

Image Fusion

Chapter 9 –CCD and IR Image Fusion System

Assoc. Prof Xiao Gang

Email: Xiaogang@sjtu.edu.cn

Office: Aerospace Room.1431

Tel/Fax:021-34206192

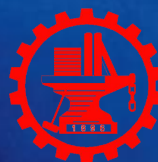
Mobile:13918459696





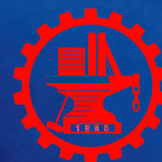
目录

- 第一部分：红外与可见光图像动态数据获取平台方案
- 第二部分：红外与可见光多源动态图像配准算法
- 第三部分：红外与可见光多源动态图像融合算法
- 第四部分：红外与可见光多源动态图像融合评价体系
- 第五部分：红外与可见光多源动态图像融合软件系统





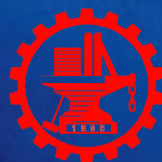
第一部分：红外与可见光图像动态数据获取平台方案





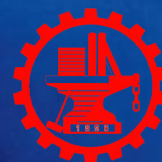
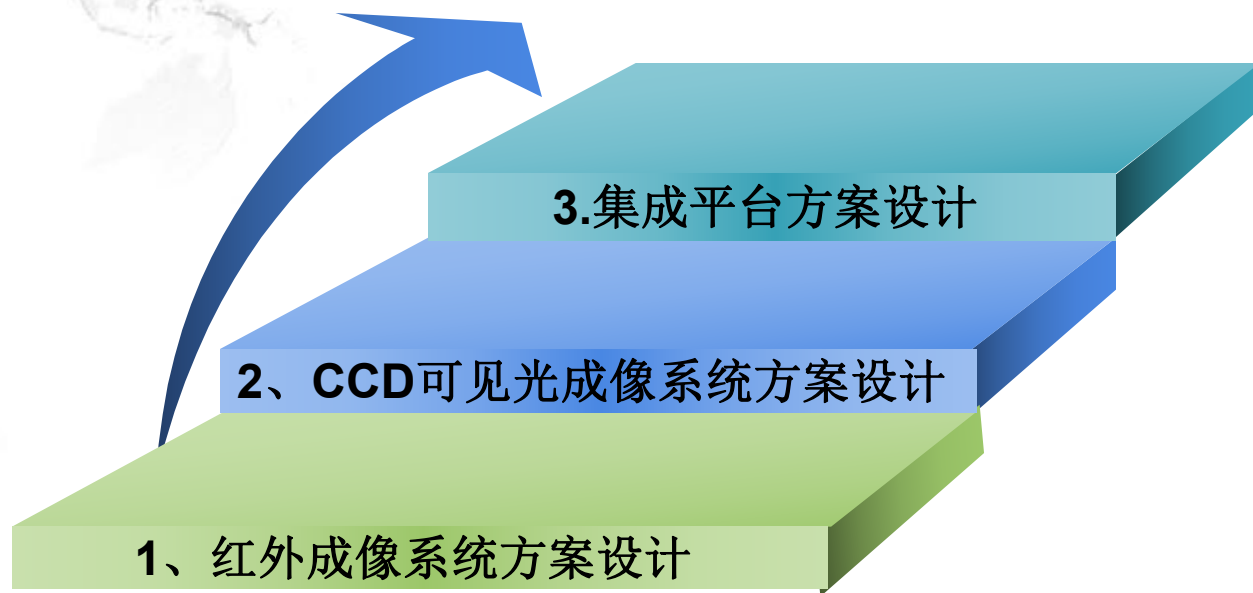
红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

- **成像原理：** 红外和可见光成像技术是一种非接触式的测试技术：红外成像技术可以方便地检测目标发出的不可见热辐射；可见光成像技术是通过吸收目标反射的可见光波段电磁波来实现对目标探测的。
- **应用价值：** 红外与可见光多源动态图像融合技术可用于空地导弹多传感器多源动态图像信息融合，航空电子与机载武器火控系统，军事C⁴ISR系统，多机协同作战，多传感器多目标探测、跟踪、识别与攻击，空中预警以及战略情报处理等。



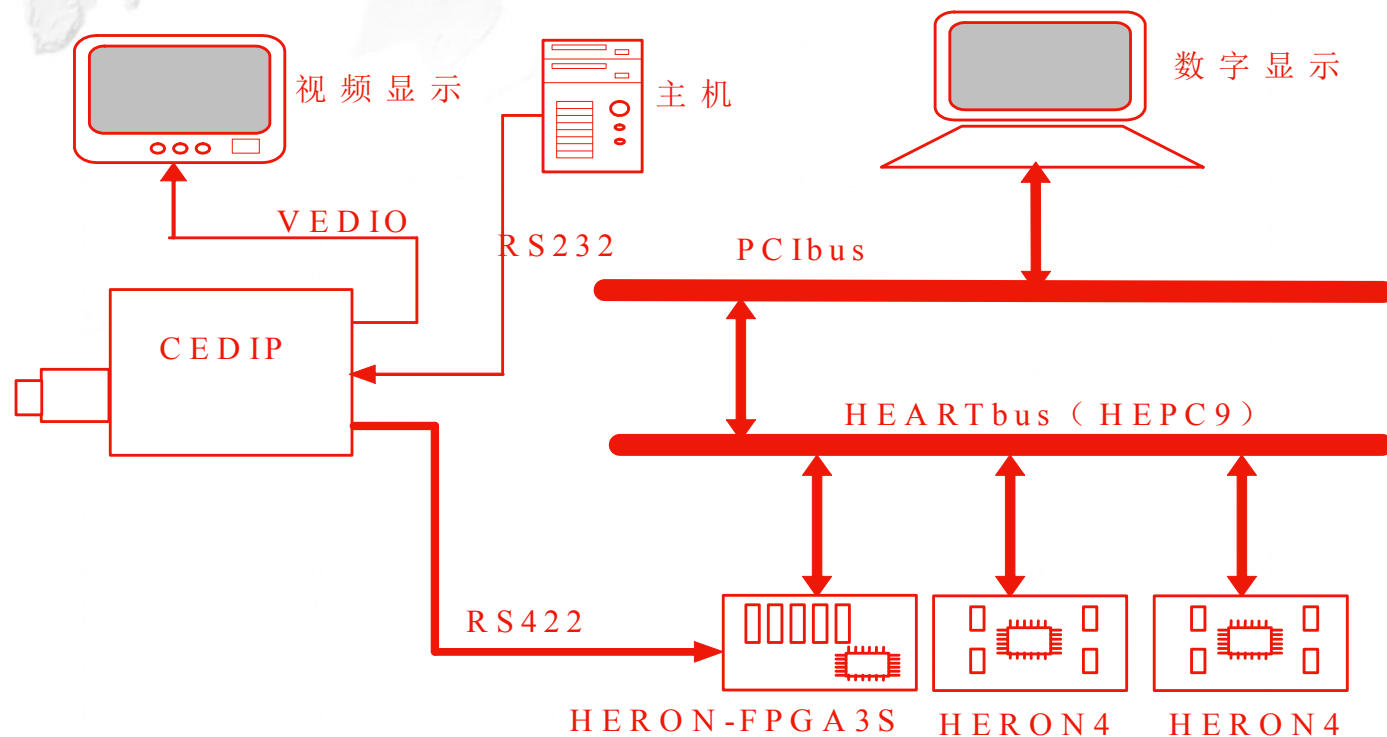
红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

基本框架



红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

1. 红外成像系统方案设计



红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

1. 红外成像系统方案设计

硬件的三个组成部分：

红外成像仪
(采用的是ECDIP集成生产技术)

红外图像的接收和处理部分
(HEPC9和HERON-FPGA3S以及HERON4)

红外图像以及处理后图像的显示部分
(工控机)



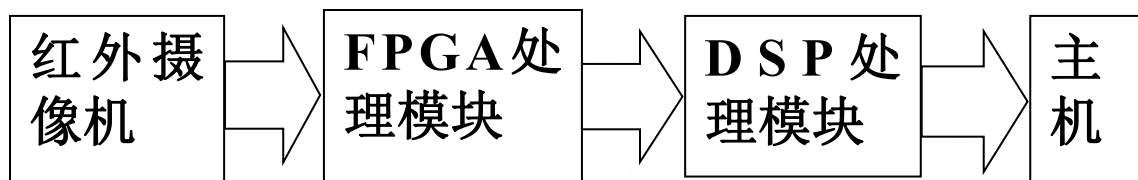


红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

1.1 红外成像系统软件模块设计

高性能红外目标检测、成像与识别软件系统采用**VC++**、**CCS**及**FPGA**的**VHDL**语言编写，运行环境为**Windows 2K professional**的操作系统。

系统数据处理流程：

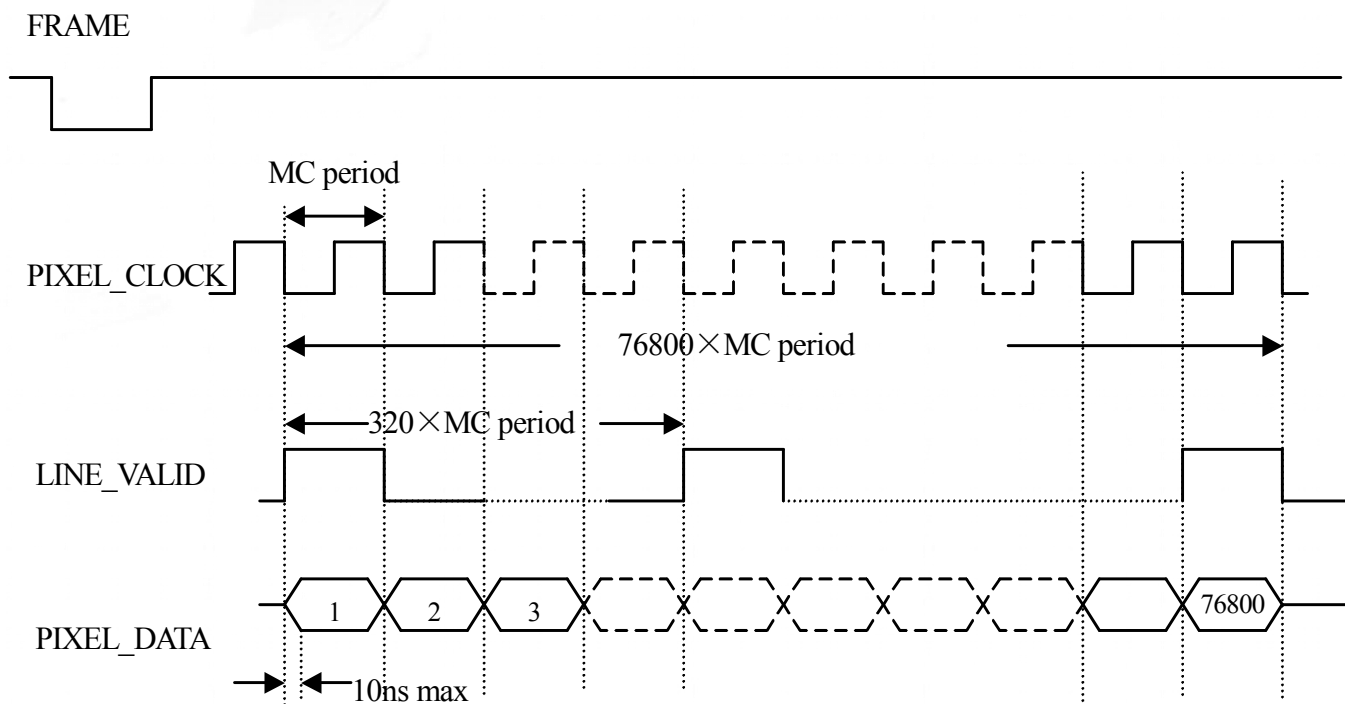




红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

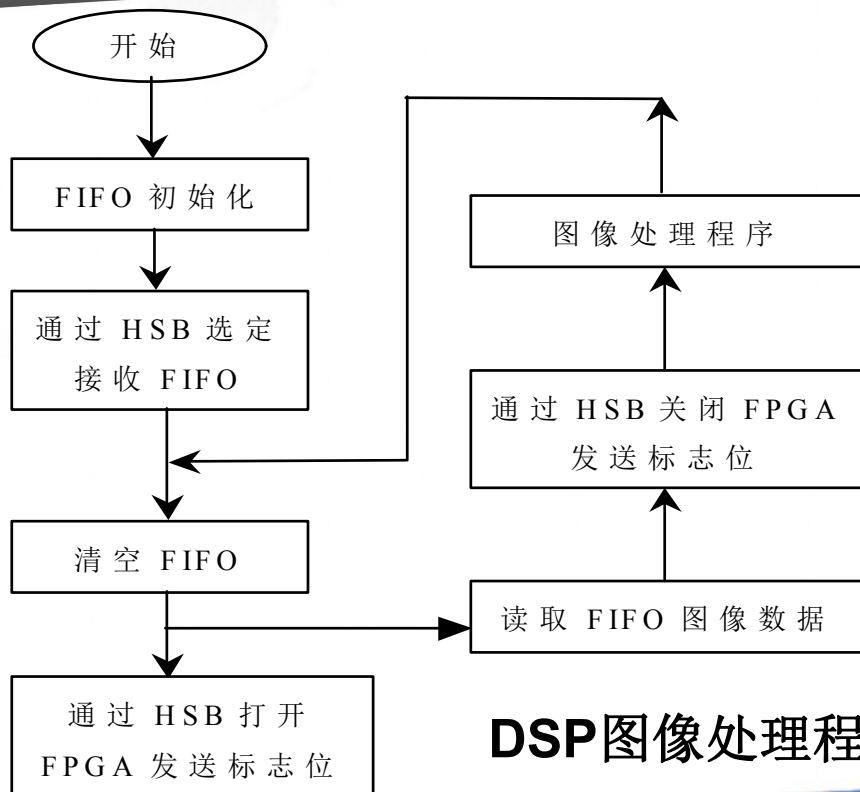
1.2 FPGA图像数据的采集

红外摄像机数字信号时序图



红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

1.3 DSP数字图像处理模块



DSP图像处理程序总体流程图





红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

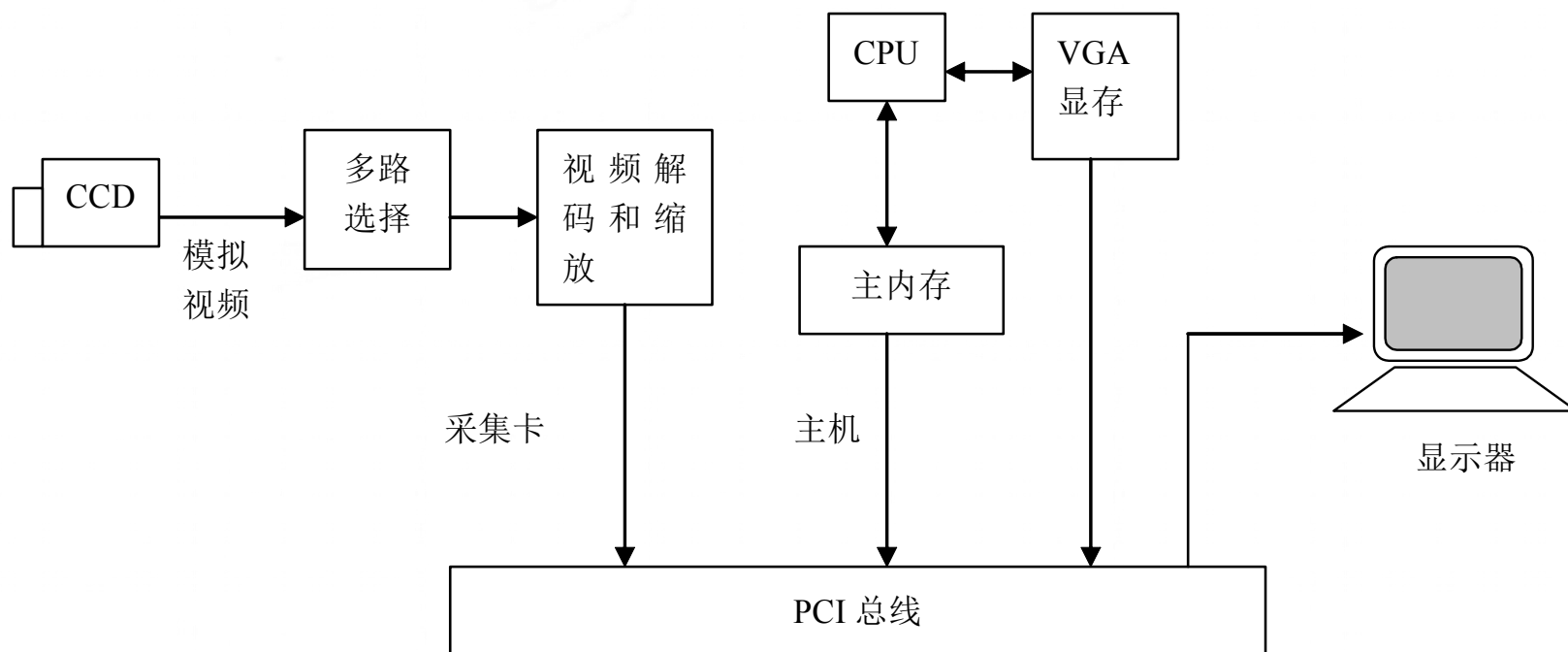
1.4 主机控制显示模块

- 位数转换：红外摄影仪所拍摄的数字图像具有**14位**的像素精度，这对于图像处理精度是有利的。但是，由于无法在一般的显卡上显示超过**256级**灰度的灰度图像，于是就有必要**将14位的高精度图像压缩为8位的灰度图显示**，以达到人机界面显示的功能。
- 精度误差：由于实际图像的灰度往往集中在一段灰度区域上，仅仅对图像灰度作简单的线性映射往往会丢失图像的许多细节信息。为了尽可能的减少由于精度截断引起的信息损失，这里我们采用先灰度均衡再线性映射的方法。



