

7-9 Monday – 303-GD2

Xử lý ảnh INT3404 1

Giảng viên: TS. Nguyễn Thị Ngọc Diệp
Email: ngocdiep@vnu.edu.vn

Tuần 1

Giới thiệu môn học

Chuyện vui



“Anh đang học ngành gì vậy”,

“xử lý ảnh”



“Ồ thế chắc anh giỏi photoshop lắm nhỉ”



“Chắc sau về anh mở studio à”

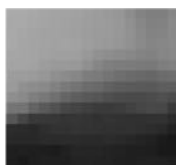
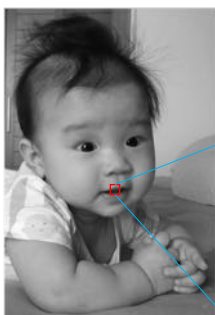


Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

Ảnh lấy từ internet

4

Ảnh số và điểm ảnh



160	156	154	154	153	145	133	129
154	152	146	139	134	127	121	116
143	138	128	122	117	109	107	100
128	119	110	101	94	89	85	80
102	93	82	73	70	64	60	57
53	56	54	52	53	51	50	53

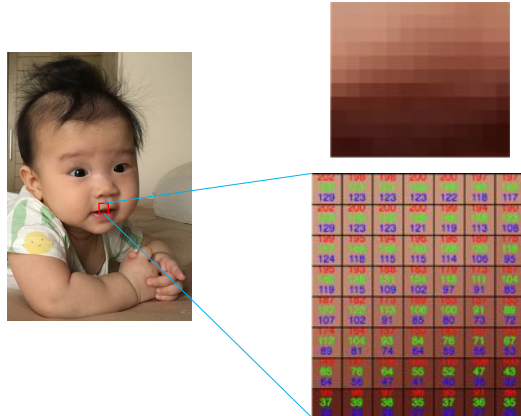
Điểm ảnh (pixel):

- Vị trí (x, y)
- Độ xám $I(x, y)$

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

5

Thành phần màu



Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

6

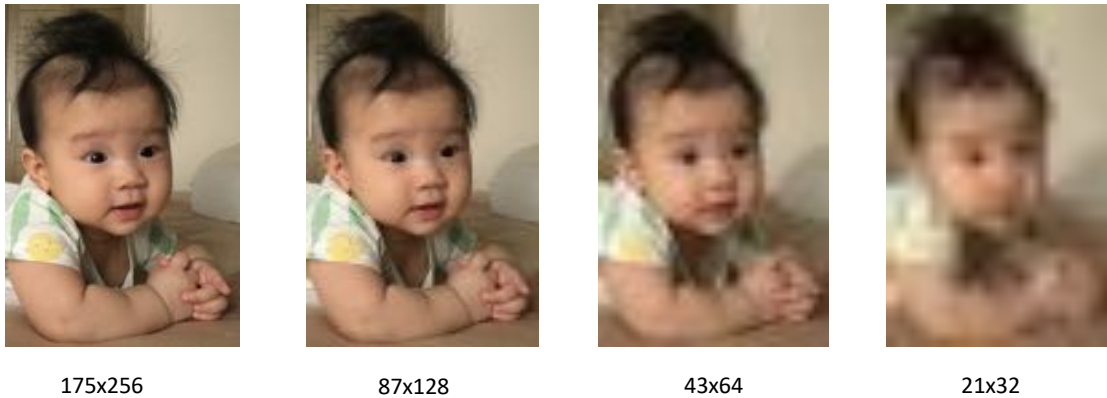
Các khái niệm

- Ảnh số:
 - “an image may be defined as a **two-dimensional function, $f(x,y)$** , where x and y are *spatial* (plane) coordinates, and the amplitude of f at any pair of coordinates (x,y) is called the *intensity or gray level* of the image at that point. When x , y , and the intensity values of f are all finite, discrete quantities, we call the image **a digital image**.”
- Điểm ảnh
 - “the digital image contains a finite number of rows and columns of elements. Each element is called a **pixel** or a *pel* from *picture element*.”
- Độ phân giải:
 - “spatial resolution is a measure of the smallest discernible detail in an image”
 - “*line pairs per unit distance*”, “*dots (pixels) per unit distance*” (e.g., dpi)

