

# 目标探测与识别

主讲人：赵丹培

宇航学院图像处理中心D座718

[zhaodanpei@buaa.edu.cn](mailto:zhaodanpei@buaa.edu.cn)

2020年2月25日

# 1、课程的目的

学习和掌握目标探测、跟踪与识别的基本概念和术语，了解一个完整图像信息处理系统的工作流程，了解目标探测、跟踪与识别技术在武器系统、侦察系统、航空航天等军事领域以及医疗、安防、工业等民用领域的应用。结合实际应用案例，学习目标检测、跟踪与识别的基本原理和方法，为今后从事相关的工作奠定基础。

## 2、课程的安排

每周两次课，共64学时，实验10学时。全部课程共分为7章，将从目标探测、跟踪与识别的基本概念和基础理论开始，讲解一个信息处理系统涉及到的基本算法原理，将分为目标特征获取、目标检测、目标跟踪、目标识别等几个部分，会穿插5次上机实验和1次分组的课程设计。

成绩=5%出勤+20%实验+5%课程设计+70%考试。

### 3、课程的内容安排

---

第一章：基本问题概述	(5学时)
第二章：目标信息获取及成像原理	(4学时)
第三章：目标特征描述与特征处理	(7学时)
第四章：目标检测方法	(18学时)
第五章：目标跟踪方法	(8学时)
第六章：目标分类识别方法	(3学时)
第七章：实际应用案例解析	(3学时)

---

# 课程配套实验：（10学时）

---

实验一：基于形心的单目标检测实验

实验二：利用归一化相关的模板匹配方法来检测目标

实验三：静止背景下的运动目标检测实验

实验四：显著性检测方法

实验五：基于mean shift目标跟踪方法

分组课程设计（5-6人一组，2学时）：

复杂场景下目标的检测与识别

场景一：遥感图像中的飞机或者舰船目标检测

场景二：安防监控中的行人检测与跟踪

场景三：遥感图像的语义分割……

## 4、主要参考书：

---

- 1、《数字图像处理及应用》，谢凤英，赵丹培，罗晓燕等，电子工业出版社，2014年第一版，2016年再版。
  - 2、《VC++数字图像处理技术》，谢凤英，赵丹培，电子工业出版社，2008年第一版
  - 3、《成像自动目标识别》，张天序著，湖北科学技术出版社；
  - 4、《动态图像分析》，李智勇 沈振康等著，国防工业出版社；
  - 5、《图像分析》，章毓敏编著，清华大学出版社，2005年10月第二版；
  - 6、《目标探测与识别》，周立伟等编著，北京理工大学出版社；
-

# 课程与知识储备：

- 数字图像处理技术
  - 模式识别
  - 数字信号处理技术
  - 应用光学及光学基础
  - 计算机软件编程基础
  - 机器学习
  - 计算机视觉
  - 人工智能
- 
- 难度较大

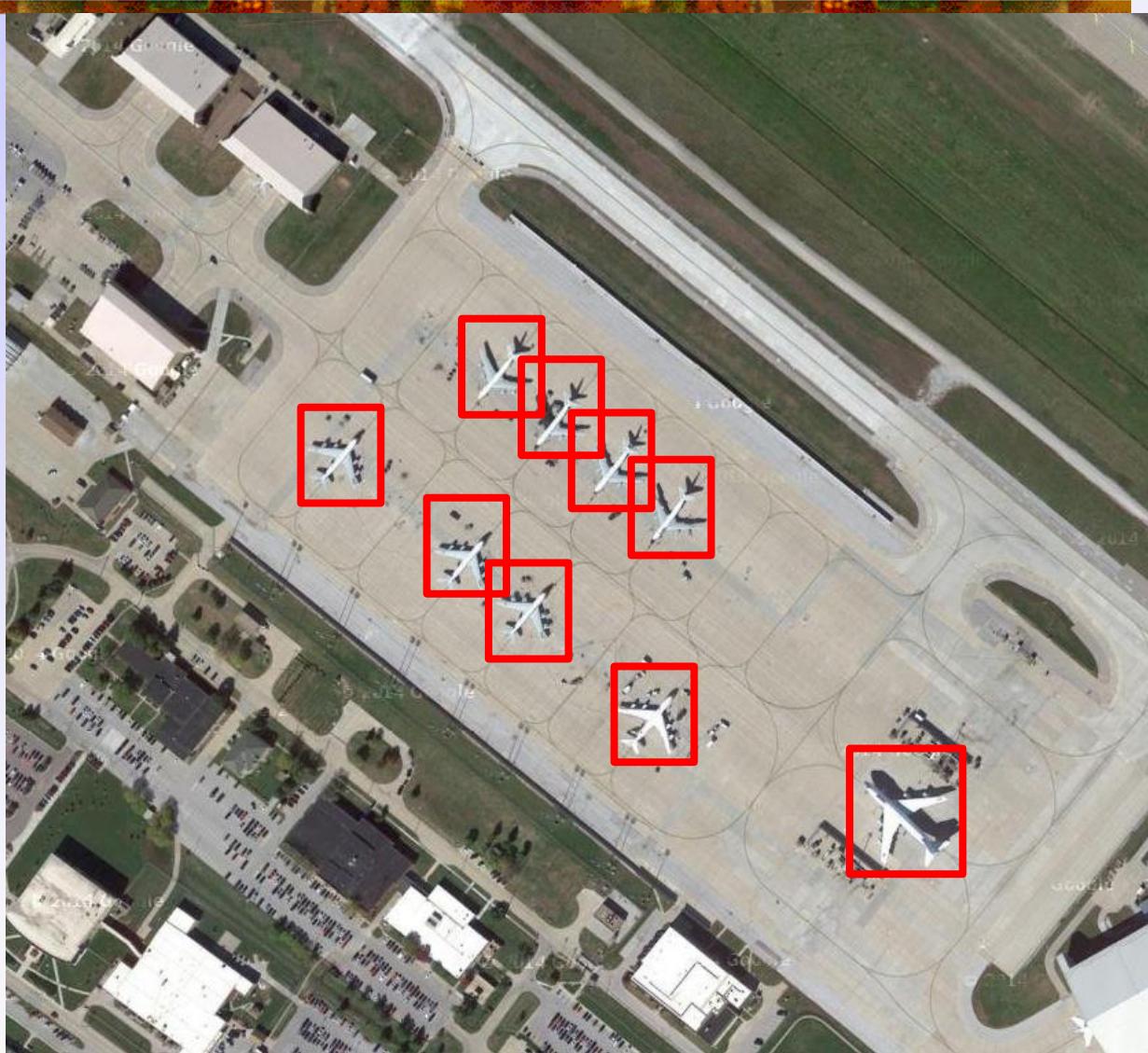
# 引言：学习目标检测、跟踪与识别技术的意义

---

目标检测、跟踪与识别技术是当前数字视频处理和计算机视觉领域中备受关注的前沿问题，它融合了计算机视觉、图像处理、模式识别、机器学习和人工智能等领域的前沿理论知识，不仅在科学的研究中备受青睐，而且在实际工程应用中也具有广阔的应用需求。不仅在军事侦察、精确制导和天基预警等应用领域具有广泛的应用，同时也成为安防监控、智能交通、工业控制、医学辅助治疗等领域的核心关键技术，是就业市场中最为炙手可热的专业技能之一。

# 美军奥弗特空军基地





目标在哪儿？

目标是什么？

目标在干什么？

B1、B52、KC130

F22.....

# 第一章 基本问题概述

---

- 1. 1 目标探测的定义
  - 1. 2 目标探测与识别的等级
  - 1. 3 目标检测与识别系统的定义
  - 1. 4 目标检测与跟踪系统的基本流程
  - 1. 5 目标检测、跟踪与识别的基本任务
  - 1. 6 Johnson判则
  - 1. 7 复杂环境对检测结果的影响（了解）
  - 1. 8 与相关领域技术之间的关系（了解）
  - 1. 9 目标检测跟踪与识别的应用领域（了解）
-

**目标：**是指一个待探测、定位、识别和确认的物体，也就是图像或视频序列中我们感兴趣的物体或内容。

**背景：**相对于目标来说，除了目标以外的其它成分就是背景，背景是指反衬目标的任意辐射分布。



---

目标特征：

它是能把目标从背景中区别出来的空间、光谱、形状和光学强度等的总称。

底层特征——中层特征——高层语义特征

目标特征是目标检测、跟踪与识别的基础，目标特征是区别目标与背景、不同类型之间目标的依据。

# 1.1 目标探测的定义

---

- 目标探测，也叫目标提取，工程上常叫做**目标捕获**或**目标检测**，它是一种利用目标灰度、几何和统计特征等进行图像分割和目标定位的过程，它通常将目标的分割、定位和识别融合在一起，是一个复杂的、涉及人眼-大脑的图像翻译过程的问题。
  - 目标探测的广义含义：能够探测到目标所在位置以及对目标辨别达到所希望的等级，即从探测到分类、识别和确认，是一个将目标分类与识别包含在内的过程，因此，对于目标探测来说，分为**纯探测**和**辨别探测**。
-

# 1.1 目标探测的定义

---

- 纯探测是在局部均匀的背景下检测到一个目标，能够对目标进行位置、运动特性等简单描述；
  - 辨别探测一般都是指目标的识别和确认，在完成辨别探测时，需要认出某些外形或形状，对目标的类型属性进行判别，以便将目标从背景杂乱的物体里区别出来。
  - 探测的最低等级是判断目标有无，最高等级是能够对特定目标进行精确的确认与描述。
-

## 1.1 目标探测的定义

---

- 目标的上下文信息和附加信息也是检测和识别的重要依据。

如果探测到的目标是一个运动的斑点目标，无法通过纹理和轮廓信息来识别出它的类型，那么可以借助它的背景环境来判断。

例如：如果它出现中一条公路上，它的合理概率就是一辆车；如果它在湖泊中就可能是一艘船；如果在天空中，就可能是飞机或是飞鸟.....

## 1.2 目标探测与识别的等级

---

目标探测与识别的等级可以分为四个层次：目标检测、目标分类、目标识别、目标确认与描述。

简单地说，目标探测与识别的等级可以理解为如果只想判断是否存在目标，则是目标探测，如果想区分目标的不同种类就是分类，而能够判别目标的具体类型和属性就是目标识别，对某个具体目标的型号和特性进行描述的就是目标确认，通常我们把目标识别和目标确认都认为是广义的目标识别。

# 1.2 目标探测与识别的等级

---

- **目标检测**: 仅是从传感器数据中发现潜在目标的过程，获取目标的定量信息，例如，目标的位置、运动特性、目标的结构等。但还没有对目标进行确认，有存在虚警的可能。
  - **目标分类**: 是区分目标类别的过程。例如：区分战舰和商船，履式车和轮式车、飞机和坦克等。
  - **目标识别**: 是在更高水平上区分同属某一类的不同物体，确认目标所属类型。
  - **确认和描述**: 属于自动目标辨别性能的较高层次，有些学者也把对目标行为及场景语义的理解与释意等包括在这部分内容中。
-

# 1.2 目标探测与识别的等级

---

- 确认就是在整个目标类中将特定目标模型从其它相似类型中区分出来的过程。例如：区分几种战斗机 F17、F22、歼8、歼10等。
  - 目标特性描述就是对某特定目标已描述的物理特性进行明确区分的过程。
  - 目标行为及场景语义的理解是指通过对目标类型确认和特性描述来判断目标的行为是否为异常行为，或者当前的场景中都包含哪些目标，场景的具体含义是什么。
-

# 1.3 目标检测与识别系统的定义

---

## 什么是目标检测、跟踪与识别技术？

目标检测、跟踪与识别是近年来计算机视觉领域中备受关注的前沿方向，它研究利用各种成像传感器设备从客观世界中获取目标和背景的图像信号，并利用计算机信息处理的手段自动地对图像数据进行分析和处理，从包含目标的图像序列中检测、识别、跟踪感兴趣的目标，并对其类型进行判断，对其行为进行理解和描述。其核心内容的研究涉及到模式识别、图像处理、计算机视觉、人工智能等学科的内容。

常用的图像传感器设备为可见光、红外、合成孔径雷达、多谱或超谱传感器等，

---

# 尺度变化情况下的目标检测与跟踪实例

2



既可以是图像序列，  
也可以是视频，不  
一定是实时采集，  
可以后处理。通常  
是验证和分析算法。

# 什么是目标检测跟踪系统？

---

目标检测跟踪系统是对**特定目标区域**进行**自动检测**并**实时跟踪**，**实时解算**出目标在图像场景中的**精确位置**，并输出目标偏离系统视轴的**方位**和**俯仰**误差信号，通过伺服控制回路，驱动平台稳定跟踪目标。

同时，图像跟踪系统**接收**来自外部控制系统的**控制命令**和**数据**，并按总体通讯协议要求向外部控制系统**回送**跟踪系统的**状态**、**图像数据**和**关键参数**。实现目标跟踪的**关键在于**完整地分割目标、合理地提取特征以及准确地识别目标，同时要考虑算法实现的时间保证**实时性**。

---

# 目标检测与跟踪系统的硬件平台



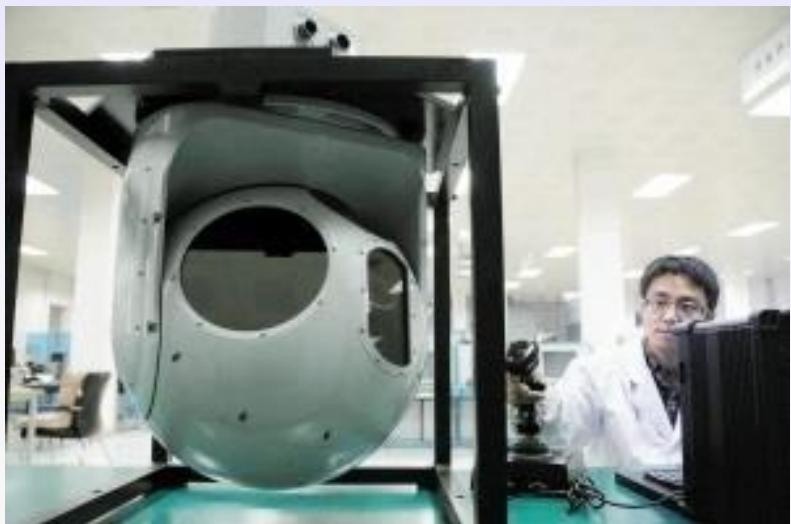
# 导引头和光电吊舱：



Baidu 百科



环形网  
www.huanxing.com



# 各种光电经纬仪：

铁血社区  
bbs.tiexue.net



# 1.4 目标检测与跟踪系统的基本流程

---

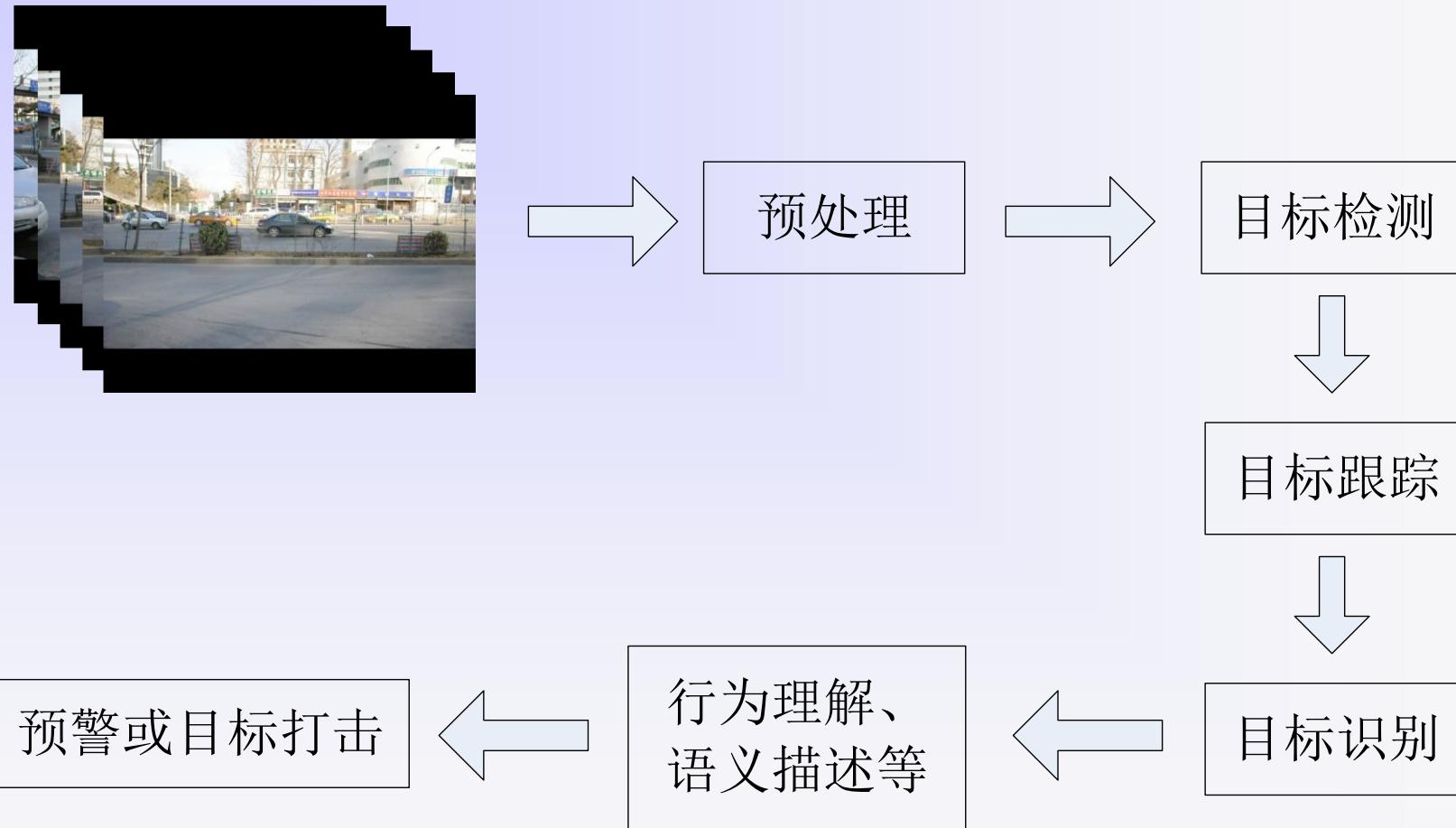
在计算机视觉分析系统中主要包括目标检测、跟踪与识别，这是对感兴趣目标进行处理和分析的不同阶段，每一个阶段都有不同的任务和特点，需要获得的结果也不同。一个完整的计算机视觉系统需要解决4方面的任务：

