

رسالة محمد



مبانی بینایی کامپیوتر

مدرس: محمدرضا محمدی

۱۴۰۲

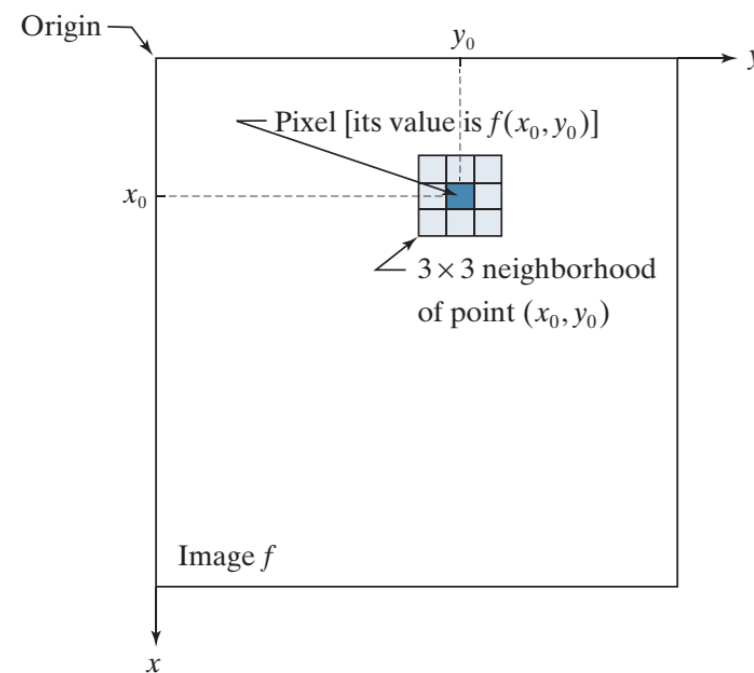
پردازش تصویر در حوزه مکان

Image Processing in Spatial Domain

ارتقاء تصویر

- ارتقاء تصویر پردازشی است که در آن تصویر تولید شده برای پردازش‌های بعدی یا برای دیدن مناسب‌تر از تصویر اصلی باشد
- پردازش‌های حوزه مکان در حالت کلی با نماد زیر نشان داده می‌شوند

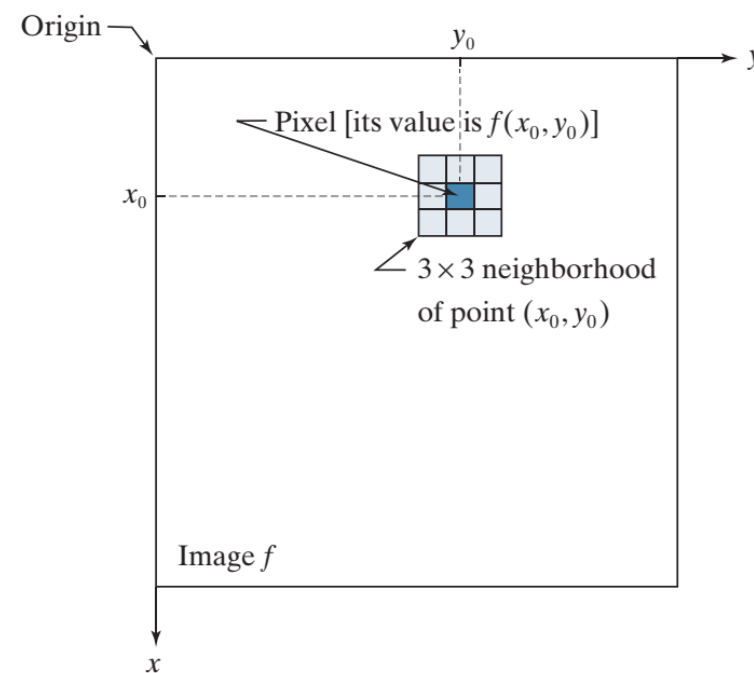
$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$



پردازش نقطه‌ای

- پردازش نقطه‌ای ساده‌ترین شکل همسایگی است که اندازه قاب 1×1 است
- در این حالت، $g(x,y)$ تنها به مقدار f در نقطه (x,y) وابسته است
- T نیز تابع تبدیل شدت روشنایی یا تابع نگاشت نامیده می‌شود