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

7

Số lượng điểm ảnh



Kích thước != Độ phân giải

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

8

Thu nhận ảnh

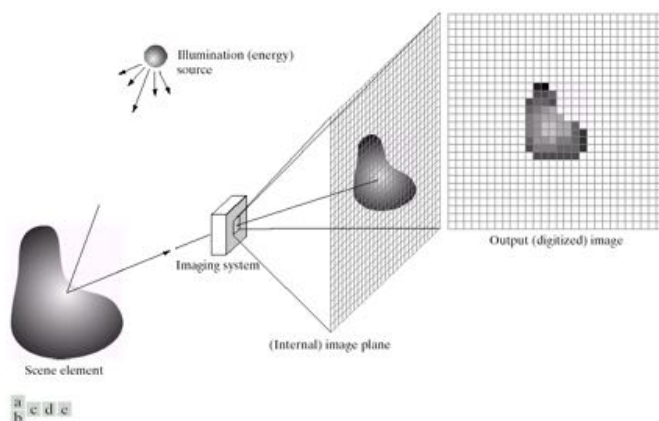


FIGURE 2.15 An example of the digital image acquisition process. (a) Energy ("illumination") source. (b) An element of a scene. (c) Imaging system. (d) Projection of the scene onto the image plane. (e) Digitized image.

Ngoài ra, ảnh có thể được tạo ra từ việc thu nhận và biểu diễn lại các sóng khác (ngoài ánh sáng)

Ví dụ:

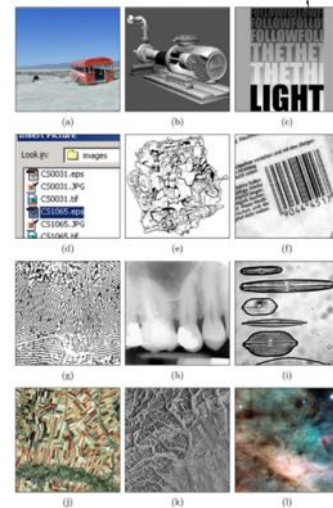
- Siêu âm (ultrasound)
- Tia X
- Tia gamma
- Sonar
- Sóng radio
- ...

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

9

Các loại ảnh số

- a) Natural landscape
- b) Synthetically generated scene
- c) Poster graphic
- d) Computer screenshot
- e) Black and white illustration
- f) Barcode
- g) Fingerprint
- h) X-ray
- i) Microscope slide
- j) Satellite Image
- k) Radar image
- l) Astronomical object



Ref: <https://web.cs.wpi.edu/~emmanuel/courses/cs545/S14/slides/lecture01.pdf>

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

10

Ví dụ ảnh số



Ảnh chụp lại tranh vẽ

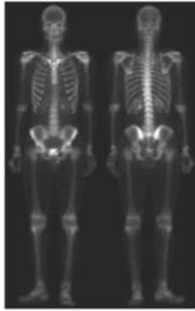


Ảnh từ đồ họa máy tính

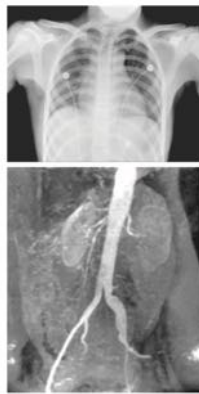
Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

11

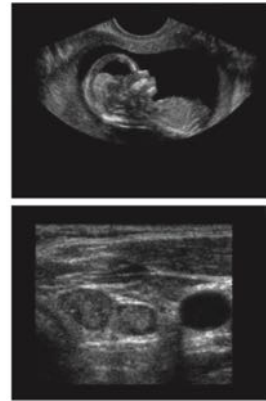
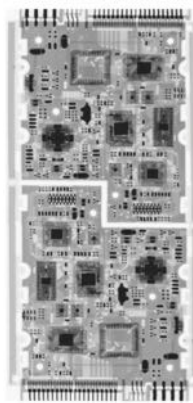
Ví dụ ảnh số



gamma



X-ray



ultrasound

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

12

Ví dụ ảnh số

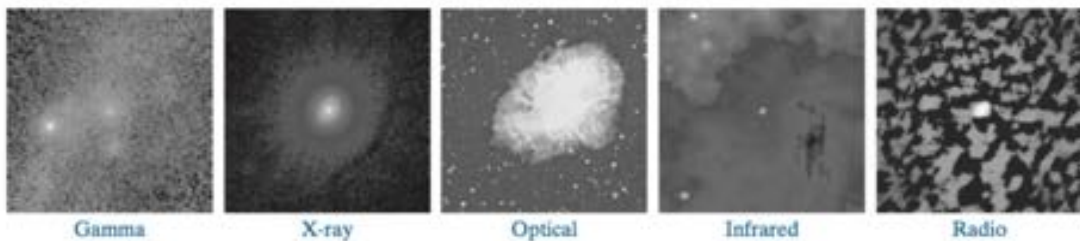


FIGURE 1.18 Images of the Crab Pulsar (in the center of each image) covering the electromagnetic spectrum. (Courtesy of NASA.)

