

# Цифрова обработка на изображения

Въведение

# Организация на курса

---

## ■ Лекции

- сряда, 11:30 – 13:15, зала 2200

- всяка седмица

  - в периода 26 февруари – 10 май 2014

- доц. Милена Лазарова

  - каб.1300

  - [milaz@tu-sofia.bg](mailto:milaz@tu-sofia.bg)

  - приемен час

    - вторник, четвъртък, 11.30 – 12.30

# Организация на курса

---

- Лабораторни упражнения
  - съгласно седмичния разпис
  - зала 1311
  - на подгрупи, по 3ч., през седмица
  - гл.ас. Ива Николова
    - [inni@tu-sofia.bg](mailto:inni@tu-sofia.bg)

# Тематика на курса

---

- Тема 1. Въведение. Основни понятия
- Тема 2. Същност на цифровите изображения. Цветни изображения
- Тема 3. Пикселно базирани операции с изображения
- Тема 4. Локални операции с изображения
- Тема 5. Дискретни трансформации в честотната област
- Тема 6. Филтрация на изображения в честотната област
- Тема 7. Възстановяване на изображения
- Тема 8. Геометрични операции с изображения
- Тема 9. Уейвлетни преобразувания. Компресия на изображения
- Тема 10. Морфологични операции с изображения

# Ресурси

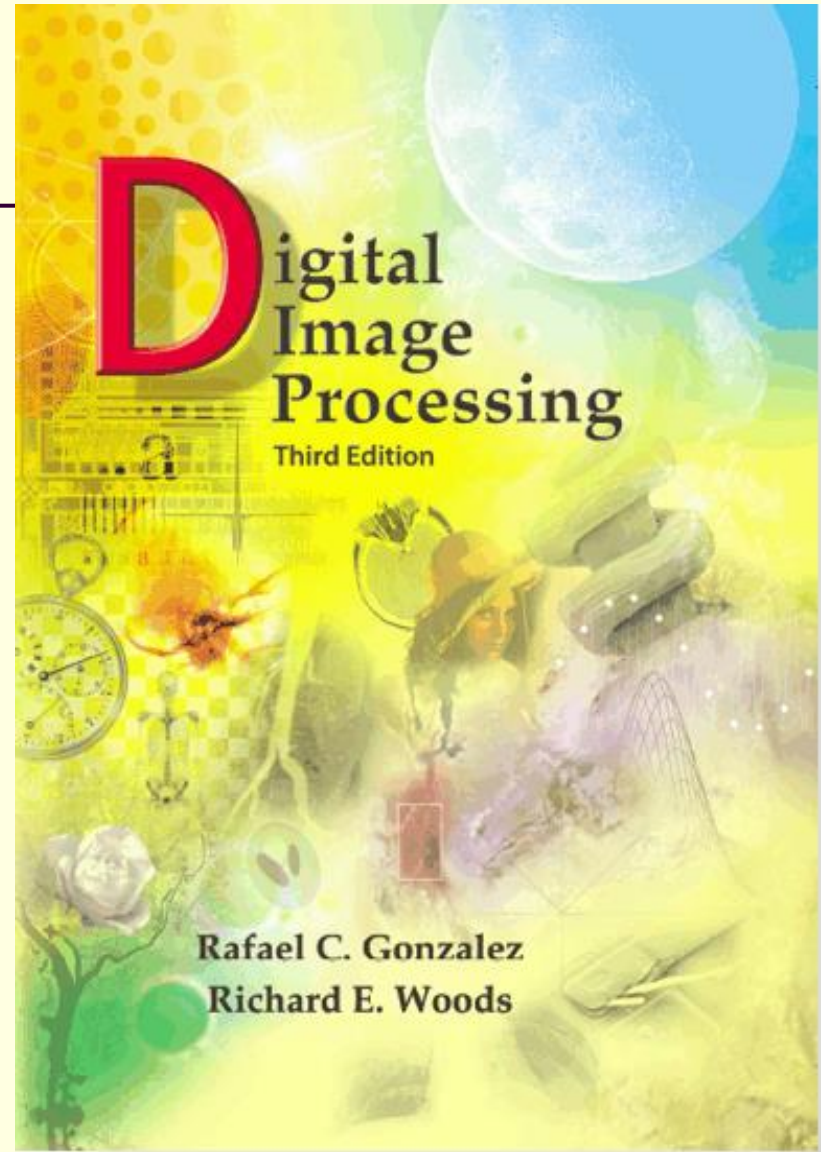
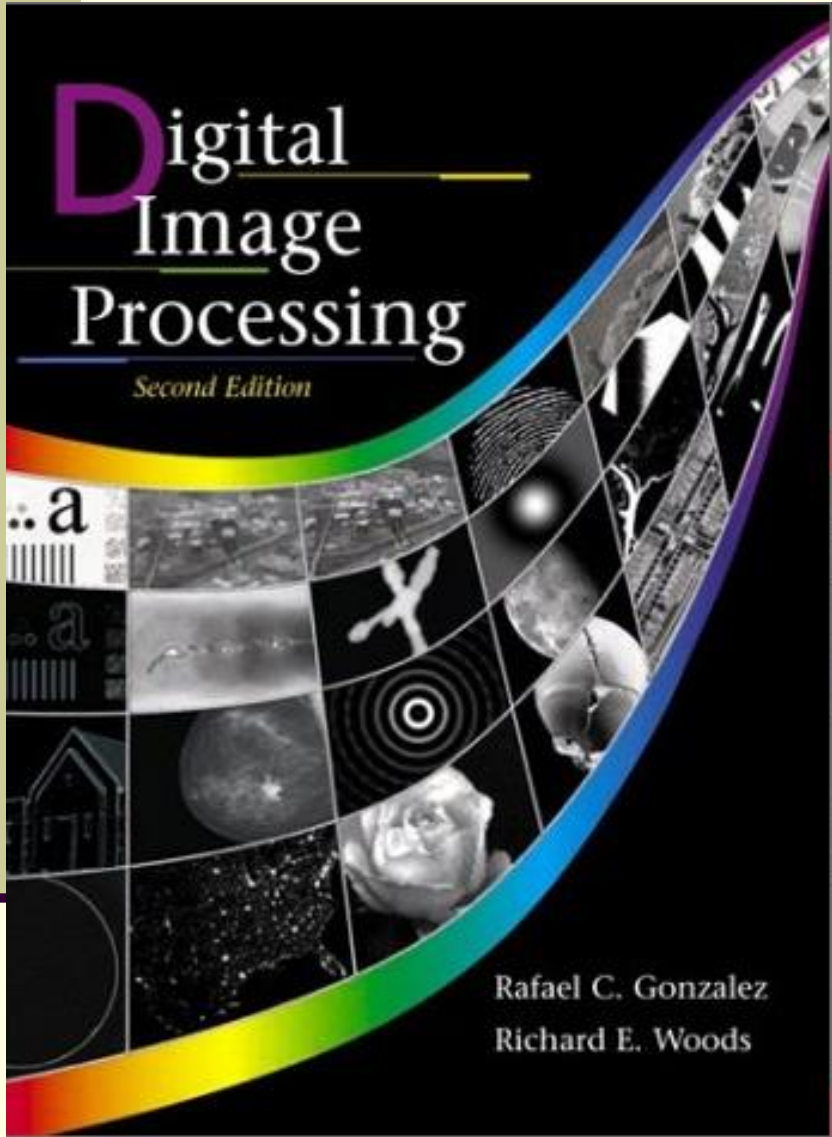
---

## ■ Основна литература

- R. Gonzales, R. Woods, Digital Image Processing, Prentice-Hall, 2002.
- W. Pratt, Digital Image Processing, John Wiley & Sons, 2001.
- A. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice-Hall, 1989.
- K. Castleman, Digital Image Processing, Prentice-Hall, 1995.

## ■ Допълнителна литература

- B. Jahne, Digital Image Processing, Springer, 2002.
- S. Mann, Intelligent Image Processing, John Wiley & Sons, 2002.
- D. Phillips, Image Processing in C, R & D Publications, 2000.
- M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, Image Processing, Analysis and Machine Vision, PWS - Brooks and Cole Publishing, 1998.



