

## تجزیه و تحلیل داده ها در نساجی

### پردازش تصویر

دکتر پدram پیوندی

بخش دوم

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

## ساختار چشم انسان

قرنیه قسمت شفاف جلوی کره چشم است

عنبیه بخش رنگی پشت قرنیه است که رنگ چشم را تعیین می کند

اتاق قدامی فضای کوچکی است که بین قرنیه و عنبیه قرار دارد.

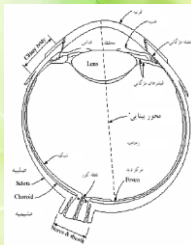
عدسی یک ساختمان شفاف در پشت عنبیه است که در متمرکز کردن دقیق پرتوهای نور بر روی شبکیه به قرنیه کمک می کند.

زجاجیه مایع ژله مانند شفافی است که داخل کره چشم را پر می کند و به آن شکل می دهد.

شبکیه یک پرده نازک حساس به نور (شبیه فیلم عکاسی) است که در عقب کره چشم قرار دارد

مشیمیه پرده نازک سیاه رنگی است که دور شبکیه را احاطه کرده است.

صلبیه بخش سفید رنگ نسبتاً محکمی است که دور تا دور کره چشم به جز قرنیه را می پوشاند



www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---



www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

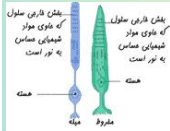
---

---

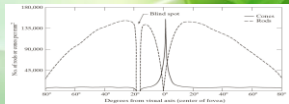
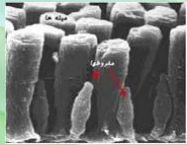
---

---

## ساختار چشم انسان



**گیرنده های نوری - مخروطها و میله ها**  
 گیرنده های نوری شبکیه به دو دسته تقسیم می شوند. مخروطها و میله ها. این نام گذاری بر اساس شکل تقریبی مقطع عرضی این گیرنده ها زیر میکروسکوپ انجام شده است. میله ها مسئول بینایی ما در شب هستند و مخروط ها بینایی رنگی ما را در روز تأمین می کنند.  
 بیش از صد میلیون گیرنده میله ای در شبکیه وجود دارد.  
 بیش از شش میلیون گیرنده مخروطی در شبکیه وجود دارد.  
 مخروطها و میله ها. تصویر با میکروسکوپ الکترونی تهیه شده است.  
 قسمت های مختلف ستونل های مخروطی و میله ای



www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

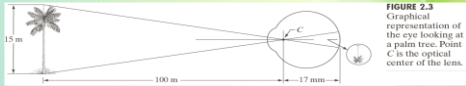
---

---

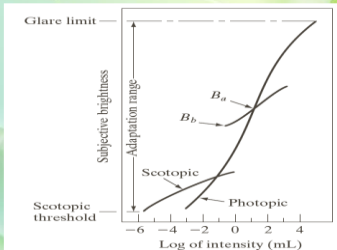
---

---

## ساختار چشم انسان



**FIGURE 2.3**  
 Graphical representation of the eye looking at a palm tree. Point C is the optical center of the lens.




---

---

---

---

---

---

---

---

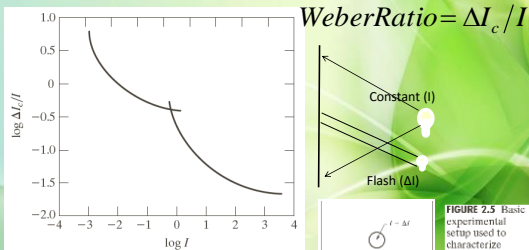
---

---

---

---

## ساختار چشم انسان



**FIGURE 2.6**  
 Psychometric Weber ratio as a function of intensity.

**FIGURE 2.5**  
 Basic experimental setup used to characterize brightness discrimination.

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## مطالعه آزاد

### چرا جراحان لباس سبز یا آبی می پوشند؟

توجهات بیانی سوزنیک روی سطوح سفیدرنگ شود که جوارح جراح را در وقت می کند. این سطح رنگ سوزنیک در صورتی که نگاه جراح از حالت های فویا بلند به چپ می سوزنیک مانند پارچه های تخت یا لباس سفید بیفتد. اکثر جراحان سفید پوشند.

سختی است که یک سطح سوزنیک از احساس فرمز بیمار روی پس زمینه سفید ظاهر شود. جراح به طوری که نگاه کند این تصویر پریشان کننده مانند نقاط نورانی شادمانی که پس از فلاش زدن دوربین جلوی چشمش شما ظاهر می شود، دید او را نشان می کند. این پدیده به این علت رخ می دهد که نور سفید حاوی همه رنگ های رنگین کمان از جمله سبز و قرمز است.