- 目标是否出现？
- 目标在什么位置？
- 目标是什么？
- 目标在干什么？

这4个任务正好对应了目标检测、跟踪、识别和行为分析的4个不同阶段。

---

# 计算机视觉分析系统的处理框架



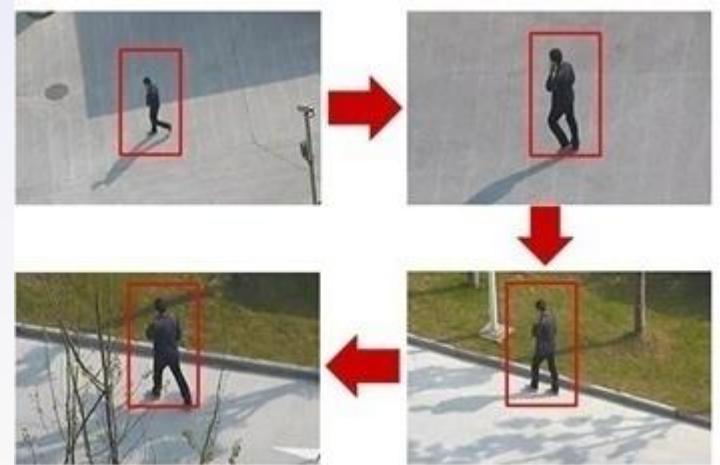
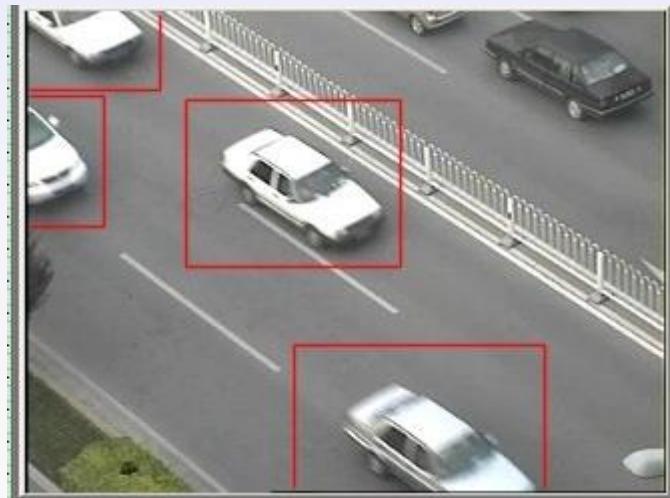
# 目标检测、跟踪与识别各阶段之间的关系

---

- 目标的检测、跟踪与识别包括了**目标检测、目标特征提取、目标跟踪和目标识别**等相互关联的几个阶段。
- 各阶段之间并没有绝对的先后次序，在现有的算法中，根据目标特点和应用环境的不同存在着先检测后跟踪、边检测边跟踪以及利用跟踪模型进行检测等多种工作方式。
- 很多任务需要在跟踪前就能确认目标类型，因此需要先识别再跟踪；有的任务无法利用一帧图像就识别出目标，必须充分利用目标的运动特征和综合特征来进一步判别目标，这就需要先跟踪目标一段时间，再对目标进行具体类型的判别和行为的理解与分析。

# 1.5 目标检测、跟踪与识别的基本任务

- 目标检测的任务：搜索图像中静止或运动的兴趣区域或目标，以获得目标的客观信息。
- 目标检测的结果：能够在图像中检测出感兴趣的区域或目标，并输出目标当前在图像中的位置信息，也就是说经过目标检测之后能够确定目标是否出现。目标检测解决的是“目标是否存在”的问题。



# 1.5 目标检测、跟踪与识别的基本任务

- **目标跟踪的任务：**对感兴趣的目标进行追踪并获取其运动轨迹，以便为其后的识别理解等高层次图像处理提供信息。
- 目标跟踪分为**图像跟踪**和**伺服跟踪**。
- **图像跟踪**通常是针对图像序列，检测到目标位置后在随后的每一帧图像中对目标进行定位和跟踪，跟踪框随目标的运动而移动，始终锁定目标。
- **伺服跟踪**通常是利用检测到的目标的空间坐标驱动伺服转台，使相机的中心视轴与目标的中心一致，把目标始终锁定在视场中心的位置。

跟踪算法

跟踪系统

# 1.5 目标检测、跟踪与识别的基本任务

---

- **目标跟踪的结果：**能够输出目标在图像中的位置信息，解决了“**目标在哪**”的问题，并根据目标大小设定合适的跟踪框，使跟踪框略大于目标尺寸。
- **图像识别的任务：**对目标的类型判别或身份识别，更高级别的识别任务还包括对目标的行为分析、语义描述等。
- **图像识别的结果：**确认目标的类型和身份，理解目标的行为和状态。目标识别解决的就是“**目标是什么**”，“**目标在干什么**”的问题。

## 1.6 Johnson判则

---

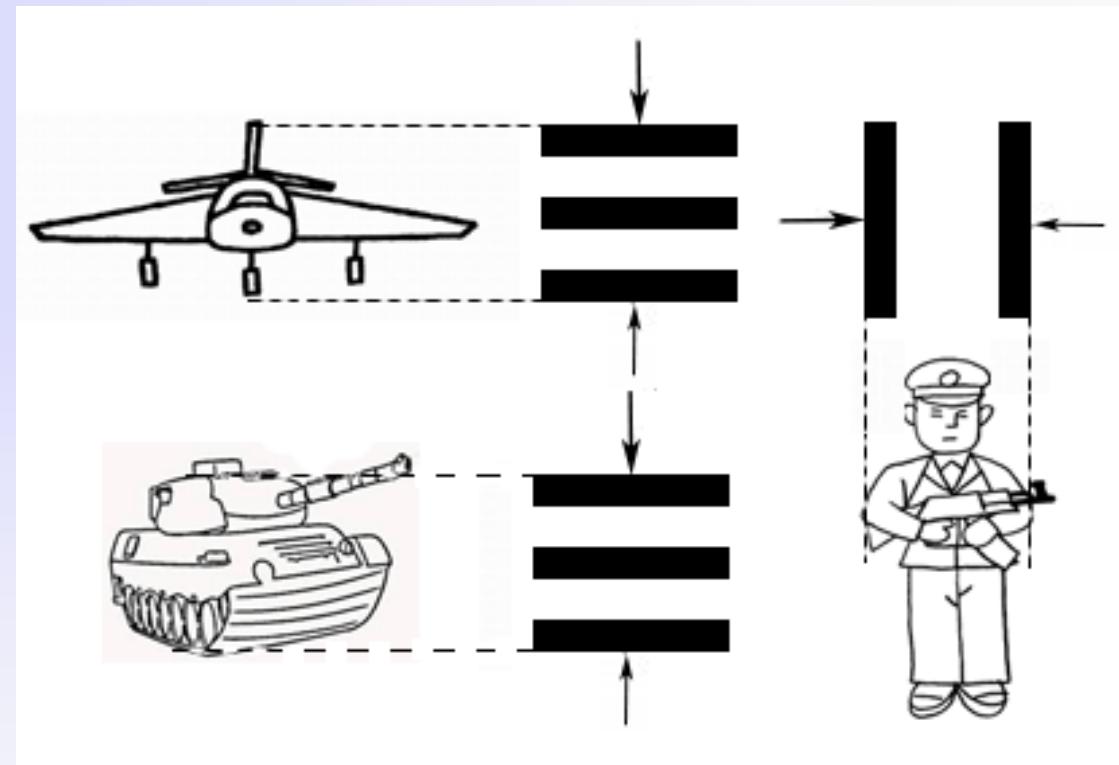
Johnson把视觉辨别分为四大类：

探测、取向、识别和确认

- 可以不必顾及目标的具体类别和形态，直接以其最小尺寸（或临界尺寸）中所包含的可分辨等级条带数来评定视觉感知水平。
- 通过增加最小尺寸上的条带数，直到这些条带恰好单个地被分辨出来，这样探测能力便与传感器的阈值条带图案分辨力关联起来，根据最小尺寸的周数就可以判别目标是否能被探测、识别或者确认。

# 1.6 Johnson判则

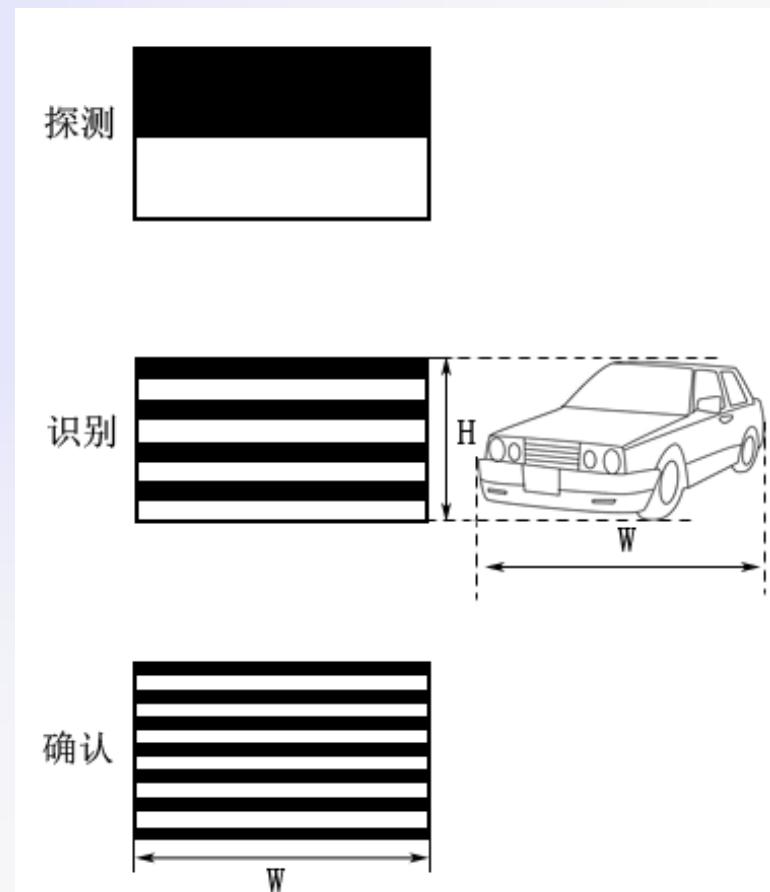
Johnson判则： 



# 什么是目标的最小尺寸：

最小尺寸：目标区别于其他物体的结构的最小尺寸。

例如：若装在船上的雷达的天线圆盘是区别于船只的唯一特征，则此圆盘便变成了最小尺寸。于是圆盘的探测变成了船只确认的判则。



# 关于Johnson判则的讨论

---

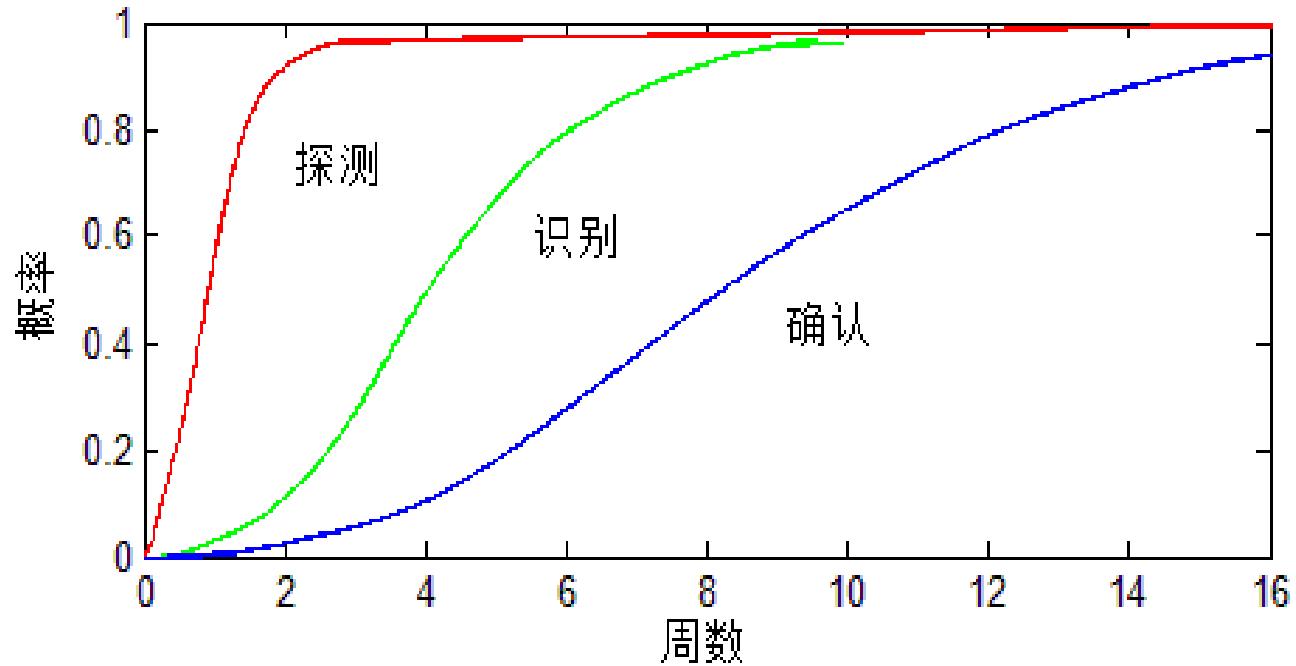
- 接受测试的每个人的探测和识别能力是不一样的；
  - Johnson判则是对一大群观察者进行测试得到的结果，并不表示某一观察者能完成所给的任务到规定等级的概率；
  - Johnson判则把探测率和传感器阈值条纹图案分辨率相关联；
  - Johnson判则给出了探测概率为50%时，辨别到不同等级所需的分辨周数  $N_{50}$ ；
  - 根据识别任务的不同，所需的分辨周数变化范围很宽。
-

## 1. 6 Johnson判则

辨别等级	含义	最小尺寸上的周数
探测	存在一个目标，把目标从背景中区别出来	$1.0 \pm 0.025$
取向	目标是近似地对称或不对称，其取向可以认得出来（正面或侧面）	$1.4 \pm 0.35$
识别	识别出目标属于哪一类别（如坦克、车辆、人）	$4.0 \pm 0.80$
确认	认出目标，并能足够清晰的确定其类型（如T52坦克，敌方的吉普车）	$6.4 \pm 1.50$

# 工业上采用的Johnson判则（一维目标）

辨别等级	含义	最小尺寸上的周数
探测	存在一个目标，把目标从背景中区别出来	1.0
识别	识别出目标属于哪一类别	4.0
确认	认出目标，并能足够清晰的确定其类型	8. 0



探测、识别、确认的目标传递概率函数曲线

问题：

1、如果一个目标在像面上的成像像素为5X5像素， 所有人都能探测到它吗？所有人都能识别它吗？

答案：A： 是 是 B： 是 否 C： 否 否

2、如果一个目标在像面上的成像像素为10X10像素， 所有人都能确认它的类型吗？

答案：A： 是 B： 否

# 目标传递概率函数（TTPF）的定义：

辨别概率	1. 0	0. 95	0. 8	0. 5	0. 3	0. 1	0. 02	0
TTPF因子	3. 0	2. 0	1. 5	1. 0	0. 75	0. 5	0. 25	0

TTPF可用于所有目标辨别任务，只需在完成此任务的50%概率上乘以TTPF因子。50%的辨识概率被标为  $N_{50}$ ，对探测、识别、确认而言  $N_{50}=1,4,8$

经验公式：

$$P(N) = \frac{\left(\frac{N}{N_{50}}\right)^E}{1 + \left(\frac{N}{N_{50}}\right)^E} \quad E = 2.7 + 0.7 \left(\frac{N}{N_{50}}\right)$$

目标传递概率函数：

80%的确认概率， $1.5 \times N_{50} = 1.5 \times 8 = 12$  周/目标最小尺寸

辨别概率	1. 0	0. 95	0. 8	0. 5	0. 3	0. 1	0. 02	0
TTPF因子	3. 0	2. 0	1. 5	1. 0	0. 75	0. 5	0. 25	0

