

## 【Café 速递】叶沅鑫：多模态遥感图像自动匹配和产业级应用

**核心提示：** 如何实现多模态遥感图像的自动匹配？针对现有多模态遥感影像的影像差异应如何解决？多模态遥感影像有哪些产业级应用？本期讲座叶沅鑫老师从自己的研究出发，为同学们解答疑惑。

主持：赵安琪 录屏：陶晓玄 文字：窦新玉

### >>>人物名片

**叶沅鑫**，西南交通大学研究员，博导，主持了自然科学基金青年、面上项目，以及国防项目等多项国家级课题，共发表文章 46 篇，ESI 高被引 1 篇，ESI 热点 1 篇，google 学术引用 1400 余次，SCI 引用 700 余次，单篇 SCI 最高引用超过 300 次。先后荣获国际摄影测量与遥感大会和地球空间周最佳青年论文奖，测绘科技进步一等奖和二等奖。自主创建的基于结构相似性的多模态匹配方法集成于航天宏图上市公司的 PIE 平台，填补了国际遥感商业软件多模态图像自动配准的空白，并集成于多项重大国防型号装备，同时也被航天科技集团，兵器工业集团和中科院等多家国内外知名科研机构使用，已广泛地应用于国土、测绘、环境和国防领域。

### >>>嘉宾小语

- ◇ 我们科研的最终目的不只是发论文，更多的是要做到让我们的科学技术真正地提高社会生产力。
- ◇ 既要保证科研的创新性，又要保证技术的落地性，二者是很难平衡的，因为科研的本质是创新，无论应用，只要其思想具有启发性，那么在未来越有可能变为现实，而在工业界更看重解决问题的能力，因此在工业界与学术界之间找一个平衡，才是比较好的研究出路。

### >>>报告现场

2021 年 11 月 14 日晚上 7 点，西南交通大学叶沅鑫老师做客 GeoScience Café 第 313 期讲座。叶沅鑫老师结合自己的科研经历，介绍了多模态遥感图像匹配的研究现状，结构相似性匹配模型的原理以及相关工程化应用的案例，包括商业软件集成、全球测图、无人机在线匹配和融合、无人机视觉导航、飞行器精确制导等方面的应用，解答了观众们的疑问，令同学们受益匪浅。

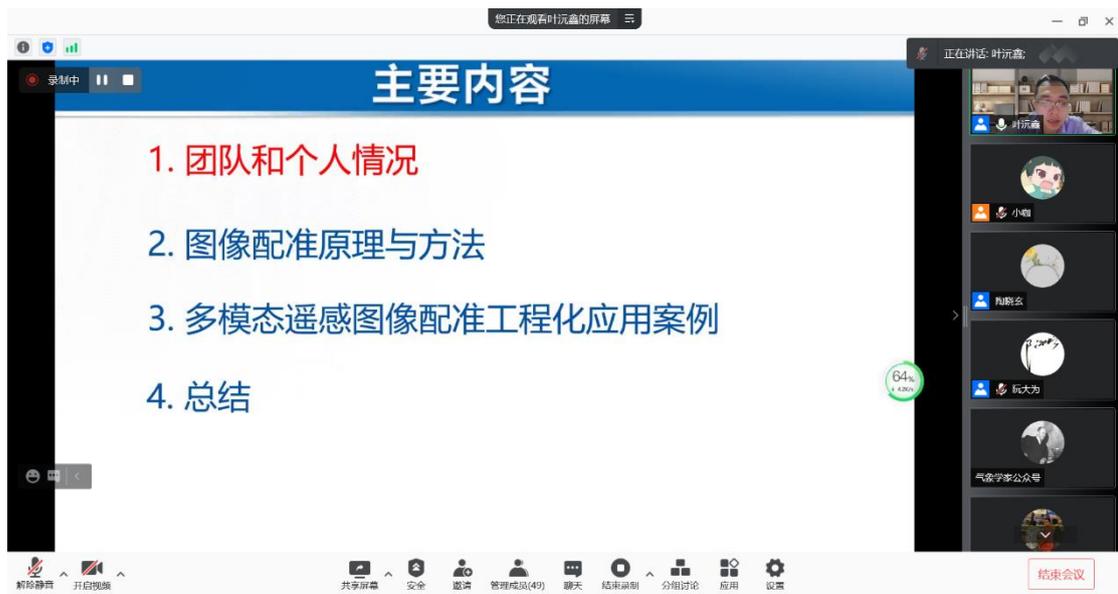


图 1 叶沅鑫老师作精彩线上报告

叶沅鑫老师基于自己与团队的研究,介绍了自己在多模态遥感影像的自动配准成果。创建了基于结构相似性的多模态图像配准模型,集成于航天宏图的遥感商业软件 PIE,填补了国际上遥感商业软件中多模遥感图像自动配准的空白,并被广泛地应用于国土、环境、测绘以及国防等领域,已形成了“从理论到方法到技术”的完整转化应用链条。