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

13

Ví dụ ảnh số

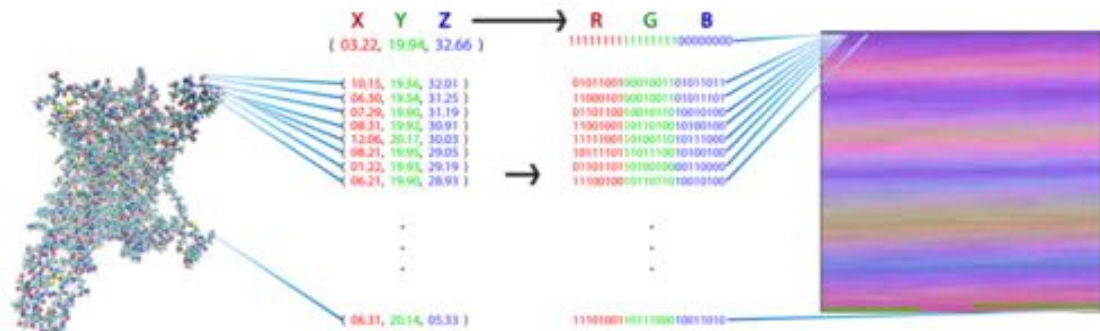


Figure 1. Visual representation of a molecular structure. Each atom of the molecule (left) is identified by the set of (X,Y,Z) coordinates as illustrated by the numerical set. The transformation to a 2D picture-like representation is obtained by assignment to each pixel representing an atom (in sequential order from top left to bottom right) by a pixel whose red, green, blue (RGB) value is the XYZ coordinate of the atom if it represents (identified by the set of digital values). This representation has the special property that each pixel (i.e., matrix element) always represents the same atom in each frame from the trajectory of a particular protein.

Plante, Ambrose, et al. "A Machine Learning Approach for the Discovery of Ligand-Specific Functional Mechanisms of GPCRs." *Molecules* 24.11 (2019): 2097.

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

14

Tại sao xử lý ảnh số?

- Acquire an image
 - Correct aperture and color balance
 - Reconstruct image from projections
- Prepare for display or printing
 - Adjust image size
 - Color mapping, gamma-correction, halftoning
- Facilitate picture storage and transmission
 - Efficiently store an image in a digital camera
 - Send an image from space
- Enhance and restore images
 - Touch up personal photos
 - Color enhancement for security screening
- Extract information from images
 - Read 2-d bar codes
 - Character recognition
 - Depth estimation
- Many more ... image processing is ubiquitous

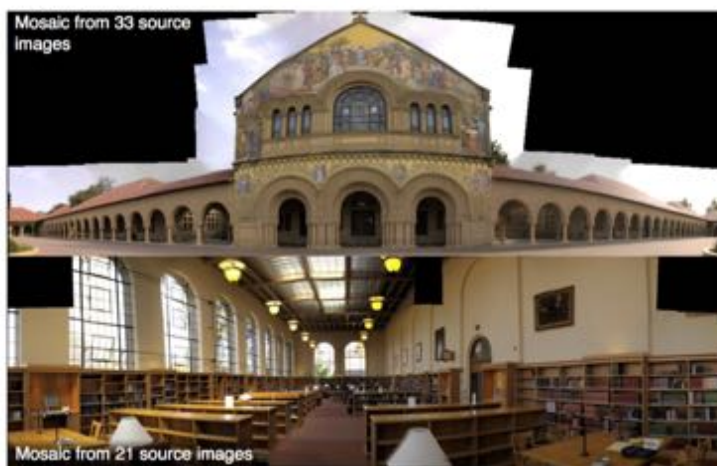


Bernd Girod, EE368/CS232

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

15

Ví dụ các ứng dụng của xử lý ảnh



source: M. Bergmann, L. Meunier, EE368 class project, spring 2005.
Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU



16

Ví dụ các ứng dụng của xử lý ảnh

Face morphing



Source: Yi-Wen Liu and Yu-Li Hsueh, EE368 class project, spring 2005.