One picture is worth more than  
ten thousand words. *(Anonymous)*

---

## ■ Изображение

- двумерна функция  $F(X, Y)$ 
  - $X$  и  $Y$  са пространствени (равнинни) координати
  - $F$  е амплитудата във всяка двойка координати
    - интензитет или ниво на сиво

## ■ Цифрово изображение

- $X$ ,  $Y$  и  $F$  са ограничени дискретни величини

# Цифрова обработка на изображения

---

- **Цифрова обработка на изображения =  
Обработване на цифрови изображения**
- **Цифрово изображение**
  - състои се от краен брой елементи
    - всеки елемент има определено **местоположение** и **стойност**
  - елементите се наричат *picture elements, image elements, pels, pixels*
- **Pixel** е най-често използвания термин за обозначаване на елементите на цифрово изображение



# Цифрова обработка на изображения

---

- ***Цифрова обработка на изображения =  
Обработване на цифрови изображения***
- **Цели на обработването**
  - подобряване на визуалното представяне на изображенията с цел възприемането им от човек
  - обработка на изображението с цел съхранение, пренос и представянето на данните за компютъризирано обработване

# Зрение

---

- Едно от човешките сетива
  - способства получаването на информация за заобикалящия ни свят
  - човешката зрителна система се е усъвършенствала в резултат на еволюция за период от около  $4 \cdot 10^9$  години
  - резултатът е изключително ефективна система
    - съставена от билиони нервни клетки
      - около  $10^{13}$  неврона
    - с изключително голям брой на взаимните връзки
      - около  $10^{14}$  неврона

# Зрение

---

- Най-развитото от сетивата
  - изображения играят най-важната роля в човешкото възприятие
  - зрението при човека носи около **70%** от данните, постъпващи в централната нервна система
    - честотата на подаване на данни е около  **$10^{11}$ bits/sec**
- Не съществува компютърна система, която да имитира устройството и функционирането на зрението при човека
  - “The simplest description of the human brain may be the human brain itself” (John von Neumann )

# Зрение – машинно зрение

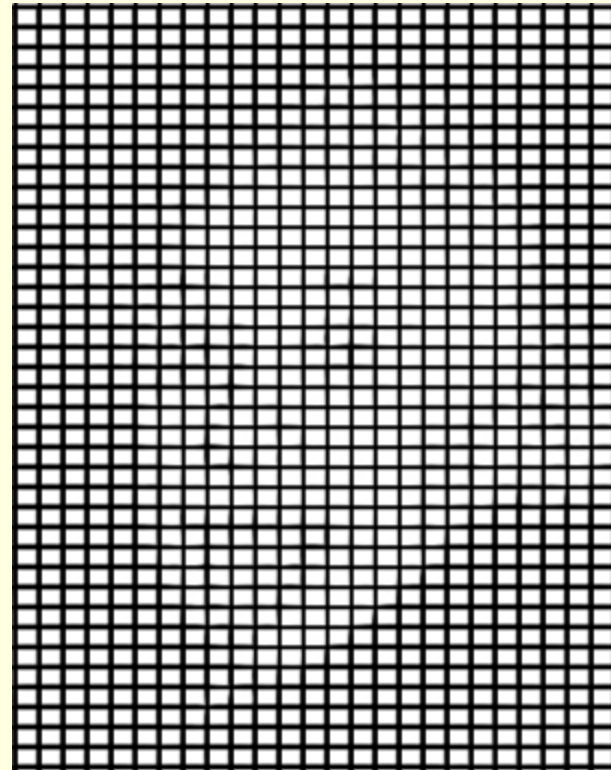
---

## ■ Зрение

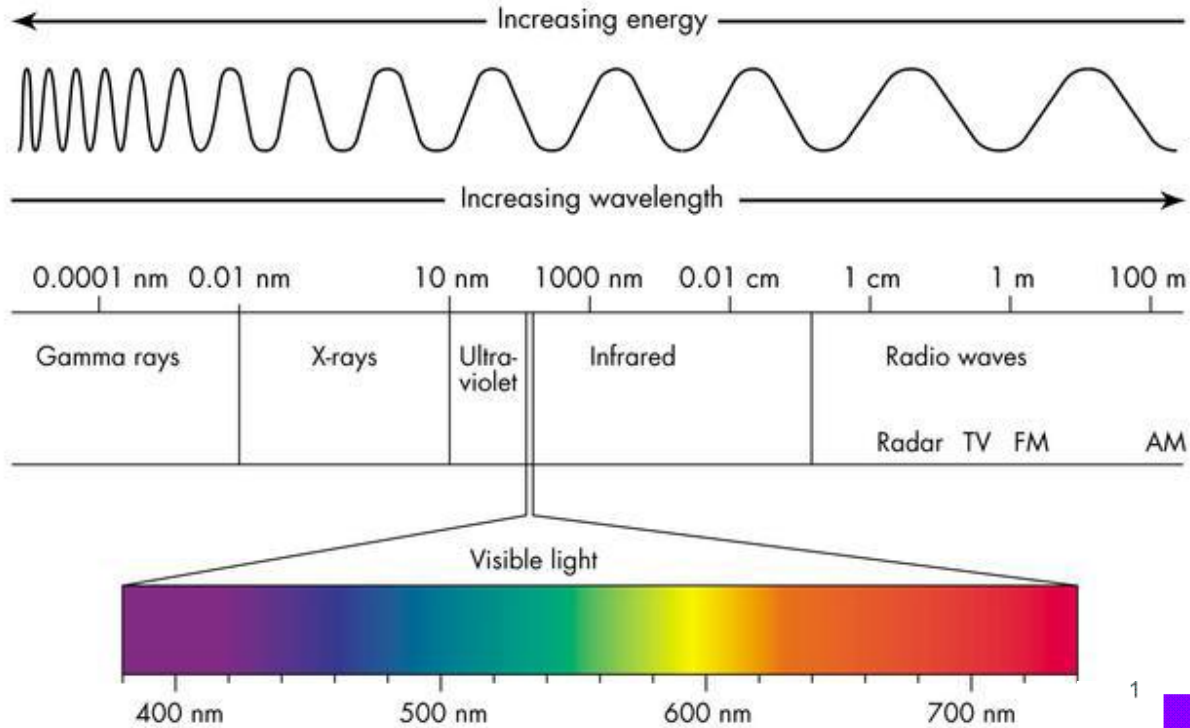
- ограничено във видимата част на спектъра
  - $0.4 - 0.7\mu\text{m}$

## ■ Цифрови изображения

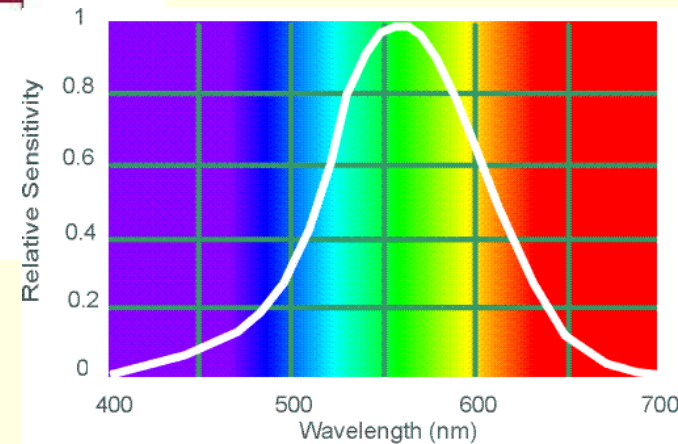
- могат да бъдат получени в широк диапазон на ЕМ спектър
  - от гама лъчи до радио вълни ( $10^{-11} - 10^{-1} \text{ m}$ )



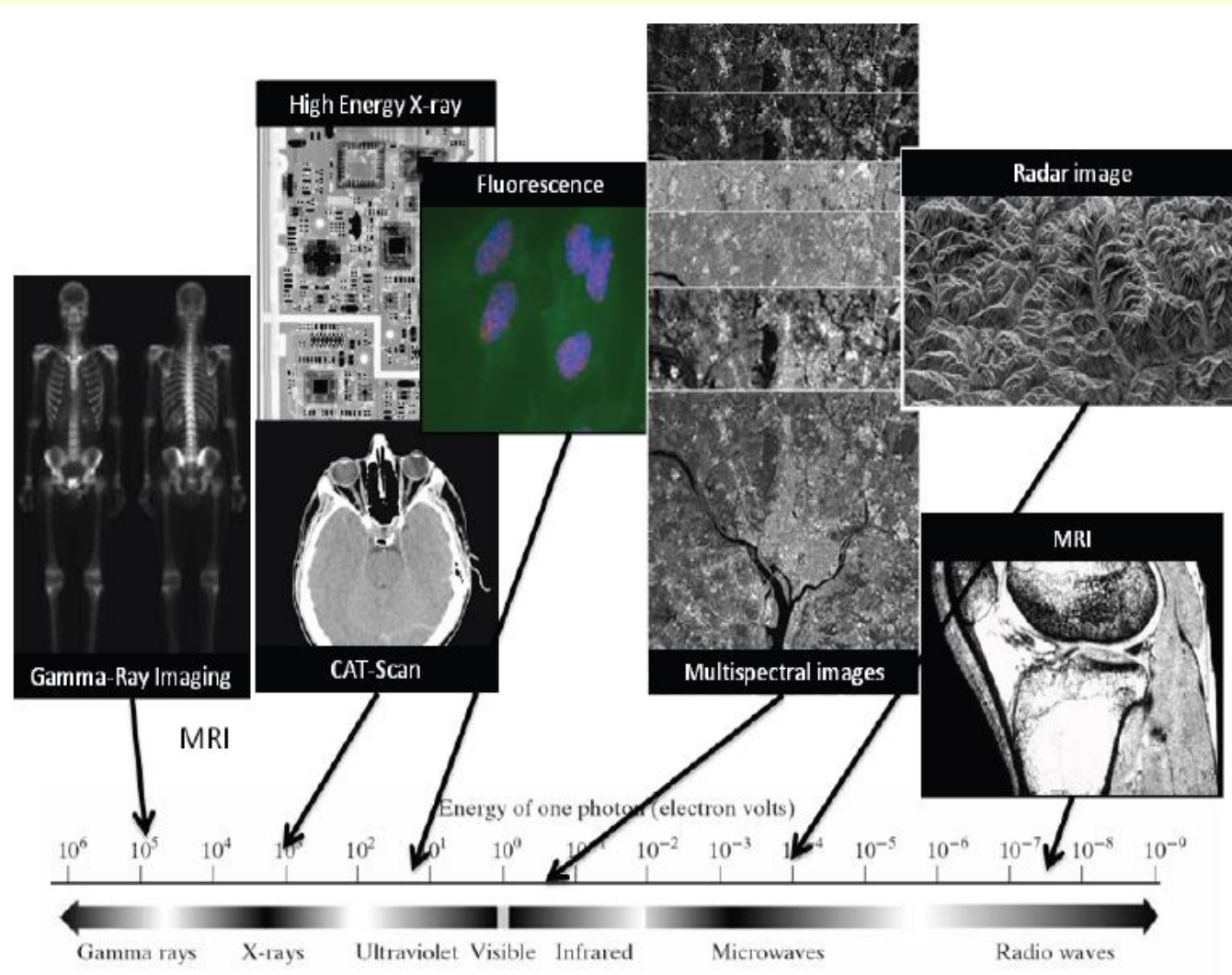
# Електромагнитен спектър



*Функция на чувствителността на човешкото зрение*



# Електромагнитен спектър



# ФИЗИЧНИ ОСНОВИ

---

## ■ Светлина (Light)

- форма на енергия
- източник – атом, движещ се със скоростта на светлината
- скорост на разпространение на светлината
  - $300\,000\,000\text{ m/sec}$  ( $3 \times 10^8$ )(във вакуум)
    - лъч светлина, излъчен от Слънцето, достига Земята след 8 минути



