




哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

视听觉信号处理

Visual-Audio Signal Processing



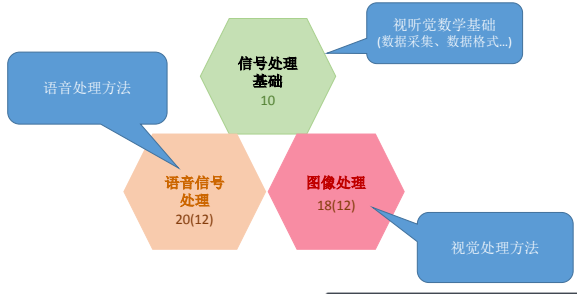
Visual Intelligence Lab
Harbin Institute of Technology



哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

2

《视听觉信号处理》课程内容



信号处理基础 10

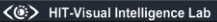
语音信号处理 20(12)

图像处理 18(12)

语音处理方法

视听觉数学基础 (数据采集、数据格式...)

视觉处理方法





哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

3



OUTLINE

1 信号处理基础

2 语音信号处理

3 图像处理





哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

4

《视听觉信号处理》大纲

回顾：课程内容 (I)

序号	教学内容	教学要求	推荐学时	推荐教学方式	对应的课程目标
1	1.信号与系统 (1)信号和系统的定义 (2)信号的采集 (包括语音、图像、视频) (3)信号的表示与编码 (包括语音、图像、视频)	1.掌握信号与系统的定义、关系 2.掌握信号种类、采集方式 3.理解信号表达与编码方法及其应用	4	课堂讲授	课程目标 2
2	2.信号处理方法 (1)傅里叶变换 (2)卷积运算	1.掌握傅里叶变换的概念和特性 2.掌握傅里叶运算的概念和特性	2	课堂讲授	课程目标 2
3	3.信号分析 (1)正交空间 (2)正交函数集与信号的分解 (3)信号的稀疏表示	1.能够理解和运用正交概念 2.正确理解信号分解	4	课堂讲授	课程目标 2





哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

5

《视听觉信号处理》大纲

回顾：课程内容 (II)

序号	教学内容	教学要求	推荐学时	推荐教学方式	对应的课程目标
4	4.语音学概要 (1)语音的声学特性及传播特性 (2)语音的产生机理和产生模型 (3)语音的感知模型 (4)相关的语音学、韵律学和语言学知识 (5)语音处理研究的历史和现状 (6)应用领域	1.理解语音和其表示 2.从生理学、心理学、声学、语言学、韵律学和语言学等多学科理解语音产生、传输、感知、认知等各方面的特性 3.理解感知语音学知识对语音信号处理的重要性 4.理解语音处理研究的发展现状	4	课堂讲授	课程目标2
5	5.语音的时域分析 (1)语音信号和时域分析 (2)语音的时域分析方法：短时能量分析、短时过零率、短时相关系数、语音端点检测、语音基音检测 (3)语音的频域分析方法：离散傅里叶变换、快速傅里叶变换、梅尔频率倒三角谱、线性预测分析、MEL频率滤波	1.理解特征分析在语音处理研究中的重要角色 2.理解各类模型和数学工具的应用技巧 3.理解语音信号处理方法 4.能够在典型语音信号处理问题中选择合适的分析方法 实验1: 语音特征提取实验 1.掌握基于平均相关系数的语音信号采集方法 2.实现基于能量和过零率的语音端点检测算法 3.实现梅尔频率倒三角谱算法 4.理解对语音信号进行频域分析的FFT算法 5.熟悉LPC特征提取方法 6.熟悉MEL特征提取方法 7.能够完成项目系统中语音采集模块和特征提取模块的构建	6-6	课堂讲授/实验1	课程目标2 课程目标3 课程目标4





哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

6

《视听觉信号处理》大纲

回顾：课程内容 (II续)

序号	教学内容	教学要求	推荐学时	推荐教学方式	对应的课程目标
6	6.语音编码技术 (1)语音编码技术框架 (2)变长编码：PCM、压扩PCM、DPCM、一般化的DPCM、ADPCM、G.726编码标准 (3)参数编码：LPC编码、多脉冲激励线性预测声码器、规则基激励线性预测声码器、长时预测滤波器、感知加权快速滤波器、自适应、码激励线性预测声码器、多参数激励声码器	1.了解语音编码的概念和发展快速 2.理解语音编码技术的基本框架 3.理解主要的语音编码算法 4.了解最新研究动态 5.能够设计和实现典型的语音编码算法	6-2	课堂讲授/翻转课堂 实验2	课程目标1 课程目标3
7	7.语音识别技术概述	1.了解语音识别任务和其对应的不同解决方案 2.了解说话人识别任务和其多种解决方案 实验3 命令识别实验 1.实现基于DTW的语音识别算法 2.了解基于FMM的语音识别方法	4-4	课堂讲授/以高代讲 实验3	课程目标1 课程目标4





哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

《视听觉信号处理》大纲

回顾：课程内容（Ⅲ）

序号	教学内容	教学要求	推荐学时	推荐教学方式	对应的课程目标
8	8. 数字成像、光度学与色度学	1.掌握数字成像（包括电磁波成像、声波成像）特点 2.了解图像处理历史发展状况 3.掌握光度学、色度学及视觉特性 4.理解彩色空间、形状、纹理、尺度关系 实验4: 完成图像读写、彩色空间转换及图像运算变换实验	4+4	课堂讲授 实验4	课程目标1 课程目标2
9	9. 空域图像增强方法 (1) 各类空域图像平滑算子 (2) 各类空域图像锐化算子 比较各种算法优劣及适用情景	1.理解图像处理中各类算子的作用 2.理解各类模型和数据工具的运用技巧 3.掌握各种图像处理算子方法 4.具有科研动手能力，能够设计实现针对问题的图像特征提取系统 实验5: 完成图像增强算子实验，并可多选图像增强算子实验，或可选择完成一个具备若干图像(或语音)信号增强处理算子的基本系统。	6+8	课堂讲授 实验5	课程目标1 课程目标3 课程目标4

HIT-Visual Intelligence Lab




哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

《视听觉信号处理》大纲

回顾：课程内容（Ⅲ续）

序号	教学内容	教学要求	推荐学时	推荐教学方式	对应的课程目标
10	10. 频域图像增强方法 (1) 各类频域图像平滑算子 (2) 各类频域图像锐化算子 比较各种算法优劣及适用情景	1.理解频域图像处理中各类算子的作用 2.理解各类模型和数据工具的运用技巧 3.掌握各种图像处理算子方法 4.具有科研动手能力，能够设计实现针对问题的图像特征提取系统	4	课堂讲授/ 翻转课堂	课程目标1 课程目标3 课程目标4
11	11. 图像复原 图像恢复原理、图像退化模型及图像复原法	1.掌握图像退化模型 2.掌握图像恢复原理及图像复原法	4	课堂讲授/ 翻转课堂	课程目标1 课程目标2

HIT-Visual Intelligence Lab




哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

第三部分——

教学目标

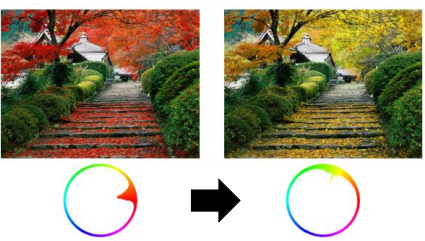
能够

HIT-Visual Intelligence Lab




哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

晕色 Color Conceptualization




HIT-Visual Intelligence Lab



哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

晕色 Color Conceptualization



HIT-Visual Intelligence Lab

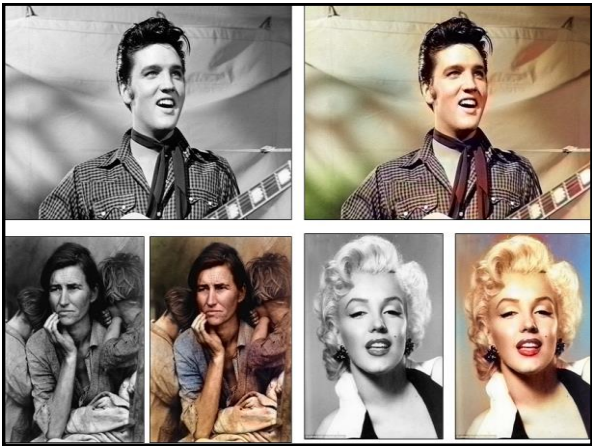


哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

图像着色 Image Colorization



HIT-Visual Intelligence Lab



14

图像着色

Image Colorization

<http://richzhang.github.io/colorization/>

HIT-Visual Intelligence Lab

15

增强

Image Enhancement

HIT-Visual Intelligence Lab

16

增强

Image Enhancement

$$I(x) = J(x)t(x) + A(1 - t(x))$$

HIT-Visual Intelligence Lab

17

去噪

Remove Noises

• Min filter
Removes salt noise
Removes light pixels

• Max filter
Removes pepper noise
Removes dark pixels

HIT-Visual Intelligence Lab

18

去噪

Remove Noises

HIT-Visual Intelligence Lab




哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

19

分割 Segmentation




 HIT-Visual Intelligence Lab




哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

20

Extracted Edge



 HIT-Visual Intelligence Lab



哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

23


去模糊 Image Restoration



(a)