红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

2.CCD可见光系统方案设计



红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

2.CCD可见光系统方案设计

可见光成像传感器采用的是美国**UNIQ**公司的技术，其产品**UM-301**是一种具有近红外**CCD**成像特性可见光成像传感器。在**945nm**波长范围内，**UM-301**探测精度比传统的可见光成像传感器要高出**4**倍。

- UM-301的部分具体参数：
- **CCD**图像传感器：**1/2"**隔行传输**Hyper HAD CCD**
 - 传感器芯片尺寸：**6.4mm×4.8mm**
 - 有效像素（**H×V**）：**752×582**
 - 单位像素尺寸：**8.6μm×8.3μm**
 - 信噪比：**58dB**（**AGC**关闭，**Gamma 1.0**）





红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

2.CCD可见光系统方案设计

图像采集卡V700

V700 是微视公司自主开发的一款高品质专业图像采集卡。支持最多**四路复合视频**输入，支持**S-Video**输入，可稳定接收来自各种视频源的标准视频信号（**PAL**、**NTSC**、**SECOM**），其最高分辨率可达到**768*576**（**PAL**、**SECAM**）或**640*480**（**NTSC**）。

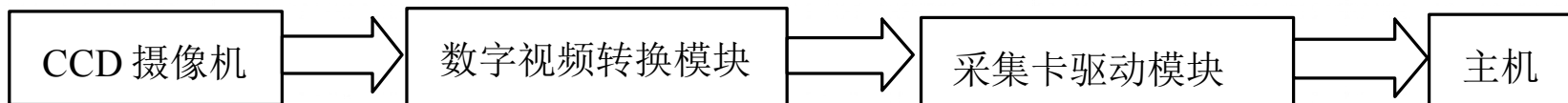


红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

2.CCD可见光系统方案设计

系统模块

模块组成：数字视频转换模块、采集卡驱动模块、主机模块

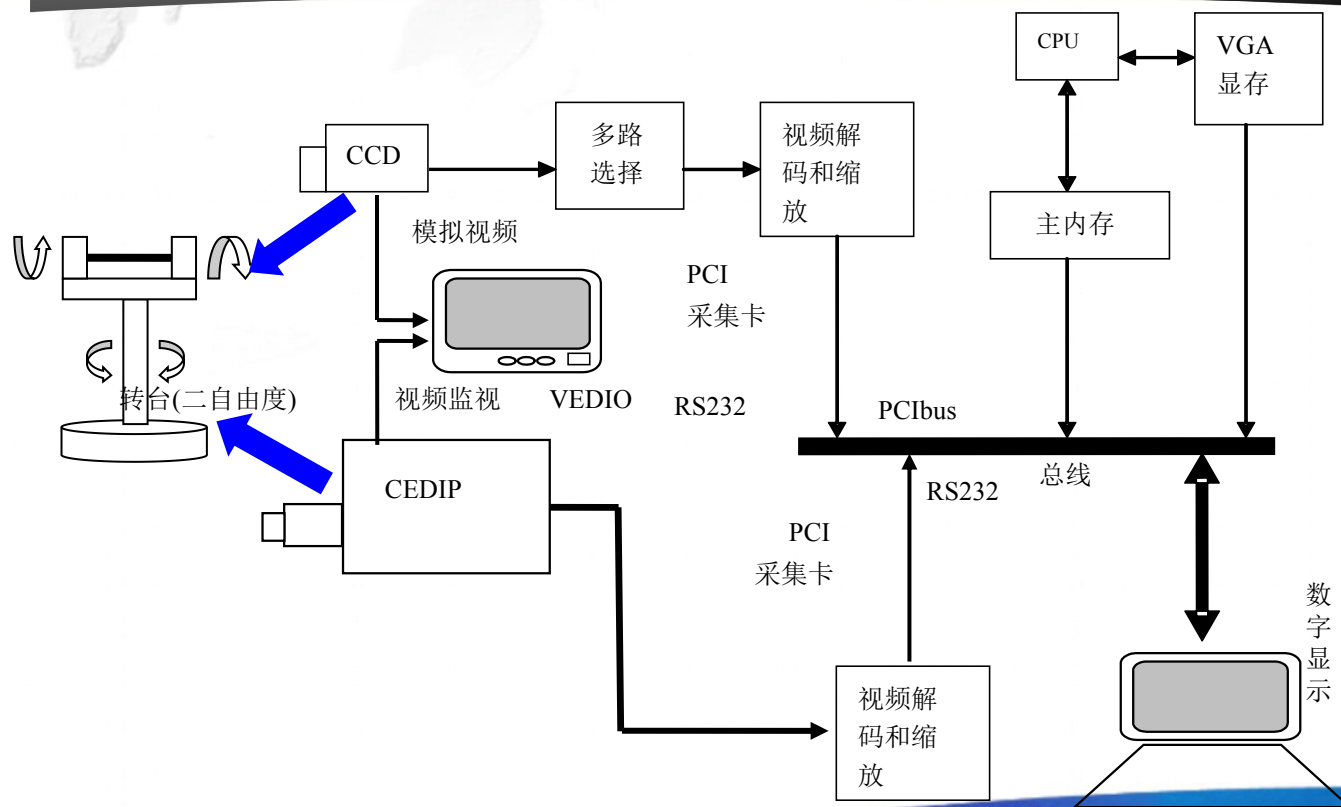


系统数据处理流程



红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

3. 红外与可见光多源动态数据获取集成平台



红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

3.2 PT数控转台

主要技术参数:

参数名称		指标	参数名称		指标
PAN 平台绕铅垂轴回转角度范围		0~320°	TILT 平台绕水平轴回转角度		-90~90°
PAN 平台负载		20kg	TILT 平台负载		5kg
PAN 平台重量		<20kg	TILT 平台重量		<15kg
PAN 平台几何尺寸	台面直径	380mm	TILT 平台几何尺寸	长	300mm
	底座直径	260mm		宽	260mm
	高度	300mm		高	300mm
两轴回转分辨率		0.00036°	两轴最大回转速度		180° /s





红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

3.2 PT数控转台

主要特点:

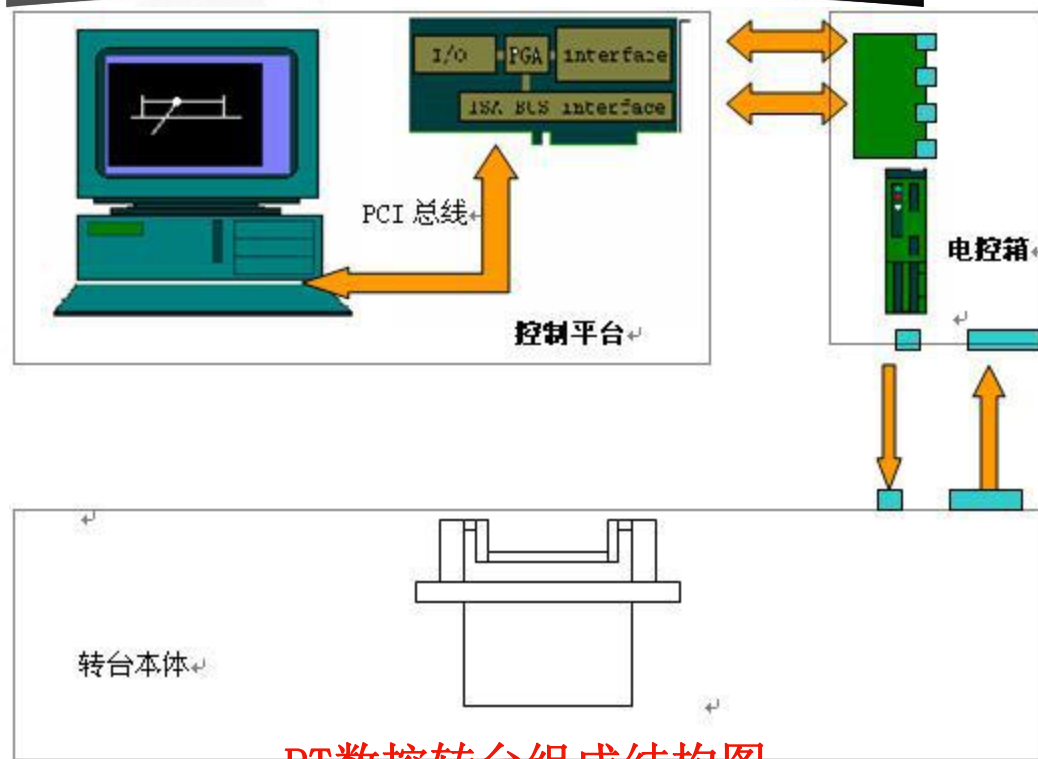
- 台本体采用模块化设计技术，PAN转台和TILT转台为互相独立之模块，拆卸方便，既可独立控制，又可联动控制；
- 采用交流伺服电机驱动和谐波减速器传动，保证了平台不仅低速运行平稳，而且动态响应特性快；
- 控制系统由PC和基于DSP的运动控制器组成，保证了控制系统的开放性和扩展的方便性；
- 控制软件开发平台采用Windows平台，能充分利用各种可视化的开发工具，大大简化试验、研究和开发的进度。

实物图



红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

3.2 PT数控转台



PT数控转台组成结构图



红外与可见光图像多源动态数据获取平台的方案

3.2 PT数控转台

PT数控转台具体硬件组成

一、转台本体：

- 1) 机械结构件（含PAN和TILT）
- 2) 驱动用交流伺服电机（两套）
- 3) 谐波减速器
- 4) 斜齿轮
- 5) 限位开关

二、电控箱：

- 1) 交流伺服驱动器
- 2) I/O接口板
- 3) 开关电源
- 4) 开关、指示灯等电气元件

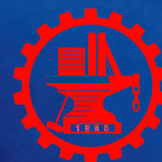
三、控制平台：

- 1) 与IBM PC/AT机兼容的PC机，带PCI插槽
- 2) GT-400-SV-PCI运动控制卡





第二部分：红外与可见光多源动态图像配准算法

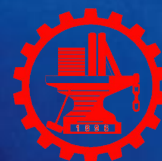




设计报告

红外与可见光多源动态图像配准算法

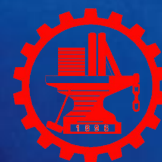
- 针对第一阶段红外与可见光图像多源动态数据，详细开展“红外与可见光多源动态图像配准算法”设计。





红外与可见光多源动态图像配准算法

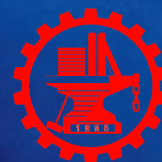
- **图像配准：**图像配准是对取自不同时间、不同传感器或者不同视角的同一场景的两幅图像或者多幅图像进行匹配的过程。
- **配准原因：**不同成像传感器、不同成像模式或不同时间得到的同一场景的图像数据之间存在着相对的平移、旋转、比例缩放以及畸变等关系，在对其进行融合处理时，首先要解决图像间的配准问题。
- **配准目标：**找到自动化程度高、鲁棒性强、适应性好、速度快、精度高的配准算法，求得待配准图像与基准图像间的平移、旋转、比例因子、甚至畸变等参数。





红外与可见光多源动态图像配准算法

基本框架





红外与可见光多源动态图像配准算法

1. 图像配准问题描述

$$I_2(x, y) = g(I_1(f(x, y)))$$
$$(x', y') = f(x, y)$$

其中 f 是二维坐标变换, g 是一维灰度变换。实际应用中灰度变换一般是不需要求取的, 即为:

$$(x', y') = (f_x(x, y), f_y(x, y))$$





红外与可见光多源动态图像配准算法

2. 图像配准基本要素

1

特征空间

从图像中提取出来的用来匹配的信息

2

相似性测度

决定了每一个配准测试中的待配准图像与基准图像之间的相似性

3

搜索空间

能用来校准图像的坐标变换集

4

搜索策略

决定如何在这个空间中选择下一个变换，如何测试并搜索出最优的变换





红外与可见光多源动态图像配准算法

3. 图像配准方法研究



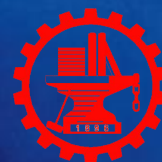


红外与可见光多源动态图像配准算法

配准： 对同一个景物在不同时间、用不同探测器、从不同视角获得的图像，利用图像中公有的景物，通过比较和匹配，找出图像之间的相对位置关系。

图像的差别：

- 不同的分辨率
- 不同的灰度属性
- 不同的位置（平移和旋转）
- 不同的比例尺
- 不同的非线性变形





红外与可见光多源动态图像配准算法

3.2 基于灰度信息的图像配准方法

互相关法

序贯相似度检测匹配法

交互信息法





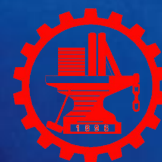
红外与可见光多源动态图像配准算法

互相关法

归一化二维交叉相关函数：
$$C(u, v) = \frac{\sum_x \sum_y T(x, y) I(x - u, y - v)}{\left[\sum_x \sum_y I^2(x - u, y - v) \right]^{\frac{1}{2}}}$$

相关系数：

$$\text{Corr}(I, T) = \frac{\text{cov}(I, T)}{\delta_I \delta_T} = \frac{\sum_x \sum_y [T(x, y) - \mu_T][I(x, y) - \mu_I]}{\left[\sum_x \sum_y (I(x, y) - \mu_I)^2 \sum_x \sum_y (T(x, y) - \mu_T)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$





红外与可见光多源动态图像配准算法

序贯相似度检测匹配法

相似性度量准则：

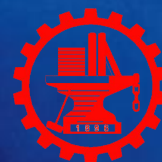
$$E(u, v) = \sum_x \sum_y |T(x, y) - I(x - u, y - v)|$$