### 遥感图像配准概述、原理和方法

为什么要进行图像配准?叶老师以近年来遥感技术的发展为切入点,向同学们介绍了图像配准的重要性。随着多传感器多模态遥感技术的飞速发展,目前,我国已获取多样的遥感数据,包括可见光、红外、SAR、LIDAR 和地图等,为了整合以上数据,联合对地进行观测,最重要的步骤就是对多传感器多模态数据进行高精度配准。

影像配准是指将两幅或多幅影像进行匹配和叠加,使影像间的像素精确对准的过程,主要包括影像匹配和几何纠正两个环节。影像配准是影像融合的必要步骤。例如,图 2 中多光谱和全色影像融合前,首先要对影像进行配准,使其逐像素对齐,才能达到较好融合效果。同时,图像配准在变化检测、影像拼接、立体匹配及三维重建方面也有重要作用。此外,影像匹配在军事上也有重要作用。在多源数据融合、战场地理要素提取、飞行器导航和导弹精确制导等军事应用中起到关键作用。



图2 配准在图像融合中的应用

针对影像配准的研究自 20 世纪 80 年代就已开展，针对光学影像的配准研究已较为成熟，可以达到工程化、产业化的应用。而对于多模态遥感影像，匹配过程中会遇到各类影像差异导致匹配难度增加，例如拍摄角度不同、影像分辨率差异、时相差异、光谱差异、LIDAR 与光学影像差异、SAR 与光学影像差异等。目前针对遥感影像的匹配算法有 SIFT、SURF、ORB、Brief 等，然而由于其难以检测不同模态影像中稳定的共有特征，从而容易产生大量误匹配，同时，主流的商业软件也无法适用于多模态遥感影像自动配准。因此在实际工程领域，更多选择通过人工选择控制点进行影像配准，这种方法费时费力、精度较低，且受主观因素影响严重。综上，现有技术不能反映影像间的共有属性，对于几何和辐射差异非常敏感，在多模态影像灰度和纹理信息完全不同时效果很差。

针对上述问题，叶老师团队利用结构特征进行多模态影像配准，提出一种相位一致性方向直方图（HOPC），是一种利用相位一致性特征值和特征方向构建的几何结构特征描述符。HOPC 构建过程如下：

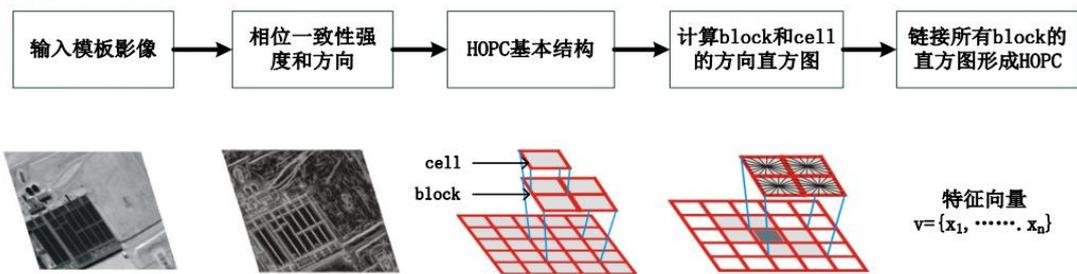


图3 HOPC 构建过程

基于上述研究，叶老师团队还提出了一种通用的逐像素结构特征表达框架，利用这种框架可以快速精确地实现多模态影像的相关性匹配。该框架对图像的每个像点提取其局部特征描述符，这种特征描述符的种类不限，提取后可以形成三维的逐像素特征表达图。由于数据量较大，引入频率域的计算以提高运算效率，从而可以达到实时应用的要求。同时，该框架简单、通用，可以整合各种描述符（CFOG、HOG、LSS、SURF、各种梯度、相位和边缘等）进行快速精确的影像