$$s = T(r)$$



هیستوگرام

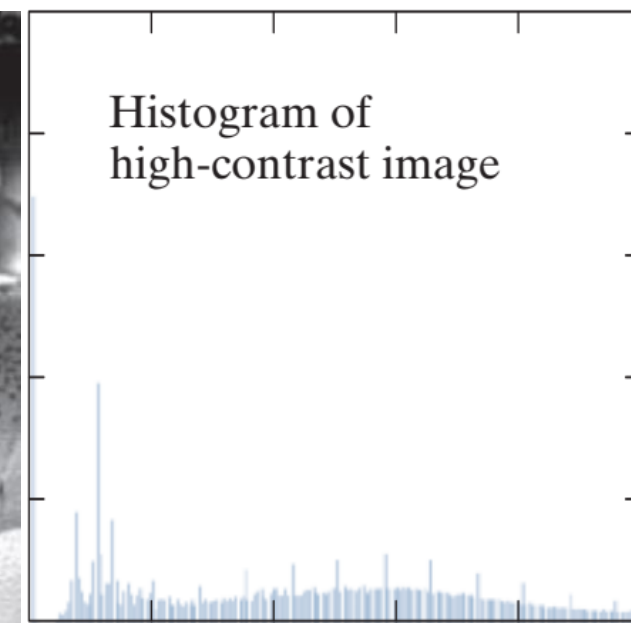
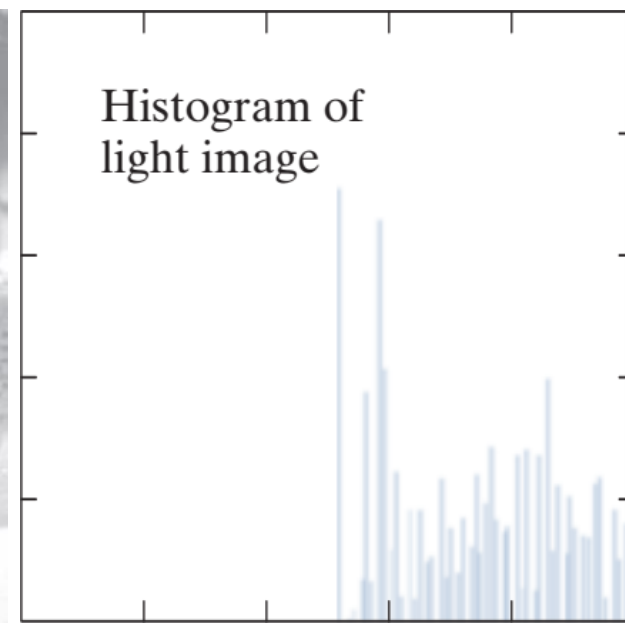
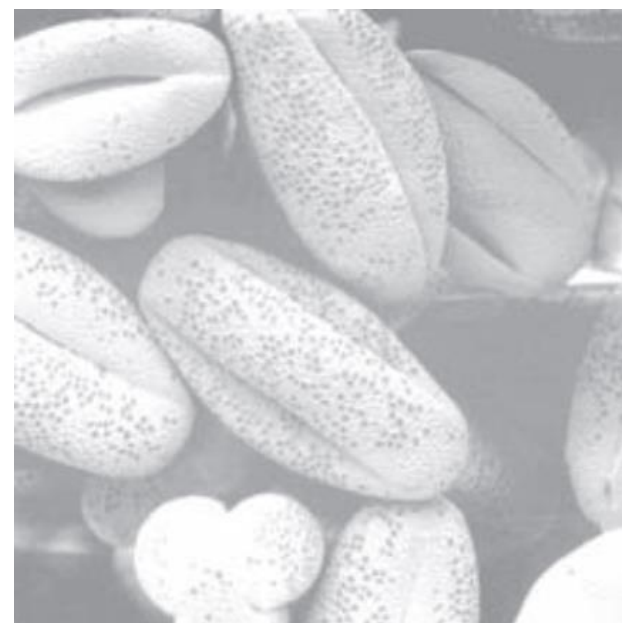
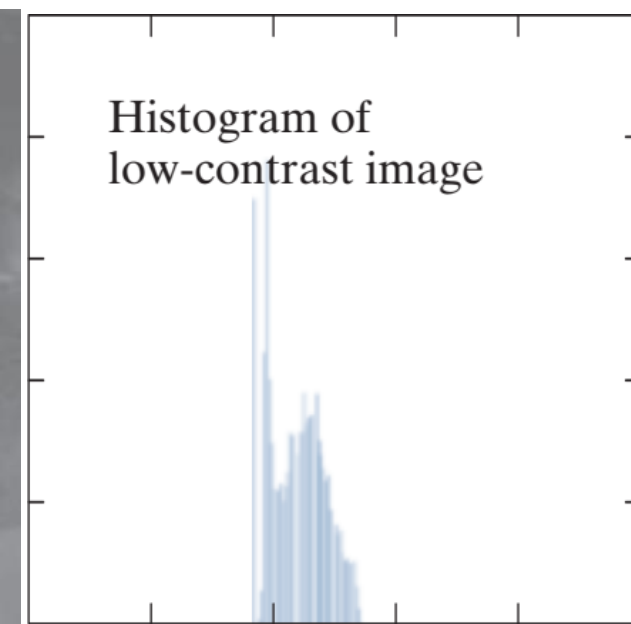
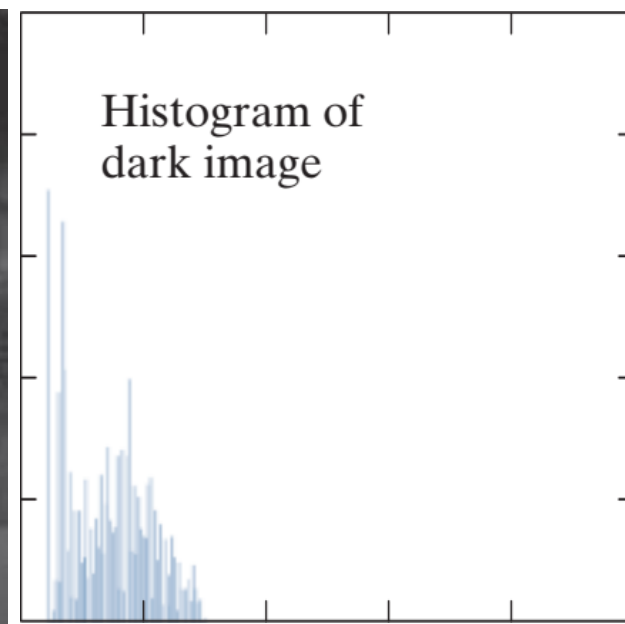
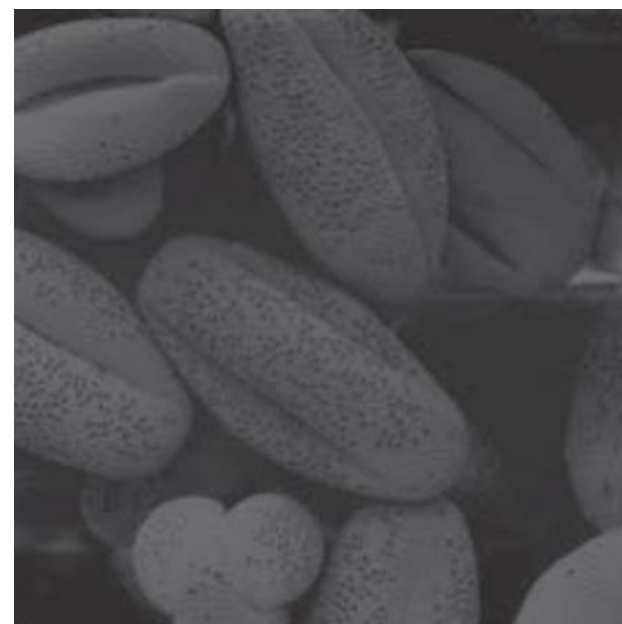
- هیستوگرام برای یک تصویر دیجیتال با سطوح روشنایی در محدوده $[0 \ L - 1]$ تابعی است گسسته که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$h(r_k) = n_k$$

