

# Image Fusion

## Chapter 1 – Introduction

**Assoc. Prof Xiao Gang**

**Email: [Xiaogang@sjtu.edu.cn](mailto:Xiaogang@sjtu.edu.cn)**

**Office: Aerospace Room.1431**

**Tel/Fax:021-34206192**

**Mobile:13918459696**



# 1.绪论

- 1.1 图像融合基本概念
- 1.2 多源图像融合的基本原理和结构
- 1.3 图像融合研究的发展现状和研究热点
- 1.4 小结



# 1.1 图像融合基本概念

- 多源信息融合 ( Multi-source Information Fusion )
- 多传感器信息融合 ( Multi-sensor Information Fusion )

多源信息融合=多传感器信息融合

多源信息融合=数据融合+图像融合

- 20世纪30年代开始研究 “fusion” - 边缘学科  
( 用机器或者计算机来模仿人及动物的多种感官的感知和认识过程, 没有统一定义和理论 )
- 20世纪70年代: 美国三军组织实验室理事联合会 ( JDL - Joint Directors of Laboratories ) 定义了IF



# 1.1 图像融合基本概念

- Information Fusion **定义一**：

信息融合就是一种多层次、多方面的处理过程，包括对多源数据进行检测、相关、组合和估计，从而提高状态和身份估计的精度，以及战场态势和威胁的重要程度进行适时完整的评价。



# 1.1 图像融合基本概念

- Information Fusion **定义二**：

信息融合就是由多种信息源，如传感器、数据库、知识库和人类本身来获取有关信息，并进行滤波、相关和集成，从而形成一个表示构架，这种构架适合于获得有关决策、对信息的解释，达到系统目标（如目标识别、跟踪）、传感器管理和系统控制等。



# 1.1 图像融合基本概念

- Information Fusion **定义三**：

是指利用计算机进行多源信息处理，从而得到可以综合利用信息的理论和方法，其中也包括了自然界人和动物大脑进行多传感器信息融合机理的探索。



# 1.1 图像融合基本概念

- Information Fusion **研究核心问题**：

信息融合的**关键问题**是提出理论和方法，对具有相似或者不同特征模式的多源信息进行处理，一获得具有相关和集成特性的融合信息。

信息融合的**研究重点**是特征识别和算法，这些算法使得多传感器信息的互补集成，改善不确定环境中的决策过程，解决把数据用于确定共用时间和空间框架的信息理论问题，同时用来解决模糊的和矛盾的问题。



# 1.1 图像融合基本概念

- 信息融合(Information Fusion) 发展的**制约三因素**
  - 信息类型的高度异性（异构）和内容的模糊属性
  - 多源信息的多任务性引入的固有复杂性
  - 缺乏数学工具来统一描述和处理此类复杂问题



# 1.1 图像融合基本概念

- 图像融合(Image Fusion)
  - 属于信息融合范畴
  - 以图像为对象的研究领域
  - 所处理的数据主要是各种图像
  - 通过综合提取各输入图像的信息
  - 形成统一的图像或数据
  - 控制其它系统或指导决策



# 1.1 图像融合基本概念

- 多源图像融合**优点**（1）
  - **扩大系统工作范围**——由各种适用于不同工作环境的传感器组成的多传感器系统能够扩大系统的工作范围。例如，昼夜24小时监视的系统可以通过多种传感器的图像融合而达到目的。
  - **提高系统的可靠性**——从多传感器获取的联合信息能够减少图像中的噪声影响，从而提高图像的质量，减少决策过程中的不确定性因素。多传感器的冗余结构使得在一个或多个传感器失灵时，系统仍能依赖于其它传感器工作，从而提高了系统的鲁棒性。



# 1.1 图像融合基本概念

- 多源图像融合**优点**（2）
  - **获取信息的更高效表示形式**——图像融合能够获取信息的更高效表示形式。例如，在遥感系统中，仅需存储融合以后的图像信息，这比存储各波段的光谱图像更能节省存储空间。
  - **提高系统的性价比**——没有一种独立的传感器可以完成系统所要求的全部功能，即使能将这些要求都施加于一个独立的传感器上，其结果也将是不可接受的性价比。多源图像融合技术可在基本满足系统整体性能要求的情况下降低系统造价。



# 1.1 图像融合基本概念

- 多源图像融合**优点**（3）
  - **降低图像信息的模糊度**——多传感器图像的联合信息降低了目标或者事件的不确定性；
  - **提高了空间分辨率**——多传感器图像的合成可以获得比单一传感器更高的分辨率，提高了对目标检测、跟踪和识别的性能。