问题：

如果要求95%的识别概率，怎么计算？ $N_{50}$ 取值多少？

## 二维辨别：

考虑目标的面积与分辨力的关系：

**第一种：**采用临界尺寸取代最小尺寸，并在一维判则中乘以0.75，这样一维和二维模型可以判别同样的距离。

$$h_{\text{临界}} = \sqrt{W_{\text{目标}} \square H_{\text{目标}}}$$

**第二种：**采用可分辨单元数

可分辨单元数=可分辨水平数  $\times$  可分辨垂直数

举例：观察2km外宽2m、高1.6m的坦克，如果人眼的空间分辨能力是20线对/度，分别求直接用人眼和用一个4倍望远镜对该坦克的探测概率和识别概率？

坦克最小尺寸对人眼的张角为：

$$\alpha = 1.6/2000 = 0.0008 \text{ rad} \approx 0.0458^\circ$$

经望远镜放大后对人眼的张角为：

$$\alpha' = 4 \times 0.0458^\circ = 0.183^\circ$$

用人眼观察可以分辨的线对数：

$$n_e = 0.0458 \times 20 = 0.916$$

用4倍望远镜观察可以分辨的线对数：

$$n_t = 0.183 \times 20 = 3.66$$

人眼的探测概率：

$$p_{ed} \approx 42.7\%$$

人眼的识别概率：

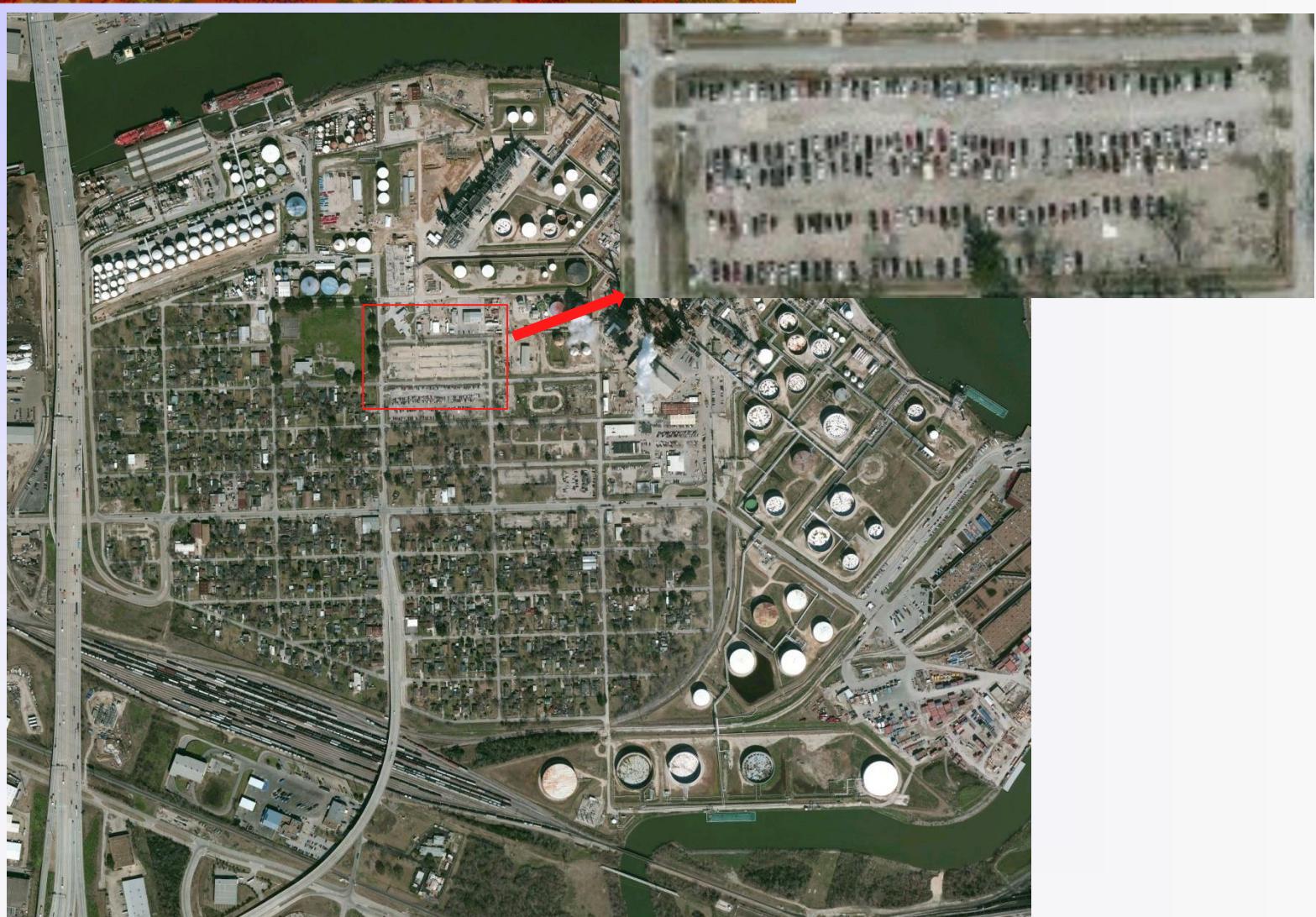
$$p_{er} \approx 1.29\%$$

使用望远镜的探测概率：

$$p_{td} \approx 99.9\%$$

使用望远镜的识别概率：

$$p_{rd} \approx 42.6\%$$



# 美国陆军研究实验室（Army Research Lab-ARL）的 Johnson 准则

	最小像素数			
	检测	定位	识别	确认
卡车	0.9	1.25	4.5	8
M-48坦克	0.75	1.2	3.5	7
Stalin坦克	0.75	1.2	3.3	6
(Centurion) 逊邱伦主战坦克	0.75	1.2	3.5	6
半履带装甲车	1	1.5	4	5
吉普车	1.2	1.5	4.5	5.5
指挥车	1.2	1.5	4.3	5.5
站立的士兵	1.5	1.8	3.8	8
105榴弹炮	1	1.5	4.8	6
平均	1.0±0.25	1.4±0.35	4.0±0.8	6.4±1.5

# 作业：

---

## 习题1：

观察2km外宽2m、高1.5m的坦克，如果人眼的空间分辨能力是20线对/度，用一个望远镜观察该坦克，要求对目标的识别概率达到50%，求望远镜的视放大率？

# 1.7 复杂环境对检测结果的影响

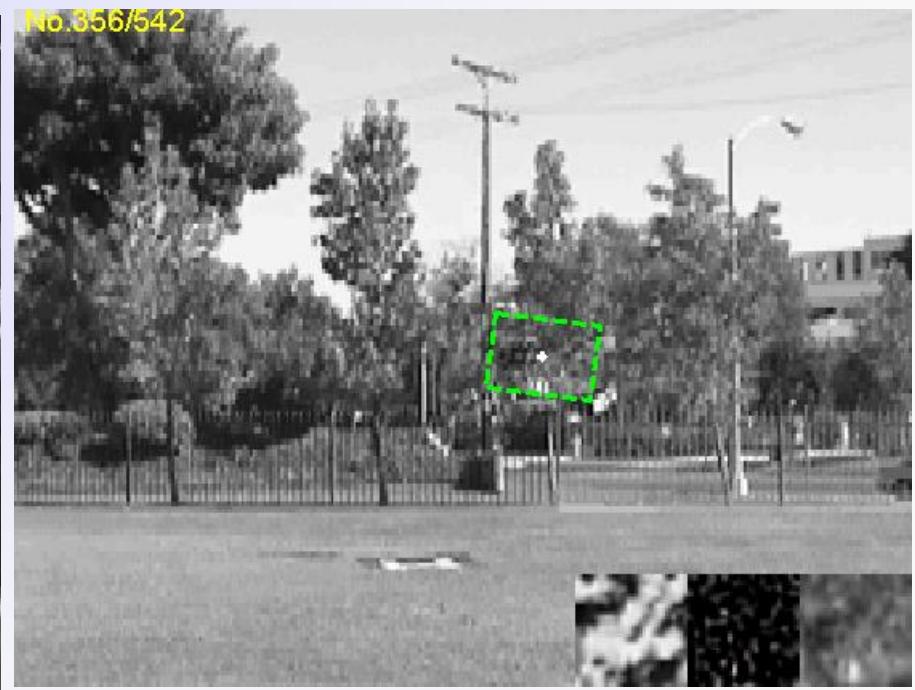
- ①、**光照变化**：光照变化包括入射光强度、颜色或角度位置的改变。这些变化可以是缓慢的或突然的条件改变。
- ②、**阴影**：这里所说的阴影指检测和跟踪中目标的阴影，环境中的阴影不在考虑范围内。
- ③、**遮挡**：遮挡是指目标的部分或全部被背景或其它目标遮盖的情况。遮挡造成目标表观的改变，严重甚至全部遮挡是造成检测或跟踪失败的主要原因。
- ④、**复杂背景**：复杂背景包括背景中的物体发生相对目标的运动、由于光照等条件改变造成背景的变化以及前景被误认为是背景等多种情况。复杂背景条件造成跟踪区域内图像内容的改变，因此常常是造成跟踪失败的主要原因。
- ⑤、**目标姿态变化**：指在检测跟踪过程中目标相对成像平面发生姿态改变。

# ①、场景复杂。

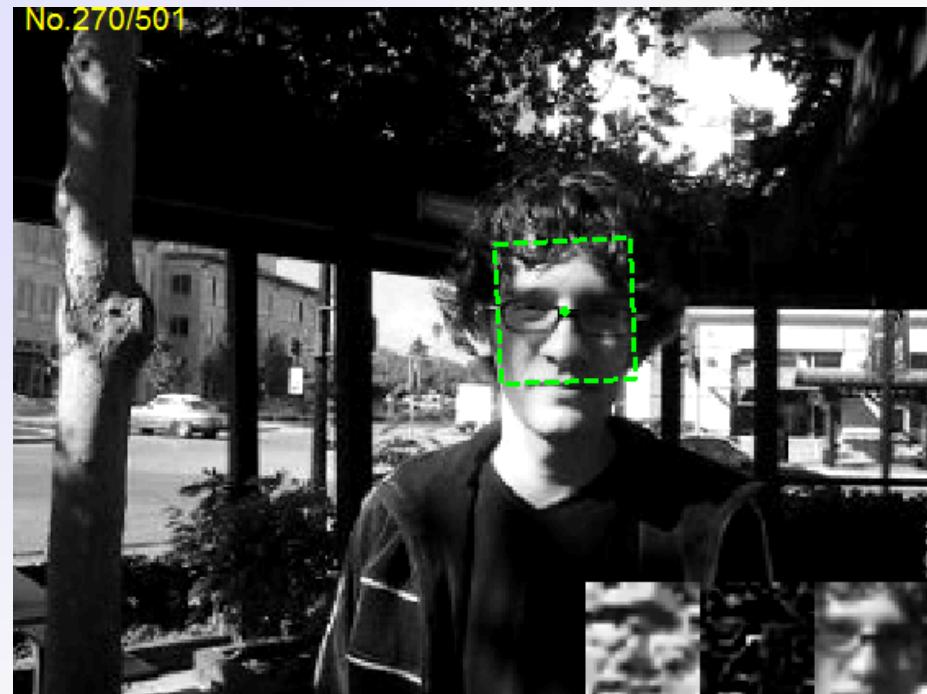
No.1/393



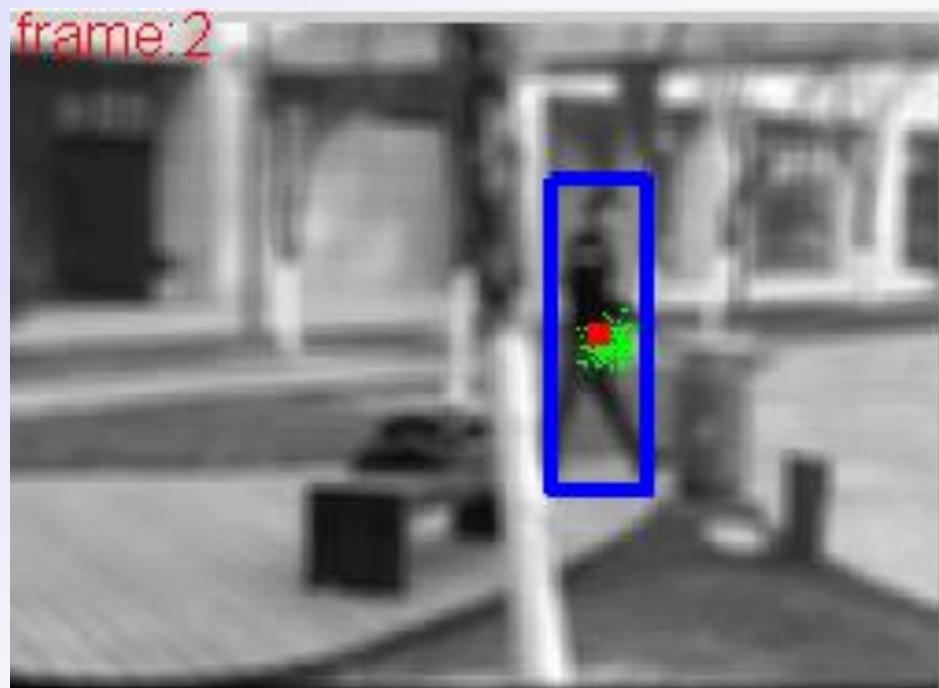
No.356/542



## ②、光照变化与阴影。



### ③、噪声和图像模糊的干扰。



## ④、目标尺度和姿态变化。



尺度变化的目标图像

No.1/1344



No.608/1344



姿态变化的目标图像

## ⑤、目标遮挡问题。



- 
- ⑥、目标运动模型复杂多变。
  - ⑦、算法实时性和准确性。
  - ⑧、其它需处理的问题。比如多目标跟踪任务中的航迹起始、维持和消失的判断问题。由于传感器和多目标跟踪环境的不确定性，而且实际情况下不免存在测量误差，另外不知道目标的数目，造成虚假目标产生等。

# 1.8 与相关领域技术之间的关系

---

- (1) . 数字图像处理
  - (2) . 图像分析技术
  - (3) . 视频处理技术
  - (4) . 模式识别技术
  - (5) . 机器学习理论
-

# (1). 数字图像预处理技术

---

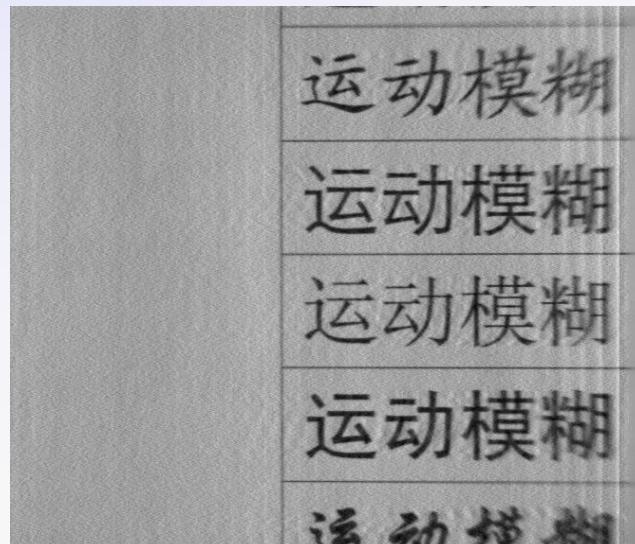
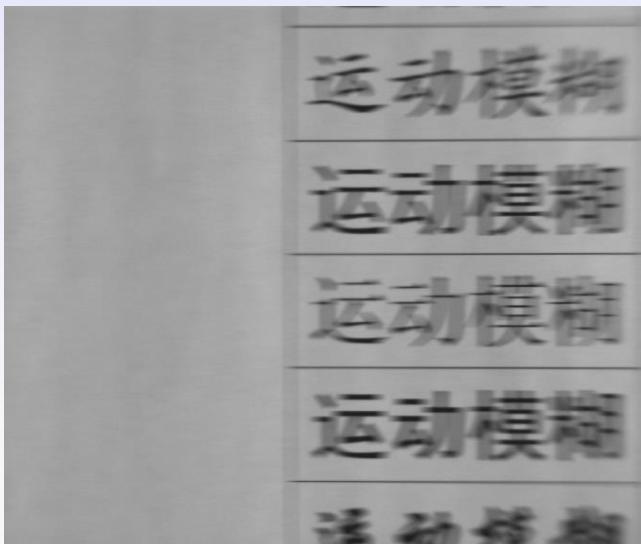
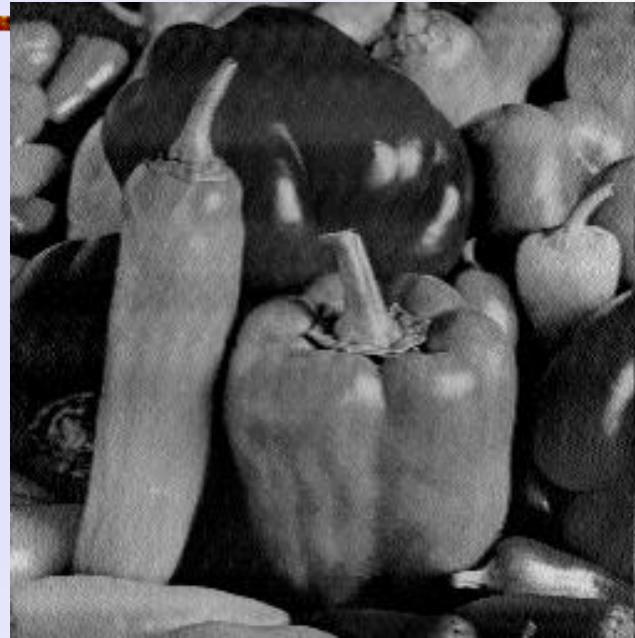
对图像进行一系列的操作已达到预期目的的技术称作图像处理。图像处理的内容相当丰富，包括狭义的图像处理、图像分析与图像理解。狭义的图像处理着重强调在图像之间进行变换，是一个从图像到图像的过程，是比较低层的操作。它主要在**像素级**进行处理。

- 图像灰度变换
  - 图像增强
  - 图像复原
  - 图像超分辨率重建
  - 图像修复
-

# 图像增强的效果



# 图像复原的效果



# 图像修复的效果



# 空间目标图像超分辨率重建的效果



(a) 低分辨率图像



(b) 重建后的图像

数字图像预处理技术的核心本质是要提高图像质量，使图像能够呈现出更多的纹理细节特征，能够更好地突出目标。因此，数字图像预处理技术是目标探测、跟踪与识别的基础，有了预处理技术才能为后续的目标探测与识别提供良好质量的图像素材，才能为更准确的目标探测和识别服务。