# ФИЗИЧНИ ОСНОВИ

## ■ **Електромагнитна енергия**

- енергия, движеща се през пространство или материя като вълна

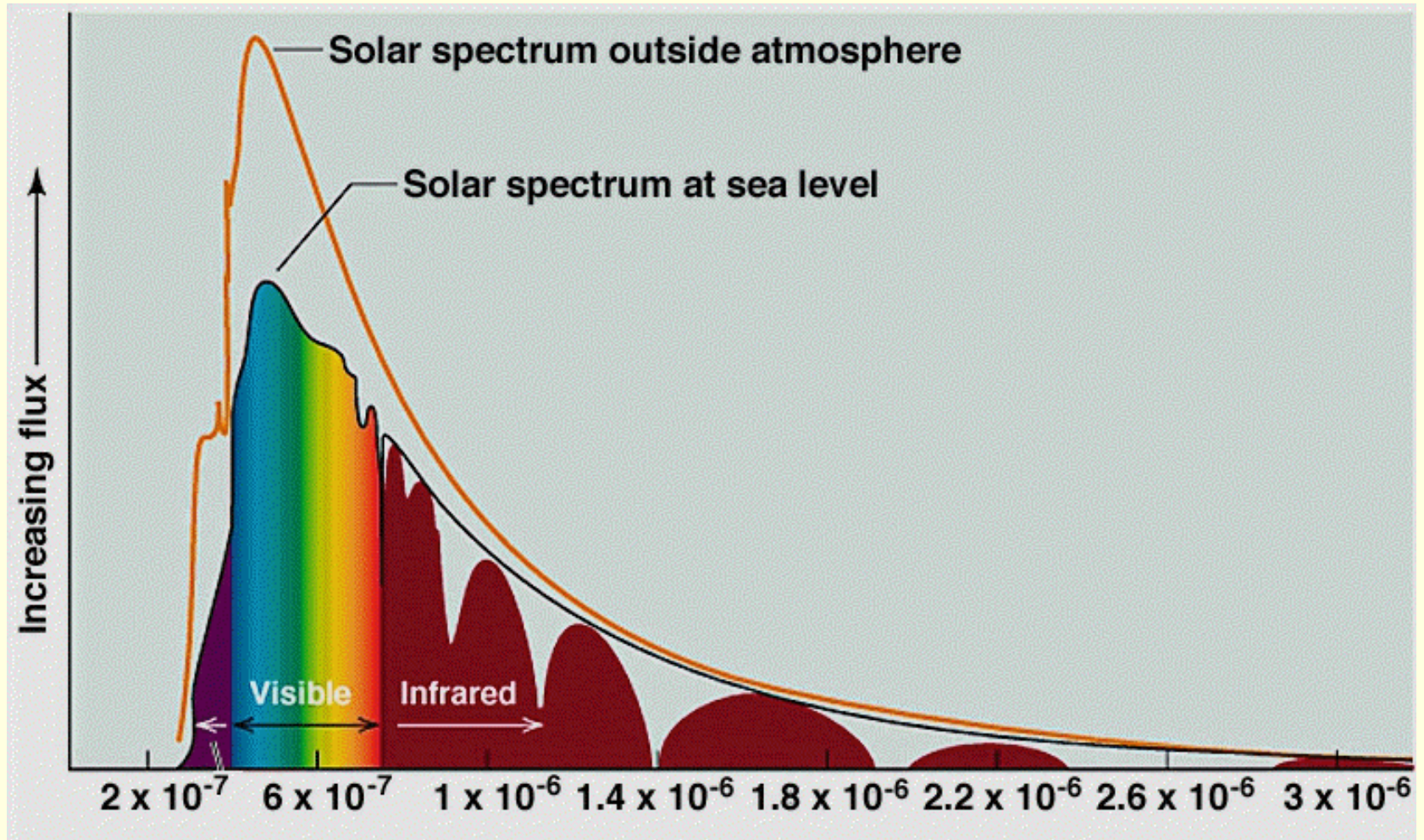
## ■ Електромагнитната енергия обхваща *видими, радио, инфрачервени, гама* лъчи

## ■ Електромагнитната енергия се движи със ***скоростта на светлината***

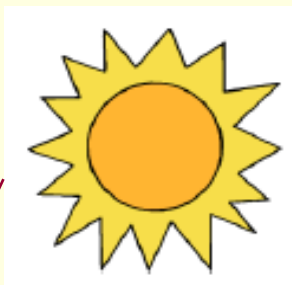
- скорост на светлината във вакуум:  $3 \times 10^8$  m/s
- скорост на светлината във вода:  $2.25 \times 10^8$  m/s
- скорост на светлината в диамант:  $1.24 \times 10^8$  m/s

