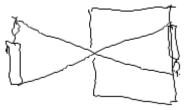
Лк №1
07.09.04

Компьютерное зрение

Геометрические пробразования на устройствах формирования изображений

фотокамеры, видеокамеры, радиотелескопы, узи, рентген.

первая, простейшая модель - камера обскура:



современный фотоаппарат - это камера обскура, но с линзой.

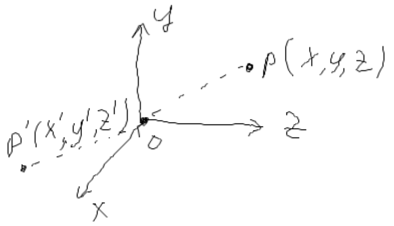
1816 г - впервые была получена фотография.

1920 г - была изобретена телевизионная трубка.

1970 г - ПЗС-камеры (CCD-камеры) - приборы с зарядовой связью.

третье отличие глаза от техники - воспринимающая поверхность в глазу - сфера, а в технике используют плоскость, т.к. полученное изображение проще обрабатывать.

мат.модель:



z'=f - фокусное расстояние.

$$\overline{OP}' = \lambda \overline{OP}$$

$$x' = \lambda x$$

$$y' = \lambda y$$

$$f = z' = \lambda z$$

$$\lambda = \frac{f}{z}$$

$$x' = f\,\frac{x}{z}$$

$$y' = f\,\frac{y}{z}$$

- т.н. соотношения *точечной перспективы*. эта модель лежит в основе зрения.

основные причины, по которым нужны линзы:

1. аккумуляция света. благодаря ней, вместо узкого отверстия в камере обскура, можно собирать много лучей света.
2. благодаря линзе, изображение удерживается в фокусе, значительно уменьшается негативное влияние интерференции и дифракции.

реальные линзы неидеальны. фокусное расстояние линзы немного различается по всей ее поверхности. возникают продольная, поперечная и хроматическая аберрации; дисторсия.

объектив - это комбинация линз.

мат.модель ячейки, которая воспринимает свет:

$D = (r, c)$ - столбцы и колонки

$$I = T\iint\limits_{D\,p} E(\lambda, p)R(p)q(\lambda)d\lambda dp$$

- ток зависит от времени T, энергии E, передающейся светом ячейке. Энергия зависит от длины волны λ, падающей на ячейку.

R - свойства ячейки (чувствительность).

q - количество электронов на единицу падающего света.

Лк №2
07.09.11

Преобразование Фурье

$$F(f) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-int}dt$$

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} B(x,y)e^{-\frac{2\pi}{N}(xu+yv)}$$

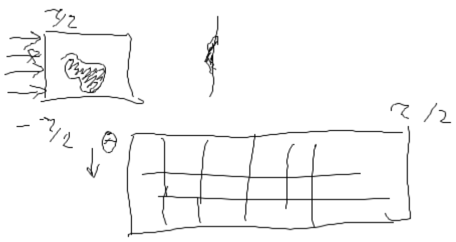
Теорема о свертке:

$$F(f(x,y), g(x,y)) = F((f\cdot h)(x,y)) = F(f(x,y))F(h(x,y)) = F(u,v)H(u,v)$$

Преобразование Радона:

$$F(p,\Theta) = \iint\limits_{xy} B(x,y)\delta(p - xcos\Theta - ysin\Theta)dxdy$$

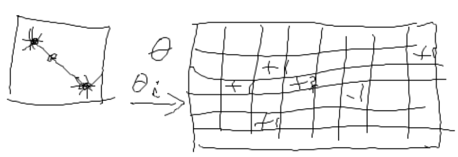
$\delta(x) = 0$ при x=0.



Преобразование Хафа (Hough)

$$p = xcos\Theta + ysin\Theta$$

$$F(x,y,p,\Theta) = xcos\Theta + ysin\Theta + p$$



алгоритм преобразования Хафа:

1. обнуление матрицы полностью
2. для каждой точки интереса рассматриваются прямые, потенциально проходящие через эту точку
3. для каждой прямой увеличиваем счетчик в матрице Хафа
4. находим максимум

поиск изображения окружности:

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = R^2$$

$$R_1 \leqslant R \leqslant R_2$$

Лк №3

07.09.18

системы координат

1. C - система координат камеры. она характеризуется значениями f, x_c, y_c.
2. O - координаты самого объекта (цвет объекта, количество отверстий, форма, углы)
3. I(c,r) - система координат сенсора камеры. c,r - координаты пиксела, I - интенсивность в этой точке. отличительная особенность этой системы координат - числа c и r - целые.
4. F - система координат изображения. x_f, y_f - координаты каждой точки на фотографии (пленке). эти координаты - действительные числа.
5. W - мировая система координат. нужна для описания взаимного расположения объектов в пространстве.