归一化后准则定义为：

$$E(u, v) = \sum_x \sum_y |T(x, y) - \hat{T} - (I(x - u, y - v) - \hat{I}(u, v))|$$

整合平方误差：

$$D(u, v) = \sum_x \sum_y [T(x, y) - I(x - u, y - v)]^2$$





红外与可见光多源动态图像配准算法

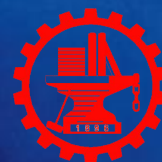
交互信息法

两幅图像的交互信息: $I(a, b) = H(a) + H(b) - H(a, b)$

其中: $H(a) = -\int p(a) \ln p(a) da$

$$H(b) = -\int p(b) \ln p(b) db$$

$$H(a, b) = -\int p(a, b) \ln p(a, b) dadb$$





红外与可见光多源动态图像配准算法

3.3 基于变换域的图像配准方法

思想：利用傅立叶变换，用FFT实现。

图像的平移，旋转和尺度变换方程为：

$$f_2(x, y) = f_1(xr \cos \theta + yr \sin \theta - x_0, -xr \sin \theta + yr \cos \theta - y_0)$$

傅立叶变换：

$$F_2(u, v) = F_1(ur \cos \theta + vr \sin \theta, -ur \sin \theta + vr \cos \theta) * \exp(-j2\pi(ux_0 + vy_0))$$

上式取模：

$$M_2(u, v) = M_1(ur \cos \theta + vr \sin \theta, -ur \sin \theta + vr \cos \theta)$$





红外与可见光多源动态图像配准算法

3.4 基于特征的图像配准方法

步骤:

- 1. 特征提取，根据图像性质提取适用于图像配准的几何或灰度特征。
- 2. 特征匹配，将两幅待配准图像中提取的特征作一一对应，删除没有对应的特征。
- 3. 图像转换，利用匹配好的特征代入符合图像形变性质的图像转换（仿射、多项式等）以最终配准两幅图像。

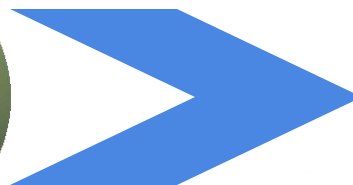




红外与可见光多源动态图像配准算法

4. 本课题采用的配准算法方案

一、特征点的选取



二、仿射变换





4.1 特征点的选取

特征点：

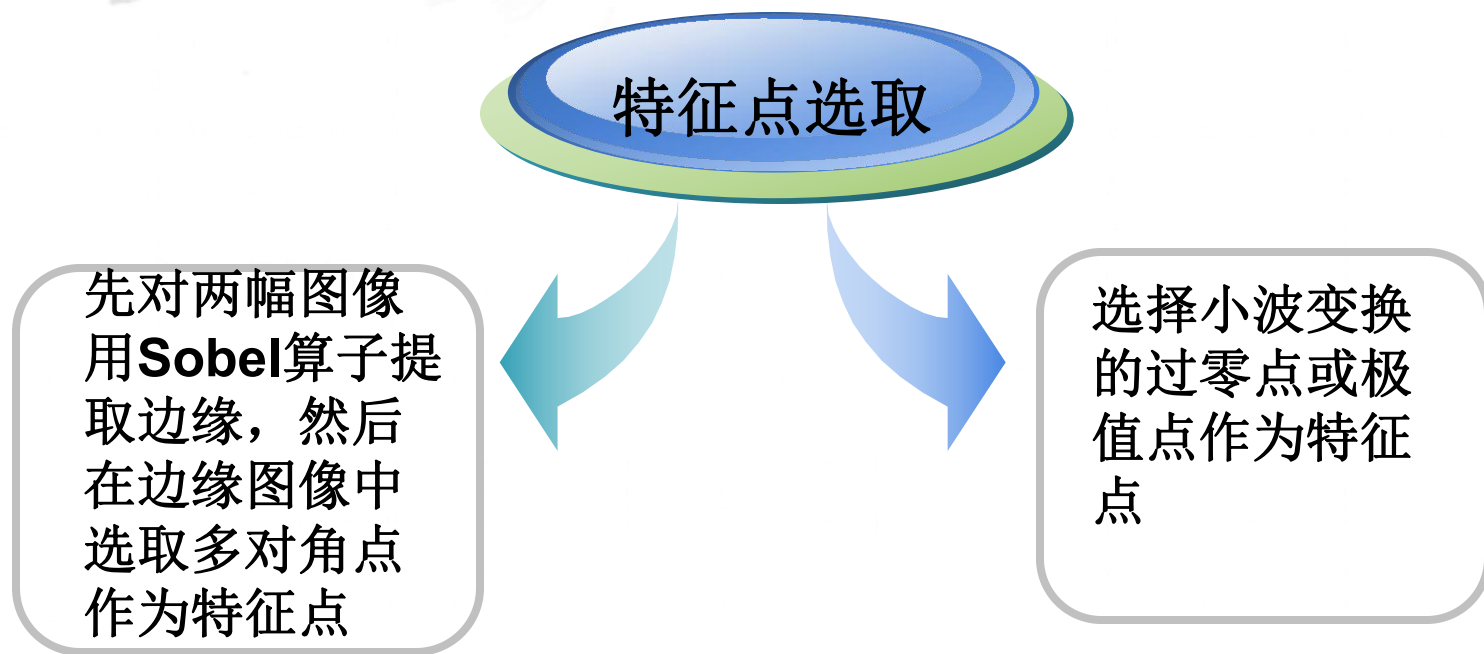
- ①在可见光和红外图像中处于同一位置；
- ②在图像中均匀分布；
- ③位于高对比度区域；
- ④在其周围区域是独特的。





红外与可见光多源动态图像配准算法

4.1 特征点的选取





红外与可见光多源动态图像配准算法

Sobel算法

算法的主要步骤

- ①.分别将两个方向模板沿着图像从一个像素移到另一个像素，并将模板的中心像素与图像中的某个像素位置重合；
- ②.将模板内的系数与其对应的图像像素值相乘；
- ③.将所有乘积相加；
- ④.将两个卷积的最大值，赋给图像中对应模板中心位置的像素，作为该像素的新灰度值；
- ⑤.取适当的阈值 TH ，若像素新灰度值 $\geq TH$ ，则判断该像素点为边缘点。





红外与可见光多源动态图像配准算法

小波变换

思想：由于图像边缘是信号变化最剧烈处，所以其位置可认为是信号的小波变换的过零点或极值点等

基本小波：

$$\psi^{(2)}(t) = \frac{d^2 \theta}{dt^2} = \frac{t^2 - \sigma^2}{\sigma^4} e^{-\frac{t^2}{2}}$$





红外与可见光多源动态图像配准算法

4.2 仿射变换

模型:
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$$

最小二乘法:
$$\begin{cases} AW = X' \\ BW = Y' \end{cases}$$

其中: $A = (a_{11}, a_{12}, b_1)$ $Y = (Y_1' Y_2' \cdots Y_M')$ $W = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 & \cdots & X_M \\ Y_1 & Y_2 & \cdots & Y_M \\ 1 & 1 & \cdots & 1 \end{pmatrix}$
 $B = (a_{21}, a_{22}, b_2)$ $X = (X_1' X_2' \cdots X_M')$