## (2) . 图像分析技术

---

- 图像分析主要是用模式识别和人工智能方法对景物进行分析、描述、分类和解释的技术，又称景物分析或图像理解。图像分析的主要内容分为特征提取、符号描述、目标检测、景物匹配和识别等几个部分。图像分析是一个从图像到数据的过程，可以把图像分析看作中层处理。
  - 图像分析和图像处理关系密切，图像处理更侧重于信号处理方面的研究，如图像传输、存储、增强和复原；图像分析更侧重于构造图像的描述方法，用符号表示各种图像，而不是对图像本身进行计算，并利用各种有关知识进行推理，更倾向于对图像内容的分析、解释和识别。
-

### (3) . 视频处理技术

---

视频分析是指通过计算机图像视觉分析技术，将场景中背景和目标分离，进而分析并追踪场景内出现的目标。主要应用之一是智能视频监控。

在智能视频监控中，用户通过在不同摄像机的场景中预设不同的报警规则，对监控视频图像进行分析。一旦目标在场景中出现了违反预定义规则的行为，系统将自动发出报警。

视频处理技术也同样需要借助数字图像处理、目标探测、目标跟踪和目标识别技术对连续的视频图像进行分析。

---

## (4) . 模式识别技术

---

- 模式识别(Pattern Recognition)是指对表征事物或现象的各种形式的(数值的, 文字的和逻辑关系的信息进行处理和分析, 以对事物或现象进行描述、辨认、分类和解释的过程。
- 模式识别又常称作模式分类, 从处理问题的性质和解决问题的方法等角度, 我们把环境与客体统称为“模式”。方法是通过计算机用数学技术方法来研究模式的自动处理和判读, 是信息科学和人工智能的重要组成部分。

# 模式识别分为：

- 有监督的分类 (Supervised Classification)
- 无监督的分类 (Unsupervised Classification)

二者的主要差别在于，各实验样本所属的类别是否预先已知。

模式识别应该是人工智能的一个分支，人工智能下包括人工智能理论，模式识别，神经网络，自然语言处理，专家系统等等许多方面。

## (5) . 机器学习(Machine Learning, ML)

---

- 机器学习是一门多领域交叉学科，关注的问题是计算机程序如何随着经验积累自动提高性能，它专门研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为，以获取新的知识或技能，重新组织已有的知识结构使之不断改善自身的性能。或者简单的说，**机器学习就是把无序的数据转化成有用的信息。**
- **机器学习是人工智能的核心，** 是使计算机具有智能的根本途径，它的应用已遍及人工智能的各个分支，如专家系统、自动推理、自然语言理解、模式识别、计算机视觉、智能机器人等领域。

## ■ 模式识别和机器学习是什么关系呢？

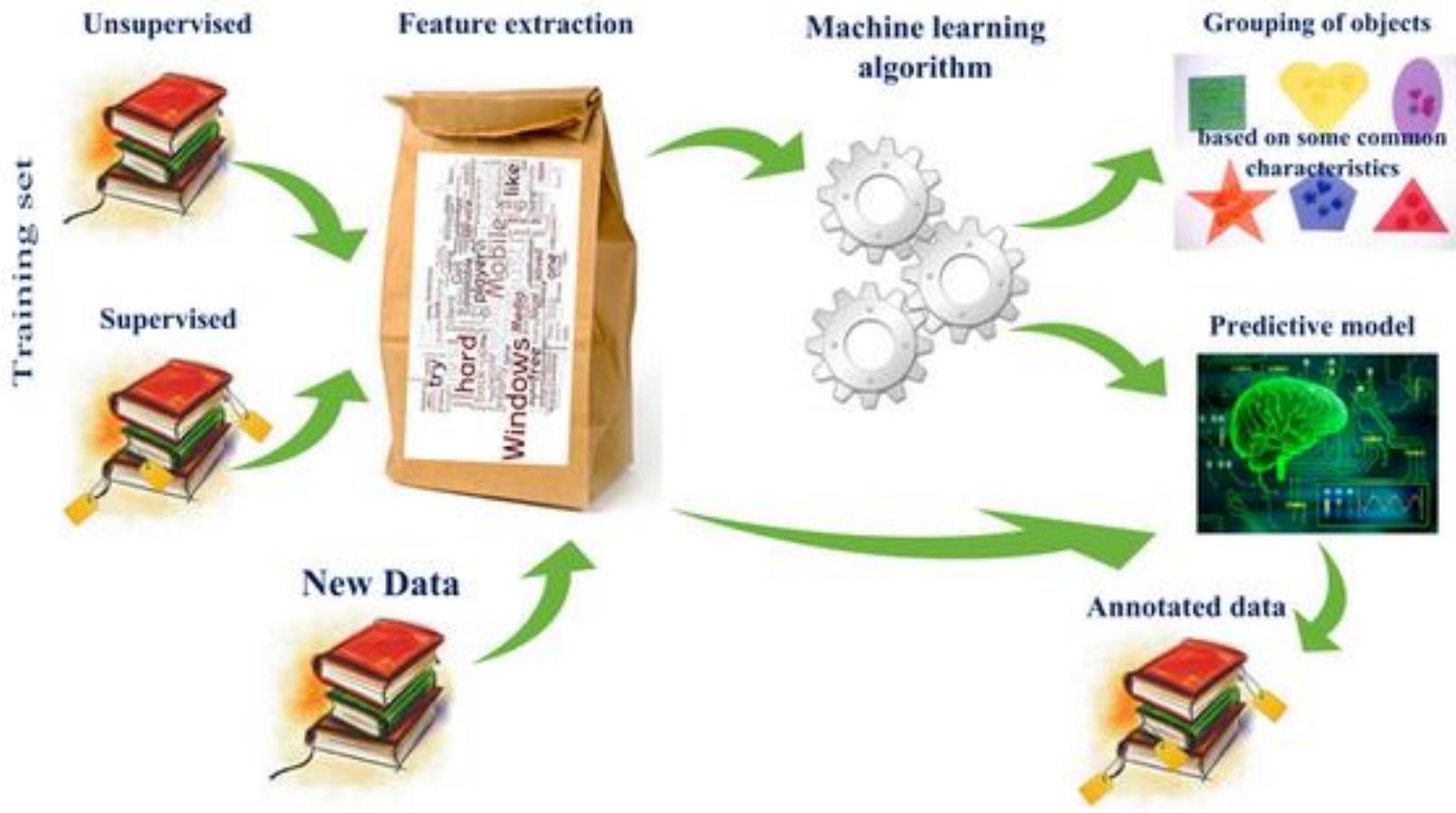
传统的模式识别方法一般分为两种——统计方法和句法方法。句法分析一般是不可学习的，而统计分析却发展了不少机器学习的方法，同时机器学习也给模式识别提供了数据分析技术方法。

## ■ 机器学习与人工智能之间的关系

人工智能是一种应用领域，机器学习是实现人工智能的一种手段，但是不限于此。

# 机器学习的工作流程：

Machine learning workflow

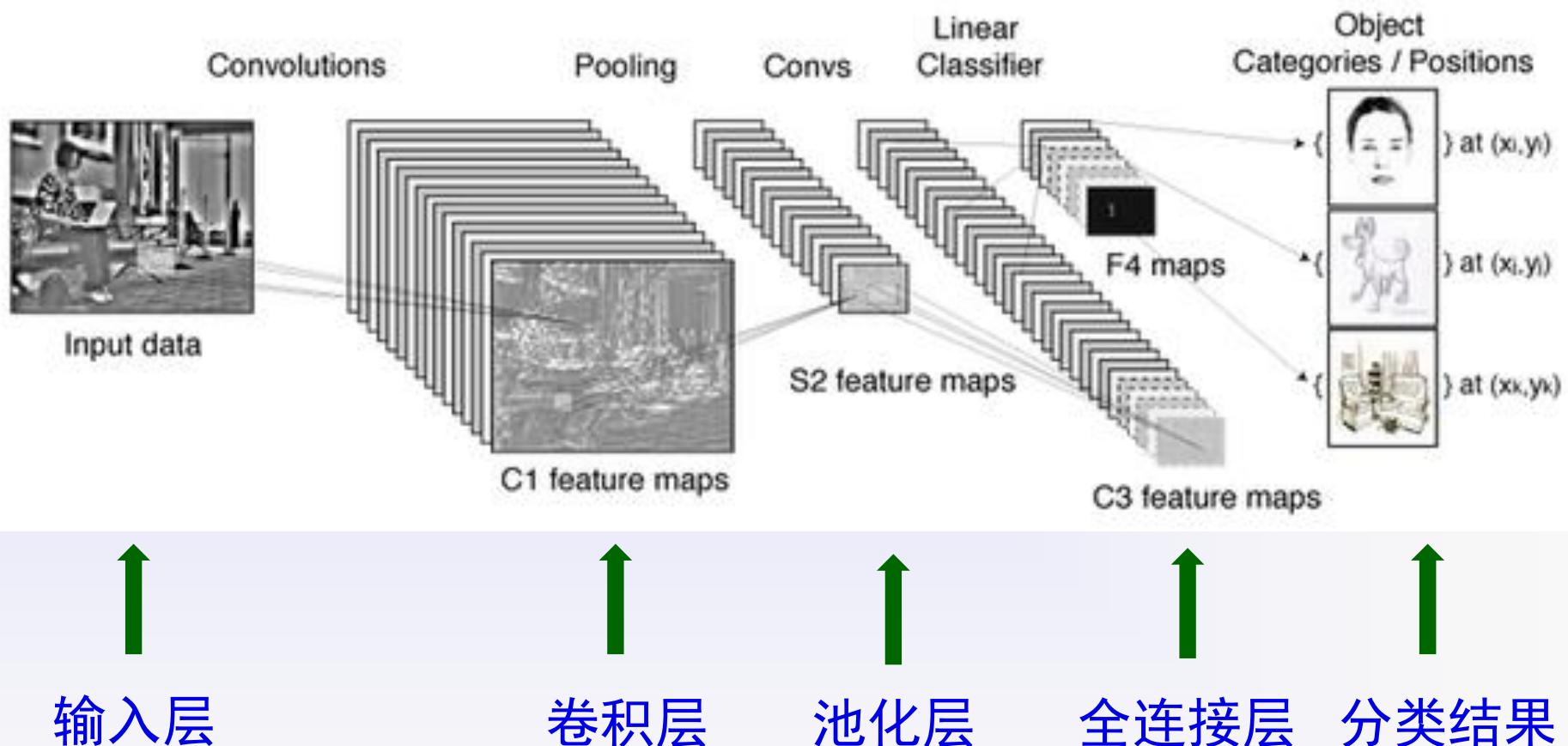


## (6) . 深度学习(Deep Learning)

---

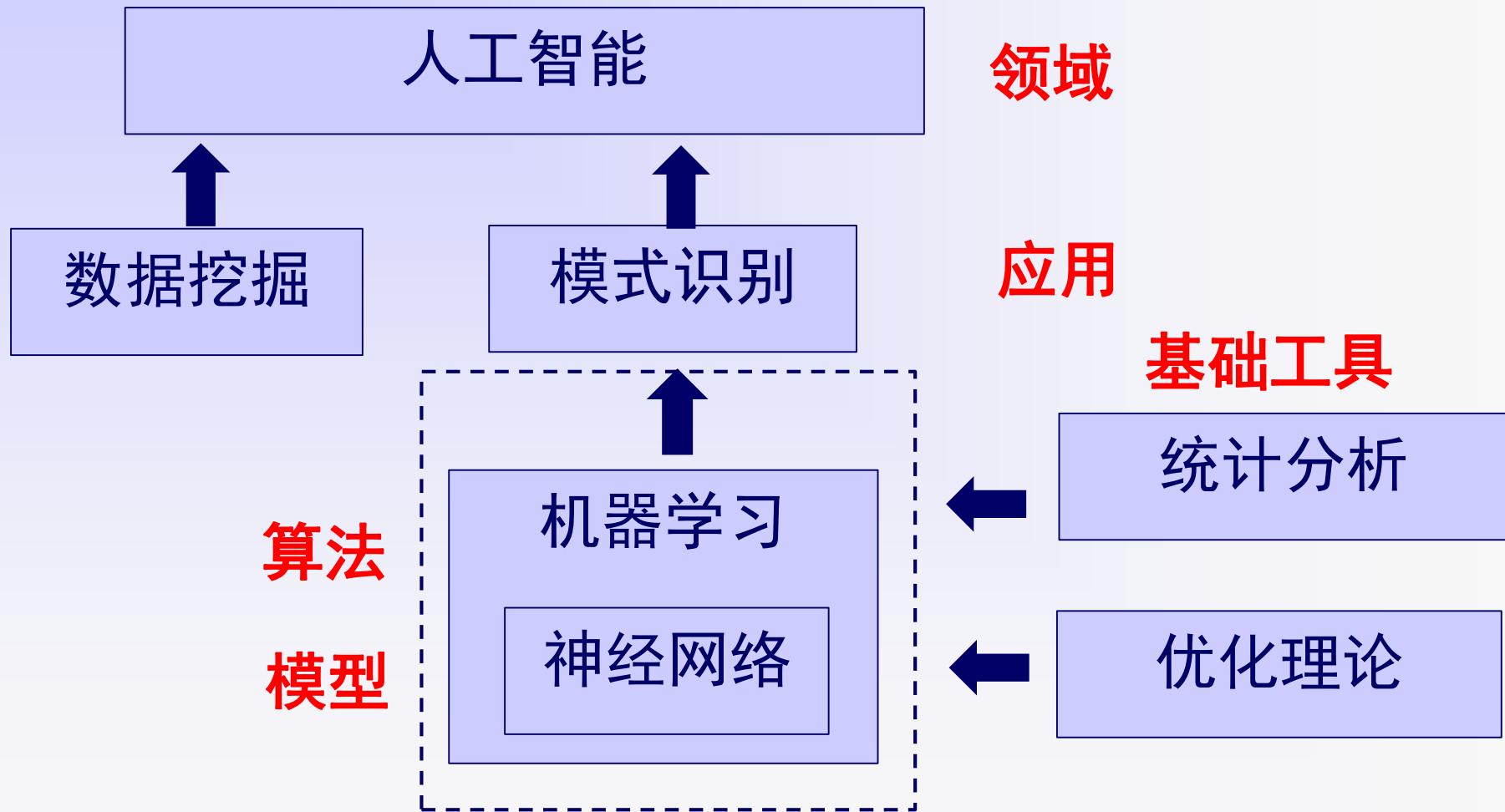
- 深度学习是机器学习的一个分支，是试图使用包含复杂结构或由多重非线性变换构成的多个处理层对数据进行高层抽象的一系列算法。它是机器学习中表征学习方法的一类。深度学习的一个好处是用监督式或半监督式的特征学习和分层特征提取的高效算法来替代手工获取特征。
  - 深度学习中的一些表达方式的灵感来自于神经科学的进步，并松散地建立在神经系统中的信息处理和通信模式的理解基础上。
-

# 深度学习的卷积神经网络框架：



- 至今已有多 种深度学习模型，如深度神经网络、卷积神经网络和深度信念网络和递归神经网络等，它们已被应用于计算机视觉、语音识别、自然语言处理、音频识别与生物信息学等领域，并取得了极好的效果。
- 流行的深度学习的框架：PyTorch、Tensorflow、MXNet、Caffe、Paddle、CNTK、Torch、Keras、Theano。
- PyTorch是目前产品化最多的库，有关图像的问题使用PyTorch很方便，TensorFlow也非常值得关注。

# 几种流行技术之间的关系：



# 1.9 目标检测跟踪与识别技术的应用领域

- 军事国防

地基光电经纬仪；无人机光电侦察设备；弹载智能自动寻的设备；天基光学测量系统.....

