(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119295521 A
(43)申请公布日 2025.01.10

(21)申请号 202411808464.5

(22)申请日 2024.12.10

(71)申请人 中国人民解放军火箭军工程大学
地址 710025 陕西省西安市灞桥区同心路2号火箭军工程大学

(72)发明人 李雪瑞 纪兵 郝辉 陈正生 辛国栋 郑晓龙 管冬冬 赵维恒

(74)专利代理机构 北京博识智信专利代理事务所(普通合伙) 16067
专利代理师 田莉

(51)Int.Cl.
G06T 7/33(2017.01)
G06N 3/092(2023.01)
G06V 10/82(2022.01)
G06V 20/17(2022.01)

权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种自适应无人机遥感图像智能配准方法

(57)摘要

本发明公开一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,方法包括数据收集、基本增强处理、配准精度优化和自适应智能配准。本发明涉及图像配准技术领域,具体是指一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,本发明采用基本增强和自适应配准优化两个角度去进行自适应性能的增强,通过自适应基本属性增强,优化数据质量,并通过结合多项参数数据训练的配准精度优化模型,提升刚性变换参数的智能性和自适应性;采用基于教学学习与强化学习结合的自适应图像配准优化方法,通过结合强化学习和教学学习,既能智能优化参数最优解,还能根据提供的图像飞行参数信息进行自适应地参数调整,从而既能优化智能配准结果的配准精度。

CN 119295521 A

1.一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,其特征在于:该方法包括以下步骤:

步骤S1:数据收集,从无人机遥感图像原始采集数据集中,通过数据收集,得到遥感图像配准原始数据集;

步骤S2:基本增强处理,对所述遥感图像配准原始数据集中的遥感图像数据进行基本增强操作,得到遥感图像配准增强数据集;

步骤S3:配准精度优化,用于对精细配准流程进行自适应智能性优化,具体为依据所述遥感图像配准增强数据集,采用结合教学学习和强化学习的自适应图像配准精度优化方法,进行配准精度优化,得到刚性变换参数最优值,并通过应用所述刚性变换参数最优值,进行精细配准,得到精细配准图像数据;

步骤S4:自适应智能配准,得到自适应智能配准图像输出。

2.根据权利要求1所述的一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,其特征在于:在步骤S1中,所述数据收集,用于收集自适应无人机遥感图像智能配准所需的原始数据集;所述遥感图像配准原始数据集,具体包括遥感图像数据、飞行参数数据和初始配准变换信息。

3.根据权利要求2所述的一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,其特征在于:在步骤S2中,所述基本增强处理,用于对遥感图像进行自适应基本增强,具体包括以下步骤:步骤S21:图像去噪;步骤S22:属性增强;步骤S23:锐化增强;步骤S24:几何修正增强;步骤S25:自适应增强评估;步骤S26:基本增强处理。

4.根据权利要求3所述的一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,其特征在于:在步骤S21中,所述图像去噪,具体为依次对所述遥感图像数据采用中值滤波和高斯滤波进行噪声去除操作,得到去噪优化遥感图像数据;

在步骤S22中,所述属性增强,具体为对所述去噪优化遥感图像数据的对比度、亮度和颜色光谱进行增强,得到属性增强去噪优化遥感图像数据;

在步骤S23中,所述锐化增强,具体为采用拉普拉斯算子对所述属性增强去噪优化遥感图像数据进行边缘增强操作,得到锐化增强图像数据;

在步骤S24中,所述几何修正增强,具体为依据所述遥感图像配准原始数据集中的飞行参数数据,对所述锐化增强图像数据进行几何校正,得到几何优化修正图像数据;

在步骤S25中,所述自适应增强评估,具体为通过对每个图像进行人工质量评估,并依据人工质量评估的结果依次自适应执行步骤S21至步骤S24操作,得到自适应增强图像数据;

在步骤S26中,所述基本增强处理,具体为通过所述自适应增强评估,得到遥感图像配准增强数据集。

5.根据权利要求4所述的一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,其特征在于:在步骤S3中,所述配准精度优化,具体包括以下步骤:

步骤S31:刚性变换问题建模;步骤S32:强化学习智能体初始化;步骤S33:构建教学学习模型;步骤S34:构建强化学习模型;步骤S35:构建教学强化学习结合模型;步骤S36:配准精度优化。

6.根据权利要求5所述的一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,其特征在于:在步骤S31中,所述刚性变换问题建模,具体为构建配准问题模型,并设定目标函数,得到待优化参数组合;

在步骤S32中,所述强化学习智能体初始化,具体为构建强化学习优化智能体,并具体构建智能体参数组合,包括动作空间参数、状态空间参数和奖励参数;

所述动作空间参数,用于表示图像精细配准状态下的旋转和平移参数;

所述状态空间参数,用于表示图像精细配准状态下的动作参数与配准误差的组合;

所述奖励参数,用于表示随配准误差的减少提升奖励参数;

所述智能体参数组合的计算公式为:

$$A_t = [a_t, s_t, r_t];$$

式中,A_t是智能体参数组合,a_t是动作空间参数,s_t是状态空间参数,r_t是奖励参数;

在步骤S33中,所述构建教学学习模型,具体为构建标准教学学习模型,用于作为刚性变化优化的基础模型,并通过构建教师角色函数和学生自学函数,进行刚性变换参数自适应学习更新;

所述教师角色函数,用于表示刚性变换参数的最优解;

所述学生自学函数,用于表示向最优解进行优化更新的刚性变换参数组合;

在步骤S34中,所述构建强化学习模型,具体为应用深度Q网络进行所述智能体参数组合的更新,并通过最大化Q值计算,得到强化学习最优参数组合输出,所述智能体参数组合的更新的计算公式为:

$$Q'(s_t, a_t) = Q(s_t, a_t) + \alpha\left(r_t + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t)\right);$$

式中,Q'是强化学习最优参数组合输出,a_t是动作空间参数,s_t是状态空间参数,Q(•)是Q值计算函数,α是学习率参数,r_t是奖励参数,γ是折扣因子,max是求取最大值函数,a是最优动作空间参数,s_{t+1}是下一次迭代的状态空间参数。

7.根据权利要求6所述的一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,其特征在于:在步骤S35中,所述构建教学强化学习结合模型,具体为应用步骤S34中的强化学习模型,改进教学学习模型中的教师角色函数和学生自学函数,得到强化教师更新函数和强化学生自学函数,并进行参数更新,得到刚性变换参数最优值;

所述强化教师更新函数,用于表示经过强化学习优化后的刚性变换参数的最优解,计算公式为:

$$S_i^{t_new} = S_i + \mathrm{rand} \cdot (S_{teacher} - S_i) + \alpha\left(r_t + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a)\right);$$

式中,$S_i^{t_new}$是经过强化教学学习更新后的强化教师更新函数输出,用于表示教师更新函数引导学生自学函数得到的刚性变换参数最优解,S_i是第i个学生参数,用于表示第i个刚性变换参数组合,rand是随机参数,$S_{teacher}$是教师参数,用于表示刚性变换参数最优解,Q(•)是Q值计算函数,α是学习率参数,r_t是奖励参数,γ是折扣因子,max是求取最大值函数,a是最优动作空间参数,s_{t+1}是下一次迭代的状态空间参数;

所述强化学生自学函数,用于表示结合强化学习向最优解进行优化更新的刚性变换参数组合,计算公式为:

$$S_i^{new} = S_i + \mathrm{rand} \cdot (S_j - S_i) + \alpha\left(r_t + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a)\right);$$

式中,S_i^{new}是经过强化教学学习更新后的强化学生自学函数输出,用于表示刚性变换参数最优值,S_i是第i个学生参数,用于表示第i个刚性变换参数组合,rand是随机参数,S_j是

与学生参数S_i最为接进的刚性变换参数组合；

在步骤S36中，所述配准精度优化，具体为通过所述刚性变换问题建模、所述强化学习智能体初始化、所述构建教学学习模型、所述构建强化学习模型和所述构建教学强化学习结合模型，进行配准精度优化模型训练，得到配准精度优化模型，并通过使用所述配准精度优化模型，进行配准精度优化，得到刚性变换参数最优值。

