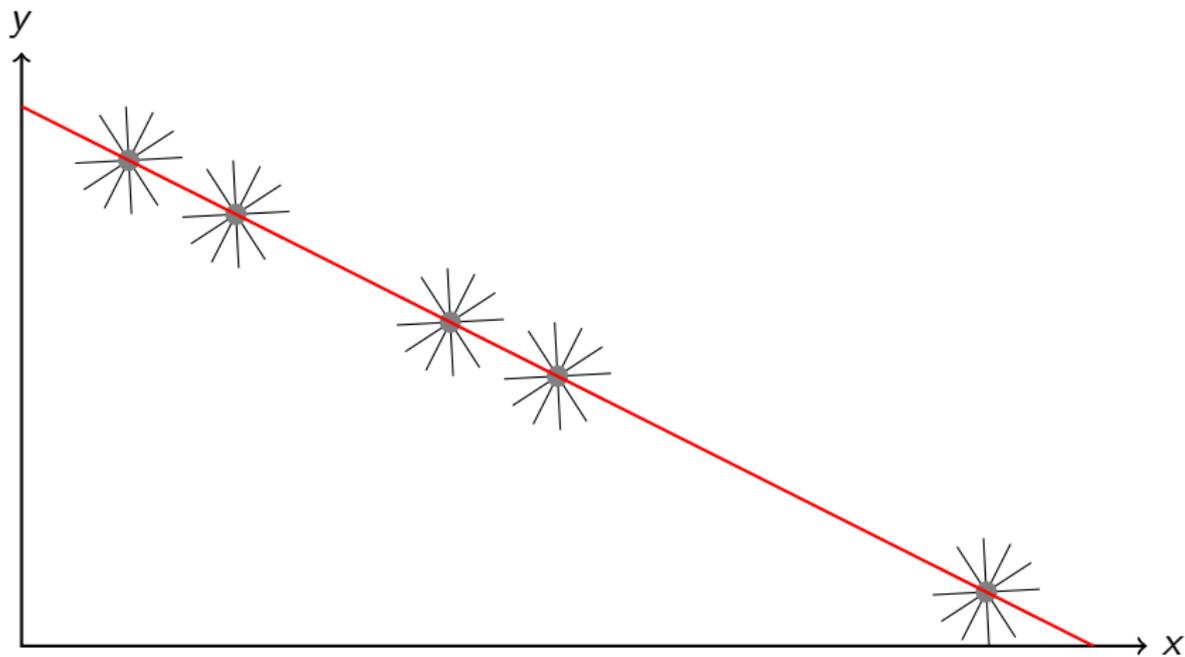
Поиск прямых



Поиск окружностей







$\rho_0 \backslash \theta_0$	0	3	6	...	30	...	63	...	354	357
0.1	0	0	0	...	0	...	0	...	0	0
0.2	0	0	0	...	0	...	0	...	0	0
...
3.9	0	0	0	...	1	...	0	...	0	0
...
4.5	0	0	0	...	0	...	5	...	0	0
4.6	0	0	0	...	0	...	0	...	0	0
...
11.0	0	0	0	...	0	...	0	...	0	0

Определение

Обобщенное преобразование Хафа – модификация преобразования Хафа для обнаружения произвольного объекта описываемого его моделью.

i	ϕ_i	R_{ϕ_i}
0	0	$\{\mathbf{r} \mathbf{x}_o - \mathbf{r} = \mathbf{x}_e, \mathbf{x}_e - \text{точка интереса}, \phi(\mathbf{x}_e) = 0\}$
1	$\Delta\phi$	$\{\mathbf{r} \mathbf{x}_o - \mathbf{r} = \mathbf{x}_e, \mathbf{x}_e - \text{точка интереса}, \phi(\mathbf{x}_e) = \Delta\phi\}$
2	$2\Delta\phi$	$\{\mathbf{r} \mathbf{x}_o - \mathbf{r} = \mathbf{x}_e, \mathbf{x}_e - \text{точка интереса}, \phi(\mathbf{x}_e) = 2\Delta\phi\}$
...



Входное изображение



Искомый шаблон



Найденный объект

- Выбрать точку отсчета x_0 .