## ■ **Честотата** е свойство на вълната описващо колко цикъла има вълната в единица време

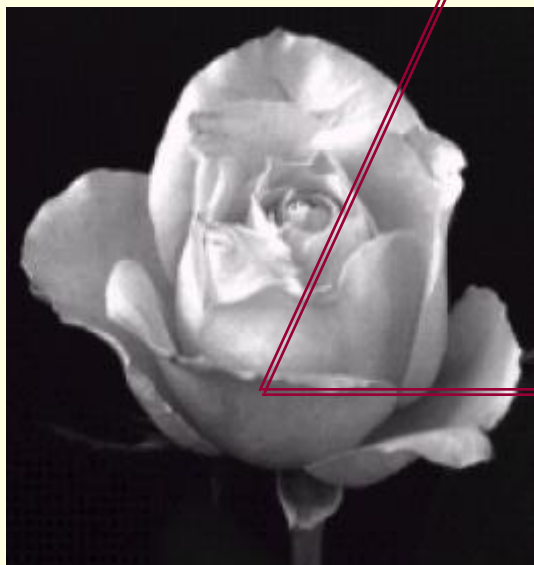
# ФІЗИЧНИ ОСНОВИ



# Физични основи



светлинен източник

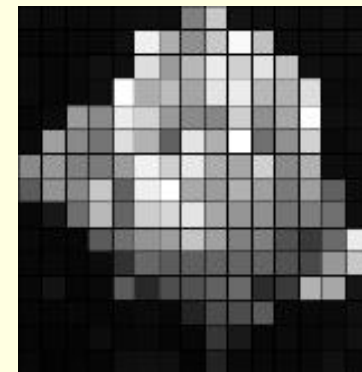


наблюдавана сцена

система за регистриране на изображение



равнина на изображението



резултат

# Цифрова обработка на изображения

---

## ■ Обработка на изображения

- методи и алгоритми, с които от изображения се получават други изображения

## ■ Анализ на изображения

- извличане на информация за съдържанието на изображения

## ■ Разпознаване на образи

- класифициране, разпознаване и интерпретиране на образи

# Цифрова обработка на изображения

---

- **Обработка на изображения**

- *Image Processing*

- *image in → image out*

- **Анализ на изображения**

- *Image Analysis*

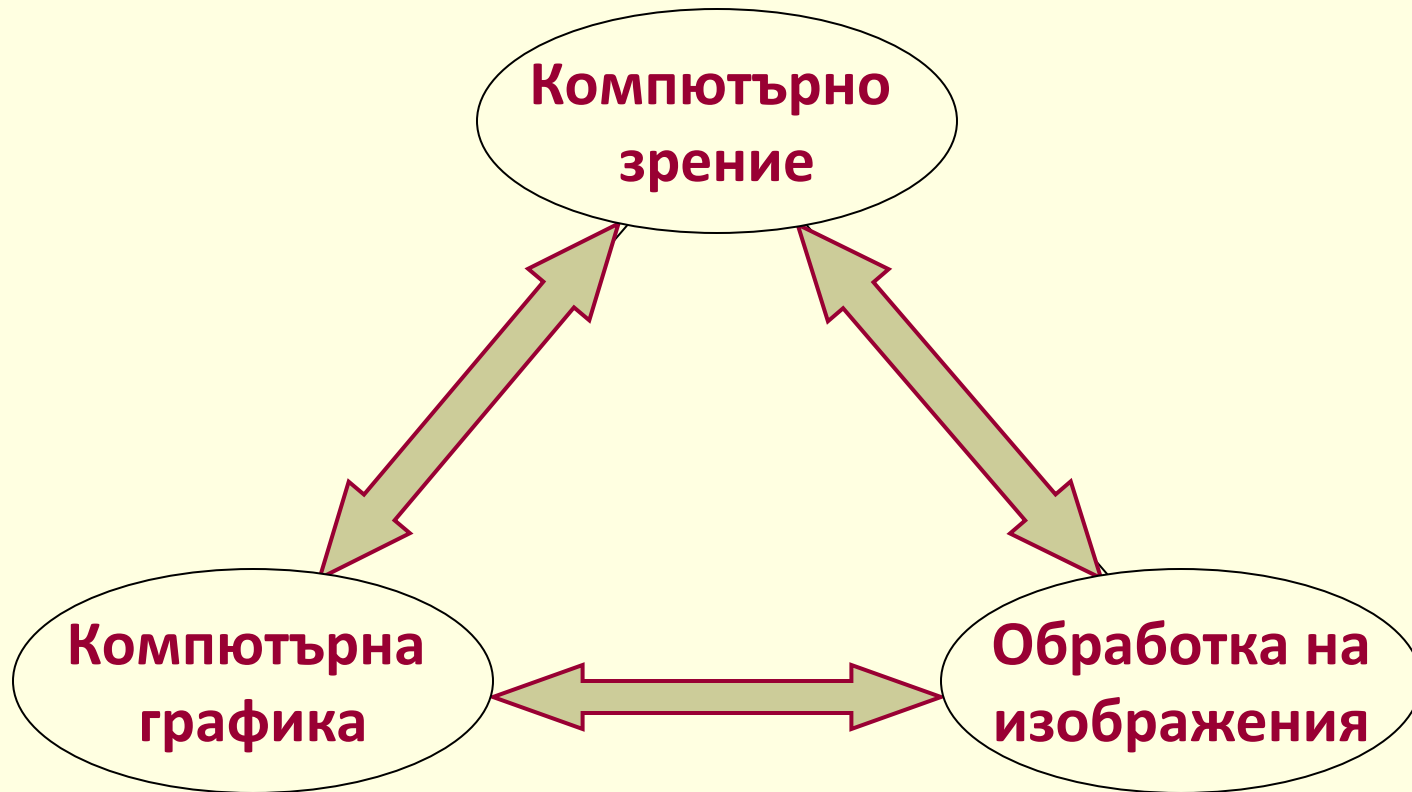
- *image in → measurements out*

- **Разпознаване на образи**

- *Image Understanding*

- *image in → high-level description out*

# Цифрова обработка на изображения

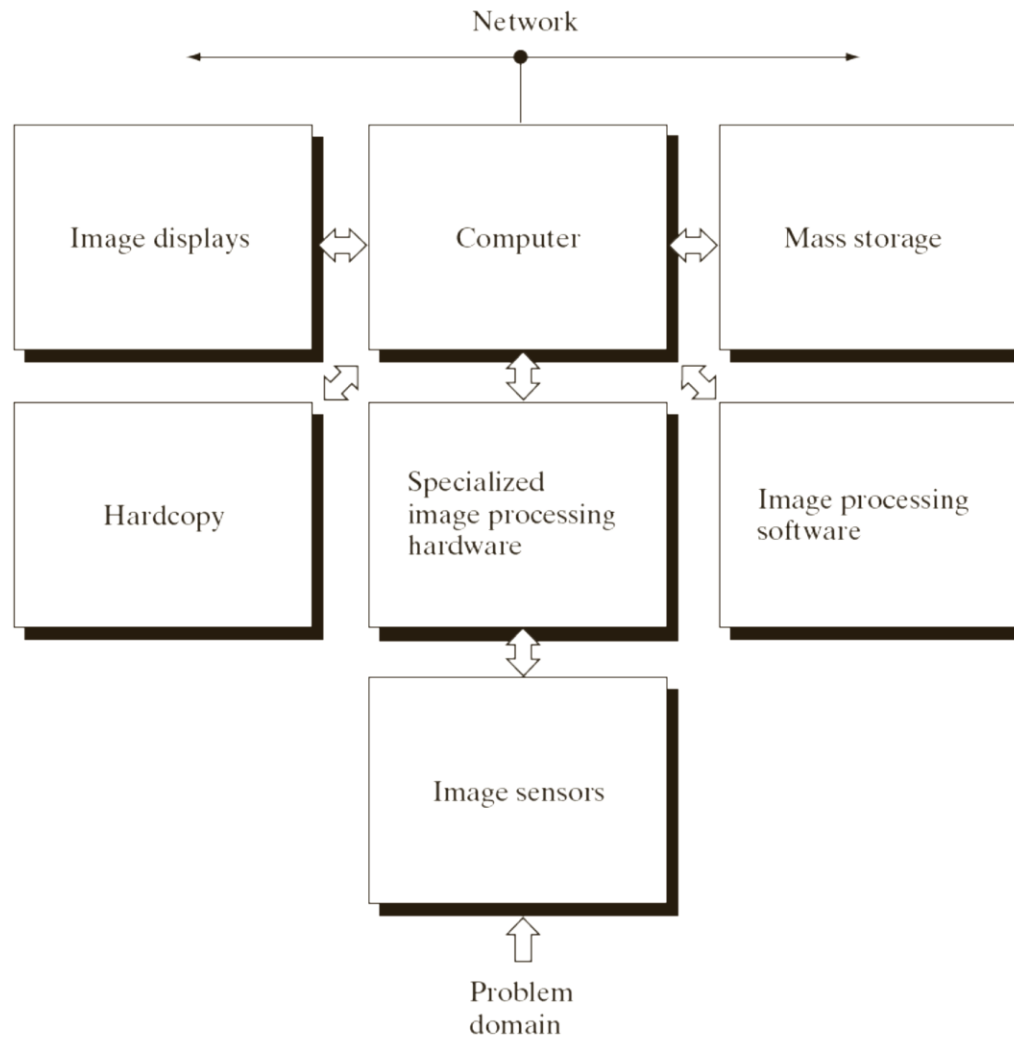




# Цифрова обработка на изображения

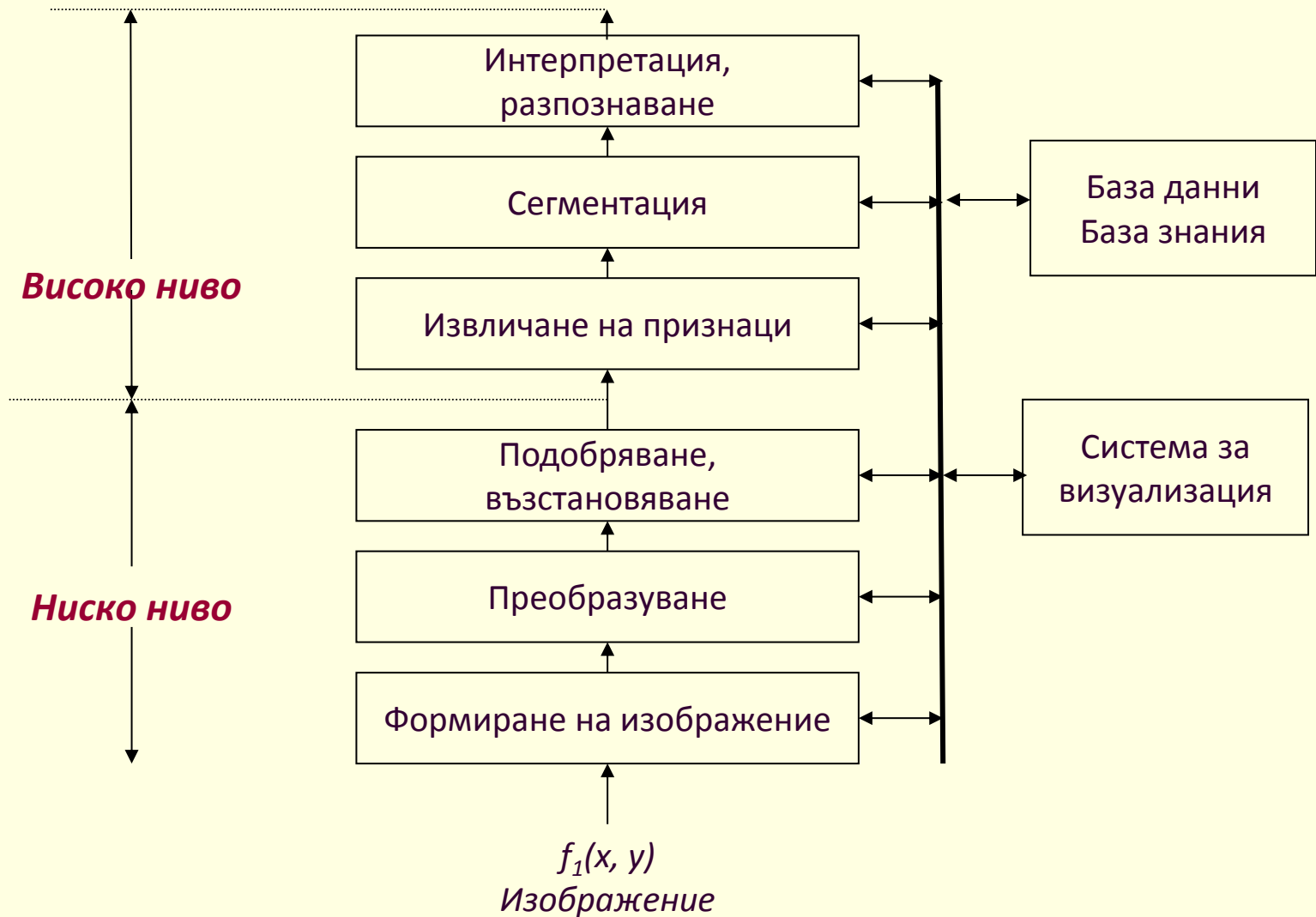


# Компоненти на система за ОИ





# Етапи на обработка



# Ниско ниво

---

- Нарича се още **ниво данни**
- От входното изображение се получава изходно изображение
- Не се използват никакви или се използват много малко знания за съдържанието на изображението
- Прилагат се **контекстно независими** и **позиционно инвариантни** оператори