8.根据权利要求7所述的一种自适应无人机遥感图像智能配准方法，其特征在于：在步骤S4中，所述自适应智能配准，用于依据优化参数组合进行自适应智能配准，具体为依据所述刚性变换参数最优值，进行精细配准，得到配准图像输出，并通过对所述配准图像输出进行加速稳健特征提取和聚类特征匹配，得到匹配特征数据，并通过消除异常值操作，异常消除配准图像，并通过图像组合操作，得到自适应智能配准图像输出。

一种自适应无人机遥感图像智能配准方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像配准技术领域,具体是指一种自适应无人机遥感图像智能配准方法。

背景技术

[0002] 自适应无人机遥感图像智能配准方法是一种融合深度学习与优化算法的技术,用于实现遥感图像的精确匹配与对齐,该方法通过提取多尺度特征,适应复杂地形,并采用自适应优化策略动态调整配准参数,确保在多场景、多分辨率的情况下保持配准精度,其主要作用包括提升无人机遥感图像在灾害监测、土地测绘和生态评估中的数据融合效果,支持多源数据的智能化分析与决策。

[0003] 但是,在已有的无人机遥感图像智能配准方法中,存在着遥感图像配准的智能性主要从刚性变换参数的自动获取方面体现,而自适应性则依赖于图像本身属性的智能理解和获取,现有技术虽然在智能性方面略有提升,但自适应方面的性能较为一般,传统方法难以适用于日渐庞杂的无人机遥感图像集群,进而导致智能性和自适应性均有待提高的技术问题;在已有的自适应无人机遥感图像智能配准方法中,存在着传统的基于教学学习的方法对于大规模问题的计算性能无法满足其消耗的计算资源,同时虽然教学学习方法有助于刚性变化参数最优解的智能计算,但无法满足自适应性的需要的技术问题。

发明内容

[0004] 针对上述情况,为克服现有技术的缺陷,本发明提供了一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,针对在已有的无人机遥感图像智能配准方法中,存在着遥感图像配准的智能性主要从刚性变换参数的自动获取方面体现,而自适应性则依赖于图像本身属性的智能理解和获取,现有技术虽然在智能性方面略有提升,但自适应方面的性能较为一般,传统方法难以适用于日渐庞杂的无人机遥感图像集群,进而导致智能性和自适应性均有待提高的技术问题,本方案创造性地采用基本增强和自适应配准优化两个角度去进行自适应性能的增强,通过自适应基本属性增强,优化数据质量,并通过结合多项参数数据训练的配准精度优化模型,提升刚性变换参数的智能性和自适应性;针对在已有的自适应无人机遥感图像智能配准方法中,存在着传统的基于教学学习的方法对于大规模问题的计算性能无法满足其消耗的计算资源,同时虽然教学学习方法有助于刚性变化参数最优解的智能计算,但无法满足自适应性的需要的技术问题,本方案创造性地采用基于教学学习与强化学习结合的自适应图像配准优化方法,通过结合强化学习和教学学习,既能智能优化参数最优解,还能根据提供的图像飞行参数信息进行自适应地参数调整,从而既能优化智能配准结果的配准精度,也能特别适用于复杂场景下的遥感图像配准任务,强化配准的自适应性,为无人机遥感图像智能配准提供了有力的帮助,也为后续深层次的无人机遥感图像处理、识别和分析任务提供了充足且准确的数据支持。

[0005] 本发明采取的技术方案如下:本发明提供的一种自适应无人机遥感图像智能配准

方法,该方法包括以下步骤:

[0006] 步骤S1:数据收集;

[0007] 步骤S2:基本增强处理;

[0008] 步骤S3:配准精度优化;

[0009] 步骤S4:自适应智能配准。

[0010] 进一步地,在步骤S1中,所述数据收集,用于收集自适应无人机遥感图像智能配准所需的原始数据集,具体为从无人机遥感图像原始采集数据集中,通过数据收集,得到遥感图像配准原始数据集;

[0011] 所述遥感图像配准原始数据集,具体包括遥感图像数据、飞行参数数据和初始配准变换信息。

[0012] 进一步地,在步骤S2中,所述基本增强处理,用于对遥感图像进行自适应基本增强,具体为对所述遥感图像配准原始数据集中的遥感图像数据进行基本增强操作,得到遥感图像配准增强数据集,具体包括以下步骤:

[0013] 步骤S21:图像去噪,具体为依次对所述遥感图像数据采用中值滤波和高斯滤波进行噪声去除操作,得到去噪优化遥感图像数据;

[0014] 步骤S22:属性增强,具体为对所述去噪优化遥感图像数据的对比度、亮度和颜色光谱进行增强,得到属性增强去噪优化遥感图像数据;

[0015] 步骤S23:锐化增强,具体为采用拉普拉斯算子对所述属性增强去噪优化遥感图像数据进行边缘增强操作,得到锐化增强图像数据;

[0016] 步骤S24:几何修正增强,具体为依据所述遥感图像配准原始数据集中的飞行参数数据,对所述锐化增强图像数据进行几何校正,得到几何优化修正图像数据;

[0017] 步骤S25:自适应增强评估,具体为通过对每个图像进行人工质量评估,并依据人工质量评估的结果依次自适应执行步骤S21至步骤S24操作,得到自适应增强图像数据;

[0018] 步骤S26:基本增强处理,具体为通过所述自适应增强评估,得到遥感图像配准增强数据集。

[0019] 进一步地,在步骤S3中,所述配准精度优化,用于对精细配准流程进行自适应智能性优化,具体为依据所述遥感图像配准增强数据集,采用结合教学学习和强化学习的自适应图像配准精度优化方法,进行配准精度优化,得到刚性变换参数最优值,并通过应用所述刚性变换参数最优值,进行精细配准,得到精细配准图像数据,具体包括以下步骤:

[0020] 步骤S31:刚性变换问题建模,具体为构建配准问题模型,并设定目标函数,得到待优化参数组合;

[0021] 步骤S32:强化学习智能体初始化,具体为构建强化学习优化智能体,并具体构建智能体参数组合,包括动作空间参数、状态空间参数和奖励参数;

[0022] 所述动作空间参数,用于表示图像精细配准状态下的旋转和平移参数;

[0023] 所述状态空间参数,用于表示图像精细配准状态下的动作参数与配准误差的组合;

[0024] 所述奖励参数,用于表示随配准误差的减少提升奖励参数;

[0025] 所述智能体参数组合的计算公式为:

[0026] $A_t = [a_t, s_t, r_t]$;

[0027] 式中，A_t是智能体参数组合，a_t是动作空间参数，s_t是状态空间参数，r_t是奖励参数；

[0028] 步骤S33：构建教学学习模型，具体为构建标准教学学习模型，用于作为刚性变化优化的基础模型，并通过构建教师角色函数和学生自学函数，进行刚性变换参数自适应学习更新；

[0029] 所述教师角色函数，用于表示刚性变换参数的最优解；

[0030] 所述学生自学函数，用于表示向最优解进行优化更新的刚性变换参数组合；

[0031] 步骤S34：构建强化学习模型，具体为应用深度Q网络进行所述智能体参数组合的更新，并通过最大化Q值计算，得到强化学习最优参数组合输出，所述智能体参数组合的更新的计算公式为：

[0032] $$Q'(s_t,a_t)=Q(s_t,a_t)+\alpha\left(r_t+\gamma\max_a Q(s_{t+1},a)-Q(s_t,a_t)\right);$$

[0033] 式中，Q'是强化学习最优参数组合输出，a_t是动作空间参数，s_t是状态空间参数，Q（•）是Q值计算函数，α是学习率参数，r_t是奖励参数，γ是折扣因子，max是求取最大值函数，a是最优动作空间参数，s_{t+1}是下一次迭代的状态空间参数；

[0034] 步骤S35：构建教学强化学习结合模型，具体为应用步骤S34中的强化学习模型，改进教学学习模型中的教师角色函数和学生自学函数，得到强化教师更新函数和强化学生自学函数，并进行参数更新，得到刚性变换参数最优值；

[0035] 所述强化教师更新函数，用于表示经过强化学习优化后的刚性变换参数的最优解，计算公式为：

[0036] $$S_i^{t_new}=S_i+\mathrm{rand}\cdot(S_{teacher}-S_i)+\alpha\left(r_t+\gamma\max_a Q(s_{t+1},a)\right);$$