- Выбрать точку отсчета x_0 .
- Для каждой граничной точки шаблона x_e :

- Выбрать точку отсчета x_0 .
- Для каждой граничной точки шаблона x_e :
 - Вычислить направление градиента.

- Выбрать точку отсчета \mathbf{x}_0 .
- Для каждой граничной точки шаблона \mathbf{x}_e :
 - Вычислить направление градиента.
 - Найти вектор $\mathbf{r} = \mathbf{x}_0 - \mathbf{x}_e$.

Обобщенное преобразование Хафа

Описание шаблона

- Выбрать точку отсчета \mathbf{x}_0 .
- Для каждой граничной точки шаблона \mathbf{x}_e :
 - Вычислить направление градиента.
 - Найти вектор $\mathbf{r} = \mathbf{x}_0 - \mathbf{x}_e$.
 - Сохранить вектор \mathbf{r} в R-таблицу.

i	ϕ_i	R_{ϕ_i}
0	0	$\{\mathbf{r} \mathbf{x}_0 - \mathbf{r} = \mathbf{x}_e, \mathbf{x}_e \text{ — точка интереса}, \phi(\mathbf{x}_e) = 0\}$
1	$\Delta\phi$	$\{\mathbf{r} \mathbf{x}_0 - \mathbf{r} = \mathbf{x}_e, \mathbf{x}_e \text{ — точка интереса}, \phi(\mathbf{x}_e) = \Delta\phi\}$
2	$2\Delta\phi$	$\{\mathbf{r} \mathbf{x}_0 - \mathbf{r} = \mathbf{x}_e, \mathbf{x}_e \text{ — точка интереса}, \phi(\mathbf{x}_e) = 2\Delta\phi\}$
...

- Выделить границы на входном изображении.

- Выделить границы на входном изображении.
- Создать аккумуляторный массив.

- Выделить границы на входном изображении.
- Создать аккумуляторный массив.
- Для каждой граничной точки \mathbf{u}_e :

- Выделить границы на входном изображении.
- Создать аккумуляторный массив.
- Для каждой граничной точки \mathbf{y}_e :
 - Вычислить направление градиента ϕ .

- Выделить границы на входном изображении.
- Создать аккумуляторный массив.
- Для каждой граничной точки \mathbf{y}_e :
 - Вычислить направление градиента ϕ .
 - Для каждого вектора \mathbf{r} из соответствующей ячейки R-таблицы:

- Выделить границы на входном изображении.
- Создать аккумуляторный массив.
- Для каждой граничной точки \mathbf{y}_e :
 - Вычислить направление градиента ϕ .
 - Для каждого вектора \mathbf{r} из соответствующей ячейки R-таблицы:
 - Вычислить предполагаемую точку отсчета \mathbf{y}_o в зависимости от ϕ и \mathbf{r} .

- Выделить границы на входном изображении.
- Создать аккумуляторный массив.
- Для каждой граничной точки \mathbf{y}_e :
 - Вычислить направление градиента ϕ .
 - Для каждого вектора \mathbf{r} из соответствующей ячейки R-таблицы:
 - Вычислить предполагаемую точку отсчета \mathbf{y}_o в зависимости от ϕ и \mathbf{r} .
 - Увеличить значение ячейки аккумулятора, соответствующей точке \mathbf{y}_o .

- Выделить границы на входном изображении.
- Создать аккумуляторный массив.
- Для каждой граничной точки \mathbf{y}_e :
 - Вычислить направление градиента ϕ .
 - Для каждого вектора \mathbf{r} из соответствующей ячейки R-таблицы:
 - Вычислить предполагаемую точку отсчета \mathbf{y}_o в зависимости от ϕ и \mathbf{r} .
 - Увеличить значение ячейки аккумулятора, соответствующей точке \mathbf{y}_o .
- Найти максимальное значение аккумулятора.