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

17

Ví dụ các ứng dụng của xử lý ảnh



Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

18

Ví dụ các ứng dụng của xử lý ảnh



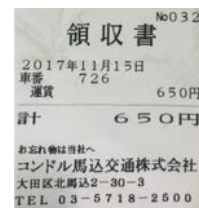
Elias Wang, Nicholas Tan, EE368, 2016/17

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

19

Ví dụ các ứng dụng của xử lý ảnh

Xoay, cắt rồi đọc hoá đơn (OCR)



Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

20

Xử lý ảnh != Thị giác máy

- Xử lý ảnh (Image processing)
- Thị giác máy (Computer vision)

?

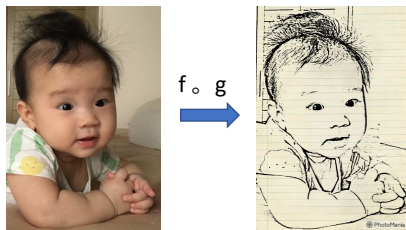
?

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

21

Xử lý ảnh != Thị giác máy qua ví dụ

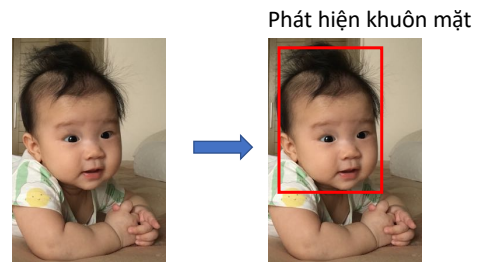
- Xử lý ảnh (Image processing)



Ảnh vào

Ảnh ra

- Thị giác máy (Computer vision)



Ảnh vào

Tri thức mô tả lại ảnh

Chỉnh hiệu ứng ảnh: <https://photomania.net/editor>

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

22

Xử lý ảnh != Thị giác máy: Các kỹ thuật điển hình

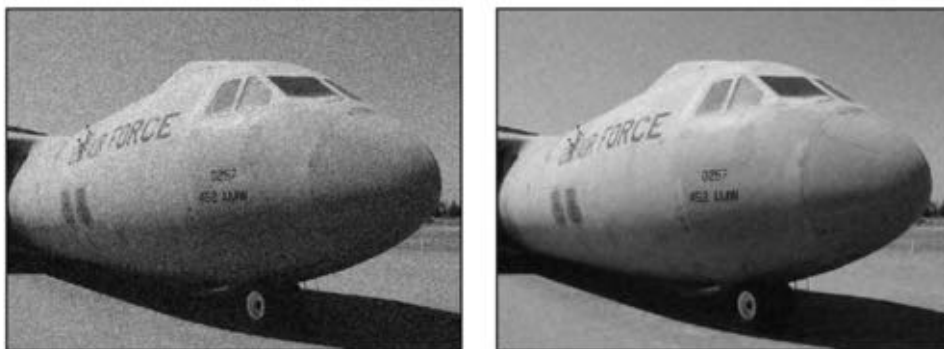
- Xử lý ảnh (Image processing)
 - Nén ảnh (compression)
 - Giảm nhiễu (noise reduction)
 - Nâng cao tương phản (contrast enhancement)
 - Lọc (filtering)
 - Biến đổi afin (affine transformation)
 - Khôi phục (restoration)

- Thị giác máy (Computer vision)
 - Theo vết (tracking)
 - Phát hiện (detection)
 - Phân loại (classification)
 - Nhận dạng (recognition)
 - Phân vùng ngữ nghĩa (semantic segmentation)

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

23

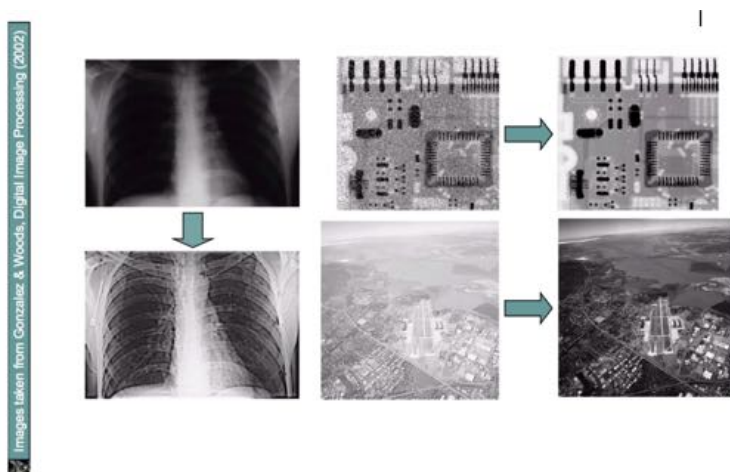
Ví dụ xử lý ảnh: giảm nhiễu



Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

24

Ví dụ xử lý ảnh: giảm nhiễu



Images taken from Gonzalez & Woods, Digital Image Processing (2002)