[0037] 式中，$S_i^{t_new}$是经过强化教学学习更新后的强化教师更新函数输出，用于表示教师更新函数引导学生自学函数得到的刚性变换参数最优解，S_i是第i个学生参数，用于表示第i个刚性变换参数组合，rand是随机参数，$S_{teacher}$是教师参数，用于表示刚性变换参数最优解，Q（•）是Q值计算函数，α是学习率参数，r_t是奖励参数，γ是折扣因子，max是求取最大值函数，a是最优动作空间参数，s_{t+1}是下一次迭代的状态空间参数；

[0038] 所述强化学生自学函数，用于表示结合强化学习向最优解进行优化更新的刚性变换参数组合，计算公式为：

[0039] $$S_i^{new}=S_i+\mathrm{rand}\cdot(S_j-S_i)+\alpha\left(r_t+\gamma\max_a Q(s_{t+1},a)\right);$$

[0040] 式中，S_i^{new}是经过强化教学学习更新后的强化学生自学函数输出，用于表示刚性变换参数最优值，S_i是第i个学生参数，用于表示第i个刚性变换参数组合，rand是随机参数，S_j是与学生参数S_i最为接进的刚性变换参数组合；

[0041] 步骤S36：配准精度优化，具体为通过所述刚性变换问题建模、所述强化学习智能体初始化、所述构建教学学习模型、所述构建强化学习模型和所述构建教学强化学习结合模型，进行配准精度优化模型训练，得到配准精度优化模型，并通过使用所述配准精度优化模型，进行配准精度优化，得到刚性变换参数最优值。

[0042] 进一步地，在步骤S4中，所述自适应智能配准，用于依据优化参数组合进行自适应智能配准，具体为依据所述刚性变换参数最优值，进行精细配准，得到配准图像输出，并通

过对所述配准图像输出进行加速稳健特征提取和聚类特征匹配,得到匹配特征数据,并通过消除异常值操作,异常消除配准图像,并通过图像组合操作,得到自适应智能配准图像输出;

[0043] 所述聚类特征匹配,具体采用K最近邻匹配算法;

[0044] 所述消除异常值操作,具体采用随机样本共识算法进行错误匹配消除。

[0045] 采用上述方案本发明取得的有益效果如下:

[0046] (1)针对在已有的无人机遥感图像智能配准方法中,存在着遥感图像配准的智能性主要从刚性变换参数的自动获取方面体现,而自适应性则依赖于图像本身属性的智能理解和获取,现有技术虽然在智能性方面略有提升,但自适应方面的性能较为一般,传统方法难以适用于日渐庞杂的无人机遥感图像集群,进而导致智能性和自适应性均有待提高的技术问题,本方案创造性地采用基本增强和自适应配准优化两个角度去进行自适应性能的增强,通过自适应基本属性增强,优化数据质量,并通过结合多项参数数据训练的配准精度优化模型,提升刚性变换参数的智能性和自适应性;

[0047] (2)针对在已有的自适应无人机遥感图像智能配准方法中,存在着传统的基于教学学习的方法对于大规模问题的计算性能无法满足其消耗的计算资源,同时虽然教学学习方法有助于刚性变化参数最优解的智能计算,但无法满足自适应性的需要的技术问题,本方案创造性地采用基于教学学习与强化学习结合的自适应图像配准优化方法,通过结合强化学习和教学学习,既能智能优化参数最优解,还能根据提供的图像飞行参数信息进行自适应地参数调整,从而既能优化智能配准结果的配准精度,也能特别适用于复杂场景下的遥感图像配准任务,强化配准的自适应性,为无人机遥感图像智能配准提供了有力的帮助,也为后续深层次的无人机遥感图像处理、识别和分析任务提供了充足且准确的数据支持。

附图说明

[0048] 图1为本发明提供的一种自适应无人机遥感图像智能配准方法的流程示意图;

[0049] 图2为步骤S2基本增强处理的流程示意图;