- 医疗诊断

- 智能交通

- 公共安全与防护

- 工业质量检测

- 移动机器人导航

- 遥感勘察等

# (1)、在军事领域的应用

---

- 现代军事理论认为，**智能化、自动化、实时化**的信息处理技术将成为现代战争取胜的重要因素。以侦察监视技术、成像跟踪技术、精确制导技术、通信技术为代表的军用高科技技术是夺取胜利的重要武器。
  - 成像跟踪技术是为了在战争中更精确、及时地识别敌方目标，并有效地对目标进行跟踪和打击，是高科技武器系统中的至关重要的核心技术。
  - 例如：一个完整的军事战斗任务大致包括侦察、搜索、监视以及攻击目标和毁伤目标。那么快速的信息获取和处理能力就是战争胜利的关键，因此，目标的实时探测、跟踪与识别也成为必要的前提条件。
-

- 随着现代高新技术的不断发展及其在军事应用领域中的日益推广，传统的作战形态正在发生着深刻的变化。
- 现代战争的成败更说明了现代高新技术的决定性作用

1973年的第四次中东战争，1982年的英阿马岛之战，1991年的海湾战争及1999年的科索沃战争，都说明了这一点。西方各军事强国都在积极探索对抗性武器，特别是美国更是投入了巨大的物力、人力和财力积极研制弹道导弹防御系统。而图像检测、跟踪和识别算法作为现代战场信息环境作战成败的关键，具备抗遮挡、抗丢失、抗机动和鲁棒性的智能跟踪器，将是现代战场作战必备品，具有广泛的应用前景。

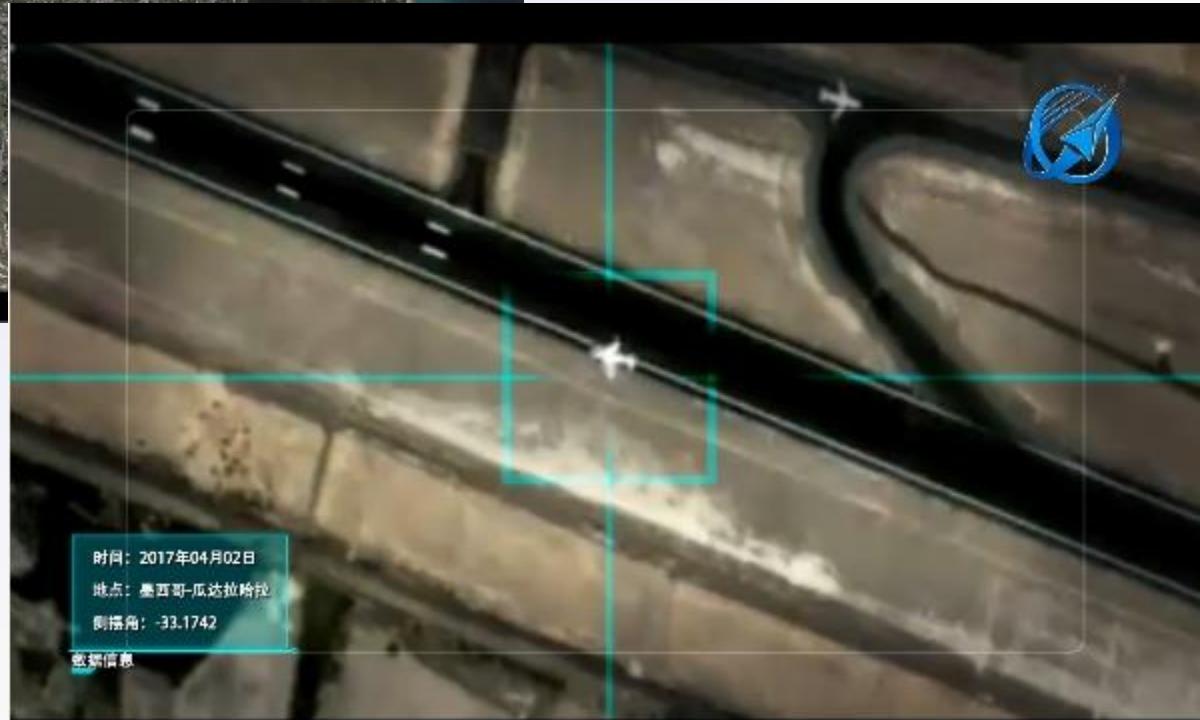
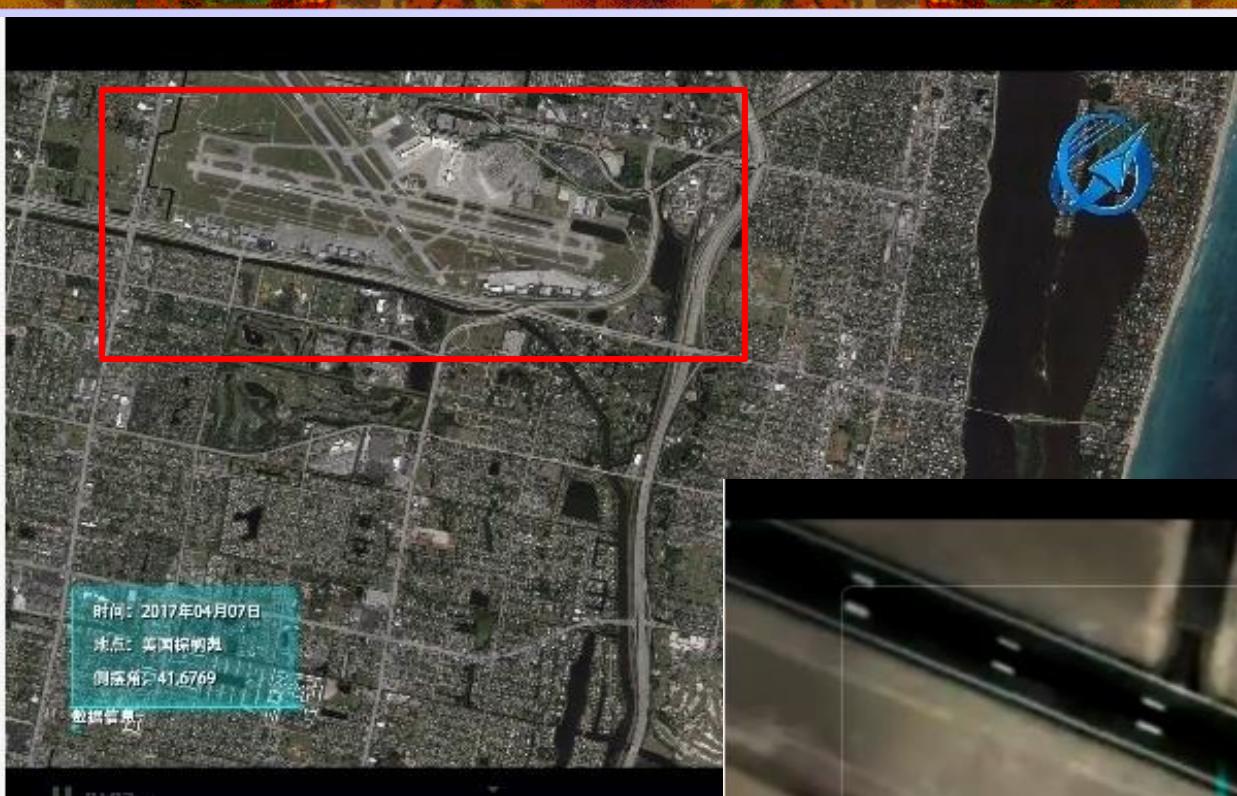
## 几个典型的军事应用：

---

- 对于靶场的弹道测量系统来说，目标自动识别跟踪(ART)系统的研制有着重要的现实意义。常规武器靶场面临的问题是测量目标小、距离远、对比度低，所以对微弱目标和运动目标的实时捕获、跟踪和识别就成为靶场光测设备研究的主要方向；
  - 天基监视和预警设备应用弱小目标检测技术，从复杂深空背景中提取并识别出可疑目标，判断是敌方卫星、我方卫星还是敌方导弹，从而进行有效预警，为其它系统提供指挥依据；
-

- 图像识别技术应用于**导弹的精确末制导**，使其精确打击目标。如：机场、桥梁、油库、兵营等；
- **无人侦察机**在执行搜索、侦察和精确打击任务时，正确地从复杂背景中检测并识别出目标，是完成任务的关键；
- **高分辨率遥感侦察卫星**，分辨率可达0.1米，自动目标检测识别技术能从海量遥感数据中快速识别出机场、桥梁、港口、建筑物等敏感目标，提高侦察效率。

# 吉林一号视频星





## (2) 在民用领域的应用

- 安防系统可以实现停车场监视、车辆识别、车牌号识别、探测并跟踪“可疑”目标；正确判断出是否有目标进入警戒区，识别出进入警戒区的目标是否为报警对象，有效跟踪可疑对象，根据面孔、外形、指纹等特征识别特定人；监测固定区域的人流量等都是安防系统的重要功能；
- 智能交通方面，车牌识别、违章超速、并线、掉头、流量控制与交通疏导、禁行区检测等都与我们的生活息息相关；

- **无人驾驶汽车：**利用车载传感器来感知车辆周围环境，并根据感知所获得的道路、车辆位置和障碍物信息，利用模式识别和定位技术控制车辆的转向和速度，从而使车辆能够安全、可靠地在道路上行驶
- **智能机器人：**利用视觉等多种传感器以及定位系统能够实现自动避障、路径规划、搬运货物、简单指令动作等，比较常见的侦察机器人、农业机器人、生产线机器人等。

# ■ 医学图像分析与诊断

---

成像方法包括传统的X射线成像、计算机层析(CT)成像、核磁共振成像(MRI)、超声成像等。在医学图像诊断方面有两个应用：一是对图像进行增强、标记、染色等处理来帮助医生诊断疾病，并协助医生对感兴趣的区域进行定量测量和比较；二是利用专家知识系统对图像进行自动分析和解释，检测并识别出可疑区域，给出诊断结果。

# ■ 工业产品检验

在工业领域中的一个成功应用是产品检验。目前已经用于产品外形检验、表面缺陷检验，比如，滑块及滑槽的外形检验以及装配后的位置检验，以决定它们能否装配在一起，准确无误地完成装配任务；发动机内壁麻点、刻痕和裂缝等缺陷检查，以决定产品的质量。通过X射线照相或超声探测获取物体内部的图像，可以实现内部缺陷检验，如钢梁内部裂纹和气孔等缺陷检验。

## ■ 遥感图像分析

---

遥感图像包括航空摄影图像、气象卫星图像、资源卫星图像。

**航空图像**可以用普通的视频摄像机来获取，分析方法也同普通的图像分析一样；

**卫星图像**的获取和应用随着成像机理不同而变化很大。例如：

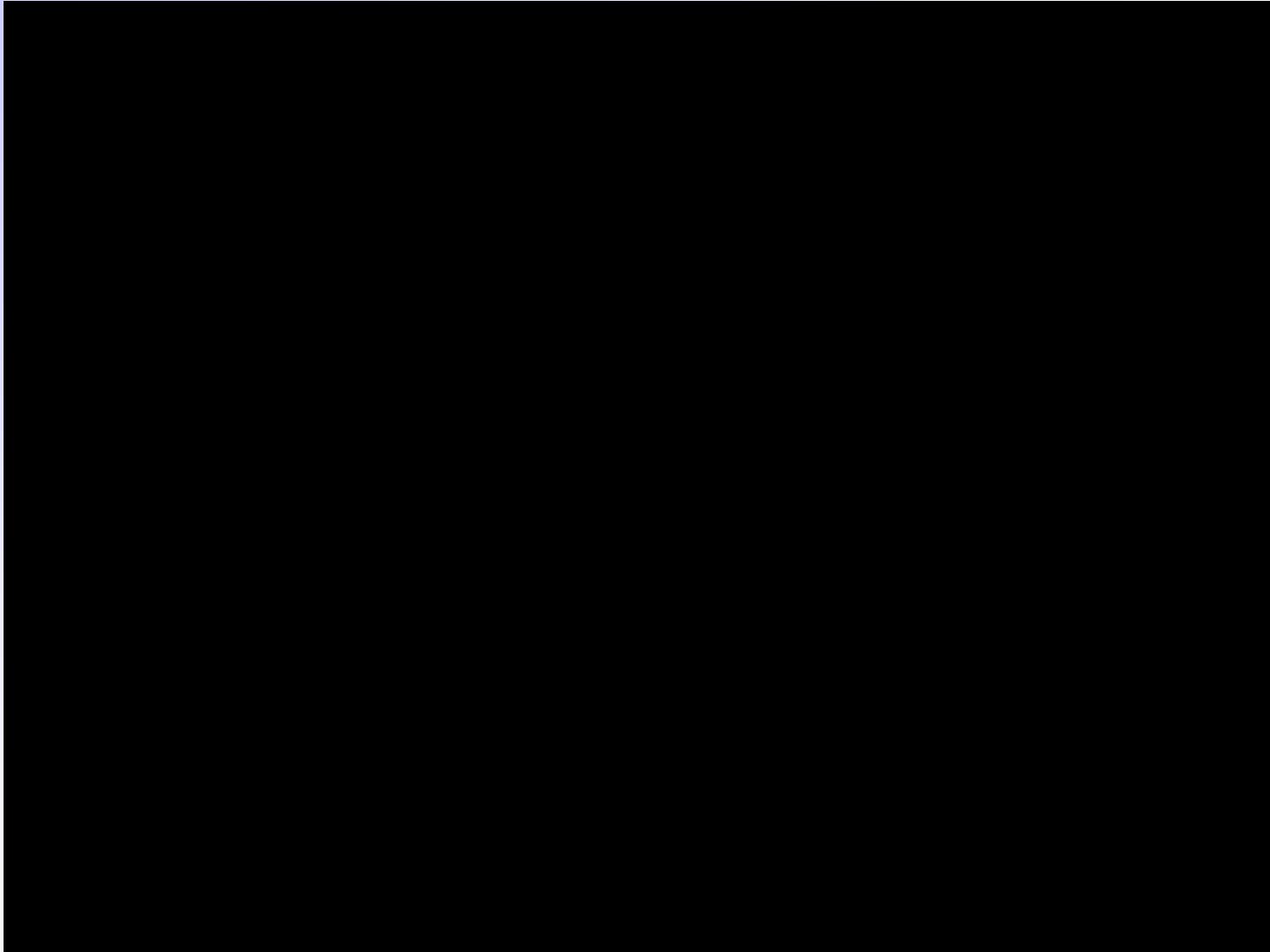
**气象卫星**使用红外成像传感系统可以获取不同云层的图像，即云图，由此分析某一地区的气象状况；

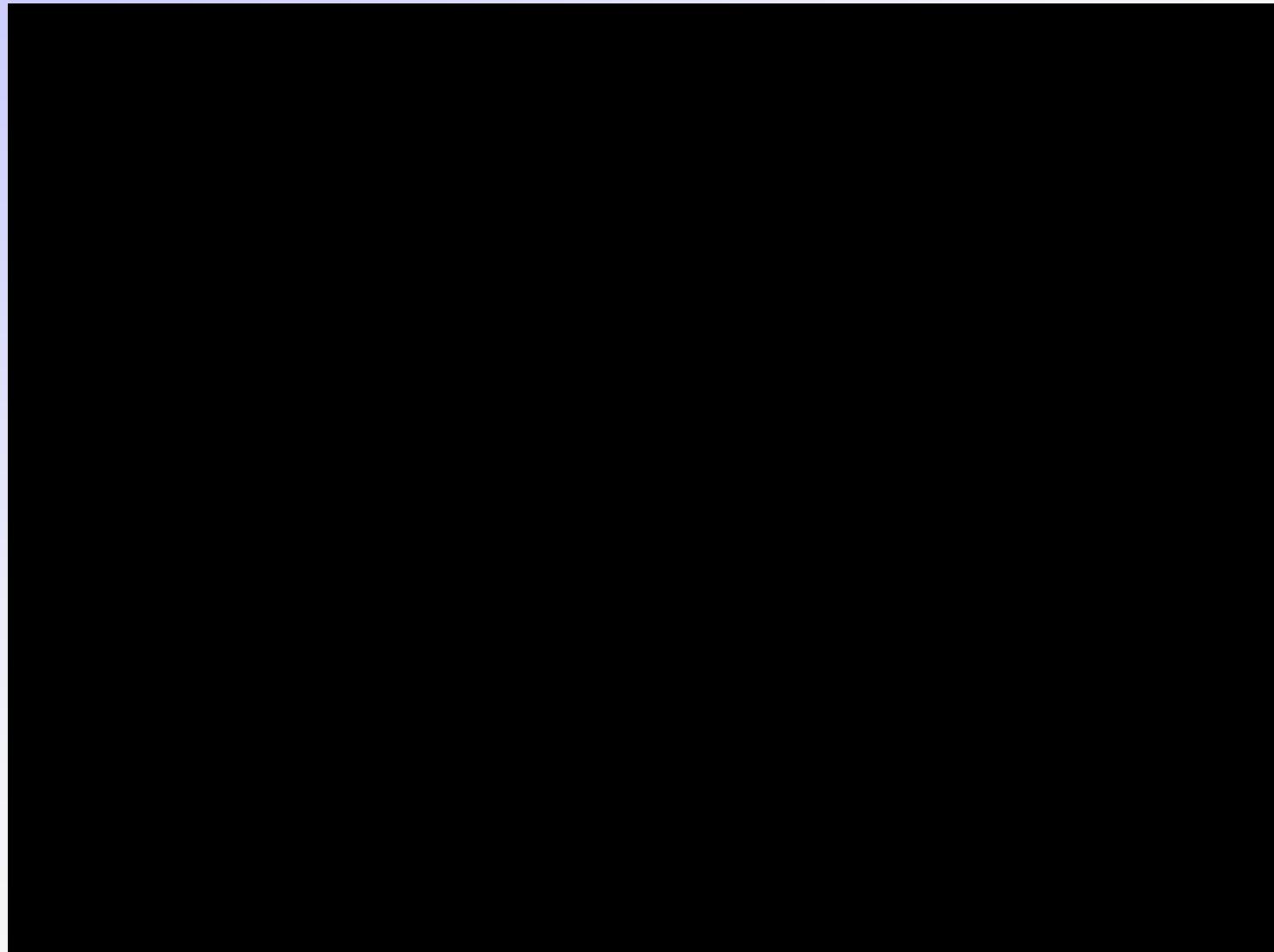
**海洋卫星**使用合成孔径雷达获取海洋、浅滩图像，由此重构海洋波浪三维表面图；