# 1.1 图像融合基本概念

- 图像融合应用领域
  - **军事领域**：空、天、地、海战场涉及的目标检测、跟踪和识别及情景感知、态势分析与评估等
  - **民用领域**：对地观测和地理信息系统（遥感）、机场导航、安全监控、智能交通、医学成像与诊断、人类视觉辅助、故障诊断、智能交通、智能制造、工业过程



# 1.2 多源图像融合的基本原理和结构

## ● 图像源分类

多源图像

### 多传感器图像：

成像机理不同的独立传感器获得的图像(不包括遥感图像)

如：前视红外图像和可见光图像  
CT图像和MRI图像  
前视红外图像和毫米波雷达图像

### 遥感多源图像：

成像机理不同的传感器或同种传感器不同工作模式获得的遥感图像

如：SPOT卫星的多光谱图像和全色图像  
Quickbird卫星的多光谱图像和全色图像

### 多聚焦图像：

光学传感器的不同成像方式(指不同聚焦点)获得的图像

### 时间序列（动态）图像：

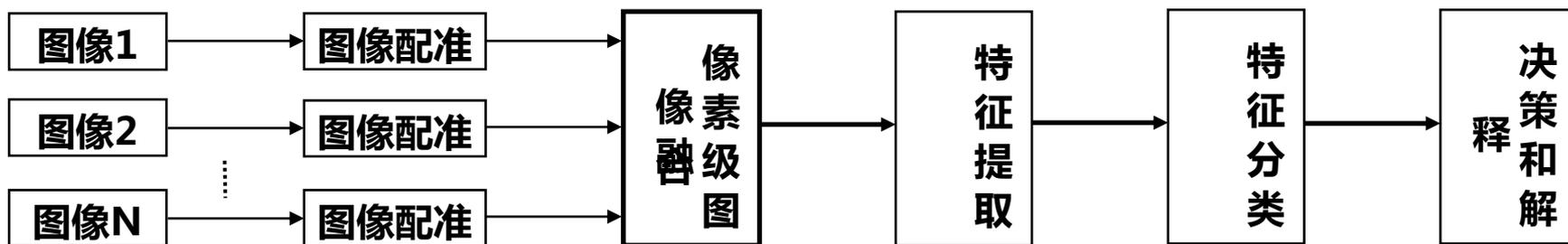
同种成像传感器以相同成像方式在离散时刻拍摄的图像



# 1.2 多源图像融合的基本原理和结构

## ● 多源图像融合层次 - 像素级图像融合

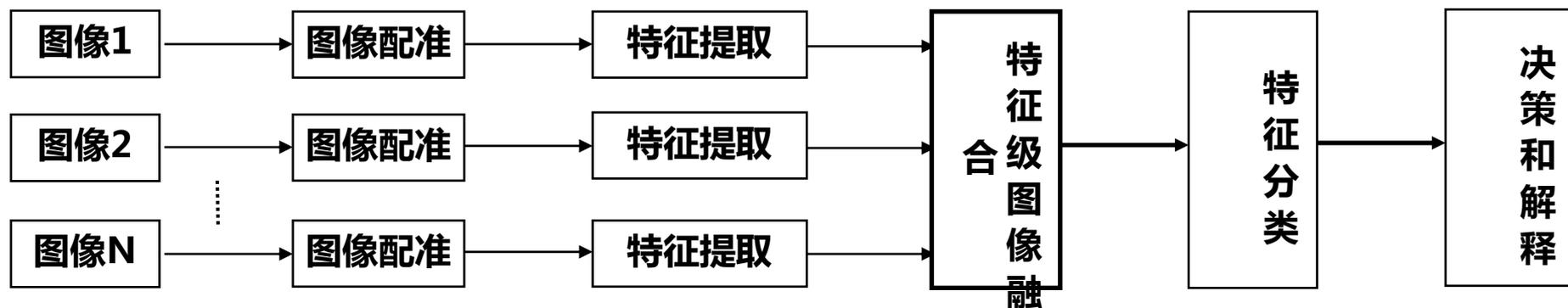
在严格的配准条件下，对多源图像直接进行信息的综合分析。像素级图像融合是在基础层面上进行的信息融合，其主要完成的任务是对多源图像中的目标和背景等信息直接进行融合处理。像素级图像融合是**最低层次**的图像融合，该层次的**融合准确性最高**，能够提供其它层次上的融合处理所不具有的细节信息。但需处理的信息量最大，对设备的要求较高。