(b)

 HIT-Visual Intelligence Lab




哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY


24

第三部分——

教学要求

掌握、实现和运用
——图像增强算子、图像复原方法


 HIT-Visual Intelligence Lab





哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY


25


本部分内容要点（Key Points in the Chapter）：


 0 数字图像处理对象

 1 空域中图像处理算子

 2 频域中图像处理算子


 3 数字图像复原方法


 HIT-Visual Intelligence Lab



哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

26

 0 数字图像处理对象

 HIT-Visual Intelligence Lab

哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

27

- 数字图像处理概况
——数字图像种类、演变及应用


HIT-Visual Intelligence Lab

哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

28

First photograph

- First photograph due to Niepce
- First on record shown - 1822
- Basic abstraction is the pinhole camera
- First successful commercial photograph due to Eastman in late 19th



One picture is worth more than ten thousand words.

HIT-Visual Intelligence Lab

哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

29

First digital picture




FIGURE 1.1 A digital picture produced in 1921 from a coded tape by a telegraph printer with special type faces. (McFarlane.)





FIGURE 1.2 A digital picture made in 1922 from a tape punched after the signals had crossed the Atlantic twice. Some errors are visible. (McFarlane.)

HIT-Visual Intelligence Lab

哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

30

FIGURE 1.3 Unretouched cable picture of Generals Pershing and Foch, transmitted in 1929 from London to New York by 15-tone equipment. (McFarlane.)



HIT-Visual Intelligence Lab

哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

31

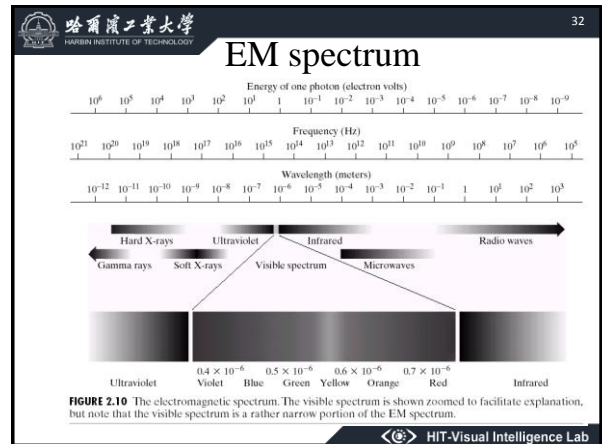
First digital image processing

- Early 1960s

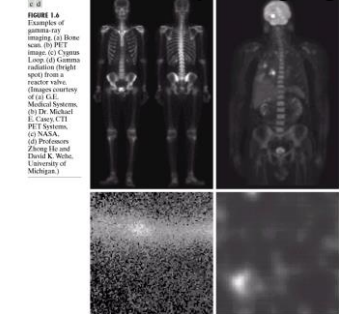


FIGURE 1.4 The first picture of the moon by a U.S. spacecraft. *Ranger 7* took this image on July 31, 1964 at 9:09 A.M. EDT, about 17 minutes before impacting the lunar surface. (Courtesy of NASA.)

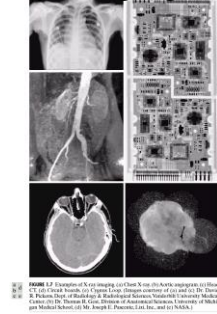
HIT-Visual Intelligence Lab



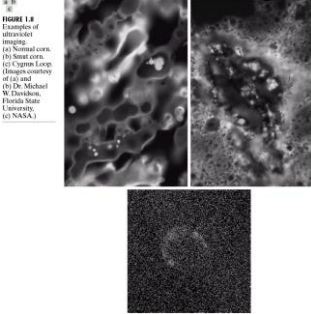
Examples: Gamma-ray imaging



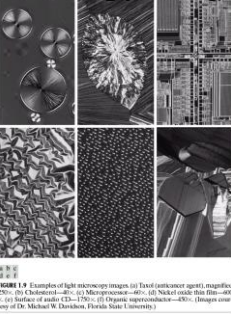
Examples: X-ray imaging



Examples: Ultraviolet imaging



Examples: Microscopy images



Examples: Satellite images

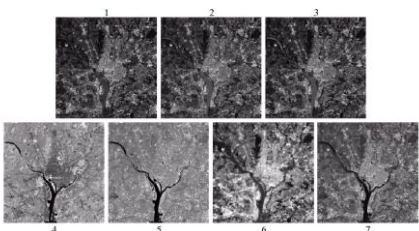


FIGURE 1.10 LANDSAT satellite images of the Washington, D.C. area. The numbers refer to the thematic bands in Table 1.1. (Images courtesy of NASA.)