اما همان طور که در بالا گفته شد، دید جراح حساسیتش را به رنگ فرمز از دست داده است، بنابراین معز پیام های در واقع را به رنگ سبز تفسیر می کند ولی اگر به پارچه های سبز یا آبی یا محال سفیدرنگ نگاه کند، این اشیا سوزنیک با رنگ سبز مخلوط می شوند و جوارح او را پرت نمی کنند.

جراحان در قدیم لباس سفید می پوشیدند. زرد سفید را رنگ پاک می دانستند. اما بر اساس مطالعه ای که یکی از شاهراه های نشریه JAMA's Surgical Nurse در سال 1957 میلادی در اوایل قرن بیستم یک پزشک مشهور تحت عنوان "The Green" در زیر تصویر می کرد این رنگ برای چشم جراح باعث راحتی بیشتر می شد.

اگرچه مشکل می توانی برای این نوع رنگ ها تا حد زیادی حل شده است اما این اتفاق تا قبل از این که جراحان سبز پوشی را در نظر بگیرند اتفاق می افتد. جراحان سبز پوشی را در نظر بگیرند زیرا مناسب باشد که در این حالت رنگ سوزنیک در حال عمل بهتر بینند زیرا رنگ متضاد با تکلیف چشم فرمز به حساب می آید. رنگ سبز به آسانی به دید بیمار پزشکانی کمک می کند اول اینکه نگاه کردن به رنگ سبز یا آبی در جوارح جراح باعث به اسیب فرمز از جمله احساس خون آلوده را تقویت کند زیرا معز رنگ ها را نسبت به یکدیگر تفسیر می کند. اگر جراح به چیزی حیره شود رنگ های رنگ فرمز با صورتش باشد حساسیتش را نسبت به آنها از دست می دهد. در واقع پیام های مربوط به رنگ فرمز در معز جراح با دید نورس تر نسبت می شود. مردم درک تفاوت های ظریف رنگ در

زرد، مانند چینی سفید شادمانی و مدفومی بر رنگ فرمز، شاید باعث



مستوری آراین

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

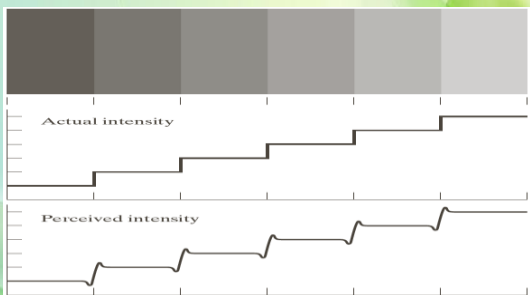
---

---

---

---

## انطباق وجداسازی روشنایی



www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

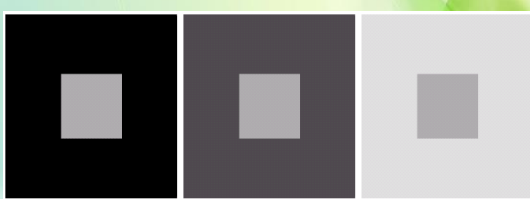
---

---

---

---

## انطباق وجداسازی روشنایی



**FIGURE 2.8** Examples of simultaneous contrast. All the inner squares have the same intensity, but they appear progressively darker as the background becomes lighter.