匹配。

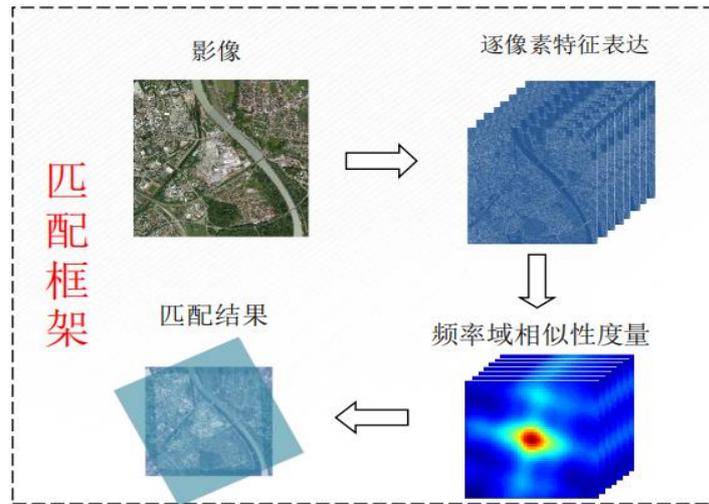


图 4 逐像素结构特征表达框架

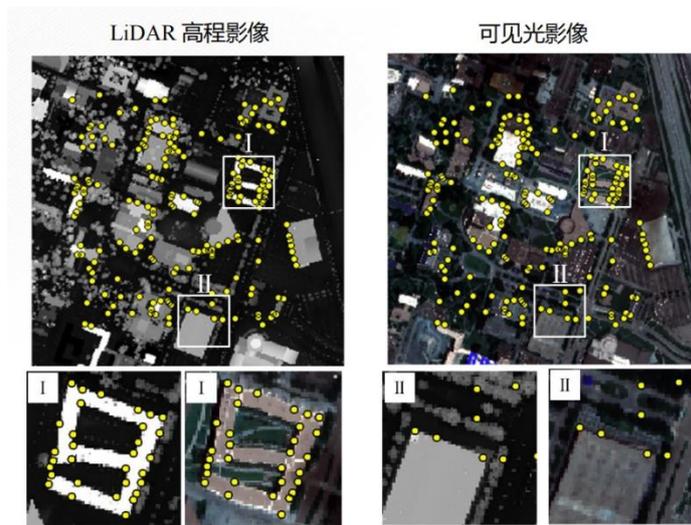


图 5 结构特征匹配算法样例

博士期间，叶老师自主研发了多模态遥感影像自动配置系统，而当时国际上同类软件尚未实现该功能，因此可以说该研究填补了商业软件在多模态影像自动匹配领域的空白。该系统成功应对了来自四川松坪沟山区（分辨率 3m，高程差超过 3000m）、多伦多市区（高建筑物覆盖，分辨率 0.75m，局部畸变和噪声非常显著）等高难度测试数据，可以达到工程化水平。这项研究受到了同行老师的一致好评，同时也受到航天宏图公司的青睐。