# 1.2 多源图像融合的基本原理和结构

## ● 多源图像融合层次 - 特征级图像融合

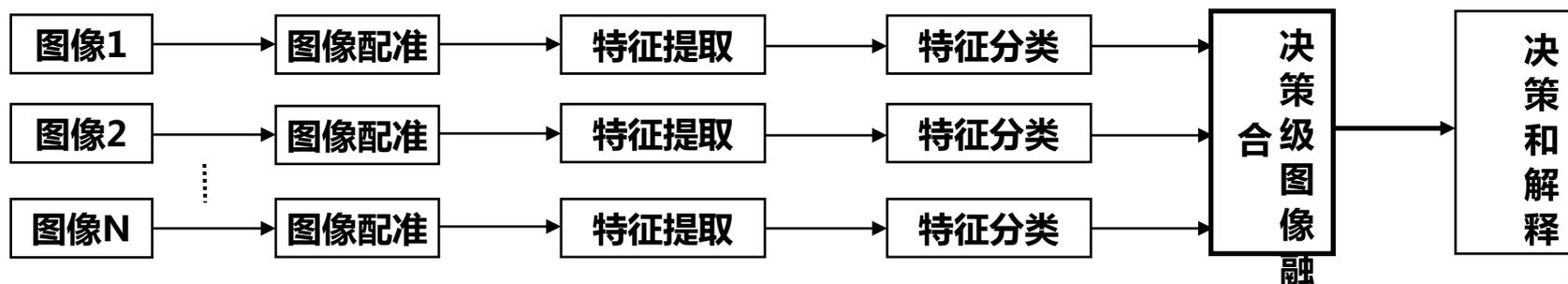
对预处理和特征提取后获取的景物信息如边缘、形状、纹理和区域等信息进行综合与处理。特征级融合是在**中间层次**上进行的信息融合，它既保留了足够数量的重要信息，又可对信息进行压缩，有利于实时处理。



# 1.2 多源图像融合的基本原理和结构

## ● 多源图像融合层次 - 决策级图像融合

根据一定的准则以及每个决策的可信度做出最优决策。决策级融合是最高层次的信息融合。在每个传感器已完成了目标提取与分类之后，融合系统根据一定的准则以及每个决策的可信度做出决策融合处理。此种融合实时性好并且具有一定的容错能力。决策级融合方法主要是基于认知模型的方法，需要大型数据库和专家决策系统进行分析、推理、识别和判决。



# 1.3 图像融合研究发展现状和研究热点

- 20世纪90年代，美国海军在SSN-691(孟菲斯)潜艇上安装了第一套图像融合样机，可使操作人员在最佳位置上直接观察到各传感器的全部图像。在海湾战争中发挥较好作战性能的LANTIRN吊舱就是一种图像融合系统；
- 英国以II类通用组件为基础，研制出具有图像融合功能的双波段热像仪；
- 美国TI公司于1995年开展了前视红外与三代微光图像融合系统集成到先进直升机(AHP)传感器系统研制。



# 1.3 图像融合研究发展现状和研究热点

- 2000年5月，美国波音公司航空电子飞行实验室成功地演示并验证了联合攻击机(JSF)航空电子综合系统的多源信息融合技术和功能。
- 1999年10月4日，由我国和巴西联合研制的“资源一号”卫星发射升空，卫星上安装了我国自行研制的CCD相机和红外多光谱扫描仪，这两种航天遥感器之间可以进行图像融合，
- 在医学领域中，通过多源图像融合可综合不同模态医学图像的优点，从而为医学诊断、人体功能和结构研究提供更充分的信息。例如CT和MRI图像的融合处理已经应用于颅脑放射治疗和颅脑手术可视化中。