- که r_k یک سطح روشنایی در محدوده مورد نظر است و n_k تعداد پیکسل‌هایی است که دارای آن سطح روشنایی هستند

- هیستوگرام نرمالیزه

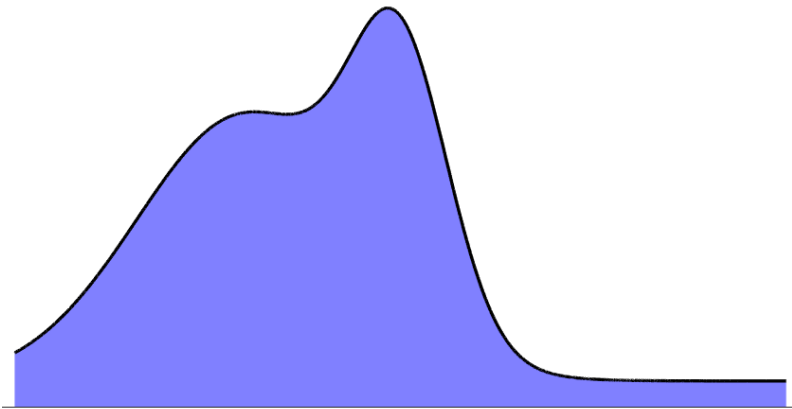
$$p(r_k) = \frac{n_k}{n}$$



متعادل سازی هیستوگرام

- متعادل سازی هیستوگرام (Histogram Equalization) پردازشی است که هیستوگرام تصویر را تا حد امکان مسطح می کند
- اساس متعادل سازی هیستوگرام مبتنی بر تئوری احتمالات است که در آن هیستوگرام به عنوان تابع توزیع احتمال سطوح روشنایی تصویر در نظر گرفته می شود
- متعادل سازی هیستوگرام برابر با تابعی است که این توزیع احتمال را به توزیع احتمال یکنواخت تبدیل کند

متعادل سازی هیستوگرام



متعادل سازی هیستوگرام

$$s = T(r) \quad 0 \leq r \leq L - 1$$

$$0 \leq T(r) \leq L - 1 \quad T(r_2) \geq T(r_1) \text{ for } r_2 > r_1$$

- چگالی احتمال شدت روشنایی در تصویر اولیه را با $p_r(r)$ و در تصویر جدید را با $p_s(s)$ نشان می دهیم
- تابع چگالی احتمال (pdf)

$$p_x(x) = \frac{Pr(x \leq X < x + dx)}{dx}$$

$$P_x(x) = Pr(X \leq x)$$

- تابع توزیع تجمعی (cdf)

$$P_x(x) = \int_{-\infty}^x p_x(x) dx \quad p_x(x) = \frac{d}{dx} P_x(x)$$

تبدیل توزیع احتمال

- اگر T یک تابع یکنوا از r باشد رابطه توزیع احتمال s برابر است با:

$$p_s(s) = p_r(r) \left| \frac{dr}{ds} \right|$$

- هدف از متعادل سازی هیستوگرام آن است که توزیع s یکنواخت باشد

$$p_s(s) = \frac{1}{L-1} = p_r(r) \left| \frac{dr}{ds} \right|$$

$$\left| \frac{ds}{dr} \right| = \left| \frac{dT(r)}{dr} \right| = (L-1)p_r(r) \Rightarrow T(r) = (L-1)P_r(r)$$