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

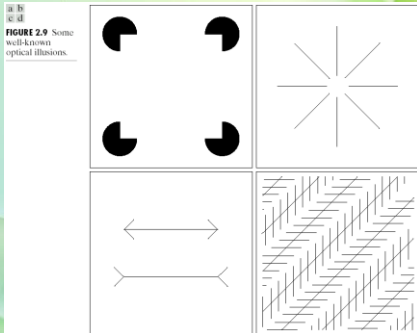
---

---

---

---

## خطاهای سیستم بینایی



www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

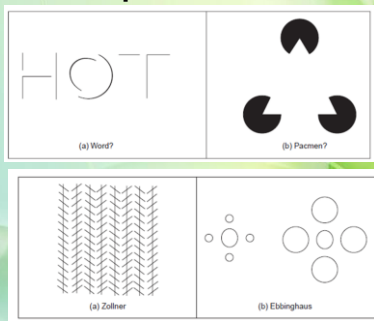
---

---

---

---

## خطاهای سیستم بینایی



www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

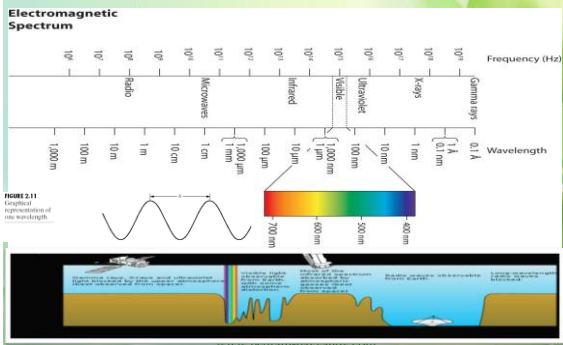
---

---

---

---

## طیف الکترو مغناطیسی نور



www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

## مشخصات منبع نور

تابندگی، Radiance

میزان کل انرژی که از منبع ساطع می شود و با واحد وات سنجیده می شود

درخشندگی، Luminance

انرژی بینایی یا انرژی نور به ازای واحد زمان است و با واحد لومنس اندازه گیری میشود. از آنجایی که نور یک انرژی مرتبست لومن تنها به نیروی مرئی مربوط میشود. یک وات از انرژی درخشان در طول موج ۵۵۵ نانومتر به حدی میباشد که چشم یک انسان سالم به آن حساس تر از دیگر طول موج هاست و معادل با جریان ۶۸ لومنی میباشد.

روشنایی، brightness

یک ویژگی ذهنی نور است که ذهن انسان بین تیرگی و درخشندگی تعیین میکند. روشنایی تنها درک میشود و قابل اندازه گیری نیست. روشنایی آن چیز نیست که وقتی یک لومن بر روی سطوحهای استوانه و مخروطی قرمز به چشم انسان تابیده شود درک میگردد. واکنش آن غیر خطی و پیچیده است. حساسیت چشم انسان با بزرگی شدت نور کاهش یافته و باخته های مخروطی و استوانه ای حساس به انرژی لومینوس نیز به ازای هر واحد زمان کاهش میابد.

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

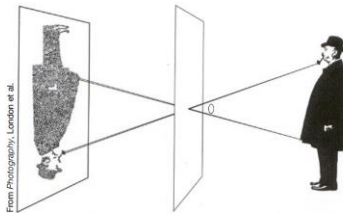
---

---

---

## Pinhole camera

- Simplest possible camera
  1. light tight box with hole
  2. film
- Rays are selected simply by occlusion



Worth a look  
[www.kodak.com/ek/US/en/Pinhole\\_Camera.htm](http://www.kodak.com/ek/US/en/Pinhole_Camera.htm)

Cornell CS6640 Fall 2012

3

---

---

---

---

---

---

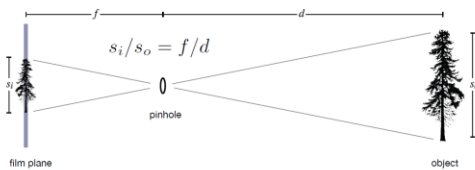
---

---

---

---

## “Focal” length



- Double “focal length” leads to
  - image twice as large
  - one fourth as much illumination at image plane

4. free image: NRC Canada

Cornell CS6640 Fall 2012

---

---

---

---

---

---

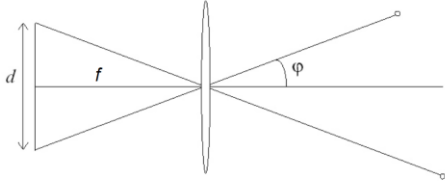
---

---

---

---

### FOV depends of Focal Length



Size of field of view governed by size of the camera retina:

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{d}{2f}\right)$$

Smaller FOV = larger Focal Length

slide by Anyasha Etkin, CMU

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Changing FOV—viewpoint constant



slide by Anyasha Etkin, CMU

---

---

---

---

---

---

---

---

---

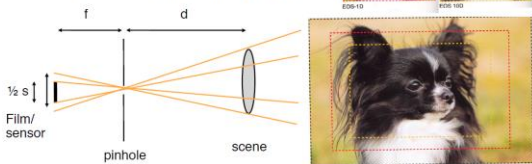
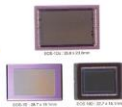
---

---

---

### Focal length & sensor

- What happens when the film is half the size?
- Application:
  - Real film is 36x24mm
  - On the 10D, the sensor is 22.5 x 15.0 mm
  - Conversion factor on the 20D?
  - On the SD500, it is 1/1.8" (7.18 x 5.32 mm)
  - What is the 7.7-23.1mm zoom on the SD500?