Обобщенное преобразование Хафа

Поиск шаблона на изображении

- Выделить границы на входном изображении.
- Создать аккумуляторный массив.
- Для каждой граничной точки y_e :
 - Вычислить направление градиента ϕ .
 - Для каждого вектора r из соответствующей ячейки R-таблицы:
 - Для каждого допустимого угла поворота θ :
 - Для каждого допустимого коэффициента масштабирования s :
 - Вычислить предполагаемую точку отсчета y_0 в зависимости от ϕ , r , θ и s .
 - Увеличить значение ячейки аккумулятора, соответствующей точке y_0 .
- Найти максимальное значение аккумулятора.

1. Высокая вычислительная сложность.

1. Высокая вычислительная сложность.
2. Монохромные изображения на входе.

1. Высокая вычислительная сложность.
2. Монохромные изображения на входе.
3. Использование алгоритма на зашумленных изображениях.

1. Высокая вычислительная сложность.
2. Монохромные изображения на входе.
3. Использование алгоритма на зашумленных изображениях.
4. Выбор шага дискретизации.

1. Высокая вычислительная сложность.
2. Монохромные изображения на входе.
3. Использование алгоритма на зашумленных изображениях.
4. Выбор шага дискретизации.
5. Поиск локального максимума аккумулятора.

Модификация алгоритма Хафа

Шаблон как множество аналитически задаваемых фигур

Фигура	R_{curve}
(\mathbf{x}, R)	$\{\mathbf{r} \mathbf{x}_0 - \mathbf{r} = \mathbf{x}, \mathbf{x} - \text{центр окружности радиуса } R\}$
(p, θ)	$\{\mathbf{r} \mathbf{r} - \text{вектор нормали к прямой } (p, \theta) \text{ из точки } \mathbf{x}_0\}$
...

Модификация алгоритма Хафа

Размер рассматриваемого региона аккумулятора

Определение

dim_{max} – порядок матрицы для максимального сглаживания аккумулятора

Определение

$K = 2k + 1$, где $k = \lfloor \frac{k_{max}}{(k_{max}-1)pr_i+1} \rfloor$, причем $k_{max} = \frac{dim_{max}-1}{2}$

Модификация алгоритма Хафа

Матрица для увеличения аккумулятора

$$\begin{bmatrix} pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-2}{K} & pr_i \cdot \frac{K-2}{K} & pr_i \cdot \frac{K-2}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} \\ pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-1}{K} & pr_i \cdot \frac{K-1}{K} & pr_i \cdot \frac{K-1}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} \\ pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-1}{K} & pr_i & pr_i \cdot \frac{K-1}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} \\ pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-1}{K} & pr_i \cdot \frac{K-1}{K} & pr_i \cdot \frac{K-1}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} & \dots & pr_i \cdot \frac{K-k}{K} \end{bmatrix}$$

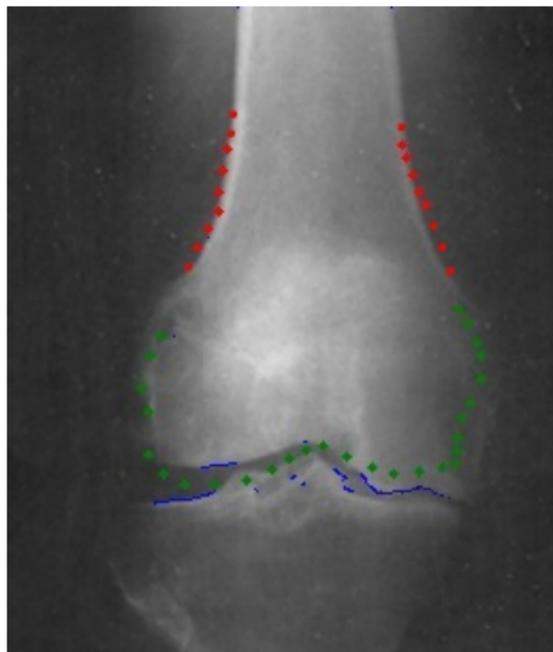
Модификация алгоритма Хафа



Обобщенное преобразование



Модификация с учетом приоритета точек шаблона



Остеоартрит

1. Построение кривой по точкам границы обнаруженного объекта
2. Вычисление отклонений границ объекта от полученной кривой
3. Классификация отклонений с целью предварительной диагностики

Спасибо за внимание!