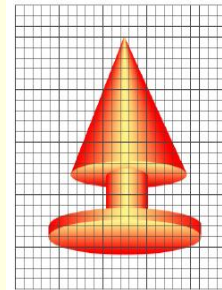
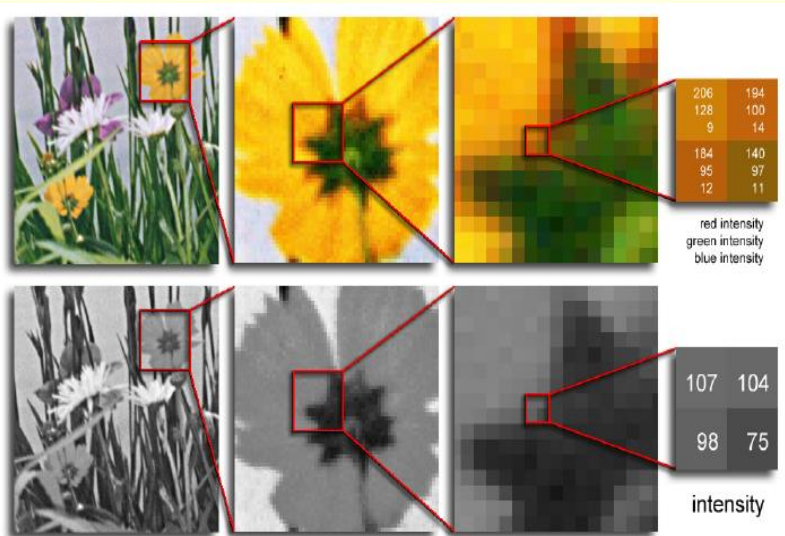
# Високо ниво

---

- Нарича се още **НИВО ЗНАНИЯ**
- Смеслова интерпретация, разпознаване и разбиране на съдържанието на изображенията
- Прилагат се методи и алгоритми от областта изкуствен интелект, базирани на знания
  - знания за модели на характеристиките, модели на обектите, взаимна връзка между обектите

# Основни етапи

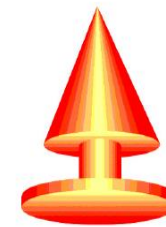
- **Формиране на изображение**
  - *Image formation*



real image



sampled



quantized



sampled & quantized

# Основни етапи

- **Подобряване на изображението**
  - *Image enhancement*
  - да се подчертаят определени характеристики



blurred



original



sharpened



original



s&p noise



median filter

# Основни етапи

## ■ Възстановяване на изображението

### ■ *Image restoration*

- подобряване на визуалното представяне на данните



blurred image



color noise



5x5 Wiener filter



periodic  
noise



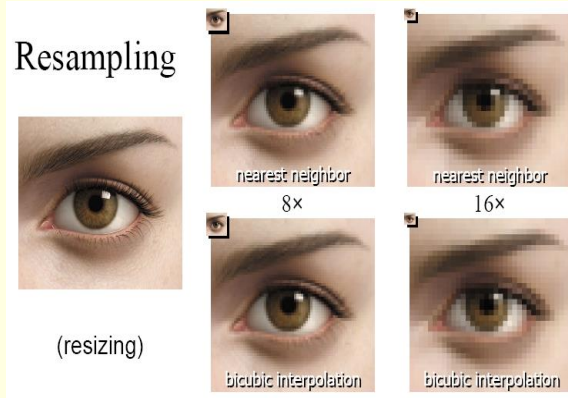
original



frequency  
tuned filter

# Основни етапи

- *Преобразуване на изображения*
  - *Image transformations*
  - промяна на разположение, размер, нива на дискретизиране и др.





# Основни етапи

## ■ Компресия на изображения

### ■ *Image compression*

- промяна на данните, необходими за съхраняване на изображението





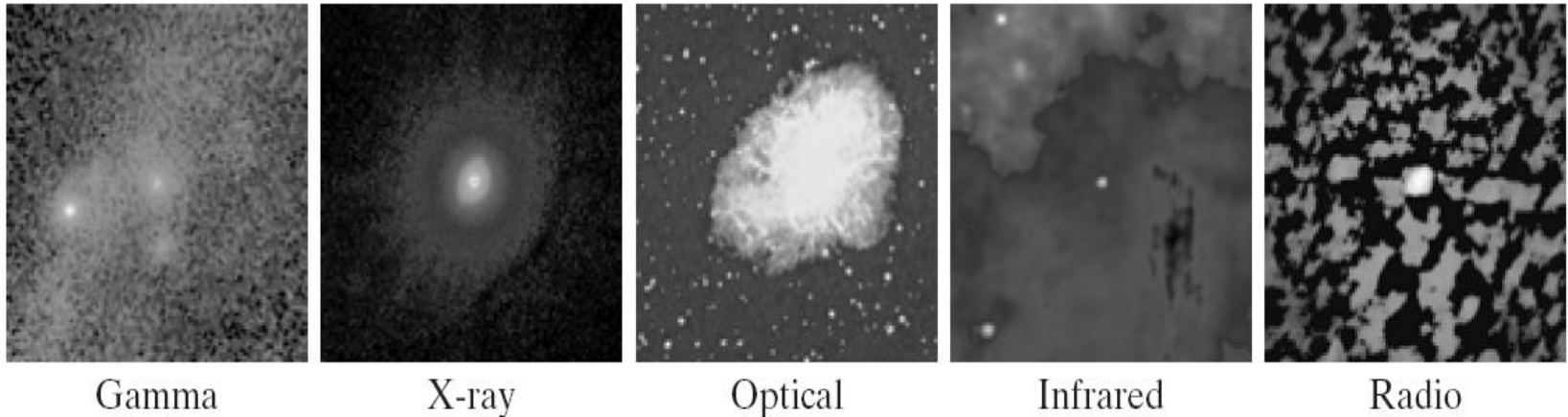
# Основни етапи

- **Морфологични операции**
  - *Morphological processing*
  - извличане на компоненти и характеристики на изображението



# Приложение

- Почти няма област, в която да не се използва под някаква форма обработка на изображения
  - цифровата обработка на изображения има широка и разнообразна област на приложения

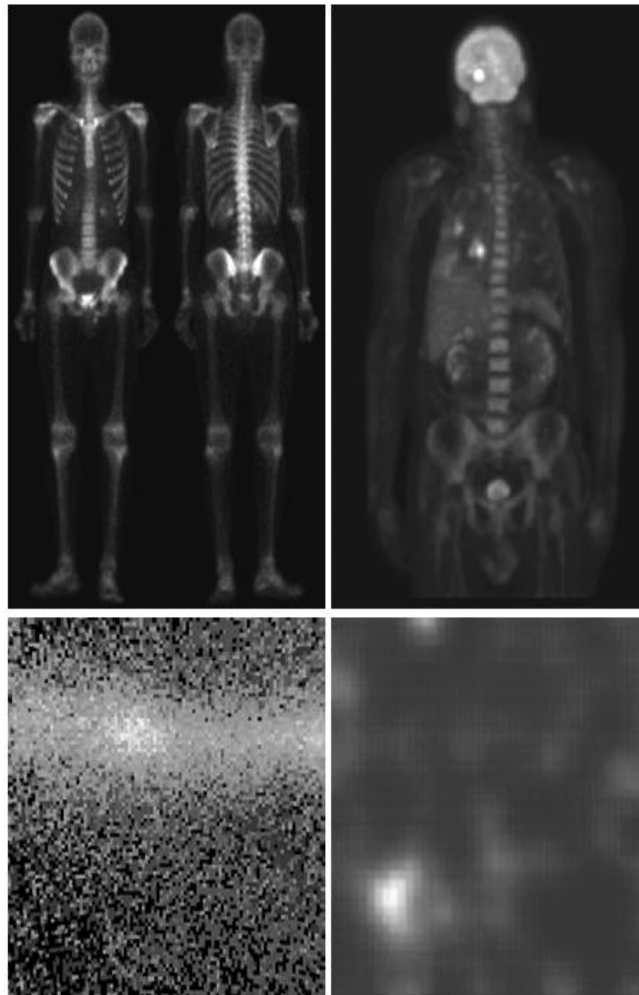


**FIGURE 1.18** Images of the Crab Pulsar (in the center of images) covering the electromagnetic spectrum. (Courtesy of NASA.)