Лк №4
07.12.04

Нормализация изображений

масштабирование:

$B(x, y) = B_0(x - l, y - m)$

$B(x, y) = B_0(\lambda x, \mu y)$ - изменение масштаба с разными коэффициентами по разным осям

$B(x, y) = B_0(\lambda x, \lambda y)$ - одинаковое изменение масштаба по обеим осям

$B(x, y) = B_0(\lambda x, y)$

$B(x, y) = B_0(\lambda x, \frac{1}{\lambda} y)$

можно показать, что если мы имеем дело с произвольным изменением масштаба ($B(x, y) = B_0(\lambda x, \mu y)$), можно взять следующие функционалы:

$$\Phi_1(B) = \sqrt{\frac{\iint_\delta B(x, y) x^2 dxdy}{\iint_D B(x, y) dxdy}} \approx \lambda$$

$$\Phi_2(B) = \sqrt{\frac{\iint_D B(x, y) y^2 dxdy}{\iint_\delta B(x, y) dxdy}} \approx \mu$$

$$\iint_\delta B_0(u, v) \frac{u^2}{\lambda^2} dudv \frac{1}{\lambda\mu}$$

$$\Phi_1(B) = \frac{1}{\lambda} \Phi_1(B_0)$$

аналогично с $\Phi_2(B)$:

$$\Phi_2(B) = \frac{1}{\mu} \Phi_2(B_0)$$

условия, которые мы накладываем на эталонное изображение:

$$\sqrt{\frac{\iint_\delta B(x, y) x^2 dxdy}{\iint_D B(x, y) dxdy}} = 1$$

$$\sqrt{\frac{\iint\limits_D B(x,y)y^2dxdy}{\iint\limits_\delta B(x,y)dxdy}}=1$$

получаем следующее:

$$\iint\limits_D B(x,y)x^2dxdy=\iint\limits_D B(x,y)y^2dxdy=\iint\limits_D B(x,y)dxdy$$

функционалы другого вида:

$$\Phi_1(B)=\exp\frac{\iint\limits_D B(x,y)\ln x dxdy}{\iint\limits_D B(x,y)dxdy}$$

для $B(x,y)=B_0(\lambda x,\lambda y)$:

$$\Phi(B)=\sqrt{\iint\limits_D B(x,y)dxdy}$$

для $B(x,y)=B_0(\lambda x,\frac{1}{\lambda}y)$ (для гиперболических поворотов):

$$\Phi(B)=\sqrt{\iint\limits_D B(x,y)x^2dxdy}$$

$$\Phi(B)=\left|\iint\limits_D B(x,y)x^m y^n dxdy\right|^P$$

$$P(n-m)=1$$

повороты:

$B(\rho,\varphi)=B_0(\rho.\varphi+\theta)$ (в полярной системе координат)

$B(x\cos\theta+y\sin\theta,-x\sin\theta+y\cos\theta)$ (в декартовой системе координат)

$$\Phi(B)=\frac{1}{2}\arctan\frac{2\iint\limits_D B(x,y)xydxdy}{\iint\limits_D B(x,y)(x^2-y^2)dxdy}$$

каждому набору моментов соответствует эллипс инерции.

косые сдвиги:

$B(x,y)=B_0(x-hy,y)$

$B(x,y)=B_0(x,y-hx)$

искать нормализатор следует в виде $B(x,y)=B(x+\Phi(B)y,y)$

$\Phi(B)=\Phi(B_0)+h$

$$\Phi(B)=\frac{\iint\limits_D B(x,y)xydxdy}{\iint\limits_D B(x,y)y^2dxdy}$$

зеркальные отражения:

$B(x,y)=B_0(-x,y)$

$B(x,y)=B_0(x,-y)$

$B(x,y)=B_0(-x,-y)$

$B(x,y)=B_0(\alpha x,\beta y),\qquad \alpha,\beta=\pm1$

$$\Phi_i(B) = sign_{i=1,2}\Psi_i(B)$$

$$\Psi_1(B) = \frac{\iint\limits_D B(x,y)xdxdy}{\iint\limits_D B(x,y)dxdy} = -\Psi_1(B_0)$$

аффинные преобразования:

$$B(x,y) = B_0(a_{11}x + a_{12}y + a_{13}, a_{21}x + a_{22}y + a_{23})$$

проективные преобразования:

$$B(x,y) = B_0\left(\frac{a_{11}x + a_{12}y + a_{13}}{a_{31}x + a_{32}y + a_{33}}, \frac{a_{21}x + a_{22}y + a_{23}}{a_{31}x + a_{32}y + a_{33}}\right)$$