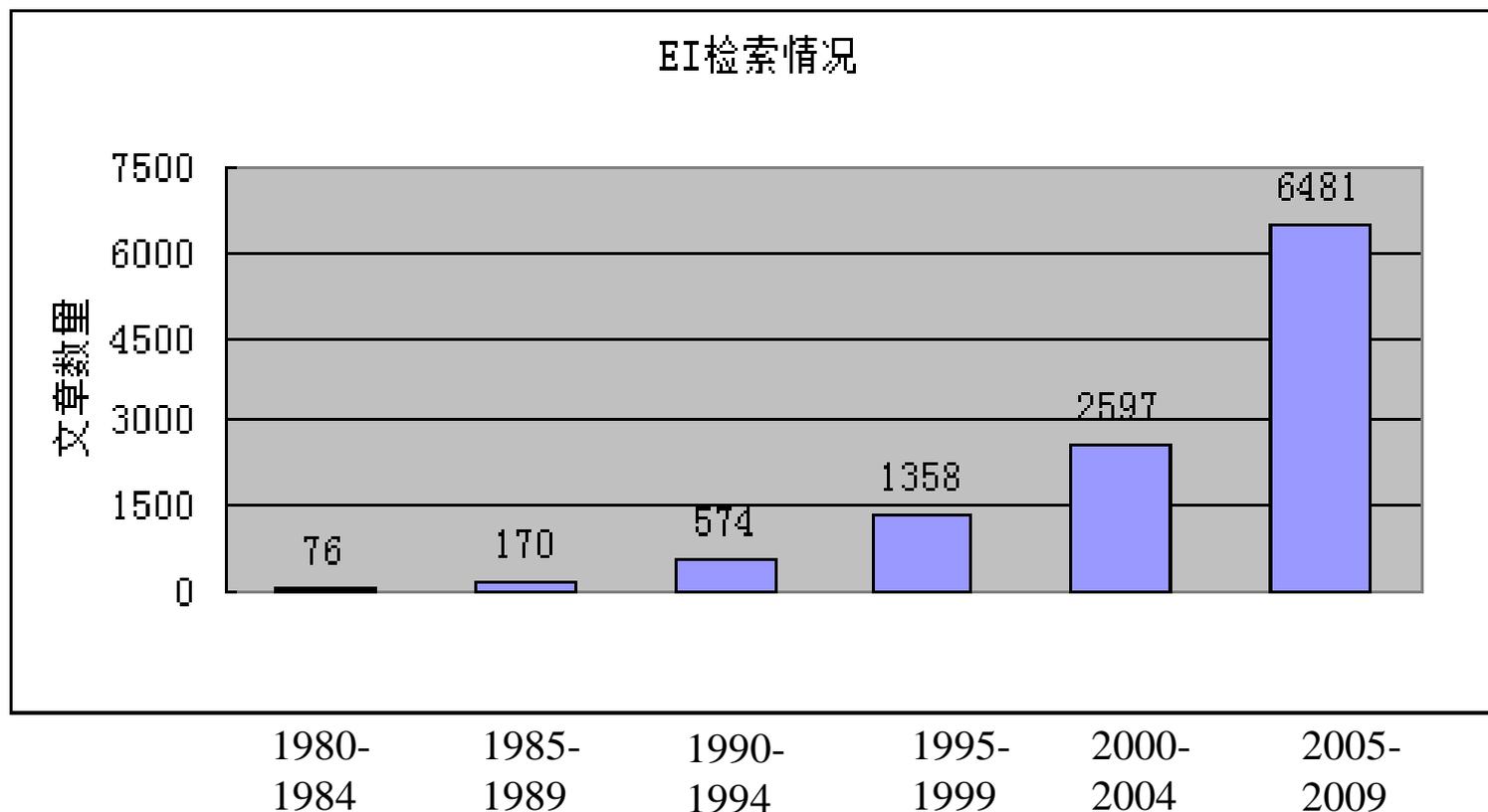


# 1.3 图像融合研究发展现状和研究热点

- 在安检系统中，多源图像融合技术为隐匿武器检查问题提供了很好的解决办法。例如通过融合可见光图像和前视红外图像或毫米波图像可增强隐匿武器的检测能力。
- 在计算机视觉方面，多源图像融合技术可用于对周围环境的情景感知，有助于机器人的导航。



# 1.3 图像融合研究发展现状和研究热点



## 图像融合研究的发展状况

在EI Compendex Web数据库数据库中用“image fusion”作为关键词



# 1.3 图像融合研究发展现状和研究热点

## 图像融合基础理论发展方向及热点

- 随机集理论 - 解决异构数据/图像融合问题
- 压缩感知 ( Compressive Sensing ) 理论 - 非自适应性和抗干扰
- 基于多智能体的协同理论 - 多平台异构问题
- 联合决策与估计的统一理论
- 仿生物机制的信息与图像融合 ( 概率描述和随机集描述 )



# 1.4 小结

- 图像融合已经成为军事、民用领域的研究热点
- 图像融合研究尚处于起步阶段，**理论体系尚未形成，工程应用仍有差距**
- 以遥感图像的民用图像融合技术得到广泛应用，其特点是**静态、非实时**；以军事及民用**动态图像融合**成为当前研究的热点和难点，应用需求巨大
- “三多”（**多平台/多传感器/多时相**）是未来图像融合研究的趋势



- Thanks!
- Questions?