slide by Fredo Durand MIT

---

---

---

---

---

---

---

---

---

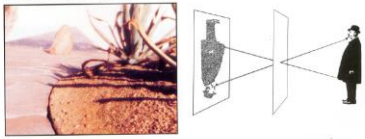
---

---

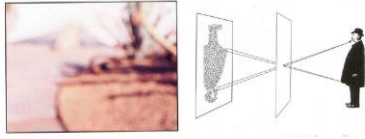
---

### Effect of pinhole size

Photograph made with small pinhole



Photograph made with larger pinhole



Cornell CS6640 Fall 2012 From Photography, London et al. 14

---

---

---

---

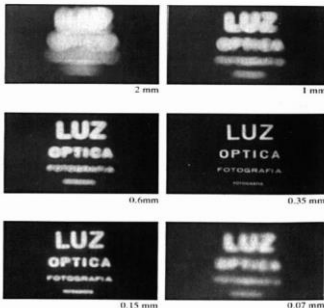
---

---

---

---

### Smaller pinhole is sharper ...to a point



2 mm	1 mm
0.6 mm	0.35 mm
0.15 mm	0.07 mm

Cornell CS6640 Fall 2012 15

---

---

---

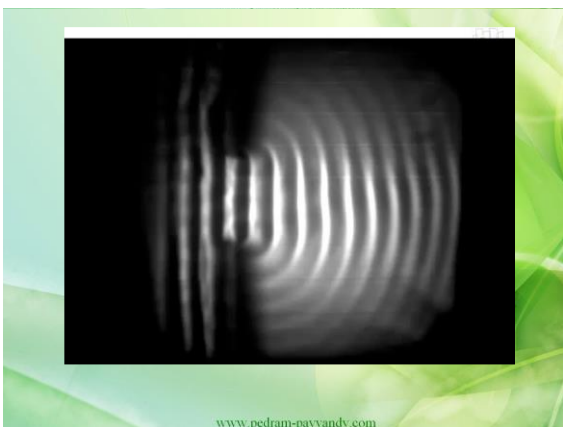
---

---

---

---

---



---

---

---

---

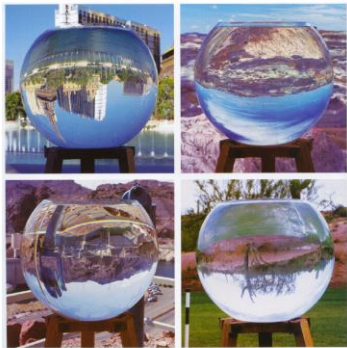
---

---

---

---

## Replacing pinholes with lenses



Cornell CS6640 Fall 2012

From Photography, London et al.

21

---

---

---

---

---

---

---

---

### Lenses

- Gather more light!
- But need to be focused

Photograph made with small pinhole



To make this picture, the lens of a camera was replaced with a thin metal disk pierced by a tiny pinhole, equivalent in size to an aperture of  $f/182$ . Only a few rays of light from each point on the



subject got through the tiny opening, producing a soft but acceptably clear photograph. Because of the small size of the pinhole, the exposure had to be 6 sec. long.

Photograph made with lens



This time, using a simple convex lens with an  $f/16$  aperture, the scene appeared sharper than the one taken with the smaller pinhole, and the exposure time was much shorter: only 1/100 sec.



The lens opening was much bigger than the pinhole, letting in far more light, but it focused the rays from each point on the subject precisely so that they were sharp on the film.  
From Photography, London et al.

slides by Federico D'Amico, MIT

---

---

---

---

---

---

---

---

## More ingredients

- **Timed shutter**  
with a UI for setting the duration of the exposure ("**exposure time**")
- **Variable aperture**  
effective size of the hole through which light enters can be changed with a UI for setting the size ("**aperture**")
- **Viewfinder**  
some way better than guessing to tell what you are photographing



photo: Ken Rockwell

Cornell CS6640 Fall 2012

25

---

---

---

---

---

---

---

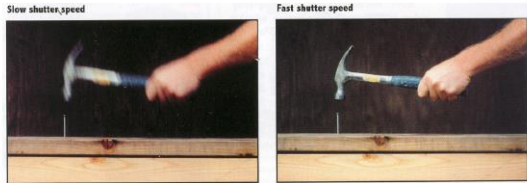
---



## Main effect of shutter speed



### • Motion blur



From Photography: London et al.

slide by Federico Durand, MIT

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Effect of shutter speed



### • Freezing motion



slide by Federico Durand, MIT

Note: it doesn't mean that shutter speed is proportional to the absolute speed of the object. Object distance is very important, and a photographer often tracks the subject.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Aperture