**资源卫星**装备有多光谱探测器，可以获取地表相应点的多个光谱段的反射特性，如红外、可见光、紫外等；多光谱图像被广泛地用于找矿、森林、农作物调查、自然灾害测报、资源和生态环境检测等。

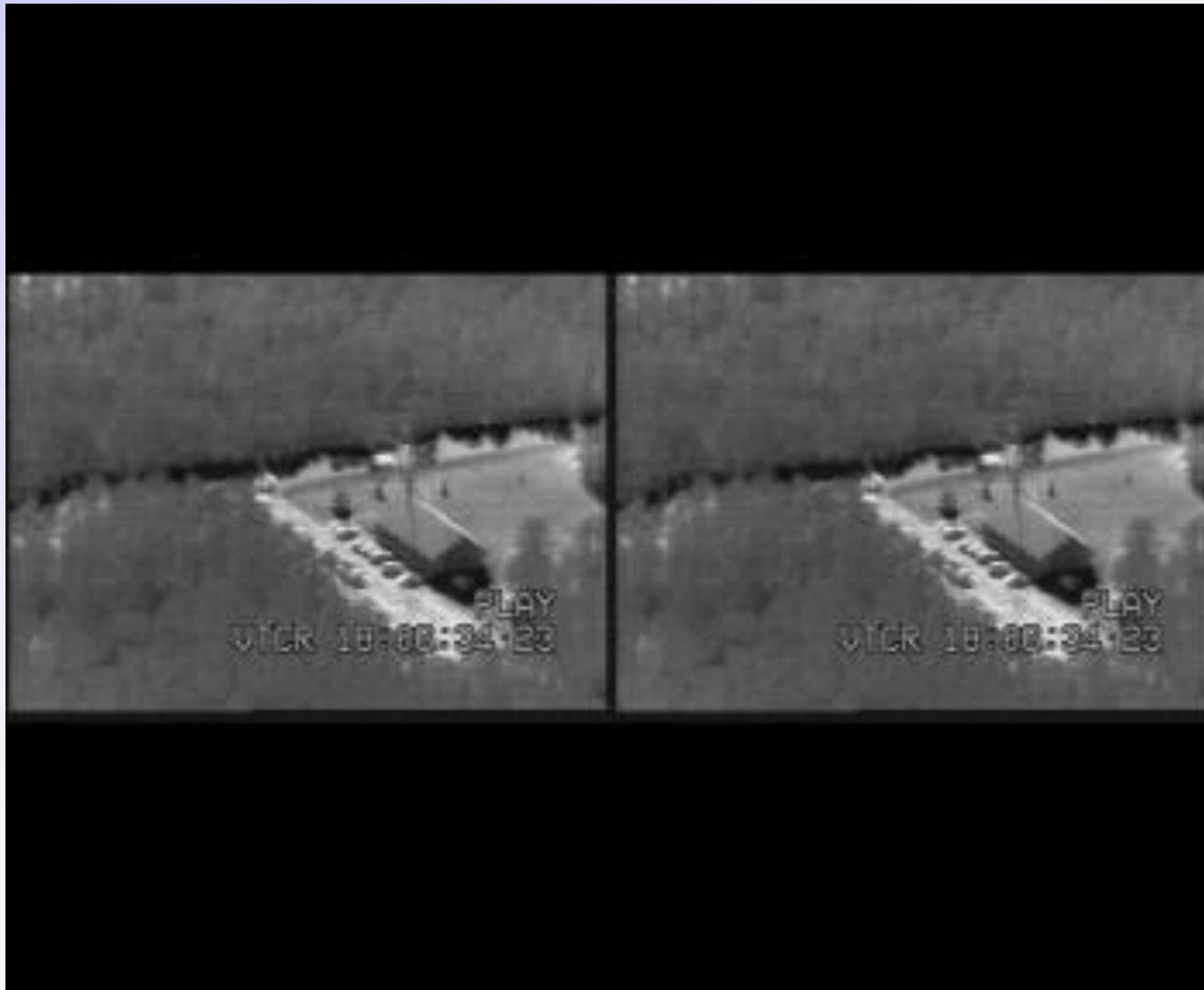
---

# 应用实例-导弹的末制导过程

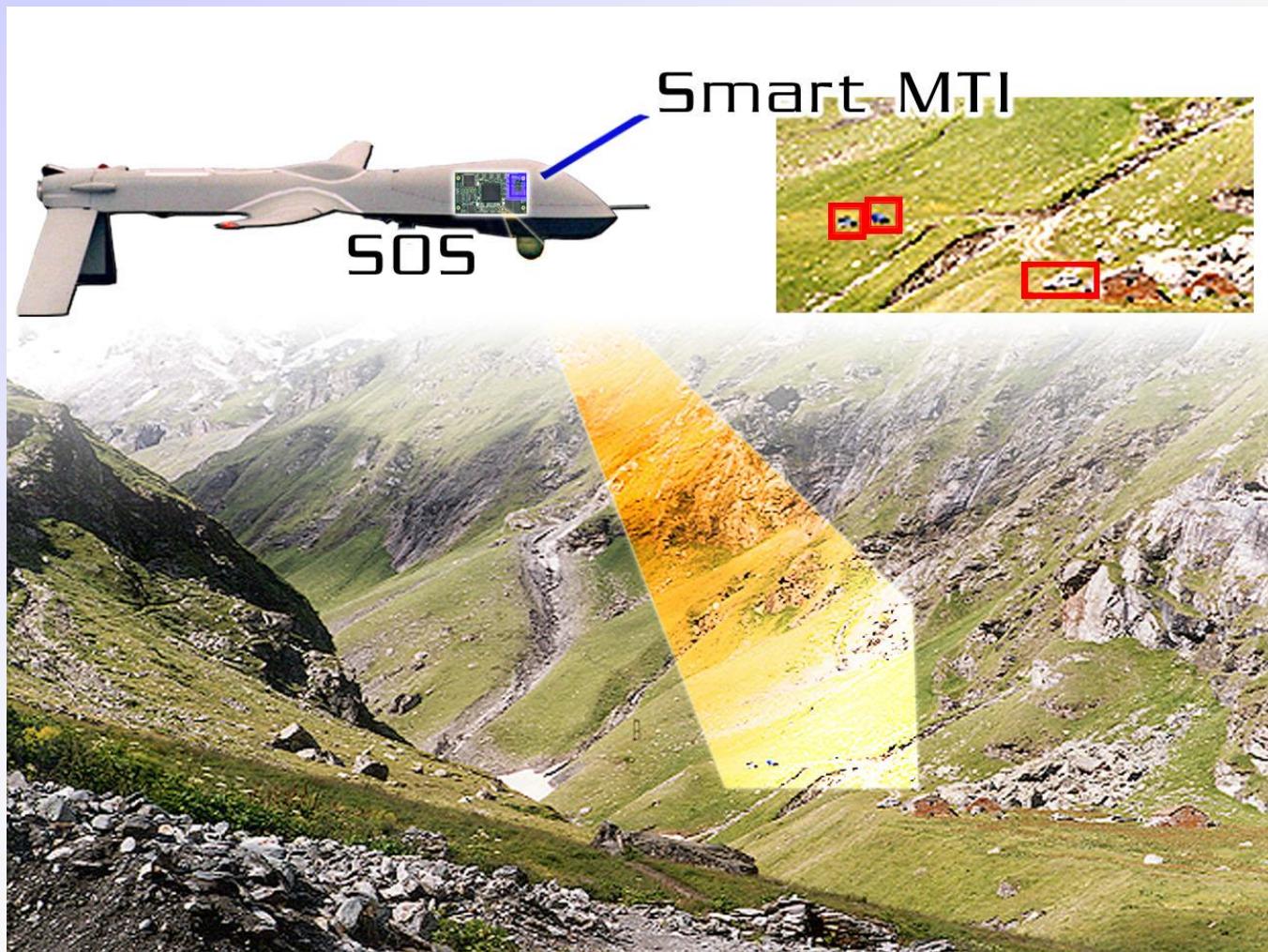


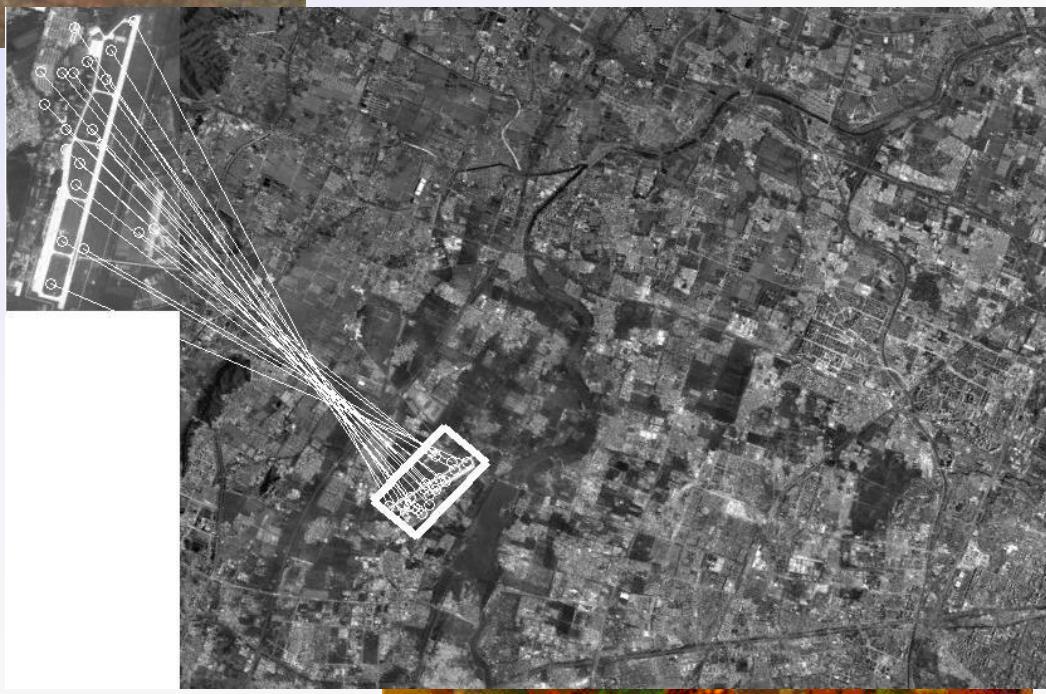
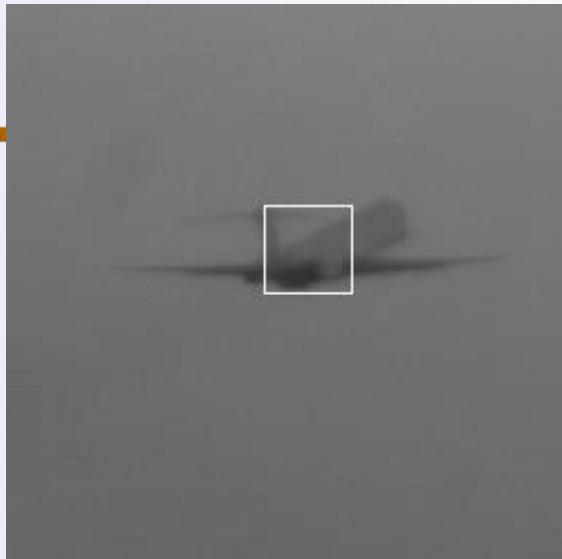
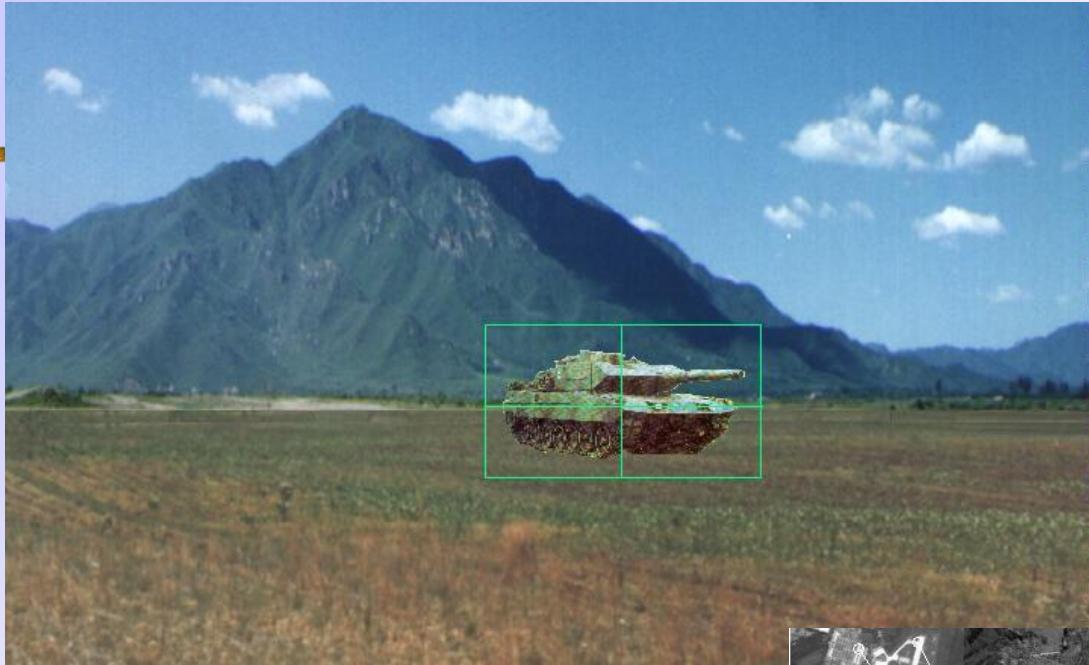


# 应用实例-侦察机上的弱小目标检测



# 重要的军事应用-空中侦察机





美国的巡航导弹 “战斧”