可解得: $A = X' W^T (W W^T)^{-1}$ $B = Y' W^T (W W^T)^{-1}$





红外与可见光多源动态图像配准算法

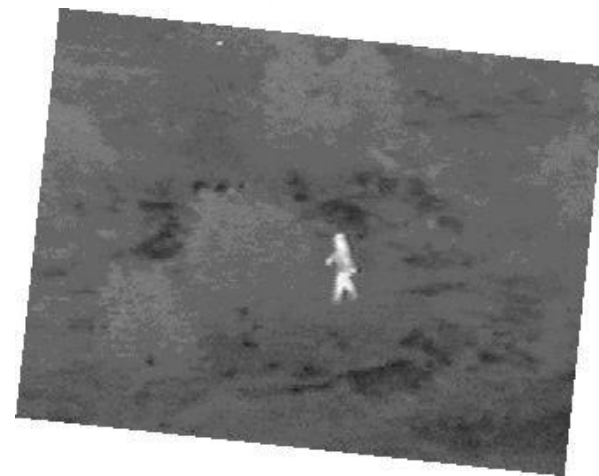
4.3 配准仿真实验结果



CCD可见光图像

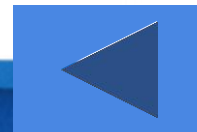


红外图像



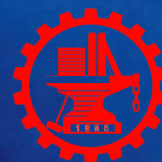
配准后的红外图像

变换过程：原红外图像顺时针旋转的角度为 6.12°





第三部分：红外与可见光多源动态图像融合算法





红外与可见光多源动态图像融合算法

1. 背景和意义

- **图像融合：** 利用不同输入信道图像信息的互补性和冗余性，采用一定的算法，把两个或多个不同图像融合成一幅新的图像，从而使融合的图像具有更加丰富的信息量。



红外与可见光多源动态图像融合算法

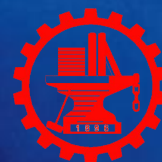
红外成像特点

优点：

- ◆能全天候工作
- ◆可以揭露伪装
- ◆能获取目标所处状态信息

缺点：

- ◆边缘模糊、图像不清晰、对比度差
- ◆只敏感于场景的红外辐射，而对场景的亮度变化不敏感



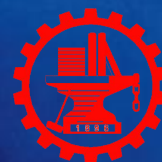


红外与可见光多源动态图像融合算法

可见光成像特点

可提供更多的场景细节信息，它反映的是地物在可见光波段的反射特性，所成图像符合人类的视觉特性，容易被人接受。

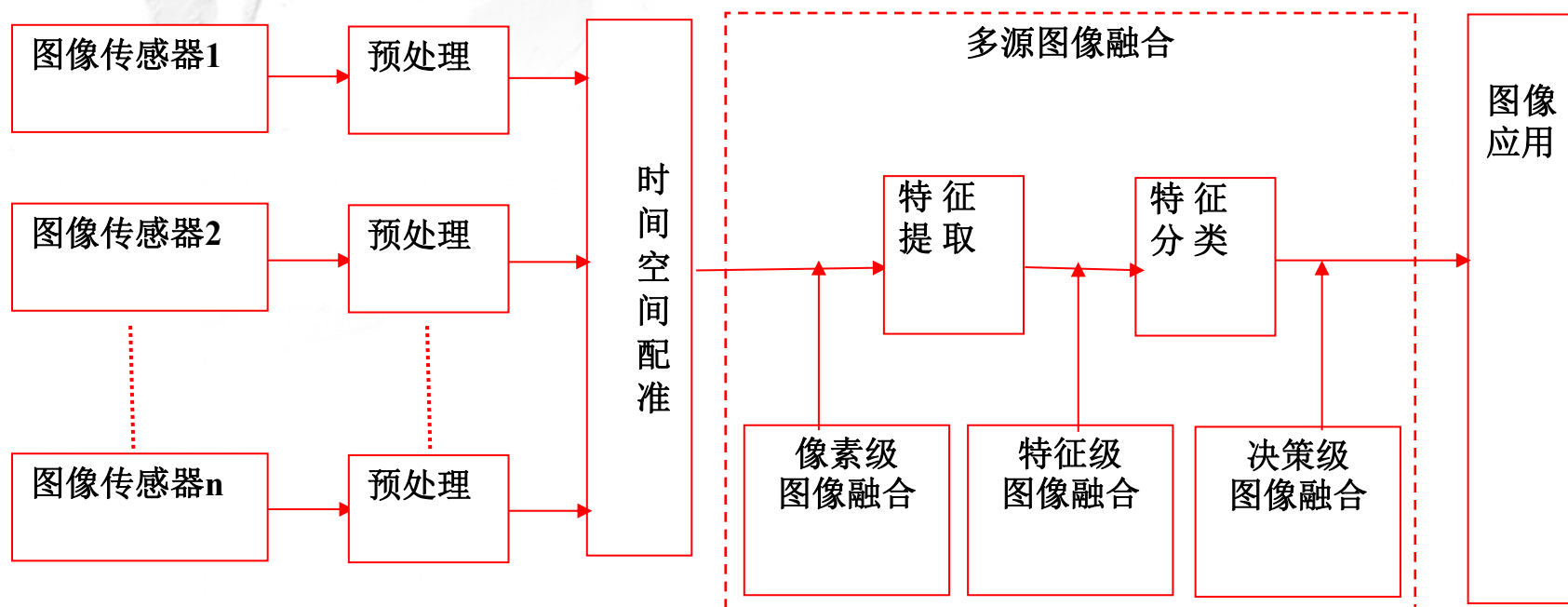
只敏感于场景的亮度变化，而与场景的热对比度无关。





红外与可见光多源动态图像融合算法

2. 基本原理和结构



多源图像融合的原理和流程图





红外与可见光多源动态图像融合算法

2. 基本原理和结构

图像融合层次

决策级

特征级

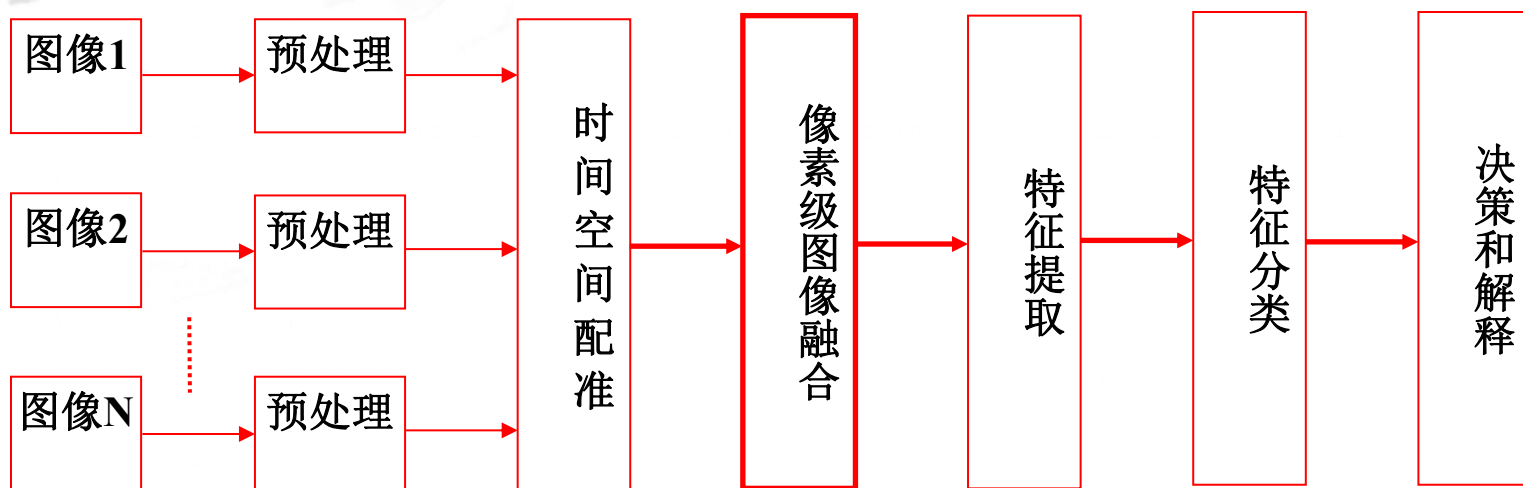
像素级





红外与可见光多源动态图像融合算法

2. 基本原理和结构



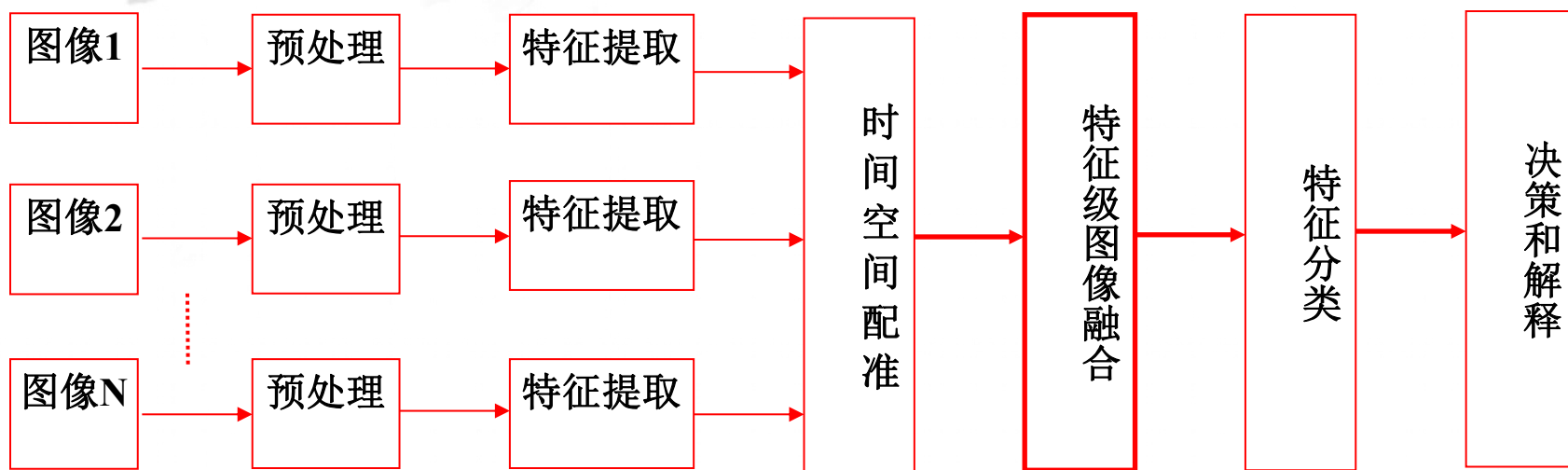
像素级图像融合处理的结构





红外与可见光多源动态图像融合算法

2. 基本原理和结构



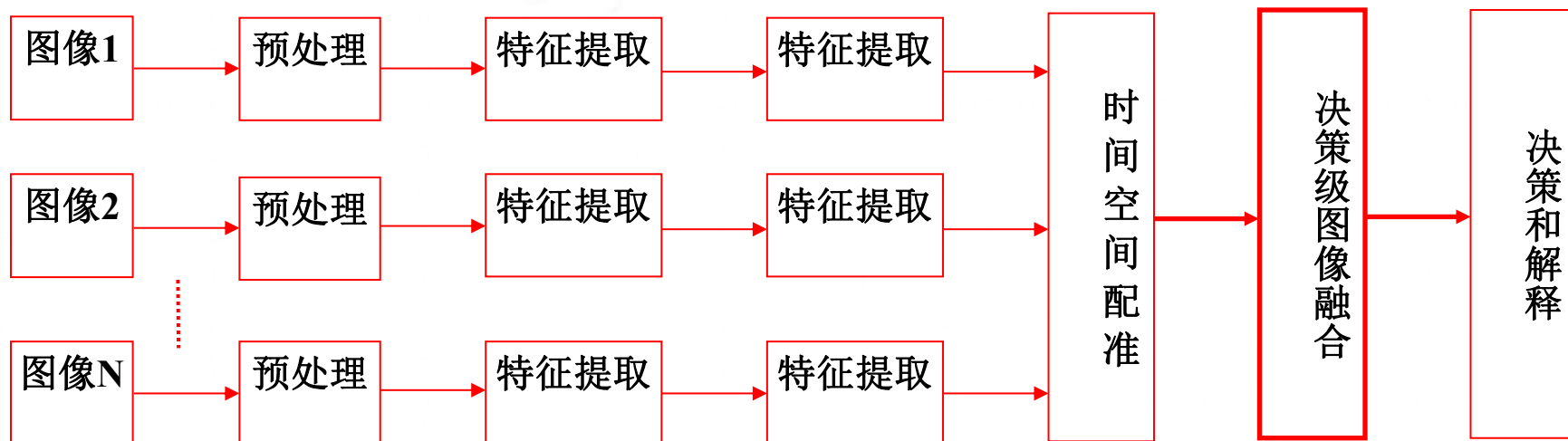
特征级图像融合处理的结构





红外与可见光多源动态图像融合算法

2. 基本原理和结构



决策级图像融合处理的结构

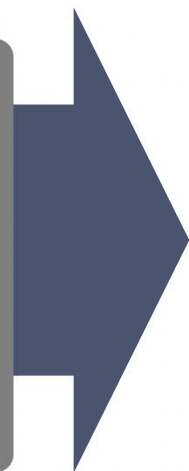




红外与可见光多源动态图像融合算法

3. 多源图像融合算法

融合算法



像素级融合算法

特征级融合算法

决策级融合算法





红外与可见光多源动态图像融合算法

3. 多源图像融合算法

像素级融合算法

空间域:

1. 加权融合和主成分分析
2. 假彩色图像融合
3. 基于调制的图像融合
4. 基于统计的图像融合
5. 基于神经网络的图像融合

变换域:

1. 基于金字塔变换
2. 基于小波变换
3. DCT变换
4. 曲波 (Curvelet) 变换





红外与可见光多源动态图像融合算法

3. 多源图像融合算法





红外与可见光多源动态图像融合算法

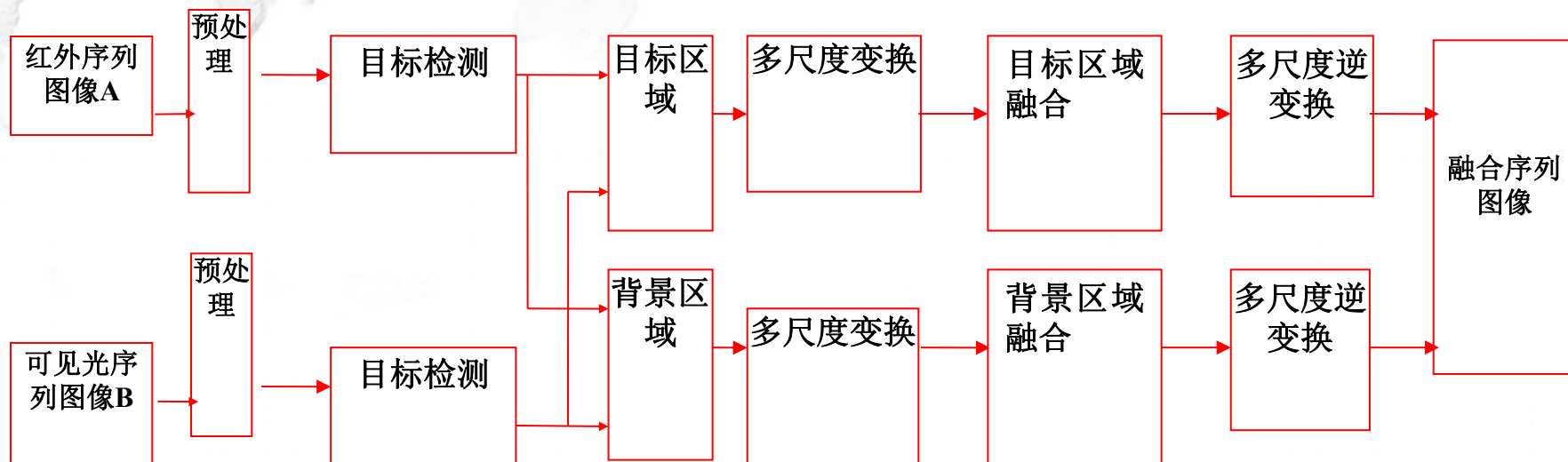
3. 多源图像融合算法





红外与可见光多源动态图像融合算法

4. 多源动态图像融合



多源动态图像融合体系

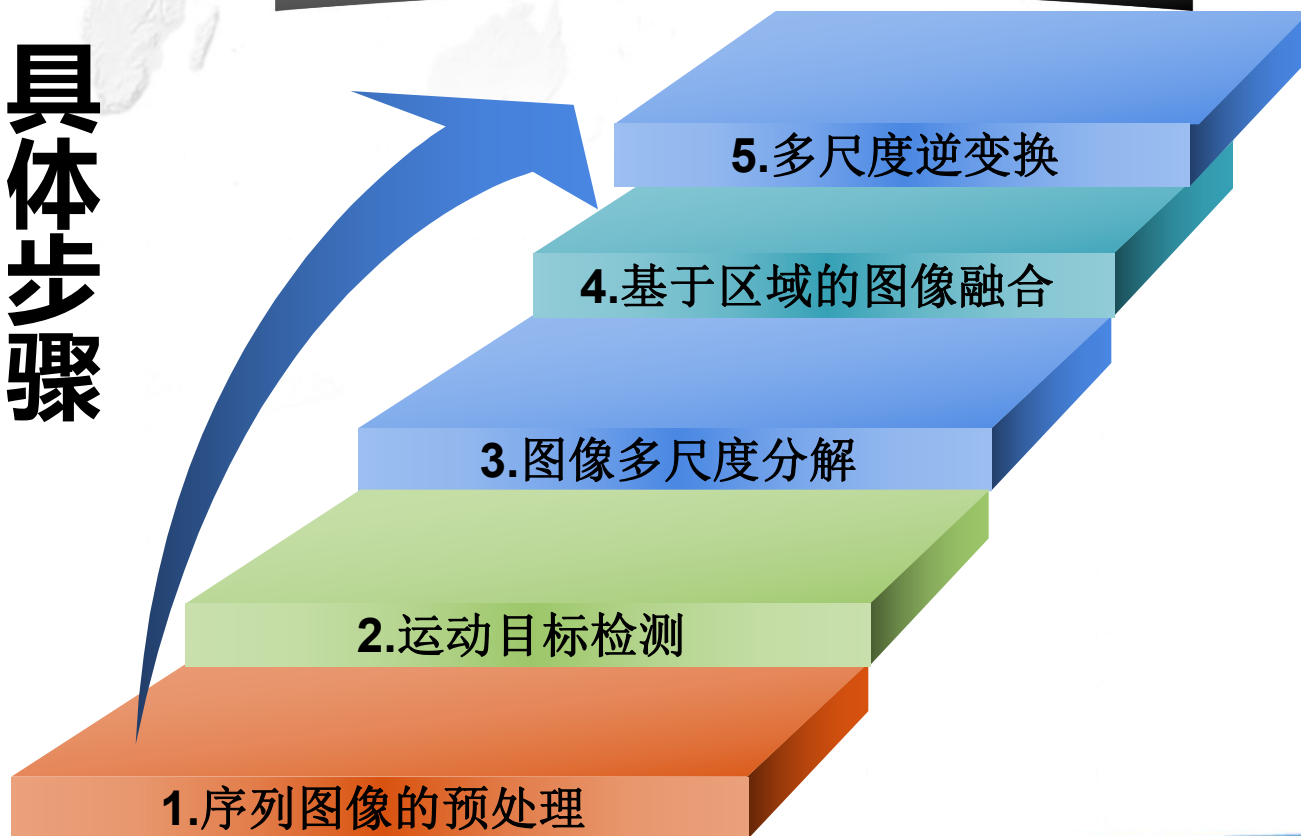




红外与可见光多源动态图像融合算法

4. 多源动态图像融合

具体步骤





红外与可见光多源动态图像融合算法

4. 多源动态图像融合

多源
动态
图像
融合
算法

离散小波框架变换 (DWF)

双树复小波变换 (DT-CWT)

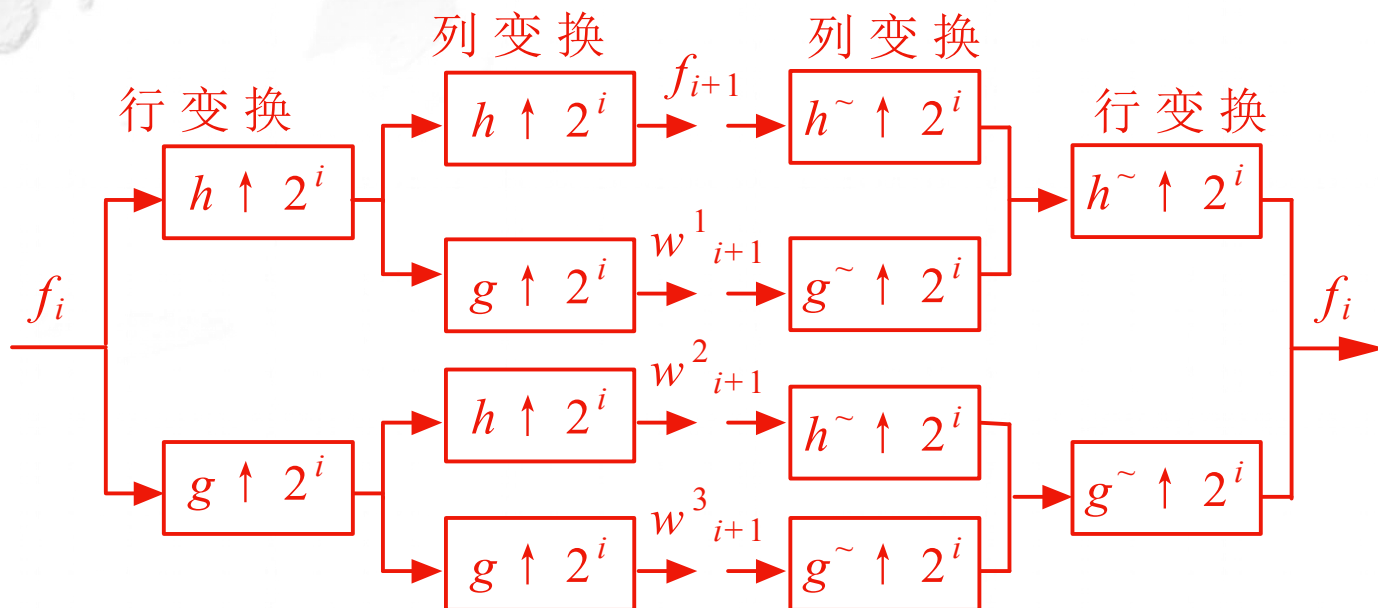
有限冗余离散小波变换 (LRDWT)





红外与可见光多源动态图像融合算法

4. 多源动态图像融合



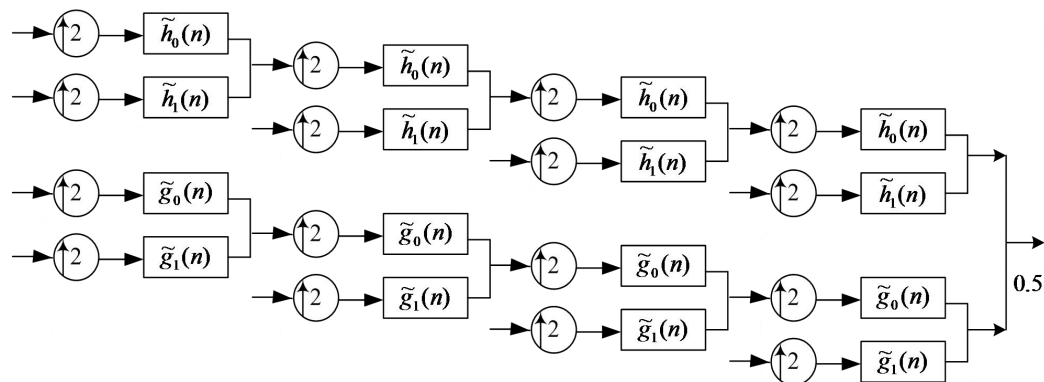
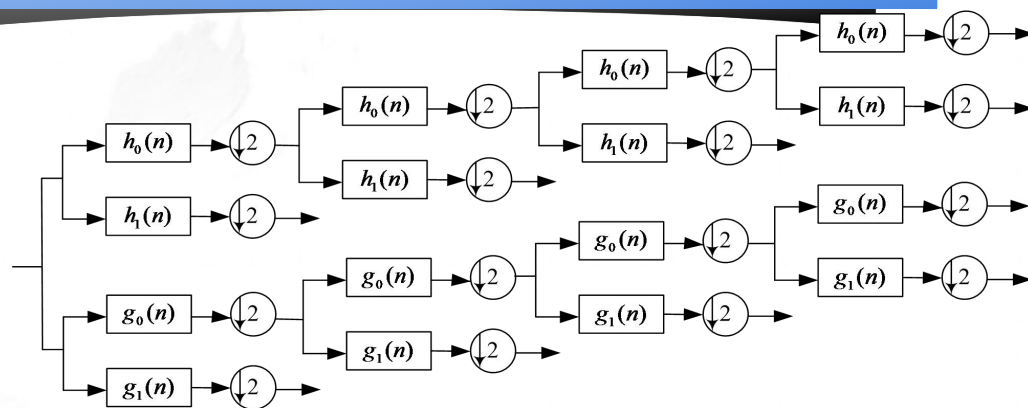
图像的离散小波框架变换分解与重建过程