- Diameter of the lens opening (controlled by diaphragm)
- Expressed as a fraction of focal length, in f-number
  - f/2.0 on a 50mm means that the aperture is 25mm
  - f/2.0 on a 100mm means that the aperture is 50mm



Worth a look:  
[www.youtube.com/watch?v=KrnNlouLByJQ](http://www.youtube.com/watch?v=KrnNlouLByJQ)

slide by Federico Durand, MIT

---

---

---

---

---

---

---

---

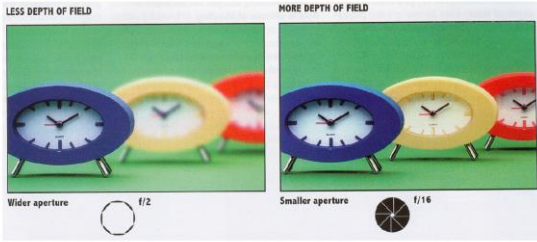
---

---

---

---

## Depth of field



slide by Federico Durand, MIT

From Photography, Louzon et al.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

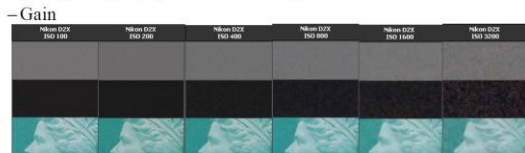
## Sensitivity (ISO)



- Third variable for exposure
- Linear effect (200 ISO needs half the light as 100 ISO)
- Film photography: trade sensitivity for grain



- Digital photography: trade sensitivity for noise



source: csail.mit.edu

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Exposure

- Two main parameters:
  - Aperture (in f stop)
  - Shutter speed (in fraction of a second)
- Reciprocity

The same exposure is obtained with an exposure twice as long and an aperture *area* half as big



slide by Federico Durand, MIT

From Photography, Louzon et al.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Reciprocity



- Assume we know how much light we need
- We have the choice of an infinity of shutter speed/aperture pairs
- What will guide our choice of a shutter speed?
  - Freeze motion vs. motion blur, camera shake
- What will guide our choice of an aperture?
  - Depth of field, diffraction limit
- Often we must compromise
  - Open more to enable faster speed (but shallow DoF)



slide by Frédo Durand, MIT

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Small aperture (deep depth of field, slow shutter speed (motion blurred)). It opens a small aperture (f/16) produced great depth of field: the nearest pine cones as well as the farthest trees are sharp. But to admit enough light, a slow shutter speed (1/8 sec) was needed, it was too slow to show moving pigeons. It also meant that a tripod had to be used to hold the camera steady.

From Photography, London et al.

slide by Frédo Durand, MIT

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Wider aperture (moderate depth of field, medium shutter speed (some motion blur)). A medium aperture (f/4) and shutter speed (1/125) were sufficient to get ground detail to produce recognizable images of the birds. But the exposure is still too long to show the motion of the birds' wings sharply.

From Photography, London et al.

slide by Frédo Durand, MIT

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---



slide by Federico Dondini, MIT

Large aperture (shallow depth of field), fast shutter speed (motion blur). At a shutter speed (1/500 sec) stops the motion of the pigeons so completely that the flapping wings are frozen. But the wide aperture (f2) needed gives so little depth of field that the background is now out of focus.

From Photography, London et al.

---

---

---

---

---

---

---

---

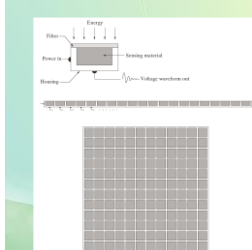
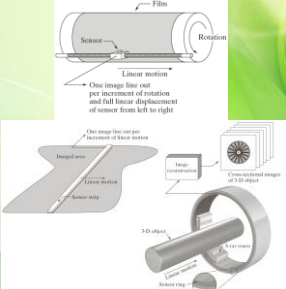
---

---

---

---

### تصویر برداری با حسگر

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### تصویر برداری با حسگر




www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

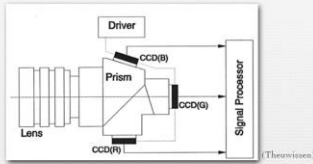
---

---

---

---

### 3-chip cameras



- ✦ high-quality video cameras
- ✦ prism & dichroic mirrors split the image into 3 colors, each routed to a separate sensor (typically CCD)
- ✦ no light loss, as compared to filters (which absorb light)
- ✦ expensive, and complicates lens design