تبدیل توزیع احتمال گسسته

- احتمال تخمینی از هر سطح روشنایی

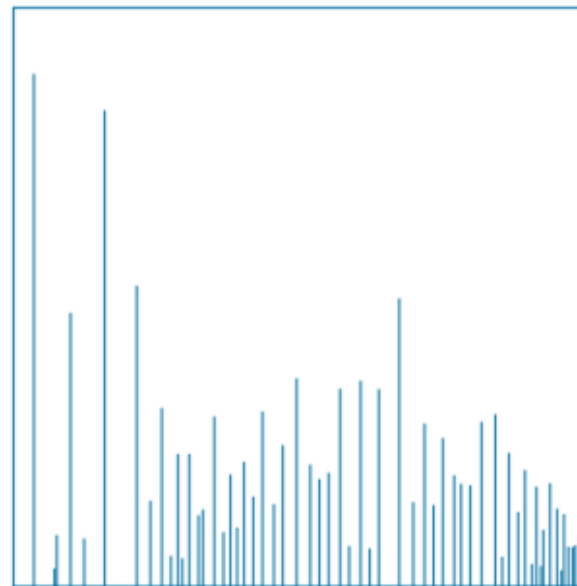
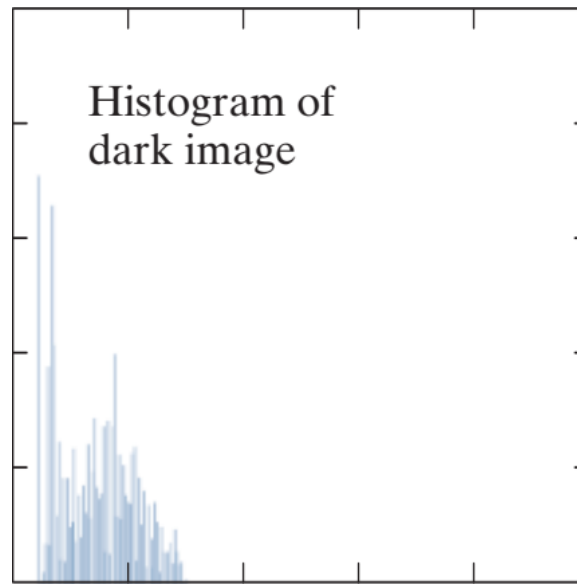
$$p_r(r_k) = \frac{n_k}{n}$$

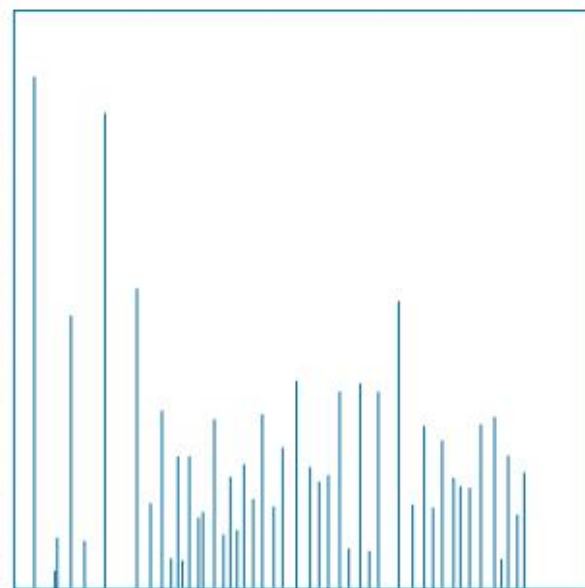
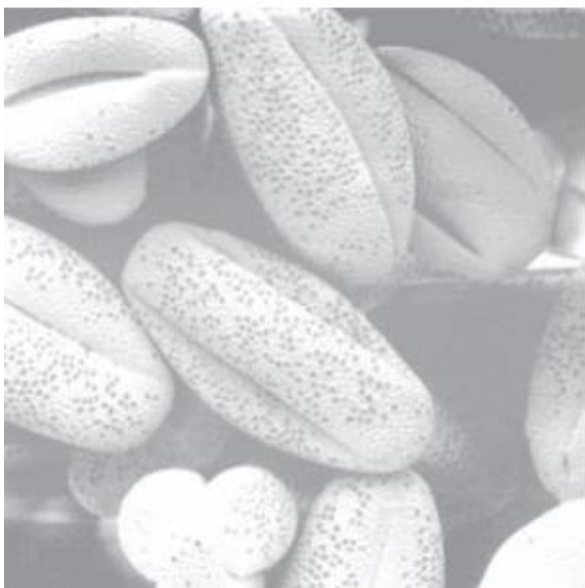
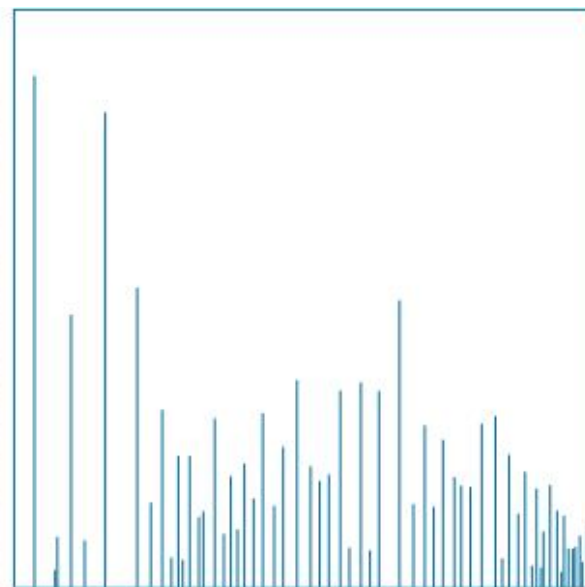
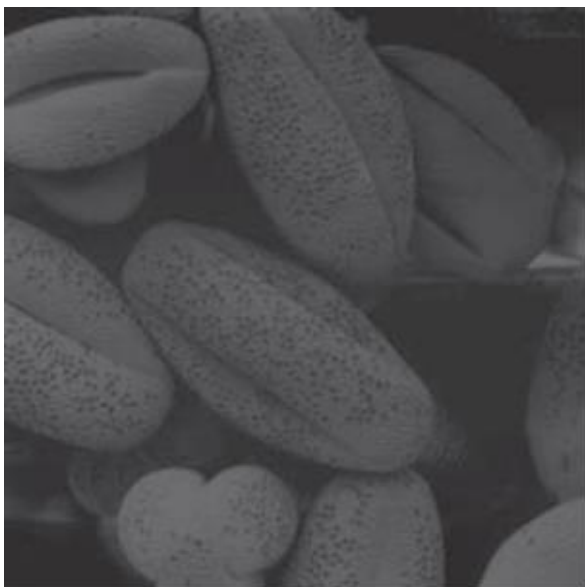
- تابع تبدیل که معادل با توزیع تجمعی است