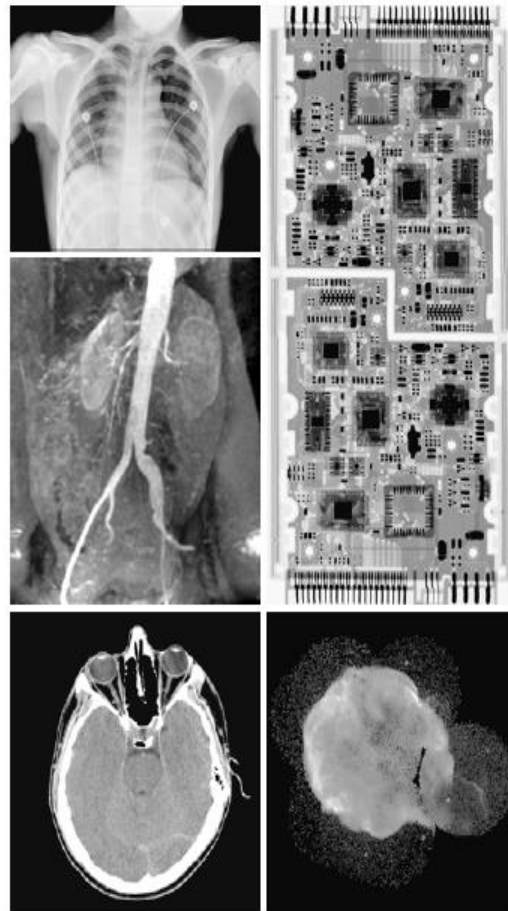
# Гама изображения

a b  
c d

**FIGURE 1.6**  
Examples of gamma-ray imaging. (a) Bone scan. (b) PET scan. (c) Cygnus Loop. (d) Gamma radiation (bright spot) from a reactor valve. (Images courtesy of (a) G.E. Medical Systems, (b) Dr. Michael E. Casey, CTI PET Systems, (c) NASA, (d) Professors Zhong He and David K. Wehe, University of Michigan.)



# Рентгенови изображения

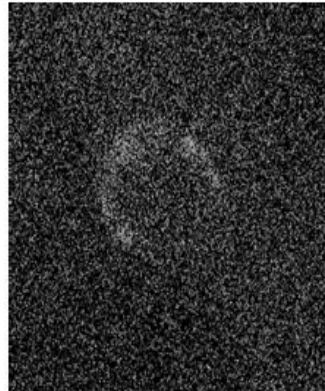
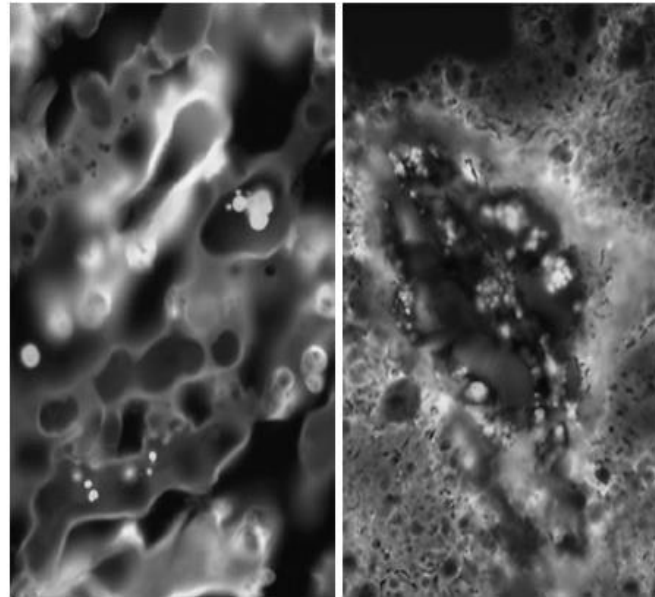


**FIGURE 1.7** Examples of X-ray imaging. (a) Chest X-ray. (b) Aortic angiogram. (c) Head CT. (d) Circuit boards. (e) Cygnus Loop. (Images courtesy of (a) and (c) Dr. David R. Pickens, Dept. of Radiology & Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center, (b) Dr. Thomas R. Gest, Division of Anatomical Sciences, University of Michigan Medical School, (d) Mr. Joseph E. Pascente, Lixi, Inc., and (e) NASA.)

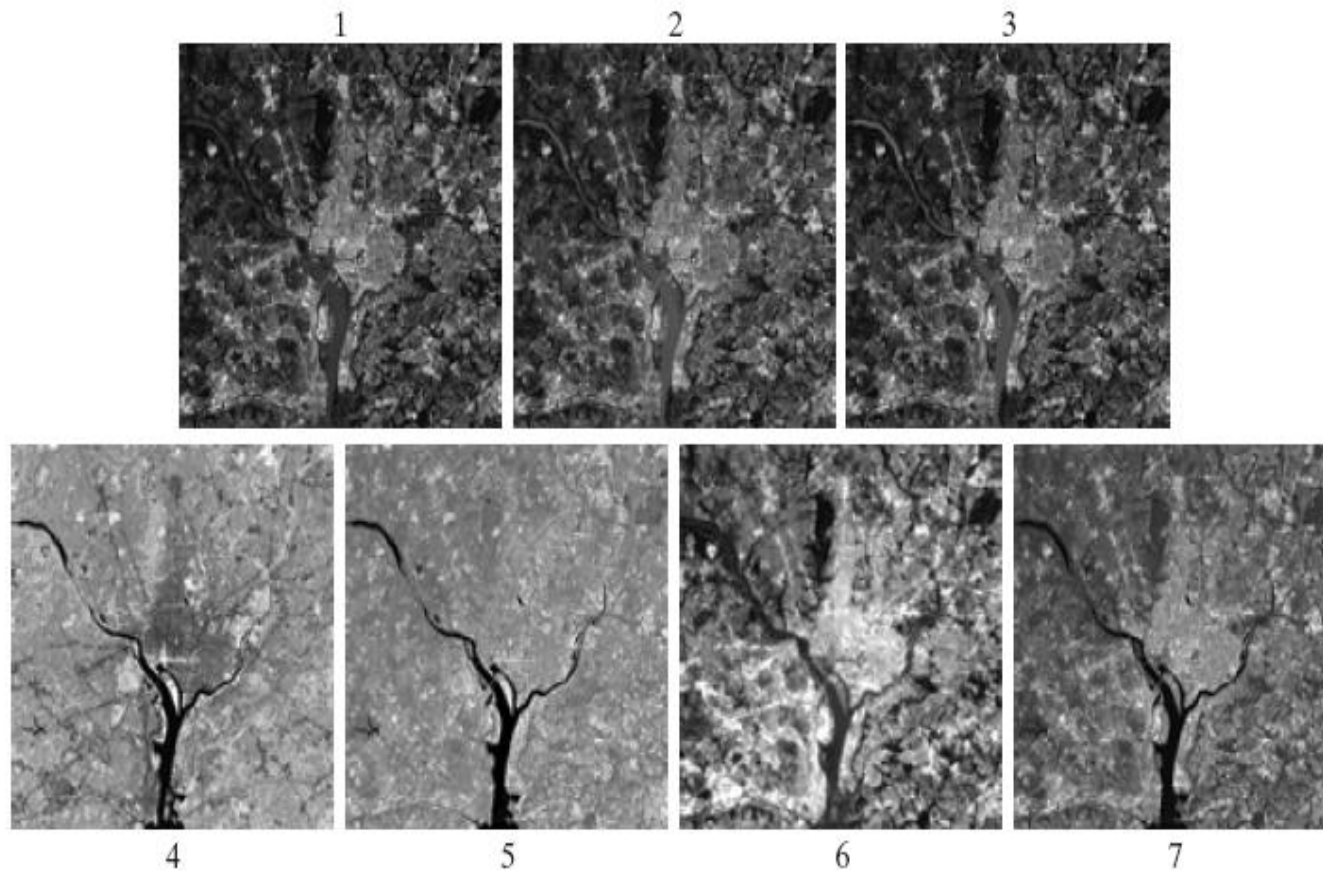
# Ултравиолетов спектър

a b  
c

**FIGURE 1.8**  
Examples of  
ultraviolet  
imaging.  
(a) Normal corn.  
(b) Smut corn.  
(c) Cygnus Loop.  
(Images courtesy  
of (a) and  
(b) Dr. Michael  
W. Davidson,  
Florida State  
University,  
(c) NASA.)