slide by Albert-László Barabási

www.pedram-payvandy.com

© Steve Levay

---

---

---

---

---

---

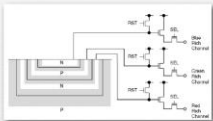
---

---

---

---

### Foveon stacked sensor



- ✦ longer wavelengths penetrate deeper into silicon, so arrange a set of vertically stacked detectors
  - top gets mostly blue, middle gets green, bottom gets red
  - no control over spectral responses, so requires processing
- ✦ fewer moiré artifacts than color filter arrays + demosaicing
  - but possibly worse noise performance, especially in blue

slide by Albert-László Barabási

www.pedram-payvandy.com

© Steve Levay

---

---

---

---

---

---

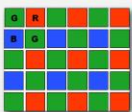
---

---

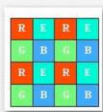
---

---

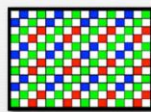
### Color filter arrays



Bayer pattern

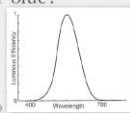


Sony RGB+E  
better color



Kodak RGB-C  
more dynamic range

- ✦ Why more green pixels than red or blue?
  - because green pixels come closest to measuring luminance
  - human eye cares mostly about detailed luminance, not so much for chromaticity



slide by Albert-László Barabási

(Stoner)

© Steve Levay

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Example of Bayer mosaic image

Small fan at  
Stanford women's  
soccer game  
(Canon ID III)



---

---

---

---

---

---

---

---

### Example of Bayer mosaic image

Small fan at  
Stanford women's  
soccer game  
(Canon ID III)



---

---

---

---

---

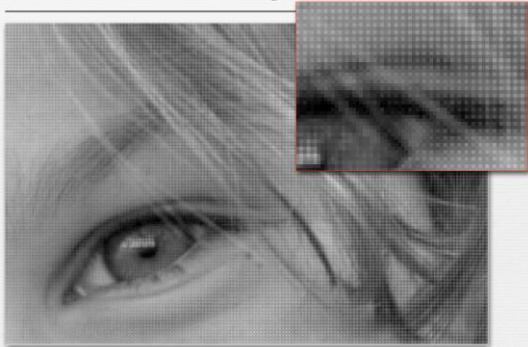
---

---

---

### Before demosaicing (dcraw -d)

Small fan at  
Stanford women's  
soccer game  
(Canon ID III)



---

---

---

---

---

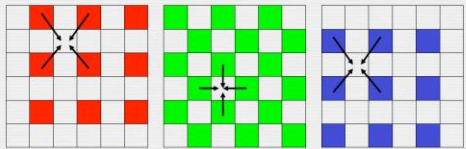
---

---

---

## Demosaicing

- ✦ linear interpolation
  - average of the 4 nearest neighbors of the same color
- ✦ cameras typically use more complicated scheme
  - try to avoid interpolating across contrasty edges
  - demosaicing is often combined with denoising, sharpening...
- ✦ due to demosaicing, 2/3 of your data is "made up"!



slide by Marc Leary, Stanford

© Steve Levay

---

---

---

---

---

---

---

---

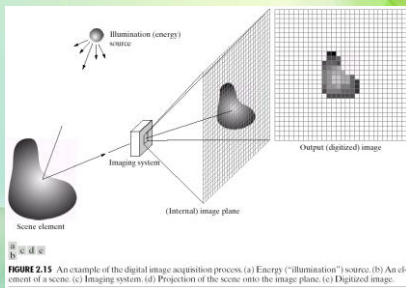
---

---

---

---

## تصویر برداری با آرایه های حسگر



**FIGURE 2.15** An example of the digital image acquisition process. (a) Energy ("illumination") source. (b) An element of a scene. (c) Imaging system. (d) Projection of the scene onto the image plane. (e) Digitized image.