红外与可见光多源动态图像融合算法

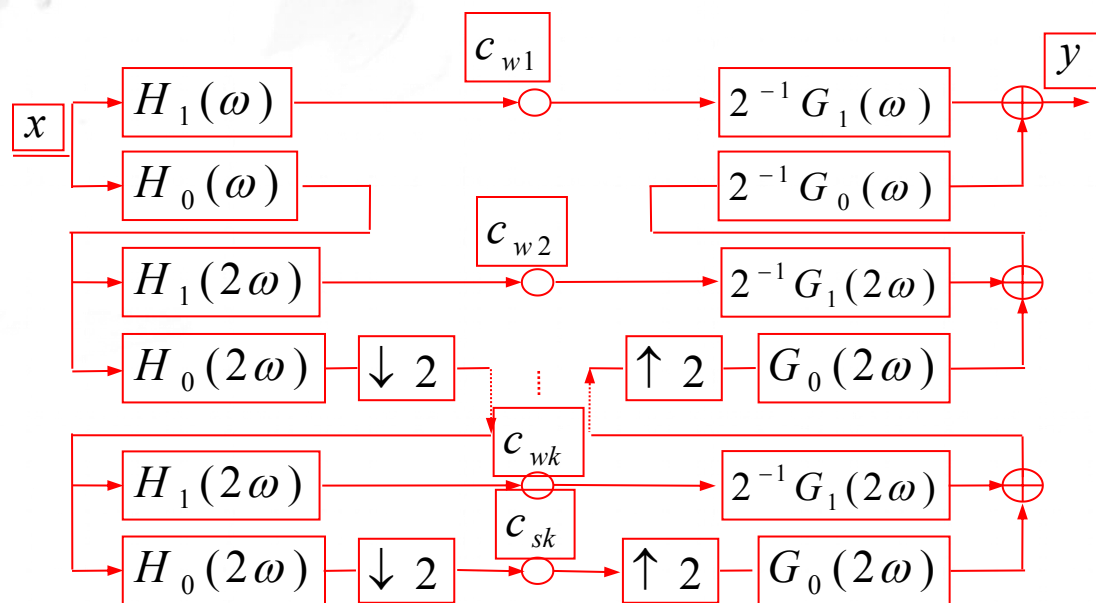
4. 多源动态图像融合





红外与可见光多源动态图像融合算法

4. 多源动态图像融合



有限冗余离散小波变换(LRDWT)的一维信号变换及其逆变换结构图





红外与可见光多源动态图像融合算法

4. 多源动态图像融合

单一目标区域融合规则

$$c_f(x, y) = \begin{cases} c_{ir}(x, y), & \text{if } (x, y) \in T_{IR} \\ c_v(x, y), & \text{if } (x, y) \in T_V \end{cases}$$

说明： T_{IR} 表示红外图像单一目标区域； T_V 表示可见光图像单一目标区域



红外与可见光多源动态图像融合算法

4. 多源动态图像融合



$$c_f(x, y) = \begin{cases} c_{ir}(x, y), & \text{如果 } S_{ir}(t) \geq S_v(t) \\ c_v(x, y), & \text{其余} \end{cases}$$

$$c_f(x, y) = \begin{cases} \varpi_{\max}(t) \cdot c_{ir}(x, y) + \varpi_{\min}(t) \cdot c_v(x, y), & \text{if } S_{ir}(t) \geq S_v(t) \\ \varpi_{\min}(t) \cdot c_{ir}(x, y) + \varpi_{\max}(t) \cdot c_v(x, y), & \text{if } S_{ir}(t) < S_v(t) \end{cases}$$

其中:

$$M(t) = \frac{2 \cdot \sum_{(x,y) \in t} I_{ir}(x, y) \cdot I_v(x, y)}{\sum_{(x,y) \in t} [I_{ir}(x, y)]^2 + \sum_{(x,y) \in t} [I_v(x, y)]^2}$$

$$S_i(t) = \sum_{(x,y) \in t} c_i(x, y)^2$$

$$\begin{cases} \varpi_{\min}(t) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1 - M(t)}{1 - \alpha} \right) \\ \varpi_{\max}(t) = 1 - \varpi_{\min}(t) \end{cases}$$





红外与可见光多源动态图像融合算法

4. 多源动态图像融合

源图像帧及其融合结果



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)



(j)





红外与可见光多源动态图像融合算法

4. 多源动态图像融合

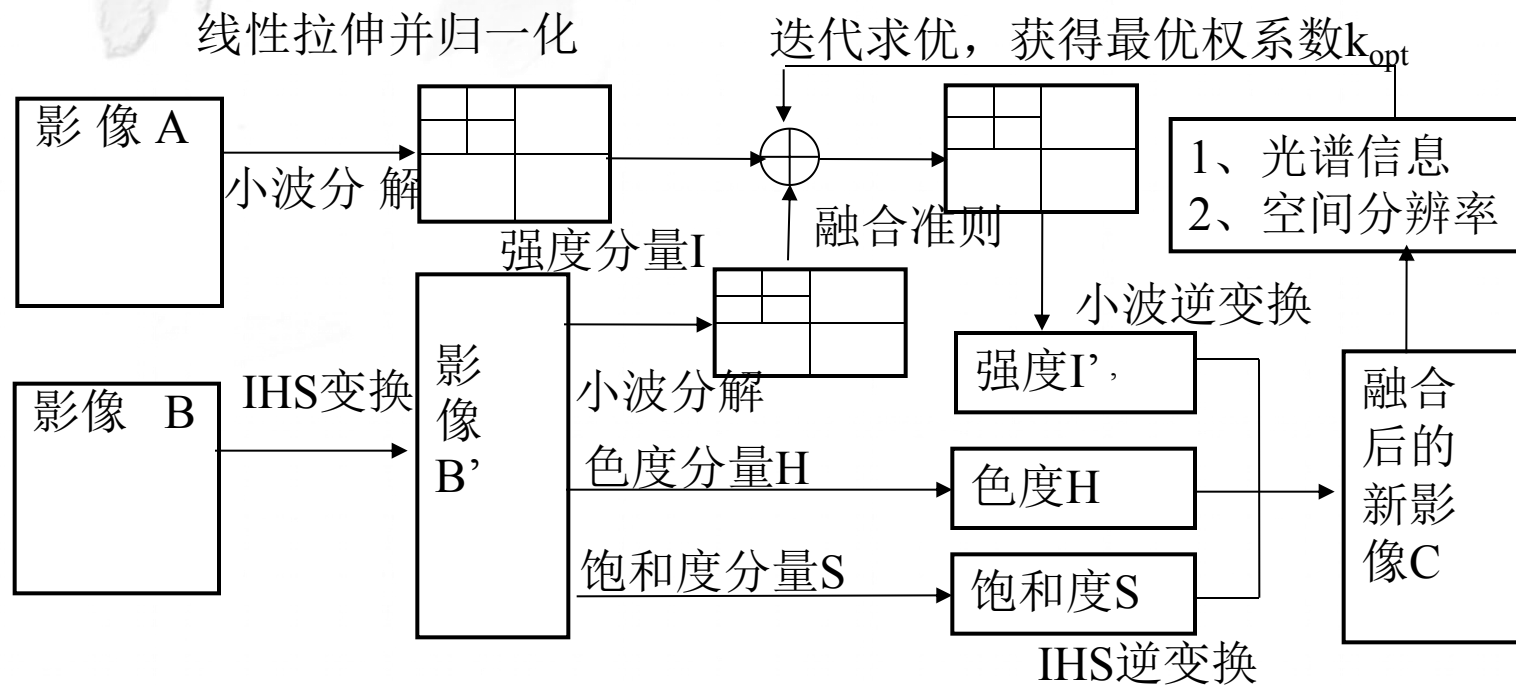
可见光和红外图像序列帧间差异（IFD）的平均互信息（AMI）

融合体系	DWT DB4	DWT BIOR4. 4	DT-CWT Q-shift9	LRDWT DB4	LR-DWT BIOR4. 4	DWF DB4	DWF BIOR4. 4
一般	0. 5233	0. 5453	0. 6362	0. 8534	0. 8624	0. 9066	0. 9173
本课题方法	0. 6021	0. 6144	0. 6809	0. 9062	0. 9081	0. 9245	0. 9201





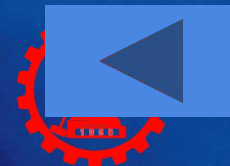
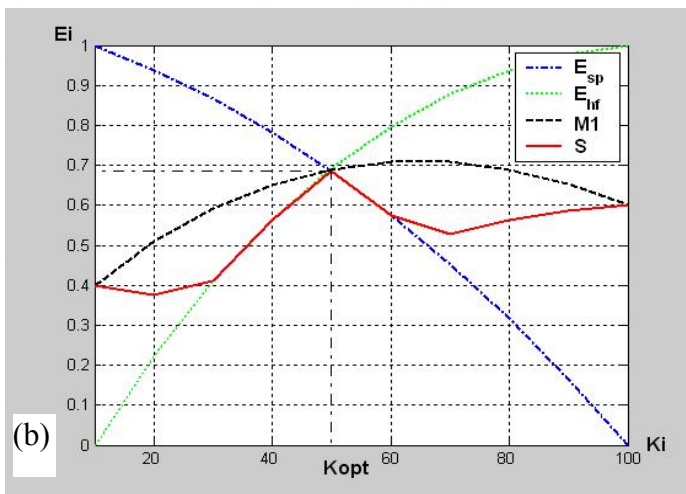
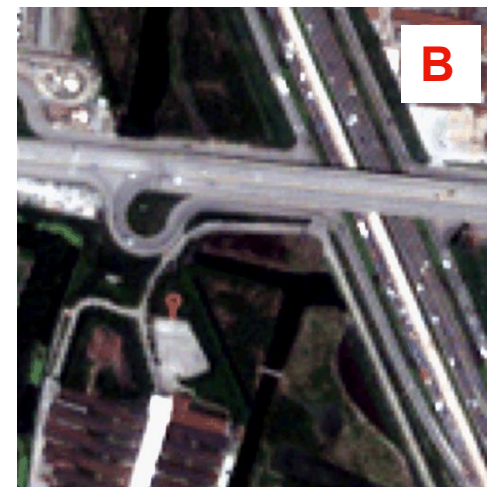
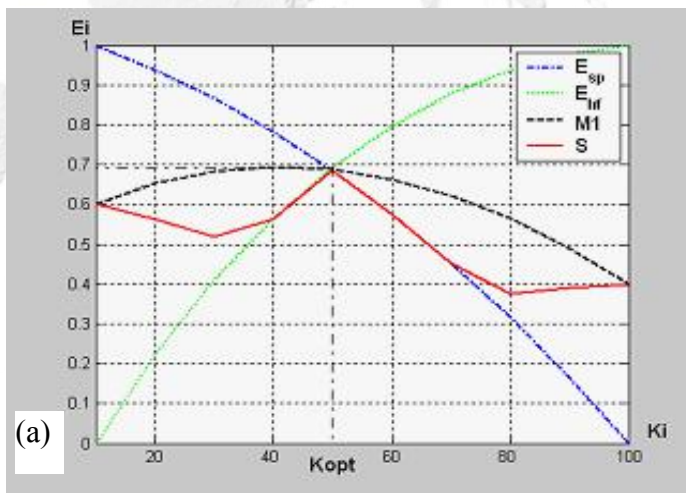
5. 多源图像优化融合



$$A(2^j, x, y) = k_1 A_A(2^j, x, y) + k_2 A_B(2^j, x, y)$$

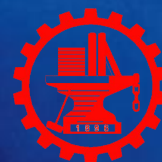


5. 多源图像优化融合





第四部分：红外与可见光多源动态图像融合评价体系





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

1. 图像融合评价的意义

原因：

- 同一融合算法，对不同类型的图像,其融合效果不同；
- 同一融合算法，对同一图像,观察者感兴趣的部分不同,则认为效果不同；
- 不同的应用方面，对图像各项参数的要求不同，导致选取的融合方法不同。

意义：

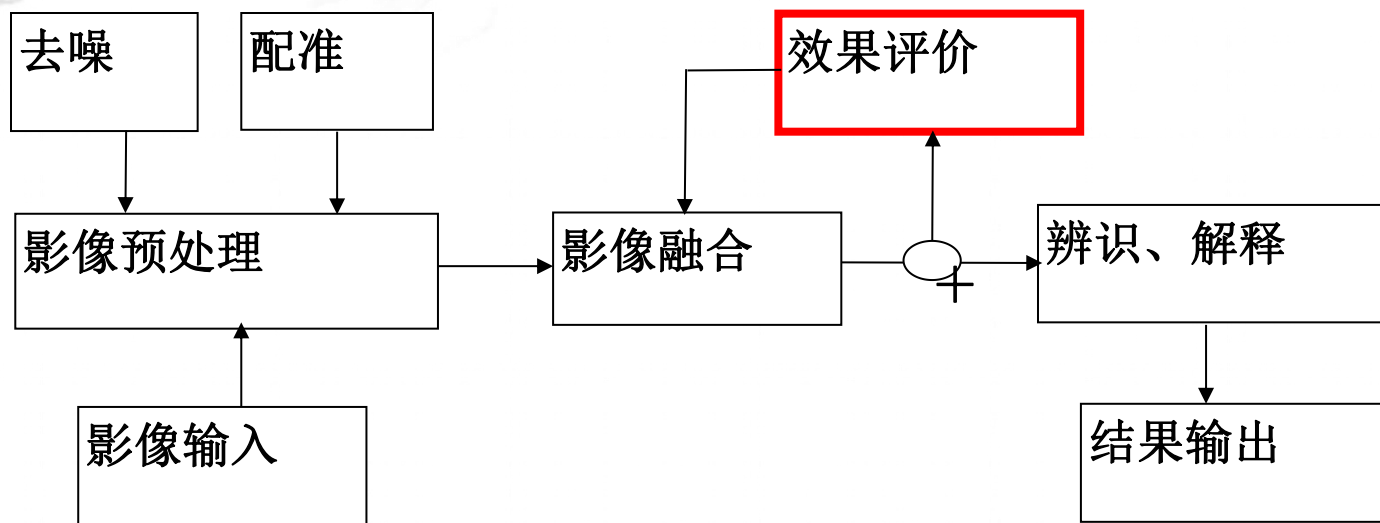
- 将图像融合评价的信息加入到融合规则的选取和参数选取的选择过程中，可以更充分地利用信息源提供的信息；
- 具有带反馈信息图像融合的结果模型势必会得到比开环图像融合过程更好的效果。