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

25

Ví dụ xử lý ảnh: điều chỉnh độ tương phản



Low Contrast



Original Contrast



High Contrast

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

26

Ví dụ xử lý ảnh: tìm cạnh



Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

27

Ví dụ xử lý ảnh: nén ảnh



Original, 2.1MB

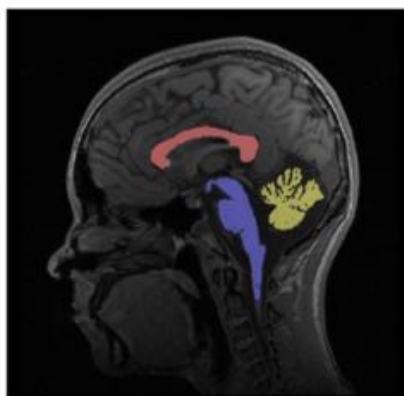
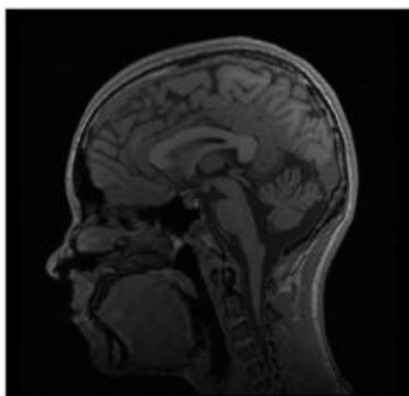


JPEG Compression, 308KB (15%)

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

28

Ví dụ xử lý ảnh: Phân vùng



Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

29

Ví dụ xử lý ảnh: Khôi phục ảnh

Damaged Image



Restored Image



Credit: M. Bertalmio, G. Sapiro, V. Caselles, C. Ballester: Image Inpainting, SIGGRAPH 2000

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

30

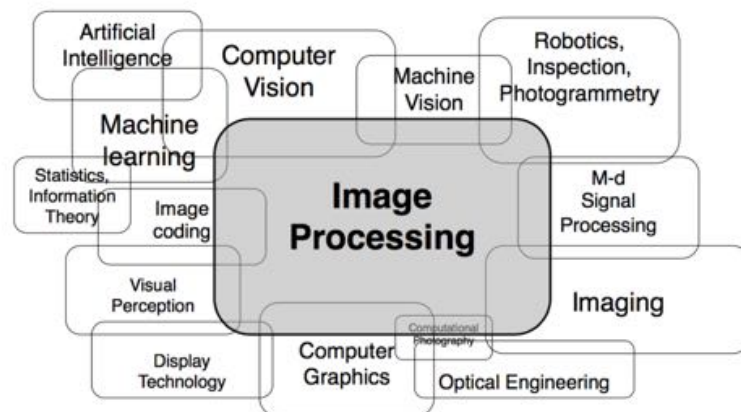
Ví dụ xử lý ảnh: tạo hiệu ứng



Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

31

Xử lý ảnh và các lĩnh vực liên quan



Bernd Girod, EE368/CS232

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

32

Thông tin chung về môn học

- Số tín chỉ: 3
- Giờ tín chỉ (LT/ThH/TH): 45/0/0
- Môn học tiên quyết: INT2203 – Cấu trúc dữ liệu và giải thuật
- Các yêu cầu đối với môn học (nếu có): Xử lý tín hiệu số
- Môn học liên quan:
 - Thị giác máy (INT3412);
 - Các chuyên đề KHMT (INT3121 20 – GV. NTNDiệp)
 - Phân loại ảnh (Thứ 4, 4-6, 210-GĐ3 – T.Anh)

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

33

Mục tiêu môn học

- Hiểu vai trò và khả năng áp dụng của **các kỹ thuật xử lý ảnh**
- Phân tích yêu cầu của **các bài toán thực tiễn có thể giải quyết** bằng công cụ hoặc kỹ thuật xử lý ảnh
- Công cụ lập trình: **OpenCV + Python**