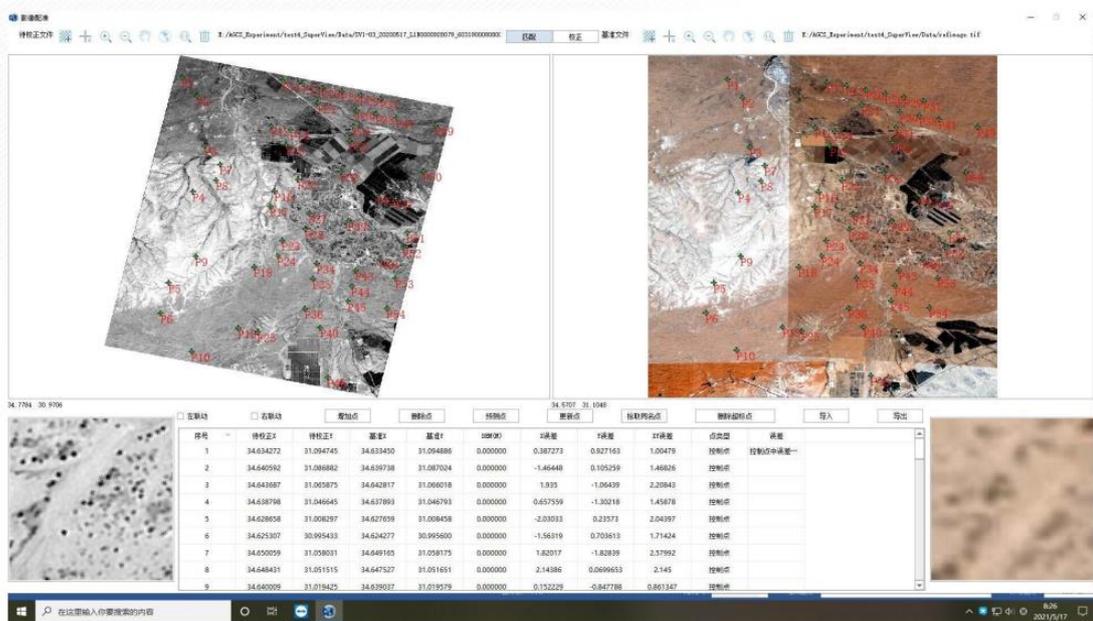


图6 多模态遥感影像自动配置系统

除了在商业软件集成方面，该算法在一些国家重大国防项目中也发挥了作用，其中包括与武汉大学张过教授团队合作，产生全球 SAR 影像基准图的工作，即利用高分三号 SAR 影像全球一张图作为参考图像，对国产各种多源光学影像进行精确定位和纠正。此外还有无人机视觉实时匹配定位导航、某种精确制导项目研究、浮空器平台某种拼接配准技术研究等工程化应用案例，为我国国防事业做出了突出贡献。

### 总结

最后，叶老师对算法及工程化案例做了总结：在国际上率先提出基于结构相似性的多模态匹配框架（已授权发明专利），位于行业领先水平；所提出的匹配方法集成于国产自主遥感图像处理平台 PIE，填补了国际遥感商业软件多模态遥感影像自动配准的空白；所提出的匹配方法被中国兵器工业集团、航天科技集团、中科院、武汉大学等国内著名研究机构使用，并应用于国防武器装备型号中；目前研发的匹配方法已广泛地应用于国土、环境、测绘和国防等领域。

### >>>互动交流

**提问者一：**老师我看您发表了很多高水平论文，且机器学习和神经网络这种技术基本上是发论文必备，但在听报告过程中也发现其应用落地性较差，可能仅是在小范围内进行实验，这对我们研究生的学习和科研来说，怎么取舍呢？

**叶沅鑫老师：**这个问题我们团队也一直在思考。因为人工智能是一个热点，

属于第四次工业革命的重要技术。现在深度学习作为人工智能的代表非常火热，很多人在宣传视觉和图像处理的算法。刚开始由于我的匹配算法已经可以做到比较好的工程化应用，于是没有太关注神经网络方向，而且目前将神经网络用于匹配，相对于手工特征其优势不构建明显，而且泛化性还需进一步提高。不过深度学习在目标识别等领域，较传统方法有较大的优势，但是从目前国家规划角度，人工智能是未来的发展方向，因此我们团队两条线共进，深度学习用于匹配方面研究也在开展，主要应用于科研、论文方面。而在工程应用方面，目前基本还没有采用人工智能的方法，仍然用较为传统的算法进行。既要保证科研的创新性，又要保证技术的落地性，二者是很难平衡的，因为科研的本质是创新，无论应用，只要其思想具有启发性，那么在未来就有可能变为现实，而在工业界更看重解决问题的能力，因此在工业界与学术界之间找一个平衡，才是比较好的研究出路。

**提问人二：**三维矩阵相机也是深度相机吗？预测深度上与双目相机相比有什么优势？

**叶沅鑫老师：**双目约束更加体现约束，如果在一条线上它就重复纹理，此时就很容易匹配错误。我们的矩阵相机是矩阵，在水平、垂直方向均可以匹配一个约束，同时对角线元素也可以有极限约束。这样我们在对角线方向、垂直方向和水平方向三个方向都可以进行极限约束的匹配，基于此就可以消除重复纹理。

GeoScience Café 以“谈笑间成就梦想”为目标，于每周五晚 7:00 在实验室四楼休闲厅，邀请 1-4 位嘉宾，为大家带来学术报告或经验分享。报告内容包括摄影测量与遥感、地理信息系统、导航与定位服务等研究方向，听众可在报告结束后向嘉宾提问、与嘉宾交流探讨，同时每学期还会举办 2 期人文类讲座和 2 场导师信息分享会。每期报告会根据嘉宾意愿在 B 站开设直播，使不能来到现场的听众同步参与。报告 PPT 和视频会在征得嘉宾同意的情况下在 qq 群和 B 站上发布。

更多精彩内容（讲座预告、讲座回顾、报告 PPT、报告视频）敬请通过以下方式获取：



QQ群



微信公众号



B站直播