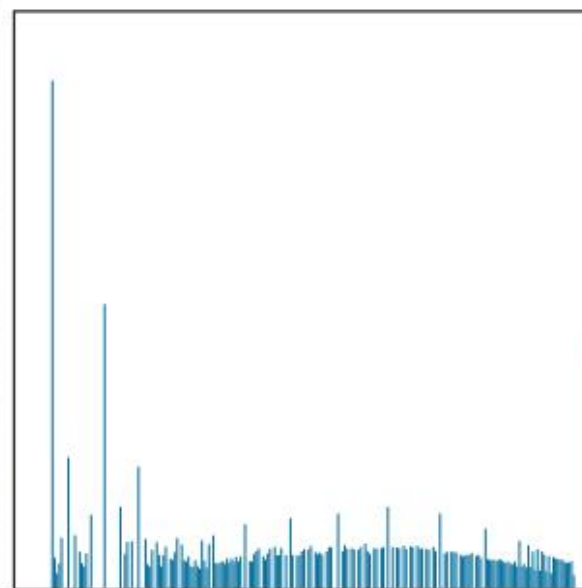
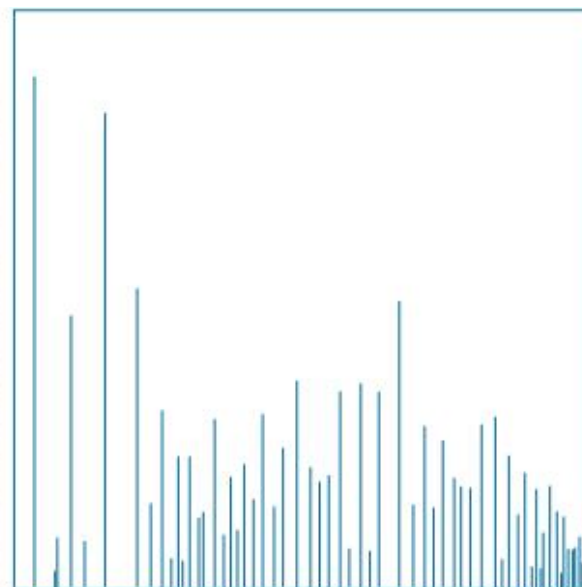
$$s_k = T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \frac{L - 1}{n} \sum_{j=0}^k n_j$$