Chính sách đối với môn học

- Sinh viên nghỉ quá 20% số buổi học lý thuyết (3 buổi học) sẽ không được thi cuối kỳ
 - Mỗi buổi học sẽ có điểm danh
- Sinh viên tích cực làm bài tập trên lớp, tham gia thảo luận, trả lời câu hỏi sẽ được xem xét cộng điểm
- Với các nội dung liên quan tới bài tập lớn, bài tập về nhà và thi viết nếu sinh viên gian lận thì sẽ bị điểm môn học là 0

Trọng số điểm

Hình thức	Phương pháp	Mục đích	Trọng số
Đồ án môn học	Dự án nhỏ làm việc theo nhóm	Đánh giá kỹ năng lập trình, xây dựng hệ thống dịch vận dụng kiến thức đã học	30%
Chuyên cần	Điểm danh	Đánh giá tính chuyên cần của sinh viên	5%
Bài tập về nhà	Chấm điểm bài tập về nhà	Kiểm tra khả năng tự học của sinh viên	20%
Thi kết thúc môn học	Thi viết	Đánh giá kiến thức, kỹ năng sinh viên đạt được khi kết thúc môn học	45%
Tổng			100%

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

36

Lịch thi và kiểm tra

Hình thức thi và kiểm tra	Thời gian
Chuyên cần	Tất cả các tuần
Bài tập	Tuần 2, 6, 9, 11
Báo cáo bài tập lớn	Tuần 13, 14
Thi cuối kỳ	Theo lịch của Trường

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

37

Lịch trình

Tuần	Nội dung	Yêu cầu đối với sinh viên
1	Giới thiệu môn học Làm quen với OpenCV + Python	Cài đặt môi trường: Python 3, OpenCV 3, Numpy, Jupyter Notebook
2	Phép toán điểm (Point operations) - Contrast adjustment	Làm bài tập 1: điều chỉnh gamma tìm contrast hợp lý
3	Histogram - Histogram equalization - Phân loại ảnh dùng so sánh histogram	Thực hành ở nhà
4	Ghép ảnh	Thực hành ở nhà
5	Phép lọc trong không gian điểm ảnh (linear processing filtering) - làm mịn, làm sắc ảnh - tìm cạnh (edge detection)	Thực hành ở nhà Tìm hiểu thêm các phép lọc
6	Các phép toán hình thái (Erosion, Dilation, Opening, Closing) - tìm biên số	Làm bài tập 2: tìm barcode
7	Chuyển đổi không gian - miền tần số (Fourier) - Hough transform	Thực hành ở nhà
8	Phân vùng (segmentation) - depth estimation - threshold-based - watershed/grabcut	Đăng ký thực hiện bài tập lớn
9	Mô hình màu Chuyển đổi giữa các mô hình màu	Làm bài tập 3: Chuyển đổi mô hình màu và thực hiện phân vùng
10	Mô hình nhiễu - Giảm nhiễu - Khôi phục ảnh - Giảm nhiễu chu kỳ - Ước lượng hàm Degradation - Hàm lọc ngược, hàm lọc Wiener	Thực hành ở nhà
11	Template matching - Tìm ảnh	Làm bài tập 4: puzzle
12	Nén ảnh	Thực hành ở nhà
13	Hướng dẫn thực hiện đồ án môn học	Trình bày đồ án môn học
14	Hướng dẫn thực hiện đồ án môn học	Trình bày đồ án môn học
15	Tổng kết cuối kỳ	Ôn tập

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

38

Tài liệu tham khảo

- Textbook & Lectures:
 - R. C. Gonzalez, R. E. Woods, "Digital Image Processing," 4th edition, Pearson, 2018.
<https://web.stanford.edu/class/ee368/index.html>
- Software-centric books
 - I R. C. Gonzalez, R. E. Woods, S. L. Eddins, "Digital Image Processing using Matlab," 2nd edition, Gatesmark Publishing, 2009. → Matlab
 - I A. Kaehler, G. Bradski, "Learning OpenCV 3," O'Reilly Media, 2017. → C++
- Blog:
 - <https://www.pyimagesearch.com/>
- Journals/Conference proceedings
 - IEEE Transactions on Image Processing
 - IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)
 - IEEE Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)
 - IEEE International Conference on Computer Vision

Xử lý ảnh - NTNDiệp - 2019 UET.VNU

39