Thematic bands

Band No.	Name	Wavelength (μm)	Characteristics and Uses
1	Visible blue	0.45–0.52	Maximum water penetration
2	Visible green	0.52–0.60	Good for measuring plant vigor
3	Visible red	0.63–0.69	Vegetation discrimination
4	Near infrared	0.76–0.90	Biomass and shoreline mapping
5	Middle infrared	1.55–1.75	Moisture content of soil and vegetation
6	Thermal infrared	10.4–12.5	Soil moisture; thermal mapping
7	Middle infrared	2.08–2.35	Mineral mapping

Examples: Multi-spectral imaging



FIGURE 1.11
Multispectral
image of
Hurricane
Andrew taken by
NOAA GEOS
(Geostationary
Environmental
Operational
Satellite) sensors.
(Courtesy of
NOAA.)

Examples: Imaging in the visible band

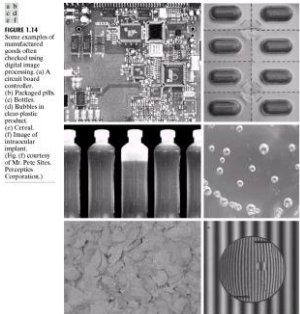


FIGURE 1.14
Some examples of
multispectral
visible band
checked using
digital image
processing. (a) A
circuit board.
(b) Packaged pills.
(c) Bottles.
(d) Bottles in
sharpening
position.
(e) Tissue.
(f) Image of
integrated
circuit.
(g) A 100-watt
light bulb.
(h) A 100-watt
light bulb.
(i) A 100-watt
light bulb.
(j) A 100-watt
light bulb.
(k) A 100-watt
light bulb.
(l) A 100-watt
light bulb.
(m) A 100-watt
light bulb.
(n) A 100-watt
light bulb.
(o) A 100-watt
light bulb.
(p) A 100-watt
light bulb.
(q) A 100-watt
light bulb.
(r) A 100-watt
light bulb.
(s) A 100-watt
light bulb.
(t) A 100-watt
light bulb.
(u) A 100-watt
light bulb.
(v) A 100-watt
light bulb.
(w) A 100-watt
light bulb.
(x) A 100-watt
light bulb.
(y) A 100-watt
light bulb.
(z) A 100-watt
light bulb.

Examples: Imaging in the visible band (Cont.)



FIGURE 1.15
Some additional
examples of
imaging in the
visible spectrum.
(a) Paper.
(b) Paper.
(c) Paper.
(d) Paper.
(e) Paper.
(f) Paper.
(g) Paper.
(h) Paper.
(i) Paper.
(j) Paper.
(k) Paper.
(l) Paper.
(m) Paper.
(n) Paper.
(o) Paper.
(p) Paper.
(q) Paper.
(r) Paper.
(s) Paper.
(t) Paper.
(u) Paper.
(v) Paper.
(w) Paper.
(x) Paper.
(y) Paper.
(z) Paper.

Examples: Infrared imaging



FIGURE 1.12
Infrared satellite
images of the
American The
small gray map is
provided for
reference.
(Courtesy of
NOAA.)

Examples: Infrared imaging (Cont.)

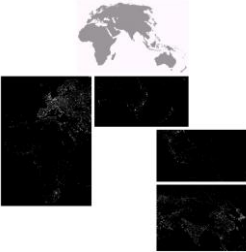
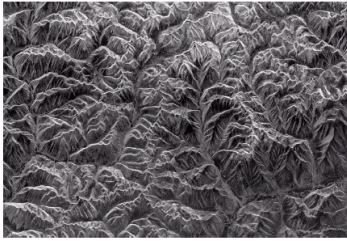


FIGURE 1.13
Infrared satellite
images of the
American The
small gray map is
provided for
reference.
(Courtesy of
NOAA.)

Examples: Microwave imaging

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



Examples: Magnetic resonance imaging

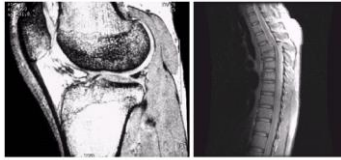


FIGURE 1.17 MRI images of a human (a) knee, and (b) spine. (Image (a) courtesy of Dr. Thomas R. Gest, Division of Anatomical Sciences, University of Michigan Medical School, and (b) Dr. David R. Pickens, Department of Radiology and Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)

Examples: Electromagnetic imaging

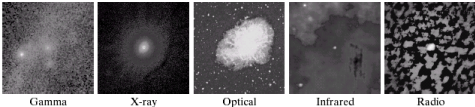
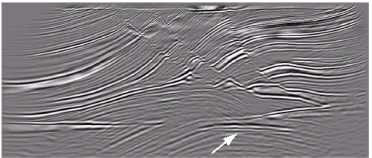


FIGURE 1.18 Images of the Crab Pulsar (in the center of images) covering the electromagnetic spectrum. (Courtesy of NASA.)