# 遥感图像中的典型目标检测

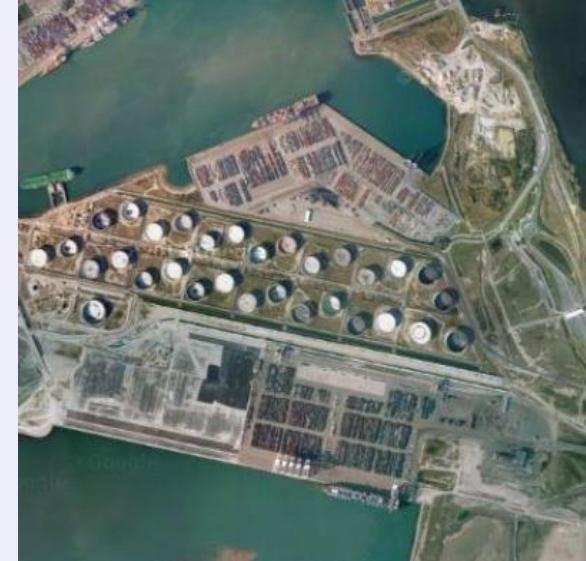


舰船目标的检测

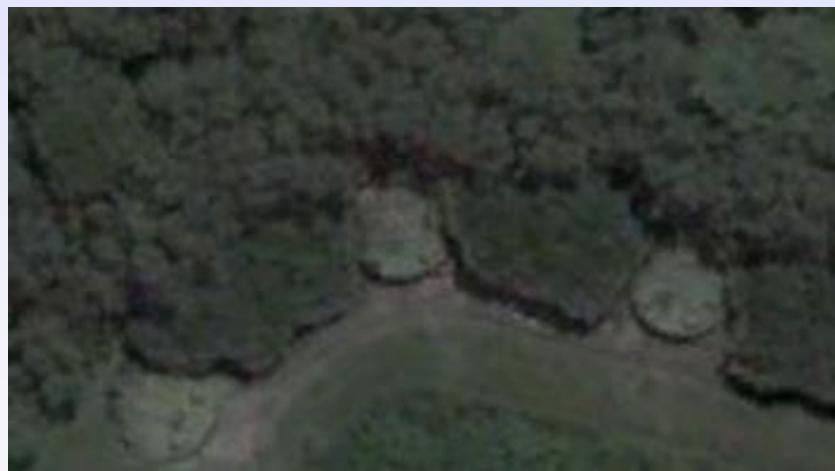


飞机目标的检测

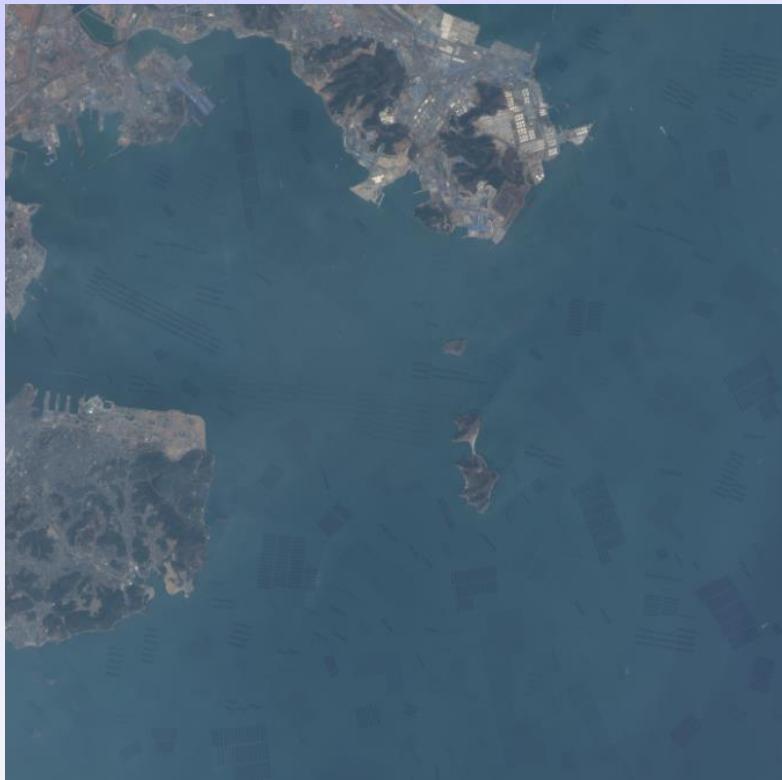
# 油罐目标的检测：



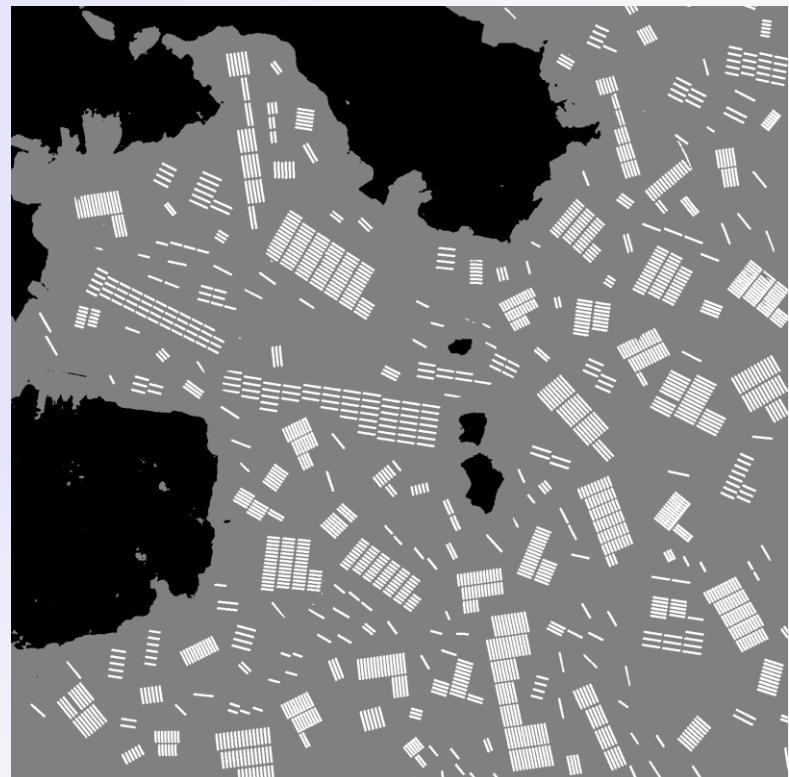
# 同一目标在不同环境下的卫星遥感图像



# 海域遥感图像分析：

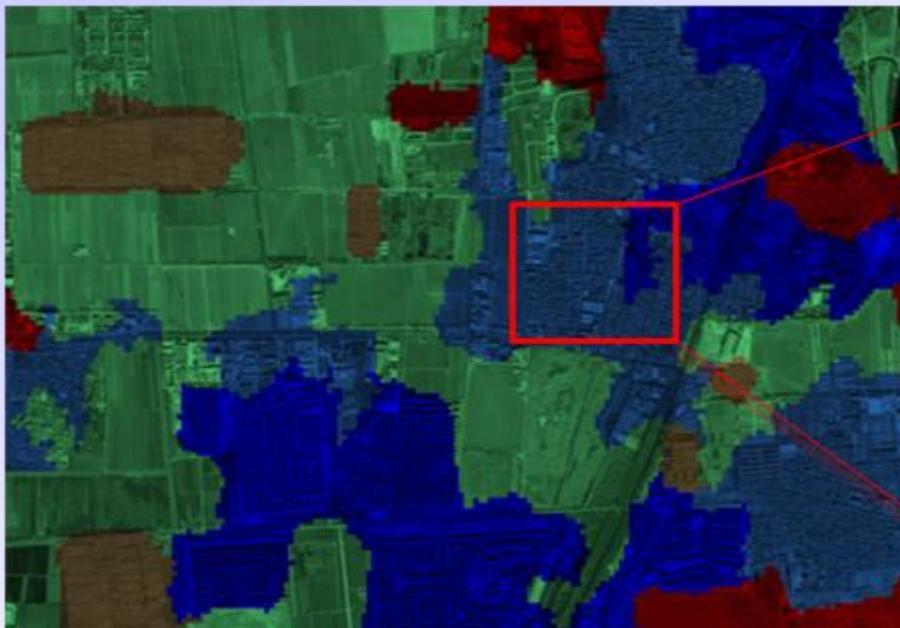


遥感图像



图像分析后的结果

# 层次化遥感图像分析：



(a)

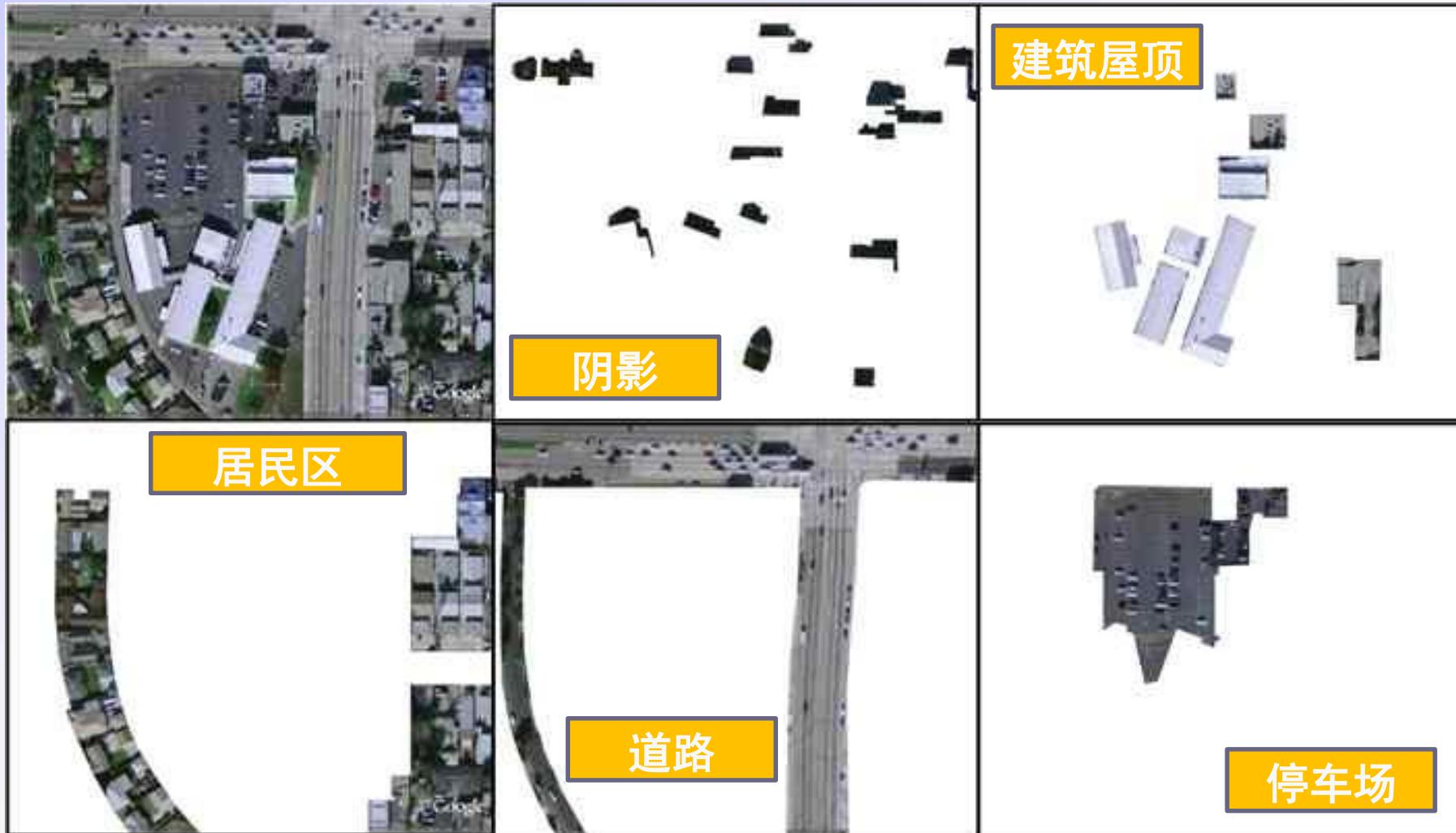


(b)



(c)

# 遥感图像理解：



# 遥感图像理解：

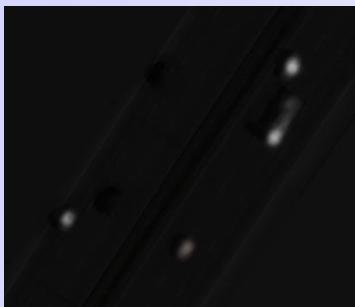


颜色									
语义	深色草地	树木	道路	阴影	房顶	荒地	耕地	浅色	不 确
	植被覆盖的耕	森林			建筑物	裸 露 土	裸 露 土	草地	定 95 区

# 遥感图像理解：



原始图像



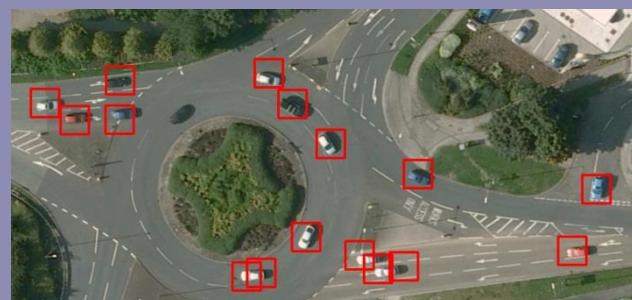
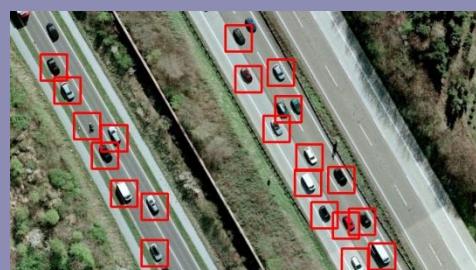
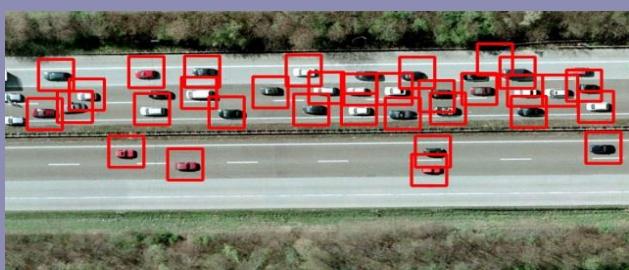
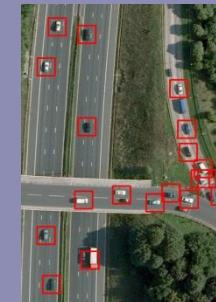
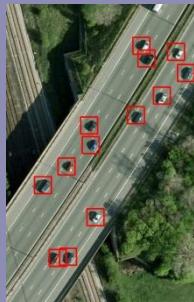
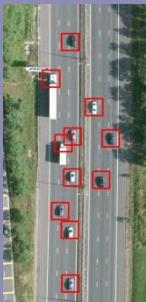
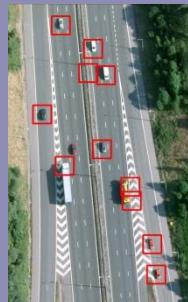
主题概率图像



主题概率图像

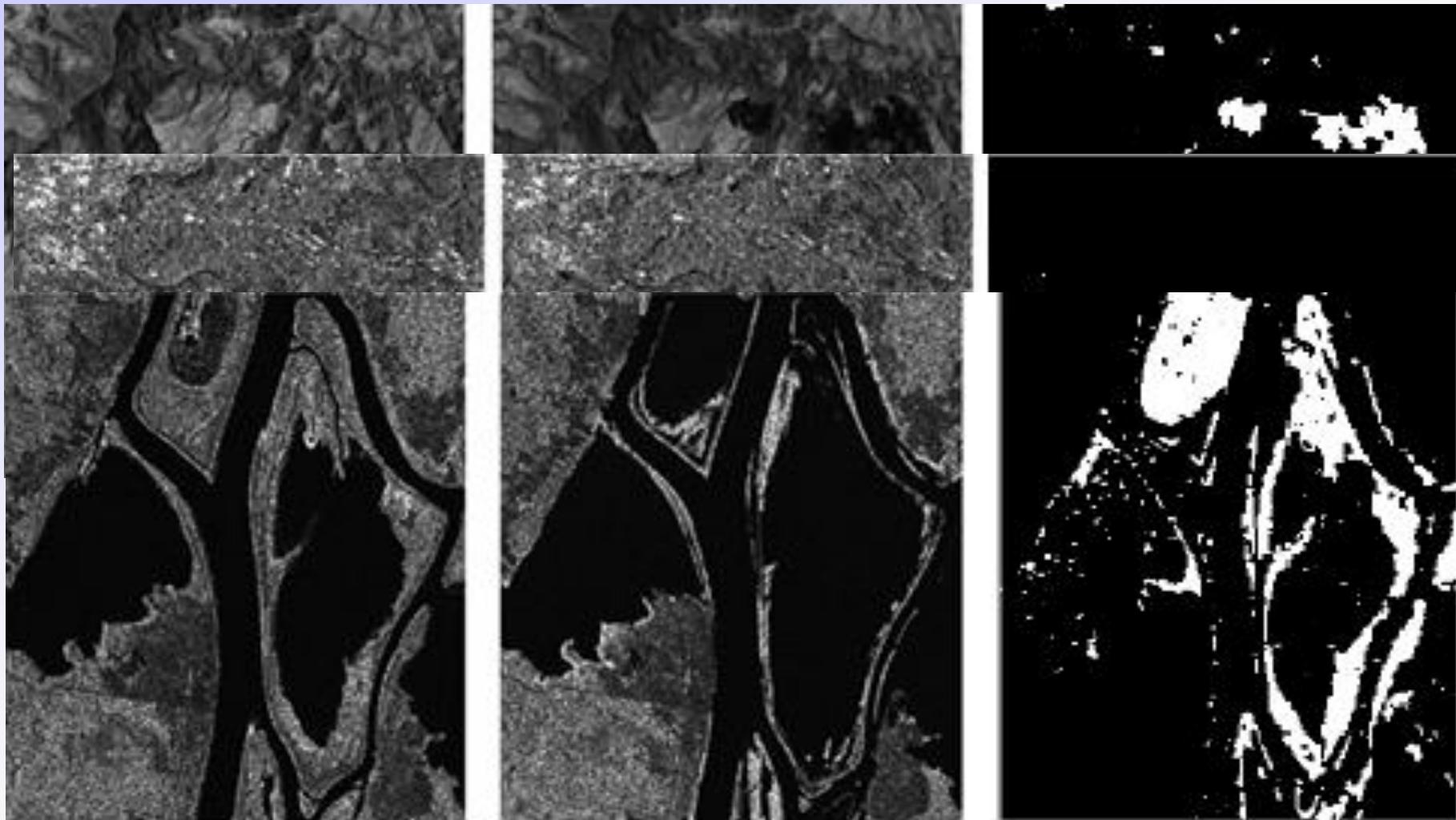


检测结果

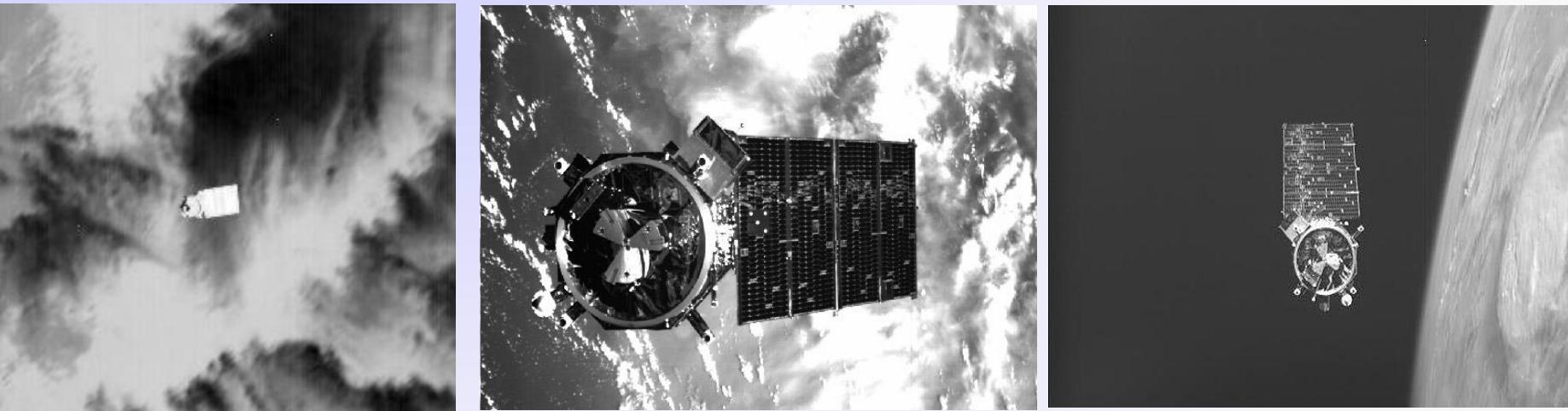


检测结果举例

# 遥感图像中的变化检测：

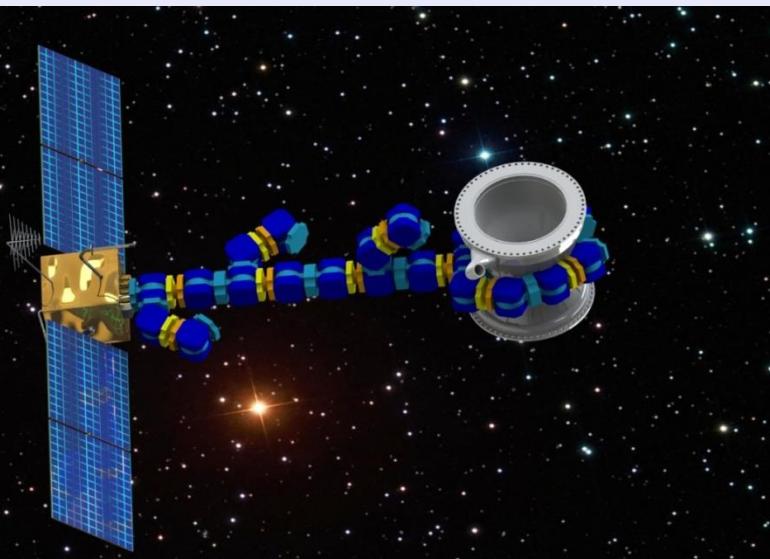
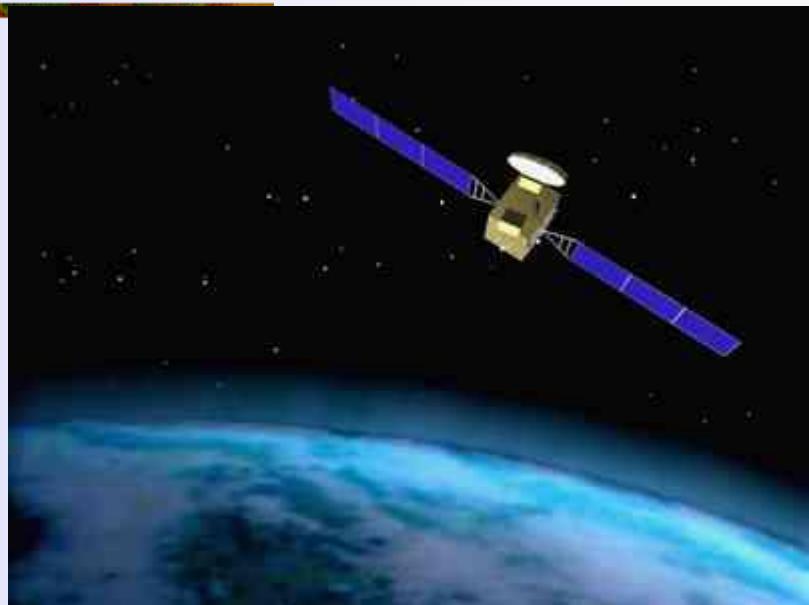