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

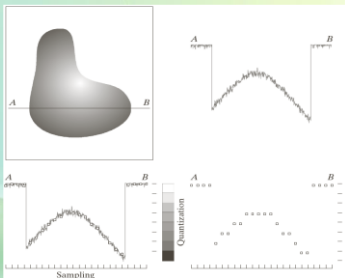
---

---

---

---

## نمونه برداری کمی سازی



دیجیتال کردن مقادیر را  
نمونه برداری گویند

دیجیتال کردن دامنه را  
کمی سازی گویند

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

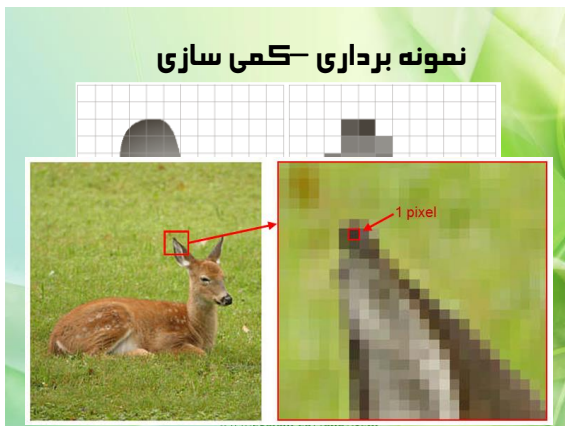
---

---

---

---

### نمونه برداری کمی سازی



---

---

---

---

---

---

---

---

### نمونه برداری کمی سازی



---

---

---

---

---

---

---

---

### نمونه برداری کمی سازی



---

---

---

---

---

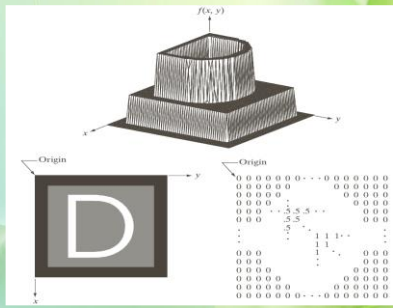
---

---

---



## نمایش تصویر دیجیتال



www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

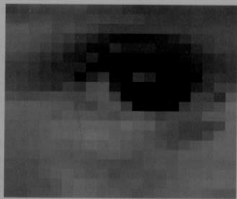
---

---

---

---

---



117	125	133	127	130	130	133	121	116	115	100	91	93	94	99	103	112	105	109	106
134	133	138	138	132	134	130	133	128	123	121	113	106	102	99	106	113	109	109	113
146	147	138	140	125	134	124	115	102	96	93	94	99	96	99	100	103	110	109	110
144	141	136	130	120	108	88	74	53	37	31	37	35	39	53	79	93	100	109	116
139	136	129	119	102	85	58	31	41	77	51	53	53	33	37	41	69	94	105	108
132	127	117	102	87	57	49	77	42	28	17	15	13	13	17	41	53	69	88	100
124	120	108	94	72	74	72	31	35	31	15	13	15	11	15	13	46	75	83	96
125	115	102	93	88	82	42	78	113	41	19	100	82	11	11	17	31	91	99	100
124	116	109	99	91	113	99	140	144	57	20	20	15	11	15	17	63	87	119	124
136	133	133	135	138	133	132	144	150	120	24	17	15	15	17	20	115	113	88	150
158	157	157	154	149	145	133	127	146	150	116	35	20	19	28	105	124	128	141	171
155	154	156	155	146	155	154	154	147	139	148	150	138	120	128	129	130	151	156	165
150	151	154	162	166	167	169	174	172	167	177	166	164	140	134	120	121	120	127	172
145	149	151	157	165	169	173	179	176	166	166	187	145	136	129	124	120	136	163	168
144	148	153	160	159	158	165	172	165	169	157	151	149	141	130	140	151	162	169	167
144	141	147	155	154	149	156	151	157	157	151	144	147	147	149	159	158	159	166	195
139	140	140	150	153	151	150	146	140	139	136	140	145	151	149	156	156	162	162	161
136	134	138	146	156	164	153	146	145	136	139	139	140	141	149	157	159	161	169	166
136	133	136	135	144	159	168	159	151	142	141	145	139	146	153	156	164	167	172	168
133	129	140	142	146	159	167	165	154	151	146	141	147	154	156	160	161	157	153	154

---

---

---

---

---

---

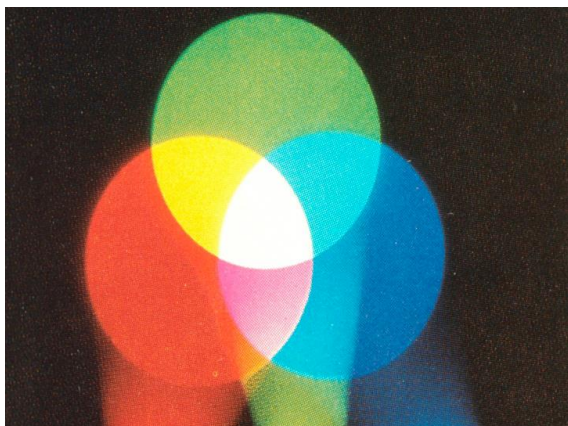
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