[0050] 图3为步骤S3配准精度优化的流程示意图。

[0051] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。

具体实施方式

[0052] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例;基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0053] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0054] 实施例一,参阅图1,本发明提供的一种自适应无人机遥感图像智能配准方法,该

方法包括以下步骤：

[0055] 步骤S1：数据收集；

[0056] 步骤S2：基本增强处理；

[0057] 步骤S3：配准精度优化；

[0058] 步骤S4：自适应智能配准。

[0059] 实施例二，参阅图1，在步骤S1中，所述数据收集，用于收集自适应无人机遥感图像智能配准所需的原始数据集，具体为从无人机遥感图像原始采集数据集中，通过数据收集，得到遥感图像配准原始数据集；

[0060] 所述遥感图像配准原始数据集，具体包括遥感图像数据、飞行参数数据和初始配准变换信息；

[0061] 所述遥感图像数据，具体包括不同时间、不同飞行高度和不同视角下的无人机采集的遥感图像数据；

[0062] 所述飞行参数数据，具体包括飞行路径参数、时间戳参数和相机参数；

[0063] 所述飞行路径参数，具体包括飞行路线、飞行高度和分型角度参数；

[0064] 所述时间戳参数，具体指每一张遥感图像的采集时间参数；

[0065] 所述相机参数，具体包括相机焦距参数、畸变参数和分辨率参数；

[0066] 所述初始配准变换信息，具体包括粗配准初始结果和粗配准参数；

[0067] 所述粗配准参数，具体指进行粗配准时所使用的变换矩阵参数，包括旋转矩阵、平移向量和尺度因子参数。

[0068] 实施例三，参阅图1和图2，该实施例基于上述实施例，在步骤S2中，所述基本增强处理，用于对遥感图像进行自适应基本增强，具体为对所述遥感图像配准原始数据集中的遥感图像数据进行基本增强操作，得到遥感图像配准增强数据集，具体包括以下步骤：

[0069] 步骤S21：图像去噪，具体为依次对所述遥感图像数据采用中值滤波和高斯滤波进行噪声去除操作，得到去噪优化遥感图像数据；

[0070] 步骤S22：属性增强，具体为对所述去噪优化遥感图像数据的对比度、亮度和颜色光谱进行增强，得到属性增强去噪优化遥感图像数据；

[0071] 所述对比度，具体通过直方图均衡化进行增强；

[0072] 所述亮度，具体通过Gamma矫正进行明暗增强；

[0073] 所述颜色光谱，具体通过波段比值调整进行多光谱信息增强；

[0074] 步骤S23：锐化增强，具体为采用拉普拉斯算子对所述属性增强去噪优化遥感图像数据进行边缘增强操作，得到锐化增强图像数据；

[0075] 步骤S24：几何修正增强，具体为依据所述遥感图像配准原始数据集中的飞行参数数据，对所述锐化增强图像数据进行几何校正，得到几何优化修正图像数据；

[0076] 步骤S25：自适应增强评估，具体为通过对每个图像进行人工质量评估，并依据人工质量评估的结果依次自适应执行步骤S21至步骤S24操作，得到自适应增强图像数据；

[0077] 步骤S26：基本增强处理，具体为通过所述自适应增强评估，得到遥感图像配准增强数据集。

[0078] 通过执行上述操作，针对在已有的无人机遥感图像智能配准方法中，存在着遥感图像配准的智能性主要从刚性变换参数的自动获取方面体现，而自适应性则依赖于图像本

身属性的智能理解和获取,现有技术虽然在智能性方面略有提升,但自适应方面的性能较为一般,传统方法难以适用于日渐庞杂的无人机遥感图像集群,进而导致智能性和自适应性均有待提高的技术问题,本方案创造性地采用基本增强和自适应配准优化两个角度去进行自适应性能的增强,通过自适应基本属性增强,优化数据质量,并通过结合多项参数数据训练的配准精度优化模型,提升刚性变换参数的智能性和自适应性。

[0079] 实施例四,参阅图1和图3,该实施例基于上述实施例,在步骤S3中,所述配准精度优化,用于对精细配准流程进行自适应智能性优化,具体为依据所述遥感图像配准增强数据集,采用结合教学学习和强化学习的自适应图像配准精度优化方法,进行配准精度优化,得到刚性变换参数最优值,并通过应用所述刚性变换参数最优值,进行精细配准,得到精细配准图像数据,具体包括以下步骤:

[0080] 步骤S31:刚性变换问题建模,具体为构建配准问题模型,并设定目标函数,得到待优化参数组合;

[0081] 所述待优化参数组合的计算公式为:

[0082] $O = [R_0, L_x^0, L_y^0]$;

[0083] 式中,O是待优化参数组合,R_0是旋转矩阵参数初始值,L_x^0是平移向量的水平坐标索引初始值,L_y^0是平移向量的垂直坐标索引初始值;

[0084] 所述配准问题模型,具体指将刚性变换模型作为配准目标问题模型,并进行刚性变换模型定义,计算公式为:

[0085] $T(x,y) = R \cdot (x,y) + L$;

[0086] 式中,T(x,y)是刚性变换后的坐标数据,R是旋转矩阵,L是平移向量,(x,y)是用于配准的原始图像中的像素点坐标,x是水平坐标索引,y是垂直坐标索引;

[0087] 所述目标函数,用于最小化原始图像和配准后图像之间的配准误差,具体采用互信息计算函数作为目标函数;

[0088] 步骤S32:强化学习智能体初始化,具体为构建强化学习优化智能体,并具体构建智能体参数组合,包括动作空间参数、状态空间参数和奖励参数;

[0089] 所述动作空间参数,用于表示图像精细配准状态下的旋转和平移参数,计算公式为:

[0090] $a_t = [R_t, L_x^t, L_y^t]$;

[0091] 式中,a_t是动作空间参数,t是迭代次数索引,R_t是旋转矩阵参数,L_x^t是平移向量的水平坐标参数,L_y^t是平移向量的垂直坐标参数;

[0092] 所述状态空间参数,用于表示图像精细配准状态下的动作参数与配准误差的组合,计算公式为:

[0093] $s_t = [E_t, a_t]$;

[0094] 式中,s_t是状态空间参数,E_t是配准误差,具体指互信息误差,a_t是动作空间参数;

[0095] 所述奖励参数,用于表示随配准误差的减少提升奖励参数,计算公式为:

[0096] $r_t = -E_t = -MI(T_{source}, T(R_t, L_t))$;

[0097] 式中,r_t是奖励参数,E_t是配准误差,MI(•)是互信息误差计算函数,T_{source}是原始图像中的像素点坐标数据,R_t是旋转矩阵参数,L_t是平移向量参数,$T_{target}(R_t, L_t)$是应用刚

性变换参数(R_t,L_t)进行刚性变换后的像素点坐标数据;

[0098] 所述智能体参数组合的计算公式为:

[0099] $A_t = [a_t, s_t, r_t]$;

[0100] 式中,A_t是智能体参数组合,a_t是动作空间参数,s_t是状态空间参数,r_t是奖励参数;

[0101] 步骤S33:构建教学学习模型,具体为构建标准教学学习模型,用于作为刚性变化优化的基础模型,并通过构建教师角色函数和学生自学函数,进行刚性变换参数自适应学习更新;

[0102] 所述教师角色函数,用于表示刚性变换参数的最优解;

[0103] 所述学生自学函数,用于表示向最优解进行优化更新的刚性变换参数组合;

[0104] 步骤S34:构建强化学习模型,具体为应用深度Q网络进行所述智能体参数组合的更新,并通过最大化Q值计算,得到强化学习最优参数组合输出,所述智能体参数组合的更新的计算公式为:

[0105] $Q'(s_t, a_t) = Q(s_t, a_t) + \alpha\left(r_t + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t)\right)$;

[0106] 式中,Q'是强化学习最优参数组合输出,a_t是动作空间参数,s_t是状态空间参数,Q(•)是Q值计算函数,α是学习率参数,r_t是奖励参数,γ是折扣因子,max是求取最大值函数,a是最优动作空间参数,s_{t+1}是下一次迭代的状态空间参数;

[0107] 步骤S35:构建教学强化学习结合模型,具体为应用步骤S34中的强化学习模型,改进教学学习模型中的教师角色函数和学生自学函数,得到强化教师更新函数和强化学生自学函数,并进行参数更新,得到刚性变换参数最优值;