# 空间目标监视与预警：



美国OE计划中拍摄到的红外目标图像和可见光目标图像

# 天基监视与预警系统：





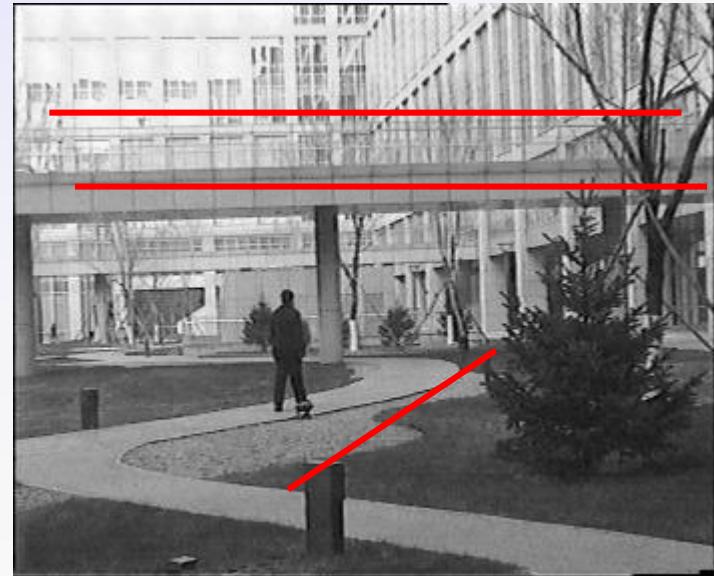
## Uber的无人驾驶汽车



谷歌的无人驾驶汽车



百度的无人驾驶汽车



# 在安防及交通监控系统中的应用



异常动作检测



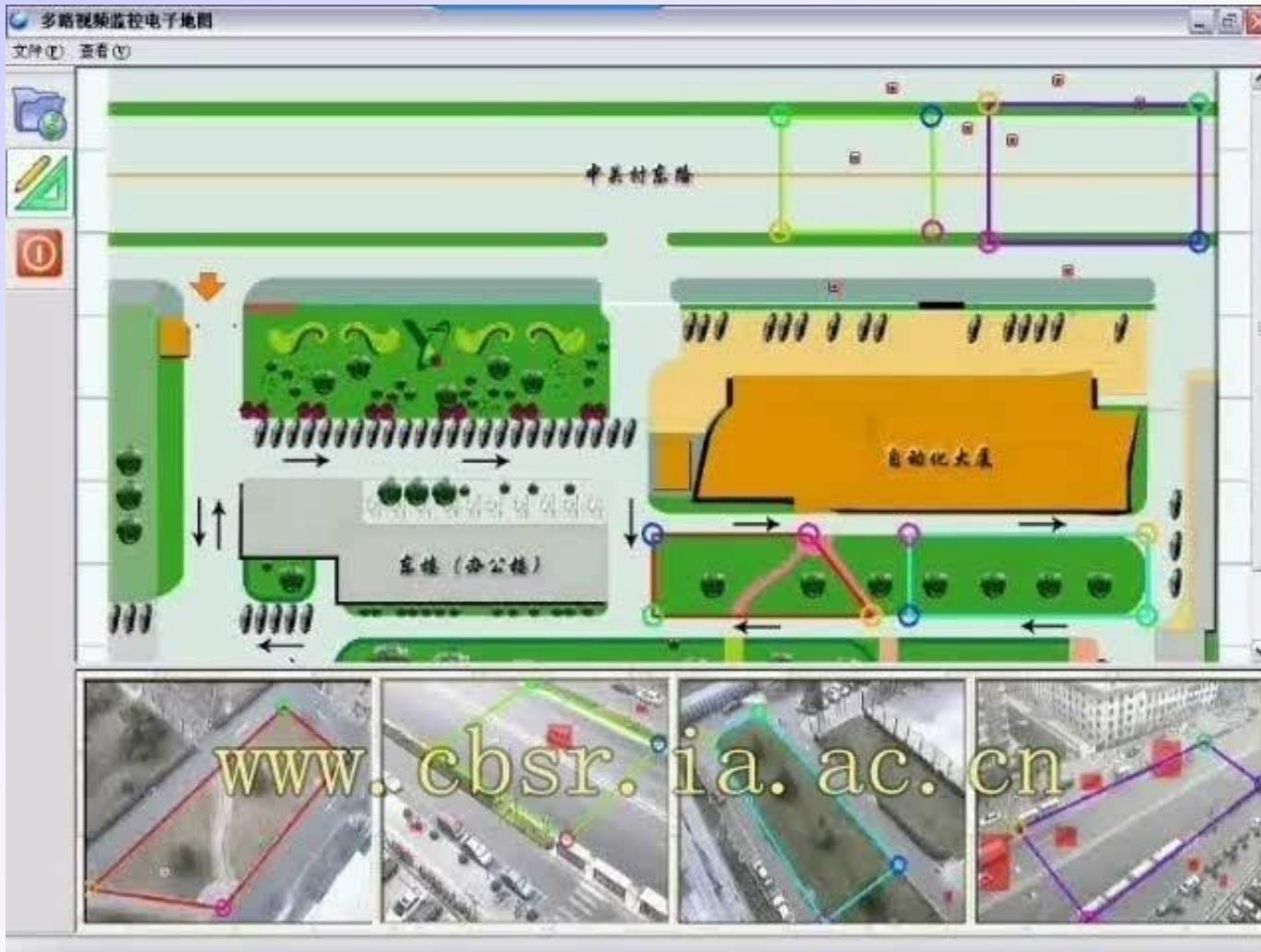
presents

交通流量监测

# 在安防门禁系统中的应用



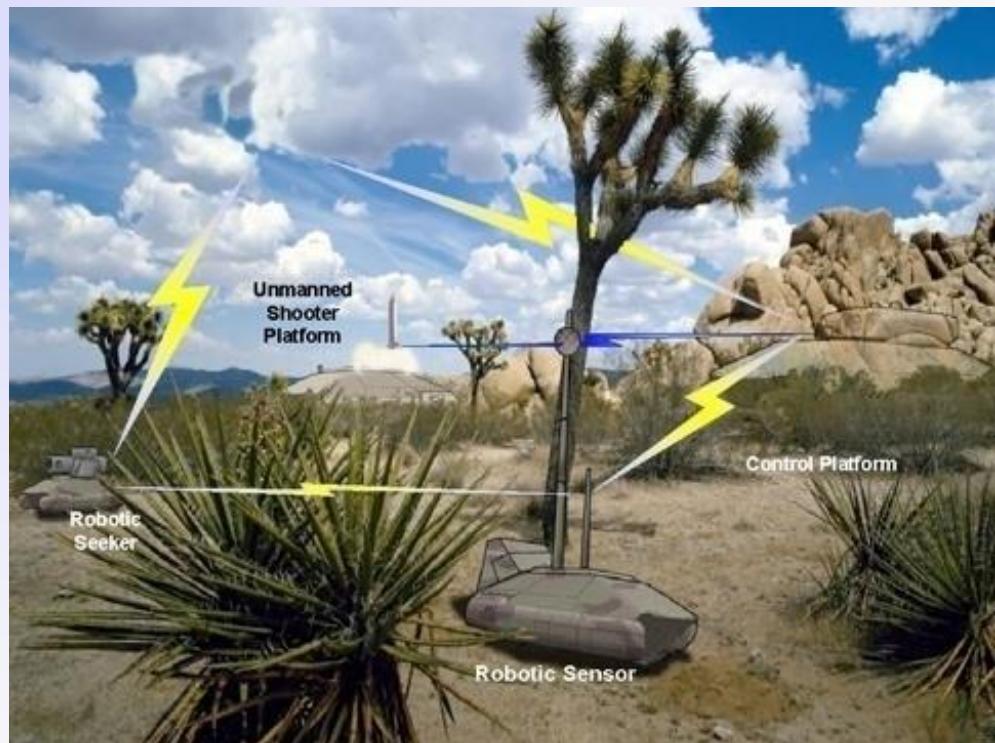
# 在安防监控系统中的应用



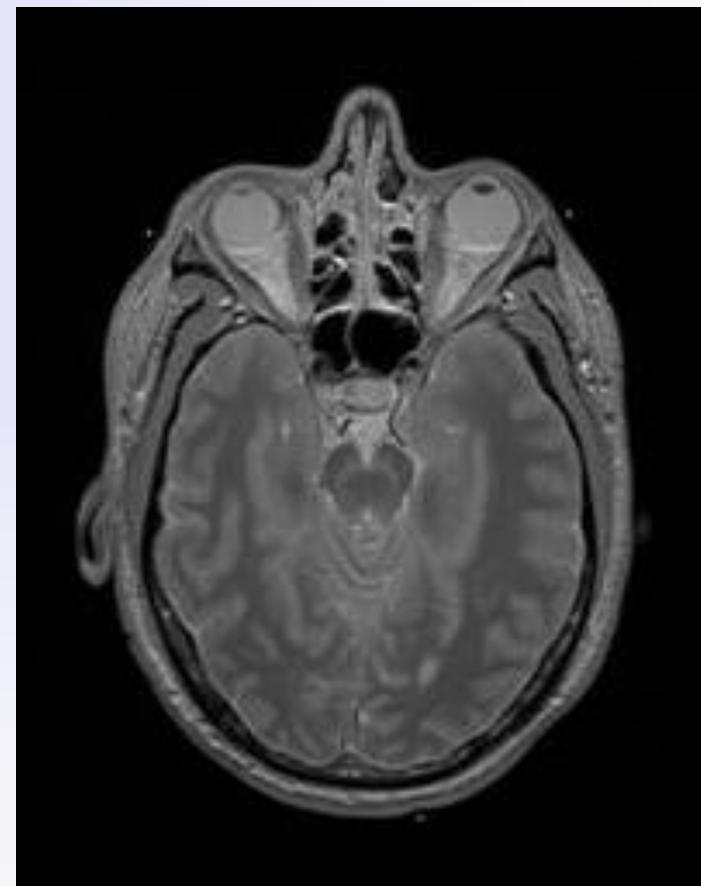
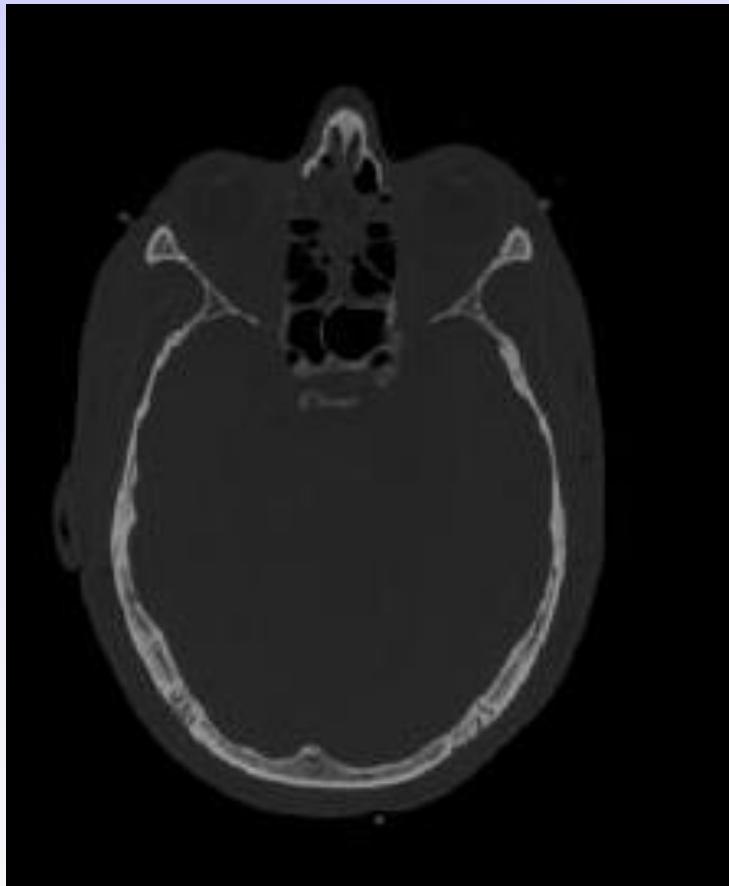
# 用于生产线上具有简单视觉系统的工业机器人系统



# 无人驾驶小车

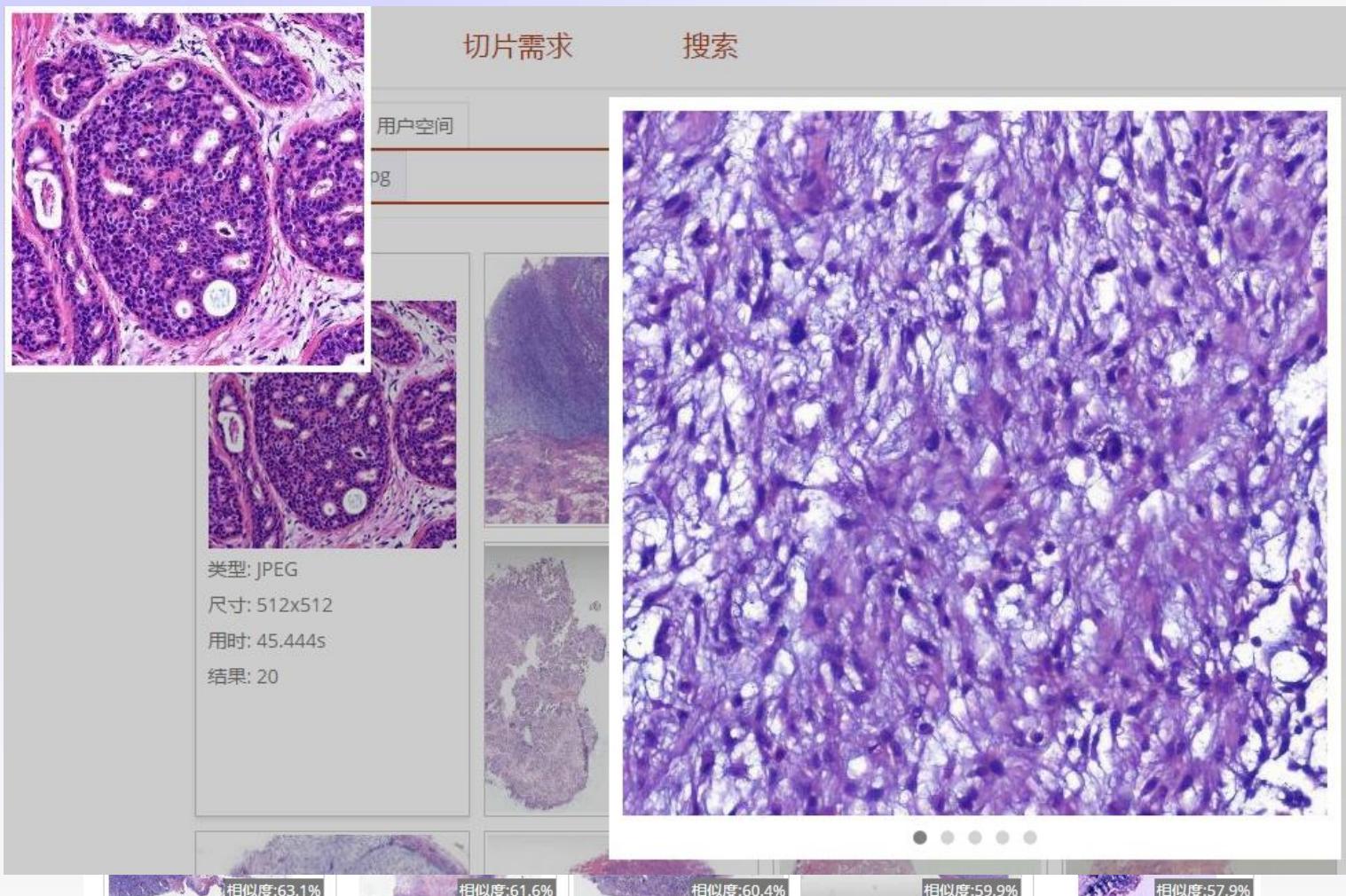


# 可视化人体CT 和 MRI 图像



# 病理图像检索

## ■ 病理切片检索框架



2014年麦克奥迪(厦门)医疗诊断系统有限公司与北航图像中心合作的病理图像检索项目

<http://db3.med.motic.com:8009/MoticGallery/>