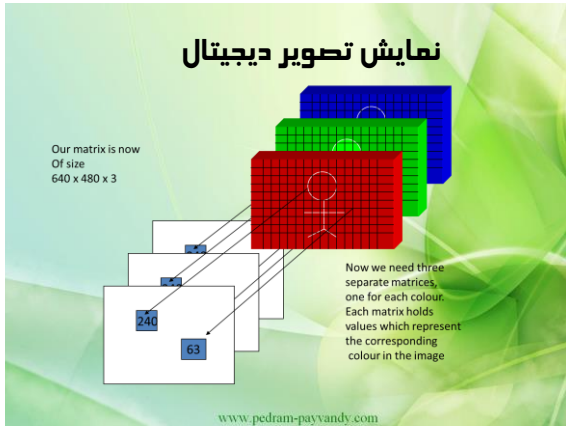
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

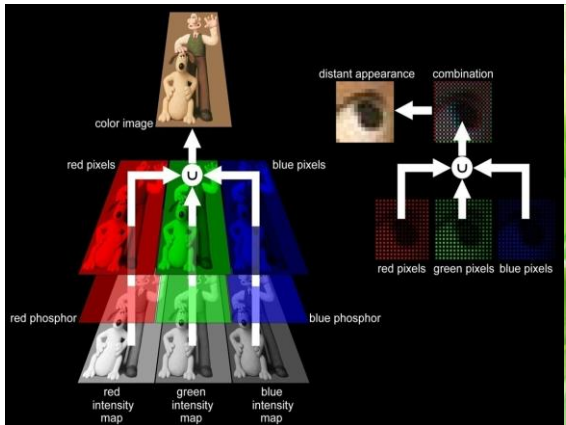
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ذخیره سازی تصویر دیجیتال

$128 \times 128$  with 64 gray levels  $\Rightarrow 98,304 \text{ bits} = 128 \text{ KB}$

TABLE 2.1

Number of storage bits for various values of  $N$  and  $k$ .

$N/k$	$1 (L = 2)$	$2 (L = 4)$	$3 (L = 8)$	$4 (L = 16)$	$5 (L = 32)$	$6 (L = 64)$	$7 (L = 128)$	$8 (L = 256)$
32	1,024	2,048	3,072	4,096	5,120	6,144	7,168	8,192
64	4,096	8,192	12,288	16,384	20,480	24,576	28,672	32,768
128	16,384	32,768	49,152	65,536	81,920	98,304	114,688	131,072
256	65,536	131,072	196,608	262,144	327,680	393,216	458,752	524,288
512	262,144	524,288	786,432	1,048,576	1,310,720	1,572,864	1,835,008	2,097,152
1024	1,048,576	2,097,152	3,145,728	4,194,304	5,242,880	6,291,456	7,340,032	8,388,608
2048	4,194,304	8,388,608	12,582,912	16,777,216	20,971,520	25,165,824	29,360,128	33,554,432
4096	16,777,216	33,554,432	50,331,648	67,108,864	83,886,080	100,663,296	117,440,512	134,217,728
8192	67,108,864	134,217,728	201,326,592	268,435,456	335,544,320	402,653,184	469,762,048	536,870,912

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## دقت شدت و دقت فضایی



دقت فضایی معیاری از کوچکترین بخش قابل تشخیص در تصویر است

دقت شدت کوچکترین تغییر قابل تشخیص در سطح شدت است

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

---

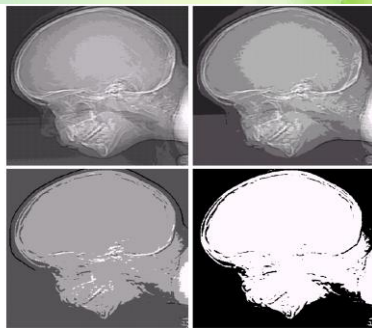
---

---

---

## دقت شدت و دقت فضایی

FIGURE 2.21 (Continued) (c)-(f) Image displayed in 16, 8, 4, and 2 gray levels. (Original courtesy of Dr. David R. Pickens, Department of Radiology & Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)



www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---

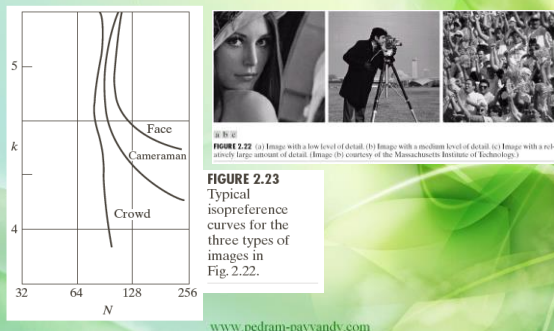
---

---

---

---

## رابطه دقت شدت و دقت فضایی




---

---

---

---

---

---

---

---

# پایان

www.pedram-payvandy.com

---

---

---

---

---

---

---

---