Examples: other imaging

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.)



Examples: Ultrasound imaging

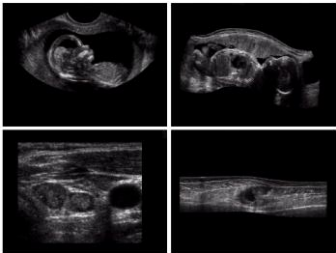


FIGURE 1.20 Examples of ultrasound imaging. (a) Baby. (b) Another view of baby. (c) Thyroid. (d) Muscle layers showing lesion. (Courtesy of Siemens Medical Systems, Inc., Ultrasound Group.)

Examples: Transmission electron microscope

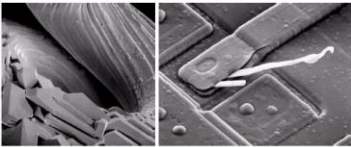


FIGURE 1.21 (a) 250 \times SEM image of a tungsten filament following thermal failure. (b) 2500 \times SEM image of damaged integrated circuit. The white fibers are oxides resulting from thermal destruction. (Figure (a) courtesy of Mr. Michael Shaffer, Department of Geological Sciences, University of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

Examples: Computer-generated images

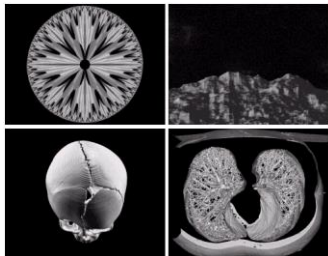


FIGURE 1.22 (a) and (b) Fractal images (c) and (d) Images generated from 3-D computer models of the objects shown. (Figures (a) and (b) courtesy of Ms. Melissa D. Binde, Swarthmore College; (c) and (d) courtesy of NASA.)

数字图像的分类:

- 按视觉系统感受的情况分
 - 可见图像: ($\lambda = 380 \sim 780\text{nm}$)
 - 不可见图像: ($\lambda < 380\text{nm}$, $\lambda > 780\text{nm}$) X射线、红外、微波、超声波
- 可视图像(visible images): 眼睛可以看见的
- 光学图像(optical images): 光强度的空间分布
 - 通过镜头(lenses)、光栅(gratings)、立体照相(holograms)所获得
- 按维数分
 - 一维、二维、三维...
- 按颜色分
 - 黑白、彩色
- 按时间分
 - 运动、静止



哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

51

图像处理的应用

1. 遥感（农林资源调查，作物长势，自然灾害，环境污染检测...）

2. 生物医学工程方面（CT扫描，内窥镜，超声，核磁共振，图谱...）

3. 工业生产方面（焊接，焊接，零部件检测，过程控制...）

4. 军事及公安（导弹，雷达，声呐，无人操纵武器，人脸，指纹...）

5. 文字识别

6. 语音识别（唇读...）

7. 机器人视觉

8. 物理（核子泡室图片分析——高能物理，场...）

9. 考古（恢复珍贵的文物图片，壁画，壁画，保存文化遗产...）

10. 多媒体通讯技术

11. 天气预报





HIT-Visual Intelligence Lab



哈尔滨工业大学
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

52



```
graph TD
    A["Q(X,Y,Z,t,λ)  
连续的、无边界  
黑白图(去λ)"] -- "连续图像的傅氏积分" --> B["在计算机上进行  
离散的近似计算"]
    A -- "Z, t 采样" --> C["f(X,Y)  
连续的、有边界"]
    C -- "数字化" --> D["空域的离散图f(x,y)  
离散的、有边界"]
    D -- "空域处理" --> E["新离散图(空域)fnew(x,y)  
离散的、有边界"]
    E -- "离散逆变换" --> F["新的离散图(频域)  
Fnew(u,v)"]
    F -- "快速逆变换" --> G["频域的离散图F(u,v)  
离散的、无边界"]
    G -- "频域处理" --> H["新的离散图(空域)fnew(x,y)  
离散的、有边界"]
    H -- "快速变换" --> I["改善、恢复"]
    I -- "快速逆变换" --> E
```

高频图像



HIT-Visual Intelligence Lab

9