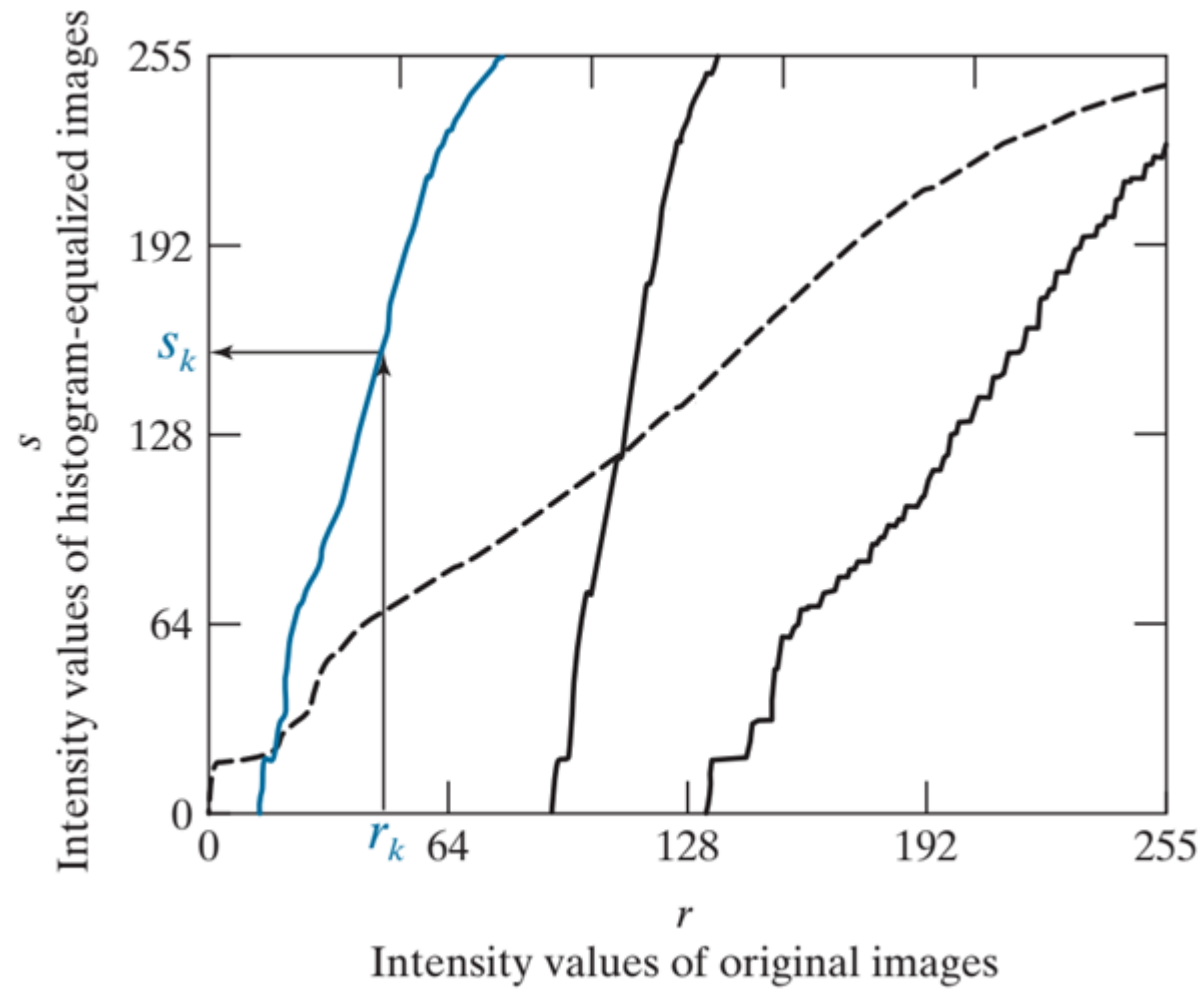
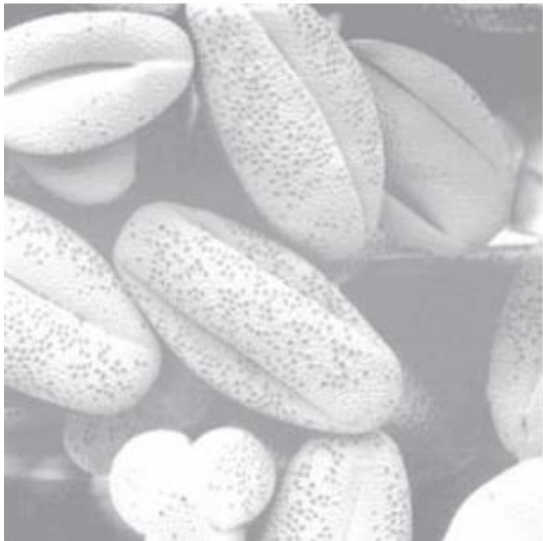
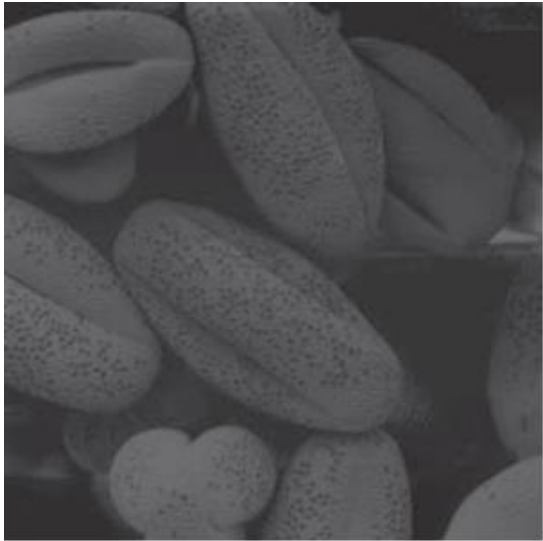
- در فضای گسسته نمی توان انتظار داشت که توزیع حاصل کاملاً یکنواخت باشد