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

1. 图像融合评价的意义



图像融合的结构模型





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

2. 图像融合的定性评价

两类：

- 未经过训练的观察者；
- 对图像技术有经验的观察者。

优点：

- 显得直观、快捷和方便；
- 通过大量的统计，可以获得比较准确的判断结果。

缺点：

- 如果没有进行大量的统计，所获得的结论可能不准确；
- 目前对人的视觉特性还没有充分了解，对人的心理因素也还找不出定量描述的方法，对图像评价结论的差异会很大。





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

3. 图像融合的定量评价指标

定量评价指标



独立单因素评价指标

联合单因素评价指标

综合评价指标





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

3. 图像融合的定量评价指标

$$\hat{u} = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N F(i, j)$$

均值

标准差

$$std = \sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (F(i, j) - \hat{u})^2 / M \times N}$$

独立单因素评价指标

评价梯度

$$\nabla \bar{G} = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [\Delta x f(i, j)^2 + \Delta y f(i, j)^2]^{1/2}$$

熵

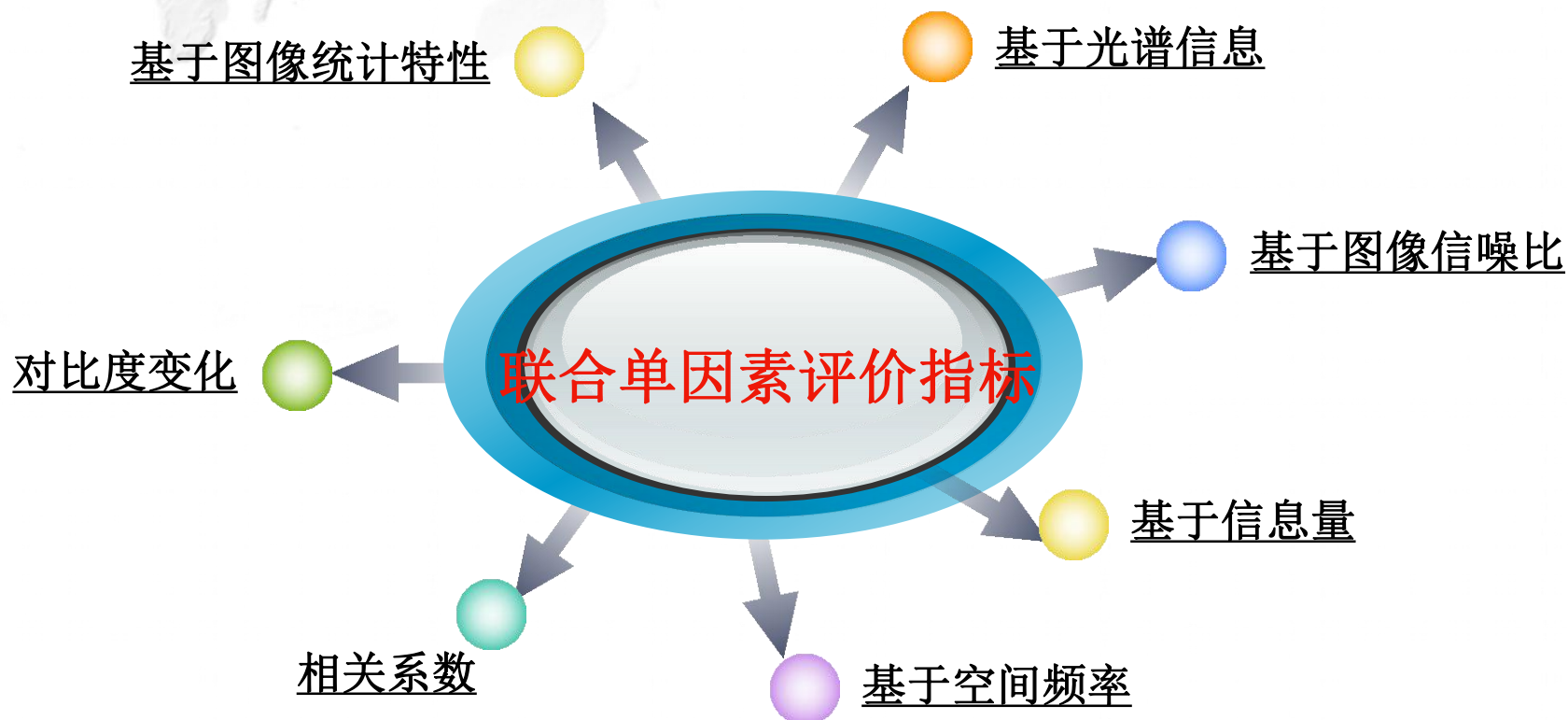
$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

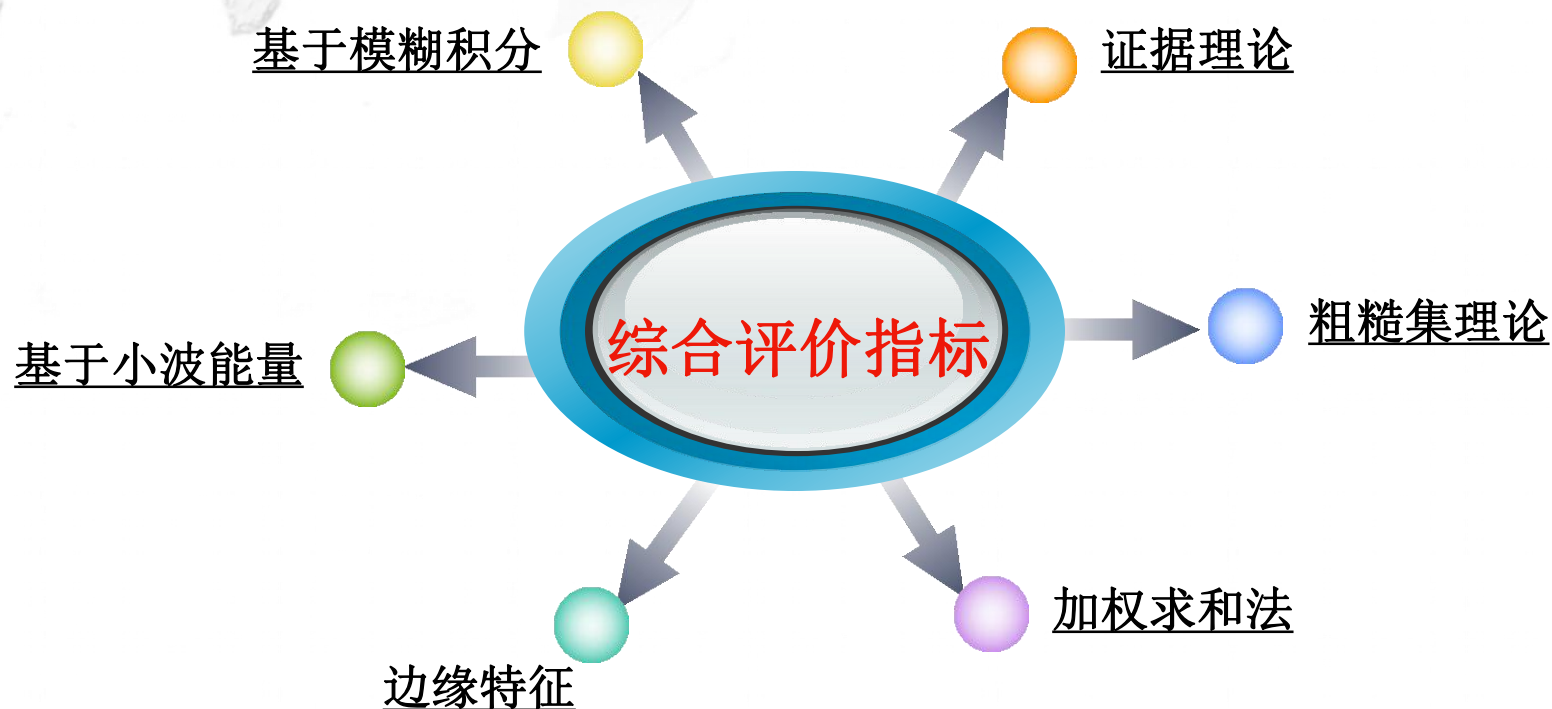
3. 图像融合的定量评价指标





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

3. 图像融合的定量评价指标

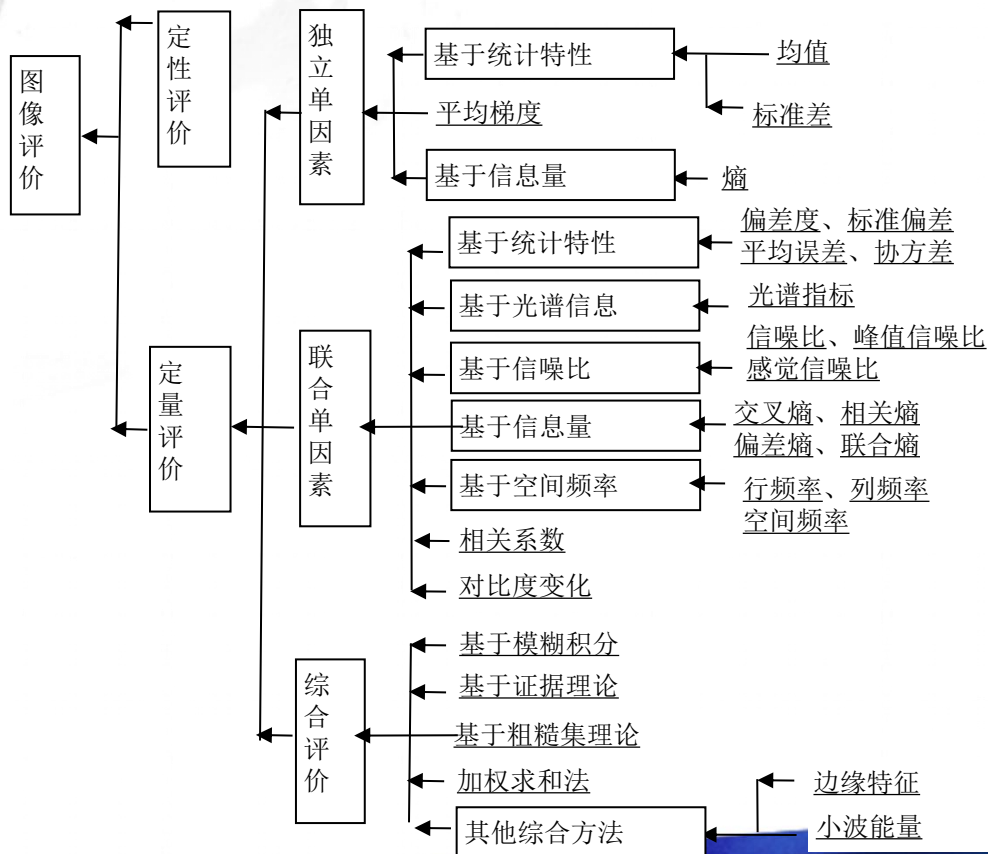




红外与可见光多源动态图像融合评价体系

4. 图像融合评价体系的构建

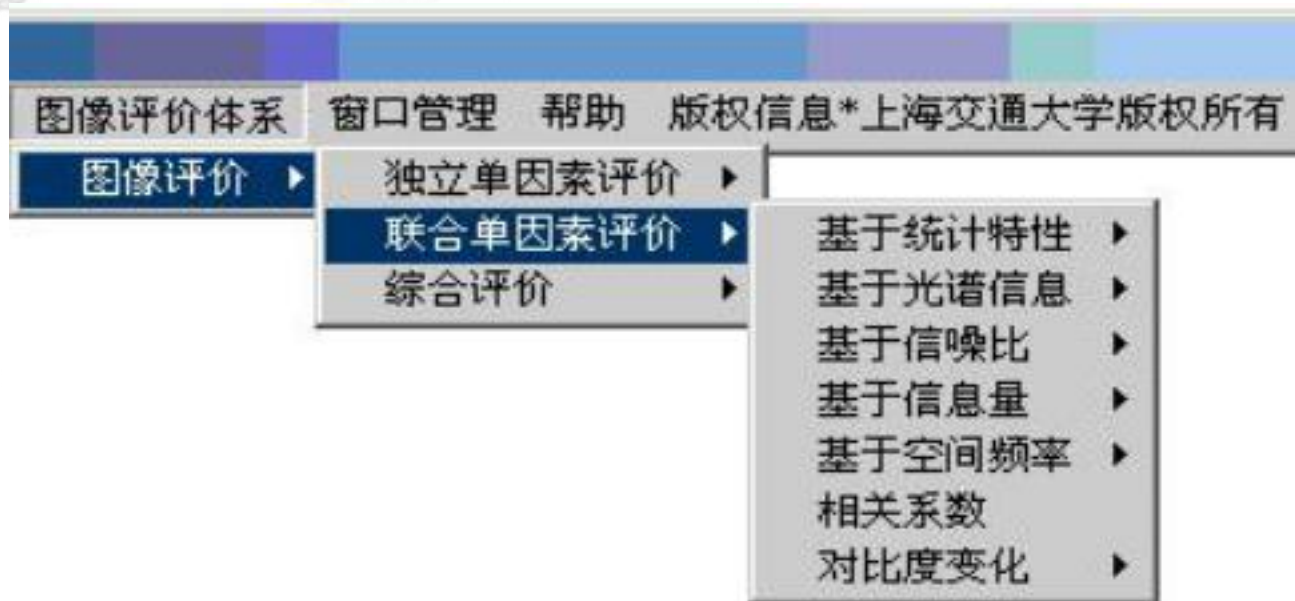
图像融合评价体系





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

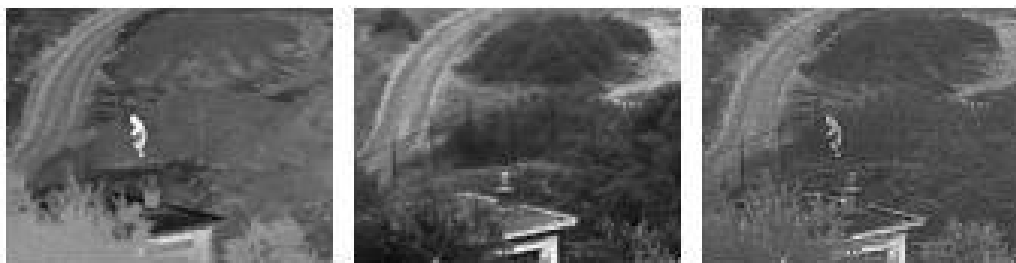
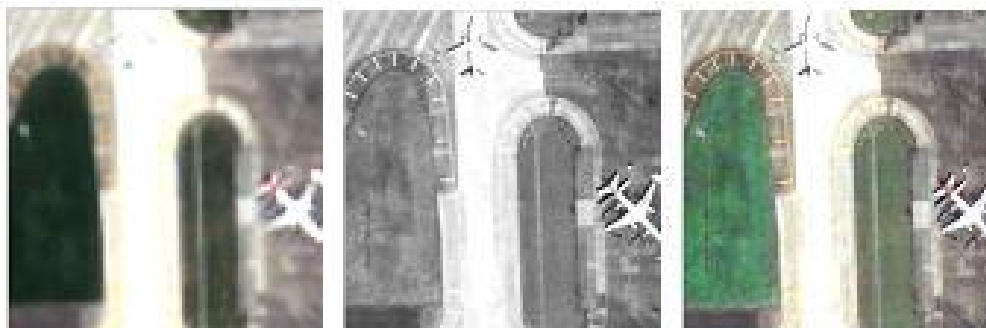
5. 评价体系的实现





