



# 课程总结

耿修瑞

中国科学院空天信息创新研究院

[gengxr@sina.com.cn](mailto:gengxr@sina.com.cn)

2025.6

# 提纲

---

- 单个矩阵
- 矩阵集合
- 矩阵算法
- 矩阵应用

# 单个矩阵

- 矩阵源于自然界中的线性变换
- 矩阵的特征值代表着相应的动作，特征向量代表动作发生的场所
- 实特征值代表所缩放动作，复特征值代表着旋转动作，负特征值代表镜面反射
- 若当标准型告诉我们自然界中的线性动作有限
- 矩阵开方定理根据基本线性动作的连续性给出一个实矩阵在实域上是否可以开任意次方
- 矩阵行列式代表矩阵对基本图形的体积变化比

- 可以描述自然界中的基本运动
- 可以描述自然界中的对称性
- 描述对称与守恒的关系（诺特定理）
- 麦克斯韦方程（纤维丛上 $U(1)$ 群的联络）
- 杨米尔斯规范场（纤维丛上规范群的联络，三种力的统一）
- 图像匹配的李群李代数结构

- 最小二乘法：主要体现**投影矩阵**的能力
- 体积梯度法：主要体现**格拉姆矩阵**的能力
- 主成分分析：主要体现**协方差矩阵**的能力
- 主偏度分析：主要体现**协偏度张量**的能力
- 非负矩阵分解：主要体现**非负矩阵**的能力
- 局部线性嵌入：主要体现**权重矩阵**的能力
- 典型相关分析：主要体现**互相关矩阵**的能力
- 连通中心演化：主要体现**相似度矩阵**的能力
- 傅里叶变换：主要体现**循环移位矩阵**的能力
- 广义瑞利商：主要体现**矩阵的瑞利商**的能力

- 曲面拟合、混合像元分解、去条带
- 数据降维，子空间逼近
- 非高斯分析（盲信号分离）
- 特征选择（波段选择）
- 非线性降维（化曲为直）
- 无参优化（非负矩阵分解）
- 变化检测（典型相关分析）
- 图像匹配
- 聚类分析
- 多因素分析（瑞利商）
- 。 。 。



**谢 谢**

**耿修瑞**

中国科学院空天信息创新研究院

**[gengxr@sina.com.cn](mailto:gengxr@sina.com.cn)**