متعادل سازی هیستوگرام





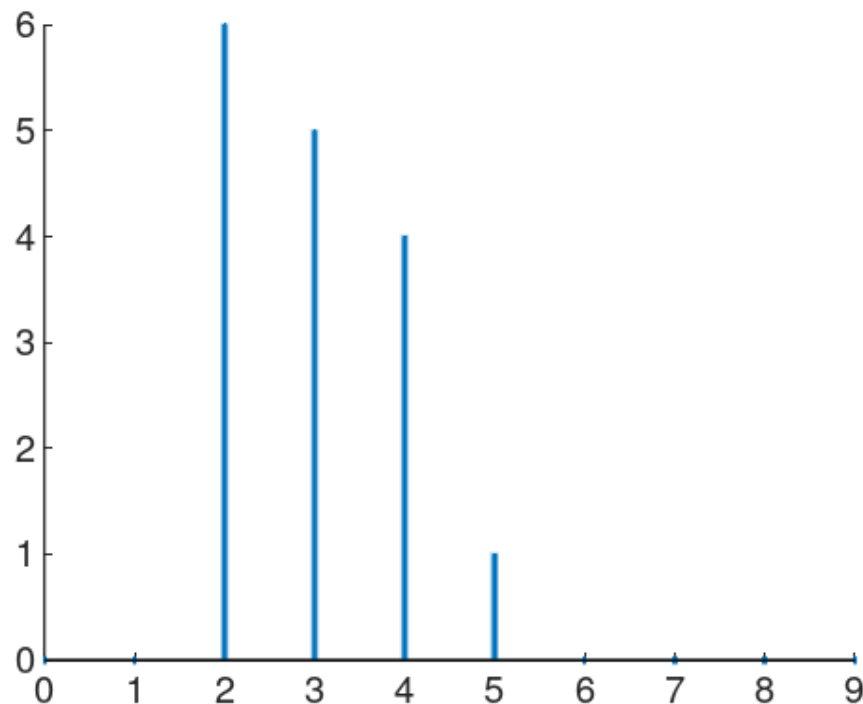




مثال عددی

- عملیات متعادل سازی هیستوگرام را برای تصویر 4×4 زیر انجام دهید (فرض کنید پیکسل‌ها دارای ۱۰ سطح هستند)

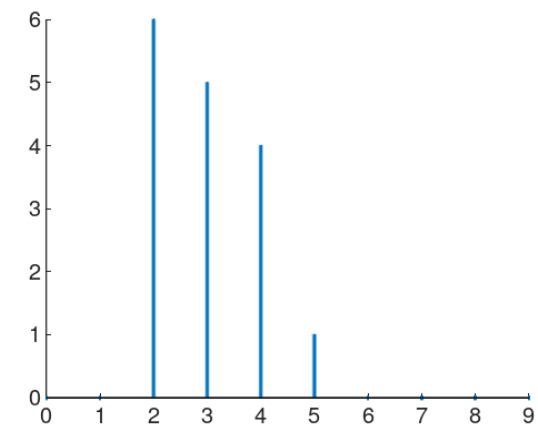
2	3	3	4
2	2	4	5
2	3	3	3
2	2	4	4



مثال عددی

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_k										

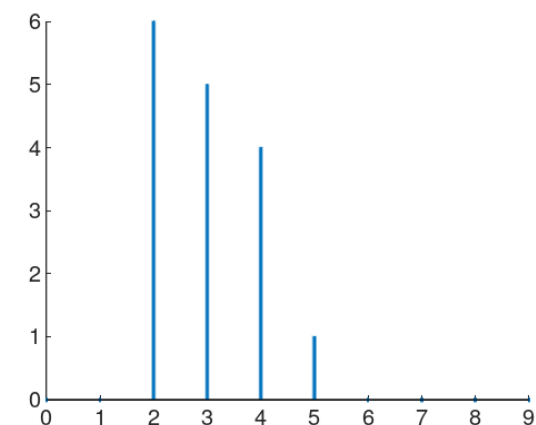
2	3	3	4
2	2	4	5
2	3	3	3
2	2	4	4



مثال عددی

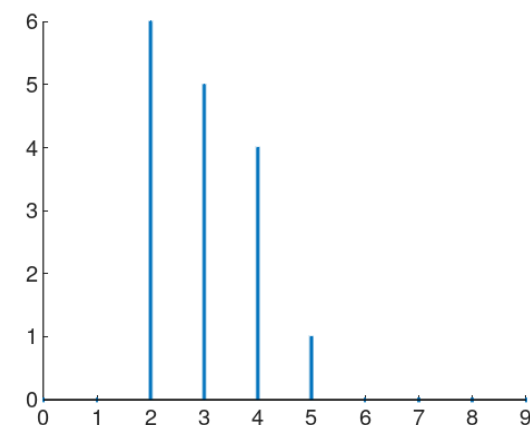
k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_k	0	0	6	5	4	1	0	0	0	0
$\sum_{j=0}^k n_j$										

2	3	3	4
2	2	4	5
2	3	3	3
2	2	4	4



مثال عددی

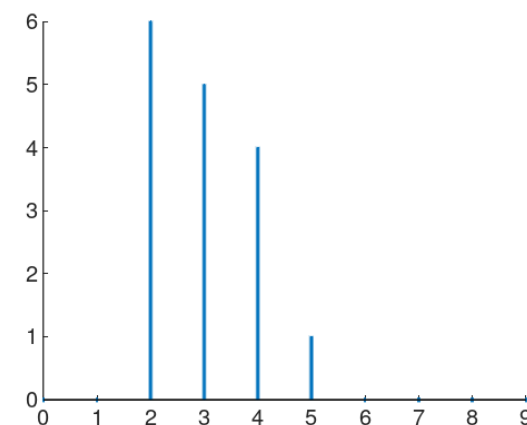
2	3	3	4
2	2	4	5
2	3	3	3
2	2	4	4



k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_k	0	0	6	5	4	1	0	0	0	0
$\sum_{j=0}^k n_j$	0	0	6	11	15	16	16	16	16	16
$\sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$										