[0108] 所述强化教师更新函数,用于表示经过强化学习优化后的刚性变换参数的最优解,计算公式为:

[0109] $S_i^{t_new} = S_i + rand \cdot (S_{teacher} - S_i) + \alpha\left(r_t + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a)\right)$;

[0110] 式中,$S_i^{t_new}$是经过强化教学学习更新后的强化教师更新函数输出,用于表示教师更新函数引导学生自学函数得到的刚性变换参数最优解,S_i是第i个学生参数,用于表示第i个刚性变换参数组合,rand是随机参数,$S_{teacher}$是教师参数,用于表示刚性变换参数最优解,Q(•)是Q值计算函数,α是学习率参数,r_t是奖励参数,γ是折扣因子,max是求取最大值函数,a是最优动作空间参数,s_{t+1}是下一次迭代的状态空间参数;

[0111] 所述强化学生自学函数,用于表示结合强化学习向最优解进行优化更新的刚性变换参数组合,计算公式为:

[0112] $S_i^{new} = S_i + rand \cdot (S_j - S_i) + \alpha\left(r_t + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a)\right)$;

[0113] 式中,S_i^{new}是经过强化教学学习更新后的强化学生自学函数输出,用于表示刚性变换参数最优值,S_i是第i个学生参数,用于表示第i个刚性变换参数组合,rand是随机参数,S_j是与学生参数S_i最为接进的刚性变换参数组合;

[0114] 步骤S36:配准精度优化,具体为通过所述刚性变换问题建模、所述强化学习智能体初始化、所述构建教学学习模型、所述构建强化学习模型和所述构建教学强化学习结合模型,进行配准精度优化模型训练,得到配准精度优化模型,并通过使用所述配准精度优化

模型,进行配准精度优化,得到刚性变换参数最优值。

[0115] 通过执行上述操作,针对在已有的自适应无人机遥感图像智能配准方法中,存在着传统的基于教学学习的方法对于大规模问题的计算性能无法满足其消耗的计算资源,同时虽然教学学习方法有助于刚性变化参数最优解的智能计算,但无法满足自适应性的需要的技术问题,本方案创造性地采用基于教学学习与强化学习结合的自适应图像配准优化方法,通过结合强化学习和教学学习,既能智能优化参数最优解,还能根据提供的图像飞行参数信息进行自适应地参数调整,从而既能优化智能配准结果的配准精度,也能特别适用于复杂场景下的遥感图像配准任务,强化配准的自适应性,为无人机遥感图像智能配准提供了有力的帮助,也为后续深层次的无人机遥感图像处理、识别和分析任务提供了充足且准确的数据支持。

[0116] 实施例五,参阅图1,该实施例基于上述实施例,在步骤S4中,所述自适应智能配准,用于依据优化参数组合进行自适应智能配准,具体为依据所述刚性变换参数最优值,进行精细配准,得到配准图像输出,并通过对所述配准图像输出进行加速稳健特征提取和聚类特征匹配,得到匹配特征数据,并通过消除异常值操作,异常消除配准图像,并通过图像组合操作,得到自适应智能配准图像输出;

[0117] 所述聚类特征匹配,具体采用K最近邻匹配算法;

[0118] 所述消除异常值操作,具体采用随机样本共识算法进行错误匹配消除。

[0119] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0120] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型。

[0121] 以上对本发明及其实施方式进行了描述,这种描述没有限制性,附图中所示的也只是本发明的实施方式之一,实际的结构并不局限于此。总而言之如果本领域的普通技术人员受其启示,在不脱离本发明创造宗旨的情况下,不经创造性的设计出与该技术方案相似的结构方式及实施例,均应属于本发明的保护范围。

图1

开始
S21
图像去噪
S22
属性增强
S23
锐化增强
S24
几何修正增强
S25
自适应增强评估
S26
基本增强处理

图2

开始
S31
刚性变换问题建模
S32
强化学习智能体初始化
S33
构建教学学习模型
S34
构建强化学习模型
S35
构建教学强化学习结合模型
S36
配准精度优化

图3