# Видим и инфрачервен спектър



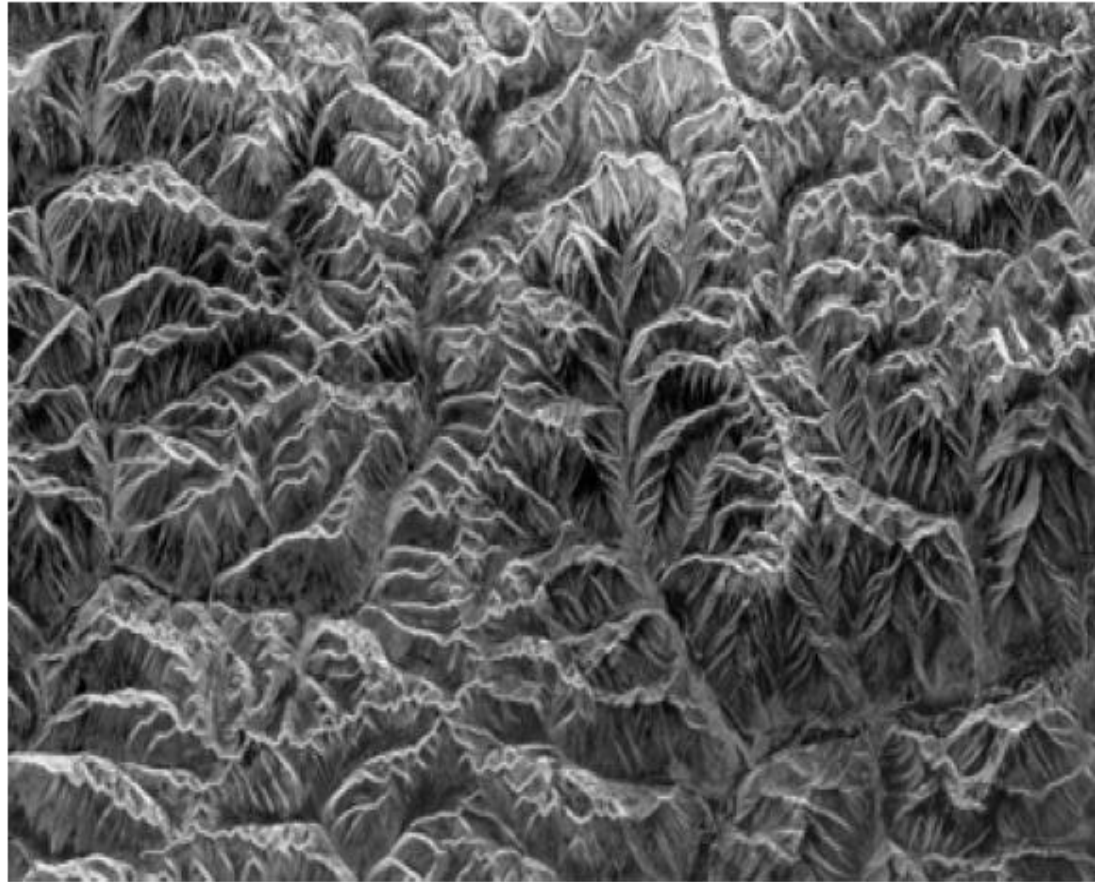
**FIGURE 1.10** LANDSAT satellite images of the Washington, D.C. area. The numbers refer to the thematic bands in Table 1.1. (Images courtesy of NASA.)



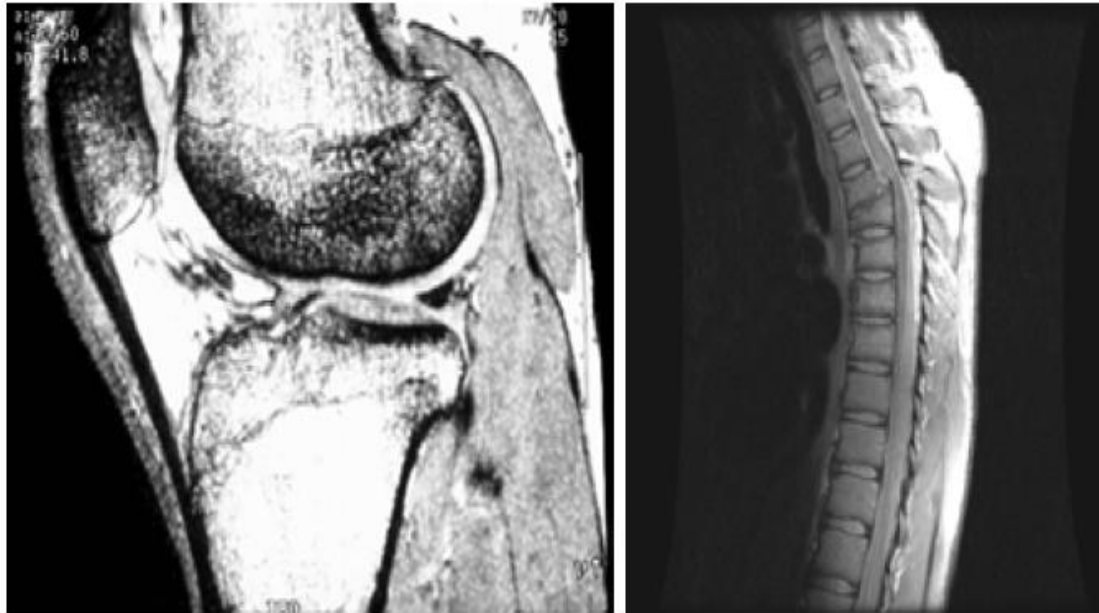
# Микровълнов обхват

**FIGURE 1.16**  
Spaceborne radar  
image of  
mountains in  
southeast Tibet.  
(Courtesy of  
NASA.)

---



# Радио обхват



a b

**FIGURE 1.17** MRI images of a human (a) knee, and (b) spine. (Image (a) courtesy of Dr. Thomas R. Gest, Division of Anatomical Sciences, University of Michigan Medical School, and (b) Dr. David R. Pickens, Department of Radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)



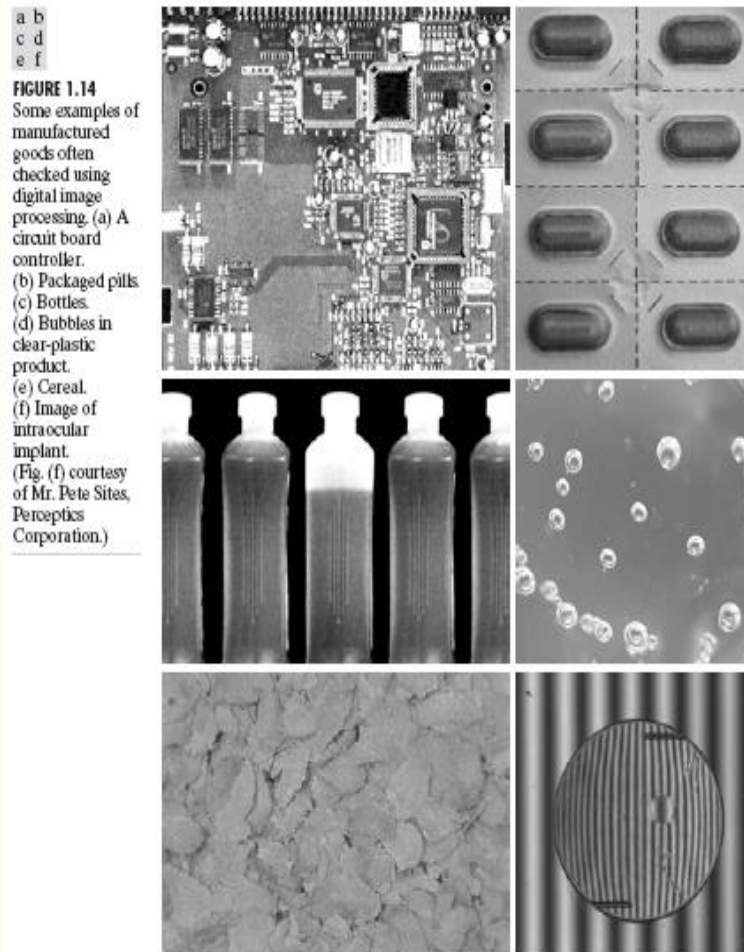
# Приложение



a b  
c  
d

**FIGURE 1.15** Some additional examples of imaging in the visual spectrum. (a) Thumb print. (b) Paper currency. (c) and (d). Automated license plate reading. (Figure (a) courtesy of the National Institute of Standards and Technology. Figures (c) and (d) courtesy of Dr. Juan Herrera, Perceptics Corporation.)