مثال عددی

2	3	3	4
2	2	4	5
2	3	3	3
2	2	4	4

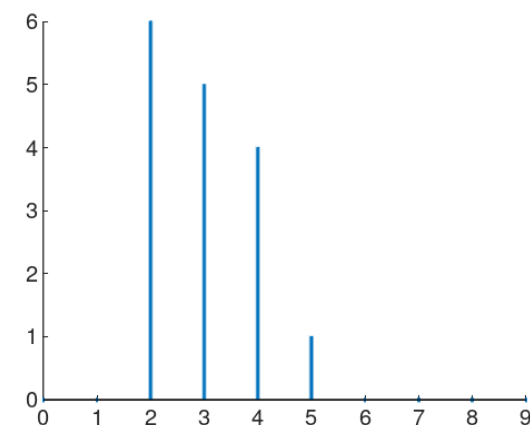


k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_k	0	0	6	5	4	1	0	0	0	0
$\sum_{j=0}^k n_j$	0	0	6	11	15	16	16	16	16	16
$\sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$	0	0	$\frac{6}{16}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{15}{16}$	1	1	1	1	1
$(L-1) \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$										

مثال عددی

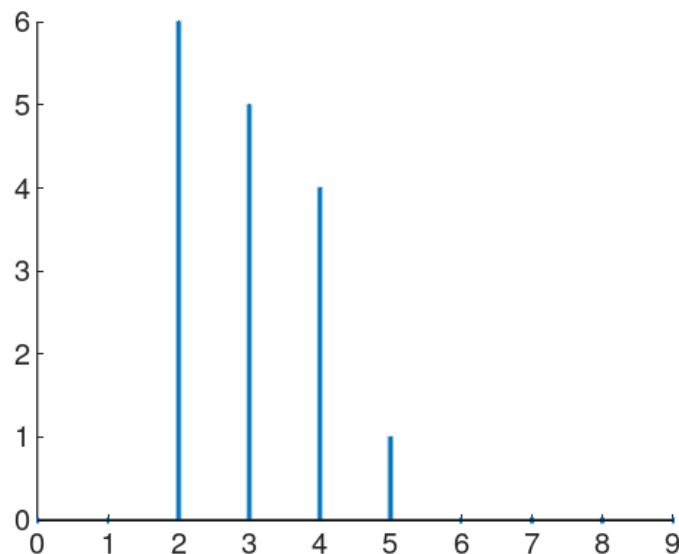
k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_k	0	0	6	5	4	1	0	0	0	0
$\sum_{j=0}^k n_j$	0	0	6	11	15	16	16	16	16	16
$\sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$	0	0	$\frac{6}{16}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{15}{16}$	1	1	1	1	1
$(L-1) \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$	0	0	3.38	6.19	8.44	9	9	9	9	9
Round	0	0	3	6	8	9	9	9	9	9

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_k	0	0	6	5	4	1	0	0	0	0
$\sum_{j=0}^k n_j$	0	0	6	11	15	16	16	16	16	16
$\sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$	0	0	$\frac{6}{16}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{15}{16}$	1	1	1	1	1
$(L-1) \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$	0	0	3.38	6.19	8.44	9	9	9	9	9
Round	0	0	3	6	8	9	9	9	9	9

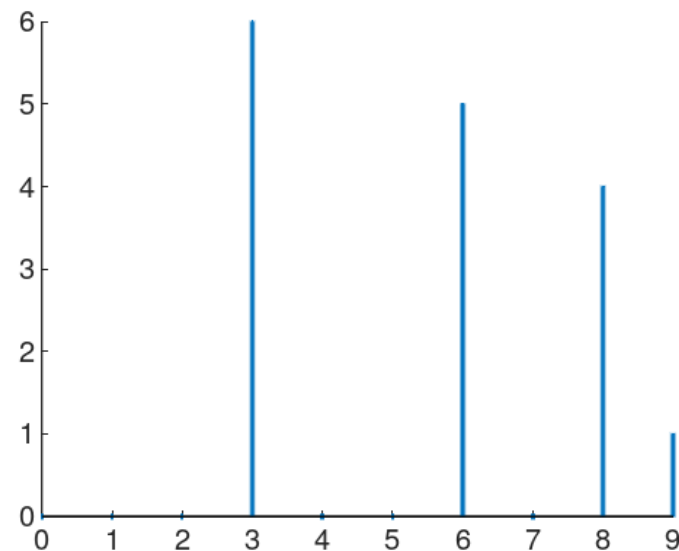


مثال عددی

2	3	3	4
2	2	4	5
2	3	3	3
2	2	4	4



3	6	6	8
3	3	8	9
3	6	6	6
3	3	8	8



مثال عددی

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_k	0	0	6	5	4	1	0	0	0	0
$\sum_{j=0}^k n_j$	0	0	6	11	15	16	16	16	16	16
$\sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$	0	0	$\frac{6}{16}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{15}{16}$	1	1	1	1	1
$(L-1) \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$	0	0	3.38	6.19	8.44	9	9	9	9	9
Round	0	0	3	6	8	9	9	9	9	9
Stretch Round	0	0	0	4	8	9	9	9	9	9

تطبیق هیستوگرام

- کاربردهایی وجود دارد که ارتقاء تصویر به روش یکنواخت ساختن هیستوگرام بهترین راه حل نیست
- در برخی موارد لازم است که هیستوگرام تصویر مورد پردازش مشابه با یک هیستوگرام از پیش تعیین شده باشد
- می‌توان ابتدا تابع متعادل‌سازی هیستوگرام تصویر ورودی را اعمال کرد و سپس معکوس تابع متعادل‌سازی تصویر مرجع را بر آن اعمال نمود