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

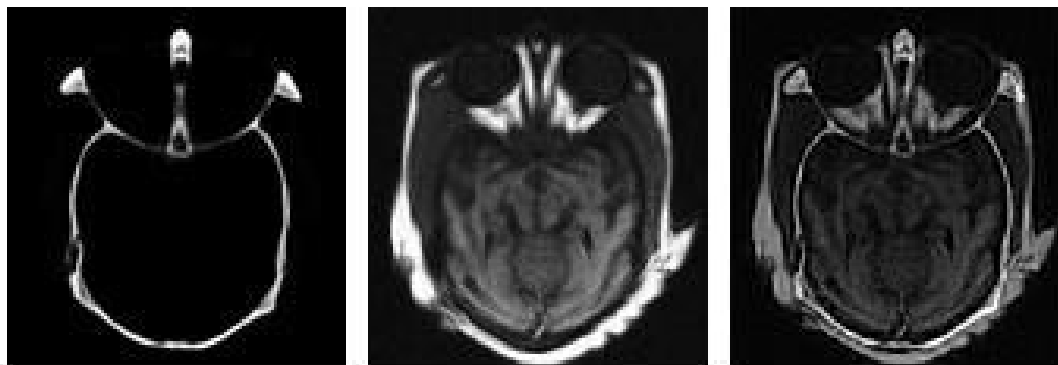
5. 举例（1）





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

5. 举例（2）





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

5. 评价结果

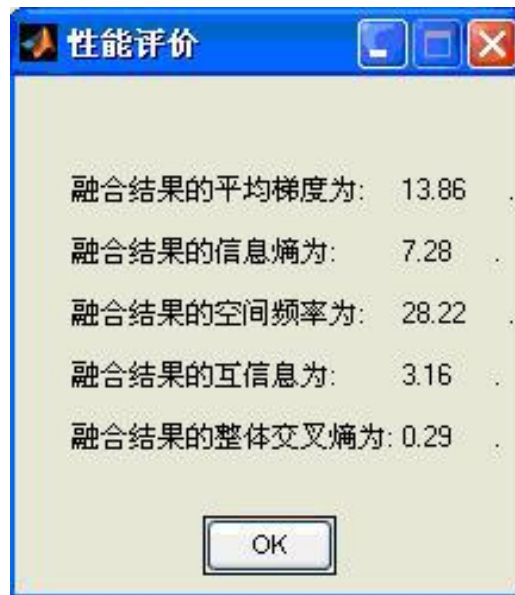
原始图像和 融合图像		定 量 评 价													
		独立单因素				联合单因素							综合评价		
		均值	标准差	平均梯度	熵	偏差度	光谱指标	信噪比	联合熵	空间频率	相关系数	对比度	模糊积分	加权求和	小波能量
图4	(a)	147.3788	81.4156	3.60693	1.80580	0.4814	0.7856	0.8974	3.14646	8.5583	0.7956	0.3565	0.9094	0.9145	0.7962
	(b)	163.4227	52.7274	6.70331	1.91484	0.6279				17.7526	0.6698				
	(c)	154.9431	69.0816	6.77440	2.00709	/				106.8796	/				
图5	(a)	99.5024	27.5356	4.95024	2.01200	0.5584	0.6741	0.5474	3.77298	7.6969	0.4955	0.2141	0.5548	0.5549	0.5389
	(b)	82.7643	38.4221	4.49775	2.12441	0.7412				10.7757	0.7753				
	(c)	91.1984	24.0113	5.92311	1.91242	/				9.4808	/				
图6	(a)	99.3661	43.5807	3.30578	2.14311	0.4215	0.5141	0.4874	3.55883	7.5139	0.9460	0.3614	0.5384	0.6263	0.3865
	(b)	98.5346	46.3177	4.08062	2.18822	0.3742				14.5735	0.9833				
	(c)	98.8403	46.3072	4.69685	2.19998	/				15.4392	/				
图7	(a)	10.1275	37.4487	1.24687	0.62037	0.5641	0.8741	0.6912	2.34746	11.3023	0.5990	0.4125	0.7221	0.8679	0.7954
	(b)	55.2423	57.0369	4.02420	1.99731	0.6498				10.7757	0.7968				
	(c)	32.4453	38.9247	4.26684	1.86091	/				12.3460	/				





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

6. 基于MATLAB平台的实现



融合结果的性能评价及其结果显示





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

6. 基于MATLAB平台的实现

红外图像



可见光图像



像素灰度平均



拉普拉斯金字塔变换





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

6. 基于MATLAB平台的实现

对比度金字塔变换



梯度金字塔变换



离散小波变换



离散小波框架变换





红外与可见光多源动态图像融合评价体系

6. 基于MATLAB平台的实现

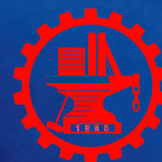
各融合算法性能评价

	平均梯度	信息熵	空间频率	互信息	整体交叉熵
像素灰度平均	1.71	6.61	3.74	4.25	1.58
拉普拉斯金字塔变换	1.97	6.72	4.48	3.80	1.72
对比度金字塔变换	2.09	6.72	4.66	3.82	1.72
梯度金字塔变换	1.62	6.51	3.27	3.61	1.42
离散小波变换	2.35	6.64	5.08	3.62	1.69
离散小波框架变换	1.80	6.61	3.85	4.13	1.58





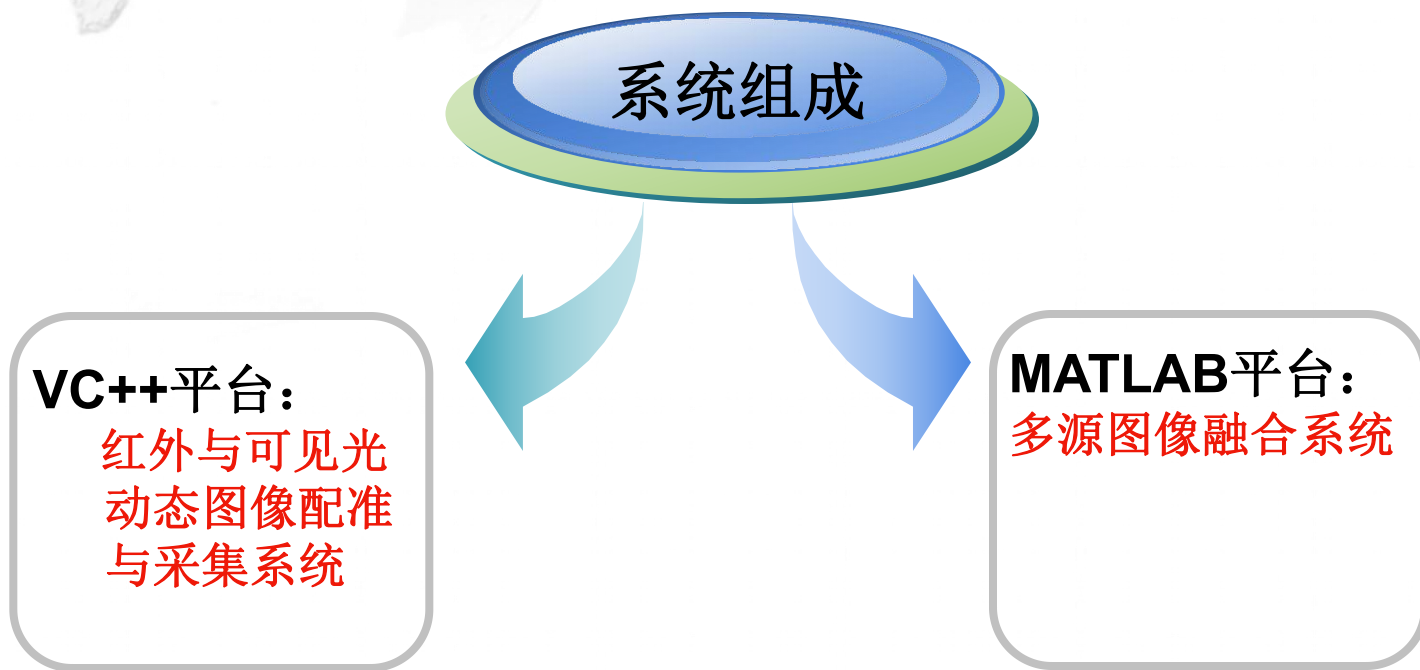
第五部分：红外与可见光多源动态图像融合软件系统





红外与可见光多源动态图像融合软件系统

1. 软件系统功能及整体设计





红外与可见光多源动态图像融合软件系统

1. 软件系统功能及整体设计

红外与可见光动态图像配准与采集系统主界面

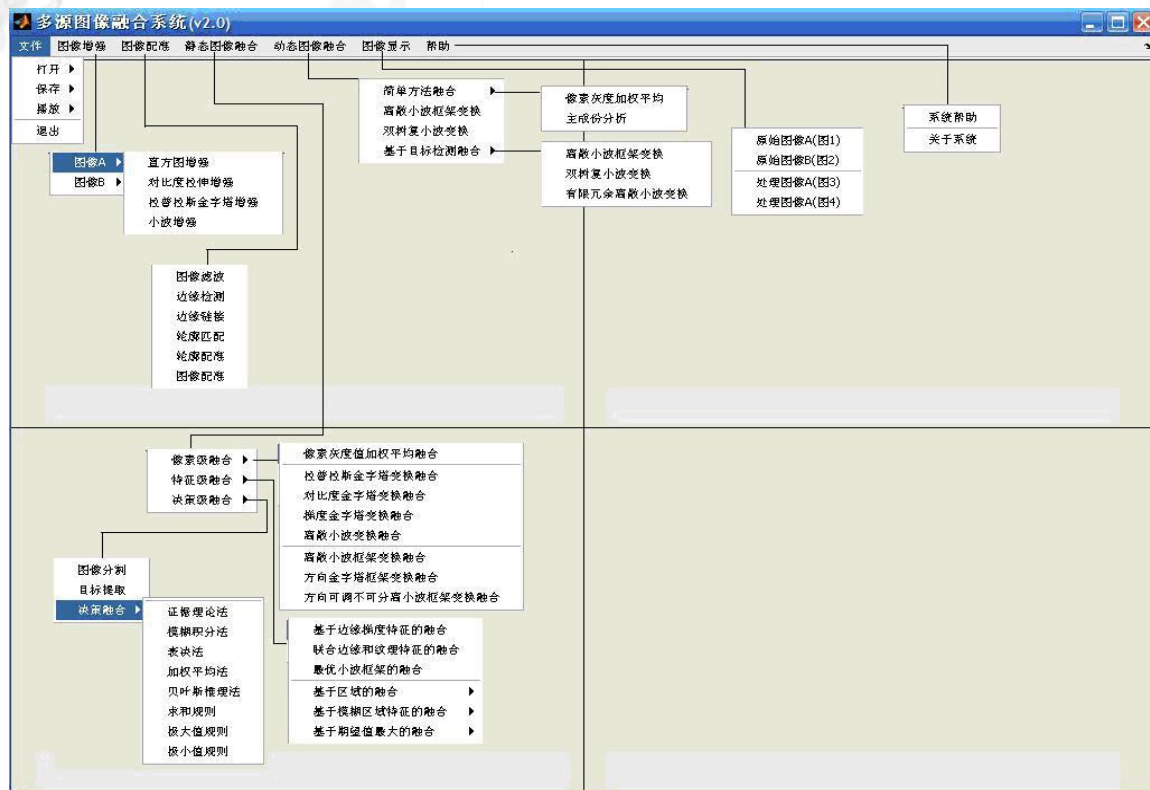




红外与可见光多源动态图像融合软件系统

1. 软件系统功能及整体设计

多源图像融合系统主界面及其菜单





6.3 可见光-红外动态图像采集子系统



6.1 可见光-红外动态图像采集子系统主界面

图 6.2 可见光-红外动态图像采集子系统实物图





6.4 多源图像融合子系统

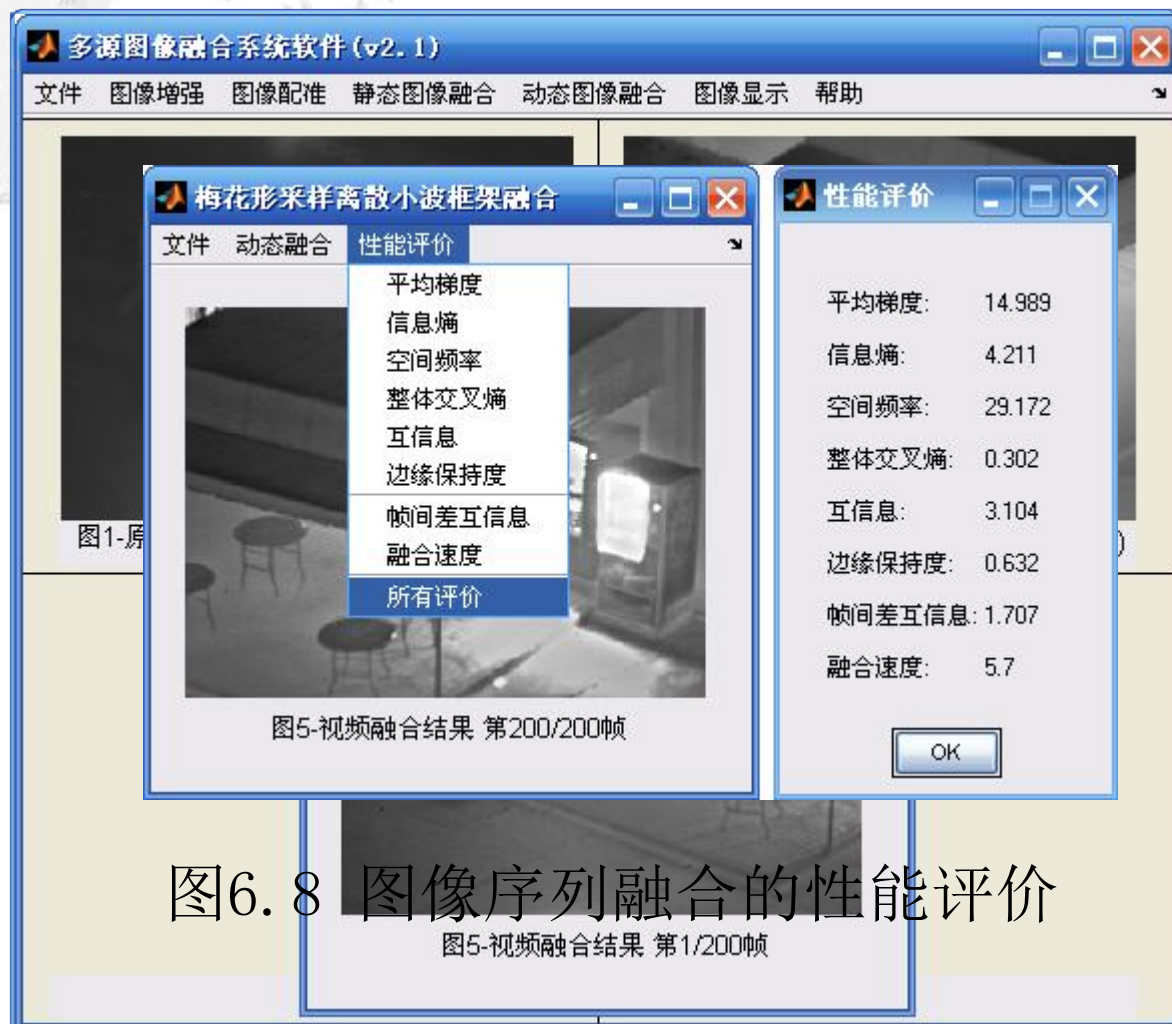
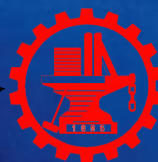