# Приложение

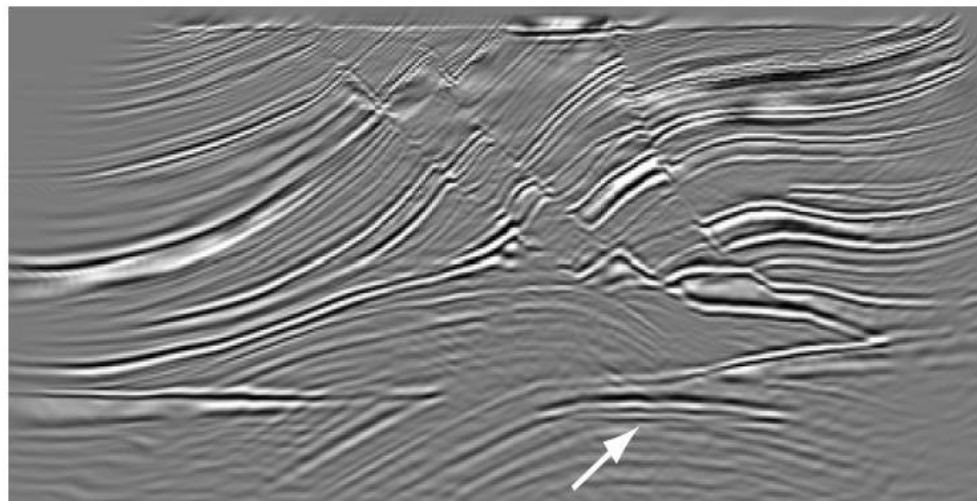


# Приложение

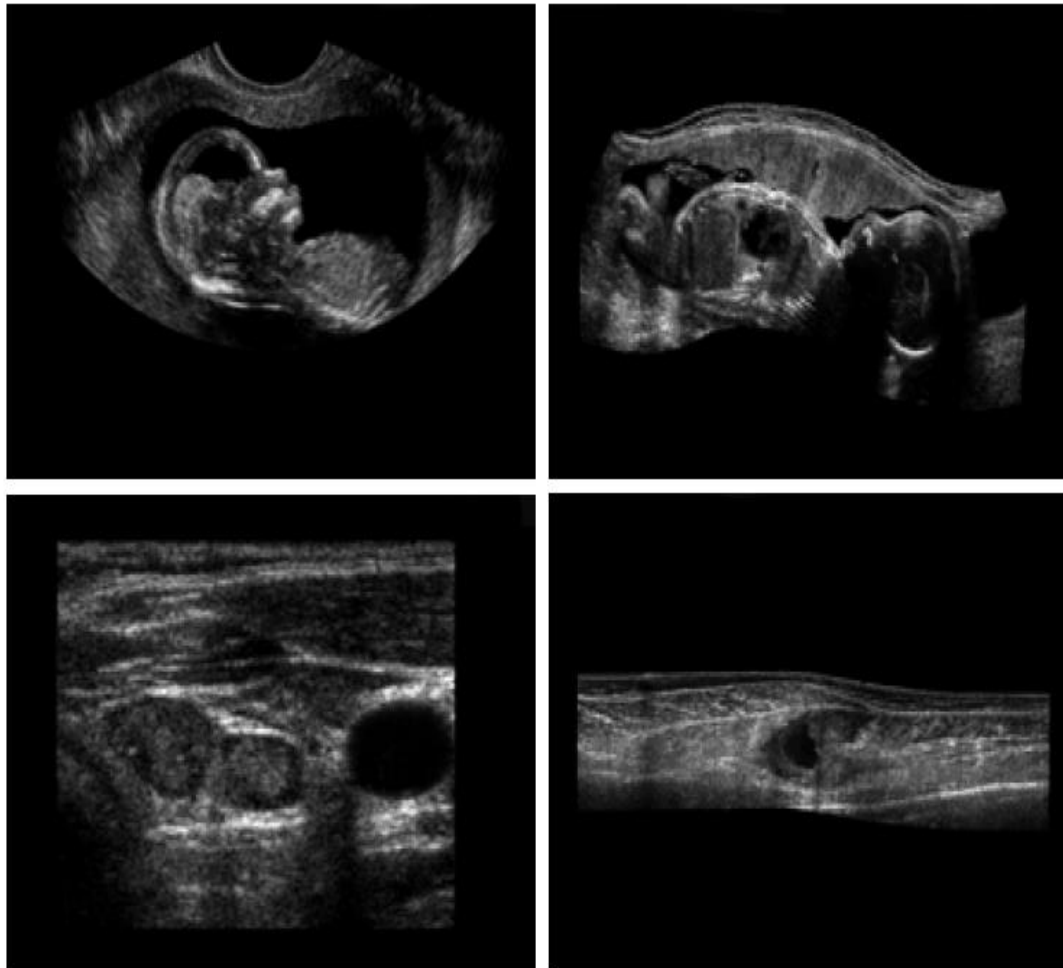
- Изображения могат да бъдат получени от източници, данните от които хората не са свикнали да асоциират с изображения
  - ултразвук, електронен микроскоп, компютърно генерирани изображения

**FIGURE 1.19**

Cross-sectional image of a seismic model. The arrow points to a hydrocarbon (oil and/or gas) trap. (Courtesy of Dr. Curtis Ober, Sandia National Laboratories.)



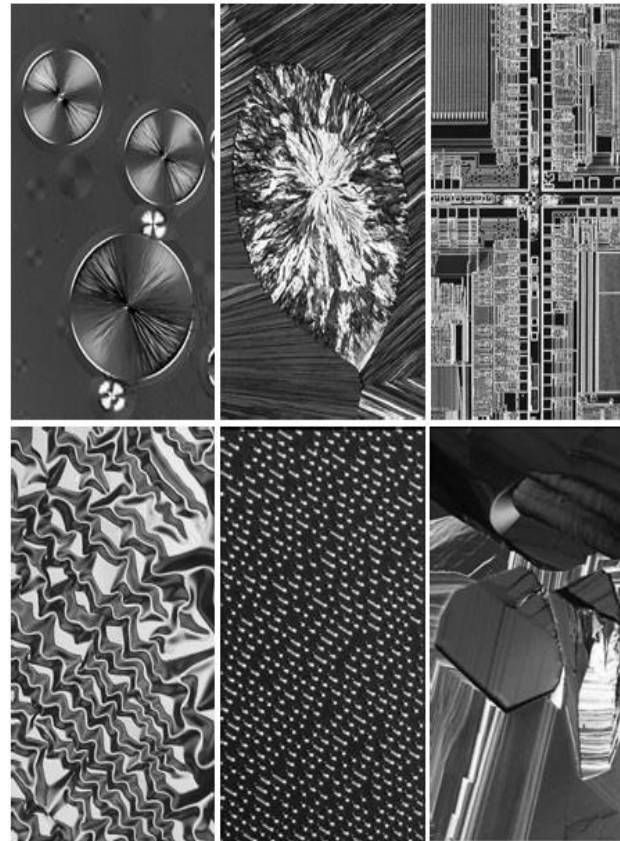
# Ультразвукові зображення



a b  
c d

**FIGURE 1.20**  
Examples of  
ultrasound  
imaging. (a) Baby.  
(2) Another view  
of baby.  
(c) Thyroids.  
(d) Muscle layers  
showing lesion.  
(Courtesy of  
Siemens Medical  
Systems, Inc.,  
Ultrasound  
Group.)

# Електронен микроскоп

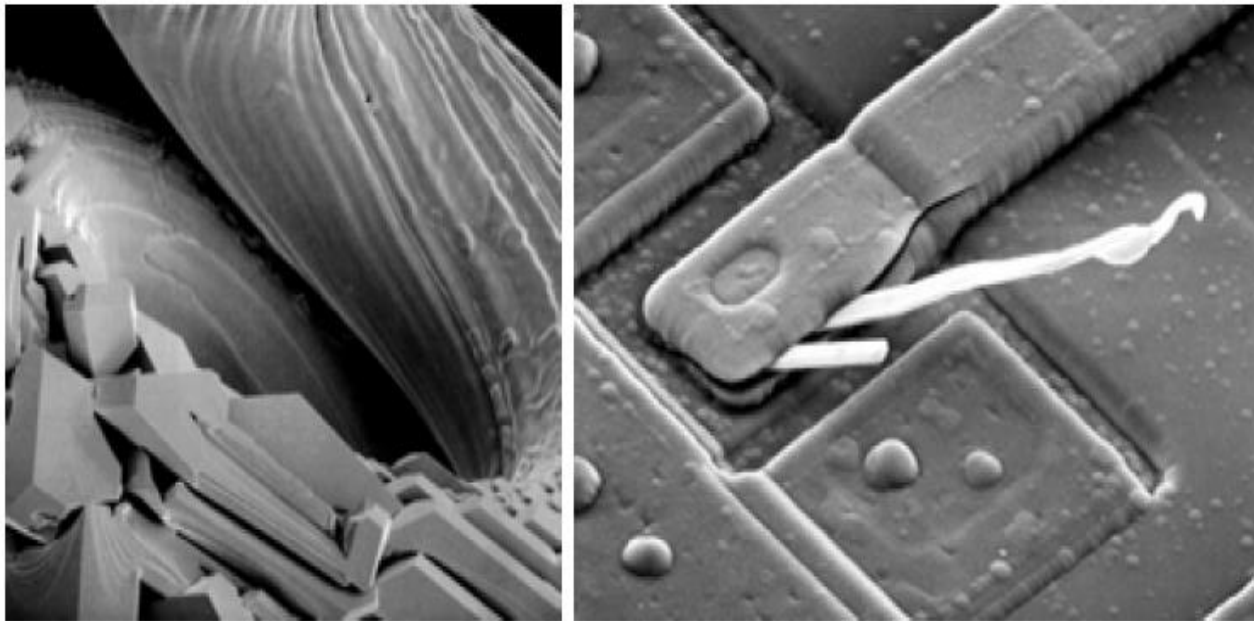


a b c  
d e f

**FIGURE 1.9** Examples of light microscopy images. (a) Taxol (anticancer agent), magnified 250 $\times$ . (b) Cholesterol—40 $\times$ . (c) Microprocessor—60 $\times$ . (d) Nickel oxide thin film—600 $\times$ . (e) Surface of audio CD—1750 $\times$ . (f) Organic superconductor—450 $\times$ . (Images courtesy of Dr. Michael W. Davidson, Florida State University.)



# Електронен микроскоп



a b

**FIGURE 1.21** (a) 250 $\times$  SEM image of a tungsten filament following thermal failure. (b) 2500 $\times$  SEM image of damaged integrated circuit. The white fibers are oxides resulting from thermal destruction. (Figure (a) courtesy of Mr. Michael Shaffer, Department of Geological Sciences, University of Oregon, Eugene; (b) courtesy of Dr. J. M. Hudak, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada.)

КРАЙ

Следваща тема:

*Същност на цифровите изображения.*

*Цветни изображения*