图6.7 图6.8 图6.9 图6.10 图6.11 图6.12 图6.13 图6.14 图6.15 图6.16 图6.17 图6.18 图6.19 图6.20 图6.21 图6.22 图6.23 图6.24 图6.25 图6.26 图6.27 图6.28 图6.29 图6.30 图6.31 图6.32 图6.33 图6.34 图6.35 图6.36 图6.37 图6.38 图6.39 图6.40 图6.41 图6.42 图6.43 图6.44 图6.45 图6.46 图6.47 图6.48 图6.49 图6.50 图6.51 图6.52 图6.53 图6.54 图6.55 图6.56 图6.57 图6.58 图6.59 图6.60 图6.61 图6.62 图6.63 图6.64 图6.65 图6.66 图6.67 图6.68 图6.69 图6.70 图6.71 图6.72 图6.73 图6.74 图6.75 图6.76 图6.77 图6.78 图6.79 图6.80 图6.81 图6.82 图6.83 图6.84 图6.85 图6.86 图6.87 图6.88 图6.89 图6.90 图6.91 图6.92 图6.93 图6.94 图6.95 图6.96 图6.97 图6.98 图6.99 图6.100

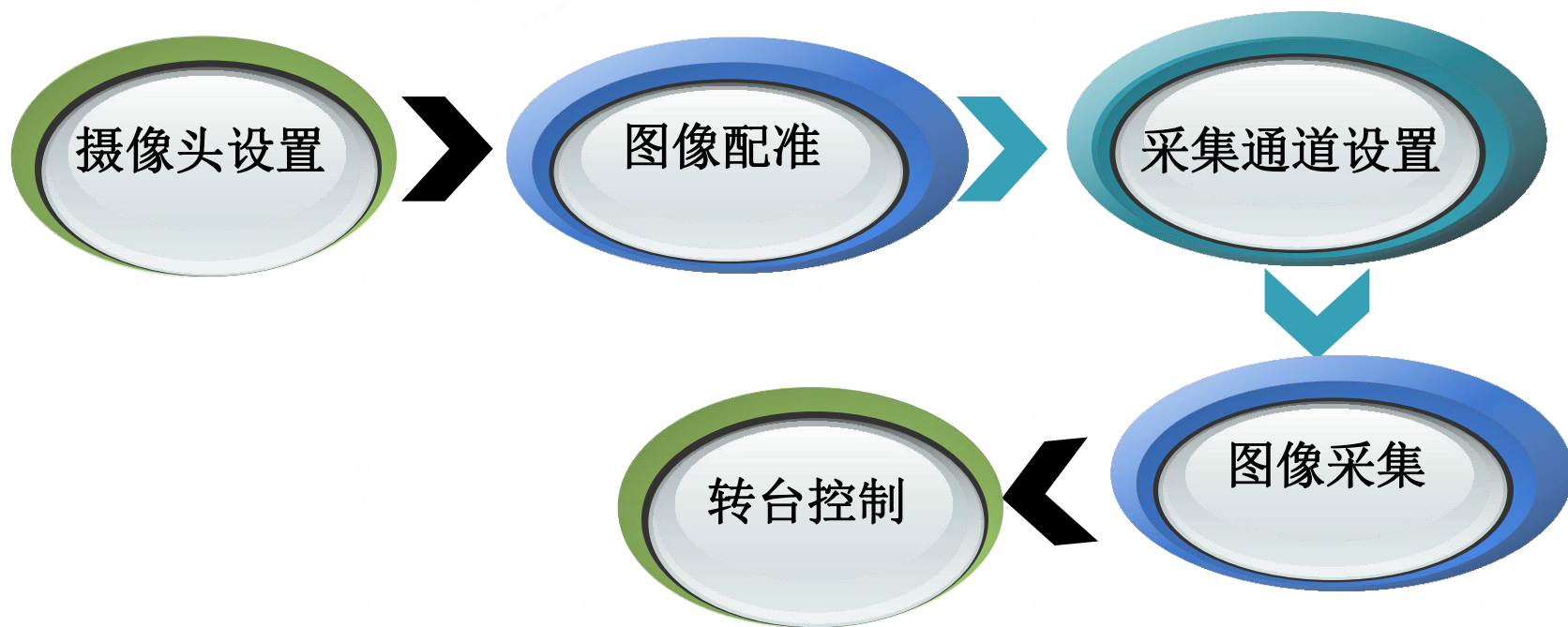




红外与可见光多源动态图像融合软件系统

1. 软件系统功能及整体设计

红外与可见光动态图像配准与采集系统模块

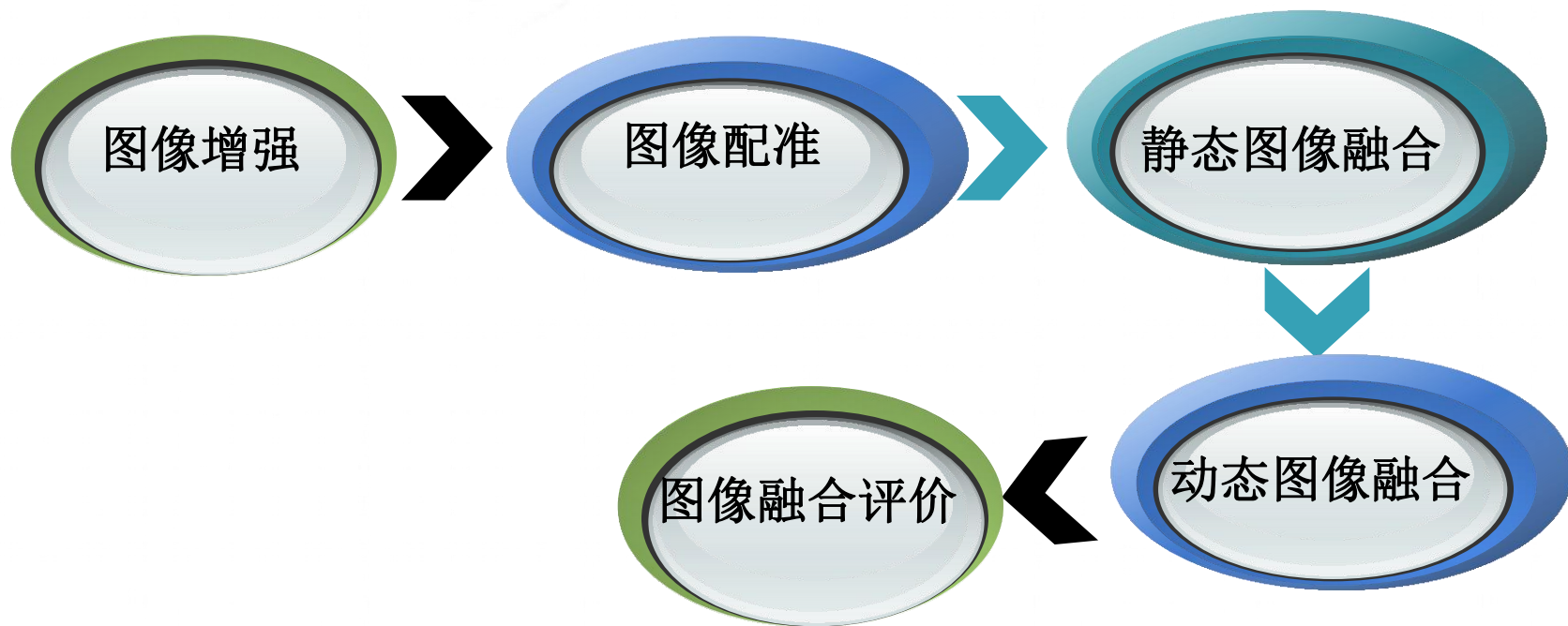




红外与可见光多源动态图像融合软件系统

1. 软件系统功能及整体设计

多源图像融合系统模块





红外与可见光多源动态图像融合软件系统

1. 软件系统功能及整体设计

软件
整体
设计



软件运行环境

软件设计要求

软件总体设计





红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

可见光摄像头设置模块

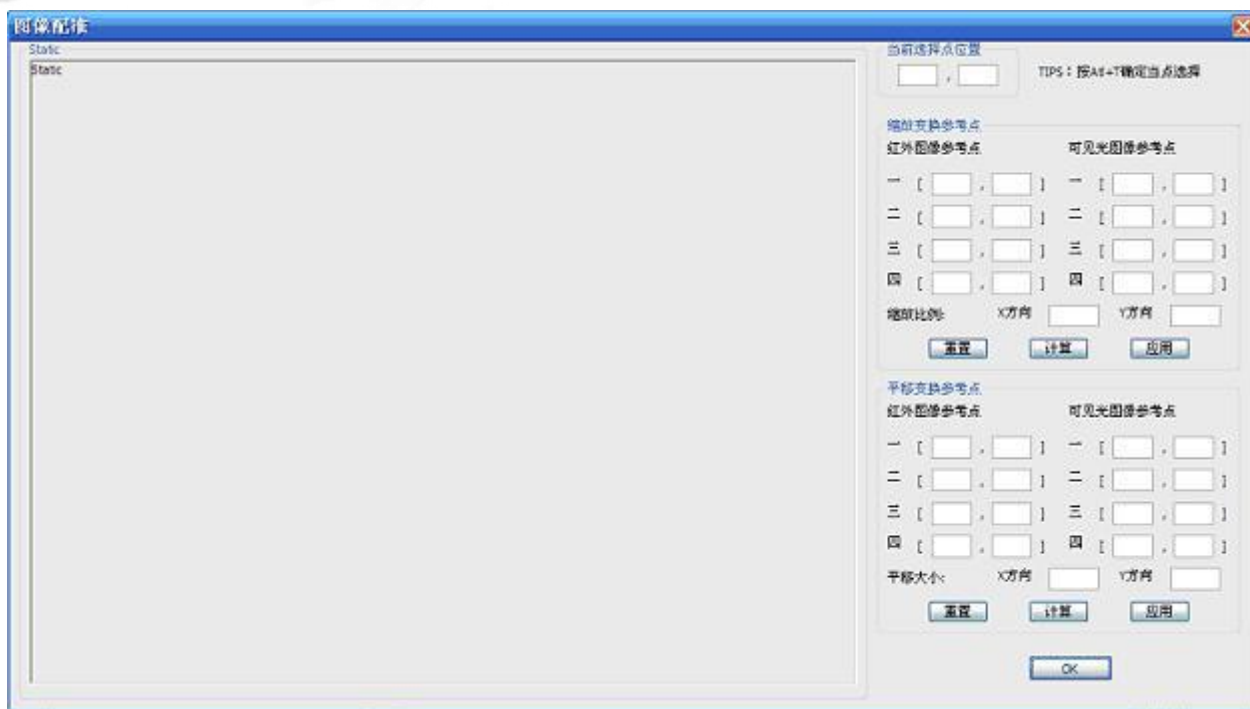




红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

图像配准模块





红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

可见光与红外通道设置

可见光通道设置

☐ 水平翻转捕获

☐ 上下翻转捕获

☐ 上下翻转显示

视频制式 ▼

显示模式 ▼

捕获格式 ▼

捕获方式 ▼

红外通道设置

☐ 水平翻转

☐ 上下翻转

☐ 上下翻转显示

视频制式 ▼

显示模式 ▼

捕获格式 ▼

捕获方式 ▼

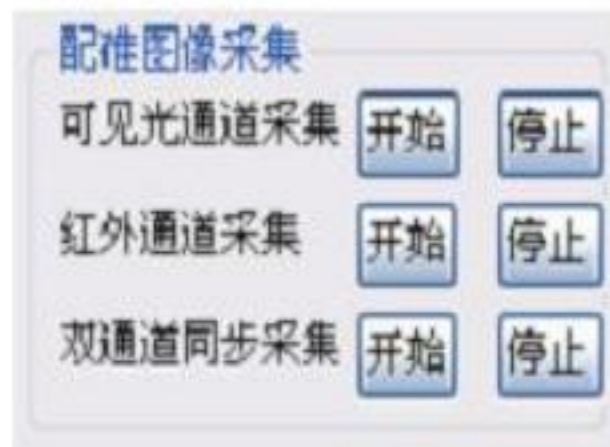




红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

动态图像采集模块





红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

图像增强模块：

- ✓直方图增强；
- ✓对比度拉伸增强；
- ✓拉普拉斯金字塔增强；
- ✓小波变换增强。



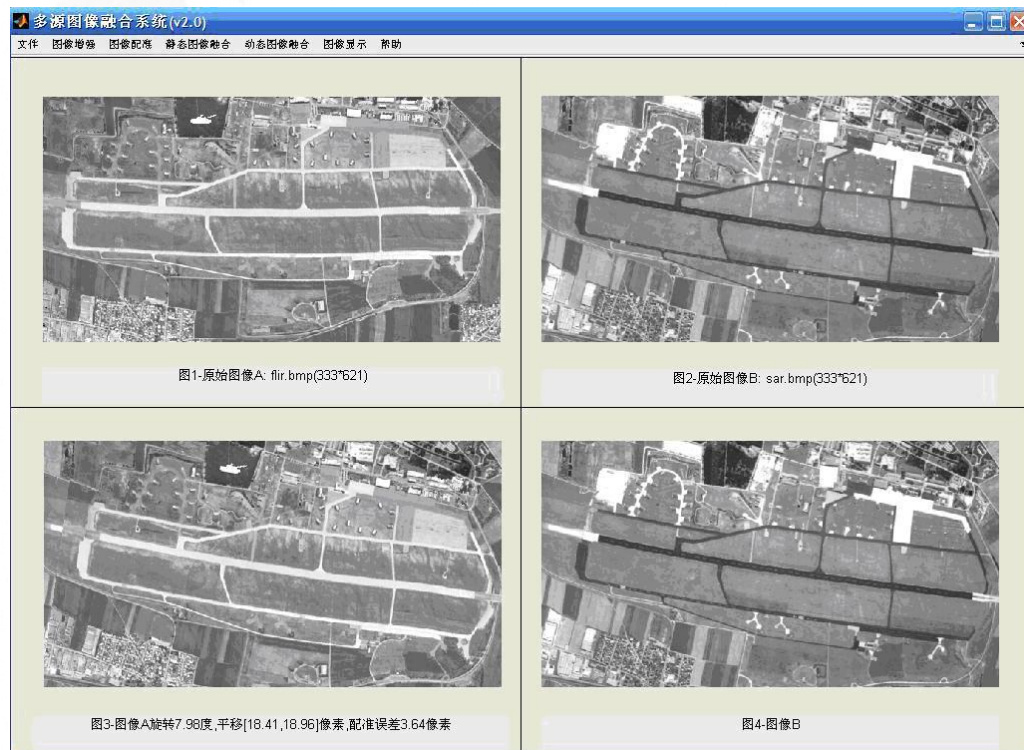


红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

图像配准模块:

- ✓ 滤波处理;
- ✓ 边缘检测;
- ✓ 边缘链接;
- ✓ 轮廓匹配;
- ✓ 轮廓配准;
- ✓ 图像配准。





红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

静态图像融合模块

像素级:

- ✓ 灰度值加权平均;
- ✓ 拉普拉斯金字塔变换;
- ✓ 对比度金字塔变换;
- ✓ 梯度金字塔变换;
- ✓ 离散小波变换;
- ✓ 离散小波框架变换。

特征级:

- ✓ 基于梯度特征;
- ✓ 基于纹理特征;
- ✓ 基于梯度和纹理特征;
- ✓ 基于模糊特征区域;
- ✓ 基于EM(期望值最大)算法。

决策级:

- ✓ 证据理论法;
- ✓ 模糊积分法;
- ✓ 表决法;
- ✓ 加权平均法;
- ✓ 贝叶斯推理;
- ✓ 求和规则;
- ✓ 极大值规则;
- ✓ 极小值规则。





红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

静态图像融合结果





红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

动态图像融合模块:

- ✓ 像素灰度平均加权;
- ✓ 离散小波变换;
- ✓ 离散小波框架变换;
- ✓ 双树复小波变换;
- ✓ 有限冗余离散小波变换。



红外与可见光多源动态图像融合软件系统

2. 软件模块设计

图像融合评价模块

- ✓平均梯度;
- ✓信息熵;
- ✓空间频率;
- ✓互信息;
- ✓整体交叉熵。



Thank You !



上海交通大学